



TUGAS AKHIR – DP184838

**DESAIN *CARBODY* LRT (*LIGHT RAIL TRANSIT*) SEBAGAI
MODA TRANSPORTASI MASSAL KOTA METROPOLITAN
SURABAYA**

MOHAMMAD RIZAL SAPUTRA

NRP. 08311440000050

Dosen Pembimbing :

Dr. Agus Windharto, DEA

NIP. 19580819 198701 1001

Departemen Desain Produk

Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2019

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



FINAL PROJECT – DP184838

**DESIGN CARBODY LRT (Light Rail Transit) AS A MASS
TRANSPORTATION METROPOLITAN CITY OF SURABAYA**

MOHAMMAD RIZAL SAPUTRA

NRP. 08311440000050

Consellor Lecturer :

Dr. Agus Windharto, DEA

NIP. 19580819 198701 1001

Product Design Department

Faculty of Architecture, Design, and Planning

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2019

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN CARBODY LRT (LIGHT RAIL TRANSIT) SEBAGAI MODA
TRANSPORTASI MASSAL KOTA METROPOLITAN SURABAYA**

TUGAS AKHIR (DP 184838)

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Desain (S.Ds)

Pada

Program Studi S-1 Departemen Desain Produk
Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Mohammad Rizal Saputra

NRP. 0831144000050

Surabaya, 28 Januari 2019

Periode Wisuda 119 (Maret 2019)

Mengetahui,

Kepala Departemen Desain Produk

Disetujui,

Dosen Pembimbing



Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.

NIP. 19751014 200312 2001

Dr. Agus Windharto, DEA

NIP. 19580819 198701 1001

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

**PERNYATAAN KEASLIAN (ANTI PLAGIAT)
LAPORAN TUGAS AKHIR DESAIN PRODUK**

Saya mahasiswa Departemen Desain Produk, Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya,

Nama Mahasiswa : Mohammad Rizal Saputra

NRP : 08311440000050

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir Desain Produk yang saya buat dengan judul **“DESAIN CARBODY LRT (LIGHT RAIL TRANSIT) SEBAGAI MODA TRANSPORTASI MASSAL KOTA METROPOLITAN SURABAYA”** adalah :

- 1) Asli dan bukan merupakan duplikasi karya tulis maupun gambar atau sketsa yang pernah dibuat, dipublikasikan atau dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan atau tugas-tugas kuliah lain baik di lingkungan ITS, universitas lain maupun lembaga-lembaga lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan sebagai kutipan, referensi atau acuan dengan cara yang semestinya.
- 2) Berisi karya tulis dan gambar atau sketsa yang dikerjakan dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan data hasil pelaksanaan Riset.

Demikian pernyataan ini saya buat dan jika terbukti tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan di atas, maka saya bersedia apabila Laporan Tugas Akhir Desain Produk ini dibatalkan.

Surabaya, 28 Januari 2019

Yang Membuat Pernyataan,



(Mohammad Rizal Saputra)

NRP. 08311440000050

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan untuk Allah SWT yang senantiasa memberikan kesehatan dan kesempatan untuk menyelesaikan laporan ini. Karena tanpa izin-Nya, laporan ini tidak akan terwujud dengan baik. Shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi panutan.

Terima kasih banyak kepada kedua orang tua beserta keluarga yang selalu memberikan motivasi serta doanya untuk mencapai hasil yang terbaik. Kepada bapak Dr. Agus Windharto, DEA yang telah membimbing untuk menyelesaikan tugas Mata Kuliah Tugas Akhir Desain Produk Industri dan membantu dalam menyampaikan pemikiran secara sistematis, serta memberikan pengarahan, saran, dan kritik untuk menghasilkan gagasan yang lebih baik. Untuk semua dosen yang secara tulus memberikan ilmunya untuk menjadikan penulis lebih baik. Serta kepada teman-teman dan rekan seperjuangan yang telah berbagi pendapat, semangat, dan keluh kesah, semoga lulus dengan mendapat hasil yang terbaik, dan mampu mengamalkan ilmu serta pengalaman di lingkungan sekitar. Terima kasih juga kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, atas bantuannya menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan kemampuan. Oleh karena itu, masukan berupa kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk memperbaiki dan melaksanakan studi jangka panjang selanjutnya.

Surabaya, 28 Januari 2019

Penulis

(Halaman Ini Sengaja Dikосongkan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan, dukungan, dorongan, yang diberikan kepada penulis selama melakukan Riset Desain Produk sampai Tugas Akhir, tanpa bantuan mereka laporan ini tidak akan pernah berhasil, yaitu kepada :

1. Ibu Ellya Zulaikha,ST. MSn selaku Ketua Jurusan Desain Produk Industri,
2. Bapak Primaditya S.Des, M.Ds selaku dosen koordinator Mata Kuliah Tugas Akhir,
3. Bapak Dr. Agus Windharto, DEA selaku dosen pembimbing
4. Bapak Djoko Kuswanto, ST, M.Biotech, selaku dosen koordinator Mata Kuliah Desain Produk Konseptual yang memberi arah/panduan dalam pengerjaan Tugas Akhir Desain Produk
5. Bapak Andika Estiyono, ST, MT , Bapak Bambang Tristiyono, ST., M.Si ,dan Arie Kurniawan, ST, M.Ds selaku dosen penguji selama proses sidang kolokium awal sampai akhir
6. Ayah, Ibu, serta bibiku, yang selalu memberi semangat, doa, pengorbanan, dan pengabdian sepanjang masa hidupku
7. Kantor IDC, PT. INKA, serta pihak BAPPEKO Surabaya yang bersedia berbagi informasi, ilmu dan data selama proses survey dan observasi
8. Rekan-rekan kerja IDC dan mahasiswa kelas Mata Kuliah Tugas Akhir Desain Produk dari Desain Produk ITS
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala kerja sama yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas ini.

Penulis

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DESAIN *CARBODY* LRT (*LIGHT RAIL TRANSIT*) SEBAGAI TRANSPORTASI MASSAL KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Mohammad Rizal Saputra
NRP : 08311440000050
Jurusan : Desain Produk – FADP, ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Agus Windharto, DEA
NIP : 19580819 198701 1001

Abstraksi

Rencana proyek LRT di Surabaya merupakan rencana pemerintah kota untuk pengadaan sistem transportasi massal umum cepat, modern dan terintegrasi. Tidak hanya rencana pemerintah Kota Surabaya saja, pembangunan LRT merupakan rencana nasional karena penduduk kota Surabaya nomor 2 di Indonesia setelah ibukota Jakarta. Selain itu pemerintah akan mewujudkan kota Surabaya menjadi Smart city. Namun konsep ini masih mendapat pandangan negatif dari masyarakat karena pandangan terhadap angkutan eksisting yang sudah dari segi keamanan, kenyamanan dan estetika yang mengakibatkan minimnya minat masyarakat terhadap transportasi umum massal. Perancangan ini dibuat sebagai alternatif desain dan diharapkan bisa meningkatkan kembali minat masyarakat terhadap penggunaan transportasi umum. Eksterior LRT ini nantinya diharapkan dapat merepresentasikan Kota Surabaya dan Interior dari LRT ini nantinya diharapkan memudahkan akses transportasi oleh beragam penumpang. Kehadiran LRT diharapkan menjadi ikon kebanggaan Kota Surabaya dan meningkatkan antusiasme publik terhadap transportasi massal dalam kota.

Kata kunci : *LRT, SmartCity, Ikon Kota*

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DESIGN CARBODY LRT (Light Rail Transit) AS A MASS TRANSPORTATION CITY OF SURABAYA

Name : Mohammad Rizal Saputra
NRP : 08311440000050
Department : Product Design – FADP, ITS
Supervisor : Dr. Agus Windharto, DEA
NIP : 19580819 198701 1001

Abstract

The LRT project plan in Surabaya is a municipal plan for the procurement of a rapid, modern and integrated mass public transport system. Not only the government plan of Surabaya city, the development of LRT is a national plan because the population of Surabaya city number 2 in Indonesia after the capital of Jakarta. In addition the government will realize the city Surabaya become Smart city. However, this concept still gets negative views from the public because of the view of existing transportation that has been in terms of security, comfort and aesthetics that resulted in the lack of public interest towards mass public transportation. This design is made as a design alternative and is expected to increase the public interest in the use of public transportation. LRT exterior is expected to represent Surabaya and the Interior of this LRT will be expected to facilitate access to transportation by a variety of passengers. The presence of LRT is expected to become the icon of the pride of Surabaya and increase public's enthusiasm for mass transportation within the city.

Keyword : LRT, SmartCity, City Icon

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN (ANTI PLAGIAT)	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xi
Abstraksi	xiii
Abstract	xv
Daftar Isi.....	xvii
Daftar Gambar.....	xxiii
Daftar Tabel	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.1.1. Kondisi Umum kota Surabaya	2
1.1.2. Rencana Pembangunan LRT di kota Surabaya.....	4
1.2. Permasalahan.....	7
1.3. Batasan Masalah.....	7
Tujuan	7
1.4. Manfaat.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN EKSISTING	9
2.1. Teori Terkait.....	9
2.1.1. Pengertian Transportasi.....	9
2.1.2. Pengertian Angkutan Umum Massal Cepat	12
2.1.3. Segmentasi Pasar.....	14
2.2. Aspek Teknis Karakteristik LRT	17

2.2.1. Spesifikasi Teknis Umum Vehicle	21
2.3. Infrastruktur Elevated	36
2.4. Perencanaan SMART Surabaya	38
2.5. Tinjauan Eksisting LRT	39
2.5.1. Tinjauan Eksisting LRT elevated di Dunia	39
2.6. Tinjauan Hasil Rancangan Sebelumnya	44
BAB 3 METODOLOGI DAN KERANGKA ANALISIS	49
3.1. Deskripsi Judul Perancangan	49
3.2. Deskripsi Judul Perancangan	50
3.3. Kerangka Analisis Utama	51
3.4. Skema Penelitian	52
3.5. Metode Pengumpulan Data	53
3.6. Tahapan Studi dan Analisis	54
3.6.1. Studi dan Analisis Calon Pengguna	54
3.6.2. Studi dan Analisis Positioning MSCA (<i>Market Survey Costumer Analysis</i>)	54
3.6.3. Studi dan Analisis <i>Blocking Area</i>	55
3.6.4. Studi dan Analisis LOPAS (Load of Passanger Accomodation System)	55
3.6.6. Studi dan Analisis Komponen	55
3.6.7. Studi dan Analisis Karakter Surabaya	55
3.7. Rencana Kegiatan	56
BAB 4 KONSEP DAN ANALISIS	57
4.1. MSCA	57
4.2. Analisis User	61

4.2.1. Lifestyle Board.....	61
4.2.2. Psikografi Konsumen	62
4.2.3. Studi Aktifitas	63
4.2.4. Studi Jumlah penumpang	66
4.3. Analisis Rute	67
4.4. Analisis Geometri Infrastruktur	71
4.5. Analisis Geometri LRT	74
4.6. Analisis LOPAS (Load of Passanger Accomodation System)	75
4.6.1. Analisis Kebutuhan Jumlah Pintu	75
4.6.2. Analisis Konfigurasi Interior.....	77
4.7. Studi Ergonomi	80
4.7.1. Anthropolometri Tubuh.....	80
4.7.2. Ergonomi Posisi Duduk	80
4.7.3. Ergonomi Aksesibilitas Pintu Gerbong.....	81
4.7.4. Ergonomi Sirkulasi Gangway Interior	82
4.7.5. Ergonomi Jangkauan Handgrip dan Emergency Tool Box.....	83
4.8. Analisis Komponen, Teknologi, dan Material	84
4.8.1. Analisis Bogie	84
4.8.2. Analisis Kontrol	85
4.8.3. Analisis Emergency Derainment Door	86
4.8.4. Analisis Tempat Duduk.....	86
4.8.5. Analisis Partisi Tempat duduk	88
4.8.6. Analisis Pencahayaan.....	88
4.8.7. Analisis Penghawaan	89
4.9. Analisis Emergency Evacuation	91

4.10. Design Requirement and Objective	93
4.10.1. Kapasitas Per gerbong (TC)	93
4.10.2. Pengoperasian	94
4. 10.3. Spesifikasi teknis	95
4. 10.4. Basic Design	97
4.11. Analisis Konsep dan Bentuk.....	98
4.11.1. Brainstorming Konsep Desain	98
4. 11.2. Objective Tree	99
4. 11.3. Analisis Bentuk dan Estetika Eksterior	100
4. 11.4. Analisis Bentuk dan Estetika Eksterior	103
4. 11.5. Analisis Merk dan Warna	104
4.12. Preliminary Design	105
4.12.1. Sketsa Ide K1	105
4.12.2. Digital Modelling	108
4.12.3. Desain Alternatif K2.....	109
4.13. Studi model.....	114
BAB 5 IMPLEMENTASI DESAIN.....	115
5.1. Penjelasan Konsep.....	115
5.2. Final Design.....	115
5.2.1. Eksplorasi Sketsa Desain.....	115
5.2.2. Eksterior Design	118
5.2.3. Interior Design	120
5.2.4. Gambar Suasana	124
5.2.5. Model Berskala.....	127
5.2.6. Design Criteria / Program.....	129

5.2.7. Specification.....	131
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	133
6.1. Kesimpulan	133
6.2. Saran.....	133
Daftar Pustaka	1
LAMPIRAN	3
7.1. Lampiran 1	3
7.2. Lampiran 2	5
7.3. Lampiran 3	7
7.4. Lampiran 4	7
7.5. Lampiran 5	9
7.6. Lampiran Gambar Teknik.....	10
BIODATA PENULIS	19

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

Daftar Gambar

Gambar 1. 1 Kemacetan di jalan Basuki Rahmat Kota Surabaya pada 10 April 2018	2
Gambar 2. 1 hubungan antara unsur transportasi dan sistem didalamnya	9
Gambar 2. 2 Perbedaan Angkutan Massal cepat di Indonesia	19
Gambar 2. 3 Perbedaan Low floor dan High floor pada LRT	20
Gambar 2. 4 Perbedaan level lantai pada LRT	20
Gambar 2. 5 Struktur carbody	23
Gambar 2. 6 Tampak potongan gerbong LRT	23
Gambar 2. 7 Material Roof dengan material Al Ekstrusi dan Al Panel	24
Gambar 2. 8 Underframe menggunakan 2 profil alumunium ekstrusi.....	25
Gambar 2. 9 Frame dan sheeting sidewall menggunakan Al ekstrusi double skin	25
Gambar 2. 10 Floor menggunakan sandwich panel	25
Gambar 2. 11 End-wall menggunakan Al double skin dan Al sheet	26
Gambar 2. 12 Bogie , sumber dari www.railsystem.net/bogie	27
Gambar 2. 13 Alstom Citadis dualis Boogie, www.alstom.com	28
Gambar 2. 14 Bogie dari MP 89 Paris Métro en.wikipedia.org/wiki/Rubber-tyred_metro	29
Gambar 2. 15 Cara kerja rubber-tyred bogie	29
Gambar 2. 16 Driver desk LRT Palembang.....	31
Gambar 2. 17 Four Levels for A Full-sized Automated Train Control System www.railsystem.net	32
Gambar 2. 18 interior ujung Changi Crystal mover www.sgtrains.com	33
Gambar 2. 19 Bombardier INNOVIA APM100 Singapore Interior www.sgtrains.com	33
Gambar 2. 20 Rel ketiga.....	34
Gambar 2. 21 Sistem gesekan rel ketiga	34
Gambar 2. 22 Detrayment door Barat.com	35
Gambar 2. 23 Step emergency Detrayment door otomatis www.cm4.es	35

Gambar 2. 24 Tampak Infrastruktur Elevated	36
Gambar 2. 25 Ketentuan Infrastruktur.....	37
Gambar 2. 26 Perencanaan awal surotram dan boyorail	38
Gambar 2. 27 Metro Dubai elevated	39
Gambar 2. 28 Stasiun Dubai Metro	40
Gambar 2. 29 MTR Hongkong.....	40
Gambar 2. 30 Stasiun MTR Hongkong	41
Gambar 2. 31 LRT Punggol Line Singapura.....	42
Gambar 2. 32 Stasiun LRT Singapura.....	43
Gambar 2. 33 3D Rendering Eksterior dan Interior Tramway Surabaya	45
Gambar 2. 34 Rendering Final Design Eksterior LRT Palembang Oleh Irfan Maulana	46
Gambar 2. 35 Rendering Eksterior LRT Palembang.....	47
Gambar 3. 1 Kerangka Analisis Utama	51
Gambar 3. 2 Skema Penelitian	52
Gambar 4. 1 Studi Aktivitas	63
Gambar 4. 2 rencana awal rute oleh BAPPEKO Surabaya	67
Gambar 4. 3 Rute Alternatif LRT Surabaya.....	69
Gambar 4. 4 Tampak Google Earth radius minimum	71
Gambar 4. 5 Panjang Car 15m.....	72
Gambar 4. 6 Panjang Car 16m.....	72
Gambar 4. 7 Panjang Car 17m.....	73
Gambar 4. 8 Rencana Rangkaian Geometri	74
Gambar 4. 9 Tampak atas konfigurasi 2 sliding door double leaf.....	75
Gambar 4. 10 Tampak atas konfigurasi 4 sliding door double leaf.....	75
Gambar 4. 11 Tampak atas konfigurasi 6 sliding door double leaf.....	76
Gambar 4. 12 Alternatif 1 konfigurasi interior.....	77
Gambar 4. 13 Alternatif 2 konfigurasi interior.....	78

Gambar 4. 14 Alternatif 3 konfigurasi interior	78
Gambar 4. 15 Dimensi Anthropometri Tubuh Pria 95 Persentil dan Wanita 5 Persentile	80
Gambar 4. 16 Ergonomi Posisi duduk	81
Gambar 4. 17 Akseibilitas Pintu gerbong	82
Gambar 4. 18 Sirkulasi Gangway	83
Gambar 4. 19 ukuran pintu detrainment pada maskara	86
Gambar 4. 20 Desain Tempat Duduk.....	87
Gambar 4. 21 Lubang pada kursi untuk melihat barang bawaan.....	87
Gambar 4. 22 Partisi tempat duduk.....	88
Gambar 4. 23 Mapping lighting	89
Gambar 4. 24 Tampak Atas skema proses Emergency.	91
Gambar 4. 25 Tampak ketika Coupler bersatu dan proses evakuasi antar LRT.....	91
Gambar 4. 26 Signage Emergency Dalam LRT	92
Gambar 4. 27 konfigurasi LOPAS terpilih	93
Gambar 4. 28 Basic Design ukuran trainset dan maskara.....	97
Gambar 4. 29 Brainstorming Konsep Desain	98
Gambar 4. 30 Objective Tree	99
Gambar 4. 31 Moodboard	100
Gambar 4. 32 Image board style	101
Gambar 4. 33 Metode Mapping Forming	101
Gambar 4. 34 Alternatif Basic design Maskara	102
Gambar 4. 35 Moodboard Interior	103
Gambar 4. 36 Interior view Idea	103
Gambar 4. 37 Merk dan Warna Eksterior	104
Gambar 4. 38 Signage Larangan dan Priority	104
Gambar 4. 39 Sketsa ide maskara 1	105
Gambar 4. 40 Sketsa ide maskara 2	105
Gambar 4. 41 Sketsa ide maskara 3	106
Gambar 4. 42 Sketsa ide maskara 4	106
Gambar 4. 43 Sketsa ide Interior 1.....	107

Gambar 4. 44 Sketsa ide Interior 2	107
Gambar 4. 45 Proses 3D Modelling di Solidworks	108
Gambar 4. 46 Alternatif warna eksterior 1	109
Gambar 4. 47 Alternatif warna eksterior 2	109
Gambar 4. 48 Alternatif warna eksterior 3	110
Gambar 4. 49 Alternatif warna eksterior 4	110
Gambar 4. 50 Alternatif warna Interior 1	111
Gambar 4. 51 Alternatif warna Interior 2	112
Gambar 4. 52 Alternatif warna Interior 3	113
Gambar 4. 53 Proses Pembuatahn model Berskala	114
Gambar 5. 1 sketsa Alternatif Eksterior	115
Gambar 5. 2sketsa awal eksterior	116
Gambar 5. 3 Sketsa Final desain dan alternatif bentuk signal lamp.....	116
Gambar 5. 4 Sketsa Desain Tempat Duduk.....	117
Gambar 5. 5 Sketsa Interior ideation	117
Gambar 5. 6 Eksterior Final	118
Gambar 5. 7 Eksterior Final	118
Gambar 5. 9 Eksterior Final	118
Gambar 5. 10 Eksterior Final	119
Gambar 5. 11 Interior Final	120
Gambar 5. 12 Interior Final	120
Gambar 5. 13 Interior Final	121
Gambar 5. 14 Interior Final	121
Gambar 5. 15 Interior Final	122
Gambar 5. 16 Interior Final	122
Gambar 5. 17 Interior Final	123
Gambar 5. 18 Suasana Tengah Gerbong	124
Gambar 5. 19 Suasana menggunakan sandaran.....	124
Gambar 5. 20 Suasana penjaga duduk pada kursi khususnya	125
Gambar 5. 21 Suasana mengambil Fire Extinguisher	125

Gambar 5. 22 Suasana Ketika Emergency antar rangkaian LRT	126
Gambar 5. 23 Hasil Eksterior Model Berskala 1:10	127
Gambar 5. 24 Hasil Interior Model Berskala 1:10	129
Gambar 7. 1 Dubai Metro LRT	3
Gambar 7. 2 Bombardier Innovia Metro 300 KL	3
Gambar 7. 3 Mitsubishi Crystal Mover	4
Gambar 7. 4 LRT Palembang	4
Gambar 7. 5	5
Gambar 7. 6	5
Gambar 7. 7	5
Gambar 7. 8	5
Gambar 7. 9	6
Gambar 7. 10	6
Gambar 7. 11	6
Gambar 7. 12 Jangkauan Handgrip dan emergency tool box	7
Gambar 7. 13 Airflow Diffuser	7
Gambar 7. 14 Airflow Turbulence Line	8
Gambar 7. 15 Palet warna kobayashi	9

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

Daftar Tabel

Tabel 1. 1 Pebandingan Panjang Jalan dan Jumlah kendaraan di Kota Surabaya ..	3
Tabel 1. 2 Jumlah Prasarana Transportasi Umum di Kota Surabaya.....	3
Tabel 1. 3 Penghitungan biaya pada setiap moda yang berpotensi.....	6
Tabel 2. 1 Sistem dan unsur transportasi Homburger dan Kell. 1988	11
Tabel 2. 2 Tabel komponen-komponen segmentasi gaya hidup dalam AIO	16
Tabel 2. 3 Spesifikasi teknis LRT Palembang	22
Tabel 3. 1 Rencana kegiatan	56
Tabel 4. 1 Tabel MSCA	60
Tabel 4. 2 Lifestyle Board.....	61
Tabel 4. 3 Psikografi Konsumen.....	62
Tabel 4. 4 Studi Aktivitas lanjutan.....	64
Tabel 4. 5 Studi Aktivitas lanjutan.....	65
Tabel 4. 6 Perencanaan Moda	66
Tabel 4. 7 Daftar Stasiun rute awal LRT Surabaya	68
Tabel 4. 8 Rute Alternatif LRT Surabaya	70
Tabel 4. 9 Dimensi Geometri	74
Tabel 4. 10 Analisis pembobotan Konfigurasi interior	79
Tabel 4. 11 Ergonomi-Anthropometri Aktivitas Duduk Penumpang	81
Tabel 4. 12 Anthropometri Jangkauan Handgrip dan Emergency Tool Box.....	83
Tabel 4. 13 kelebihan dan kekurangan steel-Tyred bogie.....	84
Tabel 4. 14 kelebihan dan kekurangan Rubber-Tyred Bogie	84
Tabel 4. 15 kelebihan driver manual.....	85
Tabel 4. 16 kelebihan sistem kontrol otomatis.....	85
Tabel 4. 17 perhitungan kapasitas normal.....	93
Tabel 4. 18 perhitungan kapasitas penuh	93
Tabel 4. 19 sistem perngoperasian	94

Tabel 4. 20 spesifikasi teknis.....	96
-------------------------------------	----

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di dalam kehidupan ini, Manusia hidup dengan memenuhi kebutuhannya. Dengan naluri alamiahnya, manusia bergerak dari satu tempat ke tempat lainnya untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Untuk aktivitas tersebut manusia memerlukan sarana dan prasarana. Transportasi didefinisikan sebagai usaha memindahkan, menggerakkan, mengangkut atau mengalihkan suatu objek dari satu tempat ke tempat lain dimana di tempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan-tujuan tertentu (Miro 2005). Transportasi juga diartikan sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan, dalam hubungan ini ada tiga hal sebagai berikut : ada muatan yang diangkut, tersedia kendaraan sebagai alat angkutannya, dan jalanan yang dapat dilalui (Nasution, 1996)

Dengan perkembangan jumlah penduduk pada suatu wilayah, menyebabkan semakin banyak pula kebutuhan manusia yang berbeda beda. Hal tersebut otomatis menyebabkan banyaknya kegiatan manusia dan juga menyebabkan bertambahnya intensitas pergerakan manusia. Pada kondisi sekarang ini, permasalahan utama di perkotaan adalah kemacetan yang disebabkan oleh banyaknya volume kendaraan pribadi dan hal tersebut tidak sebanding dengan kondisi panjang lebar jalan saat ini. Selain itu masih kurangnya sarana transportasi massal saat ini. Maka dari itu dibutuhkan solusi sebuah sarana maupun sistem transportasi massal yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat tetapi tetap menghemat kebutuhan ruang karena lahan di perkotaan saat ini semakin sempit.

1.1.1. Kondisi Umum kota Surabaya

Kemacetan merupakan masalah utama pada perkotaan, karena perkotaan adalah wilayah yang menjadi pusat kegiatan dengan jumlah penduduk dan pergerakan dengan intensitas tinggi. Masalah tersebut juga dialami Kota Surabaya sebagai Kota metropolitan ke-2 di Indonesia. Pada tahun 2018 ini, Surabaya menempati posisi ke 8 sebagai kota termacet se-Indonesia. Dengan banyaknya kawasan industri serta sejumlah pembangunan properti di Surabaya menjadikan kota ini memiliki tingkat kemacetan 16 persen. Jika dihitung, lama waktu pengendara ketika macet mencapai 37 jam dalam setahun.¹



Gambar 1. 1 Kemacetan di jalan Basuki Rahmat Kota Surabaya pada 10 April 2018²

Setiap tahunnya jumlah kendaraan di Kota Surabaya mengalami peningkatan yang tajam, dan itu didominasi oleh kendaraan pribadi. Hal tersebut tidak sebanding dengan panjang jalan yang ada di Surabaya. Selain itu, kemacetan pada titik-titik utama pada tengah kota. Seperti yang terlihat pada tabel dibawah, Peningkatan jumlah kendaraan dari tahun 2014 ke tahun 2015 bertambah 3% (75868 jumlah kendaraan) dan peningkatan panjang jalan hanya bertambah 0,24% (3976 meter)

¹<http://properti.kompas.com/read/2018/02/25/182046621/ini-10-kota-termacet-di-indonesia>, dikutip pada 20/03/2018

² Radio Suara Surabaya e100ss, <http://twitter.com/e100ss>

No	Uraian	2014	2015	2016
1	Panjang Jalan (m)	1.679.140	1.683.116	1.686.380,5
2	Jumlah Kendaraan	2.285.382	2.361.250	N/A

Tabel 1. 1 Pebandingan Panjang Jalan dan Jumlah kendaraan di Kota Surabaya³

Banyaknya jumlah kendaraan diatas seharusnya bisa di kurangi dengan adanya transportasi umum, tetapi masyarakat sekarang sudah terlanjur mempunyai image negatif terhadap transportasi umum dan kurangnya kelayakan pada sarana dan prasarana transportasi umum. Hal itu terlihat dari jumlah terminal yang tidak bertambah tiap tahun dan jumlah angkutan darat yang semakin tahun semakin berkurang.

No	Prasarana	Jumlah
1	Terminal Tipe A	2
2	Terminal tipe B	1
3	Terminal Tipe C	10
4	Halte/Shelter Bis/Lyn	53
5	Rambu	39
6	Stasiun Kereta Api	7
7	Shelter Kereta Api	4
8	Pelabuhan	2
9	Airport	1

Tabel 1. 2 Jumlah Prasarana Transportasi Umum di Kota Surabaya⁴

Tabel 1.2 menunjukkan jumlah prasarana transportasi umum yang ada di surabaya. Jika hal ini dibandingkan dengan Jumlah Penduduk di kota Surabaya, per triwulan 1 2017 yaitu 3.316.131 jiwa, dengan kepadatan penduduk Kota Surabaya perkecamatan yaitu 10.147 per kilometer persegi, namun juga masih ada 9 kecamatan yang mempunyai kepadatan penduduk 20.000 kilometer persegi. Jumlah

³ RKPD Kota Surabaya Tahun 2018 Hal 151

⁴ <http://surabaya.go.id/berita/8263-transportasi> diakses 13 April 2018

prasarana tersebut masih kurang untuk mengatasi pergerakan transportasi yang dibutuhkan untuk masyarakat Surabaya.⁵

1.1.2. Rencana Pembangunan LRT di kota Surabaya

Rencana Pembangunan Transportasi massal sudah direncanakan sebelumnya pada RTRW Kota Surabaya 2014-2034. Sesuai RTRW , Perencanaan Transportasi dan rutenya sudah ada dalam bagian ketiga, Alinea 2 Pasal 26 Ayat 2 hal 149 berbunyi:

Pengembangan transportasi perkeretaapian dalam kota sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a, meliputi :

- a. pengembangan angkutan massal dalam kota dengan alternatif pengembangan yang berbasis rel yang didukung dengan penyediaan angkutan darat yang berfungsi sebagai pengumpan, dilengkapi dengan penyediaan sarana pejalan kaki serta jalur untuk kendaraan tidak bermotor;
- b. pengembangan angkutan massal kota berbasis rel sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a, dengan alternatif pengembangan angkutan massal cepat(Mass Rapid Transit),yang melalui rute antara lain pada:
 1. koridor timur-barat kota; dan
 2. koridor utara-selatan kota.
- c. pengembangan angkutan barang berbasis rel pada kawasan - kawasan industri perdagangan dan pergudangan untuk mengurangi beban jalan.

serta pada Ayat 4 hal 151 juga sudah direncanakan sarana dan prasarana yang berbunyi:

Pengembangan prasarana dan sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c meliputi :

- a. pengembangan stasiun kereta api Gubeng, Semut, Pasar Turi, Wonokromo, Tandes, Kandangan, Benowo, Kalimas, Prapat Kurung, Sidotopo, Benteng dan pemberhentian sementara (shelter) angkutan massal berbasis rel pada pusat-pusat pelayanan kota;

⁵ RKPD Kota Surabaya 2018 II-13

- b. pengembangan stasiun intermoda Terminal Joyoboyo, Depo Keputih, Stasiun Gubeng, Stasiun Pasar Turi dan Stasiun Womokromo;
- c. pengembangan stasiun kereta api dan stasiun intermoda sebagai salah satu fasilitas penunjang pusat kegiatan ekonomi kota;
- d. pengembangan jaringan infrastruktur perkeretaapian di atas tanah (elevated) maupun di bawah tanah (underground) untuk menghindari terjadinya perlintasan sebidang dengan jaringan jalan;
- e. Pengembangan perlintasan tidak sebidang antara jalur kereta api dan jaringan jalan; dan
- f. pengembangan angkutan kereta api baik penumpang dan barang yang terintegrasi dengan moda lain di Pelabuhan Tanjung Perak, Pelabuhan Teluk Lamong, Jembatan Suramadu, Terminal Purabaya, dan simpul transportasi.

Disamping itu, Pada tahun 2013 sudah direncanakan SMART (Surabaya Integrated Rapid Mass Transit). Namun sampai sekarang proyek tersebut belum jelas. Dalam rencana pembangunan SMART itu, rencana koridor dan rute sudah diperhitungkan oleh BAPPEKO Surabaya. Perhitungan ini dilakukan pada beberapa moda yang paling berpotensi untuk kota surabaya. Terdapat 2 koridor yaitu Utara-Selatan dan Barat-Timur dan memiliki 2 rute alternatif. Rencananya untuk koridor Utara-Selatan menggunakan Tram dan Koridor Barat-Timur menggunakan Monorail. Berikut merupakan perhitungan biaya dari masing masing moda yang berpotensi:

No	Moda	Biaya Koridor (Rp)			
		Utara - Selatan		Barat - Timur	
		Rute 1 (18,18Km)	Rute 2 Alt (22,26Km)	Rute 1 (26,21Km)	Rute 2 Alt (31,5Km)
1	Monorail	3,64 T	8,232 T	5,24 T	11,649 T
2	HeavyRail/Subway	4,19 T	4,452 T	4,89 T	6,3 T

3	LRT	2,727 T	3,339 T	3,670 T	4,725 T
4	Tram	1,82 T	1,705 T	2,6 T	2,413 T

Tabel 1. 3 Penghitungan biaya pada setiap moda yang berpotensi

Namun pada tahun 2017 lalu, Dikutip oleh Detik News⁶, Walikota Surabaya Tri Risma Harini dipanggil Kemenkeu untuk menjelaskan kelanjutan proyek Tram dan Monorail di Surabaya. Bu Risma menjelaskan bahwa untuk semua koridor akan menggunakan LRT saja, karena biaya lebih murah. Untuk Koridor Utara-Selatan biaya diperkirakan 1,6 T menggunakan Tram LRT dan untuk koridor Timur-Barat biaya diperkirakan 2,6 T menggunakan elevated LRT. Hal tersebut dijelaskan bu risma bahwa LRT menggunakan rel lebih murah daripada menggunakan Monorail. Hal tersebut benar karena jika yang satu menggunakan Tram dan satu Monorail maka biaya perawatan akan mahal karena rollingstock yang berbeda.

Selain itu, Menurut Laporan Akhir 2017 LRT Palembang INKA-ITS, dituliskan bahwa sudah ada perhitungan detail mengenai potensi pasar LRT berdasarkan tiap kota di Indonesia, dan Kota Surabaya termasuk didalamnya dan termasuk pada Kota yang diprioritaskan. Berikut daftar kota beserta panjang rutenya:

- Jabodetabek : 6 koridor @21 km = 126 km (segera diaplikasikan)
- Bandara Soetta : 1 koridor = 5 km (segera diaplikasikan)
- Surabaya & Bandara Juanda = 46 km (segera diaplikasikan)
- Bandung : 3 koridor @12km = 36 km (segera diaplikasikan)
- Medan : 1 koridor @16km = 16 km
- Makassar : 2 koridor @16km = 32 km
- Semarang : 2 koridor @12km = 24 km
- Palembang : 1 Koridor @23 km = 23 km (segera diaplikasikan)
- Kota – kota lain di Indonesia = 88 km
- Total Rencana jumlah panjang Track LRT di Indonesia = 396 km

⁶ <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-3499571/dipanggil-kemenkeu-risma-bahas-kelanjutan-proyek-trem-surabaya> . diakses 3/5/2018

1.2. Permasalahan

1. Belum adanya moda transportasi massal tidak sebidang yang sesuai dengan perencanaan Kota Surabaya tahun 2014
2. Minimnya fasilitas angkutan masal eksisting di Surabaya dari sarana maupun prasarana untuk memenuhi kegiatan bertransportasi masyarakat surabaya
3. Kurangnya minat masyarakat Surabaya dalam untuk menggunakan transportasi massal karena image negatif terhadap transportasi massal

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat dengan tujuan agar riset yang dilakukan lebih terfokuskan. Berikut adalah batasan masalah pada perancangan LRT Surabaya :

Subyek Perancangan : LRT Surabaya

Obyek Perancangan : Interior (LOPAS,Interior lining, komponen interior)
Eksterior (maskara,train set, striping)

Segmentasi produk : Transportasi massal modern dalam kota Surabaya

Segmentasi pasar : Geografi, demografi, psikografi kota Surabaya

Konsep yang ditawarkan: Menampilkan identitas kota pada desain LRT

Tujuan

1. Menghasilkan Desain LRT Surabaya rute Timur-Barat dengan jalur khusus (elevated)
2. Menghasilkan konfigurasi LRT Surabaya yang aman, yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat Surabaya serta perencanaan teknis pengoperasiannya
3. Menghasilkan desain Interior dan Eksterior LRT Surabaya yang menampilkan ciri khas serta kebanggaan Kota Surabaya

1.4. Manfaat

- Mengurangi kemacetan yang terjadi pada kota Surabaya khususnya koridor Timur – Barat Kota surabaya

- Membantu pemerintah dalam mewujudkan transportasi massaal, cepat dan murah serta hemat energi dengan adanya LRT Surabaya
- Meningkatkan pergerakan masyarakat kota Surabaya pada sektor ekonomi , bisnis, maupun pendidikan karena jalur yang digunakan LRT melintasi daerah kampus perkantoran, dan pusat perbelanjaan
- Meningkatkan kebanggaan publik kota Surabaya dengan adanya LRT karena menjadi simbol transportasi massal yang modern.
- Menghasilkan karya studi dan analisis yang dapat digunakan untuk studi sejenis lainnya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN EKSISTING

2.1. Teori Terkait

2.1.1. Pengertian Transportasi

Menurut Salim (2000) transportasi adalah kegiatan pemindahan barang (muatan) dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam transportasi ada dua unsur yang terpenting yaitu pemindahan/pergerakan (movement) dan secara fisik mengubah tempat dari barang (comoditi) dan penumpang ke tempat lain. Menurut Miro (2005) transportasi dapat diartikan usaha memindahkan, mengerakkan, mengangkut, atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain, di mana di tempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan-tujuan tertentu. Sedangkan menurut Nasution (2008) adalah sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan.

Kegiatan Transportasi merupakan sebuah proses dan bukan merupakan tujuan akhir, permintaan jasa transportasi timbul karena permintaan kebutuhan barang atau jasa yang lain. Transportasi baru tidak akan muncul apabila tidak ada faktor-faktor pendorong yang baru. Unsur unsur dalam kegiatan transportasi yaitu:

1. Ada yang diangkut
2. Tersedianya kendaraan sebagai alat angkut
3. Ada Jalur yang dapat dilalui alat angkut



Gambar 2. 1 hubungan antara unsur transportasi dan sistem didalamnya⁷

Untuk memenuhi unsur dalam kegiatan transportasi dibutuhkan kendaraan dan sarana prasarana untuk mendukung kegiatan ber transportasi. Tentunya kendaraan yang dipakai disesuaikan dengan apa yang diangkut serta faktor faktor

⁷ Dasar-dasar Rekayasa Transportasi, Edisi Ke-3, Jilid IC. Jotin Khisty, B. Kent Lall. Hal.23

dibelakangnya. Setelah kebutuhan alat angkut sesuai dan terpenuhi, lalu alat angkut didukung oleh sarana dan prasarana yang sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan.

Alasan yang menyebabkan manusia dan barang bergerak dari satu tempat ke tempat lainnya dapat dijelaskan oleh tiga kondisi berikut: (1) *Komplementaritas*, daya tarik relatif antara dua atau lebih tempat tujuan; (2) keinginan untuk mengatasi jarak, diistilahkan sebagai *transferabilitas*, diukur dari waktu dan uang yang dibutuhkan, serta teknologi terbaik apa yang tersedia untuk mencapainya; (3) Persaingan antar beberapa lokasi untuk memenuhi permintaan dan penawaran;. Bagaimana orang dan barang bergerak dari tempat asal ke tempat tujuan merupakan suatu pilihan, yang mempertimbangkan beberapa faktor , seperti waktu, jarak, efisiensi, biaya, keamanan, dan kenyamanan.⁸

Berikut merupakan tabel hubungan antara unsur dalam kegiatan transportasi serta sistem di dalamnya.

⁸ Dasar-dasar Rekayasa Transportasi, Edisi Ke-3, Jilid IC. Jotin Khisty, B. Kent Lall. Hal. 9

Sistem	Penyebaran	Mobilias	Efisiensi	Moda	Layanan Penumpang	Layanan Barang
Jalan raya	Sangat tinggi; pemilik lahan memiliki akses langsung ke jalan atau jalan raya. Jalur pintas terbatas oleh faktor bentuk permukaan dan tata-guna lahan.	Kecepatan dibatasi oleh faktor manusia dan batas kecepatan. Kapasitas per kendaraan rendah, tetapi banyak kendaraan tersedia.	Tidak tinggi, dari sisi biaya, energi dan biaya lainnya.	Truk	Sangat sedikit	Antarkota, lokal, pertanian ke sentra pasar dan produksi, perkapalan kecil; peti kemas
Transportasi kereta api	Terbatas oleh investasi yang mahal dalam struktur jalurnya. Juga oleh faktor bentuk permukaan.	Kecepatan dan kapasitas bisa lebih besar dibanding moda jalan raya.	Umumnya tinggi, tetapi biaya tenaga kerja dapat menyebabkan efisiensi biaya yang rendah.	Kereta api	Kebanyakan < 300 mil dan angkutan daerah	Antarkota. Kebanyakan angkutan berat dan perkapalan besar; peti kemas
Transportasi udara	Biaya bandara mengurangi aksesibilitas. Peluang yang sangat baik untuk jalur langsung.	Kecepatannya tertinggi, tetapi kapasitas per kendaraan terbatas.	Relatif rendah dari sisi biaya bahan bakar dan biaya operasi.	Pengangkutan udara	Kebanyakan > 300 mil dan dapat melintasi wilayah perairan.	Paket penting (tidak ada angkutan berat), peti kemas.
Transportasi perairan	Jalur langsung dan aksesibilitas tergantung adanya jalur air yang dapat dilayari dan pelabuhan yang aman.	Kecepatan rendah. Kapasitas per kendaraan sangat tinggi.	Sangat tinggi: biaya rendah, hemat bahan bakar. Aman.	Kapal	Lalu-lintas jelajah laut. Layanan ferry (penyeberangan)	Kargo angkutan berat, khususnya minyak bumi, peti kemas...
Sistem-sistem arus berkesinambungan	Terbatas pada jumlah jalur dan titik-titik akses yang relatif sedikit.	Kecepatan rendah. Kapasitas besar.	Umumnya tinggi: penggunaan biaya energi yang rendah	Tongkang	Tidak ada	Kargo angkutan berat, khususnya minyak bumi, peti kemas.
				Hovercraft	Layanan ferry	Jarang
				Jalur pipa	Tidak ada	Cairan, gas, dan slurries pada pipa yang pendek atau panjang
				Ban berjalan	Eskalator dan ban berjalan untuk jarak pendek	Material berat, kebanyakan < 10 mil
				Kabel	Lift dan <i>tow</i> untuk jarak pendek di daerah perbukitan	Penanganan material di daerah perbukitan

Sumber: Homburger dan Kell, 1988.

Tabel 2. 1 Sistem dan unsur transportasi Homburger dan Kell, 1988

Masing-masing moda transportasi menurut Djoko Setijowarno dan Frazila (2001), memiliki ciri-ciri yang berlainan, yakni dalam hal:

- a. Kecepatan, menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk bergerak antara dua lokasi.
- b. Tersedianya pelayanan (*availability of service*), menyangkut kemampuan untuk menyelenggarakan hubungan antara dua lokasi.
- c. Pengoperasian yang diandalkan (*dependability of operation*), menunjukkan perbedaan-perbedaan yang terjadi antara kenyataan dan jadwal yang ditentukan.
- d. Kemampuan (*capability*), merupakan kemampuan untuk dapat menangani segala bentuk dan keperluan akan pengangkutan.
- e. Frekuensi adalah banyaknya gerakan atau hubungan yang dijadwalkan

2.1.2. Pengertian Angkutan Umum Massal Cepat

Mass Rapid Transit, juga disebut sebagai Angkutan Massal cepat atau angkutan umum, adalah layanan transportasi penumpang, biasanya dengan jangkauan lokal, yang tersedia bagi siapapun dengan membayar ongkos yang telah ditentukan. Angkutan ini biasanya beroperasi pada jalur khusus tetap atau jalur umum potensial yang terpisah dan digunakan secara eksklusif, sesuai jadwal yang ditetapkan dengan rute atau lini yang didesain dengan perhentian-perhentian tertentu, walaupun Mass Rapid Transit dan trem terkadang juga beroperasi dalam lalu lintas yang beragam. Ini dirancang untuk memindahkan sejumlah besar orang dalam waktu yang bersamaan. Contohnya antara lain Bus Rapid Transit, heavy rail transit dan Light Rail Transit.⁹

▪ 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” (TCRP, 1988).

▪ Light Rail Transit

⁹ Transportasi Berkelanjutan: Panduan Bagi Pembuat Kebijakan di Kota-kota Berkembang (GTZ,2002) Hal.2

Light Rail Transit (LRT) 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 (TCRP, 1998). Sistem LRT mencakup pula jalur-jalur trem, meskipun perbedaan utama adalah bahwa trem seringkali beroperasi *tanpa jalur khusus eksklusif*, dalam lalu lintas campuran.

- **Metro**

Metro merupakan terminologi internasional yang paling umum untuk subway, heavy rail transit, walaupun biasanya juga diterapkan secara umum pada sistem heavy rail transit yang sudah lebih ditingkatkan. Dalam modul ini kami gunakan “metro” untuk menggambarkan sistem heavy rail transit perkotaan yang dipisahkan secara bertingkat (grade-separated). Ini adalah jenis MRT termahal per kilometer persegi, namun memiliki kapasitas teoritis tertinggi.

- **Sistem kereta komuter**

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.

- **Bus Rapid Transit**

Banyak kota telah mengembangkan variasi tema tentang pelayanan bus yang lebih baik serta konsep tempat tinggal dalam kumpulan karya terbaik daripada sebuah definisi yang tegas. Bus Rapid Transit adalah satu bentuk angkutan berorientasi pelanggan dan mengkombinasikan stasiun, kendaraan, perencanaan dan elemen-elemen sistem transportasi pintar ke dalam sebuah sistem yang terpadu dan memiliki satu identitas unik. Ciri-ciri Bus Rapid Transit termasuk koridor busway pada jalur terpisah – sejajar atau dipisahkan secara bertingkat - dan teknologi bus yang dimodernisasi.

2.1.3. Segmentasi Pasar

2.1.3.1. Geografi

Pada segmentasi ini, pasar dibagi ke dalam beberapa bagian geografi seperti negara, wilayah, kota, dan desa. Daerah geografi yang dipandang potensial dan menguntungkan akan menjadi target operasi pemasar.

Surabaya adalah ibu kota Propinsi Jawa Timur yang dikenal sebagai Kota Pahlawan dengan Letak 07 derajat 9 menit - 07 derajat 21 menit LS (Lintang Selatan) dan 112 derajat 36 menit - 112 derajat 54 menit BT (Bujur Timur). Kota Surabaya berada pada ketinggian 3 - 6 meter di atas permukaan air laut (dataran rendah), kecuali di bagian selatan terdapat dua bukit landai di daerah Lidah & Gayungan dengan ketinggian 25-50 meter di atas permukaan air laut. Batas wilayah Kota Surabaya yaitu sebelah utara dan timur yaitu Selat Madura, sebelah selatan Kabupaten Sidoarjo, dan Sebelah Barat yaitu Kabupaten Gresik. Kota Surabaya memiliki luas wilayah 33.306,30 Ha , dengan 31 jumlah kecamatan dan jumlah desa /kelurahan yaitu 160. Tingkat kelembapan udara di Surabaya rata-rata minimum 50% dan maksimum 92%. Untuk tekanan udara di Surabaya rata-rata minimum 1012,3 Mbs dan maksimum 1012,5 Mbs. Temperatur rata-rata minimum 23,6 °C dan maksimum 33,8 °C. Musim kemarau pada bulan Mei – Oktober, Musim hujan pada Nopember – April . Curah hujan rata-rata 165,3 mm, curah hujan diatas 200 mm terjadi pada bulan Januari s/d Maret dan Nopember s/d Desember . Kecepatan angin rata-rata 6,4 Knot dan maksimum 20,3 Knot. Struktur tanah terdiri atas tanah aluvial, hasil endapan sungai dan pantai, di bagian barat terdapat perbukitan yang mengandung kapur tinggi. Topografi 80% dataran rendah, ketinggian 3-6 m, kemiringan < 3 %. 20% perbukitan dengan gelombang rendah, ketinggian < 30 m dan kemiringan 5-15%.¹⁰

2.1.3.2. Demografi

Pada segmentasi ini pasar dibagi menjadi kelompok-kelompok dengan dasar pembagian usia, jenis kelamin, tingkat ekonomi, dan tingkat pendidikan. Demografi (demography), merupakan istilah yang berasal dari dua kata Yunani,

¹⁰ <http://www.surabaya.go.id/berita/8227-geografi>

yaitu *demos* yang berarti rakyat atau penduduk dan *graphein* yang berarti menggambar atau menulis. Oleh karena itu, demografi dapat diartikan sebagai tulisan atau gambaran tentang penduduk, terutama tentang kelahiran, perkawinan, kematian dan migrasi. Demografi meliputi studi ilmiah tentang jumlah, persebaran geografis, komposisi penduduk, serta bagaimana faktor-faktor ini berubah dari waktu ke waktu. Istilah ini pertama kali dikemukakan oleh Arhille Guillard pada tahun 1855 dalam karyanya yang berjudul “*elements de statistique humaine, ou demographie comparee*” atau *elements of human statistics or comparative demography* (dalam Iskandar, 1994).

Surabaya merupakan kota multi-etnis yang kaya budaya. Beragam etnis ada di Surabaya, seperti etnis Melayu, Cina, India, Arab, dan Eropa. Etnis Nusantara pun dapat dijumpai, seperti Madura, Sunda, Batak, Kalimantan, Bali, Sulawesi yang membaaur dengan penduduk asli Surabaya membentuk pluralisme budaya yang selanjutnya menjadi ciri khas kota Surabaya. Sebagian besar masyarakat Surabaya adalah orang Surabaya asli dan orang Madura. Ciri khas masyarakat asli Surabaya adalah mudah bergaul. Gaya bicaranya sangat terbuka. Walaupun tampak seperti bertemperamen kasar, masyarakat Surabaya sangat demokratis, toleran dan senang menolong orang lain. Dengan jumlah penduduk yang mencapai sekitar 3,110,187 orang di tahun 2012, Kota Surabaya berkembang sebagai Kota Metropolitan. Posisi strategis Kota Surabaya sebagai pusat kegiatan ekonomi masyarakat membuatnya selalu dinamis. Menjadi pusat aktivitas sama artinya menjadi jujugan bagi orang dari berbagai daerah. Jumlah penduduk jelas akan semakin meningkat seiring pesona Kota Surabaya yang menjanjikan segala macam kemudahan. Maka tantangan besar berikutnya ialah menyiapkan kehidupan yang layak. Kota Surabaya haruslah tetap menjadi rumah yang aman dan nyaman bagi penghuninya.¹¹

2.1.3.2. Psikografi

Secara sederhana psikografis dapat diartikan sebagai segmentasi berdasarkan gaya hidup, dalam prakteknya begitu banyak cara dan pendekatan

¹¹ <http://www.surabaya.go.id/berita/8228-demografi>

yang dapat digunakan. Jadi gaya hidup hanyalah salah satu cara mengelompokkan konsumen secara psikografisnya. Gaya hidup adalah pada prinsipnya adalah bagaimana seseorang menghabiskan waktu dan uangnya. Gaya hidup mempengaruhi perilaku seseorang, dan akhirnya menentukan pilihan-pilihan konsumsi seseorang¹².

Para peneliti pasar yang menganut pendekatan gaya hidup cenderung mengklasifikasikan konsumen berdasarkan variabel variabel AIO, yaitu *activity* (kegiatan), *interest* (minat) dan *opinion* (pandangan). Segmentasi gaya hidup digunakan untuk mengukur aktivitas-aktivitas manusia dalam hal:

- a. Bagaimana mereka menghabiskan waktunya,
- b. Minat mereka, apa yang dianggap penting disekitarnya,
- c. Pandangan-pandangannya terhadap diri sendiri maupun terhadap orang lain
- d. Karakter-karakter dasar seperti tahap yang telah mereka lalui dalam kehidupan, penghasilan, pendidikan, dan di mana mereka tinggal.

Komponen-komponen segmentasi gaya hidup dalam AIO dapat dilihat sebagai berikut:

Aktivitas	Minat	Opini	Demografis
Bekerja	Keluarga	Diri sendiri	Usia
Hobi	Rumah	Isu sosial	Pendidikan
Kegiatan	Pekerjaan	Politik	Pendapatan
Sosial	Masyarakat	Bisnis	Pekerjaan
Liburan	Rekreasi	Ekonomi	Besar
Hiburan	Fashion	Pendidikan	Keluarga
Anggota klub	Makanan	Produk	Jenis rumah
Masyarakat	Media	Masa depan	Geografi
Belanja	Keberhasilan	Budaya	Skala kota
Olahraga			Siklus hidup

Tabel 2. 2 Tabel komponen-komponen segmentasi gaya hidup dalam AIO

¹² Kasali, Rheinald, 1998, *Membidik pasar Indonesia: Segmenting, Targeting, dan Positioning*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

(sumber : Laporan Tugas Akhir Desain Eksterior dan Interior Trainset MRT untuk Kawasan Jabodetabek - Freddy Setiawan, 2008)

2.2. Aspek Teknis Karakteristik LRT

Kereta api ringan dikenal juga sebagai LRT sebagai singkatan Light Rail Transit adalah salah satu sistem Kereta Api Penumpang yang beroperasi dikawasan perkotaan yang konstruksinya ringan dan bisa berjalan bersama lalu lintas lain atau dalam lintasan khusus, disebut juga tram. Kereta api ringan banyak digunakan diberbagai negara di Eropa dan telah mengalami modernisasi, antara lain dengan otomatisasi, sehingga dapat dioperasikan tanpa masinis, bisa beroperasi pada lintasan khusus, penggunaan lantai yang rendah (sekitar 30 cm) yang disebut sebagai Low floor LRT untuk mempermudah naik turun penumpang.

Angkutan kereta api ringan (LRT) adalah bentuk rel dialiri listrik yang telah dikembangkan secara bertahap dari trem untuk sistem angkutan cepat yang sebagian dioperasikan pada jalurnya sendiri. Trem merupakan kereta yang memiliki rel khusus di dalam kota, dengan Trem yang berselang waktu 5-10 menit berangkat, merupakan solusi untuk kemacetan. Rangkaian trem umumnya satu set (terdiri atas dua kereta) agar tidak terlalu panjang. Disebut Light Rail karena memakai kereta ringan sekitar 20 ton seperti bus, tidak seberat kereta api yang 40 ton. Letak rel berbaur dengan lalu-lintas kota, atau terpisah seperti bus-way, bahkan bisa pula layang (elevated) atau sub-way, hanya untuk sebagian lintasan saja.

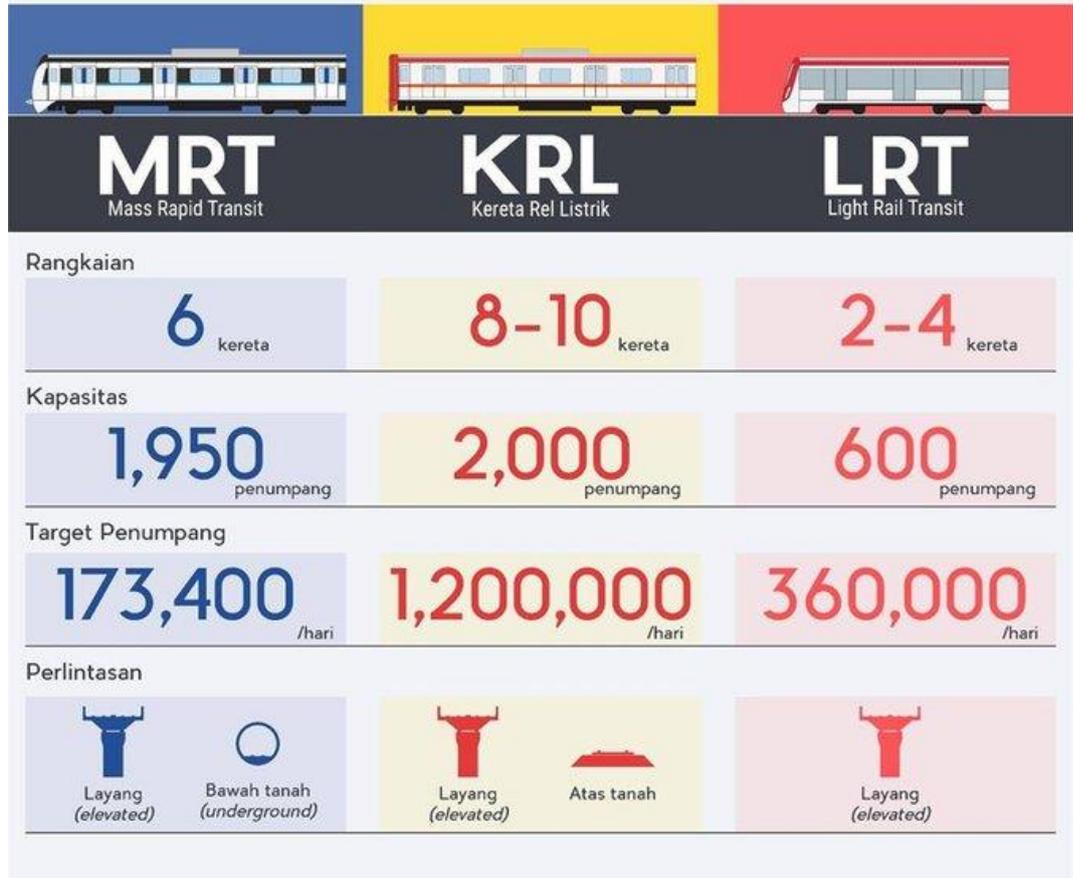
Light Rail Transit diciptakan pada tahun 1972 oleh U.S. Urban Mass Transportation Administration (UMTA, pendahulu Federal Transit Administration) untuk menggambarkan transformasi *streetcar* baru yang ada di Eropa dan Amerika Serikat. Transportasi Research Board (Transportation systems Center) menetapkan "light rail" pada tahun 1977 sebagai "moda transportasi perkotaan yang memanfaatkan sebagian besar jalur yang disediakan tapi tidak selalu dipisahkan dari jalan. dengan listrik mendorong kendaraan di atas rel beroperasi secara tunggal atau dengan kereta. LRT menyediakan berbagai kemampuan penumpang dan karakteristik kinerja pada biaya menengah."

Tram atau kereta api ringan (sekarang LRT) pernah dikembangkan di Indonesia pada zaman pendudukan Kolonial Belanda beroperasi di beberapa kota di Indonesia seperti di Jakarta dan Surabaya dan dihilangkan pada tahun 1960an, karena pada waktu itu tidak dirawat dengan baik sehingga dianggap mengganggu lalu lintas karena sering mogok.

Light Rail Transit (LRT) adalah salah satu jenis urban *passenger transportation* yang beroperasi di permukaan jalan baik memiliki jalur khusus maupun memakai jalur umum. LRT merupakan bagian dari Mass Rapid Transit (MRT) dengan cakupan wilayah yang lebih kecil dan bentuk armada yang lebih kompak dan ringan. LRT sudah banyak diterapkan di negara-negara di dunia, di Asia Tenggara sendiri terdapat di Filipina dan Singapura. LRT di Singapura termasuk dari bagian Singapore Mass Rapid Transit (SMRT) dan mencakup di beberapa wilayah Singapura.

Namun untuk saat ini, pemahaman tentang angkutan transportasi massal cepat di Indonesia berbeda, berikut adalah perbedaan spesifikasi angkutan massal cepat antara MRT, LRT dan KRL:

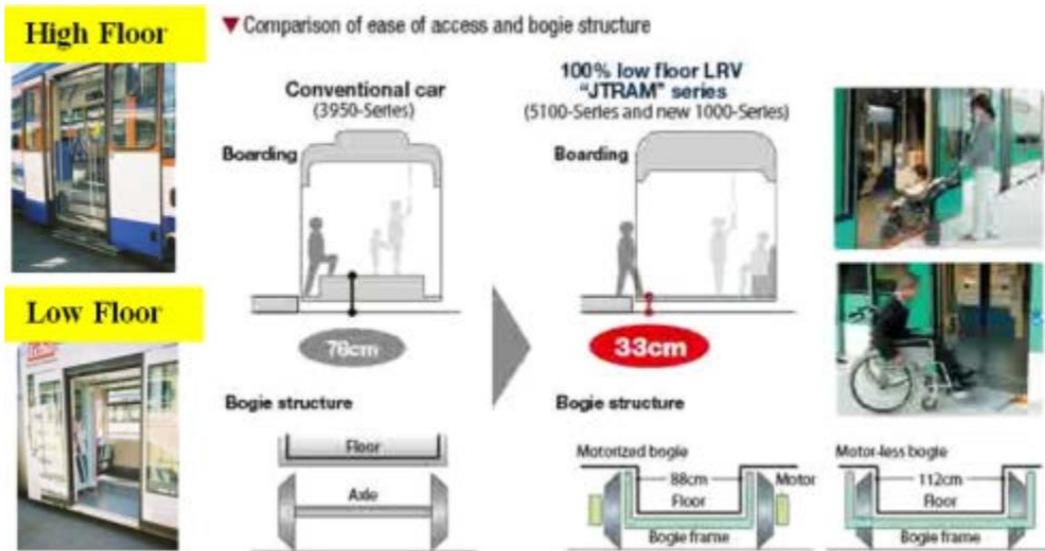
Perbedaan mendasar antara MRT, KRL, dan LRT



Gambar 2. 2 Perbedaan Angkutan Massal cepat di Indonesia¹³

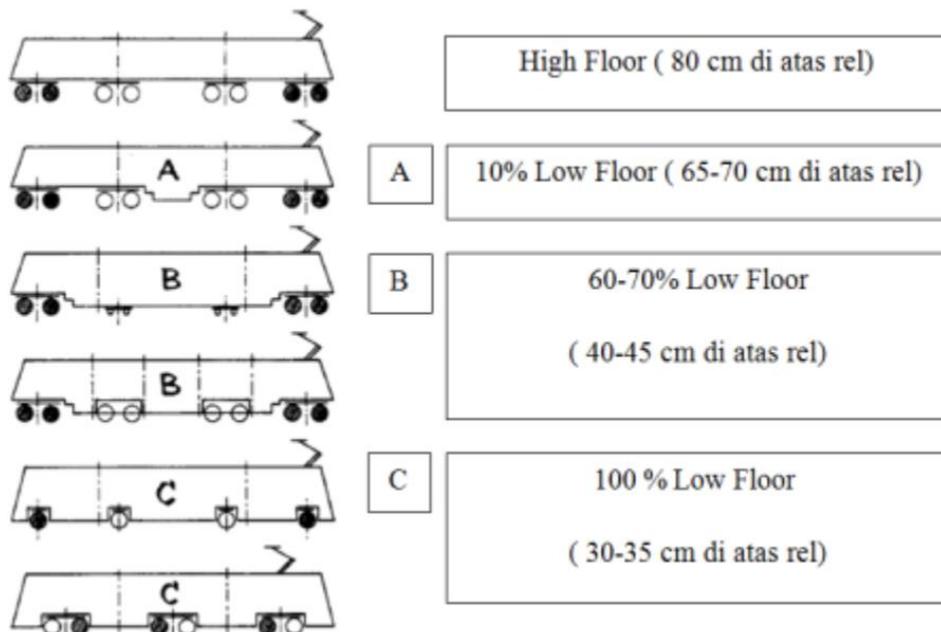
Karakteristik lain yang terdapat pada LRT yaitu memiliki tinggi lantai kabin yang lebih rendah dari kereta konvensional. Terdapat tiga macam ketinggian lantai : *Ultra Low Floor* (18 cm di atas tanah), *Low Floor* (30-35 cm di atas tanah), dan *High Floor* (sekitar 60 cm di atas tanah). Sedangkan kereta konvensional memiliki tinggi kabin sekitar 80 cm di atas tanah. *Konsep lantai rendah menjadi suatu hal yang penting* untuk memaksimalkan akses bagi penumpang pengguna kursi roda, orang tua, maupun orang cidera.

¹³ Jakartamrt.co.id



Gambar 2. 3 Perbedaan Low floor dan High floor pada LRT

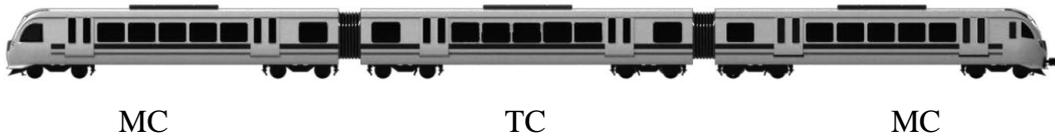
(sumber : Laporan Tugas Akhir Desain Carbody Eksterior dan Interior Tramway sebagai Ikon angkutan Massal Cepat Kota Surabaya – Adi Suprayitno, 2015)



Gambar 2. 4 Perbedaan level lantai pada LRT

Untuk project planning LRT Surabaya, diperlukan spesifikasi eksisting berupa spesifikasi teknis tentang Vehicle yang digunakan, Infrastruktur, Energi dan signal

2.2.1. Spesifikasi Teknis Umum Vehicle



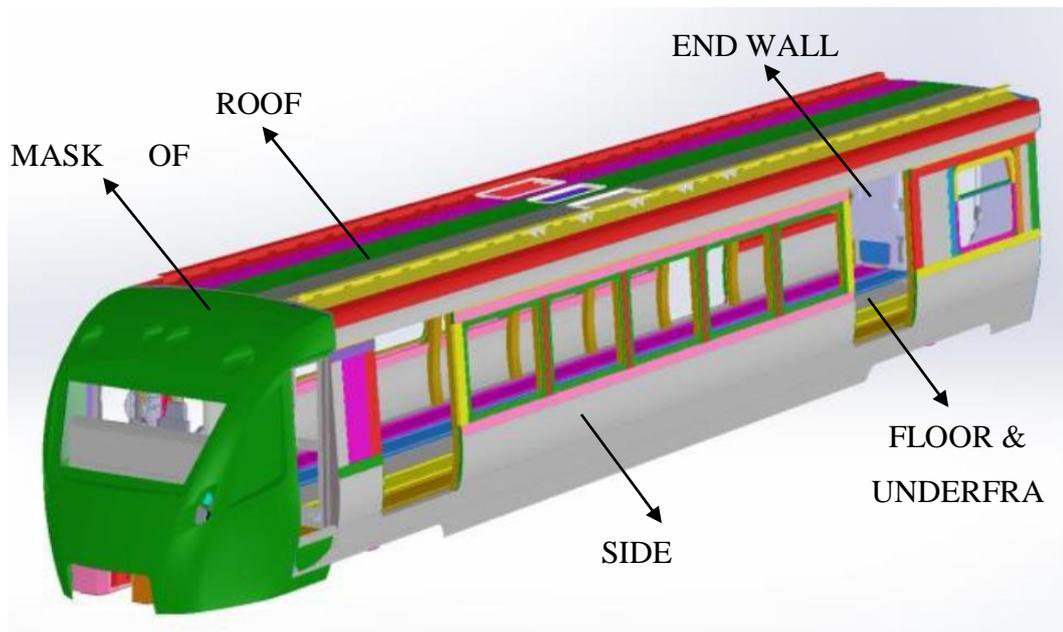
Ukuran Utama Kereta	
Panjang kereta (termasuk alat perangkai)	MC1, MC2 = ± 18.350 mm
	T = ± 18.000 mm
Lebar badan kereta	2.650 mm
Tinggi atap dari kepala rel (termasuk AC)	3.850 mm
Tinggi lantai rel dari kepala rel	max 1.000 mm
Tinggi atap interior dari lantai kereta	Min 1.930 mm
Jarak antara sumbu bogie	MC1, MC2 = ± 12.000 mm
	T = ± 12.000 mm
Jarak gandar	2050 mm
Diameter roda (baru)	780 mm
(Minimum)	700 mm
Resume Spesifikasi Teknis	
Beban Gandar	Maks. 12 ton
Material	Aluminum alloy, untuk cover bagian depan/kabin menggunakan komposit
Jendela	Frame aluminium, serta kaca jenis tempered
Wheel Gauge	1.067 mm
Design Speed	100 km/jam

Operasional Speed	Maks. 85 km/jam
Minimum Radius (Main Line / Depot)	80/80 m
Max. Gradient (Main Line / Depot)	20 ‰ / 35 ‰
Power Supply	750 Vdc (Range voltage 500 – 900 VDC) menggunakan Rel Ketiga (Third Rail)
Propulsion System	Variable Voltage Variabel Frequency (VVVF) dgn Traction Inverter (IGBT) dan Traction Motor
Brake System	Menggunakan rem gesek dan elektrik, electro-pneumatic dan dynamic
Bogie Suspension	Rubber spring (primer) dan Air spring (sekunder)

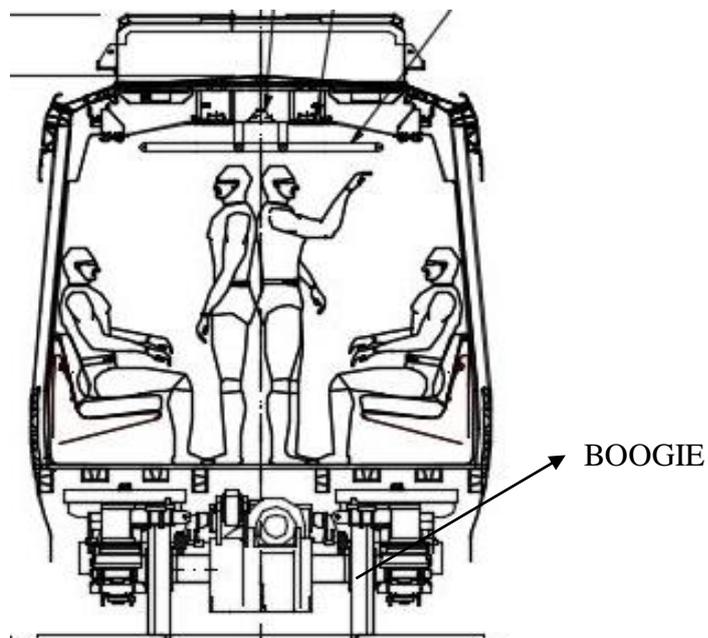
Tabel 2. 3 Spesifikasi teknis LRT Palembang

Spesifikasi diatas merupakan spesifikasi teknis LRT Palembang yang dikembangkan oleh INKA-ITSDC yang diperuntukkan untuk Kota Palembang dan untuk sarana transportasi perhelatan akbar acara ASEAN Games 2018 yang dilakukan di kota Palembang Dan Jakarta pada Tahun 2018.

2.2.1.1. Part, Struktur & Material



Gambar 2. 5 Struktur carbody

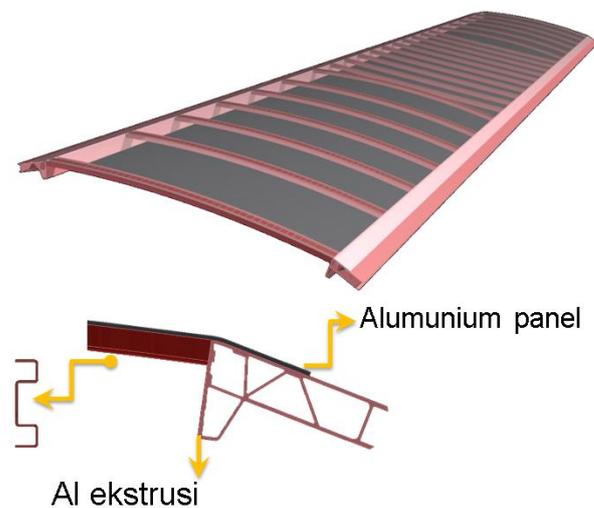


Gambar 2. 6 Tampak potongan gerbong LRT

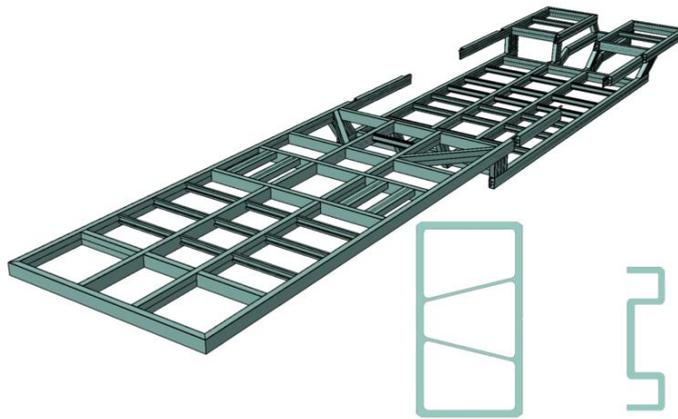
Material dari struktur carbody LRT terdiri dari :

Main Material: Alumunium, Alumunium merupakan material fabrikasi yang berkualitas tinggi, tingkat keseragaman tinggi, lurus dan homogen. Serta alumunium itu merupakan material robust yang sangat ringan

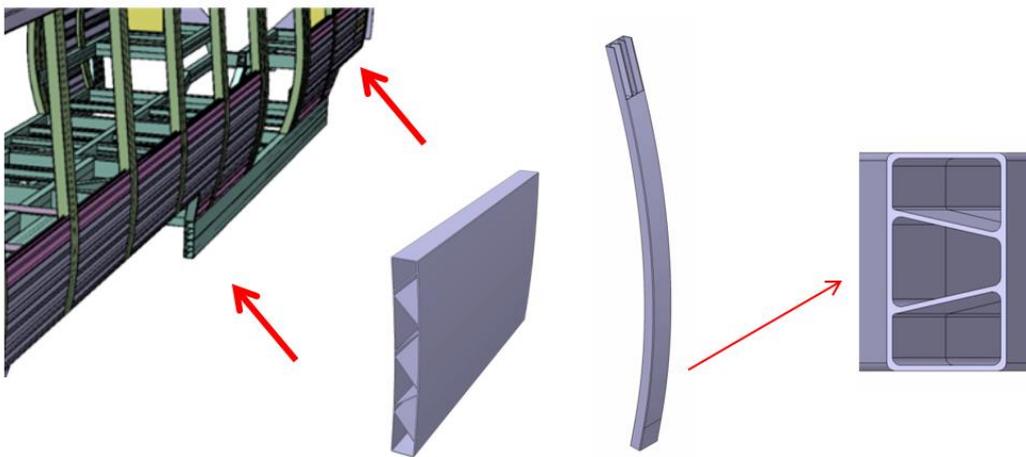
1. Carbody shell terbuat dari Alumunium double skin (ekstrusi).
2. Rangka dasar terbuat dari alumunium terdiri dari :
 - Side sill = Alumunium double skin (ekstrusi).
 - Cross Beam & End Beam = Alumunium double skin (ekstrusi).
 - Rangka Lantai terbuat dari material Alumunium.
3. Roof Menggunakan Alumunium Ekstrusi dan Alumunium Panel.
4. Underframe menggunakan 2 Profil Alumunium ekstrusi
5. Frame and Sheeting Sidewall menggunakan Alumunium ekstrusi double skin
6. End Wall menggunakan Alumunium double skin dan Alumunium Sheet
7. Floor menggunakan Sandwich Panel



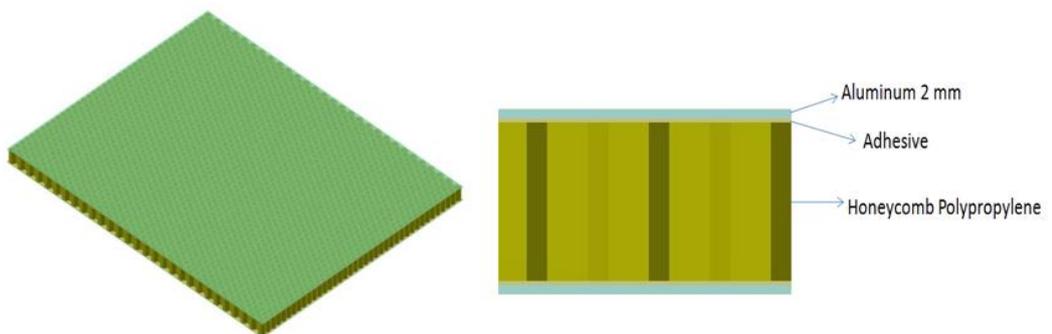
Gambar 2. 7 Material Roof dengan material Al Ekstrusi dan Al Panel



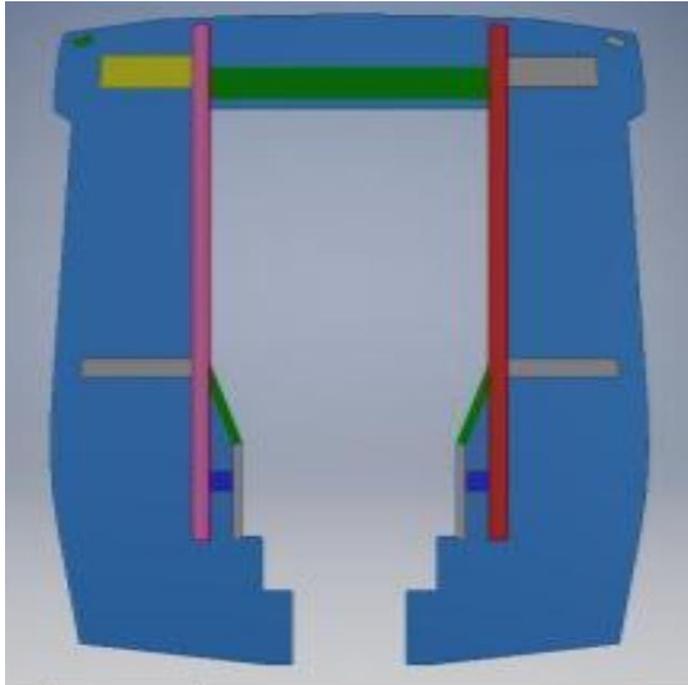
Gambar 2. 8 Underframe menggunakan 2 profil alumunium ekstrusi



Gambar 2. 9 Frame dan sheeting sidewall menggunakan Al ekstrusi double skin

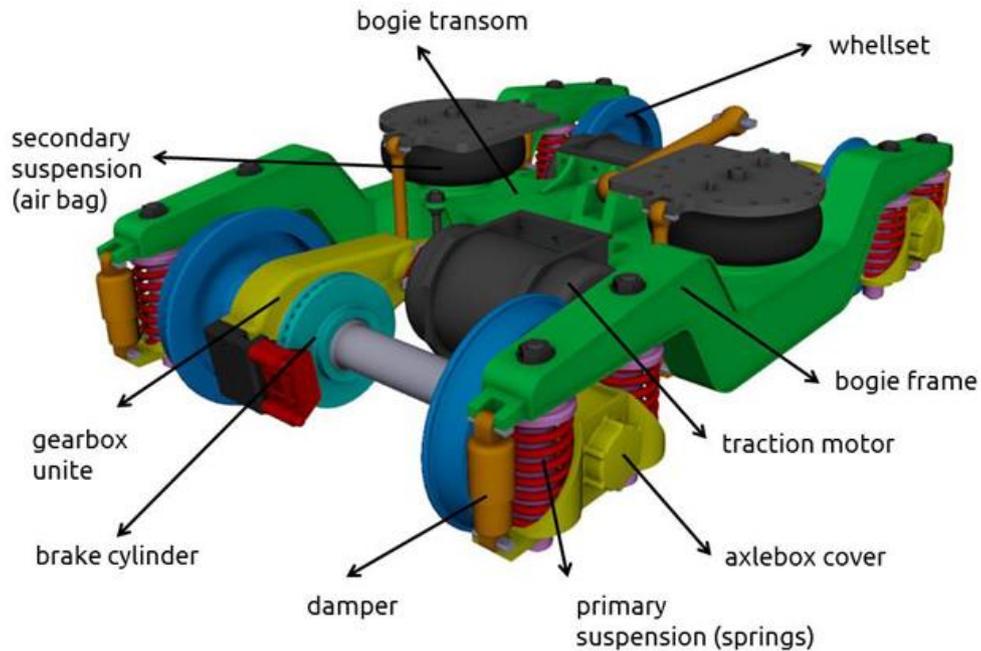


Gambar 2. 10 Floor menggunakan sandwich panel



Gambar 2. 11 End-wall menggunakan Al double skin dan Al sheet

2.2.1.2. Bogie

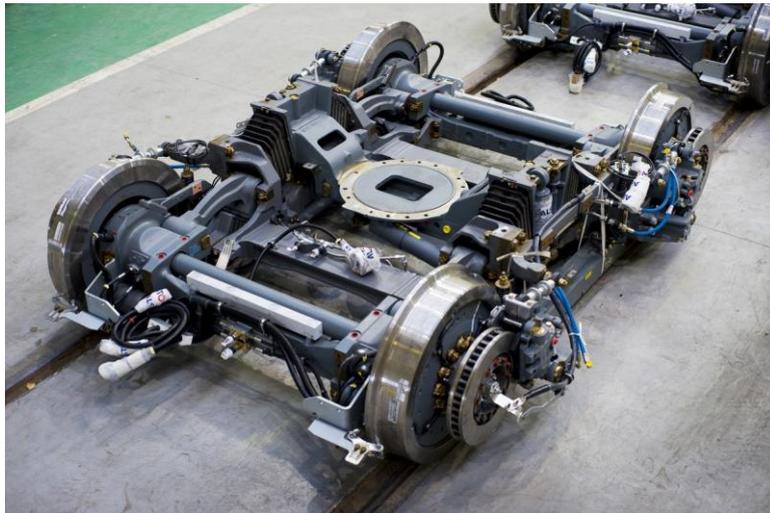


Gambar 2. 12 Bogie , sumber dari www.railsystem.net/bogie

Dalam istilah mekanik, bogie adalah kerangka kerja yang membawa roda yang melekat pada gerbong. Bogie datang dalam berbagai bentuk dan ukuran tetapi bentuk yang paling dikembangkan yaitu sebagai motor bogie lokomotif listrik atau diesel atau EMU. Di sini ia harus membawa motor, rem dan sistem suspensi ke dalam bentuk yang kompleks. Hal ini boogie harus mengalami tekanan dan guncangan dan mungkin harus berjalan di lebih dari 300 km / jam dalam aplikasi kecepatan tinggi. Namun untuk eksisting yang ada di LRT Palembang, kecepatan maksimal yaitu 100km/jam dan maksimum beban gandarnya 12 ton.

Terdapat 2 jenis Whellset boogie, yaitu Iron-Tyred dan Rubber-Tyred, berikut perbedaannya:

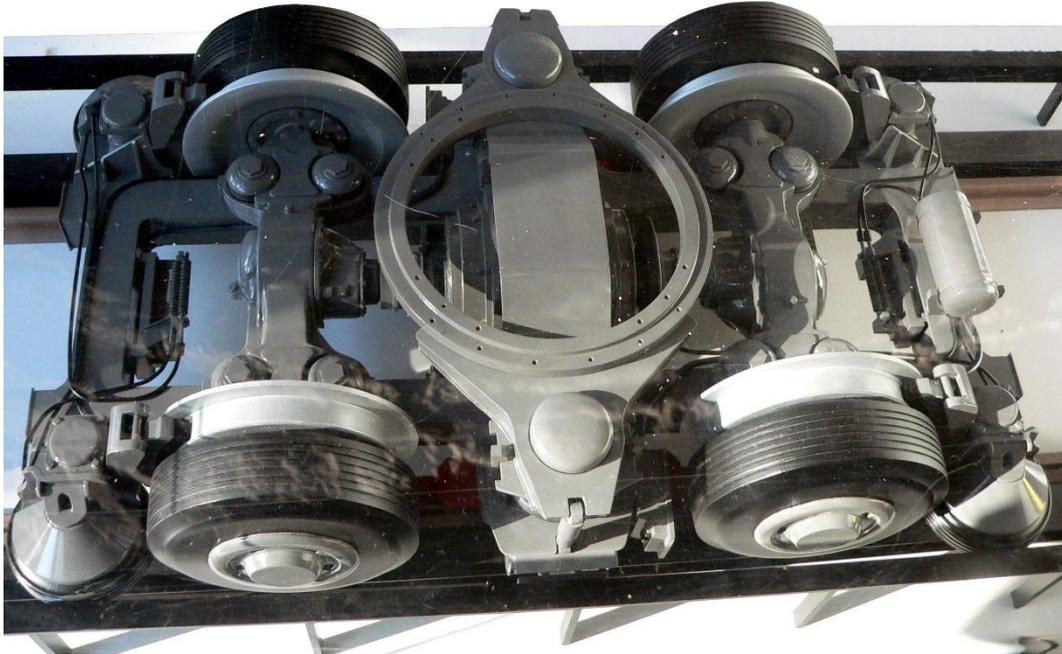
a. Steel-Tyred Bogie



Gambar 2. 13 Alstom Citadis dualis Bogie, www.alstom.com

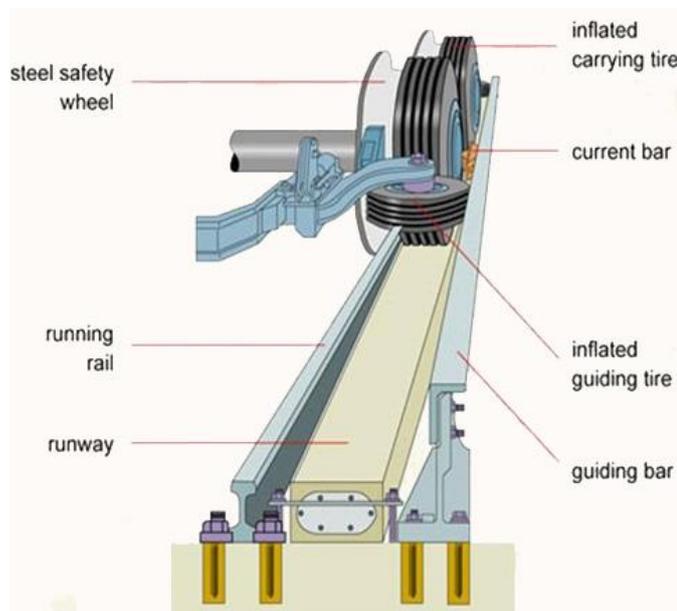
Steel-Tyred Bogie merupakan bogie konvensional yang digunakan dari jaman dahulu, dimana ban atau whellset yang digunakan memiliki material besi dan memiliki konfigurasi konvensional. Inovasi yang ada pada bogie jenis ini yaitu pada rangka dan bentuknya yang lebih ramping dan dibuat lebih ringan, dan memiliki konfigurasi kelistrikan yang canggih karena sistem kelistrikan third rail. Kelebihan bogie ini yaitu kecepatan yang didapat tinggi dan memiliki konsumsi daya yang kecil karena gesekan ban dengan rel kecil. Selain itu dengan ban besi, kapasitas angkut yang didapatkan lebih banyak. Rel yang digunakan bogie ini bisa menggunakan rel besi maupun beton jika diaplikasikan pada LRT. Kelemahan bogie ini adalah jika ada tanjakan pada track nya, tidak bisa langsung melewatinya dan harus memiliki stand yang jauh karena tidak bisa melewati derajat kemiringan yang besar. Selain itu Bogie jenis ini adalah bogie yang diaplikasikan pada LRT Palembang.

b. Rubber-Tyred Bogie



Gambar 2. 14 Bogie dari MP 89 Paris Métro en.wikipedia.org/wiki/Rubber-tyred_metro

Rubber-Tyred Bogie merupakan terobosan menggabungkan ban karet dengan ban besi. Bentuk ban ini lebih kompleks dari bogie yang menggunakan ban besi saja. Bogie ini dapat melewati rel besi dan baja, namun memerlukan rel tambahan khusus pada kanan kiri track nya.



Gambar 2. 15 Cara kerja rubber-tyred bogie

Dengan adanya karet ban tersebut yang terdapat pada bannya sendiri maupun pada sisi kanan-kiri mengakibatkan gesekan yang dihasilkan semakin besar. Hal tersebut mengakibatkan energi yang dibutuhkan banyak, namun cengkraman lebih kuat dan kemudahan ketika ban berbelok. Berikut kelebihan dan kelemahan rubber-tyred bogie tersebut:

Keuntungan:

- Perjalanan mulus karena gesekan lebih mulus.
- Akselerasi lebih cepat.
- Jarak pengereman yang lebih pendek, memungkinkan kereta api untuk diberi sinyal lebih dekat.
- Kemampuan untuk mendaki atau menuruni lereng curam (~ gradien 13%) daripada layak dengan rel kereta api konvensional. Pada lintasan rel konvensional seperti itu, gradien akan membutuhkan persiapan.
- Perjalanan yang tenang di udara terbuka. (untuk penumpang dan diluar LRT)

Kekurangan:

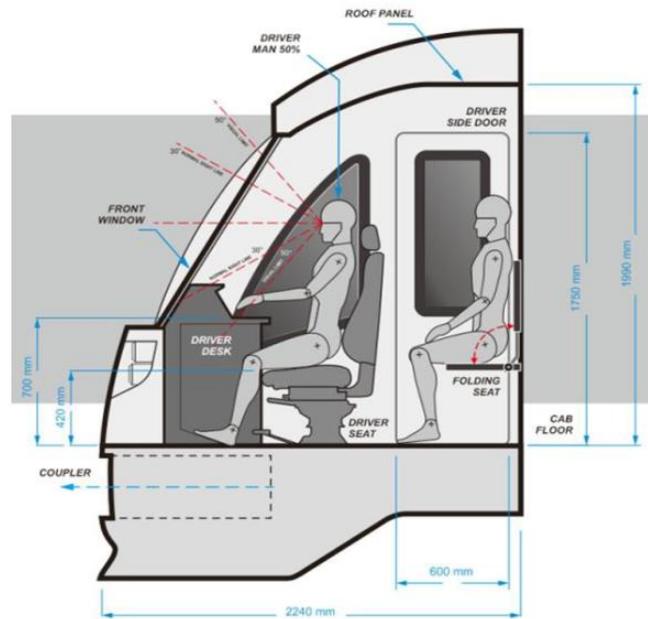
- Gesekan yang lebih tinggi dan meningkatnya hambatan menyebabkan kerugian energi (dibandingkan dengan roda baja pada rel baja)
- Konsumsi energi lebih tinggi.
- Lebih banyak panas yang dihasilkan.
- Varian cuaca. Kehilangan keuntungan traksi dalam cuaca buruk (salju dan es)
- Lebih berat; rel baja tetap ada untuk tujuan switching, untuk menyediakan listrik ke kereta api dan sebagai cadangan keamanan.
- Biaya penggantian ban.
- In-tunnel noise lebih tinggi dari kereta normal karena suara menderu yang disebabkan oleh ban.

2.2.1.3. Sistem kontrol kemudi

Sistem kemudi dalam Kereta Api maupun LRT mempunyai dua sistem yaitu manual atau automatic/Driverless. Hal tersebut berhubungan dengan Driver

desk/meja kemudi dan layout konfigurasi interior itu sendiri. Berikut perbedaan sistem kemudi tersebut:

a. Manual Driver



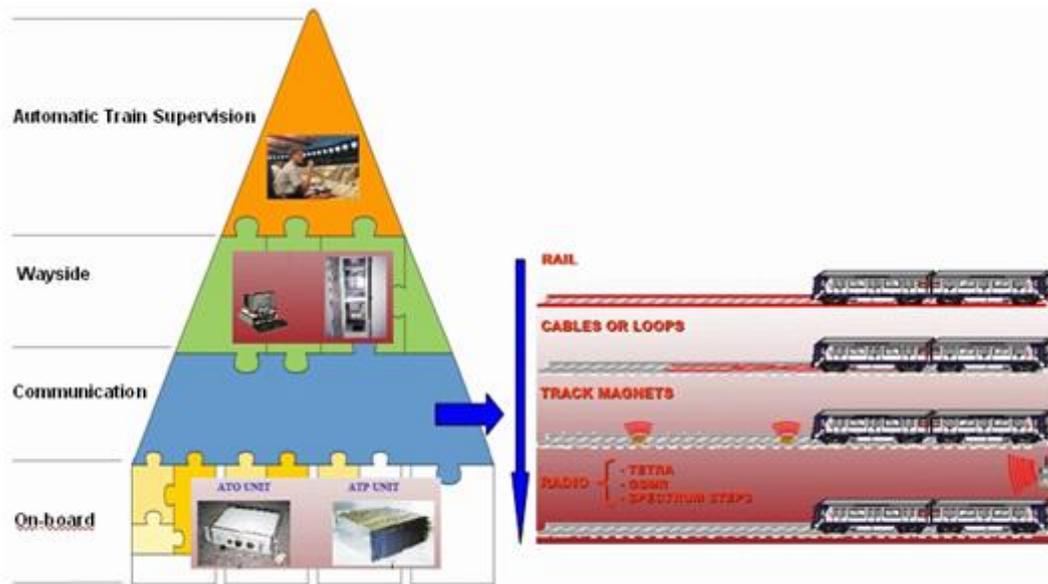
Gambar 2. 16 Driver desk LRT Palembang

Sistem kemudi manual ini merupakan sistem kemudi konvensional yang ada pada kereta api. Sistem kemudi ini membutuhkan ruang tersendiri dalam gerbong yaitu driver cabin. Di bagian driver cabin terdapat meja kontrol dan panel serta alat untuk komunikasi. Terdapat kursi untuk pengemudi atau yang biasa disebut masinis dalam kereta api. Penentuan jarak pandang pengemudi terhadap jalur dan rambu pun ditentukan dalam ergonomi dan berpengaruh pada pengaturan posisi kursi

,posisi kaca pandang depan, dan posisi pandangan dan jangkauan terhadap driver desk itu sendiri.

b. Automatic Driver

Sistem kemudi Automatic driver/ Driverless adalah distem pengendalian LRT dari jarak jauh atau otomatis mesin. Berikut perbedaan sistem pengendalian otomatis LRT



Gambar 2. 17 Four Levels for A Full-sized Automated Train Control System www.railsystem.net

Meskipun driverless, Terdapat 2 perbedaan driverless LRT yang berpengaruh pada interior nya, berikut perbedaan nya:

- *Semi-Driverless*

Sem-Driverless LRT yaitu LRT dengan sistem kemudi otomatis yang dikendalikan jarak jauh, namun dalam lrt itu sendiri masih terdapat driver desk/ kontrol yang dapat digunakan dengan keadaan darurat. LRT yang mengaplikasikan sistem ini contohnya LRT crystal mover changi airport singapore

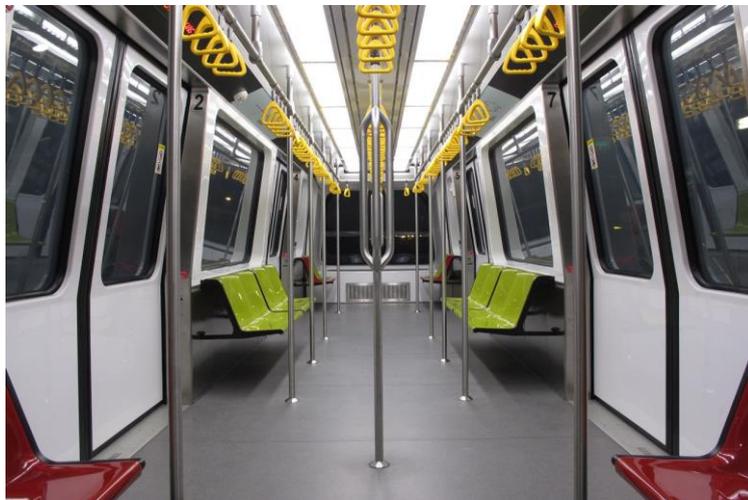


Gambar 2. 18 interior ujung Changi Crystal mover www.sgtrains.com

Seperti yang terlihat pada gambar di atas, di bagian maskara depan atau belakang terdapat pintu emergency untuk keadaan darurat, dan di kanan kiri pintu tersebut terdapat tempat untuk kontrol yang digunakan untuk keadaan darurat dan perlengkapan untuk signalling.

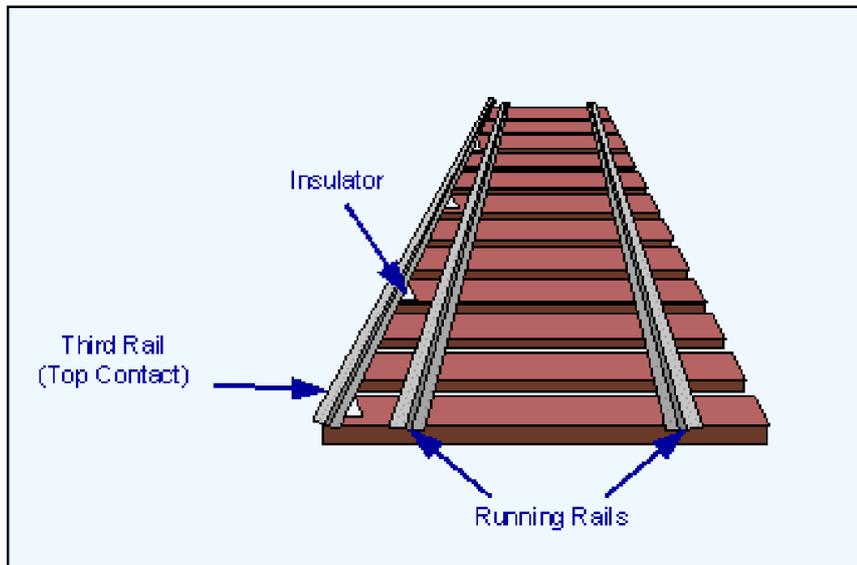
- *Full-Driverless*

Pada sistem kemudi Full-Driverless ini, kontrol hanya berasal dari pusat kontrol LRT maupun otonom, dalam interior LRT tidak ada kemudi untuk kontrol tambahan dan tidak adanya pintu darurat dalam maskara nya.



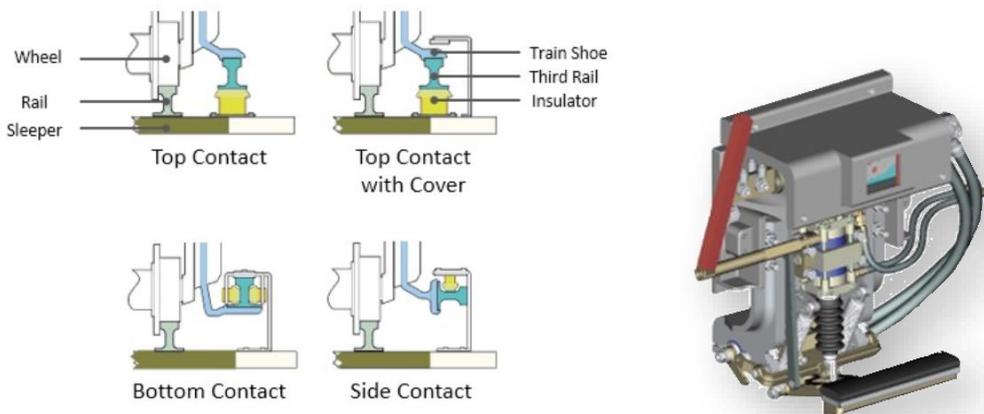
Gambar 2. 19 Bombardier INNOVIA APM100 Singapore Interior www.sgtrains.com

2.2.1.4. Sistem Daya



Gambar 2. 20 Rel ketiga

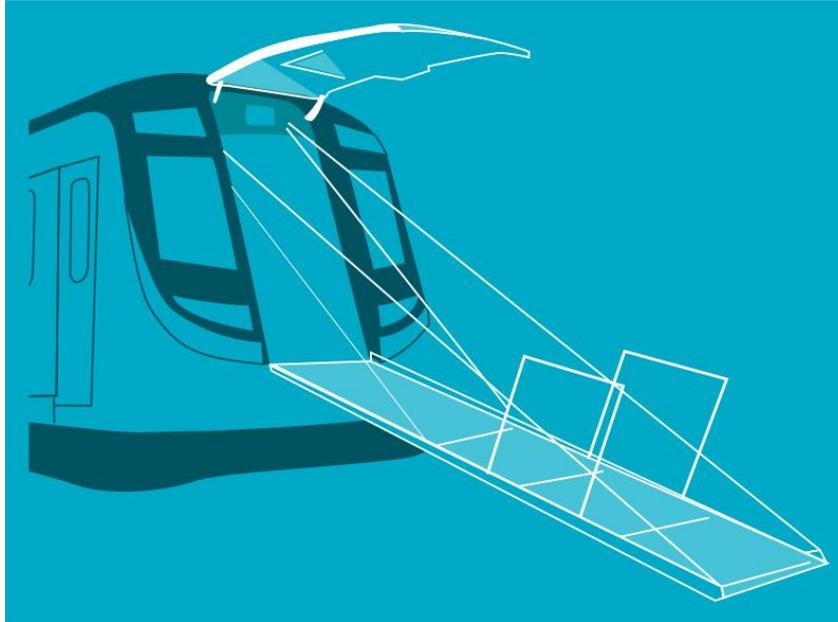
Gambar diatas merupakan tampilan rel ketiga yang digunakan pad umumnya LRT yang ada di dunia. Sistem penggesekan rel berbeda beda, ada yang top contact, ada yg side contact, ada yang bottom contact, itu tergantung sarana dan kebutuhan yang cocok untuk LRT pada rute itu.



Gambar 2. 21 Sistem gesekan rel ketiga

Sesuai Eksising yang sudah digunakan pada LRT Palembang, menggunakan Power Supply 750 Vdc (Range voltage 500 – 900 VDC) menggunakan Rel Ketiga (Third Rail), Lalu Propulsion System Variable Voltage Variabel Frequency (VVVF) dgn Traction Inverter (IGBT) dan Traction Motor

2.2.1.5. Detrayment Door for Emergency



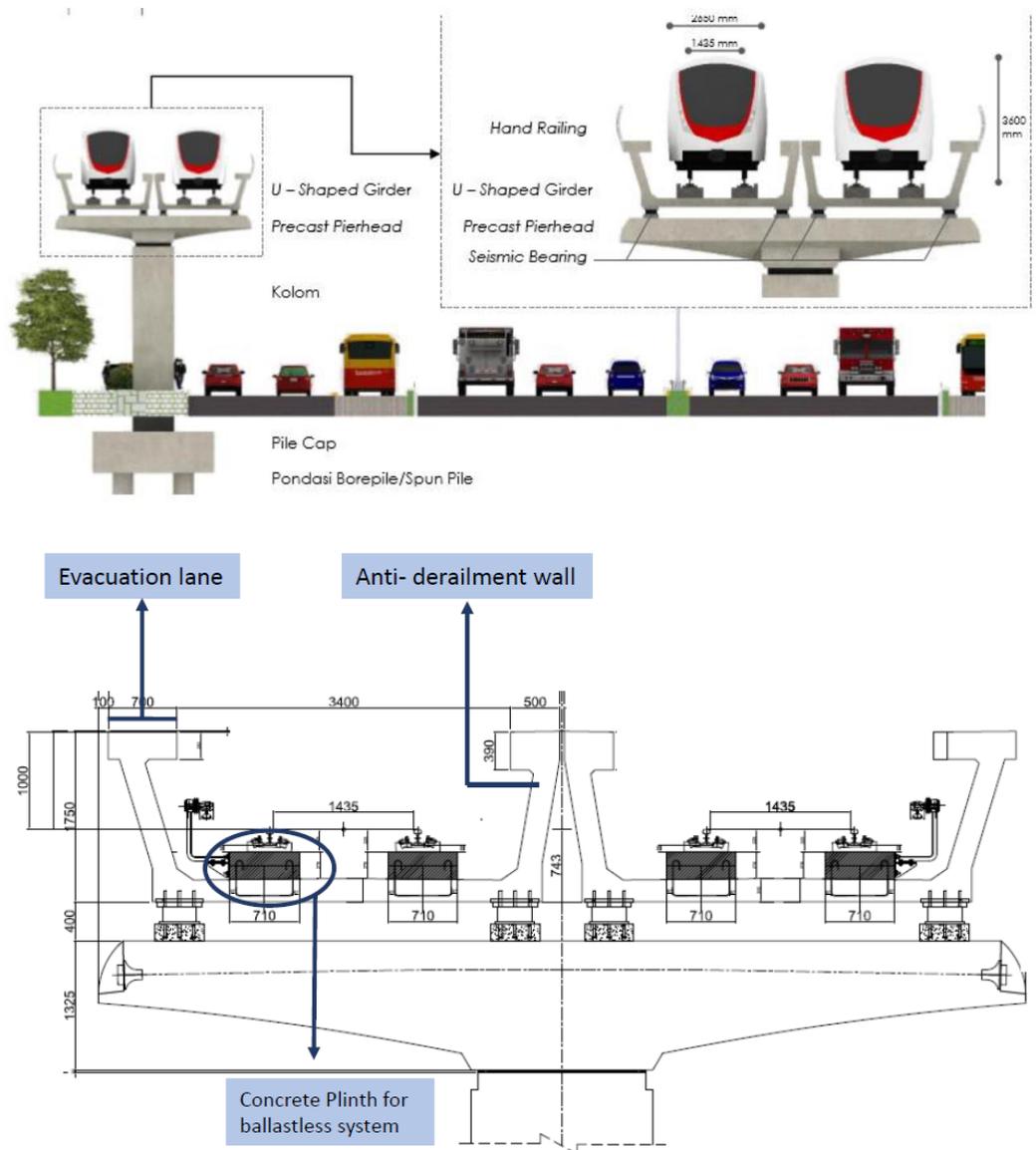
Gambar 2. 22 Detrayment door Barat.com

Detrayment door adalah pintu emergency yang biasanya diletakkan pada maskara sebuah kereta. Pintu ini memiliki sistem otomatis maupun manual. Sistem otomatis memakai elektrik dan gaspring , sedangkan sistem manual memakai pivot atau sliding. Evakuasi dengan pintu ini bisa menghubungkan antara kereta dengan kereta, kereta langsung turun ke jalur, bisa juga evakuasi dengan mode keduanya.



Gambar 2. 23 Step emergency Detrayment door otomatis www.cm4.es

2.3. Infrastruktur Elevated

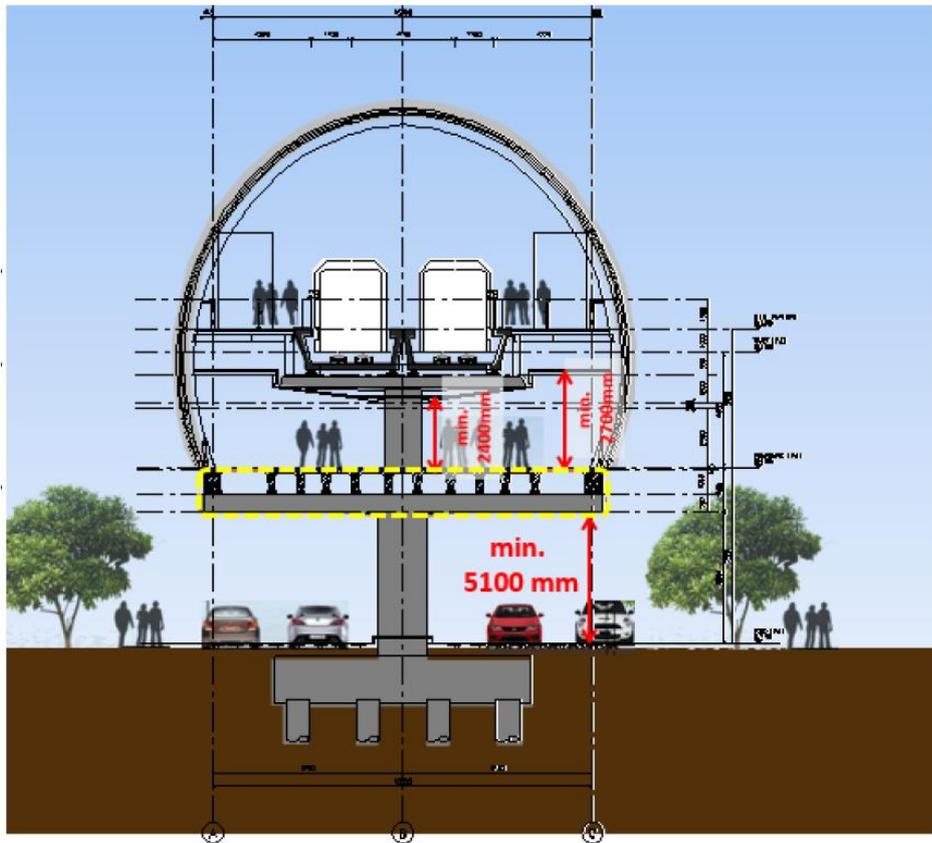


Gambar 2. 24 Tampak Infrastruktur Elevated

Infrastruktur yang tertera pada gambar sesuai eksisting pada LRT Palembang dan Jakarta. Struktur ini sudah ada ketentuannya dari pemerintah tentang ketinggian minimum dan ukuran lebar stasiun

- Ketinggian minimum untuk bangunan dalam stasiun **2700mm** (PERMEN PU No.19/PRT/M/2011)

- Jika ada hambatan seperti tiang iklan, jarak minimumnya adalah **2400 mm** (PERMEN PU No.19/PRT/M/2011)
- Jarak ke jalan utama minimal adalah **5.1 m** (PERMEN PU No.19/PRT/M/2011)



Gambar 2. 25 Ketentuan Infrastruktur

2.4. Perencanaan SMART Surabaya

Pada tahun 2013 dulu, Surabaya telah mengusulkan pengadaan AUMC (Angkutan Massal Cepat) yang bernama SMART (Surabaya Integrated Mass Rapid Transit). terdapat lima tahapan proyek kerjasama pemerintah dengan swasta. Lima tahapan tersebut yaitu tahap perencanaan proyek, penyiapan proyek, transaksi proyek (*pre market sounding*, *market sounding*, prakualifikasi, penawaran, penandatanganan kerjasama), pelaksanaan proyek, dan operasional AUMC. Sejauh ini pemerintah kota Surabaya telah melaksanakan *Pre Market Sounding* pada tanggal 31 Juli 2013 dan *Market Sounding* pada 17-18 Desember 2013. Namun setelah itu proyek ini terkendala dana dan tidak ada gaungnya lagi.



Moda Monorail & Tram

VARIABEL	MONORAIL	TRAM
PANJANG KORIDOR	24 KM	17,14 KM
LOKASI DEPO	KEPUTIH	KOBLEN
JUMLAH HALTE	25 UNIT	29 UNIT
JARAK ANTAR HALTE	MINIMUM 500 - 2000 M	MINIMUM 500 - 1000 M
RATA –RATA DEMAND/th *	53.942.104	40.737.896
**INVESTASI (Rp)	6.417.096.450.824	2.413.004.100.000
KAPASITAS /RANGKAIAN	400 PNP	200 PNP
JUMLAH RANGKAIAN	4 GERBONG	2 GERBONG
TARIP KE-EKONOMIAN	21.500	11.000
KAPASITAS PENUMPANG	DUDUK 177 ; BERDIRI 238	200 PENUMPANG
HEADWAY	10 MENIT	10 MENIT
WILLINGNESS TO PAY (WTP)	6.348-9.119	6.348-9.119
SUBSIDI/PENUMPANG	11.500***	4000***
KEBUTUHAN ARMADA	18 unit (4 modul)	21 unit (5 modul dgn panjang 30,8 meter)



Gambar 2. 26 Perencanaan awal surotram dan boyorail

Perencanaan moda sudah ada seperti yang ada pada gambar diatas. Namun perencanaan diatas masih berbentuk moda monorail bukan LRT yang menggunakan rail besi baja dua jalur.

2.5. Tinjauan Eksisting LRT

2.5.1. Tinjauan Eksisting LRT elevated di Dunia

- Metro dubai



Gambar 2. 27 Metro Dubai elevated

Metro Dubai (dalam bahasa Arab: دبي مترو) adalah jaringan metro yang tanpa sopir dan sepenuhnya otomatis di kota Dubai, Uni Emirat Arab. Jalur Merah dan Jalur Hijau beroperasi, dengan tiga jalur lebih lanjut direncanakan.



Gambar 2. 28 Stasiun Dubai Metro

Dua baris pertama ini berjalan di bawah tanah di pusat kota dan di jembatan tinggi di tempat lain (rel kereta api yang ditinggikan). Semua kereta dan stasiun ber-AC dengan pintu tepi platform untuk memungkinkan hal ini terjadi.¹⁴

- MTR Hongkong



Gambar 2. 29 MTR Hongkong

¹⁴ <http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/988871>

MTR atau Mass Transit Railway (港鐵) adalah sistem angkutan cepat di Hong Kong. Sistem ini merupakan salah satu angkutan cepat paling untung di dunia, dengan rasio tiket-terhadap-operasional mencapai 186%. Sejak dimulainya pelayanan MTR yang dibuka pada 1979, jaringan ini telah berkembang mencakup tujuh jalur dan 154 stasiun sepanjang 2.182 km (1.356 mi), termasuk 86 stasiun kereta dan 68 pemberhentian kereta ringan. Dioperasikan oleh MTR Corporation Limited, sistem MTR merupakan transportasi publik yang sangat populer di Hong Kong, dengan rata-rata penumpang 2,45 juta perjalanan tercatat setiap harinya.

Dengan kebijakan pemerintah yang berpihak pada transportasi berbasis rel, sistem MTR merupakan transportasi publik yang sangat populer di Hong Kong, dengan rata-rata lebih dari 5 juta perjalanan tiap harinya. Sistem ini dengan konsisten mempertahankan ketepatan waktu 99.9%. Pada tahun 2012, MTR mempunyai pangsa pasar 46.4% untuk transportasi publik, menjadikannya paling populer di Hong Kong. Integrasi teknologi pembayaran dengan kartu pintar Octopus ke MTR bulan September 1997 semakin menarik minat para komuter untuk menggunakan MTR.¹⁵



Gambar 2. 30 Stasiun MTR Hongkong

- LRT Singapura

¹⁵ <https://id.wikipedia.org/wiki/MTR>



Gambar 2. 31 LRT Punggol Line SIngapura

Light Rail Transit (LRT), yang juga dikenal dengan Light Rapid Transit, adalah rangkaian sistem transit otomatis yang diterjemahkan secara lokal yang berfungsi sebagai layanan pengumpan ke Mass Rapid Transit yang berat, yang bersama-sama dengan LRT merupakan inti dari layanan transportasi kereta api Singapura. . Jalur LRT pertama dibuka pada tahun 1999 dan sistem tersebut telah berkembang menjadi tiga baris, masing-masing melayani perumahan rakyat, yaitu Bukit Panjang, Sengkang dan Punggol. Kereta pada jalur ini setidaknya memiliki satu stasiun yang menghubungkannya dengan MRT dan pada gilirannya sisa jaringan LRT.



Gambar 2. 32 Stasiun LRT Singapura

Semua jalur LRT menggunakan stock bergelombang karet yang otomatis dan tanpa driver penuh mendekati ukuran dan cakupan sistem penggerak orang seperti yang ditemukan di banyak bandara di seluruh dunia. Mereka ditinggikan dan berpisah pada keseluruhannya, dan berjalan di jembatan untuk menyelamatkan lahan langka di Singapura. Dalam hal ini, LRT berangkat dari sistem kereta api ringan tradisional (yang jarang dipisahkan kelas dan dalam banyak kasus termasuk bagian jalan).

2.6. Tinjauan Hasil Rancangan Sebelumnya

Berikut hasil penelitian pendahulu yang telah dilakukan tim peneliti dan terkait dengan usulan riset adalah :

1. Desain Carbody Eksterior dan Interior Tramway Sebagai Ikon Angkutan Massal Cepat Kota Surabaya, Oleh Adi Suprayitno. Tugas Akhir S1 Despro ITS, tahun 2015
2. Desain Carbody Eksterior dan Interior Light Rail Transit Untuk Kota Palembang Dengan Konsep Iconic Dan Modern. Oleh Irfan Maulana Putra. Tugas Akhir S1 Despro ITS, tahun 2017
3. Rancang Bangun dan Prototyping Eksterior – Interior LRT (Light Rail Transit) Berbasis Integrated Digital Design Sebagai Solusi transportasi Publik di Perkotaan, Oleh Dr. Agus Windharto, DEA., ITSDC – INKA, tahun 2017

Desain Carbody Eksterior dan Interior Tramway Sebagai Ikon Angkutan Massal Cepat Kota Surabaya¹⁶

Penelitian ini adalah tugas akhir mahasiswa S1 Desain Produk industri ITS tahun 2015. Tujuan Penelitian ini adalah Desain Tramway untuk angkutan massal cepat kota Surabaya dalam upaya membantu pemerintah mewujudkan rencana proyek AMC dengan alternatif desain ini. Dengan konsep morfologi ikan Syro yang tampak pada Carbody maskara eksterior dan Carbody interior yang mengusung konsep *low-floor* untuk mempermudah akses beragam penumpang. Kehadiran trem sebagai ikon AMC ini diharapkan mampu meningkatkan kebanggaan serta antusiasme publik terhadap penggunaan transportasi massal dalam kota.

¹⁶ Desain Carbody Eksterior dan Interior Tramway Sebagai Ikon Angkutan Massal Cepat Kota Surabaya, Oleh Adi Suprayitno. Tugas Akhir S1 Despro ITS, tahun 2015



Gambar 2. 33 3D Rendering Eksterior dan Interior Tramway Surabaya

Desain Carbody Eksterior dan Interior Light Rail Transit Untuk Kota Palembang Dengan Konsep Iconic Dan Modern¹⁷

Penelitian ini adalah tugas akhir mahasiswa S1 desain produk industri ITS tahun 2017. Penelitian ini adalah Desain Carbody Eksterior Dan Interior LRT untuk kota Palembang dalam rangka mendukung acara Asian Games 2018. Morfologi ikan belida khas kota Palembang yang digunakan untuk menunjukkan kesan Iconic. Interior LRT ini dibuat dengan konsep modern dan interaktif yang sesuai dengan jalur LRT Palembang yang eksklusif dan melayani pergerakan penumpang dengan lancar dan cepat.

¹⁷ Desain Carbody Eksterior dan Interior Light Rail Transit Untuk Kota Palembang Dengan Konsep Iconic Dan Modern. Oleh Irfan Maulana Putra. Tugas Akhir S1 Despro ITS, tahun 2017



Gambar 2. 34 Rendering Final Design Eksterior LRT Palembang Oleh Irfan Maulana

Rancang Bangun dan Prototyping Eksterior – Interior LRT (Light Rail Transit) Berbasis Integrated Digital Design Sebagai Solusi transportasi Publik di Perkotaan¹⁸

Penelitian ini ditujukan untuk mewujudkan moda kereta api ringan (LRT) sesuai rencana pemerintah untuk mendukung kegiatan Asian Games 2018 di Palembang sebagai perwujudan moda transportasi modern, moda kebanggaan Indonesia sekaligus menjadi solusi permasalahan transportasi publik di perkotaan. PT INKA (Persero) sebagai Industri Perkeretaapian Nasional akan memproduksi LRT. Moda ini dapat menggerakkan ekonomi melalui efisiensi waktu, penghematan energi serta ramah lingkungan. LRT merupakan moda transportasi massal modern yang unggul dibandingkan moda transportasi lain dalam hal mutu dan pelayanan. Untuk masa mendatang, LRT akan menjadi salah satu solusi permasalahan transportasi publik di kota metropolitan: Jakarta, Surabaya, Makassar, Bandung dan lain-lain.

¹⁸ Rancang Bangun dan Prototyping Eksterior – Interior LRT (Light Rail Transit) Berbasis Integrated Digital Design Sebagai Solusi transportasi Publik di Perkotaan, Oleh Dr. Agus Windharto, DEA., ITSDC – INKA, tahun 2017



Gambar 2. 35 Rendering Eksterior LRT Palembang

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB 3 METODOLOGI DAN KERANGKA ANALISIS

3.1. Deskripsi Judul Perancangan

Secara garis besar penjelasan judul perancangan “ DESAIN CARBODY LRT (LIGHT RAIL TRANSIT) SEBAGAI MODA TRANSPORTASI MASSAL KOTA METROPOLITAN SURABAYA” adalah sebuah kegiatan merancang bangun carbody LRT berupa eksterior (bagian luar) dan interior (ruang dalam) yang mampu menangani masalah transportasi umum massal dan sebagai simbol serta kebanggaan publik kota Surabaya.

Secara terperinci penjelasan judul perancangan adalah sebagai berikut :

- **Desain Eksterior** : Desain adalah sebuah kegiatan kreatif yang mencerminkan keanekaan bentuk kualitas, proses, pelayanan dan sistem, bagaikan sebuah lingkaran yang saling berhubungan. Selain itu, desain merupakan faktor yang membangun kegiatan inovasi pemanusiaan teknologi, dinamika budaya dan perubahan ekonomi (ICSID, 1999). Sedangkan Eksterior adalah bagian luar bangunan atau gedung (KBBI). Jadi desain eksterior merupakan suatu kegiatan yang mempelajari ilmu perancangan suatu karya seni yang ada di luar suatu bangunan dan digunakan untuk memecahkan masalah manusia.
- **Desain Interior** : Desain interior merupakan suatu kegiatan yang mempelajari ilmu perancangan suatu karya seni yang ada di dalam suatu bangunan dan digunakan untuk memecahkan masalah manusia.
- **LRT** : *Light Rail Transit* (LRT), yaitu 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.
- **Transportasi Massal Kota Metropolitan Surabaya:** Menurut Undang-Undang No 14 Tahun 1992 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, transportasi/ angkutan adalah pemindahan orang atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan. Sedangkan angkutan umum massal cepat yang lebih dikenal sebagai MRT (*Mass*

Rapid Transit) adalah suatu sistem transportasi perkotaan yang mempunyai 3 kriteria utama, '*mass*' daya angkut besar, '*rapid*' waktu tempuh cepat dengan frekuensi tinggi, dan '*transit*' berhenti di banyak stasiun di titik utama perkotaan.

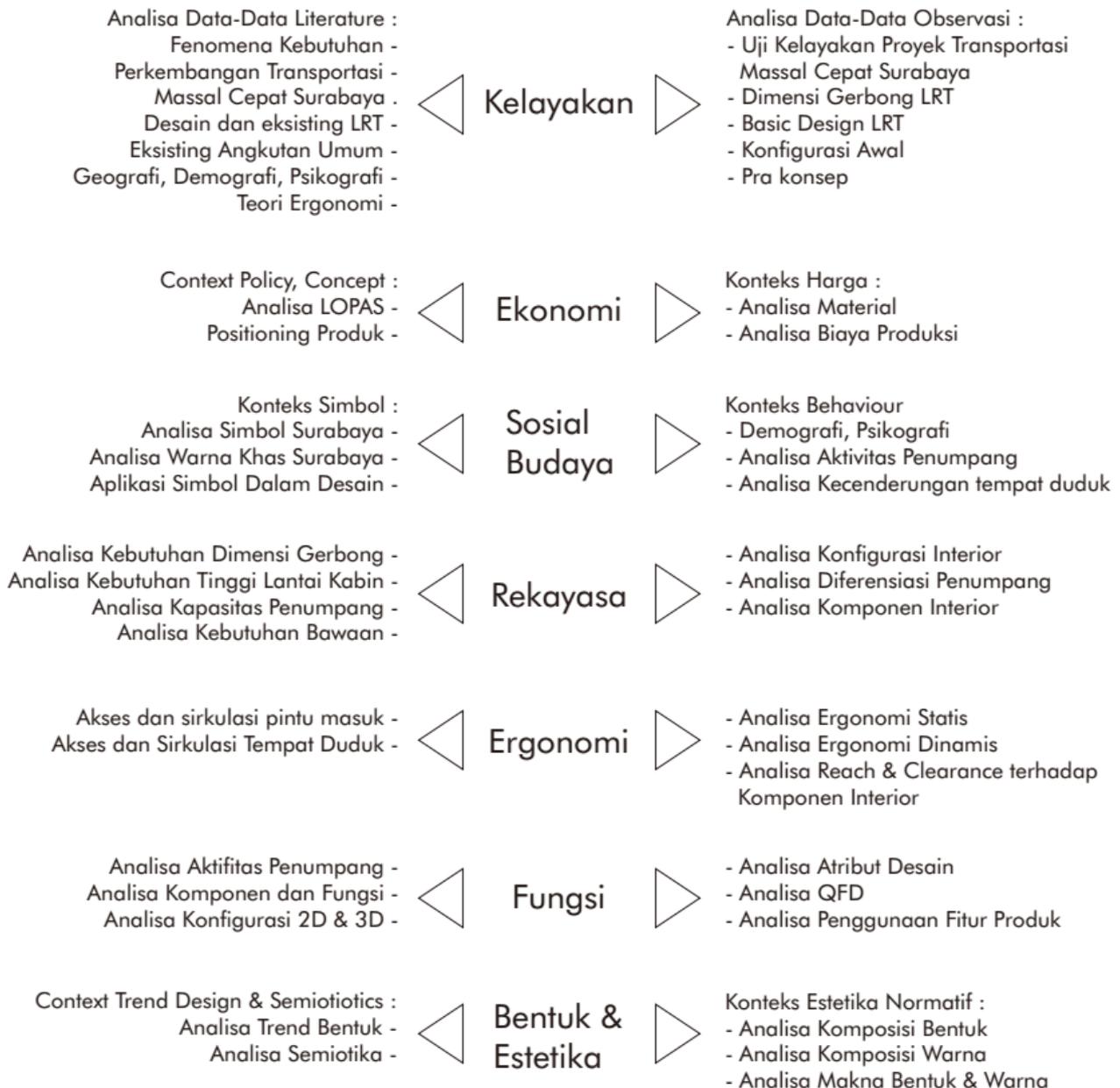
Di tengah isu krisis energi dan kemacetan yang semakin parah di wilayah perkotaan, angkutan umum massal cepat menjadi prioritas utama yang perlu dikembangkan pada suatu kota metropolitan. Transportasi yang menampilkan identitas maupun ciri khas daerah diharapkan mampu meningkatkan kebanggaan publik serta jumlah pengguna transportasi umum.

3.2. Deskripsi Judul Perancangan

- **Subjek Perancangan** : berupa desain interior dan interior angkutan massal LRT yang menghubungkan koridor Timur-Barat kota Surabaya, beroperasi melalui jalur khusus elevated dan stasiun pemberhentian yang telah direncanakan oleh pemerintah kota Surabaya.
- **Objek Perancangan** : berupa bagian interior LRT meliputi optimalisasi konfigurasi tempat duduk, ceiling atap, panel dinding, lantai, dan komponen interior yang disesuaikan dengan aktifitas dan perilaku calon penumpang. Pada bagian eksterior meliputi konsep mascara ,train set, dan striping.

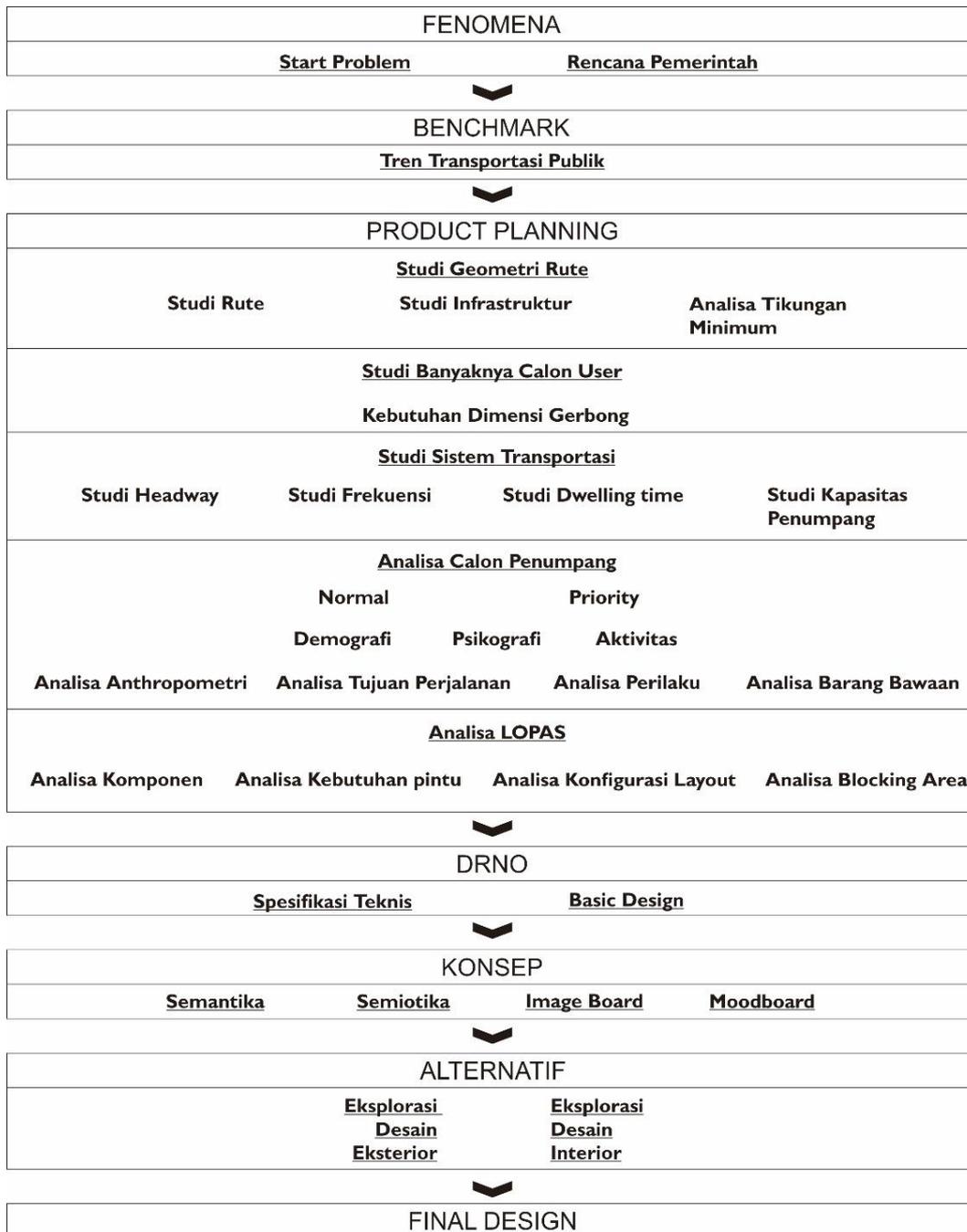
3.3. Kerangka Analisis Utama

Desain Carbody LRT Sebagai Solusi Transportasi Massal Kota Surabaya



Gambar 3. 1 Kerangka Analisis Utama

3.4. Skema Penelitian



Gambar 3. 2 Skema Penelitian

3.5. Metode Pengumpulan Data

Dalam sebuah proses perancangan dibutuhkan data - data yang akurat dan mendetail sebagai dasar dari proses pemecahan masalah yang akan diambil. Pengambilan data dalam perancangan ini bersifat kualitatif, yaitu *survey* dan wawancara langsung terhadap narasumber yang berkompeten dalam perancangan moda transportasi massal khususnya LRT, instansi (pemerintah dan swasta) terkait yang memiliki kebutuhan terhadap operasional LRT, lalu termasuk juga calon konsumen selaku *end user* dari transportasi LRT Surabaya nantinya.

Berdasarkan sumbernya, data penelitian dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu :

1. **Data primer**, adalah data utama yang diperoleh langsung baik wawancara, survey lapangan (observasi) maupun kuesioner terhadap sumber data.
 - Wawancara dilakukan terhadap narasumber yang berkompeten guna memperoleh standar acuan teknis dan permasalahan yang lebih mendalam terhadap proyek angkutan massal LRT Surabaya. Berikut narasumber terkait, diantaranya :
 - Bpk. Dr. Agus Windharto, DEA (ITS Design Center)
 - Bappeko Surabaya dan lembaga pemerintah/swasta lainnya
 - Wawancara terhadap calon pengguna moda transportasi LRT, maupun pengguna moda transportasi sejenis berbasis rel dengan tujuan mengetahui aktifitas dan perilaku konsumen terhadap angkutan massal cepat trem Surabaya
2. **Data sekunder**, adalah data pendukung yang diperoleh atau dikumpulkan peneliti dari berbagai sumber kepustakaan yang telah ada, seperti : Biro Pusat Statistik (BPS), buku, laporan, jurnal, dan lain-lain melalui media cetak maupun elektronik dan internet.

3.6. Tahapan Studi dan Analisis

Dari data-data yang didapat, tahap selanjutnya adalah studi dan analisis sebagai wujud dari pengolahan data yang telah dikumpulkan. Analisis yang dikerjakan sesuai bagan metodologi perancangan adalah sebagai berikut:

3.6.1. Studi dan Analisis Calon Pengguna

Studi analisis calon penumpang ditujukan untuk mengetahui kebutuhan konsumen terhadap LRT Surabaya. Berdasarkan kebutuhan, calon penumpang LRT Surabaya digolongkan menjadi penumpang normal dan penumpang berkebutuhan khusus (*disable*). Antara penumpang normal dan penumpang berkebutuhan khusus tentu saja berbeda kebutuhannya, Umumnya penumpang normal hanya memerlukan fasilitas tempat duduk dan menempatkan barang bawaannya sendiri, sedangkan penumpang berkebutuhan khusus memerlukan perlakuan tersendiri untuk mendukung tercapainya kebutuhan dikarenakan keterbatasan fisik maupun psikis yang dimilikinya. Yang termasuk dalam kategori penumpang berkebutuhan khusus antara lain : ibu mengandung, balita, orang tua, pengguna kursi roda, orang cidera.

Selanjutnya kebutuhan penumpang terhadap LRT Surabaya dapat dianalisis melalui pendekatan demografi, psikografi, dan studi aktivitas calon penumpang. Dari pendekatan tersebut akan didapat analisis mengenai perilaku penumpang, analisis tujuan perjalanan (bekerja, bisnis, sekolah, wisata), analisis antropometri dinamis (akses dan sirkulasi penumpang), dan juga analisis barang bawaan yang nantinya berkaitan dengan kebutuhan dimensi tempat menaruh barang bawaan.

3.6.2. Studi dan Analisis Positioning MSCA (*Market Survey Costumer Analysis*)

Pada studi ini bertujuan untuk mengetahui posisi (kelebihan-kekurangan) LRT dibandingkan dengan moda transportasi publik lain yang beroperasi di dalam kota Surabaya. Melalui analisis rute, analisis kapasitas penumpang, analisis headway, dan analisis payload maka akan ditemukan variabel seperti : cepat-lambat, murah-mahal, terjadwal-situasional.

3.6.3. Studi dan Analisis *Blocking Area*

Studi dan analisis blocking area merupakan usaha untuk mengelompokkan area interior berdasarkan aktifitas penumpang secara umum, seperti area sirkulasi penumpang, favorite spot, peletakan barang, dll. Studi dilakukan dengan cara menandai area aktifitas penumpang terhadap besaran dimensi LRT yang telah ditentukan.

3.6.4. Studi dan Analisis LOPAS (Load of Passenger Accomodation System)

Bertujuan untuk memilih konfigurasi dalam level interior LRT. Metode yang digunakan adalah dengan menyajikan perbandingan antara konfigurasi transversal dan konfigurasi longitudinal sebagai basic pemilihan konfigurasi kabin penumpang. *Basic* konfigurasi yang dipilih selanjutnya dikembangkan dalam berbagai alternatif dan dianalisis dalam kaitannya untuk mendukung kecepatan akses dan kenyamanan penumpang.

3.6.6. Studi dan Analisis Komponen

Pada tahap ini komponen interior kabin penumpang seperti kursi, handle, tempat barang bawaan, dan safety frame dianalisis menurut aspek fungsi, dimensi, mekanisme, operasional, maupun aspek estetika dengan tujuan mencapai kesesuaian dengan kebutuhan penumpang dan konsep estetika yang diusung dalam perancangan LRT Surabaya.

3.6.7. Studi dan Analisis Karakter Surabaya

Studi mengenai konsep image, diperoleh melalui metode *image board* yang mewakili identitas kota Surabaya, antara lain : identitas geografi (lansekap kota), identitas sosial (kebutuhan berhubungan dengan orang lain, komunitas), identitas personal (status sosial, gaya hidup). Dengan memperhatikan perkembangan trend, beberapa *image sample* yang telah terkumpul lalu dianalisis dengan bahasa bentuk

dan diinfiltrasikan ke dalam *keyword* konsep yang kemudian digunakan sebagai konsep estetika bentuk dan warna, baik pada eksterior maupun interior LRT Surabaya.

3.7. Rencana Kegiatan

No.	Kegiatan	Output
1	Studi literatur	Perkembangan projek, eksisting LRT, fenomena kebutuhan, teori terkait
2	Observasi dan Survey	Data teknis LRT, studi kelayakan proyek AMC
3	Analisis MSCA	Acuan desain
4	Analisis Rute	Kebutuhan Dimensi LRT berdasarkan rute
5	Analisis <i>LOPAS</i>	Konfigurasi, akses dan sirkulasi interior
6	Analisis Ergonomi	<i>Reach and clearance</i> terhadap komponen interior
7	Analisis aktivitas penumpang	Kebutuhan komponen interior
8	Brainstorming ide	Keyword konsep dasar perancangan
9	Analisis Image board	Konsep styling bentuk, warna interior dan eksterior
10	Sketsa	Alternatif Desain
11	3D Digital Modelling	Final Desain

Tabel 3. 1 Rencana kegiatan

BAB 4 KONSEP DAN ANALISIS

4.1. MSCA

No	Jenis LRT	Deskripsi	Kelebihan	Kekurangan
1	Dubai Metro LRT (Lampiran 1 Gambar 7.1)	Digunakan di kota Dubai, Uni Emirat Arab Panjang : 85.5 m (6 Rangkaian) Lebar : 2.88 m Tinggi : 3.385 Kapasitas Penumpang : 143 Penumpang 27 Kursi Kecepatan Maksimum : 90 km/jam Pintu : 15 (5 per sisi)	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan sistem Kelistrikan 3rd Rail • Memiliki Kelas kelas pada tiap gerbong • Konsep pewarnaan interior dan eksterior modern • Full-Automated driver 	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat Kelas kelas di masing masing gerbong membuat kapasitas penumpang lebih sedikit
2	Bombardier Innovia Metro 300 KL (Lampiran 1 Gambar 7.2)	Digunakan di kota Kuala Lumpur Malaysia	<ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai 6 Pintu setiap gerbongnya sehingga 	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas penumpang sedikit berkurang karena

		<p>Panjang : 16.85m x 4 rangkaian</p> <p>Lebar : 2.65 m</p> <p>Tinggi : 3. 3 m</p> <p>Kapasitas Penumpang : 33 kursi</p> <p>Kecepatan Maksimum : 100km/jam</p> <p>Pintu : 6 pintu per gebong</p>	<p>akses keluar masuk LRT mudah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sudah automated driver 	<p>banyaknya pintu tiap gerbongnya</p>
3	<p>Mitsubishi Crystal Mover (Lampiran 1 Gambar 7.3)</p>	<p>Digunakan di Singapore</p> <p>Panjang : 11.84 m</p> <p>Lebar :2.69 m</p> <p>Tinggi : 3.615 m</p> <p>Kapasitas Penumpang :</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran body ramping namun Interior terasa lebih lapang • Desain carbody futuristik • Driverless namum masih punya 	<ul style="list-style-type: none"> • Rangkaian hanya terdiri dari 1 sampai 2 rangkaian sehingga tidak bisa mengatasi lonjakan penumpang langsung

		<p>105 penumpang 28 seat Kecepatan Maksimum : 70km/jam Pintu : 4 pintu per rangkaian</p>	<p>driverdesk dan memiliki pintu emergency pada maskara</p>	
4	LRT Palembang (Lampiran 1 Gambar 7.4)	<p>Digunakan di kota Palembang Panjang : MC 16.350 m TC 19.946 m Lebar : 2.650 m Tinggi : 3.4 m Kapasitas Penumpang : MC 192 orang 24 Kursi TC 228 Orang 24 Kursi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Buatan Dalam negeri yang memenuhi syarat TKDN • Kapasitas penumpang yang banyak 	

		Kecepatan Maksimum : 100km/jam Pintu : 4 tiap rangkaian		
--	--	---	--	--

Tabel 4. 1 Tabel MSCA

Dari MSCA ini diambil acuan Interior dari Mitsubishi Crystal mover pada bagian interior nya karena driverless tapi tetap memiliki driverdesk jika digunakan dalam keadaan darurat dan pada maskara terdapat pintu emergency yang bisa dibuka pada saat keadaan darurat.

4.2. Analisis User

4.2.1. Lifestyle Board

No.	Demografi & Psikografi	Keterangan
1	Pekerja, Pelajar, Wisatawan	LRT Surabaya beroperasi melalui jalur Timur-Barat yang banyak terdapat pusat aktivitas manusia berupa perkantoran, sekolah, perdagangan dan bisnis. Aksesibilitas yang tinggi menjadi kebutuhan dalam upaya mendukung aktivitas padat calon penumpang
2	Multi etnis	Kota Surabaya sesuai perannya sebagai ibukota propinsi dan kota metropolitan terbesar ke 2 di Indonesia berdampak pada banyaknya angka urbanisasi dan kaum pendatang ke kota Surabaya. Keberagaman ini membuat iklim persaingan (kompetitif) dalam meningkatkan kehidupan ekonomi setiap warga kota
3	Up to date	Karakteristik masyarakat perkotaan modern yang berpendidikan sedang-tinggi. Masyarakat yang selalu mengikuti perkembangan jaman
4	Praktis	Cenderung memilih hal-hal yang dianggap praktis, instan

Tabel 4. 2 Lifestyle Board

4.2.2. Psikografi Konsumen

Demografi Konsumen		AIO			Kebutuhan
		Activity	Interest	Opinion	
Umur	20-40 tahun	membaca	modern	individualis	more space concept
Sex	laki-laki / perempuan	mendengarkan musik	kenyamanan sedang	mudah komplain	PSU
Pendidikan	sarjana	menggunakan hp	kebanggaan	kualitas harga	tarif bersaing
Pekerjaan	mahasiswa, wiraswasta, bisnismen, pegawai swasta dan pegawai negeri	melihat sekeliling	IT support	up to date	rak bagasi terpusat
Pendapatan	sedang-tinggi	berinteraksi		keamanan barang	ikonik Surabaya
Jumlah Konsumen	60 %	mengawasi barang			
		berdiri			

Demografi Konsumen		AIO			Kebutuhan
		Activity	Interest	Opinion	
Umur	40-60 tahun	membaca	modern	individualis	more space concept
Sex	laki-laki / perempuan	menggunakan hp	kenyamanan sedang	mudah komplain	PSU
Pendidikan	sarjana	melihat sekeliling	kebanggaan	up to date	konsep personal seat
Pekerjaan	wiraswasta, bisnismen, pegawai swasta dan pegawai negeri	berinteraksi	IT support	privasi	rak bagasi terpusat
Pendapatan	sedang-tinggi	mengawasi barang	suasana tidak padat	keamanan barang	ikonik Surabaya
Jumlah Konsumen	40 %	duduk			

Tabel 4. 3 Psikografi Konsumen

4.2.3. Studi Aktifitas

Grup	Sub Grup	Frekuensi	Aktivitas
Aktivitas Primer	Aksesibilitas	2 kali	Menaiki LRT
	Sirkulasi	2 kali; 2-5 menit	Menuruni LRT Mencari tempat Meninggalkan tempat
	Posisi	5-40 menit	Bersandar pada side panel Berdiri
	Storage	2 kali	Meletakkan barang bawaan Mengambil barang bawaan
Aktivitas sekunder	Penerangan	5-40 menit	Diam & merenung ,Mendekap / meletakkan barang bawaan,Melihat lihat sekeliling, Berinteraksi/bersosialisasi,Membaca (buku, majalah, koran) ,Bermain smartphone
	Privasi	5-40 menit	Diam & merenung , Berinteraksi/bersosialisasi,Membaca (buku, majalah, koran) , Bermain smartphone, Tidur
Maintenance	Maintenance Lantai	Setiap hari; 60 menit	Memungut sampah, Menyapu debu Mengepel basah, Mengeringkan lantai
	Emergency	-	Melaporkan pada interkom LRT
			Mengambil penadam api dan memadamkan api
			Melaporkan pada interkom LRT
			Membuka tuas pintu darurat di pintu samping dan pintu ujung LRT dan keluar dari kereta
			Melaporkan pada interkom LRT
			Membuka tuas pintu darurat di pintu samping dan pintu ujung LRT dan keluar dari kereta

Gambar 4. 1 Studi Aktivitas

Sub Grup / Aktivitas	Frekuensi	Gambar	Permasalahan	Kesimpulan
Aksebilitas (Menaiki dan menuruni LRT)	2 kali	Lampiran 2 Gambar 7.5	-Tidak terdapat fasilitas khusus untuk pengguna prioritas (Tuna Netra, Difable , Orang hamil)	Kebutuhan fasilitas pendukung keamanan dan kecepatan akses untuk pengguna normal dan Prioritas (Tuna Netra, Difable , Orang hamil)
Sirkulasi (Mencari dan meninggalkan tempat duduk / berdiri)	2 kali 5-8 menit	Lampiran 2 Gambar 7.6	-Terjadinya simpul sirkulasi pada saat peak time (menghambat kelancaran akses keluar - masuk LRT)	Kebutuhan akan konfigurasi dan jumlah pintu untuk membagi akses keluar masuk pengguna secara berimbang
Posisi (duduk, bersandar, dan berdiri)	5-60 menit	Lampiran 2 Gambar 7.7	-Pengguna lebih mengutamakan posisi duduk sebagai syarat untuk mendapatkan kenyamanan; -Kecenderungan pengguna bersandar pada side wall panel -Pengguna yang tidak dapat tempat duduk dan tidak dapat bersandar akan sulit untuk menyeimbangkan badan -Pengguna prioritas (Tuna Netra, Difable , Orang hamil) diutamakan tempat duduk atau posisi nya ketika di dalam LRT	Kebutuhan konfigurasi layout LOPAS yang memenuhi kebutuhan semua pengguna mulai dari layout kursi sampai sandaran sidewall serta kebutuhan handgrip untuk berpegangan. Selain itu disediakan juga priority seat untuk yang membutuhkan khusus dan difable area untuk pengguna kursi roda.
Storage (meletakkan / mengambil barang bawaan)	5-60 menit	Lampiran 2 Gambar 7.8	-Kecenderungan pengguna enggan meletakkan barang pada bagasi dengan alasan keamanan dan kepraktisan -Dimensi barang yang dibawa tidak terlalu besar dan dengan waktu yang sebentar	evaluasi kebutuhan atas fasilitas bagasi dengan pertimbangan sesuai dengan karakteristik dan barang bawaan pengguna di kawasan perkotaan

Tabel 4. 4 Studi Aktivitas lanjutan

Sub Grup / Aktivitas	Frekuensi	Gambar	Permasalahan	Kesimpulan
Penerangan dan Privasi (Diam & merenung ,Melihat lihat sekeliling,Berinteraksi/bersosialisasi,Membaca (buku, majalah, koran) ,Bermain smartphone)	5-60 menit	Lampiran 2 Gambar 7.9	-Pengoperasian LRT pada malam hari -Penataan konfigurasi interior LRT berkaitan dengan sifat penggunaan fasilitas (Publik / Privat)	Kebutuhan akan penataan konfigurasi dan intensitas cahaya fasilitas penerangan yang mengakomodasi kebutuhan penerangan optimal untuk suasana public (pubic space)
Maintenance	Setiap hari 60 menit	Lampiran 2 Gambar 7.10	-Sampah berserakan di dalam gerbong LRT -Pembersihan debu di sela sela kursi sulit	-Kebutuhan adanya signage dilarang makan didalam LRT/ Pemeriksaan khusus -Bentuk kursi penumpang tidak mempunyai celah yang sempit
Emergency	Keadaan darurat tak menentu	Lampiran 2 Gambar 7.11	-Penumpang terjebak dalam LRT -Penumpang berebut keluar ketika dalam keadaan darurat -Rute evakuasi berbahaya untuk orang yang tidak suka ketinggian karena di pinggir jalur -evakuasi untuk penderita difabel susah	-Kebutuhan pintu emergency khusus/akses mudah -Kebutuhan jalur evakuasi yang aman untuk orang yang takut ketinggian -kebutuhan emergency tools yang digunakan saat kondisi darurat

Tabel 4. 5 Studi Aktivitas lanjutan

4.2.4. Studi Jumlah penumpang

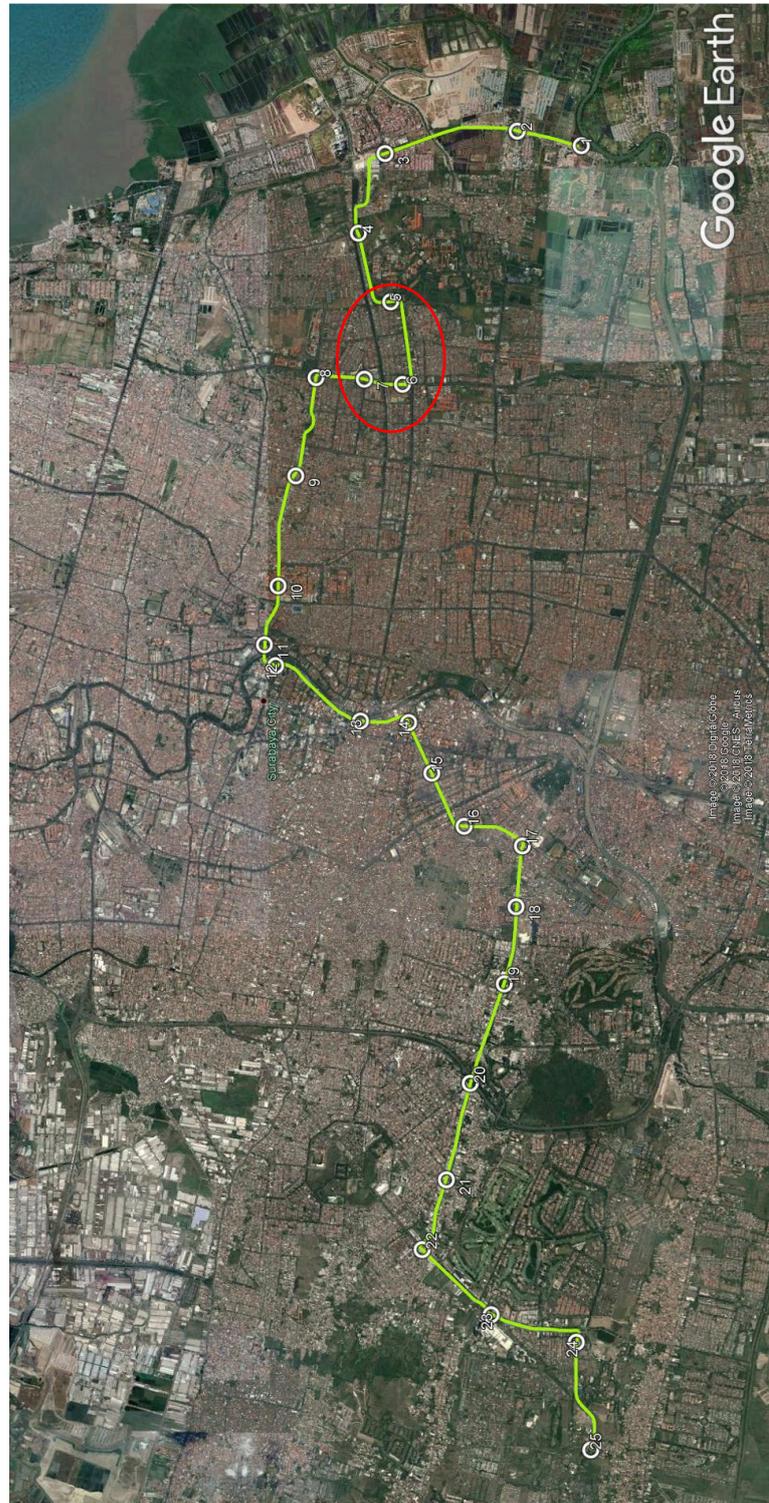
VARIABEL	MODA
Panjang Koridor	24km
Lokasi Depo	Keputih
Jumlah Halte	25 Unit
Jarak Antar Halte	500-2000m
Rata-Rata Demand/th	53.942.104
Investasi	6.417.096.450.824
Kapasitas/Rangkaian	400Pnp
Jumlah Rangkaian	4 Gerbong
Tarif Ke-Ekonomian	21.500
Kapasitas Penumpang	Duduk 177;Berdiri 238
Headway	10 Menit
Willingness to Pay	6.348-9.119
Subsidi/Penumpang	11.500
Kebutuhan Armada	18 unit (4 modul)

Tabel 4. 6 Perencanaan Moda

Berdasarkan data perencanaan diatas, data diatas sudah direncanakan oleh Bappeko dengan rute koridor Timur-Barat. Prediksi demand diatas adalah rata-rata prediksi demand tahun 2025, Jika dibagi 365 hari maka diperoleh prediksi penumpang per hari yaitu 147,787.

4.3. Analisis Rute

- Rencana awal rute oleh BAPPEKO Surabaya



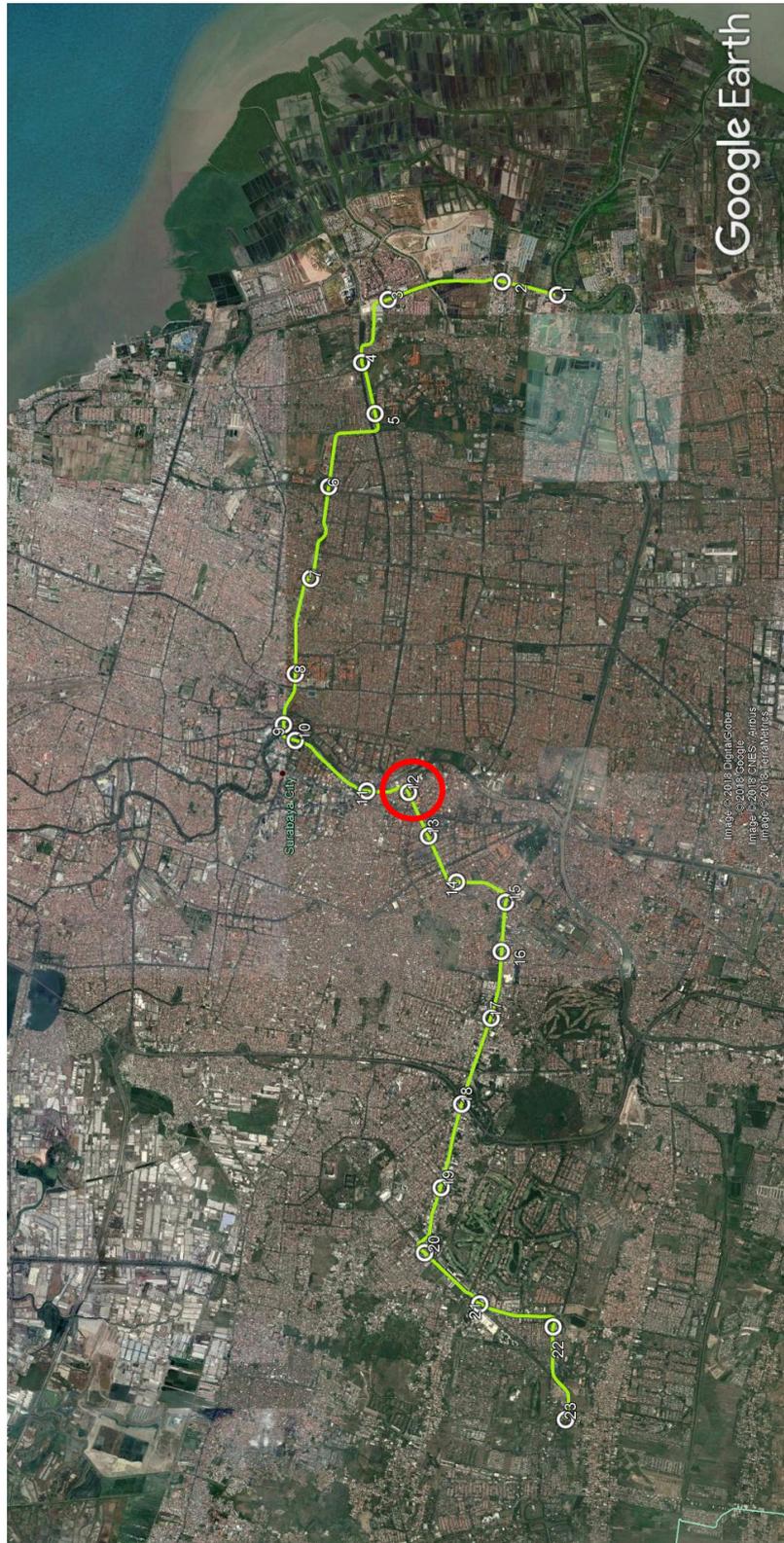
Gambar 4. 2 rencana awal rute oleh BAPPEKO Surabaya

No	Stasiun	No	Stasiun
1	Keputih Depo	14	St. Louis
2	Keputih	15	Dr. Sutomo
3	Kejawen	16	Indragiri
4	Mulyosari	17	Adityawarman
5	ITS	18	Pakis
6	GOR Kertajaya Indah	19	Dukuh Kupang
7	Dharmahusada Indah Timur	20	Bundaran Satelit
8	Unair Kampus C	21	HR. Muhammad
9	Dharmahusada	22	Simpang Darmo Permai
10	RS. Dr. Soetomo	23	Lontar
11	Stasiun Gubeng	24	UNESA
12	Parkir Timur Plaza Surabaya	25	Lidah Kulon
13	Keputran		

Tabel 4. 7 Daftar Stasiun rute awal LRT Surabaya

Rute diatas adalah rute rencana awal dari Bappeko , Rute LRT Surabaya ini melalui jalur Timur – Barat yang membelah Kota Surabaya. Rute ini memiliki total 25 Stasiun Pemberhentian. Dibagian paling ujung timur ada Keputih Depo yang merupakan satu satunya Depo LRT nanti. Diujung Barat ada Stasiun Lidah Kulon yang merupakan wilayah Surabaya bagian barat. Jarak antar stasiun direncanakan paling dekat 0,5km dan paling jauh 2km. Namun dengan keadaan saat ini, seperti yang sudah dilingkari merah pada peta, disitu terlihat rute melewati Bundaran ITS yang notabene sekarang pada saat proses pembangunan untuk Air mancur, hal tersebut menjadikan rute LRT Surabaya melewati bundaran ITS. Selain itu, pada jalan Kertajaya ke arah Galaxy Mall, disitu sudah dibangun Apartmen baru, dimana disitu semulamenjadi rute yang akan dilewati LRT. Oleh karena itu diperlukan rute rekomendasi baru untuk LRT Surabaya ini.

- Rute rekomendasi LRT Surabaya



Gambar 4.3 Rute Alternatif LRT Surabaya

No	Stasiun	No	Stasiun
1	Keputih Depo	13	Dr. Sutomo
2	Keputih	14	Indragiri
3	Kejawen	15	Adityawarman
4	Mulyosari	16	Pakis
5	ITS	17	Dukuh Kupang
6	Unair Kampus C	18	Bundaran Satelit
7	Dharmahusada	19	HR. Muhammad
8	RS. Dr. Soetomo	20	Simpang Darmo Permai
9	Stasiun Gubeng	21	Lontar
10	Parkir Timur Plaza Surabaya	22	UNESA
11	Keputran	23	Lidah Kulon
12	St. Louis		

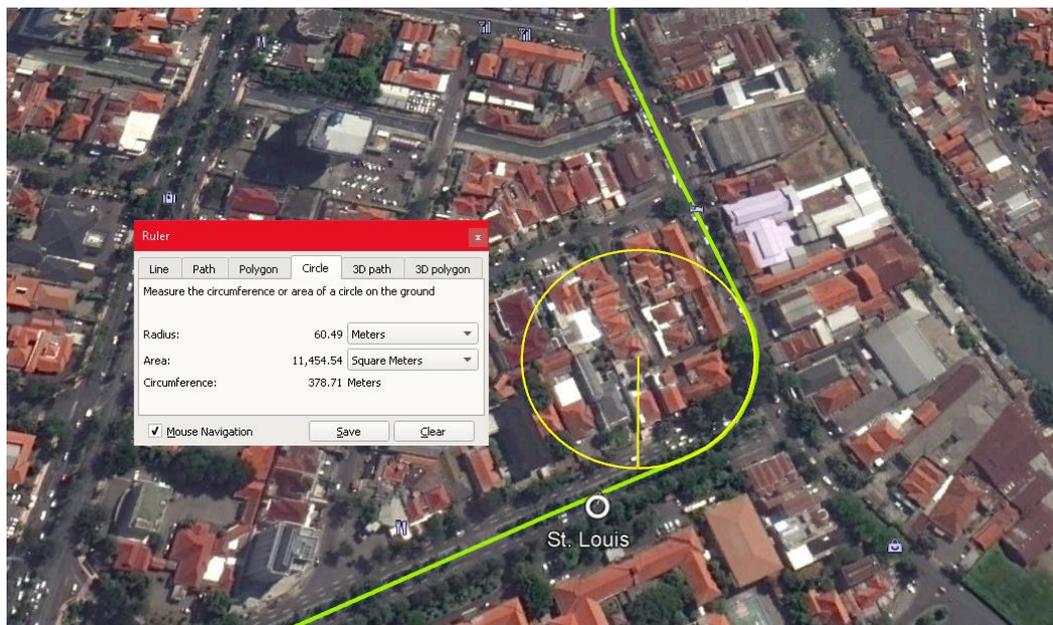
Tabel 4. 8 Rute Alternatif LRT Surabaya

Rute diatas merupakan rute alternatif yang dibuat karena permasalahan pada rute awal. Karena sebagian tempat yang tidak bisa dilewati, rute yang sebelumnya melewati daerah Galaxy Mall, menjadi melewati perumahan penduduk setelah dari ITS dan lanjut melewati Kampus Unair C. Dampaknya, rute ini menghilangkan 2 stasiun yang ada pada rute sebelumnya yaitu stasiun GOR kertajaya indah dan Stasiun Dharmahusada timur. Dalam rute ini memiliki 23 stasiun dan panjang rute yaitu 23km. Jika kita lihat dari daerah yang dilewati , ini merupakan jalur modern, dimana daerah yang dilewati merupakan daerah Sekolah, Kampus, Mall, Pusat Perdagangan dan Perumahan Elit. Beberapa Kesimpulan yang didapat dari jalur ini adalah sebagai berikut :

- Berawal Dari Keputih sampai Lidah Kulon
- Daerah yang dilewati merupakan kawasan modern
- Mengurangi titik konflik dengan persimpangan sebidang
- Lebih mudah dalam pembebasan lahan karena elevated
- Jarak antar stasiun min 0,5km max 2km

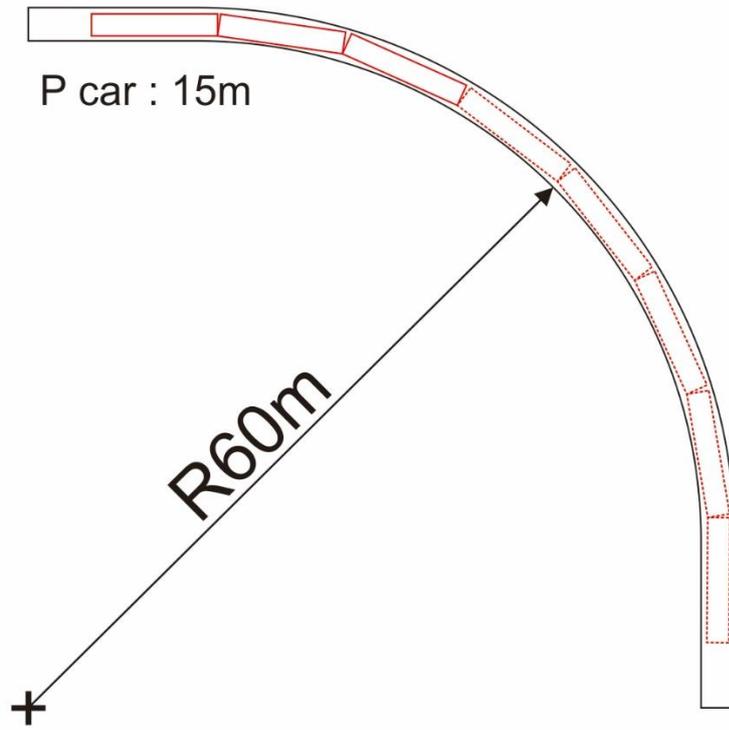
4.4. Analisis Geometri Infrastruktur

Analisis geometri infrastruktur berupa analisis tikungan minimum untuk menentukan ukuran panjang carbody. Analisis ini dilakukan dengan Google Earth untuk melihat berapa radius yang ada pada rute LRT Surabaya ini. Dari tampak atas rute ini, terlihat bahwa tikungan di dekat sekolahan St.Louis di jalan Polisi Istimewa terlihat paling kecil. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap radius tikungan ini.

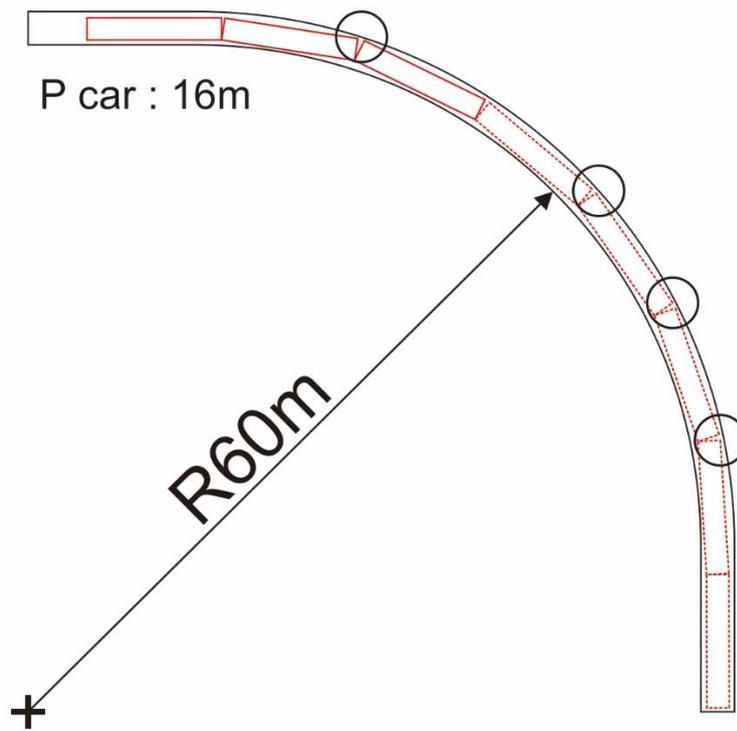


Gambar 4. 4 Tampak Google Earth radius minimum

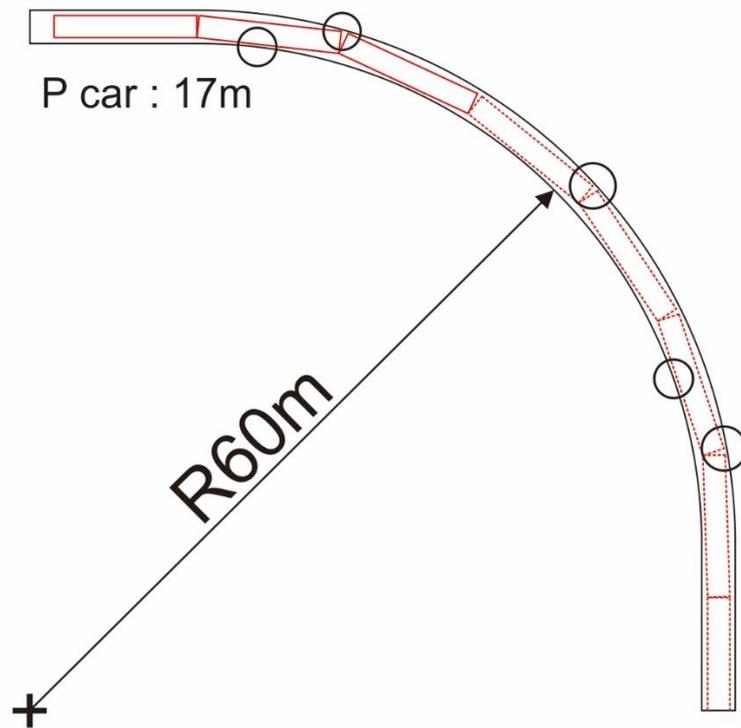
Dari pengukuran diatas diperoleh ukuran bahwa radius terkecil untuk LRT Surabaya adalah 60m. Selanjutnya radius ini digunakan untuk menentukan dimensi panjang maksimal carbody. Selanjutnya disimulasikan dengan lebar dari eksisting carbody yaitu 2,65 dan lebar track 4m. Untuk Panjang dari LRT sendiri, sesuai data eksisting panjang maksimum per carbody LRT yaitu 17m. Berikut simulasi dari perkiraan panjang carbody LRT terhadap radius tikung minimum



Gambar 4. 5 Panjang Car 15m



Gambar 4. 6 Panjang Car 16m

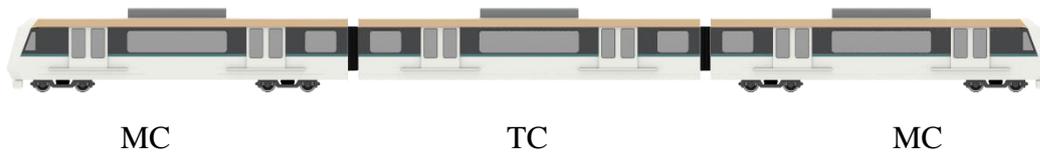


Gambar 4. 7 Panjang Car 17m

Terlihat dari simulasi diatas, bahwa untuk ukuran carbody 16m dan 17m mendapati jarak yang sangat pendek maupn bergesekan dengan pinggir track, sedangkan untuk ukuran carbody 15m terlihat jarak dari pinggir track masih terlihat aman dan tidak menabrak track. Jadi dari Analisis ini mendapatkan kesimpulan bahwa Carbody dengan ukuran maksimum 15m adalah ukuran paling cocok untuk LRT surabaya ini.

4.5. Analisis Geometri LRT

Berdasarkan Analisis rute dan Analisis geometri infrastruktur sudah ditemukan bahwa panjang rute LRT Timur-Barat yaitu 25km dan tikungan minimum yang dilalui adalah radius 60m. Selanjutnya dimensi yang lain sesuai eksisting karena tidak terpengaruh oleh kedua analisis diatas. Berikut rencana ukuran Geometri berdasarkan eksisting dan beberapa analisis:



Gambar 4. 8 Rencana Rangkaian Geometri

No	Dimensi	Keterangan
1	Panjang Kereta (MC-TC) maksimum	15.000mm
2	Lebar Kereta	2.650mm
3	Tinggi atap dari kepala rel	3.402mm
4	Tinggi Lantai kereta dari kepala rel	1.000mm
5	Tinggi atap interior dari dari lantai kereta minimum	1.980mm
6	Jarak antara sumbu boogie maksimum	12.000mm
7	Jarak gandar maksimum dalam satu boogie	2.050mm
8	Diameter roda	780mm
9	Tinggi pintu	2000mm
10	Lebar Pintu	1600mm

Tabel 4. 9 Dimensi Geometri

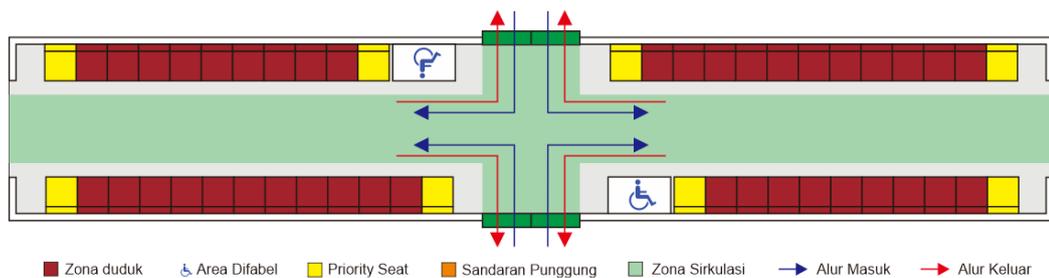
Sarana LRT dirancang 3 gerbong dalam satu trainset yaitu 1 T Car dan 2 M Car. Dimensi TC dan MC disamakan dalam panjangnya tapi yang berbeda pada MC terdapat maskara dan driverdesk yang dioperasikan jika dibutuhkan atau dalam keadaan darurat.

4.6. Analisis LOPAS (Load of Passanger Accomodation System)

4.6.1. Analisis Kebutuhan Jumlah Pintu

Analisis kebutuhan pintu merupakan analisis awal sebelum melakukan konfigurasi layout interior. Analisis ini mencari kebutuhan jumlah pintu berdasarkan analisis sirkulasi user pada saat keluar masuk pintu. Ada 3 alternatif dalam analisis ini yaitu penggunaan 2 pintu, 4 pintu, dan 6 pintu.

• 2 Sliding door double leaf



Gambar 4. 9 Tampak atas konfigurasi 2 sliding door double leaf

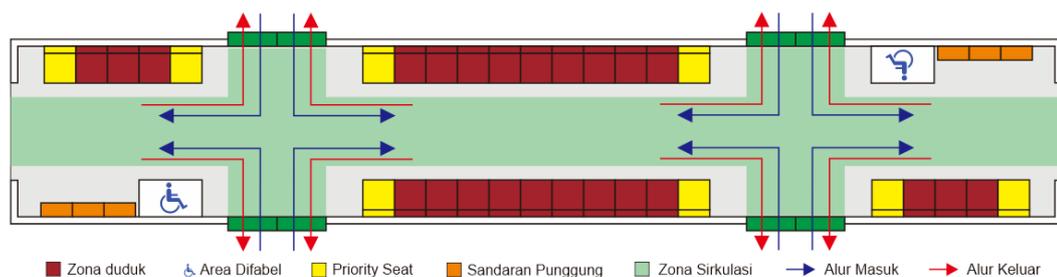
Kelebihan :

- Jumlah seat terbanyak
- Konfigurasi komponen interior lapang dan mudah
- Suasana *private* karena hanya memiliki 2 pintu

Kekurangan :

- Evakuasi kondisi darurat susah
- Sirkulasi Keluar masuk susah
- Aksesibilitas terhadap komponen interior susah

• 4 Sliding door double leaf



Gambar 4. 10 Tampak atas konfigurasi 4 sliding door double leaf

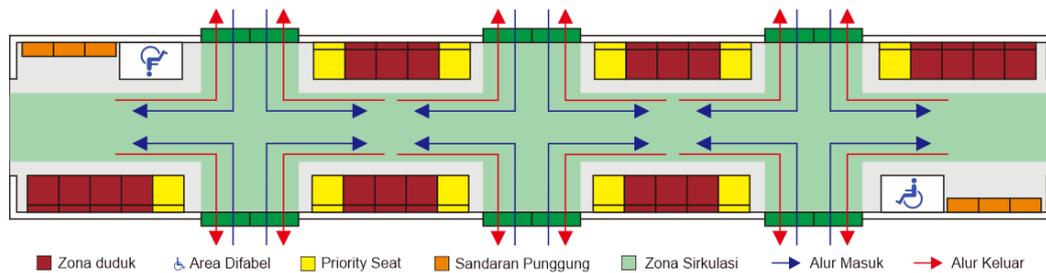
Kelebihan :

- Konfigurasi komponen interior sedang
- Aksesibilitas terhadap komponen interior sedang
- Evakuasi kondisi darurat sedang

Kekurangan :

- Jumlah seat medium
- Suasana ruangan publik karena jumlah memiliki 4 pintu
- Sirkulasi medium

- **6 Sliding door double leaf**



Gambar 4. 11 Tampak atas konfigurasi 6 sliding door double leaf

Kelebihan :

- Sirkulasi paling mudah
- Aksesibilitas terhadap komponen interior mudah
- Evakuasi kondisi darurat mudah

Kekurangan :

- Jumlah seat sedikit
- Suasana ruangan massal-publik karena jumlah memiliki 6 pintu
- Konfigurasi interior susah

Kesimpulan : dengan dimensi carbody yang sudah ditentukan sebelumnya, penggunaan 4 buah sliding door (double leaf) adalah pilihan paling adil untuk pertimbangan sirkulasi padat penumpang. Pemilihan 4 buah pintu lebih sesuai untuk konsep kapasitas penumpang maksimum. Untuk penggunaan 2 buah pintu dirasa kurang dibandingkan dengan dimensi carbody. Sedangkan penggunaan 6

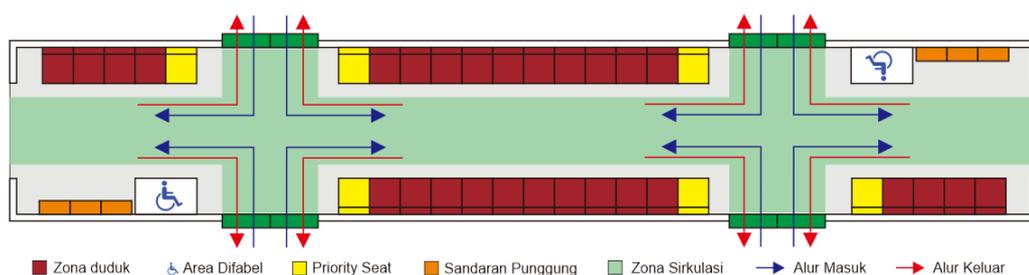
buah pintu sebagai opsi alternative jika konsep menitikberatkan pada keleluasaan sirkulasi penumpang.

4.6.2. Analisis Konfigurasi Interior

Analisis konfigurasi Interior merupakan analisis dalam layouting interior setelah analisis kebutuhan pintu terpenuhi. Pada analisis sebelumnya terpilih jumlah 4 pintu pada setiap gerbong. Dalam konfigurasi sistem LOPAS, terdapat 3 jenis konfigurasi yakni Longitudinal, Transversal, ataupun Campuran. Berikut analisis terhadap alternatif konfigurasi yang menggunakan sistem 4 pintu.

Untuk penjelasan terhadap simbol layout interior, warna hijau tua merupakan simbol untuk pintu, warna merah tua merupakan tempat duduk penumpang biasa, warna kuning merupakan tempat difabel, dimana bila tidak digunakan bisa ditebuk/foldable dan bisa digunakan sebagai tempat berdiri penumpang. Untuk warna putih merupakan simbol rak bagasi untuk meletakkan barang bawaan yang besar. Untuk simbol bulat merah hitam adalah simbol untuk posisi alat pemadam api. Warna hijau muda merupakan zona sirkulasi, serta garis biru menunjukkan arah sirkulasi masuk penumpang dan garis merah menunjukkan arah sirkulasi keluar penumpang.

• Alternatif 1



Gambar 4. 12 Alternatif 1 konfigurasi interior

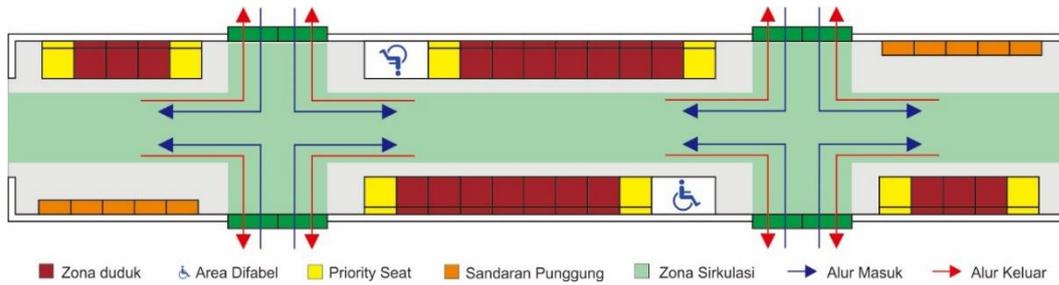
Kelebihan :

- Memiliki space berdiri yang agak luas
- Penanganan sangat mudah untuk difable person

Kekurangan :

- Layout monoton

• **Alternatif 2**



Gambar 4. 13 Alternatif 2 konfigurasi interior

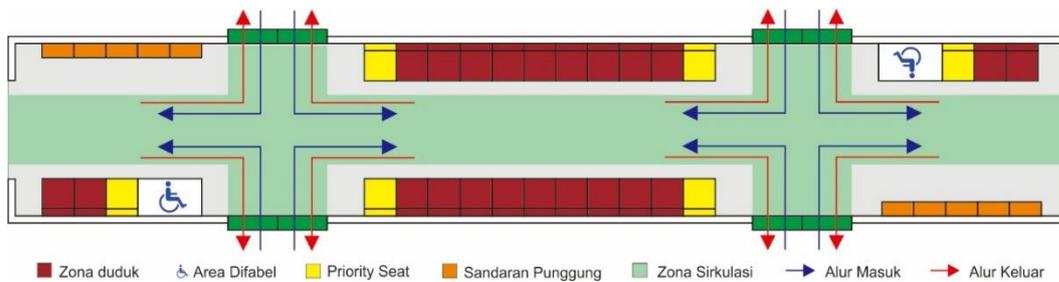
Kelebihan :

- Penanganan masih mudah ketika keadaan darurat
- Space untuk berdiri banyak

Kekurangan :

- Evakuasi untuk difable person jauh di dalam

• **Alternatif 3**



Gambar 4. 14 Alternatif 3 konfigurasi interior

Kelebihan :

- Space untuk berdiri banyak

Kekurangan :

- Evacuation buat difable person susah

No	Kriteria	Prese ntase	Alternatif		Alternatif		Alternatif	
			1	0,5	2	1	3	1
1	Kapasitas seat	20%	5	0,5	5	1	5	1
2	Kapasitas Penumpang Berdiri	10%	5	0,5	3	0,3	4	0,4
3	Kemudahan Sirkulasi	20%	5	1	3	0,6	4	0,8
4	Akses Fasilitas (Rak bagasi, Disabilitas space, emergency tool)	40%	3	1,4	3	1,2	2	0,8
5	Kenyamana n duduk	10%	5	0,5	5	0,5	4	0,4
6	Total	100%	4,2		3,6		3,4	

Tabel 4. 10 Analisis pembobotan Konfigurasi interior

Dari analisis dengan metode penilaian diatas, konfigurasi alternatif dengan nilai tertinggi yaitu alternatif nomor 1 karena memiliki fitur yang lengkap dan akses yang mudah terutama bagi orang yang pertama mengendarai LRT.

4.7. Studi Ergonomi

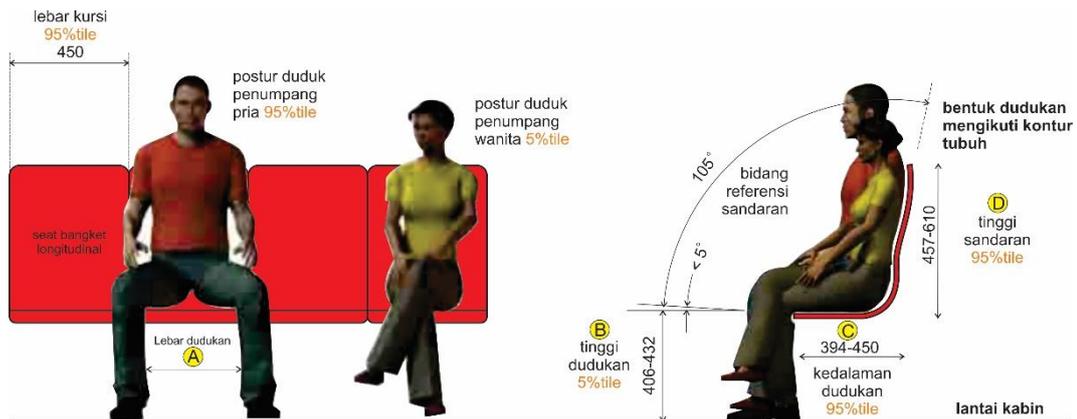
4.7.1. Anthropometri Tubuh



Gambar 4. 15 Dimensi Antrhopometri Tubuh Pria 95 Persentil dan Wanita 5 Persentile

4.7.2. Ergonomi Posisi Duduk

Desain tempat duduk pada LRT Surabaya mengacu pada postur duduk tegak bersandar mengingat jarak tempuh perjalanan yang relatif singkat, serta tingkat kelelahan penumpang terhadap perjalanan relatif rendah (jarak antar stasiun berdekatan).



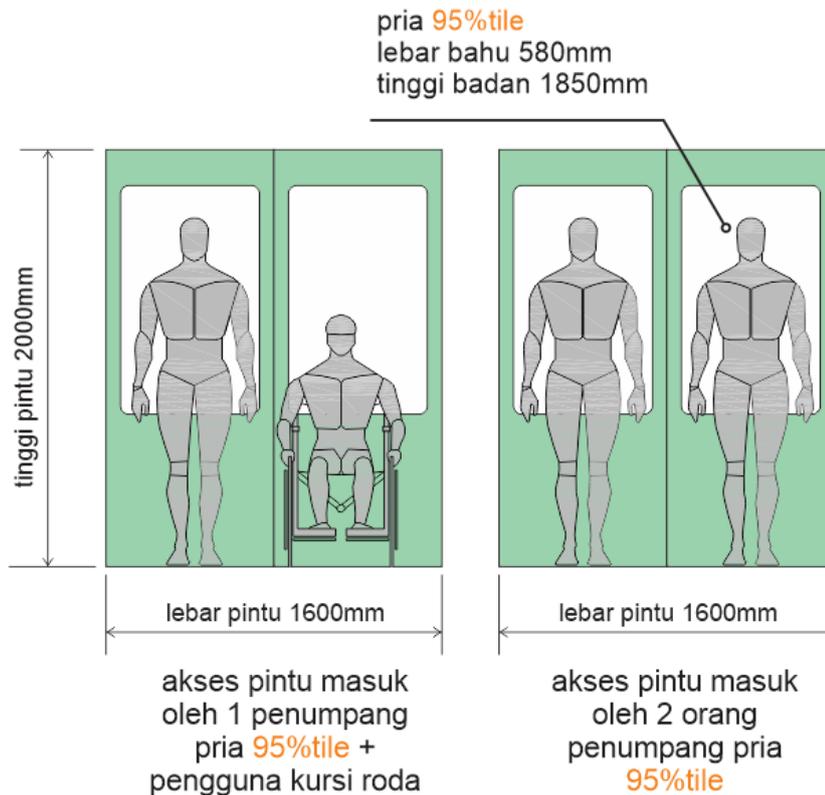
Gambar 4. 16 Ergonomi Posisi duduk

No	UKURAN	ANTHROPOMETRI	PERSENTILE	REACH	CLEARANCE	HASIL
A	Lebar Dudukan	Lebar Pinggang	Pria 95%tile	422mm	+28mm	450 mm
B	Tinggi Dudukan	Tinggi Betis	Wanita 95%tile	442mm	-22mm	420 mm
C	Kedalaman Dudukan	Panjang Paha Kaki	Wanita 5%tile	437mm	-7mm	430 mm
D	Tinggi Sandaran Bahu	Tinggi Sandar Setengah Bahu	Wanita 5%tile	542mm	-92mm	450 mm
E	Kelonggaran Bahu	Lebar bahu	Wanita 5%tile	529mm	-19mm	510 mm

Tabel 4. 11 Ergonomi-Anthropometri Aktivitas Duduk Penumpang

4.7.3. Ergonomi Aksesibilitas Pintu Gerbong

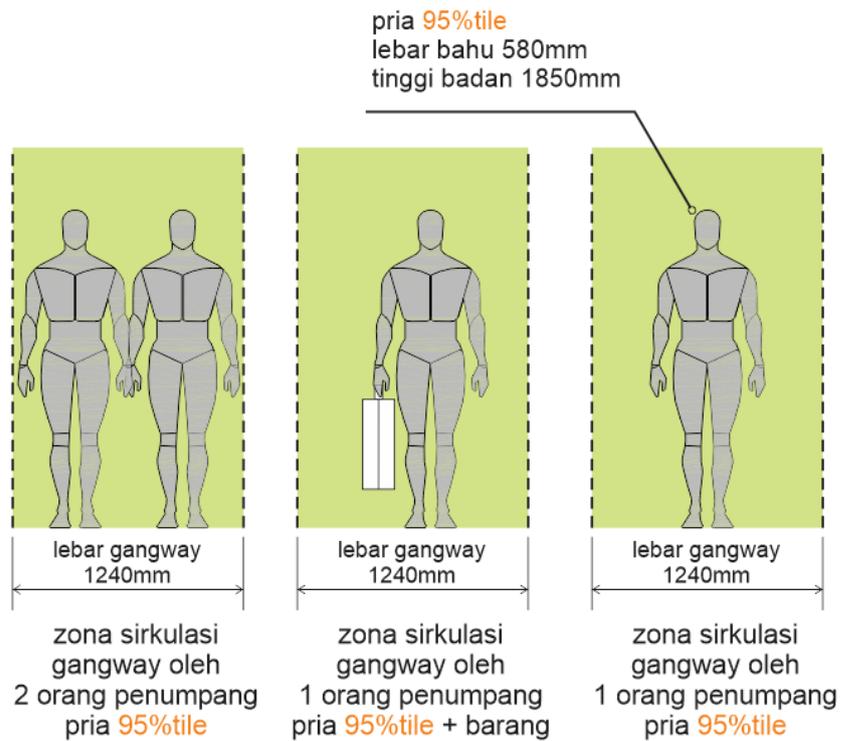
Dimensi pintu gerbong yang dibutuhkan harus mendukung akses dan sirkulasi berbagai macam kategori penumpang (umum-difabel). Pintu gerbong dengan tipe double leaf berdimensi 1600x2000 mm (lebar x tinggi) dipilih karena memiliki level aksesibilitas tinggi (arus bolak-balik) dan dapat menjangkau anthropometri tubuh pria 95%tile + kelonggaran.



Gambar 4. 17 Akseibilitas Pintu gerbong

4.7.4. Ergonomi Sirkulasi Gangway Interior

Lebar gangway pada dasarnya merupakan zona sirkulasi penumpang pada interior kereta. Identifikasi dimensi lebar gangway didapat dari lebar gerbong setelah dikurangi dengan lebar zona duduk. Jika lebar gerbong 2400 mm dan lebar zona duduk 580 mm (satu sisi), maka didapat lebar gangway sebesar 1240 mm. Berikut ilustrasi gambar keleluasaan lebar gangway terhadap antropometri tubuh pria 95%tile.



Gambar 4. 18 Sirkulasi Gangway

4.7.5. Ergonomi Jangkauan Handgrip dan Emergency Tool Box

Sesuai dengan Gambar pada lampiran 1, berikut ukuran ergonominya

No	UKURAN	ANTHROPOMETRI	PERSENTILE	REACH	CLEARANCE	HASIL
F	Tinggi handgrip	Jangkauan tangan vertikal	Wanita 5%tile	1852 mm	-52 mm	1800 mm
G	Jarak antar handgrip max	Lebar bahu maksimum	Pria 95%tile	580 mm	-160 mm	420 mm
H	Jarak antar handgrip min	Tebal badan maksimum	Pria 95%tile	330 mm	+90 mm	420 mm
I	Tinggi emergency box min	Tinggi pintu rak minimum	Wanita 5%tile	914 mm	-64 mm	850 mm

Tabel 4. 12 Anthropometri Jangkauan Handgrip dan Emergency Tool Box

4.8. Analisis Komponen, Teknologi, dan Material

4.8.1. Analisis Bogie

Bogie berdasarkan gambar 2.13 merupakan bogie dengan ban besi yang biasa digunakan pada LRT yang ada di dunia, berikut merupakan kelebihan dan kekurangannya.

Kelebihan	Kekurangan
Kecepatan Tinggi	Akselerasi Kurang
Kapasitas Angkut Besar	Susah melewati tanjakan
Konsumsi Daya Kecil	
Penggunaan Rel Simple	

Tabel 4. 13 kelebihan dan kekurangan steel-Tyred bogie

Sedangkan bogie berdasarkan gambar 2.14 yaitu rubber tyred bogie adalah bogie yang masih jarang digunakan di dunia.

Kelebihan	Kekurangan
Getaran Minimum	Konsumsi Daya Besar
Akselerasi Besar	Penggunaan Rel banyak
Mudah melewati lereng	Lebih Berat
Jarak Pengereman Pendek	Biaya Maintenance Mahal
	Kapasitas Angkut Sedikit

Tabel 4. 14 kelebihan dan kekurangan Rubber-Tyred Bogie

Diatas merupakan tabel yang menjelaskan kelebihan dan kekurangan dari rubber – tyred bogie.

Dari dua tabel diatas dapat kita lihat, perbedaan stell-tyred dengan rubber-tyred terlihat mempunyai kelebihan yang mumpuni masing masing.

Tapi untuk rute Surabaya, yang mempunyai ketinggian tanah yang rata, tidak membutuhkan bogie model karet, selain itu bogie model karet lebih mahal dan susah perawatannya. Kesimpulannya untuk LRT Surabaya lebih cocok memakai bogie Steel-Tyred.

4.8.2. Analisis Kontrol

Kontrol yang dimaksud disini adalah sistem pengendalian LRT. Ada dua jenis pengendalian LRT yaitu manual dan otomatis. Pengendalian manual itu LRT memiliki driver cab, lalu didalamnya terdapat driver desk dan terdapat kursi untuk pengemudi. Berbeda dengan pengendalian otomatis, pengendalian otomatis ada yang dikontrol melalui pusat stasiun kontrol, dan ada yang benar benar otomatis dengan memiliki mesin tersendiri. berikut analisis kelebihanannya.

Berdasarkan gambar 2.16, berikut pembahasannya

Kelebihan
Lebih Aman Karena Ada Driver
Peraturan di Indonesia sudah Jelas

Tabel 4. 15 kelebihan driver manual

Kelebihan kontrol manual driver desk manual adalah lebih aman dari segi keamanan karena dikontrol manual langsung dari LRT nya , serta peraturan perundang-undangannya sudah jelas.

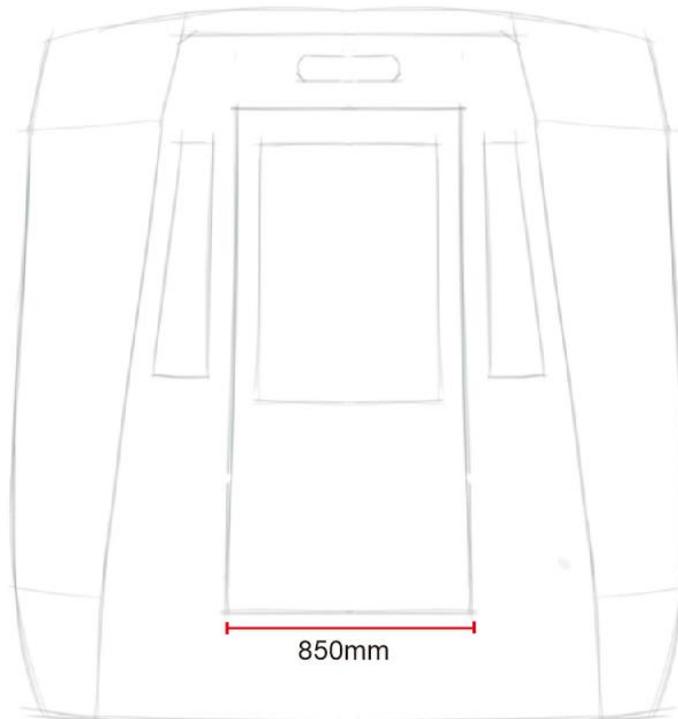
Selanjutnya adalah pembahasan driver otomatis terlihat berdasarkan gambar 2.18 , berikut pembahasannya:

Kelebihan
Lebih Praktis
Memperluas kapasitas interior
Bagian depan dapat digunakan sebagai pintu Emergency

Tabel 4. 16 kelebihan sistem kontrol otomatis

Dari kedua tabel kelebihan diatas terlihat bahwa kelebihan sistem otomatis lebih banyak daripada sistem pengendalian manual. Diantaranya lebih praktis, space interior bisa bisa dimanfaatkan, serta bagian depan atau pada bagian maskara dapat digunakan sebagai pintu emergency exit. Kesimpulannya adalah sistem pengendalian otomatis yang lebih cocok digunakan untuk LRT Surabaya.

4.8.3. Analisis Emergency Derainment Door



Gambar 4. 19 ukuran pintu detrainment pada maskara

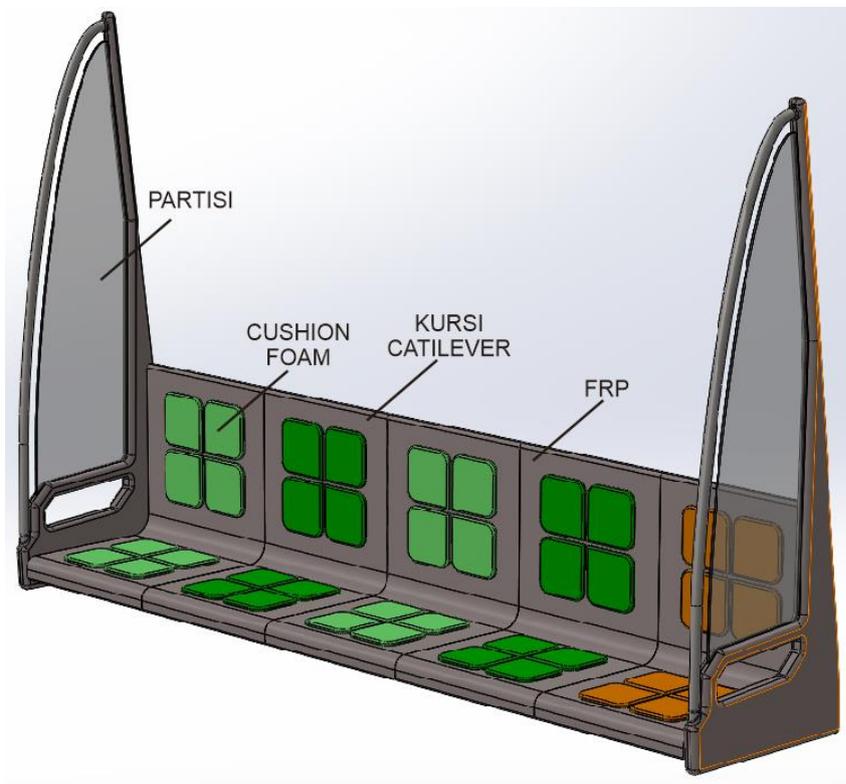
Pintu emergency derainment door ini terletak pada bagian depan maskara. Pintu ini digunakan dalam keadaan emergency. Karena LRT Surabaya ini elevated maka pintu ini diprioritaskan untuk para pengguna yang takut akan ketinggian dan penumpang prioritas untuk evakuasi pindah ke LRT penjemput.

Dikarenakan yang melewati juga pengguna disabilitas maka lebar pintu detrainment door sesuai dengan pengguna kursi roda yang ukurannya tertera pada studi ergonomi.

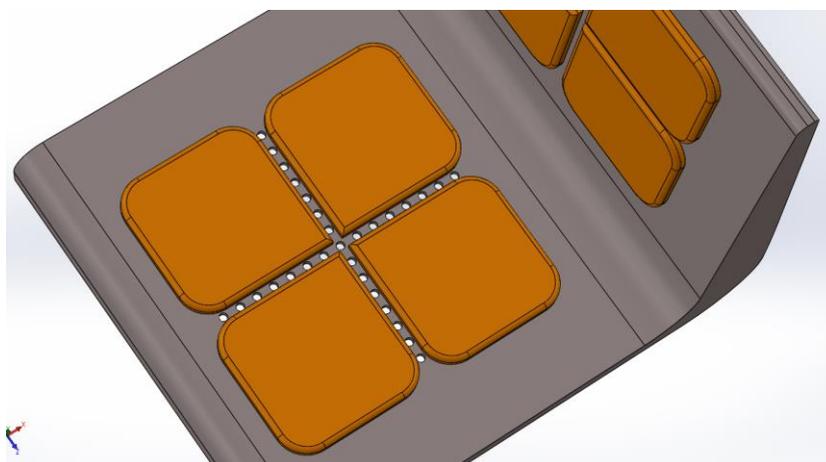
4.8.4. Analisis Tempat Duduk

Tempat duduk yang digunakan sesuai dengan konfigurasi yaitu longitudinal dengan konsep personal seat untuk menambah kenyamanan dan privasi yang disesuaikan dengan karakteristik masyarakat perkotaan. Struktur kursi yang digunakan yaitu catilever (struktur kursi melayang). Struktur kursi ini digunakan agar menambah kesan lapang interior, dapat juga untuk menaruh barang dan untuk mempermudah maintenance lantai. Agar pengguna dapat melihat barangnya , kursi

diberi lubang lubang agar barang terlihat. Selain itu , terdapat juga kursi khusus petugas, didesain foldable agar hanya petugas LRT yang dapat menggunakannya. Material yang digunakan untuk kursi yaitu FRP, dengan sandaran foam yang dilapisi kulit sintetis , yang diproduksi oleh MBTech jenis Camaro.

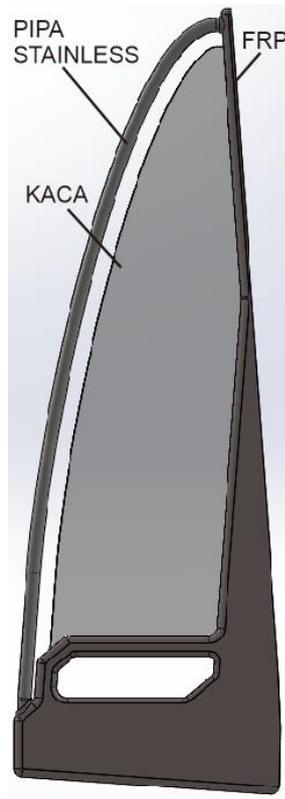


Gambar 4. 20 Desain Tempat Duduk



Gambar 4. 21 Lubang pada kursi untuk melihat barang bawaan

4.8.5. Analisis Partisi Tempat duduk



Gambar 4. 22 Partisi tempat duduk

Partisi ini digunakan diujung samping kursi penumpang longitudinal. Partisi ini digunakan bertujuan agar penumpang yang paling ujung tidak terjatuh ke bawah karena dekat dengan pintu. Selain itu pipa yang ada di partisi bisa digunakan untuk berpegangan penumpang yang berdiri. Terdapat kaca agar interior terlihat lebih lapang.

4.8.6. Analisis Pencahayaan

a. *General (area) lighting*

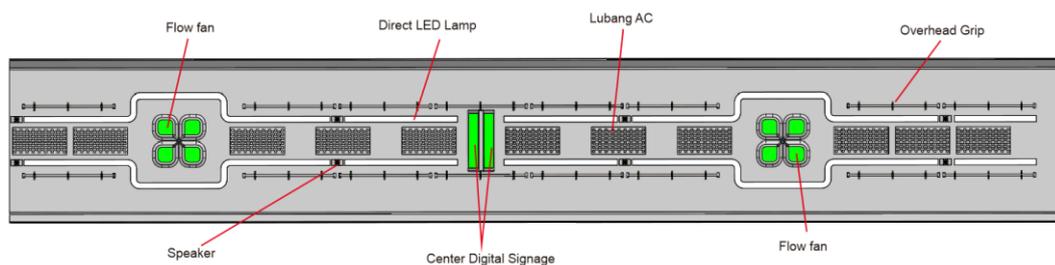
Tata letak lampu sebagai penerangan utama, menjangkau setiap sudut pada ruang interior (areal). Pengoperasiannya secara bersamaan, tidak memungkinkan penggunaan menurut individu dan dengan intensitas cahaya yang cukup tinggi.

b. Task (spot / local) lighting

Tata letak lampu sebagai penerangan opsional, terletak pada masing-masing seat (individu). Pengoperasian tidak secara bersamaan, memungkinkan untuk penggunaan sesuai kebutuhan individu masing-masing. Intensitas cahaya dapat disesuaikan.

c. Aisle-illumination (continuous) lamp

Tata letak lampu sebagai penerangan / dekoratif, bersifat areal dengan penempatan tersembunyi. Pengoperasian secara bersamaan, tidak memungkinkan penggunaan menurut individu dengan intensitas cahaya yang sedang.



Gambar 4. 23 Mapping lighting

Kesimpulan pencahayaan interior menggunakan tipe pencahayaan publik (*general illumination lamp*) dengan konfigurasi memanjang sesuai dengan pola yang diberi kesan estetika, kebutuhan perjalanan bersifat publik dan kemungkinan pengguna melakukan aktivitas sekunder relative rendah seperti membaca, menulis, tidur

4.8.7. Analisis Penghawaan

a. Diffuser line flow fan (Lampiran 1 gambar 7.1)

Penghawaan dengan kipas perotasi (line flow fan) pada eksisting train car KRLI, menggunakan dua buah diffuser yang terletak secara simetris dan membagi jarak sama rata pada setiap train car (sejajar pintu). Penggunaan diffuser sebagai penghawaan pada train car kurang dapat memberikan hasil yang maksimal, dikarenakan saluran penghawaan diffuser hanya mengcover sebagian kecil luasan membujur pada train car. Hal ini menyebabkan distribusi udara pada train car menjadi lebih lama dibandingkan penghawaan dengan menggunakan turbulensi.

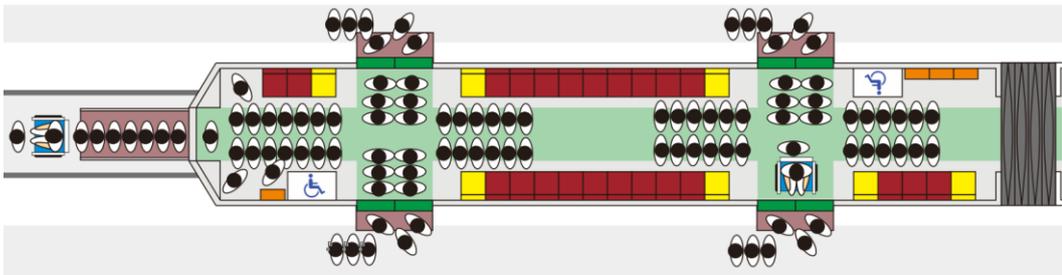
b. *Turbulence line* (Lampiran 1 gambar 7.2)

Penghawaan dengan menggunakan pipa penyalur (turbulen) yang dibungkus aluminium foil, untuk menghembuskan dan menghisap udara dari dan ke kondenser (kompresor). Pipa penyalur dapat ditempatkan secara membujur sepanjang ducting, sesuai dengan intensitas penghawaan yang diinginkan. Penggunaan saluran berupa turbulen pada train car akan memberikan kondisi penghawaan yang lebih maksimal, dikarenakan dengan posisi sejajar membujur sepanjang train car akan mengcover luasan ruang yang lebih besar. Sehingga distribusi udara pada train car akan merata dengan lebih cepat dibandingkan menggunakan saluran berupa diffuser.

Kesimpulannya penghawaan yang digunakan adalah Turbulence Line, karena yang dicari dalam ruangan adalah suhu bukan hembusan angin. Selain itu penghawaan dengan turbulence line akan mengcover penghawaan yang lebih maksimal.

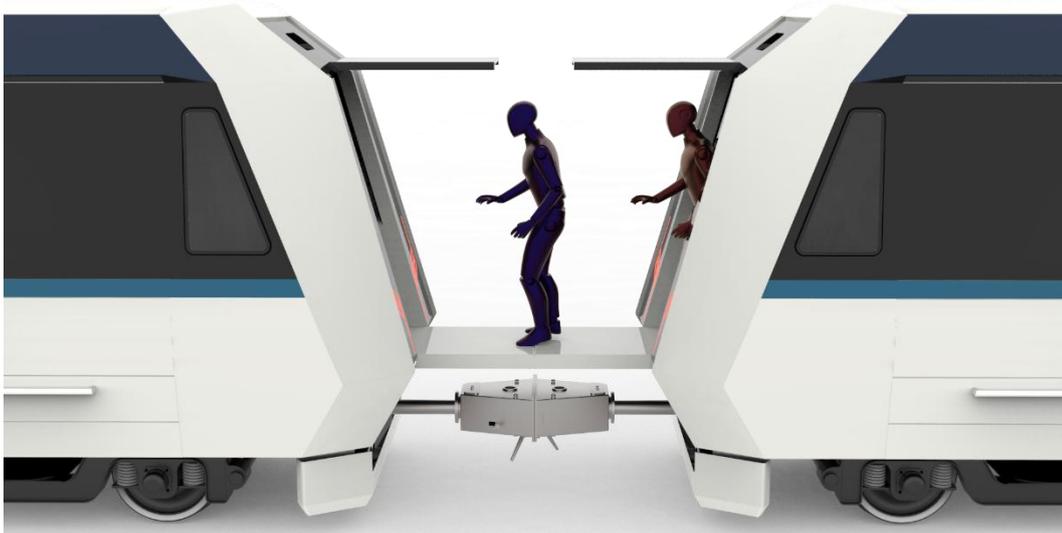
4.9. Analisis Emergency Evacuation

Untuk keperluan dalam keadaan darurat, diperlukan signage maupun skema dalam keadaan emergency. Untuk itu diperlukan analisis keadaan dalam rangkaian LRT, agar mempermudah proses evakuasi maupun efisiensi. Berikut merupakan skema keadaan ketika proses evakuasi emergency



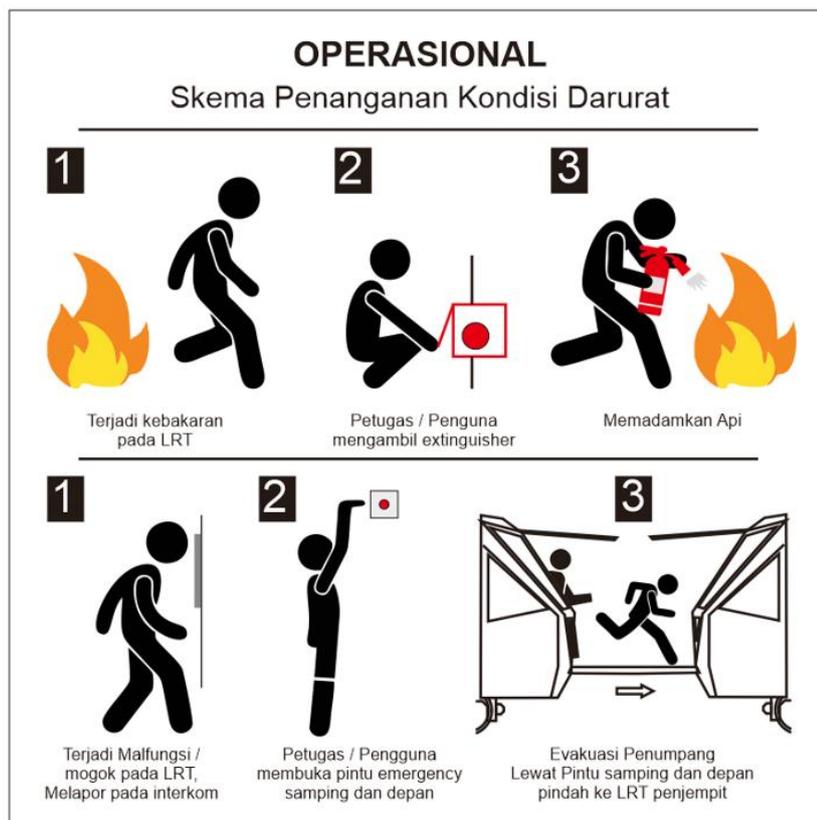
Gambar 4. 24 Tampak Atas skema peoses Emergency.

Terlihat pada gambar diatas, emergency pada gerbong MC, evakuasi ada 5 titik, yaitu 4 pintu samping dan 1 pintu deraintment depan. Untuk emergency lewat samping melalui trotoar yang ada pada pinggir jalur LRT. Namun untuk pengguna yang takut akan ketinggian dan berkebutuhan khusus disarankan evakuasi melalui end cab atau deraintment door pada bagian maskara LRT. Untuk evakuasi melalui deraintment door ini menunggu LRT penjemput lalu menunggu proses coupling atau penggabungan coupler lalu menunggu pintu terbuka



Gambar 4. 25 Tampak ketika Coupler bersatu dan proses evakuai antar LRT

Proses coupling dimulai dari rangkaian LRT mendekat, lalu masing masing mengeluarkan/memanjangkan couplernya yang menggunakan linear actuator, selanjutnya LRT menyesuaikan sampai coupler terpasang satu sama lain. Selanjutnya pintu deraintment terbuka menjadi 2, bagian bawah pintu nantinya berfungsi sebagai jalan emergency dan bagian atas pintu berfungsi sebagai atap. Jika sudah menyatu akan tampak seperti pada gambar 4.25. Yang bertugas untuk membuka pintu adalah petugas yang berjaga pada LRT.

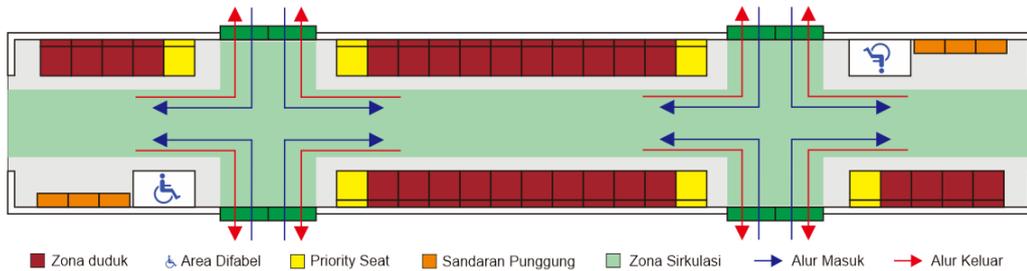


Gambar 4. 26 Signage Emergency Dalam LRT

Meskipun di dalam LRT terdapat penjaga , kebutuhan signage tetap dibutuhkan agar pengguna mengerti cara cara penggunaan fasilitas ketika keadaan emergency. Didalam gerbong juga terdapat interkom untuk melaporkan keadaan LRT ke pusat kontrol.

4.10. Design Requirement and Objective

4.10.1. Kapasitas Per gerbong (TC)



Gambar 4. 27 konfigurasi LOPAS terpilih

Kapasitas normal (Sesuai kursi dan handgrip):

Kursi	34
Berdiri	68
Total	102

Tabel 4. 17 perhitungan kapasitas normal

Kapasitas penuh (8 orang per meter persegi):

Kursi	34
Berdiri	184
Total	218

Tabel 4. 18 perhitungan kapasitas penuh

4.10.2. Pengoperasian

Variabel	LRT
Koridor	Timur - Barat
Lokasi Depo	Keputih
Panjang Koridor	24 km
Jumlah Stasiun	23
Jarak Antar Stasiun	500m – 2000m
Kapasitas / Rangkaian	300 Penumpang
Jumlah Rangkaian	3
Headway	10 Menit
Jam Operasional	05.00 – 23.00 Wib
Dwelling Time Stasiun Kecil	1 Menit
Dwelling Time Stasiun Besar	1 Menit 30 Detik
Waktu tempuh satu arah	55 Menit

Tabel 4. 19 sistem perngoperasian

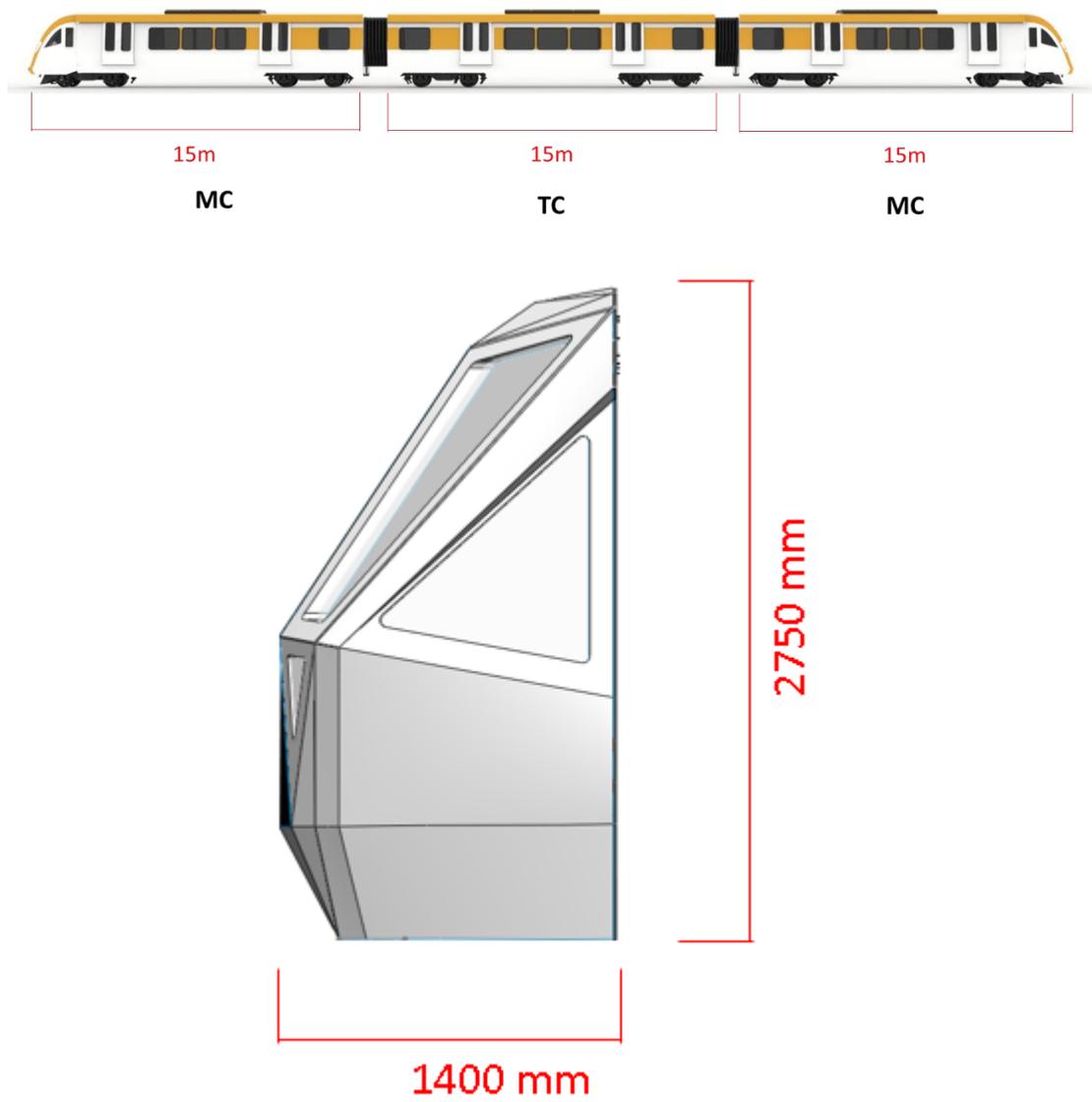
4. 10.3. Spesifikasi teknis

Dimensi	Keterangan
Panjang Kereta (MC-TC) maksimum	15.000mm
Lebar Kereta	2.650mm
Tinggi atap dari kepala rel	3.402mm
Tinggi Lantai kereta dari kepala rel	1.000mm
Tinggi atap interior dari dari lantai kereta minimum	1.980mm
Jarak antara sumbu boogie maksimum	12.000mm
Jarak gandar maksimum dalam satu boogie	2.050mm
Diameter roda	780mm
Tinggi pintu	2000mm
Lebar Pintu	1600mm
Objek	Keterangan
Beban Gandar	Maks. 12 ton
Material	Aluminum alloy, untuk cover bagian depan/kabin menggunakan komposit
Jendela	Frame aluminium, serta kaca jenis tempered
Design Speed	100 km/jam
Operasional Speed	Maks. 85 km/jam
Minimum Radius (Main Line / Depot)	60m
Power Supply	750 Vdc (Range voltage 500 – 900 VDC) menggunakan Rel Ketiga (Third Rail)

Propulsion System	Variable Voltage Variabel Frequency (VVVF) dgn Traction Inverter (IGBT) dan Traction Motor
Brake System	Menggunakan rem gesek dan elektrik, electro-pneumatic dan dynamic
Bogie	Steel-Wheel Bogie

Tabel 4. 20 spesifikasi teknis

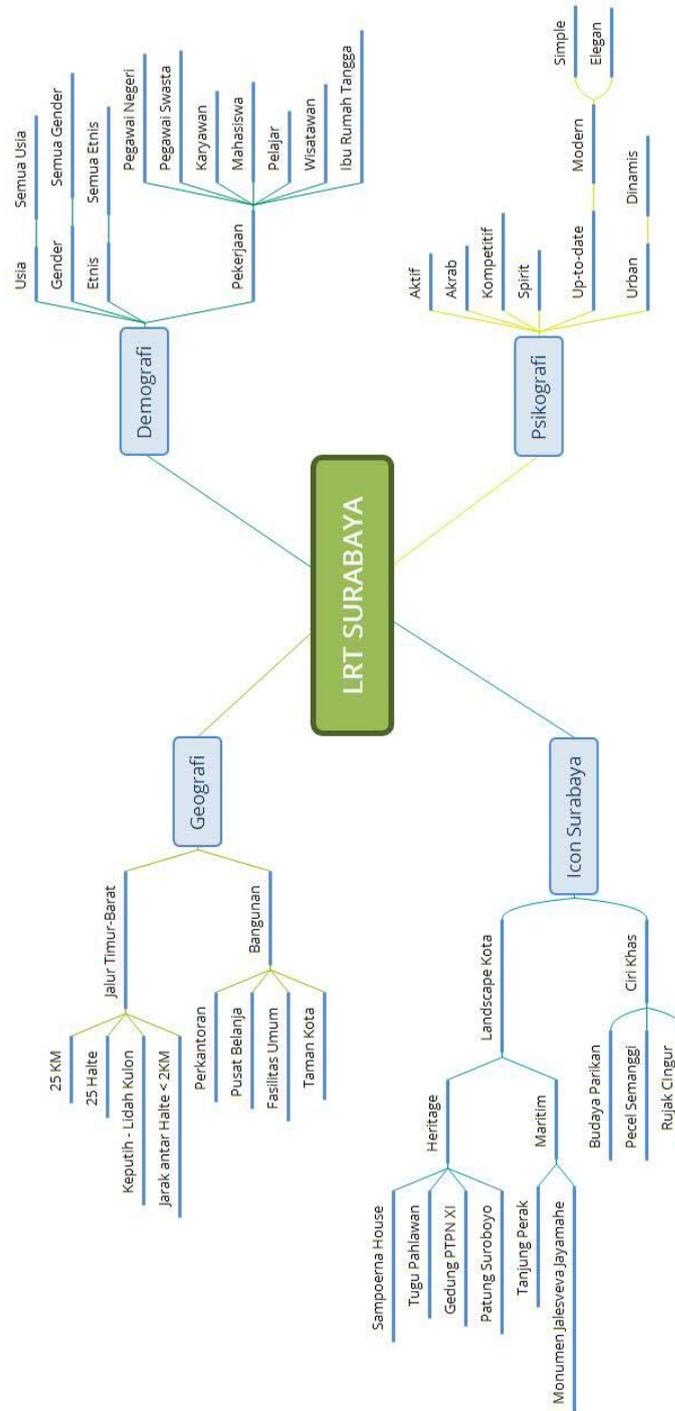
4. 10.4. Basic Design



Gambar 4. 28 Basic Design ukuran trainset dan maskara

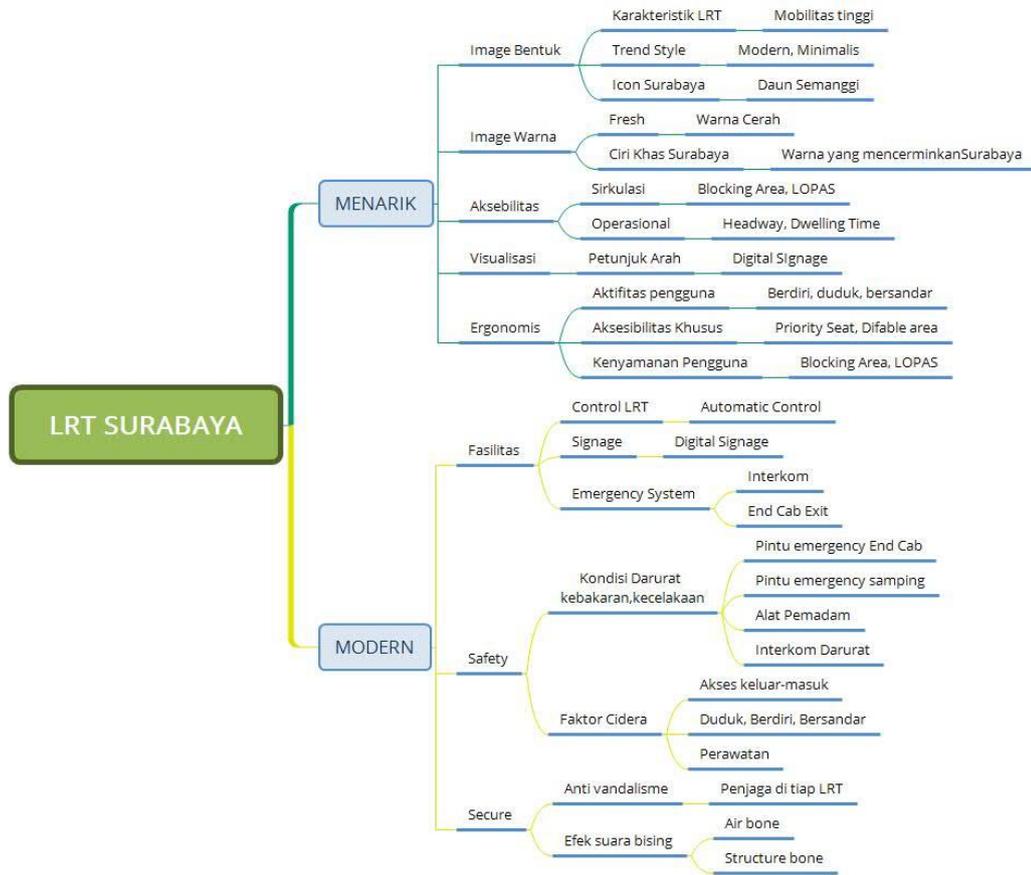
4.11. Analisis Konsep dan Bentuk

4.11.1. Brainstorming Konsep Desain



Gambar 4. 29 Brainstorming Konsep Desain

4. 11.2. Objective Tree



Gambar 4. 30 Objective Tree

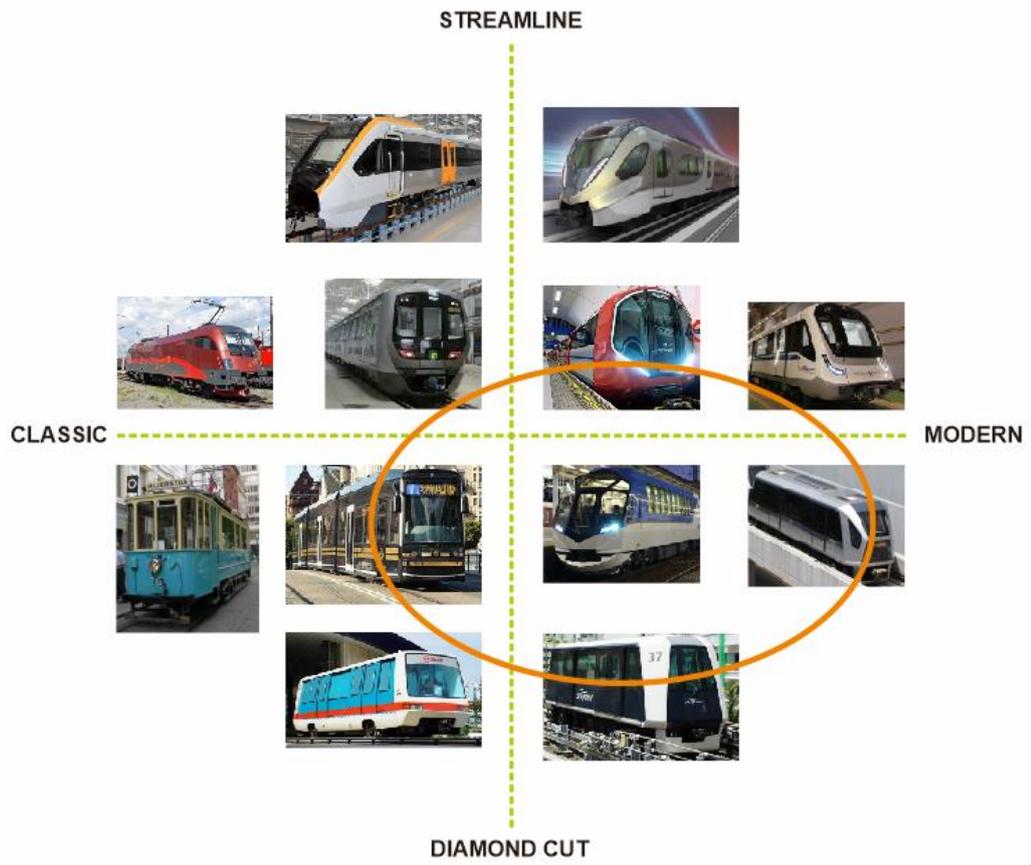
4. 11.3. Analisis Bentuk dan Estetika Eksterior



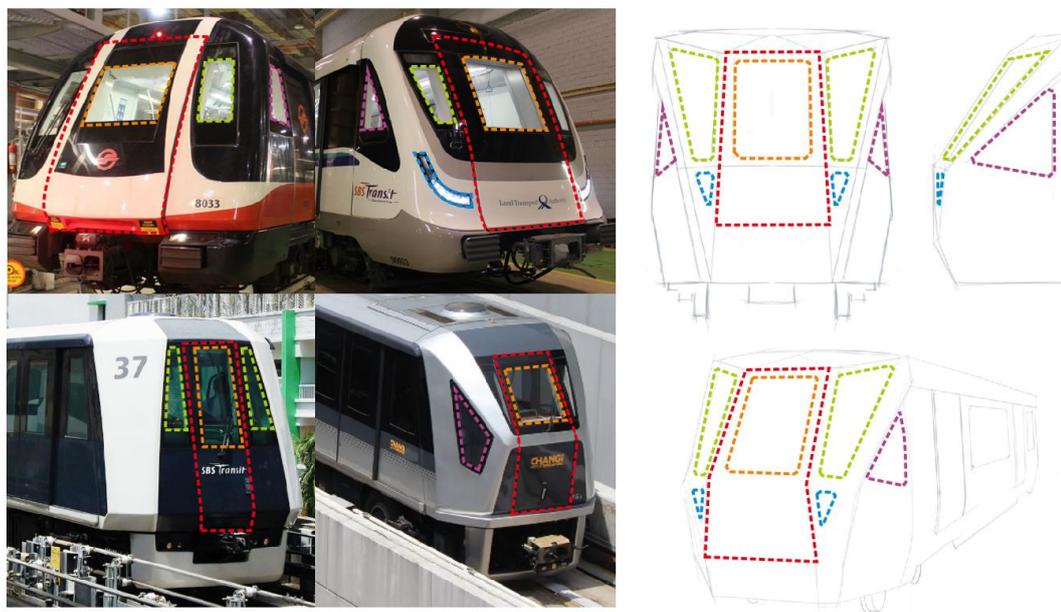
Gambar 4. 31 Moodboard

Konsep yang digunakan dalam membuat bentukan maskara yaitu Functional Semantics. Metode yang digunakan untuk eksterior yaitu mapping forming, membuat bentukan maskara sesuai dengan kebutuhan bagian yang ada, seperti jendela, pintu emergency, lampu, dan lainnya.

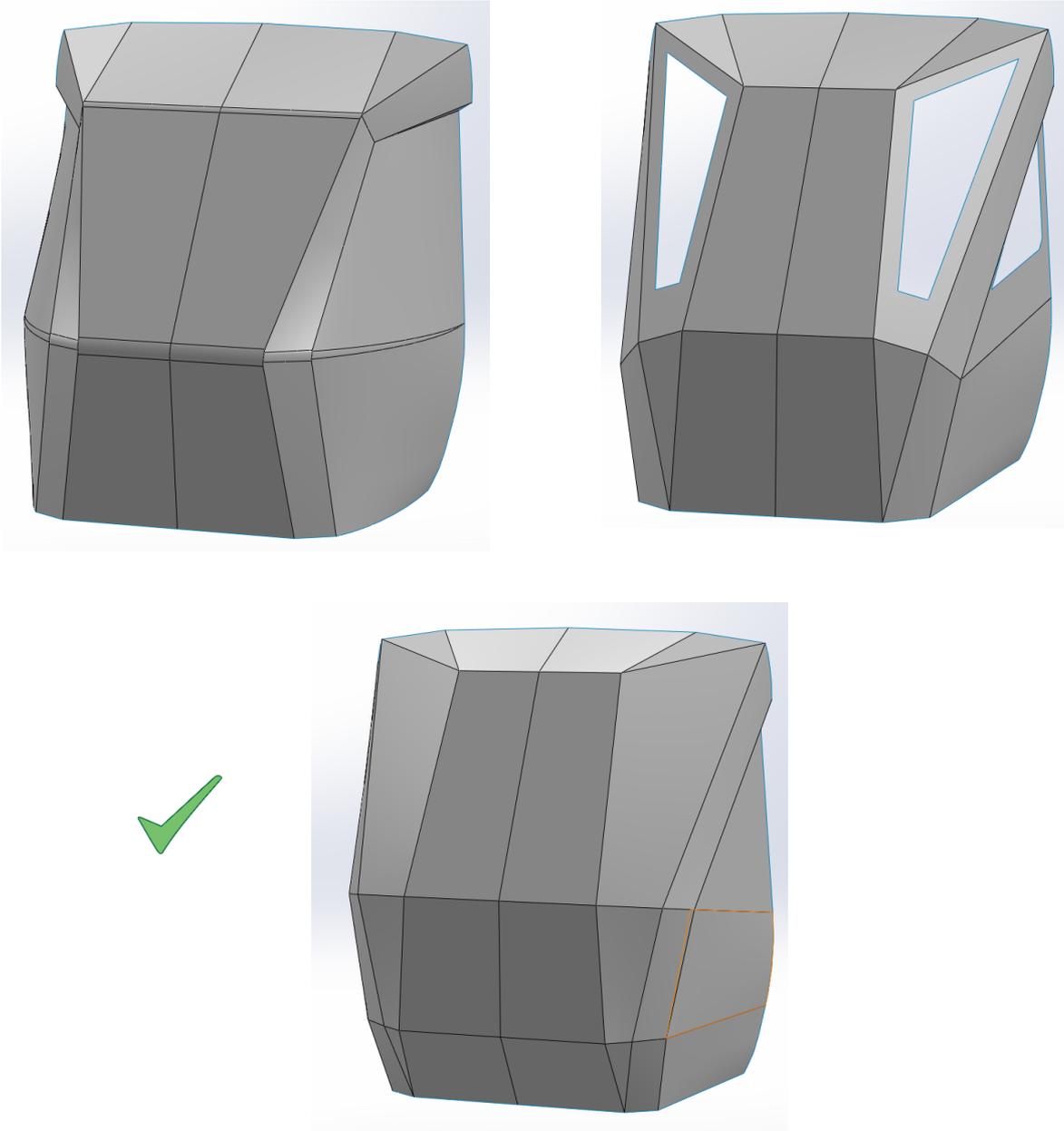
Kata kunci yang diangkat yaitu Eye catching, simple dan modern, yang mencakup konsep seperti yang tertera pada objective tree.



Gambar 4. 32 Image board style



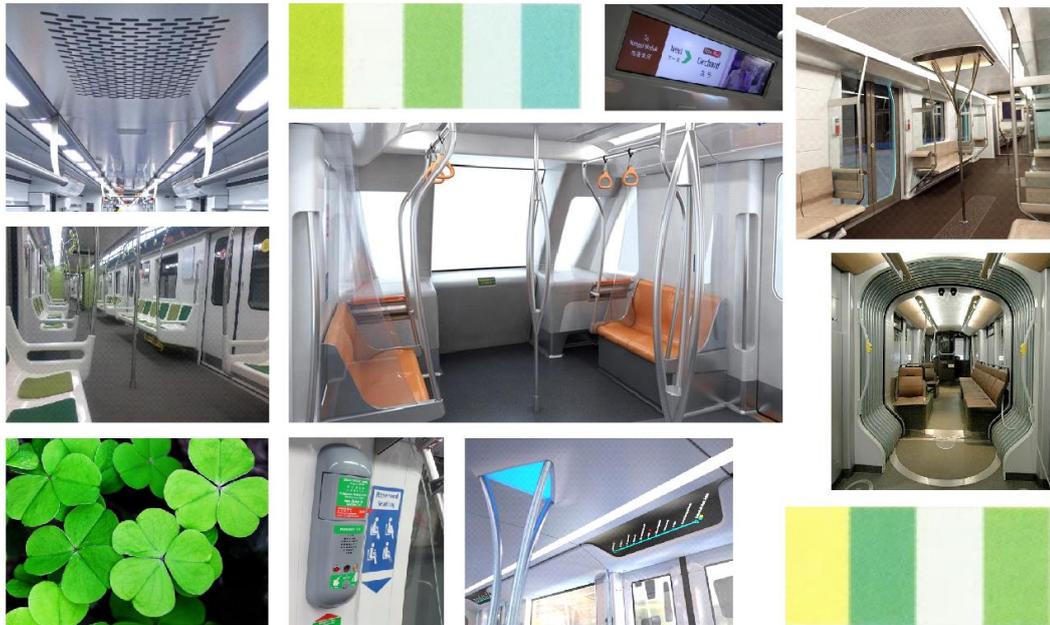
Gambar 4. 33 Metode Mapping Forming



Gambar 4. 34 Alternatif Basic design Maskara

Alternatif ketiga dipilih karena bentukannya yang paling cocok sesuai keyword dan bentuk yang paling sesuai jika digunakan pengaplikasian mapping forming

4. 11.4. Analisis Bentuk dan Estetika Eksterior



Gambar 4. 35 Moodboard Interior

Kata kunci yang diangkat yaitu Fresh Colour, Modern, dan Infinity View, yang mencakup konsep seperti yang tertera pada objective tree. Konfigurasi interior dibuat sesuai dengan Lopas.



Gambar 4. 36 Interior view Idea

4. 11.5. Analisis Merk dan Warna

Analisis merk dan warna dilakukan dengan cara mengidentifikasi alternatif pewarnaan yang tepat untuk diaplikasikan terhadap desain eksterior dan interior. Proses pemilihan warna didahului dengan pengidentifikasian identitas warna yang dimiliki oleh kota Surabaya dan kesesuaiannya dengan tinjauan teori dan konsep yang digunakan dalam pewarnaan sarana transportasi berkaitan dengan sifat/karakteristik yang dimiliki warna tertentu, termasuk trend warna yang berkembang saat ini. Selanjutnya Pilihan warna disesuaikan dengan standar yang dimiliki oleh PT.INKA untuk ketentuan warna eksterior dan material untuk Interior.



Gambar 4. 37 Merk dan Warna Eksterior

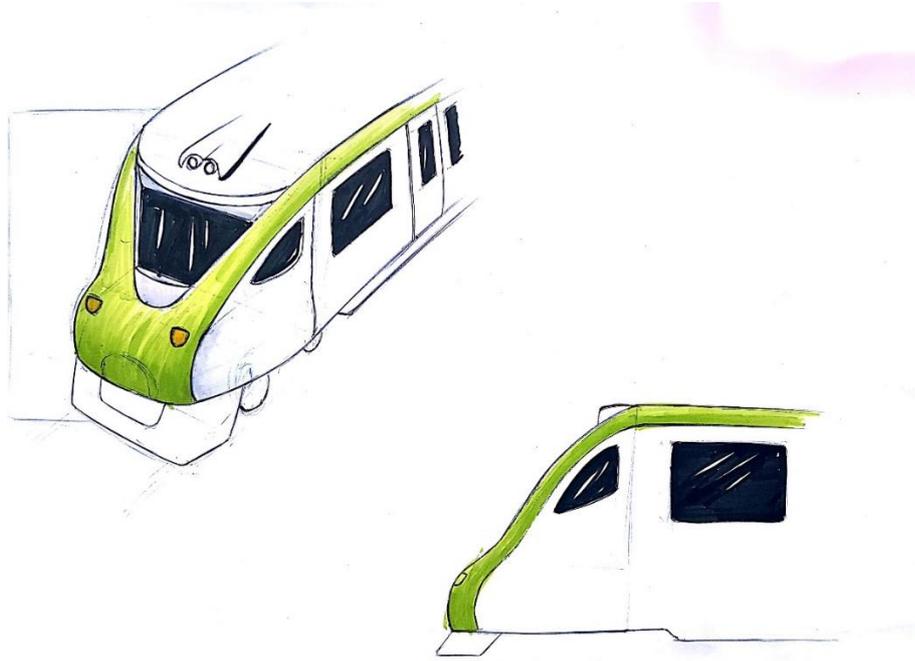
Logo LRT Surabaya diambil dari shape huruf S dengan konsep simple dan cepat. Pewarnaan ocean blue agar terlihat modern sesuai dengan teori kobayashi pada lampiran 3 . Begitu juga pewarnaan eksterior, dengan acuan warna dari website RAL yang biasa PT.INKA gunakan. Selanjutnya warna interior menggunakan konsep fresh juga pada teori kobayashi. Selain itu Isgnage jutga dibutuhkan untuk larangan maupun tanda untuk tempat priority seat maupun difable area



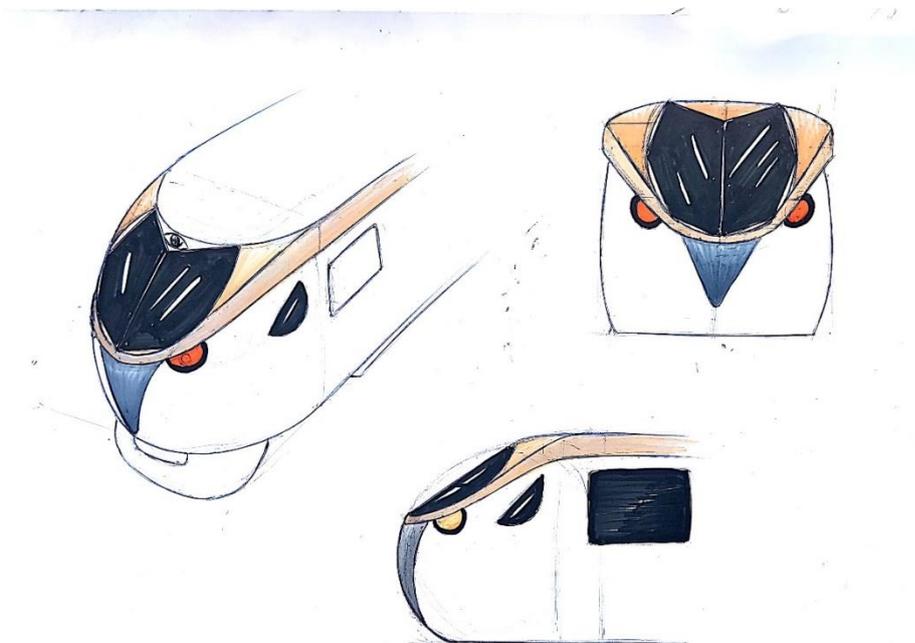
Gambar 4. 38 Signage Larangan dan Priority

4.12. Preliminary Design

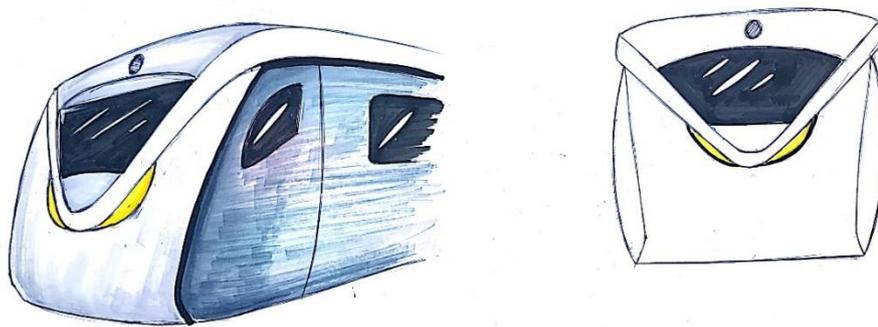
4.12.1. Sketsa Ide K1



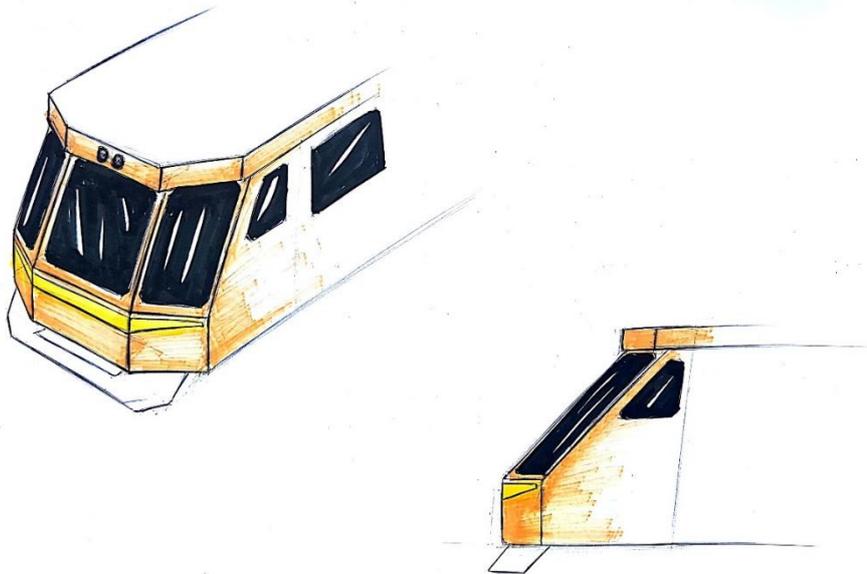
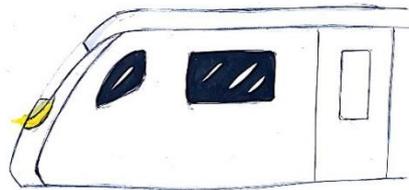
Gambar 4. 39 Sketsa ide maskara 1



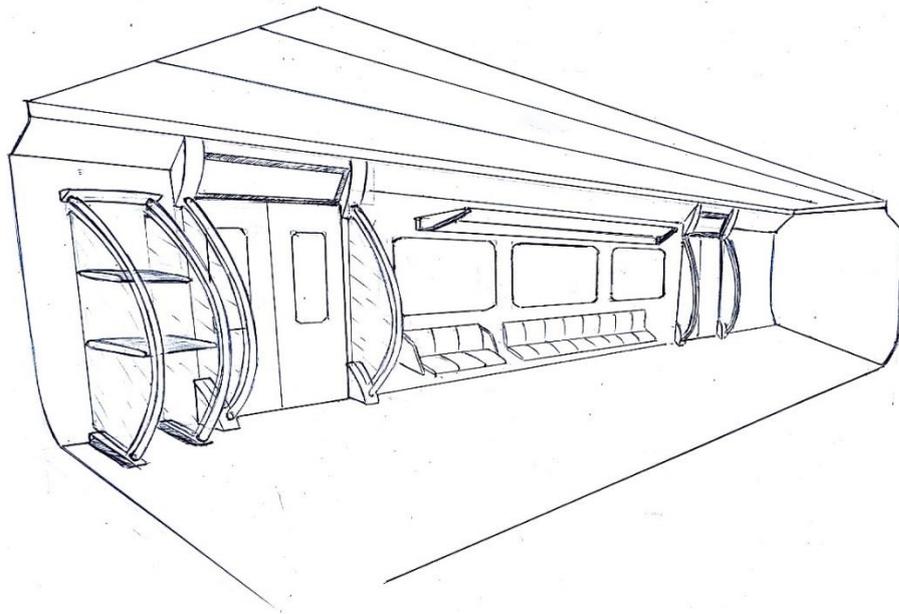
Gambar 4. 40 Sketsa ide maskara 2



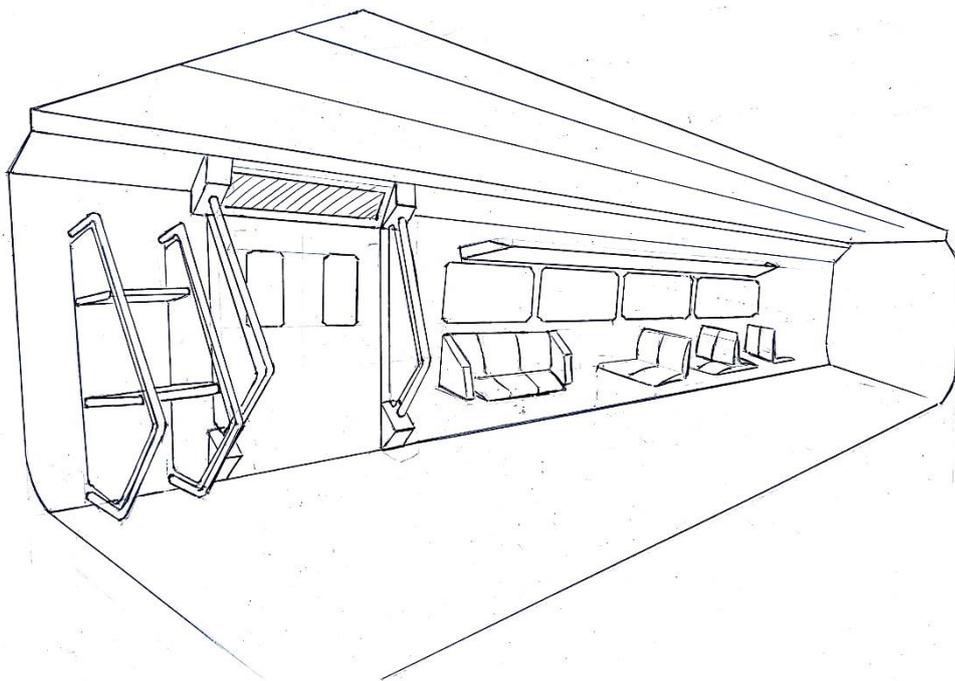
Gambar 4. 41 Sketsa ide maskara 3



Gambar 4. 42 Sketsa ide maskara 4

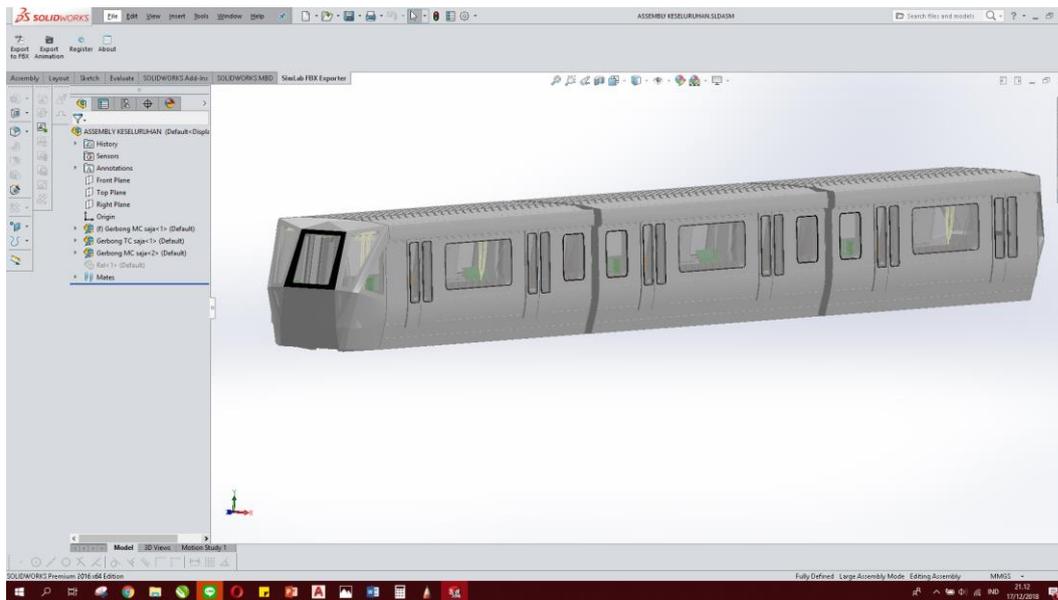


Gambar 4. 43 Sketsa ide Interior 1



Gambar 4. 44 Sketsa ide Interior 2

4.12.2. Digital Modelling



Gambar 4. 45 Proses 3D Modelling di Solidworks

Modelling untuk bagian Eksterior dan Interior dilakukan pada aplikasi solidworks. Pemilihan aplikasi ini dikarenakan lebih cocok untuk menggambar 3d dengan dimensi yang terukur. Selanjutnya untuk rendering 3D menggunakan software 3Ds max dan Keyshot.

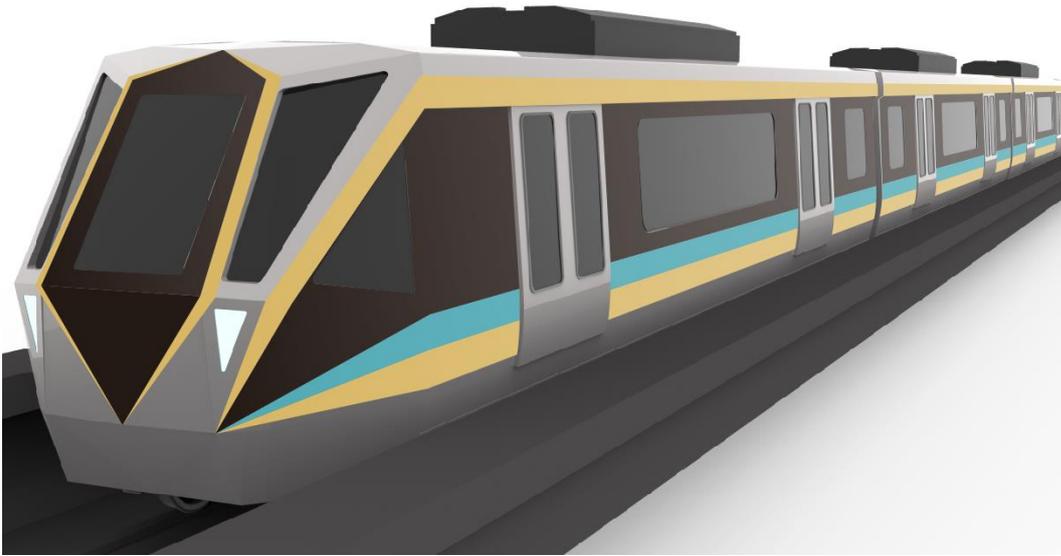
4.12.3. Desain Alternatif K2



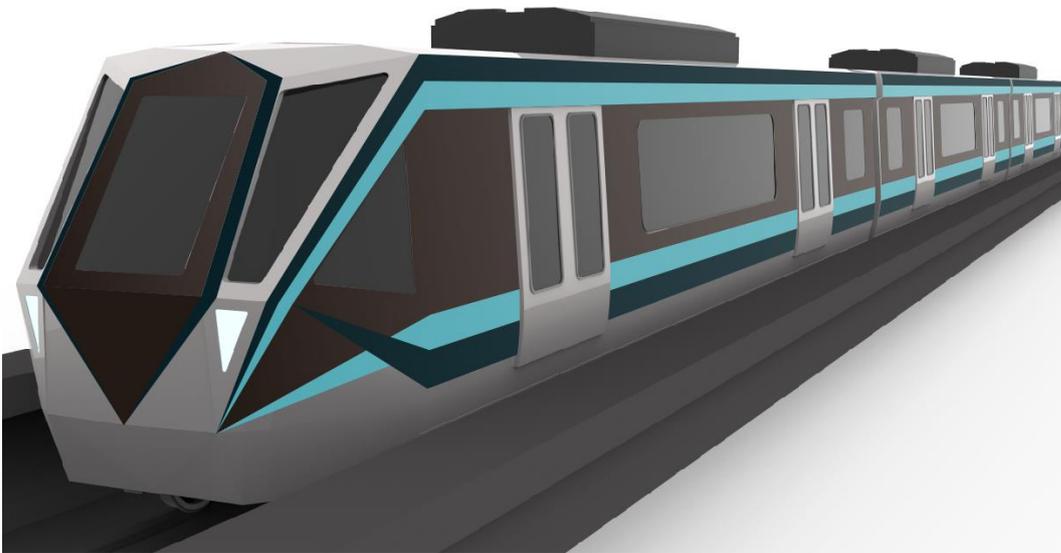
Gambar 4. 46 Alternatif warna eksterior 1



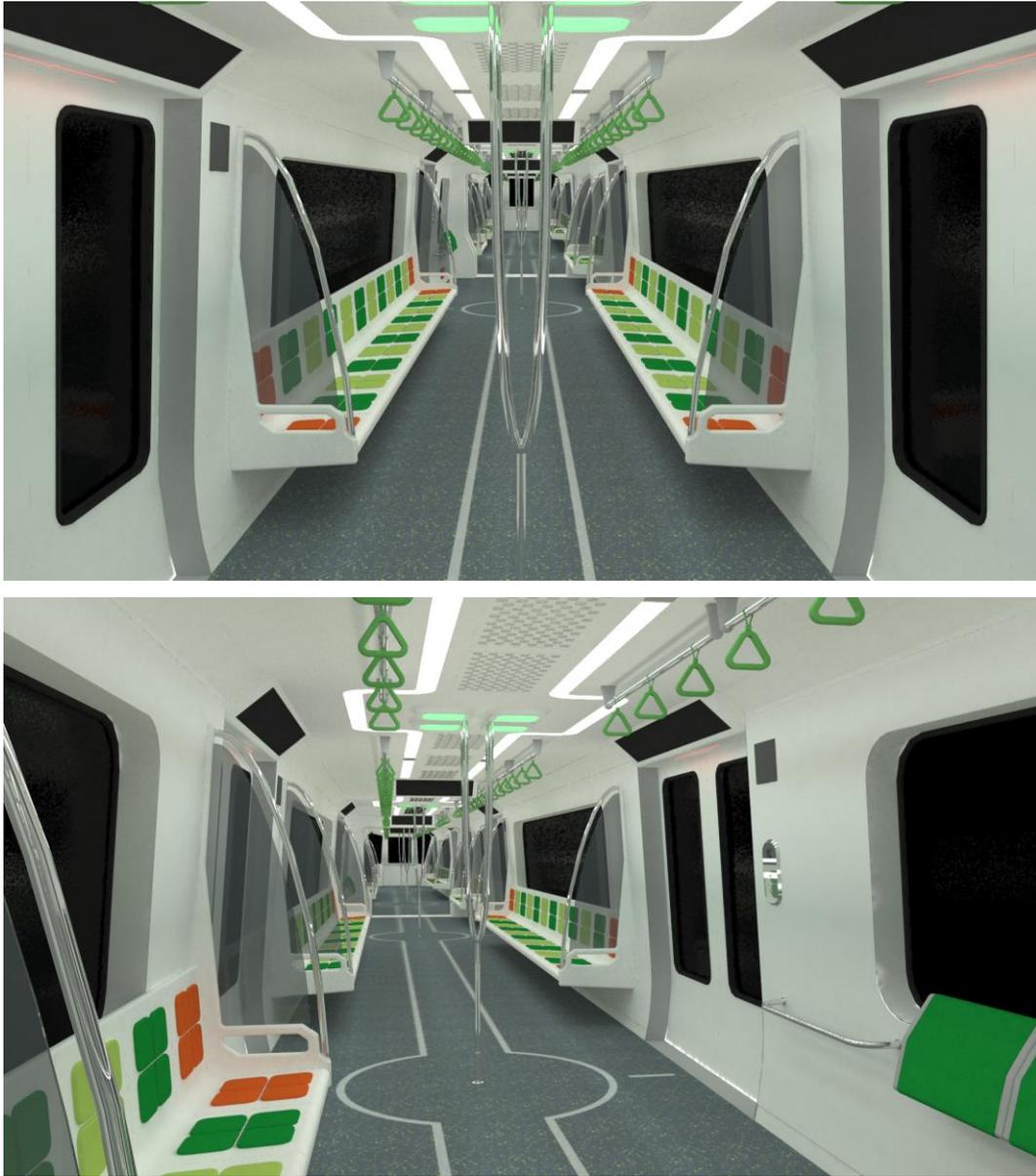
Gambar 4. 47 Alternatif warna eksterior 2



Gambar 4. 48 Alternatif warna eksterior 3



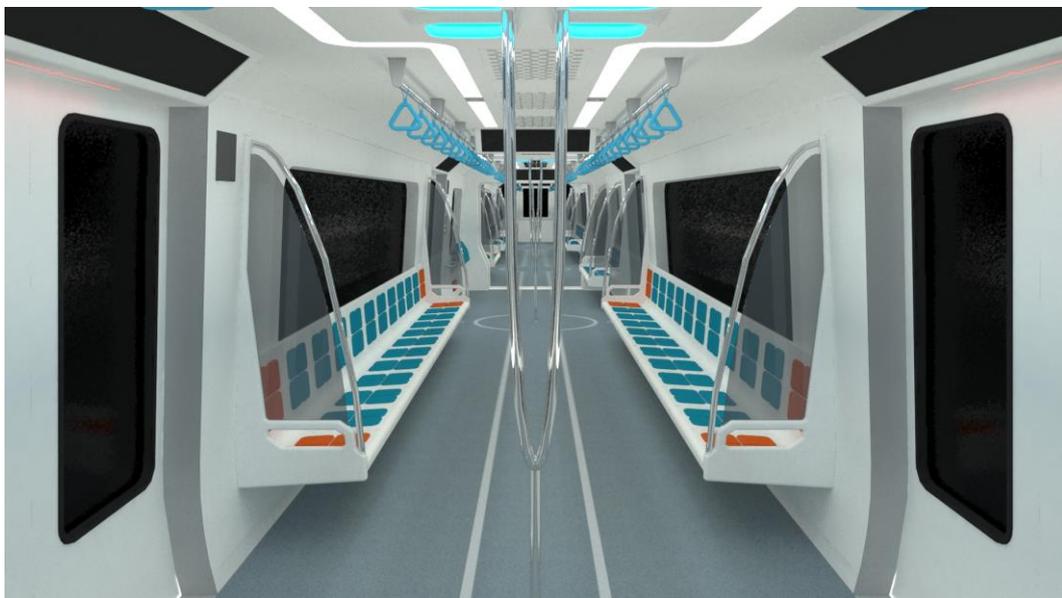
Gambar 4. 49 Alternatif warna eksterior 4



Gambar 4. 50 Alternatif warna Interior 1



Gambar 4. 51 Alternatif warna Interior 2



Gambar 4. 52 Alternatif warna Interior 3

4.13. Studi model

Model dari kabin penumpang perlu dibangun dengan skala pengecilan sebagai evaluasi konsep dan studi ergonomic serta tidak menutup kemungkinan adanya beberapa penyesuaian dan revisi dari engineering design yang telah dibuat. Studi model dibuat dengan skala pengecilan 1/10 yang diwakili oleh bagian maskara dan gerbong motor car sebagai elemen eksterior dan interior.



Gambar 4. 53 Proses Pembuatahn model Berskala

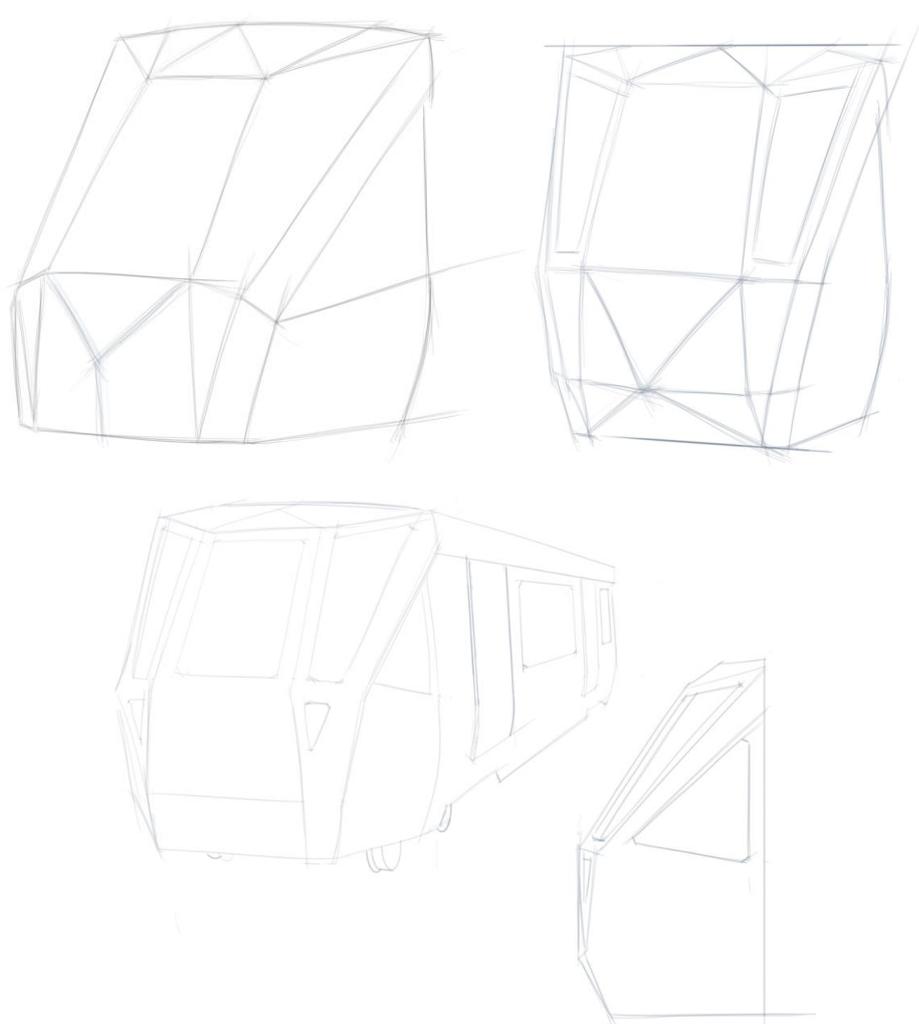
BAB 5 IMPLEMENTASI DESAIN

5.1. Penjelasan Konsep

Setelah melakukan studi dan Analisis terkait dengan objek perancangan Moda transportasi massal berupa LRT untuk kota metropolitan Surabaya. Konsep utama dari perancangan ini yaitu Modern, Form Follow Function, dan Safety, dengan mengaplikasikannya kedalam desain eksterior maupun interior. Tidak lupa juga beberapa ciri khas terlihat dalam desain interior moda ini.

5.2. Final Design

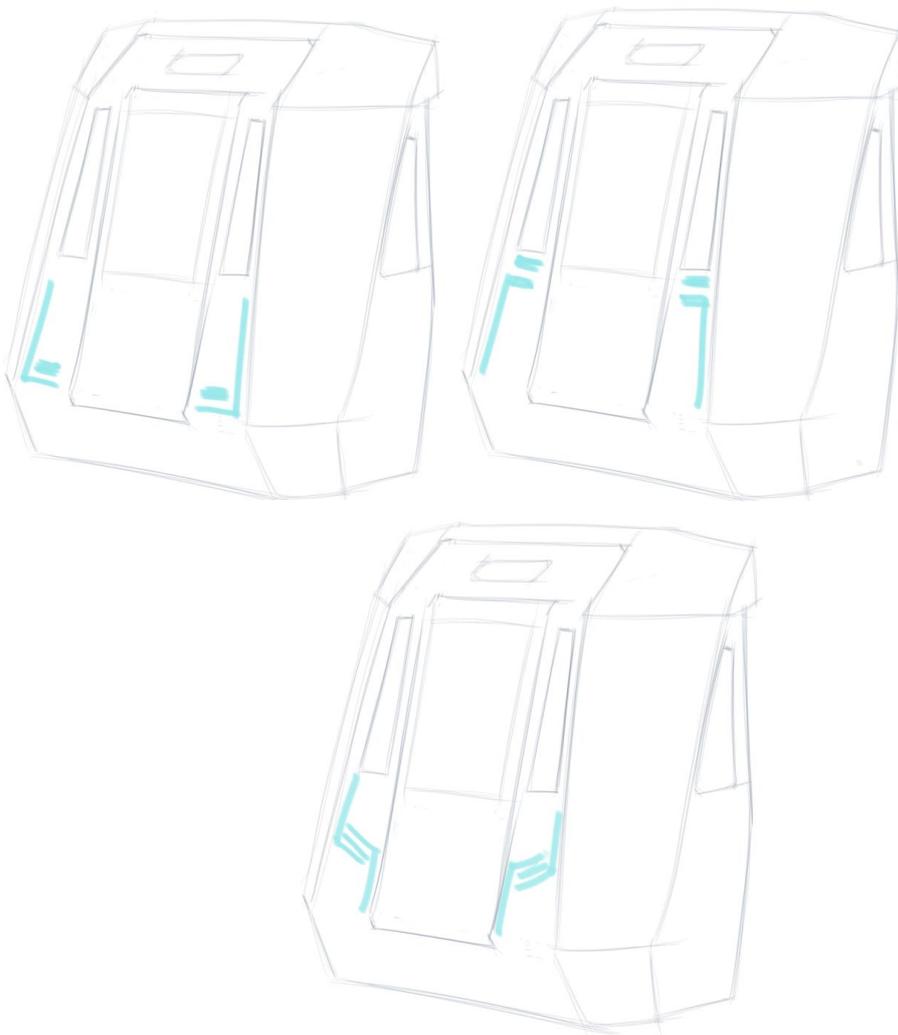
5.2.1. Eksplorasi Sketsa Desain



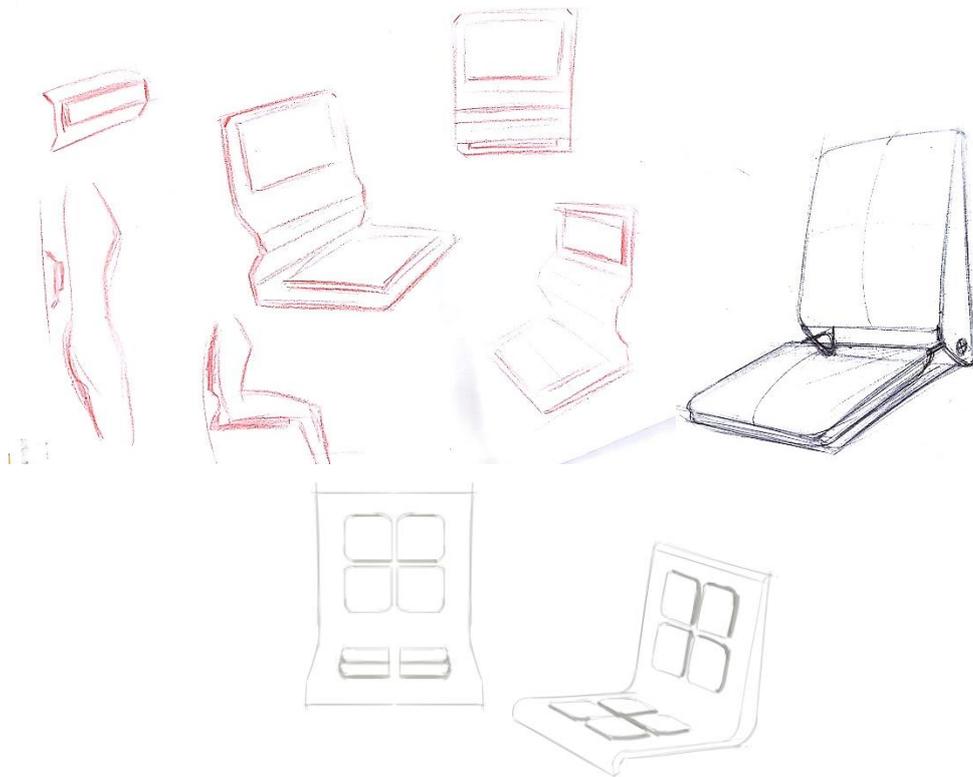
Gambar 5. 1 sketsa Alternatif Eksterior



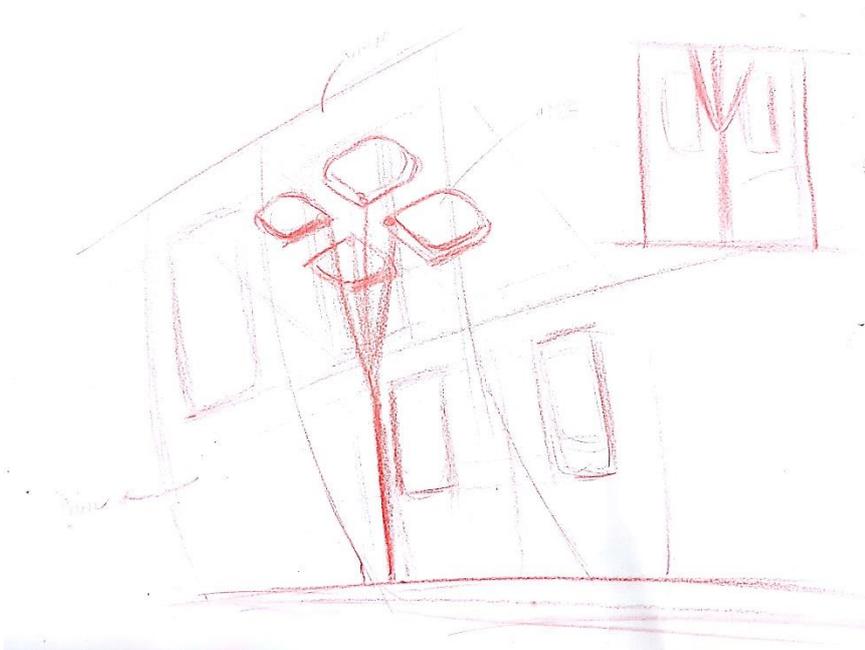
Gambar 5. 2sketsa awal eksterior



Gambar 5. 3 Sketsa Final desain dan alternatif bentuk signal lamp



Gambar 5. 4 Sketsa Desain Tempat Duduk



Gambar 5. 5 Sketsa Interior ideation

5.2.2. Eksterior Design



Gambar 5. 6 Eksterior Final



Gambar 5. 7 Eksterior Final



Gambar 5. 8 Eksterior Final



Gambar 5. 9 Eksterior Final

Eksterior Terpilih merupakan hasil desain terpilih dari beberapa alternatif bentuk dan warna. Bentuk eksterior ini terpilih karena Memiliki Kesan Modern dan simple namun tetap memenuhi fungsi. Pemilihan warna sesuai dengan teori kobayashi. Untuk metode evakuasi menggunakan detrainment door pada maskara, pintu membuka menjadi 2 bagian. Bagian atas nantinya berfungsi sebagai atap dan bagian bawah berfungsi sebagai lantai untuk proses evakuasi penumpang.

5.2.3. Interior Design



Gambar 5. 10 Interior Final



Gambar 5. 11 Interior Final



Gambar 5. 12 Interior Final



Gambar 5. 13 Interior Final



Gambar 5. 14 Interior Final



Gambar 5. 15 Interior Final



Gambar 5. 16 Interior Final

Interior Final ini mempunyai konsep Fresh, Infinity View, dan tentunya menunjukkan Icon Surabaya. Pada interior ini terdapat banyak fasilitas diantaranya digital signage, interkom, seat dengan priority seat, fire extinguisher, dan lain lain. Untuk menunjukkan ikon Surabaya, Shape menggunakan daun semanggi pada kursi, Ceiling, serta pewarnaan Interiornya.

5.2.4. Gambar Suasana



Gambar 5. 17 Suasana Tengah Gerbong



Gambar 5. 18 Suasana menggunakan sandaran



Gambar 5. 19 Suasana penjaga duduk pada kursi khususnya



Gambar 5. 20 Suasana mengambil Fire Extinguisher



Gambar 5. 21 Suasana Ketika Emergency antar rangaian LRT

5.2.5. Model Berskala



Gambar 5. 22 Hasil Eksterior Model Berskala 1:10





Gambar 5. 23 Hasil Interior Model Berskala 1:10

5.2.6. Design Criteria / Program

1. Bentuk: Bagian interior mengusung konsep Fresh Color, Modern, dan Infinity View, serta lantai kabin rendah (35 cm dari atas rel) sehingga lebih mudah diakses oleh berbagai kategori penumpang . Selanjutnya, konsep eksterior yang digunakan dalam pembuatan adalah bentuk Fungsional Semantics. Metode yang digunakan untuk pemetaan eksterior dibuat sesuai dengan kebutuhan bagian yang ada, seperti jendela, pintu darurat, lampu, dan lainnya. Kata kunci yang diangkat adalah Eye catching, sederhana dan modern. Namun selain memenuhi aspek keamanan, ada pintu detrainment yang digunakan untuk pintu selama keadaan darurat.
2. Dimensi Gerbong: Gunakan modul gerbong khusus berdasarkan analisis geometri putar pada radius terkecil dari radius 60m. Ukuran gerbong yang diperoleh

adalah 15000 x 2400 x 3400 mm (pxlxt) dipilih karena lebih fleksibel pada radius maksimum dan radius minimum.

3. Carbody: Produksi carbody menggunakan ekstrusi aluminium yang memiliki keunggulan lebih ringan dan lebih efisien. Selain itu, bahan ini cocok untuk rute layang di Surabaya

6. Bogie: untuk rute Surabaya, yang memiliki permukaan tanah datar, tidak perlu model karet bogie, selain itu model karet bogie lebih mahal dan sulit dirawat. Kesimpulan untuk LRT Surabaya adalah bahwa itu lebih cocok untuk Steel-Tyred bogies.

7. Pintu carbody: gunakan 2 lembar pintu daun ganda di setiap sisi kereta. Jenis pintu daun ganda dipilih karena memiliki tingkat aksesibilitas tinggi (arus bolak-balik), intensitas sirkulasi padat.

8. Konfigurasi: gunakan konfigurasi duduk memanjang dengan mempertimbangkan jarak pendek yang ditempuh dan jarak antara stasiun yang berdekatan. Konfigurasi longitudinal juga bertujuan untuk mendapatkan lebih banyak kapasitas penumpang.

9. Kursi: konsep kursi pribadi yang digunakan dalam konfigurasi tempat duduk memanjang bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan privasi kursi penumpang. Selain itu ada lubang di sandaran, sehingga pengguna bisa melihat barang yang diletakkan di bawah kursinya. Untuk pengguna Prioritas, warna pada sandaran jok dibedakan dan ada papan nama, lalu terletak di tepi sehingga akses lebih mudah. Sementara penggunaan kursi lipat khusus untuk penjaga, sehingga tidak ada penumpang yang menggunakannya.

10. Partisi: partisi berguna sebagai pembatas ruang antara kursi penumpang dan zona sirkulasi akses pintu. keberadaan partisi dimaksudkan agar penumpang yang duduk di ujung (dekat dengan pintu gerbong) tidak bersentuhan dengan penumpang yang keluar masuk. penggunaan material kaca transparan sebagai partisi bertujuan untuk memiliki tampilan interior yang lebih luas, karena sifat transparan ruang yang terhalang oleh partisi masih terlihat

11. Penerangan: menggunakan jenis penerangan umum (lampu penerangan umum) dengan konfigurasi longitudinal 2 garis sesuai dengan pola konfigurasi tempat duduk, mempertimbangkan waktu tempuh pendek (jarak antara stasiun dekat), kebutuhan berlari massal (fasilitas lebih umum) dan tidak memungkinkan pengguna untuk melakukan aktivitas sekunder

12. Ventilasi: menggunakan sistem ventilasi dalam bentuk AC sentral dengan saluran dalam bentuk pipa turbulen yang sejajar dengan mobil kereta, sehingga diharapkan dapat mendistribusikan udara dingin secara lebih merata daripada menggunakan diffuser

13. Kotak alat darurat: tempatkan kotak alat darurat dekat dengan penjaga dan dekat dengan akses pintu dengan tujuan untuk memudahkan menemukan penumpang ketika terjadi keadaan darurat, disertai dengan papan nama khusus. Di bagian ini ada juga fasilitas darurat seperti interkom, dan rilis pintu darurat.

5.2.7. Specification

A. Operation

- Route East - West
- Depo Location Keputih
- Route Length 24 km
- Total Station 25
- Distance between stations 500m – 2000m
- Capacity / Train set 400 passanger
- Total Trainset 3
- Headway 10 Min
- Operational Time 05.00 – 23.00 Wib
- Dwelling Time small station 1 Min
- Dwelling Time big station 1 Min 30 Sec
- One way travel time 55 Min

B. Tehnical Specification

- Train Length (MC-TC) maximum 15.000mm - 2.650mm Train Width
- The roof height of the 3.402mm rail head
- High Floor train of 1,000mm rail head
- Higher roof interiors than from the floor train minimum 1.980mm
- The distance between the maximum bogie axis is 12.000mm
- Maximum axle distance in a 2.050mm bogie
- Wheel diameter 780mm
- Door height 2000mm
- 1600mm Door Width
- Max Axle Load. 12 tons
- Material Aluminum alloy, for cover front / cabin using composite
- Window Frame aluminum, as well as tempered glass type
- Design Speed 100 km / hour
- Operational Speed Max. 85 km / hr
- Minimum Radius
- (Main Line / Depot) 60m
- Power Supply 750 Vdc (Range voltage 500 - 900 VDC) using Third Rail (Third Rail)
- Propulsion System Variable Voltage Variable Frequency (VVVF) with Traction Inverter (IGBT) and Traction Motor
- Brake System Using friction and electric brakes,
- electro-pneumatic and dynamic
- Bogie Steel-Wheel Bogie

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Perancangan ini bertujuan untuk menganalisis dan menghasilkan desain LRT Surabaya dengan tujuan mewujudkan rencana pemerintah dan pengembangan teknologi transportasi yang lebih aman dan modern. Berikut Merupakan kesimpulan yang didapatkan:

1. Pengolahan data dan konsep awal yang dilakukan oleh Bappeko dan pemerintah kota surabaya selanjutnya penulis kembangkan menjadi desain baru dari segin interior maupun eksterior dan perubahan basic boogie yang sebelumnya dari monorail menjadi LRT (Light Rail Transit) dengan jalur elevated dengan koridor Surabaya Timur – Barat.
2. Desain yang dibuat memenuhi segala aspek , antara lain segmentasi pasar, sosial budaya, aktivitas pengguna, ergonomi, konfigurasi, trend style, teknologi dan keamanan. Proses analisis sudah melalui tahapan tahapan tersebut
3. Desain Eksterior LRT Surabaya ini mempunyai Konsep Simple dan Modern yang didapatkan dari shape bentuknya, sedangkan Interior LRT Surabaya ini mempunyai Konsep Fresh, infinity view, dan serta iconic surabaya. Ikon Surabaya ditunjukkan dengan shape yang diambil dari daun semanggi, yang terdapat pada kursi , ceiling, serta pewarnaan Interior

6.2. Saran

Untuk pengembangan desain selanjutnya penulis menyatakan:

1. Mengembangkan desain transportasi massal di Indonesia yang ramah lingkungan serta tidak sebidang yang cocok dengan karakteristik masyarakat Indonesia
2. Mengembangkan desain transportasi yang menjadi ciri khas indonesia maupun daerah tersebut agar menjadi kebanggaan dan menjadi daya tarik bagi masyarakat untuk kembali menggunakan transportasi massal.

3. Desain transportasi kedepannya diharapkan mengangkat aspek keamanan contohnya pada pintu end cab atau pada maskara karena belum dikembangkan pada transportasi massal di Indonesia
4. Branding pada transportasi massal yang lebih baik dan dukungan dari pemerintah sangat diperlukan agar masyarakat tertarik lagi menggunakan transportasi massal.

Daftar Pustaka

- Kurniawan, Arie. *Desain Interior dan Eksterior KRD Bandara Juanda-Surabaya*. Tugas Akhir S1. Surabaya: Desain Produk Industri ITS, 2010.
- Putra, Irfan Maulana. *Desain Carbody Eksterior - Interior Light Rail Transit Palembang*. Tugas Akhir S1. Surabaya: Departemen Produk Industri ITS, 2017.
- RI, DEPARTEMEN PERHUBUNGAN. “Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur.” *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur* (2002): 9 - 12.
- Sidharta, Freddy Setiawan. *Desain Interior dan Eksterior Trainset MRT Untuk Kawasan Jabodetabek*. Tugas Akhir S1. Surabaya: Desain Produk Industri ITS, 2008.
- SMART. *Market Sounding Angkutan Massal Cepat Kota Surabaya*. Surabaya, 2013.
- Suprayitno, Adi. *Desain Carbody Eksterior dan Interior Tramway Sebagai Ikon Angkutan Massal Cepat Kota Surabaya*. Tugas Akhir S1. Surabaya: Desain Produk Industri ITS, 2015.
- Surabaya, Badan Perencanaan Kota. *Pengembangan Transportasi Di Kota Surabaya*. Surabaya, 2013.
- . *Rencana Kerja Pembangunan Daerah (RKPD)*. Rancangan Akhir. Surabaya, 2018.
- Surabaya, Badan Statistik Kota. *Kota Surabaya Dalam Angka*. Katalog. Surabaya, 2017.
- Surabaya, Pemerintah Kota. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014 - 2034 Peraturan Daerah No.12 Tahun 2014*. Executive Summary. Surabaya, 2014.

Tbk., PT. Adhi Karya (Persero). *Kereta Api Ringan Terintegrasi Jabodetabek*.
Presentasi Kunjungan Bank Indonesia. Jakarta, 2017.

Tristiyono, Bambang. *Desain Interior Kereta Api Kelas Eksekutif Generasi
Terbaru Dengan Konsep Modular*. Jurnal IDEA. Surabaya, 2009.

Windharto, Agus. *Rancang Bangun dan Prototyping Eksterior - Interior LRT
(Light Rail Transit) Berbasis Integrated Digital Design sebagai Solusi
Transportasi Publik di Perkotaan*. Surabaya: ITS Surabaya - INKA, 2017.

LAMPIRAN

7.1. Lampiran 1



Gambar 7. 1 Dubai Metro LRT



Gambar 7. 2 Bombardier Innovia Metro 300 KL



Gambar 7. 3 Mitsubishi Crystal Mover



Gambar 7. 4 LRT Palembang

7.2. Lampiran 2



Gambar 7. 5



Gambar 7. 6



Gambar 7. 7



Gambar 7. 8



Gambar 7. 9



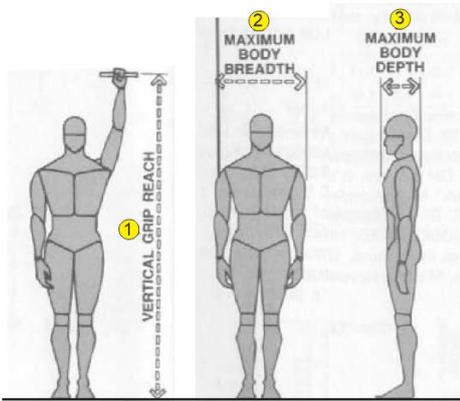
Gambar 7. 10



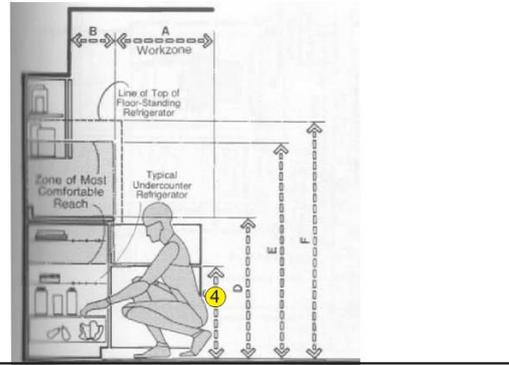
Gambar 7. 11

7.3. Lampiran 3

Ergonomi Jangkauan Handgrip

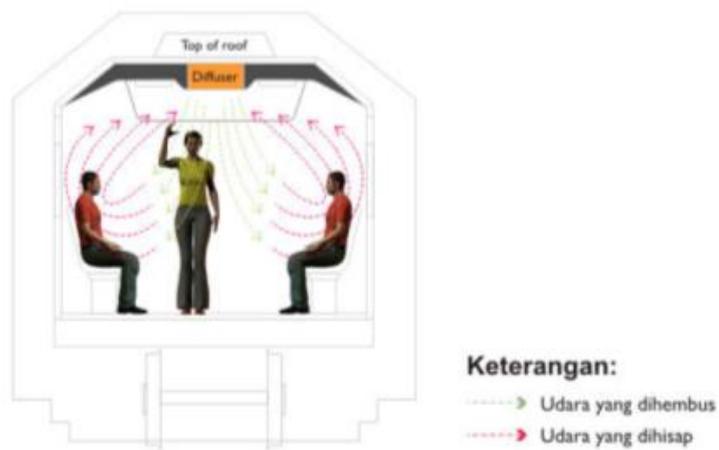


Ergonomi Jangkauan Emergency Tools Box



Gambar 7. 12 Jangkauan Handgrip dan emergency tool box

7.4. Lampiran 4

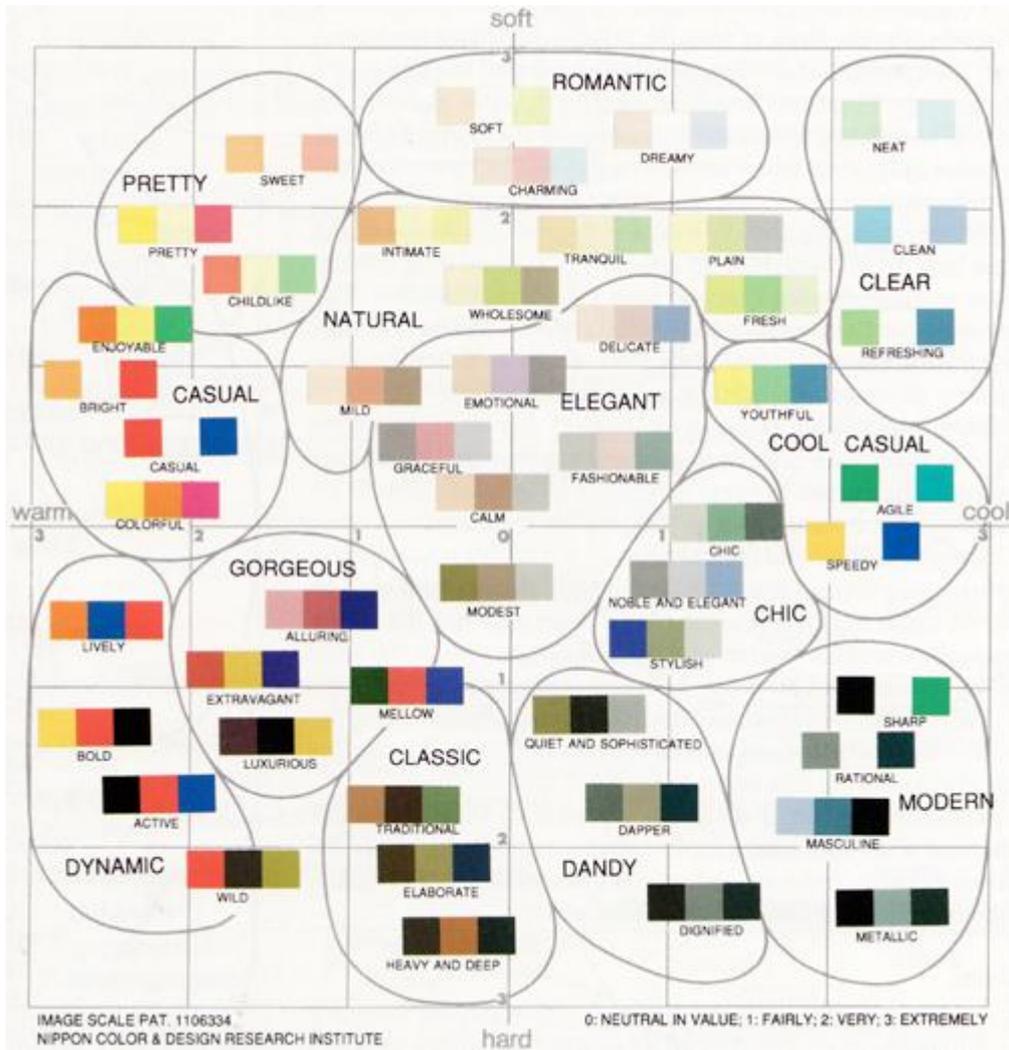


Gambar 7. 13 Airflow Diffuser



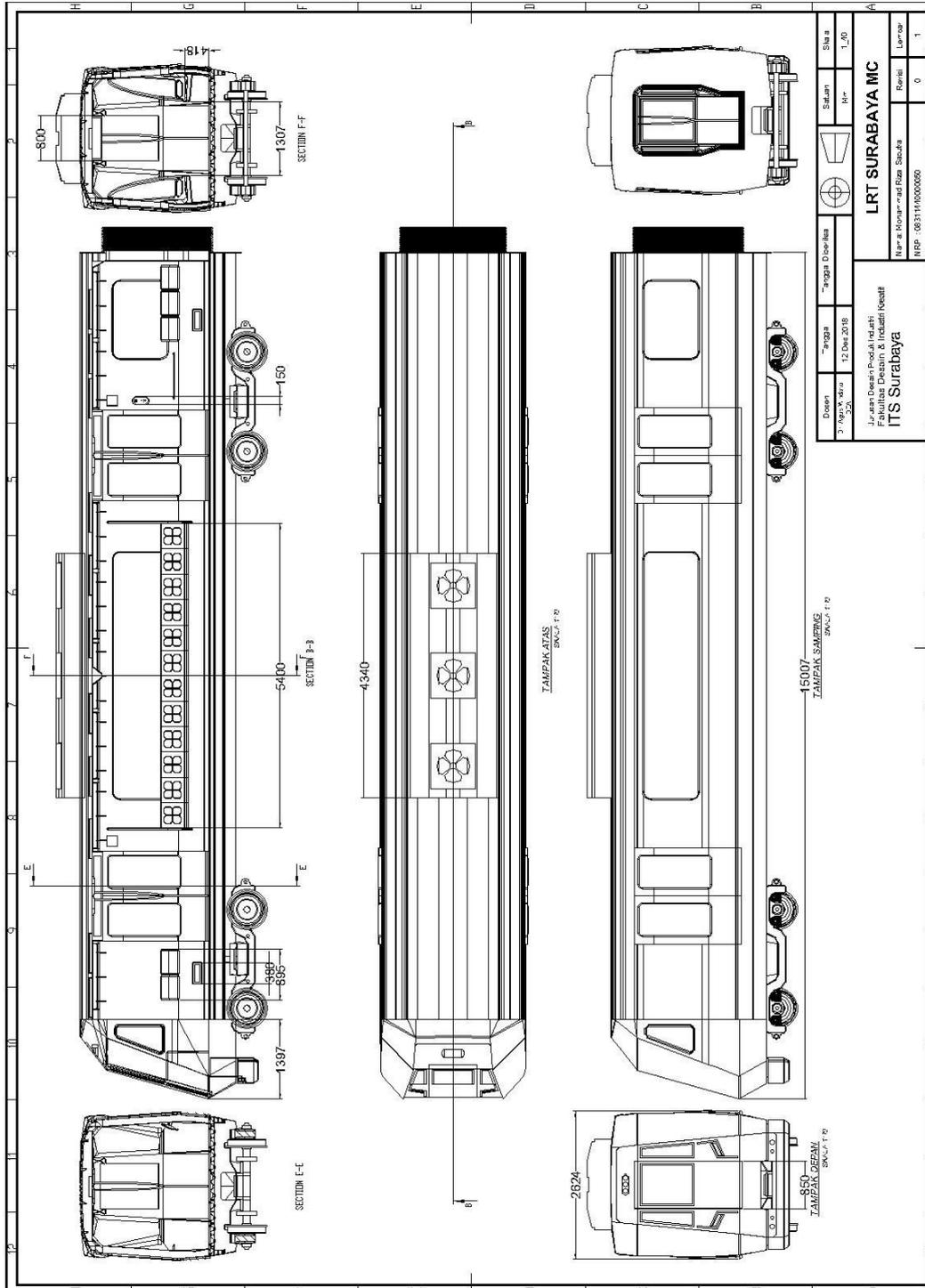
Gambar 7. 14 Airflow Turbulence Line

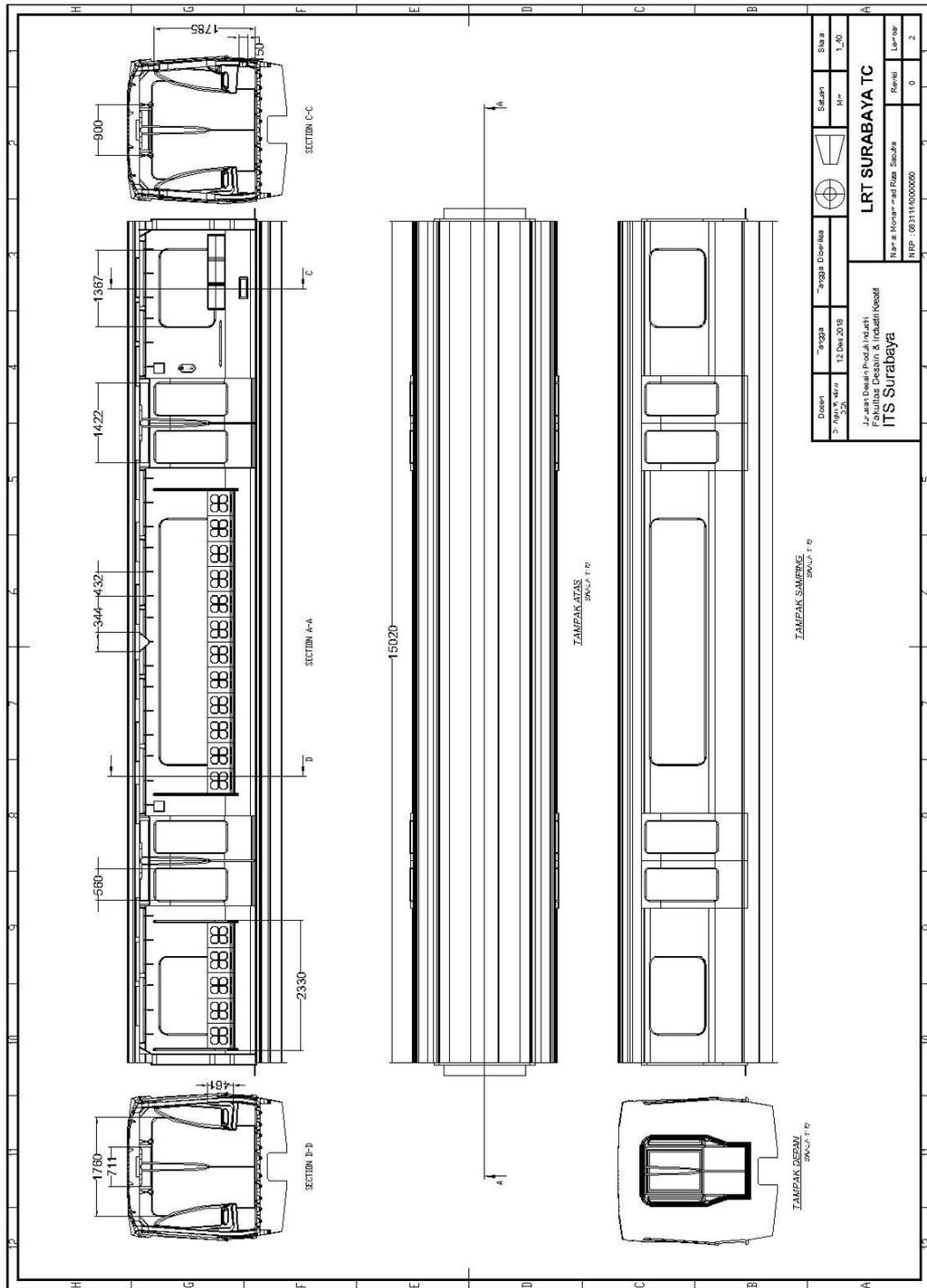
7.5. Lampiran 5

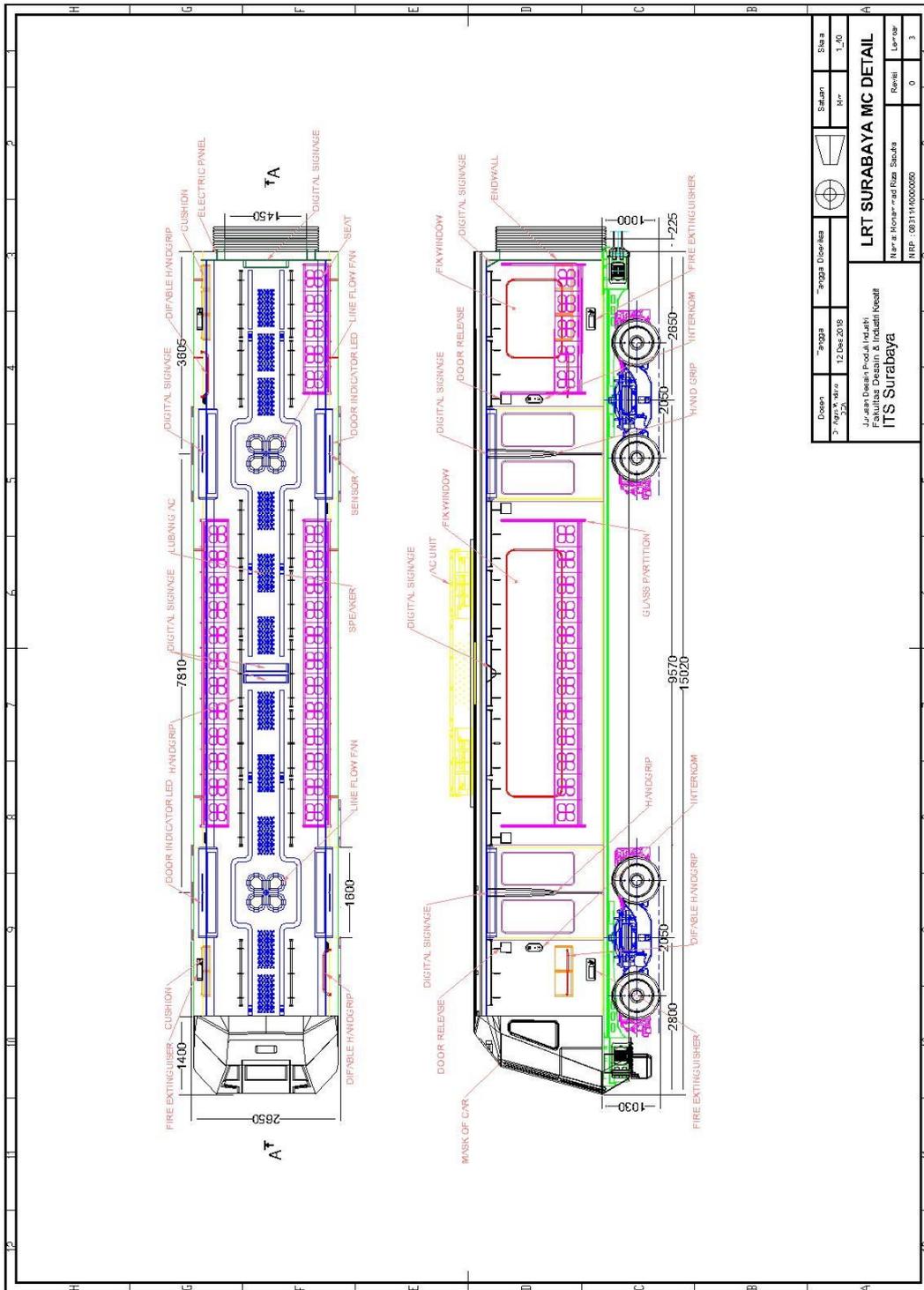


Gambar 7. 15 Palet warna kobayashi

7.6. Lampiran Gambar Teknik





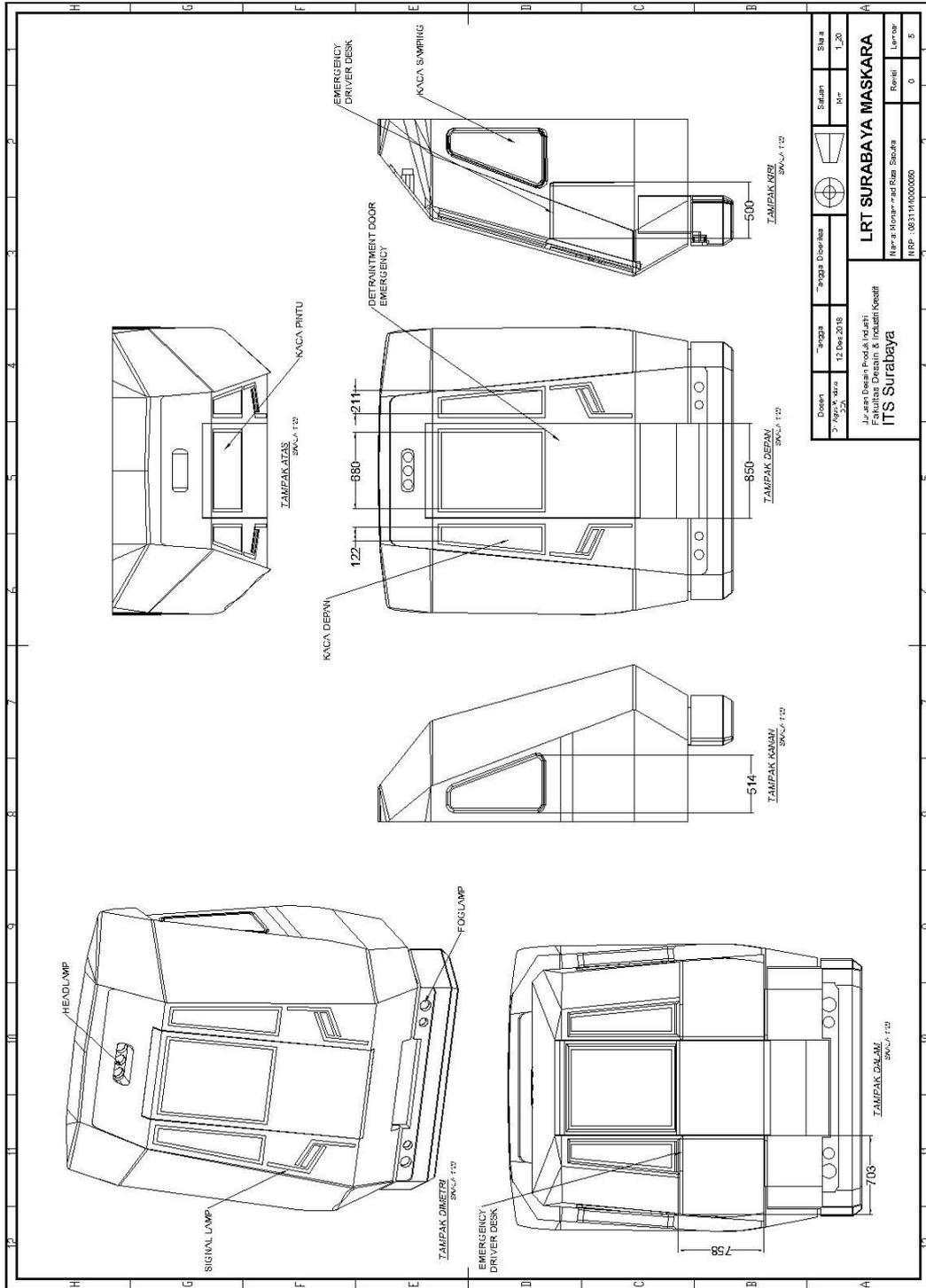


Dosen	"Sigit"	"Sigit"	Shea
"Agus" M. S.	12 Dec 2018	12 Dec 2018	1,40
			0
			3

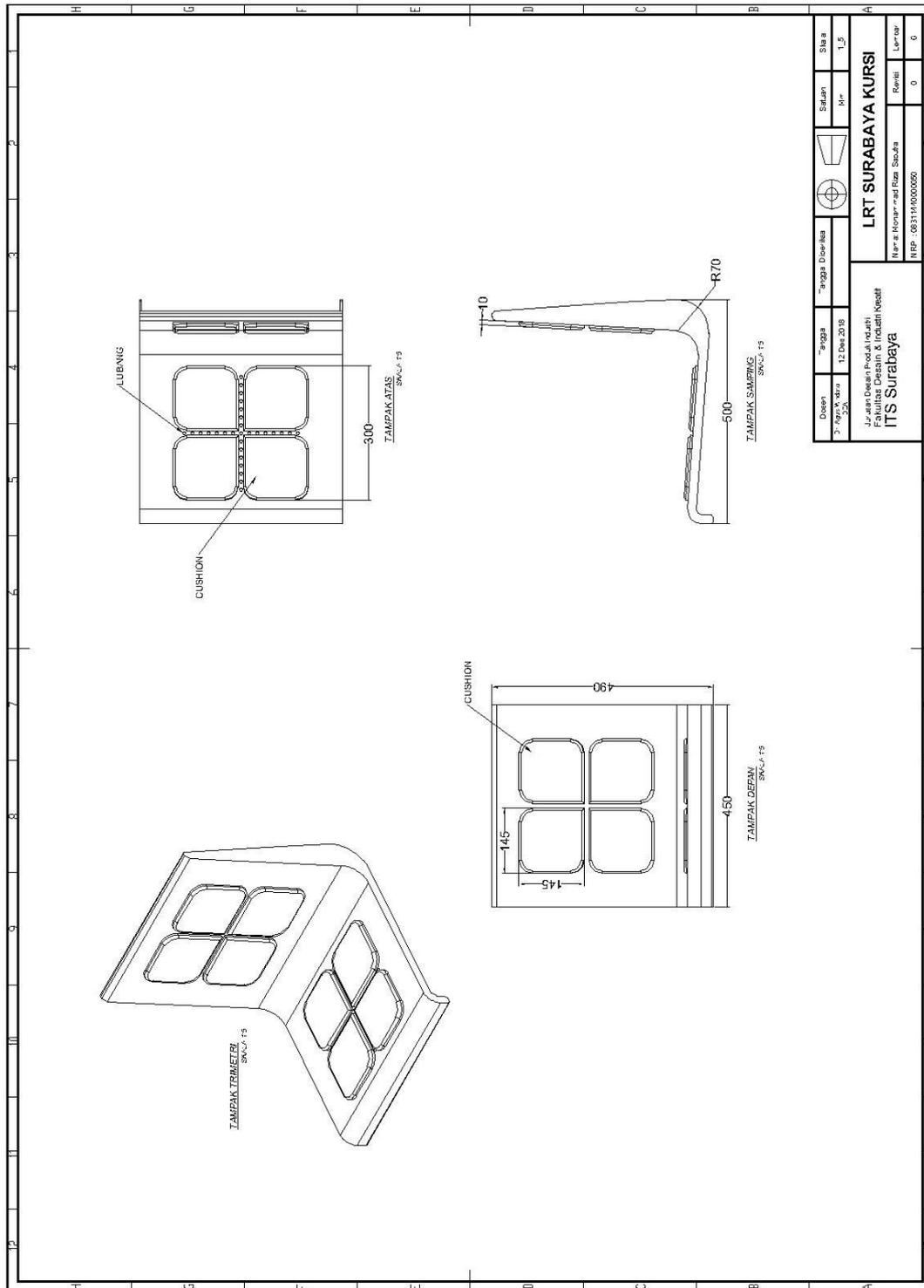
LRT SURABAYA MC DETAIL

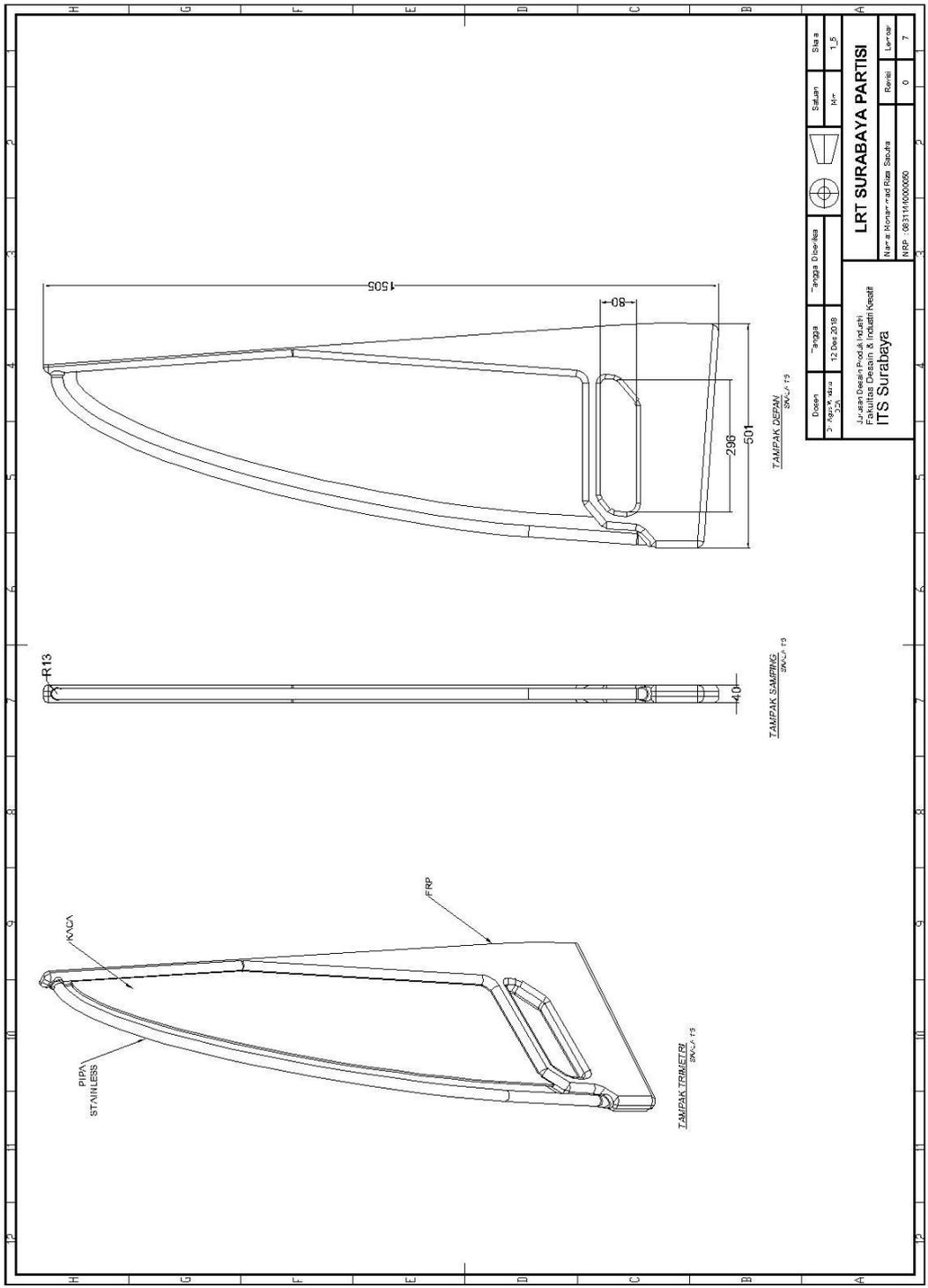
Jurusan Desain Produk Industri
 Fakultas Desain & Industri Kreatif
 ITS Surabaya

Nama: Roberhard Rizal Salsaba
 NRP: 6851110000680

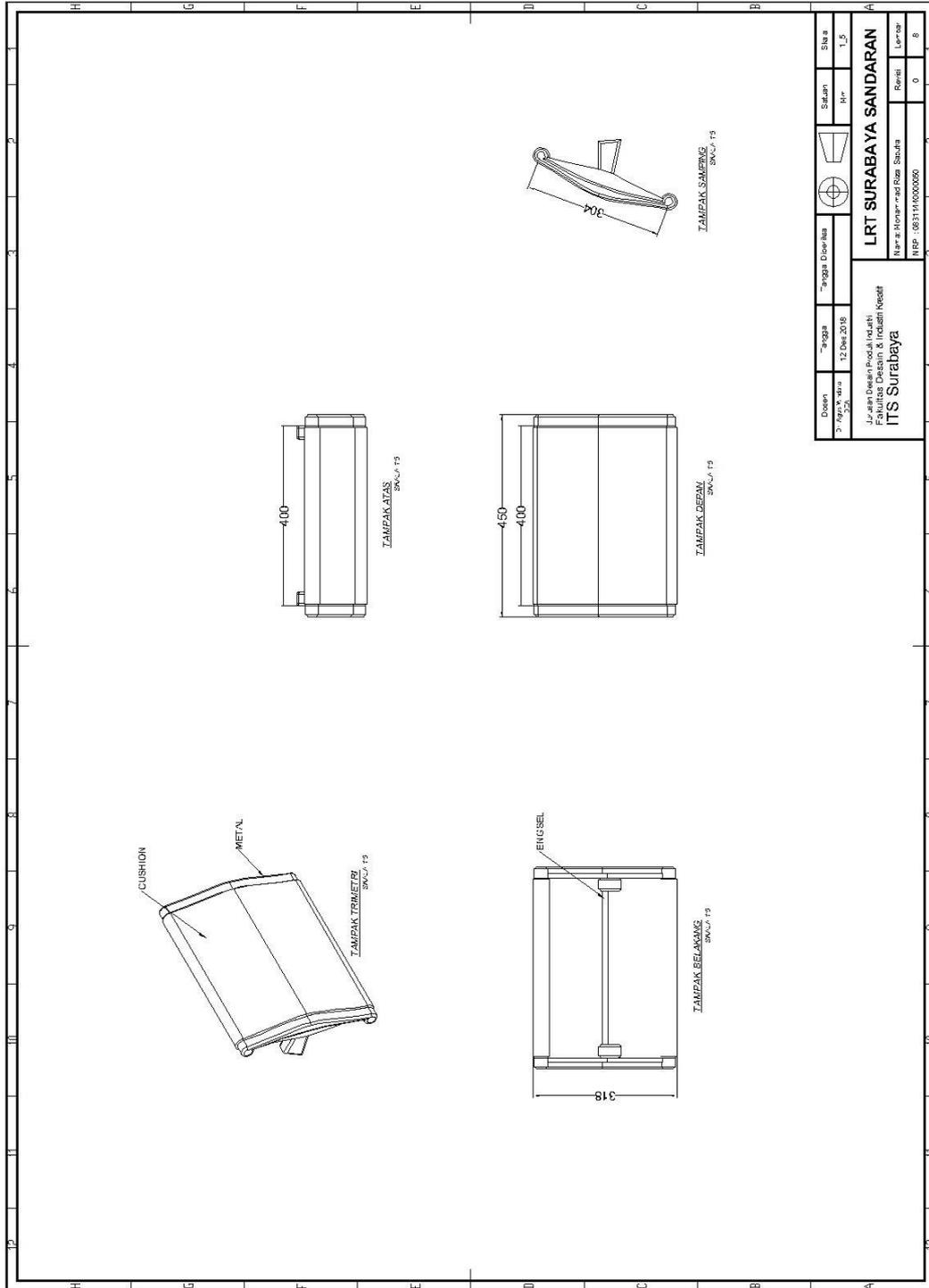


Desain	Angka	Angka Dibekas	Salah	Salah
3	12	12	12	12
LRT SURABAYA MASKARA				
Jurusan Desain Produk Industri Fakultas Desain & Industri Kreatif ITS Surabaya				
Nama: Alvin Radhan Satrio			Revisi	
NRP: 66511410000099			0	5





Desain	"Angga A. Adria"	"Angga Diberkes"	Satuan	Shala
"Angga A. Adria"	12. Des 2018	1/1	1/1	1/5
LRT SURABAYA PARTISI				
Jurusan Desain Produk Industri Fakultas Desain & Industri Keptel ITS Surabaya				
Nama: Rona Nurad Rupa Saadita			Revisi	Lampir
NRP: 08311610000090			0	7



Dosen	Angka	Angka Dibetulis	Skala	Shea
7/Agg/2018	12 Des 2018		1/1	L5
LRT SURABAYA SANDARAN				
Jurusan Desain Produk Industri Fakultas Teknik ITS Surabaya				
Nama: Rhoanirrad Rus Sabara			Revisi	Uraian
NRP: 08311410000000			0	8

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Mohammad Rizal Saputra akrab disapa Mink, seorang desainer produk muda yang mudah belajar, ambisius, dan visioner. Lahir pada tanggal 19 April 1996 di Blitar, Jawa Timur. Penulis merupakan anak Tunggal. Telah menempuh pendidikan formal di MI Darul Ulum Wonodadi Blitar dan lulus tahun 2008. Lulus tahun 2011 dari MTsN 1 Kunir Blitar. Setelah lulus dari SMAN 1 Srengat Blitar tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikannya di Departemen Desain Produk ITS, terdaftar dengan NRP. 08311440000050. Selama kuliah, penulis

aktif berorganisasi di Himpunan Mahasiswa IDE Despro-ITS sebagai Staff PSDM Tahun 2015-2016, Kepala Biro Pemetaan PSDM Hima IDE 2016-2017. Selanjutnya aktif juga dalam Badan Organisasi Mahasiswa ITS (BEM ITS) Berani pada tahun 2017 sebagai Staff PSDM. Kini Penulis telah menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir dengan Judul “*Desain Carbody LRT (Light Rail Transit) Sebagai Moda Transportasi Massal Kota Metropolitan Surabaya*”. Penulis dapat dihubungi melalui email elitzrizal@gmail.com