



TUGAS AKHIR - RG141536

# **EVALUASI JALUR MONOREL DI SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALISA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

DIKSTRA DHYAKSATAMA  
NRP 3511 100 031

Dosen Pembimbing  
Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015

***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***



FINAL PROJECT - RG141536

# **MONORAIL TRACK EVALUATION IN SURABAYA WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM ANALYSIS METHOD**

DIKSTRA DHYAKSATAMA  
NRP 3511 100 031

Supervisor  
Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.

GEOMATICS ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015

***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***

# EVALUASI JALUR MONOREL DI SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALISA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi S-1 Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh :

**DIKSTRA DHYAKSATAMA**

NRP: 3511 100 031

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc

NIP. 19590819 198502 1001

SURABAYA, MEI 2015



# EVALUASI JALUR MONOREL DI SURABAYA DENGAN MENGUNAKAN METODE ANALISA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

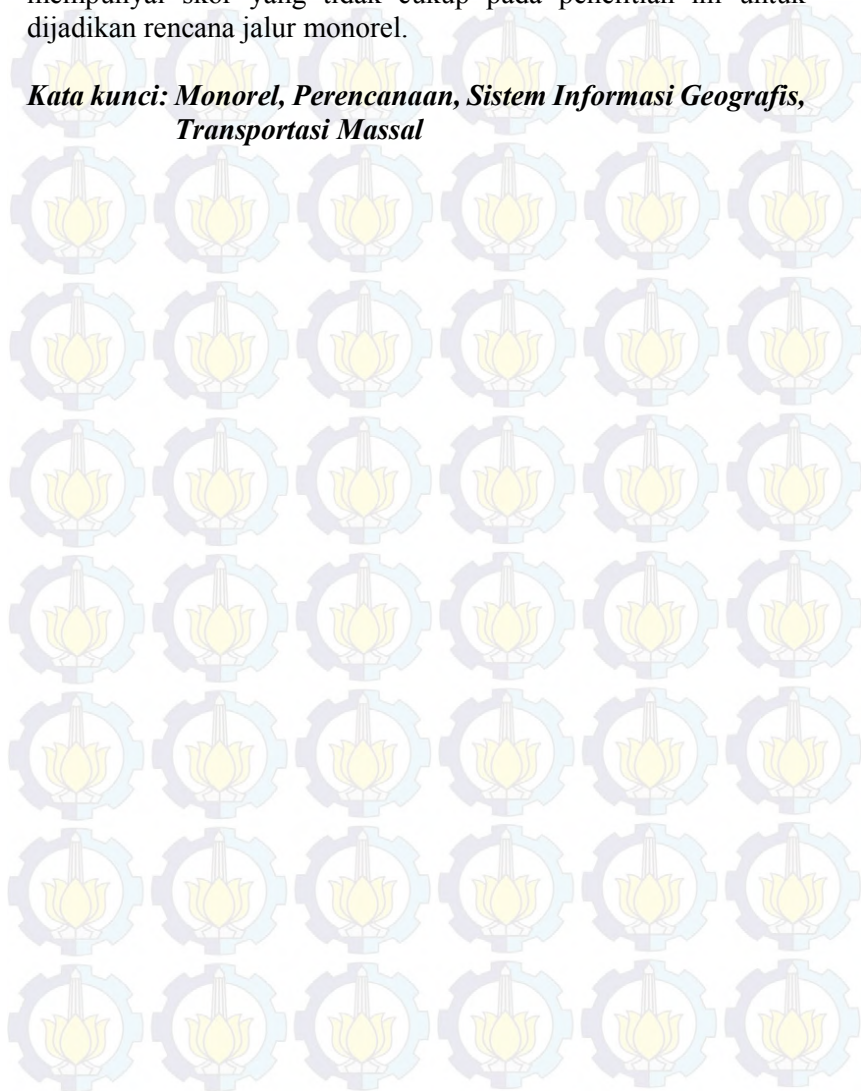
Nama Mahasiswa : Dikstra Dhyaksatama  
NRP : 3511 100 031  
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP – ITS  
Dosen Pembimbing : Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc

## ABSTRAK

Monorel adalah transportasi massal yang akan direncanakan dibangun di kota Surabaya. Agar monorel ini dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya dan membawa keuntungan bagi penyelenggara monorel dan masyarakat Surabaya, maka jalur dan tempat pemberhentian monorel haruslah melewati daerah yang benar-benar membutuhkan moda transportasi tersebut. Penelitian ini menganalisis bagaimana tingkat efektivitas rencana jalur monorel yang akan dibangun di kota Surabaya dengan membuat rencana jalur monorel kota Surabaya dengan metode Sistem Informasi Geografis. Metode yang digunakan untuk mendapatkan rencana jalur monorel terbaik adalah metode *Simple Additive Weighting* (SAW) dengan pembobotan *Pairwise Comparison*. Peta yang digunakan berdasarkan tingkat kepentingannya dalam pengolahan ini adalah jalur transportasi eksisting, fungsi jalan, utilitas kota, *land use* eksisting, rencana pola ruang, kepadatan penduduk, lipatan lempeng. Peta-peta tersebut diolah untuk menghasilkan rencana jalur monorel kota Surabaya yang paling sesuai dan dibandingkan dengan rencana jalur monorel dari Bappeko Surabaya. Hasil penelitian ini adalah rencana jalur monorel kota Surabaya berdasarkan skor tertinggi pada penelitian ini sepanjang 27.898 kilometer. Ketika dibandingkan dengan jalur monorel rencana Bappeko, 53,208% atau 16.959 kilometer sesuai. Hal yang mengakibatkan perbedaan ini adalah jalur monorel rencana Bappeko melewati jalan lebih lebar, tempat-tempat

tertentu dan wilayah ujung barat Surabaya dimana daerah tersebut mempunyai skor yang tidak cukup pada penelitian ini untuk dijadikan rencana jalur monorel.

***Kata kunci: Monorel, Perencanaan, Sistem Informasi Geografis, Transportasi Massal***





# **MONORAIL TRACK EVALUATION IN SURABAYA WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM ANALYSIS METHOD**

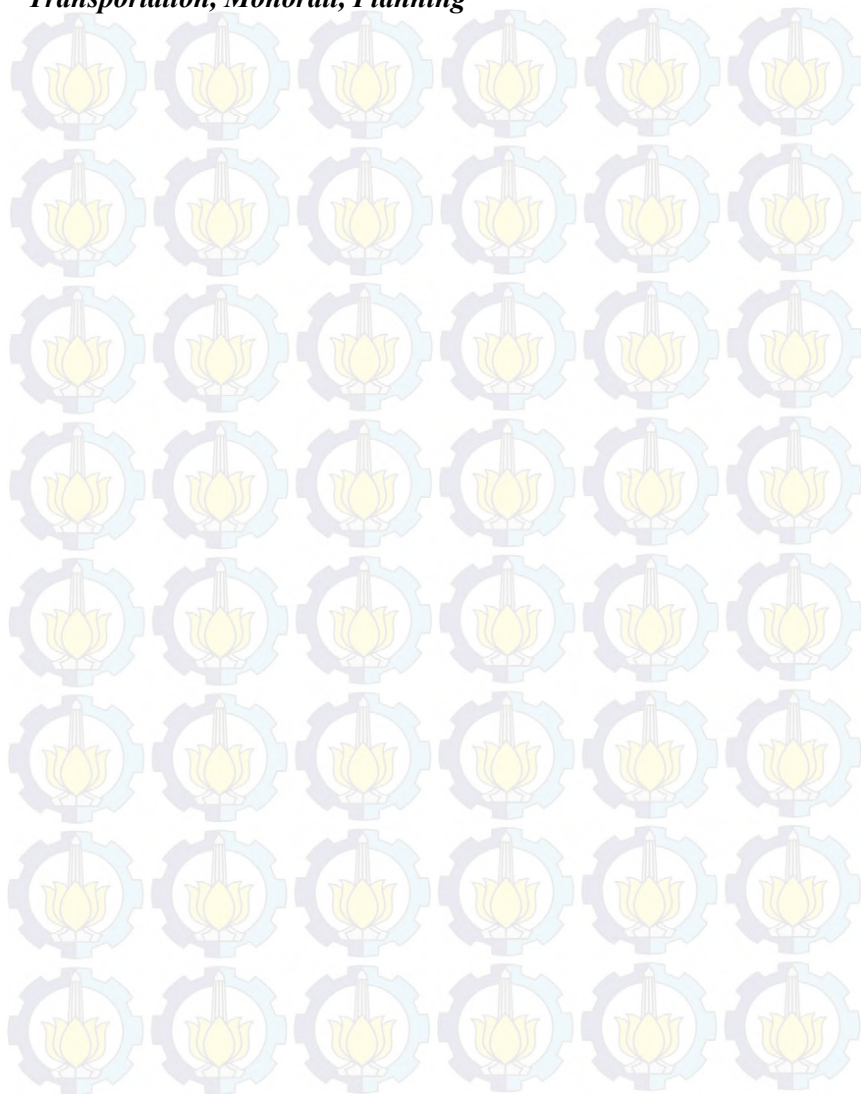
Name : Dikstra Dhyaksatama  
NRP : 3511 100 031  
Department : Geomatics Engineering  
Supervisor : Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc

## **Abstract**

Monorail is one of the mass transportation which planned to be build in the Surabaya city. In order to the monorail can be used well and bring benefits for both investors and society, so the monorail track and its stops must pass through areas that really need these transport modes. This research analyze how effective planned monorail track which to be built in Surabaya with making a new planned monorail track with Geographic Information System (GIS). This research used Simple Additive Weighting (SAW) method to get the best planned monorail track with Pairwise Comparison weighting. Maps which is used for this research according its importance level are existing public transportation map, road classification map, city utilities map, land use existing map, spatial patter plan map, people density map, and fold plates map. These maps processed to produce the best planned monorail track and then comparing it with existing planned monorail track by Surabaya's Urban and Regional Planning Agency (Bappeko). The result of this research is the best planned monorail track has 27,898 kilometers long. When it compared with existing planned monorail track by Surabaya's Urban and Regional Planning Agency (Bappeko), only 53,208% or 16.959 kilometers is the same. This happened because of existing planned monorail track went through wider road, several places, and west ends of Surabaya City which these areas have insufficient score on this research for become best planned monorail track.



**Keywords:** *Geographic Information System, Mass Transportation, Monorail, Planning*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT berkat rahmat dan hidayahnya maka Tugas Akhir (TA) berjudul “EVALUASI JALUR MONOREL DI SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALISA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS” telah berhasil diselesaikan oleh penulis. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Geomatika FTSP ITS.

Banyak pihak yang mendukung dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan dan bantuan baik secara moril maupun finansial dari awal hingga akhir
2. Bapak Dr.Ir Muhammad Taufik selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika FTSP-ITS.
3. Bapak Dr. Ir. Ing. Teguh Hariyanto, MSc selaku dosen pembimbing dalam tugas akhir ini yang sabar dan meluangkan waktunya dalam memberikan bantuan dan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini
4. Seluruh bapak dan ibu dosen Teknik Geomatika ITS yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalamannya
5. Teman-teman G13 yang telah membantu baik dalam bentuk diskusi maupun semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini
6. Seluruh Staff dan karyawan Teknik Geomatika ITS
7. Semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu

Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan atas perhatiannya, penulis mengucapkan terima kasih

Surabaya, Juli 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Monorel.....	5
2.1.1 Definisi.....	5
2.1.2 Keunggulan dan Kekurangan monorel.....	6
2.2 Sistem Informasi Geografis.....	7
2.2.1 Definisi.....	7
2.2.2 Subsistem SIG.....	8
2.2.3 Komponen.....	10
2.2.4 Analisis Spasial.....	13
2.3 Perencanaan Transportasi.....	14
2.4 Metode Perbandingan <i>Pairwise Comparison</i> .....	16
2.5 Metode <i>Simple Additive Weighting</i> .....	18
2.6 Penelitian Terdahulu.....	20
<b>BAB III METODOLOGI</b> .....	23
3.1 Lokasi Penelitian.....	23
3.2 Peralatan dan Data.....	25
3.3 Metodologi Penelitian.....	26
3.3.1 Pelaksanaan.....	26
3.3.2 Pemrosesan Data.....	29



<b>BAB IV HASIL</b> .....	35
4.1 Hasil.....	35
4.2 Analisa.....	54
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>BIODATA PENULIS</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skala untuk <i>pairwise comparison</i> .....	17
Tabel 2.2	Parameter Komponen Lingkungan.....	22
Tabel 3.1	Data yang dibutuhkan.....	26
Tabel 4.1	Klasifikasi skoring pada hubungan dengan antarmoda transportasi lainnya.....	36
Tabel 4.2	Klasifikasi skoring pada kepadatan penduduk .....	38
Tabel 4.3	Klasifikasi skoring pada <i>land use existing</i> .....	39
Tabel 4.4	Klasifikasi skoring pada utilitas kota .....	41
Tabel 4.5	Klasifikasi skoring pada kelas fungsi jalan .....	43
Tabel 4.6	Klasifikasi skoring pada rencana pola ruang kota Surabaya.....	45
Tabel 4.7	Klasifikasi skoring pada lipatan lempeng.....	47
Tabel 4.8	Kriteria yang digunakan beserta peringkat tingkat kepentingannya.....	49
Tabel 4.9	Matriks <i>Pairwise Comparison</i> berdasarkan tingkat kepentingan yang telah ditentukan .....	51
Tabel 4.10	Penghitungan jumlah nilai masing-masing kolom dari matriks <i>pairwise comparison</i> .....	51
Tabel 4.11	Matriks <i>pairwise comparison</i> ternormalisasi .....	52
Tabel 4.12	Bobot masing-masing kriteria .....	52
Tabel 4.13	Langkah penghitungan rasio inkonsistensi.....	53
Tabel 4.14	Perbandingan rencana jalur monorel penelitian dengan rencana jalur monorel Bapeko berdasarkan koridor jalan .....	61
Tabel 4.15	Perbandingan rencana jalur monorel Bapeko dengan rencana jalur monorel penelitian berdasarkan koridor jalan .....	63





***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh monorel .....	6
Gambar 2.2 Ilustrasi sub-sistem SIG.....	9
Gambar 2.3 Hubungan antar-komponen SIG.....	13
Gambar 3.1 Wilayah kota Surabaya.....	23
Gambar 3.2 Rencana rute awal monorel .....	24
Gambar 3.3 Rencana rute monorel akhir.....	25
Gambar 3.4 Diagram alir pelaksanaan .....	27
Gambar 3.5 Diagram alir pengolahan data.....	30
Gambar 3.6 Diagram alir pengolahan data (lanjutan) .....	31
Gambar 4.1 Peta skoring jalur transportasi eksisting kota Surabaya .....	37
Gambar 4.2 Peta skoring kepadatan penduduk kota Surabaya .....	38
Gambar 4.3 Peta skoring <i>land use</i> eksisting kota Surabaya ...	40
Gambar 4.4 Peta skoring utilitas kota Surabaya.....	42
Gambar 4.5 Peta skoring kelas jalan kota Surabaya.....	44
Gambar 4.6 Peta skoring rencana pola ruang.....	46
Gambar 4.7 Peta skoring lipatan lempeng kota Surabaya .....	47
Gambar 4.8 Peta jalur monorel penelitian.....	55
Gambar 4.9 Peta Perbandingan Rencana Jalur Monorel Bappeko dengan Penelitian.....	58



***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Surabaya adalah kota metropolitan terbesar kedua di Indonesia yang mempunyai jumlah penduduk mencapai 2.765.487 juta jiwa (BPS, 2011). Kebutuhan akan berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya bagi warga kota semakin banyak, mulai dari alasan bekerja, bersekolah, wisata, dsb. Untuk melakukan perpindahan tempat tersebut digunakan berbagai sarana transportasi. Saat ini kendaraan pribadi seperti mobil dan motor menjadi pilihan transportasi warga kota karena harga mobil dan motor semakin terjangkau dan buruknya pelayanan transportasi umum di kota Surabaya

Bertambahnya jumlah kendaraan bermotor di Surabaya tidak diimbangi dengan pembangunan jalan. Diantara tahun 2010 dan 2011, penambahan kendaraan bermotor mencapai 1.067.196 (BPS, 2011) sedangkan penambahan jalan kota Surabaya antara tahun 2010 dan 2011 hanya 500 meter saja (BPS, 2011). Agar Surabaya terhindar dari kemacetan parah karena jalanan kota Surabaya tidak dapat menampung lagi beban kendaraan-kendaraan tersebut, pemerintah merencanakan pembangunan moda transportasi massal modern, yaitu trem dan monorel. Di penelitian ini, penulis akan melakukan analisis pada monorel.

Monorel ini akan melewati jalur dari Surabaya Barat hingga Surabaya Timur dan dibangun secara melayang diatas median jalan dan bahu jalan sehingga tidak banyak membutuhkan lahan yang harus dibebaskan Bastiar dan Herijanto, 2013) jadi tidak perlu mengurangi lebar jalan seperti trem dan *busway* yang berakibat berkurangnya kapasitas jalan serta pembangunan bisa segera dilaksanakan tanpa perlu menunggu urusan



pembebasan lahan yang sebagian besar menghambat proyek-proyek infrastruktur di Indonesia.

Agar monorel ini dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya dan membawa keuntungan bagi penyelenggara monorel (investor dan pemerintah) dan masyarakat Surabaya, maka jalur dan tempat pemberhentian monorel haruslah melewati daerah yang benar-benar membutuhkan moda transportasi tersebut. Untuk menganalisis rute dan tempat pemberhentian itu, diperlukan suatu metode, salah satunya adalah metode Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode SIG dipilih karena dapat memberi dukungan penuh dalam pengambilan suatu keputusan spasial (Malczewski, 1999) dimana dalam penelitian ini membutuhkan suatu keputusan spasial untuk menganalisis rute dan tempat pemberhentian monorel.

Dengan metode Sistem Informasi Geografis dapat dianalisis apakah jalur yang direncanakan mengakomodasi penduduk dengan melakukan analisis pada jarak pemukiman dan fasilitas umum dengan jalur, adanya pertemuan jalur dengan moda transportasi umum lainnya, kesesuaian dengan pergerakan warga kota, kepadatan jalan, dan kondisi sosial dan ekonomi warga kota. Diharapkan hasil dari penelitian ini adalah bagaimana tingkat efektivitas jalur monorel yang telah direncanakan.

## **1.2 Perumusan Masalah**

1. Bagaimana rute yang ideal bagi monorel berdasarkan metode sistem informasi geografis?
2. Apakah rencana jalur monorel sudah direncanakan sebelumnya sesuai dengan rute yang dicari berdasarkan sistem informasi geografis?

### **1.3 Batasan Masalah**

1. Jalur yang diteliti dalam penelitian ini adalah jalur monorel
2. Penelitian dilakukan di wilayah rencana jalur monorel, yaitu wilayah Surabaya Barat, Surabaya Pusat, dan Surabaya Timur
3. Metode yang digunakan dalam mendapatkan rute monorel ini adalah metode *suitability modelling* (model kesesuaian)
4. Metode pengambilan keputusan yang digunakan adalah metode *Simple Additive Weighting*
5. Parameter yang digunakan sebagai kriteria dari jalur monorel ini adalah:
  - Kepadatan penduduk
  - Hubungan dengan moda transportasi lainnya yang sudah ada
  - Kelas jalan
  - Persimpangan dengan jalur utilitas kota
  - Lipatan lempeng
  - Rencana pola ruang
  - Penggunaan lahan

### **1.4 Tujuan**

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

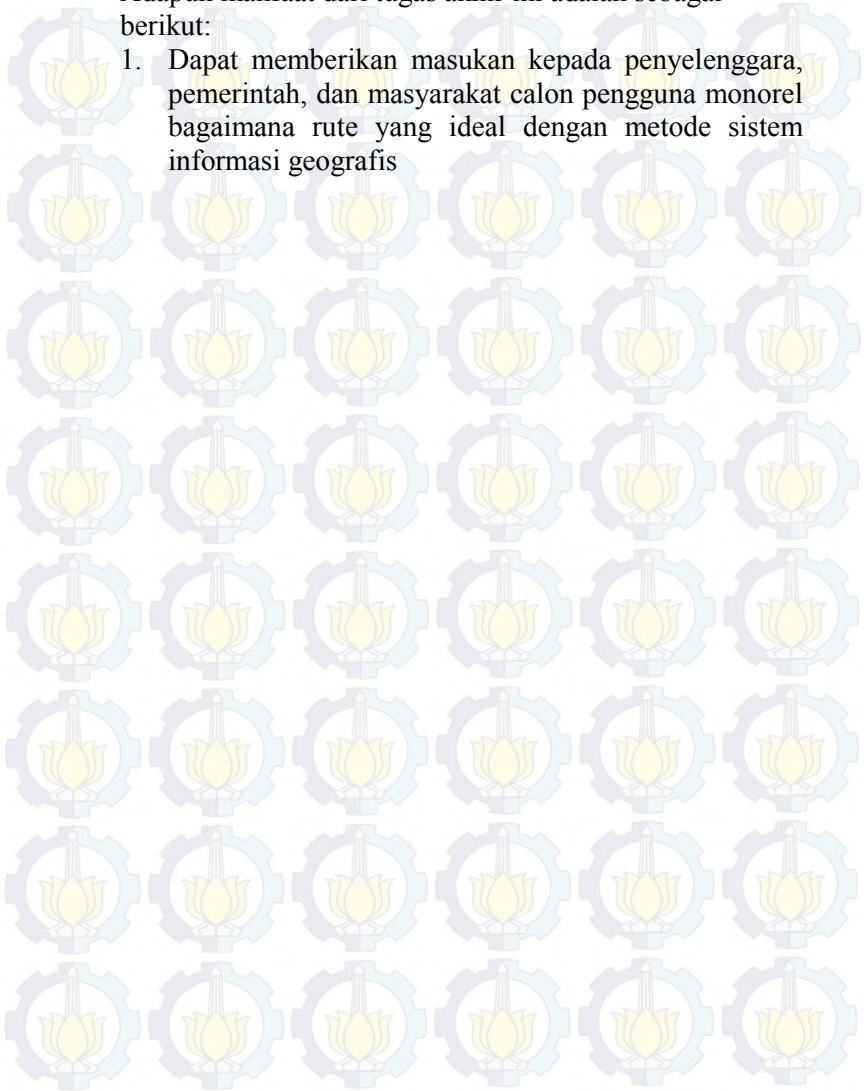
1. Menyusun basis data dari data dasar yang diperlukan untuk rute jalur monorel
2. Mendapatkan rute jalur monorel Surabaya yang paling dianggap sesuai dengan metode sistem informasi geografis
3. Membandingkan dan mengevaluasi jalur monorel Surabaya yang telah direncanakan



### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan masukan kepada penyelenggara, pemerintah, dan masyarakat calon pengguna monorel bagaimana rute yang ideal dengan metode sistem informasi geografis



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Monorel

#### 2.1.1 Definisi

Monorel adalah moda transportasi penumpang dan barang ringan yang berasal dari kata bahasa Inggris “*monorail*” adalah salah satu moda transportasi massal yang berbasis rel yang terdiri dari dua kombinasi kata yaitu “mono” yang berarti tunggal dan “rail” berarti rel. Secara definisi *monorail* adalah sistem transportasi yang dapat berjalan dan stabil pada rel tunggal, yang biasanya disebut *beamway* pada sistem melayang (Svensson, 2007).

*Beamway* atau rel pada monorel biasanya tidak lebih dari setengah lebar dari kereta monorel agar selalu stabil dan menghindari monorel terjungkir ke samping. Karena mempunyai *beamway* yang sempit, masalah yang berhubungan dengan ekonomi dan lingkungan pada sistem jalurnya lebih sedikit daripada kereta api ringan atau kereta api konvensional, yang mana menerapkan rel yang lebih lebar, lebih mahal, dan mempunyai fleksibilitas yang terbatas. (Svensson, 2007).



Gambar 2.1 Contoh monorel

Sumber: (Svensson, 2007)

- 2.1.2 Keunggulan dan kekurangan monorel
- Keunggulan monorel dibandingkan dengan moda transportasi massal lainnya adalah sebagai berikut (Fleming, 2014)
- Dalam membangun rute monorel tidak perlu melakukan pembebasan lahan.
  - Dapat mengangkut lebih banyak orang daripada bus.
  - Pembangunan lebih cepat dan murah dibandingkan dengan kereta bawah tanah
  - Tidak mengurangi kapasitas jalan yang dilewati dibawahnya.
  - Berada diatas tanah, sehingga menghindari kepadatan dan potensi kecelakaan dengan kendaraan dan pejalan kaki dibawahnya.
  - Mempunyai tingkat kebisingan yang lebih rendah daripada moda transportasi umum lainnya karena monorel.

Kekurangan monorel dibandingkan dengan moda transportasi massal lainnya adalah sebagai berikut:

- a. Proses evakuasi jika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan akan sulit karena jalur monorel melayang diatas tanah dan akses keluar dan masuk penumpang hanya pada stasiun monorel.
- b. Lebih memakan ruang dibandingkan dengan kereta bawah tanah.

## **2.2 Sistem Informasi Geografis**

### **2.2.1 Definisi**

Banyak definisi dari Sistem Informasi Geografis (SIG), diantaranya:

- a. SIG adalah sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan melakukan analisis pada objek-objek dan fenomena dimana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Sehingga, SIG merupakan sistem komputer yang mempunyai empat kemampuan-kemampuan dalam menangani data yang bereferensi geografis, yaitu: masukan, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), analisis dan manipulasi data, dan keluaran data (Aronoff, 1989).
- b. SIG adalah sebuah alat untuk melakukan operasi pada data geografi yang mana terlalu membosankan atau terlalu mahal atau tidak akurat jika dilakukan secara manual (Longley et al., 2001).



- c. SIG adalah himpunan alat (*tools*) yang berfungsi untuk mengumpulkan, menyimpan, mengaktifkan, mentransformasikan, dan menyajikan data spasial dari suatu fenomena nyata di permukaan bumi, dilakukan untuk tujuan tertentu misalnya pemetaan. SIG merupakan bagian pemrosesan data dalam pemetaan, mengandung sistem basis data untuk menjelaskan data (Munir, 2012).

#### 2.2.2 Subsistem SIG

SIG dapat diuraikan menjadi beberapa subsistem beserta masing-masing tugasnya sebagai berikut

- a. Data Input

Sub-sistem ini mempunyai tugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial beserta data atributnya dari berbagai macam sumber. Sub-sistem ini juga harus mampu melakukan proses transformasi atau konversi format-format data asli menjadi format data yang dapat digunakan pada perangkat SIG yang digunakan.

- b. Data Output

Sub-sistem ini mempunyai tugas untuk menampilkan atau menghasilkan suatu keluaran sesuai yang dikehendaki seluruh atau sebagian basis data spasial baik dalam bentuk *softcopy* seperti peta digital maupun bentuk *hardcopy* seperti peta garis.

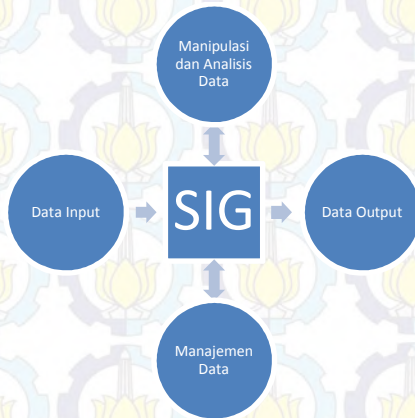
- c. Manajemen Data

Sub-sistem ini mempunyai tugas untuk mengorganisasikan data-data spasial dan

tabel-tabel atribut yang berhubungan dengan sebuah sistem basis data sedemikian rupa sehingga dengan mudah dapat dipanggil kembali atau di-*retrieve* (dibuka kembali ke memori), di-*update*, dan di-*edit*.

d. Manipulasi dan Analisis Data

Sub-sistem ini mempunyai tugas untuk menentukan informasi-informasi apa yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu sub-sistem ini juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan berbagai fungsi dan operator matematis dan logika) dan permodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.



Gambar 2.2 Ilustrasi sub-sistem SIG  
Sumber: (Prahasta, 2009)



### 2.2.3 Komponen

Komponen penyusun Sistem Informasi Geografis adalah sebagai berikut:

a. Perangkat Keras

Perangkat keras dalam SIG adalah alat yang digunakan untuk pengguna SIG untuk berinteraksi secara langsung dengan operasi SIG, diantaranya dengan mengetik, menunjuk, mengklik, dan memberikan informasi pada layar alat atau menghasilkan suara yang ada artinya. Pada umumnya, alat-alat ini dapat ditunjang oleh komputer *PC Desktop* (termasuk *mouse*, monitor, *digitizer*, *printer*, *plotter*, dan *scanner*), *workstations*, dan *multi-user host*. Akan tetapi karena semakin berkembangnya teknologi maka alat-alat tersebut menjadi bermacam-macam dan makin fleksibel, seperti laptop, PDA (*Personal Digital Assistants*), dan *Smartphone* (telepon pintar).

b. Perangkat Lunak

Perangkat lunak adalah program komputer yang didesain khusus untuk mempunyai kemampuan pengelolaan, penyimpanan pemrosesan, analisis dan penayangan data spasial. Banyak sekali contoh dari perangkat lunak SIG, untuk perangkat lunak open source contohnya adalah ILWIS, GRASS, dan QGIS sedangkan untuk perangkat

lunak komersial contohnya adalah ArcGIS dan ArcInfo.

c. Data

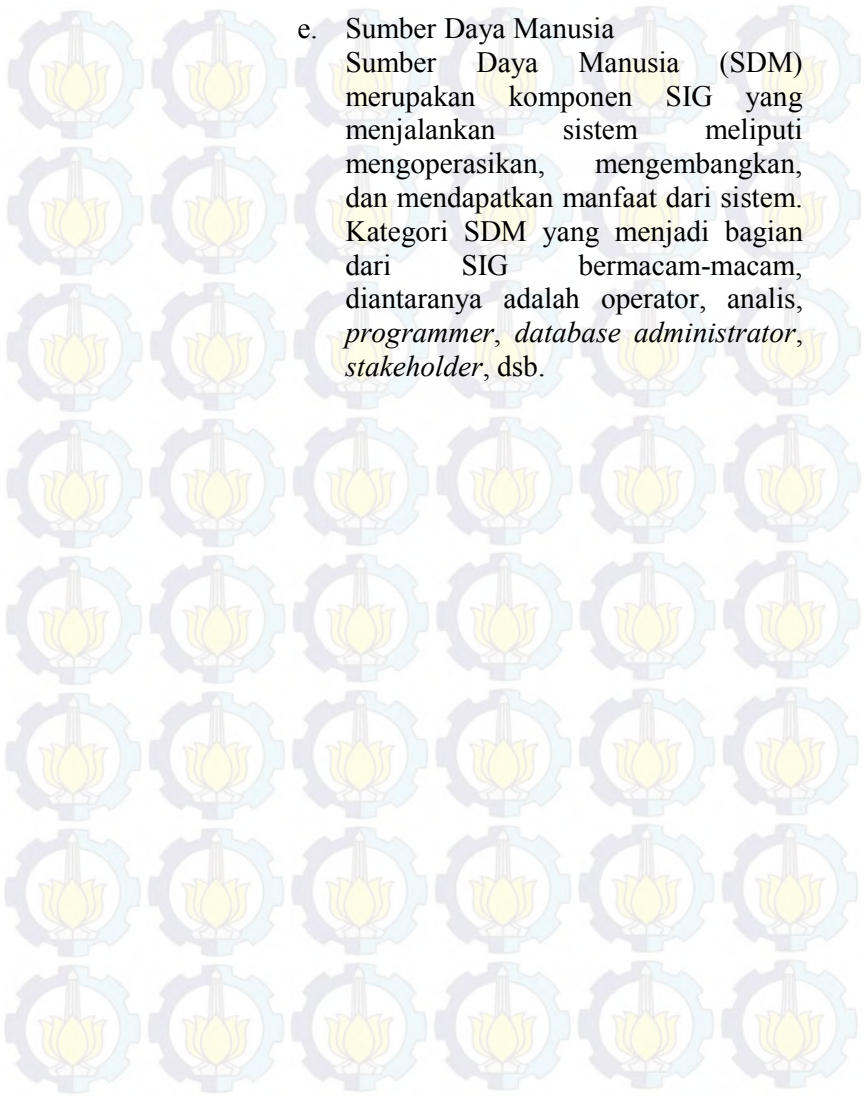
Data adalah informasi yang dibutuhkan dan diolah dalam pekerjaan SIG, dimana data yang digunakan adalah data grafis/spasial dan data atribut. Adapun jenis data yang diolah dalam SIG adalah sebagai berikut:

i. Data grafis/spasial adalah data yang merupakan representasi fenomena pada permukaan bumi yang memiliki referensi (koordinat) lazim berupa peta, citra satelit, dan sebagainya atau hasil dari interpretasi data-data tersebut.

ii. Data atribut/non-spasial adalah data yang merupakan representasi dari aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkannya. Misalnya catatan survei, data sensus penduduk, dan data-data statistik lainnya.

d. Metode

Metode atau aplikasi adalah kumpulan dari berbagai prosedur yang digunakan untuk mengolah data hingga menjadi suatu informasi. Contohnya adalah klasifikasi, *overlay*, *buffer*, *query*, penjumlahan, dan sebagainya.

- 
- e. Sumber Daya Manusia  
Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan komponen SIG yang menjalankan sistem meliputi mengoperasikan, mengembangkan, dan mendapatkan manfaat dari sistem. Kategori SDM yang menjadi bagian dari SIG bermacam-macam, diantaranya adalah operator, analis, *programmer*, *database administrator*, *stakeholder*, dsb.



Gambar 2.3 Hubungan antar komponen SIG  
Sumber: (Munir, 2012)

#### 2.2.4 Analisis Spasial

Analisis spasial pada Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu teknik atau proses yang melibatkan sejumlah hitungan dan evaluasi logika (matematis) yang dilakukan dalam rangka mencari dan menemukan (potensi) hubungan atau pola-pola yang (mungkin) terdapat diantara unsur-unsur geografis (yang terkandung didalam data digital dengan batas-batas wilayah studi tertentu). Proses analisis spasial dapat dilakukan baik pada



model data vektor dan raster. Berikut contoh-contoh dari analisis spasial:

a. *Buffer*

*Buffer* adalah salah satu operasi analisis spasial data vektor yang paling penting. Operasi ini membuat objek baru atau objek-objek dengan mengidentifikasi semua area disekitarnya dengan jarak tertentu dari objek spasial (titik, garis, atau area).

b. *Euclidean Distance*

*Euclidean Distance* adalah operasi analisis spasial data raster yang digunakan untuk menghitung jarak lurus setiap sel pada suatu data raster terhadap lokasi sumber atau lokasi tujuan. Dasar dari analisis spasial menggunakan teori Pythagoras (Indarto dan Faisol, 2012).

c. *Union*

*Union* adalah operasi analisis spasial data vektor yang digunakan untuk membuat fitur dengan menggabungkan beberapa fitur, dimana fitur yang digabungkan merupakan poligon (Indarto dan Faisol, 2012).

### **2.3 Perencanaan Transportasi**

Perencanaan transportasi adalah suatu proses yang tujuannya mengembangkan sistem transportasi yang memungkinkan manusia dan barang bergerak atau berpindah tempat dengan aman dan murah (Tamin, 2000)

Secara umum perencanaan transportasi dilaksanakan dalam 4 tahap, yaitu:

a. Bangkitan perjalanan (*Trip Generation*)

Tahapan ini bertujuan untuk mempelajari dan meramalkan besarnya tingkat bangkitan pergerakan dengan mempelajari beberapa variasi hubungan antar ciri pergerakan dengan lingkungan tata guna lahan. Tahapan ini biasanya menggunakan data berbasis zona untuk memodelkan besarnya pergerakan yang terjadi, misalnya kepemilikan kendaraan, tata guna lahan, populasi, jumlah pekerja, kepadatan dan pendapatan penduduk, dan moda transportasi yang digunakan. Khusus untuk mengenai angkutan barang, bangkitan dan tarikan pergerakan diramalkan dengan menggunakan atribut sektor industri dan sektor lain yang terkait. (Tamin, 2000).

b. Sebaran Perjalanan (*Trip Distribution*)

Sebaran perjalanan merupakan jumlah (banyaknya) perjalanan yang bermula dari suatu zona asal yang menyebar ke banyak zona tujuan atau sebaliknya jumlah (banyaknya) perjalanan yang datang mengumpul ke suatu zona tujuan yang tadinya berasal dari sejumlah zona asal. Sebaran perjalanan ini penting untuk melihat pola perjalanan antar zona yang berupa “arus pergerakan (kendaraan, penumpang, dan barang)” dalam suatu area studi selama periode waktu tertentu digunakan sebuah alat berupa matriks berdimensi dua yang disebut dengan matriks pergerakan atau matriks asal-tujuan (MAT). (Miro, 2005).

c. Pemilihan moda



Pemilihan moda bertujuan untuk mengetahui proporsi orang yang akan menggunakan setiap moda. Proses ini dilakukan dengan maksud untuk mengkalibrasi model pemilihan moda pada tahun dasar dengan mengetahui peubah bebas (atribut) yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut. Setelah dilakukan proses kalibrasi, model dapat digunakan untuk meramalkan pemilihan moda dengan menggunakan nilai atribut untuk masa mendatang. Untuk memodelkan pemilihan moda diperlukan banyak faktor sulit untuk diidentifikasi seperti keamanan, kenyamanan, keandalan, ketersediaan sarana serta pergerakan yang menggunakan lebih dari satu moda dalam perjalanan (multimoda). (Tamin, 2000)

d. Pemilihan rute

Pemilihan rute bertujuan untuk memodelkan perilaku pelaku perjalanan dalam memilih rute yang menurutnya rute terbaik. (Miro, 2005)

#### **2.4 Metode Perbandingan *Pairwise Comparison***

Metode perbandingan *pairwise comparison* pertama kali dikembangkan oleh Saaty, 1980. Metode ini berhubungan perbandingan pairwise untuk membuat matriks rasio. Ini bertindak sebagai masukan pada perbandingan pairwise dan menghasilkan bobot relatif sebagai keluaran. Secara rinci, bobot-bobot ditentukan dengan membuat normal vektor eigen yang berhubungan dengan nilai eigen maksimum dari matriks rasio (resiprokal). Metode ini dapat dilakukan dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengembangan matriks *pairwise comparison*. Metode memakai sebuah skala pokok yang mempunyai nilai dari 1 hingga 9 untuk menghitung pilihan relatif untuk dua kriteria (lihat tabel 2.1).

Tabel 2.1 Skala untuk *pairwise comparison*  
Sumber: (Malczewski, 1999)

Intensitas Kepentingan	Definisi
1	Kepentingan rendah
2	Kepentingan rendah hingga sedang
3	Kepentingan sedang
4	Kepentingan sedang hingga tinggi
5	Kepentingan tinggi
6	Kepentingan tinggi hingga sangat tinggi
7	Kepentingan sangat tinggi
8	Kepentingan sangat tinggi hingga ekstrim
9	Kepentingan ekstrim

2. Penghitungan bobot kriteria. Tahap ini berhubungan dengan operasi berikut:
  - a. Jumlahkan nilai pada setiap kolom pada matriks perbandingan pairwise.
  - b. Bagi setiap elemen pada matriks dengan total kolom (matriks yang dihasilkan disebut matriks *pairwise comparison* yang telah dinormalisasi).
  - c. Hitung rata-rata dari elemen setiap baris pada matriks yang telah dinormalisasi, yaitu, membagi jumlah dari skor normalisasi untuk setiap baris

dengan jumlah kriteria. Rata-rata ini menyediakan perkiraan dari bobot relatif dari kriteria yang sedang dibandingkan.

3. Perkiraan rasio konsistensi. Tahap ini menentukan apakah perbandingan yang telah dilakukan sudah konsisten atau belum. Tahap ini berhubungan dengan operasi berikut:
  - a. Menentukan vektor jumlah bobot dengan mengalikan bobot untuk kriteria pertama dengan kolom pertama dari matriks perbandingan pairwise awal, lalu mengalikan bobot kedua dengan kolom kedua, lalu mengalikan kriteria ketiga dengan kolom ketiga matriks awal, terakhir, jumlahkan nilai-nilai ini pada baris.
  - b. Tentukan vektor konsistensi dengan membagi vektor jumlah bobot oleh bobot kriteria yang telah ditentukan sebelumnya.
  - c. Nilai rasio konsistensi (CR) harus lebih kecil dari 0.10, jika lebih kecil maka hasil pembobotan dapat diterima akan tetapi jika CR lebih besar atau sama dengan 0.10 maka proses pembobotan harus diulang dari awal.

## 2.5 Metode *Simple Additive Weighting*

Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) adalah metode yang sering digunakan untuk melakukan pengambilan keputusan spasial multiatribut. Teknik ini juga berhubungan dengan *weighted linear combination* (WLC) atau metode skoring. Metode ini berdasarkan pada konsep dari pembobotan rata-rata. Pembuat keputusan secara langsung memberikan bobot dari “kepentingan relatif” pada setiap atribut. Skor total lalu didapat untuk setiap alternatif dengan



mengalikan bobot kepentingan yang diberikan untuk setiap atribut dengan nilai skala yang diberikan pada alternatif pada atribut tersebut, dan menjumlahkan semua hasil dari semua atribut. Ketika skor keseluruhan dihitung untuk semua alternatif, alternatif dengan skor keseluruhan tertinggi dipilih. Secara formal, aturan keputusan menilai tiap-tiap alternatif,  $A_i$ , dengan persamaan berikut:

$$A_i = \sum_i w_i x_{ij} \quad (1)$$

Rumus diatas adalah rumus aturan keputusan menilai tiap-tiap alternatif, dengan  $x_{ij}$  adalah skor dari alternatif ke- $i$  berkenaan dengan atribut ke- $j$ , sehingga  $\sum w_i = 1$ . Bobot mewakili kepentingan relatif pada atribut-atribut. Alternatif yang paling baik dipilih dengan mengidentifikasi nilai maksimum dari  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ). (Malczewski, 1999).

Langkah-langkah pelaksanaan metode SAW yang berbasis SIG adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan kumpulan dari kriteria evaluasi (*layer* peta) dan kumpulan dari alternatif yang mungkin.
- b. Standarkan setiap kriteria *layer* peta.
- c. Tetapkan bobot kriteria; yang mana bobot dari “kepentingan relatif” secara langsung ditugaskan pada setiap peta kriteria.
- d. Bangun *layer* peta yang telah diberi bobot standar; yang mana, mengalikan *layer* peta yang telah standar dengan bobot yang cocok.
- e. Hasilkan skor keseluruhan pada setiap alternatif menggunakan operasi penambahan *overlay* pada *layer* peta yang diberi bobot standar.
- f. Berikan peringkat pada alternatif berdasarkan skor kemampuan keseluruhan; alternatif yang memiliki



skor tertinggi dalam peringkat adalah alternatif terbaik.

Kelebihan metode SAW dalam pengambilan keputusan spasial adalah metode SAW mendukung kemampuan *overlay*. Teknik *overlay* memberikan penilaian pada *layer* peta kriteria (peta-peta masukan) untuk dikumpulkan untuk menentukan *layer* peta komposit. Metode ini dapat dilaksanakan baik pada data vektor maupun raster.

Sedangkan kelemahan dari metode SAW adalah proses ini cenderung menjadi prosedur *ad hoc* yang mana hanya mempunyai landasan teori yang sedikit untung mendukung prosedur tersebut. Akan tetapi, meskipun adanya kelemahan tersebut, metode ini cukup banyak digunakan di dunia karena kemudahan penggunaannya. (Malczewski, 1999)

## **2.6 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu yang berhubungan dengan evaluasi jaringan transportasi umum yang menggunakan metode sistem informasi geografis adalah penelitian yang dilakukan oleh Triwidodo, 2006. Penelitian ini membuat sistem informasi geografis jaringan transportasi angkutan kota di Surabaya beserta analisa dari masing-masing jaringan tersebut terhadap berbagai lokasi yang dilewati oleh angkutan kota. Hasil dari tugas akhir ini adalah:

1. Analisa kepadatan trayek, analisa yang dilakukan adalah analisa jalan mana saja yang terpadat oleh angkutan kota dan alasan mengapa angkutan kota padat di jalan tersebut. Dari analisa yang ada dapat disimpulkan bahwa adanya fasilitas umum dan pusat keramaian yang menyebabkan angkutan kota padat, sedangkan angkutan kota tidak

menjangkau daerah pemukiman kelas atas, daerah rawa, lapangan golf, dan hutan bakau.

2. Analisa terminal, analisa yang dilakukan adalah analisa bagaimana spesifikasi terminal angkutan kota dan angkutan kota trayek apa saja yang melakukan proses naik dan turun penumpang di terminal-terminal tersebut.
3. Analisa fungsi angkutan kota pada fasilitas umum masyarakat, analisa yang dilakukan adalah menjelaskan fasilitas umum apa saja yang dilewati oleh angkutan kota. Dari analisa yang dilakukan, sebagian besar fasilitas umum yang ada sudah dilewati oleh angkutan kota kecuali objek wisata, pusat perbelanjaan, dan lapangan golf.

Penelitian terdahulu yang lain lain yang menggunakan sistem informasi geografis dalam desain jalur transportasi umum adalah penelitian yang dilakukan oleh Lamberti, 2012. Penelitian ini merancang suatu rute kereta api supercepat antara kota Berlin, Jerman dan Palermo, Italia. Dengan menggunakan sistem SIG, tiga alternatif jalur berbeda yang diajukan dapat dianalisa pada wilayahnya dan mengevaluasi batasan masing-masing, seperti pedesaan, fitur geometris, dan informasi lainnya, seperti yang ada pada tabel komponen lingkungan (tabel 2.2).

Tabel 2.2 Parameter Komponen Lingkungan

Sumber: (De Luca, Dell'Acqua dan Lamberti, 2012)

Kategori	Faktor	Indikator
Stabilitas lahan	A Geologi	A1 – Resiko longsor A2 – Resiko seismik dan resiko vulkanik A3 – Komposisi geolitologik
	B Hidrolik	B1 – Interferensi dengan aliran air B2 – Resiko hidrolik
Dampak alam dan biologis	C Sumber Daya Alam	C1 – Persentase area taman internal (area dari nilai lingkungan tinggi) C2 – Zonasi taman C3 – Pengaruh visual C4 – Nilai bentang darat C5 – Derajat kewajaran C6 – Derajat Biodiversitas
Komponen sosial dan ekonomi	D Penggunaan lahan	D1 – Gangguan umum D2 – Gangguan spesifik dengan jalanan D3 – Gangguan spesifik dengan wilayah urban
	E Bakal Penggunaan lahan	E1 – Karakteristik dari area yang berseberangan (urban, pertanian, dll)
Faktor geometrik dan fungsional	H	H1 – Kecepatan rata-rata jalur H2 – Panjang jalur H3 – Kemungkinan memasukkan tempat pemberhentian ditengah-tengah

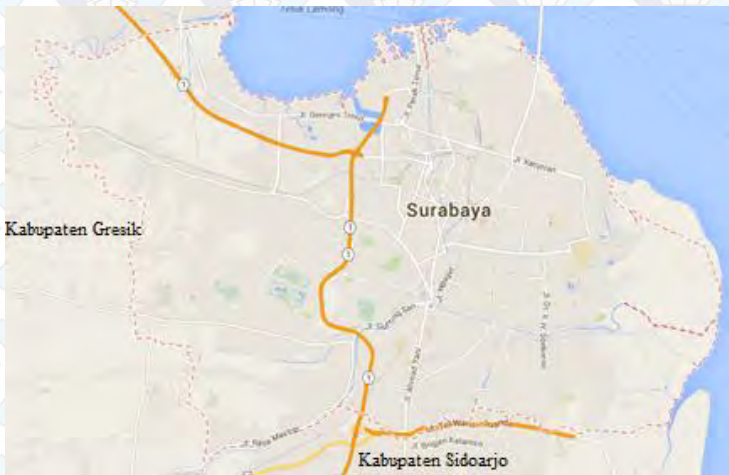


## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini adalah wilayah Kotamadya Surabaya, Propinsi Jawa Timur, Indonesia. Kotamadya Surabaya terletak pada  $7^{\circ} 9' - 7^{\circ} 21'$  LS dan  $112^{\circ} 36' - 112^{\circ} 54'$  BT. Kotamadya Surabaya berbatasan dengan:

- Utara : Selat Madura, Teluk Lamong, dan Laut Jawa
- Selatan : Kabupaten Sidoarjo
- Barat: : Kabupaten Gresik
- Timur: : Laut Jawa

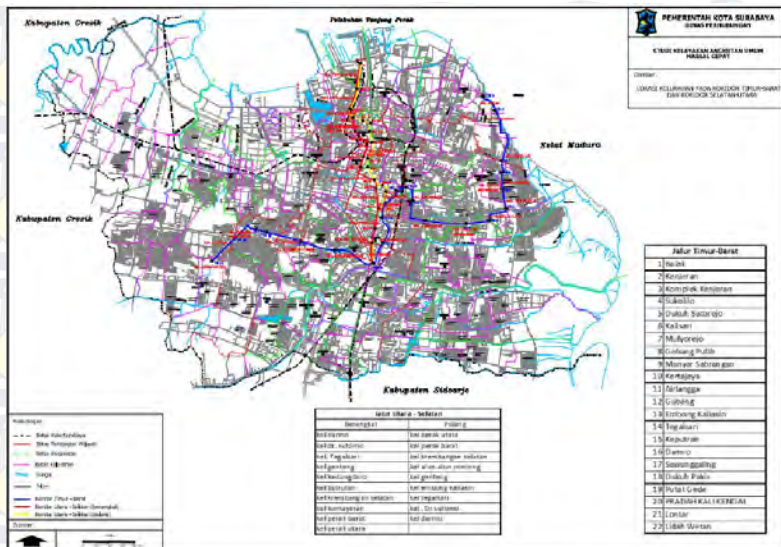


Gambar 3.1 Wilayah kota Surabaya  
Sumber: Google Maps



Hasil studi awal yang dilakukan Bappeko menunjukkan rencana rute monorel melewati jalur barat-timur kota Surabaya. Sedangkan hasil studi Bappeko selanjutnya rute yang telah direncanakan sebelumnya berubah dikarenakan beberapa faktor, diantaranya:

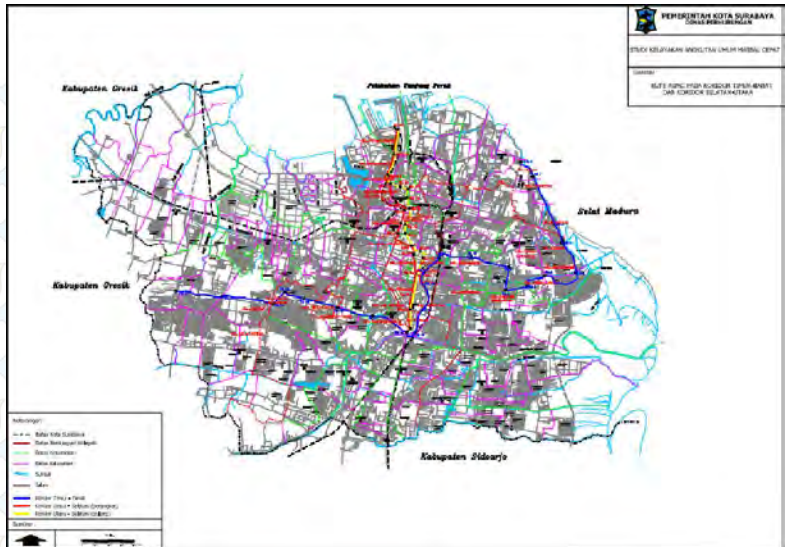
1. Kepadatan pemukiman yang dilewati
2. Lebar median jalan yang dilewati monorel
3. Jumlah fasilitas umum yang dilewati
4. Menghindari kompetisi dengan jalur trem



Gambar 3.2 Rencana rute awal monorel (garis berwarna biru)

Sumber: Bappeko

Peta rencana rute akhir monorel setelah studi akhir dijelaskan pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Rencana rute monorel akhir (garis berwarna biru)

Sumber: Bappeko

### 3.2 Peralatan dan Data

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Laptop Toshiba L515
- Perangkat lunak ArcMap 10
- Perangkat lunak AutoCad 2009
- Perangkat lunak Microsoft Word

Data yang Dibutuhkan

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

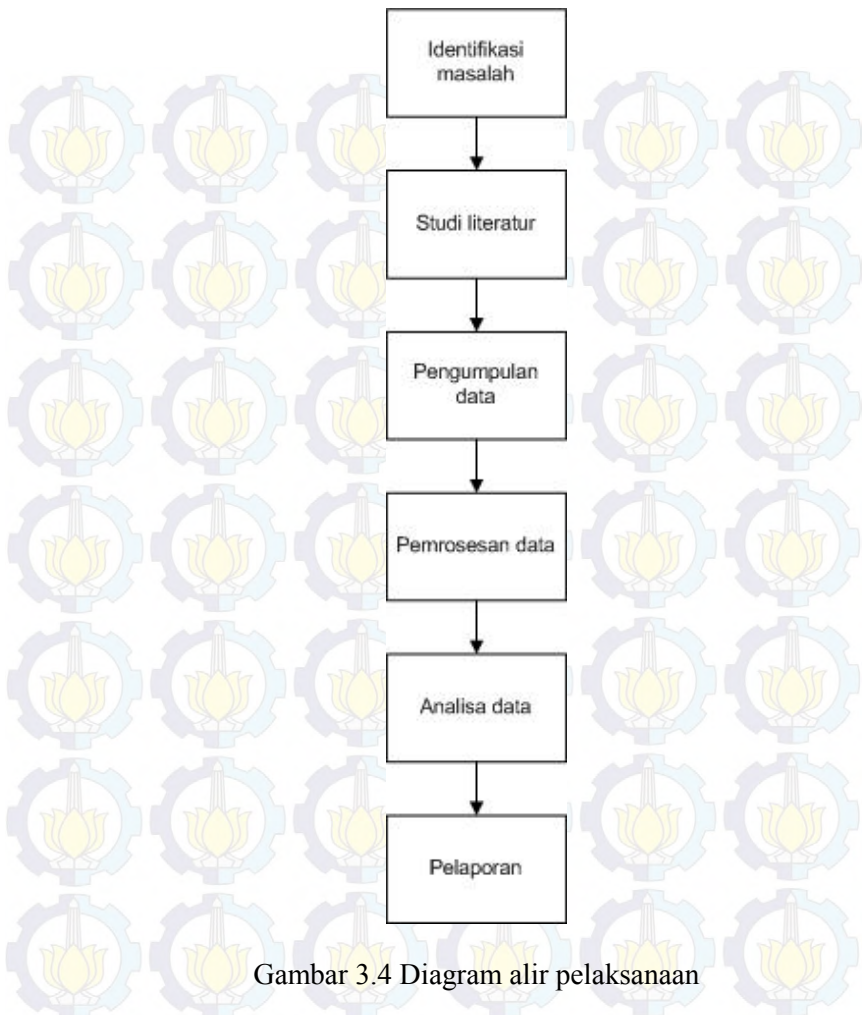
Tabel 3.1 Data yang dibutuhkan

No	Data	Skala	Sumber
1	Hasil studi pembangunan monorel di Surabaya	-	BAPPEKO
2	Peta Dasar (RBI) Kota Surabaya	1:25000	BIG
3	Peta Jaringan Jalan dan Terminal Kota Surabaya	1:25000	BAPPEKO
4	Peta Tutupan Lahan Kota Surabaya	1:25000	BAPPEKO
5	Peta Jalur Transportasi Umum	1:25000	BAPPEKO
6	Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Surabaya	1:25000	BAPPEKO
7	Peta Seismik Kota Surabaya	1:25000	BAPPEKO
8	Data Kependudukan Surabaya	-	BAPPEKO
9	Peta Jalur Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)	1:25000	BAPEKKO
10	Peta Jalur Pipa Air PDAM	1:25000	BAPPEKO

### **3.3 Metodologi Penelitian**

#### 3.3.1 Pelaksanaan

Diagram alir dari tahapan pelaksanaan adalah sebagai berikut:



Penjelasan diagram alir:

- a. Identifikasi dan Perumusan Masalah  
Pada tahap ini meneliti masalah apa yang selama ini ada dan bagaimana cara penyelesaiannya.



b. Studi Literatur

Pada tahap ini mempelajari dan memperdalam teori-teori yang dibutuhkan dalam penyelesaian masalah pada penelitian. Untuk penelitian ini yang perlu dipelajari adalah konsep dan aplikasi sistem informasi geografis, teori pengambilan keputusan, dan teori perencanaan transportasi.

c. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, data-data yang diperlukan dalam penelitian disusun sesuai dengan teori yang telah dipelajari sebelumnya, lalu mengurus surat perijinan kepada instansi yang mempunyai data tersebut. Instansi yang mempunyai data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah Bappeko, Badan Geologi, PDAM, dan PLN.

d. Pemrosesan Data

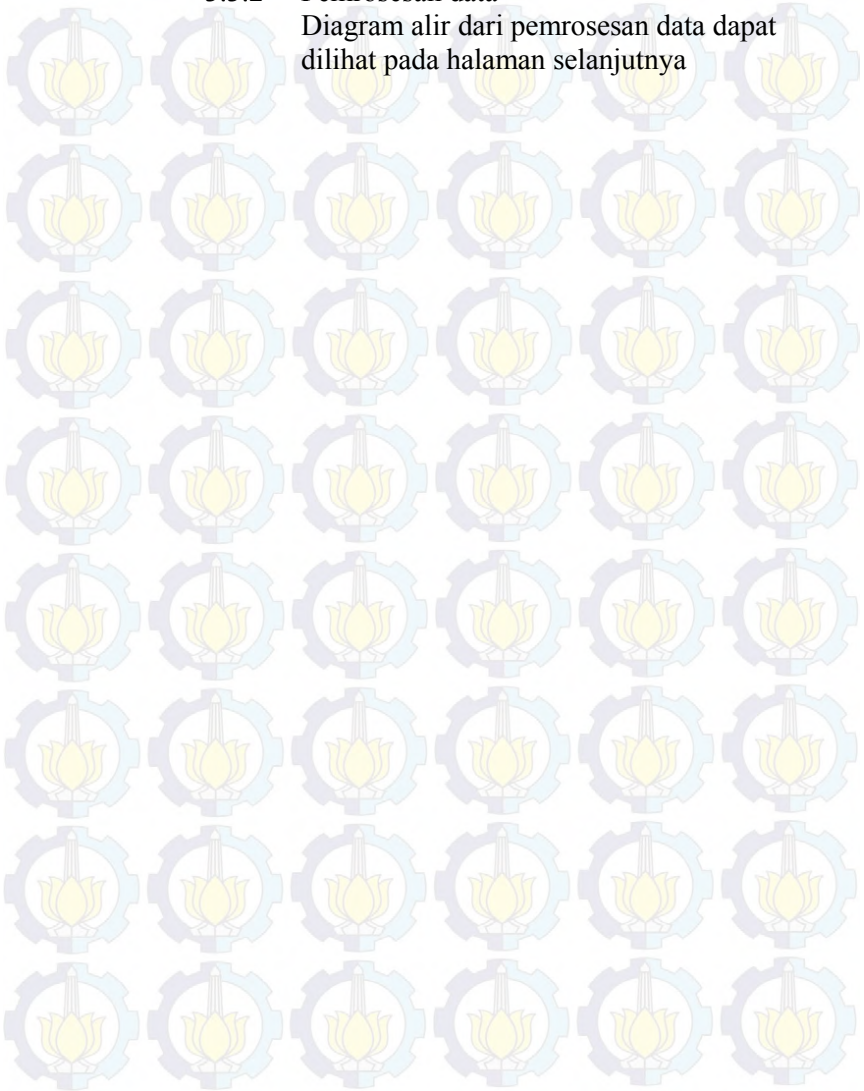
Setelah semua data terkumpul pada tahap sebelumnya, data-data yang ada diproses sesuai dengan teori yang telah dipelajari sebelumnya dan metode yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil penelitian ini adalah rencana jalur monorel kota Surabaya. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode sistem informasi geografis dalam permodelan dan visualisasi data, metode *simple additive weighting* untuk mendapatkan keputusan, dan metode *pairwise* untuk pembobotan dalam pengambilan keputusan. Diagram alir pemrosesan data beserta penjelasannya ada di sub-bab selanjutnya.

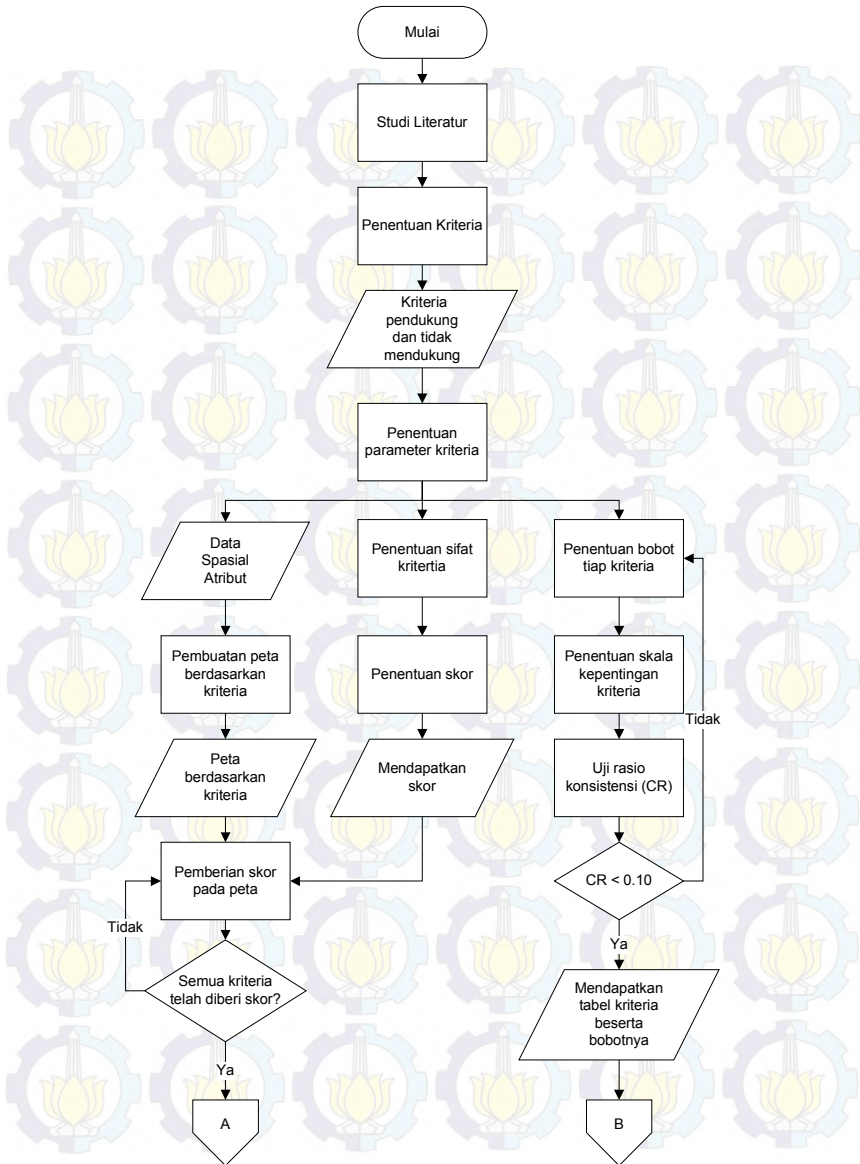
e. Analisa data

Data yang sudah diolah diteliti sesuai dengan apa yang telah direncanakan dalam penelitian. Dalam penelitian ini diteliti apakah jalur yang telah direncanakan sebelumnya.

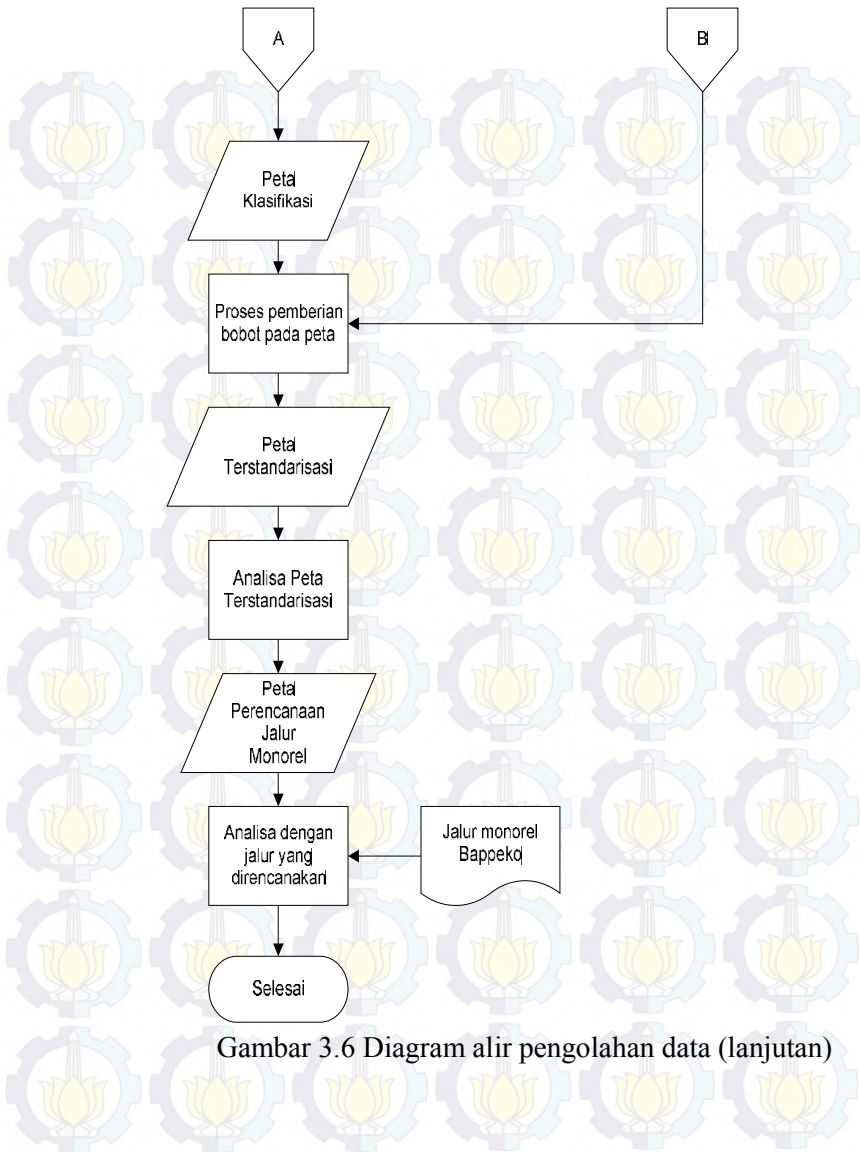
### 3.3.2 Pemrosesan data

Diagram alir dari pemrosesan data dapat dilihat pada halaman selanjutnya





Gambar 3.5 Diagram alir pengolahan data



Gambar 3.6 Diagram alir pengolahan data (lanjutan)



Penjelasan diagram alir diatas adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Sebelum melakukan langkah-langkah selanjutnya, diperlukan suatu pendalaman materi yang berkenaan dengan perencanaan monorel.

b. Penentuan kriteria

Setelah memperdalam materi dan mendapatkan data-data yang berkenaan dengan pembangunan jalur monorel, maka kriteria dapat ditentukan.

c. Kriteria

Kriteria yang ditentukan pada bagian sebelumnya didapatkan. Kriteria ini menjadi patokan penting dalam pembangunan jalur monorel.

d. Penentuan parameter kriteria

Kriteria yang sudah ada sebelumnya diturunkan dan dijabarkan menjadi kondisi yang spesifik dari masing-masing kriteria.

e. Data spasial

Memasukkan data-data spasial yang telah disiapkan pada tahap sebelumnya sesuai dengan kriteria yang ada.

f. Pembuatan peta berdasarkan kriteria

Data spasial dan atribut yang sudah ada diolah dengan menggunakan *software* untuk dijadikan peta berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya.

g. Peta berdasarkan kriteria

Peta yang berdasarkan masing-masing kriteria yang ada didapatkan.

h. Penentuan sifat kriteria

Meneliti apakah sifat dan karakteristik dari parameter kriteria yang telah ditentukan mempengaruhi penentuan jalur monorel. Setelah menentukan sifat kriteria, lakukan langkah

pemasukan data spasial, penentuan sifat kriteria, dan penentuan bobot kriteria secara bersamaan.

i. Penentuan skor

Sifat kriteria yang telah didapatkan pada langkah sebelumnya diterjemahkan menjadi skor, jika sifat parameter kriteria sangat baik pengaruhnya dalam pembangunan jalur monorel, maka parameter kriteria itu mendapatkan skor tertinggi, sebaliknya jika sifat parameter kriteria sangat buruk pengaruhnya dalam pembangunan jalur monorel maka parameter kriteria itu mendapatkan skor terendah.

j. Mendapatkan skor

Skor pada masing-masing parameter kriteria yang telah ditentukan sebelumnya didapatkan.

k. Penentuan bobot tiap kriteria

Pada tahap ini ditentukan bagaimana bobot berdasarkan tingkat kepentingan antar kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Metode pembobotan yang digunakan dalam penentuan bobot ini adalah metode pembobotan perbandingan *pairwise*.

l. Penentuan skala kepentingan kriteria

Pada tahap ini ditentukan nilai skala kepentingan parameter sesuai dengan tabel skala untuk perbandingan *pairwise* (tabel 2.1).

m. Uji rasio konsistensi (CR)

Agar proses pembobotan yang telah dilakukan konsisten sehingga dapat digunakan, diperlukan uji rasio (CR). Jika nilai  $CR < 0.1$ , maka proses pembobotan telah dianggap konsisten dan hasil dari proses pembobotan dapat digunakan, akan tetapi jika  $CR \geq 0.1$ , maka proses pembobotan dianggap tidak konsisten sehingga proses pembobotan harus dimulai dari awal lagi.

- n. Mendapatkan tabel kriteria beserta bobotnya  
Jika telah memenuhi syarat rasio konsistensi (CR), maka tabel parameter beserta bobotnya didapatkan.
- o. Pemberian skor pada peta  
Peta berdasarkan kriteria yang ada diberikan skor sesuai dengan skor yang telah ditentukan, pemberian skor harus meliputi semua kriteria yang ada.
- p. Peta klasifikasi  
Peta yang berdasarkan kriteria yang telah diklasifikasi dan diberi skor didapatkan.
- q. Proses pemberian bobot pada peta  
Peta klasifikasi yang ada distandarkan, yaitu pemberian tingkat kepentingan kriteria sesuai dengan kenyataan yang ada.
- r. Peta terstandarisasi  
Peta ini adalah peta hasil pembobotan pada langkah sebelumnya. Peta ini siap digunakan untuk di analisis bagaimana rute monorel yang direncanakan.
- s. Analisa peta terstandarisasi  
Peta terstandarisasi yang ada di analisa sesuai dengan standar perencanaan jalur monorel yang telah dipelajari sebelumnya.
- t. Peta perencanaan jalur monorel  
Peta ini adalah hasil keluaran dari keseluruhan pengolahan data.



## BAB IV HASIL DAN ANALISA

### 4.1 Hasil

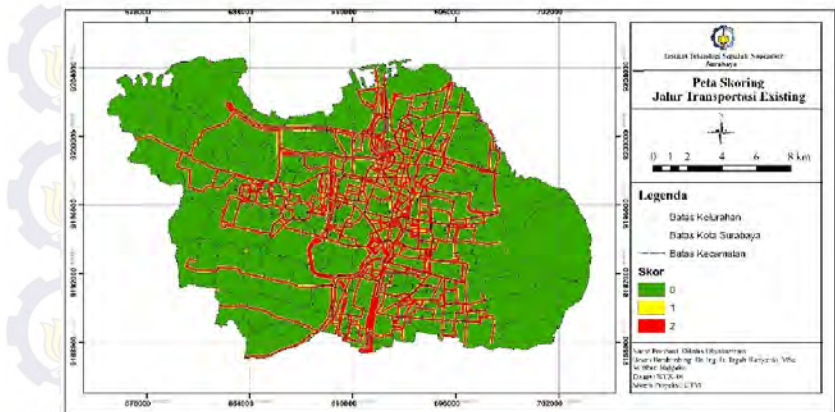
- a. **Klasifikasi dan skoring peta**  
Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan, dilakukan proses seleksi dan *overlay* dari data yang sudah ada sesuai dengan kriteria yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil dari proses ini yaitu peta berdasarkan kriteria yang telah ditentukan beserta klasifikasi berdasarkan kriterianya, adalah sebagai berikut:
  - i. Peta jalur transportasi umum *existing* kota Surabaya  
Peta ini digunakan untuk menentukan bagaimana keterkaitan antara jalur monorel yang direncanakan dengan moda transportasi yang sudah ada sebelumnya. Didalam pembobotan kriteria ini, skor tertinggi diambil dari kondisi ketika suatu daerah yang mempunyai jarak terdekat dari tempat perhentian moda (terminal) jalur moda (angkutan kota dan bus kota). Skor tertinggi didalam kriteria ini mencapai 2 karena hubungan antar moda transportasi dianggap lebih penting dari kriteria lain dan demi mewujudkan visi keterhubungan antar moda transportasi umum. Berdasarkan kondisi diatas, dilakukan klasifikasi skoring jalur transportasi *existing* umum kota Surabaya yang ditunjukkan pada tabel 4.1.



Tabel 4.1 Klasifikasi skoring pada hubungan dengan antar moda transportasi lainnya

Kriteria	Skor
Berhubungan dengan transportasi umum lain dengan jarak > 100 meter atau tidak berhubungan dengan transportasi umum lain	0
Berhubungan dengan moda transportasi umum lain dengan jarak 50-100 meter	1
Berhubungan dengan moda transportasi umum lain dengan jarak < 50 meter	2

Berdasarkan tabel 4.1, dilakukan proses *overlay* dan skoring pada peta administrasi kota Surabaya, peta jalur angkutan kota Surabaya, peta jalur bus kota Surabaya, peta lokasi terminal bus di Surabaya, dan peta lokasi stasiun kereta api di Surabaya hingga didapatkan peta skoring jalur transportasi umum *existing* kota Surabaya seperti pada gambar 4.1.



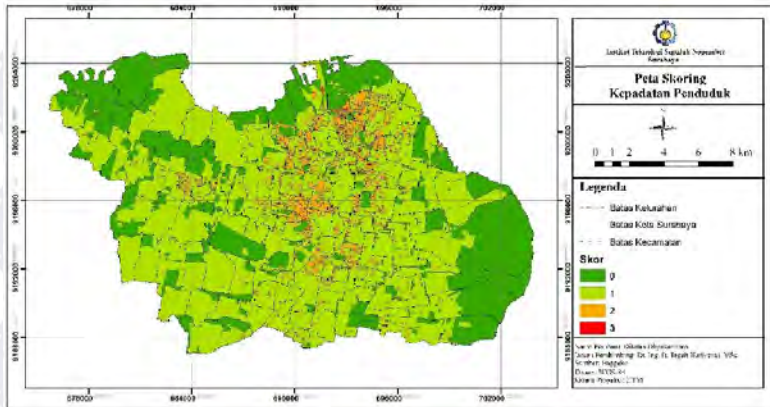
Gambar 4.1 Peta skoring jalur transportasi umum *existing* kota Surabaya

- ii. Peta Kepadatan Penduduk Kota Surabaya  
 Karena monorel dibangun untuk moda transportasi manusia, maka perencanaan jalur monorel harus melewati daerah padat penduduk. Peta kepadatan penduduk kota Surabaya ini digunakan untuk memastikan bahwa jalur monorel yang direncanakan melewati daerah yang padat penduduk. Dalam pembobotan kriteria ini, semakin padat penduduk suatu daerah, semakin tinggi skor daerah tersebut. Berdasarkan kondisi di atas, dilakukan klasifikasi skoring pada kepadatan penduduk yang ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Klasifikasi skoring pada kepadatan penduduk

Kriteria	Skor
Kepadatan penduduk 0 jiwa/km <sup>2</sup>	0
Kepadatan penduduk 1 – 40702 jiwa/km <sup>2</sup>	1
Kepadatan penduduk 40703 – 92727 jiwa/km <sup>2</sup>	2
Kepadatan penduduk lebih dari 92727 jiwa/km <sup>2</sup>	3

Berdasarkan tabel 4.2, dilakukan proses *overlay* dan skoring pada peta administrasi kota Surabaya dan peta kepadatan penduduk berdasarkan wilayah Rukun Tetangga (RT) kota Surabaya hingga didapatkan peta skoring kepadatan penduduk kota Surabaya seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Peta skoring kepadatan penduduk kota Surabaya

iii. Peta *Land Use Existing*

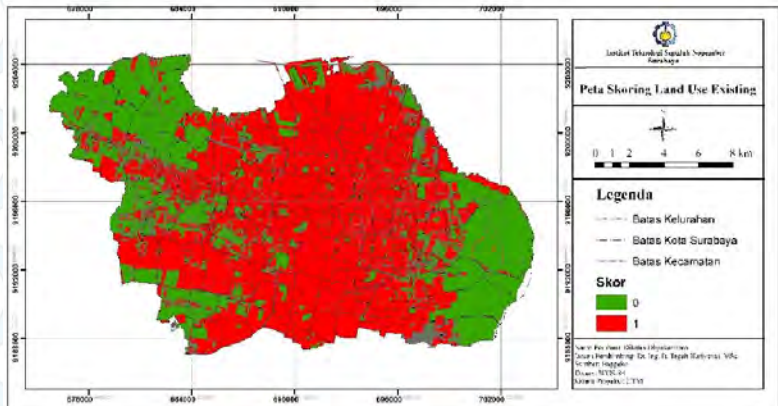
Monorel harus dirancang melewati daerah yang mempunyai banyak aktivitas masyarakat didalamnya, seperti kawasan fasilitas umum (fasum), industri dan perdagangan, perdagangan dan jasa, dan pemukiman. Daerah-daerah tersebut mendapatkan skor tertinggi didalam pembobotan kriteria ini. Sedangkan daerah yang jarang aktivitas masyarakat (boezem, danau, sawah, semak belukar, rawa, tambak, tegalan), daerah konservasi alam (Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan *mangrove*), sehingga dalam pembobotan kriteria ini daerah-daerah tersebut mendapatkan skor terendah. Berdasarkan kondisi diatas, dilakukan klasifikasi skoring pada *land use* yang ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Klasifikasi skoring pada *land use*

Kriteria	Skor
Boezem, danau, sawah, semak belukar, rawa, tambak, tegalan, RTH, mangrove,	0
Fasum, industri dan perdagangan, perdagangan dan jasa, dan pemukiman, kawasan militer	1



Berdasarkan tabel 4.3, dilakukan proses *overlay* dan skoring pada peta administrasi kota Surabaya dan peta *land use existing* kota Surabaya tahun 2014 berdasarkan hingga didapatkan peta skoring kepadatan penduduk kota Surabaya seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Peta skoring *land use existing* kota Surabaya

- iv. Peta Utilitas Kota Surabaya (pipa air bawah tanah dan saluran tegangan ekstra tinggi (SUTET))  
 Dalam perencanaan pembangunan monorel harus dipastikan bahwa tidak mengganggu infrastruktur utilitas kota yang telah ada. Utilitas kota yang berpotensi dapat mengganggu perencanaan jalur monorel adalah pipa air bawah tanah yang bisa saja hancur karena terkena dalamnya pondasi tiang-tiang jalur monorel dan jaringan SUTET (Saluran Tegangan Ekstra Tinggi) yang mempunyai tinggi hampir sama dengan lebih dari 10 meter sehingga dapat menghalangi jalur monorel yang bersimpangan.

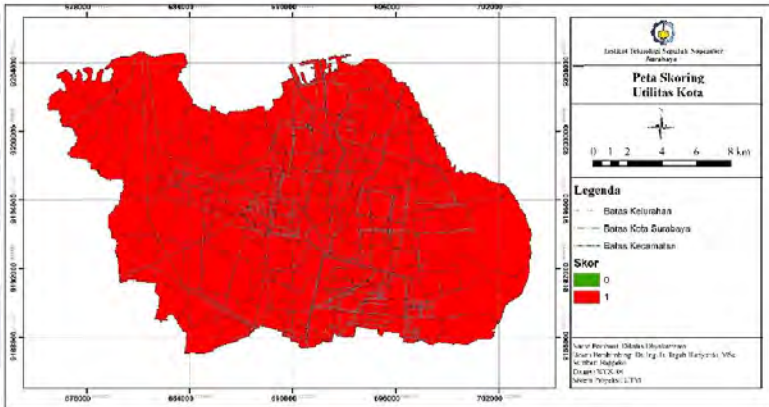
Sehingga dalam pembobotan, daerah yang dilewati pipa air bawah tanah dan saluran SUTET mempunyai skor terendah.

Akan tetapi, dikarenakan berdasarkan data yang ada pipa air bawah tanah mempunyai jaringan cukup banyak di Surabaya dan mungkin pipa air tersebut dipindah (meskipun membutuhkan biaya lebih besar) sehingga besarnya skor pada daerah yang dilewati oleh pipa air bawah tanah berada diantara skor daerah yang dilewati SUTET dan skor daerah yang tidak dilewati pipa air bawah tanah dan SUTET. Berdasarkan kondisi diatas, dilakukan klasifikasi skoring pada utilitas kota yang ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Klasifikasi skoring pada utilitas kota

Kriteria	Skor
Dilewati SUTET atau Pipa air bawah tanah	0
Tidak dilewati SUTET dan pipa air bawah tanah	1

Berdasarkan tabel 4.4, dilakukan proses *overlay* dan skoring pada peta administrasi kota Surabaya, peta jalur SUTET kota Surabaya, dan peta jalur pipa air bawah tanah hingga didapatkan peta skoring utilitas kota Surabaya kota Surabaya seperti pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Peta skoring utilitas kota Surabaya

- v. Peta kelas fungsi jalan kota Surabaya
- Monorel dibangun diatas jalan yang sudah ada, sehingga tidak membutuhkan pembebasan lahan. Sehingga daerah yang tidak dilewati jalan tidak dapat dibangun monorel. Akan tetapi, tidak semua jalan raya diatasnya dapat dibangun monorel, karena monorel membutuhkan kelas fungsi jalan tertentu agar baik monorel maupun kendaraan dibawahnya dapat berjalan dengan aman. Dari kelas fungsi jalan yang ada, jalan arteri primer dan arteri sekunder adalah kelas fungsi jalan yang paling tepat karena lebarnya memadai, memiliki kondisi sarana jalan yang paling baik, dan biasanya banyak aktivitas masyarakat yang berlangsung. Sehingga dalam pembobotan, jalan arteri primer dan arteri sekunder mendapatkan skor tertinggi

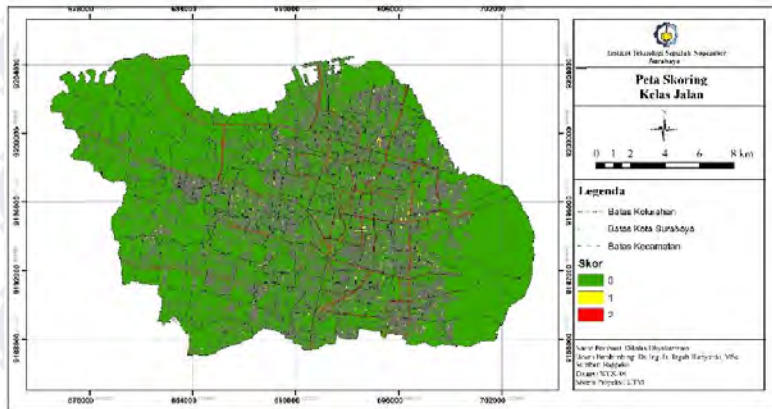
Sedangkan jalan kolektor primer dan jalan lokal sebenarnya tetap bisa dibangun monorel di atasnya, tetapi diperlukan penyesuaian yang membutuhkan biaya tambahan seperti pelebaran jalan, perbaikan kondisi jalan, dan pembangunan infrastruktur pendukung. Sehingga dalam pembobotan, jalan kolektor dan jalan lokal mempunyai skor diantara skor daerah yang tidak dilewati jalan apapun dan skor daerah yang dilewati jalan arteri primer dan arteri sekunder. Berdasarkan kondisi diatas, dilakukan klasifikasi skoring pada kelas fungsi jalan yang ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Klasifikasi skoring pada kelas fungsi jalan

Kriteria	Skor
Tidak ada jalan	0
Jalan kolektor primer dan lokal	1
Jalan arteri primer dan arteri sekunder	2

Berdasarkan tabel 4.5, dilakukan proses *overlay* dan skoring pada peta administrasi kota Surabaya dan peta kelas fungsi jalan kota Surabaya hingga didapatkan peta skoring kelas jalan kota Surabaya seperti pada gambar 4.5.





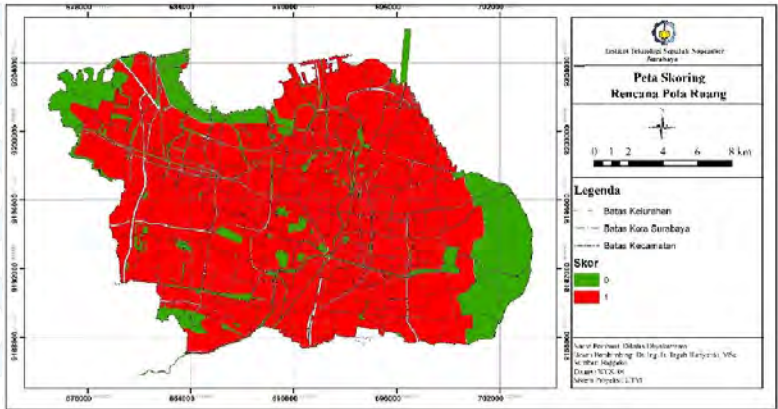
Gambar 4.5 Peta skoring kelas jalan kota Surabaya

- vi. Peta rencana pola ruang kota Surabaya  
 Perencanaan pembangunan jalur monorel harus sesuai dengan rencana pola ruang yang telah direncanakan sebelumnya agar tidak terjadi kesalahpahaman antara pembangunan jalur monorel dengan rencana yang telah disusun sebelumnya. Jalur monorel sendiri harus melewati daerah yang mempunyai banyak aktivitas masyarakat, sehingga perencanaan jalur monorel diprioritaskan melewati daerah rencana fasum, perdagangan dan jasa, dan permukiman. Sedangkan untuk daerah rencana yang jauh dari aktivitas masyarakat, seperti wilayah konservasi alam, jalur monorel tidak melewati daerah tersebut. Berdasarkan kondisi diatas, dilakukan klasifikasi skoring pada rencana pola ruang kota Surabaya yang ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Klasifikasi skoring pada rencana pola ruang kota Surabaya

Kriteria	Skor
Boezem, jalur pengaman jembatan, mangrove, perairan laut, RTH, RTH rencana, RTH jalur hijau, RTH waduk, sempadan sungai, sungai,	0
Fasilitas pelabuhan, industri, kawasan khusus pelabuhan, kawasan militer, perdagangan & jasa, permukiman, rencana fasum, rencana perdagangan, rencana permukiman, <i>water front</i>	1

Berdasarkan tabel 4.6, dilakukan proses *overlay* dan skoring pada peta administrasi kota Surabaya dan peta rencana pola ruang kota Surabaya tahun 2014-2034 hingga didapatkan peta skoring rencana pola ruang Surabaya seperti pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Peta skoring rencana pola ruang

- vii. Peta lipatan lempeng kota Surabaya  
 Kota Surabaya dilewati oleh lipatan lempeng bumi. Jika terjadi gempa, maka kerusakan pada daerah lipatan lempeng bumi ini paling parah karena saat terjadi gempa, karena lipatan ini akan bergerak kedua arah yang berlawanan sehingga berpisah, berpisahannya kedua lempeng ini mengakibatkan adanya lubang besar di tanah.

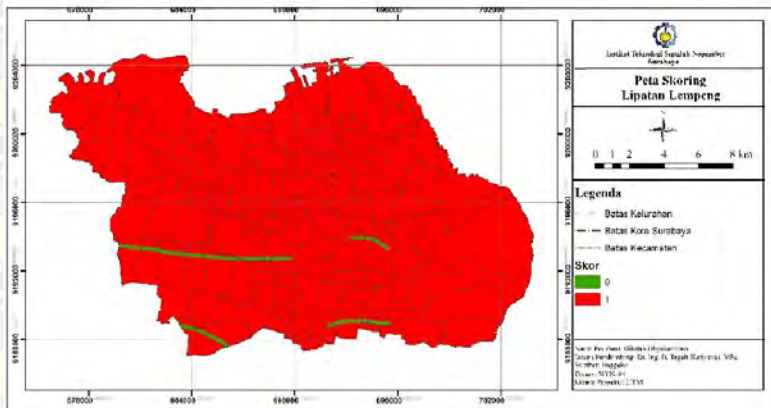
Struktur monorel rentan dengan gempa bumi karena bergantung pada pondasi yang digunakan sebagai penopang jalur. Gempa bumi tidak bisa dicegah, tapi meminimalkan dampak kerusakannya dapat dicegah dengan cara menghindari daerah lipatan lempeng bumi, maka perencanaan jalur monorel harus menghindari daerah lipatan lempeng. Berdasarkan kondisi diatas, dilakukan klasifikasi skoring pada

lipatan lempeng kota Surabaya yang ditunjukkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Klasifikasi skoring pada lipatan lempeng

Kriteria	Skor
$\leq 500$ meter dari lipatan lempeng bumi	0
$> 500$ meter dari lipatan lempeng bumi	1

Berdasarkan tabel 4.7, dilakukan proses overlay dan *skoring* pada peta administrasi kota Surabaya dan peta skoring lipatan lempeng kota Surabaya hingga didapatkan peta skoring lipatan lempeng kota Surabaya seperti pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Peta skoring lipatan lempeng kota Surabaya



b. Proses pembobotan dan pengecekan rasio konsistensi (CR)

Perhitungan nilai bobot ini menggunakan metode *Pairwise Comparison* yang dikembangkan oleh Malczewski, 1999. Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut:

- i. Perhitungan matriks *Pairwise Comparison*  
Tentukan bagaimana tingkat kepentingan antar dua kriteria, dengan nilai antara 1 sampai dengan 9. Dalam penelitian ini, diantara 7 kriteria yang telah ada, peringkat tingkat kepentingan kriteria adalah sebagai berikut:
  1. Jaringan transportasi umum *existing*  
Kriteria ini memiliki tingkat kepentingan yang paling tinggi karena penelitian ini menekankan pada keterhubungan antar moda transportasi.
  2. Kelas fungsi jalan  
Kriteria ini memiliki tingkat kepentingan tinggi karena pembangunan jalur monorel bergantung pada kelas jalan yang akan dilalui.
  3. Utilitas kota  
Kriteria ini memiliki tingkat kepentingan menengah hingga tinggi karena jalur utilitas kota seperti jalur pipa PDAM dan SUTET dapat mengganggu pembangunan jalur monorel.
  4. *Land use existing*  
Kriteria ini memiliki tingkat kepentingan menengah karena monorel dibangun dalam waktu dekat ini maka kriteria diperhitungkan.

5. Rencana Pola Ruang  
Kriteria ini memiliki tingkat kepentingan menengah hingga rendah karena rencana pola ruang sebagian besar mengikuti *land use existing*.
6. Kepadatan penduduk  
Kriteria ini memiliki tingkat kepentingan rendah karena kepadatan penduduk cenderung mengikuti kriteria *land use existing* dan rencana pola ruang.
7. Lipatan lempeng  
Kriteria ini memiliki tingkat kepentingan paling rendah karena wilayah kota Surabaya bukan berada di wilayah rawan bencana gempa bumi.

Berikut adalah tabel kriteria berdasarkan peringkat tingkat kepentingannya:

Tabel 4.8 Kriteria yang digunakan beserta peringkat tingkat kepentingannya

Peringkat	Kriteria	Singkatan
1	Jalur Transportasi umum <i>Existing</i>	JTE
2	Fungsi Jalan	FJ
3	Utilitas Kota	UK
4	<i>Land Use Existing</i>	LUE
5	Rencana Pola Ruang	RPR
6	Kepadatan Penduduk	KP
7	Lipatan Lempeng	LL

Setelah mendapatkan peringkat tingkat kepentingan masing-masing kriteria pada tabel

4.8, dilakukan proses pemasukan matriks *pairwise comparison* dengan cara memasangkan satu kriteria dengan kriteria lainnya berdasarkan baris dan kolom mengikuti aturan berikut:

- Jika kriteria pada baris memiliki tingkat kepentingan yang sama dengan tingkat kepentingan kriteria pada kolom, maka nilai pada matriks *pairwise comparison* adalah lebih dari 1.
- Jika kriteria pada baris memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi daripada tingkat kepentingan kriteria pada kolom, maka nilai pada matriks *pairwise comparison* adalah lebih dari 1. Semakin besar nilainya, semakin tinggi perbedaan tingkat kepentingan antar dua kriteria tersebut.
- Jika kriteria pada kolom memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi daripada tingkat kepentingan kriteria pada baris, maka nilai pada matriks *pairwise comparison* adalah lebih dari 1. Semakin kecil nilainya, semakin tinggi perbedaan tingkat kepentingan antar dua kriteria tersebut.

Berdasarkan tabel 4.8 dan aturan diatas, maka didapatkan tabel matriks *pairwise comparison* seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Matriks *pairwise comparison* berdasarkan tingkat kepentingan yang telah ditentukan

Kriteria	JTE	FJ	UK	LUE	RPR	KP	LL
JTE	1	2	3	4	5	6	7
FJ	0.5	1	2	3	4	5	6
UK	0.333	0.5	1	2	3	4	5
LUE	0.25	0.333	0.5	1	2	3	4
RPR	0.2	0.25	0.333	0.5	1	2	3
KP	0.167	0.2	0.25	0.333	0.5	1	2
LL	0.143	0.167	0.2	0.25	0.333	0.5	1

- ii. Perhitungan Bobot  
Pertama, hitung jumlah nilai masing-masing kolom dari matriks *pairwise comparison*.

Tabel 4.10 Penghitungan jumlah nilai masing-masing kolom dari matriks *pairwise comparison*

Kriteria	JTE	FJ	UK	LUE	RPR	KP	LL
JTE	1	2	3	4	5	6	7
FJ	0.5	1	2	3	4	5	6
UK	0.333	0.5	1	2	3	4	5
LUE	0.25	0.333	0.5	1	2	3	4
RPR	0.2	0.25	0.333	0.5	1	2	3
KP	0.167	0.2	0.25	0.333	0.5	1	2
LL	0.143	0.167	0.2	0.25	0.333	0.5	1
Jumlah	2.593	4.45	7.283	11.083	15.833	21.5	28

Lalu bagilah setiap nilai yang ada di matriks *pairwise comparison* dengan nilai jumlah kolom totalnya. Matriks baru yang dihasilkan dari proses ini adalah matriks *pairwise comparison* ternormalisasi.



Tabel 4.11 Matriks *pairwise comparison* ternormalisasi

Kri- teria	JTE	FJ	UK	LUE	RPR	KP	LL
JTE	0.386	0.449	0.412	0.361	0.316	0.279	0.25
FJ	0.193	0.225	0.275	0.271	0.253	0.233	0.214
UK	0.129	0.112	0.137	0.180	0.189	0.186	0.179
LUE	0.096	0.075	0.069	0.090	0.126	0.140	0.143
RPR	0.077	0.056	0.046	0.045	0.063	0.093	0.107
KP	0.064	0.045	0.034	0.030	0.032	0.047	0.071
LL	0.055	0.037	0.027	0.023	0.021	0.023	0.036
Jum- lah	1	1	1	1	1	1	1

Terakhir, hitung rata-rata dari setiap nilai yang ada di setiap kriteria (baris) pada matriks *pairwise comparison* ternormalisasi. Nilai rata-rata ini adalah nilai bobot relatif dari kriteria.

Tabel 4.12 Bobot masing-masing kriteria

Kriteria	Bobot
JTE	0.350396278
FJ	0.237472605
UK	0.158965769
LUE	0.105558338
RPR	0.069645449
KP	0.046163179
LL	0.031798383

- iii. Perhitungan rasio konsistensi  
Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui apakah perbandingan kriteria yang telah dilakukan sudah konsisten atau belum. Langkah pertama, tentukan vektor

penjumlahan bobot dengan mengalikan nilai bobot kriteria pertama dengan nilai tingkat kepentingan pertama, lalu mengalikan nilai bobot kriteria kedua dengan nilai tingkat kepentingan kedua, lakukan hal yang sama hingga kriteria ketujuh. Lalu hitung jumlah setiap barisnya. Pada langkah kedua, bagilah hasil pada langkah pertama dengan nilai bobot masing-masing kriteria.

Tabel 4.13 Langkah penghitungan rasio konsistensi

Kriteria	Langkah pertama	Langkah kedua
JTE	2.572267	7.341023
FJ	1.747465	7.358597
UK	1.158198	7.285836
LUE	0.756772	7.169228
RPR	0.492582	7.072711
KP	0.325404	7.048997
LL	0.225913	7.104551

Langkah ketiga, cari nilai lambda ( $\lambda$ ) dengan menghitung rata-rata nilai dari langkah kedua, yaitu 7.197278. Langkah keempat, hitung indeks konsistensi (CI) yang dirumuskan berikut:

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{7.197278 - 7}{7 - 1} = 0.03288$$

Rumus diatas adalah untuk menghitung Indeks Konsistensi (CI). Langkah terakhir, hitung rasio konsistensi dengan cara membagi indeks konsistensi (CI) dengan Indeks Inkonsistensi Acak (RI). RI didapat dari tabel Indeks Inkonsistensi Acak yang ada pada

Malczewski, 1999. Dalam pembobotan ini menggunakan 7 kriteria, sehingga  $RI = 1.32$ .

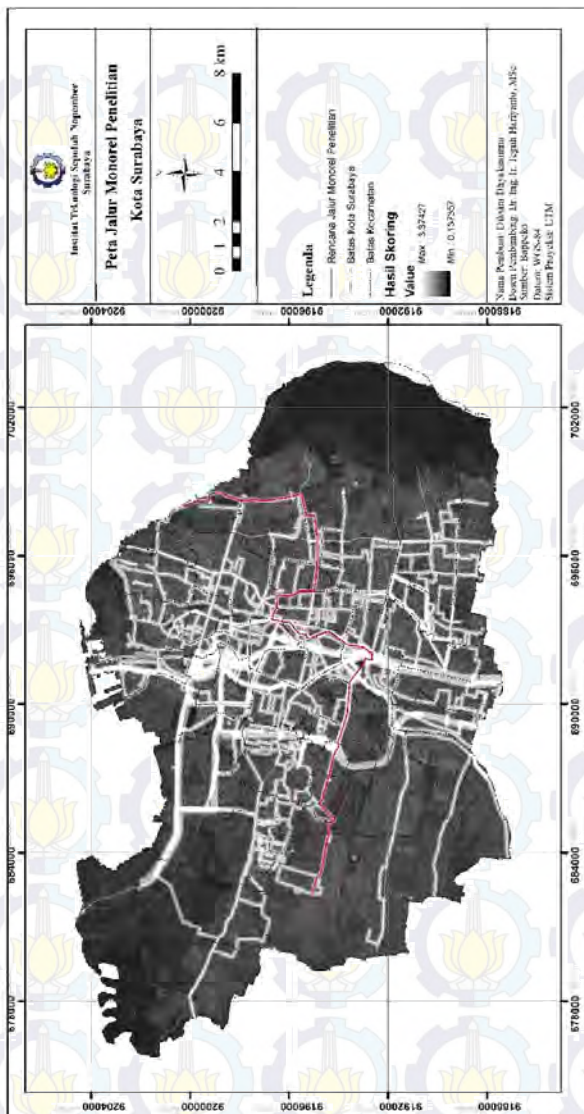
$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.03288}{1.32} = 0.024909$$

Agar pembobotan dianggap konsisten dan dapat digunakan, maka nilai CR harus dibawah 0.10. Dalam penelitian ini didapat  $CR = 0.024909$ , sehingga pembobotan yang ada sudah konsisten dan dapat digunakan.

## 4.2 Analisa

### 4.2.1 Analisa Jalur Monorel Penelitian

Berikut adalah hasil peta jalur monorel penelitian berdasarkan skor tertinggi hasil dari proses pembobotan yang telah dilakukan sebelumnya:



Gambar 4.8 Peta jalur monorel penelitian



Terlihat pada hasil bahwa wilayah yang memiliki skor tertinggi pada hasil diatas mayoritas berada di wilayah utara hingga selatan kota Surabaya. Monorel tidak akan melewati daerah tersebut karena wilayah utara dan selatan akan dibangun moda transportasi massal lain yang akan dikerjakan dalam waktu dekat, yaitu trem. Sedangkan monorel akan melewati wilayah timur hingga barat kota Surabaya.

Diantara wilayah Surabaya Timur hingga Surabaya Barat banyak wilayah yang memiliki skor tertinggi. Wilayah tersebut dianalisis dan dipilah lagi mana yang paling sesuai untuk perencanaan jalur monorel. Jika dilihat dari timur, titik paling timur berada didaerah sentra ikan Bulak. Jalur monorel sejajar dengan jalan Pantai Kenjeran, melewati terminal Kenjeran. lalu jalur monorel menuju jalan Tempurejo. Jalan Tempurejo lebih dipilih daripada jalan Kenjeran agar monorel menjangkau wilayah Surabaya Timur. Setelah melewati jalan Tempurejo, jalur monorel terus ke selatan menuju jalan Mulyosari.

Setelah melewati jalan Mulyosari, jalur berbelok kearah barat, sejajar dengan jalan Raya ITS hingga jalan Kertajaya Indah. Diakhir jalan Kertajaya Indah, jalur monorel berbelok mengarah ke utara sejajar dengan jalan Karang Menjangan. Jalur Monorel berbelok ke utara agar dapat menjangkau kampus A Unair dan tempat peralihan moda transportasi kereta api, stasiun Surabaya Gubeng.

Diakhir jalan Karang Menjangan, jalur monorel menuju kearah barat sejajar dengan jalan Mayjen Prof. Dr. Moestopo, hingga setelah viaduk Gubeng, jalur monorel berbelok kearah selatan menuju jalan Stasiun Gubeng, jalan Raya Gubeng, jalan Ngagel, jalan Jagir

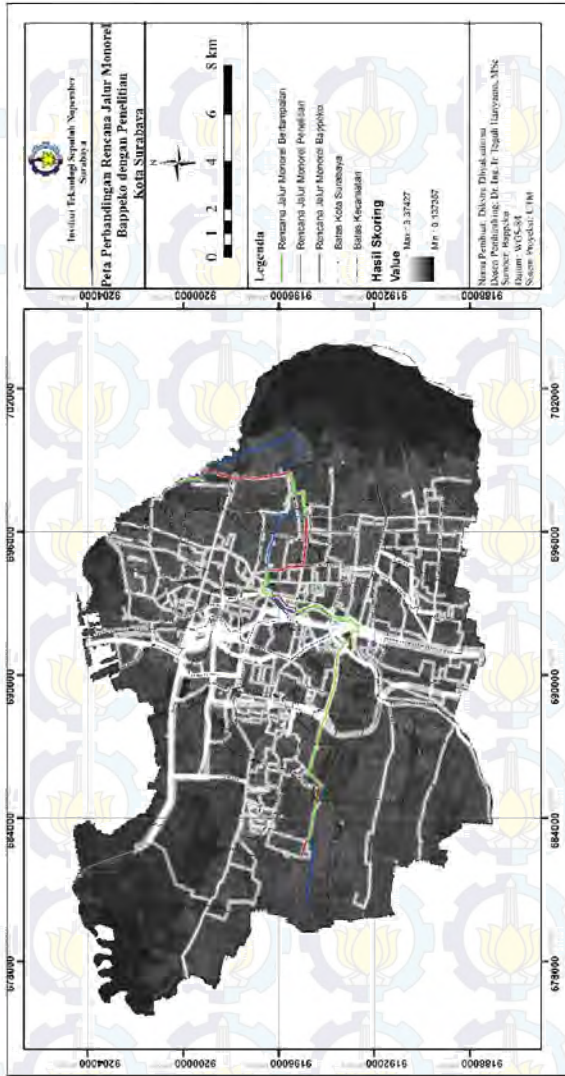
Wonokromo, hingga terminal antar moda Joyoboyo. Jalur monorel berbelok ke selatan karena monorel harus menuju ke tempat peralihan antar moda transportasi bus dan trem, terminal Joyoboyo.

Setelah melewati terminal antarmoda Joyoboyo, jalur monorel sejajar dengan jalan Bumiarjo hingga jalan Adityawarman. Jalur Monorel tidak berbelok ke arah utara menuju jalan Raya Darmo karena jalan tersebut sudah dilayani oleh jalur trem. Setelah melewati jalan Adityawarman, jalur monorel sejajar dengan jalan Mayjen Sungkono, tidak menuju jalan Hayam Wuruk agar monorel menjangkau wilayah Surabaya Barat.

Pada bundaran tol kota satelit, jalur monorel terus sejajar dengan jalan HR Mohammad, jalan Bukit Darmo Boulevard, jalan Lontar, dan berakhir di jalan Sambikerep. Sebenarnya daerah ini masih jauh dari ujung barat kota Surabaya. Wilayah barat kota Surabaya sebagian besar masih dalam pembangunan sehingga mempengaruhi kecilnya skor yang melewati wilayah ini, seperti kurang padatnya penduduk dan kurangnya moda transportasi yang sudah ada.

#### 4.2.2 Analisa perbandingan rencana jalur monorel Bappeko dengan rencana jalur monorel penelitian

Berikut adalah peta perbandingan antara jalur monorel rencana Bappeko dengan jalur monorel skor tertinggi:



Gambar 4.9 Peta Perbandingan Rencana Jalur Monorel Bappeko dengan Penelitian



Dari peta diatas, 16.959 kilometer dari 31.873 kilometer panjang jalur monorel rencana Bappeko sesuai dan sama dengan jalur monorel penelitian, atau sebesar 53.208% jalur monorel rencana Bappeko sesuai dengan jalur monorel penelitian. Ujung paling timur kedua jalur monorel sama-sama berada di wilayah sentra Bulak. Di ujung paling timur ini akan dibangun depo atau tempat penyimpanan monorel, sehingga yang diperlukan adalah tanah kosong yang luas tanpa perlu melihat apakah tempat tersebut memiliki skor tertinggi. Wilayah sentra Bulak dalam pembangunan depo dan halte monorel sudah sesuai dengan jalur dengan skor tertinggi.

Setelah dari sentra Bulak, jalur monorel rencana Bappeko sejajar dengan jalan Pantai Kenjeran menuju kearah selatan. Setelah dari pertigaan jalan Abdulatif dan jalan Pantai Kenjeran, rencana jalur monorel berbelok kearah barat daya melewati tanah kosong dan perkampungan menuju jalan Pantai Ria Kenjeran, meninggalkan jalur monorel penelitian. Jika dilihat melalui citra satelit, jalan Pantai Kenjeran yang ditinggalkan oleh rencana jalur monorel menyempit dan melewati permukiman padat.

Setelah melewati jalan Pantai Ria Kenjeran, rencana jalur monorel menuju jalan perumahan Pakuwon City, meninggalkan rencana jalur monorel penelitian yang melewati jalan Tempurejo dan jalan Mulyosari. Pada penelitian perencanaan jalur monorel oleh Bappeko, 2013, rencana jalur monorel semula melewati jalan Tempurejo dan jalan Mulyosari akan tetapi diganti menjadi melewati jalan perumahan Pakuwon City karena dianggap lebih menguntungkan karena sesuai dengan jaringan transportasi bentuk kombinasi grid dan radial dan menghindari jalan Tempurejo yang cukup sempit. Meskipun begitu, hasil penelitian ini lebih memberikan nilai skor tertinggi pada wilayah jalan Tempurejo dan jalan



Mulyosari daripada jalan perumahan Pakuwon City karena kedua jalan itu adalah kelas jalan arteri utama, mempunyai moda transportasi umum *existing*, dan memiliki lebih banyak aktivitas masyarakat dibandingkan dengan jalan Perumahan Pakuwon City.

Setelah melewati jalan Perumahan Pakuwon City, rencana jalur monorel Bappeko bertemu kembali dengan rencana jalur monorel dengan penelitian di bundaran Pakuwon City. Rencana jalur monorel Bappeko dan rencana jalur monorel penelitian kembali bersatu hingga perempatan jalan Kertajaya Indah dengan jalan Ir. Soekarno. Rencana jalur monorel Bappeko berbelok ke arah utara dengan pertimbangan melewati Galaxy Mall dan Kampus C Unair. Pada hasil skoring, pada dua tempat tersebut memang memiliki skor tinggi, akan tetapi rute lanjutan dari kedua tempat tersebut mempunyai skor rendah, bahkan diantaranya ada yang sampai harus membebaskan lahan.

Rencana jalur monorel Bappeko bertemu kembali dengan di pertigaan jalan Karang Menjangan dengan jalan Prof. Dr. Moestopo, viaduk stasiun Gubeng, hingga jalan Raya Gubeng. Rencana jalur monorel Bappeko berpisah dari jalan Raya Gubeng menuju jalan Sumatera sedangkan rencana jalur monorel penelitian tetap melewati jalan raya Gubeng. Meskipun berpisah, perpisahan dampaknya tidak signifikan karena jalan Raya Gubeng dan jalan Sumatera mengarah pada arah yang sama dan hanya terpisah oleh jarak sekitar 150 meter.

Rencana jalur monorel penelitian dan rencana jalur monorel Bappeko kembali bertemu di jalan Ngagel, dan keduanya bersatu kembali melewati terminal Joyoboyo, jalan Adityawarman, jalan Mayjen Sungkono, jalan Bukit Darmo Boulevard, hingga akhir jalan Lontar. Di akhir jalan ini, rencana jalur monorel penelitian menuju ke arah

Sambikerep sedangkan jalur monorel Bappeko menuju ke wilayah ujung barat kota Surabaya yaitu wilayah perumahan Citra Land dan jalan Made.

Berikut adalah perbandingan rencana jalur monorel penelitian dengan rencana jalur monorel Bappeko berdasarkan koridor jalan yang akan dilewati oleh jalur monorel:

Tabel 4.14 Perbandingan rencana jalur monorel penelitian dengan rencana jalur monorel Bappeko berdasarkan koridor jalan

No	Koridor Jalan	Kesesuaian	Keterangan	Skor
1	Pantai Kenjeran	Sesuai	Ujung timur kota Surabaya yang memiliki skor tertinggi	1.5555
2	Tempurejo	Tidak sesuai	Mempunyai skor tertinggi	1.5093
3	Mulyosari	Tidak sesuai	Mempunyai skor tertinggi	1.7468
4	Raya ITS	Sesuai	Terdapat kampus ITS	1.7007
5	Kertajaya Indah	Sesuai	Mempunyai skor tertinggi	1.7468
6	Manyar Kertoarjo	Tidak sesuai	Mempunyai skor tertinggi	1.7468
7	Karang Menjangan	Tidak sesuai	Mempunyai skor tertinggi	1.793
8	Mayjen Prof. Dr. Moestopo	Sebagian sesuai	Mempunyai skor tertinggi	2.4476

No	Koridor Jalan	Kesesuaian	Keterangan	Skor
9	Raya Gubeng	Sebagian sesuai	Mempunyai skor tertinggi	2.4476
10	Ngagel	Sesuai	Mempunyai skor tertinggi	2.4476
11	Jagir Wonokromo	Sesuai	Mempunyai skor tertinggi	2.4476
12	Wonokromo	Sesuai	Mempunyai skor tertinggi	2.752
13	Bumiarjo	Sesuai	Mempunyai skor tertinggi	1.1384
14	Adityawarman	Sesuai	Mempunyai skor tertinggi	2.4476
15	Mayjen Sungkono	Sesuai	Mempunyai skor tertinggi	2.4476
16	HR Mohamad	Sesuai	Mempunyai skor tertinggi	1.7468
17	Bukit Darmo Boulevard	Sesuai	Mempunyai skor tertinggi	1.4632
18	Lontar	Sesuai	Mempunyai skor tertinggi	1.5094
19	Sambike-rep	Tidak sesuai	Ujung barat kota Surabaya memiliki skor tertinggi	1.5094

Berikut adalah perbandingan rencana jalur monorel Bappeko dengan rencana jalur penelitian berdasarkan koridor jalan yang akan dilewati oleh jalur monorel:



Tabel 4.15 Perbandingan rencana jalur monorel Bappeko dengan rencana jalur monorel penelitian berdasarkan koridor jalan

No	Koridor Jalan	Kesesuaian	Keterangan
1	Pantai Kenjeran	Sesuai	Jalan arteri utama
2	Perumahan Pakuwon City	Tidak sesuai	Jalan lebih lebar
3	Raya ITS	Sesuai	Terdapat kampus ITS
4	Kertajaya Indah	Sesuai	Jalan arteri utama
5	Ir. Soekarno (MERR)	Tidak sesuai	Jalan lebih lebar, adanya Galaxy Mall dan Kampus C Unair
6	Dharmahasada Utara VIII	Tidak sesuai	Penghubung terdekat antara jalan Ir. Soekarno (MERR) dengan jalan Mayjen Prof. Dr. Moestopo
7	Mayjen Prof. Dr. Moestopo	Sebagian sesuai	Jalan arteri utama
8	Raya Gubeng	Sebagian sesuai	Jalan arteri utama
9	Sumatra	Tidak sesuai	Jalan lebih lurus
10	Ngagel	Sesuai	Jalan arteri utama



No	Koridor Jalan	Kesesuaian	Keterangan
11	Jagir Wonokromo	Sesuai	Jalan arteri utama
12	Wonokromo	Sesuai	Jalan arteri utama
13	Bumiarjo	Sesuai	Penghubung terdekat antara jalan Wonokromo dengan jalan Adityawarman
14	Adityawarman	Sesuai	Jalan arteri utama
15	Mayjen Sungkono	Sesuai	Jalan arteri utama
16	HR. Mohammad	Sesuai	Jalan arteri utama
17	Bukit Darmo Boulevard	Sesuai	Jalan arteri utama
18	Lontar	Sesuai	Akses menuju ujung barat kota Surabaya
19	Raya Citraland	Tidak sesuai	Jalan lebar dan ujung barat kota Surabaya

## BAB V PENUTUP

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini menghasilkan 7 basis data yang berupa peta sebagai berikut:
  - i. Jalur transportasi umum *existing*, rute jalur monorel dipilih melewati rute jalur transportasi umum yang sudah ada sebelumnya.
  - ii. Fungsi jalan, rute jalur monorel dipilih melewati jalan arteri, jalan kolektor, dan jalan lokal.
  - iii. Utilitas kota, rute jalur monorel dipilih menghindari pipa PDAM dan SUTET.
  - iv. *Land use existing*, rute jalur monorel dipilih melewati wilayah yang memiliki banyak aktivitas masyarakat didalamnya.
  - v. Rencana pola ruang, rute jalur monorel dipilih melewati wilayah yang memiliki banyak aktivitas masyarakat didalamnya.
  - vi. Kepadatan penduduk, rute jalur monorel dipilih melewati wilayah yang padat penduduk.
  - vii. Lipatan lempeng, rute jalur monorel dipilih menghindari wilayah lipatan lempeng yang rawan terjadi gempa.
- b. Pembuatan rencana jalur monorel pada penelitian ini dilakukan dengan metode *Simple Additive Weighting* dengan pembobotan *pairwise comparison*. Hasil dari proses ini menghasilkan banyak alternatif jalur monorel skor tertinggi, maka ditetapkan salah satu dari alternatif yang paling sesuai dengan perencanaan jalur monorel sepanjang 27,898 kilometer, yaitu melewati wilayah timur hingga barat kota Surabaya, meliputi jalan Pantai Kenjeran, jalan Tempurejo, jalan Mulyosari, jalan Raya ITS, jalan Kertajaya Indah, jalan Manyar Kertoarjo, jalan

Karang Menjangan, jalan Mayjen Prof. Dr. Moestopo, jalan Raya Gubeng, jalan Ngagel, jalan Jagir Wonokromo, jalan Wonokromo, jalan Bumiwarjo, jalan Adityawarman, jalan Mayjen Sungkono, jalan HR Mohammad, jalan Bukit Darmo Boulevard, jalan Lontar, dan jalan Sambikerep.

- c. Diantara 31.873 kilometer jalur monorel rencana Bappeko, 16.959 kilometer atau 53,208% diantaranya sama dengan jalur monorel skor tertinggi. Panjang jalur monorel skor tertinggi lebih pendek daripada jalur monorel rencana Bappeko karena jalur monorel skor tertinggi tidak sampai ujung barat kota Surabaya karena kurangnya skor pada wilayah tersebut. Perbedaan yang paling jauh antara jalur monorel rencana Bappeko dan jalur monorel skor tertinggi adalah didaerah kecamatan Mulyorejo, dimana perbedaan kedua jalur monorel tersebut mencapai 1,5 kilometer.

## 5.2 **Saran**

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dalam melakukan penelitian menggunakan data yang paling *update* dan langsung dari instansi bersangkutan, misalkan PDAM dan PLN.
- b. Menggunakan peta yang memiliki skala yang lebih besar agar menambah akurasi dalam pembuatan rencana jalur monorel.
- c. Menambahkan kriteria yang sesuai agar mendapatkan rencana jalur monorel yang lebih akurat seperti lebar masing-masing jalan.

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Peta Rencana Rute Awal Monorel Bapeko

LAMPIRAN B Peta Rencana Rute Akhir Monorel Bapeko

LAMPIRAN C Peta Berdasarkan Kriteria yang Telah Ditentukan

LAMPIRAN D Peta Rencana Jalur Monorel Penelitian

LAMPIRAN E Peta Perbandingan Rencana Jalur Monorel  
Bapeko dengan Rencana Jalur Monorel  
Penelitian





***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***

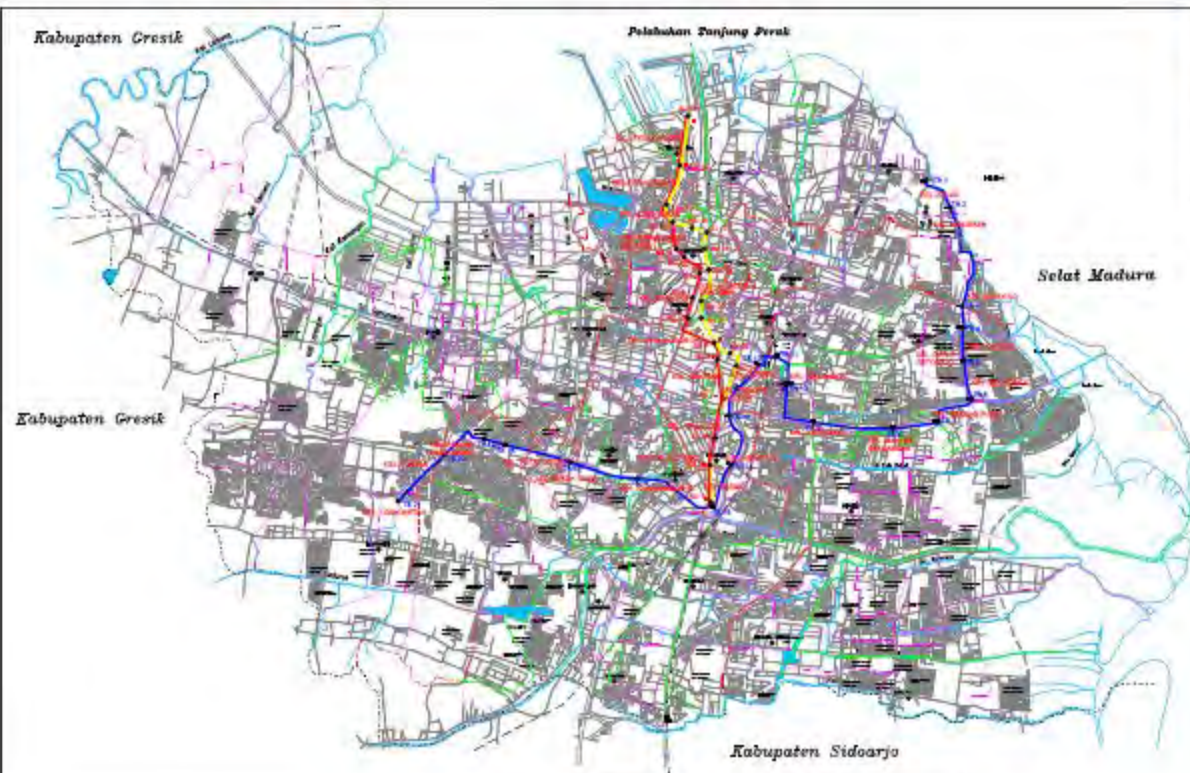


**PEMERINTAH KOTA SURABAYA**  
DINAS PERHUBUNGAN

**STUDI KELAYAKAN ANGGARAN UMUM  
MASSAL CEPAT**

Gambar :

LOKASI KELURAHAN PADA KORIDOR TIMUR-BARAT  
DAN KORIDOR SELATAN-UTARA



**Keterangan**

- - - Batas Kota Surabaya
- - - Batas Pembagian Wilayah
- - - Batas Kecamatan
- - - Batas Kelurahan
- - - Sungai
- - - Jalan
- - - Koridor Timur - Barat
- - - Koridor Utara - Selatan (Berangkat)
- - - Koridor Utara - Selatan (Pulang)

**Sumber :**

Jalur Utara - Selatan	
Berangkat	Pulang
kel darmo	kel perak utara
kel dr. sutomo	kel perak barat
kel. Tegalsari	kel krempangan selatan
kel genteng	kel alun-alun contong
kel kedungdoro	kel genteng
kel bub utan	kel ombong kaliasari
kel krempangan selatan	kel tegalsari
kel kemayoran	kel. Dr sutomo
kel perak barat	kel darmo
kel perak utara	

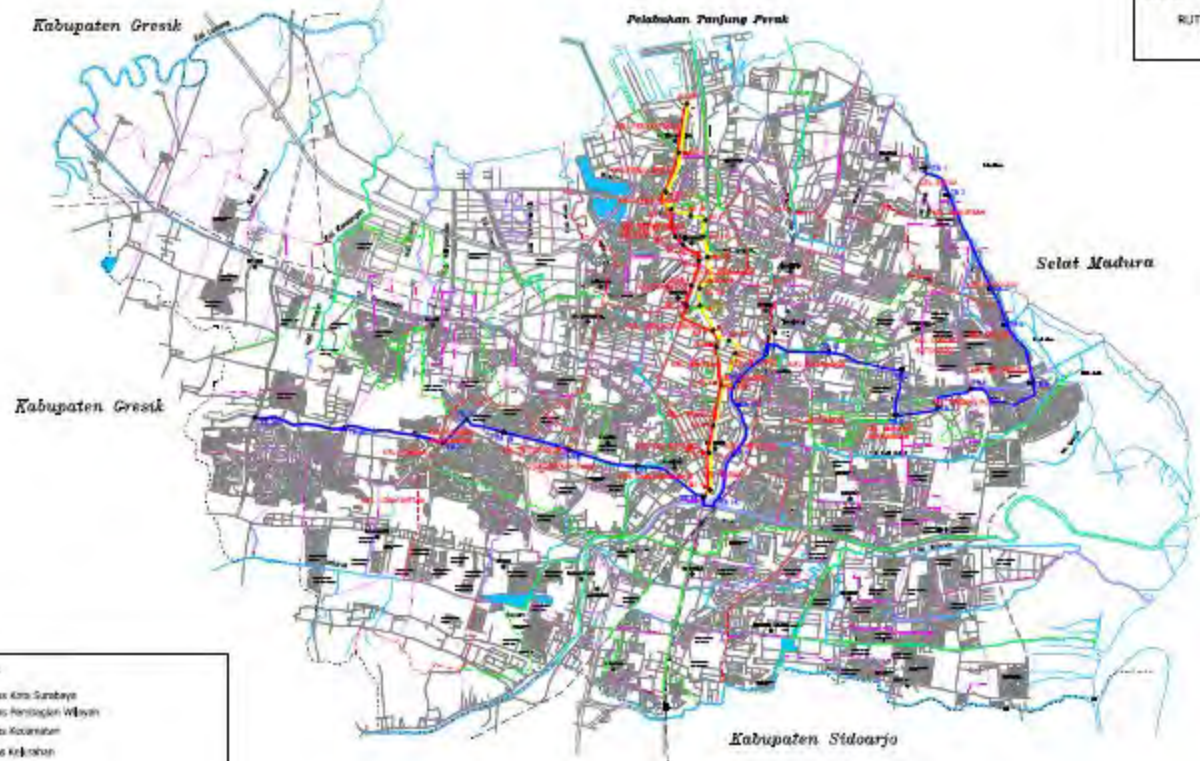
Jalur Timur-Barat	
1	Bulak
2	Kenjeran
3	Komplek Kenjeran
4	Sukoilo
5	Dukuh Sutorejo
6	Kalisan
7	Mulyorejo
8	Gebang Putih
9	Manyar Sabrangan
10	Kertajaya
11	Airlangga
12	Gubeng
13	Embung Kaliasin
14	Tegalsari
15	Putraran
16	Darmo
17	Sawunggaling
18	Dukuh Pakis
19	Putat Gede
20	PRADAH KALI KENDAL
21	Lontar
22	Lidah Wetan



**PEMERINTAH KOTA SURABAYA**  
DINAS PERHUBUNGAN


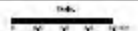
STUDI KELAYAKAN ANGGARAN UMUM MASSAL CEPAT

Gambar :  
RUTE ALMC PADA KORIDOR TIMUR-SARAT  
DAN KORIDOR SELATAN-UTARA



- Keterangan :**
- - - Batas Kota Surabaya
  - Batas Perumahan Wilayah
  - Batas Kecamatan
  - Batas Kelurahan
  - Sungai
  - Jalan
  - Koridor Timur - Barat
  - Koridor Utara - Selatan (besar/kat)
  - Koridor Utara - Selatan (pulang)

**Sumber :**

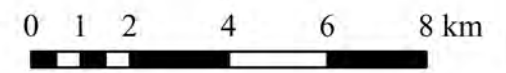







Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

### Peta Skoring Jalur Transportasi Existing



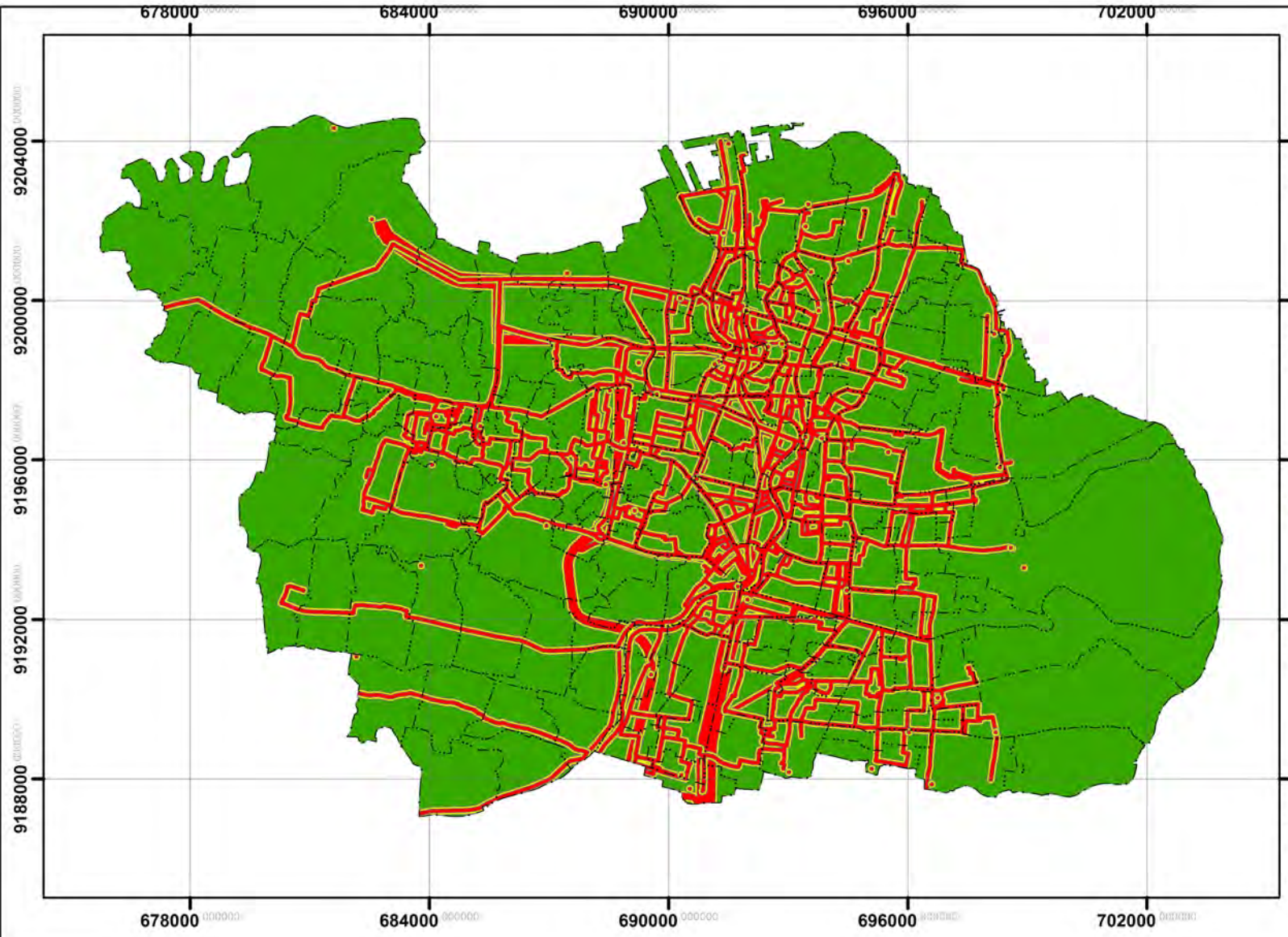
#### Legenda

- Batas Kelurahan
- - - Batas Kota Surabaya
- ..... Batas Kecamatan

#### Skor

- 0 (Green)
- 1 (Yellow)
- 2 (Red)

Nama Pembuat: Dikstra Dhyaksatama  
Dosen Pembimbing: Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc  
Sumber: Bappeko  
Datum: WGS-84  
Sistem Proyeksi: UTM

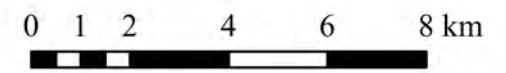






Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

### Peta Skoring Kelas Jalan



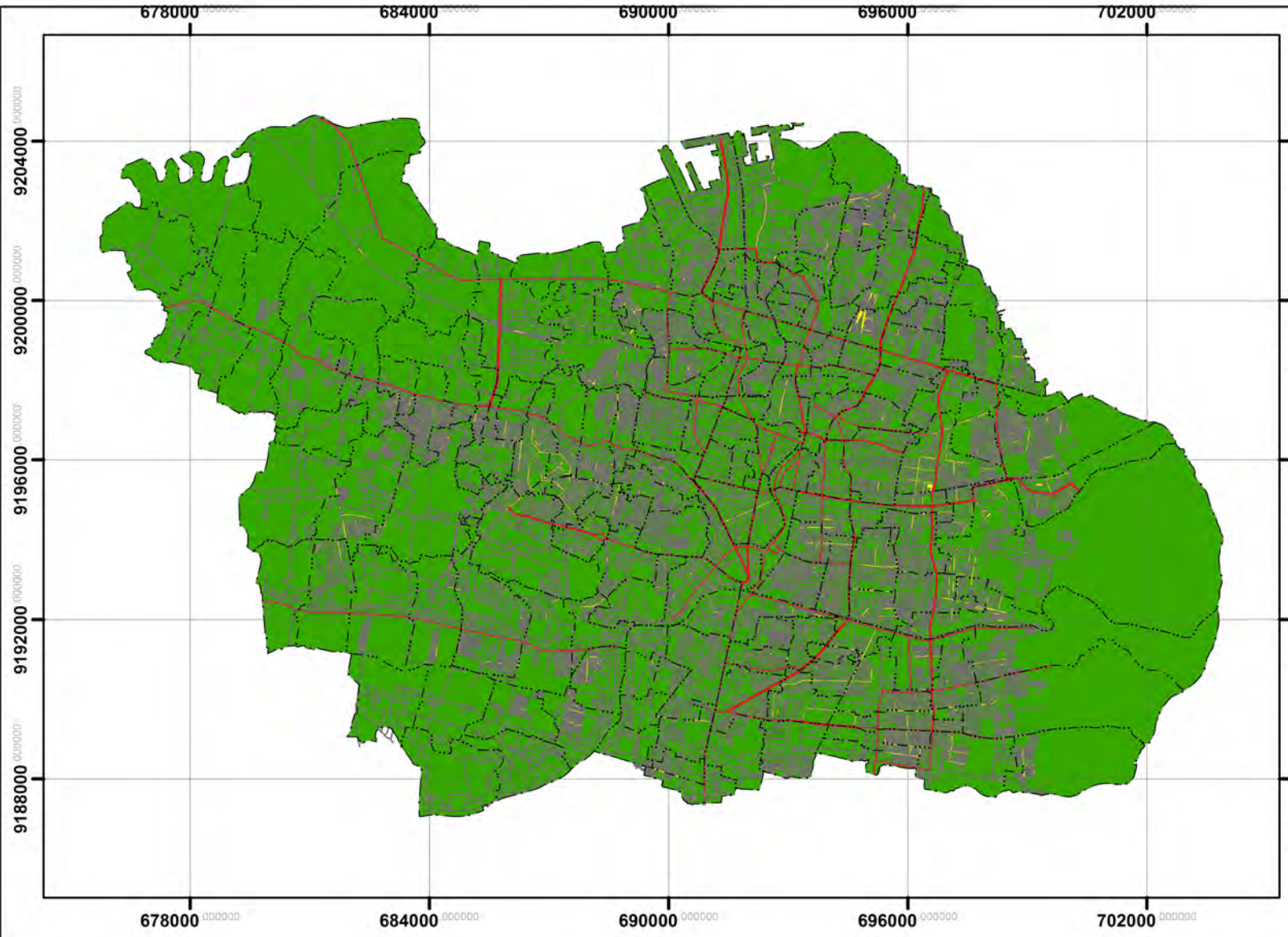
#### Legenda

- Batas Kelurahan
- - - Batas Kota Surabaya
- ..... Batas Kecamatan

#### Skor

- 0
- 1
- 2

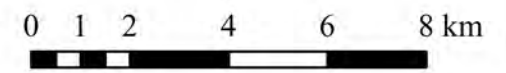
Nama Pembuat: Dikstra Dhyaksatama  
Dosen Pembimbing: Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc  
Sumber: Bappeko  
Datum: WGS-84  
Sistem Proyeksi: UTM





Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

### Peta Skoring Kepadatan Penduduk



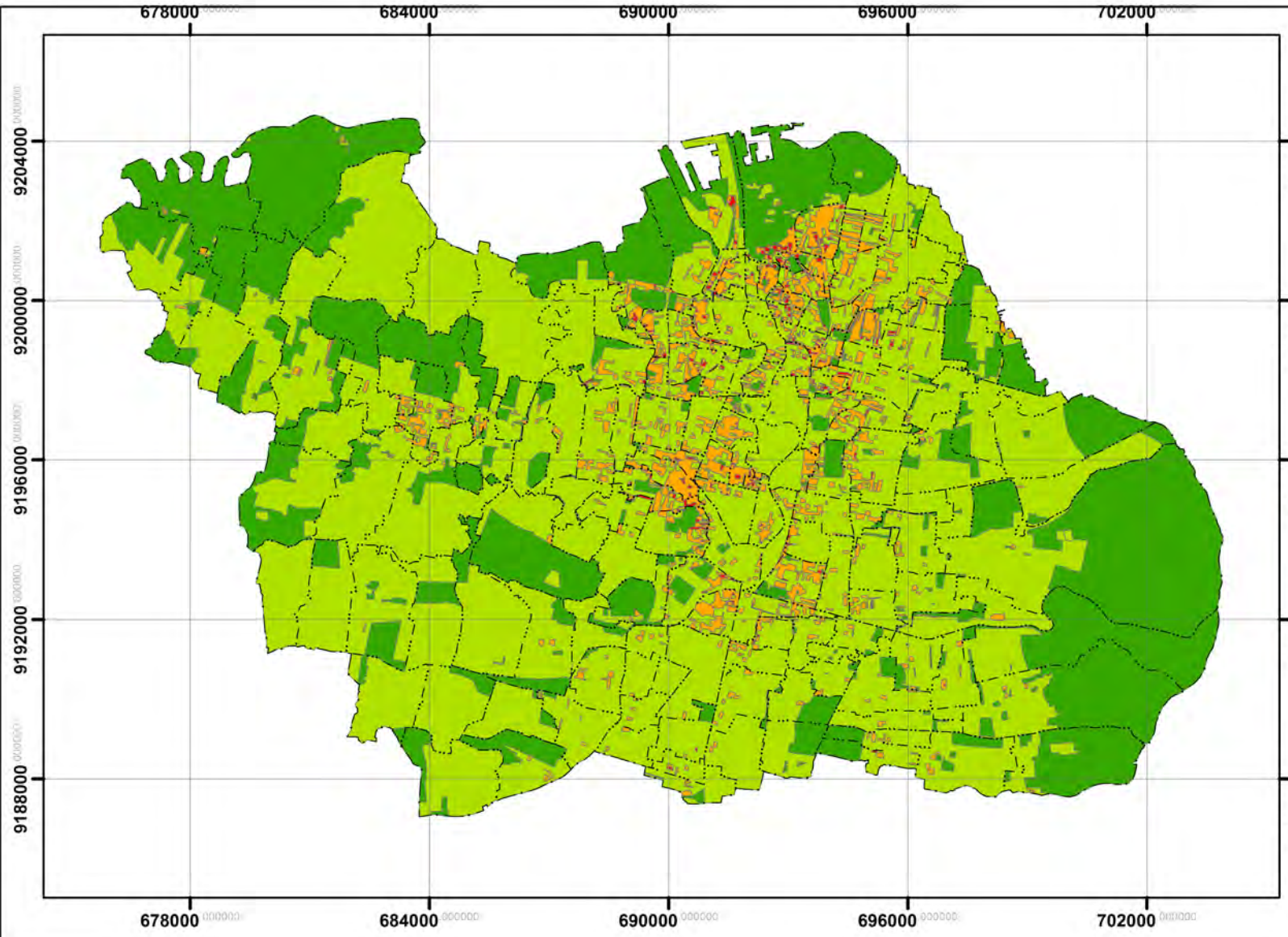
#### Legenda

- Batas Kelurahan
- - - Batas Kota Surabaya
- ..... Batas Kecamatan

#### Skor

- 0 (Dark Green)
- 1 (Light Green)
- 2 (Orange)
- 3 (Red)

Nama Pembuat: Dikstra Dhyaksatama  
Dosen Pembimbing: Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc  
Sumber: Bappeko  
Datum: WGS-84  
Sistem Proyeksi: UTM

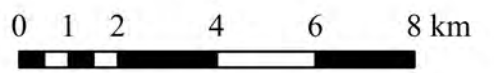






Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

### Peta Skoring Land Use Existing



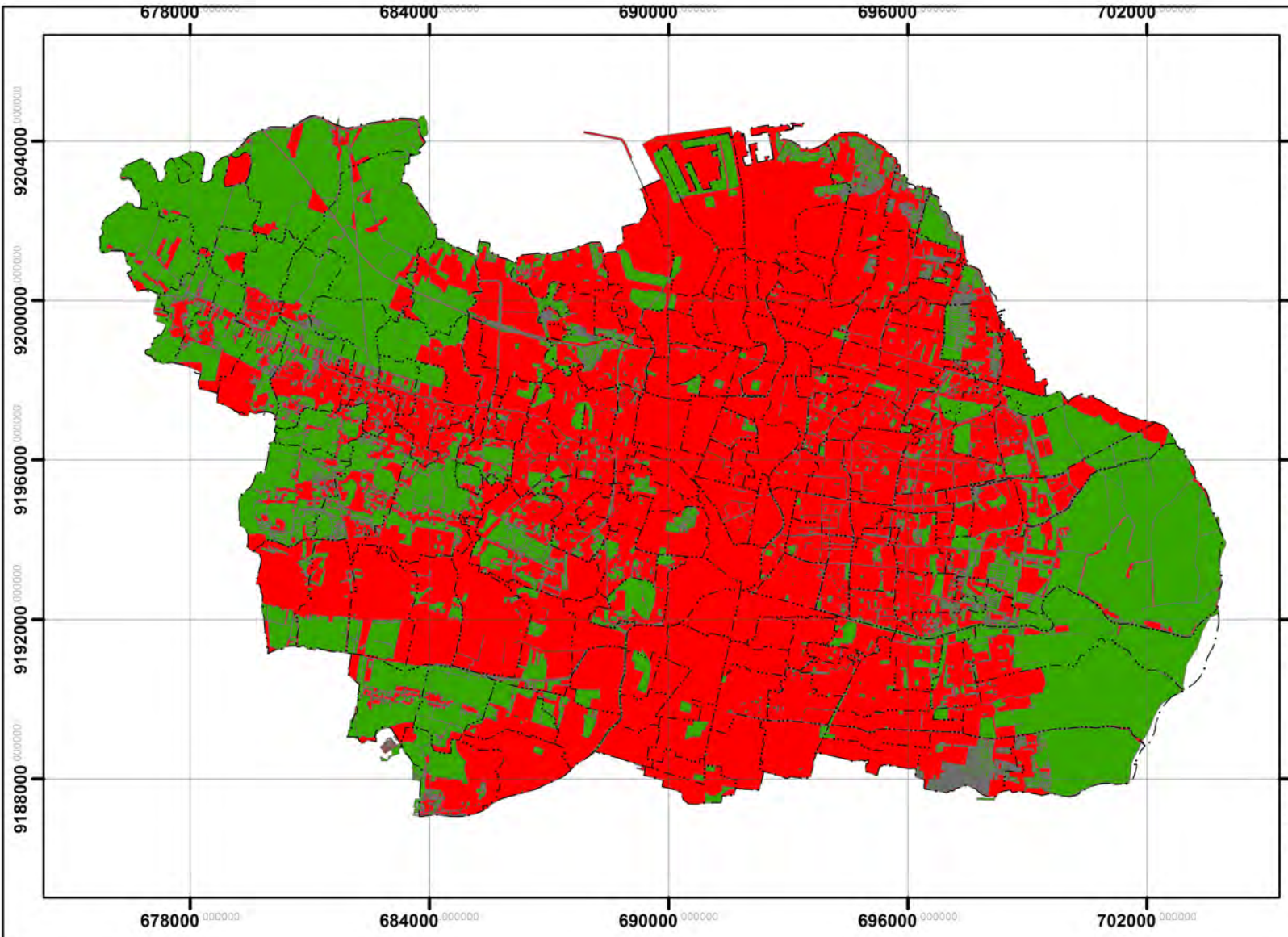
### Legenda

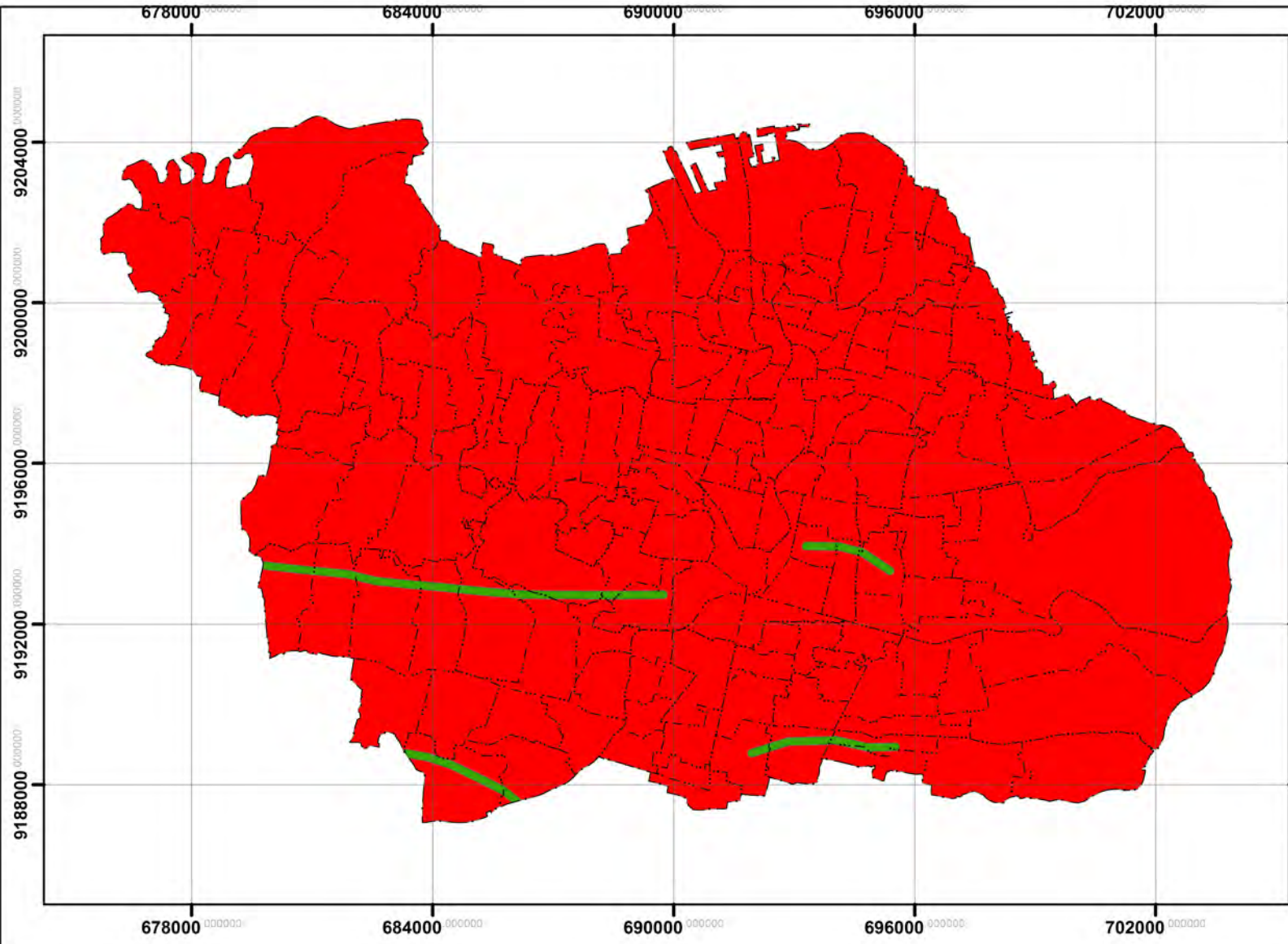
- Batas Kelurahan
- - - Batas Kota Surabaya
- ..... Batas Kecamatan

### Skor

- 0 (Green)
- 1 (Red)

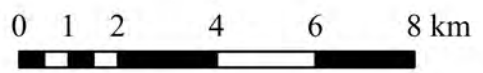
Nama Pembuat: Dikstra Dhyaksatama  
Dosen Pembimbing: Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc  
Sumber: Bappeko  
Datum: WGS-84  
Sistem Proyeksi: UTM





Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

## Peta Skoring Lipatan Lempeng



### Legenda

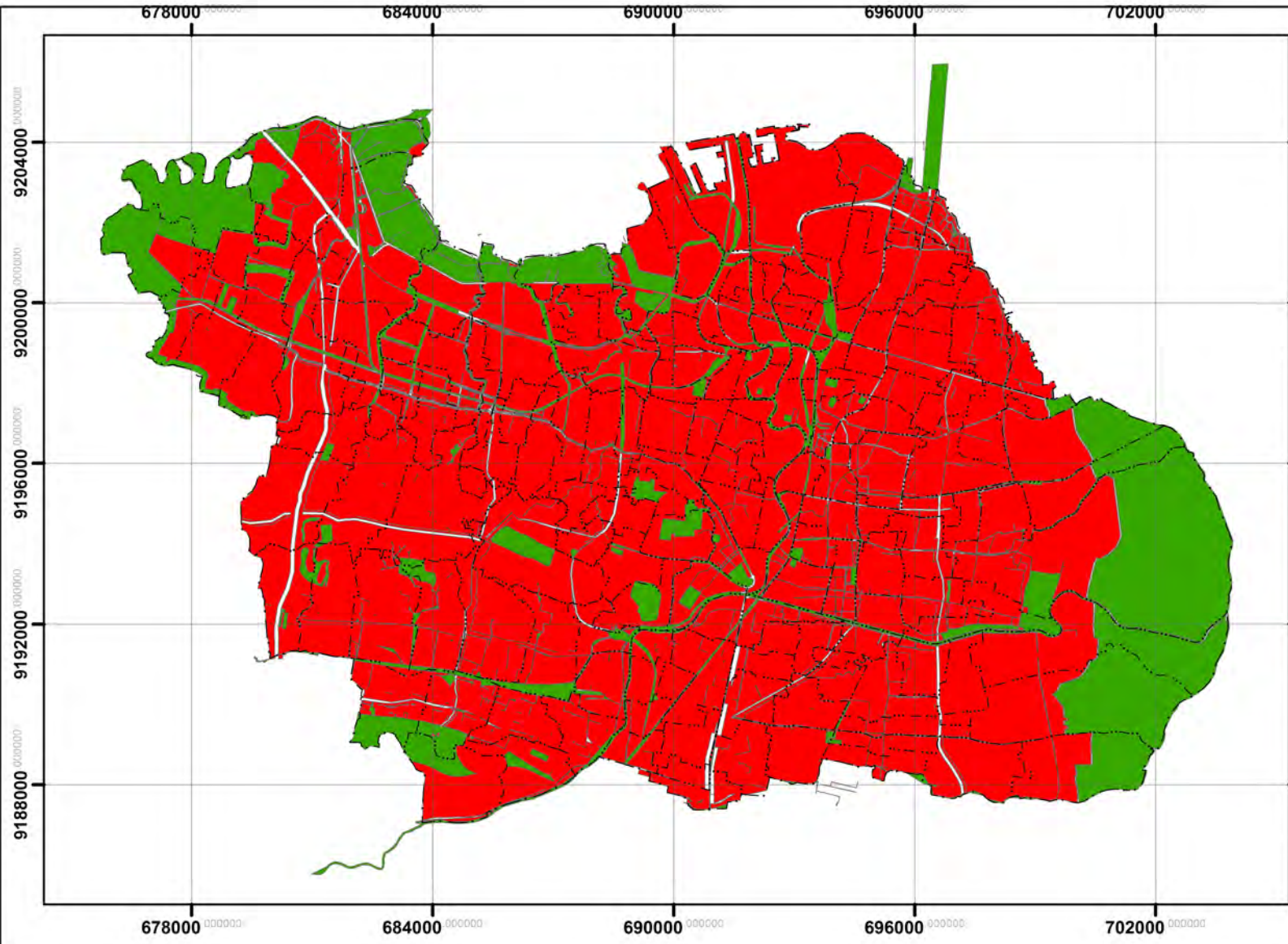
- Batas Kelurahan
- - - Batas Kota Surabaya
- ..... Batas Kecamatan

### Skor

- 0
- 1

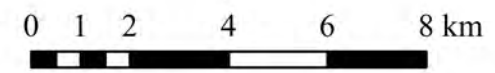
Nama Pembuat: Dikstra Dhyaksatama  
 Dosen Pembimbing: Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc  
 Sumber: Bappeko  
 Datum: WGS-84  
 Sistem Proyeksi: UTM





Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

### Peta Skoring Rencana Pola Ruang



#### Legenda

- Batas Kelurahan
- - - Batas Kota Surabaya
- ..... Batas Kecamatan

#### Skor

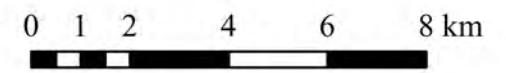
- 0 (Green)
- 1 (Red)

Nama Pembuat: Dikstra Dhyaksatama  
Dosen Pembimbing: Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc  
Sumber: Bappeko  
Datum: WGS-84  
Sistem Proyeksi: UTM



Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

## Peta Skoring Utilitas Kota



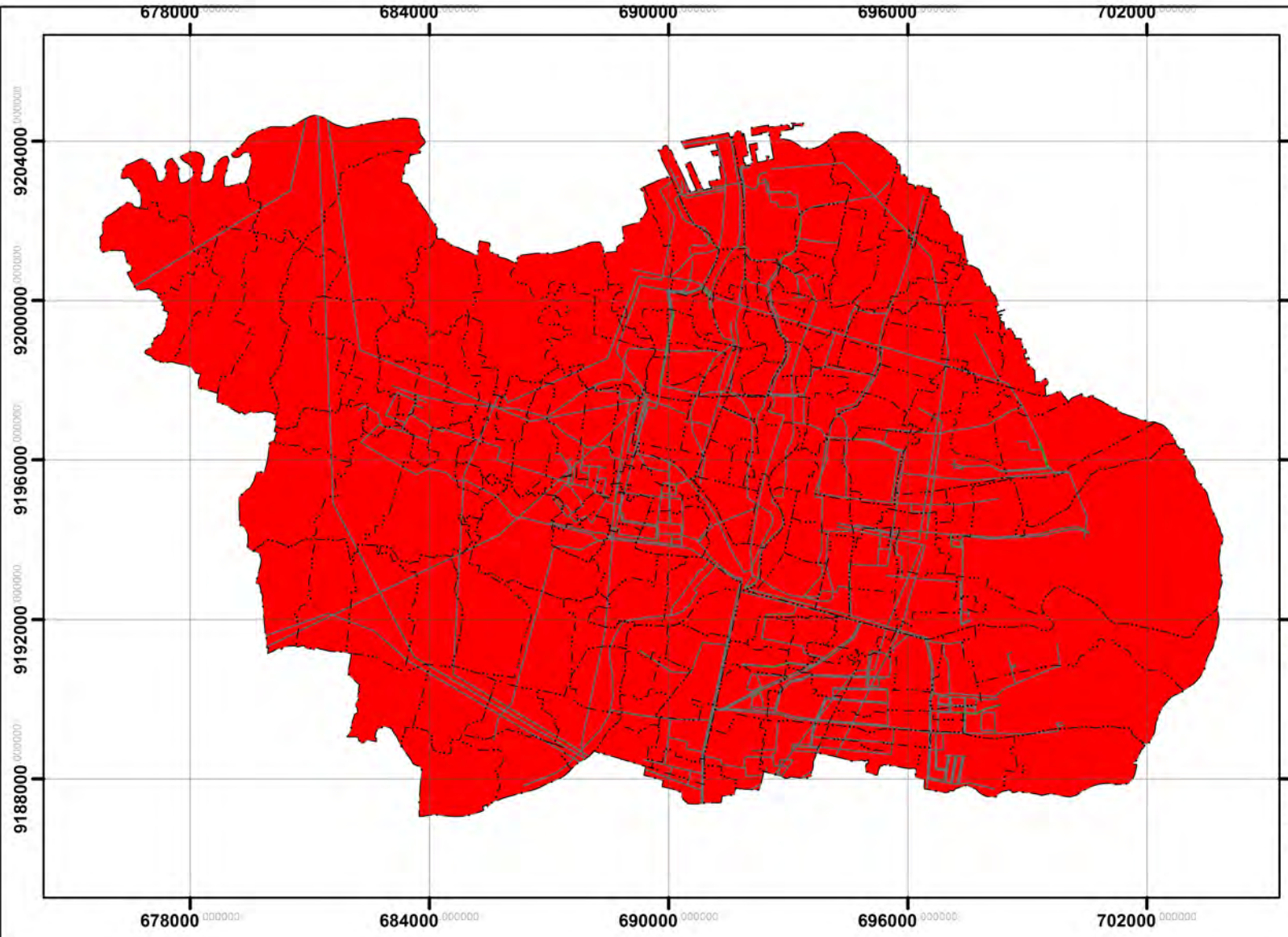
### Legenda

- Batas Kelurahan
- - - Batas Kota Surabaya
- ..... Batas Kecamatan

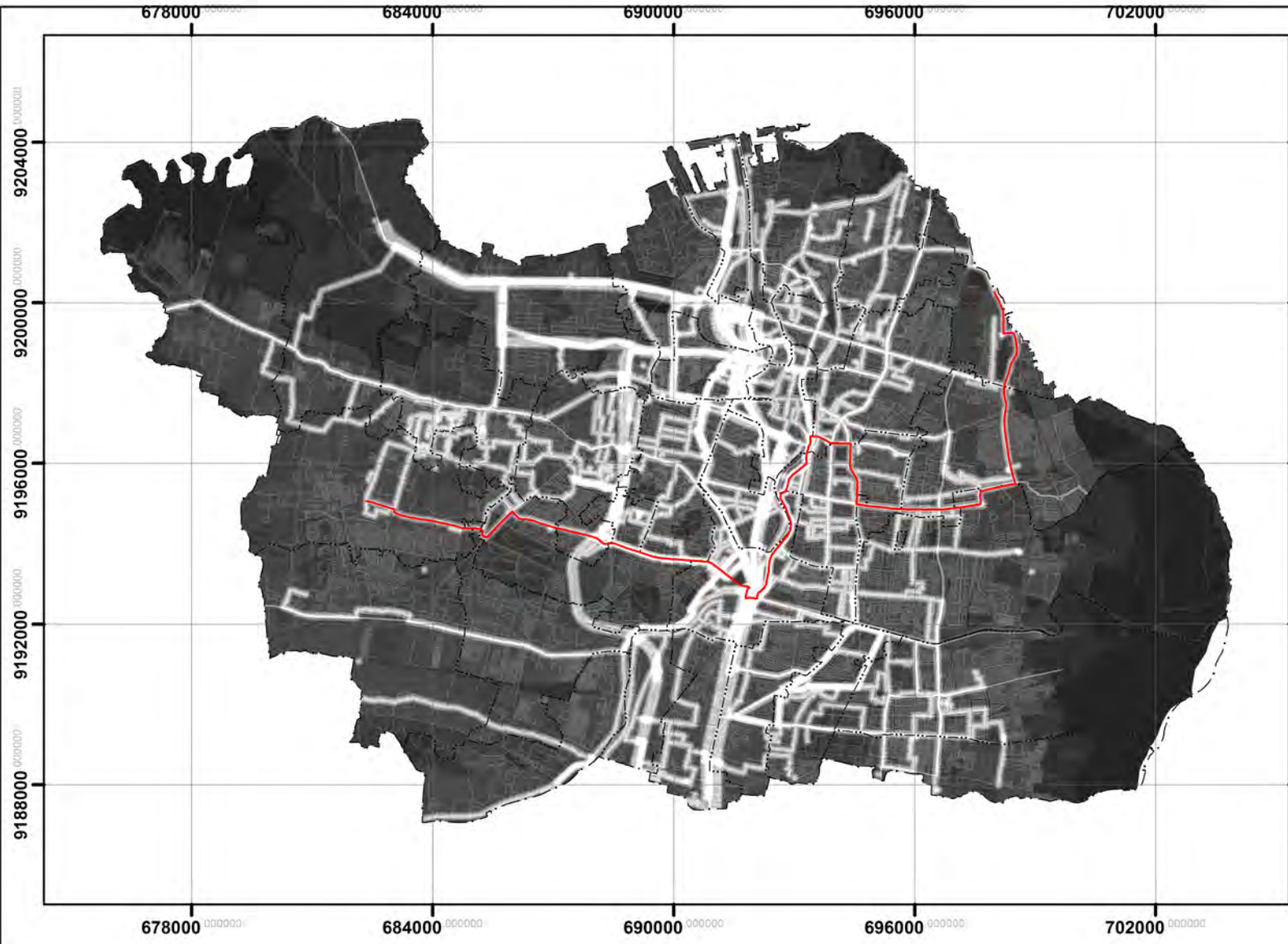
### Skor

- 0 (Green)
- 1 (Red)

Nama Pembuat: Dikstra Dhyaksatama  
Dosen Pembimbing: Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc  
Sumber: Bappeko  
Datum: WGS-84  
Sistem Proyeksi: UTM

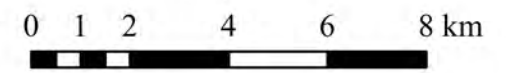






Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

### Peta Jalur Monorel Penelitian Kota Surabaya



#### Legenda

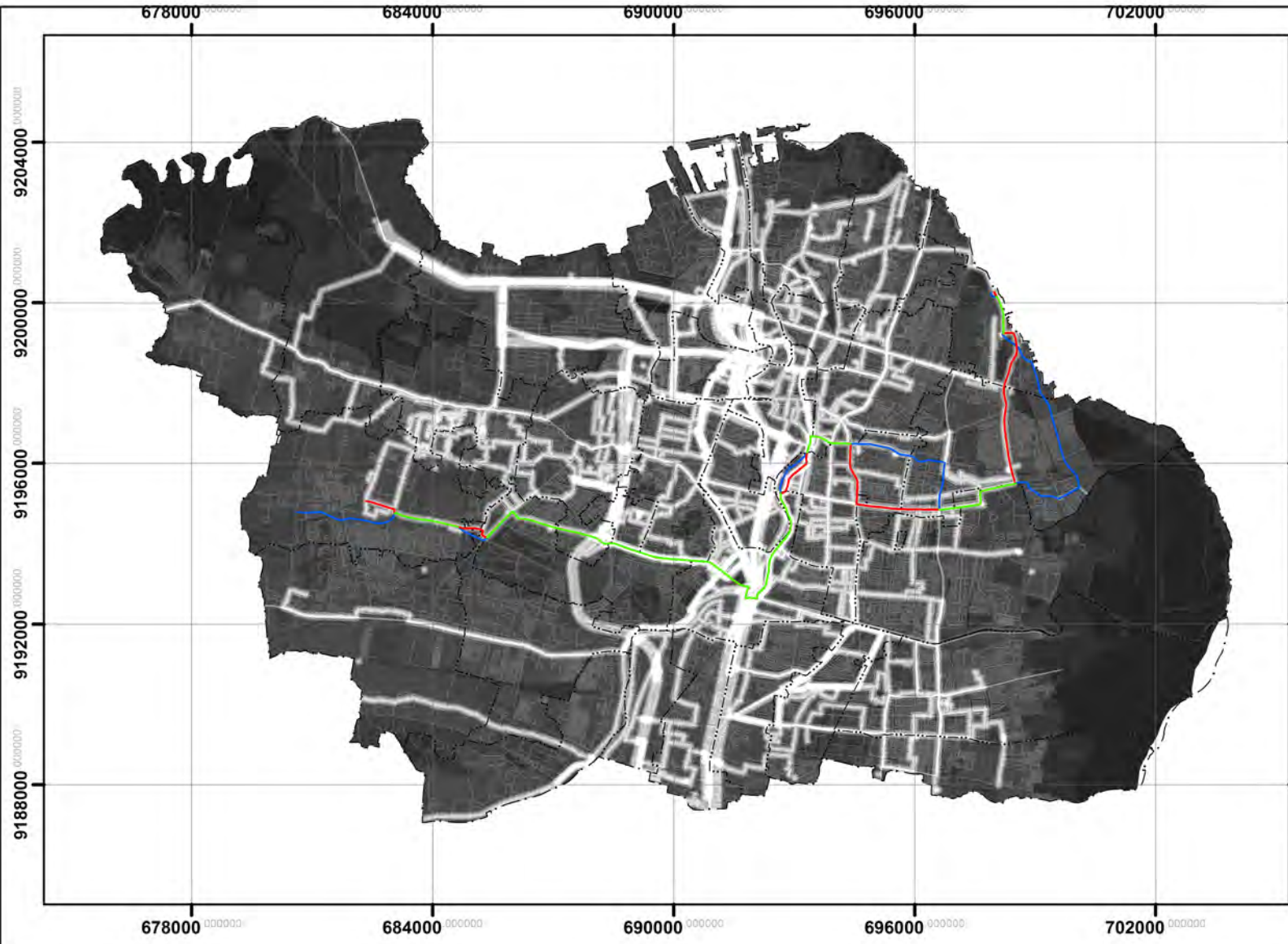
- Rencana Jalur Monorel Penelitian
- Batas Kota Surabaya
- Batas Kecamatan

#### Hasil Skoring



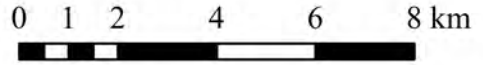
Nama Pembuat: Dikstra Dhyaksatama  
Dosen Pembimbing: Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc  
Sumber: Bappeko  
Datum: WGS-84  
Sistem Proyeksi: UTM





Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

**Peta Perbandingan Rencana Jalur Monorel  
Bappeko dengan Penelitian  
Kota Surabaya**



**Legenda**

- Rencana Jalur Monorel Bertampalan
- Rencana Jalur Monorel Penelitian
- Rencana Jalur Monorel Bappeko
- - - Batas Kota Surabaya
- · · · · Batas Kecamatan

**Hasil Skoring**



Nama Pembuat: Dikstra Dhyaksatama  
Dosen Pembimbing: Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc  
Sumber: Bappeko  
Datum: WGS-84  
Sistem Proyeksi: UTM

## DAFTAR PUSTAKA

- Aronoff, S. (1989). *Geographic Information System: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.
- Bastiar, C., & Herijanto, W. (2013). Perencanaan Stasiun Pemberhentian Monorel Koridor Timur-Barat Surabaya Studi Kasus : Jalan Mayjen Sungkono (Ciputra World). *Jurnal Teknik Pomits*, 1-6.
- De Luca, M., Dell'Acqua, G., & Lamberti, R. (2012). High-Speed Rail Track Design Using GIS and Multi-Criteria Analysis. *SciVerse ScienceDirect*, 608-617.
- Dinas Komunikasi dan Informatika. (2011). *Surabaya Dalam Angka*. Surabaya: surabaya.go.id.
- Dinas Perhubungan Kota Surabaya. (2012). *Studi Kelayakan Pengembangan Angkutan Umum Massal Cepat di Surabaya*. Surabaya: Dinas Perhubungan Kota Surabaya.
- Fleming, B. (2014, 11 4). *Advantages of Monorail for Mass Transit*. Dipetik 11 4, 2014, dari Monorail Promotion Project: [www.seattlemonorail.org/advantages.html](http://www.seattlemonorail.org/advantages.html)
- Indarto, & Faisol, A. (2012). *Konsep Dasar Analisis Spasial*. Yogyakarta: Andi.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2001). *Geographic Information Systems and Science*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Malczewski, J. (1999). *GIS And Multicriteria Decision Analysis*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Miro, F. (2005). *Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana, dan Praktisi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Munir, A. (2012). *Ilmu Ukur Wilayah dan Sistem Informasi Geografis*. Jakarta: Kencana.

Prahasta, E. (2009). *Sistem Informasi Geografis Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Bandung: Informatika.

Svensson, E. (2007). Definition and Description of Monorail. 1-3.

Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan & Permodelan Transportasi*. Bandung: ITB.

Triwidodo. (2006). *Evaluasi Jaringan Transportasi Kota Surabaya Dengan Teknologi Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Trayek Mikrolet Kota Surabaya)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.



## PROFIL PENULIS



**Dikstra Dhyaksatama**, dilahirkan di Surabaya, 18 November 1992. Menempuh pendidikan di SD Islam Al-Azhar 11 Surabaya dan lulus tahun 2005, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Surabaya dan lulus tahun 2008 dan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 5 Surabaya dan lulus pada tahun 2011. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan untuk perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil Jurusan Teknik

Geomatika melalui jalur SNMPTN Ujian Tulis. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis cukup aktif mengikuti kegiatan kemahasiswaan pada KM ITS yang diselenggarakan oleh BEM ITS. Dalam penyelesaian syarat Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian Geomatika, dengan judul tugas akhir “Evaluasi Jalur Monorel Di Surabaya Dengan Menggunakan Metode Analisa Sistem Informasi Geografis”



***“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”***