



TUGAS AKHIR - RP141501

**SKENARIO MITIGASI EMISI GAS RUMAH
KACA SEKTOR ENERGI BIDANG
TRANSPORTASI MELALUI KONSEP URBAN
COMPACTNESS DI KOTA MALANG**

INDAH WAHYUNING PRIHASTUTY
3612 100 036

Dosen Pembimbing
Ketut Dewi Martha Erli Handayani, ST., MT.

JURUSAN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - RP141501

MITIGATION SCENARIO OF GREEN HOUSE GAS EMISSION ON ENERGY TRANSPORTATION SECTOR THROUGH URBAN COMPACTNESS APPROACH IN MALANG CITY

INDAH WAHYUNING PRIHASTUTY
3612 100 017

Advisor
Ketut Dewi Martha Erli Handayani, ST., MT.

DEPARTMENT OF URBAN AND REGIONAL PLANNING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN
**SKENARIO MITIGASI EMISI GAS RUMAH
KACA SEKTOR ENERGI BIDANG
TRANSPORTASI MELALUI KONSEP URBAN
COMPACTNESS DI KOTA MALANG**

TUGAS AKHIR

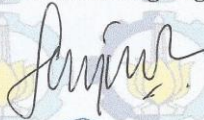
**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**INDAH WAHYUNING PRIHASTUTY
NRP. 3612 100 017**

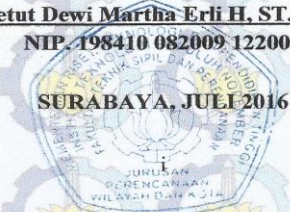
Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Ketut Dewi Martha Eri H. ST., MT.

NIP. 198410 082009 122005

SURABAYA, JULI 2016



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**SKENARIO MITIGASI EMISI GAS RUMAH KACA
SEKTOR ENERGI BIDANG TRANSPORTASI
MELALUI KONSEP URBAN COMPACTNESS
DI KOTA MALANG**

Nama Mahasiswa : Indah Wahyuning P
NRP : 3612100017
Dosen Pembimbing : Ketut Dewi Martha
Erli Handayani. ST., MT.

Abstrak

Kota Malang merupakan kota dengan jumlah penduduk yang banyak, sehingga menimbulkan urban sprawl pada wilayah sub-urbannya. Kondisi tersebut mengakibatkan tingginya angka rata rata panjang perjalanan di Kota Malang. Hal tersebut mengakibatkan kenaikan jumlah kendaraan bermotor serta konsumsi energi yang dibutuhkan. Pada rencana aksi nasional dan rencana aksi daerah mengenai emisi gas rumah kaca dijelaskan bahwa salah satu upaya mengurangi emisi gas rumah kaca adalah melalui pendekatan keruangan dan mengurangi jarak tempuh perjalanan. Dengan demikian perlu adanya penelitian mengenai strategi mitigasi emisi gas rumah kaca bidang energi pada sektor transportasi melalui konsep ruang yang kompak.

Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan skenario mitigasi emisi gas rumah kaca pada sektor energi bidang transportasi ditinjau dari sisi kekompakan ruangnya, dimana perumusan skenario tersebut dapat dicapai dalam empat tahapan. Tahapan tersebut antara lain mengelompokkan kelurahan-kelurahan di Kota Malang menggunakan teknik analisis cluster hirarki, menghitung tingkat konsumsi energi pada tiap cluster kekompakan menggunakan rumus perhitungan emisi oleh IPCC, mengidentifikasi adanya pengaruh kekompakan ruang terhadap emisinya, menggunakan teknik analisis regresi linier berganda, dan merumuskan skenario mitigasi emisi melalui simulasi model regresi linier berganda.

Berdasarkan hasil analisis, terbentuk 3 cluster kekompakan ruang di Kota Malang, yaitu cluster dengan kekompakan relatif tinggi, sedang dan rendah. Tingkat emisi pada 3 cluster berbeda signifikan dipengaruhi oleh rata-rata panjang perjalanan dan konsumsi energi transportasi. Pada cluster kekompakan ruang relatif tinggi memiliki rata-rata panjang perjalanan dan tingkat emisi lebih kecil dibandingkan dengan cluster lainnya, sedangkan cluster kekompakan ruang relatif rendah memiliki rata-rata panjang perjalanan dan tingkat emisi lebih besar dibandingkan dengan cluster lainnya. Melalui pendekatan regresi linier berganda, diperoleh fungsi emisi gas rumah kaca yaitu $Y = 6.167.233,715 + 42.771,992 \text{ kepadatan penduduk} - 59.629,983 \text{ kepadatan lahan terbangun} - 9.039.849,863 \text{ indeks keragaman guna lahan}$. Skenario yang dapat dilakukan untuk penurunan emisi sebesar 2,25% adalah pada cluster kekompakan ruang relatif tinggi dapat dilakukan dengan menurunkan kepadatan penduduk sebesar 70 jiwa/Ha, meningkatkan kepadatan terbangun sebesar 533% dan meningkatkan indeks keragaman guna lahan sebesar 9. Pada cluster sedang dapat dilakukan dengan menurunkan kepadatan penduduk sebesar 6 jiwa/Ha, meningkatkan kepadatan terbangun sebesar 61%, dan meningkatkan indeks keragaman guna lahan sebesar 2. Pada cluster rendah dapat dilakukan dengan menurunkan kepadatan penduduk sebesar 16 jiwa/Ha, meningkatkan kepadatan terbangun sebesar 113%, dan meningkatkan indek keragaman guna lahan sebesar 3.

Kata Kunci : Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂), Kekompakan Ruang, Mitigasi Emisi Sektor Transportasi.

**MITIGATION SCENARIO OF GREEN HOUSE GAS EMISSION
ON ENERGY TRANSPORTATION SECTOR
THROUGH URBAN COMPACTNESS APPROACH
IN MALANG CITY**

Name : Indah Wahyuning P
NRP : 3612100017
Supervisor : Ketut Dewi Martha
Erli Handayeni. ST., MT.

Abstract

Malang city is a highly populated city with high rate of urban sprawl on its suburban area, which causes high traveling distance average. This high average in turn causes the increase of energy consumption and the needs of motorized vehicle. The increase of energy consumption caused the increase of green house gas emission's rate. In national and regional action plan, it was mentioned there are several approach that can be used to decrease the green house gas emission, such as spatial approach and shortening travel distance. Therefore, a research to formulate green house gas emission mitigation strategy is necessary.

The purpose of this research is to formulate a green house gas emission viewed from transportation sector, using urban compactness approach, it can be done using four stage of analysis. (1) clustering the compactness subdistricts in Malang City using hierarchy cluster analysis; (2) measuring energy consumption on each compact cluster by using emission formula from IPCC; (3) analyzing the relation between urban compactness and its emission using multiple linear regression; (4) formulate emission mitigation scenario by the model of multiple linear regression analysis.

The result shows that there are 3 cluster of compactness in Malang, which are high, medium, and low compactness level. Emission rate on each cluster is significantly different, depends on the traveling distance average and transportation energy consumption. Cluster with high level of compactness has lower traveling distance average and energy consumption, while cluster

with low level of compactness tends to have higher traveling distance average and energy consumption.

By using multiple linear regression's model, a green house gas emission function is known, which is $Y = 6.167.233,715 + 42.771,992$ (population density) $- 59.629,983$ (built-up area density) $- 9.039.849,863$ (mixed-use index). Scenarios that can be done in order to decrease 2.25% of the emission are decreasing population density in highly-compact area up to 70 person/Ha, increasing the built-up area density for 533% and increasing mixed-use index up to 9. In medium-compact area the population has to be decreased up to 6 person/Ha, built-up area density has to be increased up to 61%, and mixed-use index has to be increased up to 2. In low-compact area the population has to be decreased up to 16 person/Ha, built-up area density has to be increased up to 113%, and mixed-use index has to be increased up to 3.

Keyword : Green house gas emission (CO₂), Mitigation of Transportation Energy Emission, Urban Compactness.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat serta hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “**Strategi Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi Bidang Transportasi Melalui Konsep Urban Compactness di Kota Malang**”. Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi tugas Mata Kuliah Tugas Akhir di Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan :

1. Allah SWT, atas rahmat dan hidayahNya sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian.
2. Kedua orang tua serta keluarga, yang selalu mendukung dan menyemangati penulis agar dapat menyelesaikan penelitian ini.
3. Dosen pembimbing, **Ibu Ketut Dewi Martha Erli Handayani, ST., MT.** yang telah banyak membantu memberikan bimbingan, masukan dan nasehat selama penyusunan.
4. Dosen pengampu, **Ibu Belinda Ulfa Aulia, ST., MT** yang telah membantu dalam setiap proses penelitian ini.
5. Sahabat “*Seafood*” serta teman-teman “GARUDA”, yang telah berjuang bersama dan saling menyemangati hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian.

6. Pihak-pihak lain yang berkenan membantu dalam penyusunan penelitian sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Kritik dan saran yang membangun peneliti harapkan demi perbaikan dan kelancaran pembuatan penelitian selanjutnya. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2016
Peneliti

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
Abstrak.....	iii
Abstract.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan dan Sasaran.....	5
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.4.1 Ruang Lingkup Pembahasan	6
1.4.2 Ruang Lingkup Substansi.....	6
1.4.3 Ruang Lingkup Wilayah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	11
1.5.1 Manfaat Praktis.....	11
1.5.2 Manfaat Akademik	11
1.6 Kerangka Berpikir	12
1.7 Sistematika Penulisan.....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 Perubahan Iklim.....	15

2.1.1	Emisi Gas Rumah Kaca	16
2.1.2	Strategi Mitigasi	20
2.2	<i>Urban Compactness</i>	24
2.2.1	Definisi <i>Urban Compactness</i>	24
2.2.2	<i>Ukuran Compactness</i>	25
2.3	Penelitian Terdahulu Terkait Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca	27
2.4	Sintesa Pustaka	29
BAB III	METODE PENELITIAN	35
3.1	Pendekatan Penelitian.....	35
3.2	Jenis Penelitian	35
3.3	Variabel Penelitian	36
3.4	Populasi dan Sampel.....	41
3.5	Metode Pengumpulan Data	43
3.6	Metode Analisis.....	45
3.7	Tahapan Penelitian	51
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1	Gambaran Umum Wilayah Studi	53
4.1.1	Orientasi Wilayah Penelitian	53
4.1.2	Gambaran Kondisi <i>Urban Compactness</i> Kota Malang	57
4.2	Mengelompokkan Pola Kekompakan Ruang di Kota Malang	109

4.3	Menghitung Tingkat Konsumsi Energi dan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca yang Ditimbulkan oleh Sektor Transportasi Kota Malang.....	115
4.3.1	Analisis Pengaruh Jarak Tempuh terhadap Tingkat Konsumsi Energi	115
4.3.2	Jumlah Konsumsi Energi dan Tingkat Emisi Tiap <i>Cluster</i> Kekompakan Ruang.....	127
4.4	Menganalisis Pengaruh <i>Urban Compactness</i> Terhadap Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Malang	134
4.5	Merumuskan Skenario Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca Berdasar Pola Kekompakkan Ruang di Kota Malang	146
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		159
DAFTAR PUSTAKA		163
LAMPIRAN.....		167
BIODATA PENULIS		189

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar	20
Tabel 2.2 Indikator dan Variabel dari Berbagai Sumber	29
Tabel 2.3 Matriks Sintesa Pustaka tentang <i>Urban Compactness</i>	32
Tabel 2.4 Indikator dan Variabel Penelitian	33
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	37
Tabel 3.2 Jumlah Sampel Tiap Cluster	42
Tabel 3.3 Teknik Pengumpulan Data Sekunder	43
Tabel 3.4 Teknik Pengumpulan Data Primer.....	44
Tabel 3.5 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar	47
Tabel 3.6 Teknik Analisis Penelitian	49
Tabel 4.1 Kepadatan Penduduk Tiap Kelurahan di Kota Malang	58
Tabel 4.2 Kepadatan Terbangun Tiap Kelurahan di Kota Malang	66
Tabel 4.3 Persentase Ketersediaan Fasilitas Pendidikan Tiap Kelurahan di Kota Malang	74
Tabel 4.4 Persentase Ketersediaan Fasilitas Kesehatan Tiap Kelurahan di Kota Malang	80

Tabel 4.5 Persentase Ketersediaan Perdagangan Jasa Tiap Kelurahan di Kota Malang	87
Tabel 4.6 Mix Use Entropi Index Tiap Kelurahan	95
Tabel 4.7 Laju Pertumbuhan Penduduk Tiap Kelurahan	102
Tabel 4.8 Kelurahan-Kelurahan pada Tiap <i>Cluster</i>	109
Tabel 4.9 Rata-rata Jarak Tempuh dan Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar Kota Malang.....	115
Tabel 4.10 Tingkat Konsumsi Energi dan Emisi pada <i>Cluster</i> 1	128
Tabel 4.11 Tingkat Konsumsi Energi dan Emisi pada <i>Cluster</i> 2.....	130
Tabel 4.12 Tingkat Konsumsi Energi dan Emisi pada <i>Cluster</i> 3.....	132
Tabel 4.13 Total Emisi Tiap Kelurahan Kota Malang	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Batas Wilayah Penelitian	9
Gambar 1.2 Kerangka Berpikir Pendahuluan Penelitian	12
Gambar 3.1 Kerangka Tahapan Penelitian	51
Gambar 4.1 Batas Wilayah Penelitian	55
Gambar 4.2 Grafik Kepadatan Penduduk Kota Malang	61
Gambar 4.3 Kepadatan Penduduk Kota Malang.....	63
Gambar 4.4 Grafik Kepadatan Terbangun Kota Malang	69
Gambar 4.5 Kepadatan Terbangun Kota Malang.....	71
Gambar 4.6 Grafik Ketersediaan Fasilitas Pendidikan Kota Malang.....	78
Gambar 4.7 Grafik Ketersediaan Fasilitas Kesehatan Kota Malang.....	85
Gambar 4.8 Grafik Ketersediaan Fasilitas Perdagangan Jasa Kota Malang.....	92
Gambar 4.9 Ketersediaan Fasilitas Kota Malang	93
Gambar 4.10 Grafik Keragaman Guna Lahan Kota Malang	98
Gambar 4.11 Keragaman Guna Lahan.....	99
Gambar 4.12 Grafik Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Malang	105
Gambar 4.13 Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Malang	107
Gambar 4.14 Peta Tingkat Kekompakan Ruang Kota Malang	113

Gambar 4.15 Grafik Rata-rata Jarak Tempuh dan Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar pada <i>Cluster 1</i>	120
Gambar 4.16 Grafik Rata-rata Jarak Tempuh dan Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar pada <i>cluster 2</i>	123
Gambar 4.17 Grafik Rata-rata Jarak Tempuh dan Rata-rata BBM pada <i>Cluster 3</i>	125
Gambar 4.18 Grafik Tingkat Emisi pada <i>Cluster 1</i> di Kota Malang.....	129
Gambar 4.19 Grafik Tingkat Emisi pada <i>Cluster 2</i> di Kota Malang.....	131
Gambar 4.20 Grafik Tingkat Emisi pada <i>Cluster 3</i> di Kota Malang.....	133
Gambar 4.21 Grafik Tingkat Emisi pada Tiap <i>Cluster</i> di Kota Malang.....	134
Gambar 4.22 Grafik Penurunan Kepadatan Penduduk Tiap Cluster.....	155
Gambar 4.23 Grafik Peningkatan Kepadatan Lahan terbangun Tiap Cluster.....	156
Gambar 4.24 Grafik Peningkatan Indeks Keragaman Guna Lahan Tiap Cluster	157

ini, dapat disampaikan melalui email
indahwahyuning21@gmail.com.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim telah menjadi topik utama dalam kehidupan masyarakat saat ini. Kondisi atmosfer bumi telah mengandung gas rumah kaca yang melebihi dayaampungnya (oliviera, 2009). Salah satu penyebab gas rumah kaca yang paling banyak adalah emisi CO₂. Emisi CO₂ secara global meningkat sekitar tahun 2010 (IEA, 2013). Hal tersebut berbanding terbalik dengan konsep *sustainable development* yang sedang banyak digalakkan oleh berbagai negara, dimana salah satu target dari *sustainable development goals* yang menargetkan efisiensi energi untuk mengurangi emisi CO₂. Gas CO₂ yang diemisikan ke udara dapat bersumber dari berbagai aktivitas seperti transportasi, industri dan permukiman (Naharia, 2008).

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang, menduduki peringkat 6 penghasil emisi terbesar di dunia menurut World Research Institute yang dilakukan sejak 1850 hingga tahun 2011 (wri.org, 2014). Emisi gas rumah kaca di Indonesia mencapai angka 665.543,98 Gg CO₂. Jumlah emisi tersebut berasal dari penggunaan energi, proses industri dan juga pertanian (KemenLH, 2009). Emisi gas rumah kaca juga dihasilkan oleh jumlah kendaraan bermotor dan peningkatan jumlah energi di sektor industri. Jumlah kendaraan bermotor yang ada di Indonesia mencapai angka 85.601.351 unit (BPS,2011).

Selain mengalami penambahan jumlah kendaraan bermotor, penggunaan energi di Indonesia juga mengalami peningkatan hingga mencapai angka 64,88 juta. (KemenLH, 2012)

Peningkatan jumlah kendaraan dan penggunaan energi tersebut, tidak lepas dari pengaruh provinsi-provinsi di Indonesia, salah satunya adalah Provinsi Jawa Timur. Tingkat emisi gas rumah kaca yang dihasilkan Provinsi Jawa Timur pada tahun 2011 secara total adalah 77.880.622,19 ton CO₂. Pada tahun 2010 diketahui bahwa jumlah kendaraan bermotor di Jawa Timur mencapai 10.692.700 unit yang berperan sebesar 14,23% pada emisi gas rumah kaca. (Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi Jawa Timur, 2012).

Selain disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan dan konsumsi energi, emisi CO₂ juga dapat dipengaruhi oleh bentuk suatu kota (Newman dan Kenworthy, 1990; webster dan Bly, 1987; Banister, 1992). Hal tersebut juga diperkuat oleh Breheny (1996); Høyer and Holden (2003); Holden (2004), bahwa semakin kompak bentuk suatu kota maka semakin efisien energi yang digunakan. Kota yang kompak merupakan salah satu cara untuk mengurangi pola pergerakan dan juga dapat mengurangi emisi dan gas rumah kaca (Hillman dalam Mike Janks, 1996). Salah satu kriteria untuk kota kompak yaitu suatu kota dengan kepadatan tinggi (Newman dan Kenworthy, 2005).

Kota Malang merupakan salah satu kota yang berada di Provinsi Jawa Timur. Jumlah penduduk Kota Malang mencapai 840.803 pada tahun 2013 dan

mengalami peningkatan sebesar 0.86% tiap tahunnya (BPS Kota Malang, 2014) dengan kepadatan penduduk sebesar 7.639 jiwa/km² dan merupakan kota dengan kepadatan tinggi nomor 17 di Indonesia (wikipedia.com). Kota Malang sudah mengalami *over population*. Kota Malang memiliki bentuk perkembangan pita (*ribbon pattern*) pada jalur-jalur sirkulasi utama kota mendorong terjadinya *urban sprawling* (Wikantiyoso, 2013).

Fenomena *urban sprawl* tersebut mengakibatkan berbagai dampak negatif, salah satunya adalah meningkatnya mobilitas penduduk (Rachmadita, 2009). Peningkatan mobilitas penduduk sub-urban tersebut terjadi karena kebutuhan penduduk untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari di pusat kota (Ambarwati, 2009). Hal tersebut dapat dilihat dari jumlah kendaraan bermotor di Kota Malang juga mengalami peningkatan dari tahun 2012 sebanyak 471.272 unit menjadi 487.187 unit pada tahun 2013 (SAMSAT Kota Malang, 2014). Peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Kota Malang tersebut akan memberi dampak pada penurunan Level of Service (LOS) terutama pada jalan-jalan utama memasuki pusat Kota Malang (Ambarwati, 2009).

Peningkatan sarana transportasi akan berakibat pada peningkatan konsumsi energi (Scott et al., 1997 dalam Axisa et al, 2012). Hal tersebut dapat dilihat dari emisi gas rumah kaca Kota Malang yakni sebanyak 1.224.225 ton CO₂, dimana sektor konsumsi energi menyumbang sebanyak 1.008.229 ton CO₂ pada tahun 2010 (Paklim.org). Menurut strategi mengatasi perubahan iklim terpadu Kota Malang oleh Bappeda

Kota Malang , estimasi emisi gas rumah kaca oleh sektor energi dan transportasi akan meningkat menjadi 1.880.447 ton CO₂ pada tahun 2020. Berdasar estimasi emisi tahun 2020, dapat dilihat bahwa emisi dalam 10 tahun, dapat meningkat sebanyak 872.218 ton CO₂ atau setara dengan 86% dari total emisi tahun 2010.

Dampak negatif inilah yang mendorong munculnya berbagai upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Dalam rencana aksi nasional emsis gas rumah kaca tahun 2010, dijelaskan bahwa salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yaitu dengan mengurangi kebutuhan perjalanan berbasis keruangan. Penerapan konsep *compact city* pada kota-kota di berbagai negara, baik negara maju maupun yang sedang berkembang (Roychansyah, 2006). Untuk itu perlu adanya penelitian mengenai upaya mitigasi emisi gas rumah kaca melalui panjang kebutuhan perjalanan dan kebutuhan energi berbasis keluarga.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan mengenai perubahan iklim tengah menjadi perbincangan oleh berbagai pihak. Salah satu penyebab perubahan iklim tersebut adalah karena besarnya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Emisi gas rumah kaca tersebut merupakan akibat dari banyaknya konsumsi energi dari berbagai sektor, salah satunya yaitu sektor transportasi. Sektor transportasi menyumbang sebesar 14,9% terhadap jumlah emisi gas rumah kaca Provinsi Jawa Timur. Tingginya kontribusi sektor transportasi pada emisi gas rumah kaca tersebut, maka dibutuhkan mitigasi emisi gas rumah kaca untuk

mengurangi emisi gas rumah kaca yang ada. Kota Malang merupakan kota dengan jumlah penduduk yang banyak menimbulkan *urban sprawl* pada wilayah sub-urbannya. *Urban sprawl* tersebut dapat mengakibatkan masyarakat komuter (mengandalkan kendaraan) untuk mencapai pusat perkotaan, sehingga timbul adanya peningkatan panjang perjalanan di Kota Malang. Peningkatan panjang perjalanan tersebut mengakibatkan kenaikan jumlah kendaraan bermotor serta konsumsi energi yang dibutuhkan. Pada rencana aksi nasional dan rencana aksi daerah mengenai emisi gas rumah kaca dijelaskan bahwa salah satu upaya mengurangi emisi gas rumah kaca adalah melalui pendekatan keruangan. Untuk itu perlu adanya penelitian mengenai strategi mitigasi emisi gas rumah kaca bidang energi pada sektor transportasi melalui konsep ruang yang kompak. Berdasarkan permasalahan diatas, pertanyaan penelitian ini adalah **Bagaimana skenario mitigasi emisi gas rumah kaca pada bidang energi sektor transportasi dengan pendekatan konsep *urban compactness* di Kota Malang?**

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk **merumuskan skenario mitigasi emisi gas rumah kaca bidang energi sektor transportasi di Kota Malang**. Sasaran yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut yaitu :

1. Mengelompokkan pola kekompakan ruang di Kota Malang

2. Menghitung tingkat konsumsi energi dan tingkat emisi gas rumah kaca yang ditimbulkan oleh sektor transportasi di Kota Malang.
3. Menganalisis pengaruh *urban compactness* terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca di Kota Malang.
4. Merumuskan skenario mitigasi emisi gas rumah kaca berdasarkan pola kekompakan ruang di Kota Malang.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

1.4.1 Ruang Lingkup Pembahasan

Pembahasan dalam penelitian ini adalah mengenai tingkat kekompakan ruang. Selain itu juga dibahas tingkat konsumsi energi dan tingkat emisi, serta pengaruh tingkat kekompakan ruang terhadap total emisi, selanjutnya mitigasi emisi gas rumah kaca pada bidang energi sektor transportasi di Kota Malang dibatasi kedalam 3 cluster kekompakan ruang yang terbentuk berdasarkan variabel-variabel kekompakan ruang. Penelitian ini difokuskan pada penduduk yang tinggal dan beraktifitas di Kota Malang.

1.4.2 Ruang Lingkup Substansi

Agar tujuan dan sasaran penelitian dapat tercapai, maka digunakan beberapa ilmu dan atau teori yang akan diterapkan dalam penelitian ini. Adapaun teori yang digunakan dalam penelitian ini antara lain teori landuse dan transportasi, teori *urban compactness* dan pola perjalanan, dan teori emisi gas rumah kaca dan strategi mitigasinya. Untuk menunjang teori yang digunakan dalam penelitian, maka dilakukan kajian

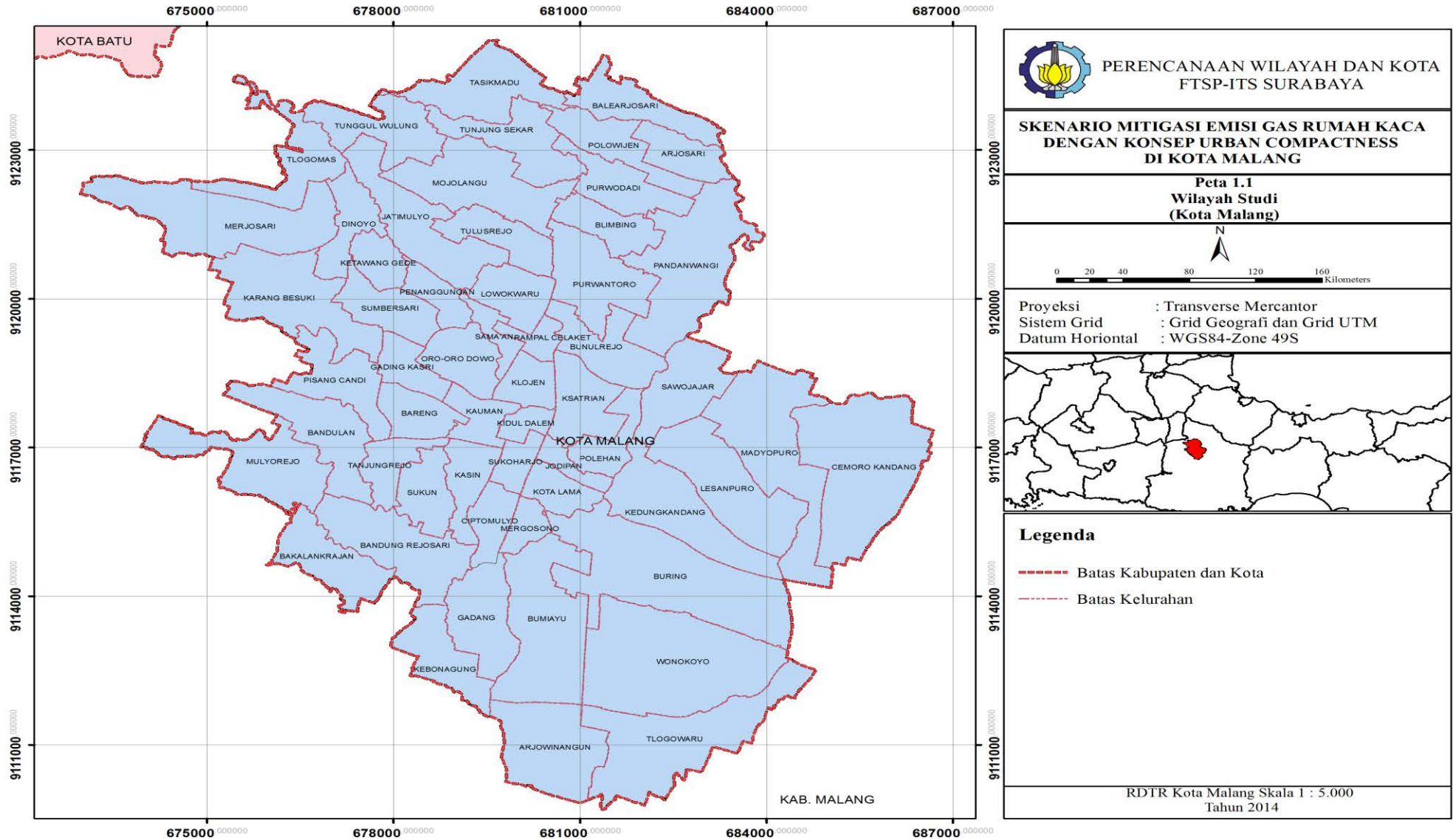
terhadap penelitian terdahulu mengenai analisis keterkaitan bentuk perkotaan dengan konsumsi energi.

1.4.3 Ruang Lingkup Wilayah

Wilayah penelitian adalah Kota Malang, Provinsi Jawa Timur. Kota Malang memiliki luas sebesar 110.06 km². Letak kota Malang berada di tengah-tengah wilayah Kabupaten Malang dan secara astronomis terletak 112,06° - 112,07° Bujur Timur dan 7,06° - 8,02° Lintang Selatan, dengan batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kecamatan Singosari dan Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang
- Sebelah Timur : Kecamatan Pakis dan Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang
- Sebelah Selatan : Kecamatan Tajinan dan Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang
- Sebelah Barat : Kecamatan Wagir dan Kecamatan Dau, Kabupaten Malang

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar 1.1 Peta Batas Wilayah Penelitian
Sumber : Hasil Analisis GIS, 2015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

1.5 Manfaat Penelitian

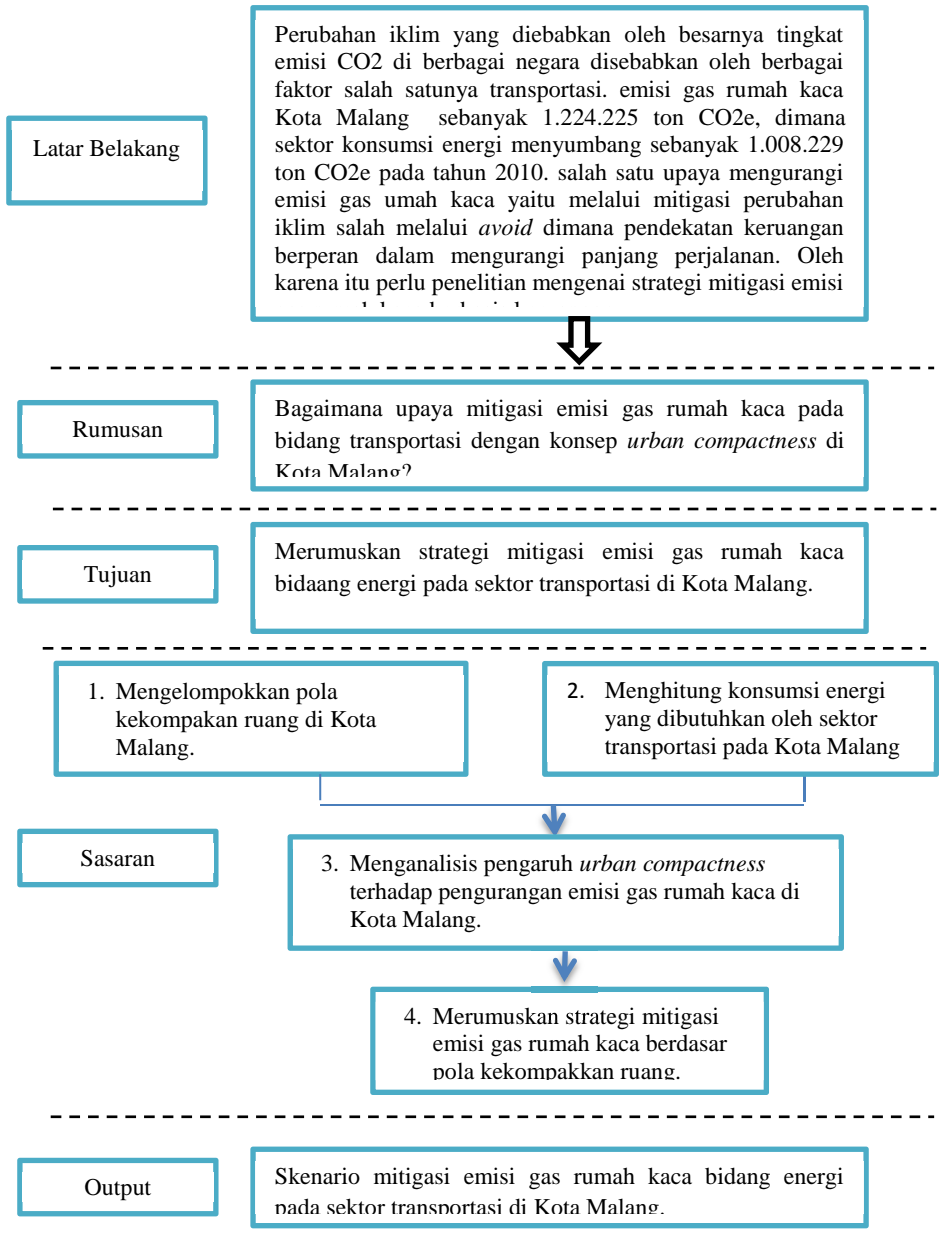
1.5.1 Manfaat Praktis

Penelitian ini berfungsi untuk memberikan arahan strategi, kebijakan, dan program rencana penurunan emisi gas rumah kaca pada bidang energi sektor transportasi di Kota Malang melalui pendekatan konsep kekompakkan ruang.

1.5.2 Manfaat Akademik

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi pengembangan ilmu bidang perubahan iklim, transportasi dan kekompakkan ruang dalam menganalisis pengaruh konsep kekompakkan ruang terhadap mitigasi perubahan iklim terutama mengurangi emisi gas rumah kaca pada sektor transportasi.

1.6 Kerangka Berpikir



1.7 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan permasalahan dan pertanyaan penelitian, tujuan dan sasaran yang ingin dicapai, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian, kerangka berpikir, serta sistematika pembahasan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai teori-teori yang digunakan atau dijadikan pedoman dalam melakukan proses analisis untuk dapat mencapai tujuan penelitian, dimana teori-teori yang dibahas meliputi teori landuse, teori transportasi, teori urban compactness, teori pola perjalanan, teori emisi gas rumah kaca dan teori strategi mitigasi emisi gas rumah kaca.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai pendekatan yang digunakan dalam proses penelitian nantinya, terutama dalam melakukan analisis, teknik pengumpulan data serta tahapan analisis yang digunakan dalam penelitian nantinya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai gambaran umum dalam menjelaskan kondisi yang terjadi pada wilayah penelitian kaitannya dengan permasalahan yang terjadi serta pembahasan melalui kegiatan analisis berdasarkan metode yang telah dibahas pada bab sebelumnya sesuai dengan sasaran penelitian yang ditentukan.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan yang merupakan hasil dari analisis yang telah dilakukan dalam menjawab rumusan permasalahan agar tujuan

penelitian dapat tercapai. Pada bagian akhir ditambahkan saran dan rekomendasi untuk digunakan pada penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perubahan Iklim

Definisi perubahan iklim adalah perubahan kondisi fisik atmosfer bumi antara lain suhu dan distribusi curah hujan yang membawa dampak luas terhadap berbagai sektor kehidupan manusia (Kementrian Lingkungan Hidup, 2004). Perubahan fisik ini tidak terjadi hanya sesaat tetapi dalam kurun waktu yang panjang. LAPAN (2002) mendefinisikan perubahan iklim adalah perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu. Sedangkan istilah perubahan iklim skala global adalah perubahan iklim dengan acuan wilayah bumi keseluruhan. IPCC (2001) menyatakan bahwa perubahan iklim merujuk pada variasi rata-rata kondisi iklim suatu tempat atau pada variabilitasnya yang nyata secara statistik untuk jangka waktu yang panjang (umumnya dekade atau lebih).

Perubahan iklim merupakan perubahan pada variabel iklim, khususnya suhu udara dan curah hujan yang terjadi secara berangsur-angsur dalam jangka waktu yang panjang antara 50 sampai 100 tahun yang telah terukur sejak pertengahan abad ke-19 (Depkes, 2009). Pada dasarnya iklim bumi senantiasa mengalami perubahan. Hanya saja perubahan iklim di masa lampau berlangsung secara alamiah, namun kini perubahan tersebut disebabkan oleh kegiatan manusia, terutama yang berkaitan dengan pemakaian bahan bakar fosil dan alih guna lahan. Kegiatan manusia yang dimaksud adalah kegiatan yang telah menyebabkan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca

(GRK) di atmosfer, khususnya dalam bentuk karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4) dan nitrogen oksida (N_2O). Gas gas tersebut yang selanjutnya menentukan peningkatan suhu udara, karena sifatnya yang seperti kaca yaitu dapat meneruskan radiasi gelombang pendek yang tidak bersifat panas, tetapi menahan radiasi gelombang panjang yang bersifat panas. Akibatnya atmosfer bumi makin memanas dengan laju yang setara dengan laju perubahan konsentrasi GRK (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004). Dalam rencana aksi nasional mengenai penurunan emisi gas rumah kaca, salah satu upaya dalam penurunan emisi gas rumah kaca yaitu dengan mitigasi (RAN Penurunan Gas Rumah Kaca, 2010).

2.1.1 Emisi Gas Rumah Kaca

2.1.1.1 Definisi Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca (GRK) adalah gas-gas di atmosfer yang bertanggung jawab sebagai penyebab pemanasan global dan perubahan iklim. Gas-gas rumah kaca yang utama adalah karbon dioksida (CO_2), metan (CH_4) dan nitrogen oksida (N_2O). Gas gas rumah kaca yang kurang umum, tetapi sangat kuat, adalah hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCTs) dan sulphur hexafluoride (SF_6) (TPIBLK 2010).

Perubahan iklim global yang terjadi akhir-akhir ini disebabkan karena terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer. Keseimbangan tersebut dipengaruhi antara lain oleh peningkatan gas-gas asam arang atau karbondioksida

(CO₂), metana (CH₄) dan nitrogen oksida (N₂O) yang lebih dikenal dengan gas rumah kaca (GRK). Saat ini konsentrasi GRK sudah mencapai tingkat yang membahayakan iklim bumi dan keseimbangan ekosistem. Peningkatan konsentrasi GRK di atmosfer sebagai akibat adanya pengelolaan lahan yang kurang tepat, antara lain adanya pembakaran vegetasi hutan dalam skala luas pada waktu yang bersamaan dan adanya pengeringan lahan gambut. Kegiatan-kegiatan tersebut umumnya dilakukan pada awal alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Efek Gas Rumah Kaca (GRK) sebenarnya merupakan proses alam dimana atmosfer memantulkan kembali sebagian radiasi panas yang berasal dari permukaan bumi sehingga bumi menjadi terasa hangat. Fungsi memantulkan radiasi panas tersebut dilakukan oleh gas rumah kaca seperti CO₂ dan CH₄. Masalahnya adalah pada saat ini konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer sudah melebihi keadaan normalnya sehingga radiasi panas yang dipantulkan ke permukaan bumi menjadi lebih banyak dan akibatnya adalah meningkatnya suhu bumi. Peningkatan emisi tersebut, sebagian besar diakibatkan oleh kegiatan atau aktivitas manusia di bidang kehutanan dan lahan gambut, pertanian, energi, industri dan transportasi, serta limbah (RAD Penurunan Gas Rumah Kaca, 2012)

2.1.1.2 Sektor-sektor Emisi Gas Rumah Kaca

Meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca yang selanjutnya menyebabkan perubahan iklim disebabkan oleh berbagai kegiatan manusia. Menurut

IPCC (2006) sektor utama yang menyebabkan peningkatan gas rumah kaca adalah sektor energi, AFOLU (Agriculture, Forestry, and Other Land Use), IPPU (industrial Processes and Product Use), dan sampah. Beberapa organisasi lain juga memberikan beberapa sektor yang berperan dalam peningkatan emisi gas rumah kaca yakni menurut EPA (2013) menyebutkan bahwa sektor yang berpengaruh pada emisi gas rumah kaca di Amerika adalah produksi listrik, transportasi, industri, permukiman, pertanian, landuse dan kehutanan.

Selain itu menurut WWF (2008) sektor utama yang menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca di Australia adalah energi, transportasi, pertambangan minyak, pertanian, industri, alih fungsi lahan, kehutanan dan limbah. Sedangkan menurut Rencana Aksi Nasional (2010), sektor utama yang menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca di Indonesia yaitu sektor kehutanan dan lahan gambut, sektor pertanian, sektor energi dan transportasi, sektor industri serta sektor limbah. Sektor-sektor yang berpengaruh pada emisi gas rumah kaca menurut UNFCCC (2009) adalah sektor energi, sektor limbah, sektor listrik, sektor industri, sektor kehutanan, sektor pertanian, sektor transportasi dan sektor bangunan. Dari bermacam-macam sektor yang menyebabkan emisi gas rumah kaca, dapat disimpulkan bahwa sektor transportasi merupakan salah satu sektor utama yang menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca di berbagai negara.

Sektor energi merupakan salah satu sumber utama emisi gas rumah kaca (KNLH, 2009). Dalam sektor energi terdapat bidang transportasi dimana

bidang transportasi merupakan salah satu pengguna terbesar dalam sektor energi, yang berkontribusi dalam emisi gas rumah kaca. Total konsumsi energi pada bidang transportasi ini mempunyai kecenderungan terus meningkat dari tahun ke tahun, seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor. Perhitungan emisi pada bidang transportasi akan dihitung berdasarkan emisi CO₂ dari data jumlah kendaraan dan rata-rata konsumsi bahan bakar minyak (BBM) pada tahun bersangkutan.

2.1.1.3 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi Bidang Transportasi

Dasar untuk menghitung emisi CO₂ adalah buku pedoman yang dikeluarkan oleh Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) serta best practice yang sudah dikeluarkan oleh beberapa negara. Emisi CO₂ secara sederhana dihitung berdasarkan koefisien emisi setiap jenis bahan bakar yang digunakan dan mengalikannya dengan pemakaian bahan bakar. Dalam Rencana Aksi Daerah Provinsi Jawa Timur (2012) perhitungan emisi CO₂ pada sektor transportasi menggunakan dua metode pendekatan yaitu pendekatan konsumsi bahan bakar dan pendekatan panjang perjalanan tiap kendaraan.

a) Berdasarkan Konsumsi Bahan Bakar

$$\text{Emisi} = \text{Konsumsi bahan bakar (Liter/tahun)} \times \text{Faktor emisi (Kg/Liter)}$$

Faktor emisi adalah nilai representatif yang menghubungkan kuantitas suatu polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari suatu kegiatan yang

terkait dengan sumber polutan. Faktor-faktor ini biasanya dinyatakan sebagai berat polutan dibagi dengan satuan berat, volume, jarak, atau lamanya aktivitas yang mengemisikan polutan (misalnya, partikel yang diemisikan gram per liter bahan bakar yang dibakar (Wilton, 2001). Menurut Porteous dalam Kusuma (2010:12) faktor emisi adalah massa dari suatu polutan yang dihasilkan relatif untuk setiap unit proses per satuan massa bahan bakar dikonsumsi, atau per unit produksi.

Tabel 2.1 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar

Jenis bahan bakar	Faktor emisi
Gasoline	2,33 kg CO ₂ /Liter
Diesel	2,62 kg CO ₂ /Liter

Sumber : IPCC dalam RAD tentang Emisi Provinsi Jawa Timur 2012

2.1.2 Strategi Mitigasi

2.1.2.1 Mitigasi

Mitigasi adalah upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui fisik atau dengan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. (UU No. 24 Tahun 2007). Pengertian lainnya mengenai mitigasi menurut PP No. 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana bahwa mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Berdasarkan kedua pengertian mitigasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa mitigasi adalah

upaya preventif yang dapat dilakukan untuk meminimalisasi dampak bencana. Salah satu contoh mitigasi adalah mitigasi perubahan iklim.

2.1.2.2 Definisi Mitigasi Perubahan Iklim

Mitigasi Perubahan Iklim adalah upaya untuk mengurangi atau mencegah emisi gas rumah kaca (UNEP). Sedangkan menurut IPCC (2001) mitigasi perubahan iklim adalah proses penurunan emisi termasuk diantaranya sumber-sumber penghasil gas-gas rumah kaca seperti CO₂, CH₄ dan lain-lain. Mitigasi biasanya mempunyai beberapa pendekatan termasuk dari sisi politik, ekonomi dan sosial. Definisi lainnya menurut Surakusumah (2011) mitigasi perubahan iklim adalah usaha menekan penyebab perubahan iklim, seperti gas rumah kaca dan lainnya agar resiko terjadinya perubahan iklim dapat diminimalisir atau dicegah. Upaya mitigasi dalam bidang energi di Indonesia, misalnya dapat dilakukan dengan cara melakukan efisiensi dan konservasi energi, mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan, seperti biofuels, energi matahari, energi angin dan energi panas bumi, efisiensi penggunaan energi minyak bumi melalui pengurangan subsidi dan mengoptimalkan energi pengganti minyak bumi, dan penggunaan energi nuklir. Dalam bidang perencanaan, upaya mitigasi emisi gas rumah kaca yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pendekatan ruang melalui penataan guna lahan guna mengurangi panjang perjalanan sehingga mampu mengurangi konsumsi energi (Handyetal, 2002).

Menurut Perpres No. 71 tahun 2011, definisi mengenai mitigasi perubahan iklim adalah usaha

pengendalian untuk mengurangi resiko akibat perubahan iklim melalui kegiatan yang dapat menurunkan emisi/ meningkatkan penyerapan estimasi gas rumah kaca, dan penyusunan profil gas rumah kaca hingga penentuan terminologi mitigasi gas rumah kaca (KNLH, 2010)

2.1.2.3 Jenis-jenis Mitigasi Perubahan Iklim

Pada mitigasi perubahan iklim, terdapat berbagai macam strategi mitigasinya menurut berbagai sumber. Menurut Rencana Aksi Nasional (2010) mengenai pengurangan emisi gas rumah kaca, upaya yang dilakukan yaitu

- a) ***Avoidance*** yaitu pengurangan kebutuhan akan perjalanan terutama daerah perkotaan (trip demand management) melalui penata-gunaan lahan di daerah perkotaan dan dalam jangka panjang melalui pola pembangunan perkotaan yang memungkinkan masyarakat mengakses sarana prasarana esensial tanpa melakukan perjalanan yang berlebihan;
- b) ***Shifting*** yaitu pergeseran pola penggunaan kendaraan pribadi (sarana transportasi dengan konsumsi energi yang tinggi) ke pola transportasi rendah karbon seperti, sarana transportasi tidak bermotor, transportasi publik, transportasi air, dan sebagainya
- c) ***Improvement*** yaitu peningkatan efisiensi energi dan pengurangan pengeluaran karbon pada kendaraan bermotor melalui pengembangan teknologi kendaraan bermotor dan penggunaan bahan bakar rendah emisi; dan

- d) **green tranport** yaitu melakukan penghijauan di sepanjang jalan.

Sedangkan menurut UNEP Climate Change Strategy (2010), macam-macam strategi mitigasi perubahan iklim yakni

- a) **Eliminasi** berarti menghindari penggunaan alat-alat penghasil emisi gas rumah kaca. Tindakan ini memberikan penghematan biaya yang terbesar dan dapat langsung dirasakan.
- b) **Pengurangan** dapat dilakukan dengan mengganti peralatan lama dan/atau mengoptimalkan struktur yang sudah ada. Tindakan mitigasi seperti ini sangat efektif dan dapat integrasikan ke dalam bisnis sehari-hari dengan usaha minimum.
- c) **Substitusi** biasanya mempunyai implikasi biaya investasi yang tinggi. Namun demikian, potensi penurunan emisi melalui substitusi sangatlah tinggi.
- d) **Offset** adalah metode berbiaya rendah namun mempunyai manfaat yang cukup besar. Walaupun demikian, metode ini sulit dilaksanakan dalam skala kecil.

Sedangkan menurut Rencana Aksi Daerah Provinsi Jawa Timur tentang pengurangan emisi gas rumah kaca yang mengacu pada Rencana Aksi Nasional (2012), macam-macam strategi mitigasi perubahan iklim yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca pada bidang transportasi adalah

- a) ***Avoid*** -pengurangan kebutuhan akan perjalanan terutama daerah perkotaan (trip demand management) melalui penata-gunaan lahan
- b) ***Shift*** - pergeseran pola penggunaan kendaraan pribadi (sarana transportasi dengan konsumsi energi yang tinggi) ke pola transportasi rendah karbon seperti, sarana transportasi tidak bermotor, transportasi publik, transportasi air, dan sebagainya; dan
- c) ***Improve*** - peningkatan efisiensi energi dan pengurangan pengeluaran karbon pada kendaraan bermotor melalui pengembangan teknologi kendaraan bermotor dan penggunaan bahan bakar rendah emisi.

Jenis mitigasi perubahan iklim yang sesuai dengan judul penelitian adalah **avoid** yaitu pengurangan kebutuhan akan perjalanan terutama pada daerah perkotaan melalui penatagunaan lahan. Prinsip aksi mitigasi avoid adalah menghindari kilometer perjalanan yang tidak perlu melalui integrasi perencanaan tata guna lahan dan perencanaan transportasi. Handyetal (2002) juga mengatakan bahwa salah satu metode untuk mitigasi emisi gas rumah kaca adalah dengan bentuk tata guna lahannya dimana *mixed use* dapat mengurangi panjang perjalanan di suatu kota yang pada nantinya mampu mengurangi konsumsi energi pada bidang transportasi

2.2 Urban Compactness

2.2.1 Definisi Urban Compactness

Definisi *Compactness* berarti kekompakan, umumnya istilah kompak ini dikaitkan dengan berbagai karakteristik yang dilihat berdasarkan kepadatan populasi

(Neuman, 2005). Breheny(1992) dan Williams, Burton, dan Jenks (2000) menyebutkan bahwa suatu kekompakan dilihat dari jenis pola pergerakan dan intensifikasi landusanya. Berdasarkan penelitian British National Surveys kekompakan sebuah ruang dapat dilihat dari kepadatan dan pola pergerakannya (DOE/DOT, 1993).

Sedangkan menurut Hall (2001) kekompakan ruang yang dilihat dari frekuensi pergerakan lebih dipengaruhi oleh pendapatan dan harga bahan bakar dari pada dipengaruhi oleh kepadatan. Hal tersebut juga disebutkan Erling Holden (2004) bahwa semakin padat sebuah landuse maka panjang perjalanan dapat dikurangi. Dari berbagai pengertian kekompakan tersebut, William,dkk (2000) mengatakan bahwa tingkat kekompakan sebuah ruang dapat mempengaruhi pola perjalanan pada suatu wilayah.

Prinsip dasar teori kota kompak adalah adanya kepadatan tinggi yang terletak di dekat pusat kota dengan fungsi bangunan campuran dari rumah, tempat kerja dan pertokoan (Holden, 2004). Beberapa pendukung teori kota kompak Jacobs (1961); Newman dan Kenworthy (1989); CEC (1990); Elkin et al. (1991); Sherlock (1991); Enwicht (1992) dan McLaren (1992) percaya bahwa suatu kota kompak memiliki keuntungan pada bidang lingkungan dan energi selain itu juga memberikan keuntungan pada bidang sosial. Beberapa keuntungan kota kompak adalah lingkungan yang lebih baik, transportasi umum yang mudah dijangkau (Frey, 1999). Namun bagaimanapun juga kota kompak identik dengan hasilnya yaitu dapat mengurangi energi dengan aktifitas yang intensif.

2.2.2 *Ukuran Compactness*

Menurut Neuman, 2005 dalam *the compact city fallacy*, indikator kota kompak juga dapat diturunkan dari karakteristik kota kompak. Karakteristik kota kompak yang dikemukakan oleh Neuman adalah kepadatan permukiman dan lapangan kerja yang tinggi, guna lahan campuran, guna lahan yang *fine grain* (guna lahan bervariasi dan ukuran persil tanah yang relatif kecil), meningkatkan interaksi sosial dan ekonomi, pembangunan yang *contiguous* (beberapa persil atau struktur bisa dikosongkan atau dilarang dibangun atau area parkir), pembangunan perkotaan yang padat (*contained urban development*) dengan batas perkotaan yang tegas, infrastruktur perkotaan terutama jaringan air bersih dan kotor, transportasi multi moda, aksesibilitas tinggi baik lokal maupun regional, keterhubungan jaringan ajalan yang tinggi (internal/eksternal), termasuk trotoar (jalur jalan kaki) dan jalur sepeda, tutupan permukaan kedap air yang tinggi, rasio ruang terbuka rendah, kontrol terpusat perencanaan pembangunan lahan, atau kontrol yang terkoordinasi secara ketat dan kemampuan dana pemerintah yang cukup untuk membiayai fasilitas-fasilitas dan infrastruktur.

Menurut Burton (2000) dalam *the compact city : just or just compact? A preliminary*, derajat kekompakan diklasifikasikan dalam tiga dimensi yaitu kepadatan, fungsi campuran dan intensifikasi, dimana indikator kepadatan mencakup variabel kepadatan penduduk, kepadatan bangunan terbangun, kepadatan jumlah rumah. Sedangkan untuk indikator fungsi campuran mencakup variabel jumlah fasilitas, dan *mix use building*. Pada indikator intensifikasi mencakup

variabel tingkat pertumbuhan penduduk dan tingkat pertumbuhan pembangunan.

Berbeda dengan konsep Burton mengenai kekompakan dalam segi keruangan, Cervero dan Kockelman (1997) mengidentifikasi kekompakan dan mengklasifikasikan kedalam tiga kategori yakni kepadatan, fungsi campuran dan desain. Dimana pada indikator kepadatan terdaat variabel kepadatan penduduk, kepadatan tenaga kerja dan akses terhadap tempat kerja. Pada indikator fungsi campuran terdapat variabel kegiatan-kegiatan terpusat, *mix use building*, kepadatan guna lahan perdagangan dan jasa.

Kumiadi (2007) dan Sadikin (2009) menyimpulkan bahwa indikator-indikator yang dapat digunakan untuk mengukur *compactness* dalam konsep kota kompak dapat dikelompokkan dalam tiga dimensi/aspek yaitu kepadatan, fungsi campuran, dan intensifikasi, sedangkan menurut Dantzig da Saaty (1978) kekompakan ruang paling tidak dapat dilihat dari 3 aspek yaitu bentuk ruang, karakteristik ruang, dan fungsinya.

Berbicara mengenai karakteristik tata guna lahan yang berpengaruh terhadap penggunaan energi oleh transportasi sehari-hari, Naess (1997) menyimpulkan bahwa beberapa karakteristik yang tepat untuk mengurangi penggunaan energi perkapita adalah tingginya kepadatan penduduk suatu perkotaan, kepadatan permukiman, permukiman yang terpusat, tempat kerja yang terpusat, kepadatan parkir yang rendah di tempat kerja. Menurut Holding dan Norland (2005) Prinsip dari kota kompak adalah pengembangan kepadatan tinggi yang dekat dengan pusat kota dengan fungsi bangunan campuran antara perumahan, tempat

kerja dan toko. Berdasarkan hal tersebut, semakin terpusat dan padatnya suatu wilayah dapat mengurangi panjang perjalanan yang ditimbulkan sehingga dapat mengurangi penggunaan energinya.

2.3 Penelitian Terdahulu Terkait Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca

Penelitian mengenai strategi mitigasi emisi gas rumah kaca berawal dari perubahan iklim yang mulai terasa akibat dari berbagai sektor penghasil emisi gas rumah kaca. Terdapat beberapa penelitian yang terkait dengan tema penelitian ini, yaitu tentang mitigasi emisi gas rumah kaca dengan *urban compactness*.

Penelitian terkait oleh Handayani (2013) dengan judul Pengaruh Kekompakan Ruang Terhadap Tingkat Emisi Karbon Di Surabaya menggunakan indikator penelitian yaitu kepadatan dan fungsi campuran. Indikator kepadatan memiliki variabel kepadatan penduduk dan kepadatan area terbangun, sedangkan untuk indikator fungsi campuran dapat dilihat dari keragaman fungsi guna lahan berdasar tingkat ketersediaan fasilitas pendidikan dan kesehatan. Dimana hasil dari penelitian tersebut adalah adanya pengaruh kekompakan ruang terhadap emisi gas rumah kaca.

Selain itu penelitian oleh Holden dan Norland (2005), memiliki tujuan untuk mengetahui adanya hubungan bentuk perkotaan dengan konsumsi energi. Pada penelitian tersebut, peneliti menggunakan beberapa faktor yang berpengaruh yaitu tipe rumah (1 keluarga atau lebih), kepadatan perumahan (rumah/Ha), jarak terhadap pusat kota, akses kepada transportasi publik, dan fungsi tata guna lahan campuran. Pada penelitian tersebut didapat hasil bahwa semakin padat suatu wilayah

dan semakin dekat wilayah tersebut dengan pusat kota, maka konsumsi energinya semakin sedikit.

Peneitian lain dilakukan oleh Caliskan (2004) dengan judul penelitian “Kekompakkan ruang dengan studi kasus di Negara Turki”. Indikator yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu *centrallity* (struktur dan kegiatan terpusat), *contiguity*, *density* (kepadatan penduduk), *diversity* (fungsi guna lahan campuran), *intensity* (tingkat pertumbuhan).

Selain penelitian diatas, penelitian yang dilakukan oleh Mahriyar (2010) yang bertujuan untuk menentukan kebijakan pola ruang Kota Surabaya guna mengurangi tingginya pergerakan penduduk. Peneliti menggunakan indikator penelitian kepadatan dengan variabel kepadatan penduduk dan kepadatan terbangun. Indikator fungsi campuran dengan variabelnya penyediaan fasilitas dan penggunaan lahan campuran. Indikator intensifikasi dengan variabelnya yakni pertumbuhan kepadatan penduduk.

2.4 Sintesa Pustaka

Dalam sintesa pustaka terdapat indikator dan variabel dari beberapa teori yang berhubungan dengan penelitian. Dari indikator dan variabel pada sintesa pustaka, kemudian dapat dirumuskan indikator dan variabel yang akan digunakan dalam penelitian strategi mitigasi emisi gas rumah kaca sektor energi bidang transportasi melalui konsep kekompakan ruang di Kota Malang.

Tabel 2.2 Indikator dan Variabel dari Berbagai Sumber

Teori	Sumber	Indikator	Variabel
Emisi Gas	IPCC, 2009	Bahan bakar	Konsumsi

Teori	Sumber	Indikator	Variabel
Rumah Kaca			bahan bakar
		Faktor Emisi	Jenis Emisi
		Kendaraan	Jumlah kendaraan
		Jarak tempuh	Jarak tempuh rata-rata kendaraan
Mitigasi perubahan iklim	RAN 2010 dan RAD Jatim 2012	Tata guna lahan	Bentuk kekompakkan ruang
		Panjang perjalanan	Rata rata panjang perjalanan
Urban Compactness	Burton (2000)	Kepadatan	Kepadatan permukiman
			Kepadatan area terbangun
		Fungsi campuran	Keragaman fungsi guna lahan
		Intensifikasi	Laju pertumbuhan kawasan terbangun
	Tingkat pertumbuhan kepadatan penduduk		
	Cervero dan Kockelman (1997)	Kepadatan	Kepadatan penduduk
			Kepadatan tenaga kerja
Aksesibilitas			

Teori	Sumber	Indikator	Variabel
		Fungsi campuran	Kegiatan-kegiatan terpusat
			Mix use building
			Kepadatan perdagangan jasa
		Desain	-
	Kumiadi (2007) dan Sadikin (2009)	Kepadatan	Kepadatan permukiman
			Kepadatan area terbangun
		Fungsi campuran	Keragaman fungsi guna lahan
		Intensifikasi	Laju pertumbuhan kawasan terbangun
			Tingkat pertumbuhan penduduk
	Dantzig dan Saaty (1978)	Bentuk ruang	-
		Karakteristik ruang	-
		Fungsi ruang	-
	Naess (1997)	Kepadatan	Kepadatan penduduk
			Kepadatan permukiman
Holding dan	Kepadatan	Kepadatan perumahan	

Teori	Sumber	Indikator	Variabel
	Norland (2005)	Fungsi campuran	-
	Handayeni (2014)	Kepadatan	Kepadatan penduduk
			Kepadatan area terbangun
		Fungsi campuran	Ketersediaan fasilitas
	Caliskan (2004)	Kepadatan	Kepadatan penduduk
		Fungsi campuran	-
		Intensifikasi	-
	Mahriyar (2010)	Kepadatan	Kepadatan penduduk
			Kepadatan terbangun
		Fungsi campuran	Ketersediaan fasilitas
			Penggunaan lahan campuran
		Intensifikasi	Pertumbuhan kepadatan penduduk

Sumber : Hasil Sintesa Peneliti, 2015

Berdasarkan indikator dan variabel yang ada dalam tinjauan pustaka, berikut dapat dilihat variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian. Variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian merupakan variabel yang paling sering dikemukakan oleh berbagai sumber.

Tabel 2.3 Matriks Sintesa Pustaka tentang *Urban Compactness*

Sumber	Indikator						
	A	B	C	D	E	F	G
Burton (2000)	√	√	√				
Cervero dan Kockelman (1997)		√	√				√
Kumiadi (2007) dan Sadikin (2009)	√	√	√				
Dantzig da Saaty (1978)				√	√	√	
Naess (1997)	√						
Holdings dan Norland (2005)		√	√				
Handayani (2014)		√	√				
Caliskan (2004)	√	√	√				
Mahriyar (2010)	√	√	√				

Sumber : Hasil Sintesa Pustaka, 2016

Keterangan :

- A : Kepadatan
- B : Fungsi campuran
- C : Intensifikasi
- D : Bentuk ruang
- E : Karakteristik ruang
- F : Fungsi ruang
- G : Desain

Berikut adalah indikator dan variabel penelitian mengenai skenario mitigasi emisi gas rumah kaca sektor energi bidang transportasi melalui konsep kekompakan ruang di Kota Malang.

Tabel 2.4 Indikator dan Variabel Penelitian

Teori	Sumber	Indikator	Variabel
Emisi gas	IPCC	Bahan bakar	Konsumsi

Teori	Sumber	Indikator	Variabel
rumah kaca	(2009)		bahan bakar
		Faktor emisi	Jenis emisi
		Kendaraan	Jumlah kendaraan
		Jarak tempuh	Jarak tempuh rata-rata kendaraan
Mitigasi perubahan iklim	RAN (2010), RAD Jatim (2012)	Tata guna lahan	Bentuk kekompakkan ruang
		Panjang perjalanan	Rata-rata panjang perjalanan
Urban compactness	Neuman (2005), Burton (2000), Kumiadi dan Sadikin (2009), Cervero dan Kockelman (1997), Handayani (2014), Mahriyar (2010), Holding dan Norland (2005), Naess (1997)	Kepadatan	Kepadatan penduduk
			Kepadatan area terbangun
		Fungsi campuran	Ketersediaan fasilitas
			Keragaman fungsi guna lahan
		intensifikasi	Tingkat pertumbuhan penduduk

Sumber : Hasil Sintesa Peneliti, 2016

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan ini menggunakan pendekatan rasionalisme dalam penyusunan konseptualisasi teoritik untuk memberikan pemaknaan indikator identifikasi urban compactness dan identifikasi pengaruh urban compactness dalam pengurangan emisi (Muhadjir, 1990 dalam Dewi, 2006). Dalam persiapan penelitian, terlebih dahulu dirumuskan teori pembatasan lingkup, definisi secara teoritik, empirik yang berkaitan dengan identifikasi indikator – indikator konsep kekompakan ruang, dan penelitian yang pernah dikemukakan. Selanjutnya, teori-teori tersebut dirumuskan menjadi sebuah konseptualisasi teoritik yang melahirkan variabel penelitian dengan memperhatikan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Variabel yang dipilih kemudian disesuaikan kembali ke sasaran penelitian untuk menjawab tujuan akhir penelitian, yaitu merumuskan strategi mitigasi emisi gas rumah kaca dengan konsep kekompakan ruang guna mengurangi panjang perjalanan.

3.2 Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian yang digunakan merupakan deskriptif-kuantitatif. Jenis penelitian deskriptif dipilih dalam menjawab sasaran 2 dan 4, sedangkan jenis kuantitatif dipilih dalam menjawab sasaran 1 dan 3. Penelitian deskriptif merupakan metode yang digunakan

untuk menggambarkan keadaan yang sesungguhnya tentang obyek yang diteliti. Pusat perhatian dari jenis penelitian ini adalah masalah actual yang menggambarkan fakta-fakta tentang masalah yang diteliti. Penelitian deskriptif merupakan jenis penelitian yang mencari hubungan antar variabel yang terkait (Hidayat, 2009). Pada penelitian ini jenis penelitian deskriptif dilakukan untuk menjelaskan tipologi *cluster* kekompakan ruang Kota Malang serta menjelaskan strategi yang sesuai untuk mitigasi emisi gas rumah kaca dengan konsep kekompakan ruang.

Pendekatan kuantitatif adalah pendekatan yang berdasarkan data dari hasil pengukuran variabel yang ada. Dalam penelitian ini pendekatan kuantitatif digunakan untuk menghitung tingkat emisi dengan menggunakan rumus perhitungan emisi pada sasaran 1, serta untuk membuat model persamaan regresi linier pada sasaran 3 pada penelitian mengenai strategi mitigasi emisi gas rumah kaca sektor transportasi dengan konsep kekompakan ruang di Kota Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Organisasi variabel berisi tahapan dan cara mengorganisasikan variabel-variabel penelitian dan definisi operasionalnya. Definisi operasional tersebut berfungsi sebagai petunjuk untuk menemukan data yang tepat proses mendapatkan data. Organisasi variabel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1.1 Variabel Penelitian

Sasaran	Indikator	Variabel	Definisi Operasional
Mengelompokkan pola kekompakan ruang di Kota Malang	Kepadatan	Kepadatan penduduk	Kepadatan penduduk (jumlah penduduk dibagi dengan luas wilayah seluruhnya)
		Kepadatan area terbangun	Luas area terbangun dibagi dengan luas wilayah seluruhnya
	Fungsi campuran	Ketersediaan fasilitas	Jumlah fasilitas yang tersedia sesuai dengan standar minimum pelayanan
		Keragaman fungsi guna lahan	Keragaman guna lahan pada suatu lokasi
	Intensifikasi	Tingkat pertumbuhan penduduk	Laju pertumbuhan penduduk
	Menghitung	Bahan bakar	Konsumsi

Sasaran	Indikator	Variabel	Definisi Operasional
tingkat konsumsi energi dan tingkat emisi gas rumah kaca yang ditimbulkan oleh sektor transportasi		bahan bakar	bahan bakar yang dibutuhkan dalam melakukan perjalanan selama satu minggu per rumah tangga
	Faktor emisi	Jenis emisi	Jenis bahan bakar yang digunakan
	Kendaraan	Jumlah kendaraan	Jumlah kendaraan yang dimiliki oleh satu rumah tangga
	Jarak tempuh	Jarak tempuh rata-rata kendaraan	Jarak tempuh rata-rata selama satu minggu per rumah tangga
Menganalisis pengaruh <i>urban compactness</i> terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca di Kota Malang.	Kepadatan	Kepadatan penduduk	Kepadatan penduduk (jumlah penduduk dibagi dengan luas wilayah seluruhnya)

Sasaran	Indikator	Variabel	Definisi Operasional
		Kepadatan area terbangun	Luas area terbangun dibagi dengan luas wilayah seluruhnya
	Fungsi campuran	Ketersediaan fasilitas	Jumlah fasilitas yang tersedia sesuai dengan standar minimum pelayanan
		Keragaman fungsi guna lahan	Keragaman guna lahan pada suatu lokasi
	Intensifikasi	Tingkat pertumbuhan penduduk	Laju pertumbuhan penduduk
	Bahan bakar	Konsumsi bahan bakar	Banyaknya bahan bakar yang dibutuhkan dalam melakukan perjalanan selama satu minggu per rumah tangga

Sasaran	Indikator	Variabel	Definisi Operasional
	Faktor emisi	Jenis emisi	Jenis bahan bakar yang digunakan
Merumuskan skenario mitigasi emisi gas rumah kaca berdasarkan pola kekompakan ruang di Kota Malang.	Kepadatan	Kepadatan penduduk	Kepadatan penduduk (jumlah penduduk dibagi dengan luas wilayah seluruhnya)
		Kepadatan area terbangun	Luas area terbangun dibagi dengan luas wilayah seluruhnya
	Fungsi campuran	Ketersediaan fasilitas	Jumlah fasilitas yang tersedia sesuai dengan standar minimum pelayanan
		Keragaman fungsi guna lahan	Keragaman guna lahan pada suatu lokasi
	Intensifikasi	Tingkat pertumbuhan penduduk	Laju pertumbuhan penduduk

Sasaran	Indikator	Variabel	Definisi Operasional
	Bahan bakar	Konsumsi bahan bakar	Banyaknya bahan bakar yang dibutuhkan dalam melakukan perjalanan selama satu minggu per rumah tangga
	Faktor emisi	Jenis emisi	Jenis bahan bakar yang digunakan

Sumber : Hasil Analisis, 2015

3.4 Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian strategi mitigasi emisi gas rumah kaca sektor transportasi dengan konsep kekompakan ruang di Kota Malang ini adalah jumlah rumah tangga di Kota Malang pada tahun 2014 yaitu sebanyak 228.270 rumah tangga yang tersebar pada 5 kecamatan di Kota Malang. Kemudian jumlah sampel dihitung menggunakan rumus Slovin (Sevilla et. al, 1960) sebagai berikut :

$$n = N/(1+N\alpha^2)$$

$$n = 228.270/(1+228.270*(0,07^2)) \approx 204$$

n merupakan jumlah sampel, N merupakan jumlah populasi rumah tangga di Kota Malang tahun 2015, α merupakan batas toleransi kesalahan (7%), batas kesalahan sebesar 7% karena dengan batas kesalahan tersebut telah

didapat jumlah sampel yang mampu merepresentasikan Kota Malang. Dari batas kesalahan tersebut didapat sampel sebesar 204 rumah tangga. Pada penelitian ini, diinginkan terbentuk 3 *cluster* kekompakan dengan tingkat kekompakan tinggi, sedang dan rendah agar perbedaan kekompakan ruang dapat terlihat. Agar jumlah sampel sama rata pada tiap *cluster*, maka tiap *cluster* memiliki proporsi sampel yang sama, yakni 68 rumah tangga.

Tabel 1.2 Jumlah Sampel Tiap Cluster

No	Cluster	Jumlah Sampel (Rumah Tangga)
1	1	68
2	2	68
3	3	68

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan sampel tiap cluster tersebut, kemudian digunakan teknik *proportional stratified random sampling*. Agar diketahui jumlah sampel pada tiap kelurahan, perlu diketahui proporsi jumlah rumah tangga pada suatu kelurahan terhadap jumlah rumah tangga pada 1 cluster, kemudian dikalikan dengan 68 (jumlah sampel tiap *cluster*). Rumus hitungan untuk mencari sampel tiap kelurahan dapat dilihat sebagai berikut.

$$\text{Sampel RT tiap kelurahan} = \text{RTk} / \text{RTcl} * 68$$

Keterangan

RTk : Jumlah rumah tangga tiap kelurahan

RTcl : Jumlah total rumah tangga pada 1 cluster

68 : Jumlah sampel tiap cluster (204/3)

3.5 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan metode survey sekunder dan survey primer. Survey primer digunakan untuk mendapat data-data yang dibutuhkan agar sasaran pertama yaitu menghitung tingkat konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca yang ditimbulkan oleh sektor transportasi di Kota Malang dapat terjawab. Sedangkan survey sekunder dilakukan untuk mendapat data-data yang mendukung pencapaian sasaran kedua yaitu mengelompokan pola kekompatan ruang di Kota Malang dimana survey sekunder ini ditujukan kepada instansi-instansi terkait dengan penelitian.

Survey sekunder dilakukan melalui survey instansional. Instansi yang terkait dengan penelitian adalah Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Malang dan Badan Perencanaan dan Pembangunan Kota (Bappeko) Kota Malang. Secara keseluruhan, tahapan pengumpulan data meliputi variabel, teknik pengumpulan data dan hasil yang dicapai dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1.3 Teknik Pengumpulan Data Sekunder

Data	Teknik	Instansi
<ul style="list-style-type: none"> - Jumlah penduduk per Ha - Jumlah penduduk per Ha lahan terbangun - Persentase jumlah SD - Persentase jumlah SMP - Persentase jumlah SMA - Persentase jumlah rumah sakit dan 		BPS Kota Malang dan BAPPEKO Kota Malang

Data	Teknik	Instansi
puskesmas - Luas penggunaan lahan untuk tempat bekerja - Luas penggunaan lahan untuk perdagangan dan jasa - Luas penggunaan lahan untuk permukiman. - Persentase tingkat pertumbuhan penduduk	Tinjauan data sekunder	

Sumber : Hasil Analisis, 2015

Survey primer dilakukan melalui pendekatan *home based interview* dengan menyebarkan kuisisioner kepada masyarakat dengan basis rumah tangga. Survey mengenai perilaku perjalanan masyarakat dan jumlah energi yang dibutuhkan dilakukan untuk memperoleh data sebagai bahan analisis yang nantinya akan dilakukan. Secara keseluruhan tahap pengumpulan data meliputi variabel, teknik pengumpulan data, objek dan hasil yang dicapai, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1.4 Teknik Pengumpulan Data Primer

Data	Teknik	Sumber Data	Hasil
- Jumlah kendaraan - Jenis bahan bakar yang digunakan	- Penyebaran kuisisioner kepada masyarakat dengan basis	Penduduk Kota Malang	Panjang perjalanan dan jumlah energi yang dibutuhkan

Data	Teknik	Sumber Data	Hasil
- Panjang perjalanan	rumah tangga		

Sumber : Hasil Analisis, 2015

3.6 Metode Analisis

Tahapan penelitian ini meliputi tahapan 4 sasaran yang menggunakan metode yang berbeda beda. Secara rinci mengenai tahapan penelitian dan metode pencapaian sasaran adalah sebagai berikut.

1. Mengelompokan Pola Kekompakan Ruang di Kota Malang

Analisis identifikasi tingkat struktur dan pola kekompakan ruang Kota Malang terbentuk berdasarkan variabel-variabel kekompakan ruang dilakukan dengan teknik *cluster* hirarki dengan menggunakan *software* SPSS. Variabel kekompakan ruang tersebut adalah variabel kepadatan penduduk, kepadatan terbangun, ketersediaan fasilitas, keragaman guna lahan dan laju pertumbuhan penduduk.

- Nilai kepadatan penduduk dihitung dari jumlah penduduk kelurahan dibagi dengan luas wilayah kelurahan seluruhnya
- Nilai kepadatan terbangun dihitung dari nilai kepadatan lahan terbangun kelurahan dibagi dengan luas wilayah kelurahan seluruhnya kemudian dikalikan dengan 100% sehingga data kepadatan terbangun yang didapat yaitu berupa persentase kepadatan lahan terbangun.

- Pada variabel ketersediaan fasilitas, dihitung persentase pelayanan jumlah fasilitas menggunakan nilai standar SNI penataan lingkungan perkotaan.
- Pada variabel keragaman guna lahan, dihitung indeks keragaman guna lahan berdasar luas lahan perkantoran, perdagangan jasa dan permukiman pada tiap kelurahan menggunakan rumus indeks keragaman guna lahan oleh Frank, Dkk (2005).
- Nilai variabel laju pertumbuhan penduduk digunakan rumus proyeksi geometrik.

Nilai dari keseluruhan variabel di input pada SPSS kemudian dianalisis menggunakan teknik *cluster* hirarki, kemudian pada outputnya akan dihasilkan beberapa *cluster* dengan tingkat kekompakan ruang yang berbeda. Hasil *cluster* kemudian dituang dalam bentuk peta menggunakan *software* GIS. Hasil analisis akan terbentuk 3 cluster dengan tingkat kekompakan ruang yang berbeda. Penamaan tingkat kekompakan pada tiap cluster yakni dilihat dari kondisi eksisting serta perbandingan nilai pada tiap variabel kekompakan ruang.

2. Menghitung Tingkat Konsumsi Energi dan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca yang Ditimbulkan oleh Sektor Transportasi Kota Malang

Pada sasaran ini perlu dianalisis hubungan jarak tempuh terhadap konsumsi energi. Analisis hubungan jarak tempuh dengan konsumsi energi

menggunakan teknik analisis *bivariate correlation* yang hasilnya berdasar pada nilai pearson. Data jarak tempuh dan konsumsi energi yang digunakan pada analisis ini adalah data rata-rata sampel rumah tangga pada tiap kelurahan. Analisis dilakukan dengan data rata-rata total jarak tempuh dan rata-rata total konsumsi energi sampel rumah tangga Kota Malang.

Untuk menghitung tingkat konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca, dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan matematis tingkat emisi menurut IPCC yakni

$$\text{Emisi} = \text{Konsumsi bahan bakar (Liter/tahun)} \times \text{Faktor emisi (Kg/Liter)}$$

Dimana faktor emisi adalah suatu nilai yang representatif dengan polutan yang dilepaskan.

Tabel 1.5 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar

Jenis bahan bakar	Faktor emisi
Gasoline	2,33 kg CO ₂ /Liter
Diesel	2,62 kg CO ₂ /Liter

Sumber : GIZ dalam RAD mengenai Emisi Jatim 2012

Sebelum melakukan perhitungan tersebut data data yang dibutuhkan didapat dari hasil wawancara kepada penduduk Kota Malang. Data yang di input dalam proses hitungan emisi adalah data rata-rata konsumsi energi (sampel) tiap kelurahan dalam satuan waktu minggu. Setelah mendapatkan data untuk menghitung tingkat emisi, kemudian analisis dilakukan menggunakan persamaan matematis mengenai perhitungan tingkat

emisi oleh IPCC seperti persamaan diatas. Perhitungan rata-rata total emisi dilakukan berdasar cluster kekompakan, guna mengetahui dan membuktikan teori kekompakan ruang, dimana semakin kompak sebuah ruang maka semakin kecil emisi yang dihasilkan, dan begitu pula sebaliknya.

3. Menganalisis Pengaruh *Urban Compactness* terhadap Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Malang

Pada tahap analisis ini, data variabel Y yang digunakan adalah data tingkat emisi berdasar total jumlah rumah tangga pada tiap kelurahan. Data variabel Y pada tahap analisis ini menggunakan satuan waktu tahun karena data variabel X (variabel-variabel kekompakan ruang) yang di input adalah data basis kelurahan dengan satuan waktu tahun. Setelah diperoleh hasil tingkat emisi gas rumah kaca yang dihasilkan (Y) serta nilai-nilai variabel kekompakan ruang (X), data tersebut kemudian dianalisis menggunakan teknik regresi linier berganda dengan tingkat emisi gas rumah kaca sebagai variabel terikat dan 5 variabel kekompakan ruang sebagai variabel bebasnya.

Tujuan dari metode regresi linier berganda ini bertujuan untuk mengukur pengaruh antara lebih dari satu variabel prediktor (variabel bebas) terhadap variabel terikat. Sebelum menjadi sebuah persamaan linier, data diolah menggunakan software SPSS agar mendapat konstanta dari tiap variabel bebas. Untuk mendapatkan model yang valid, dapat dilakukan uji asumsi klasik yang perlu dilakukan adalah uji

multikolinieritas, autokorelasi, heteroskedastisitas dan normalitas.

4. Merumuskan Skenario Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca Berdasarkan Pola Kekompakan Ruang di Kota Malang

Setelah mengetahui model regresi linier berganda untuk meneliti pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat, kemudian dilakukan simulasi dengan menambah atau mengurangi konstanta pada tiap variabel bebas dan melihat pengaruhnya pada tingkat emisi. Kemudian ditentukan skenario mitigasi emisi gas rumah kaca pada sektor transportasi yang sesuai dengan model regresi yang telah didapatkan pada tahapan analisis sebelumnya.

Pada penelitian ini, emisi yang ingin diturunkan adalah sebesar 2,25%. Target tersebut mengikuti Peraturan Gubernur Jawa Timur mengenai Rencana Aksi Daerah No.26 Tahun 2012 tentang Emisi Gas Rumah Kaca Tahun , dimana target penurunan emisi pada sektor energi dan transportasi adalah sebesar 5,22% dan untuk sektor energi transportasi saja, target penurunannya adalah 2,25% dari 5,22% target penurunan emisi pada sektor energi dan transportasi.

Secara lebih ringkas mengenai tahapan penelitian dan metode yang digunakan pada tiap sasaran, dapat dilihat pada Tabel berikut.

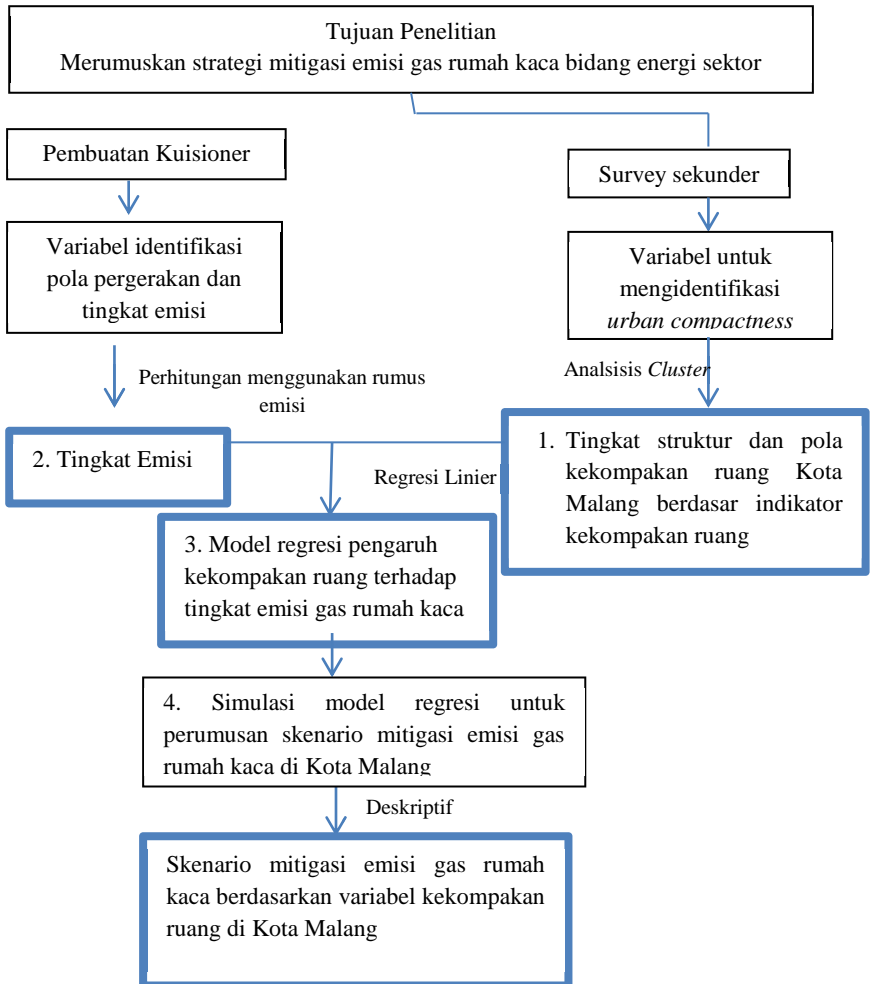
Tabel 1.6 Teknik Analisis Penelitian

Sasaran Penelitian	Teknik Analisis	Output
Mengelompokan pola kekompakan ruang di	Analisis <i>Cluster</i> Hirarki	Tingkat kekompakan

Sasaran Penelitian	Teknik Analisis	Output
Kota Malang		masing masing kecamatan di Kota Malang
Menghitung tingkat konsumsi energi dan tingkat emisi gas rumah kaca yang ditimbulkan oleh sektor transportasi Kota Malang	Bivariate correlation, Perhitungan kuantitatif dengan rumus perhitungan emisi gas rumah kaca	Tingkat konsumsi energi dan tingkat emisi gas rumah kaca oleh sektor transportasi Kota Malang
Menganalisis pengaruh <i>urban compactness</i> terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca di Kota Malang	Regresi linier berganda	Pengaruh kekompakan ruang terhadap emisi gas rumah kaca di Kota Malang
Merumuskan skenario mitigasi emisi gas rumah kaca berdasarkan pola kekompakan ruang di Kota Malang	Simulasi model regresi linier	Skenario mitigasi emisi gas rumah kaca di Kota Malang

Sumber : Hasil Analisis, 2015

3.7 Tahapan Penelitian



Gambar 1.1 Kerangka Tahapan Penelitian

Sumber : Hasil Analisis, 2015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

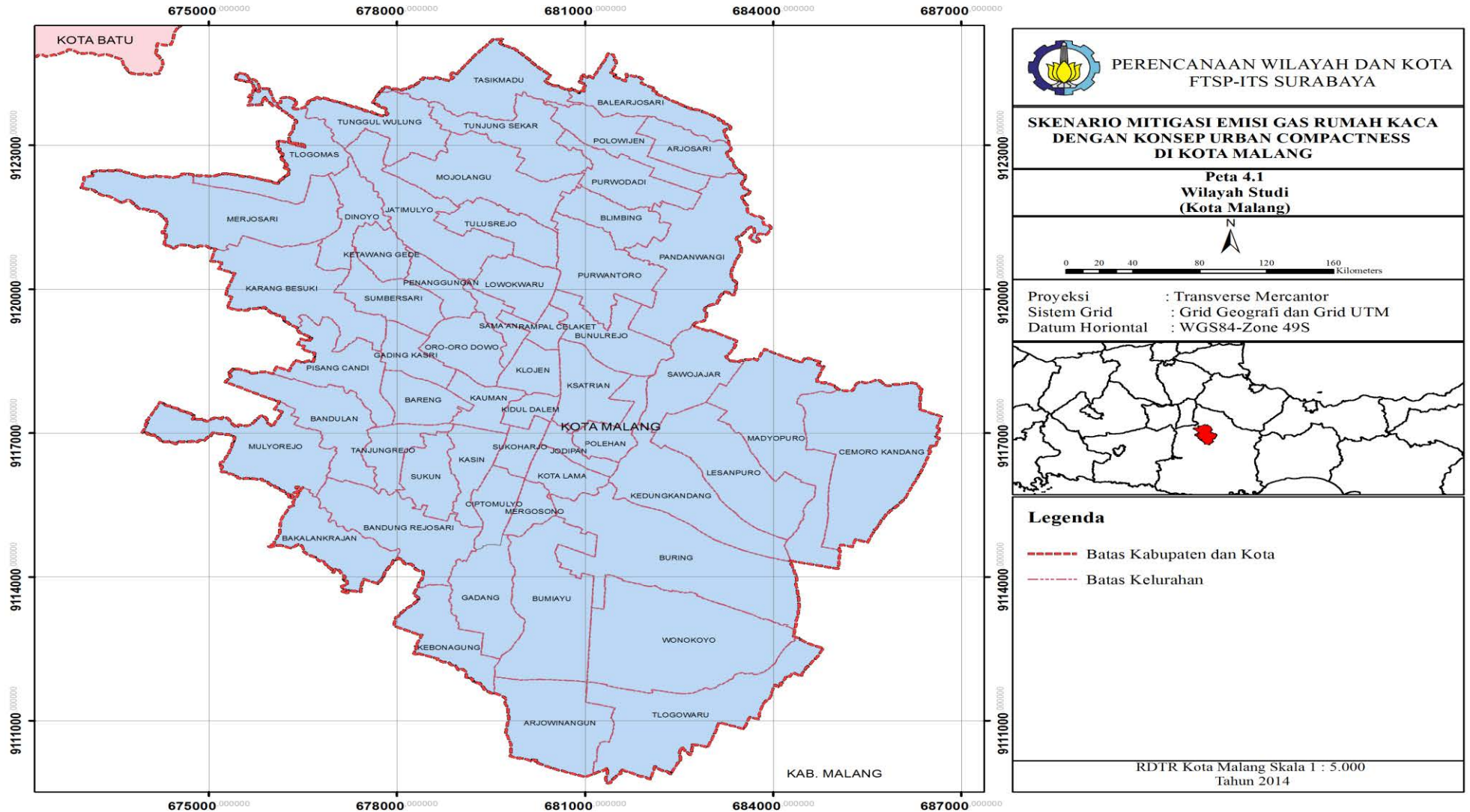
4.1 Gambaran Umum Wilayah Studi

4.1.1 Orientasi Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian adalah Kota Malang yang terletak di Provinsi Jawa Timur. Kota Malang memiliki luas sebesar 110.06 km². Kota Malang terbentuk dari 5 Kecamatan, yaitu Kecamatan Kedungkandang, Kecamatan Sukun, Kecamatan Klojen, Kecamatan Blimbing dan Kecamatan Lowokwaru. Kota Malang berada di tengah-tengah wilayah Malang Raya dan secara astronomis terletak 112,06° - 112,07° Bujur Timur dan 7,06° - 8,02° Lintang Selatan, dengan batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kecamatan Singosari dan Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang
- Sebelah Timur : Kecamatan Pakis dan Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang
- Sebelah Selatan: Kecamatan Tajinan dan Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang
- Sebelah Barat : Kecamatan Wagir dan Kecamatan Dau, Kabupaten Malang.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar 2.1 Batas Wilayah Penelitian
Sumber : Hasil Analisis GIS

Halaman ini sengaja dikosongkan

4.1.2 Gambaran Kondisi *Urban Compactness* Kota Malang

Kondisi urban compactness di Kota Malang dapat dilihat dari variabel penelitian yaitu kepadatan penduduk, kepadatan area terbangun, kepadatan permukiman, ketersediaan fasilitas, keragaman fungsi guna lahan dan tingkat pertumbuhan penduduk. Pada bagian ini, akan dibahas kondisi masing-masing variabel tersebut. Secara rinci mengenai gambaran variabel penelitian yang merepresentasikan urban compactness di Kota Malang adalah sebagai berikut :

4.1.1.1 Kepadatan Penduduk Kota Malang

Jumlah kepadatan penduduk Kota Malang secara keseluruhan adalah 76 Jiwa/Ha. Jika dilihat dari keseluruhan kepadatan penduduk pada tingkat kecamatan, kecamatan yang memiliki kepadatan tertinggi adalah Kecamatan Klojen dengan jumlah kepadatan mencapai 118 Jiwa/Ha. Sedangkan kecamatan yang memiliki kepadatan terendah adalah Kecamatan Kedungkandang. Jika dilihat dari tingkat kelurahan kepadatan penduduk tertinggi berada di Kelurahan Kota Lama dengan jumlah kepadatan penduduk sebesar 331,2 jiwa/Ha. Sedangkan kepadatan penduduk terendah berada pada Kelurahan Wonokoyo, yakni sebesar 10 jiwa/Ha. Kepadatan penduduk Kota Malang, cenderung berada di bagian tengah Kota Malang, hal ini disebabkan oleh pusat Kota Malang berada pada bagian tengah Kota Malang, sehingga penduduk terkonsentrasi pada pusat kota. Secara rinci

mengenai kepadatan penduduk di Kota Malang, dapat dilihat pada Tabel 4.1.

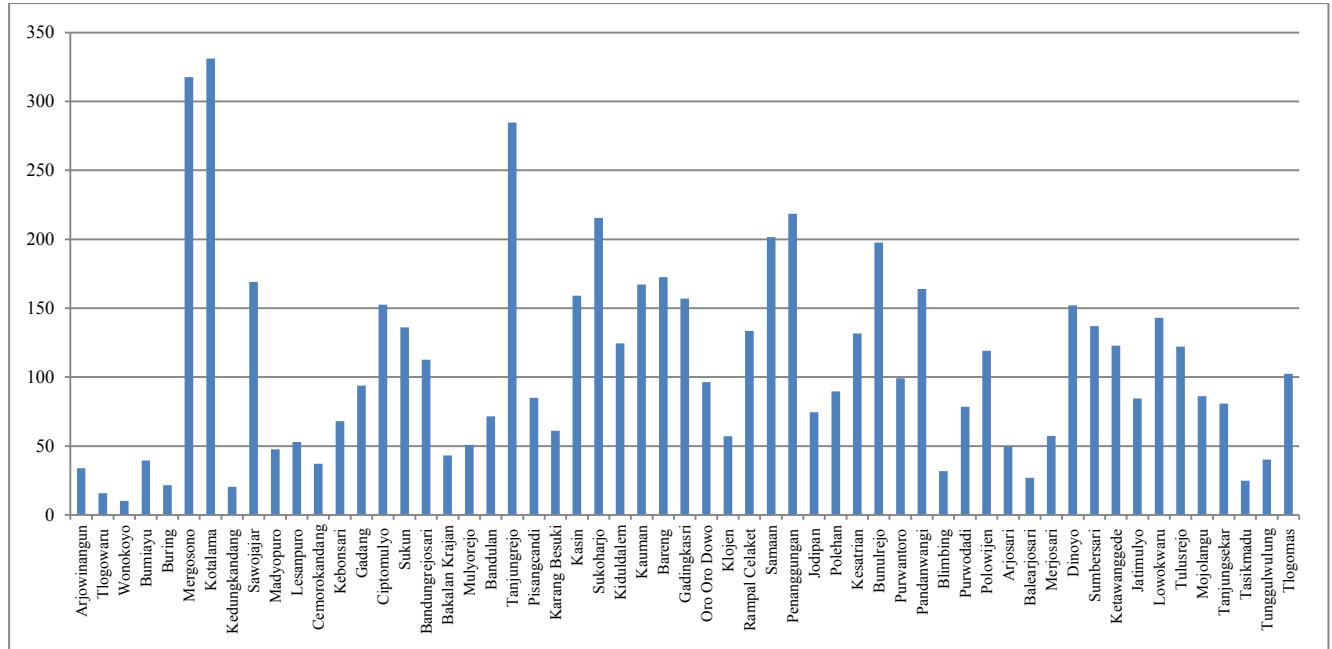
Tabel 2.1 Kepadatan Penduduk Tiap Kelurahan di Kota Malang

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Luas Lahan Total (Ha)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Ha)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) / (4)
Kedungkandang				
1	Arjowinangun	9740	276	35,29
2	Tlogowaru	6088	409	46,51
3	Wonokoyo	5680	556	10,22
4	Bumiayu	15228	384	39,66
5	Buring	11810	556	21,24
6	Mergosono	17787	56	317,63
7	Kotalama	28483	85	54,54
8	Kedungkandang	10104	280	36,09
9	Sawojajar	30613	190	161,12
10	Madyopuro	16629	405	41,06
11	Lesanpuro	19768	309	63,97
12	Cemorokandang	10412	494	21,08
Sukun				
1	Kebonsari	10679	162	65,92
2	Gadang	18306	195	93,88
3	Ciptomulyo	12656	88	143,82
4	Sukun	17561	123	81,32
5	Bandungrejosari	30991	271	114,36
6	Bakalan Krajan	7686	182	42,23
7	Mulyorejo	13978	279	50,10
8	Bandulan	16013	223	71,81
9	Tanjungrejo	26470	97	272,89
10	Pisangcandi	15650	180	86,94

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Luas Lahan Total (Ha)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Ha)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) / (4)
11	Karang Besuki	18555	318	58,35
Klojen				
1	Kasin	15585	110	141,68
2	Sukoharjo	11848	61	194,23
3	Kiduldalem	6100	46	221,80
4	Kauman	13702	84	163,12
5	Bareng	18540	107	173,27
6	Gadingkasri	14274	87	164,07
7	Oro Oro Dowo	13311	132	100,84
8	Klojen	4636	83	73,49
9	Rampal Celaket	6805	50	136,10
10	Samaan	10686	52	205,50
11	Penanggungan	17042	77	221,32
Blimbing				
1	Jodipan	11684	47	248,60
2	Polehan	17493	98	178,50
3	Kesatrian	10923	153	186,16
4	Bunulrejo	25495	168	151,76
5	Purwantoro	27279	225	121,24
6	Pandanwangi	29196	396	73,73
7	Blimbing	8748	118	74,14
8	Purwodadi	17591	148	118,86
9	Polowijen	11084	148	74,89
10	Arjosari	9159	110	83,26
11	Balejarjosari	8193	156	52,52
Lowokwaru				
1	Merjosari	19278	398	48,44
2	Dinoyo	17802	121	147,12

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Luas Lahan Total (Ha)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Ha)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) / (4)
3	Sumbersari	17523	137	127,91
4	Ketawanggede	10203	79	138,27
5	Jatimulyo	21216	260	81,60
6	Lowokwaru	17605	124	141,98
7	Tulusrejo	15985	130	46,83
8	Mojolangu	24777	286	86,63
9	Tanjungsekar	15098	191	39,39
10	Tasikmadu	6031	222	68,01
11	Tunggulwulung	7524	186	85,94
12	Tlogomas	19024	188	32,08

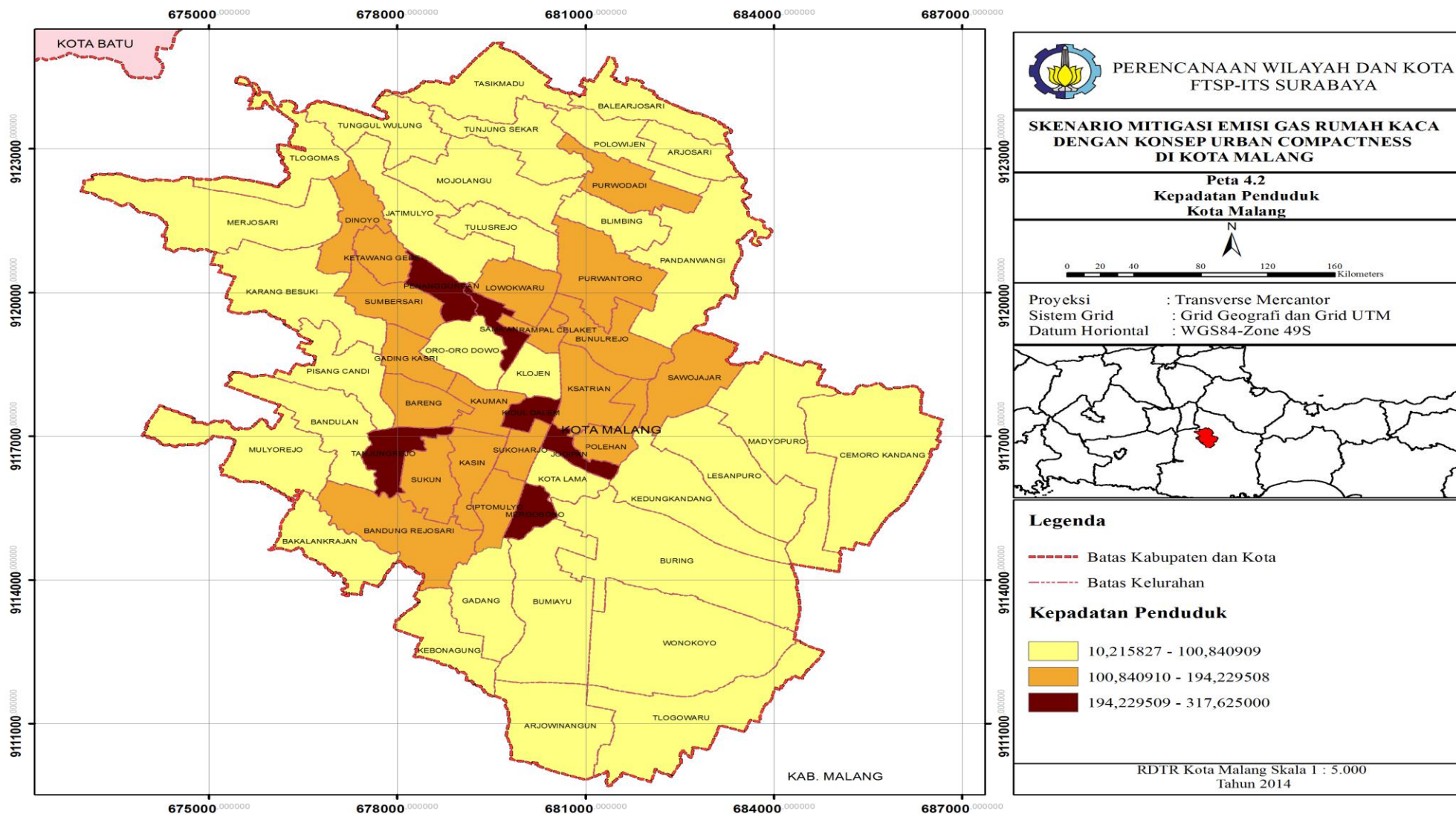
Sumber : Hasil Analisis dari Kota Malang dalam Angka 2015



Gambar 2.2 Grafik Kepadatan Penduduk Kota Malang

Sumber : Hasil Analisa, 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar 2.3 Kepadatan Penduduk Kota Malang
Sumber : Hasil Analisis, 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.1.1.2 Kepadatan Terbangun

Jumlah kepadatan penduduk terbangun adalah luas lahan terbangun dibagi dengan luas lahan seluruhnya. Tujuan dari identifikasi kepadatan terbangun adalah untuk mengetahui seberapa besar tingkat penggunaan kawasan terbangun oleh masyarakat di kawasan tersebut. Berdasarkan data yang diperoleh, kepadatan terbangun tertinggi berada pada Kelurahan Penanggungan dengan kepadatan terbangun sebesar 98,10% sehingga pada Kelurahan Penanggungan, lahan yang tidak terbangun hanya seluas 1,90% dari luas wilayah Kelurahan Penanggungan seluruhnya.

Sedangkan kelurahan yang memiliki kepadatan terbangun terendah adalah Tasikmadu, dimana kepadatan terbangun pada wilayah Tasikmadu adalah sebesar 9,13%, sehingga pada Kelurahan Tasik Madu sebesar 89,87% masih berupa lahan tak terbangun. Kepadatan terbangun cukup tinggi di Kota Malang juga berada di bagian tengah kota, hal tersebut juga dikarenakan pusat kota yang berada di bagian tengah Kota Malang, sedangkan bagian pinggir-pinggir Kota Malang cenderung memiliki jenis guna lahan untuk pertanian. Gambaran lebih rinci mengenai kepadatan terbangun tiap kelurahan dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

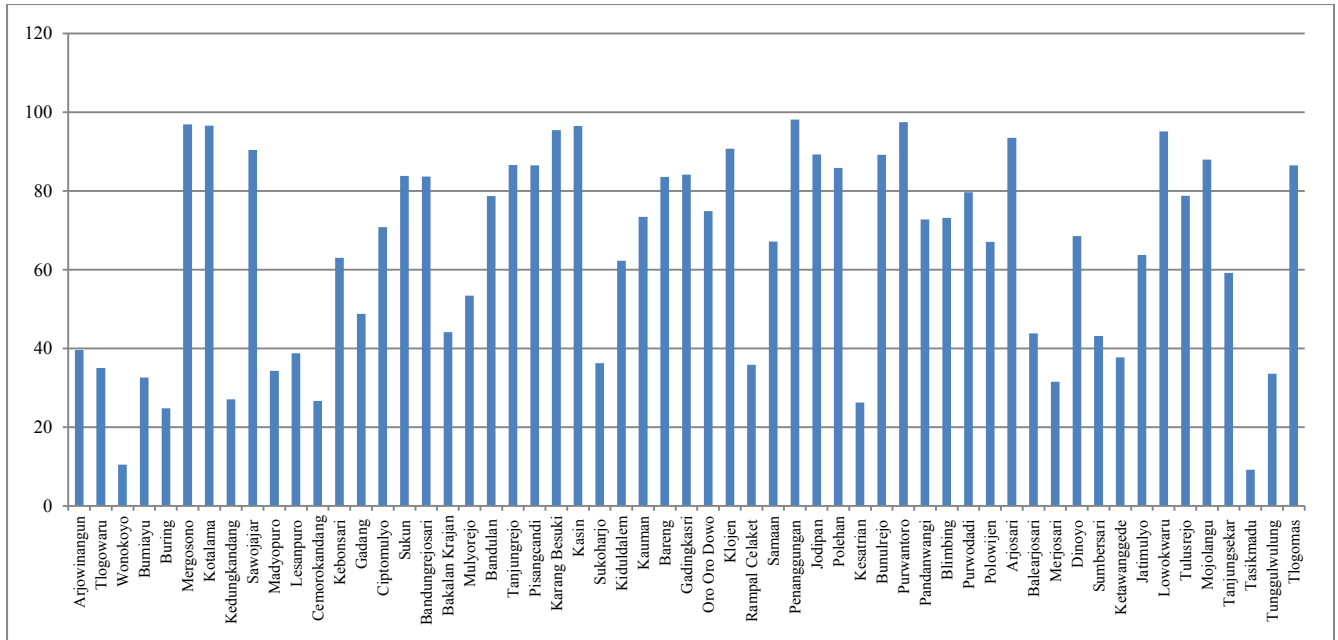
Tabel 2.2 Kepadatan Terbangun Tiap Kelurahan di Kota Malang

No	Kecamatan	Jumlah Luas Lahan Terbangun (Ha)	Luas Lahan Seluruhnya (Ha)	Kepadatan Terbangun (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) / (4) * 100%
Kedungkandang				
1	Arjowinangun	109,22	276	39,57
2	Tlogowaru	143,15	409	35,05
3	Wonokoyo	58,02	556	10,43
4	Bumiayu	125,03	384	32,56
5	Buring	137,81	556	24,78
6	Mergosono	54,24	56	96,85
7	Kotalama	82,05	85	96,52
8	Kedungkandang	75,70	280	27,03
9	Sawojajar	172,31	190	90,39
10	Madyopuro	138,96	405	34,31
11	Lesanpuro	119,74	309	38,75
12	Cemorokandang	131,62	494	26,64
Sukun				
1	Kebonsari	102,05	162	62,99
2	Gadang	95,06	195	48,74
3	Ciptomulyo	62,28	88	70,77
4	Sukun	102,09	123	83,83
5	Bandungrejosari	226,61	271	83,61
6	Bakalan Krajan	80,38	182	44,16
7	Mulyorejo	149,03	279	53,41
8	Bandulan	175,50	223	78,69
9	Tanjungrejo	162,82	97	86,60
10	Pisangcandi	155,70	180	86,49
11	Karang Besuki	303,39	318	95,40
Klojen				

No	Kecamatan	Jumlah Luas Lahan Terbangun (Ha)	Luas Lahan Seluruhnya (Ha)	Kepadatan Terbangun (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) / (4) * 100%
1	Kasin	106,09	110	96,44
2	Sukoharjo	22,34	61	36,24
3	Kiduldalem	28,63	46	62,23
4	Kauman	61,65	84	73,39
5	Bareng	89,44	107	83,59
6	Gadingkasri	73,16	87	84,09
7	Oro Oro Dowo	98,76	132	74,82
8	Klojen	75,30	83	90,72
9	Rampal Celaket	17,93	50	35,86
10	Samaan	40,97	52	67,15
11	Penanggungan	75,54	77	98,10
Blimbing				
1	Jodipan	41,94	47	89,23
2	Polehan	84,11	98	85,83
3	Kesatrian	40,18	153	26,25
4	Bunulrejo	149,76	168	89,14
5	Purwantoro	219,33	225	97,48
6	Pandanwangi	288,07	396	72,74
7	Blimbing	86,35	118	73,17
8	Purwodadi	117,89	148	79,66
9	Polowijen	99,21	148	67,03
10	Arjosari	102,81	110	93,46
11	Balearjosari	68,27	156	43,76
Lowokwaru				
1	Merjosari	125,34	398	31,49
2	Dinoyo	82,96	121	68,55
3	Sumbersari	59,10	137	43,14

No	Kecamatan	Jumlah Luas Lahan Terbangun (Ha)	Luas Lahan Seluruhnya (Ha)	Kepadatan Terbangun (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) / (4) * 100%
4	Ketawanggede	29,75	79	37,66
5	Jatimulyo	165,76	260	63,75
6	Lowokwaru	117,88	124	95,06
7	Tulusrejo	102,37	130	78,74
8	Mojolangu	251,53	286	87,94
9	Tanjungsekar	113,05	191	59,18
10	Tasikmadu	20,27	222	9,13
11	Tunggulwulung	62,41	186	33,55
12	Tlogomas	162,54	188	86,46

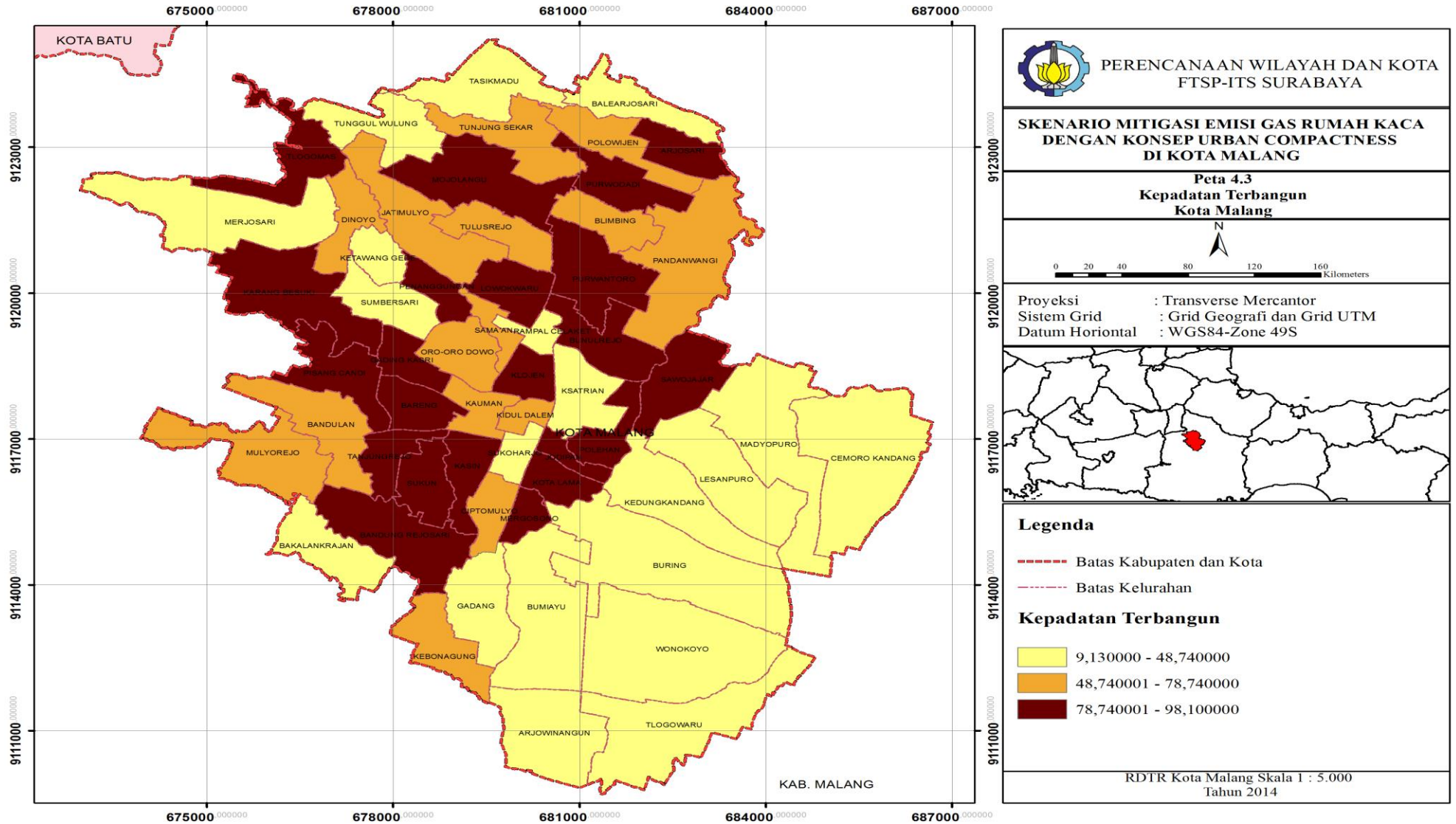
Sumber : Hasil Analisis dari Kota Malang dalam Angka 2015



Gambar 2.4 Grafik Kepadatan Terbangun Kota Malang

Sumber : Hasil Analisa, 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar 2.5 Kepadatan Terbangun Kota Malang
Sumber : Hasil Analisis, 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.1.1.3 Ketersediaan Fasilitas Pendidikan

Variabel persentase ketersediaan fasilitas pendidikan merupakan salah satu variabel dari indikator fungsi campuran dalam konsep kekompakan ruang. Variabel ini digunakan untuk mengetahui apakah jumlah fasilitas pendidikan yang terdapat pada suatu kelurahan mampu memenuhi kebutuhan masyarakat yang tinggal pada kawasan tersebut. Cara perhitungannya menggunakan standar yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum (PU) dalam Peraturan Perencanaan Kawasan Perumahan Perkotaan. Pada peraturan tersebut tertulis bahwa diperlukan minimal 1 SD untuk 1600 penduduk, minimal diperlukan 1 SMP untuk 4800 dan minimal 1 SMA untuk 4800 penduduk. Pada variabel ini dapat diketahui persentase ketersediaan jumlah fasilitas pada tiap kelurahan di Kota Malang. Persentase ketersediaan fasilitas pendidikan dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 2.3 Persentase Ketersediaan Fasilitas Pendidikan Tiap Kelurahan di Kota Malang

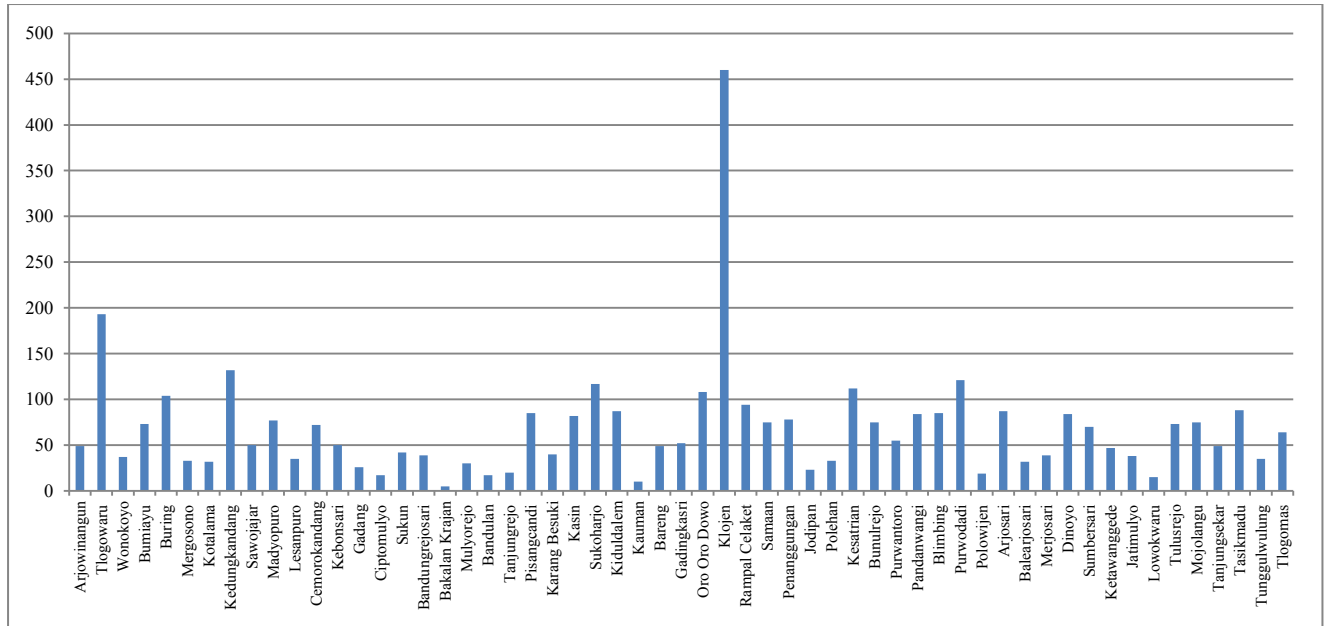
Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah SD	Persentase Ketersediaan SD (%)	Jumlah SMP	Persentase Ketersediaan SMP (%)	Jumlah SMA	Persentase Ketersediaan SMA (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Pendidikan (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			$(2)/[(1)/1600]*100$		$(4)/[(1)/4800]*100$		$(6)/[(1)/4800]*100$	$[(3)+(5)+(7)]/3$
Kedungkandang								
Arjowinangun	9740	3	49	1	49	1	49	49
Tlogowaru	6088	7	184	2	158	3	236	193
Wonokoyo	5680	4	113	0	0	0	0	37
Bumiayu	15228	6	63	4	126	1	31	73
Buring	11810	5	68	4	162	2	81	104
Mergosono	17787	8	72	1	27	0	0	33
Kotalama	28483	11	62	2	34	0	0	32
Kedungkandang	10104	7	111	5	237	1	47	132
Sawojajar	30613	8	42	2	31	5	78	50
Madyopuro	16629	6	58	2	58	4	115	77
Lesanpuro	19768	7	57	2	48	0	0	35
Cemorokandang	10412	5	77	2	92	1	46	72
Sukun								
Kebonsari	10679	4	60	1	45	1	45	50

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah SD	Persentase Ketersediaan SD (%)	Jumlah SMP	Persentase Ketersediaan SMP (%)	Jumlah SMA	Persentase Ketersediaan SMA (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Pendidikan (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			$(2)/[(1)/1600]*100$		$(4)/[(1)/4800]*100$		$(6)/[(1)/4800]*100$	
Gadang	18306	6	52	1	26	0	0	26
Ciptomulyo	12656	4	50	0	0	0	0	17
Sukun	17561	5	45	3	82	0	0	42
Bandungrejosari	30991	5	26	3	46	3	46	39
Bakalan Krajan	7686	2	42	2	125	0	0	5
Mulyorejo	13978	5	57	1	34	0	0	30
Bandulan	16013	5	50	0	0	0	0	17
Tanjungrejo	26470	7	42	1	18	0	0	20
Pisangcandi	15650	10	102	4	123	1	31	85
Karang Besuki	18555	8	69	1	26	1	26	40
Klojen								
Kasin	15585	3	31	4	123	3	92	82
Sukoharjo	11848	5	67	5	202	2	81	117
Kiduldalem	6100	4	105	1	79	1	79	87
Kauman	13702	11	128	3	105	2	70	10
Bareng	18540	5	43	1	26	3	78	49

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah SD	Persentase Ketersediaan SD (%)	Jumlah SMP	Persentase Ketersediaan SMP (%)	Jumlah SMA	Persentase Ketersediaan SMA (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Pendidikan (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			$(2)/[(1)/1600]*100$		$(4)/[(1)/4800]*100$		$(6)/[(1)/4800]*100$	
Gadingkasri	14274	2	22	1	34	3	101	52
Oro Oro Dowo	13311	3	36	4	144	4	144	108
Klojen	4636	4	138	5	518	7	725	460
Rampal Celaket	6805	3	70	1	71	2	141	94
Samaan	10686	3	45	2	90	2	90	75
Penanggungan	17042	4	37	3	84	4	113	78
Blimbing								
Jodipan	11684	2	27	1	41	0	0	23
Polehan	17493	5	46	2	55	0	0	33
Kesatrian	10923	5	73	3	132	3	132	112
Bunulrejo	25495	6	38	3	56	7	132	75
Purwantoro	27279	13	76	4	70	1	18	55
Pandanwangi	29196	7	38	11	181	2	33	84
Blimbing	8748	8	146	2	110	0	0	85
Purwodadi	17591	7	64	10	273	1	27	121
Polowijen	11084	4	58	0	0	0	0	19

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah SD	Persentase Ketersediaan SD (%)	Jumlah SMP	Persentase Ketersediaan SMP (%)	Jumlah SMA	Persentase Ketersediaan SMA (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Pendidikan (%)		
			(3)		(4)		(5)	(6)	(7)	(8)
			$(2)/[(1)/1600]*100$				$(4)/[(1)/4800]*100$		$(6)/[(1)/4800]*100$	$[(3)+(5)+(7)]/3$
Arjosari	9159	6	105	1	52	2	105	87		
Balearjosari	8193	2	39	0	0	1	59	32		
Lowokwaru										
Merjosari	19278	8	66	2	50	0	0	39		
Dinoyo	17802	7	63	4	108	3	81	84		
Sumbersari	17523	5	46	4	109	2	55	70		
Ketawanggede	10203	3	47	1	47	1	47	47		
Jatimulyo	21216	6	45	1	23	2	45	38		
Lowokwaru	17605	5	45	0	0	0	0	15		
Tulusrejo	15985	4	40	2	60	4	120	73		
Mojolangu	24777	8	52	3	58	6	116	75		
Tanjungsekar	15098	5	53	2	63	1	32	49		
Tasikmadu	6031	4	106	1	79	1	80	88		
Tunggulwulung	7524	5	106	0	0	0	0	35		
Tlogomas	19024	2	17	2	50	5	126	64		

Sumber : Hasil Analisis dari Kota Malang dalam Angka, 2015



Gambar 2.6 Grafik Ketersediaan Fasilitas Pendidikan Kota Malang

Sumber : Hasil Analisa, 2016

4.1.1.4 Ketersediaan Fasilitas Kesehatan

Ketersediaan fasilitas kesehatan juga merupakan salah satu variabel dari indikator ketersediaan fasilitas. Pengukuran variabel ini dilakukan dengan mengetahui persentase ketersediaan fasilitas kesehatan pada tiap kelurahan. Standar minimum ketersediaan fasilitas kesehatan menurut SNI Tata Cara Perencanaan lingkungan perkotaan, bahwa 1 Puskesmas minimal diperlukan dengan jumlah penduduk 120.000 jiwa, 1 puskesmas pembantu minimal untuk 30.000 jiwa, 1 BKIA (klinik bersalin) minimal dengan 30.000 penduduk. Persentase ketersediaan fasilitas kesehatan pada tiap kelurahan di Kota Malang, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.4 Persentase Ketersediaan Fasilitas Kesehatan Tiap Kelurahan di Kota Malang

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Puskesmas	Persentase Ketersediaan puskesmas (%)	Jumlah puskesmas pembantu	Persentase Ketersediaan puskesmas pembantu (%)	Jumlah BKIA	Persentase Ketersediaan BKIA (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Kesehatan (%)
	(1)	(2)	(3) $(2)/[(1)/120.000]*100$		(4)		(5) $(4)/[(1)/30.000]*100$	(6)
Kedungkandang								
Arjowinangun	9740	1	1232	0	0	0	0	411
Tlogowaru	6088	0	0	1	493	1	493	328
Wonokoyo	5680	0	0	1	528	0	0	176
Bumiyayu	15228	0	0	1	197	0	0	66
Buring	11810	0	0	1	254	0	0	85
Mergosono	17787	0	0	1	169	0	0	56
Kotalama	28483	0	0	1	105	0	0	35
Kedungkandang	10104	1	1187	0	0	0	0	396
Sawojajar	30613	0	0	1	98	0	0	33
Madyopuro	16629	1	722	0	0	0	0	240
Lesanpuro	19768	0	0	1	152	1	152	101
Cemorokandang	10412	0	0	1	288	0	0	96

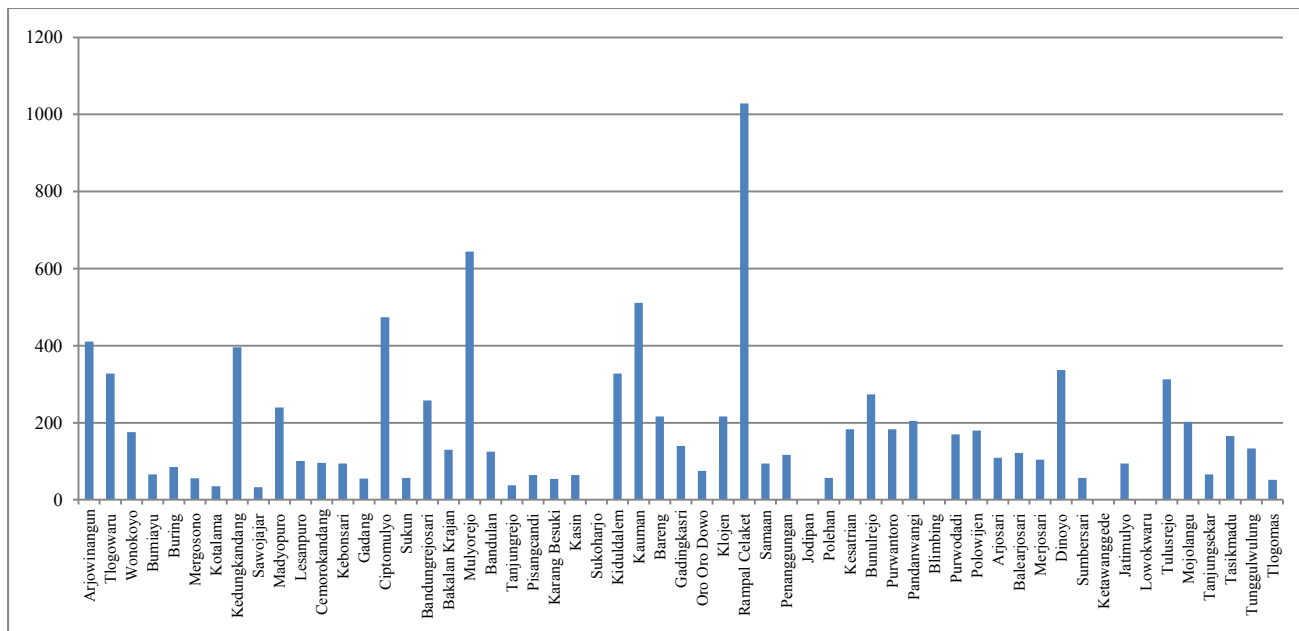
Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Puskesmas	Persentase Ketersediaan puskesmas (%)	Jumlah puskesmas pembantu	Persentase Ketersediaan puskesmas pembantu (%)	Jumlah BKIA	Persentase Ketersediaan BKIA (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Kesehatan (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			$(2)/[(1)/120.000]*100$		$(4)/[(1)/30.000]*100$		$(6)/[(1)/30.000]*100$	
Sukun								
Kebonsari	10679	0	0	1	281	0	0	94
Gadang	18306	0	0	1	164	0	0	55
Ciptomulyo	12656	1	948	2	474	0	0	474
Sukun	17561	0	0	1	171	0	0	57
Bandungrejosari	30991	1	387	3	290	1	97	258
Bakalan Krajan	7686	0	0	1	390	0	0	130
Mulyorejo	13978	1	858	5	1073	0	0	644
Bandulan	16013	0	0	1	187	1	187	125
Tanjungrejo	26470	0	0	1	113	0	0	38
Pisangcandi	15650	0	0	1	192	0	0	64
Karang Besuki	18555	0	0	1	162	0	0	54
Klojen								
Kasin	15585	0	0	0	0	1	192	64
Sukoharjo	11848	0	0	0	0	0	0	0
Kiduldalem	6100	0	0	0	0	2	984	328

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Puskesmas	Persentase Ketersediaan puskesmas (%)	Jumlah puskesmas pembantu	Persentase Ketersediaan puskesmas pembantu (%)	Jumlah BKIA	Persentase Ketersediaan BKIA (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Kesehatan (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			$(2)/[(1)/120.000]*100$		$(4)/[(1)/30.000]*100$		$(6)/[(1)/30.000]*100$	
Kauman	13702	1	878	0	0	3	657	511
Bareng	18540	1	647	0	0	0	0	216
Gadingkasri	14274	0	0	1	210	1	210	140
Oro Oro Dowo	13311	0	0	0	0	1	225	75
Klojen	4636	0	0	0	0	1	647	216
Rampal Celaket	6805	1	1763	0	0	3	1322	1029
Samaan	10686	0	0	0	0	1	281	94
Penanggungan	17042	0	0	1	176	1	176	117
Blimbing								
Jodipan	11684	0	0	0	0	0	0	0
Polehan	17493	0	0	1	171	0	0	57
Kesatrian	10923	0	0	0	0	2	549	183
Bunulrejo	25495	1	471	0	0	3	353	274
Purwanto	27279	1	440	0	0	1	110	183
Pandanwangi	29196	1	411	0	0	2	205	205
Blimbing	8748	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Puskesmas	Persentase Ketersediaan puskesmas (%)	Jumlah puskesmas pembantu	Persentase Ketersediaan puskesmas pembantu (%)	Jumlah BKIA	Persentase Ketersediaan BKIA (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Kesehatan (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			$(2)/[(1)/120.000]*100$		$(4)/[(1)/30.000]*100$		$(6)/[(1)/30.000]*100$	
Purwodadi	17591	0	0	1	170	2	341	170
Polowijen	11084	0	0	1	271	1	271	180
Arjosari	9159	0	0	1	327	0	0	109
Balearjosari	8193	0	0	1	366	0	0	122
Lowokwaru								
Merjosari	19278	0	0	1	156	1	156	104
Dinoyo	17802	1	674	0	0	2	337	337
Sumbersari	17523	0	0	1	71	0	0	57
Ketawanggede	10203	0	0	0	0	0	0	0
Jatimulyo	21216	0	0	1	141	1	141	94
Lowokwaru	17605	0	0	0	0	0	0	0
Tulusrejo	15985	1	751	0	0	1	188	313
Mojolangu	24777	1	484	0	0	1	121	202
Tanjungsekar	15098	0	0	1	199	0	0	66
Tasikmadu	6031	0	0	1	497	0	0	166
Tunggulwulung	7524	0	0	1	399	0	0	133

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Puskesmas	Persentase Ketersediaan puskesmas (%)	Jumlah puskesmas pembantu	Persentase Ketersediaan puskesmas pembantu (%)	Jumlah BKIA	Persentase Ketersediaan BKIA (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Kesehatan (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			$(2)/[(1)/120.000]*100$		$(4)/[(1)/30.000]*100$		$(6)/[(1)/30.000]*100$	$[(3)+(5)+(7)]/3$
Tlogomas	19024	0	0	1	158	0	0	52

sumber : Hasil Analisa dan Kecamatan dalam Angka, 2015



Gambar 2.7 Grafik Ketersediaan Fasilitas Kesehatan Kota Malang

Sumber : Hasil Analisa, 2016

4.1.1.5 Ketersediaan Fasilitas Perdagangan dan Jasa

Ketersediaan fasilitas perdagangan dan jasa juga merupakan salah satu variabel dari indikator ketersediaan fasilitas. Sama halnya dengan mengukur ketersediaan fasilitas yang lain, yaitu dengan menghitung persentase ketersediaan fasilitas perdagangan dan jasa yang telah disesuaikan dengan standar tata cara perencanaan lingkungan yang ada. Standar ketersediaan fasilitas yakni 1 pertokoan dapat melayani 6.000 jiwa penduduk sedangkan 1 pasar dapat melayani 30.000 jiwa penduduk. Persentase ketersediaan fasilitas perdagangan dan jasa pada tiap kelurahan di Kota Malang, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.5 Persentase Ketersediaan Perdagangan Jasa Tiap Kelurahan di Kota Malang

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Pertokoan	Persentase Ketersediaan Pertokoan (%)	Jumlah Pasar	Persentase Ketersediaan Pasar (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Perdagangan dan Jasa (%)		
	(1)		(2)		(3)	(4)	(5)	(8)
					$(2)/[(1)/6000]*100$		$(2)/[(1)/30000]*100$	$[(3)+(5)]/2$
Kedungkandang								
Arjowinangun	9740	1	62	1	308	185		
Tlogowaru	6088	2	197	1	493	345		
Wonokoyo	5680	0	0	0	0	0		
Bumiayu	15228	5	197	1	197	197		
Buring	11810	2	102	0	0	51		
Mergosono	17787	2	67	0	0	34		
Kotalama	28483	2	42	2	211	126		
Kedungkandang	10104	2	119	1	297	208		
Sawojajar	30613	5	98	1	98	98		
Madyopuro	16629	6	216	2	361	289		
Lesanpuro	19768	3	91	1	152	121		
Cemorokandang	10412	0	0	1	288	144		

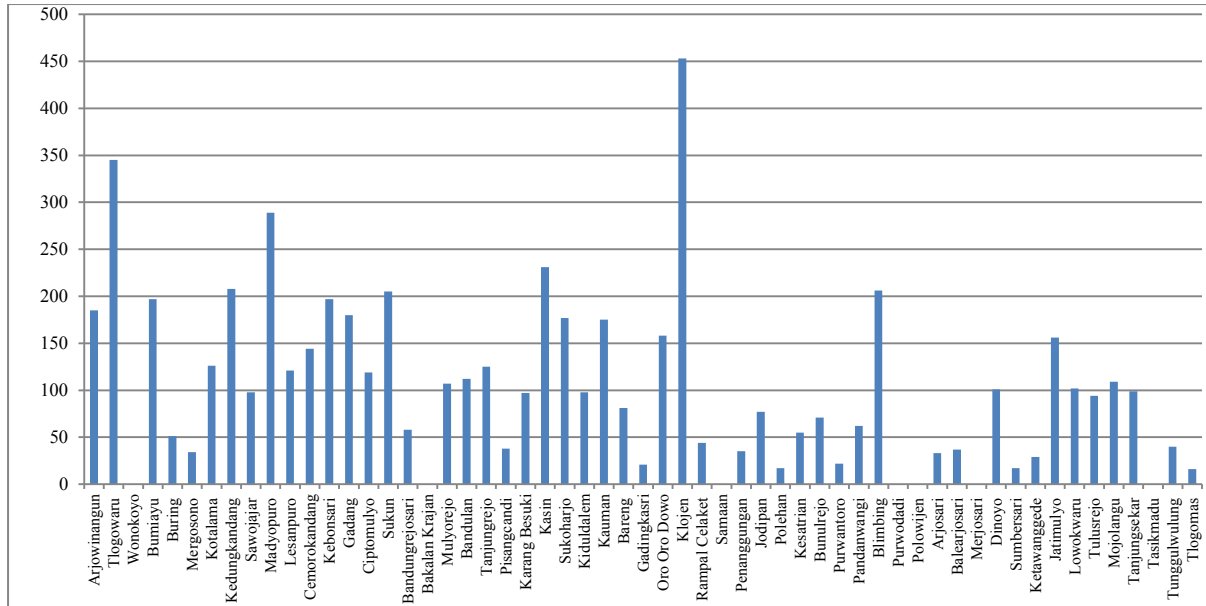
Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Pertokoan	Persentase Ketersediaan Pertokoan (%)	Jumlah Pasar	Persentase Ketersediaan Pasar (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Perdagangan dan Jasa (%)	
	(1)	(2)	(3)		(4)	(5)	(8)
			$(2)/[(1)/6000]*100$			$(2)/[(1)/30000]*100$	$[(3)+(5)]/2$
Sukun							
Kebonsari	10679	2	112	1	281	197	
Gadang	18306	1	33	2	328	180	
Ciptomulyo	12656	0	0	1	237	119	
Sukun	17561	2	68	2	342	205	
Bandungrejosari	30991	1	19	1	97	58	
Bakalan Krajan	7686	0	0	0	0	0	
Mulyorejo	13978	0	0	1	215	107	
Bandulan	16013	1	37	1	187	112	
Tanjungrejo	26470	1	23	2	227	125	
Pisangcandi	15650	2	77	0	0	38	
Karang Besuki	18555	1	32	1	162	97	
Klojen							
Kasin	15585	2	77	2	385	231	
Sukoharjo	11848	2	101	1	253	177	

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Pertokoan	Persentase Ketersediaan Pertokoan (%)	Jumlah Pasar	Persentase Ketersediaan Pasar (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Perdagangan dan Jasa (%)	
			(3)		(4)	(5)	(8)
			$(2)/[(1)/6000]*100$			$(2)/[(1)/30000]*100$	$[(3)+(5)]/2$
Kiduldalem	6100	2	197	0	0	98	
Kauman	13702	3	131	1	219	175	
Bareng	18540	0	0	1	162	81	
Gadingkasri	14274	1	42	0	0	21	
Oro Oro Dowo	13311	2	90	1	225	158	
Klojen	4636	2	259	1	647	453	
Rampal Celaket	6805	1	88	0	0	44	
Samaan	10686	0	0	0	0	0	
Penanggungan	17042	2	70	0	0	35	
Blimbing							
Jodipan	11684	3	154	0	0	77	
Polehan	17493	1	34	0	0	17	
Kesatrian	10923	2	110	0	0	55	
Bunulrejo	25495	1	23	1	0	71	
Purwanto	27279	2	44	0	0	22	

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Pertokoan	Persentase Ketersediaan Pertokoan (%)	Jumlah Pasar	Persentase Ketersediaan Pasar (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Perdagangan dan Jasa (%)
			(3)		(4)	(5)
	(1)	(2)	$(2)/[(1)/6000]*100$	(4)	$(2)/[(1)/30000]*100$	$[(3)+(5)]/2$
Pandanwangi	29196	1	20	1	103	62
Blimbing	8748	1	68	1	343	206
Purwodadi	17591	0	0	0	0	0
Polowijen	11084	0	0	0	0	0
Arjosari	9159	1	65	0	0	33
Balearjosari	8193	1	73	0	0	37
Lowokwaru						
Merjosari	19278	0	0	0	0	0
Dinoyo	17802	1	34	1	168	101
Sumbersari	17523	1	34	0	0	17
Ketawanggede	10203	1	59	0	0	29
Jatimulyo	21216	1	28	2	283	156
Lowokwaru	17605	1	34	1	170	102
Tulusrejo	15985	0	0	1	188	94
Mojolangu	24777	4	97	1	121	109

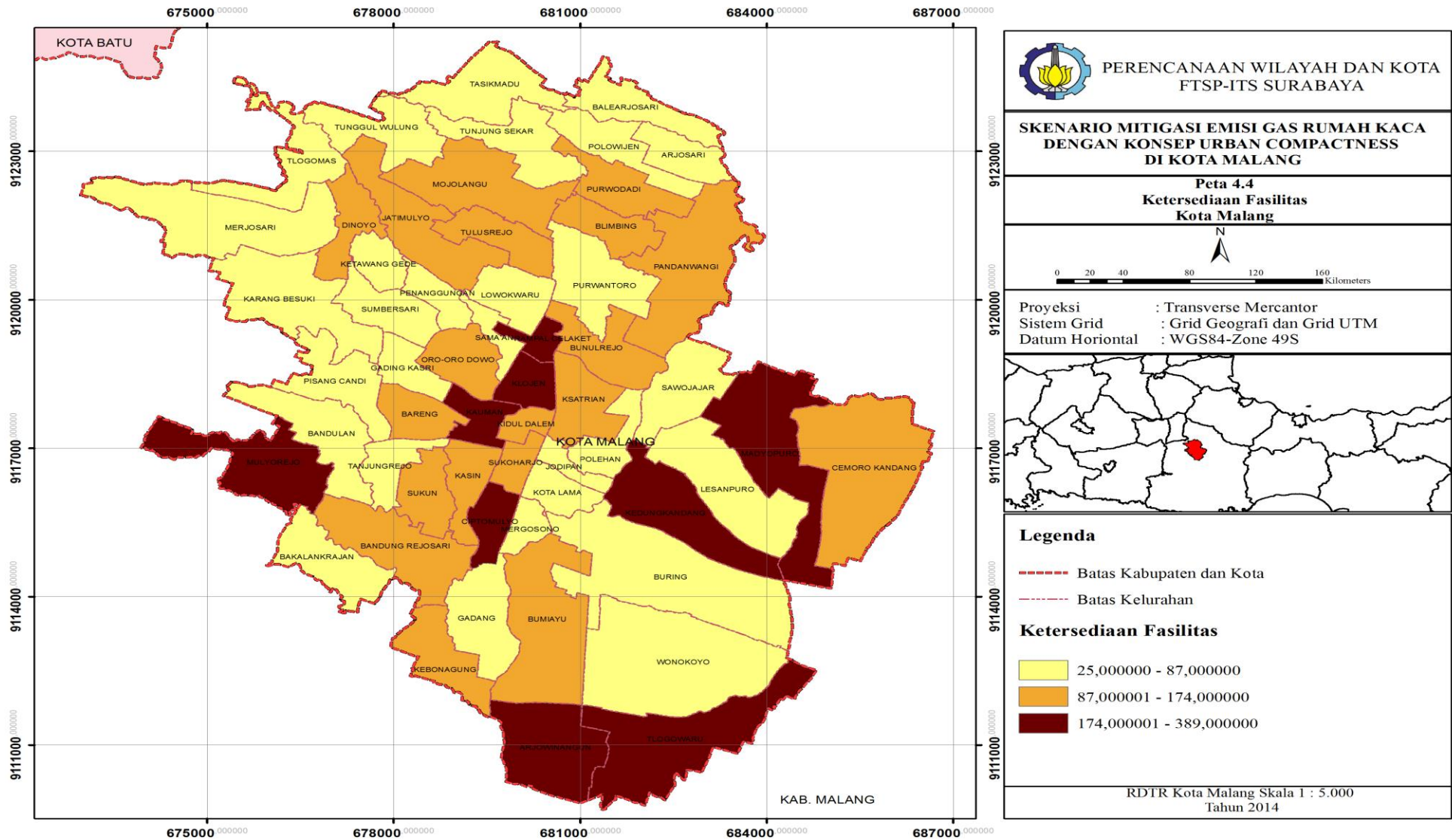
Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Pertokoan	Persentase Ketersediaan Pertokoan (%)	Jumlah Pasar	Persentase Ketersediaan Pasar (%)	Persentase Ketersediaan Fasilitas Perdagangan dan Jasa (%)	
			(3)		(4)	(5)	(8)
			$(2)/[(1)/6000]*100$			$(2)/[(1)/30000]*100$	$[(3)+(5)]/2$
Tanjungsekar	15098	0	0	1	199	99	
Tasikmadu	6031	0	0	0	0	0	
Tunggulwulung	7524	1	80	0	0	40	
Tlogomas	19024	1	31	0	0	16	

Sumber : Hasil Analisa dan Kecamatan dalam Angka, 2015



Gambar 2.8 Grafik Ketersediaan Fasilitas Perdagangan Jasa Kota Malang

Sumber : Hasil Analisa, 2016



Gambar 2.9 Ketersediaan Fasilitas Kota Malang
Sumber : Hasil Analisa, 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.1.1.6 Keragaman Tata Guna Lahan

Keragaman tata guna lahan dihitung menggunakan rumus dari *mix use entropy index* yang didapat dari penelitian Frank, Dkk (2005) yakni

$$\text{Land-use mix} = (-1) * [(b1/a) \ln (b1/a) + (b2/a) \ln (b2/a) + (b3/a) \ln (b3/a)] / \ln (n3)$$

Keterangan :

- a : luas ketiga land use
- b1 : luas area land use permukiman
- b2 : luas area land use perdagangan jasa
- b3 : luas area land use perkantoran
- n3 : jumlah land use yang digunakan

Mix use entropy index pada tiap kelurahan, dapat dilihat pada tabel berikut.

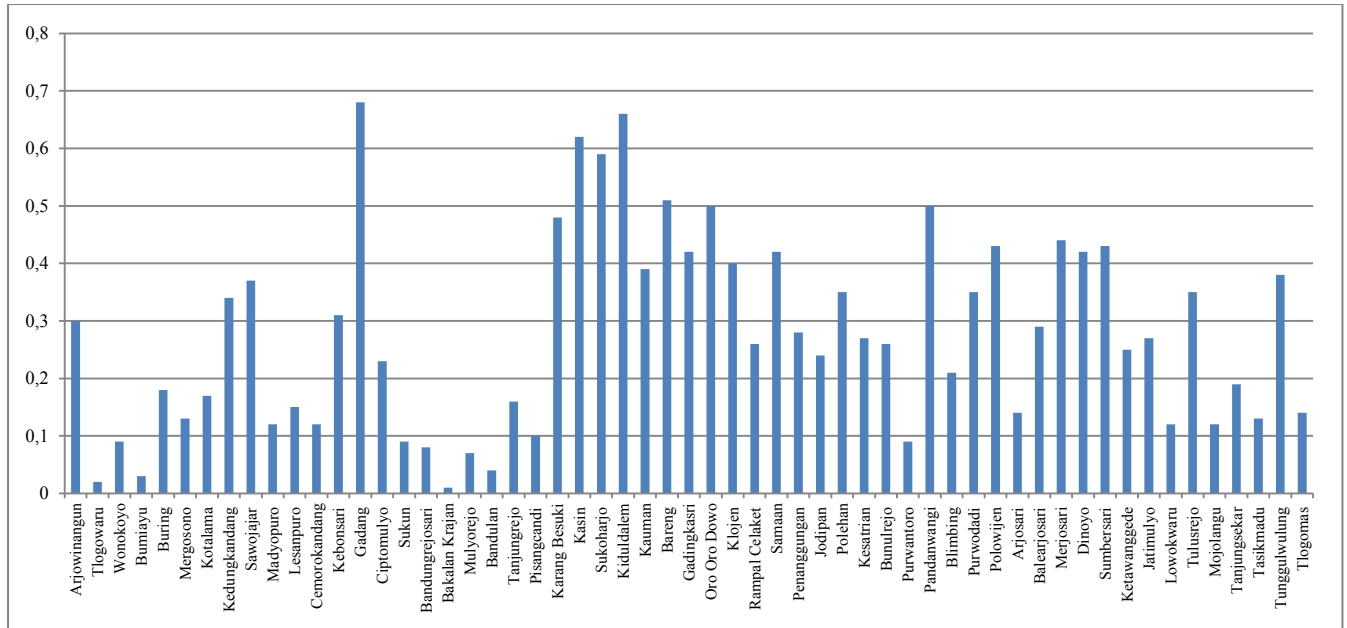
Tabel 2.6 Mix Use Entropi Index Tiap Kelurahan

Kecamatan	Luas ketiga land use	Luas permukiman	Luas perjas	Luas perkantoran	Mix use entropi index
	(a)	(b1)	(b2)	(b3)	
Kedungkandang					
Arjowinangun	109,22	106,01	0,83	2,37	0,30
Tlogowaru	68,57	63,14	3,36	2,08	0,02
Wonokoyo	58,19	58,02	0,12	0,05	0,09
Bumiayu	125,03	122,54	0,18	2,31	0,03
Buring	137,93	137,19	0,12	0,61	0,18
Mergosono	81,36	77,97	2,22	1,18	0,13
Kotalama	119,18	115,61	3,36	0,21	0,17

Kecamatan	Luas ketiga land use	Luas permukiman	Luas perjas	Luas perkantoran	Mix use entropi index
	(a)	(b1)	(b2)	(b3)	
Kedungkandang	75,70	72,90	1,20	1,60	0,34
Sawojajar	133,54	117,65	15,77	0,12	0,37
Madyopuro	138,96	123,42	12,92	2,62	0,12
Lesanpuro	119,74	116,40	3,16	0,18	0,15
Cemorokandang	131,62	126,84	4,39	0,40	0,12
Sukun					
Kebonsari	102,06	95,11	5,35	1,60	0,31
Gadang	95,06	85,97	8,51	0,58	0,68
Ciptomulyo	62,28	45,35	4,80	12,14	0,23
Sukun	97,58	91,82	4,56	1,21	0,09
Bandungrejosari	1812,88	1779,69	29,41	3,78	0,08
Bakalan Krajan	81,58	80,33	1,20	0,06	0,01
Mulyorejo	149,03	148,81	0,10	0,12	0,07
Bandulan	350,99	345,50	5,39	0,10	0,04
Tanjungrejo	325,64	323,36	1,98	0,30	0,16
Pisangcandi	202,41	194,26	8,03	0,12	0,10
Karang Besuki	303,39	296,77	6,51	0,12	0,48
Klojen					
Kasin	148,65	134,66	13,87	0,12	0,62
Sukoharjo	49,70	19,96	29,70	0,04	0,59
Kiduldalem	28,85	20,20	8,43	0,22	0,66
Kauman	62,07	33,98	27,67	0,42	0,39
Bareng	89,56	76,17	13,27	0,12	0,51
Gadingkasri	73,16	55,92	16,96	0,28	0,42
Oro Oro Dowo	98,89	81,89	16,87	0,13	0,50
Klojen	75,61	58,62	16,68	0,31	0,40
Rampal Celaket	68,37	57,88	10,27	0,22	0,26
Samaan	41,11	37,86	3,10	0,14	0,42
Penanggungan	75,54	63,24	11,99	0,32	0,28
Blimbing					
Jodipan	41,94	37,18	4,72	0,04	0,24
Polehan	84,11	79,01	3,64	1,46	0,35

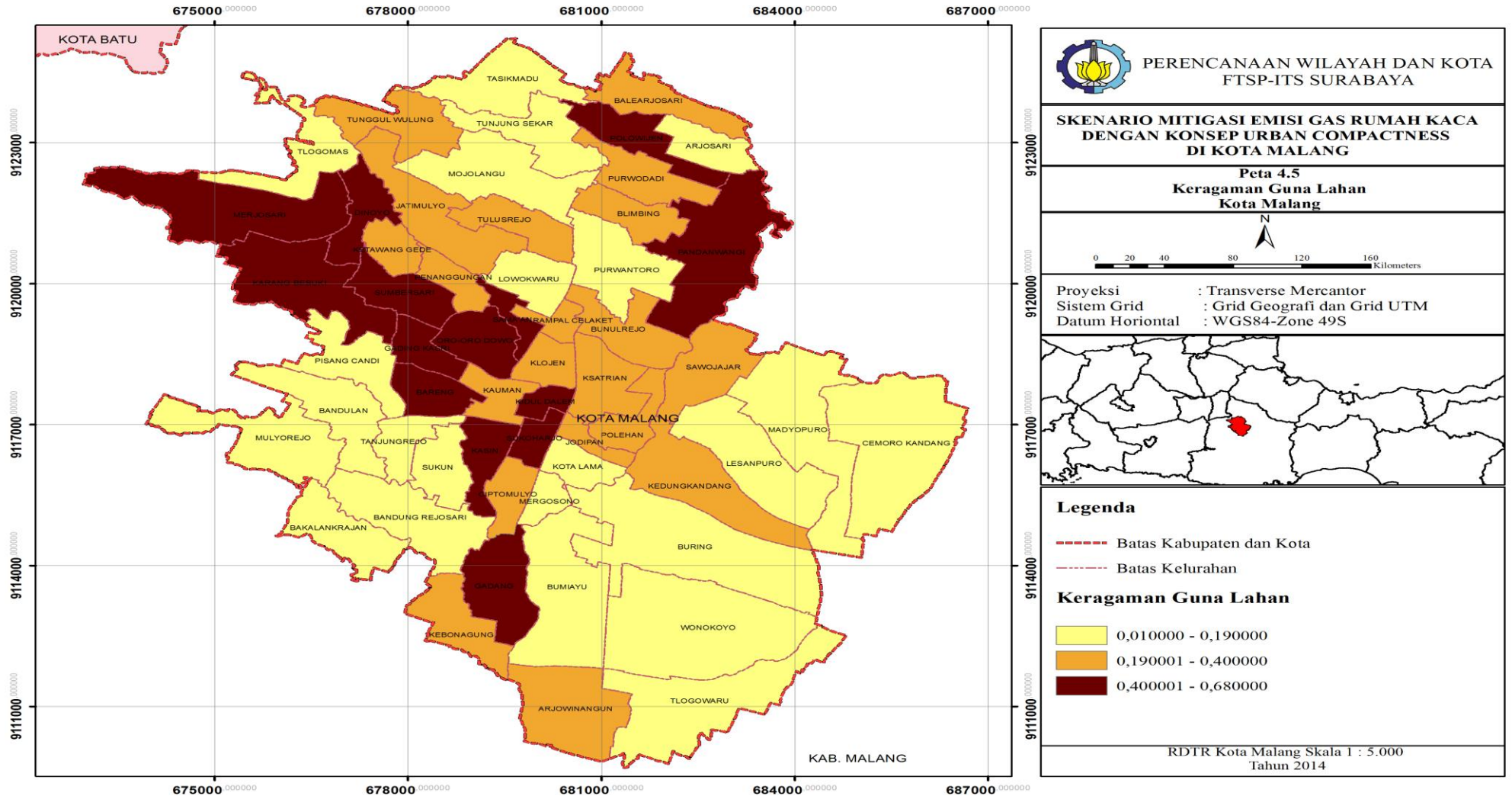
Kecamatan	Luas ketiga land use	Luas permukiman	Luas perjas	Luas perkantoran	Mix use entropi index
	(a)	(b1)	(b2)	(b3)	
Kesatrian	40,18	36,07	3,21	0,90	0,27
Bunulrejo	149,76	139,38	5,14	5,24	0,26
Purwanto	219,35	204,08	13,16	2,11	0,09
Pandanwangi	288,07	283,10	4,38	0,59	0,50
Blimbing	86,35	70,07	14,69	1,59	0,21
Purwodadi	124,27	118,28	3,62	2,37	0,35
Polowijen	99,21	89,72	3,66	5,83	0,43
Arjosari	113,09	97,99	3,96	11,14	0,14
Balejarjosari	68,27	66,16	1,77	0,34	0,29
Lowokwaru					
Merjosari	125,34	120,29	4,30	0,74	0,44
Dinoyo	83,13	69,33	13,07	0,73	0,42
Sumbersari	95,79	82,28	11,47	2,04	0,43
Ketawanggede	29,75	24,77	4,87	0,11	0,25
Jatimulyo	165,76	153,17	12,37	0,22	0,27
Lowokwaru	117,88	108,08	9,51	0,29	0,12
Tulusrejo	133,09	129,44	3,24	0,41	0,35
Mojolangu	251,53	223,38	25,67	2,48	0,12
Tanjungsekar	113,05	109,78	3,09	0,18	0,19
Tasikmadu	37,56	35,74	1,60	0,21	0,13
Tunggulwulung	62,41	60,58	1,72	0,10	0,38
Tlogomas	112,41	98,31	12,77	1,33	0,14

Sumber : Hasil Analisa, 2016



Gambar 2.10 Grafik Keragaman Guna Lahan Kota Malang

Sumber : Hasil Analisa, 2016



Gambar 2.11 Keragaman Guna Lahan
Sumber : Hasil Analisis, 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.1.1.7 Laju Pertumbuhan Penduduk

Laju pertumbuhan penduduk merupakan salah satu variabel dalam indikator intensifikasi. Laju pertumbuhan penduduk diperlukan untuk mengetahui kelurahan manakah yang memiliki pertumbuhan penduduk yang tinggi dan yang rendah. Menghitung laju pertumbuhan penduduk menggunakan rumus berikut.

$$R = ((Pt/Po)^{(1/t)}) * 100$$

Keterangan :

- R = Laju pertumbuhan penduduk
- Pt = Tahun Terakhir
- Po = Tahun Awal
- T = selisih tahun

Laju pertumbuhan penduduk tinggi Kota Malang cenderung berada di wilayah pinggiran kota, hal tersebut dikarenakan wilayah pinggiran Kota Malang masih memiliki potensi untuk dikembangkan karena lahan terbangun yang masih minim dan adanya lahan pertanian non produktif yang dapat dialih fungsikan menjadi kawasan terbangun. Pada bagian tengah kota, laju pertumbuhan penduduk cenderung lebih kecil karena minimnya lahan kosong yang dapat digunakan untuk penambahan lahan terbangun guna memenuhi kebutuhan terhadap peningkatan jumlah penduduk. Laju pertumbuhan penduduk pada tiap kelurahan di Kota Malang, dapat dilihat pada tabel berikut.

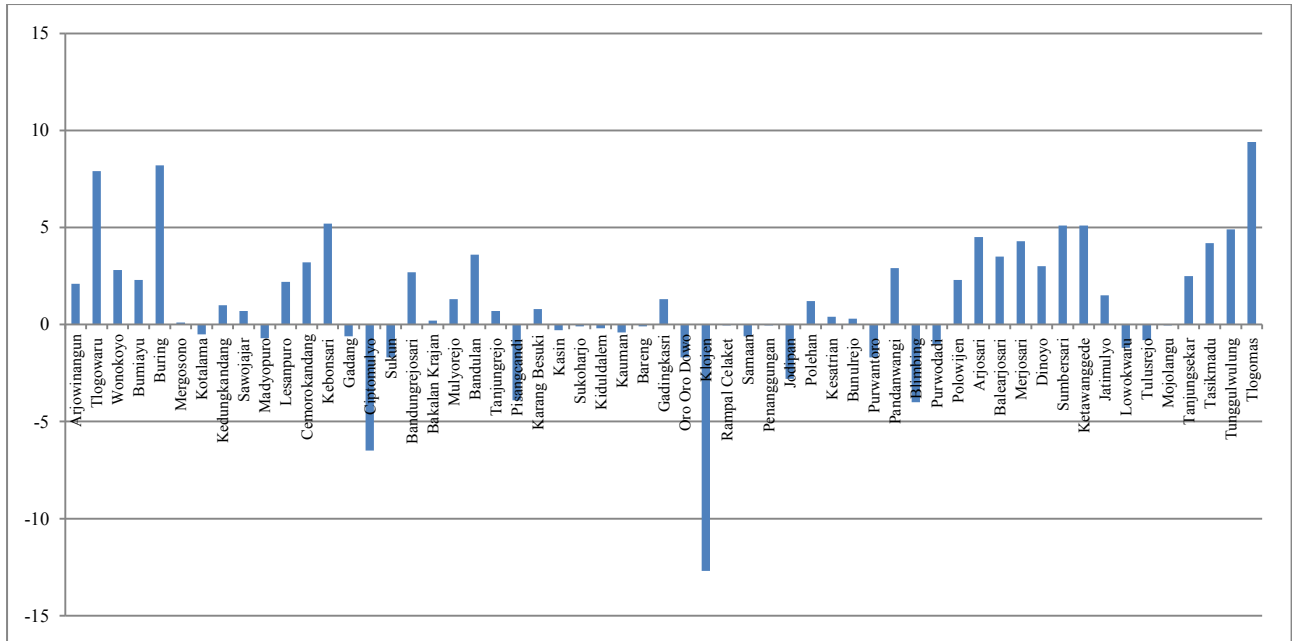
Tabel 2.7 Laju Pertumbuhan Penduduk Tiap Kelurahan

Kecamatan	Jumlah Penduduk Tahun 2010 (Jiwa)	Jumlah Penduduk Tahun 2014 (Jiwa)	Laju Pertumbuhan Penduduk (%)
	(Po)	(Pt)	(R)
Kedungkandang			
Arjowinangun	8954	9740	2,1
Tlogowaru	4475	6088	7,9
Wonokoyo	5076	5680	2,8
Bumiayu	13890	15228	2,3
Buring	8614	11810	8,2
Mergosono	17715	17787	0,1
Kotalama	29062	28483	-0,5
Kedungkandang	9689	10104	1
Sawojajar	29681	30613	0,7
Madyopuro	17126	16629	-0,7
Lesanpuro	18103	19768	2,2
Cemorokandang	9149	10412	3,2
Sukun			
Kebonsari	8717	10679	5,2
Gadang	18826	18306	-0,6
Ciptomulyo	16562	12656	-6,5
Sukun	18862	17561	-1,7
Bandungrejosari	27801	30991	2,7
Bakalan Krajan	7600	7686	0,2
Mulyorejo	13224	13978	1,3
Bandulan	13886	16013	3,6
Tanjungrejo	25730	26470	0,7
Pisangcandi	18370	15650	-3,9
Karang Besuki	17948	18555	0,8
Klojen			
Kasin	15789	15585	-0,3

Kecamatan	Jumlah Penduduk Tahun 2010 (Jiwa)	Jumlah Penduduk Tahun 2014 (Jiwa)	Laju Pertumbuhan Penduduk (%)
	(Po)	(Pt)	(R)
Sukoharjo	11939	11848	-0,1
Kiduldalem	6158	6100	-0,2
Kauman	13933	13702	-0,4
Bareng	18667	18540	-0,1
Gadingkasri	13529	14274	1,3
Oro Oro Dowo	14256	13311	-1,7
Klojen	8006	4636	-12,7
Rampal Celaket	6816	6805	-0,04
Samaan	10978	10686	-0,6
Penanggungan	17076	17042	-0,04
Blimbing			
Jodipan	13091	11684	-2,8
Polehan	17313	17493	1,2
Kesatrian	10738	10923	0,4
Bunulrejo	25187	25495	0,3
Purwantoro	29271	27279	-1,7
Pandanwangi	26035	29196	2,9
Blimbing	10336	8748	-4
Purwodadi	18335	17591	-1
Polowijen	10110	11084	2,3
Arjosari	7660	9159	4,5
Balearjosari	7127	8193	3,5
Lowokwaru			
Merjosari	16271	19278	4,3
Dinoyo	15758	17802	3
Sumbersari	14311	17523	5,1
Ketawanggede	8344	10203	5,1
Jatimulyo	19946	21216	1,5

Kecamatan	Jumlah Penduduk Tahun 2010 (Jiwa)	Jumlah Penduduk Tahun 2014 (Jiwa)	Laju Pertumbuhan Penduduk (%)
	(Po)	(Pt)	(R)
Lowokwaru	18505	17605	-1,2
Tulusrejo	16524	15985	-0,8
Mojolangu	24832	24777	-0,05
Tanjungsekar	13649	15098	2,5
Tasikmadu	5102	6031	4,2
Tunggulwulung	6208	7524	4,9
Tlogomas	13277	19024	9,4

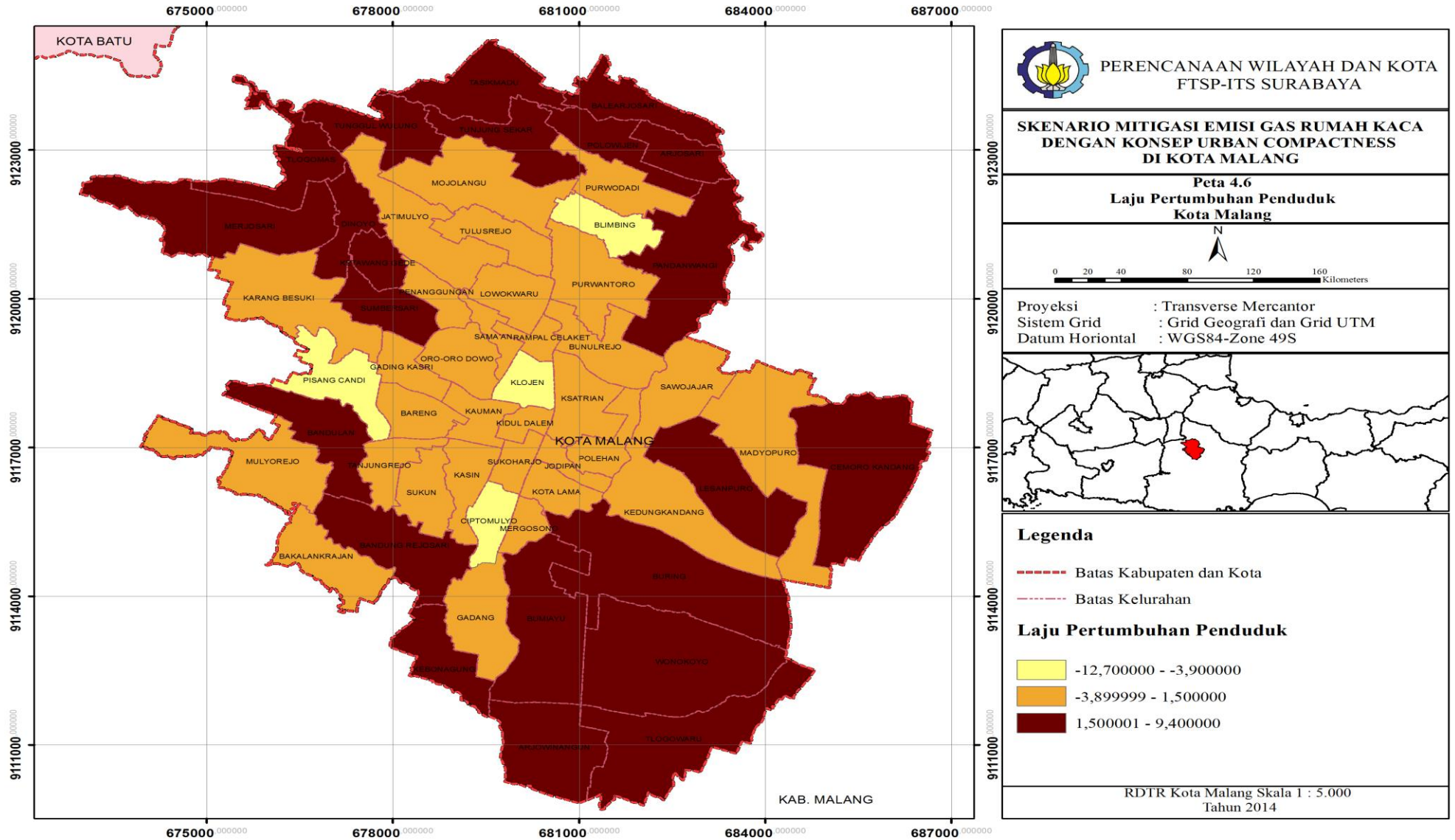
Sumber : Hasil Analisa dan Kecamatan dalam Angka 2015



Gambar 2.12 Grafik Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Malang

Sumber : Hasil Analisa, 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar 2.13 Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Malang

Sumber : Hasil Analisis, 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.2 Mengelompokkan Pola Kekompakan Ruang di Kota Malang.

Mengelompokkan pola kekompakan ruang Kota Malang dapat dilakukan dengan teknik analisis *cluster* hirarki menggunakan software SPSS. Variabel yang harus di input dalam analisis cluster ini adalah variabel kepadatan penduduk, variabel kepadatan lahan terbangun, ketersediaan fasilitas, keragaman tata guna lahan dan variabel laju pertumbuhan penduduk.

Dari data tersebut, dapat dilakukan analisis *cluster* hirarki menggunakan software SPSS. Data tersebut kemudian dianalisis dengan analisis deskriptif untuk mendapatkan Z-Score pada tiap variabel. Setelah Z-Score tersebut didapat, maka analisis *cluster* hirarki dapat dilakukan dengan menggunakan metode Ward's.

Tabel 2.8 Kelurahan-Kelurahan pada Tiap Cluster

<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
Arjosari	Arjowinangun	Bakalankrajan
Bandulan	Kedungkandang	Balarjosari
Bandung Rejosari	Klojen	Bumiayu
Bareng	Madyopuro	Buring
Blimbing	Mulyorejo	Cemoro Kandang
Bunulrejo	Rampal Celaket	Jatimulyo
Ciptomulyo	Tlogowaru	Kebonagung
Dinoyo		Ketawang Gede
Gadang		Ksatrian
Gading Kasri		Lesanpuro
Jodipan		Merjosari
Karang Besuki		Sumpersari
Kasin		Tasikmadu

<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
Kauman		Tunggul Wulung
Kidul Dalem		Tunjung Sekar
Kota Lama		Wonokoyo
Lowokwaru		
Mergosono		
Mojolangu		
Oro-Oro Dowo		
Pandanwangi		
Penanggungan		
Pisang Candi		
Polehan		
Polowijen		
Purwanto		
Purwodadi		
Sama'an		
Sawojajar		
Sukoharjo		
Sukun		
Tanjungrejo		
Tlogomas		
Tulusrejo		

Sumber : Hasil analisa, 2016

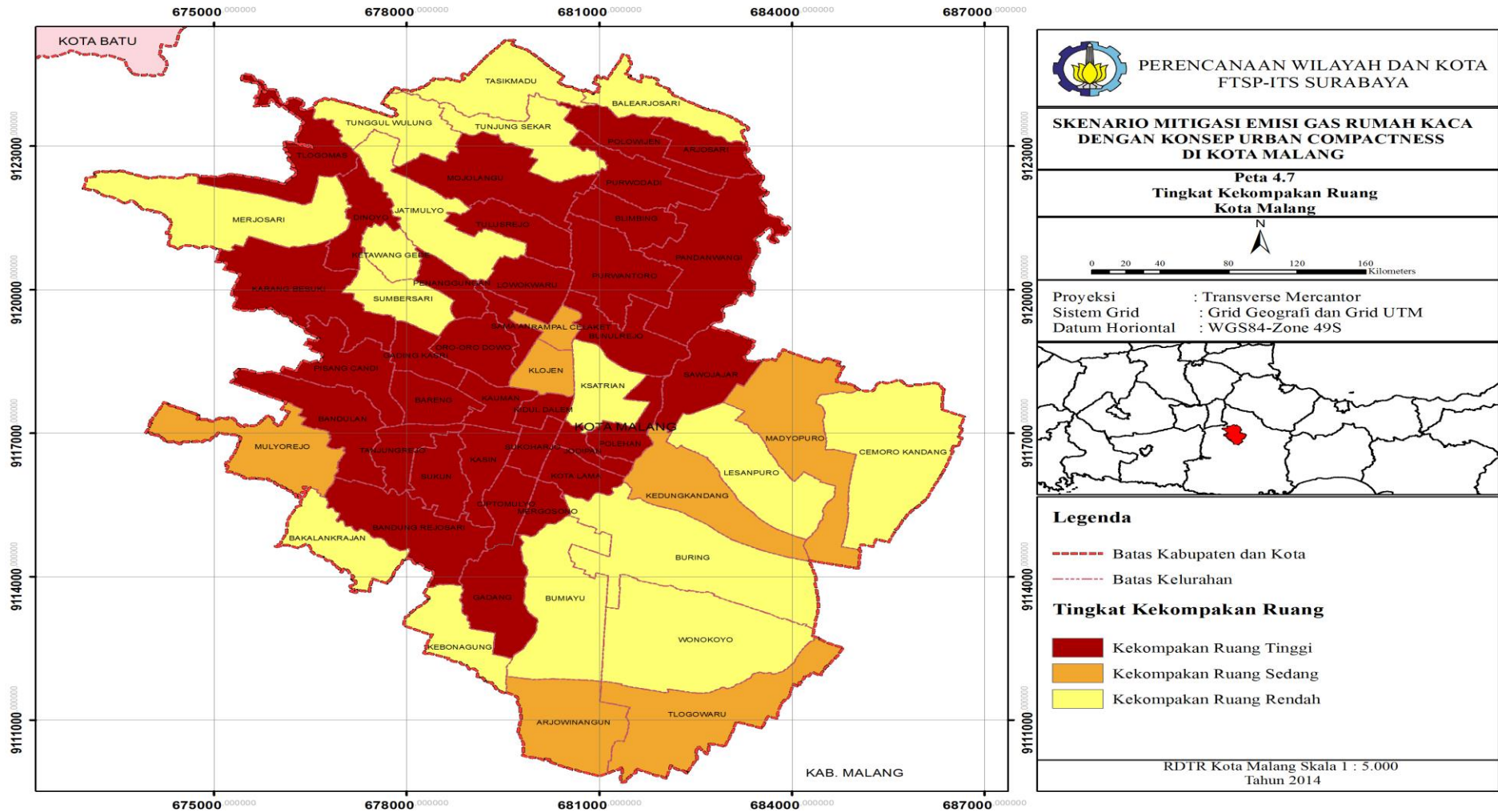
Cluster 1 merupakan kelompok kelurahan yang cenderung berada di bagian tengah Kota Malang, dimana pada bagian tengah kota memiliki karakteristik kepadatan penduduk tinggi berkisar antara 172 sampai 331 Jiwa/Ha, kepadatan terbangun tinggi dengan persentase kepadatan 78 hingga 98%, keragaman guna lahan tinggi dengan indeks keragaman guna lahan sebesar 0,4 hingga 0,65. Berdasar karakteristik tersebut, dapat dikatakan bahwa kekompakan ruang pada *cluster 1* relatif tinggi. Hal tersebut juga didukung dengan kondisi

eksisting dimana bagian tengah Kota Malang merupakan pusat kota. Salah satu contoh kelurahan pada *cluster* ini adalah Kelurahan Dinoyo, dimana Kelurahan Dinoyo memiliki kepadatan terbangun relatif tinggi yang terdiri dari permukiman, perdagangan jasa, fasilitas dan perkantoran. Keragaman guna lahan pada kelurahan ini cenderung mengikuti jalan utama.

Cluster 2 merupakan kelompok kelurahan yang berada di dekat pusat kota, dimana *cluster 2* memiliki karakteristik kepadatan penduduk sedang yakni berkisar antara 10-170 jiwa/Ha, kepadatan terbangun sedang antara 48-78%, keragaman guna lahan sedang yakni antara 0,19 hingga 0,6, dan ketersediaan fasilitas paling tinggi dibandingkan *cluster* yang lain. Berdasar karakteristik tersebut dapat dilihat bahwa yang paling dominan pada *cluster 2* ini adalah ketersediaan fasilitasnya, karena pada beberapa kelurahan luas wilayahnya didominasi oleh fasilitas seperti fasilitas pendidikan. *Cluster 2* ini dapat dikatakan sebagai *cluster* dengan kekompakan ruang sedang jika dibandingkan 2 *cluster* lainnya karena pada kondisi eksisting mayoritas kelurahan-kelurahan yang ada pada *cluster* ini memiliki kepadatan terbangun yang cukup tinggi dan mayoritas kelurahan-kelurahan yang ada pada *cluster* ini berbatasan langsung dengan pusat kota. Salah satu kelurahan pada *cluster* ini adalah Kelurahan Madyopuro dimana kelurahan ini merupakan salah satu kelurahan pada bagian timur kota Malang yang berperan sebagai penghubung pusat Kota Malang dengan Kabupaten Malang. Pada kelurahan ini kepadatan terbangun cenderung mengikuti jalan utama dan cenderung terkonsentrasi pada bagian utara kelurahan, sedangkan

pada bagian selatan Kelurahan Madyopuro didominasi dengan lahan pertanian.

Sedangkan *cluster* 3 adalah kelompok kelurahan yang memiliki karakteristik kepadatan penduduk rendah, kepadatan terbangun rendah yakni antara 8-48%, ketersediaan fasilitas rendah, laju pertumbuhan penduduk paling tinggi dibandingkan *cluster* lainnya, keragaman guna lahan rendah dengan indeks 0,01-0,19. Kelompok kelurahan pada *cluster* 3 ini cenderung berada di pinggiran kota Malang dimana kondisi eksistingnya, *cluster* ini didominasi oleh lahan pertanian dan minim lahan terbangun sehingga dapat dikatakan bahwa *cluster* ini memiliki kekompakan ruang yang relatif rendah jika dibandingkan dengan 2 *cluster* yang lain. Salah satu kelurahan yang ada pada *cluster* ini adalah Kelurahan Bakalan Krajan, dimana kelurahan ini berada di bagian pinggir barat Kota Malang sehingga jarak antara kelurahan ini dengan pusat kota cukup jauh. Pada kelurahan ini terdapat permukiman yang cenderung menyebar dengan perdagangan jasa minim, selain itu pada kelurahan ini masih didominasi oleh lahan pertanian. Kekompakan ruang pada tiap *cluster* dapat dilihat pada peta 4.7.



Gambar 2.14 Peta Tingkat Kekompakan Ruang Kota Malang
Sumber : Hasil Analisa SPSS, 2016

Halaman ini sengaja dikosongkan

4.3 Menghitung Tingkat Konsumsi Energi dan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca yang Ditimbulkan oleh Sektor Transportasi Kota Malang

Pada sasaran ini akan diteliti hubungan antara rata-rata jarak tempuh dengan tingkat konsumsi energi, akan dihitung pula tingkat emisi berdasar rumus perhitungan IPCC. Berikut adalah penjelasan mengenai hubungan jarak dengan tingkat konsumsi dan juga tingkat emisi pada tiap *cluster*.

4.3.1 Analisis Pengaruh Jarak Tempuh terhadap Tingkat Konsumsi Energi

Analisis pengaruh jarak tempuh terhadap tingkat konsumsi energi dilakukan untuk mengetahui adanya hubungan antara jarak tempuh dengan tingkat konsumsi energi. Data yang digunakan adalah data rata-rata berbasis jumlah sampel dengan satuan waktu 1 minggu. Analisis pengaruh jarak tempuh dengan tingkat konsumsi energi dapat dilakukan teknik analisis *bivariate correlation* menggunakan software SPSS. Berikut adalah data mengenai rata-rata jarak tempuh dan rata-rata konsumsi energi di Kota Malang berdasarkan hasil survey lapangan.

Tabel 2.9 Rata-rata Jarak Tempuh dan Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar Kota Malang

No	Kelurahan	Jumlah Sampel RT	Rata-rata jarak tempuh total per RT (Km/Minggu)	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Minggu)
<i>Cluster 1</i>				
1	Arjosari	1	65	10

No	Kelurahan	Jumlah Sampel RT	Rata-rata jarak tempuh total per RT (Km/Minggu)	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Minggu)
2	Bandulan	2	75	11
3	Bandungrejosari	3	75	11
4	Bareng	2	25	4
5	Blimbing	1	20	3
6	Bunulrejo	3	54	8
7	Ciptomulyo	1	85	13
8	Dinoyo	2	54	8
9	Gadang	2	30	5
10	Gadingkasri	2	61	9
11	Jodipan	1	25	4
12	Karang Besuki	2	28	4
13	Kasin	2	15	3
14	Kauman	2	57	9
15	Kiduldalem	3	45	7
16	Kotalama	5	50	8
17	Lowokwaru	2	23	4
18	Mergosono	2	30	4
19	Mojolangu	3	30	3
20	Oro Oro Dowo	2	45	7
21	Pandanwangi	3	75	8
22	Penanggungan	2	25	4
23	Pisangcandi	2	30	5
24	Polehan	2	75	11
25	Polowijen	1	65	10
26	Purwantoro	3	65	50
27	Purwodadi	2	50	23
28	Samaan	1	30	5
29	Sawojajar	3	75	8
30	Sukoharjo	1	15	3
31	Sukun	2	55	8

No	Kelurahan	Jumlah Sampel RT	Rata-rata jarak tempuh total per RT (Km/Minggu)	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Minggu)
32	Tanjungrejo	3	35	4
33	Tlogomas	2	40	7
34	Tulusrejo	6	45	7
Cluster 2				
1	Arjowinangun	10	56	19
2	Kedungkandang	10	67	15
3	Klojen	5	76	11
4	Madyopuro	17	66	10
5	Mulyorejo	14	59	9
6	Rampal Celaket	7	48	7
7	Tlogowaru	2	44	7
Cluster 3				
1	Bakalankrajan	3	53	8
2	Balearjosari	3	76	12
3	Bumiayu	5	134	20
4	Buring	4	105	16
5	Cemoro Kandang	4	101	15
6	Jatimulyo	7	46	7
7	Kebonagung	4	55	8
8	Ketawang Gede	4	62	9
9	Ksatrian	3	37	6
10	Lesanpuro	7	54	9
11	Merjosari	7	105	16
12	Sumbersari	6	83	12
13	Tasikmadu	5	39	6

Sumber : Hasil Analisa, 2016

Berdasar data diatas, kemudian dianalisis menggunakan software SPSS dengan metode *bivariate*

correlation, kemudian pada output SPSS didapat hasil berikut.

Correlations

		rata2 jarak tempuh/mgg/RT	rata2 BBM/mgg/RT
rata2 jarak tempuh/mgg/RT	Pearson Correlation	1	.557**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	57	57
rata2 BBM/mgg/RT	Pearson Correlation	.557**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	57	57

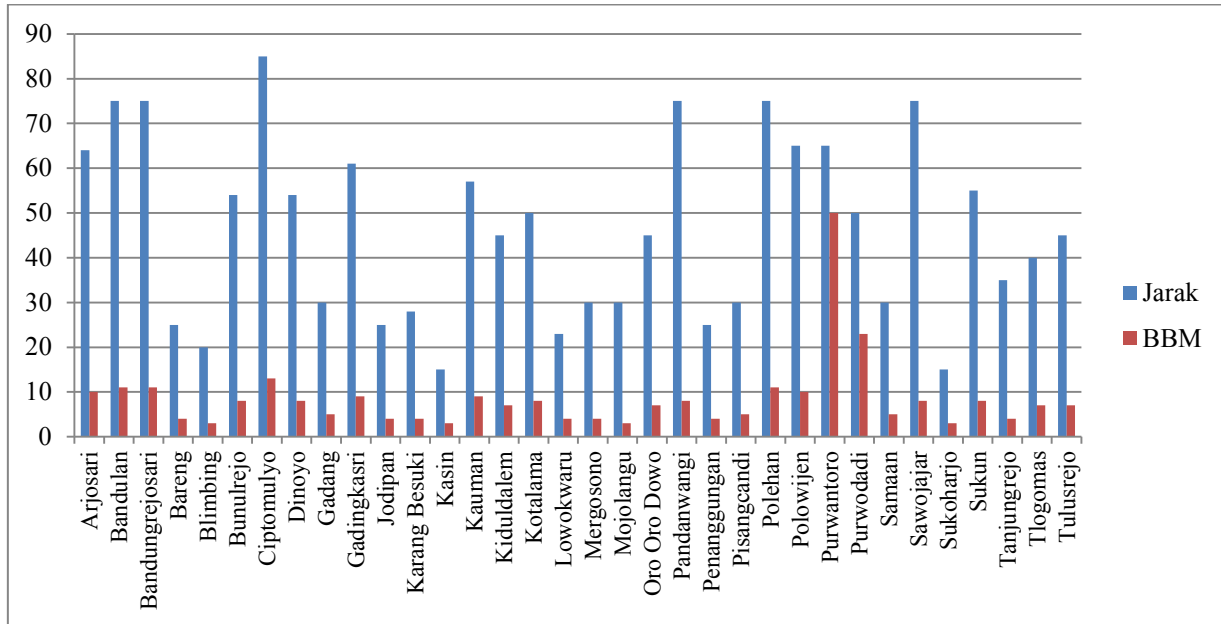
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Pada uji pearson, terdapat 3 hal yang harus di uji yaitu kekuatan dan kelemahan hubungan (dilihat dari nilai pearson), arah hubungan searah atau berlawanan (tanda =/- yang dimiliki nilai pearson) dan signifikansi (nilai signifikansi). Pada uji kekuatan dan kelemahan hubungan, dilihat bahwa nilai pearsonnya adalah 0,557. Apabila nilai pearson mendekati 1 maka hubungan semakin kuat, semakin dekat dengan 0 maka hubungan semakin lemah. Menurut D.A de Vaus angka pearson antara 0,50-0,69 memiliki hubungan kuat. Berdasarkan nilai tersebut maka hubungan rata-rata jarak tempuh dengan rata-rata konsumsi BBM memiliki hubungan yang kuat.

Uji selanjutnya adalah melihat nilai signifikansi. Semakin kecil nilai signifikansi, maka semakin signifikan pula korelasi antara rata-rata jarak tempuh dengan rata-rata konsumsi BBM. Pada penelitian ini digunakan standar nilai signifikan, yakni 0,05. Jika nilai signifikansi dibawah 0,05 maka terdapat korelasi signifikan pada kedua variabel. Nilai signifikansi yang didapat adalah 0,000 yang berarti terdapat korelasi signifikan antara kedua variabel. Selanjutnya dapat

dilihat hubungan searah atau tidaknya dua variabel. Tanda pada nilai pearson adalah tanda positif, maka hubungan kedua variabel adalah saearah. Hubungan searah tersebut berarti semakin panjang jarak tempuh, maka konsumsi energi BBM akan meningkat.

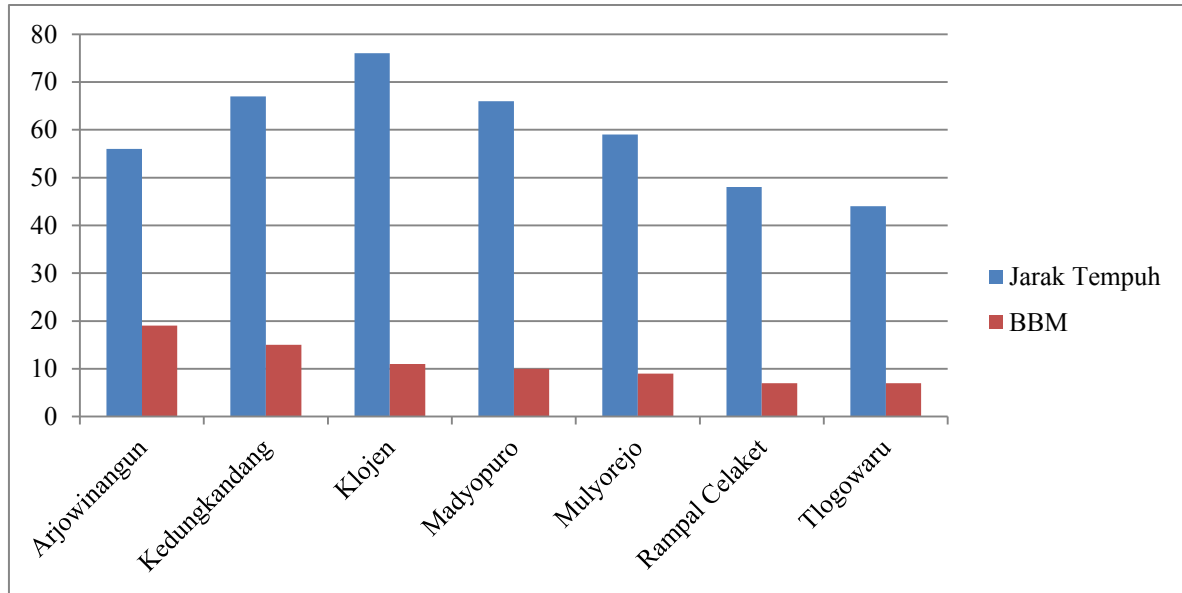
Berikut ditampilkan pula data rata-rata jarak tempuh dan rata-rata konsumsi BBM pada tiap *cluster* berdasarkan sampel jumlah rumah tangga dalam satuan minggu. Dari grafik tersebut dapat diketahui kelurahan manakah pada satu cluster yang memiliki jarak tempuh dan konsumsi energi terbesar serta yang terkecil.



Gambar 2.15 Grafik Rata-rata Jarak Tempuh dan Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar pada *Cluster 1*

Sumber : Hasil Analisa, 2016

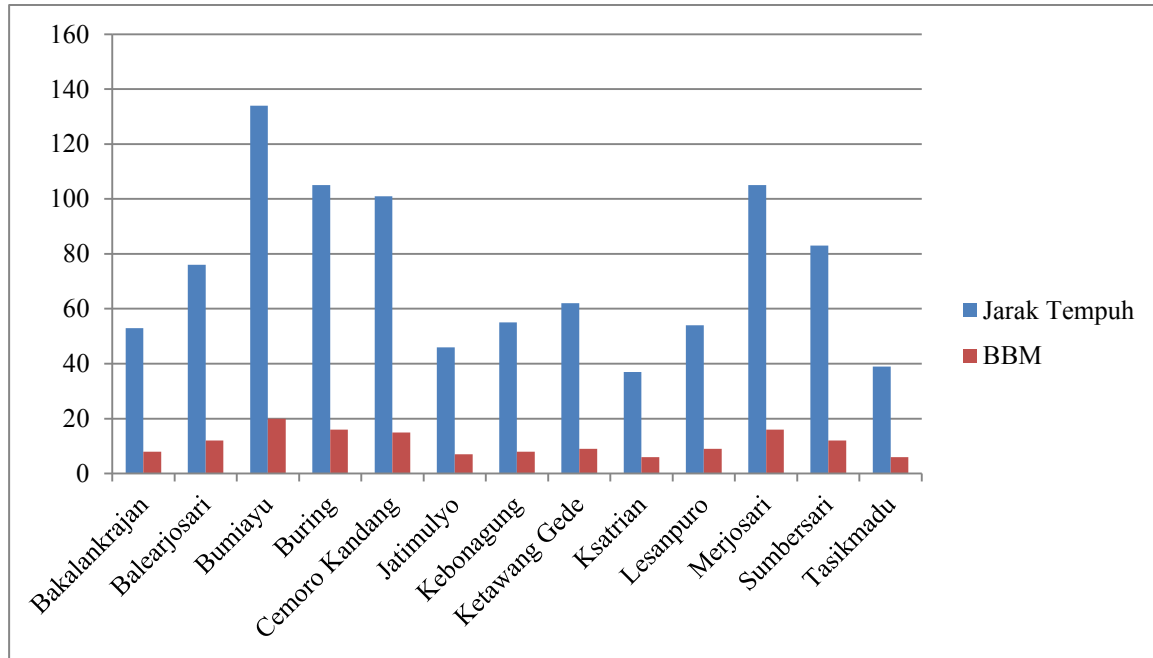
Pada cluster 1 dapat dilihat bahwa rata rata jarak tempuh yang dilakukan penduduk pada cluster 1 adalah 46 km per minggu, dengan rata-rata konsumsi energi sebesar 8,4 liter per minggu. Pada cluster ini, Kelurahan Ciptomulyo memiliki rata-rata total jarak tempuh paling tinggi jika dibandingkan dengan yang lain yakni sebesar 85 km per minggu dengan konsumsi energi sebesar 13 liter per minggu. Pada kondisi eksisting Kelurahan Ciptomulyo merupakan kawasan yang didominasi permukiman dan perkantoran, sehingga untuk mencapai kawasan perdagangan dan jasa utama harus keluar kelurahan tersebut. Jarak tempuh paling kecil adalah Kelurahan Kasin yakni sebesar 15 km per minggu dengan konsumsi energi sebesar 5 liter per minggu. Besarnya jarak tempuh dan konsumsi energi yang lebih kecil dibanding kelurahan lain pada Kelurahan Kasin dipengaruhi oleh kondisi eksistingnya, karena pada kelurahan ini fasilitas tersebar dan kawasan perdagangan jasanya terletak pada jalan-jalan utama, sehingga akses terhadap fasilitas dan perdagangan jasa dapat diakses tanpa menambah panjang perjalanan.



Gambar 2.16 Grafik Rata-rata Jarak Tempuh dan Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar pada cluster 2

Sumber : Hasil Analisa, 2016

Pada cluster 2 ini rata rata jarak tempuhnya adalah sebesar 59 km per minggu dengan rata-rata konsumsi energi sebesar 11 liter per minggu. Pada cluster ini, kelurahan yang memiliki rata-rata jarak tempuh paling besar adalah Kelurahan Klojen yakni sebesar 76 km per minggu dengan besar konsumsi energi sebesar 11 liter per minggu. Hal tersebut terjadi karena pada Kelurahan Klojen didominasi oleh fasilitas pendidikan dan perumahan, perdagangan jasa pada kelurahan ini hanya berupa perdagangan jasa dengan skala pelayanan lingkungan. Selain itu kelurahan yang memiliki rata-rata jarak tempuh paling kecil adalah Kelurahan Rampal Celaket yakni sebesar 48 km per minggu dengan konsumsi energi sebesar 7 liter per minggu, besarnya jarak tempuh dan konsumsi energi tersebut terjadikarena kelurahan ini berbatasan langsung dengan pusat kota, jadi panjang perjalanan yang dibutuhkan ke pusat kota lebih kecil.



Gambar 2.17 Grafik Rata-rata Jarak Tempuh dan Rata-rata BBM pada *Cluster 3*

Sumber : Hasil Analisa, 2016

Pada cluster ini rata-rata jarak tempuhnya adalah 73 km per minggu dengan rata-rata konsumsi energi sebesar 11 liter per minggu, kelurahan yang memiliki rata-rata jarak tempuh paling besar adalah Kelurahan Bumiayu yakni sebesar 134 km per minggu dengan konsumsi energi sebesar 20 liter per minggu. Kelurahan Bumiayu terletak di bagian selatan Kota Malang, sehingga jarak ke pusat kota cukup jauh. Keragaman guna lahan pada kelurahan tersebut juga masih minim, sehingga perjalanan ke pusat kota dilakukan untuk memenuhi kebutuhan penduduk. Kelurahan yang memiliki rata-rata jarak tempuh paling kecil pada cluster 3 adalah Kelurahan Ksatrian yakni sebesar 37 km per minggu dengan konsumsi energi sebesar 6 liter per minggu. Sama halnya dengan Kelurahan Rampal Celaket. Kelurahan Ksatrian berbatasan langsung dengan pusat kota, sehingga kebutuhan penduduk Kelurahan Ksatrian dapat terpenuhi.

Pada cluster 1 rata-rata jarak tempuh rumah tangga dalam satu minggu adalah sebesar 46,2 km. Pada cluster 2 rata-rata jarak tempuh rumah tangga dalam satu minggu adalah sebesar 59,4 km, sedangkan pada cluster 3 adalah sebesar 73,8 km. Hal tersebut mendukung teori dimana semakin kompak sebuah ruang, semakin kecil jarak tempuhnya sehingga semakin kecil pula emisi yang dihasilkan. Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa cluster kekompakan ruang tinggi memiliki panjang perjalanan sebesar 46,2 km, pada cluster kekompakan sedang sebesar 59,4 km, sedangkan pada cluster kekompakan rendah rata-rata jarak tempuhnya adalah sebesar 73,8 km.

4.3.2 Jumlah Konsumsi Energi dan Tingkat Emisi Tiap Cluster Kekompakan Ruang

Jumlah konsumsi energi dan jumlah emisi pada sektor transportasi ini dapat diketahui dengan menghitung menggunakan rumus hitungan emisi yang dikeluarkan oleh IPCC seperti berikut.

$$\text{Emisi} = \text{Konsumsi bahan bakar (Liter)} \times \text{Faktor emisi (Kg/Liter)}$$

Dimana faktor emisinya adalah :

Jenis bahan bakar	Faktor emisi
Gasoline	2,33 kg CO ₂ /Liter
Diesel	2,62 kg CO ₂ /Liter

Data yang digunakan pada analisis ini didapat dari hasil kuisioner dengan menggunakan data rata-rata sampel pada tiap kelurahan dalam satuan waktu per minggu, dimana hasil hitungan tingkat konsumsi dan tingkat emisi pada tiap *cluster* dapat dilihat sebagai berikut.

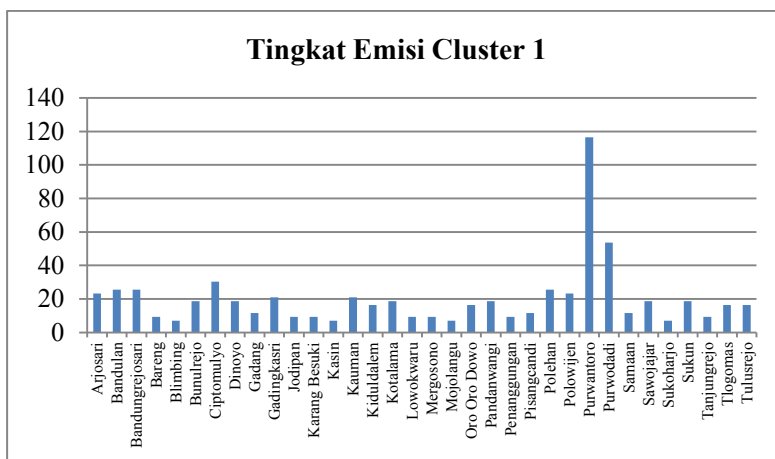
- a) Tingkat konsumsi energi dan emisi pada cluster kekompakkan tinggi

Tabel 2.10 Tingkat Konsumsi Energi dan Emisi pada Cluster 1

No	Kelurahan	Jumlah Sampel RT	Rata-rata jarak total tempuh per RT (Km/Minggu)	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Minggu)	Faktor emisi	Rata-rata Tingkat emisi/RT (CO ₂ /minggu)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (5)*(6)
<i>Cluster 1</i>						
1	Arjosari	1	65	10	2,33	23,3
2	Bandulan	2	75	11	2,33	25,63
3	Bandungrejosari	3	75	11	2,33	25,63
4	Bareng	2	25	4	2,33	9,32
5	Blimbing	1	20	3	2,33	6,99
6	Bunulrejo	3	54	8	2,33	18,64
7	Ciptomulyo	1	85	13	2,33	30,29
8	Dinoyo	2	54	8	2,33	18,64
9	Gadang	2	30	5	2,33	11,65
10	Gadingkasri	2	61	9	2,33	20,97
11	Jodipan	1	25	4	2,33	9,32
12	Karang Besuki	2	28	4	2,33	9,32
13	Kasin	2	15	3	2,33	6,99
14	Kauman	2	57	9	2,33	20,97
15	Kiduldalem	3	45	7	2,33	16,31
16	Kotalama	5	50	8	2,33	18,64
17	Lowokwaru	2	23	4	2,33	9,32
18	Mergosono	2	30	4	2,33	9,32
19	Mojolangu	3	30	3	2,33	6,99
20	Oro Oro Dowo	2	45	7	2,33	16,31
21	Pandanwangi	3	75	8	2,33	18,64
22	Penanggungan	2	25	4	2,33	9,32
23	Pisangcandi	2	30	5	2,33	11,65
24	Polehan	2	75	11	2,33	25,63
25	Polowijen	1	65	10	2,33	23,3
26	Purwantoro	3	65	50	2,33	116,5
27	Purwodadi	2	50	23	2,33	53,59
28	Samaan	1	30	5	2,33	11,65
29	Sawojajar	3	75	8	2,33	18,64

No	Kelurahan	Jumlah Sampel RT	Rata-rata jarak total tempuh per RT (Km/Minggu)	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Minggu)	Faktor emisi	Rata-rata Tingkat Emisi/RT (CO ₂ /minggu)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (5)*(6)
30	Sukoharjo	1	15	3	2,33	6,99
31	Sukun	2	55	8	2,33	18,64
32	Tanjungrejo	3	35	4	2,33	9,32
33	Tlogomas	2	40	7	2,33	16,31
34	Tulusrejo	6	45	7	2,33	16,31
Rata-rata			46,2	8,4	2,33	19,7

Sumber : Hasil survey dan analisis, 2016



Gambar 2.18 Grafik Tingkat Emisi pada Cluster 1 di Kota Malang

Sumber : Hasil Analisa, 2016

Berdasarkan tabel konsumsi energi diatas, dapat diketahui rata-rata emisi pada tiap kelurahan yang tergolong dalam *cluster* kekompakan ruang tingi di Kota Malang berdasarkan data sampel dalam satuan minggu. Rata-rata emisi yang dihasilkan pada cluster kekompakan ruang tinggi adalah sebesar **19,7 Kg CO₂/RT/Minggu**. Kelurahan

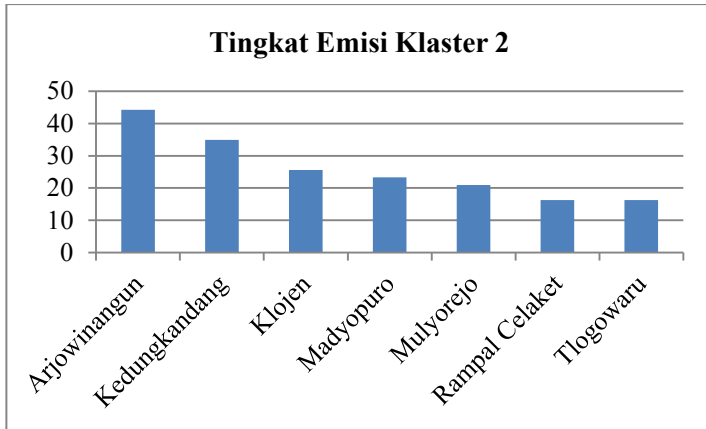
Purwantoro memiliki rata-rata tingkat emisi paling tinggi jika dibandingkan dengan kelurahan lainnya, hal tersebut terjadi karena rata-rata jarak tempuh pada Kelurahan Purwantoro tergolong tinggi, yakni sebesar 65 km/minggu. Rata-rata konsumsi bahan bakar pada kelurahan ini juga tinggi, yakni 50 L/Minggu.

- b) Tingkat konsumsi energi dan emisi pada cluster kekompakan sedang

Tabel 2.11 Tingkat Konsumsi Energi dan Emisi pada Cluster 2

No	Kelurahan	Jumlah Sampel RT	Rata-rata total jarak tempuh per RT (Km/Minggu)	Rata-rata total BBM per RT (Lt/Minggu)	Faktor emisi	Rata-rata Tingkat emisi (CO ₂ /minggu)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (5)*(6)
<i>Cluster 2</i>						
1	Arjowinangun	10	56	19	2,33	44,27
2	Kedungkandang	10	67	15	2,33	34,95
3	Klojen	5	76	11	2,33	25,63
4	Madyopuro	17	66	10	2,33	23,3
5	Mulyorejo	14	59	9	2,33	20,97
6	Rampal Celaket	7	48	7	2,33	16,31
7	Tlogowaru	2	44	7	2,33	16,31
Rata-rata			59,4	11,1	2,33	25,9

Sumber : Hasil Survey dan Analisis, 2016



Gambar 2.19 Grafik Tingkat Emisi pada *Cluster 2* di Kota Malang
 Sumber : Hasil Analisa, 2016

Berdasarkan tabel konsumsi energi diatas, dapat diketahui rata-rata emisi pada tiap kelurahan yang tergolong dalam *cluster* kekompakan ruang sedang di Kota Malang berdasarkan data sampel dalam satuan minggu. Rata-rata emisi yang dihasilkan pada cluster kekompakan ruang sedang adalah sebesar **25,9 Kg CO₂/RT/Minggu**. Dalam cluster ini terdapat 2 kelurahan yang memiliki tingkat emisi yang melebihi rata-rata emisi pada cluster tersebut. Kelurahan Arjowinangun dan Kelurahan Kedungkandang merupakan 2 kelurahan yang berada di wilayah selatan Kota Malang dan guna lahannya masih didominasi oleh lahan pertanian. Kurang tersedianya fasilitas serta perdagangan jasa, membuat penduduk kelurahan tersebut pergi ke pusat kota untuk memenuhi kebutuhannya.

- c) Tingkat konsumsi energi dan emisi pada cluster kekompakan rendah

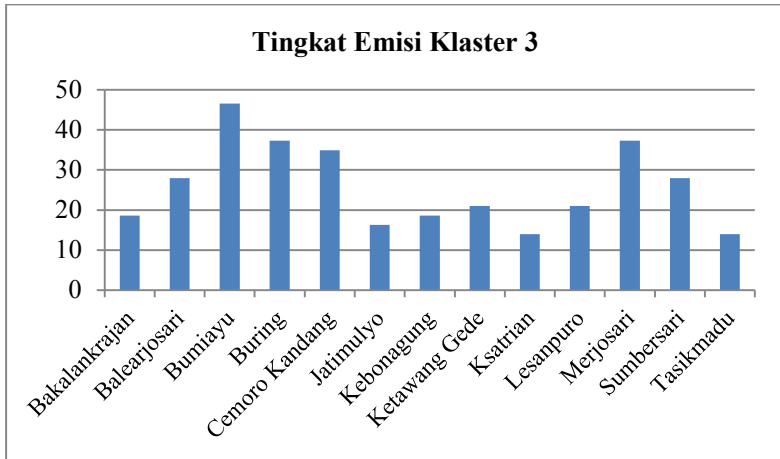
Tabel 2.12 Tingkat Konsumsi Energi dan Emisi pada Cluster 3

No	Kelurahan	Jumlah Sampel RT	Rata-rata jarak tempuh per RT (Km/Minggu)	Rata-rata BBM per RT (Lt/Minggu)	Faktor emisi	Rata-rata Tingkat emisi (CO ₂ /minggu)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (5)*(6)
<i>Cluster 3</i>						
1	Bakalankrajan	3	53	8	2,33	18,64
2	Balearjosari	3	76	12	2,33	27,96
3	Bumiayu	5	134	20	2,33	46,6
4	Buring	4	105	16	2,33	37,28
5	Cemoro Kandang	4	101	15	2,33	34,95
6	Jatimulyo	7	46	7	2,33	16,31
7	Kebonagung	4	55	8	2,33	18,64
8	Ketawang Gede	4	62	9	2,33	20,97
9	Ksatrian	3	37	6	2,33	13,98
10	Lesanpuro	7	54	9	2,33	20,97
11	Merjosari	7	105	16	2,33	37,28
12	Sumbersari	6	83	12	2,33	27,96
13	Tasikmadu	5	39	6	2,33	13,98
Rata-rata			73,8	11,1	2,33	26

Sumber : Hasil survey dan analisis, 2016

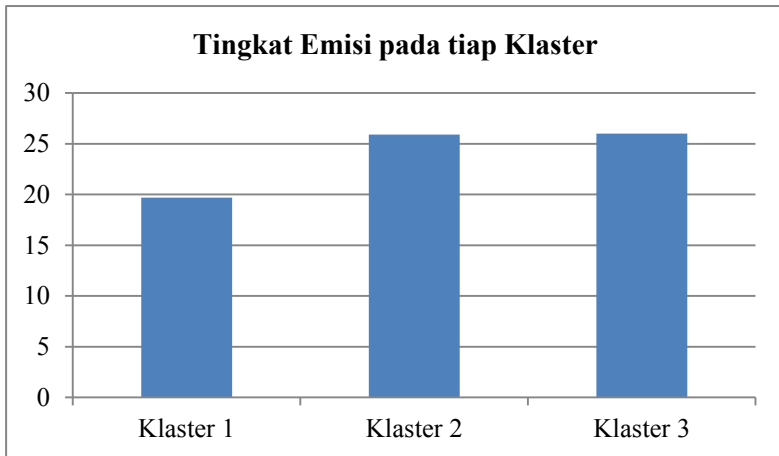
Berdasarkan tabel konsumsi energi diatas, dapat diketahui rata-rata emisi pada tiap kelurahan yang tergolong dalam *cluster* kekompakan ruang relatif rendah di Kota Malang berdasarkan data sampel dalam satuan waktu per minggu. Rata-rata emisi yang dihasilkan pada *cluster* kekompakan ruang relatif rendah adalah sebesar **26 KgCO₂/RT/Minggu**. Pada cluster 3 ini Kelurahan Bumiayu memiliki rata-rata jarak tempuh lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain. Pada kelurahan Bumiayu, masih didominasi oleh lahan permukiman, dn kurang keragaman

guna lahan, karena itu Kelurahan Bumiayu memiliki rata-rata jarak tempuh paling tinggi.



Gambar 2.20 Grafik Tingkat Emisi pada *Cluster 3* di Kota Malang
Sumber : Hasil Analisa, 2016

Berdasarkan teori-teori yang ada sebelumnya, tingkat kekompakan ruang berpengaruh pada tingkat emisi yang dihasilkan. Semakin kompak sebuah ruang, maka emisi yang dihasilkan semakin kecil dan begitu pula sebaliknya. Pada *cluster 1* atau *cluster* kekompakan ruang tinggi memiliki tingkat emisi sebesar **19,7 KgCO₂/Minggu**. Pada *cluster 2* atau *cluster* kekompakan ruang sedang, memiliki tingkat emisi sebesar **25,9 KgCO₂/Minggu**. Pada *cluster 3* atau *cluster* kekompakan ruang rendah, memiliki jumlah emisi sebesar **26 KgCO₂/Minggu**. Dilihat dari hasil tersebut, benar terdapat hubungan antara tingkat kekompakan ruang terhadap tingkat emisinya, yaitu semakin kompak sebuah ruang/wilayah maka semakin kecil emisi yang dihasilkan dan begitu pula sebaliknya.



Gambar 2.21 Grafik Tingkat Emisi pada Tiap Cluster di Kota Malang

Sumber : Hasil Analisa, 2016

4.4 Menganalisis Pengaruh *Urban Compactness* Terhadap Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Malang

Setelah diketahui tingkat kekompakan ruang dan tingkat emisi pada tiap *cluster* kekompakan ruang, tahap selanjutnya adalah meneliti hubungan variabel kekompakan dengan variabel emisi. Untuk menentukan model hubungan variabel kekompakan ruang dengan tingkat emisi, perlu dilakukan analisis regresi linier berganda menggunakan *software SPSS*. Dalam analisis regresi linier berganda, terdapat 2 jenis variabel, yakni variabel bebas dan variabel terikat.

Variabel bebas adalah variabel-variabel kekompakan ruang yakni variabel kepadatan penduduk (x_1), kepadatan lahan terbangun (x_2), ketersediaan fasilitas (x_3), keragaman

guna lahan (x_4), dan laju pertumbuhan penduduk (x_5). Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel-variabel bebasnya, variabel terikat dalam penelitian ini adalah tingkat emisi. Kemudian dari kedua jenis variabel tersebut, analisis regresi dapat dilakukan.

Data yang akan digunakan dalam analisis pengaruh ini adalah data berdasarkan kelurahan dan bukan berdasarkan sampel, karena variabel-variabel X atau variabel kekompakan ruang adalah data yang berbasis kelurahan, sehingga data variabel Y atau data emisi yang digunakan bukanlah emisi rata-rata sampel, melainkan data jumlah emisi pada tiap kelurahan seluruhnya

Tabel 2.13 Total Emisi Tiap Kelurahan Kota Malang

No	Kelurahan	Jumlah Sampel RT	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Minggu)	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Bln)	Faktor emisi	Jumlah RT	Total emisi (CO ₂ /Th)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (4)*4	(6)	(7)	(8) = (5)*(6)*(7)
1	Arjosari	1	10	480	2,33	2.474	2.766.921,6
2	Bandulan	2	11	1080	2,33	5.006	6.298.549,2
3	Bandungrejosari	3	11	1620	2,33	7.171	9.022.552,2
4	Bareng	2	4	360	2,33	4.665	1.956.501,0
5	Blimbing	1	3	156	2,33	2.144	779.301,1
6	Bunulrejo	3	8	1164	2,33	7.607	687.7032,3
7	Ciptomulyo	1	13	636	2,33	3.262	4.833.892,6
8	Dinoyo	2	8	780	2,33	3.271	2.972.357,7
9	Gadang	2	5	444	2,33	4.665	2.413.017,9
10	Gadingkasri	2	9	876	2,33	3.019	3.081.010,3
11	Jodipan	1	4	180	2,33	2.322	973.846,8
12	Karang Besuki	2	4	408	2,33	4.956	2.355.685,9
13	Kasin	2	3	252	2,33	3.415	1.002.575,7
14	Kauman	2	9	828	2,33	3.083	2.973.923,5
15	Kiduldalem	3	7	312	2,33	2.042	494.817,4
16	Kotalama	5	8	1092	2,33	1.659	844.218,6
17	Lowokwaru	2	4	336	2,33	5.944	2.326.719,4
18	Mergosono	2	4	420	2,33	4.031	1.972.368,3

No	Kelurahan	Jumlah Sampel RT	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Minggu)	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Bln)	Faktor emisi	Jumlah RT	Total emisi (CO ₂ /Th)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (4)*4	(6)	(7)	(8) = (5)*(6)*(7)
19	Mojolangu	3	3	468	2,33	4.567	1.489.755,4
20	Oro Oro Dowo	2	7	672	2,33	4.997	3.912.051,4
21	Pandanwangi	3	8	1080	2,33	7.389	6.195.430,2
22	Penanggungan	2	4	348	2,33	3.273	1.326.939,7
23	Pisangcandi	2	5	456	2,33	3.991	2.120.178,8
24	Polehan	2	11	1104	2,33	4.784	6.152.989,4
25	Polowijen	1	10	480	2,33	2.591	2.897.774,4
26	Purwantoro	3	50	7102	2,33	7.520	4.149.1148,8
27	Purwodadi	2	23	2232	2,33	4.244	11.035.588,3
28	Samaan	1	5	240	2,33	2.585	1.445.532,0
29	Sawojajar	3	8	1164	2,33	11.493	10.390.131,7
30	Sukoharjo	1	3	120	2,33	3.643	1.018.582,8
31	Sukun	2	8	792	2,33	4.378	4.039.493,0
32	Tanjungrejo	3	4	576	2,33	8.009	3.582.906,2
33	Tlogomas	2	7	672	2,33	1.964	1.482.662,9
34	Tulusrejo	6	7	648	2,33	1.551	404.749,0
1	Arjowinangun	10	19	9312	2,33	2.649	5.747.524,7
2	Kedungkandang	10	15	7176	2,33	2.819	4.713.390,6
3	Klojen	5	11	2724	2,33	1.614	10.082.528,9
4	Madyopuro	17	10	8028	2,33	3.875	4.263.694,4
5	Mulyorejo	14	9	5976	2,33	3.565	3.545.667,5

No	Kelurahan	Jumlah Sampel RT	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Minggu)	Rata-rata BBM total per RT (Lt/Bln)	Faktor emisi	Jumlah RT	Total emisi (CO ₂ /Th)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (4)*4	(6)	(7)	(8) = (5)*(6)*(7)
6	Rampal Celaket	7	7	2448	2,33	1.713	1.430.022,2
7	Tlogowaru	2	7	2904	2,33	4.364	15.394.359,1
1	Bakalankrajan	3	8	1140	2,33	3.057	2.706.667,8
2	Balearjosari	3	12	1644	2,33	2.308	2.946.946,7
3	Bumiayu	5	20	4836	2,33	4.551	10.256.024,4
4	Buring	4	16	4620	2,33	3.437	9.446.835,1
5	Cemoro Kandang	4	15	2196	2,33	3.585	6.089.373,5
6	Jatimulyo	7	7	3924	2,33	4.098	5.352.526,6
7	Kebonagung	4	8	1584	2,33	2.626	2.422.957,7
8	Ketawang Gede	4	9	1812	2,33	2.271	2.436.533,2
9	Ksatrian	3	6	1080	2,33	9.170	1.922.032,0
10	Lesanpuro	7	9	2952	2,33	5.611	5.513.336,5
11	Merjosari	7	16	5292	2,33	4.504	7.933.705,9
12	Sumbersari	6	12	3588	2,33	3.235	4.507.454,9
13	Tasikmadu	5	6	564	2,33	4.122	1.083.360,5

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Dari data data diatas kemudian akan dilakukan analisis model regresi. Contoh model regresi berbentuk seperti

$$Y = Ax_1 + Bx_2 + Cx_3 + Dx_4 + \dots \dots \dots nx_n + K$$

Sebelum model regresi linier berganda dapat digunakan dan dapat dikatakan baik, perlu adanya uji asumsi klasik untuk menunjukkan bahwa model regresi yang didapat adalah model yang baik. Uji asumsi klasin yang perlu dilakukan adalah uji kelayakan model, uji multikolinieritas, autokorelasi, heteroskedastisitas dan normalitas.

a. Uji Kelayakan Model

Uji kelayakan model ini dilakukan melalui 2 tahap, yakni uji keterandalan model (Uji F) dan uji koefisien regresi (uji t). Uji F dapat dilihat dari nilai signifikansi dalam tabel Anova. Apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka model regresi tersebut layak digunakan untuk meneliti hubungan variabel bebas dan varibel independen. Sedangkan uji t dilihat dari tabel Coefficients dimana apabila nilai signifikan tiap variabel bebas dibawah 0,05 maka variabel tersebut dianggap berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat. Namun apabila nilai signifikan variabel bebas lebih besar dari 0,05 analisis regresi dapat diulang kembali dengan mereduksi variabel tersebut satu persatu dari nilai signifikan yang paling besar, sampai akhirnya didapat variabel-variabel yang memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05.

Pada analisis regresi linier berganda untuk mengetahui hubungan variabel kekompakan ruang

terhadap tingkat emisi, uji F dan uji T harus dilakukan. Pada tabel Anova dapat dilihat bahwa nilai signifikansi model regresi adalah 0,00 sehingga model regresi ini layak digunakan untuk meneliti hubungan antara variabel kekompakan ruang terhadap tingkat emisi.

ANOVA ^b						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8.791E14	5	1.758E14	8.500	.000 ^a
	Residual	1.055E15	51	2.069E13		
	Total	1.934E15	56			

a. Predictors: (Constant), laju pertumbuhan penduduk, keragaman tata guna lahan, kepadatan penduduk, ketersediaan fasilitas, kepadatan terbangun
b. Dependent Variable: emisi all

Coefficients ^a											
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	2094208.763	2893282.729		.778	.440					
	kepadatan penduduk	45872.913	7664.847	.731	5.985	.000	.527	.642	.619	.717	1.395
	kepadatan terbangun	-40354.786	29525.836	-.178	-1.367	.178	.058	-.188	-.141	.631	1.586
	ketersediaan fasilitas	18563.754	8690.269	.250	2.136	.037	.088	.287	.221	.779	1.284
	keragaman tata guna lahan	-8838080.084	3599064.878	-.258	-2.456	.018	-.227	-.325	-.254	.972	1.029
	laju pertumbuhan penduduk	286010.715	215954.839	.189	1.324	.191	-.004	.182	.137	.657	1.522

a. Dependent Variable: emisi all

Meskipun dilihat dari tabel anova nilai signifikansinya dapat dinyatakan signifikan, hasil signifikansi nilai tiap variabel juga harus dipertimbangkan, berikut adalah tabel koefisien variabel bebas terhadap variabel terikat. Dapat dilihat pada tabel koefisien di bawah, bahwa nilai signifikansi untuk variabel laju pertumbuhan penduduk adalah 0,191, variabel kepadatan terbangun adalah 0,178 atau lebih dari 0,05, maka variabel tersebut harus dihilangkan dari

model regresi satu persatu mulai dari nilai signifikansi yang paling besar, sampai seluruh variabe memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05. Sehingga hasil model regresi terakhir adalah seperti berikut:

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
	B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	6167233.715	1880371.413		3.280	.002					
	kepadatan penduduk	42771.922	7712.138	.682	5.546	.000	.527	.606	.588	.745	1.343
	kepadatan terbangun	-59629.983	27864.708	-.263	-2.140	.037	.058	-.282	-.227	.745	1.342
	keragaman tata guna lahan	-9039849.863	3658006.190	-.263	-2.471	.017	-.227	-.321	-.262	.990	1.010

Dari hasil running terakhir, didapatkan bahwa variabel kepadatan penduduk, kepadatan terbangun dan keragaman guna lahanlah yang paling berpengaruh terhadap tingkat emisi Kota Malang, hal tersebut dapat dilihat dari nilai signifikansi ketiga variabel tersebut yaitu dibawah 0,05. Sebelum model regresi dapat digunakan, perlu diadakan beberapa uji asumsi.

b. Uji multikolinieritas

Uji multikolinieritas dapat dilihat dari nilai VIF pada tiap variabel bebas, apabila nilai VIF tiap variabel tidak lebih dari 5 maka dapat dikatakan tidak terjadi multikolinearitas. Dari hasil proses analisis regresi, didapatkan nilai VIF tiap variabel tidak lebih dari 5, jadi tidak terdapat multikolinearitas dalam model regresi.

c. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi dpat dilihat dari nilai Durbin Watson, apabila nilai Durbin Watson mendekati angka 2 maka model regresi tersebut bebas autokorelasi. Pada model regresi yang dilakukan,

nilai Durbin Watsonnya sebesar 1,833 dimana pembulatan angka tersebut adalah angka 2, sehingga dapat dikatakan bahwa model regresi penelitian ini bebas autokorelasi.

Model Summary^b

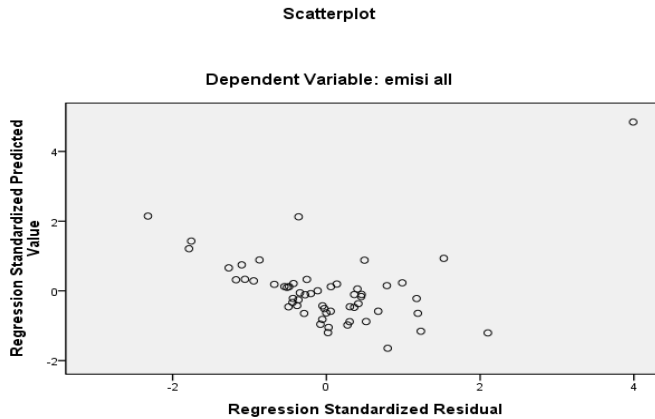
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.635 ^a	.404	.370	4.66527E6	1.833

a. Predictors: (Constant), keragaman tata guna lahan, kepadatan terbangun, kepadatan penduduk

b. Dependent Variable: emisi all

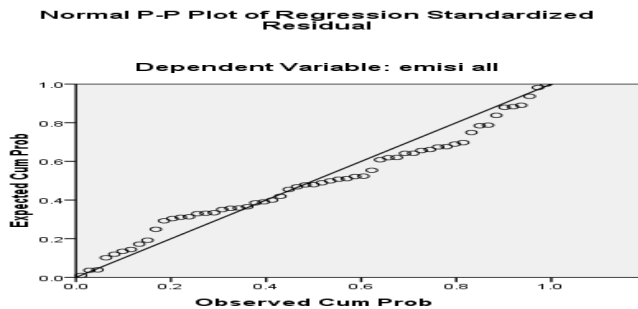
d. Uji heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas dapat dilihat dari scatterplot pada analisis regresi, apabila scatterplotnya menyebar dan tidak membentuk suatu pola, maka model regresi tersebut terbebas dari heteroskedastisitas. Menurut hasil analisis regresi linier, scatterplot yang didapat tidak membentuk suatu pola, maka model regresi yang diperoleh bebas dari heteroskedastisitas.



e. Uji normalitas

Uji normalitas ini dapat diketahui dari P-Plot. Apabila sebaran titik-titik pada plot mendekati atau rapat pada garis diagonal, maka data residual terdistribusi normal. Pada hasil analisis, titik-titik pada P-Plot terlihat mendekati garis lurus diagonal, maka dapat dikatakan bahwa data residual pada model regresi penelitian terdistribusi normal.



Berdasar hasil uji asumsi klasik regresi linier berganda, didapatkan model regresi berganda yang dapat dilihat dari koefisien tiap variabel dalam tabel koefisien yakni

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1					
(Constant)	6167233.715	1880371.413		3.280	.002
kepadatan penduduk	42771.922	7712.138	.682	5.546	.000
kepadatan terbangun	-59629.983	27864.708	-.263	-2.140	.037
keragaman tata guna lahan	-9039849.863	3658006.190	-.263	-2.471	.017

a. Dependent Variable: emisi all

Dari tabel koefisien diatas pula juga didapat model regresi linier berganda untuk mengetahui hubungan variabel kekompakan ruang terhadap tingkat emisi.

$$Y = 6.167.233,715 + 42.771,992x_1 - 59.629,983x_2 - 9.039.849,863 x_3$$

Pada persamaan regresi tersebut, variabel Y adalah total emisi, variabel X_1 adalah kepadatan penduduk, variabel X_2 adalah kepadatan lahan terbangun dan variabel X_3 adalah indeks keragaman guna lahan. Persamaan regresi tersebut memiliki arti sebagai berikut :

1. Konstanta sebesar **6.167.233,715** menyatakan bahwa jika tidak ada penambahan atau penurunan terhadap variabel x_1 hingga x_2 , maka tingkat emisi akan sebesar **6.167.233,715 Kg CO₂**.
2. Koefisien regresi x_1 (**kepadatan penduduk**) sebesar **42.771,992** menyatakan bahwa setiap penambahan **kepadatan penduduk** sebesar 1 satuan (1 Jiwa/Ha) akan berpengaruh pada

peningkatan tingkat emisi sebesar **42.771,992 Kg CO₂** dengan asumsi variabel lainnya tetap. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin besar kepadatan penduduk maka tingkat emisi akan semakin banyak.

3. Koefisien regresi x_2 (**kepadatan lahan terbangun**) sebesar **- 59.629,983** menyatakan bahwa setiap penambahan **kepadatan lahan terbangun** sebesar 1 satuan (1%) akan berpengaruh pada penurunan tingkat emisi sebesar **59.629,983 Kg CO₂** dengan asumsi variabel lainnya tetap. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin padat lahan terbangun, maka tingkat emisi akan menurun.
4. Koefisien regresi x_3 (**keragaman guna lahan**) sebesar **- 9.039.849,863** menyatakan bahwa setiap penambahan **keragaman guna lahan** sebesar 1 satuan (1 indeks) akan berpengaruh pada penurunan tingkat emisi sebesar **9.039.849,863 Kg CO₂** dengan asumsi variabel lainnya tetap. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin besar indeks keragaman guna lahan, maka tingkat emisi juga akan semakin kecil.

Berdasar model regresi diatas maka variabel kekompakan ruang yang paling berpengaruh terhadap total emisi adalah variabel x_3 atau variabel keragaman guna lahan. Pada model regresi didapat nilai koefisien variabel keragaman guna lahan paling besar, sehingga variabel keragaman guna lahan adalah yang paling berpengaruh terhadap total emisi.

4.5 Merumuskan Skenario Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca Berdasar Pola Kekompakkan Ruang di Kota Malang

Berdasarkan peraturan Gubernur Jawa Timur tahun 2012 tentang Rencana Aksi Daerah mengenai Emisi Gas Rumah Kaca, disebutkan bahwa target penurunan emisi gas rumah kaca pada bidang energi dan transportasi di Provinsi Jawa Timur adalah sebesar 5,22% atau sebanyak **6.190.738,9 ton CO₂**. Target sebesar 5,22% tersebut berlaku untuk sektor energi dan transportasi dimana energi yang dimaksud dalam sektor energi dan transportasi adalah energi listrik dan energi transportasi. Dalam energi listrik target penurunannya adalah sebesar **3.532.234,51 ton CO₂** atau setara dengan 2,97% dari 5,22%, sedangkan untuk energi transportasi target penurunannya adalah sebesar **2.658.504,39 ton CO₂** atau setara dengan 2,25% dari 5,22%. Skenario mitigasi emisi gas rumah kaca pada energi transportasi sebesar 2,25% dapat dilakukan melalui simulasi model regresi linier berganda $Y = 6.167.233,715 + 42.771,992x_1 - 59.629,983x_2 - 9.039.849,863 x_3$ yang didapat dari hasil analisis sebelumnya. Sebelum diketahui skenario, perlu diketahui total emisi gas rumah kaca dari seluruh jumlah rumah tangga yang ada di kota Malang.

Tabel 4.22 Total Emisi Tiap Cluster

<i>Cluster</i>	Total Rumah Tangga	Rata-Rata emisi Rumah Tangga (Tahun)	Total Emisi (Tahun)	% total emisi	Emisi yang diturunkan (Tahun)	Total Target emisi (Tahun)
1	147.715	1053,31	152.931.205,51	56	3.440.952,12	149.490.253
2	20.599	2193,17	45.177.187,4	16,6	1.016.486,72	44.160.700,7
3	59.956	1247,63	74.803.268	27,4	1.683.073,53	73.120.194,5
Total	228.270	4476,11	272.911.660,9	100	6.140.512,37	266.771.148

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan tabel diatas, jumlah target emisi yang harus diturunkan sebanyak 2,25% dari **272.911.660,9 Kg CO₂** adalah sebesar **6.140.512,37 Kg CO₂**, dimana pada tiap *cluster* targetnya berbeda. Pada *cluster* 1 target penurunan emisinya sebesar **3.440.952,12 Kg CO₂**, pada *cluster* 2 target penurunan emisinya sebesar **1.016.486,71 Kg CO₂** dan pada *cluster* 3 target penurunannya sebesar **1.683.073,53 Kg CO₂**. Untuk mencapai target penurunan tersebut, terdapat beberapa skenario yang dapat dilakukan yakni :

1. Menurunkan kepadatan jumlah penduduk
2. Meningkatkan kepadatan terbangun
3. Meningkatkan indeks keragaman guna lahan

Untuk mecapai ketiga hal tersebut, perlu adanya penjabaran mengenai skenario pada masing masing *cluster*.

- a. *Cluster* 1 atau *cluster* kekompakan ruang tinggi
Menggunakan model regresi $Y = 6.167.233,715 + 42.771,992x_1 - 59.629,983x_2 - 9.039.849,863 x_3$

dimana Y diganti dengan total target emisi pada cluster 1 yaitu **149.490.253 Kg CO₂**, maka skenario yang dapat dilakukan adalah :

1. Guna mencapai total target emisi sebesar **149.490.253 Kg CO₂**, variabel kepadatan penduduk dapat diturunkan menjadi **3355,5 Jiwa/Ha**, dengan asumsi variabel kepadatan terbangun dan keragaman guna lahan tetap.
2. Selain itu, variabel kepadatan terbangun dapat dinaikkan menjadi **2403%** dengan asumsi variabel kepadatan penduduk dan keragaman guna lahan tetap.
3. Begitu juga dengan peningkatan indeks keragaman guna lahan, dapat ditingkatkan menjadi **15,8** dengan asumsi variabel kepadatan penduduk dan kepadatan terbangun tetap.

Cluster 1 memiliki karakteristik kepadatan penduduk, kepadatan terbangun dan keragaman guna lahan tinggi. Berdasarkan skenario model regresi tersebut peningkatan kepadatan terbangun tidak dapat dilakukan secara maksimal karena pada kondisi eksisting, *cluster* ini minim ditemukan lahan kosong yang berpotensi untuk menambah kepadatan terbangun, sehingga skenario yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi pada *cluster* ini adalah dengan mengurangi kepadatan penduduk dan meningkatkan keragaman guna lahan.

Untuk mengurangi kepadatan penduduk hal yang dapat dilakukan adalah :

1. Pemerataan penduduk ke wilayah-wilayah pinggiran Kota Malang, agar penduduk tidak terpusat di tengah kota.
2. Pemerataan penduduk perlu dilakukan terutama pada Kelurahan Purwantoro, Kelurahan Mergosono dan Kelurahan Purwodadi karena ketiga kelurahan tersebut memiliki kepadatan penduduk jauh diatas rata-rata kepadatan penduduk pada *cluster* 1, sehingga pemerataan penduduk pada *cluster* 1 dapat dimulai dari ketiga kelurahan tersebut.

Untuk peningkatan keragaman guna lahan, hal yang dapat dilakukan adalah :

1. Peningkatan pelayanan perdagangan dan jasa serta peningkatan pelayanan fasilitas umum
2. Apabila ada penambahan jenis perkantoran atau perdagangan dan jasa, disarankan untuk menambahkan pada bangunan perumahan (*mix use building*).
3. Peningkatan keragaman guna lahan dapat dilakukan di seluruh kelurahan, namun perlu diprioritaskan pada kelurahan-kelurahan yang memiliki nilai indeks keragaman dibawah rata-rata indeks di *cluster* 1. Kelurahan-kelurahan yang nilai indeksnya dibawah rata-rata adalah Kelurahan Bandulan, Bandungrejosari, Purwantoro dan Sukun.

b. *Cluster* 2 atau *cluster* kekompakan ruang sedang

Menggunakan model regresi $Y = 6.167.233,715 + 42.771,992x_1 - 59.629,983x_2 - 9.039.849,863 x_3$ dimana Y diganti dengan total target emisi pada cluster 2 yaitu **44.160.700,7 KgCO₂**, maka skenario yang dapat dilakukan adalah :

1. Guna mencapai total target emisi sebesar **44.160.700,7 KgCO₂**, variabel kepadatan penduduk dapat diturunkan menjadi **889,5 Jiwa/Ha**, dengan asumsi variabel kepadatan terbangun dan keragaman guna lahan tetap.
2. Selain itu, variabel kepadatan terbangun dapat dinaikkan menjadi **637,1%** dengan asumsi variabel kepadatan penduduk dan keragaman guna lahan tetap.
3. Begitu juga dengan peningkatan indeks keragaman guna lahan, dapat ditingkatkan menjadi **4,2** dengan asumsi variabel kepadatan penduduk dan kepadatan terbangun tetap.

Cluster ini memiliki karakteristik kepadatan penduduk, kepadatan terbangun dan keragaman guna lahan sedang. Berdasar skenario model regresi, semua skenario dapat dilakukan, karena pada beberapa kelurahan pada *cluster* 2 masih bisa ditemukan lahan kosong untuk menambah kepadatan terbangun dan menambah keragaman guna lahan, sedangkan untuk pengurangan kepadatan

penduduk, pada beberapa kelurahan, dapat dilakukan pemerataan distribusi penduduk.

Untuk mengurangi kepadatan penduduk, yang dapat dilakukan adalah :

1. Melakukan pemerataan penduduk ke wilayah-wilayah yang belum berkembang.
2. Pemerataan penduduk dapat dilakukan dengan mendistribusikan penduduk kelurahan yang memiliki kepadatan penduduk diatas rata-rata kepadatan penduduk pada *cluster* 2 yakni Kelurahan Tlogowaru dan Klojen.

Untuk meningkatkan kepadatan terbangun, yang dapat dilakukan adalah :

1. Melakukan alih fungsi lahan pertanian non produktif menjadi permukiman, dilengkapi dengan penambahan fasilitas serta perdagangan jasa penunjang. (RDTR Malang, 2012).
2. Kepadatan terbangun dapat ditingkatkan pada kelurahan yang memiliki lahan pertanian lebih besar dibandingkan lahan terbangun, oleh karena itu pada *cluster* 2 kepadatan terbangun dapat dilakukan di Kelurahan Kedungkandang dan Madyopuro. Kedua kelurahan tersebut masih minim lahan terbangun sehingga alih fungsi lahan pertanian non produktif dapat dialih fungsikan.

Untuk meningkatkan keragaman guna lahan, yang dapat dilakukan adalah :

1. Melengkapi permukiman baru dengan fasilitas dan perdagangan jasa.
 2. Penambahan jenis perdagangan dan jasa juga bisa dilakukan dengan konsep *mix use building*.
 3. Peningkatan keragaman guna lahan dapat dilakukan pada seluruh keurahan yang masuk dalam *cluster 2*, namun perlu diprioritaskan pada Kelurahan Mulyorejo, karena indeks keragaman lahan Kelurahan Mulyorejo masih dibawah rata-rata indeks keragaman di *cluster 2*.
- c. *Cluster 3* atau *cluster* kekompakan ruang rendah

Menggunakan model regresi $Y = 6.167.233,715 + 42.771,992x_1 - 59.629,983x_2 - 9.039.849,863 x_3$ dimana Y diganti dengan total target emisi pada cluster 3 yaitu **73.120.194,5 KgCO₂**, maka skenario yang dapat dilakukan adalah :

1. Guna mencapai total target emisi sebesar **73.120.194,5 KgCO₂**, variabel kepadatan penduduk dapat diturunkan menjadi **1567,5 Jiwa/Ha**, dengan asumsi variabel kepadatan terbangun dan keragaman guna lahan tetap.
2. Selain itu, variabel kepadatan terbangun dapat dinaikkan menjadi **1122,8%** dengan asumsi variabel kepadatan penduduk dan keragaman guna lahan tetap.

3. Begitu juga dengan peningkatan indeks keragaman guna lahan, dapat ditingkatkan menjadi 7,4 dengan asumsi variabel kepadatan penduduk dan kepadatan terbangun tetap.

Karakteristik yang dimiliki *cluster* ini adalah kepadatan penduduk, kepadatan terbangun dan keragaman guna lahan rendah. Hal ini didukung dengan kondisi eksisting yang didominasi oleh lahan pertanian. Skenario model regresi pengurangan kepadatan penduduk kurang tepat untuk dilakukan karena kepadatan penduduk pada *cluster* ini cenderung rendah, namun *cluster* ini memiliki laju pertumbuhan penduduk tinggi sehingga perlu adanya pengawasan dan kontrol terhadap laju pertumbuhan penduduknya.

Untuk peningkatan kepadatan terbangun, hal yang dapat dilakukan adalah :

1. Mendukung langkah pemerintah mengenai pemerataan distribusi penduduk dengan cara pemindahan kantor pemerintahan ke wilayah selatan Kota Malang. Langkah yang dapat dilakukan adalah dengan membangun rumah dinas bagi pegawai pemerintah agar penduduk yang berada di tengah Kota Malang mau pindah ke wilayah selatan.
2. Menambah fasilitas maupun perdagangan jasa untuk mendukung perumahan dan permukiman baru.

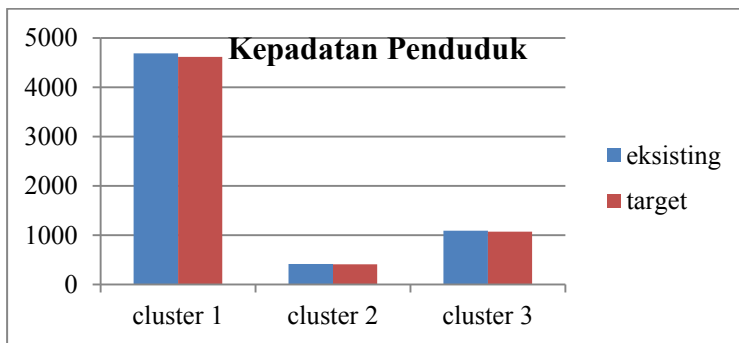
3. Guna mendukung pemerataan penduduk, alih fungsi lahan pertanian non produktif dapat dilakukan untuk permukiman baru dan juga pembangunan fasilitas pendukung.
4. Skenario penambahan kepadatan terbangun perlu dilakukan di Kelurahan Tasikmadu dan Kelurahan Wonokoyo karena kepadatan penduduk pada kelurahan tersebut masih dibawah rata-rata kepadatan penduduk di *cluster* 3. Pada kondisi eksisting 2 kelurahan tersebut juga masih didominasi oleh lahan pertanian, sehingga sangat berpotensi untuk alih fungsi lahan pertanian non produktif.

Untuk peningkatan keragaman guna lahan, yang dapat dilakukan adalah :

1. Menambah perdagangan jasa untuk memenuhi kebutuhan penduduk di permukiman yang baru.
2. Mendukung langkah pemerintah untuk merelokasi kantor pemerintahan ke wilayah selatan Kota Malang.
3. Penambahan perdagangan jasa maupun perkantoran juga bisa menggunakan konsep *mix use building*.
4. Peningkatan keragaman guna lahan dapat dilakukan di setiap kelurahan pada *cluster* 3, namun Kelurahan Wonokoyo perlu diprioritaskan, karena indeks keragaman

guna lahannya masih jauh dibawah rata-rata.

Berdasar skenario tersebut, secara ringkas dapat dilihat pada grafik berikut :

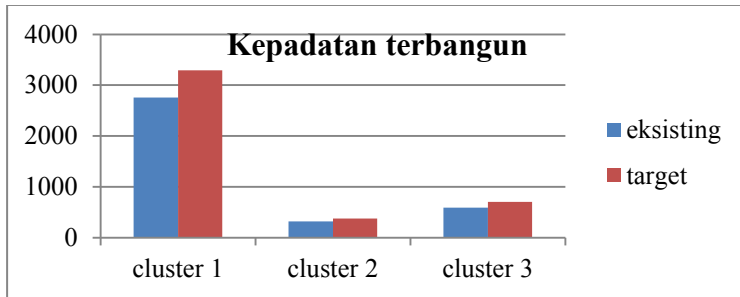


Gambar 2.22 Grafik Penurunan Kepadatan Penduduk Tiap Cluster

Sumber : Hasil Analisa, 2016

Jika dilihat pada grafik diatas, penurunan variabel kepadatan penduduk pada cluster 1 yakni sebesar **70 jiwa/Ha**, pada cluster 2 kepadatan penduduk dapat diturunkan sebesar **6 jiwa/Ha** dan pada cluster 3 kepadatan penduduk dapat diturunkan sebesar **16 jiwa/Ha**. apabila dirata-rata berdasar jumlah kelurahan pada tiap cluster, maka tiap kelurahan pada cluster 1 dapat menurunkan kepadatan penduduknya sebesar **2 jiwa/Ha**, tiap kelurahan pada cluster 2 dapat menurunkan jumlah penduduknya sebesar **1 jiwa/Ha** dan tiap kelurahan pada cluster 3 dapat menurunkan kepadatan penduduknya sebesar **2 jiwa/Ha**. Target penurunan ini, adalah target penurunan ideal sebesar 2,22%, namun mengingat bahwa penurunan kepadatan

penduduk tidak mudah dilakukan, maka untuk mencapai target penurunan sebesar 2,22% dapat dimaksimalkan melalui skenario mitigasi pada variabel kepadatan lahan terbangun atau keragaman guna lahan.

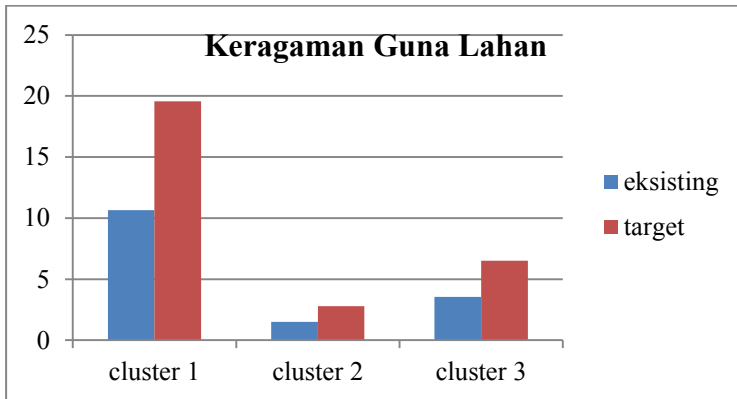


Gambar 2.23 Grafik Peningkatan Kepadatan Lahan terbangun Tiap Cluster

Sumber : Hasil Analisa, 2016

Pada grafik diatas dapat dilihat target peningkatan kepadatan lahan terbangun pada tiap cluster. Pada cluster 1, target peningkatan kepadatan lahan terbangun sebesar **533%**, pada cluster 2 dapat ditingkatkan sebesar **61%** dan pada cluster 3 dapat ditingkatkan sebesar **113%**. Pada cluster 1 peningkatan kepadatan lahan terbangun terlihat tidak mungkin dilakukan, karena peningkatannya sebesar 533%, namun perlu diingat bahwa jumlah kelurahan pada cluster 1 sebanyak 34 kelurahan sehingga jika di rata-rata maka tiap kelurahan perlu meningkatkan kepadatan lahan terbangunnya sebesar **15%**. Pada cluster 2 dengan target peningkatan sebesar 61% serta jumlah kelurahan sebanya 7, apabilla dirata-rata maka tiap kelurahan perlu meningkatkan kepadatan lahan terbangunnya sebesar **9%** dan pada cluster 3 dengan target 113% dengan

jumlah kelurahan sebanyak 13, maka tiap kelurahan erlu meningkatkan sebesar **9%**. Skenario peningkatan kepadatan lahan terbangun ini sangat mungkin dilakukan, terutama pada cluster 2 dan 3 dimana pada cluster tersebut kondisi eksistingnya masih didominasi pertanian.



Gambar 2.24 Grafik Peningkatan Indeks Keragaman Guna Lahan Tiap Cluster

Sumber : Hasil Analisa, 2016

Pada variabel keragaman guna lahan cluster 1 perlu meningkatkan indeks keragaman guna lahannya sebesar **9**, pada cluster 2 indeks keragaman guna lahan dapat ditingkatkan sebesar **2**, sedangkan pada cluster 3 indeks keragaman guna lahan dapat ditingkatkan sebesar **3**. Apabila target peningkatan indeks keragaman guna lahan tersebut dirata-rata menurut jumlah kelurahan pada setiao cluster, maka tiap kelurahan pada cluster 1 dapat meningkatkan indeks keragaman guna lahannya sebesar **0,3**, tiap kelurahan pada cluster 2 dapat meningkatkan indeks keragaman guna lahannya sebesar **0,3**.

Sedangkan tiap kelurahan pada cluster 3 perlu meningkatkan indeks keragaman guna lahannya sebesar **0,2**. Skenario peningkatan indeks keragaman guna lahan ini dapat dimaksimalkan pada cluster 2 dan cluster 3 seiring dengan peningkatan kepadatan lahan terbangunnya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

- a. Data variabel-variabel kekompakan ruang untuk digunakan dalam analisis cluster hirarki

Kelurahan	Kepadatan Penduduk	Kepadatan Terbangun	Ketersediaan Fasilitas	Keragaman Tata Guna Lahan	Laju Pertumbuhan Penduduk
Arjosari	83,26	93,46	76	0,14	4,5
Bandulan	71,81	78,69	85	0,04	3,6
Bandung rejosari	114,36	83,61	118	0,08	2,7
Bareng	173,27	83,59	115	0,51	-0,1
Blimbing	74,14	73,17	97	0,21	-4
Bunulrejo	151,76	89,14	140	0,26	0,3
Ciptomulyo	143,82	70,77	203	0,23	-6,5
Dinoyo	147,12	68,55	174	0,42	3
Gadang	93,88	48,74	87	0,68	-0,6
Gading kasri	164,07	84,09	71	0,42	1,3
Jodipan	248,60	89,23	33	0,24	-2,8
Karang besuki	58,35	95,40	64	0,48	0,8
Kasin	141,68	96,44	126	0,62	-0,3
Kauman	163,12	73,39	232	0,39	-0,4
Kidul dalem	221,80	62,23	171	0,66	-0,2
Kota lama	54,54	96,52	64	0,17	-0,5
Lowokwaru	141,98	95,06	39	0,12	-1,2
Mergosono	317,63	96,85	41	0,13	0,1
Mojolangu	86,63	87,94	129	0,12	-0,05

Kelurahan	Kepada tan Penduk uk	Kepada tan Terban gun	Ketersedi aan Fasilitas	Keraga man Tata Guna Lahan	Laju Pertumb uhan Pendudu k
Oro-oro dowo	100,84	74,82	114	0,5	-1,7
Pandanwan gi	73,73	72,74	117	0,5	2,9
Penanggun gan	221,32	98,10	77	0,28	-0,04
Pisang candi	86,94	86,49	62	0,1	-3,9
Polehan	178,50	85,83	36	0,35	1,2
Polowijen	74,89	67,03	66	0,43	2,3
Purwantoro	121,24	97,48	87	0,09	-1,7
Purwodadi	118,86	79,66	97	0,35	-1
Sama'an	205,50	67,15	56	0,42	-0,6
Sawojajar	161,12	90,39	60	0,37	0,7
Sukoharjo	194,23	36,24	98	0,59	-0,1
Sukun	142,77	83,83	101	0,09	-1,7
Tanjungrej o	272,89	86,60	61	0,16	0,7
Tlogomas	32,08	86,46	44	0,14	9,4
Tulusrejo	46,83	78,74	160	0,35	-0,8
Arjowinan gun	35,29	39,57	215	0,3	2,1
Kedungkan dang	36,09	27,03	245	0,34	1
Klojen	73,49	90,72	376	0,4	-12,7
Madyopuro	41,06	34,31	202	0,12	-0,7
Mulyorejo	50,10	53,41	260	0,07	1,3
Rampal celaket	136,10	35,86	389	0,26	-0,04
Tlogowaru	46,51	35,05	289	0,02	7,9
Bakalankra jan	42,23	44,16	45	0,01	0,2
Balearjosar	52,52	43,76	64	0,29	3,5

Kelurahan	Kepadatan Penduduk	Kepadatan Terbangun	Ketersediaan Fasilitas	Keragaman Tata Guna Lahan	Laju Pertumbuhan Penduduk
i					
Bumiayu	39,66	32,56	112	0,03	2,3
Buring	21,24	24,78	80	0,18	8,2
Cemorokandang	21,08	26,64	104	0,12	3,2
Jatimulyo	81,60	63,75	96	0,27	1,5
Kebonagung	65,92	62,99	114	0,31	5,2
Ketawanggede	138,27	37,66	25	0,25	5,1
Ksatrian	186,16	26,25	117	0,27	0,4
Lesanpuro	63,97	38,75	86	0,15	2,2
Merjosari	48,44	31,49	48	0,44	4,3
Sumbersari	127,91	43,14	48	0,43	5,1
Tasikmadu	68,01	9,13	85	0,13	4,2
Tunggulwulung	85,94	33,55	69	0,38	4,9
Tunjungsekar	39,39	59,18	71	0,19	2,5
Wonokoyo	10,22	10,43	71	0,09	2,8

Dari hasil analisis tersebut, didapatkan hasil kelompok kluster sebagai berikut. Karena penelitian hanya membutuhkan 3 kluster saja, maka yang diambil adalah data 3 cluster.

Cluster Membership

Case	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1:ARJOSARI	1	1	1
2:BANDULAN	1	1	1
3:BANDUNG REJOSARI	1	1	1
4:BARENG	2	2	2
5:BLIMBING	1	1	1
6:BUNULREJO	2	2	2
7:CIPTOMULYO	2	2	2
8:DINOYO	2	2	2
9:GADANG	2	2	2
10:GADING KASRI	2	2	2
11:JODIPAN	2	2	2
12:KARANG BESUKI	2	2	2
13:KASIN	2	2	2
14:KAUMAN	2	2	2
15:KIDUL DALEM	2	2	2
16:KOTA LAMA	1	1	1
17:LOWOKWARU	1	1	1
18:MERGOSONO	2	2	2
19:MOJOLANGU	1	1	1
20:ORO-ORO DOWO	2	2	2

21:PANDANWANGI	2	2	2
22:PENANGGUNGAN	2	2	2
23:PISANG CANDI	1	1	1
24:POLEHAN	2	2	2
25:POLOWIJEN	2	2	2
26:PURWANTORO	1	1	1
27:PURWODADI	2	2	2
28:SAMA'AN	2	2	2
29:SAWOJAJAR	2	2	2
30:SUKOHARJO	2	2	2
31:SUKUN	1	1	1
32:TANJUNGREJO	2	2	2
33:TLOGOMAS	1	1	1
34:TULUSREJO	2	2	2
35:ARJOWINANGUN	3	3	1
36:KEDUNGKANDANG	3	3	1
37:KLOJEN	3	3	1
38:MADYOPURO	3	3	1
39:MULYOREJO	3	3	1
40:RAMPAL CELAKET	3	3	1
41:TLOGOWARU	3	3	1
42:BAKALANKRAJAN	4	1	1
43:BALEARJOSARI	4	1	1

44:BUMIAYU	4	1	1
45:BURING	4	1	1
46:CEMORO KANDANG	4	1	1
47:JATIMULYO	1	1	1
48:KEBONAGUNG	1	1	1
49:KETAWANG GEDE	4	1	1
50:KSATRIAN	2	2	2
51:LESANPURO	4	1	1
52:MERJOSARI	4	1	1
53:SUMBERSARI	4	1	1
54:TASIKMADU	4	1	1
55:TUNGGUL WULUNG	4	1	1
56:TUNJUNG SEKAR	1	1	1
57:WONOKOYO	4	1	1

b. Kuisisioner Penelitian

Kuisisioner Survey Pola Pergerakan dan Preferensi Masyarakat



Survey ini dilakukan dalam rangka penelitian untuk mata kuliah Tugas Akhir. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kekompakan ruang terhadap perilaku perjalanan masyarakat dan dampaknya pada tingkat emisi gas rumah kaca Kota Malang. Atas kesediaan anda dalam mengisi kuisisioner ini, diucapkan terimakasih.

HOME INTERVIEW

NOMOR :

I. DATA RESPONDEN

Nama :

Umur :

Nama Perumahan :

Alamat :

RT/RW :

Desa/Kelurahan :

Kabupaten/Kota :

Nomor Telepon :

Kepemilikan Kendaraan : -
-
-

Tingkat Pendapatan : a. < Rp 2.000.000
b. Rp 2.000.000 – Rp 5.000.000
c. > Rp 5.000.000

II. POLA PERGERAKAN (RUTIN)

Hari	Anggota Keluarga	Jenis Aktivitas	Lokasi/Alamat Tempat Beraktivitas	Jarak Tempuh (Km)	Jenis Penggunaan Kendaraan
A		B	C	D	E
Pada rata-rata hari kerja (Senin-Jum'at)					
Pada rata-rata hari libur (Sabtu-Minggu)					

Kolom B

1 = Bekerja
 2 = Sekolah
 3 = Belanja
 4 = Rekreasi
 5 = Lain-lain
 (Sebutkan.....)

Kolom C

Mohon diisi alamat tujuan dengan lengkap

Kolom D

Jarak rumah ke tempat tujuan (perkiraan)

Kolom E

1 = Sepeda Motor
 2 = Mobil
 3 = Sepeda
 4 = Berjalan Kaki
 5 = Angkutan Umum

Jenis Penggunaan Kendaraan	Jenis Bahan Bakar	Banyak Bahan Bakar (Liter/Bulan)	Biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar (Rp/Bulan)
E	F	G	H

Kolom E

1 = Sepeda Motor
 2 = Mobil
 5 = Sepeda
 6 = Berjalan Kaki

Kolom F

1 = Bensin
 2 = Solar
 3 = Pertamina
 4 = Lainnya
 (Sebutkan.....)

Kolom G

Jumlah Bahan Bakar yang digunakan (perkiraan)

c. Hasil survey kuisioner

Nama	Kelurahan	Rata-Rata Jarak tempuh	Penggunaan bahan bakar	Banyak bahan bakar/Bulan
anggi	arjosari	13	premium	40
tiayah	bandulan	20	premium (bensin)	60
roihan	bandulan	10	premium (bensin)	30
indri	bandungrejosari	33	premium (bensin)	100
ridwan	bandungrejosari	7	premium (bensin)	20
wulan	bandungrejosari	5	premium (bensin)	15
agus	bareng	5	premium	15
rudi	bareng	5	premium	15
supriyadi	blimbing	4	premium	13
Supartono	bunulrejo	4	premium	62
Rani	bunulrejo	8	premium	12
Aning	bunulrejo	18	premium (bensin)	23
Bakri	ciptomulyo	15	premium (bensin)	53
hasya aghnia	dinoyo	7	premium (bensin)	45
wisnu bakhtiar	dinoyo	7	pertamax (bensin)	20
ilma amalia	gadang	6	premium	20
Ahmad	gadang	17	pertamax (bensin)	17
M. Rizal Fahrudin	Gading Kasri	7	premium	52

junaidi	Gading Kasri	5	premium	21
leni	jodipan	4	premium (bensin)	15
sumiati	karangbesuki	7	premium (bensin)	13
fitri	karangbesuki	4	premium	21
heri	kasin	3	premium	10
subhan	kasin	4	premium	11
wildan	kauman	14	premium (bensin)	42
Zaenal	kauman	9	premium	27
Slamet	kidul dalem	9	premium	26
siti romlah	kota lama	8	premium	23
Salha	kota lama	13	premium	38
Arif	kota lama	10	premium	30
Irfan	lowokwaru	7	premium (bensin)	20
maria ulfah	lowokwaru	3	premium (bensin)	8
dina elok	mergosono	3	premium (bensin)	10
salamah	mergosono	8	premium	25
Amelia	mojolangu	3	premium (bensin)	10
Aminah	mojolangu	4	pertamax (bensin)	13
Agus	mojolangu	5	premium	16
Endang	oro-oro dowo	4	premium	12
Rina	oro-oro dowo	15	premium	44
Indah	pandanwangi	7	premium	20
Akbar	pandanwangi	10	pertalite (bensin)	30

Eko	pandanwangi	13	premium	40
Wawan	penanggungan	5	premium (bensin)	16
Dimas	penanggungan	4	premium (bensin)	13
Ryan	pisang candi	6	premium	18
Tarjo	pisang candi	7	premium	20
Wandi	polehan	9	pertamax (bensin)	26
Tari	polehan	22	premium	66
Sigit	polowijen	13	premium	40
Siti	purwanto	78	premium	233
Lina	purwanto	58	premium	173
Fitri	purwanto	62	premium	186
Ayu	purwodadi	29	premium	86
Ari	purwodadi	33	pertamax (bensin)	100
bagus	samaan	7	premium (bensin)	20
Candra	sawojajar	16	premium	48
Yuli	sawojajar	11	premium	32
Azizah	sawojajar	6	premium (bensin)	17
Aminah	sukoharjo	3	pertamax (bensin)	10
Supriyadi	sukun	12	premium (bensin)	36
Khoirul	sukun	10	premium (bensin)	30
Tegar	tanjungrejo	2	premium (bensin)	6
Muhidin	tanjungrejo	3	premium (bensin)	10
Joko	tanjungrejo	11	premium (bensin)	32

Supali	tulusrejo	8	premium	24
Nurul	tulusrejo	11	premium	32
Aris	tlogomas	8	pertamax (bensin)	23
yusuf	tlogomas	10	premium	31
supii	arjowinangun	25	premium (bensin)	346
joko	arjowinangun	9	premium (bensin)	26
siti indasa	arjowinangun	35	premium (bensin)	106
Fendi	arjowinangun	21	premium	63
Ika	arjowinangun	7	premium	22
Sukati	arjowinangun	18	premium	53
Sri lestari	arjowinangun	30	premium	89
Bima	arjowinangun	5	premium	16
Arman	arjowinangun	10	premium	31
Dani	arjowinangun	8	premium	24
Dewi	kedungkandang	27	premium (bensin)	180
Dina	kedungkandang	37	premium	112
Sukirman	kedungkandang	6	premium	18
Ida	kedungkandang	6	premium	17
Heri	kedungkandang	18	premium	54
Ngadiman	kedungkandang	7	premium	22
Mijan	kedungkandang	7	premium	21
Haris	kedungkandang	33	premium	98
Prpto	kedungkandang	18	premium	53

Kristnto	kedungkandang	8	premium	23
hasna	klojen	11	pertamax (bensin)	32
Ferdi	klojen	9	premium	26
Salamah	klojen	7	premium	22
Sunarsih	klojen	34	premium	102
Nuri	klojen	15	premium	45
betridian	madyopuro	5	premium (bensin)	16
eko b anugroh	madyopuro	16	premium (bensin)	48
Indri	madyopuro	8	premium	23
Rahman	madyopuro	7	premium	21
Retno	madyopuro	28	premium	85
Alfian	madyopuro	14	premium	43
Ilham	madyopuro	5	premium	15
Prasetyo	madyopuro	7	premium	21
Felicia	madyopuro	8	premium	23
Deka	madyopuro	8	premium	25
Nanda	madyopuro	25	premium	74
Nadia	madyopuro	7	premium	22
Dwiki	madyopuro	8	premium	23
Zaky	madyopuro	7	premium	21
Aditya	madyopuro	18	premium	53
Widya	madyopuro	16	premium	48
Rizki	madyopuro	36	premium	108

Ery	mulyorejo	8	premium (bensin)	24
Lutfi	mulyorejo	8	premium	25
Fikri	mulyorejo	6	premium	19
Rizki	mulyorejo	7	premium	21
Meta	mulyorejo	15	premium	46
Tessa	mulyorejo	31	premium	94
Dona	mulyorejo	8	premium	24
Ridwan	mulyorejo	26	premium	78
Faisal	mulyorejo	7	premium	21
Septyan	mulyorejo	5	premium	14
Hakam	mulyorejo	21	premium	62
Ade	mulyorejo	9	premium	27
Pandu	mulyorejo	6	premium	17
Putra	mulyorejo	9	premium	26
ristiana	rampal celaket	4	premium	13
Wulan	rampal celaket	13	premium	40
samsudin	rampal celaket	11	premium	32
anindia	rampal celaket	6	premium	19
Anditya	rampal celaket	7	premium	21
Samsul	rampal celaket	19	premium	56
Sari	rampal celaket	8	premium	23
tasup	tlogowaru	9	premium (bensin)	26
Tutik	tlogowaru	3	premium (bensin)	10

bambang	tlogowaru	10	premium (bensin)	30
Yuli	tlogowaru	13	premium (bensin)	40
Robi	tlogowaru	9	premium	27
Heru	tlogowaru	9	premium	26
Emi	bakalan krajan	5	premium (bensin)	15
muslimin	bakalan krajan	7	premium (bensin)	20
Soleh	bakalan krajan	20	premium (bensin)	60
sumiani	balearjosari	31	premium	93
tamiasih	balearjosari	6	premium	18
ngatemi	balearjosari	9	premium	26
marsiti	bumiayu	28	premium (bensin)	210
roh	bumiayu	38	premium (bensin)	113
rokimah	bumiayu	10	premium (bensin)	30
Diana	bumiayu	8	premium	23
Yuda	bumiayu	9	premium	27
Jono	buring	40	premium	120
Wadi	buring	9	premium, solar	26
dwi putri	buring	25	premium	74
Raditya	buring	11	premium	33
karima nadiyah	cemorokandang	40	premium (bensin)	120
M. Ali	cemorokandang	11	premium	32
Sannah	cemorokandang	9	premium	27
Umi	cemorokandang	21	premium	64

Sri	jatimulyo	8	premium (bensin)	25
bahwon	jatimulyo	4	premium (bensin)	12
Ulfa	jatimulyo	5	premium (bensin)	15
Erna	jatimulyo	8	premium	25
Herno	jatimulyo	7	premium	21
Henny	jatimulyo	11	premium	34
Andika	jatimulyo	21	premium	63
Suparman	kebonsari	7	premium	21
Suutardi	kebonsari	8	premium	23
Sumar	kebonsari	21	premium	64
Sirin	kebonsari	8	premium	24
naomi amelia	ketawanggede	17	premium (bensin)	52
nilna minhatillah	ketawanggede	12	premium (bensin), solar	36
Erwan	ketawanggede	8	premium	23
Etik	ksatrian	5	premium	16
adi suyono	ksatrian	13	premium	40
Rohana	ksatrian	4	premium	13
Tumin	ksatrian	7	premium	21
Yuyun	lesanpuro	4	premium (bensin)	12
sumiarti	lesanpuro	3	premium	10
Indah	lesanpuro	17	premium	50
Rini	lesanpuro	8	premium	24

Krisna	lesanpuro	32	premium	96
Yoga	lesanpuro	8	premium	23
Ihsan	lesanpuro	10	premium	31
peni sriwahyu	merjosari	4	premium (bensin)	12
Adelia	merjosari	37	premium (bensin)	112
amalia hasyyati	merjosari	13	premium (bensin)	40
Dilla	merjosari	34	premium (bensin)	103
Junaidi	merjosari	11	premium	32
Andik	merjosari	39	premium	118
Deliana	merjosari	8	premium	24
Eli	sumbersari	10	premium (bensin)	30
Halimah	sumbersari	13	premium (bensin)	40
dasiran	sumbersari	27	premium (bensin)	80
Intan	sumbersari	7	premium	20
Adji	sumbersari	10	premium	31
Saiful	sumbersari	33	premium	98
heru santoso	tasikmadu	7	premium (bensin)	20
Reza	tasikmadu	9	premium	27
muhammad fahrus	tunjung sekar	5	premium (bensin)	16
Fifi	tunjungsekar	6	premium (bensin)	18
Syahrul	tunjungsekar	8	premium	23
Khojar	tunjungsekar	9	premium	28
Alam	tunjungsekar	7	premium	21

Dewi	tunggulwulung	34	premium	102
Yuni	tunggulwulung	10	premium	31
rosidah	wonokoyo	8	premium (bensin)	23
siti koriah	wonokoyo	27	premium (bensin)	80

d. Output hasil analisis model regresi linier berganda

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.635 ^a	.404	.370	4.66527E6	1.833

a. Predictors: (Constant), keragaman tata guna lahan, kepadatan terbangun, kepadatan penduduk

b. Dependent Variable: emisi all

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7.806E14	3	2.602E14	11.956	.000 ^a
	Residual	1.154E15	53	2.176E13		
	Total	1.934E15	56			

a. Predictors: (Constant), keragaman tata guna lahan, kepadatan terbangun, kepadatan penduduk

b. Dependent Variable: emisi all

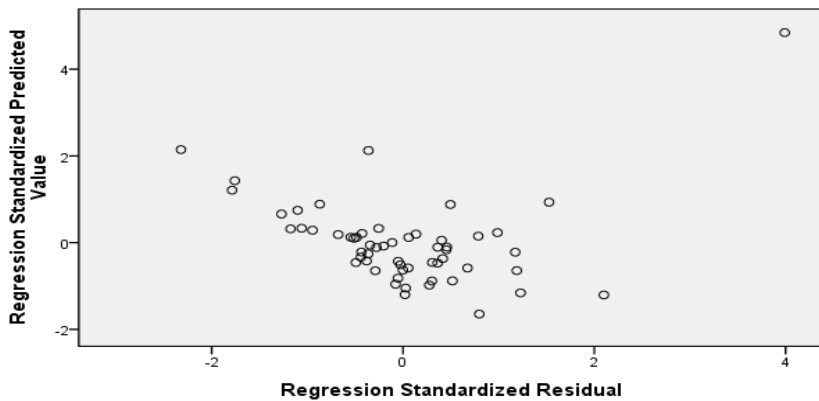
Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
	1 (Constant)	6167233.715	1880371.413				3.280	.002		
kepadatan penduduk	42771.922	7712.138	.682	5.546	.000	.527	.606	.588	.745	1.343
kepadatan terbangun	-59629.983	27864.708	-.263	-2.140	.037	.058	-.282	-.227	.745	1.342
keragaman tata guna lahan	-9039849.863	3658006.190	-.263	-2.471	.017	-.227	-.321	-.262	.990	1.010

a. Dependent Variable: emisi all

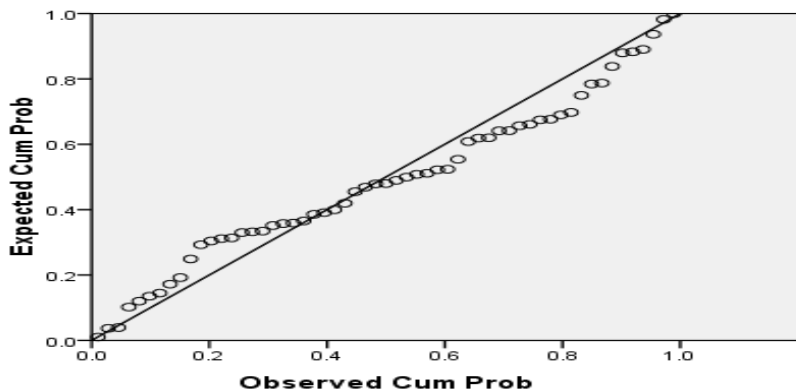
Scatterplot

Dependent Variable: emisi all



Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable: emisi all



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis di Kota Malang, didapatkan 3 kelompok cluster kekompakan ruang, yakni kekompakan ruang tinggi, kekompakan ruang rendah dan kekompakan ruang sedang. Terdapat 34 kelurahan masuk dalam kategori cluster kekompakan tinggi, 7 kelurahan masuk dalam kategori kekompakan sedang dan 16 kelurahan masuk dalam kategori kekompakan ruang rendah.
2. Berdasarkan data jarak tempuh serta konsumsi energi dan berdasar hasil analisis *bivariate correlation* dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara jarak tempuh dengan konsumsi energi, dimana semakin besar jarak tempuh, maka konsumsi energinya juga semakin besar.
3. Dari hasil perhitungan tingkat emisi menggunakan rumus emisi dari IPCC dan menggunakan data rata-rata total konsumsi bahan bakar (sampel) di Kota Malang, didapatkan hasil rata-rata total emisi (sampel) pada *cluster* 1 atau kekompakan ruang relatif tinggi sebesar **19,7 Kg CO₂/Minggu**. Pada *cluster* 2 atau *cluster* kekompakan ruang sedang, memiliki tingkat emisi sebesar **25,9 Kg CO₂/Minggu**. Pada *cluster* 3

atau *cluster* kekompakan ruang rendah, memiliki jumlah emisi sebesar **26 Kg CO₂/Minggu**.

4. Hasil analisis regresi untuk menganalisis hubungan variabel kekompakan ruang dengan tingkat emisi yang telah memenuhi uji asumsi klasik, didapatkan model regresi yakni $Y = 6.167.233,715 + 42.771,992x_1 - 59.629,983x_2 - 9.039.849,863 x_3$ dimana variabel Y adalah total emisi, X_1 adalah kepadatan penduduk, X_2 adalah kepadatan lahan terbangun dan X_3 adalah indeks keragaman guna lahan.
5. Berdasar model regresi yang telah didapat, skenario mitigasi untuk menurunkan tingkat emisi sebesar 2,22% yang dapat dilakukan pada cluster 1 yang dapat dilakukan adalah menurunkan kepadatan penduduk sebesar **70 jiwa/Ha**, meningkatkan kepadatan terbangun sebesar **533%** dan meningkatkan indeks keragaman guna lahan sebesar **9**. Pada cluster 2 yang dapat dilakukan adalah menurunkan kepadatan penduduk sebesar **6 jiwa/Ha**, meningkatkan kepadatan terbangun sebesar **61%**, dan meningkatkan indeks keragaman guna lahan sebesar **2**. Pada cluster 3 yang dapat dilakukan adalah menurunkan kepadatan penduduk sebesar **16 jiwa/Ha**, meningkatkan kepadatan terbangun sebesar **113%**, dan meningkatkan indeks keragaman guna lahan sebesar **3**.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan yakni :

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut dan dapat mempertimbangkan variabel-variabel kekompakan ruang lainnya agar hasil penelitian bervariasi.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan alat analisis lain, yang juga mampu mempertimbangkan pemangku kepentingan yang lain mengenai mitigasi emisi gas rumah kaca khususnya pada sektor transportasi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati. 2009. Travel Pattern Alteration in City of Developing Country due to Sustainable Transportation. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.7
- Axisa et al. 2012. Migration, urban growth and commuting distance in Toronto's commuter shed. Area Vol. 44 No. 3, pp. 344–355
- Bappeda. (2012). *Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK) Provinsi Jawa Timur*.
- Bappenas. (2010). *Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK)*. Republik Indonesia.
- BPS. (2015). *Kota Malang dalam Angka*. Malang: Badan Pusat Statistik.
- ÇALIKAN, O. (2004). *Urban Compactness: A Study of Ankara Urban Form*. Turki: Middle East Technical University.
- Erling Holden, I. T. (2005). Three Challenges for the Compact City as a Sustainable Urban Form: Household Consumption of Energy and Transport in Eight Residential Areas in the Greater Oslo Region. *Urban Studies Vol. 42*, 2145-2166.
- IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* : vol 2
- K.D.M. Erli Handayani, E. B. (2014). Pengaruh Urban Compactness Terhadap Tingkat Emisi Karbon pada Sektor Transportasi Berbasis Rumah Tangga di Kota Surabaya.

- KemenLH. (2009). *Emisi Gas Rumah Kaca dalam Angka*. Jakarta: Asisten Deputi Urusan Data dan Informasi Lingkungan Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Mahriyar, Z. (2010). *Konsep Penataan Ruang Kota Surabaya Berdasarkan Efektifitas Urban Compactness Serta Konsep Penataan Pola Ruang dan Transportasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Malang, B. K. (2015). *Kota Malang dalam Angka*. Malang: Badan Pusat Statistik.
- Mike Jenks, E. B. (1996). *The Compact City : A Sustainable Form?* United Kingdom: Spon Press.
- Naharia, O. 2008. Memberikan Pemahaman Kepada Masyarakat Kabupaten Sangahe Tentang Pemanasan Global dan Dampak Yang Ditimbulkannya, *Abdimas Vol. 1 No. 2 Desember 2008 Hal. 27–40*.
- Neuman. (2005). The Compact City Fallacy. *Journal of Planning Education and Research*, 11-26.
- Newman, K. (1989). Gasoline Consumption and Cities.
- Noeng Muhadjir, *Metodologi Penelitian Kualitatif Edisi IV*, (Yogyakarta : Rake Sarasin, 2002), h.148
- Oliviera. 2009. The Implementation of Climate Change Related Policies at The Subnational Level: An Analysis of Three Countries in Elsevier, *Habitat International 33 (2009) 253–259*.
- Rachmadita, S.O. 2009. Arahan Kebijakan Modal Shift Kendaraan Pribadi ke Bus Kota untuk Pekerja

Ulang-Alik Sidoarjo-Surabaya di Kecamatan Waru. Surabaya

Roychansyah, M, S. 2006. Paradigma Kota Kompak: Solusi Masa Depan Tata Ruang Kota?. INOVASI, Vol.7/XVIII/Juni 2006. Persatuan pelajar indonesia (PPI) Jepang

William Chandler, R. S. (2002). *Climate Change Mitigation in Developing Countries*.

William P. Anderson, P. S. (1996). Urban Form, Energy and the Environment: A Review of Issues, Evidence and Policy. *Urban Studies Vol. 33*, 7-35.

Wikantiyoso, H. 2013. Membangun Partisipasi Masyarakat Demi Menata Kota. Koran Malang Pos. Malang

IEA. 2013. *Energy Use (kg of oil equivalent per capita)*. Available:

<http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE>

<http://www.paklim.org/index.php/id/about/climate-change-strategies-in-cities/strategy-in-malang.html>. Diakses pada Desember 2015

<http://www.wri.org/blog/2014/05/history-carbon-dioxide-emissions>. Diakses pada Desember 2015

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Indah Wahyuning Prihastuty, dilahirkan di Kota Surabaya, 21 Oktober 1994 dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Al-Ikhlas Kota Surabaya, SDN Dukuh Pakis 2 Kota Surabaya, SMPN 4 Kota Surabaya serta SMAN 6 Kota Surabaya. Penulis menjadi mahasiswa ITS pada tahun 2012 dengan NRP 3612100017 melalui jalur SNMPTN Tulis. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di beberapa kegiatan himpunan, jurusan maupun institut serta aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Planologi ITS. Penulis aktif sebagai staff Departemen Dagri, dan pada tahun ketiga diamanahi sebagai sekretaris Departemen Dagri HMPL kepengurusan 2014/2015. Selain aktif dalam organisasi, penulis juga aktif dalam pengembangan minat dan bakat dengan menjadi anggota Tari Saman Planologi. Pada masa perkuliahan, penulis juga berpartisipasi dalam beberapa proyek, selain itu pada tahun ketiga, penulis juga mengikuti kerja praktik di PT. Proporsi Yogyakarta dan mendapat proyek penyusunan RTBL Kawasan Bendungan, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi DIY. Apabila terdapat kritik dan saran terhadap tugas akhir