



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RM184831

ANALISIS INDEKS VEGETASI UNTUK ESTIMASI RUANG TERBUKA HIJAU BERDASARKAN KEBUTUHAN OKSIGEN BERBASIS WEBGIS (Studi Kasus: Surabaya Timur)

STELLA INDRANAWASKI
NRP. 0331154000027

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - RM184831

**ANALISIS INDEKS VEGETASI UNTUK ESTIMASI RUANG
TERBUKA HIJAU BERDASARKAN KEBUTUHAN
OKSIGEN BERBASIS WEBGIS (STUDI KASUS:
SURABAYA TIMUR)**

STELLA INDRANAWASKI
NRP 0331154000027

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RM184831

**ANALYSIS OF VEGETATION INDEX FOR ESTIMATION
OF GREEN OPEN SPACES BASED ON OXYGEN NEEDS
USING WEBGIS (CASE STUDY: EAST SURABAYA)**

STELLA INDRANAWASKI
NRP 0331154000027

Advisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

Geomatics Engineering Department
Faculty of Civil, Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

ANALISIS INDEKS VEGETASI UNTUK ESTIMASI RUANG TERBUKA HIJAU BERDASARKAN KEBUTUHAN OKSIGEN BERBASIS WEBGIS (STUDI KASUS: SURABAYA TIMUR)

Nama Mahasiswa : Stella Indranawaski
NRP : 0331154000027
Departemen : Teknik Geomatika FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA., DESS

ABSTRAK

Ruang terbuka hijau (RTH) di suatu perkotaan yang merata dan proporsional menjamin keseimbangan ekosistem kota. Kota Surabaya merupakan kota metropolitan yang memiliki presentase penduduk tertinggi di Jawa Timur sebesar 7,38% sehingga kota Surabaya menjadi salah satu kota yang mengalami konversi dan konsesi lahan yang pesat setiap tahunnya. Meningkatnya jumlah penduduk mempengaruhi kebijakan pemerintah dalam pembukaan lahan baru yang dimanfaatkan untuk kawasan industri, pemukiman, dan sarana transportasi sehingga luas RTH mengalami penurunan dan mengakibatkan keseimbangan ekologi kota terganggu. Akibat dari penurunan jumlah luas RTH ini berbanding lurus dengan penurunan kualitas udara, salah satunya penurunan kadar oksigen dalam kota yang dibutuhkan pada proses respirasi pada manusia maupun proses pembakaran bahan bakar untuk industri dan kendaraan bermotor.

Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk menentukan luas RTH berdasarkan kebutuhan oksigen di kota Surabaya Timur. Pengamatan RTH dilakukan menggunakan citra satelit resolusi sangat tinggi, *Pleiades 1A* dengan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang mengidentifikasi total luas vegetasi

pada RTH yang terbagi menjadi kelas jarang, sedang, dan rapat serta non vegetasi berupa non RTH dan perairan. Untuk menentukan luas ruang terbuka hijau berdasarkan kebutuhan oksigen, digunakan metode *Gerarkis* dengan tiga parameter yaitu penduduk, kendaraan bermotor, dan industri. Kemudian hasil dari metode NDVI diklasifikasikan kembali berdasarkan jenis RTH yang ada pada wilayah perkotaan dengan metode *digitasi on screen* dan untuk hasil kebutuhan RTH berdasarkan kebutuhan oksigen ditampilkan dalam bentuk peta skala 1:5000 dan tampilan peta berbasis *WebGIS* yang dapat diakses oleh masyarakat luas.

Dari hasil pengukuran GCP didapatkan nilai RMSE 0,254 meter, nilai RMSE ICP sebesar 0,343 meter dan nilai CE90 sebesar 0,521 sehingga memenuhi standar ketelitian skala 1:5000 pada kelas 1. Untuk hasil dari pengolahan NDVI menunjukkan bahwa Surabaya Timur saat ini memiliki RTH eksisting seluas 1.914,11 ha atau 20,37% dari total luas Surabaya Timur dan berdasarkan perhitungan metode *Gerarkis*, kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh penduduk sebesar 705.334,18 kg/hari, kendaraan bermotor sebesar 312.975,79 kg/hari, dan industri sebesar 130.234,86 kg/hari sehingga luas RTH yang harus dipenuhi berdasarkan kebutuhan oksigen menggunakan metode *Gerrarkis* adalah 2.268,73 ha, sehingga diperlukan tambahan RTH sebesar 860,18 ha atau sebesar 3,77% dari total luas wilayah. Kecamatan yang perlu ditambahkan RTH adalah kecamatan Tambaksari, Gubeng, dan Tenggilis Mejoyo. Sedangkan untuk kecamatan yang sudah memiliki RTH yang cukup adalah kecamatan Mulyorejo, Sukolilo, Gunung Anyar, dan Rungkut. RTH di kota Surabaya Timur memiliki pola persebaran mengelompok dengan nilai T sebesar 0,86 yang mengelompok di kecamatan Sukolilo, Tambaksari, dan Mulyorejo. Hasil akhir dari penelitian ini dikembangkan menjadi sebuah publikasi berbasis *WebGIS* dengan domain rthsurabayatimur.com.

Kata kunci: Ruang Terbuka Hijau, Oksigen, WebGIS

**ANALYSIS OF VEGETATION INDEX FOR
ESTIMATION OF GREEN OPEN SPACES
BASED ON OXYGEN NEEDS USING WEBGIS
(CASE STUDY: EAST SURABAYA)**

Student Name : Stella Indranawaski
Student Number : 0331154000027
Department : Teknik Geomatika FTSLK – ITS
Advisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA., DESS

ABSTRACT

Green open spaces in a city that is evenly and proportionately guarantees the balance of the city ecosystem. The city of Surabaya is a metropolitan city that has the highest percentage of population in East Java at 7.38% so that the city of Surabaya is one of the cities that has a rapid conversion and land concessions every year. The increasing number of residents influences government policies in clearing new land that is used for industrial estates, settlements, and transportation facilities so that the area of open green space has decreased and resulted in disturbed ecological balance of the city. As a result of the decrease in the amount of open green space, it is directly proportional to the decrease in air quality, one of which is the decrease in oxygen levels in the city which is needed in the process of respiration in humans and the combustion process of fuel for industries and motor vehicles.

Therefore this study aims to determine the area of green open space based on oxygen demand in the city of East Surabaya. Green open spaces observations were carried out using very high resolution satellite imagery, Pleiades 1A with the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) method that identified the total vegetation area in open green space which was divided into rare, medium, and tight classes and non vegetation in the form of non green open space and waters. To determine the area of green

open space based on oxygen requirements, the Gerarkis method is used with three parameters, namely population, motorized vehicles, and industry. Then the results of the NDVI method are re-classified based on the types of open green space in urban areas with digitized on-screen methods and the results of green space requirements based on oxygen requirements are displayed in the form of 1: 5000 scale maps and WebGIS-based map displays that can be accessed by the public.

From the results of the GCP measurement, the RMSE value is 0.254 meters, the ICP RMSE value is 0.343 meters and the CE90 value is 0.521 so that it meets the 1: 5000 scale accuracy standard in class 1. For the results of NDVI processing, East Surabaya currently has 1,914, 11 ha or 20.37% of the total area of East Surabaya and based on the calculation of the Gerarkis method, the oxygen demand needed by the population is 705,334.18 kg / day, motorized vehicles are 312,975.79 kg / day, and industries are 130,234.86 kg / day days so that the width of RTH that must be met based on oxygen demand using the Gerrarkis method is 2,268.73 ha, so that additional green open spaces is needed at 860.18 ha or 3.77% of the total area. Subdistricts that need to add green open space are Tambaksari, Gubeng, and Tenggilis Mejoyo sub-districts. Whereas for sub-districts that already have adequate green open space are Mulyorejo sub-district, Sukolilo, Gunung Anyar and Rungkut. Green open spaces in East Surabaya city has a clustered distribution pattern with a T value of 0.86 which is clustered in Sukolilo, Tambaksari and Mulyorejo sub-districts. The final results of this study were developed into a WebGIS-based publication with domain rthsurabayatimur.com.

Keywords: Green Open Space, Oxygen, WebGIS

**ANALISIS INDEKS VEGETASI UNTUK ESTIMASI
RUANG TERBUKA HIJAU BERDASARKAN
KEBUTUHAN OKSIGEN BERBASIS WEBGIS
(STUDI KASUS: SURABAYA TIMUR)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
STELLA INDRANAWASKI
NRP. 0331154000027

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS
NIP. 19530527 198303 1 001



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian dengan judul “**Analisis Indeks Vegetasi Untuk Estimasi Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Kebutuhan Oksigen Berbasis WebGIS (Studi Kasus: Surabaya Timur)**” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu prasyarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Selama pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari peran serta berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, alm. Bapak Tatag Budi Hernowo, dan Ibu Yayuk Indrayani, adik penulis Dwi Septa Indranawasta dan Trianova Indranawasza, serta keluarga penulis Bude Ninik yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materiil.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
3. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, ST., MSc., PhD., selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika FTSLK – ITS
4. Sahabat penulis, Faisal Adam Yudithia dan teman-teman PLH SIKLUS ITS yang selalu ada dan membantu dalam segala hal baik suka dan duka.
5. Saudara seperjuangan kos 3E no.7A, Aina, Kunny, Rere dan teman-teman G17 lainnya yang telah banyak memberi dukungan, semangat, dan bantuan moril dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman satu Laboratorium Geospasial lainnya yang selalu berbagi informasi.

7. Serta seluruh pihak yang sudah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis sadar laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna sehingga penulis sangat terbuka dengan segala saran dan masukan agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Laporan penelitian ini berisi mengenai kegiatan penelitian yang dilakukan selama satu semester dan disusun sesuai dengan pedoman sistematika penulisan laporan tugas akhir.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Ruang Terbuka Hijau (RTH).....	7
2.1.1 Fungsi Ruang Terbuka Hijau (RTH).....	9
2.1.2 Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan....	11
2.2 Oksigen.....	13
2.3 Penentuan Kebutuhan Oksigen	14
2.4 Kebutuhan Luas Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Kebutuhan Oksigen	16
2.5 Penginderaan Jauh.....	18
2.5.1 Definisi Penginderaan Jauh	18
2.5.2 Teknik Penginderaan Jauh.....	19
2.6 Citra Satelit <i>Pleiades</i>	21
2.7 <i>Strength of Figure</i> (SoF)	24
2.8 Titik Kontrol (GCP dan ICP)	25
2.8.1 <i>Ground Control Point</i> (GCP)	25
2.8.2 <i>Independent Control Point</i> (ICP)	26
2.9 Pengolahan Citra Satelit	27
2.9.1 Koreksi Geometrik	27

2.9.2	Ketelitian Geometrik	30
2.9.3	Koreksi Radiometrik.....	32
2.10	<i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i>	34
2.11	Klasifikasi Citra.....	35
2.12	Analisis Korelasi	37
2.13	Uji Ketelitian Klasifikasi.....	38
2.14	Sistem Informasi Geografis (SIG).....	41
2.14.1	Subsistem Sistem Informasi Geografis.....	42
2.14.2	<i>WebGIS</i>	43
2.15	Sistem Basis Data.....	44
2.15.1	Pengertian Sistem Basis Data	44
2.15.2	Komponen Sistem Basis Data	45
2.16	Uji Kelayakan Sistem.....	46
2.16.1	Fungsionalitas.....	46
2.16.2	Portabilitas	46
2.16.3	Teknik Analisis Deskriptif.....	47
2.17	Penelitian Terdahulu.....	48
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	51
3.1	Lokasi Penelitian	51
3.2	Data dan Peralatan.....	51
3.2.1	Data.....	51
3.2.2	Peralatan	52
3.3	Metodologi Penelitian	52
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	61
4.1	Data Citra.....	61
4.2	Pemotongan Citra	61
4.3	Pembuatan Desain Jaring dan Titik Kontrol.....	62
4.4	Koreksi Geometrik	63
4.5	Analisis Ketelitian Geometrik	64
4.6	Koreksi Radiometrik	66
4.7	Klasifikasi Berdasarkan Nilai Indeks Vegetasi	68
4.8	Luas RTH Eksisting Setiap Kecamatan.....	74

4.9	Kebutuhan Luas RTH Berdasarkan Kebutuhan Oksigen.....	76
4.9.1	Kebutuhan Oksigen untuk Penduduk	77
4.9.2	Kebutuhan Oksigen untuk Kendaraan Bermotor.....	78
4.9.3	Kebutuhan Oksigen untuk Industri.....	82
4.10	Kebutuhan Luas RTH dalam Memenuhi Kebutuhan Oksigen.....	83
4.11	Pola Persebaran RTH	84
4.12	Estimasi Kebutuhan RTH dalam Memenuhi Kebutuhan Oksigen	87
4.13	Analisis Korelasi Nilai NDVI Citra dengan NDVI Foto.....	91
4.14	Uji Ketelitian Klasifikasi.....	94
4.15	<i>WebGIS</i>	100
4.15.1	Uji Kelayakan Sistem	102
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		105
5.1	Kesimpulan.....	105
5.2	Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA.....		109
LAMPIRAN		115
BIODATA PENULIS.....		171

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Satelit <i>Pleiades 1A</i>	22
Gambar 2. 2 Satelit <i>Pleiades 1B</i>	22
Gambar 2. 3 Tahapan dalam melakukan koreksi geometrik	28
Gambar 2. 4 Diagram Sub-Sistem SIG	42
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian di Surabaya Timur.....	51
Gambar 3. 2 Metodologi Penelitian	53
Gambar 3. 3 Alur Pengolahan Data.....	56
Gambar 4. 1 Citra Satelit <i>Pleiades 1A</i>	61
Gambar 4. 2 Hasil Pemotongan Citra <i>Pleiades 1A</i>	62
Gambar 4. 3 Desain Jaring Citra Satelit <i>Pleiades 1A</i>	62
Gambar 4. 4 Hasil Koreksi Radiometrik	68
Gambar 4. 5 Tampilan NDVI Citra Satelit.....	69
Gambar 4. 6 Nilai Indeks Vegetasi Hasil Pengolahan NDVI.....	69
Gambar 4. 7 Pengolahan Citra <i>Pleiades 1A</i> Berdasarkan Klasifikasi	71
Gambar 4. 8 Klasifikasi Nilai Hasil Algoritma NDVI.....	71
Gambar 4. 9 Peta Kerapatan Ruang Terbuka Hijau	72
Gambar 4. 10 Peta Klasifikasi Ruang Terbuka Hijau (RTH).....	74
Gambar 4. 11 Hasil Analisis <i>Nearest-Neighbour</i> RTH di kota Surabaya Timur	84
Gambar 4. 12 Pola Persebaran Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya Timur	86
Gambar 4. 13 Peta Ketersediaan RTH Surabaya Timur.....	88
Gambar 4. 14 Hasil Foto Menggunakan Kamera NIR.....	91
Gambar 4. 15 Lokasi Uji Titik Sampel	92
Gambar 4. 16 Korelasi Nilai NDVI Foto dengan NDVI Citra <i>Pleiades 1A</i>	93
Gambar 4. 17 Persebaran Titik Sampel.....	96
Gambar 4. 18 Alur Pembuatan WebGIS	100
Gambar 4. 19 Tampilan WebGIS RTH Surabaya Timur	102

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Fungsi Ruang Terbuka Hijau (RTH).....	9
Tabel 2. 2 Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau pada Kawasan Perkotaan	11
Tabel 2. 3 Kebutuhan oksigen berdasarkan jenis kendaraan bermotor	15
Tabel 2. 4 Jumlah kebutuhan oksigen berdasarkan setiap konsumen	18
Tabel 2. 5 Spesifikasi Citra Satelit <i>Pleiades 1A</i>	23
Tabel 2. 6 Jumlah titik uji akurasi berdasarkan luas	27
Tabel 2. 7 Ketelitian Geometri Peta RBI.....	31
Tabel 2. 8 Tingkat kerapatan indeks vegetasi	35
Tabel 2. 9 Interpretasi koefisien korelasi	38
Tabel 2. 10 Nilai Keeratan Kesepakatan (SoF).....	41
Tabel 2. 11 Kriteria Presentase kelayakan	47
Tabel 2. 12 Penelitian Terdahulu	48
Tabel 4. 1 Nilai RMSE Citra <i>Pleiades 1A</i>	64
Tabel 4. 2 Hasil Uji Ketelitian Geometrik.....	65
Tabel 4. 3 Parameter Citra <i>Pleiades 1A</i> untuk Koreksi Atmosfer Metode 6SV.....	66
Tabel 4. 4 Koefisien Koreksi Atmosfer 6SV Citra <i>Pleiades 1A</i>	67
Tabel 4. 5 Luasan RTH Kota Surabaya Timur tahun 2018	70
Tabel 4. 6 Spesifikasi Ruang Terbuka Hijau (RTH)	73
Tabel 4. 7 Presentase Luas RTH terhadap Luas Wilayah kota Surabaya Timur 2018	75
Tabel 4. 8 Presentase Luas Non RTH terhadap Luas Wilayah kota Surabaya Timur 2018	75
Tabel 4. 9 Kebutuhan Oksigen berdasarkan Jumlah Penduduk tahun 2018.....	77
Tabel 4. 10 Jumlah Volume Kendaraan Bermotor Menurut Jenisnya	78

Tabel 4. 11 Klasifikasi Kendaraan Bermotor Menurut Penggunaan.....	80
Tabel 4. 12 Kebutuhan Oksigen Berdasarkan Jenis Kendaraan Bermotor	81
Tabel 4. 13 Jumlah Oksigen yang Dibutuhkan Kendaraan Bermotor di Surabaya Timur Tahun 2018.....	81
Tabel 4. 14 Jumlah Kebutuhan Oksigen Industri tahun 2018.....	82
Tabel 4. 15 Kebutuhan Oksigen Keseluruhan	83
Tabel 4. 16 Pola Persebaran RTH Setiap Kecamatan di Kota Surabaya Timur tahun 2018	85
Tabel 4. 17 Kebutuhan Luas RTH Berdasarkan Kebutuhan Oksigen di Kota Surabaya Timur tahun 2018	87
Tabel 4. 18 Ketersediaan RTH berdasarkan Kebutuhan Oksigen kota Surabaya Timur tahun 2018.....	89
Tabel 4. 19 Nilai NDVI Citra dan NDVI Foto	92
Tabel 4. 20 Jumlah sampel yang diambil di setiap kelas.....	94
Tabel 4. 21 Jumlah Sampel yang Diambil Pada Setiap Kelas	95
Tabel 4. 22 Perhitungan Uji Akurasi NDVI Citra <i>Pleiades 1A</i> tahun 2017	97
Tabel 4. 23 Perhitungan Uji Akurasi Hasil Digitasi tahun 2017 ..	98
Tabel 4. 24 Tabel Konversi Presentase Kelayakan	103
Tabel 4. 25 Hasil Uji Fungsionalitas <i>Web</i>	103
Tabel 4. 26 Hasil Uji Portabilitas	104

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Perhitungan SoF <i>Pleiades 1A</i>	115
Lampiran 2 Metadata Citra Multispektral Satelit <i>Pleiades 1A</i> ..	119
Lampiran 3 Dokumentasi dan Formulir Pengukuran GCP	121
Lampiran 4 Dokumentasi masing-masing kelas RTH.....	125
Lampiran 5 Peta Kawasan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya Timur Menggunakan Metode NDVI.....	129
Lampiran 6 Peta Pola Persebaran Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya Timur	130
Lampiran 7 Peta Persebaran Ruang Terbuka Hijau kota Surabaya Timur skala 1:5000.....	131
Lampiran 6 Script <i>WebGIS</i>	163

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terjadinya perubahan iklim di Indonesia tidak terlepas dari pengaruh semua kegiatan manusia. Hal ini menunjukkan bahwa dari berbagai kegiatan yang dilakukan tersebut akan membawa dampak pada kondisi iklim yang ada, baik secara langsung maupun tidak langsung (BMKG 2012). Untuk mengurangi dampak perubahan iklim tersebut, diperlukan ruang terbuka hijau (RTH) yang merupakan kebutuhan di suatu perkotaan. Keberadaan ruang terbuka hijau ini berfungsi untuk meningkatkan nilai estetika dan menjaga keseimbangan iklim mikro di suatu perkotaan. Berdasarkan Undang-Undang RI No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, RTH didefinisikan sebagai area memanjang atau jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Proporsi RTH di wilayah perkotaan paling sedikit 30% dari luas wilayah keseluruhan dan minimal 20% adalah ruang terbuka hijau publik, hal ini dimaksudkan untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota sehingga fungsi RTH dapat dimaksimalkan sebaik mungkin.

Udara merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh beragam aspek sehingga udara perlu dijaga agar tidak mengalami penurunan kualitas dan tercemar. Udara memiliki berbagai komposisi gas, salah satunya berupa oksigen (O₂) yang dibutuhkan oleh manusia untuk proses respirasi, kendaraan bermotor untuk proses pembakaran bahan bakar menjadi mekanik dan kegiatan industri untuk proses pembakaran bahan bakar menjadi energi sehingga dapat menghasilkan suatu produk

(Majid 2016). Oleh karena itu, semakin banyak jumlah penduduk, kendaraan bermotor dan industri, maka jumlah oksigen yang dibutuhkan juga semakin meningkat (Bintarto 1991). Untuk memenuhi kebutuhan oksigen di wilayah perkotaan, salah satu solusi dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan pemenuhan luas RTH.

Kota Surabaya merupakan salah satu wilayah yang sedang berkembang menuju kota yang lebih maju dan modern. Perkembangan kota tersebut mengalami konversi dan konsesi lahan yang pesat setiap tahunnya. Dalam beberapa dekade terakhir, pembangunan fisik dan laju pertumbuhan penduduk di kota Surabaya terus mengalami perkembangan yang cukup signifikan (Widigdo 2010). Jumlah penduduk di kota Surabaya pada tahun 2018 telah mencapai 2.885.555 jiwa, sedangkan persentase distribusi penduduk menurut kabupaten/kota di Jawa Timur, kota Surabaya memiliki presentase tertinggi sebesar 7,38% (Badan Pusat Statistik 2018). Hal ini secara tidak langsung mempengaruhi kebijakan pemerintah dalam pembukaan lahan baru untuk dijadikan area terbangun seperti pemukiman, kawasan industri, sentra perdagangan, dan sarana transportasi sehingga berpotensi pada penurunan luas RTH yang ada di kota Surabaya. Wilayah kota Surabaya terbagi menjadi beberapa kawasan, salah satu kawasan yang memiliki wilayah industri, wilayah Pamurbaya, kegiatan penduduk dan kendaraan bermotor yang padat adalah di wilayah Surabaya Timur (Badan Pusat Statistik 2018)

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah luas RTH eksisting Surabaya Timur sudah memenuhi kebutuhan oksigen dari penduduk, kendaraan bermotor, dan industri di Surabaya Timur. Untuk mengetahui luas RTH eksisting di Surabaya Timur dapat dilihat dari kondisi dan keberadaan vegetasi di

daerah perkotaan yang dapat diketahui dengan berbagai pendekatan, salah satunya adalah pemanfaatan penginderaan jauh dengan melihat nilai indeks vegetasi menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) (Yunhao 2005). NDVI merupakan metode standar dalam membandingkan tingkat kehijauan vegetasi pada citra satelit. NDVI dapat digunakan sebagai indikator biomasa, tingkat kehijauan relatif, dan untuk menentukan status (kesehatan atau kerapatan) vegetasi suatu wilayah (Hung 2000). Pada penelitian ini dilakukan pengolahan terhadap citra satelit resolusi sangat tinggi *Pleiades 1A* sehingga didapatkan luas RTH eksisting Surabaya Timur. Untuk mengetahui luas RTH yang dibutuhkan berdasarkan kebutuhan oksigen, dilakukan analisis menggunakan metode *Gerarkis* dengan tiga parameter berupa jumlah penduduk, jumlah kendaraan bermotor dan jumlah industri yang berada di Surabaya Timur (Melania 2014). Dari luas RTH eksisting dan luas RTH berdasarkan kebutuhan oksigen, kemudian dibandingkan sehingga didapatkan hasil luas RTH yang perlu ditambahkan untuk memenuhi kebutuhan oksigen Surabaya Timur.

Hasil dari penelitian ini berupa peta berbasis *WebGIS* untuk tampilan *layout* peta yang ditujukan untuk masyarakat agar masyarakat mengenal jenis RTH yang ada di Surabaya Timur. Selain itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk mengatasi permasalahan penurunan kualitas lingkungan dan dapat menjadi rekomendasi dalam pemerataan persebaran RTH berdasarkan kebutuhan oksigen di Surabaya Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah dalam penelitian yang akan dilakukan, yakni:

- a. Berapa tingkat ketelitian citra setelah dilakukan proses orthorektifikasi?
- b. Berapa luas RTH eksisting dan luas RTH yang harus dipenuhi untuk memenuhi kebutuhan oksigen di Surabaya Timur?
- c. Bagaimana analisis pola persebaran RTH di Surabaya Timur?
- d. Bagaimana pengguna dapat mengakses sistem informasi RTH berdasarkan kebutuhan oksigen Surabaya Timur berbasis *WebGIS*?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan adanya beberapa batasan pada masalah yang diangkat, antara lain:

- a. Wilayah studi pemetaan RTH berdasarkan kebutuhan oksigen dilakukan di Surabaya Timur,
- b. Data yang digunakan dalam penelitian adalah citra satelit *Pleiades 1A* tahun 2017 dan Rencana Detail Tata Ruang Kota Surabaya tahun 2018,
- c. Algoritma yang digunakan dalam pemrosesan citra satelit resolusi sangat tinggi *Pleiades 1A* adalah algoritma NDVI,
- d. Metode yang digunakan untuk menghitung luas RTH berdasarkan kebutuhan oksigen menggunakan metode *Gerarkis*,
- e. *Stakeholder* yang membutuhkan oksigen adalah penduduk, kendaraan bermotor, dan industri,
- f. Penghasil oksigen adalah tumbuhan pohon, semak atau belukar, dan pertanian,
- g. Peta klasifikasi persebaran ruang terbuka hijau (RTH) berdasarkan nilai NDVI Surabaya Timur skala 1: 5000.

1.4 Tujuan

Dengan adanya masalah yang telah dirumuskan dimana dalam pengerjaannya terdapat beberapa batasan, hal tersebut dilakukan guna mencapai beberapa tujuan yakni:

- a. Menganalisis tingkat ketelitian citra satelit resolusi tinggi dari hasil nilai RMSE setelah proses orthorektifikasi,
- b. Menganalisis luas RTH eksisting dan luas RTH yang harus dipenuhi untuk memenuhi kebutuhan oksigen menggunakan metode *Gerarkis*,
- c. Menganalisis pola persebaran RTH di Surabaya Timur,
- d. Membangun sistem informasi ruang terbuka hijau (RTH) berdasarkan kebutuhan oksigen di Surabaya Timur berbasis *WebGIS* dari *localhost* ke *web hosting*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini antara lain:

- a. Memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah yang termuat dalam bentuk peta skala 1: 5000 sebagai pertimbangan dalam menentukan kebijakan pemerintah dalam pengelolaan dan pengaturan tata ruang Kota Surabaya,
- b. Membantu pemerintah dalam perencanaan pengembangan wilayah serta mempercepat pengambilan keputusan dalam pembangunan sarana dan prasarana Kota Surabaya,
- c. Sebagai salah satu bahan evaluasi kebijakan Pemerintah kota Surabaya dalam pembangunan Kota Surabaya khususnya di bagian Timur.
- d. Sebagai alat visualisasi ruang terbuka hijau berdasarkan kebutuhan oksigen di wilayah Surabaya Timur berbasis *WebGIS*

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ruang Terbuka Hijau (RTH)

RTH menurut UU Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang adalah area memanjang atau jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka sebagai tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah ataupun ditanam. Menurut (Fandeli 2004), ruang terbuka hijau (RTH) kota merupakan bagian dari penataan ruang perkotaan yang berfungsi sebagai kawasan lindung. Kawasan hijau kota terdiri atas pertamanan kota, kawasan hijau hutan kota, kawasan hijau rekreasi kota, kawasan hijau kegiatan olahraga, kawasan hijau perkarangan. Ruang terbuka itu sendiri bisa berbentuk ruang terbuka hijau, hutan, trotoar, jalan dan sebagainya.

Menurut Direktorat Jendral Penataan Ruang (2009) ruang terbuka hijau terbagi dalam beberapa jenis dan pengertiannya, antara lain sebagai berikut:

- a. Ruang Terbuka Hijau adalah area memanjang atau jalur dan/atau mengelompok, penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alami maupun yang sengaja di tanam,
- b. Ruang terbuka Hijau Kawasan Perkotaan adalah bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman untuk mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi, dan estetika,
- c. Ruang terbuka hijau kawasan perkotaan privat adalah ruang terbuka hijau kawasan perkotaan yang penyediannya dan pemeliharaannya menjadi tanggung jawab pihak atau lembaga swasta, perseorangan, dan masyarakat yang dikendalikan melalui izin pemanfaatan ruang oleh pemerintah kabupaten/kota, kecuali provinsi DKI Jakarta oleh pemerintah provinsi,

- d. Ruang terbuka hijau kawasan perkotaan publik adalah ruang terbuka hijau kawasan perkotaan yang penyediaan dan pemeliharaannya menjadi tanggung jawab pemerintah kabupaten kota,
- e. Ruang terbuka hijau privat adalah ruang terbuka hijau milik institusi tertentu atau perseorangan yang pemanfaatannya untuk kalangan terbatas, antara lain berupa kebun atau halaman rumah/gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan,
- f. Ruang terbuka hijau publik adalah ruang terbuka hijau yang dimiliki dan di kelola oleh pemerintah daerah kota/kabupaten yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum.

Pembangunan fisik yang ada di perkotaan setiap tahunnya mengalami peningkatan sehingga mengakibatkan semakin berkurangnya RTH di perkotaan dan bahkan mengalami kecenderungan gejala pembangunan (Irwan 2005). Menurut Rahmy, dkk (2012) beberapa faktor penting dalam pertimbangan kebutuhan ruang terbuka hijau di perkotaan adalah:

- a. Faktor ekologi kota berupa peningkatan proporsi RTH kota sebagai penyeimbang proporsi area terbangun, sebagai area resapan air hujan, RTH sebagai penjaga kesetabilan tanah, RTH yang terintegrasi dengan sistem drainase dan pengolahan limbah rumah tangga,
- b. Faktor ruang kota fisik berupa terbentuknya tipologi RTH kota dalam hierarki berdasarkan skalalingkungan pelayanan, ukuran luas dan aktivitas yang di wadah serta RTH kota yang terintegrasi dengan jaringan sirkulasi kawasan,
- c. Faktor ruang kota-non fisik berupa tersedianya RTH pada skala lingkungan minimal dalam setiap radius touch pejalan kaki dan tersedianya RTH sebagai ruang interaksi yang sesuai dengan pola berhuni warga. Ruang Terbuka Hijau

(RTH) privat atau non publik, yaitu RTH yang berlokasi pada lahan-lahan milik privat.

2.1.1 Fungsi Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Ruang terbuka hijau (RTH) khususnya di wilayah perkotaan memiliki fungsi yang penting diantaranya terkait aspek ekologi, sosial, budaya dan estetika (Imansari, 2015). Menurut Peraturan Menteri Dalam Negeri (2007) fungsi ruang terbuka hijau (RTH) adalah:

- a. Pengamanan keberadaan kawasan lindung perkotaan
- b. Pengendali pencemaran dan kerusakan tanah, air dan udara
- c. Tempat perlindungan plasma nutfah dan keanekaragaman hayat
- d. Pengendali tata air
- e. Sarana estetika kota.

Adapun dalam penyediaanya, haruslah memenuhi kriteria ruang publik yang ideal seperti lokasi yang mudah dijangkau, nyaman dan memberikan rasa aman bagi penggunaanya. Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2016) ruang terbuka hijau (RTH) adalah area atau jalur dalam kota/wilayah yang penggunaannya bersifat terbuka yang memiliki fungsi dan manfaat sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Fungsi Ruang Terbuka Hijau (RTH)
(Direktorat Jenderal Cipta Karya 2016)

No	Fungsi RTH	Manfaat RTH
1	Ekologi	<ol style="list-style-type: none"> a. Menyerap kadar karbondioksida (CO₂) b. Menambah oksigen, menurunkan suhu dengan

Tabel 2.1 (Lanjutan)

No	Fungsi RTH	Manfaat RTH
		keteduhan dan kesejukan tanaman
		c. Menjadi area resapan air, serta meredam kebisingan.
2	Rekreasi dan Silaturahmi	a. Anak-anak mendapatkan ruang untuk bermain b. Masyarakat dapat berjalan kaki, berolahraga, dan melakukan aktivitas lainnya
		a. Memperindah pemukiman, komplek perumahan, perkantoran, sekolah, mall, dan lain-lain.
3	Estetis	b. Kantor, sekolah, perumahan, dan mall yang menghijau membuat kepala tenang, pikiran mejadi tenang dan berpikir lebih jernih dan kreatif
		a. RTH dapat menjadi pembatas antara satu ruang dengan ruang lainnya yang berbeda peruntukannya
4	Planologi	a. Menjadi ruang tempat satwa dan tanaman yang bisa dijadikan sarana belajar
5	Pendidikan	b. Mendapat pelajaran <i>soft skill</i> (belajar berorganisasi dan menghayati nilai-nilai luhur dari upaya menjaga kelestarian lingkungan)
		a. Menjadi lokasi wisata
6	Ekonomis	b. Jenis-jenis tanaman tertentu punya nilai jual dan nilai konsumsi (Bunga, buah-buahan, kayu-kayuan)

2.1.2 Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan

Berdasarkan Undang-Undang RI No. 26 Tahun 2007 tentang penataan ruang, proporsi ruang terbuka hijau telah ditetapkan pada wilayah perkotaan, yaitu paling sedikit 30% dari luas wilayah keseluruhan dengan rincian minimal 20% adalah ruang terbuka hijau publik dan 10% ruang terbuka hijau privat. Untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan system hidrologi, keseimbangan mikrolimat, maupun system ekologis lain yang dapat meningkatkan ketersediaan udara bersih yang diperlukan masyarakat, serta sekaligus dapat meningkatkan nilai estetika kota, maka pemanfaatan ruang terbuka hijau (RTH) di kawasan perkotaan menurut Direktorat Pekerjaan Umum (2008) dapat di optimalkan menurut jenis dan pemanfaatannya. Pemanfaatan RTH dibagi menjadi pemanfaatan RTH pada bangunan atau perumahan dan pemanfaatan RTH pada lingkungan atau pemukiman yang dapat di lihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau pada Kawasan Perkotaan (Direktorat Pekerjaan Umum 2008)

No	Kawasan Pemanfaatan RTH	Jenis Kawasan Pemanfaatan RTH	Pemanfaatan RTH
1	Bangunan /Perumahan	RTH Pekarangan	a. Tempat utilitas (sumur resapan) b. Tempat menanam tanaman hias dan tanaman produktif (buah-buahan, sayur, dan bunga). c. Menanam tanaman obat

Tabel 2.2 (Lanjutan)

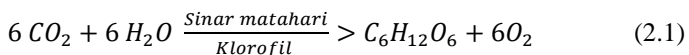
No	Kawasan Pemanfaatan RTH	Jenis Kawasan Pemanfaatan RTH	Pemanfaatan RTH
			keluarga/apotik hidup
			d. Tanaman pot, disusunan/bentuk vertikal
		RTH Halaman Perkantoran, Pertokoan dan Tempat Usaha	a. Area parkir terbuka b. <i>Carport</i> c. Tempat menyelenggarakan aktivitas di luar ruangan (upacara, bazar, olah raga)
2	Lingkungan /Pemukiman	RTH Taman Rukun Tetangga (RT)	a. Dimanfaatkan untuk kegiatan sosial di lingkungan RT. b. Mendukung aktivitas <i>community garden</i> dengan menanam tanaman obat keluarga/apotik hidup, sayur, dan buah-buahan yang dapat dimanfaatkan oleh warga.
		RTH Rukun Warga (RW)	a. Kegiatan remaja b. Kegiatan olahraga masyarakat c. Kegiatan sosial fasilitas yang disediakan berupa

Tabel 2.2 (Lanjutan)

No	Kawasan Pemanfaatan RTH	Jenis Kawasan Pemanfaatan RTH	Pemanfaatan RTH
		RTH Kelurahan	a. Dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan penduduk dalam satu kelurahan berupa taman aktif (lapangan untuk berolah raga) dan berupa taman pasif (duduk atau bersantai)
		RTH Kecamatan	a. Dimanfaatkan untuk melakukan berbagai aktivitas satu kecamatan

2.2 Oksigen

Oksigen merupakan elemen yang sangat penting bagi kehidupan manusia karena tanpa oksigen manusia tidak dapat hidup. Oksigen berasal dari vegetasi melalui proses fotosintesis. Menurut Djamal (2008), setiap tahun vegetasi di bumi ini mempersenyawakan sekitar 15.000 juta ton CO₂ dan 25.000 juta hidrogen dengan membebaskan 400.000 juta ton O₂ ke atmosfer, serta menghasilkan 450.000 juta ton zat-zat organik. Berikut ini merupakan proses dari fotosintesis:



Jumlah oksigen yang dipermukaan bumi sekitar 23%, namun banyak faktor yang mengakibatkan jumlah oksigen dipermukaan bumi ini berkurang (Djamal 2008).

Perkembangan sarana dan prasarana yang akan meningkatkan jumlah penduduk, kemudian akan meningkatkan pula kendaraan bermotor di wilayah tersebut. Kegiatan-kegiatan tersebut akan menghasilkan elemen lain yang terkandung di permukaan bumi, misalnya kandungan CO₂. Hal-hal tersebut yang menyebabkan kandungan oksigen di permukaan bumi berkurang.

Oksigen merupakan elemen yang berasal dari tumbuhan yang merupakan hasil proses fotosintesis, akan tetapi tumbuhan juga memerlukan CO₂, air, dan unsur hara untuk kebutuhan hidupnya. Tumbuhan mengubah CO₂ menjadi air, oksigen, dan karbohidrat yang akan disimpan di batang, daun, dan akar.

2.3 Penentuan Kebutuhan Oksigen

Penetapan besar luasan yang harus disediakan untuk menciptakan RTH di suatu wilayah dapat ditetapkan dalam suatu standar. Menurut Nurdin (1999) untuk mengakomodasikan kebutuhan 100 – 300 orang diperlukan paling sedikit 40.000m² luasan RTH. Berdasarkan Kepmen Pekerjaan Umum (PU) No 378/Kpts/1987 tentang Petunjuk Perencanaan Kawasan Perumahan Kota yang mengatur standar perencanaan RTH di lingkungan pemukiman kota menyatakan bahwa kebutuhan kota terhadap taman kota, hutan kota, jalur hijau, dan pemakaman dihitung berdasarkan kebutuhan masing-masing penduduk.

Pada kota berpenduduk padat, dengan jumlah kendaraan bermotor dan industri yang tinggi, maka luas ruang terbuka hijau (RTH) kota yang dibangun dapat dihitung berdasar pendekatan pemenuhan oksigen (Kunto 1986). Standar luasan dihitung berdasarkan masalah penting di wilayah perkotaan antara lain dengan menggunakan pendekatan perhitungan pemenuhan oksigen untuk warga kota menggunakan metode *Gerarkis*. Kebutuhan oksigen yang dimaksud adalah oksigen yang digunakan oleh manusia, kendaraan bermotor, dan

industri. Semakin banyak jumlah penduduk, maka semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan oleh manusia. Menurut Melania (2014), kebutuhan oksigen untuk setiap manusia dapat dihitung dengan asumsi bahwa manusia mengoksidasi 3000 kalori per hari dari makanan dan menggunakan sekitar 600 liter (0,864 kg) oksigen per hari, sehingga dapat diketahui jumlah oksigen yang dibutuhkan setiap hari.

Selain manusia maka kendaraan bermotor juga merupakan konsumen oksigen yang mengkonsumsi oksigen dalam jumlah besar untuk pembakaran bahan bakar fosil berupa bahan bakar minyak solar dan bensin menjadi energi sehingga penting untuk diperhitungkan. Jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses pembakaran dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya jenis bahan bakar, waktu operasi kendaraan, dan jenis kendaraan (daya kendaraan) (Fandeli 2004). Jenis kendaraan bermotor dikategorikan menjadi kendaraan, penumpang, kendaraan beban, kendaraan bis dan sepeda motor.

Berikut adalah kebutuhan oksigen berdasarkan jenis kendaraan bermotor yang disajikan pada tabel 2.3:

Tabel 2. 3 Kebutuhan oksigen berdasarkan jenis kendaraan bermotor (Ratih 2013)

No	Jenis Kendaraan	Daya (PS)	Bahan Bakar (BB)	Kebutuhan BB rata-rata (kg/ps.jam)	Kebutuhan oksigen (kg/jam)
1	Mobil penumpang	20-100	Bensin/pertalite	0,21	11,63
2	Bus	100-500	Bensin/pertalite	0,21	44,32
3	Mobil beban	50-10	Solar	0,16	22,88
4	Sepeda motor	1-150	Bensin/pertalite	0,21	0,58

Untuk membakar 1 kg bensin atau pertalite, membutuhkan 2,77 kg oksigen, sedangkan untuk membakar 1 kg solar membutuhkan 2,86 kg oksigen. Pemakaian spesifik untuk kendaraan yang menggunakan bensin atau pertalite rata-rata 0,21 kg/ps.jam dan untuk solar 0,16 kg/pd.jam, sehingga kita dapat mengetahui kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh kendaraan bermotor menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan bahan bakar rata - rata} \times \text{Daya minimal} \times \frac{\text{Kebutuhan oksigen}}{1 \text{ kg bahan bakar}} \quad (2.2)$$

Kegiatan industri juga membutuhkan oksigen yang cukup besar dalam proses pembakaran bahan bakar fosil dalam proses industri. Kegiatan industri dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:

- a. Industri besar dengan jumlah tenaga kerja lebih dari 100 orang
- b. Industri sedang dengan jumlah tenaga kerja 20 – 100 orang

Dalam proses pembakaran setiap satu kg bahan bakar motor diesel membutuhkan 2,86 kg oksigen, sedangkan kebutuhan bahan bakar rata-rata untuk mesing-mesin tersebut sebanyak 185,759 kg per hari (beroperasi selama 8 jam/hari). Berdasarkan perhitungan tersebut, maka kebutuhan oksigen untuk kegiatan industri adalah sebanyak 529,41 kg/hari.

2.4 Kebutuhan Luas Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Kebutuhan Oksigen

Ruang terbuka hijau (RTH) yang memadai di suatu wilayah menjadi sebuah indikator penentu kondisi lingkungann yang baik. Kualitas kehidupan masyarakat tergantung pada 3 faktor utama, yaitu kondisi lingkungan, pelayanan kesehatan, dan struktur ekonomi masyarakat. Faktor lingkungan yang mempengaruhi seuah perkotaan memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan masalah pencemaran udara. Pencemaran kandungan CO₂ merupakan

kriteria standar dalam pengembangan RTH karena CO₂ sebagai parameter yang memiliki hubungan erat dengan oksigen dalam hal produksi biomassa pohon (Fandeli, 2004).

Setiap satu m² luas lahan RTH menghasilkan 54 gram berat kering tanaman perhari, dimana nilai ini merupakan hasil rata-rata dari semua jenis tanaman yang baik berupa pohon, semak/belukar, perdu atau rumput. Dari setiap 1 gram berat kering tanaman setara dengan produksi oksigen 0,9375 gram, sehingga setiap 1 m² lahan menghasilkan 50,625 gram oksigen (Wisesa, 1988). Maka dari itu, luas RTH berbanding lurus dengan besar atau kecilnya produksi oksigen, yaitu semakin luas RTH yang tersedia, maka semakin banyak produksi oksigen yang dihasilkan dan sebaliknya.

Penentuan luas RTH dapat ditentukan dengan pendekatan kebutuhan oksigen berdasarkan konsumen oksigen, yaitu penduduk, kendaraan bermotor, dan industri yang dihitung berdasarkan rumus *Gerarkis* yang telah dimodifikasi menurut Lestari dan Jaya (2005) adalah sebagai berikut:

$$Lt = \frac{Xt+Yt+Zt}{(54)(0,9375)} \quad (2.3)$$

Keterangan:

- Lt : Luas RTH pada tahun t (m²)
- Xt : Jumlah kebutuhan oksigen penduduk pada tahun t (kg/hari)
- Yt : Jumlah kebutuhan oksigen industri (kg/hari)
- Zt : Jumlah kebutuhan oksigen kendaraan bermotor (kg/hari)
- 54 : Konstanta yang menyatakan bahwa setiap 1 m² lahan perhari mampu menghasilkan bahan kering sebanyak 54 gram
- 0,9375: Konstanta yang menyatakan bahwa setiap 1 gram bahan kering setara dengan produksi oksigen sebanyak 0,9375 gram

Kebutuhan oksigen berdasarkan konsumen dapat dilihat pada tabel 2.5 sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Jumlah kebutuhan oksigen berdasarkan setiap konsumen (Melania 2014)

Konsumen	Kategori	Kebutuhan O ₂
Penduduk	Manusia	0,864 kg/hari
Kendaraan bermotor	Sepeda motor	0,56 kg/jam
	Mobil penumpang	11,63 kg/jam
	Mobil beban	22,88 kg/jam
	Bus	44,32 kg/jam
Industri	Mesin industri	529,41 kg/hari

Dengan asumsi:

- a. Jumlah kendaraan yang keluar dan masuk dalam wilayah Surabaya Timur dianggap sama setiap hari.
- b. Suplai oksigen dari luar wilayah Surabaya Timur diabaikan dalam perhitungan dan hanya dilakukan oleh tanaman.
- c. Kesejahteraan penduduk meningkat setiap tahun sehingga mampu membeli kendaraan bermotor.
- d. Konsumen yang membutuhkan oksigen pada wilayah kota adalah manusia, kendaraan bermotor (sepeda motor, mobil penumpang, mobil beban, dan bus), dan industri (sedang dan besar).

2.5 Penginderaan Jauh

2.5.1 Definisi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) didefinisikan sebagai pengukuran atau pemerolehan informasi dari beberapa sifat objek atau fenomena dengan menggunakan alat perekam yang secara fisik tidak

terjadi kontak langsung atau bersinggungan dengan objek atau fenomena yang dikaji (Sukojo 2012). Data penginderaan jauh dapat berupa citra, grafik dan data numerik. Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang obyek daerah atau fenomena yang diteliti. Interpretasi citra atau penafsiran citra penginderaan jauh dilakukan untuk mengidentifikasi obyek yang tergambar dalam citra dan menilai arti pentingnya obyek tersebut.

2.5.2 Teknik Penginderaan Jauh

Empat komponen dasar dari sistem penginderaan jauh adalah obyek, sumber energi, alur transmisi, dan sensor. Komponen dalam sistem ini berkerja bersama untuk mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh obyek tersebut. Sumber energi yang menyinari atau memancarkan energi elektromagnetik pada target mutlak diperlukan. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. Sensor adalah sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik. Setelah dicatat, data akan dikirimkan ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap pakai, diantaranya berupa citra. Citra ini kemudian diinterpretasi. Proses interpretasi biasanya berupa gabungan antara visual dan otomatis dengan bantuan komputer dan perangkat lunak pengolah citra (Arozaq 2008)

Sebuah sistem penginderaan jauh memerlukan sumber tenaga baik alamiah maupun buatan. Tenaga yang dimaksud berupa spektrum elektromagnetik yang meliputi spektra kosmis, gamma, sinar X, ultra violet, cahaya tampak, infra merah, gelombang mikro serta gelombang radio. Jumlah total seluruh spektrum

disebut spektrum elektromagnetik. Dalam dunia penginderaan jauh, terdapat dua sistem tenaga pada wahana yaitu sistem pasif dan sistem aktif.

1. Sistem Pasif

Pada wahana yang menggunakan sistem pasif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh satelit berasal dari sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana. Sumber tenaga yang dimaksud biasanya berupa energi yang berasal dari matahari. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain satelit Aster, Landsat, SPOT, NOAA, MODIS dan lainnya.

2. Sistem Aktif

Pada wahana yang menggunakan sistem pasif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh wahana menggunakan tenaga elektromagnetik yang dibangkitkan oleh sensor radar (radio detecting and ranging) yang terintegrasi pada wahana tersebut. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain Radarsat, JERS, ADEOS dan lainnya (Lillesand dan Kiefer 1997)

Penginderaan jauh yang merupakan teknik perekaman data menggunakan sensor sebagai alat perekam obyek bumi. Sensor dipasang pada wahana (*platform*) dan letaknya jauh dari obyek yang diamati, maka diperlukan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh obyek tersebut. Sensor terbatas kemampuannya untuk mengidentifikasi obyek kecil. Batas kemampuan memisahkan setiap obyek dinamakan resolusi. Resolusi citra satelit merupakan indikator tentang kemampuan sensor atau kualitas sensor dalam merekam obyek. Resolusi satelit sendiri menurut (Purwadhi 2001) terbagi menjadi lima

yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor satelit adalah:

1. Resolusi Spasial

Merupakan ukuran obyek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran obyek yang dapat terekam, maka semakin baik kualitas sensornya.

2. Resolusi Spektral

Merupakan daya pisah obyek berdasarkan besarnya spectrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekaman data.

3. Resolusi Radiometrik

Kemampuan sistem sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil kekuatan sinyal.

4. Resolusi Temporal

Perbedaan kenampakan yang masih dapat dibedakan dalam waktu perekaman ulang

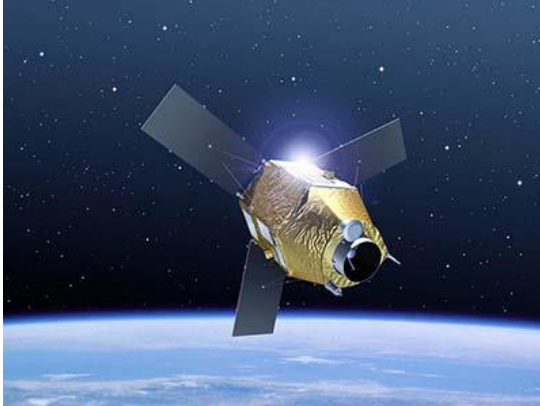
5. Resolusi Termal

Merupakan keterbatasan sensor penginderaan jauh yang merekam pancaran tenaga termal atau perbedaan suhu yang masih dapat dibedakan oleh sensor penginderaan jauh secara termal.

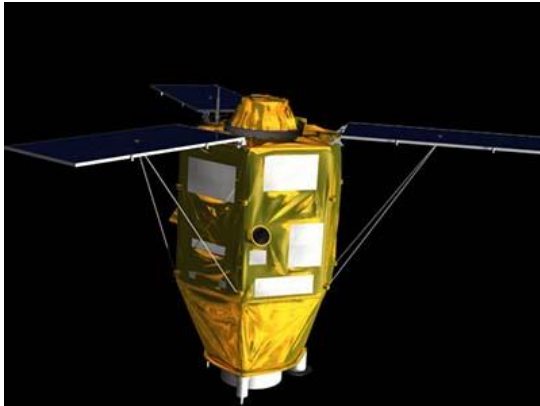
2.6 Citra Satelit *Pleiades*

Pleiades adalah citra satelit resolusi tinggi yang diluncurkan pada tanggal 16 Desember 2011 dari Sinnamary, Guiana Prancis. *Pléiades* adalah satelit pertama dari dua satelit resolusi tinggi yang diluncurkan oleh perusahaan Astrium yang membawahi proyek satelit SPOT (LAPAN 2010). Satelit optis *Pleiades* dikembangkan dan diluncurkan oleh *AIRBUS Defense and Space*, Perancis. Diluncurkan melalui roket Russia Soyuz STA di Pusat Peluncuran Guiana, Kourou. Satelit

ini dibedakan berdasarkan 2 tipe sensor yaitu *Pleiades 1A* dan *Pleiades 1B*, dapat dilihat pada gambar 2.1 dan 2.2



Gambar 2. 1 Satelit Pleiades 1A (LAPAN 2016)



Gambar 2. 2 Satelit Pleiades 1B (LAPAN 2016)

Pleiades 1A satelit sensor diluncurkan pada 16 Desember 2011. Sensor satelit ini mampu mengambil gambar stereo dalam sekali pemotretan dan dapat mencakup wilayah yang luas (hingga 1000km x 1000km). Satelit *Pleiades 1B* diluncurkan pada 2 Desember 2012. Satelit ini mampu

memberikan data dengan resolusi 0,5 meter dan meninjau kembali setiap titik di bumi (*revisit time*) pada cakupan 1 juta kilometer persegi (sekitar 386,102 mil persegi) setiap hari. Satelit Pleiades menghasilkan data citra satelit dalam dua moda, yaitu moda pankromatik dan moda multispektral. Citra satelit dalam moda pankromatik mempunyai resolusi spasial 0,5 meter dengan jumlah band yaitu 1 band (pankromatik), sedangkan citra satelit dalam moda multispektral mempunyai resolusi spasial 2 meter dengan jumlah band yaitu 4 band (VNIR – *Visible Near InfraRed*). Tabel 2.5 menjelaskan mengenai spesifikasi dari satelit *Pleiades 1A*.

Tabel 2. 5 Spesifikasi Citra Satelit *Pleiades 1A* (LAPAN 2016)

Mode Pencitraan	Citra Pleiades 1A	
	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial pada Nadir	0,5m GSD pada nadir	2m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	480 – 830 nm	Biru (430 – 550nm) Hijau (490 – 610nm) Merah (600 – 720nm) IR dekat (750 – 950nm)
Lebar Sapuan Pencitraan <i>Off-Nadir</i>		20 km pada nadir Hingga 47 derajat
Jangkauan Dinamik	Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Masa Aktif Satelit		12 bit perpixel
Waktu Pengulangan	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun	
Ketinggian Orbit		Setiap 1 hari 694 km

Tabel 2.5 (Lanjutan)

Mode Pencitraan	Citra Pleiades 1A	
	Pankromatik	Multispektral
Waktu	10:15 AM	
Lintasan	Equatorial	
Orbit	Sinkron matahari	
Waktu Orbit	93,5 menit	
Kecepatan pada Orbit	7,1 km per detik (25,560 km/jam)	
Level Proses	<i>Basic, Standard, Orthorectified</i>	
Harga	€ 10 per km ² untuk data arsip € 10 per km ² untuk perekaman baru	
Luas	Minimum 25 km ² untuk data arsip (jarak lebar min. 500m)	
Pemesanan	Minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar min. 5km)	
Level Proses	Primer dan Ortho	

2.7 *Strength of Figure (SoF)*

Strength of Figure (SoF) adalah kekuatan geometrik (bentuk) rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaring. Penentuan posisi dan jumlah titik kontrol tanah sangat mempengaruhi hasil SoF yang juga berpengaruh pada tingkat ketelitian kerangka tersebut. Kekuatan geometrik jaring segitiga yang baik dicerminkan oleh harga SoF yang kecil dan akan menjamin ketelitian yang merata pada seluruh jaring. Semakin kecil nilai dari kekuatan jaring, menunjukkan jaring yang dibentuk semakin kuat. Berikut ini adalah penghitungan SoF dengan menggunakan rumus (Abidin 2002):

$$\text{SoF} = \frac{[\text{Trace}(A^T A)^{-1}]}{U} \quad (2.4)$$

Keterangan:

SoF : *Strength of Figure*

- A : Desain matriks
 U : Jumlah parameter yang dipengaruhi oleh jumlah titik kontrol

Untuk menghitung Jumlah parameter yang dipengaruhi oleh jumlah titik kontrol (U) digunakan rumus (Abidin, 2002):

$$U = n \text{ parameter} - n \text{ ukuran}$$

$$U = (\text{jumlah baseline} \times 3) - (\text{jumlah titik} \times 3) \quad (2.5)$$

2.8 Titik Kontrol (GCP dan ICP)

2.8.1 Ground Control Point (GCP)

GCP atau titik kontrol tanah adalah proses penandaan lokasi yang berkoordinat berupa sejumlah titik yang diperlukan untuk kegiatan mengoreksi data dan memperbaiki keseluruhan citra. Tingkat akurasi GCP sangat bergantung pada jenis GPS yang digunakan dan jumlah sampel GCP terhadap lokasi dan waktu pengambilan (Hasyim 2009). Lokasi ideal saat pengambilan GCP adalah perempatan jalan, sudut jalan, perpotongan jalan pedestrian, kawasan yang memiliki warna mencolok, persimpangan rel dengan jalan dan benda/ monumen/ bangunan yang mudah diidentifikasi atau dikenal. Perlu dihindari pohon, bangunan, dan tiang listrik selain sulit diidentifikasi, karena kesamaannya yang tinggi (Hasyim 2009).

Titik kontrol tanah yang dibutuhkan dalam proses rektifikasi ini dapat diperoleh dengan beberapa cara, yaitu:

- a. *Image to map*, dimana titik kontrol tanah diperoleh dari peta yang mempunyai liputan yang sama dengan citra yang akan dikoreksi.
- b. *Image to image*, dimana titik kontrol tanah diperoleh citra lain yang terkoreksi dan mempunyai daerah liputan yang sama.

- c. *Image to GPS*, dimana titik kontrol tanah diperoleh dari pengukuran GPS langsung di lapangan.

Syarat penentuan sebaran titik GCP adalah sebagai berikut:

- a. Pada sisi perimeter *scene* citra
- b. Pada tengah area/*scene*
- c. Pada wilayah perbatasan/*overlap scene* citra
- d. Tersebar secara merata dalam *scene* citra
- e. Menyesuaikan kondisi *terrain*.

2.8.2 Independent Control Point (ICP)

Independent Check Point (ICP) atau dalam Bahasa Indonesia disebut sebagai titik uji akurasi, yaitu titik-titik yang sudah teridentifikasi pada citra dan peta referensi tetapi berlainan posisi dengan titik-titik kontrol tanah (Wibowo & Eko 2010). ICP digunakan untuk menguji hasil rektifikasi yang telah dilakukan menggunakan GCP.

Syarat persebaran ICP dalam area penelitian adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial 2016):

- a. Objek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji, dengan ketentuan sebagai berikut:
 1. Pada setiap kuadran jumlah minimum titik uji adalah 20% dari total titik uji.
 2. Jarak antar titik uji minimum 10% dari jarak diagonal area yang diuji.
- b. Untuk area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, dimana setiap bagian dipisahkan oleh sumbu silang. Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran titik uji mempresentasikan wilayah yang akan diuji.

- c. Jumlah titik uji mendapatkan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% ditunjukkan pada tabel 2.6 berikut:

Tabel 2. 6 Jumlah titik uji akurasi berdasarkan luasan (BIG 2016)

Luasan (km ²)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horizontal	Jumlah titik uji untuk ketelitian vertikal		
		Area non- vegetasi	Area vegetasi	Jumlah total titik
<250	12			
250 – 500	20	20	5	25
501 – 750	25	20	10	30
751 – 1000	30	25	15	40
1001 – 1250	35	30	20	50
1251 – 1500	40	35	25	60
1501 – 1750	45	40	30	70
1751 – 2000	50	45	35	80
2001 – 2250	55	50	40	90
2251 - 2500	60	55	45	100

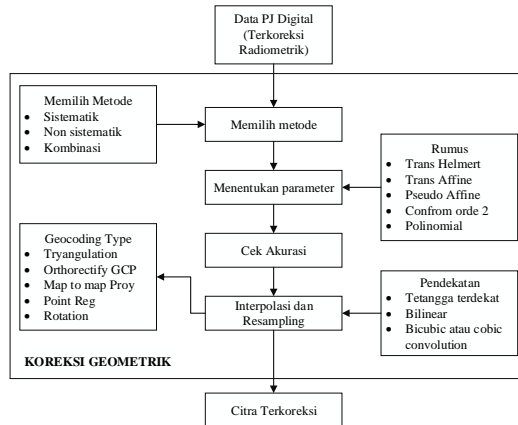
2.9 Pengolahan Citra Satelit

2.9.1 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah proses untuk memperbaiki kesalahan citra yang bersumber dari pengaruh topografi, geometri sensor dan kesalahan lainnya. Tujuan dari koreksi geometrik adalah untuk pembetulan (rektifikasi) atau pemulihan (rektorasi) citra agar sesuai dengan koordinat geografis (Purwadhi 2001). Hasil dari rektifikasi adalah citra tegak (planar) yang mempunyai skala seragam di seluruh bagian citra. (BIG 2016).

Kondisi ini dapat terjadi pada citra satelit yang pada kenyataannya memiliki variasi topografi tinggi, seperti lembah hingga gunung serta berbukit-bukit. Hasil dari koreksi geometrik adalah citra tegak (planar) yang

mempunyai skala seragam di seluruh bagian citra. Koreksi geometrik sangat penting untuk dilakukan apabila citra akan digunakan untuk memetakan dan mengekstrak informasi dimensi, seperti lokasi, jarak, panjang, luasan, dan volume.



Gambar 2. 3 Tahapan dalam melakukan koreksi geometrik (Purwadhi 2001)

Ada beberapa metode yang digunakan dalam koreksi geometrik sesuai dengan jenis kesalahannya, yaitu:

a. Metode Sistematis

Digunakan untuk koreksi distorsi yang konstan, dengan menerapkan rumus yang diturunkan dari model matematik atas sumber distorsi atau menggunakan data referensi geometrik yang diukur dari sensor penginderaan jauh, misalnya geometri lensa kamera diberikan dengan kalibrasi panjang fokus dan koordinat *fiducial mark*.

b. Metode Non Sistematis

Digunakan untuk koreksi distorsi acak (*random*) dengan menerapkan rumus transformasi polinomial dari sistem koordinat geografis ke koordinat citra,

yang ditentukan dengan menggunakan titik kontrol tanah (*ground control point*). Metode ini memerlukan peta teliti yang sesuai dengan daerah liputan citra dan titik medan yang dikenali dalam citra, seperti perpotongan jalan raya, tubuh air yang kecil. Proses koreksi dengan meletakkan sejumlah titik ikat medan yang ditempatkan sesuai dengan koordinat citra dan koordinat peta (lintang, bujur). Nilai koordinat kemudian digunakan untuk analisis kuadrat terkecil guna menentukan koefisien bagi dua persamaan transformasi, yang menghubungkan koordinat citra dan koordinat geografis. Akurasinya tergantung pada orde polinomial, jumlah dan distribusi titik kontrol tanah.

c. Metode Gabungan

Melakukan koreksi sistematik, kemudian kesalahan akan direduksi dengan menggunakan orde polinomial lebih rendah atau *pseudo Affine*

Koreksi geometrik mempunyai tiga metode, yaitu:

1. Melakukan *rektifikasi* (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi.
2. *Registrasi* (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau citra multitemporal.
3. *Registrasi* citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Pada koreksi geometrik, juga dilakukan transformasi koordinat dua dimensi yang berfungsi untuk mengubah satu sistem ke sistem yang lain. Salah satu transformasi dua dimensi yaitu transformasi affine.

Transformasi affine adalah transformasi linear yang menghubungkan sistem koordinat transformasi kartesian dua dimensi menghubungkan rotasi, perubahan skala pada arah x dan y diikuti oleh translasi dengan rumus sebagai berikut: (Julzarika 2009)

$$X' = S_x X \cos(\alpha) - S_y Y \sin(\alpha) + X_0 \quad (2.10)$$

$$Y' = S_x X \sin(\alpha) + S_y Y \cos(\alpha) + Y_0 \quad (2.11)$$

Menjadi,

$$X' = aX - bY + X_0 \quad (2.12)$$

$$Y' = cX + dY + Y_0 \quad (2.13)$$

Rumus transformasi affine pada rumus 2.10 – 2.13 memiliki enam parameter sebagai berikut:

α	= sudut rotasi
a, b, c, d	= koefisien transformasi
S_x	= faktor skala pada arah x
S_y	= faktor skala pada arah y
X_0, Y_0	= perubahan titik asal
X', Y'	= koordinat hasil hitungan

2.9.2 Ketelitian Geometrik

Sesuai yang tercantum pada Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (2014), uji ketelitian posisi dilakukan hingga mendapatkan tingkat kepercayaan peta 90% *Circular Error* dan *Linear Error*.

1. Standar Pengujian Peta Dasar Darat (RBI)

Pengukuran akurasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) atau *Circular Error*. Pada pemetaan dua dimensi (2D) perlu diperhitungkan adalah koordinat (X, Y) titik uji dan posisi sebenarnya dilapangan. RMSE digunakan untuk menggambarkan akurasi meliputi kesalahan random dan sistematis. Nilai RMSE dirumuskan sebagai berikut:

$$RMSE_{\text{horizontal}} = \sqrt{\frac{D^2}{n}} \quad (2.14)$$

$$D^2 = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum[(x_{\text{data}} - x_{\text{cek}})^2 + (y_{\text{data}} - y_{\text{cek}})^2]}{n}}$$

$$RMSE_{\text{vertikal}} = \sqrt{\frac{\sum(x_{\text{data}} - x_{\text{cek}})^2}{n}} \quad (2.15)$$

Keterangan:

n = Jumlah total pengecekan pada peta

D = Selisih antara koordinat yang diukur di lapangan dengan koordinat di peta

x = Nilai koordinat pada sumbu X

y = Nilai koordinat pada sumbu Y

z = Nilai koordinat pada sumbu Z

2. Ketelitian Geometri Peta Rupabumi Indonesia

Ketentuan untuk standar ketelitian geometri peta RBI yang dihasilkan tertera pada tabel 2.7 dibawah ini.

Tabel 2. 7 Ketelitian Geometri Peta RBI (Perka Badan Informasi Geospasial 2014)

Skala	IK	Ketelitian Peta RBI					
		Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
		H* (CE90)	V* (LE90)	H* (CE90)	V* (LE90)	H* (CE90)	V* (LE90)
1:1.000.000	400	200	200	300	300,00	500	500,00
1:500.000	200	100	100	150	150,00	250	250,00
1:250.000	100	50	50	75	75,00	125	125,00
1:100.000	40	20	20	30	30,00	50	50,00
1:50.000	20	10	10	15	1,00	25	25,00
1:25.000	10	5	5	7,5	7,50	12,5	12,50
1:10.000	4	2	2	3	3,00	5	5,00
1:5.000	2	1	1	1,5	1,50	2,5	2,50
1:2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
1:1000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,30	0,5	0,50

* IK= Interval Kontur, H= Horizontal, V= Vertikal, Satuan dalam meter

Nilai ketelitian posisi peta dasar pada Tabel 2.7 adalah nilai CE90 untuk ketelitian horizontal dan LE90 untuk ketelitian vertikal, yang berarti bahwa kesalahan posisi peta dasar tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan tingkat kepercayaan 90%.

Nilai CE90 dan LE90 dapat diperoleh dengan rumus mengacu kepada standar sebagai berikut US NMAS (*United State National Map Accuracy Standards*) sebagai berikut:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr \quad (2.18)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz \quad (2.19)$$

Dengan,

RMSEr: *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y

RMSEz: *Root Mean Square Error* pada posisi z

2.9.3 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan perbaikan nilai piksel agar sesuai dengan nilai atau warna asli (Danoedoro 1996). Proses koreksi radiometrik ini mencakup koreksi efek-efek yang berhubungan dengan sensor untuk meningkatkan kontras setiap *pixel* dari citra sehingga objek yang terekam mudah diinterpretasikan atau dianalisis untuk menghasilkan informasi sesuai dengan keadaan yang sebenarnya di lapangan. Terdapat dua macam jenis reflektan, yaitu reflektan *Top of Atmosphere* (ToA) dan reflektan *Bottom of Atmosphere* (BoA). *Top of Atmosphere* (ToA) adalah reflektan yang tertangkap oleh sensor satelit yang diperoleh melalui proses kalibrasi radiometrik dan reflektan *Bottom of Atmosphere* (BoA) adalah reflektan pada objek yang telah terkoreksi atmosfer yang diperoleh dari proses koreksi atmosfer.

Koreksi radiometrik terdiri dari dua tahapan, yaitu:

a. Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik merupakan langkah pertama yang harus dilakukan saat kita mengolah data citra satelit. Tujuan dari kalibrasi radiometrik ini adalah untuk mengubah data citra yang berbentuk *Digital Number* (DN) menjadi radian dan/atau reflektan, bisa juga *brightness temperature* (untuk kanal termal *infrared*). Metode yang digunakan yaitu *Gain* dan *Offset* dari data *radiance/reflectance multiple rescaling factor* (GAIN) dan *additive rescaling factor* (OFFSET), dan nilai *radiance/reflectance* maksimum dan minimum (Jaelani 2015)

b. Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer merupakan koreksi untuk menghilangkan pengaruh atmosfer (molekul dan partikel) yang ikut serta menghamburkan sinyal sebelum direkam oleh sensor penginderaan jauh (pasif) (Jaelani 2016). Dari beberapa metode koreksi atmosfer, salah satu metode yang memberikan akurasi yang baik adalah *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum – Vekto* (6SV) karena memformulasikan permukaan non-Lambertian untuk memodelkan sinyal yang diukur oleh sensor. Model 6SV juga melibatkan data untuk perhitungan absorpsi atmosfer menggunakan nilai yang meningkat untuk gas-gas di atmosfer dengan menggunakan data dalam format radian. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Jaelani 2016):

$$acr_{\lambda} = \frac{Y_{\lambda}}{(1+Xc_{\lambda}*Y_{\lambda})} \quad (2.16)$$

Keterangan:

acr_{λ} = Radian Permukaan (L_{BOA})

Y_{λ} = $Xa_{\lambda}*(L_{\lambda})-Xb_{\lambda}$

L_{λ} = Radian *Top of Atmosphere* (ToA)

Xa, Xb, Xc = Parameter 6SV

2.10 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Indeks Vegetasi adalah kombinasi dari reflektansi permukaan pada dua atau lebih panjang gelombang yang dirancang untuk menyoroti sifat tertentu dari vegetasi. Ini diturunkan menggunakan sifat reflektansi vegetasi dijelaskan dalam Foliage Tanaman. Setiap indeks vegetasi dirancang untuk menonjolkan properti vegetasi tertentu. Salah satu indeks vegetasi adalah NDVI. NDVI atau *Normalized Difference Vegetation Index* merupakan metode standar yang digunakan dalam membandingkan tingkat kehijauan vegetasi yang berasal dari citra satelit (Lufilah 2017). Formula standar untuk menghitung nilai NDVI adalah sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(\rho \text{ NIR} - \rho \text{ Red})}{(\rho \text{ NIR} + \rho \text{ Red})} \quad (2.17)$$

Keterangan:

NDVI : nilai indeks vegetasi

NIR : ρ band infra-merah

Red : ρ band merah

Nilai indeks vegetasi tersebut dihitung sebagai rasio antara pantulan yang terukur dari band merah (R) dan band

infra-merah (NIR). Penggunaan kedua band ini banyak dipilih sebagai parameter indeks vegetasi karena hasil ukuran dari band ini dipengaruhi oleh penyerapan klorofil, peka terhadap biomassa vegetasi, serta memudahkan dalam pembedaan antara lahan bervegetasi, lahan terbuka, dan air. Hasil penisbahan antara band merah dan infa-merah menghasilkan perbedaan yang maksimum antara vegetasi dan tanah. Nilai-nilai asli yang dihasilkan NDVI selalu berkisar antara -1 hingga +1 (Danoedoro 1996). Kerapatan indeks vegetasi dibagi menjadi 3 kelas yang dijelaskan pada tabel 2.9, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 8 Tingkat kerapatan indeks vegetasi (Departemen Kehutanan, 2003)

Kelas	Kisaran NDVI	Tingkat Kerapatan
1	0 – 0,32	Jarang
2	0,32 – 0,42	Sedang
3	>0,42 - 1	Tinggi

2.11 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra merupakan suatu proses penyusunan, pengurutan, atau pengelompokan semua piksel ke dalam kelas tertentu berdasarkan suatu kriteria atau kategori obyek. Menurut Purwadhi (2001), metode klasifikasi citra terdiri dari klasifikasi terselia, tak terselia, dan hibrida (campuran terselia dan tak terselia):

a. Klasifikasi Terselia

Klasifikasi terselia merupakan proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih training area untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi. Di dalam klasifikasi ini digunakan data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik, untuk pengenalan polanya dilakukan proses otomatis dengan bantuan

komputer, sedangkan identitas dan nilai informasi atau tipe penutup lahan telah diketahui sebelumnya.

b. Klasifikasi Tak Terselia

Klasifikasi tak terselia menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah piksel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan nilai digital citra. Kelas yang dihasilkan dari klasifikasi ini adalah kelas spektral. Oleh karena itu, pengelompokan kelas didasarkan pada nilai natural spektral citra, dan identitas nilai spektral tidak dapat diketahui secara dini. Hal itu disebabkan analisisnya belum menggunakan data rujukan seperti citra skala besar untuk menentukan identitas dan nilai informasi setiap kelas spektral.

c. Klasifikasi hibrida (campuran)

Klasifikasi hibrida atau campuran merupakan analisis klasifikasi yang memadukan kelas spektral dari klasifikasi tak terselia dengan informasi yang cocok dengan referensi. Pendekatan ini melibatkan data tak terselia dan terselia analisis training sample diambil dari cluster hasil klasifikasi tak terselia, sehingga terjadi pengelompokan cluster terselia.

Klasifikasi/interpretasi citra bertujuan untuk pengelompokan atau membuat segmentasi mengenai kenampakan-kenampakan yang homogen. Klasifikasi yang akan dijelaskan dibawah ini adalah Klasifikasi visual, dimana pengenalan penutup/penggunaan lahan sampai pada tahap fungsi dari lahan tersebut (misal, sawah, lading/tegalan, kebun campuran, hutan, dll) yang kemudian dilakukan pendeliniasian (pemberian batas antara penutup/penggunaan lahan yang berbeda) langsung pada monitor komputer (*digitation on screen*)

Untuk dapat melakukan interpretasi memerlukan unsur-unsur pengenal pada obyek atau gejala yang terekam pada

citra. Unsur-unsur pengenalan ini secara individual maupun secara kolektif mampu membimbing penafsir ke arah pengenalan yang benar. Unsur-unsur ini disebut unsur-unsur interpretasi, yang meliputi 7 kunci interpretasi, yaitu rona (*tone*) mengacu pada kecerahan relatif obyek pada citra. Bentuk secara umum, konfigurasi, atau garis besar wujud obyek secara individual. Ukuran (*size*) obyek pada foto harus dipertimbangkan dalam konteks skala yang ada. Pola (*pattern*) terkait dengan susunan keruangan obyek. Bayangan (*shadow*) sangat penting bagi penafsir karena, dapat memberikan dua macam efek yang berlawanan. Tekstur (*texture*) merupakan ukuran frekuensi perubahan rona pada gambar obyek. Situs (*site*) atau letak merupakan penjelasan tentang lokasi obyek relatif terhadap obyek atau kenampakan lain yang lebih mudah untuk dikenali, dan dipandang dapat dijadikan data untuk identifikasi obyek yang dikaji (Purwadhi 2001).

2.12 Analisis Korelasi

Dalam analisis korelasi yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independent dengan variabel dependen untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independent dengan variabel dependen. Metode korelasi hanya bisa dilakukan pada hubungan variabel garis lurus (linier). Adapun rumus untuk koefisien korelasi (R) menurut (Ratnasari 2017) adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N\sum X^2 - (\sum X)^2)(N\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (2.18)$$

Keterangan:

r : korelasi antar variabel

X : variabel bebas

Y : variabel terikat
 N : jumlah pengamatan

Dari hasil analisis korelasi dapat dilihat tiga alternatif yaitu apabila nilai $r = +1$ atau mendekati positif (+) satu berarti variabel x mempunyai pengaruh yang kuat dan positif terhadap variabel y . Sedangkan apabila nilai $r = -1$ atau mendekati negatif (-) satu berarti variabel X mempunyai pengaruh yang kuat dan negatif terhadap perkembangan variabel y . apabila $r = 0$ atau mendekati nol (0) maka variabel x kurang berpengaruh terhadap perkembangan variabel y , hal ini berarti bahwa bertambahnya atau berkurangnya variabel y tidak dipengaruhi variabel x . Menurut Ratnasari (2017), nilai interpretasi dapat dilihat pada tabel 2.10 dibawah ini:

Tabel 2. 9 Interpretasi koefisien korelasi (Sugiyono 2007)

Interval Nilai Koefisien	Tingkat Hubungan
0 – 0,199	Sangat Rendah
0,2 – 0,399	Rendah
0,4 – 0,599	Sedang
0,6 – 0,799	Kuat
0,8 – 1,00	Sangat Kuat

2.13 Uji Ketelitian Klasifikasi

Pada sebuah penelitian yang menggunakan data dan metode tertentu, sangat diperlukan uji ketelitian karena hasil uji ketelitian tersebut dapat mempengaruhi besarnya kepercayaan pengguna terhadap setiap jenis data maupun metode analisisnya (Purwandhi 2001). Uji ketelitian interpretasi yang disarankan oleh Short (1982) dilakukan dalam empat cara sebagai berikut:

1. Melakukan pengecekan lapangan dan pengukuran beberapa titik (sampel area) yang dipilih dari setiap

bentuk penutup atau penggunaan lahan. Uji ketelitian dilakukan pada setiap area sampel penutup atau penggunaan lahan yang homogen.

2. Menilai kecocokan hasil interpretasi setiap citra dengan peta referensi atau foto udara pada daerah yang sama dan waktu yang sama. Hal ini digunakan dalam penafsiran batas-batas dan perhitungan luas setiap jenis penutup atau penggunaannya.
3. Analisis statistik dilakukan pada data dasar dan citra hasil klasifikasi. Analisis dilakukan terhadap kesalahan setiap penutup, penggunaan lahan yang disebabkan oleh keterbatasan resolusi citra (khususnya resolusi spasial karena merupakan dimensi keruangan)
4. Membuat matrix dari perhitungan setiap kesalahan (*confusion matrix*) pada setiap bentuk penutup atau penggunaan lahan dari hasil intrepretasi citra penginderaan jauh.

Validasi lapangan atau *ground check* dilakukan dengan tujuan untuk mengoreksi klasifikasi penutup atau penggunaan lahan apakah sudah sesuai dengan kondisi sebenarnya yang ada di lapangan atau belum. Untuk penentuan jumlah sampel digunakan rumus *multinomial distribution* menurut Congalton (2008) dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{B \cdot \sum p_i (1 - p_i)}{b_i^2} \quad (2.19)$$

Keterangan:

n : jumlah sampel

B : nilai yang didapat dari tabel chi square berdasarkan jumlah kelas dengan derajat kebebasan 1

Π_i : kelas khusus yang mencakup area terbanyak dalam peta

b_i : tingkat ketidak-percayaan dalam %

Sedangkan untuk membuat matrix dari perhitungan setiap kesalahan (*confusion matrix*) pada setiap bentuk penutup atau penggunaan lahan dari hasil intepretasi citra penginderaan jauh, ketelitian pemetaan dibuat dalam beberapa kelas X yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MA = \frac{X_{cr} \text{ Pixel}}{X_{cr} \text{ Pixel} + X_{o} \text{ Pixel} + X_{co} \text{ Pixel}} \quad (2.24)$$

Keterangan:

MA : Ketelitian pemetaan (*mapping accuracy*)

X_{cr} : Jumlah kelas X yang terkoreksi

X_o : Jumlah kelas X yang masuk ke kelas lain (omisi)

X_{co} : Jumlah kelas X tambahan dari kelas lain (komisi)

Untuk mengetahui keeratan kesepakatan (*strength of agreement*) digunakan perhitungan *Kappa* (K) sebagai berikut:

$$Kappa (K) = \frac{N \sum_i^r X_{i+X+i} - \sum_i^r X_{i+X+i}}{N^2 - \sum_i^r X_{i+X+i}} \quad (2.20)$$

Keterangan:

N : Banyaknya piksel dalam contoh

X : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke 1 dan kolom ke-i

X_{+i} : Jumlah piksel dalam baris ke-i

X_{1+} : Jumlah piksel dalam kolom ke-i

Berikut merupakan tabel hubungan antara nilai Kappa dengan keeratan kesepakatan (*strength of agreement*)

Tabel 2. 10 Nilai Keeratan Kesepakatan (*Strength of Agreement*)
(Purwandhi 2001)

Nilai K	Keeratan Kesepakatan (<i>Strength of Agreement</i>)
< 0,2	Rendah (<i>Poor</i>)
0,21 – 0,4	Lumayan (<i>Fair</i>)
0,41 – 0,60	Cukup (<i>Moderate</i>)
0,61 – 0,80	Kuat (<i>Good</i>)
0,81 – 1,00	Sangat Kuat (<i>Very Good</i>)

2.14 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk mengambil, menyimpan, menganalisa, dan menampilkan informasi dengan referensi geografis (Budianto. E 2010.) Menurut *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) (1990), perusahaan pembuat software ArcGIS, sistem informasi geografis adalah kumpulan terorganisasi dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi dan personal yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, mengupdate, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografis (Prahasta. E 2006).

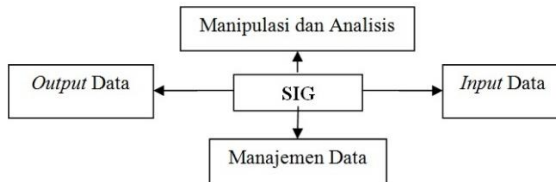
Dengan demikian, aplikasi SIG dapat menjawab beberapa pertanyaan berkenaan dengan (Budianto. E 2010.):

- a. Lokasi Kejadian di lokasi tertentu, contoh: di lereng gunung, rawan banjir, ada deposit emas, curah hujannya tinggi, dan sebagainya.
- b. Kondisi Lokasi jalan mana yang paling macet, besar potensi tambang yang ada di Kabupaten X dan sebagainya.

- c. Kecenderungan/trend tingkat degradasi kawasan hutan lindung di DAS dan sebagainya.
- d. Pola Hubungan antara jenis tanah dan produksi gondorukem, pola penyebaran penyakit di sekitar kawasan industri kayu, dan sebagainya.
- e. Simulasi/modeling besar penurunan erosi bila luas hutan di hulu sungai Jeneberang meningkat sebesar 1.000 hektar.

2.14.1 Subsistem Sistem Informasi Geografis

Komponen utama SIG dapat dibagi ke dalam 4 kelompok, yaitu: perangkat keras, perangkat lunak, organisasi (manajemen), dan pemakai (Prahasta 2009).



Gambar 2. 4 Diagram Sub-Sistem SIG (Prahasta 2009)

a. Data *Input* (masukan)

Data Input disini berisi tentang bagaimana mengumpulkan dan mempersiapkan sebuah data spasial dan data atribut, sekaligus mengubah menjadi suatu bentuk format data yang dipakai dalam pengolahan SIG.

b. Data *Output* (keluaran)

Data Output yaitu berupa data yang dapat ditampilkan secara keseluruhan atau sebagian dari data keluaran yang dapat berupa bentuk softcopy maupun dalam bentuk *hardcopy*.

c. *Data Management*

Data Management yaitu berupa data hasil dari pengorganisasian data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah diupdate, diedit, dan dipanggil.

d. *Data Manipulation & Analysis*

Manipulasi Data dan Analisis berisi tentang data-data yang berupa informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG, dan didalamnya dilakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

2.14.2 WebGIS

WebGIS adalah sistem informasi spasial berdasarkan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) yang telah berkembang pesat sejak tahun 1960. Menggunakan jaringan Internet / Intranet sebagai mediana dan akuisisi informasi geografis, penyimpanan, pengolahan, analisis sebagai konten utamanya. *WebGIS* adalah hasil sampingan dari integrasi teknologi aplikasi SIG dan teknologi jaringan. *WebGIS* bersifat ekonomis, real-time, visual dan mudah dioperasikan (Cao 2013).

WebGIS adalah sebuah pola ataupun pendekatan arsitektural untuk mengimplementasikan SIG modern. *WebGIS* menggunakan teknologi *web service*- standard untuk mengirimkan data dan mengkoneksikan komponen-komponen. *WebGIS* dapat diimplementasikan pada *cloud*, contoh *ArcGIS online*, menggunakan server khusus, contoh *ArcGIS server*, atau lebih khususnya memanfaatkan dan mengkombinasikan dua tempat. *WebGIS* bukan merupakan hal baru, faktanya *WebGIS* telah berkembang untuk waktu yang lama. Namun

generasi saat ini telah meraih bahkan melewati titik dimana inovasi GIS dan teknologi terkait tidak hanya dapat tercipta tetapi juga menjadi hal yang penting (Szukalski 2016).

2.15 Sistem Basis Data

2.15.1 Pengertian Sistem Basis Data

Sistem basis data merupakan sistem terkomputerisasi yang tujuan utamanya adalah memelihara informasi dan membuat informasi tersebut tersedia saat dibutuhkan. Sumber lain menyebutkan basis data merupakan suatu program komputer yang digunakan untuk memasukkan, mengubah, menghapus, memanipulasi, dan memperoleh data informasi dengan praktis dan efisien (Waljiyanto 2003).

Dibandingkan dengan sistem yang berbasis kertas, basis data memiliki empat keunggulan (Waljiyanto 2003):

a. Kepraktisan

Sistem yang berbasis kertas akan menggunakan kertas yang sangat banyak untuk menyimpan informasi, sedangkan sistem basis data menggunakan media penyimpanan sekunder yang berukuran kecil tetapi padat informasi.

b. Kecepatan

Mesin dapat mengambil atau mengubah data jauh lebih cepat daripada manusia.

c. Mengurangi kejemuhan

Orang cenderung menjadi bosan kalau melakukan tindakan-tindakan berulang yang menggunakan tangan.

e. Kekinian

Informasi yang tersedia pada sistem basis data akan bersifat mutakhir dan akurat setiap saat.

2.15.2 Komponen Sistem Basis Data

Komponen utama sistem basis data dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu sebagai berikut (Waljiyanto 2003):

a. Perangkat Keras

Perangkat keras berupa komputer dan bagian-bagian didalamnya.

b. Data

Data dalam sistem basis data dibagi menjadi data terpadu dan berbagi data. Data terpadu berarti berkas-berkas data yang ada pada basis data saling terkait, tetapi kemubadziran data tidak akan terjadi atau hanya terjadi sedikit sekali. Sedangkan berbagi data yaitu data dapat dipakai oleh sejumlah pengguna. Sifat seperti itu biasa terdapat pada sistem multiseluler.

c. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dimaksud adalah sistem basis data yang melayani permintaan-permintaan pengguna.

d. Pengguna

Pengguna dapat dikategorikan menjadi tiga:

1. Pengguna akhir,
2. Pengguna aplikasi, dan
3. Administrator basis data

Pemrograman aplikasi adalah orang yang membuat program aplikasi yang menggunakan basis data. Program aplikasi dibuat tentu saja sesuai dengan

kebutuhan pengguna. Pengguna akhir dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu (Waljiyanto 2003):

1. Pengguna aplikasi

Pengguna aplikasi adalah orang yang mengoperasikan program aplikasi yang dibuat oleh pemrogram aplikasi. Pengguna interaktif adalah orang yang dapat memberikan perintah beraras tinggi pada antar muka basis data yang tersedia.

2. Pengguna interaktif.

Administrator basis data adalah orang yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan basis data. Setiap pengguna diberikan hak akses terhadap basis data secara tersendiri. Tidak semua pengguna bisa menggunakan data yang bersifat sensitif. Penentuan hak akses disesuaikan dengan wewenang pengguna dalam organisasi.

2.16 Uji Kelayakan Sistem

2.16.1 Fungsionalitas

Fungsionalitas adalah sekumpulan atribut yang menyediakan fungsi dan properti yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna (Hidayati 2014). Uji fungsionalitas dilakukan untuk menguji fitur-fitur yang disediakan dalam sistem apakah berfungsi dengan baik atau tidak. Pada hasil pengujian ini, penilaian diberi nilai binner, yaitu 0 apabila tidak berjalan dan 1 apabila berjalan.

2.16.2 Portabilitas

Portabilitas adalah kemampuan dari sistem untuk bekerja atau beradaptasi dengan baik dalam lingkungan yang berbeda, seperti perbedaan perangkat keras, sistem informasi dan sebagainya

(Hidayati 2014). Pengujian portabilitas dilakukan dengan melakukan observasi penggunaan sistem pada berbagai macam *web browser* yang ada pada PC/Laptop.

2.16.3 Teknik Analisis Deskriptif

Menurut Hidayati (2014), pada pengujian kelayakan sistem, digunakan teknik analisis deskriptif untuk menjelaskan hasil yang didapat dari uji fungsionalitas dan uji portabilitas dengan presentase kelayakan minimal 85%. Teknik analisis deskriptif yaitu statistik yang digunakan untuk menjelaskan suatu data dengan mendeskripsikannya sehingga didapatlah kesimpulan dari sekelompok data tersebut. Dalam analisis kelayakan *software*, digunakan perhitungan berikut:

$$\text{Presentase Kelayakan} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\% \quad (2.21)$$

Dari rumus 2.26, setelah didapatkan nilai presentase kelayakan maka selanjutnya dapat ditarik kesimpulan menjadi data kualitatif dengan menggunakan tabel konversi dari Hidayati (2014) seperti pada tabel 2.11 berikut ini:

Tabel 2. 11 Kriteria Presentase kelayakan (Hidayati 2014)

Presentase Kelayakan	Kriteria
81% - 100%	Sangat Baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Kurang
<20%	Sangat Kurang

2.17 Penelitian Terdahulu

Berikut ini penelitian terdahulu yang menjadi referensi dalam penyusunan tugas akhir ini:

Tabel 2. 12 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Teknik Analisis
1	Ohira (2012)	Analisis Citra Alos AVNIR-2 dan Sistem Informasi Geografi untuk Pengembangan Ruang Terbuka Hijau di Kota Surakarta dan sekitarnya	Pada penelitian ini, citra Alos AVNIR-2 diolah guna memperoleh parameter perencanaan pengembangan RTH dan menganalisis keseimbangan RTH. Dari data penggunaan lahan yang diolah menggunakan Maximum Likelihood guna kemudian dianalisis ketersediaan oksigen menggunakan metode Gerarkis. Menentukan arahan pengembangan menggunakan overlay dengan pendekatan kuantitatif berjenjang tertimbang.
2	I Ketut Putrajaya (2017)	Analisis Indeks Vegetasi Menggunakan Citra Alos Avnir-2 Untuk Estimasi Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Kebutuhan Oksigen di Kota Denpasar, Provinsi Bali	Pada penelitian ini mengkaji mengenai perbedaan dari NDVI dan SAVI pada pengolahan indeks vegetasi menggunakan citra satelit resolusi menengah, citra ALOS AVNIR-2, selain itu juga menggunakan citra Quickbird untuk updating informasi tutupan lahan. Dari pengolahan data dihasilkan jumlah kebutuhan RTH untuk memajukan perkembangan pariwisata di Bali.

Tabel 2.12 (Lanjutan)

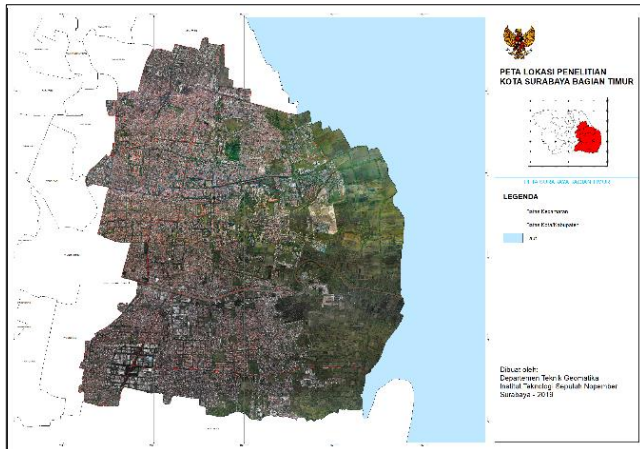
No	Nama	Judul	Teknik Analisis
3	Bos Ariadi Muis (2005)	Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Kebutuhan Oksigen dan Air di Kota Depok Propinsi Jawa Barat	Pada penelitian ini mengkaji mengenai luasan RTH berdasarkan kebutuhan oksigen dan ketersediaan air menggunakan metode <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP) dan metode Gerarkis. Selain itu penilaian preferensi masyarakat terhadap prioritas pembangunan melalui pembobotan dan penyebaran kuesioner juga didapatkan luas RTH yang dapat memenuhi kebutuhan oksigen dan penyediaan air bersih.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Surabaya Timur yang terletak pada $7^{\circ} 9' - 7^{\circ} 21'$ Lintang Selatan (LS) dan $112^{\circ} 36' - 112^{\circ} 54'$ Bujur Timur (BT).



Gambar 3. 1 Lokasi penelitian di Surabaya Timur

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Data pengukuran koordinat GCP dan koordinat ICP di lapangan,
- b. Citra resolusi tinggi *Pleiades 1A* tahun 2017 (Sumber: LAPAN),
- c. Citra Foto NIR MAPIR tahun 2019 di lapangan,
- d. Jumlah penduduk Surabaya Timur tahun 2018 (Sumber: Badan Pusat Statistik Surabaya),

- e. Volume lalu lintas di Surabaya Timur tahun 2018 (Sumber: Dinas Perhubungan Pemerintah Kota Surabaya),
- f. Jumlah industri di Surabaya Timur tahun 2018 (Sumber: Badan Pusat Statistik Surabaya).

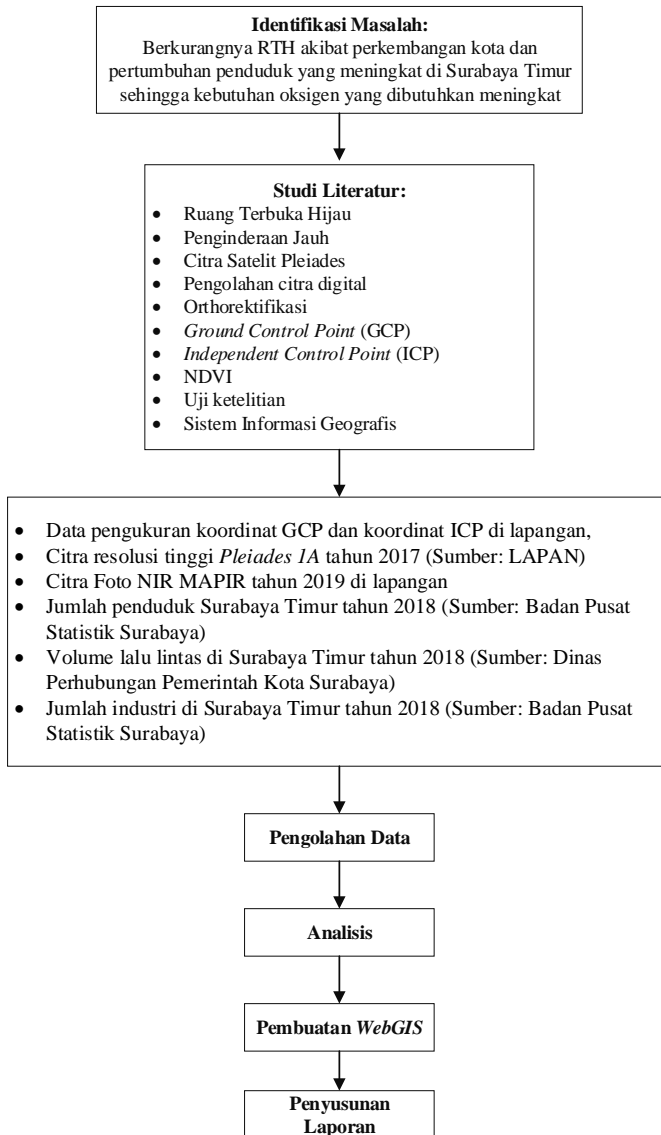
3.2.2 Peralatan

Alat yang digunakan dalam Tugas Akhir ini dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Perangkat Keras
 - GPS *Geodetic dual frequency*
 - Laptop
- b. Perangkat Lunak
 - Perangkat lunak pengolah data GPS
 - Perangkat lunak pengolah citra
 - Perangkat lunak pengolah geospasial
 - Perangkat lunak pembuatan *WebGIS*

3.3 Metodologi Penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian dalam penelitian ini:



Gambar 3. 2 Metodologi Penelitian

Penjelasan mengenai diagram alir pada gambar 3.2 di atas adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana mengklasifikasi kelas kerapatan vegetasi di Surabaya Timur dan bagaimana memetakan sebaran vegetasi berdasarkan klasifikasi indeks vegetasi di Surabaya Timur.

2. Studi Literatur

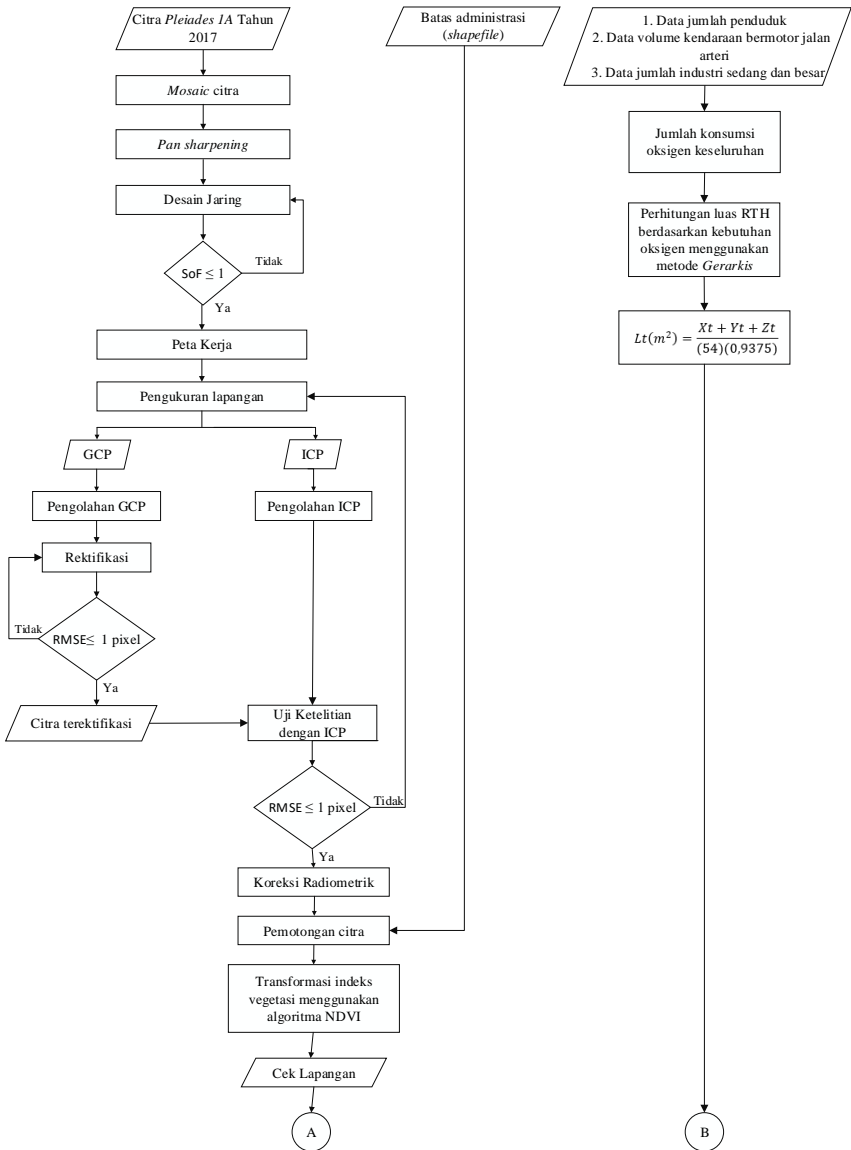
Pada tahap ini, peneliti mempelajari literatur yang mendukung jalannya penelitian yang dapat dilakukan dengan menggunakan buku referensi atau panduan, arahan dari pembimbing peneliti selama menjalankan penelitian ini, maupun hasil penelitian sejenis sebelumnya yang berkaitan dalam penentuan metode pemecahan masalah serupa.

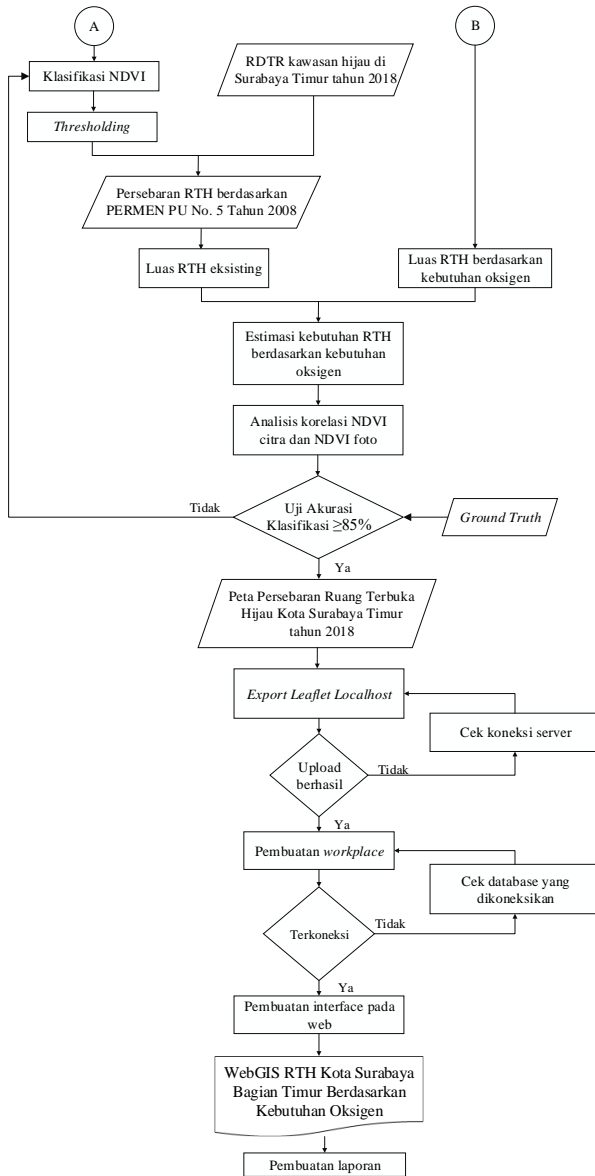
3. Pengumpulan Data

Setelah dilakukannya studi literatur, dilakukan pengambilan data baik berupa data primer maupun data sekunder sebagai dasar dalam melanjutkan pada tahapan pengolahan data.

4. Pengolahan Data

Data yang didapatkan selanjutnya diolah dengan *software* pengolah data GPS, pengolah data citra satelit, pengolah data *WebGIS*, dan pengolah data geospasial. Proses pengolahan data didasarkan pada studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya seperti yang dijelaskan pada *flowchart* berikut:





Gambar 3. 3 Alur Pengolahan Data

Adapun penjelasan mengenai gambar 3.3 adalah seperti berikut:

- a. Pengolahan citra satelit *Pleiades 1A* diawali dengan melakukan *mosaic* (penggabungan citra) kemudian dilakukan *pansharpening* antara band pankromatik dengan multispektral agar objek pada citra dapat dilihat dengan jelas.
- b. Dilanjutkan pada pembuatan desain jaring sebagai penentuan sebaran GCP dan ICP yang disesuaikan dengan wilayah studi dan disebar secara merata. Jaring yang telah dibuat kemudian dihitung *strength of figure* (SoF) atau kekuatan jaring, dimana hasil perhitungan tersebut harus bernilai $\leq 1 \text{ pixel}$. Apabila dalam perhitungan SoF tidak sesuai dengan ketentuan, maka dilakukan pembuatan desain jaring kembali. Beberapa aspek yang didapatkan pada tahap observasi lapangan, yaitu koordinat GCP dan ICP. Pengambilan data berupa koordinat GCP dan ICP dilakukan dengan menggunakan GPS *geodetic dual frequency* yang selanjutnya diolah pada perangkat lunak pengolah data GPS (*Topcon Tools*). Koordinat GCP dan ICP yang telah diambil di lapangan kemudian diolah dengan menggunakan transformasi *affine*. Kemudian koordinat GCP digunakan dalam proses *rektifikasi* atau koreksi geometrik dan uji ketelitian dimana besar kesalahan (*RMSE*) pada data yang sudah diolah harus $\leq 1 \text{ pixel}$, begitu pula dengan koordinat ICP yang digunakan untuk *checking*.
- c. Setelah citra terkoreksi geometrik dan radiometrik, dilakukan pemotongan citra terlebih dahulu sesuai dengan batas administrasi kota Surabaya Timur agar pengolahan data lebih fokus pada lokasi studi saja.
- d. Untuk mendapatkan luas RTH secara aktual, digunakan pengolahan indeks vegetasi menggunakan algoritma NDVI. Nilai indeks vegetasi tersebut dihitung sebagai rasio antara pantulan yang terukur dari band merah (R) dan

- band infra-merah (NIR), kemudian diklasifikasi berdasarkan 3 kelas, yaitu rendah, sedang dan tinggi untuk mengetahui tingkat kerapatan indeks vegetasi. Hasil penisbahan antara band merah dan infamerah menghasilkan perbedaan yang maksimum antara vegetasi dan tanah. Nilai-nilai asli yang dihasilkan NDVI selalu berkisar antara -1 hingga +1. Setelah dihasilkan NDVI citra, kemudian dilakukan klasifikasi sebanyak lima kelas.
- e. Setelah dilakukan klasifikasi tak terbimbing (*unsupervised*) kemudian didapatkan klasifikasi sebanyak lima kelas, dilanjutkan dengan digitasi kelas ruang terbuka hijau (RTH) berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan yang dikorelasikan dengan ketersediaan ruang terbuka hijau dari RDTRK kawasan hijau Surabaya Timur. Kemudian didapatkan luas ruang terbuka hijau (RTH) dan non RTH. Hasil yang didapatkan pada proses ini adalah peta persebaran ruang terbuka hijau (RTH) eksisting di Surabaya Timur.
 - f. Luas kebutuhan RTH dihitung berdasarkan kebutuhan oksigen dengan metode *Gerarkis* melalui pengolahan data jumlah penduduk, data jumlah kendaraan bermotor dan jumlah industri. Dari 3 parameter tersebut, didapatkan jumlah konsumsi oksigen secara keseluruhan dan perhitungan luas RTH berdasarkan kebutuhan oksigen. Kemudian dibandingkan dengan luas ruang terbuka hijau (RTH) eksisting.
 - g. Analisis korelasi antara NDVI citra dengan NDVI foto ini dilakukan untuk mengetahui kondisi reflektan permukaan yang ditunjukkan oleh nilai dari perhitungan NDVI pada citra satelit Pleiades 1A dengan akuisisi data bulan Juli tahun 2017 dan citra foto yang diambil pada bulan Mei tahun 2019 menggunakan kamera *NIR*

- h. Uji akurasi dilakukan untuk memastikan apakah hasil dari pengolahan data secara tidak langsung sebelumnya sesuai dengan keadaan pada lapangan atau tidak. Pada uji akurasi ini menggunakan metode *confusion matrix* dengan menggunakan data *ground truth* pada citra dengan menggunakan sampel data pada setiap kelas tutupan lahan. Uji akurasi dilakukan pada hasil pengolahan data pada digitasi maupun klasifikasi NDVI. Data yang diperoleh dengan mengambil sampel untuk tiap kategori tutupan lahan. Nilai uji akurasi klasifikasi yang digunakan sebesar $\geq 85\%$. Jika kurang dari nilai tersebut maka dilakukan klasifikasi NDVI kembali.
- i. Hasil dari pengolahan data disajikan dalam bentuk *WebGIS* dengan pembuatan basis data. Basis data ini berfungsi untuk mempermudah akses dalam menyimpan, mencari, maupun sebagai koneksi untuk menghubungkan sistem informasinya. Data yang telah diolah sebelumnya kemudian di *upload* per layer dalam bentuk vektor, kemudian dilakukan pembuatan *interface* pada web agar mudah dipahami.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Citra

Citra satelit yang digunakan pada penelitian ini adalah citra satelit resolusi sangat tinggi yaitu citra satelit *Pleiades 1A* tahun 2017 dengan resolusi spasial sebesar 0,5 meter dengan akuisisi data tanggal 16 Juli 2017.



Gambar 4. 1 Citra Satelit *Pleiades 1A*

4.2 Pemotongan Citra

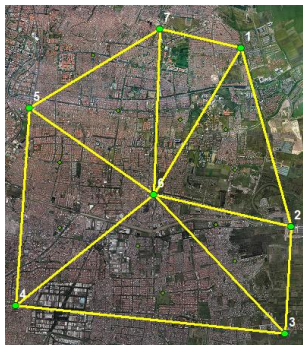
Pemotongan citra pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan daerah pada citra yang sesuai dengan daerah penelitian, agar saat proses pengolahan citra lebih efektif seperti pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 2 Hasil Pemotongan Citra *Pleiades 1A*

4.3 Pembuatan Desain Jaringan dan Titik Kontrol

Pada citra satelit *Pleiades 1A* dibuat desain jaringan untuk merencanakan pengukuran GCP. Desain yang dibuat terdiri dari 7 titik GCP sehingga desain yang dibuat memiliki 12 buah *baseline*. Semua titik GCP dibuat menyebar sehingga dapat mencakup keseluruhan wilayah penelitian. Gambar desain jaringan citra satelit *Pleiades 1A* dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut:



Gambar 4. 3 Desain Jaringan Citra Satelit *Pleiades 1A*

Lokasi titik GCP berada di tempat yang mudah teridentifikasi pada citra satelit yaitu di pojok jalan. Pada penelitian ini, nilai *Strength of Figure* dari desain jaring yang telah dibuat adalah sebagai berikut:

Jumlah Titik	: 7
Jumlah Baseline	: 12
N Parameter	: Jumlah Titik x 3 = 21
N Ukuran	: Jumlah Baseline x 3 = 36
U	: N Ukuran – N Parameter = 15
A	: Matrik Desain
<i>Strength of Figure</i>	= $[\text{Trace}(A^T A)^{-1}] / U$ = 0,372 pixel

Menurut Abidin (2002), semakin kecil nilai SoF (< 1 pixel) maka semakin baik pula konfigurasi dari persebaran titik GCP. Hasil perhitungan SoF pada desain jaring yang telah dibuat pada gambar 4.3 adalah sebesar 0,372 pixel, nilai tersebut kurang dari 1 pixel maka nilai SoF masuk toleransi.

4.4 Koreksi Geometrik

Citra satelit *Pleiades 1A* dikoreksi menggunakan titik kontrol atau *Ground Control Point* (GCP) yang didapat dari pengukuran lapangan menggunakan *GPS geodetic dual frequency* dengan metode statik diferensial. Waktu pengamatan setiap titik adalah 2 jam. Sistem proyeksi yang digunakan yaitu *Universal Transverse Mercator* (UTM) zona 49 S, dengan datum *World Geodetic System* (WGS) 1984. Pada penelitian ini, GCP yang digunakan untuk pembuatan desain jaring berjumlah tujuh dan *baseline* yang didapat dari pembuatan desain jaring berjumlah 12. Sedangkan untuk titik ICP dilakukan menggunakan metode radial dengan lama pengukuran 15 menit setiap titik dengan menggunakan metode transformasi *affine*. Hasil dari pengukuran titik GCP citra dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Nilai RMSE Citra Pleiades 1A

Titik	Map (m)		Image (m)		Error (m)		Residu (m)	
	X	Y	X	Y	X	Y		
SRGI	698147,990	9194909,757	34257,500	57692,500	0,015	0,051	0,053	
1	698972,670	9196966,198	35852,600	53753,400	0,001	0,005	0,001	
2	700748,871	9191681,071	39347,900	63834,300	0,001	0,527	0,527	
3	700583,680	9189281,623	39036,400	68418,500	0,002	-0,170	0,170	
4	692756,760	9189438,503	23786,800	68144,900	0,003	0,155	0,155	
5	693146,382	9194921,574	24509,200	57677,500	0,007	0,281	0,281	
6	696603,523	9192520,394	31262,800	62250,100	0,020	-0,751	0,751	
7	696776,439	9197119,945	31568,400	53469,000	0,008	-0,093	0,093	
RMSE								0,254

Dari tabel 4.1 didapatkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) pada koreksi geometrik citra *Pleiades 1A* sebesar 0,254 meter. Batas toleransi kesalahan nilai RMSE adalah ≤ 1 pixel (Purwadhi 2001), sehingga dari hasil RMSE yang didapat tersebut diterima dan tidak melebihi batas toleransi.

4.5 Analisis Ketelitian Geometrik

Analisis ketelitian geometrik dilakukan untuk memvalidasi hasil dari koreksi geometrik yang dilakukan pada citra satelit. Ketelitian geometrik dari hasil pengolahan masing-masing citra didapatkan berdasarkan RMSE yang dihasilkan pada saat proses rektifikasi dilakukan.

Data yang digunakan adalah titik kontrol *Independent Control Point* (ICP) yang dibuat menyebar diseluruh lokasi penelitian. Uji ketelitian geometrik diperoleh dengan mencari residu dari selisih koordinat hasil pengukuran ICP dan titik koordinat dari lokasi ICP tersebut pada citra satelit hasil rektifikasi. ICP yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan peraturan BIG No. 15 Tahun 2014 tentang pedoman

teknis ketelitian peta dasar yaitu jumlah ICP yang digunakan pada area dengan luas < 250 km² berjumlah 12 titik. Tabel 4.2 berikut ini merupakan hasil dari uji ketelitian geometrik.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Ketelitian Geometrik

Titik	Koordinat ICP Pengukuran (m)		Koordinat ICP Pada Citra (m)		Residu (m)
	X	Y	X	Y	
1A	696866,185	9196570,949	696866,102	9196570,829	0,132
1B	697153,916	9194707,710	697153,591	9194707,710	0,407
2A	698001,751	9194212,789	698002,343	9194212,790	0,755
2B	698900,984	9193326,176	698900,829	9193326,180	0,327
3A	698351,863	9191632,967	698351,542	9191632,971	0,392
3B	699036,240	9191059,122	699036,334	9191059,120	0,142
4A	696178,091	9191064,833	696178,297	9191064,833	0,259
4B	697161,246	9189807,737	697161,300	9189807,740	0,118
5A	694360,853	9192136,994	694360,566	9192136,994	0,351
5B	693983,212	9193398,241	693983,389	9193398,241	0,368
6A	695404,709	9196256,795	695404,720	9196256,795	0,111
6B	695610,774	9194847,925	695610,857	9194847,930	0,151
RMSE					0,343

Pada pengolahan citra satelit *Pleiades 1A*, nilai RMSE ICP sebesar 0,343 meter sehingga dengan mengacu pada Peraturan Kepala BIG Nomor 15 tahun 2014, apabila dihitung ketelitian horizontalnya adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 CE90 &= 1,5175 \times RMSE \\
 &= 1,5175 \times 0,343 \\
 &= 0,521 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan nilai CE90 (*Circular Error 90%*) yang didapatkan sebesar 0,521 meter, maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut memenuhi standar ketelitian pembuatan peta dasar skala 1:5000 pada kelas 1 dengan syarat ketelitian horizontal sebesar < 1 meter.

4.6 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik terbagi menjadi dua tahap, yaitu kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik ini bertujuan untuk merubah format citra yang berbentuk *Digital Number* (DN) ke dalam bentuk reflektan. Dilanjutkan dengan koreksi atmosfer yang berguna untuk menghilangkan pengaruh atmosfer (molekul dan partikel) yang ikut serta menghamburkan sinyal sebelum direkam oleh sensor penginderaan jauh (pasif). Hasil akhir dari proses koreksi atmosfer berupa reflektan permukaan yang digunakan untuk pengolahan algoritma indeks vegetasi. Untuk koreksi atmosfer, metode yang digunakan yaitu *Second Simulation of the Sensor Spectrum-Vector* (6SV). Metode ini dipilih karena memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode lain karena diproses dengan banyak parameter (Jaelani 2016). Pada tabel 4.3 berikut merupakan parameter pada metadata citra Pleiades 1A yang digunakan untuk melakukan proses 6SV.

Tabel 4. 3 Parameter Citra *Pleiades 1A* untuk Koreksi Atmosfer
Metpde 6SV

Parameter	
Tanggal Perekaman Data	16 Juli 2017
<i>Solar Zenithal Angle</i>	37.5008913801
<i>Solar Azimuthal Angle</i>	39.89580663272241
<i>Sensor Zenithal Angle</i>	14.19
<i>Sensor Azimuthal Angle</i>	180.025509301596
<i>Visibility</i>	6.2

Sebelum dilakukan koreksi atmosfer pada citra, diperlukan nilai koefisien koreksi atmosfer yang diperoleh dari perhitungan yang dilakukan pada *website* <http://6s.ltdri.org/pages/run6SV.html> dengan memasukkan nilai parameter citra Pleiades 1A yang telah ditentukan. Pada tabel 4.4 berikut ini merupakan hasil koefisien yang dihasilkan berupa X_a , X_b , dan X_c .

Tabel 4. 4 Koefisien Koreksi Atmosfer 6SV Citra *Pleiades 1A*

Kanal	X_a	X_b	X_c
Blue	0,00453	0,23925	0,14007
Green	0,00406	0,12675	0,11688
Red	0,00409	0,07345	0,97070
NIR	0,00463	0,06745	0,15394

Berdasarkan nilai koefisien koreksi atmosfer selanjutnya, nilai-nilai pada tabel 4.4 dihitung menggunakan persamaan 6SV dibawah ini:

$$y_{\lambda} = X_{a\lambda} * (L_{\lambda}) - X_{b\lambda}$$

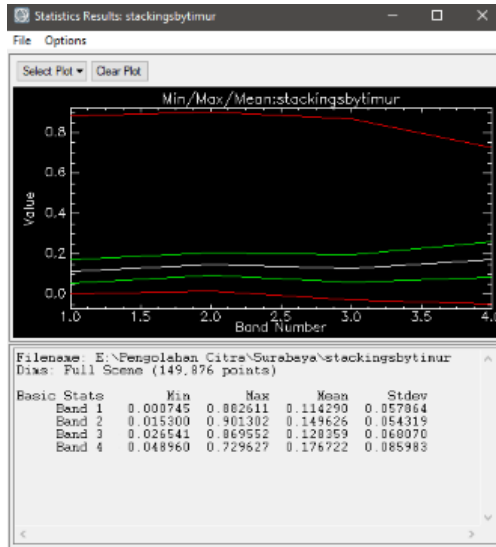
$$acr = y_{\lambda} / (1 + X_{c\lambda} * y_{\lambda})$$

Keterangan:

Acr : reflektan permukaan *Bottom of Atmosphere*

X_a, X_b, X_c : Koefisien atmosfer

Gambar 4.4 berikut ini merupakan hasil dari koreksi radiometrik citra *Pleiades 1A*.



Gambar 4. 4 Hasil Koreksi Radiometrik

4.7 Klasifikasi Berdasarkan Nilai Indeks Vegetasi (NDVI)

Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan pada citra dengan tujuan untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek yang berkaitan dengan kerapatan. Salah satu jenis indeks vegetasi adalah metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dengan rumus:

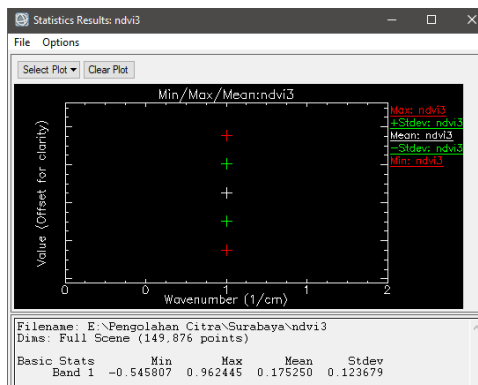
$$NDVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{Red})}{(\rho_{NIR} + \rho_{Red})}$$

Perhitungan algoritma NDVI ini bertujuan untuk mendapatkan peta sebaran nilai NDVI pada citra satelit *Pleiades 1A* dan peta sebaran RTH di Surabaya Timur. Gambar 4.5 berikut ini merupakan hasil perhitungan NDVI citra *Pleiades 1A*.



Gambar 4. 5 Tampilan NDVI Citra Satelit

Dari perhitungan citra satelit *Pleiades 1A* tersebut, nilai NDVI yang diperoleh berkisar $-0,546$ sampai $0,962$ seperti pada gambar 4.6 hasil dari statistik pengolahan NDVI.



Gambar 4. 6 Nilai Indeks Vegetasi Hasil Pengolahan NDVI

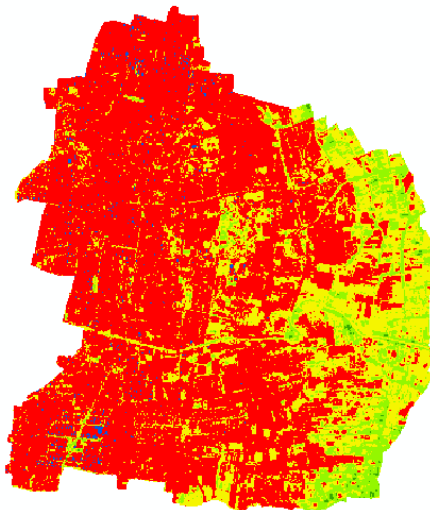
Semakin besar nilai indeks vegetasi yang diperoleh mengindikasikan adanya vegetasi yang semakin rapat dan lebat, dan sebaliknya, apabila perolehan nilai indeks vegetasi kecil berarti mengindikasikan bahwa vegetasi semakin rendah kerapatannya.

Pada hasil rentang nilai NDVI pada penelitian ini kemudian dilakukan klasifikasi pembagian kelas sesuai dengan keadaan di lapangan pada area ruang terbuka hijau meliputi air, non tutupan hijau, jarang, sedang, dan rapat menggunakan *Raster Color Slices* (Putrajaya 2017). Nilai NDVI pada penelitian ini diantaranya adalah warna biru memiliki nilai NDVI sebesar $-0,546 - 0$ yang berarti perairan, warna merah memiliki nilai NDVI tutupan hijau sebesar $0 - 0,196$ yang berarti tutupan hijau pada area yang berwarna merah tidak ada (non tutupan hijau), warna kuning memiliki nilai NDVI tutupan hijau sebesar $0,196 - 0,376$ dimana pada area ini terdapat vegetasi namun jarang, warna hijau muda memiliki nilai NDVI sebesar $0,376 - 0,606$ yang berarti terdapat vegetasi yang cukup banyak (sedang), dan warna hijau tua memiliki nilai pixel tutupan hijau $0,606 - 0,962$ berarti memiliki vegetasi yang rapat. Perbedaan nilai indeks vegetasi yang bervariasi ini dipengaruhi oleh karakteristik vegetasi, seperti umur dan jenis pohon, struktur daun dan tutupan kanopi, juga dipengaruhi oleh karakter tanah dan kondisi atmosfer (Lillesand dan Kiefer 1997). Tabel 4.5 berikut ini menampilkan hasil klasifikasi berdasarkan nilai NDVI pada citra satelit *Pleiades IA* Tahun 2017.

Tabel 4. 5 Luasan RTH Kota Surabaya Timur tahun 2018

No	Kelas	Nilai	Luas (Ha)
1	Perairan	$-0,546 - 0$	1.077,46
2	Non Tutupan Hijau	$0 - 0,196$	4.805,10
3	Jarang	$0,196 - 0,376$	1.814,86
4	Sedang	$0,376 - 0,606$	1.619,46
5	Rapat	$0,606 - 0,962$	81,79

Pada gambar 4.7 berikut ini merupakan peta klasifikasi ruang terbuka hijau hasil pengolahan algoritma NDVI kota Surabaya Timur tahun 2018 dan hasil klasifikasi pada gambar 4.8.

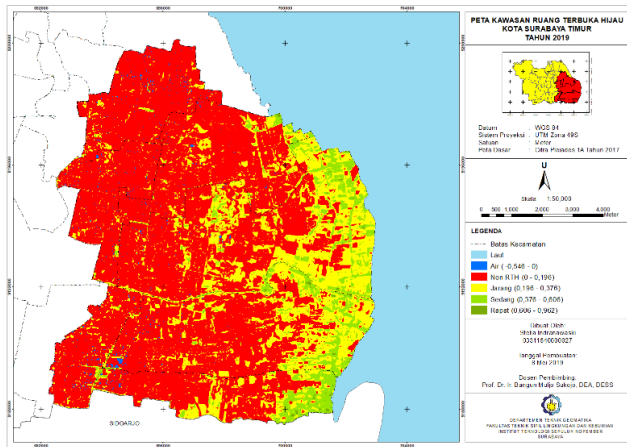


Gambar 4. 7 Pengolahan Citra Pleiades 1A Berdasarkan Klasifikasi



Gambar 4. 8 Klasifikasi Nilai Hasil Algoritma NDVI

Sedangkan pada gambar 4.9 berikut ini merupakan peta kerapatan vegetasi ruang terbuka hijau kota Surabaya Timur hasil pengolahan algoritma NDVI.



Gambar 4. 9 Peta Kerapatan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya Timur Tahun 2019

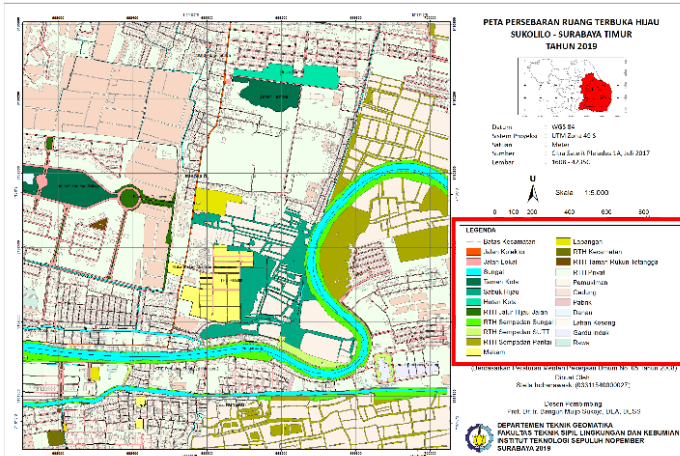
Area yang berwarna kuning atau ruang terbuka hijau (RTH) dengan kerapatan jarang, merupakan area dengan jenis tanaman berbatang kecil dan kanopi jarang, didominasi oleh jenis tanaman bunga, pohon budidaya, yaitu pohon yang tumbuh ditempat tersebut karena ditanam yang meriupakan pohon penghasil bebuahan atau makanan, pohon hias, peneduh maupun naungan yang berada baik di lapangan, pemakaman, ruang pejalan kaki, dan sabuk hijau. Untuk area yang berwarna hijau muda, merupakan area dengan jenis tanaman yang memiliki batang sedang dan kanopi yang cukup lebat seperti pohon ketapang kaca yang ditanam di taman kota dan jalur hijau jalan. Untuk area yang berwarna hijau tua atau ruang terbuka hijau (RTH) dengan kerapatan rapat, merupakan area dengan jenis tanaman dengan kanopi sangat lebat seperti pohon mahoni atau mangrove yang ditanam di tepi jalan atau di pinggir pantai yang berfungsi sebagai pelindung, penangkap air dan filter udara (DKRTH Kota Surabaya 2019)

Untuk klasifikasi berdasarkan kelas yang dibuat pada klasifikasi NDVI, diklasifikasi kembali lebih spesifik berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05 Tahun 2008 seperti pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4. 6 Spesifikasi Ruang Terbuka Hijau (RTH)

RTH Jarang	RTH Sedang	RTH Rapat
RTH pada perumahan	RTH pada lingkungan	Hutan Kota
RTH Sempadan Kereta	RTH SUTT	RTH Sempadan Pantai
RTH Ruang Pejalan Kaki	RTH Jalur Hijau Jalan	RTH Sempadan Sungai
Sabuk Hijau Pemakaman	Taman Kota	

Gambar 4.10 berikut adalah peta hasil dari klasifikasi ruang terbuka hijau berdasarkan kebutuhan. Sedangkan untuk dokumentasi pada setiap kelas RTH maupun non RTH dan perairan dapat dilihat pada lampiran 4.



LEGENDA

— Batas Kecamatan	Lapangan
— Jalan Kolektor	RTH Kecamatan
— Jalan Lokal	RTH Taman Rukun Tetangga
— Sungai	RTH Privat
Taman Kota	Pemukiman
Sabuk Hijau	Gedung
Hutan Kota	Pabrik
RTH Jalur Hijau Jalan	Danau
RTH Sempadan Sungai	Lahan Kosong
RTH Sempadan SUTT	Gardu Induk
RTH Sempadan Pantai	Rawa
Makam	

Gambar 4. 10 Peta Klasifikasi Ruang Terbuka Hijau (RTH)

4.8 Luas RTH Eksisting Setiap Kecamatan

Lahan bervegetasi merupakan lahan ruang terbuka hijau (RTH) yang sangat dibutuhkan dalam memenuhi kebutuhan oksigen. Hasil proses NDVI menunjukkan bahwa luas RTH keseluruhan yang ada di Surabaya Timur yaitu 1.914,11 Ha atau 20,37% dari luas wilayah, sedangkan luas non RTH yaitu 7.484,56 Ha atau 79,63%. Tabel 4.7 berikut ini merupakan tabel yang menjelaskan jumlah luas RTH eksisting setiap kecamatan di Surabaya Timur pada tahun 2018.

Tabel 4. 7 Presentase Luas RTH terhadap Luas Wilayah kota Surabaya Timur 2018

No	Kecamatan	Luas Wilayah (ha)	Luas RTH (Ha)	RTH Terhadap Luas Kecamatan (%)
1	Tambaksari	965,86	81,94	8,48
2	Gubeng	781,47	57,46	7,35
3	Rungkut	2.142,86	330,57	15,43
4	Tenggilis Mejoyo	577,85	162,03	28,04
5	Gunung Anyar	997,10	309,44	31,03
6	Sukolilo	2.609,87	536,63	20,56
7	Mulyorejo	1.323,67	436,04	32,94
Jumlah		9.398,67	1.914,11	20,37

Sedangkan pada tabel 4.8 berikut merupakan tabel yang menjelaskan jumlah luas non RTH di setiap kecamatan di kota Surabaya Timur pada tahun 2018.

Tabel 4. 8 Presentase Luas Non RTH terhadap Luas Wilayah kota Surabaya Timur 2018

No	Kecamatan	Luas Wilayah (ha)	Luas Non RTH (Ha)	Presentase Non RTH Terhadap Luas Kecamatan (%)
1	Tambaksari	965,86	990,58	102,56
2	Gubeng	781,47	820,74	105,03
3	Rungkut	2.142,86	1.311,42	61,20
4	Tenggilis Mejoyo	577,85	798,66	138,21
5	Gunung Anyar	997,10	699,27	70,13
6	Sukolilo	2.609,87	1.513,28	57,98
7	Mulyorejo	1.323,67	1.350,60	102,03
Jumlah		9.398,67	7.484,56	79,63

Berdasarkan tabel 4.6, luas RTH eksisting terluas yaitu terdapat di kecamatan Sukolilo sebesar 536,63 Ha atau sebesar 20,56% dari luas wilayah kecamatan, sedangkan luasan RTH eksisting terkecil yaitu terdapat pada kecamatan Gubeng sebesar 57,46 Ha atau sebesar 7,35% dari total luas wilayah kecamatan. Sedangkan untuk luas total RTH

eksisting yang terdapat pada kota Surabaya Timur sebesar 1.914,11 Ha atau sebesar 20,37% dari total luas wilayah kecamatan. Sedangkan untuk total luas non RTH di Surabaya Timur sebesar 79,63%. Dari hasil perhitungan tersebut, proporsi ruang terbuka hijau di Surabaya Timur sudah memenuhi ketentuan yang tercantum pada Undang-Undang RI No. 26 Tahun 2007 yaitu $\geq 20\%$.

4.9 Kebutuhan Luas RTH Berdasarkan Kebutuhan Oksigen

Semua aktivitas kehidupan membutuhkan oksigen (O_2). Dari semua jenis konsumen oksigen, yang sangat banyak mengkonsumsi adalah manusia, kendaraan bermotor dan kegiatan industri. Kota Surabaya Timur sendiri terdiri dari 7 kecamatan, yaitu Tambaksari, Gubeng, Rungkur, Tenggilis Mejoyo, Gunung Anyar, Sukolilo, dan Mulyorejo. Penentuan luas RTH dalam penelitian ini dibatasi hanya pada beberapa asumsi sebagai berikut:

- a. Suplai oksigen hanya dihasilkan oleh tanaman yang berada di kota Surabaya Timur
- b. Jumlah kendaraan yang keluar masuk kota Surabaya Timur dianggap sama setiap hari dengan rata-rata penggunaan kendaraan bermotor perhari 8 jam (Dinas Perhubungan Kota Surabaya 2018)
- c. Jumlah kebutuhan oksigen perhari penduduk, industri dan kendaraan bermotor mengacu pada ketetapan *Gerarkis*
- d. Industri yang diteliti adalah industri besar dan sedang yang melakukan kegiatan produksi.

Berikut adalah kebutuhan oksigen berdasarkan konsumsi dari manusia, kendaraan bermotor dan kegiatan industri di kota Surabaya Timur:

4.9.1 Kebutuhan Oksigen untuk Penduduk

Menurut Wisesa (1988), manusia mengoksidasi 3.000 kalori per hari dari makanannya dan menggunakan sekitar 600 liter oksigen dan memproduksi sekitar 480 liter CO₂. Manusia membutuhkan 600 liter O₂ setiap hari atau setara dengan 0,864 kg/hari.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya tahun 2018, jumlah penduduk kota Surabaya Timur sebesar 816.359 jiwa dengan rincian jumlah penduduk di setiap kecamatan dan jumlah kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh penduduk ditunjukkan pada tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4. 9 Kebutuhan Oksigen berdasarkan Jumlah Penduduk tahun 2018

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan O ₂ (kg/hari)	%
1	Tambaksari	233.636	201.861,50	29
2	Gubeng	142.473	123.096,67	17
3	Rungkut	115.438	99.738,43	14
4	Tenggilis Mejoyo	62.730	54.198,72	8
5	Gunung Anyar	59.539	51.441,70	7
6	Sukolilo	113.664	98.205,70	14
7	Mulyorejo	88.879	76.791,46	11
Jumlah		816.359	705.334,18	100

Kebutuhan oksigen penduduk secara keseluruhan yaitu sebesar 705.334,18 kg/hari. Kebutuhan oksigen penduduk terbanyak yaitu terdapat di Kecamatan Tambaksari sebesar 201.861,50 kg/hari atau sebesar 29% dari jumlah kebutuhan oksigen keseluruhan. Kebutuhan oksigen terkecil yaitu terdapat di Kecamatan Gunung Anyar sebesar 51.441,70 kg/hari

atau sebesar 7% dari jumlah kebutuhan oksigen keseluruhan.

4.9.2 Kebutuhan Oksigen untuk Kendaraan Bermotor

Kendaraan bermotor merupakan sumber pencemaran udara yang cukup besar di Kota Surabaya Timur, karena kendaraan bermotor menghasilkan gas CO₂ yang berbahaya bagi manusia. Kendaraan bermotor adalah konsumen yang mengkonsumsi oksigen dalam jumlah besar sehingga sangat penting untuk diperhitungkan.

Konsumsi oksigen yang dibutuhkan oleh kendaraan bermotor untuk merubah bahan bakar fosil menjadi energi untuk menggerakkan mesin. Untuk menghitung konsumsi oksigen kendaraan bermotor, maka perlu diketahui jumlah dan jenis kendaraan bermotor yang ada di 7 kecamatan di kota Surabaya Timur (Tabel 4.10).

Tabel 4. 10 Jumlah Volume Kendaraan Bermotor Menurut Jenisnya
(Dinas Perhubungan Kota Surabaya 2018)

Jenis Kendaraan	Volume Kendaraan Bermotor (smp)						
	Tambak sari	Gubeng	Rungkut	Kecamatan Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Sukolilo	Mulyorejo
Sepeda Motor	4.037	4.428	2.564	2.450	2.597	5.063	5.612
Mobil Pribadi	3.623	3.882	2.560	2.316	3.653	3.432	4.726
Angkot	32	39	17	24	37	5	26
Bus Mini	3	3	1	6	0	5	7
Pick Up/Box	67	97	66	53	84	34	81

Tabel 4.10 (Lanjutan)

Jenis Kendaraan	Volume Kendaraan Bermotor (smp) Kecamatan						
	Tambak sari	Gubeng	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Sukolilo	Mulyorejo
Mini Truk	5	4	11	7	1	6	14
Bus Besar	1	1	1	3	0	1	2
Truk 2 sumbu	1	1	2	3	0	0	3
Truk 3 sumbu	0	0	0	1	0	0	0
Truk Gandeng	0	0	0	0	0	0	0
Trailer	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	7.770	8.454	5.221	4.862	6.373	8.547	10.470

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa volume kendaraan tertinggi berada di kecamatan Mulyorejo yaitu 10.470 satuan mobil penumpang dan volume kendaraan terendah berada di kecamatan Tenggilis Mejoyo yaitu 4.862 satuan mobil penumpang.

Berdasarkan klasifikasi kendaraan bermotor menurut penggunaannya. Melania (2014) menyatakan jumlah pemakaian bahan bakar untuk kendaraan bermotor bensin adalah 0,200 – 0,220 kg/PS (*horse power*).jam (rata-rata 0,210 kg/PS.jam) dengan kebutuhan oksigen tiap 1 kg bahan bakar sebesar 2,77 kg O₂ agar mampu menghasilkan energi. Sedangkan jumlah pemakaian bahan bakar untuk kendaraan bermoto diesel adalah 0,140 – 0,180 kg/PS.jam (rata-rata 0,160 kg/PS.jam), dengan kebutuhan oksigen tiap 1 kg bahan bakar sebesar 2,86 kg oksigen. Oleh karena itu, kendaraan bermotor dalam 5 klasifikasi berdasarkan penggunaannya dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Klasifikasi Kendaraan Bermotor Menurut Penggunaan
(Wisesa 1988)

No	Bidang Penggunaan	Daya (PS)	Bahan Bakar (BB)
1	Sepeda Motor	1 - 150	Bensin/Pertalite
2	Kendaraan Penumpang Kecil	20 - 100	Bensin/Pertalite
3	Kendaraan Penumpang Berat	100 - 500	Diesel
4	Komersil Ringan	50 - 200	Bensin/Diesel
5	Komersil Berat	150 - 500	Diesel

Menurut Dinas Perhubungan Kota Surabaya pada tahun 2018, jenis kendaraan bermotor di wilayah kota Surabaya Timur terdiri dari 4 kategori, yaitu:

1. Sepeda Motor

Sepeda motor adalah jenis kendaraan berbahan bakar bensin atau *pertalite* dengan kebutuhan bahan bakarnya 0,21 kg/PS.jam dengan daya minimal 1 PS. Terdiri dari sepeda motor beroda dua, dan *scooter*. Kebutuhan oksigen tiap 1 kg bahan bakar adalah 2,77 kg.

2. Kendaraan Penumpang

Kendaraan penumpang merupakan kendaraan berbahan bakar bensin atau *pertalite* dengan kebutuhan bahan bakar 0,21 kg/PS.jam dengan daya minimal 20 PS. Terdiri dari berbagai jenis seperti sedan, jeep, angkot ambulan, dan mobil jenazah. Kendaraan jenis ini membutuhkan oksigen tiap 1 kg bahan bakar adalah 2,77 kg.

3. Kendaraan Bus

Kendaraan bus adalah kendaran dengan bahan bakar diesel dengan kebutuhan bahan bakar 0,16 kg/PS.jam dengan daya minimal 100 PS. Terdiri dari jenis-jenis mobil bus mini dan bus besar termasuk dalam kategori kendaraan penumpang berat. Kebutuhan oksigen tiap 1 kg bahan bakar adalah 2,77 kg.

4. Kendaraan Beban

Kendaraan beban adalah kendaraan berbahan bakar diesel dengan kebutuhan bahan bakarnya 0,16 kg/PS.jam

dengan daya minimal 50 PS. Terdiri dari jenis-jenis truk, pick up/box, truk 2 sumbu, truk 3 sumbu, truk gandeng dan trailer yang termasuk dalam kategori kendaraan komersil (ringan). Dengan kebutuhan oksigen tiap 1 kg bahan bakar adalah 2,86 kg.

Tabel 4.12 adalah kebutuhan oksigen masing-masing jenis kendaraan bermotor, maka dilakukan perhitungan berdasarkan 4 kategori. Untuk tabel 4.13 merupakan asumsi kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh kendaraan bermotor dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Kebutuhan Oksigen Berdasarkan Jenis Kendaraan Bermotor (Melania 2014)

Jenis Kendaraan	Bahan Bakar (BB)	Kebutuhan BB (kg/PS.Jam)	Daya (PS)	Kebutuhan O ₂ 1 kg BB (kg)	Kebutuhan O ₂ (kg/jam)
Sepeda Motor	Bensin/Pertalite	0,21	1	2,77	0,58
Kendaraan Penumpang	Bensin/Pertalite	0,21	20	2,77	11,63
Kendaraan Beban	Solar	0,16	50	2,86	22,88
Kendaraan Bus	Solar	0,16	100	2,77	44,32

Tabel 4. 13 Jumlah Oksigen yang Dibutuhkan Kendaraan Bermotor di Surabaya Timur Tahun 2018

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (smp)	Kebutuhan O ₂ (kg/hari)
Sepeda Motor	26.750	15.560,37
Kendaraan Penumpang	24.371	283.534,47
Kendaraan Beban	543	12.426,70
Kendaraan Bus	33	1.454,25
Jumlah	51.697	312.975,79

4.9.3 Kebutuhan Oksigen untuk Industri

Perhitungan kebutuhan oksigen untuk industri dapat diasumsikan bahwa dalam setiap kegiatan industri membutuhkan oksigen sebanyak 529,41 kg/hari (Melania 2014). Pada penelitian ini, digunakan dua jenis industri, yaitu industri besar dan industri sedang. Tabel 4.13 adalah data yang berasal dari BPS Kota Surabaya tahun 2018 menyebutkan bahwa jumlah industri yang ada di 7 kecamatan di kota Surabaya Timur adalah sebanyak 246 unit dengan rincian kecamatan yang membutuhkan oksigen terbanyak berada di kecamatan Tambaksari sebanyak 38.646,93 kg/hari dan kecamatan yang membutuhkan oksigen paling sedikit berada di kecamatan Sukolilo sebanyak 2.647,05 kg/hari. Tabel 4.14 berikut merupakan tabel jumlah kebutuhan oksigen yang dibutuhkan industri pada tahun 2018:

Tabel 4. 14 Jumlah Kebutuhan Oksigen Industri tahun 2018

No	Kecamatan	Industri Besar (unit)	Industri Sedang (unit)	Jumlah (unit)	Kebutuhan O ₂ (kg/hari)	%
1	Tambaksari	9	64	73	38.646,93	30
2	Gubeng	3	9	12	6.352,92	5
3	Rungkut	12	23	35	18.529,35	14
4	Tenggilis Mejoyo	27	41	68	35.999,88	28
5	Gunung Anyar	17	28	45	23.823,45	18
6	Sukolilo	0	5	5	2.647,05	2
7	Mulyorejo	0	8	8	4.235,28	3
Jumlah		68	178	246	130.234,86	100

4.10 Kebutuhan Luas RTH dalam Memenuhi Kebutuhan Oksigen

Luas RTH yang dibutuhkan haruslah dapat memenuhi kebutuhan oksigen yang seharusnya. Pada tabel 4.15 berikut merupakan kebutuhan oksigen keseluruhan yang dibutuhkan oleh penduduk, kendaraan bermotor, dan industri:

Tabel 4. 15 Kebutuhan Oksigen Keseluruhan

No	Jenis Data	Jumlah Kebutuhan Oksigen (kg/hari)
1	Penduduk	705.334,18
2	Kendaraan Bermotor	312.975,79
3	Industri	130.234,86
Jumlah		1.148.544,82

Berdasarkan perhitungan, dapat diketahui bahwa kebutuhan oksigen tertinggi yaitu dibutuhkan oleh penduduk, kemudian kendaraan bermotor dan industri. Dari data kebutuhan oksigen keseluruhan yang dibutuhkan oleh konsumen oksigen di kota Surabaya Timur sebesar 1.148.544,82 kg/hari maka dapat dihitung total luas RTH di Surabaya Timur dengan menggunakan metode *Gerarkis* pada tahun 2018 sebagai berikut:

$$Lt(m^2) = \frac{Xt + Yt + Zt}{(54)(0,9375)}$$

$$Lt(m^2) = \frac{705.334,18 + 312.975,79 + 130.234,86}{(54)(0,9375)}$$

$$Lt(m^2) = \frac{1.148.544,82 \text{ kg/hari}}{0,050625 \text{ kg/hari}}$$

$$Lt(m^2) = 22.687.305,16 \text{ m}^2$$

$$LT = 2.268,73 \text{ Ha}$$

Berdasarkan hasil perhitungan luas RTH yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan oksigen di Surabaya Timur adalah sebesar 2.268,73 Ha atau sebesar 24,14% dari total luas wilayah kota Surabaya Timur.

4.11 Pola Persebaran RTH

Analisis *Nearest-Neighbour* digunakan untuk menentukan pola persebaran RTH eksisting di kota Surabaya Timur. Bentuk pola persebaran tersebut ditunjukkan dari besarnya nilai T, kemudian hasil dari analisis ini dapat memberikan gambaran terhadap kecenderungan suatu pola tertentu. Nilai T ini terbagi menjadi 3, yaitu mengelompok dengan nilai T = 0, random (acak) dengan nilai T = 1 dan seragam dengan nilai T = 1,15. Dari hasil analisis pola *average*, menunjukkan bahwa pola persebaran RTH yang ada di kota Surabaya Timur adalah mengelompok dengan nilai *Nearest-Neighbour* yaitu 0,86 dan nilai tersebut dapat dilihat pada gambar 4.11

Average Nearest Neighbor Summary	
Observed Mean Distance:	42.2575 Meters
Expected Mean Distance:	49.3706 Meters
Nearest Neighbor Ratio:	0.855924
z-score:	-31.964525
p-value:	0.000000
Dataset Information	
Input Feature Class:	smooth_RTH1
Distance Method:	EUCLIDEAN
Study Area:	131125547.311565
Selection Set:	False

Gambar 4. 11 Hasil Analisis *Nearest-Neighbour* RTH di kota Surabaya Timur

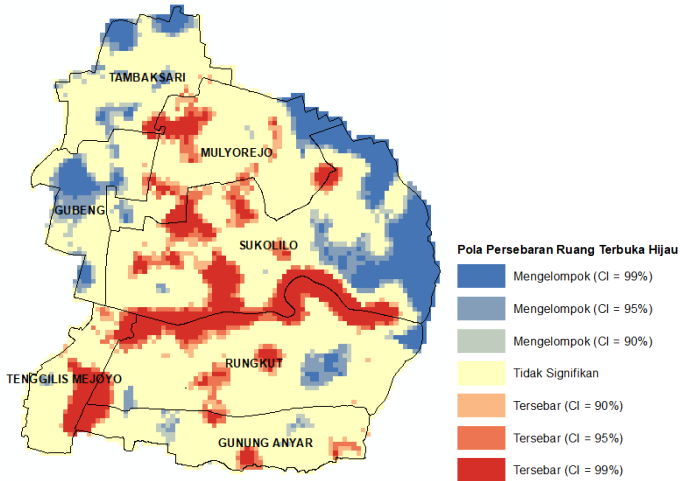
Untuk analisis *Nearest-Neighbour* setiap kecamatan di kota Surabaya Timur menunjukkan bahwa hampir seluruh

kecamatan memiliki pola RTH yang mengelompok. Rata-rata nilai T setiap kecamatan menunjukkan nilai 0,81 yang merupakan pola mengelompok. Pada tabel 4.16 berikut adalah pola persebaran RTH di setiap kecamatan di kota Surabaya Timur.

Tabel 4. 16 Pola Persebaran RTH Setiap Kecamatan di Kota Surabaya Timur tahun 2018

No	Kecamatan	Nilai T	Keterangan
1	Tambaksari	0,76	Mengelompok
2	Gubeng	0,71	Mengelompok
3	Rungkut	0,85	Mengelompok
4	Tenggilis Mejoyo	0,86	Mengelompok
5	Gunung Anyar	0,89	Mengelompok
6	Sukolilo	0,80	Mengelompok
7	Mulyorejo	0,79	Mengelompok

Untuk mengetahui lokasi persebaran hasil pola persebaran RTH di kota Surabaya Timur di tabel 4.15, maka dilakukan *cluster analysis* dengan menggunakan *tools Optimized Hot Spot Analysis* pada *ArcGIS 10.6* dengan pola persebaran mengelompok ditunjukkan dengan warna biru tua – muda yang memiliki *Confident Interval (CI)* sebesar 99% - 90% dan berada di kecamatan Sukolilo, Tambaksari, dan Mulyorejo. Warna merah muda – tua dengan CI sebesar 90% - 99% yang memiliki pola persebaran tersebar yang mengindikasikan bahwa pola persebaran RTH tersebar di kecamatan Gunung Anyar, Sukolilo, dan Rungkut. Untuk warna kuning mengidentifikasi non RTH termasuk bangunan, permukiman dan air. Hasil dari *cluster analysis* dapat dilihat pada gambar 4.12 berikut ini:



Gambar 4. 12 Pola Persebaran Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya Timur

Hasil dari tabel 4.15 dan gambar 4.12 menunjukkan bahwa pola sebaran RTH di kota Surabaya Timur menunjukkan pola mengelompok. Hal ini terjadi karena perkembangan pembangunan kota terpusat di area-area tertentu seperti di kawasan pusat kota Surabaya sehingga berubah fungsi ruang hijau menjadi kawasan pemukiman, industri maupun perkantoran. Sedangkan untuk perkembangan RTH di kota Surabaya Timur difokuskan di kawasan Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya) yang difungsikan sebagai hutan mangrove, kemudian terdapat hutan bambu dan taman-taman yang dibangun di area dekat wisata atau universitas. Perubahan fungsi area yang terpusat atau mengelompok di area tertentu ini mengakibatkan persebaran RTH yang ada di kota Surabaya Timur tidak merata.

4.12 Estimasi Kebutuhan RTH dalam Memenuhi Kebutuhan Oksigen

Hasil perhitungan dengan metode *Gerarkis* berdasarkan kebutuhan oksigen untuk penduduk, kendaraan bermotor dan industri, diketahui jumlah kebutuhan luas RTH kota Surabaya Timur pada tahun 2018 adalah 2.268,73 Ha atau 24,14% dari total luas wilayah kota Surabaya Timur, sedangkan luas RTH eksisting kota Surabaya Timur pada tahun 2018 sebesar 1.914,11 Ha atau sebesar 20,37% dari total luas wilayah kota Surabaya Timur. Untuk mendapatkan luas RTH yang ideal sesuai dengan metode *Gerarkis*, maka kota Surabaya Timur harus menambah kawasan RTH seluas 860,18 Ha atau sebesar 3,77%.

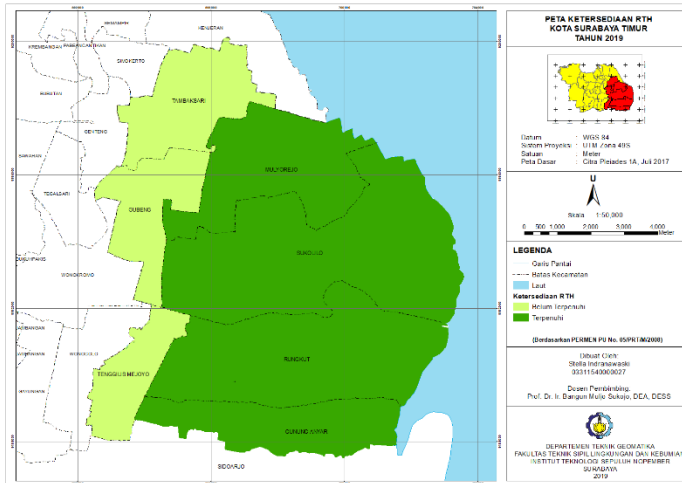
Tabel 4. 17 Kebutuhan Luas RTH Berdasarkan Kebutuhan Oksigen di Kota Surabaya Timur tahun 2018

Luas RTH (Ha)		
Eksisting	Dibutuhkan berdasarkan O ₂	Tambahan
1.914,11	2.268,73	860,18

Berdasarkan perhitungan luas RTH pada tabel 4.17, dapat diketahui bahwa luas RTH eksisting belum memenuhi luas RTH yang dibutuhkan dalam memenuhi kebutuhan oksigen penduduk, industri dan kendaraan bermotor, namun telah memenuhi kebutuhan luas RTH berdasarkan Undang-Undang RI No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.

Berdasarkan perhitungan kebutuhan oksigen dengan mempertimbangkan ketersediaan RTH eksisting, maka dapat diklasifikasikan kebutuhan RTH untuk memenuhi kebutuhan oksigen di setiap kecamatan. Pada gambar 4.13 merupakan peta ketersediaan RTH Surabaya Timur dan tabel 4.17 merupakan hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa 3 dari 7 kecamatan di kota Surabaya Timur

kekurangan ruang terbuka hijau (RTH) yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan oksigen.



Gambar 4. 13 Peta Ketersediaan RTH Surabaya Timur

Tabel 4. 18 Ketersediaan RTH berdasarkan Kebutuhan Oksigen kota Surabaya Timur tahun 2018

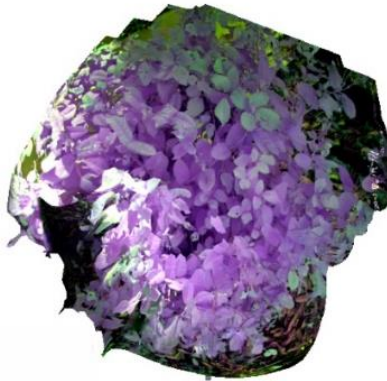
Kecamatan	Luas Wilayah (Ha)	Luas RTH Eksisting (Ha)	Luas RTH untuk memenuhi kebutuhan Oksigen (Ha)	Kebutuhan RTH (Ha)	Keterangan
Tambaksari	965,86	81,94	567,39	485,45	Belum Terpenuhi
Gubeng	781,47	57,46	355,82	298,36	Belum Terpenuhi
Rungkut	2142,86	330,57	299,48	-	Terpenuhi
Tenggilis	577,85	162,03	238,40	76,37	Belum Terpenuhi
Mejoyo	997,10	309,44	240,38	-	Terpenuhi
Gunung Anyar	2609,87	536,63	286,37	-	Terpenuhi
Sukolilo	1323,67	436,04	280,89	-	Terpenuhi
Mulyorejo	9.398,67	1.914,11	2.268,73	860,18	-
Jumlah					

Berdasarkan analisis ketersediaan RTH sebagai penghasil oksigen di 7 kecamatan di Surabaya Timur, kecamatan Tambaksari merupakan kecamatan yang sangat kekurangan RTH, yaitu sebesar 485,45 Ha, hal ini dikarenakan faktor jumlah penduduk dan jumlah industri yang ada di kecamatan Tambaksari lebih besar dibandingkan dengan kecamatan lainnya, yaitu berturut-turut sebesar 201.861,50 jiwa dan 73 unit industri. Kemudian kecamatan Gubeng sebesar 298,36 Ha dan kecamatan Tenggilis Mejoyo sebesar 76,37 Ha. Sedangkan RTH yang berada di kecamatan Rungkut, Gunung Anyar, Sukolilo dan Mulyorejo sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan oksigen penduduk, kendaraan bermotor dan industri di kecamatan tersebut.

Luas RTH yang belum memenuhi standar kebutuhan oksigen akan memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, dampak minimnya RTH ini diantaranya meningkatnya suhu udara dan meningkatnya pencemaran udara, karena itu keberadaan RTH di kota Surabaya Timur, terutama di kecamatan Tambaksari, Gubeng dan Gunung Anyar harus ditambah, terutama untuk RTH publik. Bentuk RTH yang diperlukan yakni berupa penanaman pohon di jalur hijau atau kiri kanan jalan, taman di pusat kota maupun di pusat perbelanjaan dapat dioptimalkan dengan tanaman pepohonan yang dapat menghasilkan oksigen yang optimal. Kondisi saat ini banyak lahan-lahan parkir di berbagai pusat perbelanjaan, sekolah, perkantoran yang hanya ditanami tanaman palem-paleman, hal ini seharusnya dapat dioptimalkan menjadi ruang terbuka hijau (RTH) apabila ditanami dengan tanaman pepohonan seperti jenis trembesi (*Samanea saman*), angsa (*Pterocarpus indicus*), ketapang (*Terminalia catappa*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), tanjung (*Mimusops elengi*), dan lain-lain dengan memperhatikan aspek arsitektural, visual, dan fungsi.

4.13 Analisis Korelasi Nilai NDVI Citra dengan NDVI Foto

Hubungan korelasi antara nilai NDVI citra satelit *Pleiades 1A* dengan NDVI foto dapat diketahui melalui uji korelasi antar dua variabel. Korelasi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi reflektan permukaan yang ditunjukkan oleh nilai dari perhitungan NDVI pada citra satelit *Pleiades 1A* dengan akuisisi data pada bulan Juli tahun 2017 dan citra foto dengan menggunakan kamera *NIR MAPIR Survey 3W* yang memiliki 3 kanal, yaitu *red*, *green*, dan *NIR* dengan akuisisi data tanggal 20 Mei 2019 seperti pada gambar 4.14 dibawah ini yang dianggap dapat merepresentasikan kondisi sebenarnya di lapangan pada saat citra *Pleiades 1A* tahun 2017 diambil. Hal ini dapat dilihat pada waktu akuisisi yang masuk pada musim kemarau.



Gambar 4. 14 Hasil Foto Menggunakan Kamera NIR

Pada penelitian ini diambil 10 titik sampel pada citra satelit *Pleiades 1A* dan 10 titik pada citra foto udara dengan lokasi yang sama yang mana pemilihan lokasi didasarkan pada area yang tersedia pada citra foto yang dimiliki seperti pada gambar 4.15 berikut ini:



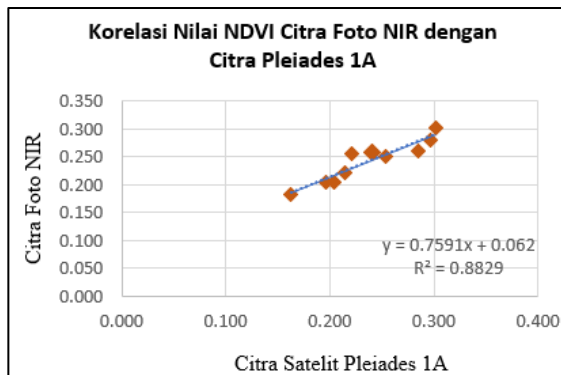
Gambar 4. 15 Lokasi Uji Titik Sampel

Dari hasil uji titik sampel didapatkan nilai NDVI citra dengan nilai NDVI foto dijelaskan pada tabel 4.19 berikut:

Tabel 4. 19 Nilai NDVI Citra dan NDVI Foto

Titik	Koordinat (m)		Nilai NDVI		Ket
	X	Y	Citra Satelit	Citra Foto	
1	697893,434	9194020,898	0,340100	0,217184	Semak
2	697940,720	9194016,373	0,213588	0,240876	Perdu
3	697917,188	9194024,635	0,253571	0,191401	Semak
4	698170,628	9194895,177	0,203409	0,265509	Semak
5	698207,842	9194884,058	0,285193	0,241244	Perdu
6	697857,195	9194033,050	0,162299	0,281407	Pohon
7	698185,947	9194888,588	0,301464	0,241884	Palem
8	698170,066	9194850,445	0,296901	0,281244	Liana
9	698178,163	9194842,543	0,185494	0,294416	Pohon
10	697891,165	9194053,146	0,220141	0,285509	Pohon

Dari hasil pengolahan data NDVI pada citra Pleiades 1A tahun 2017 dan citra foto kamera NIR pada titik sampel lapangan kota Surabaya tahun 2019, didapatkan nilai korelasi spektral antara kedua citra yang dapat dilihat pada gambar 4.16 berikut:



Gambar 4. 16 Korelasi Nilai NDVI Foto dengan NDVI Citra Pleiades 1A

Hasil yang didapat adalah $y = 0,7591x + 0,062$, hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya korelasi positif (berbanding lurus) dan kuat antara hasil NDVI citra Pleiades 1A dan citra foto kamera NIR yang ditunjukkan dengan tanda positif didepan koefisien regresi dengan pengertian bahwa apabila nilai NDVI citra Pleiades 1A naik maka nilai NDVI foto kamera NIR juga naik. Dari hasil uji regresi, diperoleh nilai koefisien regresi (R^2) sebesar 0,883 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,940 yang berarti bahwa presentase pengaruh variabel citra Pleiades 1A terhadap citra foto kamera NIR adalah sebesar 88,3%.

4.14 Uji Ketelitian Klasifikasi

Uji ketelitian klasifikasi yang dilakukan bertujuan untuk mengoreksi klasifikasi ruang terbuka hijau hasil NDVI pada citra *Pleiades 1A* maupun hasil dari digitasi apakah sudah sesuai dengan kondisi sebenarnya yang ada di lapangan. Untuk penentuan jumlah sampel pada penelitian ini, digunakan rumus *multinomial distribution*.

Uji ketelitian klasifikasi dibagi menjadi 5 kelas yang dibuat, yaitu perairan, non RTH, RTH jarang, RTH sedang, dan RTH rapat sehingga untuk nilai B didapatkan dari tabel *chi square* dengan derajat kebebasan 1 adalah 7,779. Pada penelitian ini, dapat diasumsikan tingkat kepercayaan sebesar 85% berdasarkan standar yang digunakan oleh *United States Geological Survey (USGS)* sehingga nilai b_i atau tingkat ketidak-percayaan sebesar 15%. Pada tabel 4.20 berikut merupakan jumlah sampel yang diambil pada area penelitian berdasarkan jumlah kelas dan luas:

Tabel 4. 20 Jumlah sampel yang diambil di setiap kelas

No	Kelas	Luas (Ha)	%	Π_i
1	Perairan	1.077,46	11,46	0,1146
2	Non Tutupan Hijau	4.805,10	51,13	0,5113
3	Jarang	1.814,86	19,31	0,1931
4	Sedang	1.619,46	17,23	0,1723
5	Rapat	81,79	0,87	0,0087
Luas Total		9.398,67	100,00	1,00

Berdasarkan data tersebut, maka jumlah sampel yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{B \cdot \Pi_i \cdot (1 - \Pi_i)}{b_i^2}$$

$$n = \frac{7,779 \times 0,5113 \times (1 - 0,5113)}{0,15^2} = 86,390$$

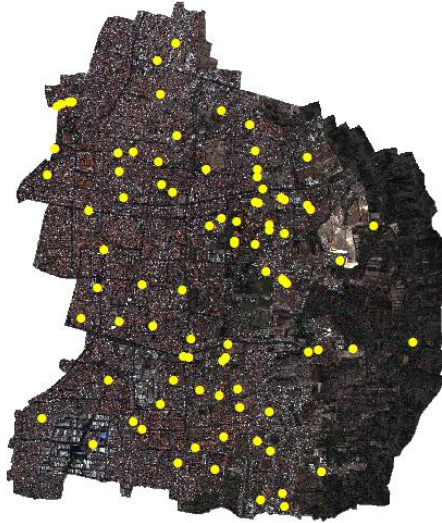
$$n = 87 \text{ sampel}$$

Nilai n merupakan jumlah keseluruhan sampel yang akan diambil, karena pada penelitian ini menggunakan 5 kelas, maka sampel yang diperlukan pada setiap kelas agar dapat mencakup keseluruhan daerah penelitian dapat dilihat pada tabel 4.21 berikut:

Tabel 4. 21 Jumlah Sampel yang Diambil Pada Setiap Kelas

No	Kelas	Jumlah Sampel
1	Perairan	10
2	Non Tutupan Hijau	44
3	Jarang	17
4	Sedang	15
5	Rapat	1
Jumlah		87

Pengambilan data sampel dilapangan dilakukan menggunakan GPS *Handheld* yang mana persebaran titik sampel dapat dilihat pada gambar 4.17 berikut:



Gambar 4. 17 Persebaran Titik Sampel

Dari data hasil pengambilan titik sampel pada masing-masing kelas, kemudian dilakukan perhitungan uji akurasi dengan metode *confusion matrix* dan referensi titik sampel dilakukan dengan menggunakan perhitungan akurasi *Kappa* (K). Pada tabel 4.22 berikut merupakan matriks perhitungan uji akurasi hasil NDVI citra tahun 2017 dan pada tabel 4.23 merupakan matriks perhitungan uji akurasi hasil digitasi tahun 2018.

Tabel 4. 22 Perhitungan Uji Akurasi NDVI Citra Pleiades 1A tahun 2017

Klasifikasi	Perairan	Non RTH	RTH Jarang	RTH Sedang	RTH Rapat	Total	Omisi	MA
Perairan	6	3	1	0	0	10	4	0,714
Non Tutupan Hijau	0	43	1	0	0	44	1	0,846
RTH Jarang	0	2	18	1	0	21	1	0,808
RTH Sedang	0	2	2	7	0	11	44	0,121
RTH Rapat	0	0	0	0	1	1	0	0,500
Total	6	50	22	8	1	87		
Komisi	0	7	4	1	1			
Overall Accuracy (%)						86,21%		
Kappa Accuracy						0,788		

Tabel 4. 23 Perhitungan Uji Akurasi Hasil Digitasi tahun 2017

Klasifikasi	Perairan	Non RTH	RTH Jarang	RTH Sedang	RTH Rapat	Total	Omisi	MA
Perairan	10	3	1	0	0	10	0	1
Non Tutupan Hijau	0	43	1	0	0	44	1	0,898
RTH Jarang	0	2	18	1	0	21	3	0,840
RTH Sedang	0	2	2	10	0	11	1	0,098
RTH Rapat	0	0	0	0	1	1	0	0,500
Total	10	47	19	10	1	87		
Komisi	0	7	4	1	1			
Overall Accuracy (%)						94,25%		
Kappa Accuracy						0,913		

Menurut hasil perhitungan uji akurasi dengan metode *confusion matrix* yang telah dilakukan terhadap kedua metode pengolahan data yaitu pada hasil pengolahan data digitasi maupun klasifikasi NDVI, diketahui bahwa metode pengolahan data yang memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi adalah metode digitasi dengan nilai *overall accuracy* sebesar 94,25% dan *kappa accuracy* sebesar 0,913 dengan keamatan kesepakatan sangat kuat. Sedangkan pada metode NDVI memiliki nilai *overall accuracy* sebesar 86,21% dan *kappa accuracy* sebesar 0,788 dengan keamatan kesepakatan kuat. Sehingga pada metode digitasi merupakan metode yang lebih teliti dan akurat dibandingkan dengan klasifikasi menggunakan metode NDVI dalam melakukan klasifikasi tutupan lahan ruang terbuka hijau di kota Surabaya Timur. Namun, kedua metode yakni digitasi maupun metode NDVI memiliki nilai akurasi $\geq 85\%$ sehingga data hasil pengolahan yang telah dilakukan dapat dinyatakan teliti dan akurat. Agar hasil yang didapat dari pengklasifikasian menggunakan metode NDVI yang merupakan pengklasifikasian berbasis *pixel* dan digitasi *on screen* sesuai dengan keadaan yang sebenarnya, maka dapat dilakukan penambahan teknik klasifikasi lainnya seperti pengklasifikasian berbasis objek atau *Object Based Image Analysis* (OBIA) yang berarti menurut Mori, dkk (2014) adalah suatu proses menentukan objek menjadi kelas dimana setiap objek dianggap sebagai satu unit individu. Dengan membandingkan objek satu sama lain memungkinkan untuk menggabungkan kelompok objek yang serupa ke dalam kelas yang menjadi perhatian bagi pengguna. Hal ini diharapkan mampu mengidentifikasi vegetasi kecil seperti RTH ruang pejalan kaki dan RTH jalur hijau yang berada di pinggir jalan arteri, jalan lokal, dan jalan kolektor.

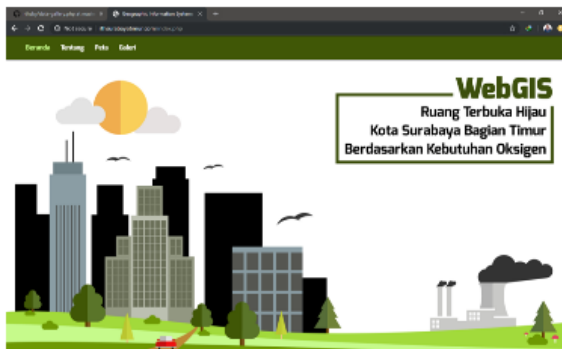
4.15 WebGIS

Hasil akhir dari penelitian ini merupakan visualisasi berbasis *WebGIS* dengan menggunakan beberapa *software* yang terintegrasi. Pada gambar 4.18 berikut merupakan alur dari perancangan WebGIS:



Gambar 4. 18 Alur Pembuatan *WebGIS*

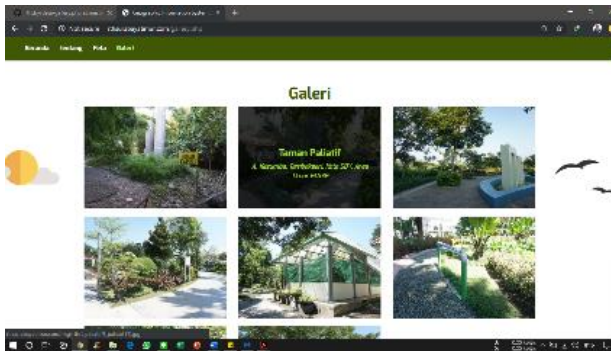
Sedangkan untuk tampilan dari *WebGIS* ditunjukkan pada Gambar 4.19 berikut yang dapat diakses pada URL rthsurabayatimur.com:



(a)



(b)



(f)

Gambar 4. 19 Tampilan *WebGIS* RTH Surabaya Timur (a) Beranda, (b) Pendahuluan, (c) Fungsi, (d) Peta, (e) Informasi Ruang Terbuka Hijau Setiap Kecamatan, (f) Galeri Foto

4.15.1 Uji Kelayakan Sistem

Analisis kelayakan sistem dilakukan dengan tiga pengujian yaitu uji fungsionalitas dan uji portabilitas. Setiap pengujian akan dihitung persentasenya berdasarkan teknik analisis deskriptif dengan persentase kelayakan minimal 85%.. Dalam analisis kelayakan sistem uji fungsionalitas *web*, digunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Presentase kelayakan} &= \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\% \\ &= \frac{7}{8} \times 100\% = 87,5\% \end{aligned}$$

Sedangkan untuk analisis kelayakan sistem uji portabilitas *web*, digunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Presentase kelayakan} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$= \frac{14}{15} \times 100\%$$

$$= 93\%$$

Selanjutnya, apabila presentase kelayakan sudah didapat maka dapat ditarik kesimpulan menjadi data kualitatif dengan menggunakan tabel konversi kelayakan seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 24 Tabel Konversi Presentase Kelayakan (Hidayati 2014)

Presentase Kelayakan	Kriteria (predikat)
81% - 100%	Sangat Baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Kurang
<20%	Sangat Kurang

Pada uji fungsionalitas dilakukan pengujian pada setiap fitur yang tersedia dalam *web*. Apabila fitur berhasil dijalankan dengan baik dan hasil yang sesuai maka nilai 1 sedangkan jika gagal maka nilai 0. Tabel 4.25 berikut ini merupakan hasil uji fungsionalitas:

Tabel 4. 25 Hasil Uji Fungsionalitas Web

Fitur-fitur Web	Hasil	Nilai
<i>Menu Bar</i>	Berhasil	1
<i>Measure Tool</i>	Berhasil	1
<i>Layer Activate</i>	Berhasil	1
<i>Layer Search</i>	Tidak Berhasil	0
<i>Zooming</i>	Berhasil	1
<i>Left-Right Button</i>	Berhasil	1
<i>Pop Up on Hover</i>	Berhasil	1
<i>Pop Up on Click</i>	Berhasil	1
Total		7
Nilai maksimum		8
Presentase kelayakan uji fungsionalitas		87,5 %

Dari tabel 4.25 maka didapatkan total nilai sebesar tujuh dengan presentase kelayakan sebesar 87,5% Sehingga mendapatkan predikat sangat baik, sedangkan tabel 4.26 berikut ini merupakan hasil pengujian portabilitas yang telah dilakukan:

Tabel 4. 26 Hasil Uji Portabilitas

Web Browser	Hasil	Nilai
<i>Google Chrome</i>	Berhasil	1
<i>Opera</i>	Berhasil	1
<i>Safari</i>	Tidak Berhasil	0
<i>Internet Explorer</i>	Berhasil	1
<i>Mozilla Firefox</i>	Berhasil	1
<i>Tor Browser</i>	Berhasil	1
<i>Vivaldi</i>	Berhasil	1
<i>Microsoft Edge</i>	Berhasil	1
<i>Black Hawk</i>	Berhasil	1
<i>Torch</i>	Berhasil	1
<i>Spark Baidu</i>	Berhasil	1
<i>Avant</i>	Berhasil	1
<i>Epic</i>	Berhasil	1
<i>Maxthon Cloud</i>	Berhasil	1
<i>UC</i>	Berhasil	1
Total		14
Nilai Maksimum		15
Presentase Kelayakan Uji Portabilitas		93%

Dari hasil tabel 4.26 didapatkan nilai sebesar 14 dengan nilai presentase kelayakan uji portabilitas sebesar 93% sehingga dapat disimpulkan uji portabilitas *WebGIS* RTH Surabaya Timur berpredikat sangat baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan, berikut adalah kesimpulan yang penulis dapatkan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Dari hasil ortorektifikasi dengan 7 titik GCP didapatkan nilai RMSE sebesar 0,254 meter, sedangkan untuk uji ketelitian menggunakan 12 titik ICP, didapatkan nilai RMSE sebesar 0,343 meter dengan nilai CE90 sebesar 0,521 maka citra tersebut memenuhi standar ketelitian pembuatan peta dasar dengan skala 1:5000 pada kelas 1.
2. Luas ruang terbuka hijau (RTH) di kota Surabaya Timur saat ini adalah 1.914,11 ha atau sebesar 20,37% dari total luas wilayah kota. Berdasarkan perhitungan metode *Gerarkis*, luas ruang terbuka hijau (RTH) di kota Surabaya Timur ini seharusnya sebesar 2.268,73 ha atau sebesar 24,14%, oleh karena itu ruang terbuka hijau (RTH) yang ada saat ini belum memenuhi kebutuhan oksigen bagi manusia, kendaraan bermotor dan industri. Oleh karena itu, pemerintah harus menambahkan ruang terbuka hijau sebesar 354,62 ha atau sebesar 3,77% di kecamatan Tambaksari yang membutuhkan 485,45 ha, Gubeng membutuhkan 298,36 ha, dan Tenggilis Mejoyo membutuhkan 76,37 ha.
3. Pola persebaran ruang terbuka hijau (RTH) di kota Surabaya Timur menunjukkan pola mengelompok dengan nilai T sebesar 0,86. Hal ini terjadi dikarenakan perkembangan kota terpusat di area-area tertentu seperti di pusat perbelanjaan di tengah kota, pemukiman warga, industri dan sebagainya, sehingga ruang terbuka hijau

(RTH) di kota Surabaya Timur belum tersebar secara merata, khususnya di wilayah pusat kota seperti Tenggilis Mejoyo, Tambaksari dan Gubeng.

4. Dari hasil perancangan sistem informasi geografis berbasis Web, dihasilkan 2 server, yaitu server *offline* berupa *localhost* dan server *online* berupa *web hosting* dengan *domain* rthsurabayatimur.com.

5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya pada bidang terkait antara lain:

1. Untuk pembangunan ruang terbuka hijau (RTH) sebaiknya dilakukan secara merata agar dapat memenuhi kebutuhan oksigen *stakeholder* terkait, terutama di jalur hijau perlu ditanam pohon-pohon besar seperti tanaman pepohonan seperti jenis trembesi (*Samanea saman*), angkana (*Pterocarpus indicus*), ketapang (*Terminalia catappa*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), tanjung (*Mimusops elengi*), dan lain-lain. Begitu pula dengan sempadan sungai dan sempadan SUTT yang terlalu dekat dengan pemukiman sehingga fungsi ruang terbuka hijau (RTH) kurang maksimal dan dapat membahayakan masyarakat sekitar yang tinggal didekat sungai dan dekat dengan wilayah SUTT.
2. Penggunaan data citra satelit sebaiknya menggunakan data terbaru pada tahun penelitian karena perubahan pembangunan pada kota relatif cepat.
3. Agar hasil yang didapat dari pengklasifikasian menggunakan metode NDVI yang merupakan pengklasifikasian berbasis *pixel* dan digitasi *on screen* sesuai dengan keadaan yang sebenarnya, maka dapat dilakukan penambahan teknik klasifikasi lainnya seperti pengklasifikasian berbasis objek atau *Object Based*

Image Analysis (OBIA) yang mana diharapkan dapat mengidentifikasi vegetasi kecil seperti RTH ruang pejalan kaki dan RTH jalur hijau yang berada di pinggir jalan arteri, jalan lokal, dan jalan kolektor.

4. *WebGIS* dalam penelitian ini dapat dikembangkan lebih jauh agar dapat digunakan sebagai sarana edukasi masyarakat dan alat bantu *monitoring* oleh Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH) kota Surabaya.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H, Z. 2002. Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Arozaq, M. 2008. Penginderaan Jauh (Remote Sensing). Semarang.
- Badan Informasi Geospasial. 2016. Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang. Bogor: Sekretariat BIG.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Kota Surabaya Dalam Angka 2018. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- BMKG. 2012. Buku Informasi Perubahan Iklim dan Kualitas Udara di Indonesia. Jakarta: BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika).
- Cao, Shunxian. 2013. Studies on WebGIS Water Environment Integrated Management System Based on Different Kinds of Pond Aquaculture Models. Sciencedirect.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2016. Arah kebijakan dan strategi pengembangan RTH pada kawasan perkotaan. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum, 2009. Ruang Terbuka Hijau (RTH) Wilayah Perkotaan. Bogor. Lab. Perencanaan Lanskap Departemen Arsitektur Lanskap Fakultas Pertanian – IPB. [Online] Available at: www.penataruang.nettarumakalah.bnpb.co.id [Diakses 29 September 2018].
- Djamal, Zoer'naini. 2008. Tantangan Lingkungan dan Lansekap Hutan Kota. Jakarta: PT. Bumi Angkasa.
- ESRI. 2011. Cost Savings from Greater Efficiency. <http://www.esri.com/news/arcnews/fall11/articles/city-of-woodland-refines-water-crew-dispatch.html>. Dikunjungi pada tanggal 18 Januari 2019, jam 12.57.

- Fandeli, C. Kaharudin dan Mukhlison. 2004. Perhutanan Kota. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Hasyim, A. 2009. Menentukan Titik Kontrol Tanah (GCP) dengan Menggunakan Teknik GPS dan Citra Satelit untuk Perencanaan Perkotaan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hidayati, A.N. 2014. Analisis Perancangan Sistem Informasi Tracer Study Berbasis Web dengan Menggunakan Codeigniter. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Imansari dan Parfi. 2015. Penyediaan Hutan Kota dan Taman Kota sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik Menurut Preferensi Masyarakat di Kawasan Pusat Kota Tangerang. *Jurnal Ruang* Volume 1 Nomor 3 (Juli 2015): 101 – 110.
- Irwan, Zoer'aini D. 2005. Tantangan Lingkungan dan Lansekap Hutan Kota. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jaelani, Lalu Muhammad. 2016. <https://lmjaelani.com/>. Teori Dasar Koreksi Atmosfer. Diakses pada Senin 21 Januari 2019 Pukul 20.52 WIB
- Julzarika, A. (2009). Perbandingan Teknik Orthorektifikasi Citra Satelit SPOT5 Wilayah Semarang dengan Metode Digital Mono Plotting (DMP) dan Metode Rational Polynomial Coefficients (RPC). 1-2. Jakarta: LAPAN
- Kunto, H. 1986. Semerbak Bunga Di Bandung Raya. Bandung: PT. Granesia.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2007). Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Jakarta: Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007
- LAPAN. 2010. Pengembangan Metoda Pengolahan Orthorektifikasi Data Landsat untuk Mendukung INCAS Berkelanjutan, Jakarta Timur: Bidang Produksi Data Pusat Data Penginderaan Jauh LAPAN

- LAPAN. 2016. LAPAN. Retrieved from Data Citra Satelit History: <http://pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi-Satelit-QB.pdf>
- Lestari, R.A. E dan Jaya, I.N.S.2005.Penggunaan Teknologi Penginderaan Jauh Satelit dan SIG untuk menentukan luas hutan kota: Studi Kasus di Kota Bogor, Jawa Barat.Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. XI No.2:55-69(2005).
- Lillesand dan Kiefer. 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Dulbahri (Penerjemah). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Lufilah, S. 2017. Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Analisis Indeks Vegetasi di DKI Jakarta. Jurnal Lanskap Indonesia, p. vol. 9 No. 1.
- Martin, S. 2004. An Introduction to Ocean Remote Sensing. Cambridge University.
- Melania, Swetika Rini. 2014. Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Kota Yogyakarta Berdasarkan Jumlah Oksigen. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Mori, M., Hirose, Y., Akamatsu, Y., dan Li., Y., 2004. Object-based classification of IKONOS data for rural land use mapping. Proceedings of XXth ISPRS Congress 35: 1682-1750
- Nowak, D. J., P.J. McHale, M. Ibarra, D. Crane, J. C. Stevans, and C. J Luley. 1998. Modeling the Effects of Urban Vegetation on Air Pollution. Air Pollution Mpdeling and Its Application, 12, 399 – 407.
- Nurdin Y. 1999. Studi Pola dan Fungsi Ruang Terbuka Hijau Kotamadya Bogor. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian IPB. Bogor. 86 hlm.
- Pentury, R. 1997.Algoritma pendugaan Konsentrasi klorofil di perairan teluk ambon menggunakan citra Landsat TM. Program studi Teknik Kelautan Program Pasca Sarjana IPB : Bogor.

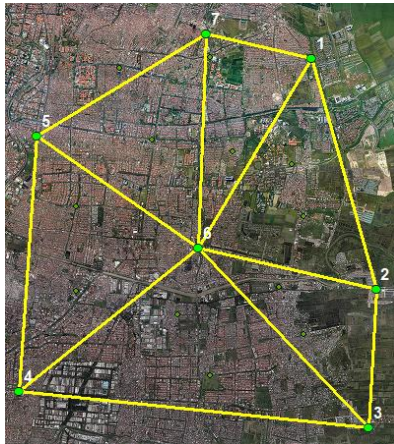
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1. Tahun 2007. Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan.
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15. 2014. Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008. 2008. Pedoman Penyediaan dan Penyelenggaraan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kawasan Perkotaan: Jakarta.
- Prahasta, E. 2006. Membangun Web Based GIS dengan Mapserver. Bandung: CV. Informatika.
- Prahasta, E. 2009. Sistem Informasi Geografis: Konsep - Konsep Dasar (Perspektif Geodesi dan Geomatika). Bandung.
- Purwadhi, F. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: Grasindo
- Rahmy, W.A. dkk. 2012. “Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Kota Pada Kawasan Padat, Studi Kasus di Wilayah Tegallega, Bandung.” *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia* 1 (1), 27-38.
- Ratih, Nurmalasari. 2013. Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Pendekatan Kebutuhan Oksigen di Kota Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ratnasari, Deni. 2017. “Analisa kondisi ekosistem mangrove menggunakan data citra satelit multitemporal dan multilevel (studi kasus: Pesisir Utara Surabaya)”. Surabaya: Tugas Akhir Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Sukojo, B. M. 2012. Penginderaan Jauh (Dasar Teori & Terapan). Surabaya: ITS – Press.
- Szukalski, Ben. 2016. Web GIS, Simply. <https://blogs.esri.com/esri/esri-insider/2016/06/10/web-gis-simply/>. Dikunjungi pada 20 November 2018, jam 20.00.
- Undang-Undang RI No. 26. Tahun 2007. Tentang Penataan Ruang.
- USGS. 2014. Retrieved from Landsat 8 History. https://landsat.usgs.gov/about_ldcm.php.

- Widigdo, Wanda. 2010. Bantaran Kali Jagir, Surabaya sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH). Surabaya: Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra.
- Wisesa, S. P. C. 1988. Studi Pengembangan Hutan Kota di Wilayah Kotamadya Bogor. Bogor: Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Yunhao, C., S. Peijunm L. Xiaobing C, Jin, and L. Jing. 2006. A Combined Approach for Estimating Vegetation Cover in Urban/Suburban Environments from Remotely Sensed Data. *Computers & Geosciences*, 32, 1299-1309.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Perhitungan SoF Pleiades 1A



Jumlah Baseline	: 12
Jumlah Titik	: 7
N Ukuran	: Jumlah Baseline x 3 = 36
N Parameter	: Jumlah Titik x 3 = 21
U	: N Ukuran – N Parameter = 15

Persamaan

1. $V1 + B1 = X1 - X7$
2. $V2 + B2 = X6 - X1$
3. $V3 + B3 = X7 - X6$
4. $V4 + B4 = X2 - X1$
5. $V5 + B5 = X6 - X2$
6. $V6 + B6 = X3 - X2$
7. $V7 + B7 = X6 - X3$
8. $V8 + B8 = X4 - X3$

9. $V_9 + B_9 = X_6 - X_4$
10. $V_{10} + B_{10} = X_5 - X_4$
11. $V_{11} + B_{11} = X_6 - X_5$
12. $V_{12} + B_{12} = X_7 - X_5$

Dari persamaan diatas, maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. $V_1 = X_1 - X_7 - B_1$
2. $V_2 = X_6 - X_1 - B_2$
3. $V_3 = X_7 - X_6 - B_3$
4. $V_4 = X_2 - X_1 - B_4$
5. $V_5 = X_6 - X_2 - B_5$
6. $V_6 = X_3 - X_2 - B_6$
7. $V_7 = X_6 - X_3 - B_7$
8. $V_8 = X_4 - X_3 - B_8$
9. $V_9 = X_6 - X_4 - B_9$
10. $V_{10} = X_5 - X_4 - B_{10}$
11. $V_{11} = X_6 - X_5 - B_{11}$
12. $V_{12} = X_7 - X_5 - B_{12}$

Maka matriks desain A dari persamaan diatas adalah sebagai berikut:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Berdasarkan matriks desain A diatas, maka nilai SoF dari desain pengukuran GPS adalah sebagai berikut:

$$SoF = \frac{[Trace(A^T A)^{-1}]}{U} = 0,372$$

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Lampiran 2 Metadata Citra Multispektral Satelit Pleiades 1A

```

<METADATA_FORMAT version="2.0">DIMAP</METADATA_FORMAT>
<METADATA_PROFILE>PHR_SENSOR</METADATA_PROFILE>
<METADATA_SUBPROFILE>PRODUCT</METADATA_SUBPROFILE>
<METADATA_LANGUAGE>en</METADATA_LANGUAGE>
</Metadata_Identification>
<Dataset_Identification>
<DATASET_TYPE>RASTER_SENSOR</DATASET_TYPE>
<DATASET_NAME version="1.0">DS_PHR1A_201707160255540_FR
1_PX_E112S08_0919_04520</DATASET_NAME>
<DATASET_TN_PATH
href="ICON_PHR1A_MS_201707160256310_SEN_2541245201-
002.JPG"/><DATASET_TN_FORMAT>image/jpeg</DATASET_TN_FO
RMAT>
<DATASET_QL_PATH
href="PREVIEW_PHR1A_MS_201707160256310_SEN_2541245201-
002.JPG"/>
<DATASET_QL_FORMAT>image/jpeg</DATASET_QL_FORMAT>
<Legal_Constraints>
<Radiometric_Calibration>
<Instrument_Calibration>
<Band_Measurement_List>
<Band_Spectral_Range>
<BAND_ID>B0</BAND_ID>
<CALIBRATION_DATE>2011-12-
17T00:00:00.000Z</CALIBRATION_DATE>
<MEASURE_DESC>Spectral range value of raw radiometric
Band</MEASURE_DESC>
<GEODETTIC_CRS_TYPE>GEOCENTRIC</GEODETTIC_CRS_TYPE>
<GEODETTIC_CRS_NAME>WGS 1984</GEODETTIC_CRS_NAME>
<GEODETTIC_CRS_CODE>urn:ogc:def:crs:EPSG::4978</GEODETTI
C_CRS_CODE>
<Coordinate_System>
</Coordinate_System>
<Geodetic_Datum>
<GEODETTIC_DATUM_NAME>World Geodetic System
1984</GEODETTIC_DATUM_NAME>
<GEODETTIC_DATUM_CODE>urn:ogc:def:datum:EPSG::6326</GEO
DETTIC_DATUM_CODE>
<GEODETTIC_DATUM_PARAMETERS>On 20/1/2002 WGS 84
(G1150)</GEODETTIC_DATUM_PARAMETERS>
</Geodetic_Datum>

```

```

<Coordinate_Transformation>
<CT_NAME>ITRF to WGS84 transformation
parameters</CT_NAME>
<CT_SOURCE_CRS_NAME>ITRF 2005</CT_SOURCE_CRS_NAME>
<CT_SOURCE_CRS_CODE>urn:ogc:def:crs:EPSG::4896</CT_SOU
RCE_CRS_CODE>
<CT_TARGET_CRS_NAME>WGS 1984</CT_TARGET_CRS_NAME>
<CT_TARGET_CRS_CODE>urn:ogc:def:crs:EPSG::4978</CT_TAR
GET_CRS_CODE>
<CT_Parameters> <CT_PARAMETERS_DESC>7-Parameter-
Helmert-Transformation derived from : X-axis
translation =0m, Y-axis translation=0m, Z-axis
translation=0m, X-axis rotation=0m, Y-axis
rotation=0m, Z-axis rotation=0m, Scale
difference=0</CT_PARAMETERS_DESC>
</CT_Parameters>
</Coordinate_Transformation>
</Geodetic_CRS>
<Temporal_CRS>
<CRS_TABLES version="0.0">ITU</CRS_TABLES>
<TEMPORAL_CRS_NAME>UTC</TEMPORAL_CRS_NAME>
</Temporal_CRS>
</Coordinate_Reference_System>
<Time>
<Time_Range><START>2017-07-6T02:56:31.1198180Z</START>
<END>2017-07-16T03:01:12.8185940Z</END>
<INCIDENCE_ANGLE>14.19542822412771</INCIDENCE_ANGLE>
</Acquisition_Angles>
<Solar_Incidences>
<SUN_AZIMUTH
unit="deg">39.89580663272241</SUN_AZIMUTH>
<SUN_ELEVATION
unit="deg">52.49910861988749</SUN_ELEVATION>
</Solar_Incidences>
<Ground_Sample_Distance>
<GSD_ACROSS_TRACKunit="m">0.5718871253321657</GSD_ACRO
SS_TRACK><GSD_ALONG_TRACK
unit="m">0.5911278903122345</GSD_ALONG_TRACK>
</Ground_Sample_Distance>
</Located_Geometric_Values>
<Located_Geometric_Values>
<LOCATION_TYPE>Center</LOCATION_TYPE>
<TIME>2017-07-16T02:56:31.1.781Z</TIME>

```


Lampiran 3 Dokumentasi dan Formulir Pengukuran GCP

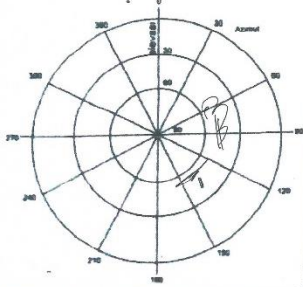
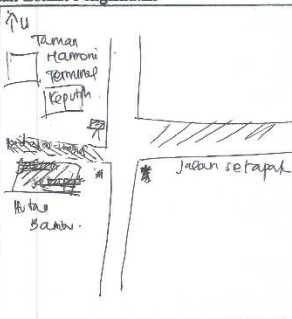


Foto Dokumentasi Pengukuran GCP di titik 5A

Form Pengukuran *Ground Control Point* (GCP) di titik 2

FORMULIR PENGAMATAN GPS			
Nama Titik		2 (GCP)	
Lokasi		Wanaraja Timur	
Hari/Tanggal		Senin / 21 Januari 2015	
Pelaksana		1. Stefan 2. Fanni	
Antena dan Receiver			
Antena		Receiver	
Type	Pipon Kuper Pro		Type
No. Seri			No. Seri
Pengamatan			
Nama File	:	Session #ID	:
DD/MM/YY (UTC)	:	Day OF Year (DoY)	:
Elevation Mask	: 15°	Epoch Interval	: 15
Awal Pengamatan	: 09.15	Akhir Pengamatan	: 19.05
Koordinat Pendekatan			
Lintang (North / South)		Bujur (East / West)	
		Tinggi Ellipsoida (m)	
Tinggi Antena			
Tinggi Miring		Tinggi Tegak	
Sebelum Pengamatan		Setelah Pengamatan	
1	147.3 (m)	1	146 (m)
2	146.9 (m)	2	145.8 (m)
3	(m)	3	(m)
Sketsa Detail Lokasi Pengamatan			

Form Pengukuran *Independent Control Point* (ICP) di titik 2B

FORMULIR PENGAMATAN GPS			
Nama Titik		ICP 2B	Hari/Tanggal
Lokasi		Taman Harmoni	Selasa, 22 Januari 2019
			Pelaksana
			1. Stefan
			2. Farsel
Antena dan Receiver			
Antena		Receiver	
Tipe	Topcon Hiper Pro	Tipe	
No. Seri		No. Seri	
Pengamatan			
Nama File	:	Session #ID	:
DD/MM/YY (UTC)	:	Day OF Year (DoY)	:
Elevation Mask	: 15°	Epoch Interval	: 15'
Awal Pengamatan	: 08.30	Akhir Pengamatan	: 09.10
Koordinat Pendekatan			
Lintang (North / South)	Bujur (East / West)	Tinggi Ellipsoida (m)	
Tinggi Antena			
Tinggi Miring		Tinggi Tegak	
Sebelum Pengamatan		Setelah Pengamatan	
1	1533 (m)	1	1537 (m)
2	1530 (m)	2	1530 (m)
3 (m)	3 (m)
Sketsa Detail Lokasi Pengamatan			
			

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Lampiran 4 Dokumentasi masing-masing kelas RTH

a. Perairan



Danau



Tambak



Sungai



Sungai

b. Non Tutupan Hijau



Gedung Pertokoan



Lahan Kosong



Pabrik



Permukiman

c. Ruang Terbuka Hijau Jarang



RTH Sempadan Kereta Api



Pemakaman



Sawah/sabuk hijau



RTH Kelurahan (Taman Paliatif)

d. Ruang Terbuka Hijau Sedang



Taman Kota (Taman Teratai)



RTH Sempadan SUTT



Taman Kota (Taman Mundu)



Jalur hijau jalan di Jl. Kertajaya

e. Ruang Terbuka Hijau Rapat



Hutan Kota



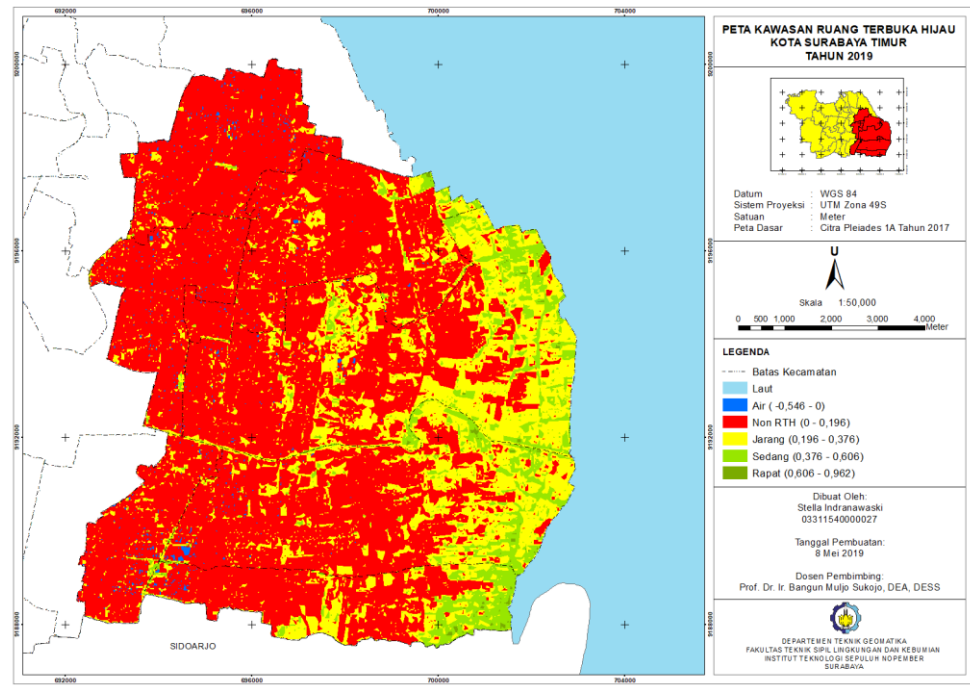
RTH Sempadan Pantai



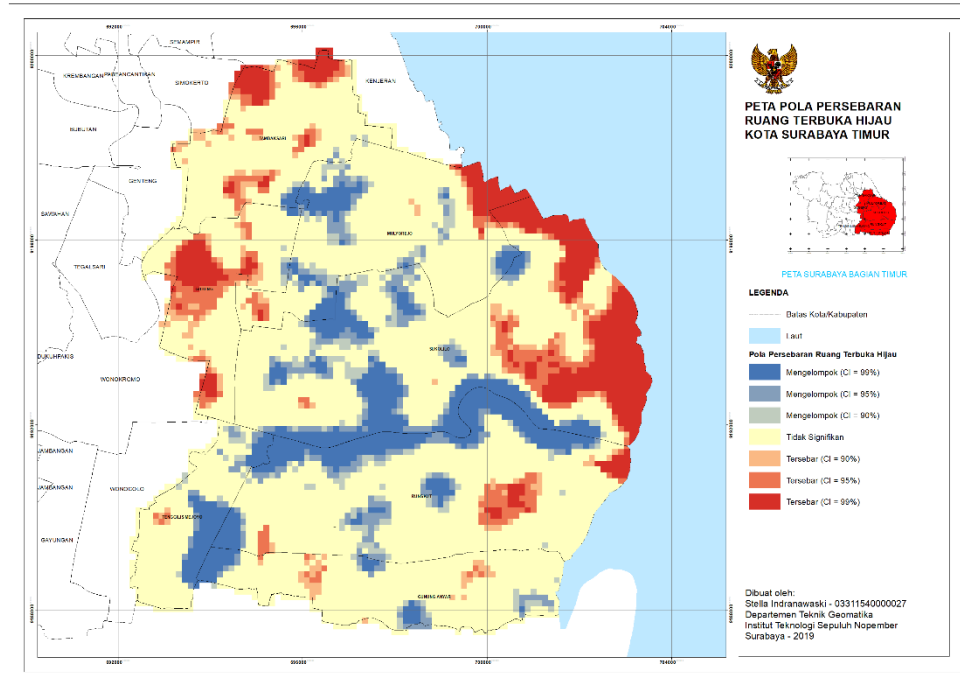
RTH Sempadan Sungai

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Lampiran 5 Peta Kawasan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya Timur Menggunakan Metode NDVI

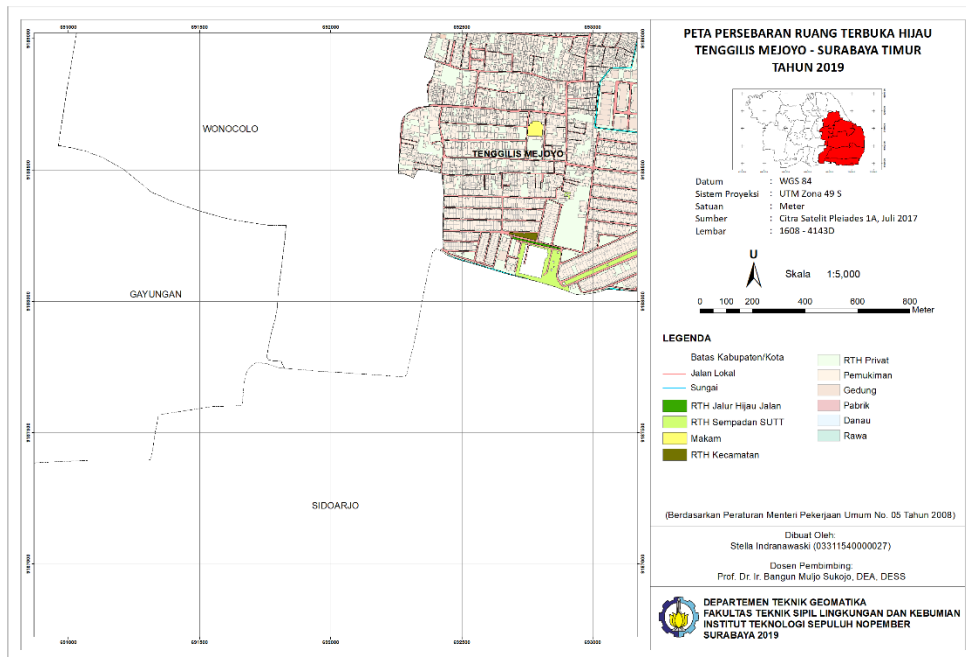


Lampiran 6 Peta Pola Persebaran Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya Timur

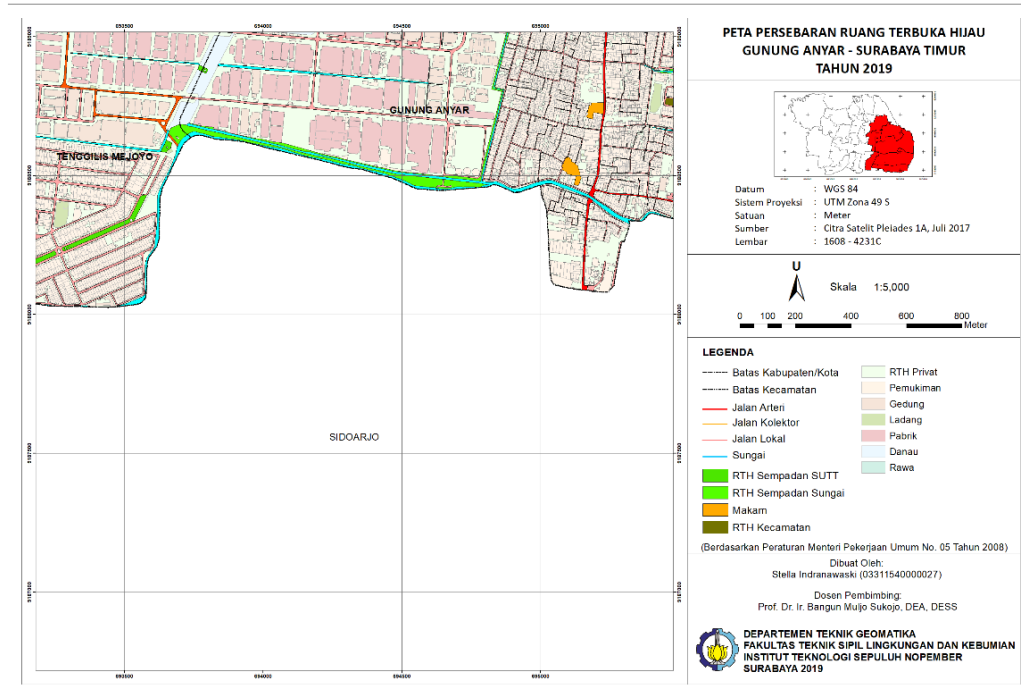


Lampiran 7 Peta Persebaran Ruang Terbuka Hijau kota Surabaya Timur skala 1:5000

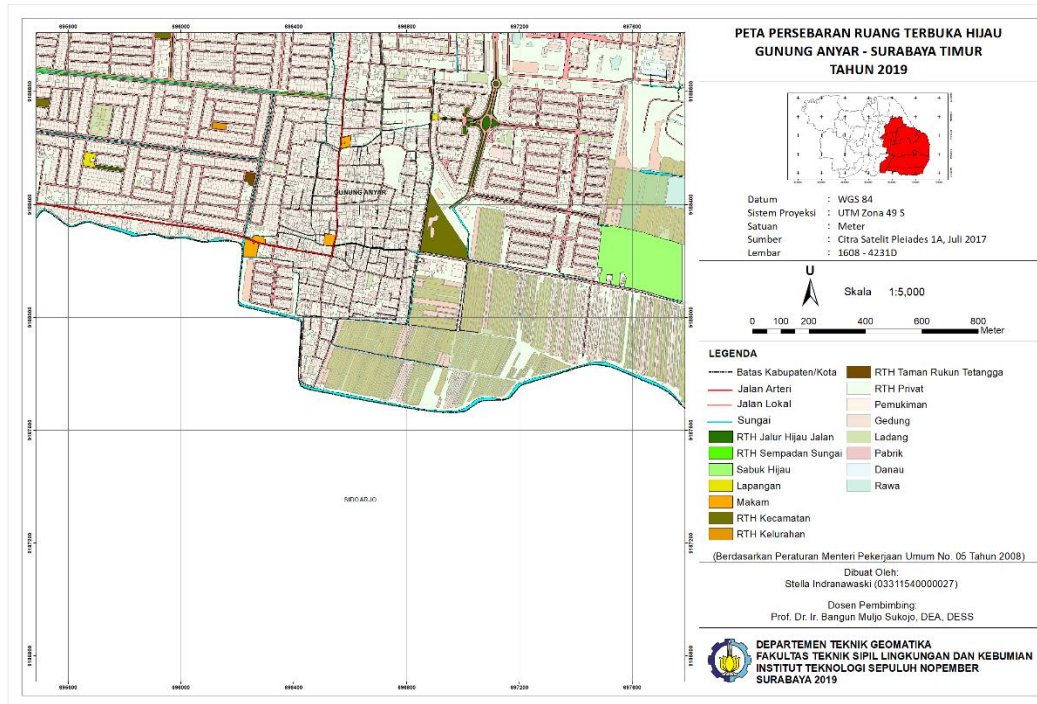
1. Lembar Peta 1608 – 4143D



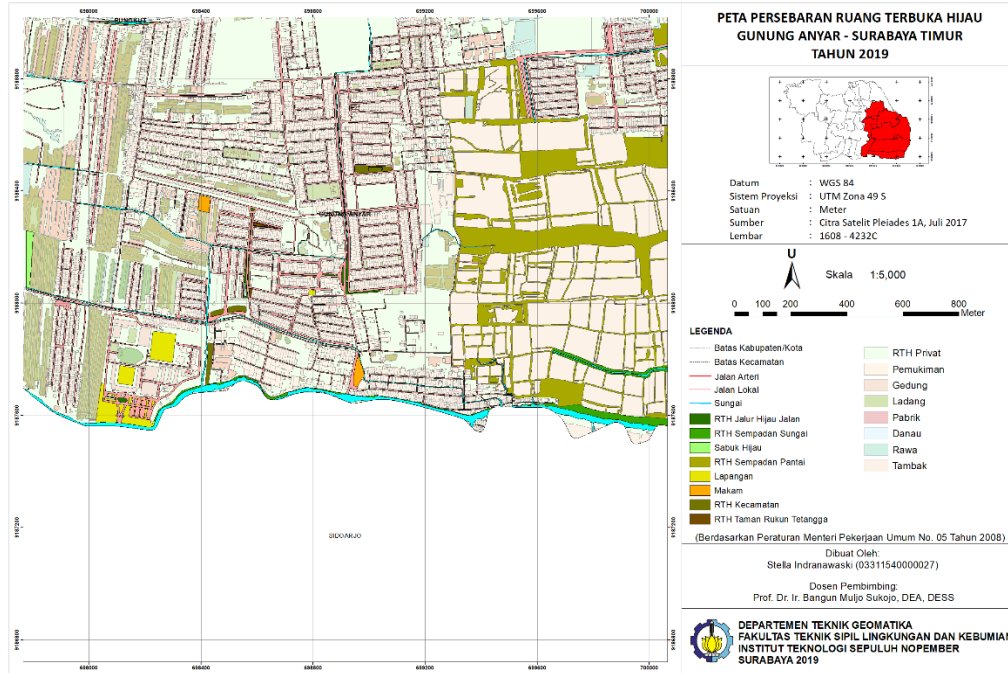
2. Lembar Peta 1608 – 4231C



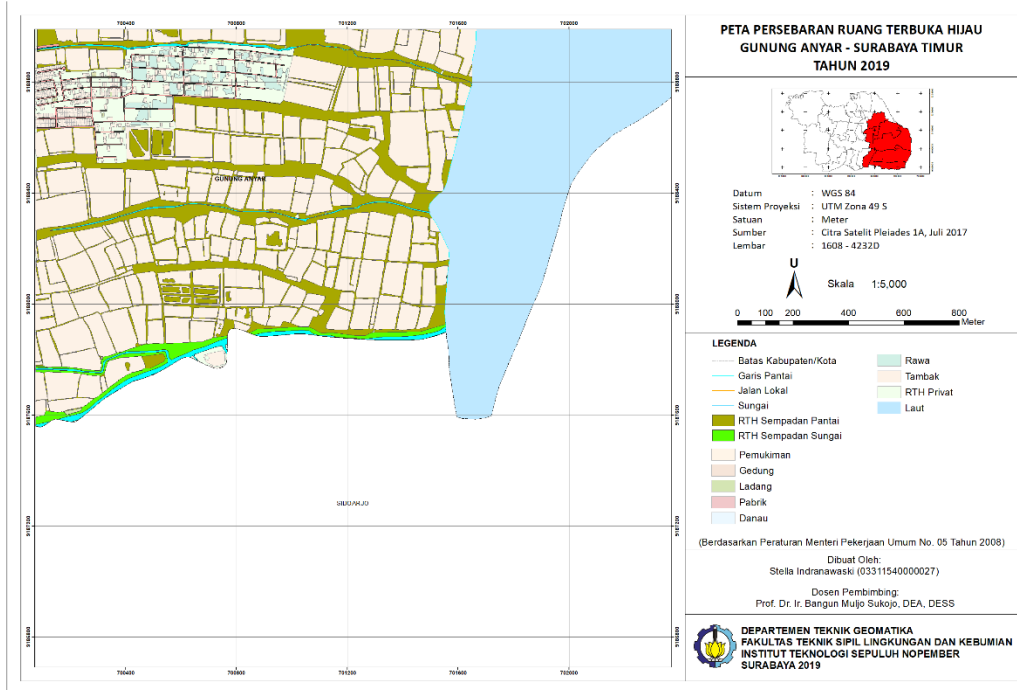
3. Lembar Peta 1608 – 4231D



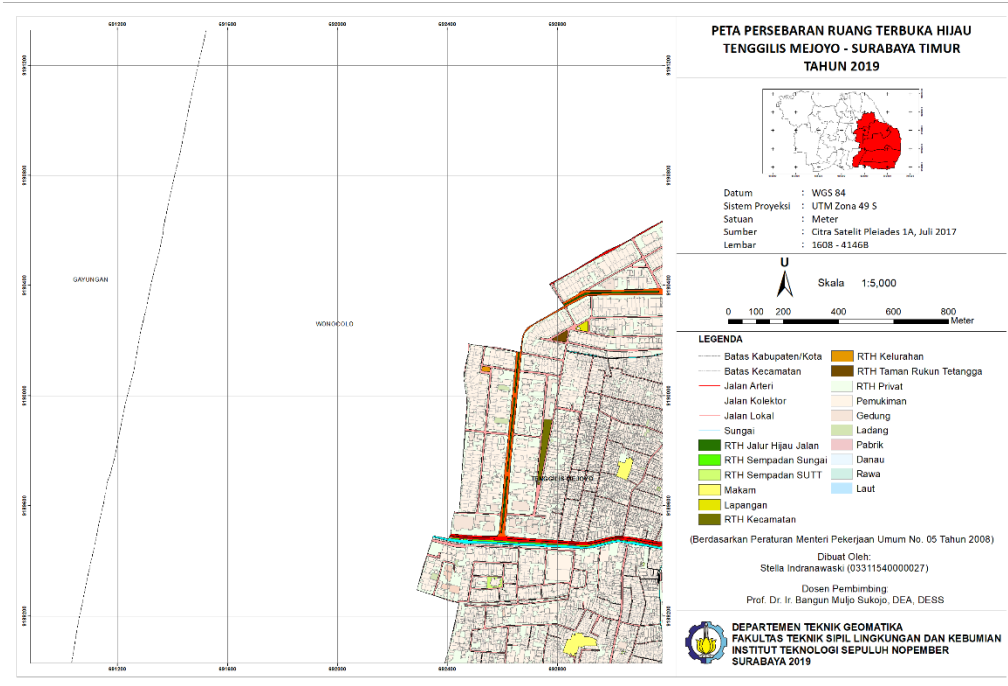
4. Lembar Peta 1608 – 4232C



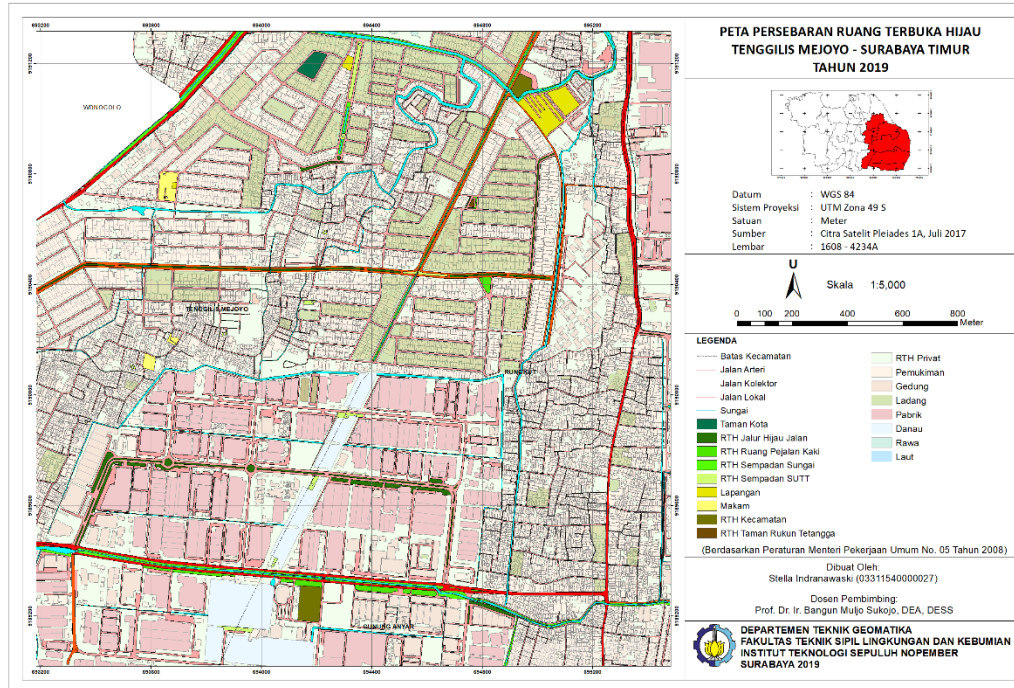
5. Lembar Peta 1608 – 4232D



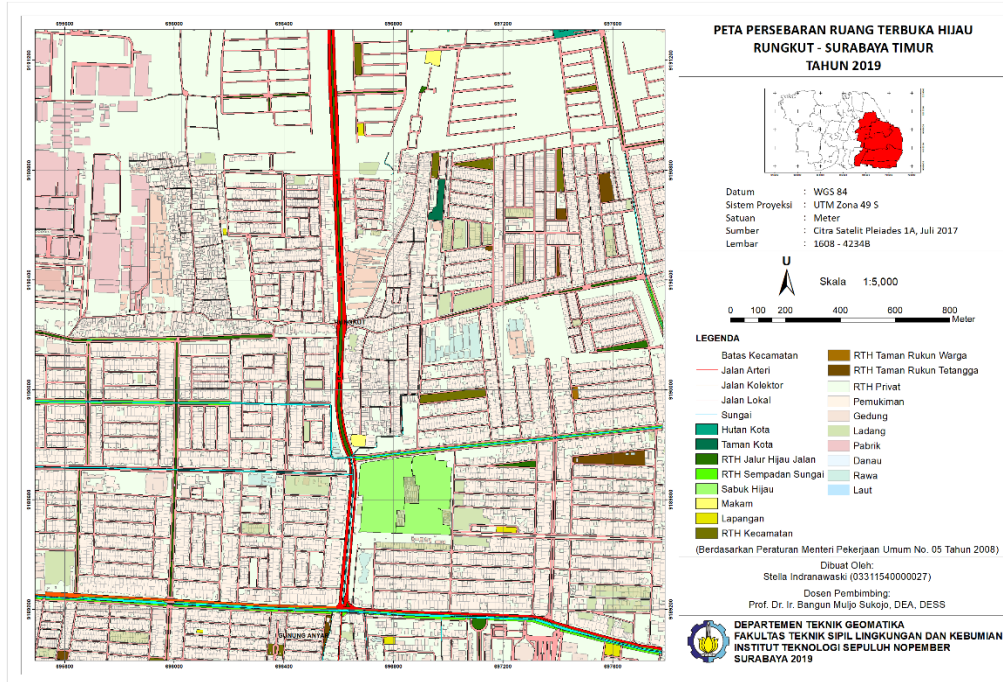
6. Lembar Peta 1608 – 4146B



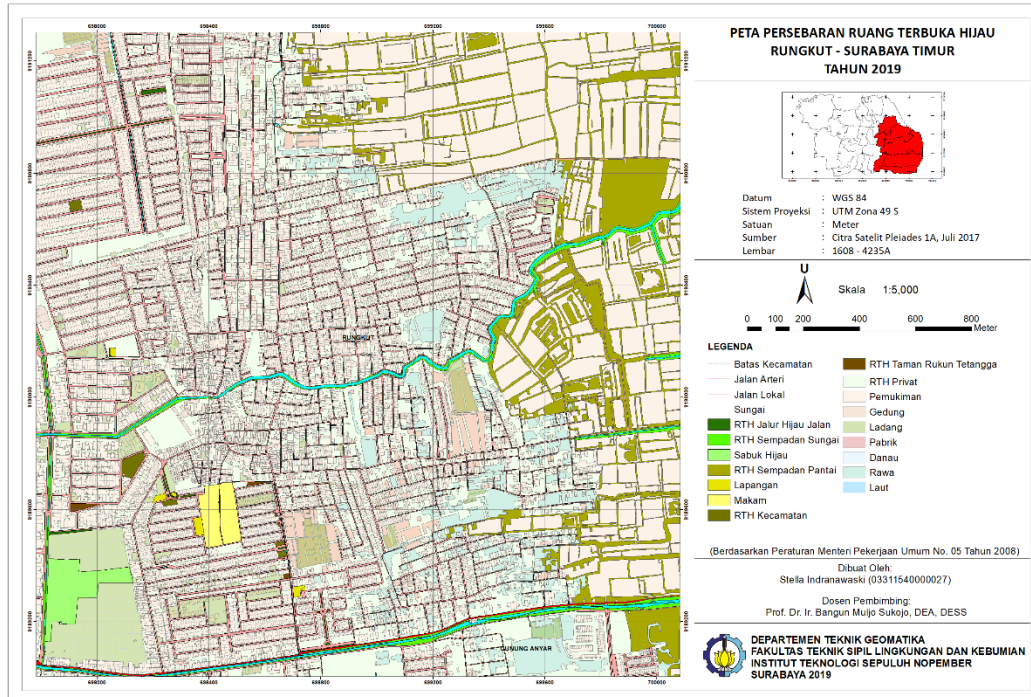
7. Lembar Peta 1608 – 4234A



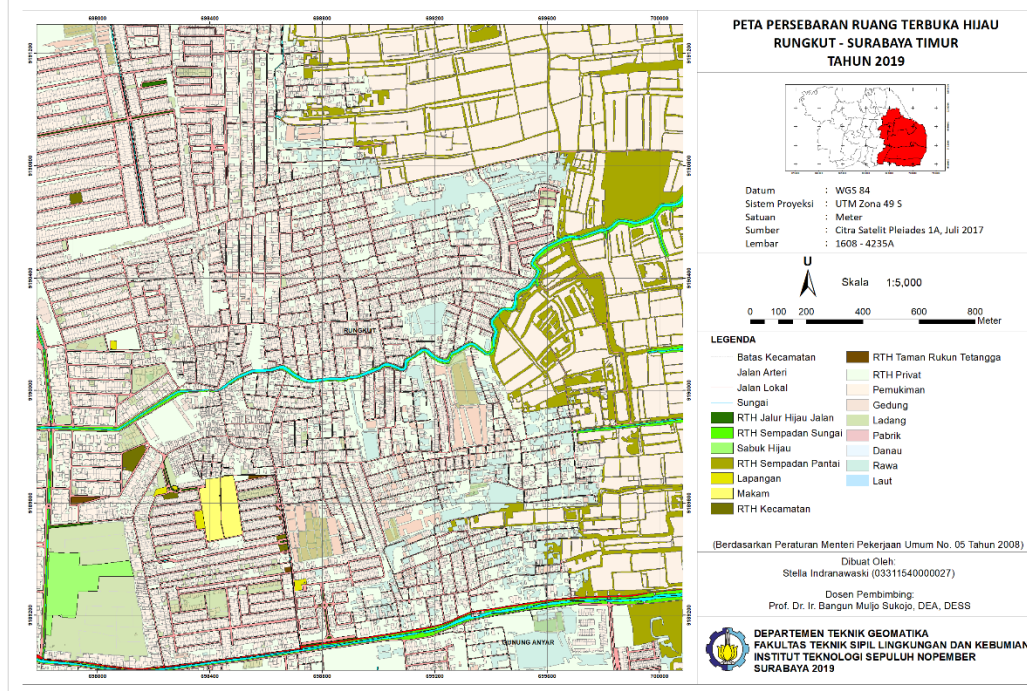
8. Lembar Peta 1608 – 4234B



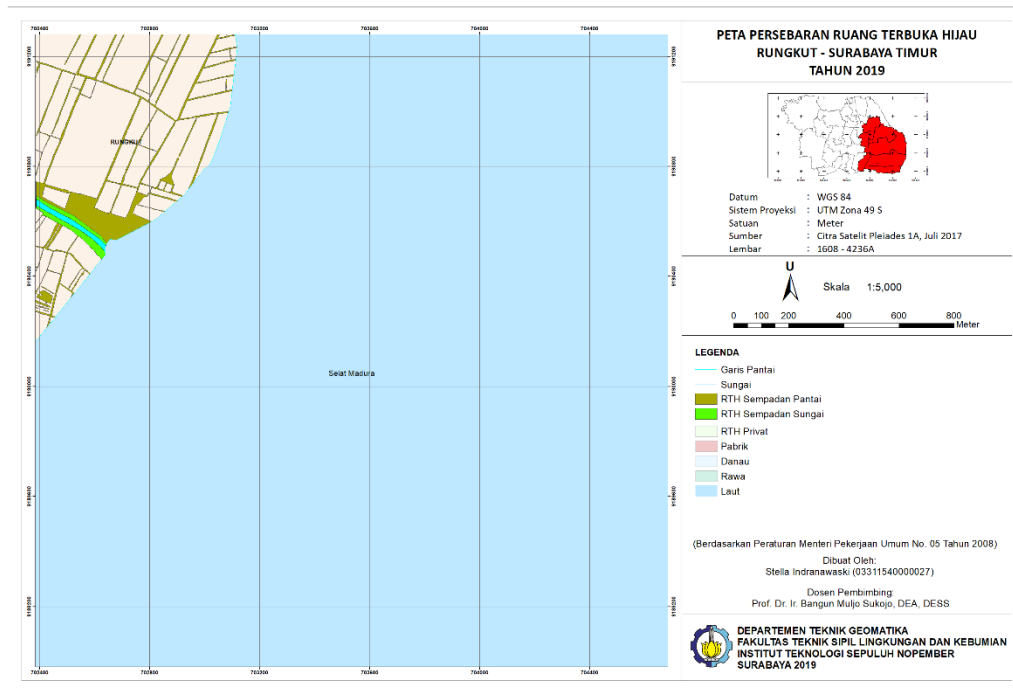
9. Lembar Peta 1608 – 4235A



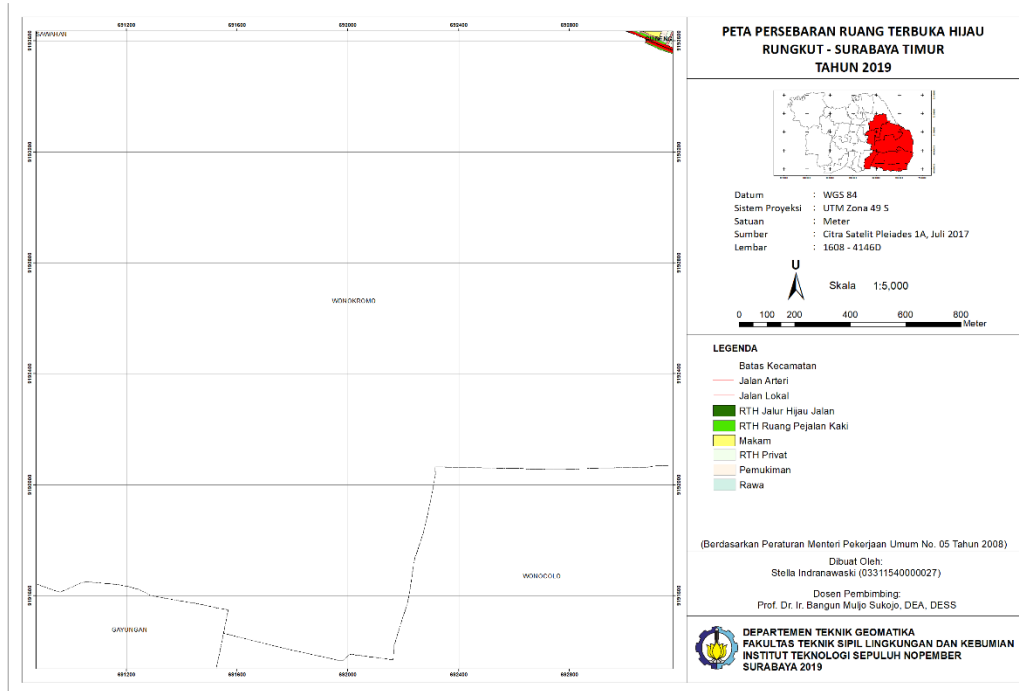
10. Lembar Peta 1608 – 4235B



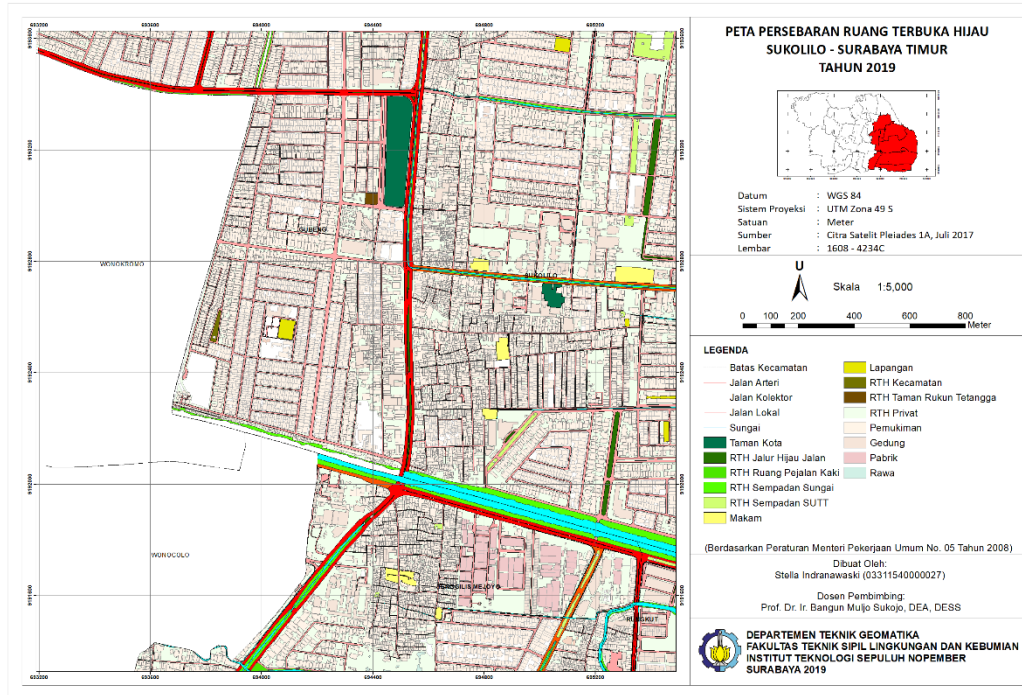
11. Lembar Peta 1608 – 4236A



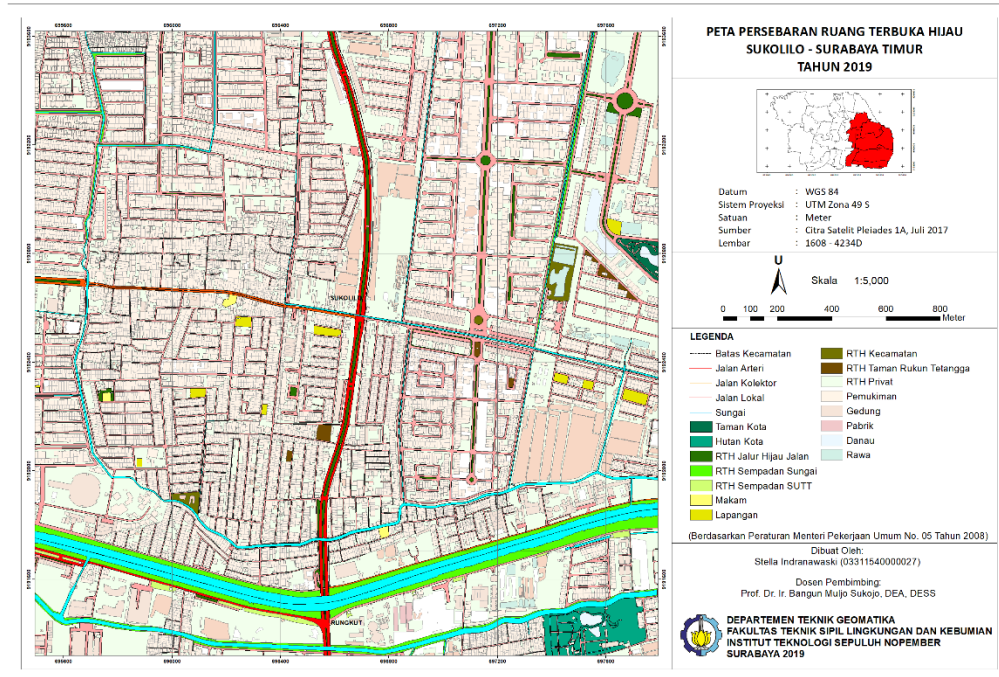
12. Lembar Peta 1608 – 4146D



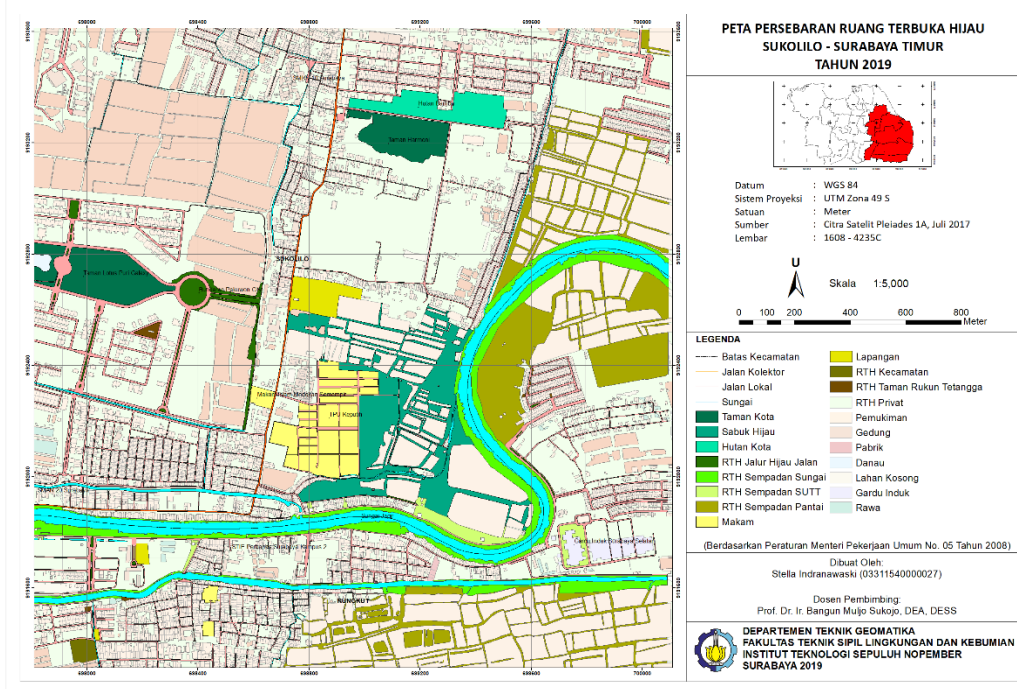
13. Lembar Peta 1608 – 4234C



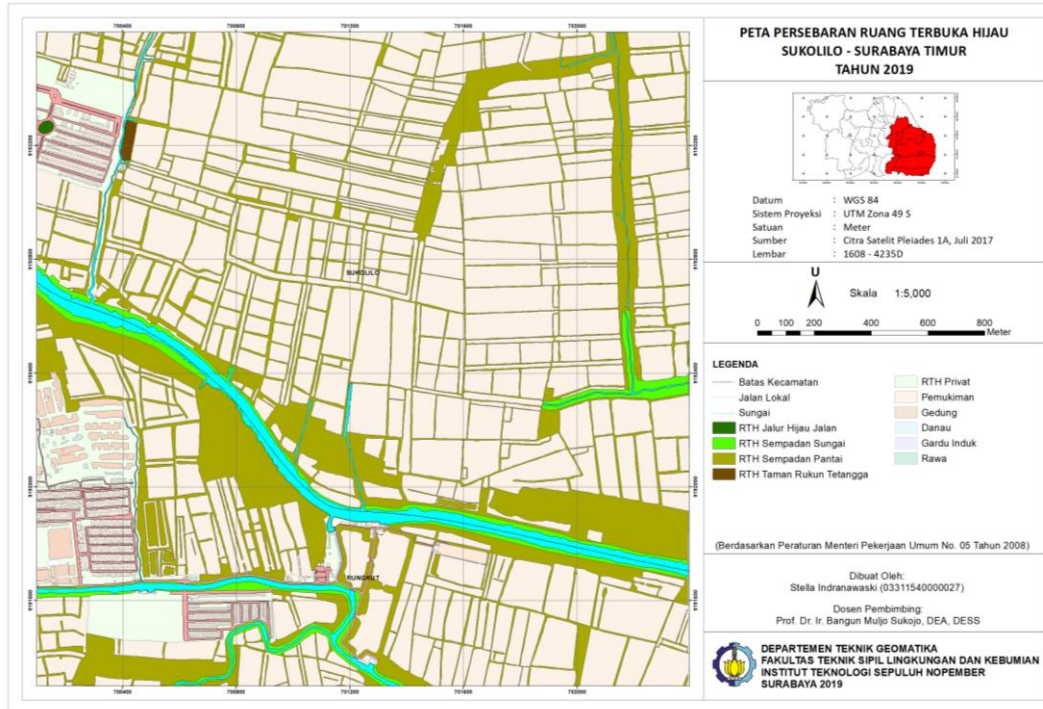
14. Lembar Peta 1608 – 4234D



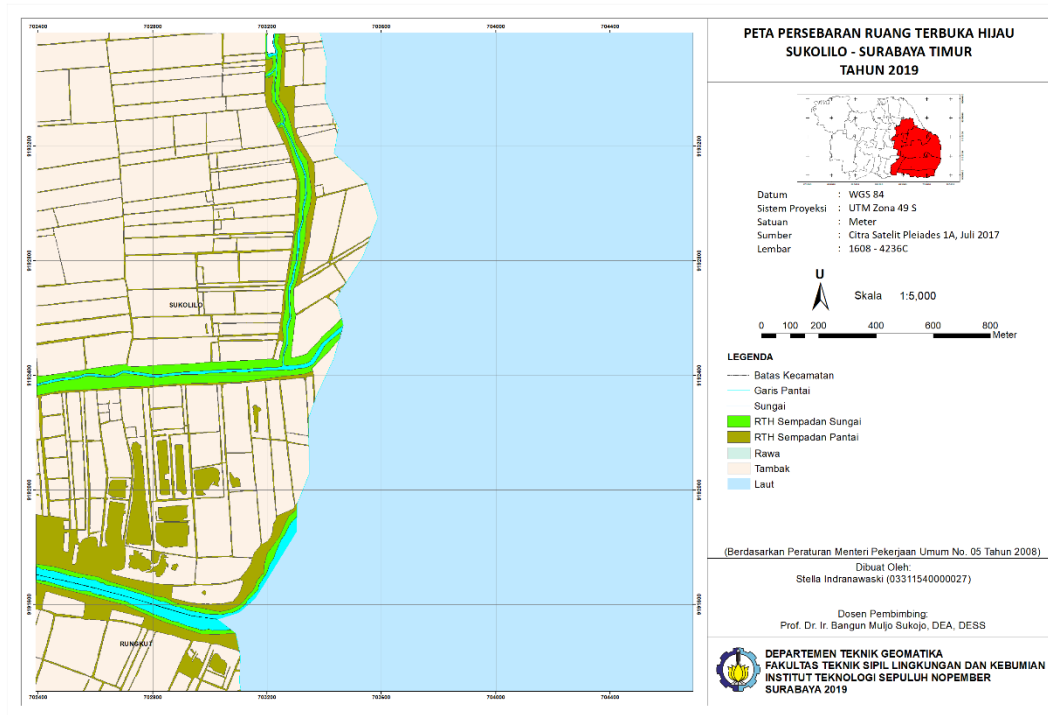
15. Lembar Peta 1608 – 4235C



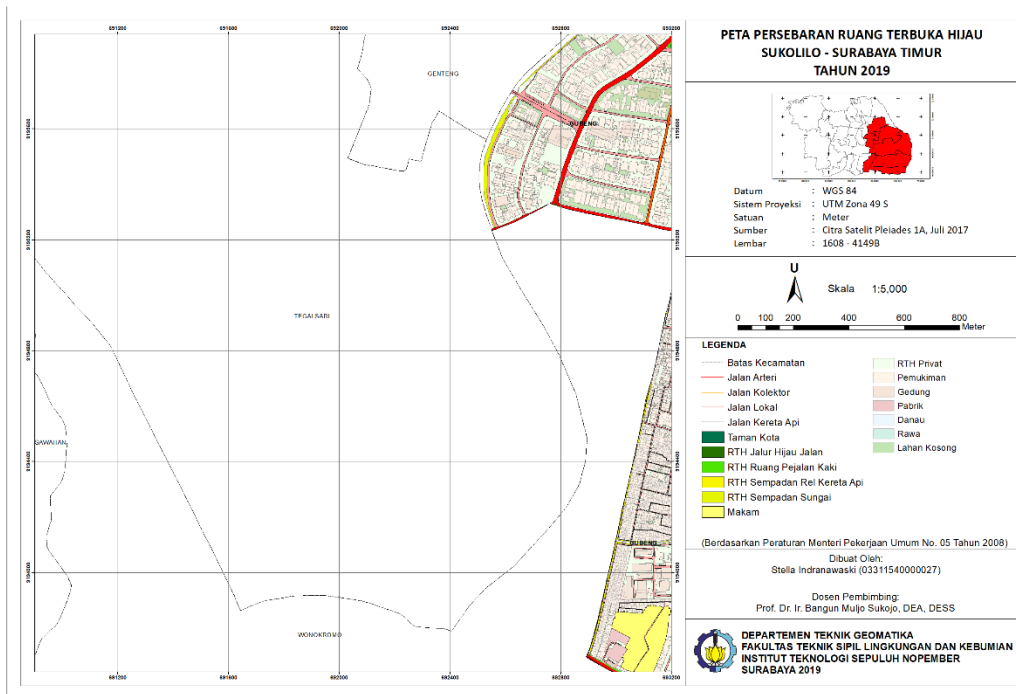
16. Lembar Peta 1608 – 4235D



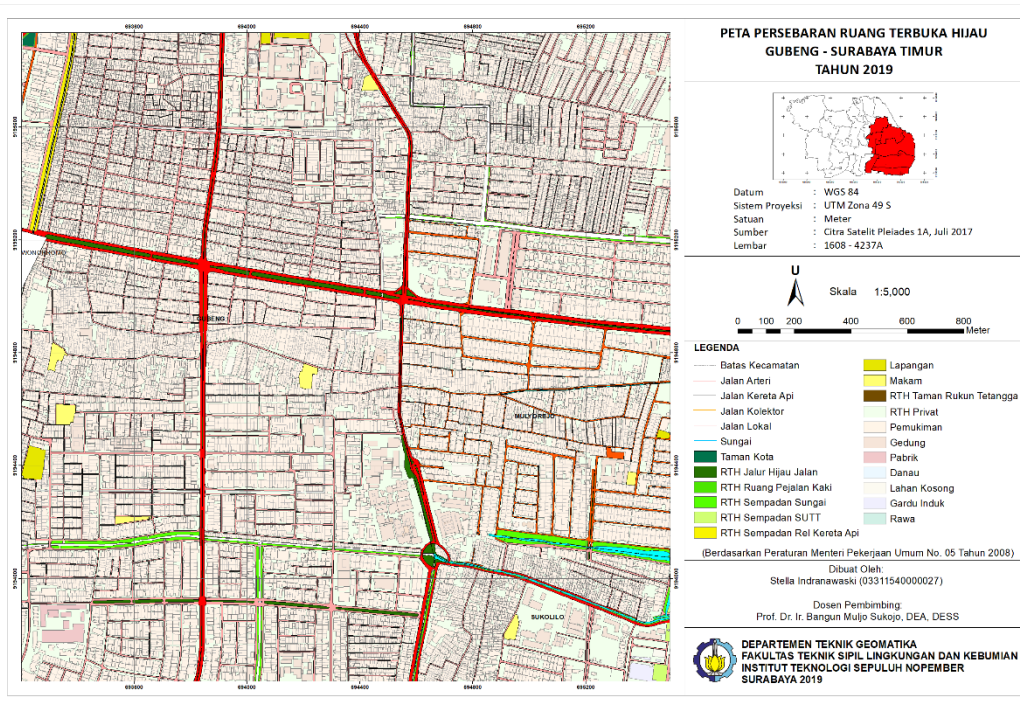
17. Lembar Peta 1608 – 4236C



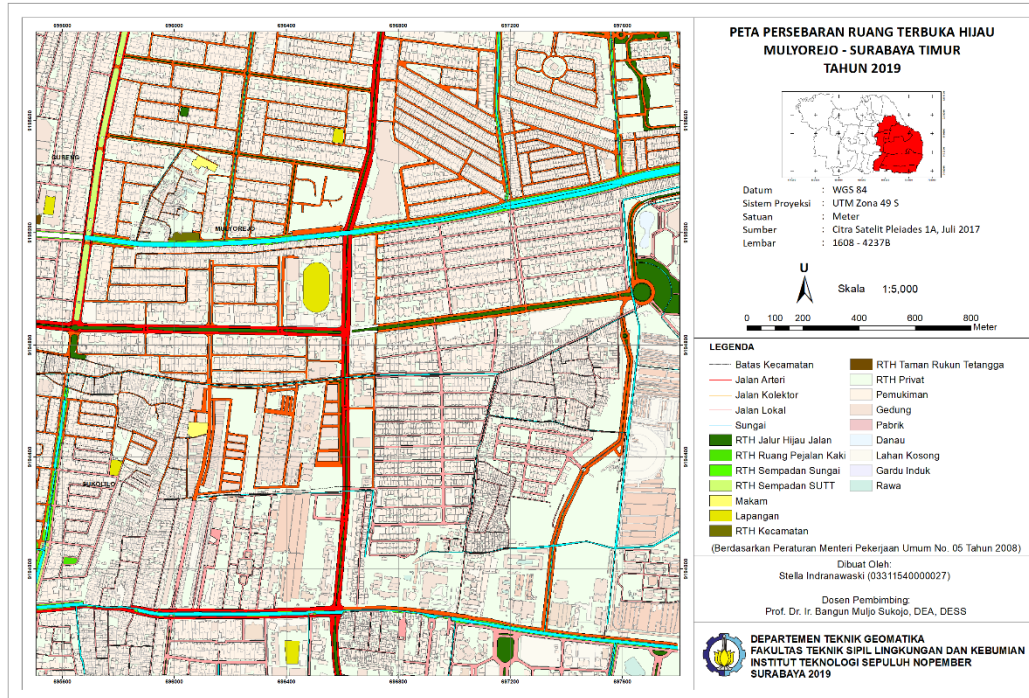
18. Lembar Peta 1608 – 4149B



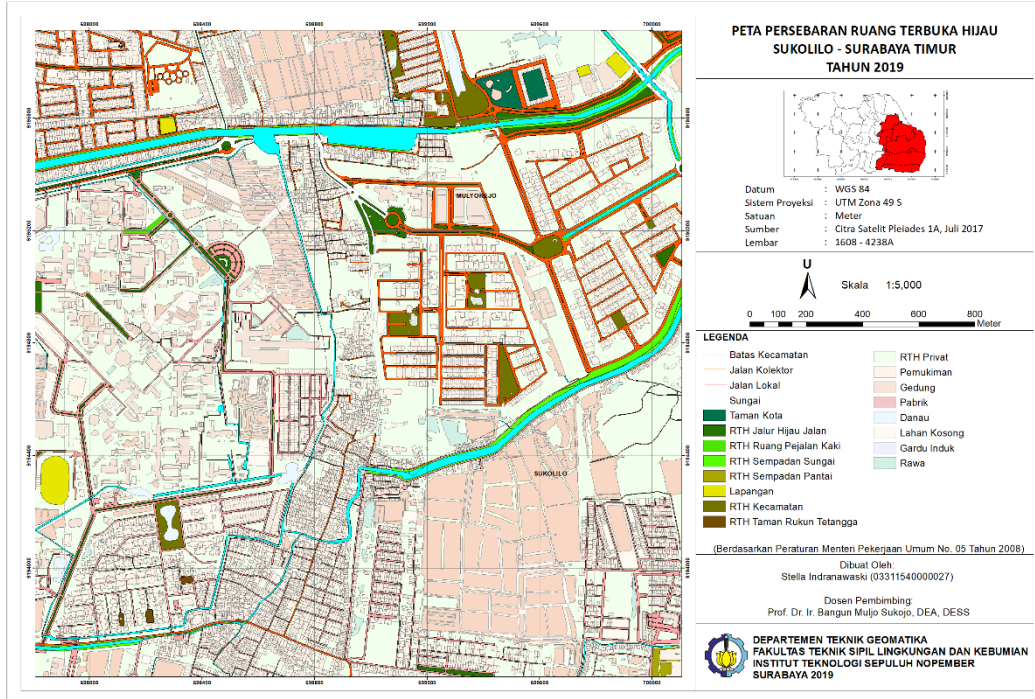
19. Lembar Peta 1608 – 4237A



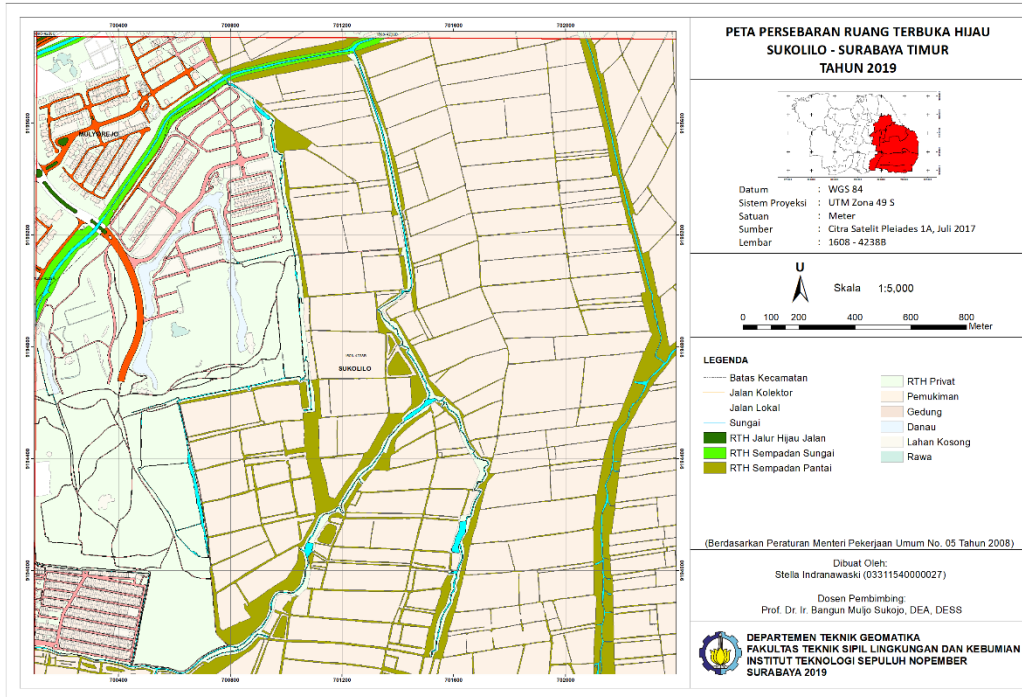
20. Lembar Peta 1608 – 4237B



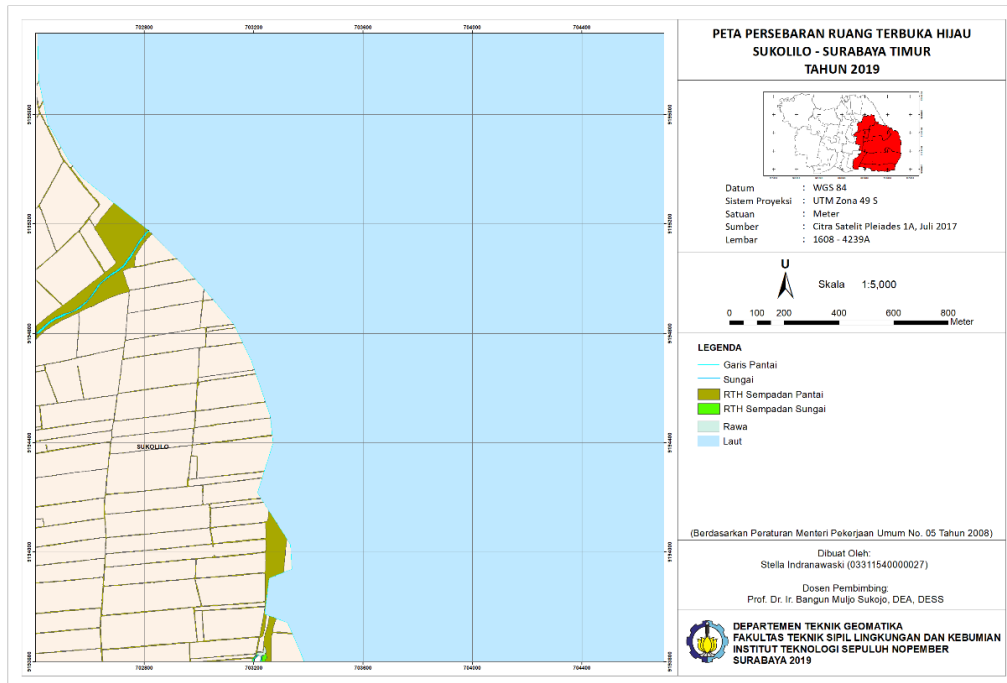
21. Lembar Peta 1608 – 4238A



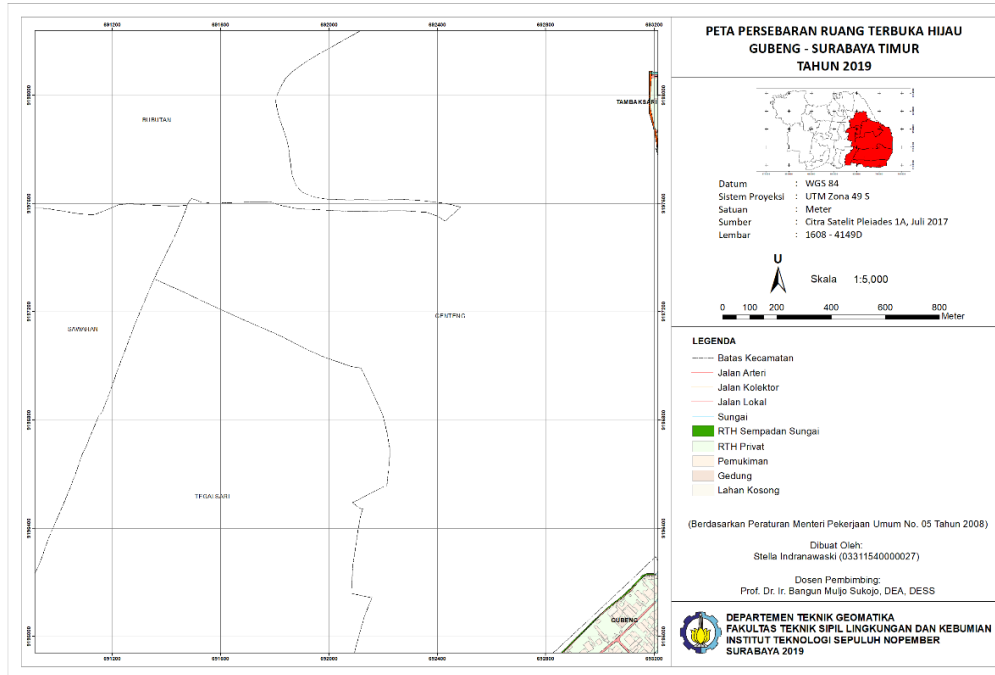
22. Lembar Peta 1608 – 4238B



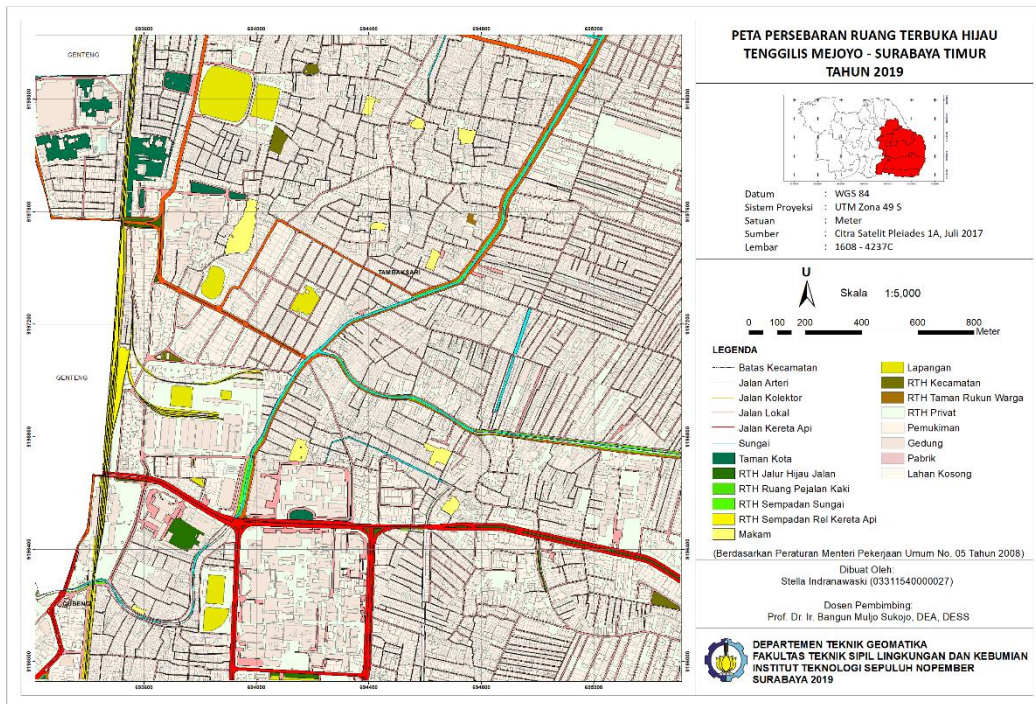
23. Lembar Peta 1608 – 4239A



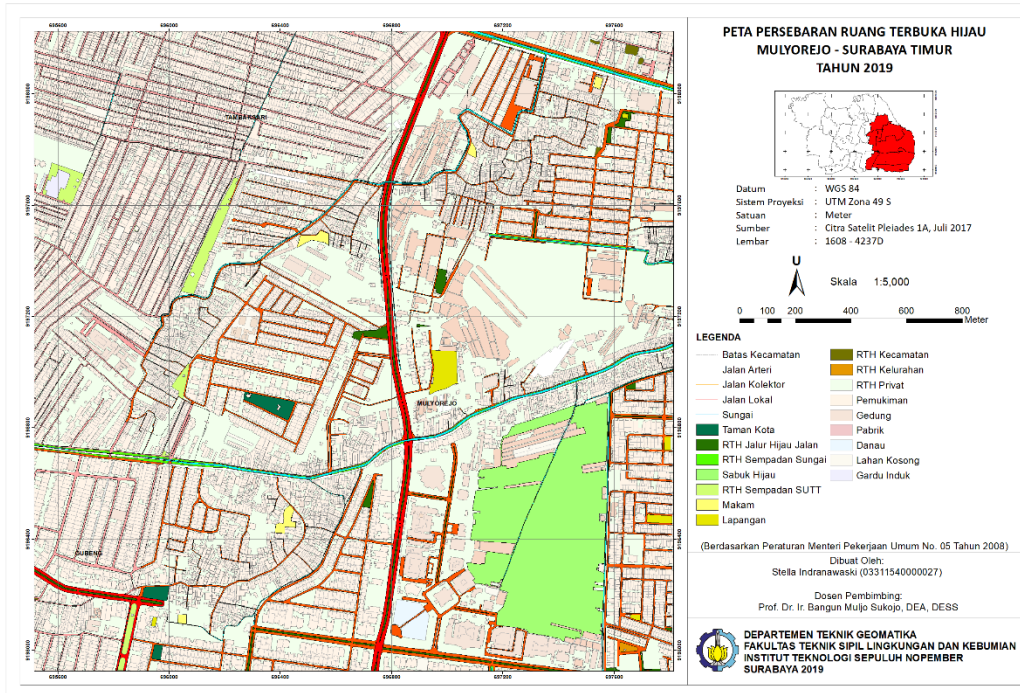
24. Lembar Peta 1608 – 4149D



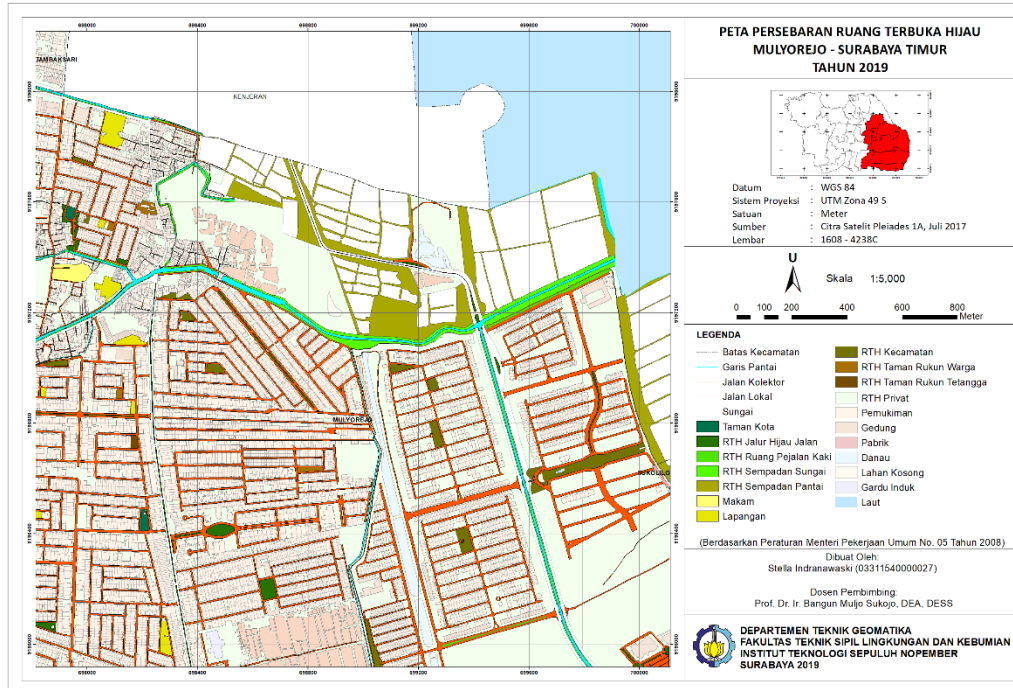
25. Lembar Peta 1608 – 4237C



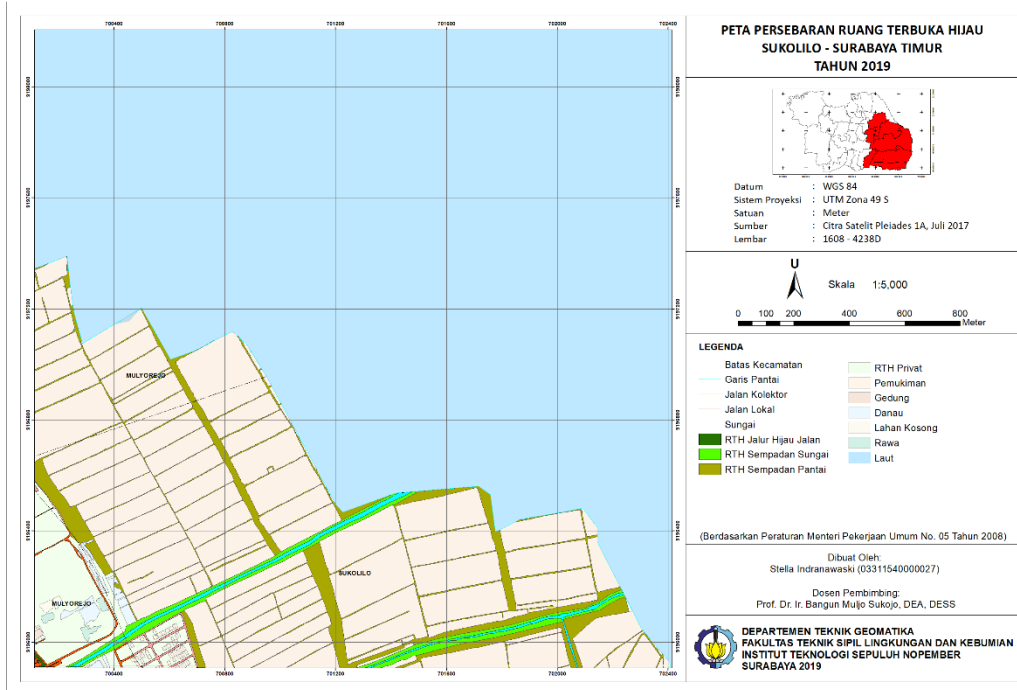
26. Lembar Peta 1608 – 4237D



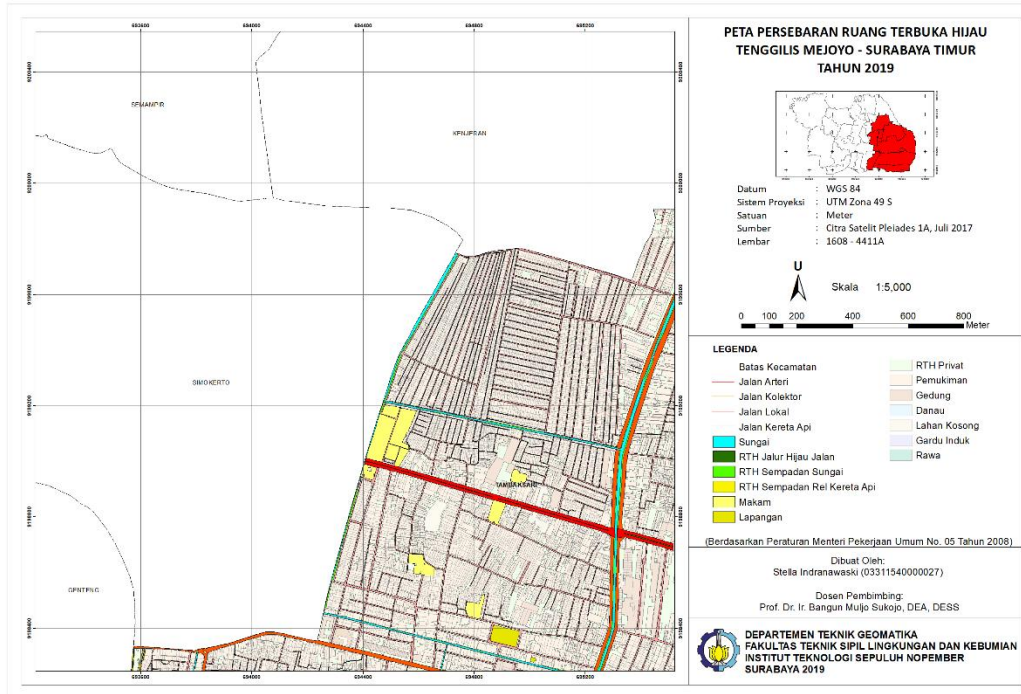
27. Lembar Peta 1608 – 4238C



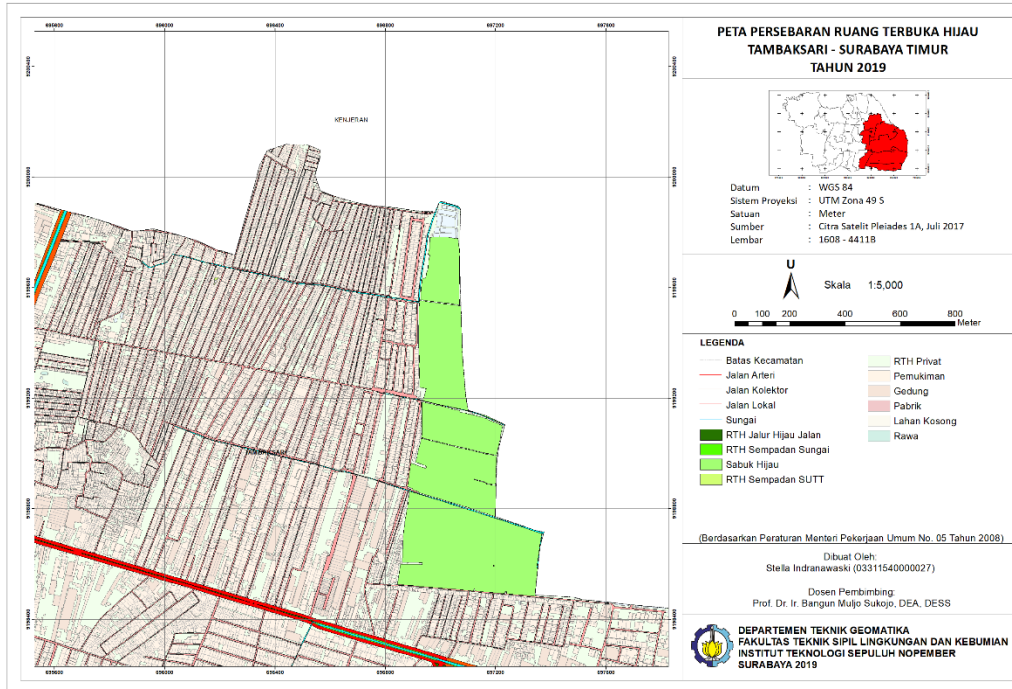
28. Lembar Peta 1608 – 4238D



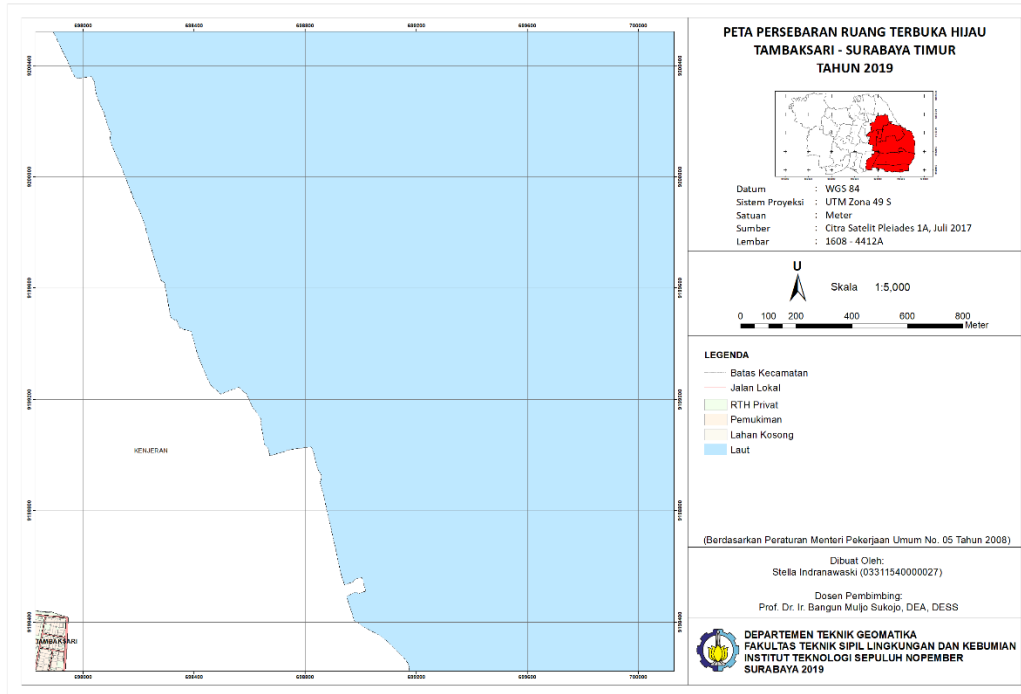
29. Lembar Peta 1608 – 4411A



30. Lembar Peta 1608 – 4411B



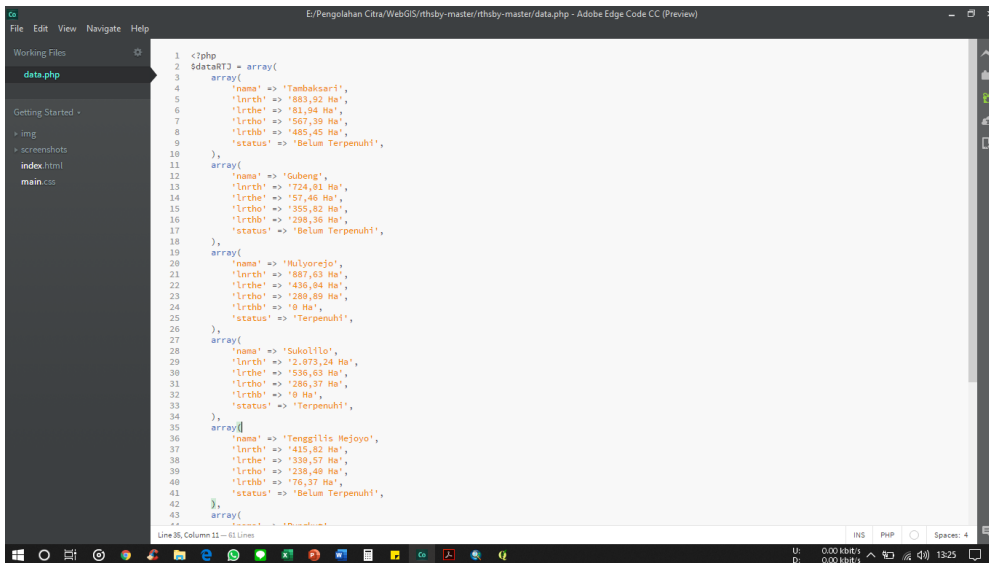
31. Lembar Peta 1608 – 4412A



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

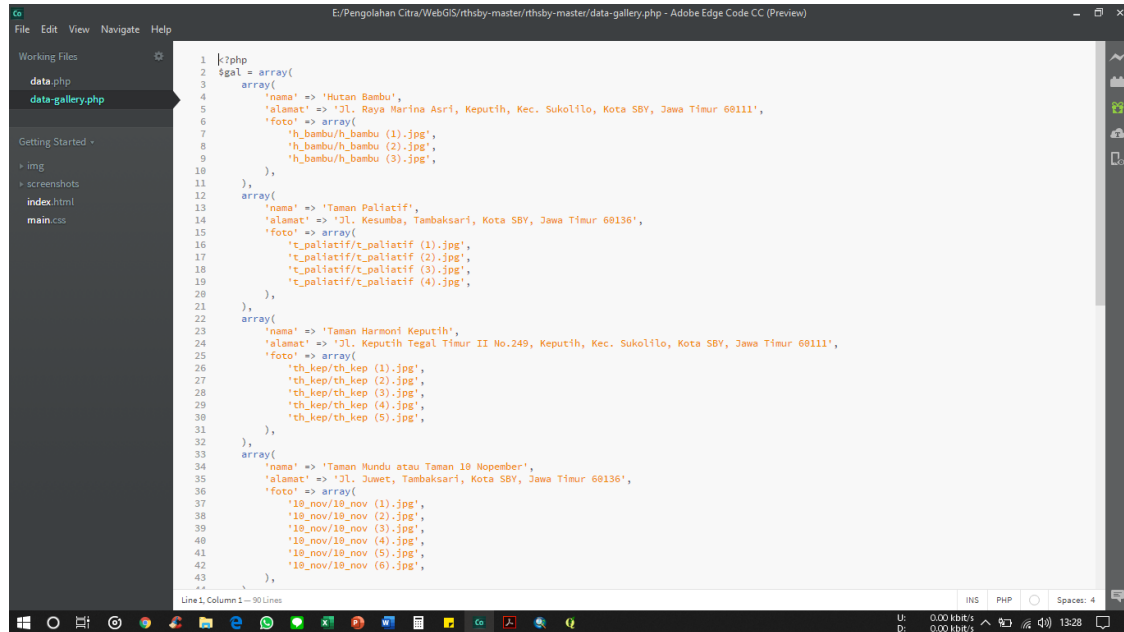
Lampiran 8 Script WebGIS

Script untuk Membuat Informasi Kebutuhan RTH setiap kecamatan



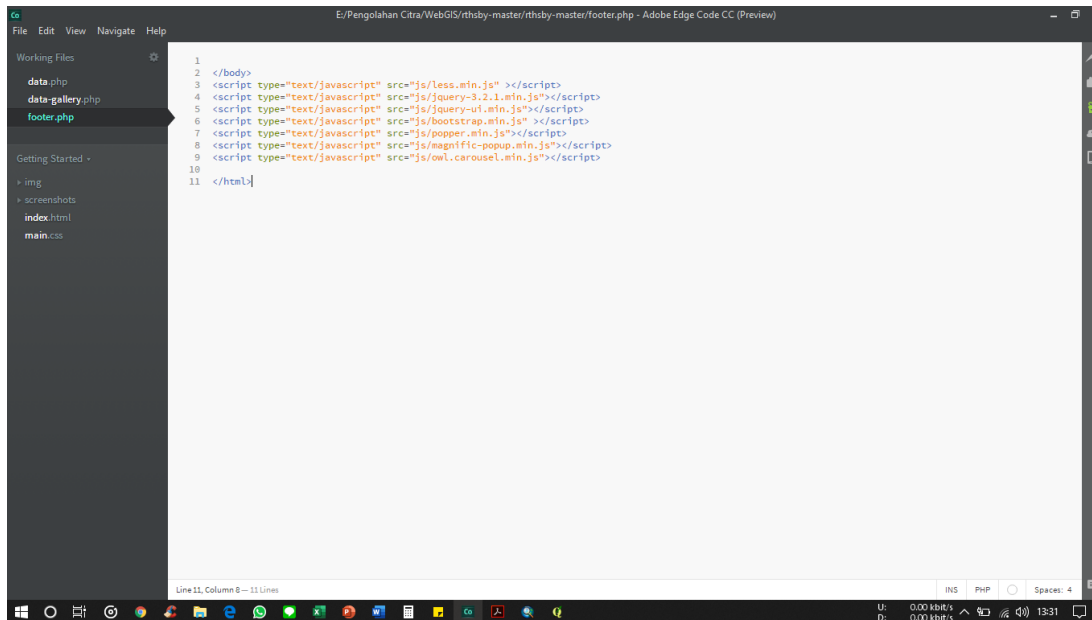
```
1 <?php
2 $dataRTH = array(
3     array(
4         'name' => 'Tambora',
5         'lirtb' => '1883,92 Ha',
6         'lirtba' => '181,94 Ha',
7         'lirtbh' => '567,39 Ha',
8         'lirtbh' => '1465,45 Ha',
9         'status' => 'Belum Terpenuhi',
10    ),
11    array(
12        'name' => 'Gubeng',
13        'lirtb' => '1724,81 Ha',
14        'lirtba' => '57,46 Ha',
15        'lirtbh' => '335,82 Ha',
16        'lirtbh' => '298,36 Ha',
17        'status' => 'Belum Terpenuhi',
18    ),
19    array(
20        'name' => 'Mulyorejo',
21        'lirtb' => '1687,63 Ha',
22        'lirtba' => '1436,84 Ha',
23        'lirtba' => '289,89 Ha',
24        'lirtbh' => '0 Ha',
25        'status' => 'Terpenuhi',
26    ),
27    array(
28        'name' => 'Sukolilo',
29        'lirtb' => '2.873,24 Ha',
30        'lirtba' => '1536,63 Ha',
31        'lirtbh' => '286,37 Ha',
32        'lirtbh' => '0 Ha',
33        'status' => 'Terpenuhi',
34    ),
35    array(
36        'name' => 'Tegglis Mejoyo',
37        'lirtb' => '1415,82 Ha',
38        'lirtba' => '1339,57 Ha',
39        'lirtba' => '239,49 Ha',
40        'lirtbh' => '176,37 Ha',
41        'status' => 'Belum Terpenuhi',
42    ),
43    array(
44        // ...
45    )
46 )
```

Script untuk Membuat Galeri Foto Ruang Terbuka Hijau



```
1 <?php
2 $gal = array(
3     array(
4         'nama' => 'Hutan Bambu',
5         'alamat' => 'Jl. Raja Marina Asri, Keputih, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 68111',
6         'foto' => array(
7             'h_bambu/h_bambu (1).jpg',
8             'h_bambu/h_bambu (2).jpg',
9             'h_bambu/h_bambu (3).jpg',
10        ),
11    ),
12    array(
13        'nama' => 'Taman Paliatif',
14        'alamat' => 'Jl. Kesumba, Tambaksari, Kota SBY, Jawa Timur 68136',
15        'foto' => array(
16            't_paliatif/t_paliatif (1).jpg',
17            't_paliatif/t_paliatif (2).jpg',
18            't_paliatif/t_paliatif (3).jpg',
19            't_paliatif/t_paliatif (4).jpg',
20        ),
21    ),
22    array(
23        'nama' => 'Taman Harmoni Keputih',
24        'alamat' => 'Jl. Keputih Tegal Timur II No.249, Keputih, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 68111',
25        'foto' => array(
26            'th_kep/th_kep (1).jpg',
27            'th_kep/th_kep (2).jpg',
28            'th_kep/th_kep (3).jpg',
29            'th_kep/th_kep (4).jpg',
30            'th_kep/th_kep (5).jpg',
31        ),
32    ),
33    array(
34        'nama' => 'Taman Mundu atau Taman 18 Nopember',
35        'alamat' => 'Jl. Juwet, Tambaksari, Kota SBY, Jawa Timur 68136',
36        'foto' => array(
37            '18_nov/18_nov (1).jpg',
38            '18_nov/18_nov (2).jpg',
39            '18_nov/18_nov (3).jpg',
40            '18_nov/18_nov (4).jpg',
41            '18_nov/18_nov (5).jpg',
42            '18_nov/18_nov (6).jpg',
43        ),
44    )
45 );
```

Script untuk Memasukkan Data ke Javascript

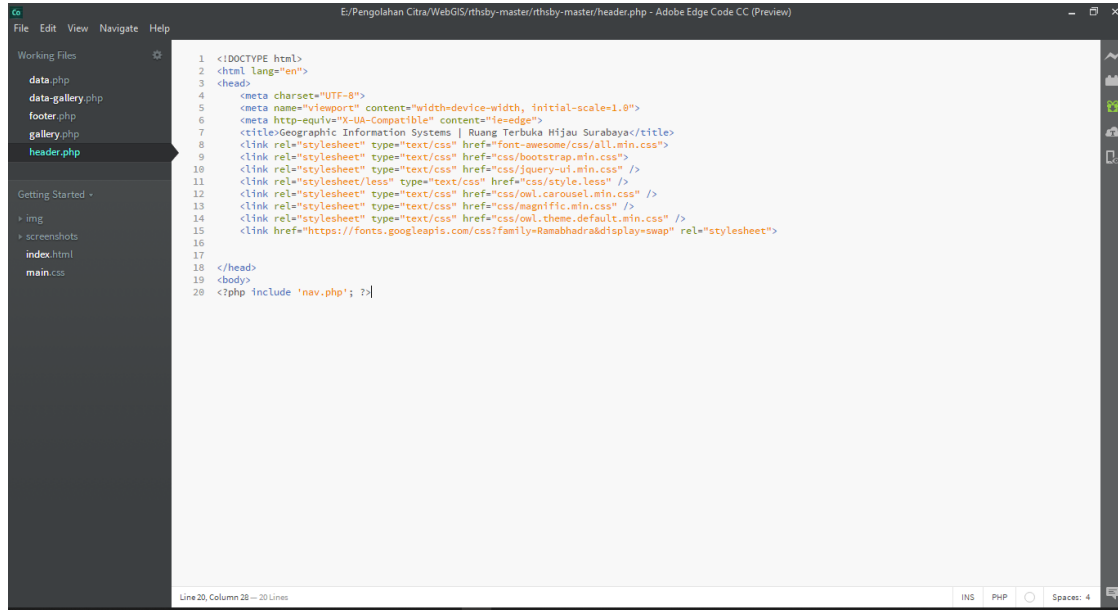


The screenshot shows the Adobe Edge Code CC (Preview) interface. The main editor displays the following code in a file named footer.php:

```
1
2 </body>
3 <script type="text/javascript" src="js/less.min.js" ></script>
4 <script type="text/javascript" src="js/jquery-3.2.1.min.js"></script>
5 <script type="text/javascript" src="js/jquery-ui.min.js"></script>
6 <script type="text/javascript" src="js/bootstrap.min.js" ></script>
7 <script type="text/javascript" src="js/popper.min.js"></script>
8 <script type="text/javascript" src="js/magnific-popup.min.js"></script>
9 <script type="text/javascript" src="js/owl.carousel.min.js"></script>
10
11 </html>
```

The interface includes a sidebar on the left with 'Working Files' (data.php, data-gallery.php, footer.php) and 'Getting Started' (img, screenshots, index.html, main.css). The status bar at the bottom indicates 'Line 11, Column 6 - 11 lines', 'INS PHP', and 'Spaces: 4'. The Windows taskbar is visible at the bottom of the screen.

Script untuk Memasukkan Data ke Cascading Style Sheet (CSS)

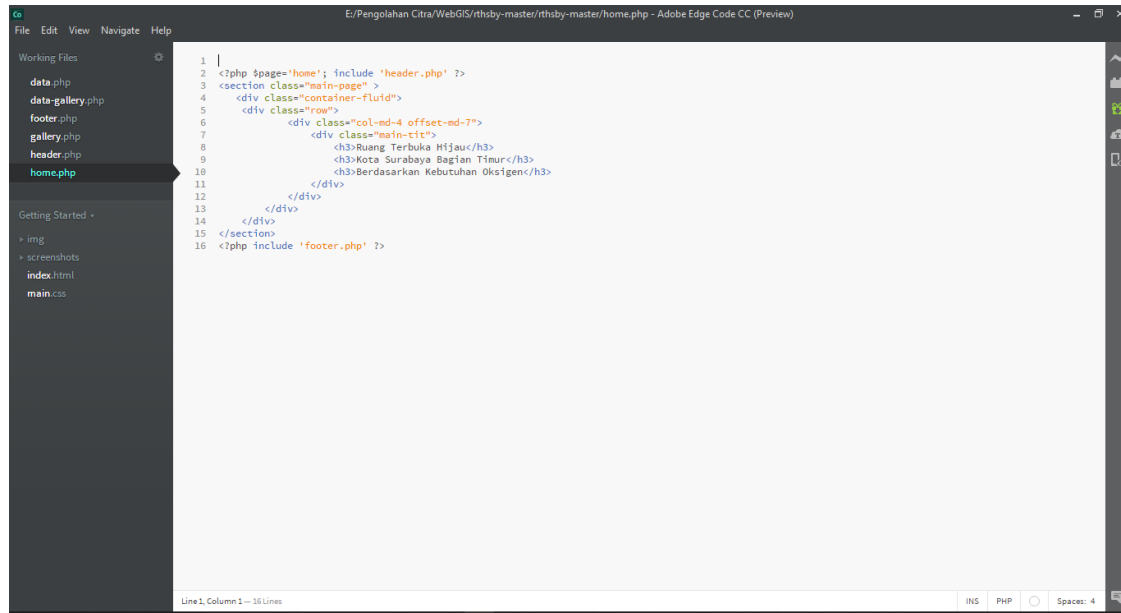


The screenshot shows the Adobe Edge Code CC (Preview) interface. The main editor displays the following HTML code for a header file:

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3 <head>
4   <meta charset="UTF-8">
5   <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6   <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="ie=edge">
7   <title>Geographic Information Systems | Ruang Terbuka Hijau Surabaya</title>
8   <link rel="stylesheet" type="text/css" href="font-awesome/css/all.min.css">
9   <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/bootstrap.min.css">
10  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/jquery-ui.min.css" />
11  <link rel="stylesheet/less" type="text/css" href="css/style.less" />
12  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/owl.carousel.min.css" />
13  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/magnific.min.css" />
14  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/owl.theme.default.min.css" />
15  <link href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Ramabhadra&display=swap" rel="stylesheet">
16
17 </head>
18 <body>
19
20 <php include 'nav.php'; ?>
```

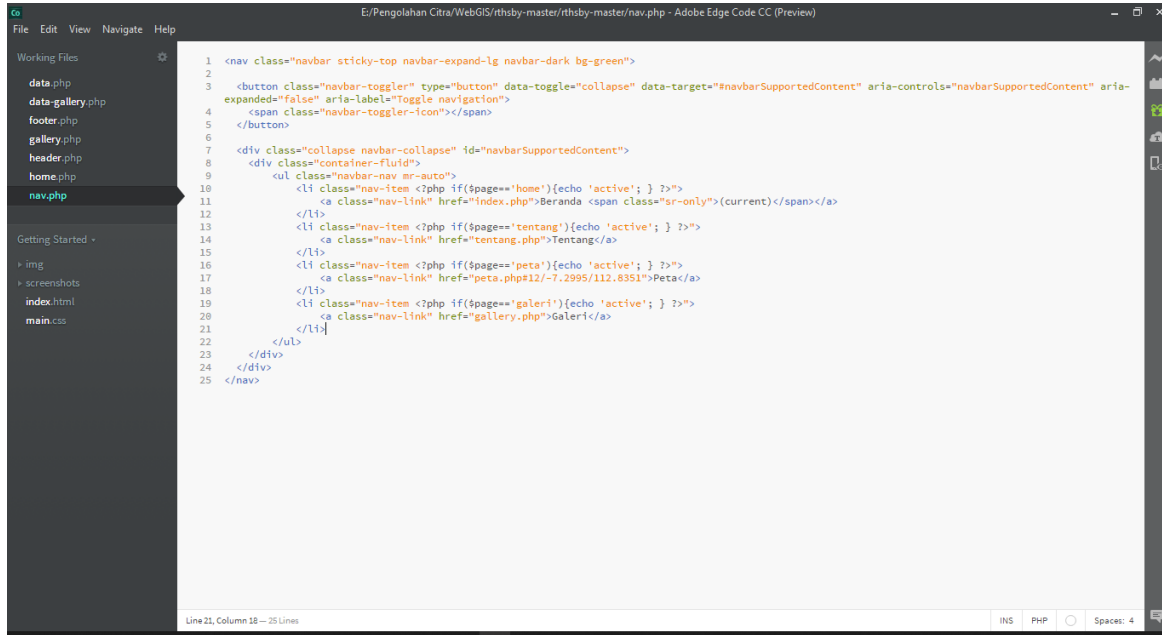
The interface includes a file explorer on the left showing a project structure with files like `data.php`, `data-gallery.php`, `footer.php`, `gallery.php`, and `header.php`. The status bar at the bottom indicates "Line 20, Column 28 - 20 Lines" and "INS PHP Spaces: 4".

Script untuk Membuat Beranda



```
1 |
2 <?php $page='home'; include 'header.php' ?>
3 <section class="main-page" >
4   <div class="container-fluid">
5     <div class="row">
6       <div class="col-md-4 offset-md-7">
7         <div class="main-tit">
8           <h3>Ruang Terbuka Hijau</h3>
9           <h3>Kaca Surabaya Bagian Timur</h3>
10          <h3>Berdasarkan Kebutuhan Oksigen</h3>
11        </div>
12      </div>
13    </div>
14  </div>
15 </section>
16 <?php include 'footer.php' ?>
```

Script untuk Membuat Menu Bar



The image shows a screenshot of an IDE window titled "E:/Pengolahan Citra/WebGIS/rhsby-master/rhsby-master/nav.php - Adobe Edge Code CC (Preview)". The code is written in PHP and HTML, defining a navigation menu bar. The menu is contained within a `<nav>` element with classes `navbar sticky-top navbar-expand-lg navbar-dark bg-green`. It features a toggle button for collapsing the menu and a list of navigation items. The items include "Beranda" (current), "Tentang", "Peta", and "Galeri", each with a corresponding href and a PHP conditional for active state.

```
1 <nav class="navbar sticky-top navbar-expand-lg navbar-dark bg-green">
2
3 <button class="navbar-toggler" type="button" data-toggle="collapse" data-target="#navbarSupportedContent" aria-controls="navbarSupportedContent" aria-
4 expanded="false" aria-label="Toggle navigation">
5   <span class="navbar-toggler-icon"></span>
6 </button>
7 <div class="collapse navbar-collapse" id="navbarSupportedContent">
8   <div class="container-fluid">
9     <ul class="navbar-nav mr-auto">
10      <li class="nav-item <?php if($page=='home'){echo 'active'; } ?>">
11        <a class="nav-link" href="index.php">Beranda <span class="sr-only">(current)</span></a>
12      </li>
13      <li class="nav-item <?php if($page=='tentang'){echo 'active'; } ?>">
14        <a class="nav-link" href="tentang.php">Tentang</a>
15      </li>
16      <li class="nav-item <?php if($page=='peta'){echo 'active'; } ?>">
17        <a class="nav-link" href="peta.php#12/-7.2995/112.8351">Peta</a>
18      </li>
19      <li class="nav-item <?php if($page=='galeri'){echo 'active'; } ?>">
20        <a class="nav-link" href="gallery.php">Galeri</a>
21      </li>
22    </ul>
23  </div>
24 </div>
25 </nav>
```

Line 21, Column 18 — 25 Lines

INS PHP Spaces: 4

Script untuk Mengintegrasikan Peta dari QGIS ke web

```
E:/Pengolahan Citra/WebGIS/rhstby-master/rhstby-master/peta.php - Adobe Edge Code CC (Preview)
File Edit View Navigate Help

Working Files
data.php
data-gallery.php
footer.php
gallery.php
header.php
home.php
nav.php
peta.php

Getting Started -
img
screenshots
index.html
main.css

1 <!doctype html>
2 <html lang="en">
3   <head>
4     <meta charset="utf-8">
5     <title>Geographic Information Systems | Ruang Terbuka Hijau Surabaya</title>
6     <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
7     <meta name="viewport" content="initial-scale=1,user-scalable=no,maximum-scale=1,width=device-width">
8     <meta name="mobile-web-app-capable" content="yes">
9     <meta name="apple-mobile-web-app-capable" content="yes">
10    <link rel="stylesheet" href="aset-qgis/css/leaflet.css">
11    <link rel="stylesheet" href="aset-qgis/css/qgis2web.css">
12    <link rel="stylesheet" href="aset-qgis/css/control.OSMGeocoder.css">
13    <link rel="stylesheet" href="aset-qgis/css/leaflet-measure.css">
14    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="font-awesome/css/all.min.css">
15    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/bootstrap.min.css">
16    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/jquery-ui.min.css" />
17    <link rel="stylesheet/less" type="text/css" href="css/style.less" />
18    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/owl.carousel.min.css" />
19    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/magnific.min.css" />
20    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/owl.theme.default.min.css" />
21    <link href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Ramabhadra&display=swap" rel="stylesheet">
22    <php $page="peta"; include 'nav.php'; include 'data.php' />
23    <style>
24      html, body, #map {
25        width: 100%;
26        height: 100%;
27        padding: 0;
28        margin: 0;
29      }
30    </style>
31
32    <style>
33      .main-content {
34        position: relative;
35      }
36      .main-content .owl-theme .custom-nav {
37        position: absolute;
38        top: 35%;
39        left: 0;
40        right: 0;
41      }
42      .main-content .owl-theme .custom-nav .owl-prev, .main-content .owl-theme .custom-nav .owl-next {
43        position: absolute;
44      }
45    </style>
46  </head>
47  <body>
48    <div class="main-content">
49      <div class="header">
50        <h1>Geographic Information Systems | Ruang Terbuka Hijau Surabaya</h1>
51      </div>
52      <div class="map">
53        <div style="text-align: center; padding: 10px 0 0 0;">
54          <img alt="Map showing a geographic area with a red location marker." data-bbox="200 400 800 600" style="width: 100%; height: auto; border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; box-shadow: 0 5px 15px #00000030; margin: 0 auto;"/>
55          <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">
56            <div style="text-align: center; width: 45%; border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #f0f0f0; margin: 0 auto; font-size: 0.9em; font-weight: bold; color: #00000030;">
57              <div style="background-color: #00000030; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">Peta
```

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Stella Indranawaski lahir di Surabaya, 4 April 1997, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Belia, SD Negeri 1 Manisrejo, SMP Negeri 1 Karangrejo, dan SMA Negeri 1 Maospati. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan Pendidikan di jenjang perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SNMPTN di Departemen Teknik Geomatika – Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan ITS pada tahun 2015 dengan NRP. 0331154000027. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan sebagai pengurus di Pencinta Lingkungan Hidup SIKLUS Institut Teknologi Sepuluh Nopember (PLH SIKLUS ITS) sebagai anggota Bakti Alam dan Bakti Masyarakat (BABM) periode 2016/2017 dan sebagai Badan Pengurus Harian PLH SIKLUS ITS periode 2017/2018. Penulis juga aktif sebagai anggota Badan Perwakilan Mahasiswa (BPM) Himpunan Mahasiswa Geomatika ITS (HIMAGE-ITS) periode 2016/2017 dan periode 2017/2018. Selain itu penulis aktif mengikuti kegiatan keterampilan manajemen mahasiswa seperti LKMM PRA-TD FTSP tahun 2015, LKMM TD HIMAGE-ITS tahun 2016, LANDAKS XXVIII PLH SIKLUS ITS tahun 2016, LAKONS PLH SIKLUS ITS, dan BMS HIMAGE-ITS tahun 2016. Penulis serta aktif dalam bidang organisasi kepanitiaan baik dalam kegiatan mahasiswa maupun seminar yang diselenggarakan oleh organisasi kemahasiswaan ataupun jurusan. Selama kuliah, penulis juga pernah mengikuti kegiatan pemberdayaan masyarakat di Kota Tual, Maluku Tenggara di bidang sosial, Pendidikan dan

ekonomi, mengikuti Papua Terang di Wamena, Papua dan pernah menjadi relawan ketika bencana gempa di Lombok. Sebagai bentuk ketertarikan penulis pada bidang geospasial dan penginderaan jauh, maka dalam pembuatan tugas akhir, penulis memilih judul “Analisis Indeks Vegetasi Untuk Estimasi Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Kebutuhan Oksigen Berbasis *WebGIS* (Studi Kasus: Surabaya Timur)” sebagai syarat dalam penyelesaian studi di jenjang Strata 1.