



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISIS PERSEBARAN BIOMASSA HUTAN
MANGROVE BERDASARKAN KORELASI NILAI
INDEKS VEGETASI DENGAN NILAI ALLOMETRIK
BIOMASSA
(Studi Kasus: Teluk Lamong Surabaya)**

NINDY ROYANI
NRP 0331 1440000 057

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

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISIS PERSEBARAN BIOMASSA HUTAN
MANGROVE BERDASARKAN KORELASI NILAI
INDEKS VEGETASI DENGAN NILAI
ALLOMETRIK BIOMASSA
(Studi Kasus : Teluk Lamong Surabaya)**

Nindy Royani
NRP 03311440000057

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

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

**ANALYSIS OF MANGROVE BIOMASS
DISTRIBUTION BASED ON CORRELATION OF
VEGETATION INDEX VALUE WITH BIOMASS
ALLOMETRIC VALUE
(Case Study: Lamong Bay Surabaya)**

Nindy Royani
NRP 03311440000057

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

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil, Environmental and Geo Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ANALISIS PERSEBARAN BIOMASSA HUTAN
MANGROVE BERDASARKAN KORELASI NILAI INDEKS
VEGETASI DENGAN NILAI ALLOMETRIK BIOMASSA
(Studi Kasus : Teluk Lamong Surabaya)**

Nama Mahasiswa : Nindy Royani
NRP : 0331144000057
Departemen : Teknik Geomatika FTLSK – ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA.,DESS

ABSTRAK

Hutan mangrove merupakan salah satu hutan di daerah tropis yang berperan besar dalam hal penyerapan dan penyimpanan karbon. Kerusakan hutan mangrove yang terjadi bersumber dari perilaku masyarakat untuk membuka lahan tambak, budidaya perikanan, dan penebangan liar untuk produksi kayu maupun pembangunan pemukiman baru, seperti halnya yang terjadi pada hutan mangrove di Teluk Lamong yang merupakan lokasi studi pada penelitian ini. Lokasi tersebut telah mengalami pembabatan akibat adanya pembangunan pada wilayah Romokalisari.

Pada penelitian ini dilakukan penghitungan pendugaan biomassa dengan menggunakan citra satelit Pleiades 1-A tahun 2015, serta nilai dari allometrik biomassa dari data pengukuran di lapangan. Metode pengambilan sampel yang digunakan yaitu plot acak dan tanpa pemanenan. Algoritma indeks vegetasi yang digunakan yaitu *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*. Allometrik biomassa yang digunakan untuk menghitung keseluruhan mangrove dalam penelitian ini adalah $BAP = 1,2218.D^{1,679}$.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai koefisien korelasi *NDVI* Citra dengan biomassa di lapangan sebesar 0,728. Nilai koefisien korelasi *NDVI* Citra dengan *NDVI* Foto sebesar 0,341. Nilai koefisien korelasi biomassa di lapangan dengan salinitas sebesar 0,797. Nilai koefisien korelasi biomassa di lapangan dengan pH

sebesar 0,264. Pada persebaran biomassa hutan mangrove Teluk Lamong pada tahun 2018 terbagi kedalam tiga kelas, yaitu pada kelas rendah, biomassa mencapai 0 – 50 ton/ha, pada kelas sedang mencapai 50 – 400 ton/ha, dan pada kelas tinggi mencapai 400 – 700 ton/ha. Total keseluruhan biomassa hutan mangrove di Teluk Lamong pada tahun 2018 sebesar 6.593,850 ton/ha.

Kata Kunci : Biomassa, Mangrove, NDVI, Teluk Lamong

**ANALYSIS OF MANGROVE BIOMASS DISTRIBUTION
BASED ON CORRELATION OF VEGETATION INDEX
VALUE WITH BIOMASS ALLOMETRIC VALUE
(Case Study: Lamong Bay Surabaya)**

Name : Nindy Royani
NRP : 0331144000057
Departement : Teknik Geomatika FTLSK – ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA.,DESS

ABSTRACT

The mangrove forest is one of the forests in the tropical which has role as a major of carbon absorption and storage. The damage of mangrove forests occur due to the behavior of the community to build fishpond, aquaculture, and illegal logging for timber production or construction of new settlements, as it happens at the mangrove forest on the Lamong bay which is the study location in this research. This location has been deforested due to construction at Romokalisari.

This research calculated biomass prediction using satellite images of the Pleiades 1-A 2015 and the value of allometrik biomass data from measurements in the field. Method of sampling in the field used is random plot and non destructive sampling. The algorithm used is Normalized Difference Vegetation Index (*NDVI*). Allometrik biomass used to calculate overall mangroves in this research is $BAP = 1,2218.D^{1,679}$.

Based on the results of the research, the correlation coefficient value of *NDVI* satellite imagery with biomass in the field is 0.728. The correlation coefficient value of *NDVI* satellite imagery with value of *NDVI* photo is 0.341. The value of the correlation coefficient of biomass in the field with the salinity is 0.797. The value of the correlation coefficient of biomass in the field with pH is 0.264. Biomass distribution of mangrove forests

on the Lamong bay in 2018 is divided into three classes, which are, on low grade biomass reached 0 – 50 ton/ha, on the middle class reached 50 – 400 ton/ha, and on high class reached 400 – 700 ton/ha. The total biomass of mangrove forests in the Lamong Bay in 2018 amounts to 6,593.850 tons/ha.

Keywords : Biomass, Lamong Bay, Mangrove, NDVI

**ANALISIS PERSEBARAN BIOMASSA HUTAN
MANGROVE BERDASARKAN KORELASI NILAI
INDEKS VEGETASI DENGAN ALLOMETRIK
BIOMASSA (STUDI KASUS: TELUK LAMONG
SURABAYA)**

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 :

NINDY ROYANI
NRP. 0331144000057

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof.Dr.Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS (.....)
NIP.1953 0527 1983 03 1001



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT berkat Rahmat dan Karunia-Nya sehingga laporan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Persebaran Biomassa Hutan Mangrove Berdasarkan Korelasi Nilai Indeks Vegetasi dengan Nilai Allometrik Biomassa (Studi Kasus : Teluk Lamong Surabaya)”** ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan secara moral maupun material. Atas segala bantuan dan dukungan tersebut, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua beserta seluruh keluarga penulis yang selama pelaksanaan pengambilan dan pengolahan data sampai pembuatan laporan ini memberikan motivasi, semangat, kasih sayang dan seluruh dukungannya kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA.,DESS, selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan sarannya.
3. Ibu Cherie Bhekti Pribadi, S.T.,M.,T, selaku dosen yang banyak memberi masukan dan juga bimbingan kepada penulis.
4. Teman-teman G16 dan Teknik Geomatika angkatan 2014 yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, mulai dari pengambilan data sampai dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebut satu persatu.

Penulis sangat mengharapkan saran dan masukan sebagai pembelajaran bagi penulis untuk menjadi lebih baik. Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak terdapat

kekurangan, oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya.

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih atas segala kesempatan yang telah diberikan kepada penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Hutan Mangrove.....	5
2.2. Zonasi Hutan Mangrove	6
2.2 Biomassa.....	8
2.3 Persamaan Allometrik	10
2.4 Penentuan Sampling Plot.....	11
2.5 Penginderaan Jauh	12
2.6 Pengolahan Citra Digital	14
2.6.1 Kekuatan Jaring / <i>Strength of Figure (SoF)</i>	14
2.6.2 Koreksi Geometrik	14
2.6.3 Ketelitian Geometrik	15
2.6.4 Koreksi Radiometrik	18
2.6.5 Klasifikasi Citra.....	20
2.7 Citra Pleiades 1-A.....	21
2.8 Foto Udara.....	22
2.9 Indeks Vegetasi	23
2.10 Analisis Korelasi	25
2.11 Uji F.....	26
2.12 Penelitian Terdahulu.....	27

BAB III METODOLOGI	29
3.1 Lokasi Penelitian	29
3.2 Data dan Peralatan	29
3.2.1 Data	29
3.2.2 Peralatan	30
3.3 Metodologi Penelitian.....	30
3.3.1 Tahap Pelaksanaan	30
3.3.2 Tahap Pengolahan	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1 Data Citra.....	41
4.1.1 Citra Satelit.....	41
4.1.2 Citra Foto Udara	42
4.2 Pemotongan Citra	42
4.3 Koreksi Geometrik.....	43
4.4 Uji Ketelitian Geometrik	44
4.5 Koreksi Radiometrik.....	46
4.6 Perhitungan Algoritma <i>NDVI</i>	47
4.7 Perhitungan Biomassa Hutan Mangrove	50
4.7.1 Penyusunan Allometrik Biomassa.....	50
4.7.2 Uji-F	56
4.7.3 Perhitungan Biomassa Tiap Plot di Lapangan.....	57
4.7.4 Peta Persebaran Biomassa Mangrove.....	58
4.8 Analisis Korelasi Antar Parameter	59
4.8.1 Analisis Korelasi <i>NDVI</i> Citra dengan Biomassa	59
4.8.2 Analisis Korelasi <i>NDVI</i> Citra dengan <i>NDVI</i> Foto	61
4.8.3 Analisis Korelasi Biomassa dengan Sampel Air	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN	75
BIODATA PENULIS.....	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk-bentuk Akar Pohon Mangrove	6
Gambar 2. 2 Cara Melakukan Pengukuran Keliling Pohon	10
Gambar 2. 3 Bentuk Plot untuk Biomassa.....	11
Gambar 2. 4 Ilustrasi Peletakan Plot	12
Gambar 2. 5 Perbandingan Nilai Pantulan Kanal.....	24
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	29
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir.....	31
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data.....	35
Gambar 4. 1 Metadata Citra Satelit Pleiades 1A.....	41
Gambar 4. 2 Raw Data Citra Satelit Pleiades 1A.....	41
Gambar 4. 3 Citra Foto Udara	42
Gambar 4. 4 Hasil Pemotongan Citra Pleiades 1A.....	42
Gambar 4. 5 Desain Jaring Citra Satelit Pleiades 1A.....	44
Gambar 4. 6 Hasil Koreksi Radiometrik	47
Gambar 4. 7 Tampilan <i>NDVI</i> Citra Satelit	48
Gambar 4. 8 Hasil Perhitungan Algoritma <i>NDVI</i> Citra Satelit....	48
Gambar 4. 9 Peta Kerapatan Mangrove	50
Gambar 4. 10 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 1 ..	51
Gambar 4. 11 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 2 ..	51
Gambar 4. 12 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 3 ..	52
Gambar 4. 13 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 4 ..	52
Gambar 4. 14 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 5 ..	53
Gambar 4. 15 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 6 ..	53
Gambar 4. 16 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 7 ..	54
Gambar 4. 17 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 8 ..	54
Gambar 4. 18 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 9 ..	55
Gambar 4. 19 Peta Persebaran Biomassa Mangrove.....	59
Gambar 4. 20 Hasil Korelasi <i>NDVI</i> Citra dengan Biomassa.....	60
Gambar 4. 21 Lokasi Titik Uji Korelasi.....	62
Gambar 4. 22 Hasil Korelasi <i>NDVI</i> Citra dengan <i>NDVI</i> Foto ...	63
Gambar 4. 23 Hasil Korelasi Biomassa dengan Salinitas	64
Gambar 4. 24 Hasil Korelasi Biomassa dengan pH	65

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kisaran Diameter Batang dan Ukuran Plot	12
Tabel 2. 2 Keteitian Geometri Peta RBI.....	17
Tabel 2. 3 Ketentuan Ketelitian Geometrik Peta RBI	17
Tabel 2. 4 Spesifikasi Citra Satelit Pleiades 1A	21
Tabel 2. 5 Spesifikasi Foto Udara	23
Tabel 2. 6 Kisaran tingkat kerapatan Indeks Vegetasi	25
Tabel 2. 7 Klasifikasi <i>NDVI</i>	25
Tabel 2. 8 Interpretasi Koefiseien Korelasi	26
Tabel 4. 1 Nilai RMS Citra Pleiades 1A.....	44
Tabel 4. 2 Hasil Uji Ketelitian Geometrik.....	45
Tabel 4. 3 Parameter Proses 6SV Pada Pleiades 1A	46
Tabel 4. 4 Koefisien Koreksi Atmosfer dengan Metode 6SV	47
Tabel 4. 5 Hasil Luasan Jenis berdasarkan nilai <i>NDVI</i>	49
Tabel 4. 6 Persamaan Allometerik dari Hasil Uji Korelasi	55
Tabel 4. 7 Hasil Uji-F.....	56
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Biomassa Tiap Plot.....	57
Tabel 4. 9 Nilai <i>NDVI</i> Citra dan <i>NDVI</i> Foto	61
Tabel 4. 10 Nilai Biomassa dengan Uji Sampel Air	64

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan *Strength Of Figure (SoF)*
- Lampiran 2. Metadata Citra Staelit Pleiades 1A
- Lampiran 3. Dokumentasi Titik Sampel Berdasarkan Kerapatan
- Lampiran 4. Data Diameter Pohon Setinggi Dada (Dbh) dan Tinggi Pohon
- Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Survei
- Lampiran 6. Peta Persebaran Biomassa Hutan Mangrove Teluk Lamong Tahun 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mengingat hutan memiliki peran sangat penting dalam hal pemanasan global, tidak hanya sebagai penyimpan karbon, tetapi secara alami hutan juga berfungsi sebagai penyerap karbon yang paling efisien di bumi (Manuri dkk. 2011). Indonesia menjadi negara penting yang dapat mengurangi emisi dari deforestasi dan tata guna lahan, sekaligus melalui penyerapan karbon oleh hutan. Hal tersebut tidak terlepas dari fakta bahwa Indonesia memiliki hutan tropis terluas ke 3 di dunia. Hutan mangrove merupakan salah satu hutan penyimpan karbon terkaya di daerah tropis dan juga sebagai area kunci dalam upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim (Donato dkk. 2011). Hutan mangrove di Indonesia diperkirakan hanya tersisa 3.485.000 hektar (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2015), sedangkan sekarang ini di Pulau Jawa hanya mencapai 49.900 hektar hutan mangrove, dan untuk wilayah Jawa Timur sendiri mencapai 18.500 hektar luas mangrove, tingkat kerusakan telah mencapai 45 persen atau sekitar 8.000 hektar (Republika 2016).

Hutan mangrove tumbuh berkembang di daerah pantai yang selalu atau secara teratur tergenang air laut dan terpengaruh oleh pasang surut air laut tetapi tidak terpengaruh oleh iklim (Santoso 2000). Hutan mangrove sebagaimana hutan lainnya memiliki peran sebagai penyerap karbon dioksida (CO₂) dari udara. Penyerapan karbon dioksida berhubungan erat dengan biomassa pohon. Pohon tersebut berperan untuk mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) dan menyimpannya dalam biomassa tubuh pohon (Pambudi 2011). IPCC (2003) dalam Kementerian Kehutanan (2012), menyatakan bahwa model allometrik biomassa dapat digunakan secara langsung untuk menduga

biomassa pohon dalam tegakan seperti pada data hasil pengukuran pohon (diameter atau kombinasi diameter dan tinggi) dalam kegiatan inventarisasi tegakan hutan, atau dengan menambah input nilai berat jenis kayu (*specific gravity* atau *wood density*) dan nilai faktor ekspansi biomassa (*biomass expansion factor*). Maka pada penelitian ini, pendugaan biomassa atas permukaan tanah menggunakan allometrik dengan kombinasi dari diameter pohon setinggi dada (dbh) yang didapat dari pengukuran lapangan.

Pada penelitian terdahulu, pemetaan biomassa mangrove menggunakan citra satelit resolusi menengah dan resolusi tinggi dengan metode penginderaan jauh, serta metode pengambilan sampel menggunakan transek tanpa pemanenan. Pada penelitian kali ini, metode untuk pendugaan biomassa yang digunakan sama dengan penelitian sebelumnya, yaitu metode penginderaan jauh, untuk metode pengambilan sampel, menggunakan metode plot acak tanpa pemanenan. Pada penelitian kali ini citra satelit yang digunakan yaitu citra satelit resolusi sangat tinggi dan juga citra foto udara, hal ini bertujuan untuk mengetahui kandungan biomassa atas permukaan tanah yang terkandung dalam hutan mangrove dengan hasil yang lebih akurat. Analisis untuk perhitungan kandungan biomassa menggunakan algoritma *NDVI* serta allometrik biomassa atas permukaan tanah, sedangkan untuk studi di lapangan, berupa pengambilan sampel diameter pohon setinggi dada, tinggi pohon, pengambilan koordinat plot, dan pengambilan sampel air pada lokasi plot tersebut. Hasil luaran dari penelitian ini yaitu berupa peta sebaran potensi biomassa pada hutan mangrove, guna memberi informasi awal kepada pemerintah mengenai estimasi kandungan biomassa pada hutan mangrove di Teluk Lamong, Kota Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Bagaimana korelasi nilai *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* pada citra satelit Pleiades 1A dengan Biomassa atas permukaan tanah di lapangan?
- b. Bagaimana korelasi Biomassa atas permukaan tanah di lapangan dengan parameter sampel air (pH dan Salinitas)?
- c. Bagaimana korelasi dari nilai *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* citra satelit Pleiades 1A dengan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* citra foto?
- d. Berapakah total Biomassa atas permukaan tanah pada hutan mangrove di Teluk Lamong Surabaya?
- e. Bagaimana persebaran biomassa atas permukaan tanah pada hutan mangrove di Teluk Lamong Surabaya?

1.3 Batasan Masalah

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

- a. Studi kasus wilayah yang digunakan untuk penelitian ini yaitu, hutan mangrove di Teluk Lamong, Kota Surabaya. Berada pada koordinat ($7^{\circ}11'38,02''$ - $7^{\circ}12'30,5''$ LS dan $112^{\circ}39'48,5''$ - $112^{\circ}39'33,77''$ BT).
- b. Data yang digunakan untuk penelitian ini yaitu, citra satelit Pleiades 1-A tahun 2015, peta vektor sebaran mangrove pesisir Kota Surabaya tahun 2014, citra foto udara 3 kanal (Red, Green dan NIR) tahun 2018 wilayah pesisir Teluk Lamong Surabaya, dan data insitu tahun 2018 wilayah Teluk Lamong Surabaya.
- c. Indeks vegetasi yang digunakan dalam pemrosesan citra satelit dan citra foto adalah algoritma *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*.
- d. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan plot acak dengan metode *non-destructive sampling*.

- e. Biomassa yang dikaji merupakan biomassa tegakan atas permukaan tanah (tegakan pohon dan Pancang).
- f. Sampel parameter air yang diambil yaitu salinitas dan pH.
- g. Hasil akhir dari penelitian ini yaitu peta sebaran potensi biomassa atas permukaan tanah pada hutan mangrove di Teluk Lamong Surabaya.

1.4 Tujuan

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

- a. Menganalisa korelasi nilai *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* pada citra satelit Pleiades 1A dengan Biomassa atas permukaan tanah di lapangan.
- b. Menganalisa korelasi Biomassa atas permukaan tanah di lapangan dengan parameter sampel air (pH dan Salinitas).
- c. Menganalisa korelasi dari nilai *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* citra satelit Pleiades 1A dengan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* citra foto.
- d. Menghitung total Biomassa atas permukaan tanah pada hutan mangrove di Teluk Lamong Surabaya.
- e. Mengetahui persebaran biomassa atas permukaan tanah pada hutan mangrove di Teluk Lamong Surabaya.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan informasi awal mengenai potensi biomassa yang terkandung pada kawasan hutan mangrove untuk pengendali dampak pemanasan global.
- b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu acuan dalam pengambilan kebijakan-kebijakan pengelolaan hutan mangrove yang ada di Teluk Lamong.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hutan Mangrove

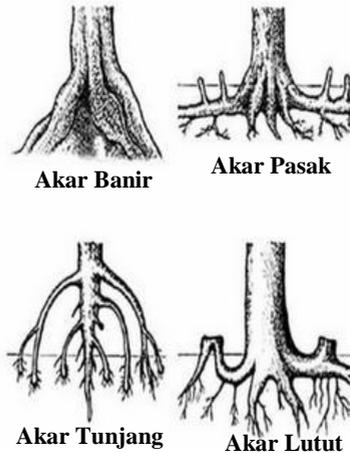
Hutan mangrove adalah kelompok jenis tumbuhan yang tumbuh di sepanjang garis pantai tropis sampai sub-tropis yang memiliki fungsi istimewa di suatu lingkungan yang mengandung garam dan bentuk lahan berupa pantai dengan reaksi tanah anaerob. Secara ringkas hutan mangrove dapat didefinisikan sebagai suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pasang dan bebas dari genangan pada saat surut yang komunitas tumbuhannya bertoleransi terhadap garam (Santono dkk. 2005).

Ekosistem mangrove merupakan suatu sistem yang terdiri atas organisme (tumbuhan dan hewan) yang berinteraksi dengan faktor lingkungannya di dalam suatu habitat mangrove. Mangrove merupakan ekosistem hutan yang unik karena merupakan perpaduan antara ekosistem darat dan ekosistem perairan. Hutan mangrove mempunyai peranan yang sangat penting terutama bagi kehidupan masyarakat sekitarnya dengan memanfaatkan produksi yang ada di dalamnya, baik sumberdaya kayunya maupun sumberdaya biota air (udang, kepiting, ikan) yang biasanya hidup dan berkembang biak di hutan mangrove (Santono dkk. 2005).

Hutan mangrove di Indonesia, yang terbagi kedalam 2 (dua) zona wilayah geografi mangrove yaitu Asia dan Oseania, kedua zona tersebut memiliki keanekaragaman tumbuhan, satwa dan jasad renik yang lebih besar dibanding negara-negara lainnya. Hal ini terjadi karena keadaan alamnya yang berbeda dari satu pulau ke pulau lainnya, bahkan dari satu tempat ketempat lainnya dalam pulau yang sama. Sistem perpaduan antara sumberdaya

hutan mangrove dan tempat hidupnya yang khas itu, menumbuhkan berbagai ekosistem yang masing-masing menampilkan kekhususan dalam kehidupan jenis-jenis yang terdapat di dalamnya (Santono dkk. 2005).

Adaptasi pohon mangrove terhadap keadaan tanah berlumpur dan minim oksigen adalah dengan pembentukan sistem perakaran yang dapat berfungsi sebagai akar napas (*pneumatofora*) dan penunjang tegaknya pohon. Bentuk sistem perakaran pada pohon mangrove terdapat tiga jenis, yaitu akar lutut (*knee roots*), akar pasak, dan akar tunjang (*stilt roots*). Akar pasak terdapat pada jenis *Sonneratia spp.*, *Avicennia spp.*, dan terkadang pada *Xylocarpus moluccensis*, sedangkan akar lutut dan akar tunjang, masing-masing terdapat pada jenis *Bruguiera spp.* dan *Rhizophora spp.* (Istomo 1992).



Gambar 2. 1 Bentuk-bentuk Akar Pohon Mangrove (Oktama Forestian 2011)

2.2. Zonasi Hutan Mangrove

Daya adaptasi atau toleransi jenis tumbuhan mangrove terhadap kondisi lingkungan yang ada

mempengaruhi terjadinya zonasi pada kawasan hutan mangrove. Zonasi adalah kondisi dimana kumpulan vegetasi yang saling berdekatan mempunyai sedikit atau tidak ada sama sekali jenis yang sama walaupun tumbuh dalam lingkungan yang sama dan keadaan dimana terdapat perubahan lingkungan yang dapat mengakibatkan perubahan yang nyata diantara kumpulan vegetasi.

Vegetasi mangrove memiliki zonasi sesuai dengan karakter habitatnya. Zonasi mangrove dicirikan dengan adanya suatu jenis spesies mangrove tertentu yang menempati lokasi-lokasi tertentu. Terbentuknya zonasi dan dominasi spesies bergantung pada tingkat genangan dan frekuensi penggenangan gelombang pasang-surut, tingkat salinitas, karakteristik tanah, dan pencampuran air tawar dengan air laut. Zonasi pada hutan mangrove yang terbentuk biasanya berupa zonasi yang sederhana (satu zonasi ataupun zonasi campuran) dan zonasi yang kompleks (terdiri dari beberapa zonasi) tergantung pada kondisi lingkungan mangrove yang bersangkutan. Sehingga, zonasi mangrove untuk setiap lokasi mangrove mempunyai perbedaan antar satu lokasi dengan lokasi lainnya. Pembagian zonasi menurut Arif (2003) juga dapat dilakukan berdasarkan jenis yang mendominasi, dari arah laut ke daratan berturut-turut sebagai berikut :

- a. Zona *Avicennia* terletak pada lapisan paling luar dari hutan mangrove. Pada zona ini, tanah berlumpur lembek dan berkadar garam tinggi.
- b. Zona *Rhizophora*, terletak di belakang zona *Avicennia* dan *Sonneratia*. Pada zona ini tanah berlumpur lembek dengan kadar garam lebih rendah. Perakaran tanaman terendam selama terjadinya pasang surut air laut.

- c. Zona *Bruguiera*, terletak di belakang zona *Rhizophora*. Pada zona ini tanah berlumpur agak keras dan perakaran hanya terendam pasang dua kali sebulan.
- d. Zona *Nipah*, yaitu zona pembatas antara daratan dan lautan, namun zona ini sebenarnya tidak harus ada kecuali jika terdapat air tawar yang mengalir dari sungai ke laut.

2.2 Biomassa

Biomassa adalah jumlah bahan organik yang diproduksi oleh organisme (tumbuhan) per satuan unit area pada suatu saat. Biomassa bisa dinyatakan dalam ukuran berat, seperti berat kering dalam satuan gram, atau dalam kalori. Oleh karena kandungan air yang berbeda setiap tumbuhan, maka biomassa diukur berdasarkan berat kering. Unit satuan biomassa adalah gr/m^2 atau ton/ha (Brown 1997).

Penilaian biomassa penting untuk berbagai tujuan (Parresol 1992), yaitu untuk penggunaan sumber daya dan pengelolaan lingkungan. Pada tujuan penggunaan sumberdaya, dilakukan untuk mengetahui banyaknya bahan bakar kayu yang tersedia untuk digunakan dan mengetahui banyaknya biomassa yang tersedia pada satu waktu tertentu. Sedangkan pada tujuan dalam pengelolaan lingkungan, penilaian biomassa adalah penting untuk menilai produktivitas dan keberlanjutan hutan. Biomassa juga merupakan indikator penting dalam penyerapan karbon, sehingga dapat diketahui berapa banyak biomassa yang hilang atau terakumulasi dari waktu ke waktu.

Terdapat 4 cara utama untuk menghitung biomassa yaitu (Sutaryo 2009) :

a. Sampling dengan pemanenan

Metode ini dilaksanakan dengan memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya, mengeringkannya dan menimbang berat biomasanya. Pengukuran dengan metode ini untuk mengukur biomassa hutan dapat dilakukan dengan mengulang beberapa area cuplikan untuk area yang lebih luas dengan menggunakan persamaan alometrik. Meskipun metode ini terhitung akurat untuk menghitung biomassa pada cakupan area kecil, metode ini terhitung mahal dan sangat memakan waktu.

b. Sampling tanpa pemanenan

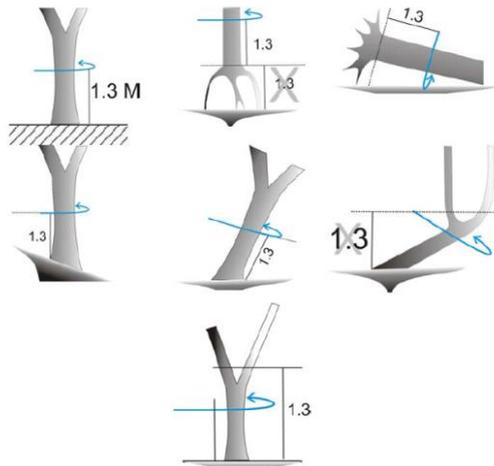
Metode ini merupakan cara sampling dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Metode ini antara lain dilakukan dengan mengukur tinggi atau diameter pohon dan menggunakan persamaan alometrik untuk menghitung biomassa.

c. Pendugaan melalui penginderaan jauh

Penggunaan teknologi penginderaan jauh umumnya tidak dianjurkan terutama untuk pekerjaan dengan skala kecil. Kendala umumnya adalah karena teknologi penginderaan jauh secara teknis membutuhkan keahlian tertentu.

d. Pembuatan model

Model digunakan untuk menghitung estimasi biomassa dengan frekuensi dan intensitas pengamatan *insitu* atau penginderaan jauh yang terbatas. Umumnya, model empiris ini didasarkan pada jaringan dari sample plot yang diukur berulang, yang mempunyai estimasi biomassa yang sudah menyatu atau melalui persamaan allometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa (Australian Greenhouse Office 1999).



Gambar 2. 2 Cara Melakukan Pengukuran Keliling (Sutaryo 2009)

2.3 Persamaan Allometrik

Allometri didefinisikan sebagai suatu studi dari suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan pertumbuhan atau ukuran dari keseluruhan organisme. Dalam studi biomassa hutan atau pohon persamaan allometrik digunakan untuk mengetahui hubungan antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat (kering) pohon secara keseluruhan.

Tidak semua perbandingan allometrik bersifat linier. Persamaan lain yang sering digunakan adalah persamaan pangkat (*power function*). Bentuk dasar dari persamaan ini adalah (Sutaryo 2009) :

$$\mathbf{BAP = a D^b} \quad (2.1)$$

Keterangan:

BAP: Biomassa atas permukaan tanah (Kg/Ha)

D : Diameter pohon setinggi dada (m)

b : Kemiringan / Koefisien regresi

a : Nilai perpotongan dengan sumbu vertikal

Untuk mencari nilai a dan b dalam persamaan liner di atas digunakan metode kuadrat terkecil (*least square*). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$b = \frac{n(\sum_{i=1}^n D_i h_i) - (\sum_{i=1}^n D_i)(\sum_{i=1}^n h_i)}{n(\sum_{i=1}^n D_i^2) - (\sum_{i=1}^n D_i)^2} \quad (2.2)$$

$$a = \frac{(\sum_{i=1}^n h_i)(\sum_{i=1}^n D_i)^2 - (\sum_{i=1}^n D_i)(\sum_{i=1}^n D_i h_i)}{n(\sum_{i=1}^n D_i^2) - (\sum_{i=1}^n D_i)^2} \quad (2.3)$$

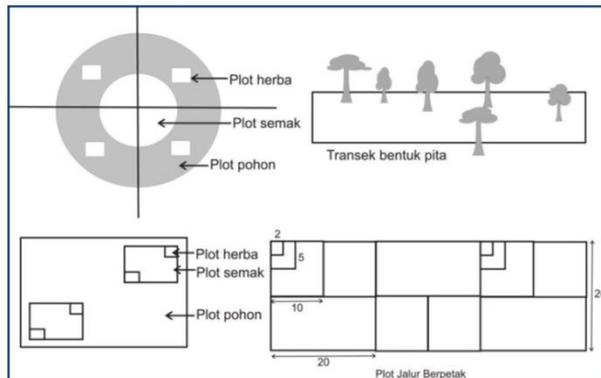
Keterangan:

D: Diameter pohon setinggi dada (m)

h : Tinggi pohon (m)

2.4 Penentuan Sampling Plot

Bentuk plot yang umum dipakai adalah bujur sangkar atau persegi panjang. Bentuk plot lingkaran juga bisa dipilih meskipun cenderung agak sulit untuk membuatnya terutama jika ukurannya besar. Meskipun dalam kajian umum bisa menggunakan metode plot garis atau tanpa plot, tetapi menggunakan metode ini cenderung sulit untuk melakukan pemantauan (*monitoring*).



Gambar 2. 3 Bentuk Plot untuk Biomassa (Sutaryo 2009)

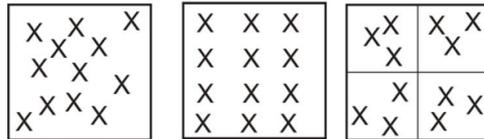
Ukuran plot dibuat sesuai dengan ukuran rata-rata diameter pohon. Untuk herba ukuran sampel umumnya 1 x

1 m. Ukuran yang sama dipakai untuk anakan pohon. Secara garis besar ukuran plot yang disarankan sebagaimana tercantum dalam (Pearson dan Brown dalam Sutaryo 2009) adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Kisaran Diameter Batang dan Ukuran Plot (Sutaryo 2009)

Diameter Batang (DBH)	Radius Plot Lingkaran	Ukuran Plot Persegi
< 5 cm	1 m	2 m x 2 m
5 – 20 cm	4 m	7 m x 7 m
20 – 50 cm	14 m	25 m x 25 m
> 50 cm	20 m	35 m x 35 m

Selain dengan rata-rata diameter pohon, ukuran sample plot sangat erat kaitannya jumlah pohon dan perbedaan atau variansi dari cadangan karbon diantara plot-plot tersebut. Intinya, plot harus cukup besar untuk berisi pohon yang akan diukur dalam jumlah yang cukup (IPCC dalam Sutaryo 2009). Peletakan plot dapat dilakukan secara acak (*simple random*), secara teratur (*systematic*) atau secara acak teratur (*stratified random*). Ilustrasi untuk peletakan plot adalah sebagai berikut:



Acak Teratur
Gambar 2. 4 Ilustrasi Peletakan Plot (Sutaryo 2009)

2.5 Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang dikaji (Lillesand dan Kiefer 1997). Penginderaan jauh biasanya menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasi guna membuahkan

data yang bermanfaat untuk aplikasi bidang pertanian, arkeologi, kehutanan, geologi, perencanaan dan bidang-bidang lainnya (Purbowaseso 1995).

Karakter utama dari suatu gambar (citra) dalam penginderaan jauh adalah adanya rentang panjang gelombang (*wavelength band*) yang dimilikinya. Beberapa radiasi yang bisa dideteksi dengan sistem penginderaan jarak jauh seperti: radiasi cahaya matahari atau panjang gelombang dari *visible* dan *near* sampai *middle NIR*, panas atau dari distribusi spasial energi panas yang dipantulkan permukaan bumi (*thermal*), serta refleksi gelombang mikro. Setiap material pada permukaan bumi juga mempunyai reflektansi yang berbeda terhadap cahaya matahari. Sehingga material-material tersebut akan mempunyai resolusi yang berbeda pada setiap band panjang gelombang (Thoha 2008).

Berdasarkan resolusi yang digunakan, citra hasil penginderaan jarak jauh bisa dibedakan atas (Jaya 2002):

a. Resolusi spasial

Merupakan ukuran terkecil dari suatu bentuk (*feature*) permukaan bumi yang bisa dibedakan dengan bentuk permukaan disekitarnya, atau sesuatu yang ukurannya bisa ditentukan. Kemampuan ini memungkinkan kita untuk mengidentifikasi (*recognize*) dan menganalisis suatu objek di bumi selain mendeteksi (*detectable*) keberadaannya.

b. Resolusi spektral

Merupakan dimensi dan jumlah daerah panjang gelombang yang sensitif terhadap sensor.

c. Resolusi radiometrik

Merupakan ukuran sensitifitas sensor untuk membedakan aliran radiasi (*radiation flux*) yang dipantulkan atau diemisikan suatu objek oleh permukaan bumi.

d. Resolusi Temporal

Merupakan frekuensi suatu sistem sensor merekam suatu areal yang sama (*revisit*). Seperti Landsat TM yang mempunyai ulangan setiap 16 hari, SPOT 26 hari dan lain sebagainya.

2.6 Pengolahan Citra Digital

2.6.1 Kekuatan Jaring / *Strength of Figure (SoF)*

Untuk melihat kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau *strength of figure*. Ada beberapa parameter dan kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan konfigurasi jaringan yang paling baik. Salah satunya adalah didasarkan pada persamaan yang menggambarkan tingkat ketelitian dari koordinat titik-titik dalam jaringan, dengan mengasumsikan faktor variansi aposteriori sama dengan satu serta ketelitian vektor *baseline* dan vektor koordinat yang homogen dan independen antar komponennya, suatu bilangan untuk memprediksi kekuatan jaringan dapat diformulasikan sebagai berikut (Abidin 2000) :

$$\text{Strength of Figure} = \frac{[\text{Trace}([A^T].[A])^{-1}]}{u} \quad (2.4)$$

Keterangan:

- A : Matriks Desain
- u : N ukuran – N parameter
- N ukuran : Jumlah baseline x 3
- N parameter : Jumlah titik x 3

2.6.2 Koreksi Geometrik

Tujuan koreksi geometrik yaitu untuk melakukan rektifikasi (pembetulan) atau retorasi (pemulihan) citra agar koordinat sesuai dengan koordinat geografis (Purwadhi dalam kurniawan dkk. 2015). Rektifikasi citra bertujuan untuk mereduksi distorsi geometrik dari objek permukaan

bumi yang ada pada citra yang diakibatkan oleh kelengkungan permukaan bumi dan beberap faktor lain seperti variasi tinggi satelit, ketegakan satelit dan kecepatannya, sehingga posisi spasial dari suatu area pada citra sesuai dengan posisi sebenarnya di lapangan. Proses rektifikasi membutuhkan koordinat *GCP* sebagai data input titik kontrol tanah. *GCP* (*Ground Control Point*) memiliki peran penting untuk mengkoreksi data dan memperbaiki keseluruhan citra (kurniawan dkk. 2015). Berikut adalah rumus untuk menghitung *Root Mean Square Error* (BIG 2014).

$$\text{RMSE} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n ((X_i' - X_i)^2 + (Y_i' - Y_i)^2)}}{n} \quad (2.5)$$

Keterangan:

X_i' dan Y_i' : Koordinat hasil transformasi

X_i dan Y_i : Koordinat titik kontrol tanah

N : Jumlah titik kontrol tanah

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.

2.6.3 Ketelitian Geometrik

Ketelitian geometrik ditentukan dengan menggunakan titik uji yang memenuhi ketentuan obyek, yang dapat digunakan sebagai titik uji, yaitu:

- a. Dapat diidentifikasi dengan jelas di lapangan dan di peta yang akan diuji.
- b. Merupakan objek yang relatif tetap tidak berubah bentuk dalam jangka waktu yang singkat
- c. Memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji.

Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat (X, Y, Z) antara titik uji pada gambar atau peta dengan lokasi sesungguhnya dari titik uji pada permukaan tanah. Pengukuran akurasi menggunakan *root mean square error (RMSE)* atau *circular error*.

Pada pemetaan dua dimensi yang perlu diperhitungkan adalah koordinat (X, Y) titik uji dan posisi sebenarnya dilapangan. Analisis akurasi posisi menggunakan *RMSE*, yang menggambarkan nilai perbedaan antara titik uji dengan titik sebenarnya. *RMSE* digunakan untuk menggambarkan akurasi meliputi kesalahan *random* dan *systematic*. Berikut ini rumus *RMSE* yang digunakan untuk ketelitian geometrik :

$$\begin{aligned}
 RMSE_{horizontal} &= \sqrt{D^2/n} \\
 &= \sqrt{\frac{\sum[(x_{data}-x_{cek})^2+(y_{data}-y_{cek})^2]}{n}} \quad (2.6)
 \end{aligned}$$

$$RMSE_{vertikal} = \sqrt{\frac{\sum(z_{data}-z_{cek})^2}{n}} \quad (2.7)$$

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

Tabel 2. 2 Keteitian Geometri Peta RBI (Peraturan Kepala BIG 2014)

No.	Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1	1:1.000.000	400	200	200	300	300	500	500
2	1:500.000	200	100	100	150	150	250	250
3	1:250.000	100	50	50	75	75	125	125
4	1:100.000	40	20	20	30	30	50	50
5	1:50.000	20	10	10	15	15	25	25
6	1:25.000	10	5	5	7,5	7,5	12,5	12,5
7	1:10.000	4	2	2	3	3	5	5
8	1:5.000	2	1	1	1,5	1,5	2,5	2,5
9	1:2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
10	1:1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5

Nilai ketelitian di setiap kelas diperoleh ketentuan seperti tertera pada Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Ketentuan Ketelitian Geometrik Peta RBI (Peraturan Kepala BIG 2014)

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,2 mm x bilangan skala	0,3 mm x bilangan skala	0,5 mm x bilangan skala
Vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian kelas 1	2,5 x ketelitian kelas 1

Nilai ketelitian posisi peta dasar pada Tabel 2.2 adalah nilai CE90 untuk ketelitian horizontal dan LE90 untuk ketelitian vertikal, yang berarti bahwa kesalahan posisi peta dasar tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan CE90 untuk ketelitian horizontal dan LE90 untuk ketelitian vertikal

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

$$\begin{aligned} \text{CE90} &= 1,5175 \times \text{RMSEr} \\ \text{LE90} &= 1,6499 \times \text{RMSEz} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Keterangan :

RMSE_x: *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horisontal)

RMSE_z: *Root Mean Square Error* pada posisi z (vertikal)

2.6.4 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan perbaikan citra akibat kesalahan radiometrik atau cacat radiometrik. Koreksi radiometrik bertujuan untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan nilai atau warna asli (Danoedoro 1996). Proses koreksi radiometrik mencakup koreksi efek-efek yang berhubungan dengan sensor untuk meningkatkan kontras setiap piksel dari citra, sehingga objek yang terekam mudah diinterpretasikan atau dianalisis untuk menghasilkan informasi sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan. Terdapat dua macam jenis reflektan, yaitu reflektan *ToA* (*Top of Atmosphere*) dan reflektan *BoA* (*Bottom of Atmosphere*). Reflektan *ToA* adalah reflektan yang tertangkap oleh sensor satelit sedangkan reflektan *BoA* adalah reflektan pada objek yang telah terkoreksi atmosfer. Reflektan *ToA* diperoleh melalui proses kalibrasi radiometrik dan reflektan *BoA* 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 utama dari Kalibrasi radiometrik ini adalah untuk mengubah data pada citra yang pada umumnya disimpan dalam bentuk *Digital Number (DN)* menjadi radian dan/atau reflektan, bisa juga ke *brightness temperature* (untuk kanal Termal

Infra Red) (Jaelani 2015). Pada dasarnya, metode yang digunakan dalam kalibrasi radiometrik, yaitu Pertama, menggunakan Gain dan Offset, data yang diperlukan adalah *radiance* atau *reflektance multiple rescalling factor (GAIN)* dan *additive rescalling factor (OFFSET)*, dan kedua adalah menggunakan nilai *radiance* atau *reflectance* maksimum dan minimum.

b. Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer merupakan salah satu algoritma koreksi radiometrik yang relatif baru. Koreksi ini dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter atmosfer dalam proses koreksi, termasuk faktor musim, dan kondisi iklim di lokasi perekaman citra (misalnya tropis, sub-tropis, dan lainnya). Kelebihannya ada pada kemampuannya untuk memperbaiki gangguan atmosfer seperti kabut tipis, asap, dan lain-lain (Kristianingsih 2016). Dari berbagai metode koreksi atmosfer, salah satu metode yang mudah dan tetap memberikan akurasi yang memadai adalah 6S. Model-model ini mampu 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. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut (Jaelani 2016) :

$$acr_{\lambda} = \frac{Y_{\lambda}}{(1+Xc_{\lambda}*Y_{\lambda})} \quad (2.9)$$

Keterangan :

ρ_{BOA}	= Radian Permukaan (ρ_{BOA})
Y_{λ}	= $Xa_{\lambda} * (L_{\lambda}) - Xb_{\lambda}$
L_{λ}	= Radian <i>Top of Atmosphere</i>
Xa, Xb, Xc	= Parameter 6SV

2.6.5 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra secara digital merupakan proses pembagian piksel ke dalam kelas tertentu. Biasanya tiap piksel merupakan satu unit perpaduan nilai dari beberapa band spektral. Proses klasifikasi citra dilakukan dengan menetapkan metode klasifikasi *visual digitation on screen* berdasarkan citra komposit warna. Klasifikasi citra pada dasarnya bertujuan untuk melakukan pengelompokan data dari nilai-nilai piksel yang bervariasi sehingga dapat dijelaskan ke dalam beberapa kelas yang memiliki karakteristik nilai spektral yang serupa. Klasifikasi citra secara digital dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu (Purwadhi 2001) :

a. Klasifikasi Terselia (*Supervised*)

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 (*Unsupervised*)

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.

2.7 Citra Pleiades 1-A

Pleiades-1A diluncurkan pada 16 Desember 2011. Sensor satelit ini mampu mengambil gambar stereo dalam sekali pemotretan dan dapat mencakup wilayah yang luas (hingga 1000 km²). Karena resolusi spasial Pleiades mencapai 50 cm, sehingga dapat dimanfaatkan untuk perencanaan tata guna lahan, pemantauan daerah bencana, pertanian, dan eksplorasi pertambangan. Spesifikasi citra satelit Pleiades 1A dapat dilihat pada Tabel 2. 4 berikut :

Tabel 2. 4 Spesifikasi Citra Satelit Pleiades 1A (ESA 2017)

Metode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	0,5 m GSD pada nadir	2 m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	4SQ-3SQ nm	Biru (430-550 nm)
		Hiiiau (490-610 nm)
		Merah (600-720 nm)
		IRDekat (750-950 nm)
Lebar Sapuan	20 km pada nadir	
Pencitraan <i>Off- Nadir</i>	Hingga 47 derajat	
	Tersedia opsi pemlihan sudut ketinggian	
Jangkauan	12 bit per piksel	

Metode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Dinamik		
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun	
Waktu Pengulangan	Setiap 1 hari	
Ketinggian Orbit	694 km	
Waktu Lintasan Equatorial	10:15 A.M	
Orbit	Sinkron Matahari	
Level Proses	Primer dan Ortho	
Tingkat Akurasi	3 m tanpa GOP (CE90)	
	Hingga kurang dari 1 m dengan <i>GCP</i>	

2.8 Foto Udara

Foto udara umumnya memiliki kemampuan merekam objek pada panjang gelombang tampak (0,4 mikron - 0,7 mikron). Hal ini sangat dipengaruhi oleh kepekaan dari sensor yang digunakan, yaitu film. Namun untuk studi-studi tertentu, kepekaan ini ditambahkan hingga perluasan dari panjang gelombang tampak. Selain itu dikenal pula istilah foto multispektral. Istilah penginderaan jauh multipsektoral menurut Rehder (1985) diartikan sebagai penginderaan jauh dengan menggunakan lebih dari satu spektrum elektomagnetik yang penginderaannya dilakukan dari tempat yang sama serta ketinggian yang sama. Selanjutnya Sutanto (1994) menekankan foto multispektral dibuat dengan beberapa panjang gelombang namun terletak pada satu spektrum. Sebagai contoh, foto udara NIR warna semu merupakan salah satu produk dari foto udara multispektral yang biasa digunakan untuk studi vegetasi dan penggunaan lahan. Spesifikasi foto udara yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut :

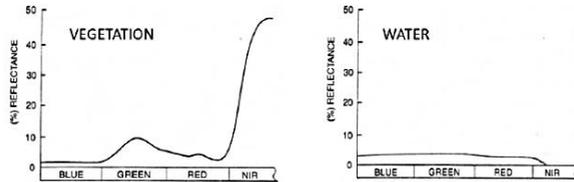
Tabel 2. 5 Spesifikasi Foto Udara (hasil pengolahan)

Metode Pencitraan	Multispektral
Resolusi Spektral	<i>Green</i> (435,8 nm)
	<i>Red</i> (546,1 nm)
	<i>NIR</i> (700 nm)
Jumlah Piksel	16,60 piksel
<i>Number of Recording Pixels</i>	Medium 1 (3264 x 2448)
Tinggi Terbang	120 meter
Kecepatan Vertikal	8 m/s
Ukuran Sensor	6,17 x 4,55 mm
Jangkauan Dinamik	16 bit

2.9 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra (biasanya multispektral), untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index* (LAI), konsentrasi klorofil, dan sebagainya. Secara praktis, indeks vegetasi ini merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi. Untuk pemantauan vegetasi, dilakukan proses perbandingan antara tingkat kecerahan kanal cahaya merah (*red*) dan kanal cahaya NIR dekat (*near NIR*). Fenomena penyerapan cahaya merah oleh klorofil dan pemantulan cahaya NIR oleh jaringan *meSoFil* yang terdapat pada daun akan membuat nilai kecerahan yang diterima sensor satelit pada kanal-kanal tersebut akan jauh berbeda. Pada daratan non-vegetasi, termasuk diantaranya wilayah perairan, pemukiman penduduk, tanah kosong terbuka, dan wilayah dengan kondisi vegetasi yang rusak, tidak akan menunjukkan nilai rasio yang tinggi (minimum). Sebaliknya pada wilayah bervegetasi sangat rapat, dengan kondisi sehat, perbandingan kedua kanal

tersebut akan sangat tinggi (maksimum) (Sudiana 2008). Gambar perbandingan nilai pantulan kanal pada vegetasi dan air dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini :



Gambar 2. 5 Perbandingan Nilai Pantulan Kanal (Sudiana 2008)

Salah satu jenis indeks vegeerasi adalah metode *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*. *NDVI* merupakan kombinasi antara teknik pemisahan dengan tehnik pengurangan citra. Indeks ini menggunakan ratio antara band NIR dan *RED* dengan persamaan yang dinormalisasi. *NDVI* merupakan indeks vegetasi yang sering digunakan karena kemampuannya untuk meminimalisir kesalahan akibat buruknya kondisi topografi. Transformasi *NDVI* ini merupakan salah satu produk standar *NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)*, satelit cuaca yang berorbit polar namun memberi perhatian khusus pada fenomena global vegetasi. Berbagai penelitian mengenai perubahan liputan vegetasi di Benua Afrika banyak menggunakan transformasi ini (Danoedoro 1996). Indeks ini biasa digunakan untuk mendeteksi ukuran yang vegetasi sehat. Persamaan yang digunakan untuk menentukan indeks vegetasi dapat dilihat pada rumus berikut (Ratnasari 2017) :

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (2.10)$$

Keterangan :

ρ_{NIR} : Reflektan permukaan kanal NIR

ρ_{RED} : Reflektan permukaan kanal Red

Nilai indeks ini berkisar dari -1 sampai 1, dimana nilai 1 menunjukkan daerah yang kaya akan vegetasi, nilai 0 menunjukkan sangat sedikit vegetasi dan untuk -1 menunjukkan daerah tersebut bukan vegetasi. Kisaran umum untuk vegetasi hijau adalah 0,2 - 0,8.

Tabel 2. 6 Kisaran tingkat kerapatan Indeks Vegetasi (Departemen Kehutanan 2003)

Kelas	Kisaran <i>NDVI</i>	Tingkat Kerapatan
1	0 s.d 0,32	Rendah
2	0,32 s.d 0,42	Sedang
3	>0,42 s.d 1	Tinggi

Tabel 2. 7 Klasifikasi *NDVI* (Wahyunto 2003)

Kelas	Nilai <i>NDVI</i>	Tingkat Kehijauan
1	$-1 < NDVI < -0,03$	Lahan Tidak Bervegetasi
2	$-0,03 < NDVI < 0,15$	kehijauan Sangat Rendah
3	$0,15 < NDVI < 0,25$	Kehijauan Rendah
4	$0,25 < NDVI < 0,35$	Kehijauan Sedang
5	$0,35 < NDVI < 1$	Kehijauan Tinggi

2.10 Analisis Korelasi

Dalam analisis korelasi yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Hubungan yang dimaksud bukanlah hubungan sebab akibat yang berlaku pada metode regresi. Metode korelasi hanya bisa digunakan pada hubungan variabel garis lurus (linier). Adapun rumus untuk koefisien korelasi (*R*) menurut (Sugiyono 2007 dalam Ratnasari 2017) adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{((N\Sigma x^2 - (\Sigma X)^2)(N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2))}} \quad (2.11)$$

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 . Dan 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 . Nilai interpretasi menurut (Sugiyono 2007 dalam Ratnasari 2017) dapat dilihat pada Tabel 2.8 dibawah ini :

Tabel 2. 8 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

2.11 Uji F

Uji F statistik digunakan untuk mengukur *goodness of fit* dari persamaan regresi atau untuk mengetahui apakah semua variabel independen yang terdapat dalam persamaan secara bersama-sama mempengaruhi variabel dependen.

$$F = \frac{ESS/(k-1)}{RSS/(n-1)} = \frac{R^2/(k-1)}{(1-R^2)/(n-k)} \quad (2.12)$$

Keterangan :

F : Signifikansi hubungan kedua variabel

R^2 : Koefisien determinasi

n : Banyaknya pengamatan

k : Jumlah variabel yang diamati

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai F-statistik dengan nilai F-tabel dengan tingkat kepercayaan (*alpha*) tertentu. Uji F-statistik ini merupakan uji signifikansi satu arah (*one tail significance*) (Gujarati 2003).

2.12 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian serupa yang telah dilakukan oleh peneliti lain yaitu:

- a. Pada penelitian yang berjudul evaluasi potensi biomassa hutan berdasarkan nilai indeks vegetasi menggunakan data penginderaan jauh, dan sampel lapangan berupa pengambilan sampel tanpa pemanenan. Indeks vegetasi yang digunakan berupa *NDVI*. Biomassa yang dikaji adalah biomassa atas permukaan tanah. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa hubungan indeks vegetasi (*NDVI*) dengan nilai Biomassa di lapangan berkorelasi positif yaitu dengan nilai *r* sebesar 0,9634. Total biomassa hutan pada tahun 2012 sampai tahun 2013 berdasarkan luas hutan produksi mengalami peningkatan, pada tahun 2012 berdasarkan luas hutan produksi yaitu sebesar 10.008.623,18 ton. Pada tahun 2013 yaitu sebesar 11.904.514,85 ton, sedangkan pada tahun 2014 yaitu sebesar 11.718.826,28 ton (Wijayanti 2015).
- b. Pada penelitian yang berjudul Analisa Kondisi Ekosistem Mangrove Menggunakan Data penginderaan jauh berupa Citra Multitemporal dan Multilevel, yaitu Citra Satelit Landsat-8 Tahun (2013, 2014, 2015, dan 2016), Citra Satelit Pleiades

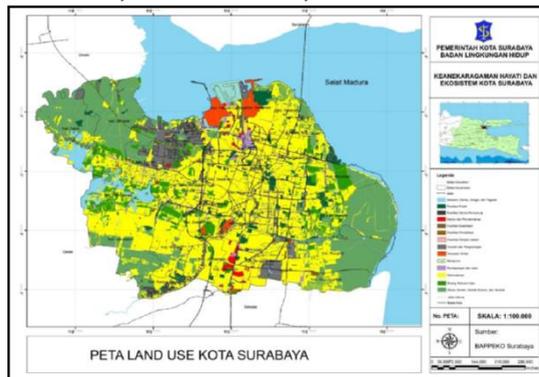
1A Tahun 2015, Citra Satelit SPOT 6 Tahun 2016, Peta RBI 1:25.000, sedangkan data di lapangan, didapatkan data pengukuran *GCP*, data *spectral ground drone*, dan data uji sampel (air dan tanah). Indeks vegetasi yang digunakan yaitu *NDVI*. Hasil yang didapat yaitu hasil perhitungan nilai kerapatan mangrove, peta jenis ekosistem mangrove, serta peta kerapatan kondisi ekosistem mangrove Teluk Lamong, Surabaya (Ratnasari 2017).

- c. Pada penelitian yang berjudul Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk Estimasi Stok Karbon Hutan Mangrove di Kawasan Segara Anakan Cilacap Jawa Tengah, menggunakan data Citra Landsat-8 Tahun 2015, dan peta jenis tanah. Biomassa yang dikaji berupa biomassa atas permukaan tanah dari satu pohon mangrove secara keseluruhan. Indeks vegetasi yang digunakan yaitu *NDVI*, *TVI*, dan *SAVI* dengan menggunakan analisis regresi. Hasil yang diperoleh berupa pemetaan estimasi stok karbon hutan mangrove di Kawasan Segara Anakan bisa disajikan hingga skala 1:100.000. Besarnya stok karbon pada daerah penelitian di Kawasan Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah dengan mencapai 70449,305 ton untuk indeks vegetasi *NDVI*, 71681,367 ton untuk indeks vegetasi *TVI*, dan 71094,834 ton untuk indeks *SAVI* pada wilayah 7,8 ribu hektar (Forestriko dan Hartono 2015).

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di kawasan hutan mangrove Teluk Lamong Surabaya, secara geografis terletak pada koordinat $7^{\circ}11'38,02''$ - $7^{\circ}12'30,5''$ LS dan $112^{\circ}39'48,5''$ - $112^{\circ}39'33,77''$ BT.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian (Bappeko 2014)

3.2 Data dan Peralatan

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer, dan data sekunder. Pada peralatan menggunakan perangkat lunak untuk proses pengolahan sampai dengan pembuatan peta.

3.2.1 Data

Berikut adalah data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini yaitu :

- Citra satelit pleiades 1A tahun 2015
- Citra foto udara tahun 2018 (sumber : pengukuran lapangan pada tanggal 24 Maret 2018)
- Peta vektor sebaran mangrove di pesisir Surabaya tahun 2014 (Sumber : Bappeko)

- d. Peta vektor batas administrasi kecamatan Kota Surabaya tahun 2014 (Sumber : Bappeko)
- e. Titik koordinat *Ground Control Point* dan *Independent Check Point* (sumber : pengukuran lapangan)
- f. Data sampel lapangan (Diameter setinggi dada (dbh), dan tinggi pohon) (sumber : pengukuran lapangan)
- g. Data parameter sampel air (pH, dan Salinitas) (sumber : pengukuran lapangan)

3.2.2 Peralatan

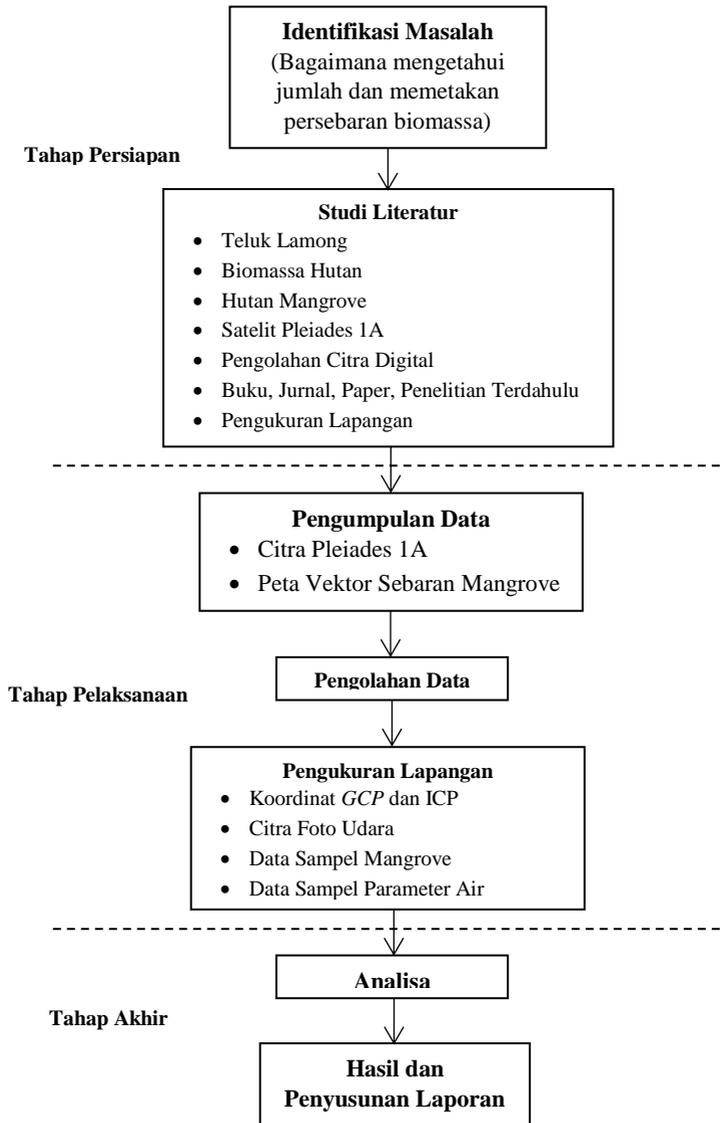
Berikut adalah peralatan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini yaitu :

- a. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - i. GPS Geodetik (Ketelitian Horisontal : 3 mm + 0,5 ppm)
 - ii. GPS Navigasi
 - iii. Kamera *digital* yang telah di oprek menjadi kanal (*Red, Green, NIR*)
 - iv. Seperangkat *Drone*
 - v. Pita ukur
 - vi. *Clinometer*
 - vii. Refraktometer digital
 - viii. pHmeter digital
- b. Perangkat Lunak (*Software*)
 - i. Perangkat lunak pengolah citra satelit
 - ii. Perangkat lunak pengolahan statistik
 - iii. Perangkat lunak pengolah GPS
 - iv. Perangkat lunak pengolahan *Layouting*

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan pada penelitian ini secara garis besar digambarkan pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir

Penjelasan diagram alir penelitian pada tahap pelaksanaan diatas adalah sebagai berikut :

a. Tahap Persiapan

i. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi awal mengenai kasus yang akan diteliti, baik berupa parumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, tujuan dilakukannya penelitian dan manfaat yang diperoleh melalui penelitian yang dilakukan. Permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana melakukan pemetaan sebaran biomassa hutan mangrove di Teluk Lamong Surabaya berdasarkan korelasi antara nilai *Normalized Difference Vegetation Indeks (NDVI)* dengan perhitungan allometrik biomassa dari data lapangan.

ii. Studi Literatur

Studi litelatur dilakukan untuk mempersiapkan tahap berikutnya yaitu dengan mengumpulkan referensi yang akan menunjang langkah-langkah pengolahan sampai pada analisa. Referensi yang digunakan berhubungan dengan penginderaan jauh, citra satelit, pemetaan, estimasi biomassa dan literatur lainnya yang berasal dari buku, jurnal, media masa, internet, dan sumber lainnya.

b. Tahap Pelaksanaan

i. Pengumpulan Data

Terdapat beberapa data yang harus dikumpulkan dalam proses pembuatan peta persebaran kandungan biomassa hutan mangrove yaitu citra satelit pleiades 1A tahun 2018, peta vektor sebaran mangrove di pesisir surabaya tahun 2014, data sampel lapangan (diameter setinggi dada (dbh), dan tinggi

pohon), data parameter sampel air (ph, dan salinitas), serta data pengukuran lapangan berupa titik *GCP* dan *ICP*.

ii. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan pada data citra Pleiades 1-A tahun 2015 yaitu pemotongan area penelitian, pembuatan desain jaring, rektifikasi, koreksi radiometric (kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer), perhitungan algoritma *NDVI*, klasifikasi *NDVI*, perhitungan biomassa mangrove menggunakan allometrik biomassa, korelasi antara hasil algoritma *NDVI* citra satelit dan citra foto dengan hasil perhitungan menggunakan allometrik biomassa atas permukaan tanah, uji korelasi, dan analisa hasil.

iii. Pengukuran Lapangan

Beberapa proses yang dilakukan pada pengukuran lapangan, yaitu pengukuran titik *GCP* dan *ICP* menggunakan GPS geodetik, kemudian dilakukan pengambilan sampel di lapangan menggunakan metode plot dengan sampel tanpa pemanenan (diameter setinggi dada (dbh), dan tinggi pohon) yang digunakan sebagai penyusunan allometrik biomassa atas permukaan tanah, dan yang terakhir, pada tahap pengukuran lapangan ini juga dilakukan pemotretan foto udara dengan drone. Semua data tersebut digunakan sebagai bahan validasi dari proses pengolahan citra.

iv. Analisa

Dari hasil pengolahan data dan pengukuran lapangan tersebut langkah selanjutnya yaitu dilakukan proses analisis dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan

membandingkan korelasi antara *NDVI* citra satelit dengan hasil dari perhitungan allometrik biomassa, hasil perhitungan allometrik biomassa dengan parameter sampel air (pH dan salinitas), *NDVI* citra satelit dengan *NDVI* citra foto udara.

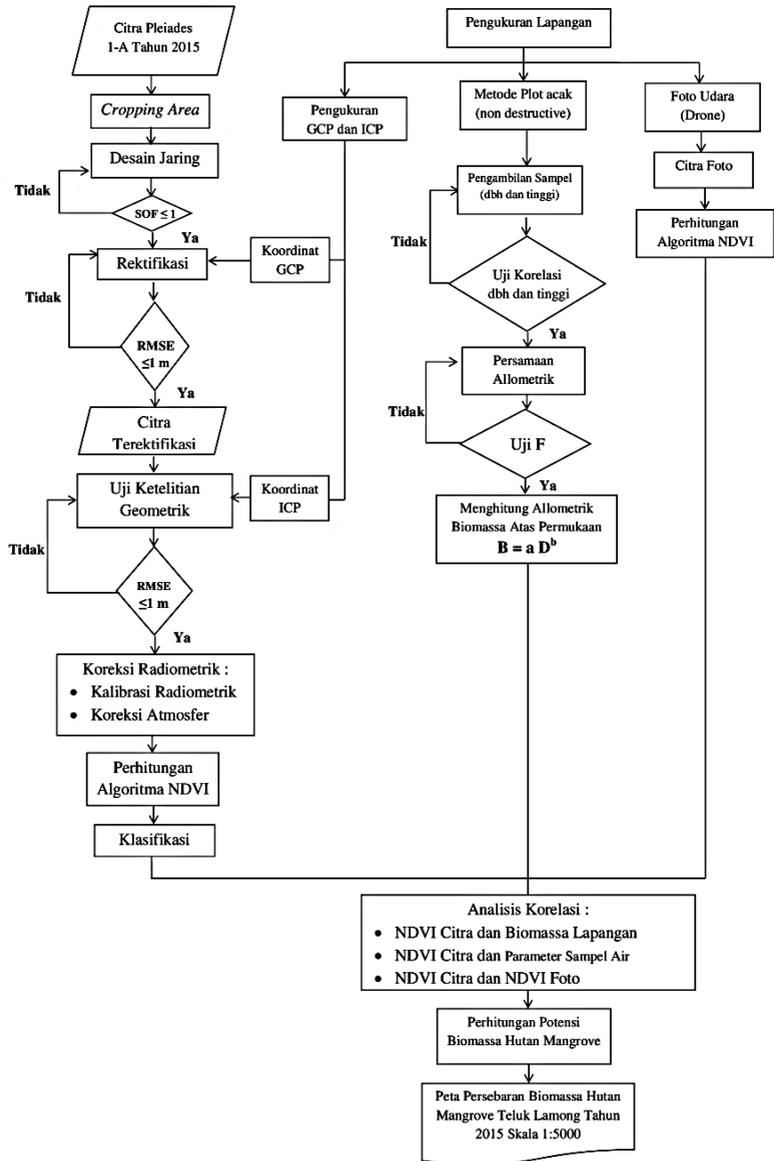
c. Tahap Akhir

i. Hasil dan Penyusunan Laporan

Seluruh hasil yang didapatkan dalam tahapan sebelumnya kemudian disajikan dalam penyusunan peta persebaran biomassa hutan mangrove dengan skala 1 : 5000, dan penulisan laporan tugas akhir sesuai dengan sistematika yang ditentukan. Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari penelitian ini agar penelitian ini bermanfaat bagi orang lain.

3.3.2 Tahap Pengolahan

Adapun tahapan pengolahan data dalam penelitian Tugas Akhir ini digambarkan pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data

Berikut penjelasan diagram pengolahan diatas :

a. Pengumpulan Data

Terdapat beberapa data yang harus diambil dan dikumpulkan dalam proses pembuatan peta persebaran potensi biomassa mangrove yaitu citra satelit Pleiades 1-A tahun 2015, peta vektor batas administrasi kecamatan Kota Surabaya tahun 2014 dan peta vektor persebaran mangrove di pesisir surabaya tahun 2014.

b. Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pada tahap ini dilakukan pemotongan citra agar mendapatkan citra yang sesuai dengan studi kasus yang akan diteliti, sehingga saat pengolahan data lebih terpusat dan mempercepat proses pengolahan.

c. Desain Jaring

Pembuatan desain jaring yaitu pendistribusian secara merata di seluruh wilayah studi dari titik koordinat atau titik *GCP* yang nantinya akan mempengaruhi hasil koreksi geometrik. Distribusi titik yang baik dapat dilihat dari kekuatan jaring yang ditunjukkan dengan nilai *SoF* (*Strenght of Figure*).

d. Perhitungan *Strenght of Figure* (*SoF*)

Perhitungan *SoF* (*Strenght of Figure*) dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kekuatan geometri dari rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaringan. Hasil perhitungan *SoF* (*Strenght of Figure*) yang diterima adalah ≤ 1 (Abidin 2002). Jika kesalahan lebih besar dari persyaratan maka penentuan titik-titik koordinat dan bentuk jaring pada citra dicek ulang kembali. Hasil perhitungan *SoF* kecil, artinya akurasi semakin baik.

e. Rektifikasi

Bertujuan untuk menyesuaikan koordinat piksel pada citra dengan koordinat bumi di bidang datar. Citra yang belum dikoreksi akan memiliki kesalahan geometris. Sehingga perlu dilakukan koreksi menggunakan pengukuran koordinat *GCP* dengan melakukan pengukuran lapangan dengan nilai $RMSE \leq 1$ meter (Purwadhi 2001).

f. Uji Ketelitian Geometrik

Uji ketelitian dilakukan untuk mengetahui perbedaan data ukuran lapangan dengan data ukuran pada citra hasil rektifikasi. Uji ketelitian dilakukan menggunakan koordinat ICP, yang tingkat ketelitiannya diketahui dari besar atau tidaknya nilai *RMS error* koordinat tersebut.

g. Koreksi Radiometrik

Meliputi kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Pada proses kalibrasi radiometrik ini bertujuan untuk mengkonversi *Digital Number (DN)* ke radian. Kemudian dilakukan koreksi atmosfer dengan metode *6SV (Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-vector)*. Model ini adalah salah satu model koreksi atmosfer untuk proses menghilangkan pengaruh atmosfer pada nilai-nilai pemantulan citra yang diambil oleh sensor satelit dengan hasil akhir berupa reflektan permukaan.

h. Algoritma *NDVI*

Perhitungan Algoritma *NDVI*, pada tahap ini merupakan proses perhitungan dari sinar tampak dan NIR yang direfleksikan oleh vegetasi. Sehingga pada tahap ini akan didapatkan sebaran vegetasi berdasarkan

kerapatannya. Berikut ini algoritma *NDVI* yang digunakan :

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (3.1)$$

Keterangan :

ρ_{NIR} : Reflektan permukaan kanal *NIR*

ρ_{RED} : Reflektan permukaan kanal *Red*

i. Klasifikasi *NDVI*

Dari perhitungan algoritma *NDVI* maka dilakukan klasifikasi berdasarkan nilai dari *NDVI* pada citra yang terbagi kedalam 3 kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi. Klasifikasi citra menggunakan *Training Area* untuk mengelompokan jenis obyek yang sama. Untuk mendapat interval pada masing-masing kelas, dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Strugess dalam Akbar 2005) :

$$KL = \frac{X_t - X_r}{k} \quad (3.2)$$

Keterangan :

KL : Kelas Interval

X_t : Nilai Maksimum

X_r : Nilai Minimum

k : Jumlah Kelas yang diinginkan

j. Pengukuran Lapangan

Pada tahap pengukuran lapangan, dilakukan pengambilan sampel di lapangan menggunakan metode sampel plot acak tanpa pemanenan (*nondestructive sampling*). Kemudian dilakukan pengukuran diameter setinggi dada (dbh), tinggi pohon yang akan digunakan untuk menyusun allometrik biomassa atas permukaan tanah, serta pengambilan sampel air, dan koordinat pada plot tersebut. Pada tahap pengukuran lapangan ini juga dilakukan pengukuran titik *GCP* dan *ICP* dengan GPS Geodetik, dan pemotretan foto

udara dengan seperangkat drone, dengan hasil akhir berupa kanal *Red*, *Green* dan *NIR*. Semua data tersebut digunakan sebagai bahan validasi dari proses pengolahan citra.

k. Allometrik Biomassa

Perhitungan Biomassa dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik yang disusun berdasarkan data diameter pohon setinggi dada (dbh) dan tinggi pohon dari data lapangan yang sebelumnya telah dilakukan uji korelasi untuk menentukan korelasi terbaik, dan akan digunakan untuk menyusun persamaan allometrik biomassa yang akan diterapkan ke semua plot sampel.

l. Uji-F

Uji-f digunakan untuk pengujian model persamaan allometrik yang digunakan, sehingga data tersebut dapat diketahui kebenarannya. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai F-statistik dengan nilai F-tabel dengan tingkat signifikansi tertentu. Pada penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan (α) = 0,05, yang umum digunakan pada statistik.

m. Analisa Korelasi

Proses ini bertujuan untuk mengkorelasikan hubungan dari nilai *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* pada citra satelit Pleiades 1A dengan Biomassa atas permukaan tanah di lapangan, korelasi biomassa atas permukaan tanah di lapangan dengan parameter sampel air (pH dan Salinitas), dan korelasi dari nilai *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* citra satelit Pleiades 1A dengan

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
citra foto.

n. Analisa Hasil

Menganalisa jumlah dan melihat persebaran biomassa pada mangrove dari hasil korelasi yang telah dilakukan. Selanjutnya, dilakukan tahap akhir dari penelitian, yaitu penyusunan dan penulisan laporan berikut informasi petanya. Peta yang diperoleh dalam penelitian ini adalah peta potensi persebaran biomassa mangrove pada Teluk Lamong, Kota Surabaya dengan skala 1:5000.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Citra

4.1.1 Citra Satelit

Citra satelit yang digunakan pada penelitian ini adalah citra satelit resolusi sangat tinggi yaitu citra satelit Pleiades 1A tahun 2015 dengan resolusi multispektral sebesar 2 meter dengan akuisisi data tanggal 28 Agustus 2015.

```
</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>2015-08-28T02:50:06.8198180Z</START>
    <END>2015-08-28T02:50:12.8185940Z</END>
  </Time_Range>
  <Time_Stamp>
    <LINE_PERIOD>0.294</LINE_PERIOD>
  </Time_Stamp>
</Time>
<Ephemeris>
  <EPHEMERIS_USED>CORRECTED</EPHEMERIS_USED>
  <Point_List>
    <Point>
      <LOCATION_XYZ unit="m">-3082775.31751812
```

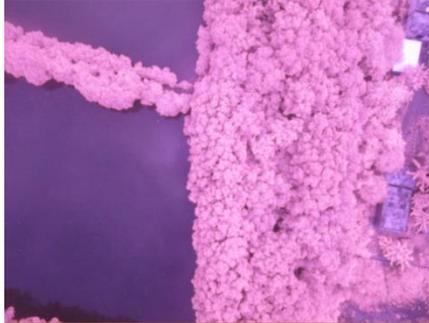
Gambar 4. 1 Metadata Citra Satelit Pleiades 1A



Gambar 4. 2 Raw Data Citra Satelit Pleiades 1A

4.1.2 Citra Foto Udara

Citra foto udara yang digunakan berasal dari kamera digital *NIR*. Hasil yang didapat berupa 3 kanal, yaitu *red*, *green*, dan *NIR*. Akuisisi data foto tanggal 24 Maret 2018.



Gambar 4. 3 Citra Foto Udara (Hasil Pengukuran)

4.2 Pemotongan Citra

Pemotongan citra pada penelitian ini berdasarkan daerah yang terdapat hutan mangrove. Pemotongan pada citra bertujuan untuk mendapatkan daerah pada citra yang sesuai dengan daerah penelitian, agar saat proses pengolahan citra lebih efektif.



Gambar 4. 4 Hasil Pemotongan Citra Pleiades 1A (Hasil Pengolahan)

4.3 Koreksi Geometrik

Citra satelit Pleiades 1A dikoreksi menggunakan *GCP* (*Ground Control Point*) yang didapat dari pengukuran lapangan menggunakan *GPS geodetic* dengan metode statik-diferensial. Waktu pengamatan setiap *baseline* adalah 30 menit kecuali dua *baseline* yang terikat dengan titik SRGI dilakukan selama 45 menit pengukuran, karena jarak *baseline* yang lebih panjang. Proses rektifikasi menggunakan metode *image to map*. 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 5 titik dengan salah satu titiknya merupakan titik SRGI (SBY01). *Baseline* yang didapat dari pembuatan desain jaring berjumlah 8 buah. Nilai *SoF* dari desain jaring yang dibuat pada citra Pleiades 1A sebesar 0,1185 dan telah masuk toleransi syarat kurang dari 1, sehingga desain jaring *SoF* dianggap kuat (Abidin 2002). Hasil perhitungan *SoF* pada penelitian ini yaitu :

Jumlah <i>Baseline</i>	: 8		
Jumlah Titik	: 5		
N Ukuran	: Jumlah <i>Baseline</i> x 3	=	24
N Parameter	: Jumlah Titik x 3	=	15
U	: N Ukuran – N Parameter	=	9

$$SoF = \frac{(\text{Trace}[A x A^T]^{-1})}{U} = 0,1185$$

Gambar 4.5 dibawah ini merupakan desain jaring yang dibuat pada citra Pleiades 1A.



Gambar 4. 5 Desain Jaring Citra Satelit Pleiades 1A (Hasil Pengolahan)

Didapatkan nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* pada koreksi koreksi geometrik Citra Pleiades 1A sebesar 0,366 meter. Batas toleransi kesalahan nilai *RMSE* adalah ≤ 1 meter (Purwadi 2001), sehingga dari hasil *RMSE* yang didapat tersebut diterima dan tidak melebihi batas toleransi.

Tabel 4. 1 Nilai RMS Citra Pleiades 1A (Hasil Pengolahan)

Titik	<i>GCP</i> (m)		Pleiades 1A (m)		<i>Error</i> (m)		<i>RMSE</i> (m)	
	X	Y	X	Y	X	Y		
SRGI	688795,9	9200453	3272,25	13078,25	-0,01	0,02	0,02	
A	681967,7	9203907	69,75	11634,5	-0,24	0,37	0,44	
B	682092,8	9204640	125,25	11281,25	0,23	-0,35	0,42	
C	683475,5	9205056	763	11046,25	-0,2	0,31	0,36	
D	683568,4	9203978	810,5	11558	0,22	-0,34	0,41	
Total <i>RMSE</i>								0,366

4.4 Uji Ketelitian Geometrik

Uji ketelitian geometrik diperoleh dengan mencari residu dari selisih koordinat hasil pengukuran *Independent*

Control Point (ICP) dan titik koordinat dari lokasi *Independent Control Point* ICP tersebut pada citra satelit hasil rektifikasi. ICP yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 10 buah, dimana tiap titiknya diukur selama 15 menit dengan metode radial menggunakan GPS Geodetik. Tabel 4.2 berikut ini merupakan hasil dari uji ketelitian geometrik.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Ketelitian Geometrik (Hasil Pengolahan)

Titik	Koordinat ICP		Koordinat ICP Pada		<i>RMSE</i> (m)
	Pengukuran (m)		Pleiades 1A (m)		
	X	Y	X	Y	
1	683452,18	9205296,13	683452,12	9205296,22	0,11
2	683283,94	9204980,57	683283,8	9204980,86	0,32
3	683451,73	9204975,95	683452,04	9204975,71	0,39
4	682073,06	9204636,36	682072,94	9204636,3	0,13
5	682040,22	9203847,29	682040,45	9203847,37	0,24
6	683193,41	9203807,55	683193,66	9203807	0,6
7	683691,44	9203978,43	683691,12	9203978,19	0,4
8	683773,17	9204004,34	683772,86	9204003,86	0,57
9	683666,79	9203829,4	683667,18	9203830,45	1,12
10	682188,59	9203414,96	682188,36	9203415,02	0,24
Total <i>RMSE</i>					0,501

Nilai *RMSE* yang didapat pada uji ketelitian geometrik ini sebesar 0,501 meter. Nilai *RMSE* tersebut telah memenuhi toleransi berdasarkan pada peraturan yang digunakan untuk pembuatan peta dasar RDTR skala 1:5000 pada kelas 1 dengan syarat ketelitian horisontal sebesar < 1 meter, seperti yang ditampilkan pada tabel 2.2. Berikut ini perhitungan dari ketelitian horisontal pada penelitian ini :

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE = 0,76 \text{ meter.}$$

Dari perhitungan tabel diatas, nilai *RMSE* terbesar berada pada titik 9 yaitu sebesar 1,12 meter, hal tersebut dapat terjadi, dikarenakan lokasi pada titik 9 berada dekat dengan hutan mangrove. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya *cycle slip*, dimana *receiver* terputus dalam pengamatan sinyal.

4.5 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik terbagi menjadi dua tahap, yaitu kalibrasi radiometrik, dan koreksi atmosfer. Pada kalibrasi radiometrik ini bertujuan untuk merubah format citra yang berbentuk *Digital Number (DN)* ke dalam bentuk radian. Kemudian tahapan berikutnya yaitu melakukan koreksi atmosfer. Koreksi atmosfer merupakan salah satu tahap pemrosesan citra satelit untuk menghilangkan pengaruh atmosfer (molekul dan partikel) yang ikut serta menghamburkan sinyal sebelum direkam oleh sensor penginderaan jauh (pasif). Metode yang digunakan yaitu *Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-vector (6SV)*, karena metode ini dianggap mudah dan tetap memberikan akurasi yang memadai (Jaelani 2016). Hasil akhir proses koreksi atmosfer berupa reflektan permukaan. Reflektan permukaan tersebut digunakan untuk pengolahan berikutnya, yaitu pengolahan algoritma indeks vegetasi. Tabel 4.3 berikut ini merupakan parameter yang digunakan untuk melakukan proses 6SV.

Tabel 4. 3 Parameter Proses 6SV Pada Pleiades 1A

Parameter	
Tanggal Perekaman Data	28 Agustus 2015
<i>Solar Zenithal Angle</i>	30,23540646
<i>Solar Azimuthal Angle</i>	56,14101522059572
<i>Sensor Zenithal Angle</i>	15,49
<i>Sensor Azimuthal Angle</i>	180.7058687451949
Visibilitas	7,6

Tabel 4.4 berikut ini menampilkan hasil koefisien yang didapat dari koreksi atmosfer menggunakan metode 6SV. Tiga koefisien yang dihasilkan yaitu X_a , X_b , dan X_c .

Tabel 4. 4 Koefisien Koreksi Atmosfer dengan Metode 6SV (Hasil Pengolahan)

Kanal	X_a	X_b	X_c
Blue	0,00320	0,15830	0,19834
Green	0,00313	0,10569	0,16695
Red	0,00346	0,06099	0,13001
NIR	0,00565	0,03435	0,09312

Proses berikutnya yaitu memasukan koefisien-koefisien X_a , X_b , dan X_c tersebut kedalam persamaan dibawah ini :

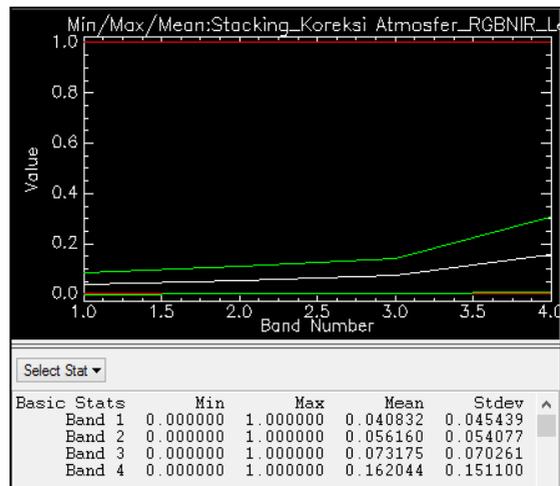
$$y = x_a * (L) - x_b \quad (4.1)$$

$$Acr = y / (1. + x_c * y) \quad (4.2)$$

Keterangan :

Arc : reflektan permukaan (*Bottom of Atmosphere*)

X_a, X_b, X_c : Koefesien atmosfer



Gambar 4. 6 Hasil Koreksi Radiometrik (Hasil Pengolahan)

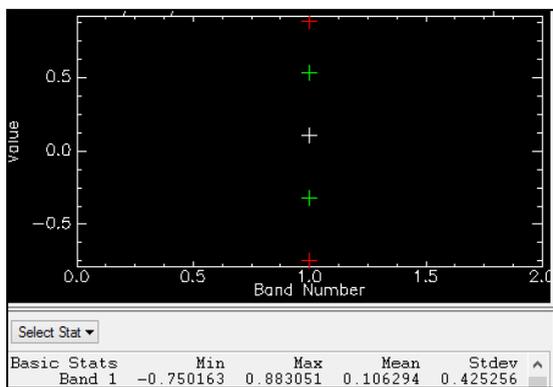
4.6 Perhitungan Algoritma *NDVI*

Perhitungan algoritma *NDVI* bertujuan untuk mendapat peta sebaran nilai *NDVI* pada citra satelit Pleiades 1A dan

peta sebaran potensi biomassa hutan mangrove. Berikut ini merupakan gambar dari hasil perhitungan *NDVI* pada citra satelit Pleiades 1A dan citra foto udara.



Gambar 4. 7 Tampilan *NDVI* Citra Satelit (Hasil Pengolahan)



Gambar 4. 8 Hasil Perhitungan Algoritma *NDVI* Citra Satelit (Hasil Pengolahan)

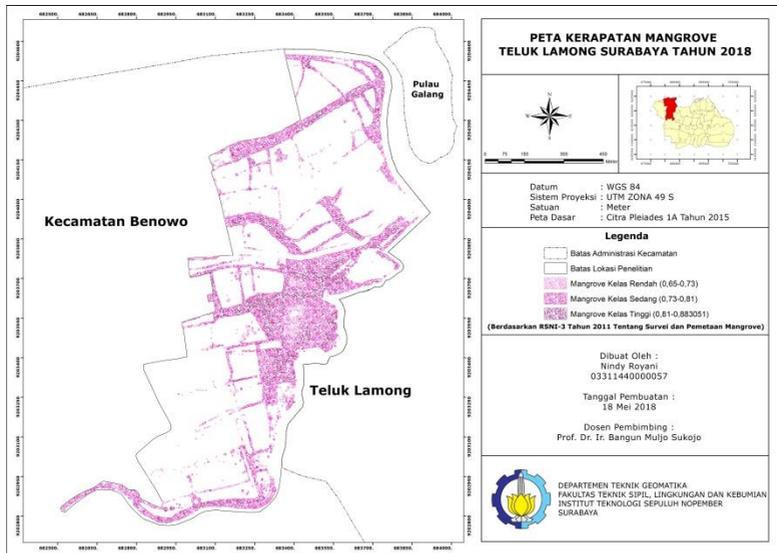
Dari perhitungan citra satelit Pleiades 1A tersebut, nilai *NDVI* yang diperoleh berkisar $-0,75$ sampai dengan $0,883$. Dari hasil rentang nilai tersebut, kemudian dilakukan klasifikasi pembagian kelas khusus pada area mangrove. Terdapat tiga kelas tingkat kehijauan mangrove yang ada pada lokasi penelitian. Kelas mangrove rendah berada pada rentang $0,65 - 0,73$, kelas mangrove sedang berada pada rentang $0,73 - 0,81$, dan kelas mangrove tinggi berada pada rentang $0,81 - 0,883$.

Semakin besar nilai indeks vegetasi yang diperoleh mengindikasikan adanya vegetasi yang berumur tua dengan vegetasi yang lebat dan kondisi tanaman yang sehat, sehingga perolehan nilai reflektannya besar karena tingginya kandungan klorofil pada tanaman tersebut, dan sebaliknya perolehan nilai yang relatif kecil mengindikasikan bahwa vegetasi tersebut berumur relatif muda dengan vegetasi yang rendah serta kenampakan objek tersebut didominasi adanya genangan air dengan kerapatan tanaman yang relatif rendah (Rakhmawati 2012). Perbedaan nilai reflektan yang bervariasi selain dipengaruhi 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 1A Tahun 2015.

Tabel 4. 5 Hasil Luasan Jenis berdasarkan nilai *NDVI* (Hasil Pengolahan)

No.	Jenis	<i>NDVI</i>	Luas (Ha)
1	Air	$-0,75 - 0$	42,518
2	Non Vegetasi	$0 - 0,3$	14,351
3	Vegetasi Non Mangrove	$0,3 - 0,65$	15,887
4	Mangrove Rendah	$0,65 - 0,73$	7,136
5	Mangrove Sedang	$0,73 - 0,81$	15,426
6	Mangrove Tinggi	$0,81 - 0,883$	4,178

Gambar 4.17 berikut ini merupakan peta kerapatan hutan mangrove Teluk Lamong hasil dari pengolahan algoritma *NDVI*.



Gambar 4. 9 Peta Kerapatan Mangrove (Hasil Pengolahan)

4.7 Perhitungan Biomassa Hutan Mangrove

4.7.1 Penyusunan Allometrik Biomassa

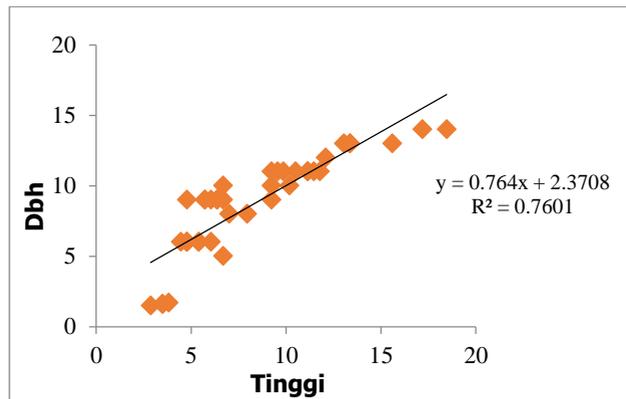
Penyusunan allometrik biomassa digunakan untuk menghitung estimasi biomassa pada seluruh sampel yang ada pada plot di penelitian ini. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode tanpa pemanenan dengan plot acak. Metode pengambilan sampel tanpa pemanenan ini dilakukan karena metode pengolahan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu penginderaan jauh, yang mana penginderaan jauh ini lebih efektif digunakan untuk menganalisa sampai dengan kanopi hutan, tidak sampai pada lantai hutan.

Dari masing-masing plot sampel dapat disusun persamaan allometrik, kemudian persamaan allometrik tersebut dilakukan uji koefisien determinasi (R^2). Model persamaan yang mempunyai nilai ketelitian relatif terbesar akan digunakan untuk menghitung estimasi

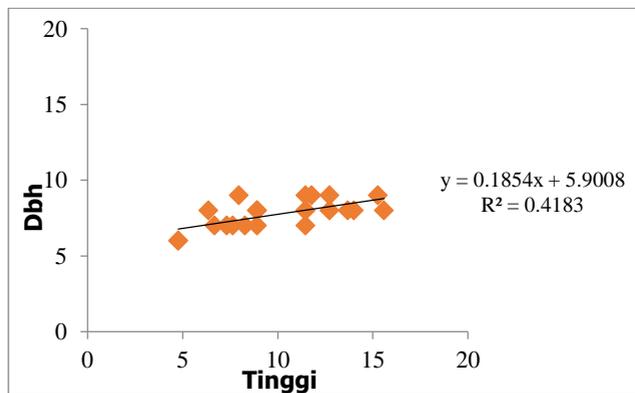
biomassa hutan secara keseluruhan. Berikut ini merupakan allometrik dasar yang digunakan :

$$\mathbf{BAP = a D^b} \quad (4.3)$$

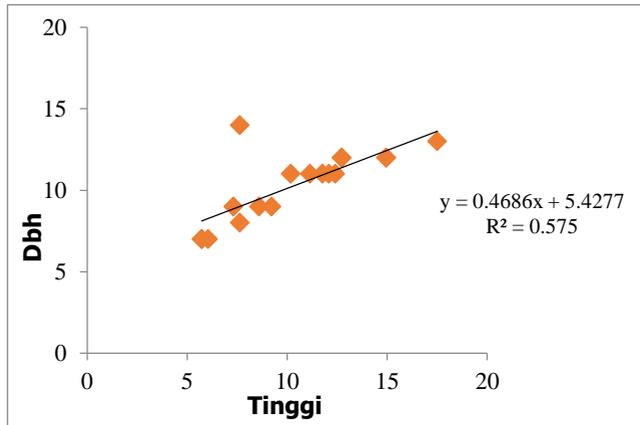
Gambar kurva berikut ini merupakan hasil penyusunan persamaan allometrik pada setiap plot sampel.



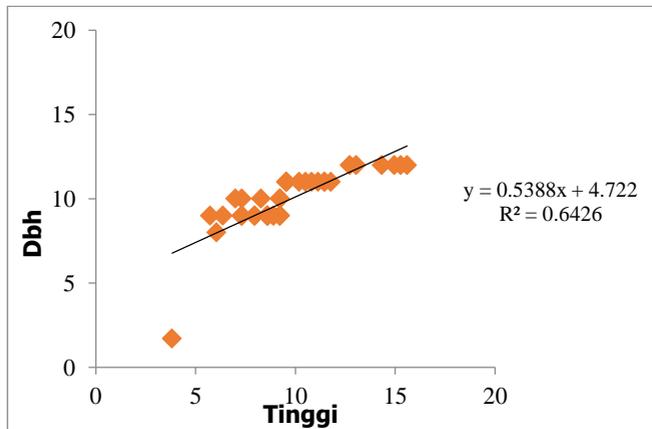
Gambar 4. 10 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 1 (Hasil Pengolahan)



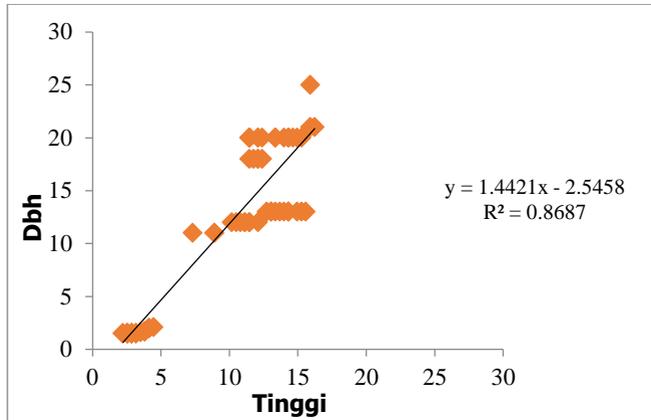
Gambar 4. 11 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 2 (Hasil Pengolahan)



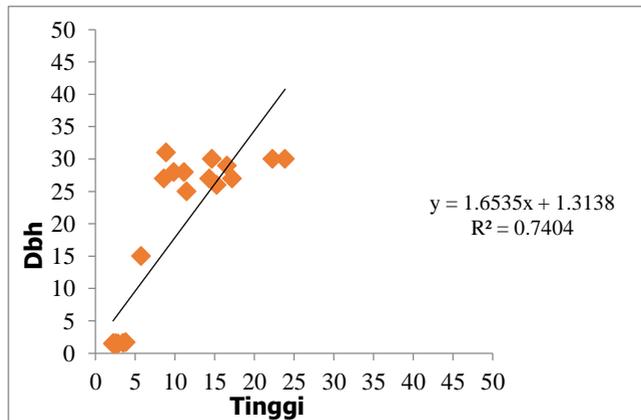
Gambar 4. 12 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 3 (Hasil Pengolahan)



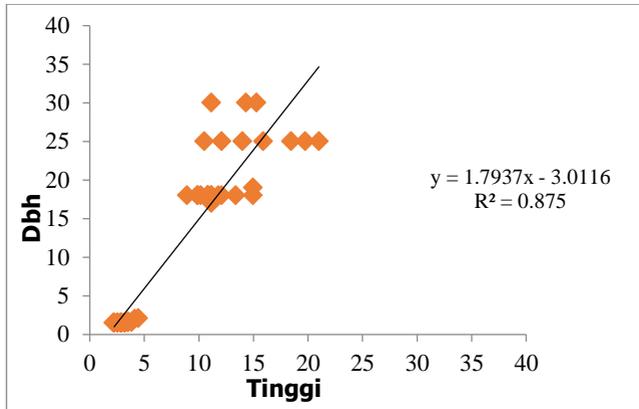
Gambar 4. 13 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 4 (Hasil Pengolahan)



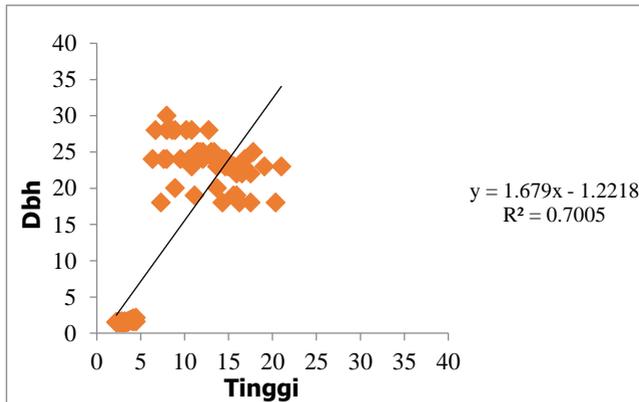
Gambar 4. 14 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 5 (Hasil Pengolahan)



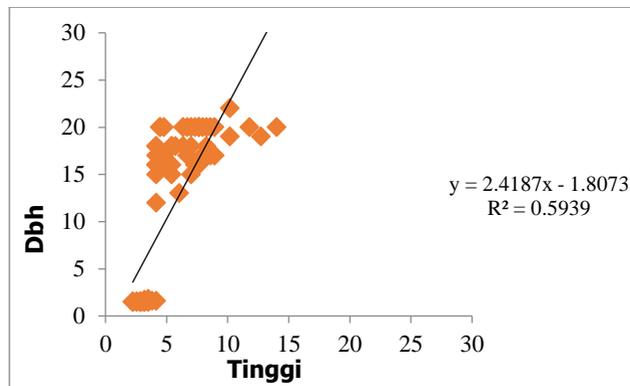
Gambar 4. 15 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 6 (Hasil Pengolahan)



Gambar 4. 16 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 7 (Hasil Pengolahan)



Gambar 4. 17 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 8 (Hasil Pengolahan)



Gambar 4. 18 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik Plot 9 (Hasil Pengolahan)

Hasil penyusunan allometrik tiap plot dari hasil uji korelasi data sampel ditunjukkan pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4. 6 Persamaan Allometrik dari Hasil Uji Korelasi (Hasil Pengolahan)

Plot	Persamaan Allometrik	Koefisien Determinasi	Koefisien Korelasi	Jumlah Sampel
1	$BAP = 2,3708.D^{0,7640}$	0,76	0,872	40
2	$BAP = 5,9008.D^{0,1854}$	0,418	0,647	22
3	$BAP = 5,4277.D^{0,4686}$	0,575	0,758	18
4	$BAP = 4,7220.D^{0,5388}$	0,643	0,802	43
5	$BAP = 2,5458.D^{1,4421}$	0,869	0,932	77
6	$BAP = 1,3138.D^{1,6535}$	0,74	0,86	22
7	$BAP = 3,0116.D^{1,7937}$	0,875	0,935	56
8	$BAP = 1,2218.D^{1,679}$	0,7	0,837	104
9	$BAP = 1,8073.D^{2,4187}$	0,594	0,771	84

Pada tabel 4.6 diatas, penyusunan persamaan allometrik biomassa menggunakan variabel Dbh. Pemilihan variabel Dbh akan meningkatkan efisiensi pengukuran dan mengurangi ketidakpastian pada hasil

pengukuran. Sedangkan untuk pemilihan variabel tinggi pohon sendiri cenderung akan menurunkan efisiensi pengukuran karena variabel tinggi pohon lebih sulit untuk diukur dari pada variabel Dbh. Oleh sebab itu, variabel Dbh yang dipilih untuk penyusunan persamaan allometrik pada umumnya (Katterings dkk. dalam Wijayanti 2015).

Dapat dilihat pada tabel 4.6 diatas, bahwa hasil persamaan allometrik yang terbentuk pada tiap plot memiliki koefisien korelasi yang baik, dengan nilai diatas 0,6 yang merupakan kelas hubungan kuat (Sugiyono 2007). Dari 9 plot tersebut diatas, persamaan allometrik $BAP = 1,2218.D^{1,679}$ pada plot 8 yang memiliki jumlah sampel terbanyak yaitu sebesar 104 sampel dengan koefisien korelasi sangat kuat sebesar 0,837. Dengan BAP merupakan biomassa yang dicari, dan D merupakan diameter pohon setinggi dada (Dbh).

4.7.2 Uji-F

Uji-f digunakan untuk pengujian model persamaan allometrik yang digunakan, sehingga data tersebut dapat diketahui kebenarannya. Uji F ini membandingkan nilai F-statistik dengan nilai F-tabel dengan tingkat kepercayaan (*alpha*) tertentu. Pada penelitian ini, tingkat kepercayaan yang digunakan sebesar 95%, *alpha* = 0,05 merupakan tingkat kepercayaan yang umum digunakan pada statistik. Tabel 4.7 berikut ini menampilkan hasil dari uji-f.

Tabel 4. 7 Hasil Uji-F (Hasil Pengolahan)

Parameter	Nilai
F Statistik	8142,273
F Tabel	3,015
Tingkat Signifikan	0
Tingkat Kepercayaan	0,05

Dari data perhitungan uji-f pada tabel tersebut diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil uji F dari

penelitian ini yaitu : $F \text{ Statistik} > F \text{ Tabel}$, dengan $F \text{ Statistik}$ sebesar 8142,273, sedangkan $F \text{ Tabel}$ sebesar 3,015. Tingkat signifikan $<$ dari tingkat kepercayaan (α), dengan nilai signifikan sebesar 0, sedangkan tingkat kepercayaan sebesar 0,05. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima, yang berarti secara simultan variabel bebas (dbh dan tinggi pohon) berpengaruh terhadap variabel terikat, maka allometrik perhitungan $BAP = 1,2218.D^{1,679}$ tersebut dapat digunakan untuk memprediksi jumlah biomassa atas permukaan tanah secara keseluruhan.

4.7.3 Perhitungan Biomassa Tiap Plot di Lapangan

Biomassa tiap plot dihitung menggunakan persamaan allometrik pada plot 8 yang telah diuji. Dengan menghitung biomassa per pohon pada tiap plot sampel di lapangan, setelah diketahui besar nilai per pohon maka dapat diketahui besar nilai biomassa per plot. Pada tabel 4.8 dibawah ini, menampilkan hasil dari perhitungan biomassa tiap plot.

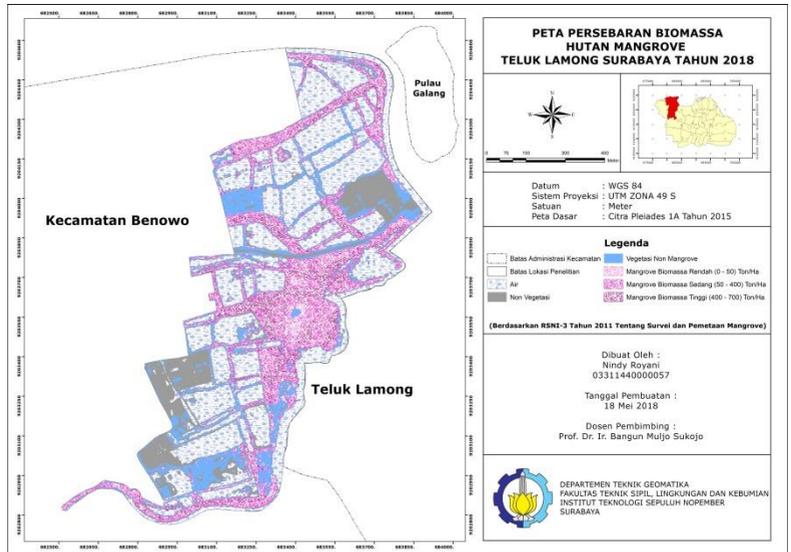
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Biomassa Tiap Plot (Hasil Pengolahan)

PLOT	Nilai <i>NDVI</i>	BIOMASSA (Ton/Ha)	Keterangan
1	0,758	194,479	Kelas Sedang
2	0,771	137,758	Kelas Sedang
3	0,757	120,1	Kelas Sedang
4	0,766	236,968	Kelas Sedang
5	0,81	419,611	Kelas Tinggi
6	0,792	146,954	Kelas Sedang
7	0,799	258,384	Kelas Sedang
8	0,811	512,633	Kelas Tinggi
9	0,745	192,432	Kelas Sedang

Hasil perhitungan sampel biomassa tersebut diatas, didapatkan dari perhitungan allometrik $BAP = 1,2218.D^{1,679}$. Luas tiap plot yang digunakan pada penelitian ini yaitu berukuran 10x10 meter, atau sebesar 100 m² di Lapangan. Data perhitungan tersebut telah dikonversikan kedalam satuan Ton/Ha. Berdasarkan tabel 4.8 tersebut diatas, biomassa pada plot 5 dan plot 8 masuk kedalam kelas biomassa tinggi dengan nilai biomassa pada plot 5 sebesar 419,611 ton/ha dan pada plot 8 sebesar 512,633 ton/ha. Hal ini disebabkan oleh diameter pohon setinggi dada (dbh) dan tinggi pohon pada kedua plot tersebut yang bernilai lebih besar dari pada plot lainnya, serta faktor lain yang mendukung yaitu jumlah sampel yang ada pada plot tersebut. Menurut Hairiah (2007) semakin besar diameter pohon maka semakin besar nilai biomassa yang ada didalamnya, dan jika semakin kecil diameter pohon maka semakin kecil pula nilai biomassa yang dikandungnya.

4.7.4 Peta Persebaran Biomassa Mangrove

Pola sebaran biomassa hutan mangrove dapat diketahui secara spasial dengan membuat peta sebaran biomassa dengan metode penginderaan jauh. Peta yang ditampilkan berikut ini merupakan murni area hutan mangrove Teluk Lamong Surabaya. Pada penelitian ini, wilayah cakupan hutan mangrove pada Teluk Lamong mencapai 26,74 Ha. Persebaran biomassa mangrove di Teluk Lamong terbagi menjadi 3 kelas. Pada kelas rendah, biomassa mencapai 0 – 50 ton/ha, pada kelas sedang mencapai 50 – 400 ton/ha, dan pada kelas tinggi mencapai 400 – 700 ton/ha. Total keseluruhan biomassa hutan mangrove di Teluk Lamong pada tahun 2018 sebesar 6.593,850 ton/ha. Peta Persebaran Biomassa Mangrove Teluk Lamong Surabaya dapat dilihat pada gambar 4.27 dibawah ini.



Gambar 4. 19 Peta Persebaran Biomassa Mangrove (Hasil Pengolahan)

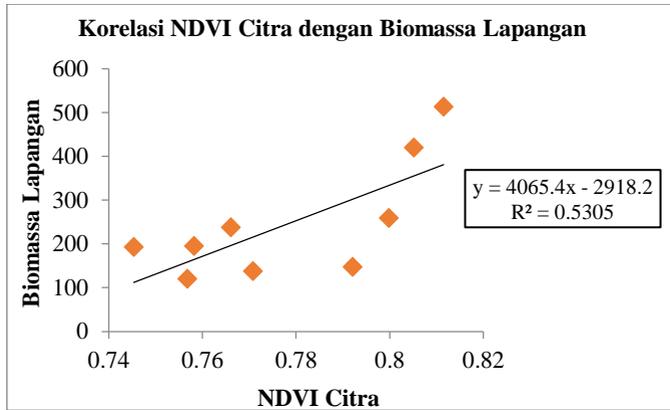
4.8 Analisis Korelasi Antar Parameter

4.8.1 Analisis Korelasi *NDVI* Citra dengan Biomassa

Hubungan antara nilai *NDVI* citra dengan hasil perhitungan biomassa di lapangan dapat diketahui melalui uji korelasi antar 2 variabel.

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (4.4)$$

Rumus diatas menyatakan derajat hubungan antara dua variabel tanpa memperhatikan variabel mana yang menjadi peubah, dengan r adalah jumlah koefisien korelasi, n banyaknya observasi, x variabel independen, dan y variabel dependen.



Gambar 4. 20 Hasil Korelasi *NDVI* Citra dengan Biomassa (Hasil Pengolahan)

Nilai koefisien korelasi (R) yang didapat dari perhitungan tersebut sebesar 0,728, sehingga hubungan nilai *NDVI* Citra dengan Biomassa di lapangan berkorelasi kuat. Dari hasil korelasi diatas menunjukkan bahwa hubungan antara nilai *NDVI* citra dengan hasil perhitungan biomassa di lapangan mempunyai hubungan yang positif atau searah, yaitu dengan adanya kenaikan variabel nilai *NDVI* Citra, maka variabel nilai biomassa juga meningkat. Hal ini disebabkan oleh banyaknya klorofil pada daerah tersebut yang terekam oleh sensor sebagai kanal merah, yang membuat nilai *NDVI* pada lokasi tersebut tinggi. Menurut (Sari dalam sudarsono 2016), *NDVI* lebih sensitif terhadap klorofil, sehingga klorofil dapat membaurkan faktor kerapatan daun. Pada prinsipnya nilai *NDVI* berdasar pada kontras antara absorpsi maksimum klorofil pada panjang gelombang merah dan reflektansi maksimum pada infrared yang disebabkan oleh struktur sel daun. Menurut (Lailiya 2017), karakteristik pantulan spektral dari vegetasi dipengaruhi oleh kandungan pigmen daun, material organik, air dan karakteristik struktural daun seperti bentuk daun dan luas daun. Pada penelitian ini

metode yang digunakan adalah penginderaan jauh, dimana besar biomassa atas permukaan tanah dipengaruhi oleh kelembatan kanopi/tutupan pohon pada hutan. Jadi, semakin tinggi nilai NDVI citra, maka semakin besar nilai biomassa pada hutan tersebut.

4.8.2 Analisis Korelasi NDVI Citra dengan NDVI Foto

Hubungan korelasi antara nilai *NDVI* citra dengan nilai *NDVI* Foto dapat diketahui melalui uji korelasi antar 2 variabel. Korelasi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi reflektan permukaan yang ditunjukkan oleh nilai dari perhitungan *NDVI* pada citra satelit Pleiades 1A tahun 2015 dan citra foto udara yang diambil pada tahun 2018 (merepresentasikan kondisi sebenarnya di lapangan). Pemilihan lokasi titik yang akan diuji ditentukan secara visual, dikarenakan citra foto udara tidak memiliki koordinat sepertihalnya citra satelit Pleiades 1A.

Dilakukan uji di 10 titik 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 udara yang dimiliki. Nilai *NDVI* citra dengan Nilai *NDVI* foto dijelaskan pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4. 9 Nilai *NDVI* Citra dan *NDVI* Foto (Hasil Pengolahan)

Titik Uji	Koordinat (m)		NDVI CITRA	NDVI FOTO
	X	Y		
1	683553.732744	9203964.14573	0.790676	0.285333
2	683566.178717	9203949.18008	0.768677	0.222772
3	683576.762072	9203934.37325	0.788193	0.329032
4	683558.108910	9203931.73960	0.785682	0.265957
5	683543.689089	9203942.71983	0.770456	0.261111
6	683688.548754	9203832.30016	0.846735	0.282353
7	683695.427934	9203824.84771	0.842941	0.274924

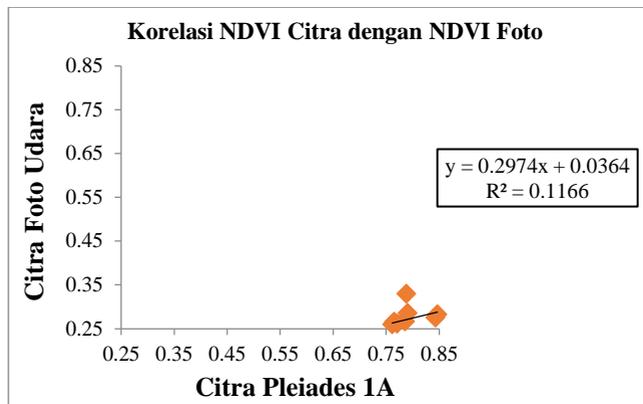
Titik Uji	Koordinat (m)		NDVI CITRA	NDVI FOTO
	X	Y		
8	683670.953927	9203822.20188	0.761397	0.259668
9	683537.339076	9203785.16014	0.765119	0.265193
10	683473.177490	9203754.732990	0.783857	0.268156

Lokasi titik uji ditunjukkan pada gambar 4.21 dibawah ini.



Gambar 4. 21 Lokasi Titik Uji Korelasi

Hasil uji korelasi antara 2 variabel tersebut ditampilkan pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4. 22 Hasil Korelasi NDVI Citra dengan NDVI Foto (Hasil Pengolahan)

Dari hasil uji korelasi tersebut dapat diketahui, bahwa korelasi kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang positif. Meskipun kedua data tersebut menyebutkan adanya hubungan yang searah, akan tetapi nilai koefisien korelasi (R) yang dihasilkan hanya mencapai 0,341 yang artinya korelasi antara dua variabel tersebut memiliki tingkat korelasi yang rendah. Nilai $NDVI$ yang dihasilkan oleh citra foto memiliki rentang yang jauh berbeda dengan nilai $NDVI$ yang dihasilkan oleh citra satelit, hal ini dimungkinkan karena panjang gelombang yang dimiliki oleh kedua citra tersebut juga tidaklah sama. Dengan demikian tidak dapat dikatakan bahwa reflektan permukaan pada citra satelit Pleiades 1A dan citra foto udara tersebut memiliki hubungan sepenuhnya antara satu dengan yang lain.

4.8.3 Analisis Korelasi Biomassa dengan Sampel Air

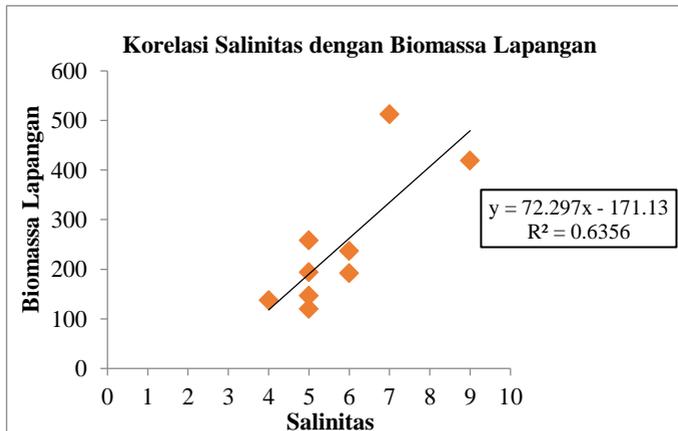
Analisis korelasi antara biomassa di lapangan dengan parameter sampel air ini bertujuan untuk

mengetahui kekuatan hubungan linear antara kedua variabel tersebut.

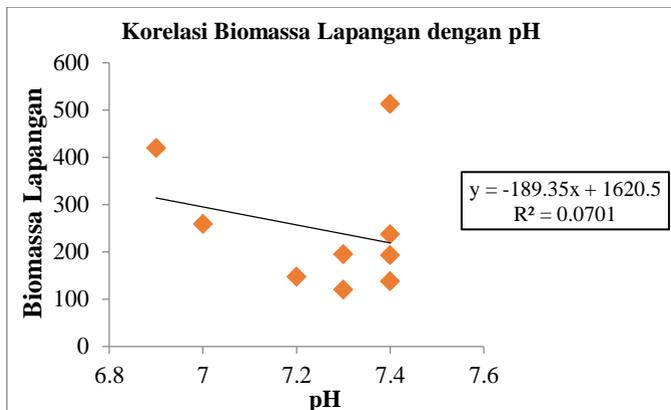
Tabel 4. 10 Nilai Biomassa dengan Uji Sampel Air (Hasil Pengolahan dan Uji Laboratorium)

PLOT	KOORDINAT		BIOMASSA LAPANGAN (Ton/Ha)	SALINITAS (pp)	Ph
	X	Y			
1	683464,7864	9203769,256	194,479	5	7,3
2	683416,9966	9203757,035	137,758	4	7,4
3	683534,5489	9203785,139	120,1	5	7,3
4	683512,6341	9203763,687	236,968	6	7,4
5	683688,8931	9203833,126	419,611	9	6,9
6	683579,0736	9203929,373	146,954	5	7,2
7	683548,7327	9203959,146	258,384	5	7
8	683578,9792	9203761,287	512,633	7	7,4
9	683566,9643	9203741,226	192,432	6	7,4

Hasil uji korelasi antara biomassa di lapangan dengan parameter sampel air dijelaskan dalam gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4. 23 Hasil Korelasi Biomassa dengan Salinitas (Hasil Pengolahan)



Gambar 4. 24 Hasil Korelasi Biomassa dengan pH (Hasil Pengolahan)

Hasil pengujian laboratorium menyatakan bahwa salinitas rata-rata mencapai 5,77 ppt, dan hasil uji korelasi diatas dapat diketahui bahwa nilai koefisien korelasi antara nilai biomassa di lapangan dengan salinitas air mencapai 0,797 yang artinya korelasi tersebut memiliki tingkat hubungan kuat. Nilai korelasi biomassa di lapangan dengan salinitas memiliki hubungan yang positif, artinya dengan adanya kenaikan nilai biomassa di lapangan, maka nilai salinitas juga akan meningkat. Dengan demikian, ekosistem mangrove akan tumbuh baik pada salinitas yang tinggi. Menurut Aksorkoae (1993) salinitas merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan perkembangan hutan mangrove, terutama bagi laju pertumbuhan, daya tahan dan zonasi spesies mangrove.

Pada hasil uji korelasi antara nilai biomassa di lapangan dengan pH air memiliki korelasi yang berlawanan. Nilai koefisien korelasi antara nilai biomassa di lapangan dengan pH hanya mencapai 0,265 yang berarti hubungan antar keduanya terbilang rendah. Vegetasi mangrove keberadaannya sangat berkaitan erat

dengan derajat keasaman (pH) dan bahan organik total dalam sedimen. Pada perairan yang keasamannya sangat rendah akan berakibat fatal terhadap kehidupan ikan. Menurut Widyastuti (1999) kisaran pH air antara 6-8,5 sangat cocok untuk pertumbuhan mangrove. Sesuai dengan hasil uji laboratorium, pH rata-rata pada mangrove di Teluk Lamong mencapai 7,25. Kondisi tersebut telah sesuai untuk syarat hidup mangrove.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil korelasi dari nilai *NDVI* pada citra satelit Pleiades 1A dengan biomassa di lapangan menunjukkan korelasi yang positif dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,728. Maka, dengan adanya kenaikan nilai *NDVI* pada citra satelit, nilai biomassa di lapangan juga akan meningkat.
2. Hasil korelasi dari nilai biomassa di lapangan dengan parameter sampel air menunjukkan korelasi yang positif untuk salinitas, dan negatif untuk pH, dengan nilai koefisien korelasi berturut turut sebesar 0,797 dan 0,265. Maka, parameter air yang sangat berpengaruh terhadap meningkatnya pertumbuhan biomassa mangrove yaitu salinitas.
3. Hasil korelasi dari nilai *NDVI* pada citra satelit Pleiades 1A dengan *NDVI* Citra Foto tersebut memiliki hubungan yang positif, akan tetapi nilai koefisien korelasi (*R*) yang dihasilkan hanya mencapai 0,341 yang artinya korelasi antara dua variabel tersebut memiliki tingkat korelasi yang rendah. Oleh sebab itu, tidak dapat dikatakan bahwa reflektan permukaan pada citra satelit Pleiades 1A dan citra foto udara tersebut memiliki hubungan sepenuhnya antara satu dengan yang lain.
4. Dari hasil pengolahan citra satelit Pleiades 1A Tahun 2015, menghasilkan prediksi perhitungan biomassa hutan mangrove di Teluk Lamong Surabaya mencapai 6.593,850 ton/ha, dengan luas hutan sebesar 26,74 Ha.
5. Persebaran biomassa mangrove di Teluk Lamong terbagi menjadi 3 kelas. Pada kelas rendah, biomassa mencapai 0 – 50 ton/ha, pada kelas sedang mencapai 50 – 400 ton/ha, dan pada kelas tinggi mencapai 400 – 700 ton/ha.

5.2 Saran

Berikut saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini yaitu :

1. Pada pengambilan sampel mangrove di lapangan, lebih baik memilih zona persebaran mangrove yang jelas, yaitu lebih bersifat homogen. Karena hal tersebut juga akan mempengaruhi penyusunan allometrik biomassa untuk lokasi tersebut.
2. Pada pengambilan sampel air di lapangan, lebih baik dilakukan setiap adanya pergantian musim, hal ini dikarenakan dapat lebih akurat untuk data dan hasil yang didapat.
3. Pada kamera digital dengan 3 kanal (*Red*, *Green*, dan *NIR*) yang digunakan, sebaiknya memiliki *geo tagging* agar hasil citra foto yang dipotret dapat dimosaik dan *Optical Image Stabilization* agar citra foto yang dipotret dapat terlihat stabil dan tidak buram/jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 2002. Survei dengan GPS. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Akbar, A. 2005. Menggunakan SPSS bagi Peneliti Pemula. Cetakan pertama. Bandung: M2S.
- Aksornkoe S. 1993. Ecology and Management of Mangrove. Bangkok (TH): IUCN.
- Arief, A. 2003. Hutan Mangrove. Jakarta : Penerbit Kanisius
- Badan Informasi Geospasial. 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong-Bogor.
- Budi, C. 2000. Model Penduga Biomassa dan Indeks Luas Daun Menggunakan Data Landsat Thematic Mapper (TM) dan Spot Multispektral (XS) Di Hutan Mangrove (Studi Kasus Segara Anakan, Cilacap). Bogor : Program Pascasarjana INSTITUT PERTANIAN BOGOR.
- Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests : a Primer. (FAO Forestry Paper - 134). FAO Rome.
- Danoedoro, P. 1996. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Departemen Kehutanan. 2003. Buku Panduan Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta : Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan.
- Donato, D.C., J.B. Kauffman, D. Murdiyarto, S. Kurnianto, M. Stidham and M. Kanninen. 2011. "Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics". Nature Geoscience 4 (5) : 293-297.
- Forestian, O. 2011. Estimasi Biomassa Kerapatan Mangrove Menggunakan Data Landsat ETM+ Studi di Hutan Lindung dan Hutan Produksi Tetap Muara Gembong, Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat. Bogor : Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

- Forestriko, Hernandea F. dan Hartono. 2015. Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Estimasi Stok Karbon Hutan Mangrove Di Kawasan Segara Anakan Cilacap Jawa Tengah. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Ghufrona, Raden R. 2015. Keragaan Komposisi Jenis Dan Struktur Hutan Mangrove Serta Faktor Lingkungan Fisik Yang Mempengaruhinya di Pulau Sebuk, Kalimantan Selatan. Bogor : Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Gujarati, D. 2003. Ekonometrika Dasar. Terjemah Sumarno Zein. Jakarta: Erlangga.
- Hairiah, K dan S. Rahayu. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan Diberbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor: World Agroforestry Centre.
- IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- Istomo. 1992. Tinjauan Ekologi Mangrove dan Pemanfaatannya di Indonesia. Bogor : Lab Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Jaelani, L M. 2016. Mendapatkan Zenith Angle Pleiades. <<https://lmjaelani.com/2018/03/mendapatkan-zenith-angle-pleiades/>>. Dikunjungi pada tanggal 25 Juni 2018.
- Jaya, I.N. S. 2002. Penginderaan Jauh Satelit untuk Kehutanan. Bogor : Laboratorium Inventarisasi Hutan Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Kementerian Kehutanan. 2012. Peraturan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan No. P.01/VIII-P3KR/2012. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.
- Kristianingsih, L. Wijaya, A.P., dan Sukmono, A. 2016. Analisis Pengaruh Koreksi Atmosfer Terhadap Estimasi

- Kandungan Klorofil-A Menggunakan Citra Landsat 8. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Kurniawan, A. dkk. 2015. "Pengaruh Jumlah Dan Sebaran Gcp Pada Proses Rektifikasi Citra Worldview II (Studi Kasus : Kota Kediri, Jawa Timur)". *Geoid* Vol.11 (1) : 67-74).
- Lailiya, I, N. 2017. Estimasi Kemampuan Daya Serap Biomassa Permukaan Terhadap Karbon Dioksida(Co2) Memanfaatkan Citra Landsat 8 Di Kabupaten Klaten. Surakarta : Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Latuamury, B. 2013. "Hubungan Antara Indeks Vegetasi Ndvi (Normalized Difference Vegetation Index) Dan Koefisien Resesi Baseflow Pada Beberapa Subdas Propinsi Jawa Tengah Dan Daerah Istimewa Yogyakarta". *Jurnal Teknosains* Vol.2 (2) : 71-92.
- Lillesand, T. M. dan Kiefer, R. W. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Manuri, S., C.A.S. Putra dan A.D. Saputra. 2011. *Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan*. Palembang : Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation – GIZ.
- Pambudi, G. P. 2011. Pendugaan biomassa beberapa kelas umur tanaman jenis *Rhyzophora apiculata* BI pada areal PT. Bina Ovivipari Semesta, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Selatan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Parresol, B. 1999. "Assessing tree and stand biomass : a review with examples and critical comparisons". *Forest Science* 45, 573-593.
- Pearson, T., Sandra B. 2004. "Exploration of the carbon sequestration potential of classified forests in the republic of Guinea". Diserahkan ke USAID. USA : Winrock International, Arlington, VA.

- Purbowaseso, B. 1995. Penginderaan Jauh Terapan. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Purwadhi, S.H. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: Grasindo.
- ESA. 2017. Pleiades ESA Archive <https://earth.esa.int/web/guest/-/pleiades_esa>. Dikunjungi pada tanggal 28 Desember 2017.
- Putra, Y. M. P. 2016. Separuh Hutan Mangrove di Jatim Disebut Alami Kerusakan. <<http://nasional.republika.co.id>>. Dikunjungi pada tanggal 17 Oktober 2017.
- Rakhmawati, M. 2012. “Hubungan Biomassa Penutup Lahan dengan Indeks Vegetasi di Kabupaten Mamuju Utara, Sulawesi Barat”. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. *Globe* 14 : 157 - 169.
- Ratnasari, Deni. 2017. Analisa kondisi ekosistem mangrove menggunakan data citra satelit multitemporal dan multilevel (studi kasus: Pesisir Utara Surabaya). Surabaya : Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rehder, J. B. 1985. On The Nature Of Multispectral Remote Sensing, In : *The Surveillant Science – Remote Sensing Of Environment*. New York : R.K. Holdz : ed., John Willey and Son.
- Santoso, N. 2000. Pola Pengawasan Ekosistem Mangrove. Jakarta : Nasional Pengembangan Sistem Pengawasan Ekosistem Laut.
- Santono, N., Bayu, C.N., Ahmad, F.S, dan Ida, F. 2005. Resep Makanan Berbahan Baku Mangrove dan Pemanfaatan Nipah. Lembaga Pengembangan dan Pengkajian Mangrove.
- Sari, V. D., M. Taufik., L. M. Jaelani. 2015. “Perbandingan Pengaruh Koreksi Radiometrik Citra Landsat 8 Terhadap Indeks Vegetasi Pada Tanaman Padi”. ISSN 2301-6752.
- Sudarsono, N. W., Bambang S., dan Arwan P. W. 2016. “Analisis Fase Tumbuh Padi Menggunakan Algoritma Ndvi, Evi,

- Savi, dan Lswi Pada Citra Landsat 8". Jurnal Geodesi Undip Vol.5 (1) ISSN : 2337-845X.
- Sudiana, D. dan Diasmara, E. 2008. "Analisis Indeks Vegetasi menggunakan Data Satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/AQUA-MODIS". Seminar on Intelligent Technology and Its Application. 423-428.
- Sugiyono. 2007. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung : ALFABETA.
- Sutanto. 1994. Penginderaan Jauh Jilid 2. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada Press.
- Sutaryo, D. 2009. Penghitungan Biomassa : Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Bogor : Wetlands International Programme.
- Widyastuti, Y., Sofarianawati, E. 1999. "Karakter Bakteri Asam Laktat Enterococcus sp. Yang diisolasi dari saluran pencernaan Ternak". Jurnal Mikrobiologi Indonesia (4) : 50-53.
- Wijayanti, T. 2015. Evaluasi Potensi Biomassa Hutan Berdasarkan Nilai Indeks Vegetasi Menggunakan Data Penginderaan Jauh. Surabaya : Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan *Strength Of Figure (SoF)*



Gambar 1 Sebaran Titik GCP (Hasil Pengolahan)

Jumlah Baseline : 8
 Jumlah Titik : 5
 N Ukuran : Jumlah Baseline x 3 = 24
 N Parameter : Jumlah Titik x 3 = 15
 U : N Ukuran – N Parameter = 9
 Persamaan :

No	Persamaan
1	$V1 + B1 = XA - XE$
2	$V2 + B2 = XD - XE$
3	$V3 + B3 = XC - XE$
4	$V4 + B4 = XD - XA$
5	$V5 + B5 = XB - XA$
6	$V6 + B6 = XB - XD$
7	$V7 + B7 = XB - XC$
8	$V8 + B8 = XC - XD$

Dari persamaan tersebut diatas, maka diperoleh persamaan sebagai berikut :

No	Persamaan
1	$V1 = XA - XE - B1$
2	$V2 = XD - XE - B2$
3	$V3 = XC - XE - B3$
4	$V4 = XD - XA - B4$
5	$V5 = XB - XA - B5$
6	$V6 = XB - XD - B6$
7	$V7 = XB - XC - B7$
8	$V8 = XC - XD - B8$

Dari persamaan tersebut diatas, maka diperoleh matriks desain A sebagai berikut :

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

Berdasarkan matriks desain A tersebut diatas, maka dapat dihitung nilai Strength Of Figure (SoF) sebagai berikut :

$$SoF = \frac{(Trace[A.A^T]^{-1})}{U} = 0,1185$$

Lampiran 2. Metadata Citra Staelit Pleiades 1A

Citra Satelit Pleiades 1A Multispektral

```
<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_201508280249307_FR1_PX_E112S08_0924_0365
4</DATASET_NAME>
<DATASET_TN_PATH
href="ICON_PHR1A_MS_201508280250045_SEN_1530130101-002.JPG"/>
<DATASET_TN_FORMAT>image/jpeg</DATASET_TN_FORMAT>
<DATASET_QL_PATH
href="PREVIEW_PHR1A_MS_201508280250045_SEN_1530130101-
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</GEODETTIC_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</GEODETTIC
_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_SOURCE_CR
S_CODE>
<CT_TARGET_CRS_NAME>WGS 1984</CT_TARGET_CRS_NAME>
<CT_TARGET_CRS_CODE>urn:ogc:def:crs:EPSG::4978</CT_TARGET_CR
S_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>2015-08-28T02:50:06.8198180Z</START>
<END>2015-08-28T02:50:12.8185940Z</END>
<INCIDENCE_ANGLE>17.5490904735588</INCIDENCE_ANGLE>
</Acquisition_Angles>
<Solar_Incidences>
<SUN_AZIMUTH unit="deg">56.40184336237795</SUN_AZIMUTH>
<SUN_ELEVATION unit="deg">59.86928630804687</SUN_ELEVATION>
</Solar_Incidences>
<Ground_Sample_Distance>
<GSD_ACROSS_TRACK
unit="m">0.7401171175500554</GSD_ACROSS_TRACK>
<GSD_ALONG_TRACK
unit="m">0.7564163530178539</GSD_ALONG_TRACK>
</Ground_Sample_Distance>
</Located_Geometric_Values>
<Located_Geometric_Values>
<LOCATION_TYPE>Center</LOCATION_TYPE>
<TIME>2015-08-28T02:50:09.781Z</TIME>
```

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 3. Dokumentasi Titik Sampel Berdasarkan Kerapatan

Plot	Koordinat (UTM)	Keterangan	Dokumentasi
1	(683464,7864 ; 9203769,256)	Kelas Sedang	
2	(683416,9966 ; 9203757,035)	Kelas Sedang	
3	(683534,5489 ; 9203785,139)	Kelas Sedang	

Plot	Koordinat (UTM)	Keterangan	Dokumentasi
4	(683512,6341 ; 9203763,687)	Kelas Sedang	
5	(683688,8931 ; 9203833,126)	Kelas Tinggi	
6	(683579,0736 ; 9203929,373)	Kelas Sedang	

Plot	Koordinat (UTM)	Keterangan	Dokumentasi
7	(683548,7327 ; 9203959,146)	Kelas Sedang	
8	(683578,9792 ; 9203761,287)	Kelas Tinggi	
9	(683566,9643 ; 9203741,226)	Kelas Sedang	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 4. Data Diameter Pohon Setinggi Dada (Dbh) dan Tinggi Pohon

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
1	1	42	13,36901522	13
	2	29	9,230986699	9
	3	18	5,729577951	9
	4	21	6,68450761	10
	5	29	9,230986699	11
	6	20	6,366197724	9
	7	18	5,729577951	9
	8	19	6,047887837	9
	9	54	17,18873385	14
	10	20	6,366197724	9
	11	49	15,59718442	13
	12	36	11,4591559	11
	13	29	9,230986699	10
	14	32	10,18591636	10
	15	35	11,14084602	11
	16	42	13,36901522	13
	17	31	9,867606472	11
	18	35	11,14084602	11
	19	37	11,77746579	11
	20	33	10,50422624	11
	21	15	4,774648293	9
	22	38	12,09577567	12
	23	58	18,4619734	14
	24	41	13,05070533	13
	25	22	7,002817496	8

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	26	21	6,68450761	5
	27	17	5,411268065	6
	28	15	4,774648293	6
	29	15	4,774648293	6
	30	21	6,68450761	9
	31	25	7,957747155	8
	32	30	9,549296586	11
	33	17	5,411268065	6
	34	19	6,047887837	6
	35	15	4,774648293	6
	36	14	4,456338407	6
	37	9	2,864788976	1,5
	38	12	3,819718634	1,7
	39	11	3,501408748	1,6
	40	11	3,501408748	1,6
	2	1	43	13,68732511
2		28	8,912676813	8
3		24	7,639437268	7
4		21	6,68450761	7
5		25	7,957747155	9
6		36	11,4591559	9
7		26	8,276057041	7
8		40	12,73239545	9
9		48	15,27887454	9
10		40	12,73239545	8
11		28	8,912676813	8
12		23	7,321127382	7

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	13	36	11,4591559	7
	14	37	11,77746579	9
	15	15	4,774648293	6
	16	28	8,912676813	7
	17	36	11,4591559	8
	18	15	4,774648293	6
	19	36	11,4591559	8
	20	49	15,59718442	8
	21	20	6,366197724	8
	22	44	14,00563499	8
3	1	38	12,09577567	11
	2	39	12,41408556	11
	3	29	9,230986699	9
	4	35	11,14084602	11
	5	19	6,047887837	7
	6	18	5,729577951	7
	7	27	8,594366927	9
	8	18	5,729577951	7
	9	24	7,639437268	8
	10	23	7,321127382	9
	11	47	14,96056465	12
	12	47	14,96056465	12
	13	32	10,18591636	11
	14	24	7,639437268	14
	15	55	17,50704374	13
	16	40	12,73239545	12
	17	37	11,77746579	11

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	18	40	12,73239545	12
4	1	20	6,366197724	9
	2	23	7,321127382	9
	3	36	11,4591559	11
	4	29	9,230986699	9
	5	45	14,32394488	12
	6	40	12,73239545	12
	7	41	13,05070533	12
	8	33	10,50422624	11
	9	28	8,912676813	9
	10	48	15,27887454	12
	11	35	11,14084602	11
	12	34	10,82253613	11
	13	37	11,77746579	11
	14	23	7,321127382	10
	15	32	10,18591636	11
	16	22	7,002817496	10
	17	29	9,230986699	10
	18	26	8,276057041	10
	19	18	5,729577951	9
	20	30	9,549296586	11
	21	29	9,230986699	10
	22	36	11,4591559	11
	23	23	7,321127382	9
	24	23	7,321127382	9
	25	27	8,594366927	9
	26	23	7,321127382	9

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	27	19	6,047887837	8
	28	29	9,230986699	9
	29	49	15,59718442	12
	30	47	14,96056465	12
	31	28	8,912676813	9
	32	25	7,957747155	9
	33	27	8,594366927	9
	34	27	8,594366927	9
	35	30	9,549296586	11
	36	25	7,957747155	9
	37	27	8,594366927	9
	38	29	9,230986699	9
	39	29	9,230986699	9
	40	30	9,549296586	11
	41	27	8,594366927	9
42	25	7,957747155	9	
43	12	3,819718634	1,7	
5	1	45	14,32394488	13
	2	33	10,50422624	12
	3	43	13,68732511	13
	4	44	14,00563499	13
	5	23	7,321127382	11
	6	35	11,14084602	12
	7	36	11,4591559	12
	8	35	11,14084602	12
	9	28	8,912676813	11
	10	28	8,912676813	11

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	11	34	10,82253613	12
	12	44	14,00563499	20
	13	50	15,91549431	25
	14	39	12,41408556	20
	15	36	11,4591559	20
	16	36	11,4591559	20
	17	36	11,4591559	20
	18	38	12,09577567	20
	19	45	14,32394488	20
	20	42	13,36901522	20
	21	45	14,32394488	20
	22	38	12,09577567	20
	23	32	10,18591636	12
	24	38	12,09577567	12
	25	48	15,27887454	13
	26	45	14,32394488	13
	27	42	13,36901522	13
	28	40	12,73239545	13
	29	36	11,4591559	12
	30	47	14,96056465	13
	31	41	13,05070533	13
	32	41	13,05070533	13
	33	49	15,59718442	13
	34	37	11,77746579	18
	35	39	12,41408556	18
	36	42	13,36901522	20
	37	46	14,64225476	20

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	38	48	15,27887454	20
	39	50	15,91549431	21
	40	51	16,2338042	21
	41	47	14,96056465	20
	42	38	12,09577567	18
	43	38	12,09577567	18
	44	36	11,4591559	18
	45	13	4,13802852	2
	46	9	2,864788976	1,5
	47	9	2,864788976	1,5
	48	9	2,864788976	1,5
	49	8	2,546479089	1,5
	50	7	2,228169203	1,5
	51	10	3,183098862	1,5
	52	10	3,183098862	1,5
	53	10	3,183098862	1,5
	54	9	2,864788976	1,5
	55	8	2,546479089	1,5
	56	7	2,228169203	1,5
	57	8	2,546479089	1,5
	58	8	2,546479089	1,5
	59	9	2,864788976	1,5
	60	12	3,819718634	1,7
	61	12	3,819718634	1,7
	62	12	3,819718634	1,7
	63	13	4,13802852	2
	64	14	4,456338407	2,1

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	65	9	2,864788976	1,5
	66	9	2,864788976	1,5
	67	8	2,546479089	1,5
	68	7	2,228169203	1,5
	69	10	3,183098862	1,5
	70	10	3,183098862	1,5
	71	12	3,819718634	1,7
	72	13	4,13802852	2
	73	11	3,501408748	1,6
	74	9	2,864788976	1,5
	75	9	2,864788976	1,5
	76	8	2,546479089	1,5
	77	10	3,183098862	1,5
	6	1	70	22,28169203
2		75	23,87324146	30
3		28	8,912676813	31
4		36	11,4591559	25
5		54	17,18873385	27
6		27	8,594366927	27
7		31	9,867606472	28
8		52	16,55211408	29
9		48	15,27887454	26
10		18	5,729577951	15
11		45	14,32394488	27
12		35	11,14084602	28
13		46	14,64225476	30
14		11	3,501408748	1,6

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	15	9	2,864788976	1,5
	16	8	2,546479089	1,5
	17	8	2,546479089	1,5
	18	7	2,228169203	1,5
	19	7	2,228169203	1,5
	20	7	2,228169203	1,5
	21	8	2,546479089	1,5
	22	12	3,819718634	1,7
7	1	58	18,4619734	25
	2	33	10,50422624	25
	3	50	15,91549431	25
	4	44	14,00563499	25
	5	62	19,73521294	25
	6	38	12,09577567	25
	7	35	11,14084602	17
	8	34	10,82253613	18
	9	42	13,36901522	18
	10	35	11,14084602	18
	11	47	14,96056465	18
	12	34	10,82253613	18
	13	34	10,82253613	18
	14	31	9,867606472	18
	15	31	9,867606472	18
	16	37	11,77746579	18
	17	38	12,09577567	18
	18	32	10,18591636	18
	19	28	8,912676813	18

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	20	35	11,14084602	18
	21	66	21,00845249	25
	22	48	15,27887454	30
	23	45	14,32394488	30
	24	35	11,14084602	30
	25	47	14,96056465	19
	26	11	3,501408748	1,6
	27	11	3,501408748	1,6
	28	10	3,183098862	1,5
	29	9	2,864788976	1,5
	30	10	3,183098862	1,5
	31	11	3,501408748	1,6
	32	10	3,183098862	1,5
	33	10	3,183098862	1,5
	34	7	2,228169203	1,5
	35	7	2,228169203	1,5
	36	8	2,546479089	1,5
	37	9	2,864788976	1,5
	38	9	2,864788976	1,5
	39	9	2,864788976	1,5
	40	9	2,864788976	1,5
	41	9	2,864788976	1,5
	42	10	3,183098862	1,5
	43	11	3,501408748	1,6
	44	11	3,501408748	1,6
	45	12	3,819718634	1,6
	46	10	3,183098862	1,5

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	47	11	3,501408748	1,6
	48	14	4,456338407	2,1
	49	13	4,13802852	2
	50	10	3,183098862	1,5
	51	9	2,864788976	1,5
	52	8	2,546479089	1,5
	53	8	2,546479089	1,5
	54	8	2,546479089	1,5
	55	7	2,228169203	1,5
	56	7	2,228169203	1,5
8	1	38	12,09577567	25
	2	36	11,4591559	25
	3	42	13,36901522	25
	4	36	11,4591559	25
	5	41	13,05070533	25
	6	37	11,77746579	25
	7	32	10,18591636	28
	8	40	12,73239545	28
	9	21	6,68450761	28
	10	25	7,957747155	28
	11	34	10,82253613	28
	12	27	8,594366927	28
	13	28	8,912676813	28
	14	53	16,87042397	24
	15	44	14,00563499	24
	16	24	7,639437268	24
	17	38	12,09577567	24

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	18	45	14,32394488	24
	19	46	14,64225476	24
	20	42	13,36901522	24
	21	33	10,50422624	24
	22	30	9,549296586	24
	23	47	14,96056465	23
	24	51	16,2338042	23
	25	46	14,64225476	23
	26	34	10,82253613	23
	27	55	17,50704374	22
	28	50	15,91549431	22
	29	35	11,14084602	19
	30	49	15,59718442	19
	31	45	14,32394488	18
	32	55	17,50704374	18
	33	23	7,321127382	18
	34	51	16,2338042	18
	35	50	15,91549431	19
	36	64	20,37183272	18
	37	66	21,00845249	23
	38	43	13,68732511	23
	39	20	6,366197724	24
	40	25	7,957747155	24
	41	25	7,957747155	30
	42	28	8,912676813	20
	43	43	13,68732511	20
	44	43	13,68732511	24

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	45	52	16,55211408	22
	46	60	19,09859317	23
	47	49	15,59718442	23
	48	56	17,82535363	25
	49	49	15,59718442	23
	50	9	2,864788976	1,5
	51	9	2,864788976	1,5
	52	9	2,864788976	1,5
	53	10	3,183098862	1,5
	54	12	3,819718634	1,8
	55	13	4,13802852	2
	56	8	2,546479089	1,5
	57	9	2,864788976	1,5
	58	10	3,183098862	1,5
	59	10	3,183098862	1,5
	60	11	3,501408748	1,6
	61	12	3,819718634	1,7
	62	13	4,13802852	2
	63	14	4,456338407	2,1
	64	10	3,183098862	1,5
	65	9	2,864788976	1,5
	66	14	4,456338407	1,6
	67	13	4,13802852	1,6
	68	10	3,183098862	1,5
	69	9	2,864788976	1,6
	70	8	2,546479089	1,5
	71	9	2,864788976	1,6

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	72	10	3,183098862	1,5
	73	12	3,819718634	1,8
	74	13	4,13802852	2
	75	8	2,546479089	1,5
	76	10	3,183098862	1,5
	77	11	3,501408748	1,5
	78	11	3,501408748	1,6
	79	8	2,546479089	1,5
	80	7	2,228169203	1,5
	81	7	2,228169203	1,5
	82	7	2,228169203	1,5
	83	10	3,183098862	1,5
	84	9	2,864788976	1,6
	85	10	3,183098862	1,6
	86	11	3,501408748	1,5
	87	10	3,183098862	1,6
	88	10	3,183098862	1,5
	89	7	2,228169203	1,5
	90	7	2,228169203	1,5
	91	10	3,183098862	1,5
	92	10	3,183098862	1,5
	93	12	3,819718634	1,7
	94	13	4,13802852	1,7
	95	11	3,501408748	1,6
	96	9	2,864788976	1,5
	97	9	2,864788976	1,5
	98	9	2,864788976	1,5

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	99	9	2,864788976	1,5
	100	8	2,546479089	1,5
	101	10	3,183098862	1,5
	102	10	3,183098862	1,5
	103	8	2,546479089	1,5
	104	7	2,228169203	1,5
9	1	24	7,639437268	20
	2	13	4,13802852	18
	3	20	6,366197724	18
	4	17	5,411268065	18
	5	13	4,13802852	12
	6	28	8,912676813	20
	7	27	8,594366927	17
	8	24	7,639437268	16
	9	23	7,321127382	16
	10	19	6,047887837	13
	11	32	10,18591636	22
	12	20	6,366197724	20
	13	37	11,77746579	20
	14	22	7,002817496	15
	15	13	4,13802852	15
	16	15	4,774648293	20
	17	17	5,411268065	15
	18	25	7,957747155	17
	19	27	8,594366927	17
	20	28	8,912676813	17
	21	21	6,68450761	17

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	22	28	8,912676813	17
	23	22	7,002817496	18
	24	13	4,13802852	18
	25	26	8,276057041	18
	26	27	8,594366927	20
	27	14	4,456338407	20
	28	14	4,456338407	20
	29	24	7,639437268	20
	30	17	5,411268065	16
	31	16	5,092958179	16
	32	32	10,18591636	19
	33	40	12,73239545	19
	34	44	14,00563499	20
	35	24	7,639437268	20
	36	26	8,276057041	20
	37	18	5,729577951	18
	38	13	4,138028520	16
	39	25	7,957747155	20
	40	13	4,138028520	16
	41	13	4,138028520	16
	42	15	4,774648293	16
	43	22	7,002817496	20
	44	23	7,321127382	20
	45	21	6,68450761	20
	46	17	5,411268065	18
	47	13	4,138028520	17
	48	15	4,774648293	17

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	49	26	8,276057041	17
	50	9	2,864788976	1,5
	51	10	3,183098862	1,5
	52	9	2,864788976	1,5
	53	10	3,183098862	1,5
	54	8	2,546479089	1,5
	55	8	2,546479089	1,5
	56	7	2,228169203	1,5
	57	11	3,501408748	1,5
	58	10	3,183098862	1,5
	59	9	2,864788976	1,5
	60	10	3,183098862	1,5
	61	10	3,183098862	1,5
	62	7	2,228169203	1,5
	63	8	2,546479089	1,5
	64	9	2,864788976	1,5
	65	9	2,864788976	1,5
	66	9	2,864788976	1,5
	67	10	3,183098862	1,6
	68	11	3,501408748	1,6
	69	11	3,501408748	1,6
	70	11	3,501408748	1,6
	71	11	3,501408748	1,6
	72	7	2,228169203	1,5
	73	7	2,228169203	1,5
	74	11	3,501408748	1,8
	75	10	3,183098862	1,7

Plot	No	Keliling (cm)	DBH	Tinggi Pohon (m)
	76	10	3,183098862	1,6
	77	12	3,819718634	1,6
	78	13	4,138028520	1,6
	79	9	2,864788976	1,5
	80	9	2,864788976	1,5
	81	10	3,183098862	1,5
	82	11	3,501408748	1,5
	83	11	3,501408748	1,6
	84	11	3,501408748	1,7

Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Survei



Gambar 2 Pangukuran Diameer Setinggi Dada (Dbh)



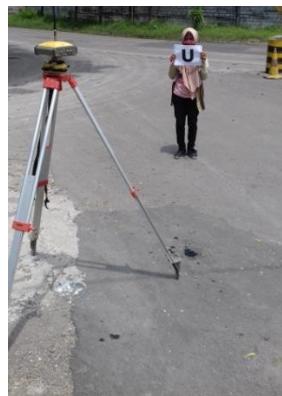
Gambar 3 Pangukuran Tinggi Pohon



Gambar 4 Pengambilan Sampel Air dan Koordinat Plot



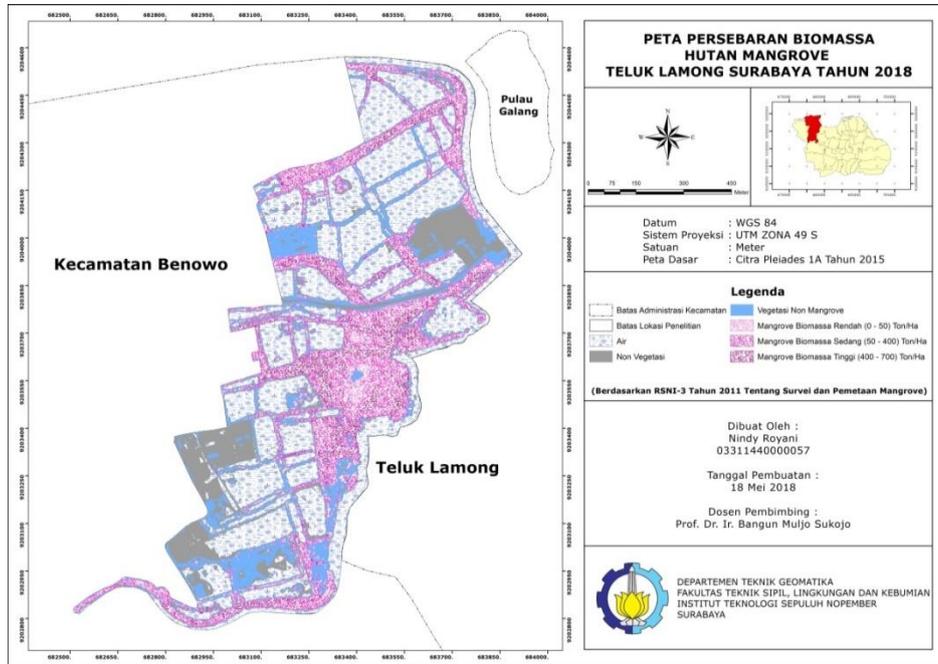
(a)



(b)

Gambar 5 Pengukuran Titik ICP (a), Pengukuran Titik GCP (b)

Lampiran 6. Peta Persebaran Biomassa Hutan Mangrove Teluk Lamong Tahun 2018



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Nindy Royani dan biasa dipanggil Nindy. Lahir di Surabaya pada tanggal 01 Mei 1996. Anak kedua dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Kalisari II Surabaya (2002-2008), SMPN 19 Surabaya (2008-2011), SMA Dr. Soetomo Surabaya (2011-2014). Setelah lulus SMA, penulis memilih melanjutkan studi S-1 dan diterima di Departemen Teknik Geomatika-FTSLK ITS Surabaya pada tahun 2014 melalui jalur SBMPTN. Penulis terdaftar dengan NRP 3514100057. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi dan menjadi staff Divisi Seni dan Olahraga HIMAGE-ITS periode 2015/2016 dan staff ahli Divisi Kewirausahaan HIMAGE-ITS periode 2016/2017. Penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen tingkat Pra-Tingkat Dasar FTSLK-ITS, Pelatihan Tingkat Dasar HIMAGE-ITS, Pelatihan Karya Tulis Ilmiah HIMAGE-ITS. Prestasi yang pernah diraih penulis antara lain PKM-KC terdani periode 2016/2017 dan PKM-PE terdani periode 2016/2017. Penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktik di Badan Informasi Geospasial pada tahun 2017. Untuk menyelesaikan studi S-1, penulis memilih bidang keahlian Geospasial, dengan judul Tugas Akhir “Analisis Persebaran Biomassa Hutan Mangrove Berdasarkan Korelasi Nilai Indeks Vegetasi Dengan Nilai Allometrik Biomassa (Studi Kasus : Teluk Lamong Surabaya)”.