



TUGAS AKHIR - RG 141536

ANALISIS BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT MULTILEVEL DI KECAMATAN RENGEL KABUPATEN TUBAN

DIAH AGUSTIN
NRP 3513 100 050

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

Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RG 141536

ANALISIS BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT MULTILEVEL DI KECAMATAN RENGEL KABUPATEN TUBAN

**DIAH AGUSTIN
NRP 3513 100 050**

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

**Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATED THESIS - RG 141536

**FLOOD ANALYSIS USING MULTILEVEL
SATELLITE IMAGERY IN RENGEL SUBDISTRICT
TUBAN REGENCY**

**DIAH AGUSTIN
NRP 3513 100 050**

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

**GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT MULTILEVEL DI KECAMATAN RENGEL KABUPATEN TUBAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DIAH AGUSTIN
NRP. 3513 100 050

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukoro., DEA., DESS (.....)
NIP. 19530527 198303 1 001



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISIS BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT MULTILEVEL DI KECAMATAN RENGEL KABUPATEN TUBAN

Nama : Diah Agustin
NRP : 3513 100 050
Departemen : Teknik Geomatika
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo.,DEA., DESS.

ABSTRAK

Banjir merupakan peristiwa terjadinya genangan pada daerah datar sekitar sungai sebagai akibat meluapnya air sungai yang tidak mampu ditampung oleh sungai. Selain itu, banjir adalah interaksi antara manusia dengan alam dan sistem alam itu sendiri. Bencana banjir ini merupakan aspek interaksi manusia dengan alam yang timbul dari proses dimana manusia mencoba menggunakan alam yang bermanfaat dan menghindari alam yang merugikan manusia (Purnama,2008). Dalam perbandingan jumlah bencana yang terjadi di Indonesia pada tahun 1815 – 2017, banjir menempati peringkat pertama yaitu sebesar 35% dari kejadian bencana lainnya (BNPB,2016). Hampir setiap tahun tepatnya pada musim penghujan terjadi banjir di beberapa daerah, termasuk di daerah Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban. Banjir yang terjadi di Kabupaten Tuban disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, selain itu dikarenakan Kecamatan Rengel dilalui Sungai Bengawan Solo. Di Kabupaten Tuban, bencana banjir menempati peringkat pertama sebesar 44% dari kejadian bencana lainnya (BNPB,2016).

Berita Banjir di kecamatan Rengel Kabupaten Tuban sendiri bisa setiap tahun dikabarkan, baik di media online, media cetak dan juga televisi. Oleh karena itu perlu adanya pembuatan peta rawan banjir untuk meminimalisir korban banjir. Dalam pembuatan peta ini memanfaatkan ilmu SIG (Sistem Informasi

Geospasial). SIG Merupakan pengolahan data geografis yang didasarkan pada kerja Komputer. Dalam analisis tingkat kerawanan banjir digunakan beberapa parameter yang menggambarkan kondisi lahan. Gambaran mengenai kondisi lahan tersebut pada dasarnya memiliki distribusi keruangan (spasial), atau dengan kata lain kondisi lahan antara satu tempat tidak sama dengan tempat yang lain. Media yang paling sesuai untuk menggambarkan distribusi spasial ini adalah peta. Dengan demikian parameter tumpang tindih harus direpresentasikan kedalam bentuk peta. Disini Peneliti menggunakan dua citra satelit yang memiliki resolusi spasial berbeda yaitu citra resolusi menengah yaitu Landsat-8, citra resolusi tinggi Quickbird untuk pembuatan Informasi Geospasial Rawan Bencana Banjir.

Terdapat 4 kelas kerawanan banjir meliputi sangat rawan, rawan, tidak rawan, dan aman. Kabupaten Tuban didominasi dengan kelas Rawan dengan luas sebesar 102.582 Ha dengan persentase 52%. Kecamatan Rengel didominasi dengan kelas Sangat Rawan dengan presentase 67% dan luas 8,693 Ha. Parameter yang berpengaruh lebih besar yaitu Tekstur Tanah dan kemiringan lereng. Hasil dari penelitian ini adalah peta rawan banjir tingkat kecamatan (1:5.000) dan tingkat Kabupaten (1:25.000).

Kata kunci : Banjir, Landsat-8, Quickbird, Peta Rawan Banjir, SIG.

FLOOD ANALYSIS USING MULTILEVEL SATELLITE IMAGE IN RENGEL SUBDISTRICT TUBAN REGENCY

Name : Diah Agustin
NRP : 3513 100 050
Department : Geomatics Engineering
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo., DEA., DESS.

ABSTRACT

Flood is the occurrence of puddles on the flat area around the river as a result of overflowing a large amount of water river beyond its normal. This flood disaster is an aspect of human interaction with nature arising from the process whereby human beings try to use a beneficial nature and avoid nature that harms human (Purnama, 2008). In a comparison of the disaster number in Indonesia (1815 – 2017), flood disaster gets first rank in amount of 35% for the other disasters (BNPB,2016). Almost every year precisely in the rainy season there are floods in some areas, including Rengel District Tuban Regency. Flood that occurred in Tuban Regency caused by high rainfall, and the other reason is because of Rengel District traversed by Bengawan Solo River. Tuban Regency, flood gets first rank by 44% of other disasters (BNPB,2016).

News of Flood in Rengel District Tuban Regency itself can be reported every year, both in online media, print media and television. Therefore it is necessary to make a map of prone flood to minimize flood victims. In making this map utilizing the science of GIS (Geospatial Information System). GIS Is the processing of geographical data based on the work of Computers. In the flood vulnerability analysis, several parameters are used to describe the condition of the land. The description of the condition of the land basically has spatial distribution, or in other words the condition of land are different with the other lands. The most appropriate tools for describing this spatial distribution is a map. Thus the

overlapping parameters must be represented in map. Researcher uses two satellite images that have different spatial resolution that is medium resolution image for Landsat-8, high-resolution image for Quickbird.

There are 4 classes of flood prone classification include very prone, prone, not prone, and secure. Tuban Regency is dominated by prone classification with an area of 102,582 Hectares and 52% percentage. Rengel Subdistrict is dominated by very prone classification with 67% and the area is 8,693 Hectares. Parameters that have greater effect are soil texture and slope. The results of this research are map of flood prone for subdistrict level (1: 5.000) and District/Regency level (1: 25.000).

Keywords: Flood, Geospatial Information System, Landsat 8, Map of Flood Prone, Quickbird.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas nikmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul:

“ANALISIS BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT MULTILEVEL DI KECAMATAN RENGEL KABUPATEN TUBAN”

Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan tahap Strata I pada Departemen Teknik Geomatika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Keluarga penulis, khususnya Ibu & kakak-kakak penulis atas doa, dukungan dan kasih sayang selama ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo., DEA., DESS selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak Yanto Budisusanto ST.M.Eng selaku koordinator tugas akhir penulis. Terimakasih atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan.
4. Ibu Ira Mutiara Anjasmara, ST., M.Phil selaku dosen wali penulis. Terimakasih atas dukungan dan bantuan yang telah Ibu berikan.
5. Bapak Ibu Dosen Teknik Geomatika atas bimbingan dan ilmu yang diberikan selama ini, Bapak dan Ibu Tata Usaha, Laboran Laboratorium Geospasial (Bapak Bambang), Laboran Laboratorium Geosurveying (Mas Hamsah) serta seluruh staff dan karyawan Teknik Geomatika yang telah membantu kelancaran proses akademis, dsb.
6. Teman-teman Jurusan Teknik Geomatika angkatan 2013 & 2014 atas dukungan, bantuan dan do'a.

7. Teman-teman Seperjuangan diLaboratorium Geospasial. Ria M, Aji K, Renita E S, Friska M O B, Salwa N, Citra P, Deni R, M P Prayoga, Dhiaulhaq A, Fitriya A.
8. Teman-teman Ngukur (C Widi P, R Yoze O, Alif F, Aryan P) atas bantuannya pada saat pengambilan data lapangan di Kecamatan Rengel.
9. Semua pihak yang telah membantu selama pengerjaan laporan, yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kemudahan kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Besar harapan penulis agar laporan Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca dan diterima sebagai tambahan pemikiran dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Juli 2017

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II	5
2.1 Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban	5
2.2 Bencana Banjir	7
2.3 Banjir Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban	8
2.4 Dampak Banjir	9
2.5 Curah Hujan	10
2.6 Daerah Aliran Sungai (DAS)	11
2.7 Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh ...	12
2.7.1 Sistem Informasi Geografi (SIG)	12
2.7.2 Penginderaan Jauh.....	13
2.8 Analisis Spasial	14
2.9 Pengolahan Citra Digital	15
2.10 Digital Elevation Model (DEM).....	17
2.10.1 Data DEM (Digital Elevation Model)	18
2.11 Citra Satelit.....	20
2.11.1 Landsat 8	20
2.11.2 Quickbird.....	21
2.12 Tutupan Lahan.....	22
2.13 Kemiringan Lereng.....	23
2.14 Reklasifikasi & Skoring	24

2.15 Pembobotan.....	26
2.16 <i>Vegetation Index and Water Index</i>	26
2.17 <i>Peta & Overlay</i>	28
2.18 Penelitian Terdahulu.....	30
BAB III	33
3.1 Lokasi Penelitian	33
3.2 Data dan Peralatan.....	33
3.2.1 Data	33
3.2.2 Peralatan	34
3.3 Metodologi Penelitian	33
3.3.1 Tahap Pelaksanaan	34
3.3.2 Tahap Pengolahan	36
BAB IV	41
4.1 Banjir Kabupaten Tuban	41
4.1.1 Umum.....	41
4.1.2 Koreksi Citra	42
4.1.3 Peta Tutupan Lahan.....	44
4.1.4 Peta Curah Hujan.....	47
4.1.5 Peta Tekstur Tanah.....	52
4.1.6 Peta Kemiringan Lereng.....	56
4.1.7 Peta Buffer Sungai.....	59
4.1.8 Vegetation Indeks & Water Indeks	61
4.1.9 Overlay dan Pembobotan	65
4.1.10 Perbandingan Nilai Pengolahan Sampel Data	70
BAB V	81
5.1 Kesimpulan.....	81
5.1 Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kejadian Bencana di Kabupaten Tuban	2
Gambar 2.1 Tutupan Lahan Kecamatan Rengel	5
Gambar 2.2 DEM.....	18
Gambar 2.3 Grid, TIN, Kontur	19
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan.....	35
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan (Tahap 1)	37
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan (Tahap 2)	38
Gambar 4.1 Diagram Bencana di Kabupaten Tuban	41
Gambar 4.2 Tutupan Lahan Kabupaten Tuban.....	44
Gambar 4.3 Diagram Tutupan Lahan Kabupaten Tuban	45
Gambar 4.4 Diagram Tutupan Lahan Kecamatan Rengel	46
Gambar 4.5 Tutupan Lahan Kecamatan Rengel	46
Gambar 4.6 Titik Stasiun Curah Hujan.....	47
Gambar 4.7 Peta Curah Hujan Kabupaten Tuban.....	49
Gambar 4.8 Diagram Curah Hujan Tuban	50
Gambar 4.9 Curah Hujan Kecamatan Rengel.....	51
Gambar 4.10 Diagram Curah Hujan Rengel.....	52
Gambar 4. 11 Peta Tekstur Tanah Kabupaten Tuban	53
Gambar 4.12 Diagram Tekstur Tanah Tuban	54
Gambar 4.13 Peta Tekstur Tanah Kecamatan Rengel	55
Gambar 4.14 Diagram Tekstur Tanah Rengel	55
Gambar 4.15 Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Tuban	56
Gambar 4.16 Diagram Kemiringan lereng Tuban	57
Gambar 4.17 Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Rengel	58
Gambar 4.18 Diagram Kemiringan Lereng Kecamatan Rengel	59
Gambar 4.19 Peta Buffer Sungai Kabupaten Tuban.....	60
Gambar 4.20 Peta Buffer Sungai Kecamatan Rengel	60
Gambar 4.21 Peta NDVI.....	61
Gambar 4.22 Diagram NDVI	62
Gambar 4.23 Peta SAVI	63
Gambar 4.24 Peta NDWI.....	64
Gambar 4.25 Diagram klasifikasi NDWI	64

Gambar 4.26 Peta Rawan Banjir Kabupaten Tuban	67
Gambar 4.27 Diagram Klasifikasi Daerah Rawan Banjir Tuban...	68
Gambar 4.28 Uji korelasi NDWI dengan Uji Laboratorium.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Citra Satelit Quickbird.....	22
Tabel 2. 2 Klasifikasi Lereng.....	23
Tabel 2. 3 Curah Hujan.....	24
Tabel 2. 4 Pemberian Skor Parameter Tekstur Tanah.....	25
Tabel 2. 5 Pemberian Skor Parameter Tutupan lahan.....	25
Tabel 2. 6 Pemberian Skor Parameter Buffer Sungai	26
Tabel 2. 7 Algoritma	27
Tabel 4.1 Koordinat Lapangan	43
Tabel 4.2 Tutupan lahan Kabupaten Tuban.....	44
Tabel 4.3 Tutupan lahan Kecamatan Rengel.....	45
Tabel 4.4 Data Curah Hujan 2015 di 25 stasiun di Tuban.....	48
Tabel 4.5 Curah Hujan Kabupaten Tuban	50
Tabel 4.6 Curah Hujan Kecamatan Rengel.....	51
Tabel 4.7 Tekstur Tanah Kabupaten Tuban.....	53
Tabel 4.8 Tekstur Tanah Kecamatan Rengel.....	54
Tabel 4.9 Kemiringan Lereng Kabupaten Tuban.....	57
Tabel 4.10 Kemiringan Lereng Kecamatan Rengel.....	58
Tabel 4.11 Klasifikasi NDVI & Luasnya di Kabupaten Tuban.....	60
Tabel 4.12 Klasifikasi NDWI & Luasnya di Kabupaten Tuban.....	63
Tabel 4.13 Skoring Variabel Penentu Daerah Bahaya Banjir.....	65
Tabel 4.14 Klasifikasi Daerah Rawan Banjir.....	67
Tabel 4.15 Daerah Rawan Banjir Kecamatan Rengel.....	68
Tabel 4.16 Nilai <i>Vegetation Index</i> dan <i>Water Index</i>	70
Tabel 4.17 Nilai Uji Laboratorium tanah dan air.....	71
Tabel 4.18 Nilai RGB foto UAV	71
Tabel 4.19 Nilai Uji korelasi NDWI dengan Uji Laboratorium	72
Tabel 4.20 Kekuatan Hubungan	72
Tabel 4.21 Perbandingan visual antara Foto UAV dan SAVI.....	73
Tabel 4.22 Perbandingan visual antara Foto UAV dan NDVI.....	75
Tabel 4.23 Perbandingan visual antara Foto UAV dan NDWI.....	77

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel Pengukuran
- Lampiran 2. Form Pengukuran GPS
- Lampiran 3. Foto Pengukuran GPS
- Lampiran 4. Hasil Uji sampel Kadar Air
- Lampiran 5 Hasil Uji sampel Tanah
- Lampiran 6 Data Curah Hujan Kabupaten Tuban
- Lampiran 7. Peta Tutupan Lahan (Terlampir)
- Lampiran 8. Peta Curah Hujan (Terlampir)
- Lampiran 9. Peta Tekstur Tanah (Terlampir)
- Lampiran 10. Peta Kemiringan Lereng (Terlampir)
- Lampiran 11. Buffer Daerah Aliran Sungai (Terlampir)
- Lampiran 12. Peta NDVI (Terlampir)
- Lampiran 13. Peta SAVI (Terlampir)
- Lampiran 14. Peta NDWI (Terlampir)
- Lampiran 15. Peta Rawan Banjir Kabupaten Tuban(Terlampir)
- Lampiran 16. Peta Rawan Banjir Kecamatan Rengel
(Terlampir)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

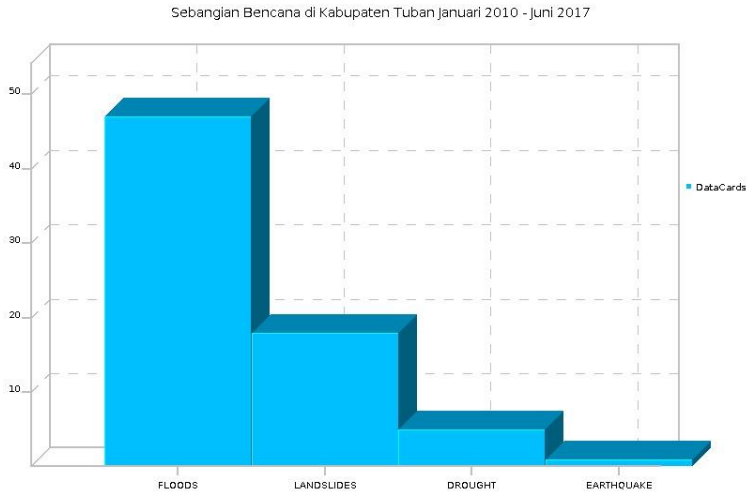
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Richard (1995) mengartikan banjir dalam dua pengertian, yaitu: 1) meluapnya air sungai yang disebabkan oleh debit sungai yang melebihi daya tampung sungai pada keadaan curah hujan tinggi, 2) genangan pada daerah dataran rendah yang datar yang biasanya tidak tergenang. Adapun faktor penyebab banjir menurut Sutopo (1999) banjir dibedakan menjadi persoalan yang disebabkan aktifitas penduduk dan kondisi alam. Faktor aktifitas penduduk berpengaruh terhadap keadaan banjir seperti tumbuhnya daerah budidaya di daerah dataran banjir, penimbunan daerah rawa atau situ, menyempitnya alur sungai akibat adanya pemukiman di sepanjang sepadan sungai. Sedangkan pengaruh dari kondisi alam yang dimaksud antara lain curah hujan yang tinggi, melimpahnya air sungai, dan bendungan muara sungai akibat air pasang dari laut.

Kabupaten Tuban Merupakan salah satu Kabupaten dari 38 Kabupaten/Kota yang terletak di provinsi Jawa Timur dan terletak pada 111,30°-112,35° BT dan 6,40°-7,18° LS. Luas wilayah Daratan Kabupaten Tuban adalah 1.839,94 Km² dengan panjang pantai 65 Km dan luas wilayah lautan sebesar 22.608 Km². Batas Daerah, disebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Lamongan, sebelah Utara dengan Laut Jawa, sebelah Selatan dengan Kabupaten Bojonegoro dan sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Rembang & Blora Provinsi Jawa Tengah (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tuban, 2016).

Setiap tahun Kabupaten Tuban mengalami kejadian banjir. Hal tersebut dapat dibuktikan dari gambar dibawah ini: Dimana Banjir menempati jumlah terbanyak dalam sebagian kejadian bencana di Kabupaten Tuban, yaitu sebanyak 47 kejadian banjir yang terjadi pada 7 tahun terakhir.



Gambar 1.1 Kejadian Bencana di Kab.Tuban per Januari 2010 - Juni 2017

Sumber: BNPB,2017

Dimana, kecamatan Rengel yang merupakan wilayah terparah terjadinya banjir tahunan dari luapan Sungai Bengawan solo (Situs Resmi Pemerintah Kabupaten Tuban, 2016). Kecamatan Rengel merupakan salah satu dari 20 Kecamatan yang berada di Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Tepatnya berada di sebelah Selatan dari Ibu Kota Kabupaten Tuban yang berjarak \pm 30 Km. Kecamatan Rengel berada di ketinggian 22 m dari permukaan laut. Sebagai bagian dari daerah tropis yang hanya mengenal musim hujan dan musim kemarau. Kecamatan Rengel dilalui oleh aliran Sungai Bengawan Solo terutama wilayah bagian selatan yaitu Desa Karangtinoto, Tambakrejo, Kanorejo, Ngadirejo Sumberjo, Campurejo, dan Prambonwetan yang hampir setiap tahun sungai Bengawan solo mengalami luapan yang besar sehingga sering terjadi bencana banjir (Koordinator Statistik Kecamatan Rengel, 2016).

Pada penelitian tugas akhir ini meneliti tentang analisis banjir dengan menggunakan citra satelit multilevel di

Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban dengan memanfaatkan ilmu SIG. SIG Merupakan pengolahan data geografis yang didasarkan pada kerja Komputer. Dalam analisis tingkat kerawanan banjir digunakan beberapa parameter yang menggambarkan kondisi lahan. Gambaran mengenai kondisi lahan tersebut pada yang dasarnya memiliki distribusi keruangan (spasial), atau dengan kata lain kondisi lahan antara satu tempat tidak sama dengan tempat yang lain. Media yang paling sesuai untuk menggambarkan distribusi spasial ini adalah peta. Dengan demikian parameter tumpang tindih harus direpresentasikan kedalam bentuk peta. Disini Peneliti menggunakan dua citra satelit yang memiliki resolusi spasial berbeda untuk pembuatan Informasi Geospasial Bencana Banjir tingkat kecamatan (1:5.000) dan tingkat Kabupaten (1:25.000).

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana mitigasi yang sudah dilakukan untuk menanggulangi Banjir Tuban ?
- b. Bagaimana penentuan daerah rawan bencana banjir yang terdapat pada Kabupaten Tuban jika ditinjau dari parameter-parameter yang mempengaruhi terjadinya bencana banjir?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

- a) Citra satelit multilevel yang digunakan yaitu Landsat 8 bulan Juni 2015 dan Quickbird bulan Oktober 2013.
- b) Daerah Penelitian yang diambil adalah Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

- a. Membuat peta rawan bencana banjir untuk mitigasi bencana banjir di Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban ditinjau dari parameter parameter curah hujan, daerah aliran sungai, data jenis tanah, dan data *digital elevation model*, peta tutupan

lahan yang sudah diolah dari citra Landsat 8 untuk skala 1:25.000 dan dari citra Quickbird untuk tutupan lahan dengan skala 1:5000.

- b. Melakukan Analisis daerah rawan Banjir di Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

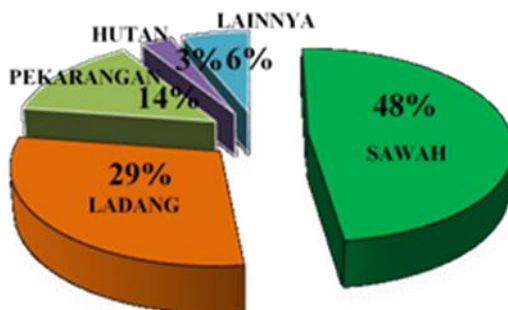
- a. Memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah yang termuat dalam bentuk peta sebagai pertimbangan dalam mitigasi bencana banjir.
- b. Sebagai salah satu upaya dalam penyadaran kepada masyarakat untuk mengurangi tindakan yang dapat memicu terjadinya banjir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban

Kecamatan Rengel merupakan salah satu dari 20 Kecamatan yang berada di Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Tepatnya berada di sebelah Selatan dari Ibu Kota Kabupaten Tuban yang berjarak \pm 30 Km, Kecamatan Rengel berada di ketinggian 22 m dari permukaan laut. Batas – batas Kecamatan Rengel meliputi Kecamatan Grabagan sebelah utara, Kabupaten Bojonegoro sebelah selatan, Kecamatan Plumpung sebelah timur dan Kecamatan Soko sebelah barat

Kecamatan Rengel meliputi 16 desa, yaitu Kebonagung, Bulurejo, Karangtino, Tambakrejo, Kanorejo, Ngadirejo, Sumberjo, Campurejo, Banjararum, Prambonwetan, Banjaragung Punggulrejo, Rengel ,Sawah, Maibit, dan Pekuwon. Kecamatan Rengel memiliki Luas 5.851,58 Ha. Terdiri dari 2.808,85 Ha tanah sawah, 1718,268 Ha tanah ladang, 801,59 Ha tanah pekarangan, 166 Ha hutan, dan 357,292 Ha tanah lainnya (Kecamatan Rengel Dalam Angka, 2016)



Gambar 2.1 Tutupan Lahan Kecamatan Rengel
Sumber: Kecamatan Rengel Dalam Angka, 2016

Disamping itu sebagian wilayah Kecamatan Rengel juga dilalui oleh aliran Sungai Bengawan Solo terutama

wilayah bagian selatan yaitu Desa Karangtinoto, Tambakrejo, Kanorejo, Ngadirejo Sumberjo, Campurejo, dan Prambonwetan yang hampir setiap tahun sungai Bengawan solo mengalami luapan yang besar sehingga terjadi bencana banjir. Tetapi disamping berdampak negatif aliran sungai Bengawan Solo juga berdampak positif terutama di bidang pertanian karena di musim kemarau aliran sungai Bengawan Solo dapat digunakan untuk mengairi lahan persawahan (Koordinator Statistik Kecamatan Rengel, 2016).

Kabupaten Tuban Merupakan salah satu Kabupaten yang terletak di provinsi Jawa Timur dan terletak pada $111^{\circ}30' - 112^{\circ}35'$ BT dan $6^{\circ}40' - 7^{\circ}18'$ LS. Batas Daerah, disebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Lamongan, sebelah Utara dengan Laut Jawa, sebelah Selatan dengan Kabupaten Bojonegoro dan sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Rembang & Blora Provinsi Jawa Tengah. Luas wilayah Daratan Kabupaten Tuban adalah $1.839,94 \text{ Km}^2$ dengan panjang pantai 65 Km dan luas wilayah lautan sebesar 22.608 Km^2 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tuban, 2016). Tuban memiliki titik terendah, yakni 0 m dpl yang berada di Jalur Pantura dan titik tertinggi 500 m yang berada di Kecamatan Grabagan. Tuban juga dilalui oleh Sungai Bengawan Solo yang mengalir dari Solo menuju Gresik. Secara geologis Kabupaten Tuban termasuk dalam cekungan Jawa Timur utara yang memanjang pada arah barat ke timur mulai Semarang sampai Surabaya. Sebagian besar Kabupaten Tuban termasuk dalam Zona Rembang yang didominasi endapan, umumnya berupa batuan karbonat. Zona Rembang didominasi oleh perbukitan kapur. Ketinggian daratan di Kabupaten Tuban bekisar antara 0 - 500 mdpl. Bagian utara merupakan dataran rendah dengan ketinggian 0-15 m diatas permukaan laut, bagian selatan dan tengah juga merupakan dataran rendah dengan ketinggian 5-500 m. Daerah yang berketinggian 0-25 m terdapat disekitar pantai dan sepanjang bengawan solo sedangkan daerah yang berketinggian diatas 100 m terdapat di kecamatan Montong (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tuban, 2016).

2.2 Bencana Banjir

Definisi Bencana Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana menyebutkan definisi Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Di Indonesia sering terjadi bencana, salah satunya adalah banjir. Banjir adalah peristiwa atau keadaan dimana terendamnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat (UU 24 tahun 2007). Definisi lain mengatakan Banjir adalah suatu proses melimpahnya air sungai dan menggenangi daerah hingga melebihi batas tertentu serta menimbulkan kerugian. Banjir juga terjadi bukan hanya karena bersumber dari harapan sungai, tetapi juga dari aliran air dari daratan tinggi daratan rendah (Endarto, 2008).

Pada umumnya banjir terjadi pada musim hujan. Hal ini disebabkan oleh intensitas air hujan yang sangat tinggi dan berlangsung pada waktu yang lama. Air yang turun ke permukaan tanah, khususnya sungai, tidak bisa tertampung lagi dan akhirnya menggenangi daerah permukiman atau pertanian.

Banjir dapat disebabkan oleh campur tangan manusia, seperti penebangan hutan di DAS terutama di daerah hulu. Tidak adanya akar-akar tanaman yang menyerap air ke dalam tanah mengakibatkan erosi tanah. Penanaman pohon-pohon atau pembuatan bangunan-bangunan di pinggir atau bahkan di lembah sungai menjadi terhambat. Aliran yang terhambat menyebabkan terjadinya banjir. Secara umum penyebab terjadinya banjir dibagi menjadi tiga faktor (Nugroho, 2002):

1. Faktor peristiwa alam (dinamis), yang meliputi: intensitas curah hujan tinggi, pembendungan (dari laut/pasang dan dari sungai induk), penurunan tanah (*land subsidence*), dan pendangkalan sungai.

2. Faktor kondisi alam (statis), yang meliputi: kondisi geografi, topografi, geometri sungai (kemiringan, *meandering*, *bottleneck*, sedimentasi).
3. Faktor kegiatan manusia (dinamis), seperti: pembangunan di dataran banjir, tata ruang di dataran banjir yang tidak sesuai, tata ruang/peruntukan lahan di DAS, permukiman di bantaran sungai, pembangunan drainase, bangunan sungai, sampah, prasarana pengendali banjir yang terbatas, persepsi masyarakat yang keliru terhadap banjir.

Resiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat (Carter, 1992). Lebih lanjut Carter menambahkan bahwa untuk menentukan ancaman bencana, maka diperlukan penilaian risiko (*risk*) bencana dengan mengidentifikasi tingkat bahaya (*hazard*) dan menduga tingkat kerentanan (*vulnerability*). Saat ini, penelitian dan praktek penanggulangan bencana makin fokus pada pengurangan kerentanan sosial dari masyarakat (Wisner 2006; Birkmann 2006; Pelling 2009 ; Bankoff *et al.* 2004; Wisner *et al.* 2004; UNISDR 2004). Pemahaman ini datang dari kesadaran bahwa kerentanan terhadap bencana sesungguhnya dihasilkan dari proses-proses sosial, ekonomi dan politik yang memodifikasi cara bagaimana masyarakat mereduksi risiko, berhadapan (*coping*) dan respon terhadap ancaman (*hazards*) secara beragam (Wisner *et al.* 2004).

2.3 Banjir Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban

Salah satu contoh banjir akibat luapan dari sungai Bengawan Solo pada tanggal 10 februari yang sudah merendam belasan desa yang berada di empat kecamatan di kabupaten Tuban yang wilayahnya dikawasan bantaran meliputi Kecamatan Soko, Kecamatan Rengel, Kecamatan Plumpang, dan Kecamatan Widang dengan Kecamatan Rengel yang merupakan wilayah terparah terjadinya banjir tahunan dari

luapan Sungai Bengawan solo (Situs Resmi Pemerintah Kabupaten Tuban, 2016).

2.4 Dampak Banjir

Dampak banjir terhadap masyarakat tidak hanya berupa kerugian harta benda dan bangunan. Selain itu, banjir juga mempengaruhi perekonomian masyarakat dan pembangunan masyarakat secara keseluruhan, terutama kesehatan dan pendidikan (Arduino dkk, 2007).

1. Dampak Banjir pada Bidang Kesehatan

Setelah banjir, besar kemungkinan bahwa wabah penyakit mengancam daerah yang terkena banjir. Hal ini karena aliran banjir membawa sampah dan kotoran, ketika banjir surut, sampah dan kotoran akan berserakan di daerah yang terkena banjir. Keadaan ini dapat menurunkan tingkat kesehatan dari suatu daerah jika tidak ditanggulangi dengan cepat. Penyakit yang biasanya tersebar melalui sampah dan kotoran adalah diare dan penyakit yang dibawa oleh nyamuk (malaria, demam berdarah, dll). Di sisi lain, banjir dapat mencemari sumber air dari daerah di sekitarnya. Ketika banjir melewati suatu daerah, kandungan zat kimia dari dalam tanah dapat terbawa oleh air dan tercampur dalam aliran banjir. Kemudian aliran banjir akan mengalir sampai ke sumber air dan menjadi polutan pada sumber air tersebut. Hal ini dapat menyebabkan keracunan air pada daerah sekitar bencana.

2. Dampak Banjir pada Bidang Ekonomi

Banjir dapat memberi berdampak pada kerugian ekonomi suatu daerah. Pada dasarnya, ketika banjir menggenangi suatu pemukiman, besar kemungkinan pemukiman tersebut menjadi tidak layak tinggal lagi. Dari sisi perseorangan, biasanya perabot atau peralatan rumah tangga yang terkena banjir tidak mampu dipakai lagi. Ketika aliran air dari banjir ekstrim, tidak menutup kemungkinan dapat merusak daerah pemukiman suatu daerah. Dari sisi pemerintah, untuk melakukan perbaikan di daerah yang terkena banjir dibutuhkan biaya tambahan. Ditambah lagi dengan biaya pemeliharaan fasilitas yang dapat

mencegah banjir seperti drainase, bendungan, atau gerbang sungai setiap tahunnya.

3. Dampak Banjir pada Bidang Sosial

Banjir dapat berdampak juga pada bidang sosial. Jumlah penduduk dari suatu daerah biasanya berkurang setelah banjir terjadi di daerah tersebut. Hal ini memaksa perubahan dan adaptasi terhadap suatu komunitas sosial di daerah tersebut. Selain itu, berpindahnya penduduk dari daerah banjir ke daerah baru juga memaksa penduduk untuk beradaptasi dengan keadaan yang baru. Komunitas sosial pada suatu pemukiman sampai sekarang masih sulit mengatasi dampak sosial yang terjadi setelah banjir.

2.5 Curah Hujan

Secara umum, Indonesia terbagi kedalam tiga pola iklim, yaitu:

1. Pola ekuatorial, yang ditandai dengan adanya dua puncak hujan dalam setahun. Pola ini terjadi karena letak geografis Indonesia yang dilewati DKAT (Daerah Konvergensi Antar Tropik) dua kali setahun (Farida, 1999 dalam Primayuda 2006). DKAT ini merupakan suatu daerah yang lebar dengan suhu udara sekitarnya adalah yang tertinggi yang menyebabkan tekanan udara di atas daerah itu rendah. Untuk keseimbangan, udara dari daerah yang bertekanan tinggi bergerak ke daerah yang bertekanan rendah. Gerakan ini diikuti pula dengan gerakan udara naik sebagai akibat pemanasan, kemudian terjadi penurunan suhu, sehingga uap air jatuh, dan terjadilah hujan.
2. Pola musiman, yang ditandai oleh adanya perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dan musim kemarau. Umumnya musim hujan terjadi pada periode Oktober – Maret dan kemarau pada periode April – September. Cakupan wilayah yang terkena pengaruh pola iklim ini secara langsung adalah 350 LU sampai 250 LS dan 300 BB sampai 1700 BT.
3. Pola lokal, yang sangat dipengaruhi oleh kondisi geografi dan topografi setempat serta daerah sekitarnya. Umumnya

daerah dengan pola lokal ini mempunyai perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dengan periode musim hujan, namun waktunya berlawanan dengan pola musiman.

Untuk curah hujan wilayah, Hampir semua analisis hidrologi membutuhkan data distribusi hujan. Biasanya curah hujan rata-rata yang mewakili suatu DAS atau Sub-DAS dapat ditentukan dengan beberapa cara. Rata-rata Aritmetik Nilai curah hujan wilayah dapat ditentukan dari beberapa data curah hujan stasiun penakar/klimatologi dengan menggunakan nilai rata-rata curah hujan stasiun yang terdapat di dalam DAS.

$$CH \text{ wil} = \frac{Ch1+Ch2+Ch3+\dots+Chn}{n}$$

Dimana:

CH : Curah hujan rata-rata wilayah

Chi : Curah hujan pada stasiun i

N : Jumlah stasiun penakar hujan

2.6 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Sungai adalah jalur aliran air di atas permukaan bumi yang di samping mengalirkan air juga mengangkut sedimen yang terkandung dalam air sungai tersebut. Jadi sedimen terbawa hanyut oleh aliran air, yang dapat dibedakan sebagai muatan dasar (bed load) dan muatan melayang (suspended load). Sedang muatan melayang terdiri dari butiran halus, senantiasa melayang di dalam aliran air. Untuk butiran yang sangat halus, walaupun air tidak lagi mengalir, tetapi butiran tersebut tidak mengendap serta airnya tetap saja keruh dan sedimen semacam ini disebut muatan kikisan (wash load). Untuk kebutuhan usaha pemanfaatan air, pengamatan permukaan air sungai dilaksanakan pada tempat – tempat dimana akan dibangun bangunan air seperti bendungan, bangunan – bangunan pengambil air dan lain – lain. Untuk kebutuhan usaha pengendalian sungai atau pengaturan sungai, maka pengamatan itu dilaksanakan pada tempat yang dapat memberikan gambaran mengenai banjir termasuk tempat – tempat perubahan tiba – tiba

dari penampang sungai (Sosrodarsono dan Takeda 1993, lihat jugadalam Hidayat 2013).

Daerah Aliran Sungai (menurut Undang-undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap DAS terbagi habis ke dalam Sub DAS-Sub DAS.

2.7 Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh

2.7.1 Sistem Informasi Geografi (SIG)

Aronaff (1989), SIG adalah sistem informasi yang didasarkan pada kerja computer yang memasukkan, mengelola, memanipulasi dan menganalisa data serta memberi uraian. Sedangkan menurut Gistut(1994), SIG adalah sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik-karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. SIG yang lengkap mencakup metodologi dan teknologi yang diperlukan, yaitu data spasial perangkat keras, perangkat lunak dan struktur organisasi.

Sistem Informasi Geografis atau disingkat SIG dalam bahasa Inggris Geographic Information System (disingkat GIS) merupakan sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Atau dalam arti yang lebih sempit adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis atau data geospasial untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan suatu wilayah, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya, dalam sebuah database.(Adam, 2012)

SIG Merupakan pengolahan data geografis yang didasarkan pada kerja Komputer. Dalam analisis tingkat kerawanan banjir digunakan beberapa parameter yang menggambarkan kondisi lahan. Gambaran mengenai kondisi lahan tersebut pada yang dasarnya memiliki distribusi keruangan (spasial), atau dengan kata lain kondisi lahan antara satu tempat tidak sama dengan tempat yang lain. Media yang paling sesuai untuk menggambarkan distribusi spasial ini adalah peta. Dengan demikian parameter tumpang tindih harus dipresentasikan kedalam bentuk peta.

2.7.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala, dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat, tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang akan dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1990). Perekaman objek dapat dilakukan, karena tenaga dalam bentuk tenaga elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari kesegala arah terutama ke permukaan bumi, tenaga tersebut dipantulkan dan dipancarkan oleh permukaan bumi. Tenaga pantulan dan pancaran tersebut direkam oleh alat yang disimpan oleh wahana. Karena itu untuk memperoleh data penginderaan jauh tersebut diperlukan komponen-komponen penginderaan jauh diantaranya ; tenaga, objek, sensor, detector dan wahana. Komponen tersebut saling mendukung dalam perekaman objek, karena setiap komponen harus saling berinteraksi. Akibat adanya interaksi tenaga dengan objek, tenaga tersebut dipantulkan dan direkam oleh alat. Data hasil perekaman tersebut menghasilkan 2 jenis data yaitu; (1) data visual (citra) dan (2) data citra (numerik). Data visual merupakan gambar dari objek yang direkam yang disebut dengan "citra". Menurut Hornby (1974) bahwa citra adalah gambaran yang tampak pada cermin atau melalui lensa kamera. Sedangkan Simonett dkk (1983) mengemukakan bahwa citra adalah gambaran suatu objek biasanya berupa gambaran objek pada foto yang dihasilkan

dengan cara optik, elektro-optik, optik mekanik atau elektronik. Pada umumnya ia digunakan bila radiasi elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh suatu objek tidak langsung direkam pada film. Jadi atas dasar uraian tersebut penulis berpendapat bahwa citra adalah gambaran objek yang direkam akibat adanya interaksi tenaga elektromagnetik yang dipantulkan dan dipancarkan objek yang direkam detektor pada alat (sensor). Selain data visual (citra) juga diperoleh data citra (numerik), karena tiap objek mempunyai kepekaan dan karakteristik yang berbeda, maka tiap objek akan memantulkan atau memancarkan tenaga elektromagnetik membentuk karakteristik yang berbeda, juga dalam interaksinya antara tenaga dan objek dipengaruhi oleh kondisi atmosferik. Gastellu dan Wtchegorry (tanpa tahun) mengemukakan bahwa kondisi atmosfer yang transparan pada julat yang dapat diamati. Besar kecilnya konsentrasi kelembaban air dan ozon dan oleh kepekaan karakteristik optik yang dasar-dasar Penginderaan Jauh -4- mempengaruhi proses interaksi tenaga dari matahari dengan objek dipermukaan. S.Sardi dan D.Sudiana (1991) mengemukakan bahwa suatu digit dapat dipertimbangkan sebagai suatu matriks, dimana baris dan kolom menunjukkan identitas suatu titik pada citra, hubungan keberadaan tingkat keabuan pada titik tersebut menunjukkan tingkat pancaran atau pancaran tenaga elektromagnetik. Julat secara dinamis tingkat pantulan atau pancaran standar dengan nilai antara 0 (gelap) sampai 255 (cerah). Selanjutnya dikatakan bahwa dalam sistem Remote sensing, tingkat keabuan sebenarnya berasal dari intensitas pantulan atau intensitas pantulan atau identitas pancaran yang datang dari objek.

2.8 Analisis Spasial

De Mers (1997) menyebutkan bahwa analisis spasial mengarah pada banyak macam operasi dan konsep termasuk perhitungan sederhana, klasifikasi, penataan, tumpang susun geometris, dan pemodelan kartografis. Sementara Johnston

(1994) secara sederhana mengatakan bahwa analisis spasial merupakan prosedur kuantitatif yang dilakukan pada analisis lokasi. Fotheringham (2005) memilah spasial analisis dalam dua bentuk yaitu analisis spasial berbasis sistem informasi geografis sederhana (*Simple GIS-based spatial analysis*) dan analisis spasial berbasis sistem informasi geografis lanjut (*Advanced GIS-based spatial analysis*). Dalam artikel ini diuraikan tentang analisis spasial yang termasuk dalam *Simple GIS-based spatial analysis*. Analisis spasial dalam kelompok ini merujuk pada kemampuannya dalam melakukan perhitungan dan menerangkan keterkaitan spasial antara fitur yang berbeda dalam sebuah basis data, menerangkan keterkaitan data dalam suatu layer yang sama ataupun antar layer yang berbeda. Contoh dari analisis spasial adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan fitur berdasar atribut (*feature selection by attribute*)
2. Pemilihan fitur berdasar interseksi geometris (*Feature selection by geometric intersection*)
3. Buffering
4. Penggabungan (*Union*)
5. Overlay

2.9 Pengolahan Citra Digital

Salah satu analisis spasial yang terkenal di bidang SIG dan juga pengolahan citra digital adalah klasifikasi; istilah yang merujuk pada proses interpretasi citra-citra digital hasil penginderaan jauh. Analisis ini merupakan proses penyusunan, pengurutan, atau pengelompokan setiap piksel citra digital multi-spektral (*multi-band*) ke dalam kelas-kelas berdasarkan kriteria/kategori objek hingga dapat menghasilkan sebuah “peta tematik” (*raster*). Pada analisis ini, setiap piksel didalam suatu kelas diasumsikan berkarakteristik homogen. Tujuan analisis ini adalah untuk mengekstrak pola-pola respon spektral (yang dominan) yang terdapat pada citranya; kelas-kelas penutup lahan (*landcover*) (Prahasta, 2014).

- a. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan objek dipermukaan bumi yang terekam oleh sensor menjadi bukan merupakan nilai aslinya, tetapi menjadi lebih besar oleh karena adanya hamburan atau lebih kecil karena proses serapan. Metode-metode yang sering digunakan untuk menghilangkan efek atmosfer antara lain metode pergeseran histogram

(histogram adjustment), metode regresi dan metode kalibrasi bayangan (Projo Danoedoro, 1996). Koreksi radiometrik perlu dilakukan pada data citra dengan berbagai alasan:

1. Striping atau banding seringkali terjadi pada data citra yang diakibatkan oleh ketidakstabilan detektor. Striping atau banding merupakan fenomena ketidak konsistenan perekaman detektor untuk band dan areal perekaman yang sama.
2. Line dropout kadang terjadi sebagai akibat dari detektor yang gagal berfungsi dengan tiba-tiba. Jangka waktu kerusakan pada kasus ini biasanya bersifat sementara.
3. Efek atmosferik merupakan fenomena yang disebabkan oleh debu, kabut, atau asap seringkali menyebabkan efek bias dan pantul pada detektor, sehingga fenomena yang berada di bawahnya tidak dapat terekam secara normal.

b. Koreksi Geometrik

Menurut Mather (1987), koreksi geometrik adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Koreksi geometrik dilakukan sesuai dengan jenis atau penyebab kesalahannya, yaitu kesalahan sistematik dan kesalahan random, dengan sifat distorsi geometrik pada citra. Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan, yaitu:

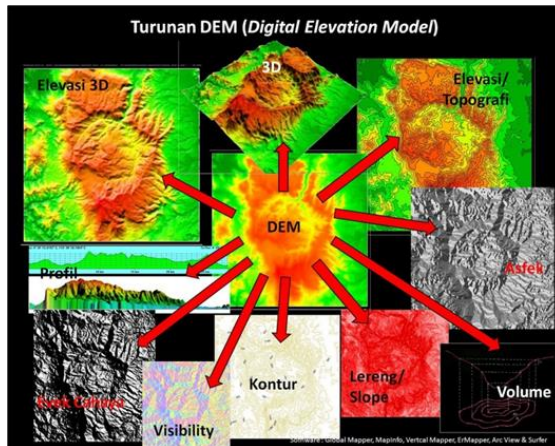
1. Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografis.
2. Meregistrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain yang sudah terkoreksi (image to image rectification) atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispectral dan multi temporal.
3. Meregistrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke koordinat peta (image to map rectification), sehingga menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

2.10 Digital Elevation Model (DEM)

DEM adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Tempfli, 1991).

DEM merupakan suatu sistem, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, processing, dan penyajian informasi medan. Susunan nilai-nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik medan, distribusi spasial di wakili oleh nilai sistem koordinat horisontal X Y dan karakteristik medan diwakili oleh ketinggian medan dalam sistem koordinat Z (Frederic J. Doyle, 1991)

DEM khususnya digunakan untuk menggambarkan relief medan. Gambaran model relief rupabumi tiga dimensi (3 dimensi yang menyerupai keadaan sebenarnya di dunia nyata (real world) divisualisaikan dengan bantuan teknologi komputer grafis dan teknologi virtual reality (Mogal, 1993).



Gambar 2.2 DEM
(sumber : Tempfli,1991)

2.10.1 Data DEM (Digital Elevation Model)

a. Sumber Data DEM

- FU stereo
- Citra satelit stereo
- Data pengukuran lapangan : GPS, Theodolith, EDM, Total Station, Echosounder
- Peta topografi
- Linier array image

b. Struktur Data DEM

➤ Grid

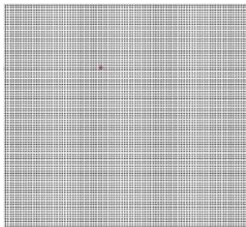
Grid atau Lattice menggunakan sebuah bidang segitiga teratur, segiempat, atau bujursangkar atau bentuk si ku yang teratur grid. Perbedaan resolusi grid dapat digunakan, pemilihannya biasanya berhubungan dengan ukuran daerah penelitian dan kemampuan fasilitas komputer. Data dapat disimpan dengan berbagai cara, biasanya metode yang digunakan adalah koordinat Z berhubungan dengan rangkaian titik-titik sepanjang profil dengan titik awal dan spasi grid tertentu (Moore et al. 1991, lihat juga dalam Alias Abdul Rahman)

➤ TIN

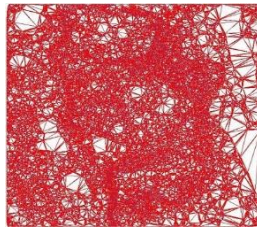
TIN adalah rangkaian segitiga yang tidak tumpang tindih pada ruang tak beraturan dengan koordinat x , y , dan nilai z yang menyajikan data elevasi. Model TIN disimpan dalam topologi berhubungan antara segitiga dengan segitiga didekatnya, tiap bidang segitiga digabungkan dengan tiga titik segitiga yang dikenal sebagai facet. Titik tak teratur pada TIN biasanya merupakan hasil sampel permukaan titik khusus, seperti lembah, igir, dan perubahan lereng (Mark 1975, lihat juga dalam Alias Abdul Rahman 2011)

➤ Kontur

Kontur dibuat dari digitasi garis kontur yang disimpan dalam format seperti DLGs (Digital Line Graphs koordinat (x, y) sepanjang tiap garis kontur yang menunjukkan elevasi khusus. Kontur paling banyak digunakan untuk menyajikan permukaan bumi dengan simbol garis.



grid



TIN



Kontur

Gambar 2.3 Grid, TIN, Kontur

Sumber: (Mark 1975, lihat juga dalam Alias Abdul Rahman 2011)

➤ Interpolasi

Interpolasi adalah proses penentuan dari nilai pendekatan dari variabel $f(P)$ pada titik antara P , bila $f(P)$ merupakan variabel yang mungkin skalar atau vektor yang dibentuk oleh harga $f(P_1)$ pada suatu titik P_1 dalam ruang yang berdimensi r (Tempfli, 1977). Penentuan nilai suatu besaran berdasarkan besaran lain yang sudah diketahui nilainya, dimana letak dari besaran yang

akan ditentukan tersebut di antara besaran yang sudah diketahui. Besaran yang sudah diketahui tersebut disebut sebagai acuan, sedangkan besaran yang ditentukan disebut sebagai besaran antara (intermediate value). Dalam interpolasi hubungan antara titik-titik acuan tersebut didekati dengan menggunakan fungsi yang disebut fungsi interpolasi.

2.11 Citra Satelit

2.11.1 Landsat 8

Dibandingkan versi-versi sebelumnya, landsat 8 memiliki beberapa keunggulan khususnya terkait spesifikasi band-band yang dimiliki maupun panjang rentang spektrum gelombang elektromagnetik yang ditangkap. Sebagaimana telah diketahui, warna objek pada citra tersusun atas 3 warna dasar, yaitu Red, Green dan Blue (RGB). Dengan makin banyaknya band sebagai penyusun RGB komposit, maka warna-warna obyek menjadi lebih bervariasi. Ada beberapa spesifikasi baru yang terpasang pada band landsat ini khususnya pada band 1, 9, 10, dan 11. Band 1 (ultra blue) dapat menangkap panjang gelombang elektromagnetik lebih rendah dari pada band yang sama pada landsat 7, sehingga lebih sensitif terhadap perbedaan reflektan air laut atau aerosol. Band ini unggul dalam membedakan konsentrasi aerosol di atmosfer dan mengidentifikasi karakteristik tampilan air laut pada kedalaman berbeda.

Deteksi terhadap awan cirrus juga lebih baik dengan dipasangnya kanal 9 pada sensor OLI, sedangkan band thermal (kanal 10 dan 11) sangat bermanfaat untuk mendeteksi perbedaan suhu permukaan bumi dengan resolusi spasial 100 m. Pemanfaatan sensor ini dapat membedakan bagian permukaan bumi yang memiliki suhu lebih panas dibandingkan area sekitarnya. Pengujian telah dilakukan untuk melihat tampilan kawah puncak gunung berapi, dimana kawah yang suhunya lebih panas, pada citra landsat 8 terlihat lebih terang

dari pada area-area sekitarnya. Sebelumnya kita mengenal tingkat keabuan (Digital Number-DN) pada citra landsat berkisar antara 0-256. Dengan hadirnya landsat 8, nilai DN memiliki interval yang lebih panjang, yaitu 0-4096. Kelebihan ini merupakan akibat dari peningkatan sensitifitas landsat dari yang semula tiap piksel memiliki kuantifikasi 8 bit, sekarang telah ditingkatkan menjadi 12 bit. Tentu saja peningkatan ini akan lebih membedakan tampilan obyek-obyek di permukaan bumi sehingga mengurangi terjadinya kesalahan interpretasi. Tampilan citra pun menjadi lebih halus, baik pada band multispektral maupun pankromatik.

Terkait resolusi spasial, landsat 8 memiliki kanal-kanal dengan resolusi tingkat menengah, setara dengan kanal-kanal pada landsat 5 dan 7. Umumnya kanal pada OLI memiliki resolusi 30 m, kecuali untuk pankromatik 15 m. Dengan demikian produk-produk citra yang dihasilkan oleh landsat 5 dan 7 pada beberapa dekade masih relevan bagi studi data time series terhadap landsat 8. Kelebihan lainnya tentu saja adalah akses data yang terbuka dan gratis. Meskipun resolusi yang dimiliki tidak setinggi citra berbayar seperti Ikonos, Geo Eye atau Quick Bird, namun resolusi 30 m dan piksel 12 bit akan memberikan begitu banyak informasi berharga bagi para pengguna. Terlebih lagi, produk citra ini bersifat time series tanpa striping (kelemahan landsat 7 setelah tahun 2003). Dengan memanfaatkan citra-citra keluaran versi sebelumnya, tentunya akan lebih banyak lagi informasi yang dapat tergali.

2.11.2 Quickbird

Satelit optis Quickbird diluncurkan pada 18 Oktober 2001 di pangkalan angkatan udara Vandenberg, California, USA. Satelit Quickbird merupakan satelit yang baik untuk data lingkungan seperti analisis perubahan iklim, penggunaan lahan, pertanian dan kehutanan. Selain itu kemampuan satelit Quickbird dapat juga diterapkan untuk berbagai industri

termasuk eksplorasi dan produksi minyak bumi dan gas alam, teknik dan konstruksi serta studi lingkungan.

Tabel 2.1 Spesifikasi Citra Satelit QuickBird

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	0,65m GSD pada nadir	2,62m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	0,73 meter	Biru (450-520nm) Hijau (520-600nm) Merah (630-690nm) IR dekat (760-900nm)
Lebar Sapuan	16,8 km pada nadir 18 km pada 20 derajat dari nadir	
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	Hingga 30 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	11 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 10 tahun	
Waktu Pengulangan	1 hingga 3,5 hari pada Latitude 30 derajat (off nadir)	
Ketinggian Orbit	450/482 km	
Waktu Lintasan Equatorial	10:30 A.M (descending mode)	
Orbit	97,2 derajat sinkron matahari	
Waktu Orbit	93,5 menit	
Kecepatan Pada Orbit	7,1 km per detik (25,560 km/jam)	
Level Proses	Basic, Standard, <i>Orthorectified</i>	
Harga	\$ 16 per km ² untuk arsip (lebih 90 hari) \$ 25 per km ² untuk fresh arsip (kurang dari 90 hari)	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk data arsip Minimum 100 km ² untuk data pesan (tasking) (dengan jarak antar vertex minimum 5km)	
Akurasi	23 meter horizontal (CE90)	

(Sumber: LAPAN, 2016)

2.12 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan (major kinds of land use) sendiri dimaksudkan oleh Luthfi Rayes (2007:162) adalah “Penggolongan penggunaan lahan secara umum seperti pertanian tadah hujan, pertanian beririgasi, padang rumput, kehutanan atau daerah rekreasi”. Pengertian penggunaan

lahan juga dikemukakan oleh Arsyad (1989:207), “Penggunaan lahan (land use) adalah setiap bentuk intervensi (campur tangan) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik materiil maupun spiritual”. Penggunaan lahan dapat dikelompokkan ke dalam dua golongan besar yaitu penggunaan lahan pertanian dan penggunaan lahan bukan pertanian. Penggunaan lahan dibedakan dalam garis besar penggunaan lahan berdasar atas penyediaan air dan komoditi yang diusahakan, dimanfaatkan atau yang terdapat diatas lahan tersebut. Berdasarkan hal ini dapat dikenal macam-macam penggunaan lahan seperti tegalan, sawah, kebun, , hutan produksi, hutan lindung, dan lain-lain. Sedangkan penggunaan lahan bukan pertanian dapat dibedakan menjadi lahan permukiman, industri, dll.

2.13 Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng adalah perbandingan antara beda tinggi (jarak vertikal) suatu lahan dengan jarak mendatarnya. Besar kemiringan lereng dapat dinyatakan dengan beberapa satuan, diantaranya adalah dengan % (prosen) dan o (derajat). Data spasial kemiringan lereng dapat disusun dari hasil pengolahan data ketinggian (garis kontur) dengan bersumber pada peta topografi atau peta rupabumi. Pengolahan data kontur untuk menghasilkan informasi kemiringan lereng dapat dilakukan secara manual maupun dengan bantuan komputer.

Tabel 2.2 Klasifikasi Lereng

Kelas	Kemiringan Lereng (%)
Datar	< 8
Landai	8 - 15
Agak Curam	16 - 25
Curam	26 - 40
Sangat Curam	> 40

(Sumber: Peraturan Dierjen no P/4/V-SE T/2013)

2.14 Reklasifikasi & Skoring

Reklasifikasi adalah pengkelasan kembali data atribut dengan memecah bagian dari *boundary* dan menyatukannya dalam poligon baru yang telah direklasifikasi (Maselino, 2002). Skoring merupakan pemberian skor terhadap tiap kelas di masing-masing parameter banjir. Setiap data yang telah melalui tahapan pengolahan awal kemudian dibagi/direklasifikasi kedalam kelas-kelas yang masing-masing mempunyai nilai skor yang menunjukkan skala kerentanan faktor tersebut terhadap kejadian banjir. Skor rendah menandakan kecilnya kemungkinan terjadinya banjir di wilayah tersebut, dan semakin tinggi nilai skor berarti peluang terjadinya banjir semakin besar (Martha, 2011). Penentuan nilai skor dalam penelitian ini beracuan pada beberapa referensi yaitu sebagai berikut:

a. Pemberian Skor Kelas Curah Hujan

Daerah yang mempunyai curah hujan yang tinggi akan lebih mempengaruhi terhadap kejadian banjir. Berdasarkan hal tersebut, maka pemberian skor untuk daerah curah hujan tersebut semakin tinggi. pemberian skor kelas curah hujan dibedakan berdasarkan jenis data curah hujan tahunan, dimana data curah hujan dibagi menjadi sembilan kelas

Tabel 2.3 Curah Hujan

No	Kriteria	Keterangan	Skor
1.	0–1.000 mm/tahun	Sangat Rendah	1
2.	1.000–1.500 mm/tahun	Rendah	3
3.	1.500–2.500 mm/tahun	Sedang	5
4.	2.500–3.500 mm/tahun	Tinggi	7
5.	3.500-5.000 mm/tahun	Sangat Tinggi	9

(Sumber: Asdak 1995)

b. Pemberian Skor Kelas Tekstur Tanah

Tanah dengan tekstur sangat halus memiliki peluang kejadian banjir yang tinggi, sedangkan tekstur yang kasar memiliki peluang kejadian banjir yang rendah. Hal ini disebabkan semakin halus tekstur tanah menyebabkan air

aliran permukaan yang berasal dari hujan maupun luapan sungai sulit untuk meresap ke dalam tanah, sehingga terjadi Bahaya. Berdasarkan hal tersebut, maka pemberian skor sebagai berikut :

Tabel 2.4 Contoh Pemberian Skor Parameter Tekstur Tanah

No	Kelas	Skor
1	Sangat Halus	9
2	Halus	7
3	Sedang	5
4	Kasar	3
5	Sangat Kasar	1

(Sumber: Primayuda, 2006)

c. Pemberian Skor Kelas Tutupan Lahan

Tutupan lahan akan mempengaruhi bahaya banjir suatu daerah. Tutupan lahan akan berperan pada besarnya air limpasan hasil dari hujan yang telah melebihi laju infiltrasi. Daerah yang banyak ditumbuhi oleh pepohonan akan sulit mengalirkan air limpasan. Hal ini disebabkan besarnya kapasitas serapan air oleh pepohonan dan lambatnya air limpasan mengalir disebabkan tertahan oleh akar dan batang pohon, sehingga kemungkinan banjir lebih kecil daripada daerah yang tidak ditanami oleh vegetasi.

Tabel 2.5 Contoh Pemberian Skor Parameter

Tutupan Lahan

No	Kelas	Skor
1	Tubuh Air	9
2	Tambak	9
3	Sawah	8
4	Hutan Mangrove	7
5	Permukiman	6
6	Padang Rumput	5
7	Kebun Campuran	3
8	Hutan	1

(Sumber: Primayuda, 2006)

d. Pemberian Skor Kelas Sungai

Semakin dekat jarak suatu wilayah dengan sungai, maka peluang untuk terjadinya banjir semakin tinggi. Oleh karena itu, pemberian skor akan semakin tinggi dengan semakin dekatnya jarak dengan sungai.

Tabel 2.6 Contoh Pemberian Skor Parameter buffer sungai

Parameter <i>Buffer</i> Sungai		
No	Kelas	Skor
1	0-25 m	7
2	25-100 m	5
3	100-250	3

(Sumber: Primayuda, 2006)

2.15 Pembobotan

Pembobotan adalah pemberian bobot terhadap masing-masing parameter dengan didasarkan atas pertimbangan seberapa besar pengaruh masing-masing parameter terhadap kejadian banjir. Semakin besar pengaruh parameter tersebut terhadap banjir, maka besar pula bobot yang diberikan. Pembobotan dimaksudkan sebagai pemberian bobot pada masing-masing parameter. Penentuan bobot untuk masing-masing peta tematik didasarkan atas pertimbangan, seberapa besar kemungkinan terjadi banjir dipengaruhi oleh setiap parameter geografis yang akan digunakan dalam proses analisa (Purnama, 2008).

2.16 *Vegetation Index and Water Index*

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan suatu pengukur vegetasi yang sensitif dengan menggunakan perbedaan energi spektral yang dipantulkan oleh kanopi vegetasi pada panjang gelombang spektrum elektromagnetik merah dan inframerah dekat. NDVI dikalkulasi melalui pantulan radiasi sinar matahari pada band panjang gelombang merah (RED) dan *nearinfrared* (NIR) melalui algoritma pada tabel 2.7. SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*) yang diajukan oleh Huete (1998) menggunakan persamaan isoline vegetasi yang diturunkan melalui aproksimasi reflektansi-reflektansi kanopi dengan sebuah

model interaksi foton order pertama antara kanopi dan lapisan tanah . Adapun algoritma SAVI terdapat pada tabel 2.7 berikut :

Tabel 2.7 Algoritma

<i>Indeks</i>	<i>Algoritma</i>	<i>Keterangan</i>
<i>NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)</i>	$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ (Rouse, Haas, Schell, Deering, & Harlan, 1974)	<i>NIR: Saluran Near Infrared</i> <i>R: Saluran Red</i>
<i>SAVI (Soil Adjusted Vegetation Indeks)</i>	$SAVI = (NIR - R) / (NIR + R + L)(*1+L)$ (Huete, 1988)	<i>NIR: Saluran Near Infrared</i> <i>R: Saluran Red</i> <i>L: Faktor Koreksi Kecerahan Tanah. L= 0: Daerah Vegetasi Sangat Tinggi; L= 0,5 : Daerah Bervegetasi (bekerja dengan baik dalam kebanyakan situasi dan juga sebagai nilai default yang digunakan; L= 1 : Daerah tanpa Vegetasi hijau (geomusa.com)</i>
<i>NDWI (Normalized Difference Water Index)</i>	$NDWI = (green - NIR) / (green + NIR)$ (McFeeters 1996)	<i>NIR : Saluran Near Infrared (NIR)</i> <i>green: Saluran Hijau.</i>

NDWI diusulkan pertama dalam teknik penginderaan jauh oleh Gao (1996) untuk deteksi kandungan air vegetasi. Indeks ini menggunakan radiances atau reflectances dari saluran merah di sekitar $0,66 \mu\text{m}$ dan saluran inframerah dekat sekitar $0,86 \mu\text{m}$. Saluran merah terletak di wilayah penyerapan klorofil yang kuat, sedangkan saluran inframerah dekat ini terletak pada pantulan tinggi dari kanopi vegetasi. Kedua saluran memiliki kedalaman yang sangat berbeda sepanjang kanopi vegetasi. NDWI menggunakan dua saluran NIR, satu berpusat sekitar $0,86 \mu\text{m}$, dan yang lainnya di $1,24 \mu\text{m}$. Ekstraksi tubuh air dengan menggunakan penginderaan jauh telah menjadi metode yang paling penting dalam penyelidikan sumber daya air, penilaian prediksi bencana banjir dan perencanaan air dengan efektivitas yang cepat dan akurat.

2.17 Peta & Overlay

➤ Peta

Menurut ICA (International Cartographic Association) Peta adalah gambaran atau representasi unsur-unsur ketampakan abstrak yang dipilih dari permukaan bumi yang ada kaitannya dengan permukaan bumi atau benda-benda angkasa, yang pada umumnya digambarkan pada suatu bidang datar dan diperkecil/diskalakan. Menurut jenisnya, peta dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam, yaitu sebagai berikut.

- a. Jenis Peta Berdasarkan Skalanya
 1. Peta teknik/kadaster, yaitu peta yang berskala 1 : 100 s.d. 1 : 5000.
 2. Peta berskala besar, 1 : 5.000 s.d. 1 : 250.000.
 3. Peta berskala medium, 1 : 250.000 s.d. 1 : 500.000.
 4. Peta berskala kecil, 1 : 500.000 s.d. 1.000.000.
- b. Jenis Peta Berdasarkan Keadaan Objek
 1. Peta dinamik, yaitu peta yang menggambarkan labil atau meningkat. Misalnya peta transmigrasi atau urbanisasi,

peta aliran sungai, peta perluasan tambang, dan sebagainya.

2. Peta stasioner, yaitu peta yang menggambarkan keadaan stabil atau tetap. Misalnya, peta tanah, peta wilayah, peta geologi, dan sebagainya.
- c. Jenis Peta Topografi Yang dimaksud peta topografi adalah peta yang menggambarkan konfigurasi permukaan bumi. Peta ini dilengkapi dengan penggambaran, antara lain, perairan (hidrografi), kebudayaan, dan sebagainya.
- d. Jenis Peta Statistik
1. Peta statistik distribusi kualitatif, adalah peta yang menggambarkan kevariasian jenis data, tanpa memperhitungkan jumlahnya, contohnya: peta tanah, peta budaya, peta agama, dan sebagainya.
 2. Peta statistik distribusi kuantitatif, adalah peta yang menggambarkan jumlah data, yang biasanya berdasarkan perhitungan persentase atau pun frekuensi. Misalnya, peta penduduk, peta curah hujan, peta pendidikan, dan sebagainya.
- e. Jenis Peta Berdasarkan Fungsi atau Kepentingan
- Berdasarkan fungsi atau kepentingannya, peta dapat dibedakan menjadi:
1. peta geografi dan topografi;
 2. Peta geologik, hidrologi, dan hidrografi;
 3. peta lalu lintas dan komunikasi;
 4. peta yang berhubungan dengan kebudayaan dan sejarah, misalnya: peta bahasa;
 5. peta lokasi dan persebaran hewan dan tumbuhan;
 6. peta cuaca dan iklim;
 7. peta ekonomi dan statistik.

➤ Overlay

Overlay adalah prosedur penting dalam analisis SIG (Sistem Informasi Geografis). Overlay yaitu kemampuan untuk menempatkan grafis satu peta diatas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot. Secara singkatnya, overlay menampilkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut Overlay merupakan proses penyatuan data dari lapisan layer yang berbeda. Secara sederhana overlay disebut sebagai operasi visual yang membutuhkan lebih dari satu layer untuk digabungkan secara fisik. Pemahaman bahwa overlay peta (minimal 2 peta) harus menghasilkan peta baru adalah hal mutlak. Dalam bahasa teknis harus ada poligon yang terbentuk dari 2 peta yang di-overlay. Jika dilihat data atributnya, maka akan terdiri dari informasi peta pembentuknya. Misalkan Peta Lereng dan Peta Curah Hujan, maka di peta barunya akan menghasilkan poligon baru berisi atribut lereng dan curah hujan.

2.18 Penelitian Terdahulu

Lukman dkk (2011) melakukan penelitian untuk daerah Surabaya mengenai aplikasi SIG untuk penyusunan data pokok evaluasi daerah rawan Bahaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi Bahaya di Surabaya apakah bertambah, berkurang, atau bahkan tidak ada perubahan yang signifikan sehingga terdapat titik-titik yang selalu menjadi langganan tergenang. Setelah dievaluasi dibuat Sistem Informasi Geografisnya untuk tampilan antar muka agar peta yang disajikan lebih interaktif.

Prakoso (2011) melakukan Studi Pemetaan Daerah Bahaya banjir Di Wilayah Pasuruan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Menghasilkan peta bahaya banjir di wilayah Pasuruan yang dapat dijadikan sebagai salah satu acuan dalam

penanggulangan bencana dan mitigasi bencana, Mengidentifikasi dan memetakan daerah mana saja yang termasuk daerah bahaya banjir, Mengetahui penyebaran dan karakteristik daerah bahaya banjir di wilayah Pasuruan.

Primayuda (2006). Melakukan Pemetaan Daerah Bahaya dan Resiko Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis: studi kasus Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Tugas Akhir. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Bioresita (2012) melakukan penelitian untuk Kabupaten Sampang mengenai analisa potensi Bahaya berdasarkan Curah Hujan Global TRMM Tropical Rainfall Measuring Mission). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa potensi Bahaya dilakukan berdasarkan data TRMM,DEM, peta penggunaan Lahan, dan peta Jenis Tanah, kemudian mengetahui hubungan TRMM dengan Bahaya dari data curah hujan.

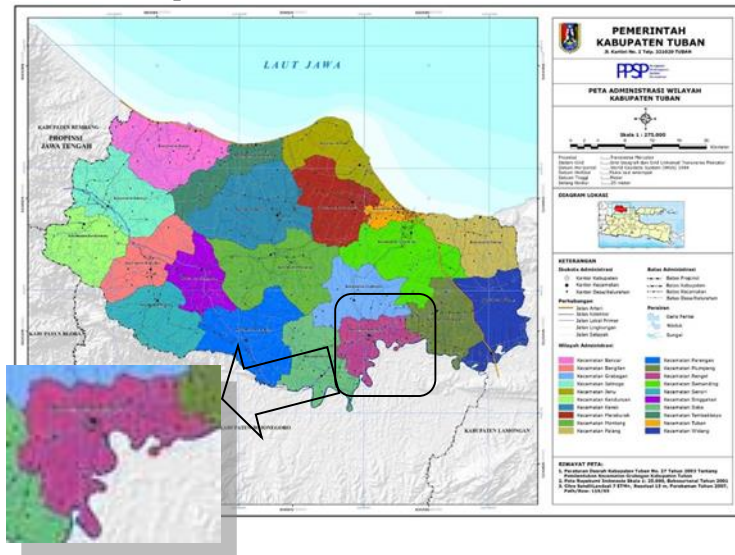
Ariyora (2015) melakukan penelitian untuk Provinsi DKI Jakarta mengenai Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Analisa Banjir. Tujuan dari penelitian ini adalah mengelola parameter banjir menggunakan perangkat lunak SIG untuk pembuatan peta jenis tanah, peta curah hujan, peta kemiringan lereng, peta ketinggian dan peta *buffer* DAS sungai Ciliwung, menganalisis peta parameter banjir untuk membuat peta bahaya banjir pada banjir November 2012 dan melakukan validasi titik-titik bahaya banjir dengan data lapangan dari BNPB tahun 2012.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini mengambil lokasi studi di Kecamatan Rengel kabupaten Tuban. Kabupaten Tuban terletak pada $111^{\circ}30'$ – $112^{\circ}35'$ BT dan $6^{\circ}40'$ – $7^{\circ}18'$ LS (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tuban,2016)



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(sumber : Pemerintah Kabupaten Tuban)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dengan rincian sebagai berikut :

Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini yaitu:

- Citra resolusi menengah Landsat 8 *Path 119 Row 65* tanggal 15 Juni 2015 tipe L1T (earthexplorer.usgs.gov)

- Citra resolusi tinggi Quickbird bulan Oktober 2013 (Bappeda Tuban)
- Citra resolusi tinggi Spot 6 2016 (LAPAN)
- Data curah hujan Kabupaten Tuban tahun 2015 (Dinas Pekerjaan Umum/PU Tuban)
- Data DEM Kabupaten Tuban Tahun 2015 (Bappeda Tuban)
- Data DAS 2013 (BIG)
- Peta Batas Administrasi 2016 (BNPB)
- Peta jenis tanah Kabupaten Tuban tahun 2008 (Bappeda Tuban)
- Data Citra Foto
- Data GPS

3.2.2 Peralatan

Alat yang digunakan dalam Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Hardware

Alat Tulis Kantor, Laptop, kamera, GPS *Geodetic dual frequency, Phantom 3 Advance (drone)*

2. Software

Software pengolah data, *Software* pengolah citra

3.3 Metodologi Penelitian

Metode dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu tahap pelaksanaan dan tahap pengolahan. Pada tahap pelaksanaan digambarkan alur penelitian secara garis besar dan keseluruhan sedangkan tahap pengolahan digambarkan secara detil proses pengolahan data.

3.3.1 Tahap Pelaksanaan

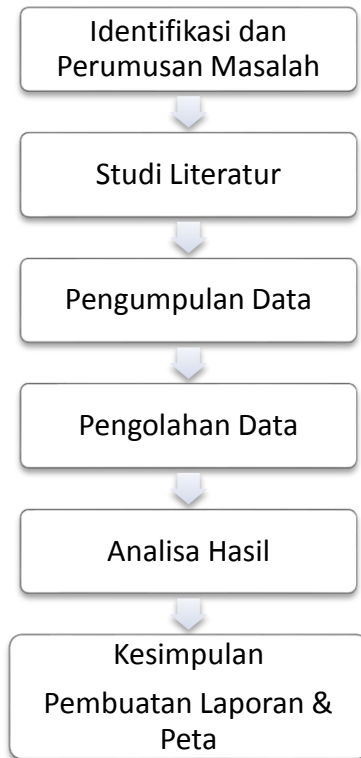
Tahap pelaksanaan dibagi dalam enam tahap, berikut penjelasan beserta diagram alirnya:

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang penulis ambil bersifat aktual atau benar-benar terjadi dimasyarakat. Dengan batasan ruang lingkup Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini peneliti mempelajari literatur yang mendukung jalannya penelitian yang dapat dilakukan dengan buku panduan, laporan penelitian terdahulu dan arahan dari pembimbing peneliti selama menjalankan penelitian ini



Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan

3. Pengumpulan Data

Setelah dilakukannya studi literatur, dilakukan pengambilan data sebagai dasar dalam melanjutkan pada tahapan pengolahan data. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah Citra Resolusi tinggi, tata guna lahan, data DEM

(Digital Elevation Model), data curah hujan, peta jenis tanah, data DAS (Daerah Aliran Sungai), peta RBI serta data kemiringan lereng dari Kabupaten Tuban.

4. Pengolahan Data

Data yang didapatkan selanjutnya diolah dengan software pengolah data geospasial. Proses pengolahan data didasarkan pada studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya. Dimulai dengan pengolahan data curah hujan, kemudian melakukan georeferensi dan digitasi pada peta dasar yang digunakan, hingga proses overlay dan analisa merupakan tahapan yang harus dilalui dalam pengolahan data.

5. Analisa Hasil

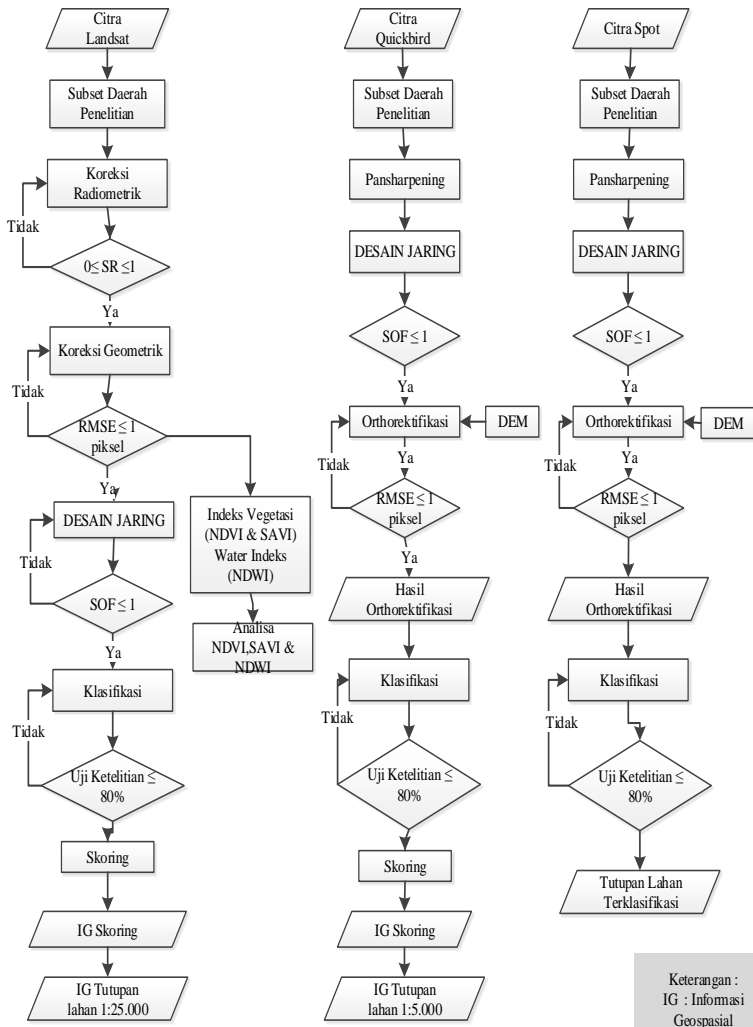
Pada tahap ini data yang sudah diolah akan di analisa apakah sesuai dengan tujuan dalam penelitian ini.

6. Kesimpulan (Pembuatan Laporan & Peta)

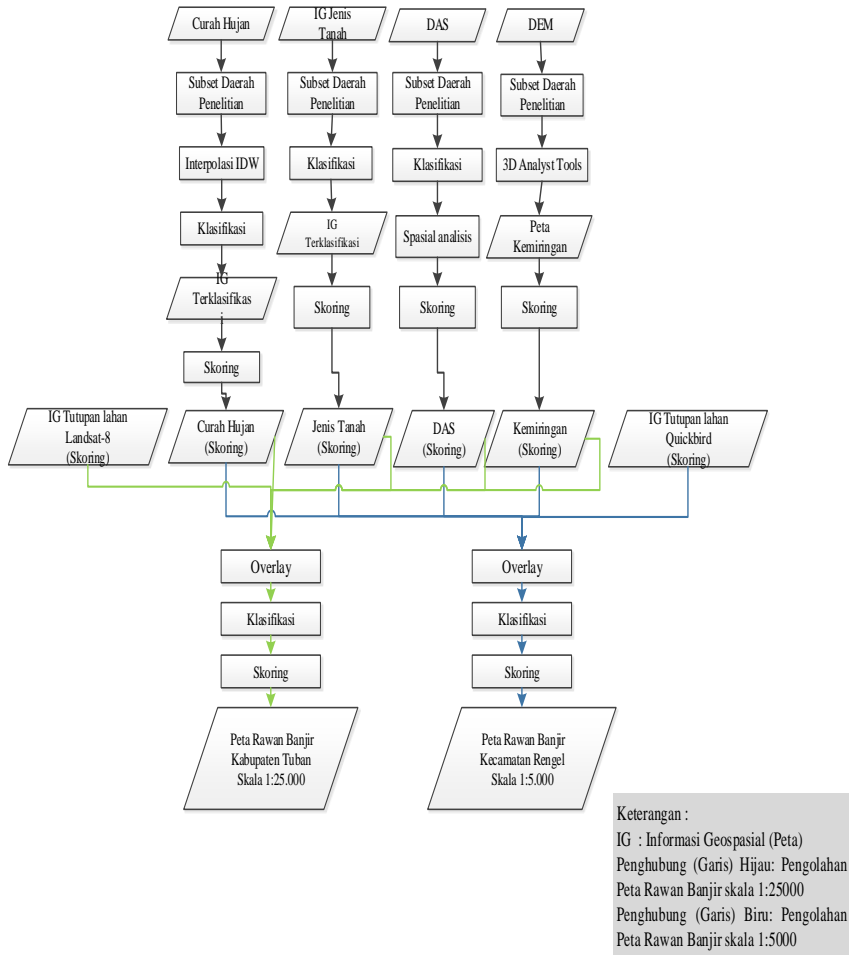
Hasil dari pengolahan data yang dilakukan, disajikan dalam bentuk peta yang memuat informasi mengenai wilayah dengan tingkat kerawanan banjir mulai dari rendah hingga tinggi. Pelaporan penelitian ini dibuat mencakup seluruh kegiatan yang telah dilaksanakan beserta teori yang mendukung serta langkah-langkah pengolahan data. Format laporan mengacu pada buku aturan yang telah ditetapkan.

3.3.2 Tahap Pengolahan

Tahap pengolahan ini menjelaskan proses pengolahan dimasing-masing data untuk mendapatkan peta rawan banjir, baik itu peta rawan banjir kabupaten Tuban maupun Kecamatan Regel. Lebih jelasnya digambarkan pada diagram alir Gambar 3.3 & 3.4.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan (Tahap 1)



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan (Tahap 2)

Penjelasan diagram alir tahap pengolahan :

a. Diagram alir pengolahan (Tahap 1)

Dari masing masing citra satelit yang digunakan, dilakukan proses subset. Kemudian dilakukan tahap selanjutnya, dimana tahap selanjutnya berbeda antara citra resolusi menengah dan citra resolusi tinggi.

- Citra resolusi menengah (Landsat 8)

Citra telah terkoreksi dan terklasifikasi menjadi 8 Kelas Tataguna lahan. Diantaranya tubuh air, tambak, sawah, hutan mangrove, permukiman, padang rumput, kebun campuran, dan hutan. Kemudian dilakukan uji ketelitian dengan metode klasifikasi terbimbing (*supervised maximum likelihood*) yang dilanjutkan dengan perhitungan matriks konfusi untuk mengetahui persentase ketelitiannya. Setelah itu dilakukan proses *reclassify* sesuai *skoring* yang dijadikan acuan. Untuk membuat bahan analisa dari *Vegetation Indeks* dan *Water Indeks* dilakukan setelah data citra dikoreksi radiometrik serta koreksi geometrik.

- Citra resolusi tinggi (SPOT-6 & Quickbird)

Citra telah dilakukan proses penajaman (*pansharpening*), kemudian dilakukan proses koreksi berupa orthorektifikasi dengan menggunakan DEM, setelah itu dilanjutkan dengan proses klasifikasi dengan 8 Kelas klasifikasi Tutupan lahan. Diantaranya tubuh air, tambak, sawah, hutan mangrove, permukiman, padang rumput, kebun campuran, dan hutan. Kemudian dilakukan uji ketelitian dengan metode klasifikasi terbimbing (*supervised maximum likelihood*) yang dilanjutkan dengan perhitungan matriks konfusi untuk mengetahui persentase ketelitiannya. Dari hasil perhitungan matriks konfusi, Citra Quickbird memiliki nilai persentase yang lebih besar dibanding Citra Landsat 8. Maka dari itu penulis memilih Citra Quickbird untuk dilakukan tahapan proses selanjutnya. Setelah itu dilakukan proses *reclassify* sesuai *skoring* yang dijadikan acuan.

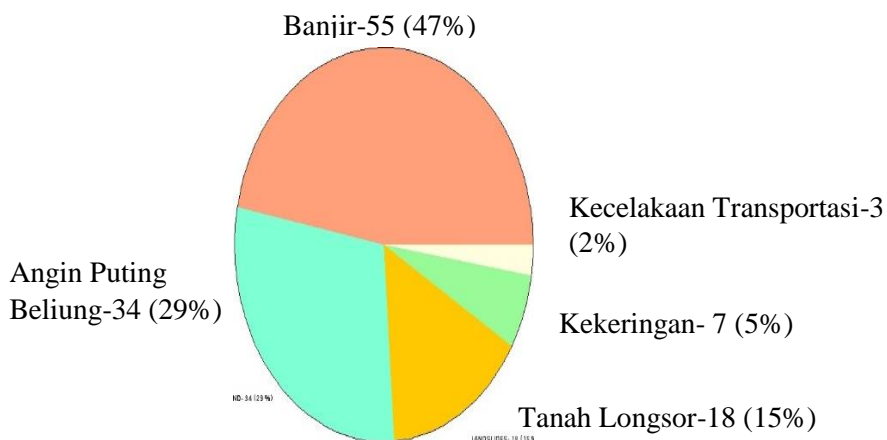
Setelah itu didapatkan Informasi geospasial tutupan lahan dari masing-masing citra. Dimana, citra Landsat 8 memiliki skala 1:25.000 dan citra Quickbird memiliki skala 1:5.000.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Banjir Kabupaten Tuban

4.1.1 Umum



Gambar 4.1 Diagram Kejadian Bencana di Kabupaten Tuban

Sumber: BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana)

Bencana banjir di Kabupaten Tuban merupakan bencana yang menempati peringkat pertama selama sepuluh tahun terakhir dengan persentase sebesar 47% disusul dengan bencana angin puting beliung, tanah longsor, kekeringan dan kecelakaan transportasi secara berurutan. Dalam pengolahan banjir dibutuhkan data dari 5 parameter penyebab banjir diantaranya penggunaan lahan, curah hujan, kelerengan wilayah, buffer sungai, dan tekstur tanah. Setiap parameter penyebab banjir dikelaskan sesuai dengan acuan penelitian yang telah ada sebelumnya. Kemudian dilakukan skoring dan *overlay*. Hasil pengolahan data parameter yang kemudian di *overlay* nantinya akan dilakukan analisa dengan data uji sampel lapangan, peta ndvi, ndwi.

4.1.2 Koreksi Citra

Proses Koreksi dilakukan pada masing-masing citra sebelum melanjutkan proses selanjutnya sesuai dengan diagram alir (Gambar 3.3).

Koreksi Radiometrik yang dilakukan meliputi kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosferik menggunakan perangkat lunak pengolah citra. Koreksi geometrik pada Landsat 8 dilakukan di software pengolah citra dan didapatkan *RMS error* sebesar 0,79. Koreksi geometrik pada citra satelit SPOT 6 dan Quickbird dilakukan dengan metode orthorektifikasi dikarenakan citra tersebut memiliki resolusi spasial yang tinggi. Pengolahannya dengan menggunakan data DEM untuk melakukan koreksi dan didapatkan masing-masing *RMS error* sebesar 0,53 untuk SPOT 6 dan 0,39 untuk Quickbird.

Dari pengolahan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa hasil ini telah masuk toleransi yang disyaratkan yaitu kurang dari 1 piksel (Purwadhi, 2001).

Perhitungan nilai SOF yaitu dengan menggunakan metode parameter trace dan dihasilkan nilai SOF sebesar 0.5734 dengan rincian sebagai berikut:

Jumlah *Baseline* : 13

Jumlah Titik : 7

N ukuran : Jumlah *Baseline* \times 3 = 39

N Parameter : Jumlah titik \times 3 = 24

u : N ukuran - N Parameter = 15

SoF= 0.5734

$$\text{SOF} = \frac{\text{Trace} ([A^T].[A])^{-1}}{u} = 0.5734$$

Semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaringan tersebut di atas, maka akan semakin baik konfigurasi jaringan dan sebaliknya (Abidin, 2002).

Hasil Pengukuran berupa koordinat GCP dan ICP yang didapatkan telah diikatkan dengan CORS ITS dan telah dikoreksi dengan SRGI BIG yang kemudian didapatkan koreksi x (dx) = -4.306m dan koreksi y (dy) = 0.391m.

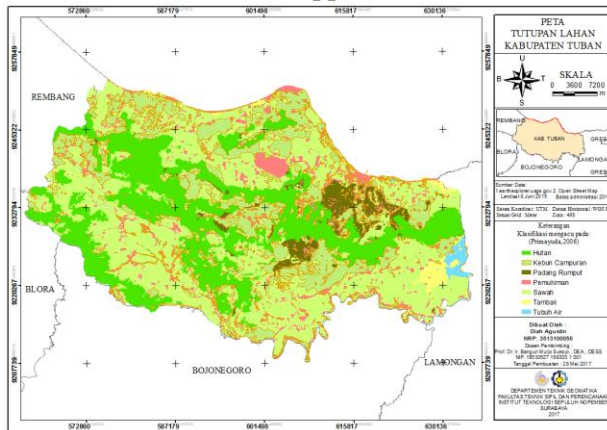
Tabel 4.1 Koordinat Lapangan

ID	X	Y	X_SRGI	Y_SRGI
GCP01	611410.756	9212055.651	611415.0625	9212055.26
GCP02	610489.459	9215153.939	610493.7655	9215153.548
GCP03	612402.858	9216339.778	612407.1645	9216339.387
GCP04	610384.084	9219113.608	610388.3905	9219113.217
GCP05	612758.222	9220379.279	612762.5285	9220378.888
GCP06	613204.134	9223709.975	613208.4405	9223709.584
GCP07	610411.478	9223937.443	610415.7845	9223937.052
GCP08	610724.008	9227575.547	610728.3145	9227575.156
ICP01	611172.157	9211689.747	611176.4635	9211689.356
ICP02	610449.572	9213283.059	610453.8785	9213282.668
ICP03	610775.087	9213639.21	610779.3935	9213638.819
ICP04	611863.386	9214776.368	611867.6925	9214775.977
ICP05	611099.311	9215903.443	611103.6175	9215903.052
ICP06	612660.681	9216831.886	612660.681	9216831.495
ICP07	612074.146	9218235.276	612078.4525	9218234.885
ICP08	611212.782	9219342.827	611217.0885	9219342.436
ICP09	611220.381	9221431.45	611224.6875	9221431.059
ICP10	611712.705	9224113.072	611717.0115	9224112.681
ICP11	610674.023	9226189.863	610678.3295	9226189.472
ICP12	611764.681	9229013.069	611768.9875	9229012.678
ICP13	612493.779	9222630.018	612498.0855	9222629.627
ICP14	613131.456	9220157.807	613135.7625	9220157.416
ICP15	610914.693	9217142.858	610918.9995	9217142.467

4.1.3 Peta Tutupan Lahan

a. Tutupan lahan Kabupaten Tuban

Data Tutupan lahan kabupaten Tuban diperoleh dari pengolahan citra satelit menengah Landsat 8 bulan juni tahun 2015. Interpretasi visual dilakukan dengan metode *Supervise Classification maximum likelihood*, kemudian dilakukan perhitungan *confussion matrix* sehingga didapatkan uji ketelitian sebesar 85,84 % dan koefisien kappa sebesar 0,6652.



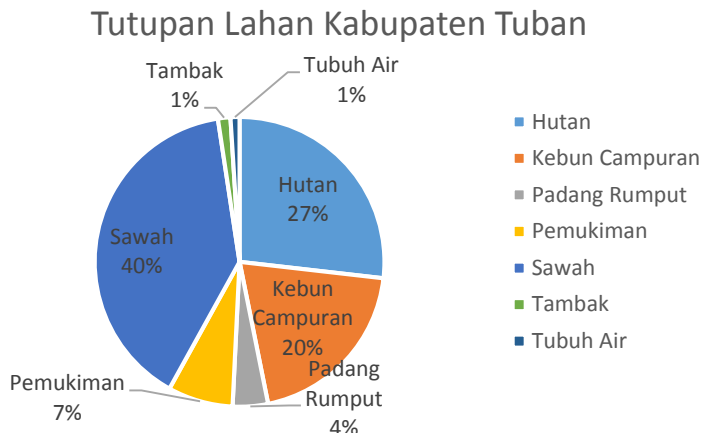
Gambar 4.2 Tutupan Lahan Kabupaten Tuban

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.2 Tutupan lahan Kabupaten Tuban

No	Kelas	skor	Luas (ha)
1	Tubuh Air	9	1989
2	Tambak	9	2756
3	Sawah	8	78246
4	Hutan	7	53035
5	Permukiman	6	14385
6	Padang Rumput	5	7784
7	Kebun Campuran	3	39616

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.3 Diagram Tutupan Lahan Kabupaten Tuban

Sumber: Hasil Penelitian

b. Tutupan lahan Kecamatan Rengel

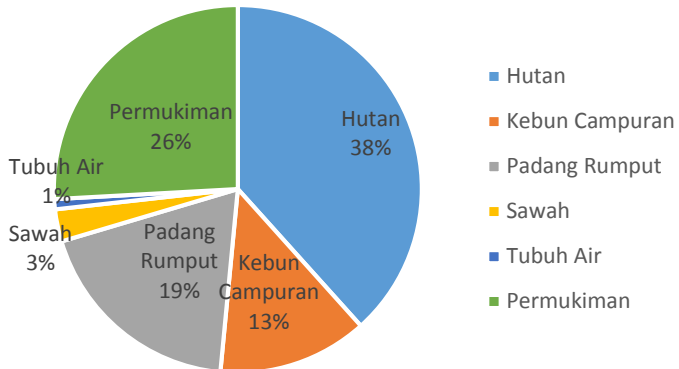
Data tutupan lahan kecamatan Rengel diperoleh dari pengolahan citra satelit resolusi tinggi Quickbird bulan oktober 2013. Interpretasi visual dilakukan dengan metode *Supervise Classification*, kemudian dilakukan perhitungan *confusion matrix* sehingga didapatkan uji ketelitian sebesar 94 % dan koefisien kappa sebesar 0,9161.

Tabel 4.3 Tutupan lahan Kecamatan Rengel

No	Kelas	skor	Luas (ha)
1	Tubuh Air	9	39
2	Sawah	8	124
3	Hutan	7	1679
4	Permukiman	6	1133
5	Padang Rumput	5	827
6	Kebun Campuran	3	577

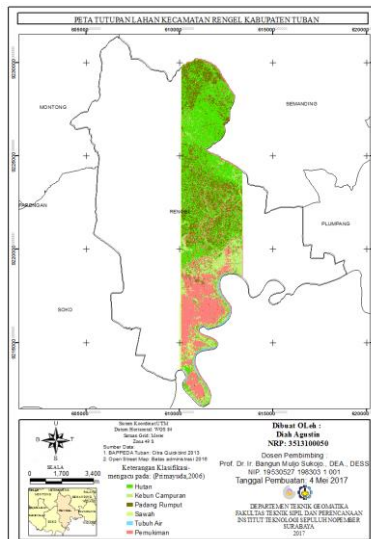
Sumber: Hasil Penelitian

Tutupan Lahan Kecamatan Rengel



5

Gambar 4.4 Diagram Tutupan Lahan Kecamatan Rengel
Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.5 Tutupan Lahan Kecamatan Rengel
Sumber: Hasil Penelitian

Mather (2004) dalam Arhatin (2007) mengatakan bahwa jika nilai overall kappa lebih dari 0,75 menunjukkan klasifikasi baik, sedangkan jika nilainya kurang dari 0,4 maka klasifikasi buruk.

4.1.4 Peta Curah Hujan

Analisa peta curah hujan terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

a. Pengumpulan Data Hujan

Data Curah hujan didapatkan dari Dinas Pengairan PU (Pekerjaan Umum) Kabupaten Tuban. Data curah hujan yang terkumpul berupa data curah hujan tahunan (2015) yang meliputi jumlah curah hujan. Data tersebut berasal dari stasiun – stasiun penakar hujan yang mencakup wilayah Kabupaten Tuban yang dapat mewakili frekuensi curah hujan yang jatuh dalam daerah tangkapan hujan (*catchment area*). Di bawah ini terdapat Tabel 4.3 yang merupakan Lokasi Stasiun Pengamatan Curah Hujan.



Gambar 4.6 Titik Stasiun Curah Hujan
Sumber: Dinas Pengairan PU

Tabel 4.4 Data Curah Hujan 2015 di 25 stasiun di Kab.Tuban

X	Y	STASIUN	CURAH HUJAN
579188,75	9229077,35	BANGILAN	1443
577601,57	9231444,5	MUNDRI	1161
575875,24	9229389,62	KEJURON	1268
581739,99	9228736,22	LAJU	1349
580287,77	9225421,81	SENDANG	1349
587695,81	9229739,23	JOJOGAN	1491
596846,26	9231626,88	MONTONG	1419
600159,18	9230915,27	SUMURGUNG	1143
588052,93	9225347,3	NGABONGAN	1554
571261,05	9239929,64	KEBONHARJO	1348
589533,9	9245276,03	BELIKANGET	756
597585,79	9237215,39	KEREK	1294
585821,99	9245865,88	SIMO	800
616550,71	9234381,77	KEPET	889
615663,4	9237854,35	TUBAN	1581
612108,12	9239090,39	BOGOREJO	1206
612291,58	9237032,42	TEGALREJO	1074
609943,47	9244930,44	JENU	559
603494,71	9213955,25	SOKO	1632

Tabel 4.4 Data Curah Hujan 2015 di 25 stasiun di Kab.Tuban

611613,54	9219681,98	RENGEL	1547
608259,35	9216156,65	MAIBIT	1565
620072,34	9218771,78	KLOTOK	1619
629761,63	9215277,45	WIDANG	1686
623329,17	9232032,2	PALANG	804
626395,82	9230029,12	NGIMBANG	1252

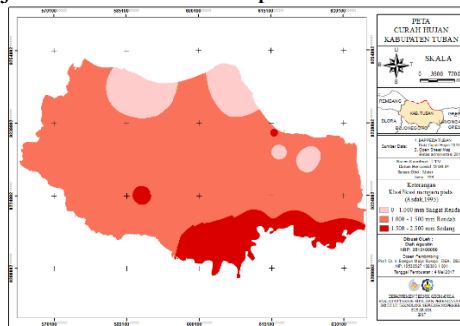
b. Pembuatan Peta Curah Hujan

Proses pengolahan Peta Curah Hujan Metode Interpolasi Titik dengan IDW (*Interpolation Distance Weight*). Interpolasi titik merupakan prosedur untuk menduga nilai-nilai yang tidak diketahui dengan menggunakan nilai yang diketahui pada lokasi yang berdekatan.

c. Hasil Perhitungan Curah Hujan 2015 Kabupaten Tuban

Hasil interpolasi curah hujan dari rentang tahun 2015 yang dijadikan penelitian didapatkan Curah Hujan pada Kejadian Bahaya Banjir adalah sebagai berikut:

1. Curah Hujan Tahun 2015 Kabupaten Tuban



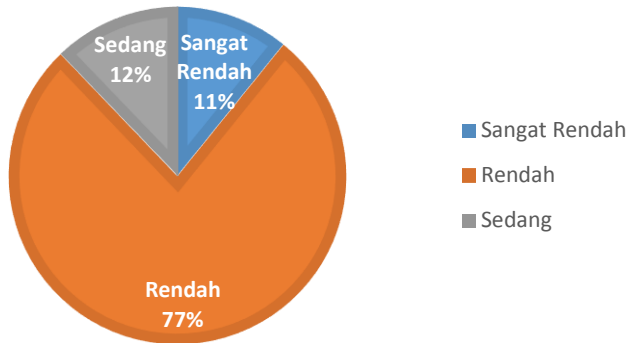
Gambar 4.7 Peta Curah Hujan Kabupaten Tuban
Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.5 Curah Hujan Kabupaten Tuban

No	Curah Hujan	Kelas	Skor	Luas(ha)
1.	0–1000 mm/tahun	Sangat Rendah	1	21389
2.	1000–1500 mm/tahun	Rendah	3	152367
3.	1500–2500 mm/tahun	Sedang	5	24059

Sumber: Hasil Penelitian

CURAH HUJAN KABUPATEN TUBAN



Gambar 4.8 Diagram Curah Hujan Kabupaten Tuban

Sumber: Hasil Penelitian

Dari Gambar 4.8 dan Tabel 4.4 Menunjukkan hasil Curah hujan tahun 2015 di wilayah Kabupaten Tuban didominasi dengan curah hujan Rendah (1000–1500 mm/tahun) dengan daerah seluas 152,367 ha.

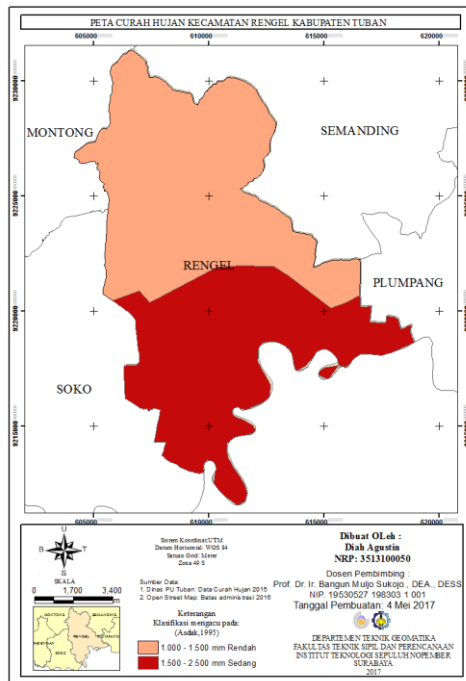
2. Curah Hujan Tahun 2015 Kecamatan Rengel

Dari data Curah Hujan 2015 dilakukan proses subset pada daerah penelitian kemudian dilanjutkan dengan pengolahan interpolasi. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.6 Curah Hujan Kecamatan Rengel

No	Curah Hujan	Kelas	Skor	Luas(ha)
1.	1000–1500 mm/tahun	Rendah	3	7072
2.	1500–2500 mm/tahun	Sedang	5	5794

Sumber: Hasil Penelitian

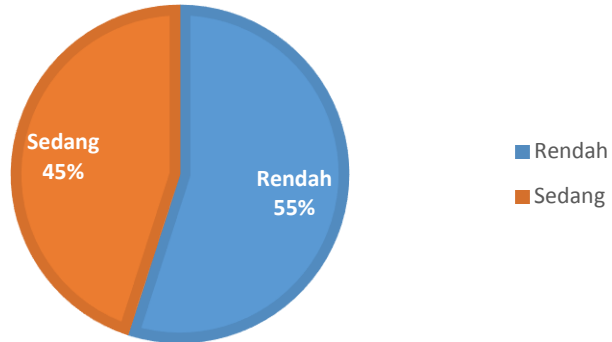


Gambar 4.9 Curah Hujan Kecamatan Rengel

Sumber: Hasil Penelitian

Dari Gambar 4.9 dan Tabel 4.5 Menunjukkan hasil Curah hujan tahun 2015 di Kecamatan Rengel didominasi dengan curah hujan rendah (1000–1500 mm/tahun) dengan daerah seluas 7072 ha.

CURAH HUJAN KECAMATAN RENGEL



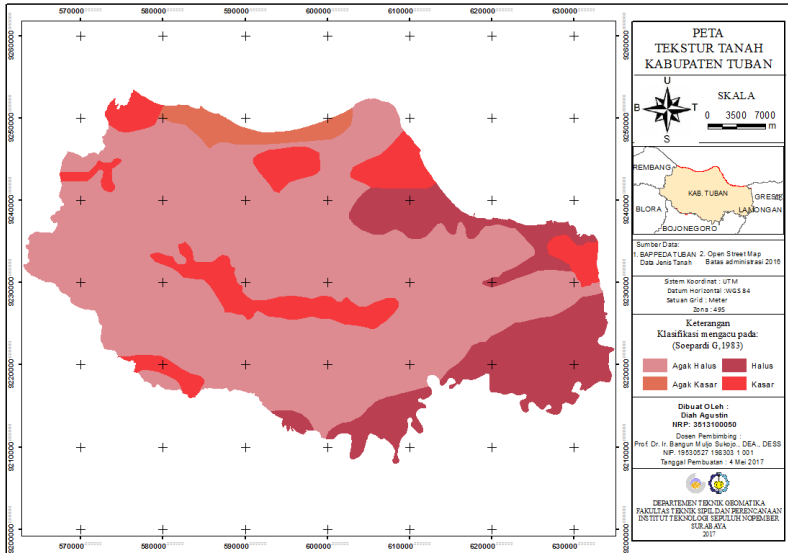
Gambar 4.10 Diagram Curah Hujan Kecamatan Rengel
Sumber: Hasil Penelitian

4.1.5 Peta Tekstur Tanah

Analisis peta jenis tanah dilakukan untuk membuat peta tekstur tanah. Dimana peta jenis tanah ini didapatkan dari instansi Bappeda Kabupaten Tuban. Yang selanjutnya klasifikasikan berdasarkan acuan dari penelitian terdahulu. Berikut hasil dari pembuatan peta tekstur tanah :

1. Tekstur Tanah Kabupaten Tuban

Kabupaten Tuban memiliki 4 kelas tekstur tanah. Diantaranya Tekstur Tanah Halus, Agak Halus, Agak Kasar, Kasar. Daerah yang memiliki tekstur tanah Halus akan lebih rentan terhadap kejadian banjir. Untuk mengetahui luas Tekstur tanah yang berada di kabupaten Tuban disajikan dalam tabel 4.6



Gambar 4.11 Peta Tekstur Tanah Kabupaten Tuban
Sumber: Hasil Penelitian

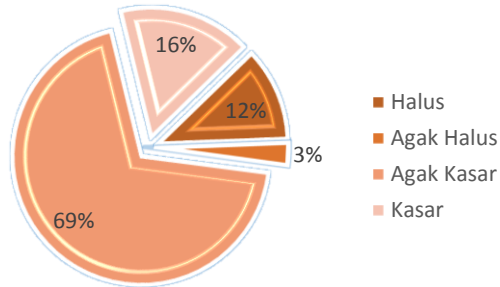
Tabel 4.7 Tekstur Tanah Wilayah Kabupaten Tuban

No	Tekstur Tanah	Skor	Luas (ha)
1	Halus	7	32807
2	Agak Halus	5	136620
3	Agak Kasar	3	5274
4	Kasar	1	22976

Sumber: Hasil Penelitian

Dari hasil Klasifikasi Peta Jenis tanah menjadi Peta Tekstur Tanah, wilayah Tuban memiliki 4 kelas Tekstur tanah. Diantaranya Tekstur tanah Halus, Agak Halus, Agak Kasar dan Kasar. Tuban didominasi dengan tekstur tanah yang Agak Halus dimana tanah halus dan agak halus memiliki daya serap air yang buruk sehingga air hujan tidak dapat diserap dengan baik oleh tanah dan berpotensi besar terhadap bahaya banjir.

Tekstur Tanah Kabupaten Tuban



Gambar 4.12 Diagram Tekstur Tanah Tuban

Sumber: Hasil Penelitian

Persentase paling besar adalah pada kelas Agak Halus. Dari hasil penelitian Tekstur tanah di Kabupaten Tuban didominasi dengan tekstur tanah yang Agak halus dengan luas wilayah sebesar 69 %. Sedangkan 31% dari sisa kelasnya terdapat 3 kelas diantaranya kelas halus, Agak Kasar dan Kasar. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah Kabupaten Tuban yang memiliki jenis tanah dominan Agak Halus juga memiliki daya serap air yang sedikit buruk sehingga air hujan tidak dapat diserap dengan baik oleh tanah dan berpotensi besar terhadap bahaya banjir.

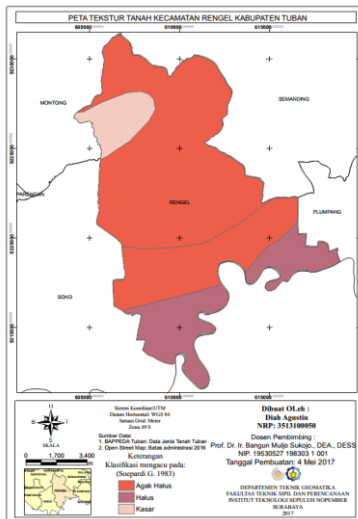
2. Tekstur Tanah Kecamatan Rengel

Kecamatan Rengel memiliki 3 kelas tekstur tanah. Diantaranya Tekstur Tanah Halus, Agak Halus, dan Kasar. Untuk mengetahui luas Tekstur tanah yang berada di kecamatan Rengel disajikan dalam tabel 4.8 dan pada gambar 4.14.

Tabel 4.8 Tekstur Tanah Kecamatan Rengel

No	Tekstur Tanah	Skor	Luas (ha)
1	Halus	7	2330
2	Agak Halus	5	9620
3	Kasar	1	894

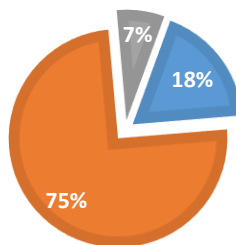
Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.13 Peta Tekstur Tanah Kecamatan Rengel
Sumber: Hasil Penelitian

TEKSTUR TANAH KECAMATAN RENDEL

■ Halus ■ Agak Halus ■ Kasar



Gambar 4.14 Diagram Tekstur Tanah Rengel
Sumber: Hasil Penelitian

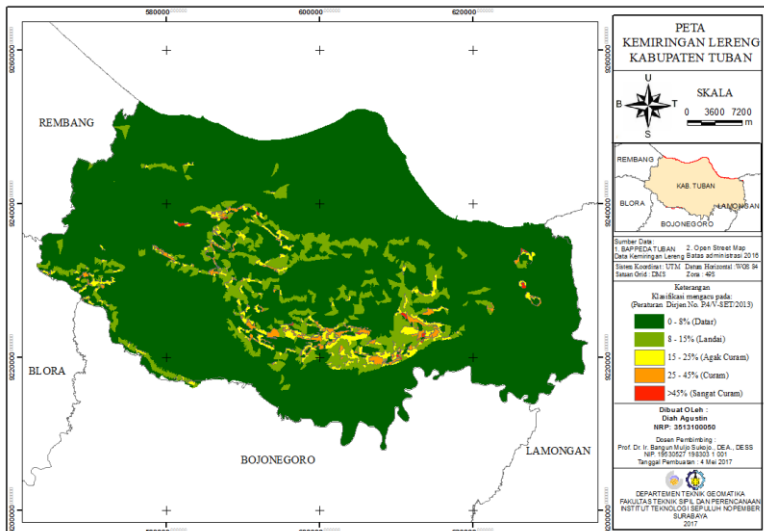
Dari hasil Klasifikasi Peta Jenis tanah menjadi Peta Tekstur Tanah, yang memiliki presentase paling besar adalah pada kelas Agak

Halus. Dari hasil penelitian Tekstur tanah di Kabupaten Tuban didominasi dengan tekstur tanah yang Agak halus dengan luas wilayah sebesar 75 %. Sedangkan 25% dari sisa kelasnya terdapat 2 kelas diantaranya kelas halus dan Kasar. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah Kecamatan Rengel yang memiliki jenis tanah dominan Agak Halus juga memiliki daya serap air yang sedikit buruk sehingga berpotensi besar terhadap bahaya banjir.

4.1.6 Peta Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng mempengaruhi kecepatan & volume limpasan permukaan. Semakin curam tingkat kelerengan maka kecepatan air yang mengalir dipermukaan akan semakin besar, semakin datar tingkat kelerengan maka kecepatan air yang mengalir dipermukaan akan semakin kecil sehingga menyebabkan proses penyerapan air semakin lama dan menyebabkan banjir.

a. Kemiringan Lereng Kabupaten Tuban

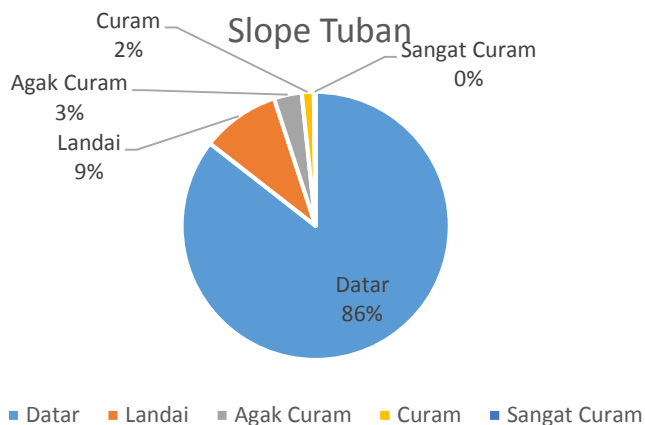


Gambar 4.15 Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Tuban
Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.9 Kemiringan Lereng Kabupaten Tuban

No	Kemiringan Lereng	Deskripsi	Skor	Luas (ha)
1	0-8%	Datar	9	167073
2	8-15%	Landai	7	18425
3	15-25%	Agak Curam	5	6562
4	25-45%	Curam	3	2824
5	>45%	Sangat Curam	1	433

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.16 Diagram Kemiringan Lereng Tuban

Sumber: Hasil Penelitian

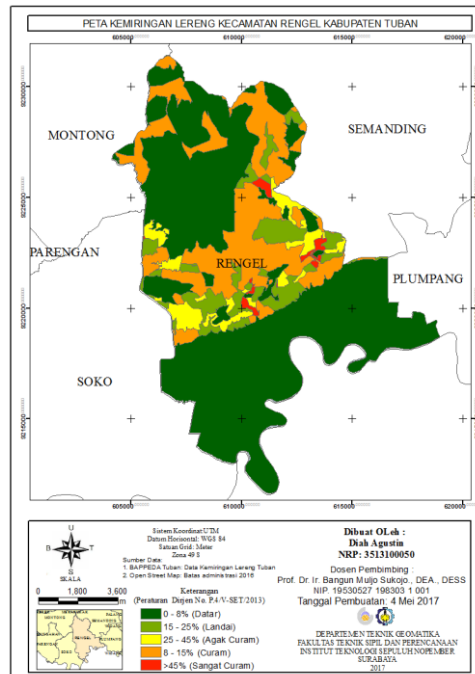
- Dari hasil klasifikasi kemiringan lereng didapatkan kelas dengan rentang 0-8 % memiliki luas mencapai 86%. Wilayah yang datar merupakan pemicu terjadinya banjir, dimana air akan mengalir ke daerah yang lebih rendah & dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Tuban didominasi dengan daerah yang datar. Oleh karena itu, sering terjadi Banjir pada saat musim penghujan.

b. Kemiringan Lereng Kecamatan Rengel

Tabel 4.10 Kemiringan Lereng Kecamatan Rengel

No	Kemiringan Lereng	Deskripsi	Skor	Luas (ha)
1	0-8%	Datar	9	471
2	8-15%	Landai	7	10579
3	15-25%	Agak Curam	5	1071
4	25-45%	Curam	3	631
5	>45%	Sangat Curam	1	130

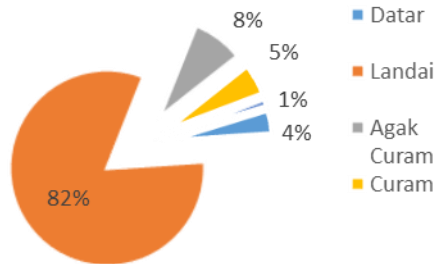
Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.17 Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Rengel

Sumber: Hasil Penelitian

Kemiringan Lereng Kecamatan Rengel



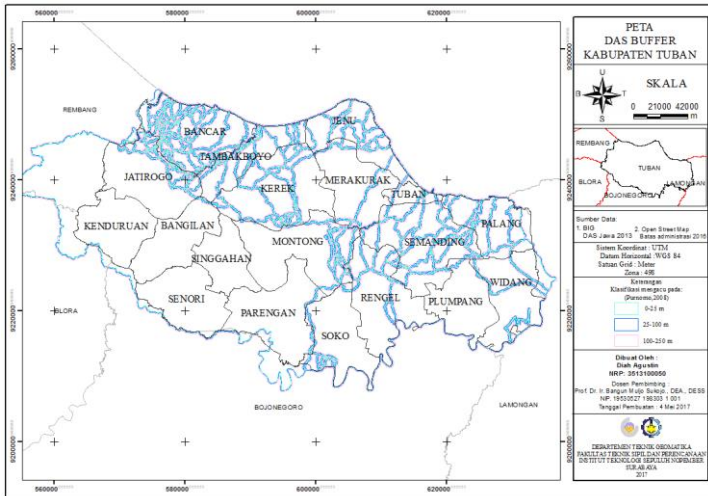
Gambar 4.18 Diagram Kemiringan Lereng Kecamatan Rengel
Sumber: Hasil Penelitian

Dari hasil klasifikasi kemiringan lereng kecamatan Rengel didominasi kelas landai dengan rentang 8-15 % memiliki luas mencapai 82%. Wilayah yang landai di daerah Rengel bisa menjadi pemicu terjadinya banjir di suatu daerah.

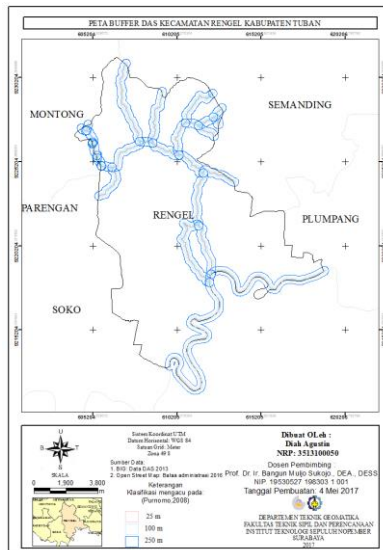
4.1.7 Peta Buffer Sungai

Buffer sungai yang dimaksud adalah memberi lebar pada suatu objek/daerah tertentu yang digambarkan di sekeliling sungai dengan jarak tertentu. Peta *buffer* sungai dibuat berdasarkan zona *buffer* sungai yang dihasilkan dari pengkelasan tingkat bahaya banjir.

Pada gambar 4.19 (Kabupaten Tuban) dan gambar 4.20 (Kecamatan Rengel) dipetakan 3 kelas *buffer* sungai, kelas 1 dengan radius 0-25 m, kelas 2 dengan radius 25-100 m dan kelas 3 dengan radius 100-250 m. Hasil penelitian yang telah dilakukan Di Kabupaten Tuban sungai yang sering menyebabkan banjir adalah sungai Bengawan Solo.



Gambar 4.19 Peta Buffer Sungai Kabupaten Tuban
Sumber: Hasil Penelitian

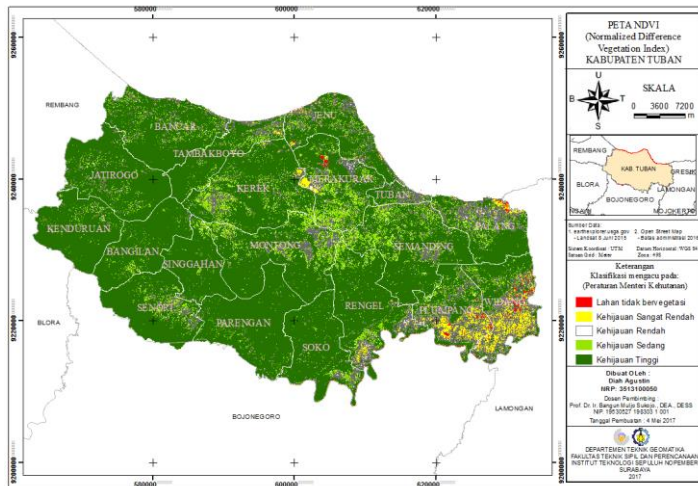


Gambar 4.20 Peta Buffer Sungai Kecamatan Rengel
Sumber: Hasil Penelitian

4.1.8 Vegetation Indeks & Water Indeks

a. NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

Dari hasil pengolahan NDVI dapat disimpulkan Kabupaten Tuban didominasi dengan Kehijauan Tinggi sebesar 81 %, diikuti dengan Kehijauan sedang 12 %, Kehijauan Rendah 4%, Kehijauan Sangat Rendah 2 % dan Lahan tidak Bervegetasi 1 %. Dilihat dari kelas NDVI harusnya kabupaten Tuban yang didominasi kehijauan tinggi dapat menyerap banyak air. Namun berbeda lagi apabila kehijauan yang tinggi tersebut bukan dari pepohonan melainkan dari padang rumput.



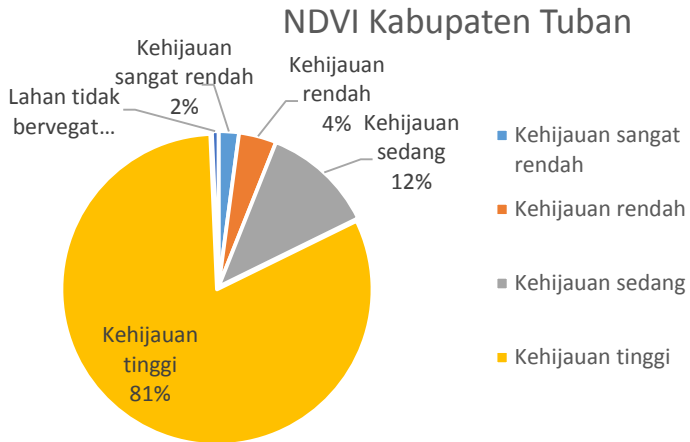
Gambar 4.21 Peta NDVI Kabupaten Tuban

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.11 Klasifikasi NDVI & Luas di Kabupaten Tuban

No	Kelas NDVI	Keterangan	Luas(Ha)
1	-1 s/d -0,03	Lahan tidak bervegetasi	1325
2	-0,03 s/d 0,15	Kehijauan sangat rendah	4090
3	0,15 s/d 0,25	Kehijauan rendah	7550
4	0,26 s/d 0,35	Kehijauan sedang	22602
5	0,36 s/d 1,00	Kehijauan tinggi	157455

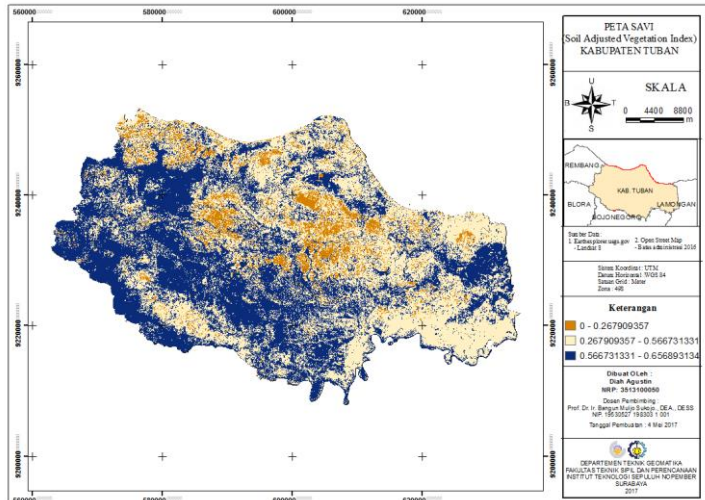
Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.22 Diagram NDVI Kabupaten Tuban
Sumber: Hasil Penelitian

b. SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*)

Soil-adjusted vegetation index dikembangkan sebagai modifikasi dari Normalized Difference Vegetation Index untuk mengkoreksi pengaruh kecerahan tanah apabila di daerah yang memiliki tutupan vegetasi yang rendah. Penyesuaian untuk pengaruh tanah menimbulkan efek terhadap sensitivitas indeks vegetasi. Dibandingkan dengan NDVI, SAVI umumnya kurang sensitif terhadap perubahan vegetasi (jumlah dan tutupan vegetasi hijau), dan lebih sensitif terhadap perbedaan atmosfer (Geomusa.com, 2015).



Gambar 4.23 Peta SAVI Kabupaten Tuban

Sumber: Hasil Penelitian

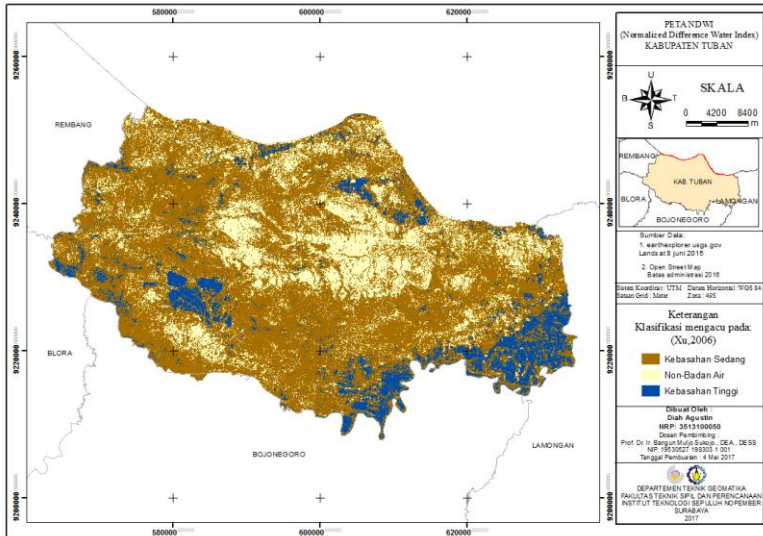
c. NDWI (*Normalized Difference Water Index*)

Ekstraksi tubuh air dengan menggunakan penginderaan jauh telah menjadi metode yang paling penting dalam penyelidikan sumber daya air, penilaian prediksi bencana banjir dan perencanaan air dengan efektivitas yang cepat dan akurat. Dari hasil pengolahan didapatkan kelas dominan yaitu kelas kebasahan sedang dengan luas cakupan 133,511 Ha, disusul dengan kelas Non-Badan Air dengan luas cakupan 42,701 Ha. Dari Hasil Peta Kelas Kebasahan Tinggi terletak dibantaran sungai.

Tabel 4.12 Klasifikasi NDWI & Luasnya di Kabupaten Tuban

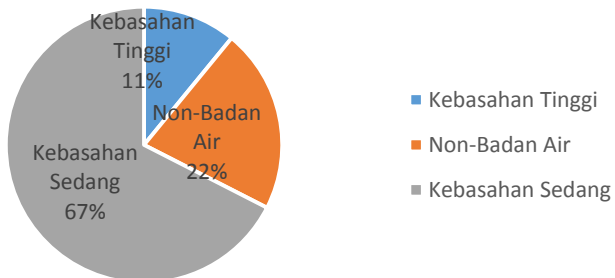
No	Nilai NDWI	Tingkat Kebasahan	Luas (Ha)
1	$-1 < \text{NDWI} < 0$	Non-Badan Air	42701
2	$0 < \text{NDWI} < 0,33$	Kebasahan Sedang	133511
3	$0,33 < \text{NDWI} < 1$	Kebasahan Tinggi	21632

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.24 Peta NDWI
Sumber: Hasil Penelitian

NDWI KABUPATEN TUBAN



Gambar 4.25 Diagram NDWI
Sumber: Hasil Penelitian

4.1.9 Overlay dan Pembobotan

Overlay atau tumpang tindih dilakukan untuk menentukan daerah rawan dari beberapa parameter penentu daerah bahaya banjir dengan metode skoring, yaitu pemberian skor. Dari hasil pertampalan, daerah yang memiliki total skor terbanyak merupakan daerah yang berpotensi bahaya banjir. Penentuan bobot dan skor beracuan pada contoh tabel skoring yang terdapat pada tinjauan pustaka namun dengan modifikasi untuk penyesuaian dengan wilayah Kabupaten Tuban. Berikut ini adalah Tabel yang memuat skor dan bobot dari masing-masing parameter penyebab banjir.

Tabel 4.13 Skoring Variabel Penentu Daerah Bahaya Banjir

No	Variabel	Kelas	Keterangan	Skor	Bobot %	Total
1	Curah Hujan	0–1000 mm/tahun	Sangat Rendah	1	20%	0,2
		1000–1500 mm/tahun	Rendah	3		0,6
		1500–2500 mm/tahun	Sedang	5		1
		2500–3500 mm/tahun	Tinggi	7		1,4
		3500–5000 mm/tahun	Sangat Tinggi	9		1,8
2	Tutupan lahan		Tubuh Air	9	20%	1,8
			Tambak	9		1,8
			Sawah	8		1,6
			Hutan Mangrove	7		1,4
			Permukiman	6		1,2
			Padang Rumput	5		1

Tabel 4.13 Skoring Variabel Penentu Daerah Bahaya Banjir

N o	Variabel	Kelas	Keterangan	Skor	Bobot %	Total
			Kebun Campuran	3		0,6
			Hutan	1		0,2
3	Kemiringan Lereng	0-8%	Datar	9	20%	1,8
		8-15%	Landai	7		1,4
		15-25%	Agak Curam	5		1
		25-45%	Curam	3		0,6
		>45%	Sangat Curam	1		0,2
4	Tekstur Tanah		Halus	9	20%	1,8
			Agak Halus	7		1,4
			Sedang	5		1
			Agak Kasar	3		0,6
			Kasar	1		0,2
5	Buffer sungai	0-25 m	Dekat	7	20%	1,4
		25-100 m	Sedang	5		1
		100-250 m	Jauh	3		0,6

Sumber: Hasil Penelitian

1. Peta Rawan Banjir

Peta rawan banjir didapat dari hasil tumpang tindih (*overlay*) peta curah hujan, kemiringan lereng, peta tekstur tanah, peta tutupan lahan dan buffer sungai. Hal ini bertujuan untuk mengetahui daerah yang rawan terjadi banjir. Adapun hasil analisa daerah bahaya banjir adalah daerah yang dari segi fisik dan klimatologis memiliki kemungkinan terjadi banjir dalam jangka waktu tertentu dan berpotensi terhadap rusaknya alam. Bahaya banjir dalam penelitian

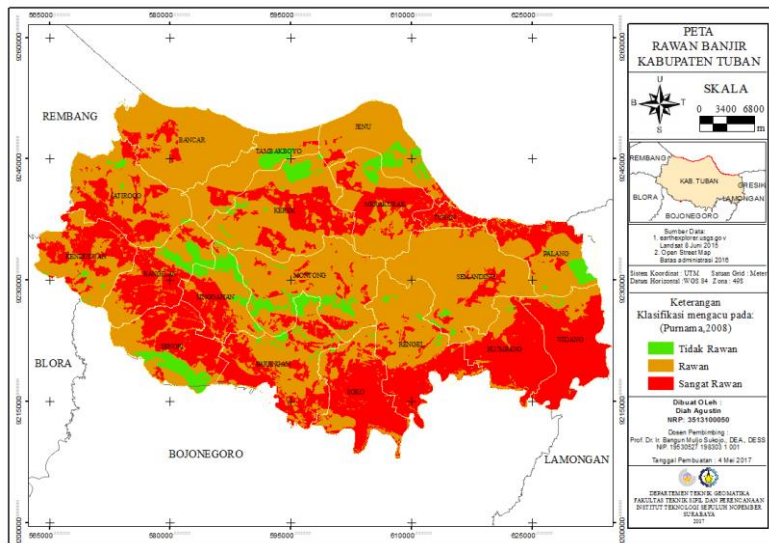
ini terbagi menjadi empat kelas tingkat kerawanan yaitu Aman, Tidak Rawan, Rawan dan Sangat Rawan.

a. Peta Rawan Banjir Kabupaten Tuban

Tabel 4.14 Klasifikasi Daerah Rawan Banjir

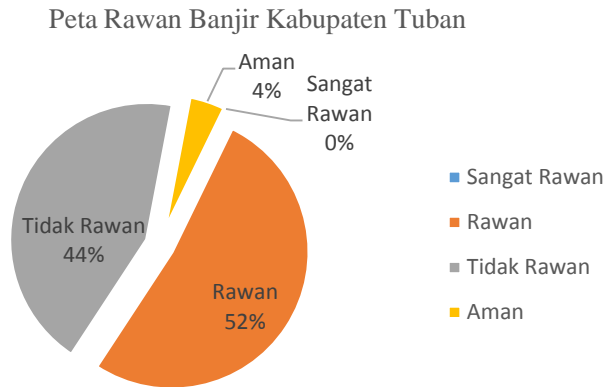
No	Tingkat Kerawanan Banjir	Skor	Luas(ha)
1	Sangat Rawan	$7 < \text{Rawan} < 9$	86288
2	Rawan	$5 < \text{Rawan} < 7$	102582
3	Tidak Rawan	$3 < \text{Rawan} < 5$	8326
4	Aman	$1 < \text{Rawan} < 3$	0

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 4.26 Peta Rawan Banjir Kabupaten Tuban

Sumber: Hasil Penelitian



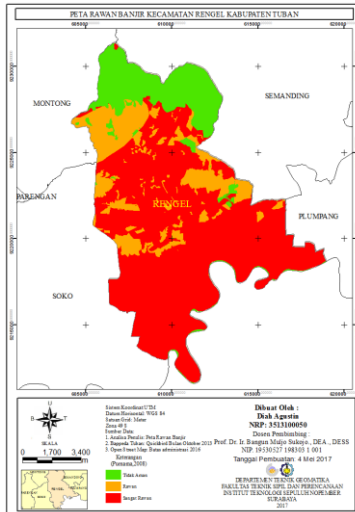
Gambar 4.27 Diagram Klasifikasi Daerah Rawan Banjir
Kabupaten Tuban
Sumber: Hasil Penelitian

2. Peta Rawan Banjir Kecamatan Rengel

Tabel 4.15 Daerah Rawan Banjir Kecamatan Rengel

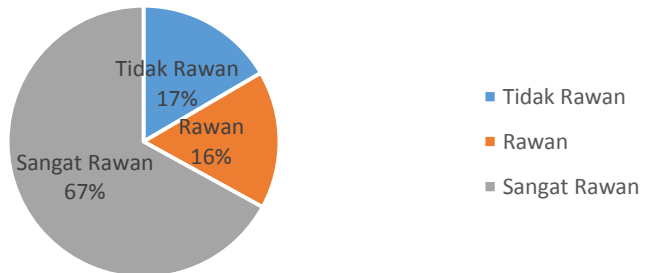
No	Tingkat Kerawanan Banjir	Skor	Luas(ha)
1	Sangat Rawan	$7 < \text{Rawan} < 9$	8693
2	Rawan	$5 < \text{Rawan} < 7$	2133
3	Tidak Rawan	$3 < \text{Rawan} < 5$	2150
4	Aman	$1 < \text{Rawan} < 3$	0

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 4.28 Peta Rawan Banjir Kecamatan Rengel
Sumber: Hasil Penelitian

Daerah Rawan Banjir Kecamatan Rengel



Gambar 4.29 Diagram Klasifikasi Daerah Rawan Banjir
Kecamatan Rengel
Sumber: Hasil Penelitian

Rentang kelas dari tabel 4.13 & 4.14 didapatkan dari total perhitungan dengan skor masing masing parameter penyebab bahaya banjir. Dengan menggunakan rumus :

$$i = R/n$$

Keterangan:

i = Lebar interval

R = Selisih skor maksimum dan skor minimum

n = Jumlah kelas kerawanan banjir

Nilai kelas interval :

Nilai tertinggi = 9

Nilai terendah = 1

Jumlah kelas = 4

Pembuatan peta rawan banjir ini tujuannya adalah untuk mengidentifikasi daerah yang rawan terjadi banjir, sehingga daerah tersebut bisa melakukan pencegahan banjir atau dapat meminimalisir jatuhnya korban apabila terjadi banjir.

4.1.10 Perbandingan Nilai Pengolahan Sampel Data

Tabel 4.16 Nilai *Vegetation Indeks* dan *Water Indeks*

LANDSAT			
Titik	NDVI	NDWI	SAVI
Tuban-1	0,030502	-0,099996	0,099899
Tuban-2	0,02653	-0,099997	0,099899
Tuban-3	0,028222	-0,099998	0,09989
Tuban-4	0,012266	-0,100003	0,099882
Tuban-5	0,0272353	-0,0999997	0,099887
QUICKBIRD			
Titik	NDVI	NDWI	SAVI
Tuban-1	0,169169	0,038222	0,253627
Tuban-2	0,132867	0,127596	0,121143
Tuban-3	0,458333	0,2	0,358303
Tuban-4	0,107623	-0,042636	0,303343
Tuban-5	0,247496	0,198238	0,568134

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.17 Nilai Uji Laboratorium tanah dan air

Titik	Sand	Silt	clay	Kadar Air
Tuban-1	40,50%	41,78%	17,72%	17,72%
Tuban-2	24,64%	29,29%	46,07%	57,17 %
Tuban-3	24,64%	52,00%	23,36%	42,55
Tuban-4	80,95%	12,85%	6,20%	37,17 %
Tuban-5	47,39%	27,24%	25,38%	37,67 %

Sumber: Hasil Penelitian

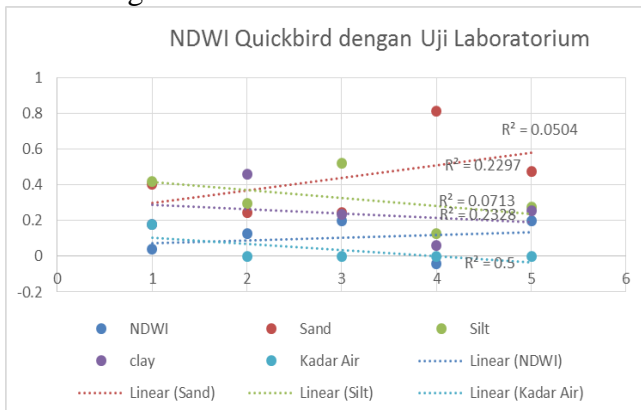
Tabel 4.18 Nilai RGB foto UAV

Titik	R	G	B
Tuban-1	123	122	102
Tuban-2	127	137	126
Tuban-3	120	104	104
Tuban-4	119	129	118
Tuban-5	119	162	116

Sumber: Hasil Penelitian

a. Korelasi

Korelasi hasil uji laboratorium dengan nilai titik sampel NDWI sebagai berikut:



Gambar 4.28 Uji Korelasi NDWI dengan Uji Laboratorium
Didapatkan nilai kekuatan hubungan sebagai berikut:

Tabel 4.19 Nilai Uji korelasi NDWI dengan titik sampel uji laboratorium

Titik	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Kadar Air (%)	NDWI	Korelasi
Tuban-1	40,50	41,78	17,72	17,72	0,038222	0,71
Tuban-2	24,64	29,29	46,07	57,17	0,127596	0,48
Tuban-3	24,64	52,00	23,36	42,55	0,2	0,48
Tuban-4	80,95	12,85	6,20	37,17	-0,042636	0,27
Tuban-5	47,39	27,24	25,38	37,67	0,198238	0,22


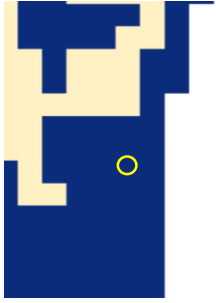

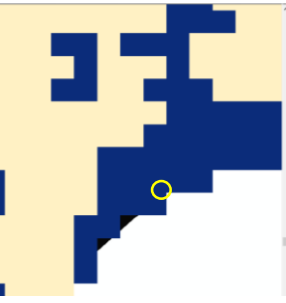

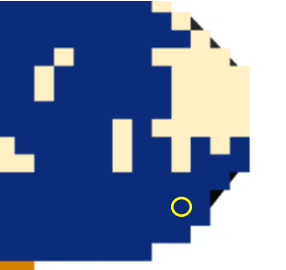
Tabel 4.20 Kekuatan Hubungan

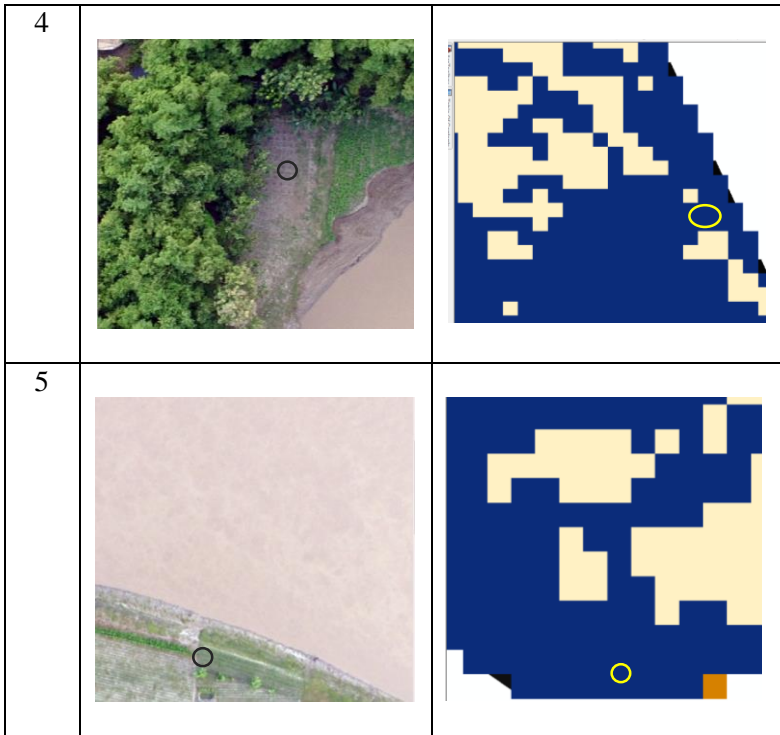
NO	NILAI KORELASI	KEKUATAN HUBUNGAN
1	0,00-0,199	Sangat Lemah
2	0,20-0,399	Lemah
3	0,40-0,599	Sedang
4	0,60-0,799	Kuat
5	0,8-1,000	Sangat Kuat

Sumber: (Sugiyono,2011)

- b. Perbandingan Visual Citra Foto yang diambil menggunakan pesawat tanpa awak dengan Hasil pengolahan *Vegetation Indeks* (NDVI & SAVI) dan *Water Indeks* (NDWI) untuk mengetahui apakah nilai dari pengolahan *Vegetation Indeks & Water Indeks* sesuai dengan data lapangan. Tabel 4.21,4.22 dan 4.23 yang berisi gambar dari citra foto dan gambar hasil pengolahan *Vegetation Indeks* (NDVI & SAVI) dan *Water Indeks* (NDWI) yang memiliki bagian objek yang sama, ditunjukkan dengan tanda lingkaran “○”/”⦿”.

Tabel 4.21 Perbandingan visual antara Foto UAV dan SAVI

No	Foto UAV	SAVI
1		
2		
3		




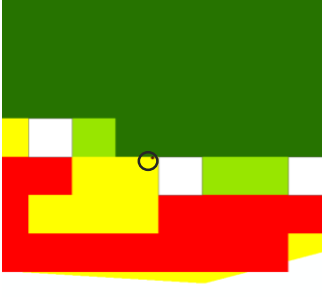


Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4.22 Perbandingan visual antara Foto UAV dan NDVI

No	Foto UAV	NDVI
1		
2		
3		

Tabel 4.22 Perbandingan visual antara Foto UAV dan NDVI


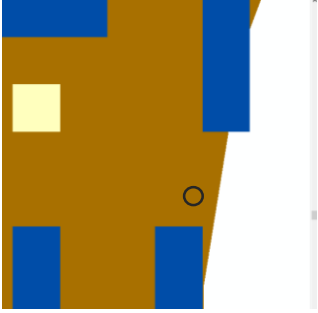

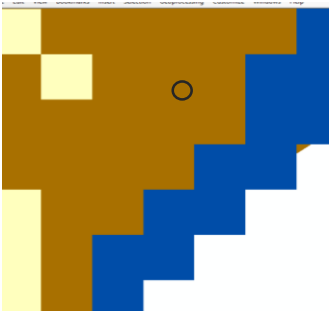
No	Foto UAV	NDVI
4		
5		




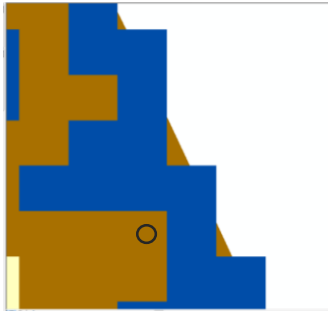
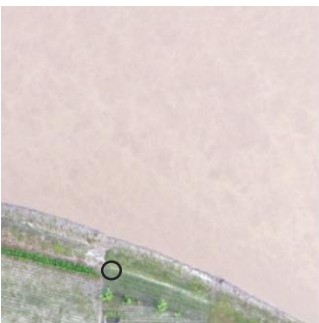
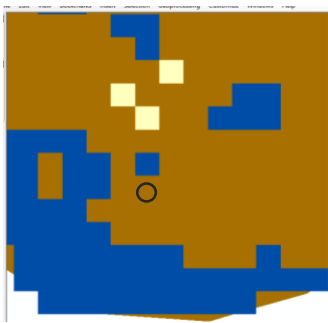
Sumber: Hasil Analisa

SAVI & NDVI diolah dari citra Landsat 8 Kabupaten Tuban. *Soil-adjusted vegetation index* dikembangkan sebagai modifikasi dari *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk mengkoreksi pengaruh kecerahan tanah apabila di daerah yang memiliki tutupan vegetasi yang rendah (Geomusa.com). Gambar 4.22 tersebut menunjukkan beberapa sampel titik yang ada dilapangan dengan titik dicitra Landsat 8 yang sudah diNDVI. Dari kelima titik sampel yang diambil dilapangan sesuai dengan hasil pengolahan data NDVI dilihat dari nilai yang teridentifikasi pada

tabel 4.15. Pengambilan sampel dilapangan penulis sesuaikan dengan topik berupa banjir, dimana penulis mengambil didaerah yang lebih besar kemungkinan terjadinya banjir dan dilihat dari hasil pengolahan NDVI, titik sampel tersebut tergolong dalam kelas kehijauan sangat rendah dengan kisaran nilai $-0,03$ s/d $0,15$.

Tabel 4.23 Perbandingan visual antara Foto UAV dan NDWI

No	Foto UAV	NDWI
1		
2		

3		
4		
5		

Sumber: Hasil Analisa

NDWI diolah dari citra Landsat 8 Kabupaten Tuban. Tabel 4.23 tersebut menunjukkan beberapa sampel titik yang ada dilapangan dengan titik dicitra Landsat 8 yang sudah dilakukan pengolahan NDWI. Dari kelima titik sampel yang diambil dilapangan sesuai dengan hasil pengolahan data NDWI dilihat dari nilai yang teridentifikasi pada tabel 4.16. Pengambilan sampel dilapangan berada didaerah yang lebih besar kemungkinan terjadinya banjir dan dilihat dari hasil pengolahan NDWI, titik sampel tersebut tergolong dalam kelas kebasahan sedang dengan kisaran nilai $0 < NDWI < 0,33$. Pengambilan beberapa sampel dilapangan berada didaerah yang berdekatan dengan sungai bengawan solo. Sampel tersebut adalah Tuban-1, Tuban-3, Tuban-4, Tuban-5 pada tabel 4.16 dan No 1,3,4,5 pada tabel 4.21, 4.22 & 4.23.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini terdapat beberapa kesimpulan, diantaranya adalah sebagai berikut:

- Kabupaten Tuban diklasifikasikan menjadi 4 kelas tingkat kerawanan bahaya banjir, meliputi: Aman, Tidak Rawan, Rawan dan Sangat Rawan. Dengan rincian kelas Rawan sebesar 52% dengan luas 102,582 Ha, kelas Sangat Rawan sebesar 44% dengan luas 86,288 Ha, kelas Tidak Rawan sebesar 4% dengan luas 8,326 Ha dan kelas Aman sebesar 0%.
- Kecamatan Rengel diklasifikasikan menjadi 4 kelas tingkat kerawanan bahaya banjir, meliputi: Aman, Tidak Rawan, Rawan dan Sangat Rawan. Dengan rincian kelas Sangat Rawan sebesar 67% dengan luas 8,693 Ha, kelas Rawan sebesar 17% dengan luas 2,133 Ha, kelas Tidak Aman sebesar 16% dengan luas 2,150 Ha dan kelas Aman sebesar 0%.

5.1 Saran

Saran yang bisa diberikan untuk penelitian selanjutnya pada bidang terkait adalah :

- a) Perlu adanya penelitian sejenis dengan menggunakan data yang lebih akurat, aktual dan lengkap (seperti data arah dan akumulasi aliran, fungsi lahan, data genangan, dll). sehingga hasil penelitian bisa lebih baik.
- b) Pada saat pengolahan data, ada baiknya semua disimpan dengan format shp untuk mempersingkat waktu proses pembuatan peta rawan.
- c) Lebih baik menggunakan data yang memiliki jeda waktu berdekatan agar objek pada data (citra) tidak memiliki banyak perbedaan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Koordinator Statistik Kecamatan Rengel. 2016. Statistik Daerah Kecamatan Rengel. Tuban: Badan Pusat Statistik Kabupaten Tuban.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2016. Dipetik 10 29, 2016, dari <http://www.bnpb.go.id/>
- Sutopo. 2012. 6 Penyebab Banjir Besar Jakarta. Dari<URL:<http://www.tempo.co/read/news/2013/01/18/083455237/6-Penyebab-Banjir-Besar-Jakarta>>. Dikunjungi pada tanggal 28 Oktober 2016.
- Abidin, H.Z, 2002. Survei dengan GPS. Jakarta : Pradnya Paramita.
- USGS. 2014. Using the USGS Landsat 8 Product. Dari<URL:<https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product>> Dikunjungi pada tanggal 28 Oktober 2016.
- Purwadhi, S.H. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: Grasindo.
- Asdak,chay,(1995).hidrologi dan daerah aliran sungai.ugm, Yogyakarta
- Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial No P.4/V-SET/2013 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis
- Soepardi G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Bogor: Jurusan Ilmu Tanah Institut Pertanian Bogor.
- Geomusa.com. (2015, October 3). Soil Adjusted Vegetation Indeks. *Mengenal Geospasial dan Geomatika* , p. 1776.

- Primayuda A, 2006. Pemetaan Daerah Bahaya dan Resiko Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis: studi kasus Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Tugas Akhir. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- Sugiyono (2011) Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. Alfabeta
- Purnama A, 2008. Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Di Daerah Aliran Sungai Cisadane Menggunakan Sistem Informasi Geografis. skripsi. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Menteri Kehutanan. 2012. Peraturan Menteri Kehutanan Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.32/Menhut-Ii/2009 Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (Rtk RHL-DAS). Jakarta.
- Situs Resmi Kabupaten Tuban. 2016. Dipetik 10 23, 2016, dari Profil Demografi Kabupaten Tuban: <http://tubankab.go.id/np/demografi>
- Situs Resmi Pemerintah Kabupaten Tuban. 2016. Dipetik 10 22, 2016, dari Profil Geografi Kabupaten Tuban: <http://tubankab.go.id/np/geografi>
- Xu, H. Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *Int. J. Remote Sens.* 2006, 27, 3025–3033.
- Tuban Kembali Direndam Banjir Bercampur Lumpur. 2016, Maret 7. Dipetik 10 22, 2016, dari Bangsaonline.com: <http://www.bangsaonline.com/berita/20207/tuban-kembali-direndam-banjir-bercampur-lumpur>

- McFeeters, S K. 1996. The Use of Normalized Difference Wetness Index (NDWI) in The Delineation of Open Water Features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7): 1425-1432
- Lillesand dan Kiefer. 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Dulbahri (Penerjemah). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- M.A. Gilabert, J. G.-P.-H. (2002). A generalized soil-adjusted vegetation index. *Remote Sensing of Environment* (p. 304). Valencia, Spain: www.elsevier.com/locate/rse.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tuban. 2016. Kabupaten Tuban Dalam Angka 2016. Tuban: BPS Kabupaten Tuban.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1. Tabel Pengukuran

SRGI Lapangan X: 611591.1735 Y: 9243767.499

SRGI BIG X: 611595.48 Y: 9243767.108

Koreksi X: -4.306467186 Y: 0.391015191

ID	Koordinat Pengukuran Lapangan		Koordinat Terkoreksi dengan SRGI	
	X	Y	X_SRGI	Y_SRGI
GCP01	611410.756	9212055.651	611415.0625	9212055.26
GCP02	610489.459	9215153.939	610493.7655	9215153.548
GCP03	612402.858	9216339.778	612407.1645	9216339.387
GCP04	610384.084	9219113.608	610388.3905	9219113.217
GCP05	612758.222	9220379.279	612762.5285	9220378.888
GCP06	613204.134	9223709.975	613208.4405	9223709.584
GCP07	610411.478	9223937.443	610415.7845	9223937.052
GCP08	610724.008	9227575.547	610728.3145	9227575.156
ICP01	611172.157	9211689.747	611176.4635	9211689.356
ICP02	610449.572	9213283.059	610453.8785	9213282.668
ICP03	610775.087	9213639.21	610779.3935	9213638.819
ICP04	611863.386	9214776.368	611867.6925	9214775.977
ICP05	611099.311	9215903.443	611103.6175	9215903.052
ICP06	612660.681	9216831.886	612660.681	9216831.495
ICP07	612074.146	9218235.276	612078.4525	9218234.885
ICP08	611212.782	9219342.827	611217.0885	9219342.436
ICP09	611220.381	9221431.45	611224.6875	9221431.059
ICP10	611712.705	9224113.072	611717.0115	9224112.681
ICP11	610674.023	9226189.863	610678.3295	9226189.472
ICP12	611764.681	9229013.069	611768.9875	9229012.678
ICP13	612493.779	9222630.018	612498.0855	9222629.627
ICP14	613131.456	9220157.807	613135.7625	9220157.416
ICP15	610914.693	9217142.858	610918.9995	9217142.467

Lampiran 2. Hasil Uji sampel Kadar Air



PEMERINTAH KABUPATEN TUBAN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN
Jalan Veteran Nomor 27 Tuban 62319 Telp./Fax.: (0356) 321026

LAPORAN HASIL UJI

No.: 01 / T/H / L/HU / III / 2017

I. UMUM

1. Nama Pelanggan : Citra Praktika
2. Alamat : Jl Gebang No.80 Surabaya
3. Jenis Industri / Kegiatan Usaha : -
4. Jenis Contoh Uji : Tanah
5. Kode Pelanggan : 1
5. Rentang Waktu Pengujian : 20 s/d 21 Maret 2017

II. DATA PENGIRIMAN CONTOH UJI

1. Petugas Pengambil : Citra Praktika
2. Tanggal Pengambilan : 20 Maret 2017 / 10.30 WIB
3. Tanggal / Jam Penerimaan di Lab : 20 Maret 2017 / 12.00 WIB
4. Lokasi / Titik Pengambilan : Ds. Sumberejo Kec. Rengel (DAS Bengawan Solo)

III. HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Metode
1.	Kadar Air*	%	75,22	SNI 1965:2008

Tuban, 22 Maret 2017

Manajer Mutu,





PEMERINTAH KABUPATEN TUBAN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jalan Veteran Nomor 27 Tuban 62319 Telp./Fax.: (0356) 321026

LAPORAN HASIL UJI

No. : 02 / TNH / LHU / III / 2017

I. UMUM

1. Nama Pelanggan : Citra Praktika
2. Alamat : Jl Gebang No.80 Surabaya
3. Jenis Industri / Kegiatan Usaha :
4. Jenis Contoh Uji : Tanah
5. Kode Pelanggan : 2
5. Rentang Waktu Pengujian : 20 s/d 21 Maret 2017

II. DATA PENGIRIMAN CONTOH UJI

1. Petugas Pengambil : Citra Praktika
2. Tanggal Pengambilan : 20 Maret 2017 / 10.30 WIB
3. Tanggal / Jam Penerimaan di Lab : 20 Maret 2017 / 12.00 WIB
4. Lokasi / Titik Pengambilan : Ds. Sumberejo Kec. Rengel (DAS Bengawan Solo)

III. HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Metode
1.	Kadar Air	%	57,17	SNI 1965:2008





PEMERINTAH KABUPATEN TUBAN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jalan Veteran Nomor 27 Tuban 62319 Telp./Fax.: (0356) 321026

LAPORAN HASIL UJI

No. : 03 / TNH / LHU / III / 2017

I. UMUM

1. Nama Pelanggan : Citra Praktika
2. Alamat : Jl Gebang No.80 Surabaya
3. Jenis Industri / Kegiatan Usaha : -
4. Jenis Contoh Uji : Tanah
5. Kode Pelanggan : 3
5. Rentang Waktu Pengujian : 20 s/d 21 Maret 2017

II. DATA PENGIRIMAN CONTOH UJI

1. Petugas Pengambil : Citra Praktika
2. Tanggal Pengambilan : 20 Maret 2017 / 10.30 WIB
3. Tanggal / Jam Penerimaan di Lab : 20 Maret 2017 / 12.00 WIB
4. Lokasi / Titik Pengambilan : Ds. Sumberejo Kec. Rengel (DAS Bengawan Solo)

III. HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Metode
1.	Kadar Air	%	42,55	SNI 1965:2008

Tuban, 22 Maret 2017
Manajer Mutu,





PEMERINTAH KABUPATEN TUBAN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jalan Veteran Nomor 27 Tuban 62319 Telp./Fax.: (0356) 321026

LAPORAN HASIL UJI

No. : 04 / TNH / LHU / III / 2017

I. UMUM

1. Nama Pelanggan : Citra Praktika
2. Alamat : Jl Gebang No.80 Surabaya
3. Jenis Industri / Kegiatan Usaha : -
4. Jenis Contoh Uji : Tanah
5. Kode Pelanggan : 4
5. Rentang Waktu Pengujian : 20 s/d 21. Maret 2017

II. DATA PENGIRIMAN CONTOH UJI

1. Petugas Pengambil : Citra Praktika
2. Tanggal Pengambilan : 20 Maret 2017 / 10.30 WIB
3. Tanggal / Jam Penerimaan di Lab : 20 Maret 2017 / 12.00 WIB
4. Lokasi/ Titik Pengambilan : Ds. Sumberejo Kec. Rengel (DAS Bengawan Solo)

III. HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Metode
1.	Kadar Air	%	37,17	SNI 1965:2008

Tuban, 22 Maret 2017
Manajer Mutu,





PEMERINTAH KABUPATEN TUBAN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jalan Veteran Nomor 27 Tuban 62319 Telp./Fax.: (0356) 321026

LAPORAN HASIL UJI

No. : 05 / TNH / LHLU / III / 2017

I. UMUM

1. Nama Pelanggan : Citra Praktika
2. Alamat : Jl Gebang No.80 Surabaya
3. Jenis Industri / Kegiatan Usaha : -
4. Jenis Contoh Uji : Tanah
5. Kode Pelanggan : 5
5. Rentang Waktu Pengujian : 20 s/d 21 Maret 2017

II. DATA PENGIRIMAN CONTOH UJI

1. Petugas Pengambil : Citra Praktika
2. Tanggal Pengambilan : 20 Maret 2017 / 10.30 WIB
3. Tanggal / Jam Penerimaan di Lab : 20 Maret 2017 / 12.00 WIB
4. Lokasi/ Trik Pengambilan : Ds. Sumberoyo Kec. Rengel [DAS Bengawan Solo]

III. HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Metode
1.	Kadar Air	%	37,67	SNI 1965:2008

Tuban, 22 Maret 2017
Manajer Mutu,

ARWIN MUSTOFA ST
Pejabat TK I
NIP.19780214 200212 1 006

Lampiran 3. Hasil Uji sampel Tanah

ANALISA SARINGAN DAN HIDROMETER.

Kilau: TUBAN Kecamatan: Mabesista Cramatika Tanggal Tes: _____
 Fisik/Lokasi: _____ Dulu/Gew: _____

TUBAN

79.83



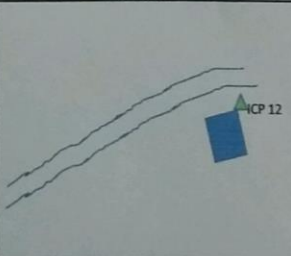


No. Saringan	Sieve	Sieve Diameter	Sampel No. 1		Sampel No. 2		Sampel No. 3		Sampel No. 4		Sampel No. 5		Sampel No. 6		No. Saringan	Sieve	Sieve Diameter	No. Saringan	Sieve	Sieve Diameter	
			Retained	Passed	Retained	Passed	Retained	Passed	Retained	Passed	Retained	Passed	Retained	Passed							
2"	50.8	1270	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2"	50.8	1270	—	—	—	—	
1.5"	38.1	965	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5"	38.1	965	—	—	—	—	
3/4"	19.1	482	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3/4"	19.1	482	—	—	—	—	
3/8"	9.5	241	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3/8"	9.5	241	—	—	—	—	
4	4.75	120	20.311	79.689	20.311	79.689	4.75	95.249	4.75	95.249	4.75	95.249	4	4.75	120	19.973	80.027	19.973	80.027	19.973	
10	2.00	50	20.769	79.231	20.769	79.231	20	79.231	20	79.231	20	79.231	10	2.00	50	75	25	75	25	75	
20	0.85	25	20.472	79.528	20.472	79.528	20	79.528	20	79.528	20	79.528	20	0.85	25	20.098	79.902	20.098	79.902	20.098	
40	0.425	12	20.194	79.806	20.194	79.806	40	79.806	40	79.806	40	79.806	40	0.425	12	13.949	86.051	13.949	86.051	13.949	
100	0.149	5	20.436	79.564	20.436	79.564	100	79.564	100	79.564	100	79.564	100	0.149	5	20.084	79.916	20.084	79.916	20.084	
200	0.075	3	21.040	78.960	21.040	78.960	200	78.960	200	78.960	200	78.960	200	0.075	3	10.120	89.880	10.120	89.880	10.120	
Daerah	Temp	Ra	Rc	Temp	Ra	Rc	Temp	Ra	Rc	Temp	Ra	Rc	Temp	Ra	Rc	Temp	Ra	Rc	Temp	Ra	Rc
0.6	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	0.6	27	27	27	27	27	27	27
1	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	1	26	26	26	26	26	26	26
2	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	2	24	24	24	24	24	24	24
3	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	3	24	24	24	24	24	24	24
4	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	4	23	23	23	23	23	23	23
8	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	8	21	21	21	21	21	21	21
15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	15	20	20	20	20	20	20	20
30	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	30	18	18	18	18	18	18	18
60	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	60	16	16	16	16	16	16	16
100	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	100	15	15	15	15	15	15	15
180	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	180	14	14	14	14	14	14	14
240	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	240	13	13	13	13	13	13	13
1440	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	1440	11	11	11	11	11	11	11

TUBAN - 1 TUBAN - 2 TUBAN - 3 TUBAN - 4 TUBAN - 5

Lampiran 4. Data Curah Hujan Kabupaten Tuban (2015)

X	Y	STASIUN	CURAH HUJAN
579188,75	9229077,35	BANGILAN	1443
577601,57	9231444,5	MUNDRI	1161
575875,24	9229389,62	KEJURON	1268
581739,99	9228736,22	LAJU	1349
580287,77	9225421,81	SENDANG	1349
587695,81	9229739,23	JOJOGAN	1491
596846,26	9231626,88	MONTONG	1419
600159,18	9230915,27	SUMURGUNG	1143
588052,93	9225347,3	NGABONGAN	1554
571261,05	9239929,64	KEBONHARJO	1348
589533,9	9245276,03	BELIKANGET	756
597585,79	9237215,39	KEREK	1294
585821,99	9245865,88	SIMO	800
616550,71	9234381,77	KEPET	889
615663,4	9237854,35	TUBAN	1581
612108,12	9239090,39	BOGOREJO	1206
612291,58	9237032,42	TEGALREJO	1074
609943,47	9244930,44	JENU	559
603494,71	9213955,25	SOKO	1632
611613,54	9219681,98	RENGEL	1547
608259,35	9216156,65	MAIBIT	1565
620072,34	9218771,78	KLOTOK	1619
629761,63	9215277,45	WIDANG	1686
623329,17	9232032,2	PALANG	804
626395,82	9230029,12	NGIMBANG	1252

Lampiran 5. Form Pengukuran GPS

	NAMA TITIK				
	ICP 05				
FORMULIR DESKRIPSI TITIK GPS					
Metode Pengukuran: Statik Lokasi : Dusun/Kmp: - Desa/Kai: Rengel Kec: Rengel Kab/Kota: Tuban Prov: Jawa Timur Waktu Pengamatan: Tanggal: 13 April 2017 Mulai: 14.50 WIB Akhir: 15.10 Koordinat Pendekatan: L: 7° 5'33.19"S B: 112° 0'21.62"E T: - Elipsoid: - Receiver: Topcon Hiper Pro Model: - S/N: - Antena: Topcon Hiper Pro, Model: - S/N: - Tinggi Antena: Tegak sebelum : 1.50 m sesudah : 1.50 m					
Uraian Lokasi :					
Klinik Bidan Nurhayati					
Kenampakan Menonjol :					
Pojoik Bangunan					
Jalan ke Lokasi :					
Tanah berbatu					
Transportasi & Akomodasi ke Lokasi :					
Kendaraan Bermotor					
Sketsa Umum			Sketsa Detil		
					
Foto Lokasi Tampak Dekat			Foto Lokasi Tampak Jauh		
					

Surveyor: Diah Agustin

Pemeriksa :

Tahun : 2017

Foto Lokasi Ke Arah UTARA



Foto Lokasi Ke Arah TIMUR



Foto Lokasi Ke Arah SELATAN



Foto Lokasi Ke Arah BARAT





Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER
Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur.

NAMA TITIK

GCP 04

FORMULIR DESKRIPSI TITIK GPS

Metode Pengukuran: Statik
Lokasi : Dusun/Kmp: - Desa/Kel: Rengel Kec: Rengel Kab/Kota: Tuban Prov:
Jawa Timur
Waktu Pengamatan: Tanggal: 13 April 2017 Mulai: 11.52 WIB Akhir: 12.12
Koordinat Pendekatan: L: 7° 3'48.56"S B: 111°59'58.11" ET: - Elipsoid: -
Receiver: Topcon Hiper Pro Model: - S/N: -
Antena: Topcon Hiper Pro Model: - S/N: -
Tinggi Antena: Tegak sebelum: 1,52 m sesudah: 1,52 m

Urutan Lokasi :
Musholah Al-Iman
Kenampakan Menonjol :
Pojoik bangunan
Jalan ke Lokasi :
Beraspal
Transportasi & Akomodasi ke Lokasi :
Kendaraan Bermotor

Sketsa Umum



Foto Lokasi Tampak Dekat

Sketsa Detil

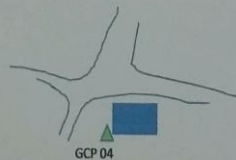


Foto Lokasi Tampak Jauh



Surveyor: Diah Agustini

Pemeriksa: -

Tahun: 2017

Foto Lokasi Ke Arah UTARA



Foto Lokasi Ke Arah TIMUR



Foto Lokasi Ke Arah SELATAN



Foto Lokasi Ke Arah BARAT



Lampiran 6. Dokumentasi Pengukuran GPS



- Lampiran 7. Peta Tutupan Lahan** (Terlampir)
- Lampiran 8. Peta Curah Hujan** (Terlampir)
- Lampiran 9. Peta Tekstur Tanah** (Terlampir)
- Lampiran 10. Peta Kemiringan Lereng** (Terlampir)
- Lampiran 11. Buffer Daerah Aliran Sungai** (Terlampir)
- Lampiran 12. Peta NDVI** (Terlampir)
- Lampiran 13. Peta SAVI** (Terlampir)
- Lampiran 14. Peta NDWI** (Terlampir)
- Lampiran 15. Peta Rawan Banjir Kabupaten Tuban**
(Terlampir)
- Lampiran 16. Peta Rawan Banjir Kecamatan Rengel**
(Terlampir)

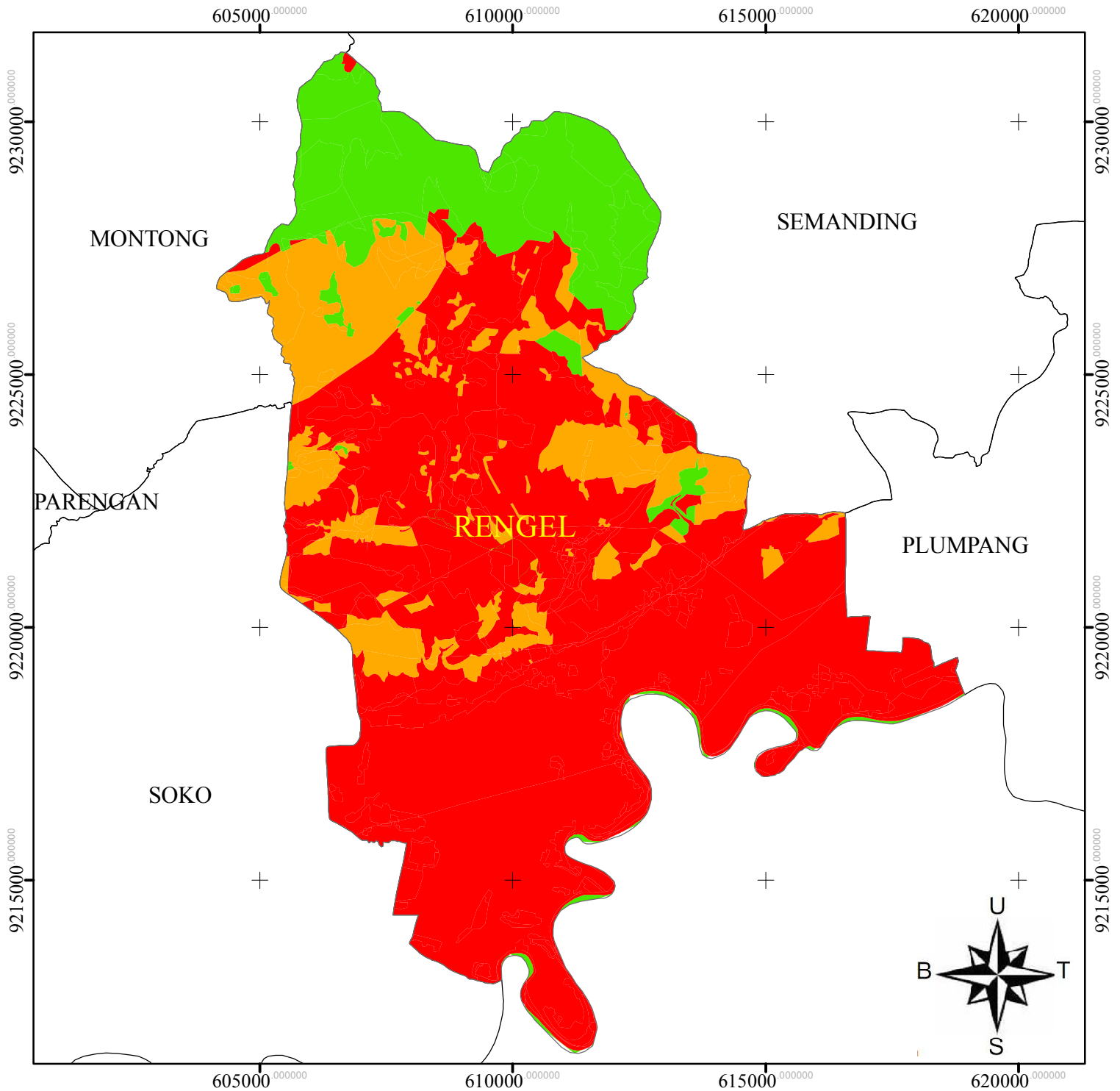
BIODATA PENULIS



Penulis Dilahirkan di Jombang, 18 Agustus 1995, merupakan anak bungsu dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Peterongan 2, SMPN 1 Peterongan, SMK N 1 Jombang. Penulis kemudian mengikuti seleksi SBMPTN untuk melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi dan diterima di Institut Teknologi Sepuluh Nopember terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Geomatika

dengan NRP 3513100050. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis cukup aktif mengikuti kepanitiaan baik yang diadakan oleh Himpunan Mahasiswa Teknik Geomatika (HIMAGE ITS), Badan Eksekutif Mahasiswa baik Fakultas (BEM FTSP) maupun Institut (BEM ITS). Penulis telah melakukan kerja praktik di Badan Nasional Penanggulangan Bencana dan magang kerja di Badan Pertanahan Nasional Kabupaten Jombang. Penulis juga aktif mengikuti organisasi baik itu organisasi kampus ataupun intra kampus yaitu sebagai Anggota Ikatan Mahasiswa Jombang (IMJ), dan sebagai sekretaris divisi kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Teknik Geomatika (HIMAGE ITS) periode 2015-2016. Selain itu penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen mahasiswa seperti LKMM PRA-TD. Penulis mengikuti kegiatan PMW (Program Mahasiswa Wirausaha) 2015-2017. Dalam penyelesaian syarat Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian Geospasial, dengan Judul Tugas Akhir “Analisis Banjir dengan Menggunakan Citra Satelit Multilevel dikecamatan Rengel Kabupaten Tuban”. Jika ingin menghubungi penulis dapat menghubungi email: diah.agustin95@gmail.com.

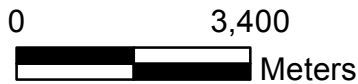
PETA RAWAN BANJIR KECAMATAN RENGEL KABUPATEN TUBAN



Sumber Data:

1. Analisa Penulis Peta Rawan Banjir
2. Bappeda Tuban - Quickbird Bulan Oktober 2013
3. Open Street Map - Batas administrasi 2016

SKALA



Keterangan (Purnama, 2008)

- Tidak Aman
- Rawan
- Sangat Rawan

Sistem Koordinat: UTM
 Datum Horizontal: WGS 84
 Satuan Grid: Meter
 Zona 49 S

Dibuat Oleh :
 Diah Agustin
 NRP: 3513100050
 Tanggal Pembuatan: 4 Mei 2017

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



DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2017