



TUGAS AKHIR - RM 184831

**ANALISIS POTENSI PERGERAKAN ARAH
ALIRAN BANJIR LUMPUR UNTUK MENUNJANG
KEGIATAN MITIGASI BENCANA (STUDI KASUS:
LUMPUR SIDOARJO KECAMATAN PORONG
DAN TANGGULANGIN)**

MUHAMMAD IRSANHANIF SURJOATMODJO
NRP 03311440000086

Dosen Pembimbing
Dr. -Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.
Akbar Kurniawan, ST, MT.

Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RM 184831

ANALYSIS OF MUD FLOOD FLOW DIRECTION POTENTIAL FOR SUPPORTING DISASTER RELIEF ACTIVITIES (CASE STUDY: LAPINDO MUD FLOOD IN PORONG AND TANGGULANGIN DISTRICT)

MUHAMMAD IRSANHANIF SURJOATMODJO
NRP 03311440000086

Supervisor
Dr. -Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.
Akbar Kurniawan, ST, MT.

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering Environmental and Geo
Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ANALISIS POTENSI PERGERAKAN ARAH ALIRAN
BANJIR LUMPUR UNTUK MENUNJANG KEGIATAN
MITIGASI BENCANA
(STUDI KASUS: LUMPUR SIDOARJO KECAMATAN
PORONG DAN TANGGULANGIN)**

Nama : Muhammad Irsanhanif Surjoatmodjo
NRP : 03311440000086
Jurusan : Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing : Dr. -Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
Akbar Kurniawan, ST, MT

ABSTRAK

Lumpur panas Sidoarjo merupakan hasil luapan semburan lumpur di daerah Porong, Sidoarjo. Luapan lumpur panas Sidoarjo terletak pada 10 km timur laut dari Gunung Penanggungan, di dekat sumur eksplorasi Banjarpanji-1, di Desa Reno Kenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Luapan lumpur tersebut banyak mengandung material vulkanis yang disertai gas, sehingga semburan gas tersebut dinamakan *mud volcano*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyajikan informasi mengenai Peta Kerawanan, Peta Prediksi Arah Aliran Banjir Lumpur, serta Peta Risiko Bencana. Peta Kerawanan adalah hasil *overlay* dari parameter kelerengkan dengan tutupan lahan. Peta Prediksi Arah Aliran Banjir Lumpur dihasilkan dari *overlay* antara Peta Kerawanan dan Daerah Aliran Sungai. Untuk Peta Risiko Bencana dihasilkan dari *overlay* Peta Kerawanan, Peta Kerentanan, dan Peta Kapasitas.

Dari hasil pengolahan peta kerawanan bencana lumpur lapindo terdapat klasifikasi kelerengkan datar atau hampir landai dengan tingkat kelerengkan 0% sampai 2% seluas 19,80098 km²

atau 78,544% dari area pengambilan titik sampel, menunjukkan bahwa aliran lumpur akan mengalir dan akan menggenangi daerah yang landai tersebut. Dengan dibuatnya peta kerawanan tersebut dapat dibuat peta resiko bencana lumpur lapindo yang nantinya akan berguna untuk menunjang kegiatan mitigasi bencana.

Kata kunci: Sistem Informasi Geografis, Prediksi Arah Aliran Lumpur Lapindo, Peta Kerawanan Bencana, Mitigasi Bencana

**ANALYSIS OF MUD FLOOD FLOW DIRECTION
POTENTIAL FOR SUPPORTING DISASTER RELIEF
ACTIVITIES
(CASE STUDY: LAPINDO MUD FLOOD IN
PORONG AND TANGGULANGIN DISTRICT)**

Name : Muhammad Irsanhanif Surjoatmodjo
Student Number : 03311440000086
Departement : Geomatics Engineering
Supervisor : Dr. -Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
Akbar Kurniawan, ST, MT

ABSTRACT

Lapindo mud volcano is the result of mudflow overflows in the Porong area, Sidoarjo. Lapindo mud volcano is located 10 km northeast of Mount Penanggungan, near the Banjarpanji-1 exploration well, in the Reno Kenongo Village, Porong District, Sidoarjo Regency, East Java. The mudflow contains a lot of volcanic material accompanied by gas, so the gas burst is called mud volcano.

The objective of this research is to provide information on vulnerability maps, prediction of mudflow Flood maps, and disaster risk maps. Vulnerability maps are the overlay results of slope parameters with land cover. Prediction Mudflow Flood Map are generated from overlays between Hazard Maps and Watersheds. For Disaster Risk Maps resulting from overlays of Vulnerability Maps, Vulnerability Maps, and Capacity Maps.

From the results of processing the vulnerability of Lapindo mud volcano disaster map there is a classification of flat or almost sloping slopes with a slope rate of 0% to 2%

covering an area of 19,80098 km² or 78,544% from the sampling point area, indicating that the flow of mud will flow and will inundate the sloping area. With this vulnerability of disaster parameter, Lapindo mud volcano disaster risk map can be formed inorder to support disaster relief activities.

Keywords-- Geographic Information System, Mudflow Prediction, Disaster Risk Map, Disaster Relief

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS POTENSI PERGERAKAN ARAH ALIRAN BANJIR LUMPUR UNTUK MENUNJANG KEGIATAN MITIGASI BENCANA (STUDI KASUS: LUMPUR SIDOARJO KECAMATAN PORONG DAN TANGGULANGIN)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihuan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MUHAMMAD IRSANHANIF SURJOATMODJO
NRP. 03311440000086

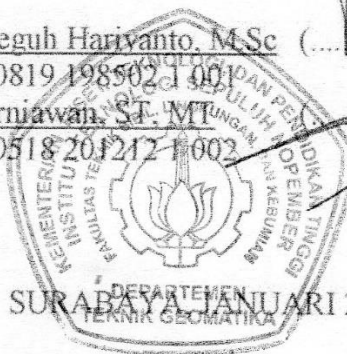
Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

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

NIP. 19590819 198502 1 001

Akbar Kurniawan, ST, MT

NIP. 19860518 201212 1 002



SURABAYA, JANUARI 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga laporan tugas akhir dengan judul **“Analisis Potensi Pergerakan Arah Aliran Banjir Lumpur Untuk Menunjang Kegiatan Mitigasi Bencana (Studi Kasus: Lumpur Sidoarjo Kecamatanporong Dan Tanggulangin)”** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis baik secara moral maupun berupa material. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua beserta seluruh keluarga penulis yang selama pelaksanaan tugas akhir hingga pembuatan laporan ini memberikan inspirasi, semangat, kasih sayang dan seluruh dukungannya kepada penulis.
2. Bapak Mokhamad Nur Cahyadi, ST, MSc, Ph.D, selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Dr. -Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan sarannya.
4. Bapak Akbar Kurniawan, ST, MT. selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan sarannya.
5. Khariz Syaputra, ST. yang telah membantu dalam proses pengambilan data lapangan.
6. Aldias Fanan Fauzy angkatan 2016 yang telah membantu dalam proses pengambilan data lapangan.

7. Teman-teman Teknik Geomatika angkatan 2014 yang telah menemani selama ini serta memberikan dukungan dan doa.
8. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Karena tanpa bantuan dari pihak-pihak tersebut, penulis tidak dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis merasa masih banyak kekurangan-kekurangan baik pada teknis penulisan maupun sumber materi yang didapat. Maka dari itu penulis memohon maaf jika masih ada kesalahan yang terdapat pada proposal ini, selain itu penulis mengharapkan adanya saran atau kritik demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir yang telah dibuat. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala kesempatan yang telah diberikan, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Surabaya, 22 Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gunung Lumpur	5
2.2 Mitigasi Bencana	5
2.3 Peta Kerawanan	6
2.4 Peta Kerentanan.....	7
2.5 Peta Kapasitas.....	8
2.6 Peta Resiko Bencana	9
2.7 Sistem Informasi Geografis (SIG)	11
2.7.1 Komponen SIG	11
2.7.2 Model Data SIG	13
2.7.3 Subsistem SIG	14
2.8 Analisis Spasial	15
2.9 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Lokasi Penelitian.....	25
3.2 Data dan Peralatan.....	26
3.2.1 Data.....	26
3.2.2 Peralatan.....	27
3.3 Tahapan Pelaksanaan.....	27

3.3.1	Tahap Awal: Pembuatan Peta Kerawanan	30
3.3.2	Tahap Pembuatan Peta Kapasitas.....	34
3.3.3	Tahap Pembuatan Peta Kerentanan.....	38
3.3.4	Tahap Pembuatan Peta Resiko Bencana	43
BAB IV	HASIL DAN ANALISA	47
4.1	Data.....	47
4.1.1	Interpolasi Kontur Hasil Pengukuran	47
4.1.2	Citra Satelit Resolusi Tinggi <i>Worldview</i>	48
4.1.3	Peta RBI Digital	50
4.1.4	Data Tabular.....	50
4.2	Peta Kerawanan Banjir Lumpur	51
4.2.1	Peta Kelerengan	51
4.2.2	Peta Tutupan Lahan.....	54
4.2.3	Analisa Peta Kerawanan Banjir Lumpur	58
4.3	Peta Prediksi Jalur Aliran Banjir Lumpur.....	60
4.4	Peta Kapasitas	61
4.5	Peta Kerentanan	67
4.6	Peta Risiko	73
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran	78
DAFTAR	PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN		81
BIODATA	PENULIS.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan Antara Kerawanan, Kerentanan, dan Risiko Dalam Kasus Gempa Bumi (BNPB 2015)	10
Gambar 2. 2 Contoh Tampilan Berbagai Buffer (Prahasta 2009).....	16
Gambar 2. 3 Reklasifikasi pada data yang dilanjutkan dengan proses pembobotan dan dataset terkombinasi (Wijayanto 2013)	17
Gambar 2. 4 Overlay pada vektor dan pada raster (Wijayanto 2013)	19
Gambar 2. 5 Prinsip Merge (ArcGIS 10.3).....	20
Gambar 2. 6 Prinsip Clip (ArcGIS 10.3)	20
Gambar 2. 7 Prinsip Union (ArcGIS 10.3)	21
Gambar 2. 8 Prinsip Erase (ArcGIS 10.3)	21
Gambar 2. 9 Prinsip Buffer (ArcGIS 10.3).....	22
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian (Sumber: RDTR Kabupaten Sidoarjo).....	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	27
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pembuatan Peta Kerawanan.....	30
Gambar 3. 4 Diagram Alir Pembuatan Peta Kapasitas	34
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pembuatan Peta Kerentanan	38
Gambar 3. 6 Diagram Alir Pembuatan Peta Resiko Bencana	43
Gambar 4. 1 Data Pengukuran GPS	47
Gambar 4. 2 Interpolasi Kontur Hasil Pengukuran GPS.....	48
Gambar 4. 3 Citra Worldview Kabupaten Sidoarjo Tahun 2016	49
Gambar 4. 4 Peta Tutupan Lahan Kabupaten Sidoarjo (Bakosurtanal 2018)	50
Gambar 4. 5 Klasifikasi Peta Kelerengan	52
Gambar 4. 6 Peta Jenis Tutupan Lahan dan Keterangannya	54
Gambar 4. 7 Diagram Persentase Luasan Daerah Berdasarkan Tutupan Lahan	55
Gambar 4. 8 Peta Tutupan Lahan Daerah Lumpur Lapindo	57
Gambar 4. 9 Peta Kerawanan Lumpur Lapindo	59

Gambar 4. 10 Persentase Luas Wilayah Berdasarkan Tingkat Kerawanan	60
Gambar 4. 11 Hasil Prediksi Jalur Aliran Lumpur	61
Gambar 4. 12 Peta Kapasitas Lumpur Lapindo	66
Gambar 4. 13 Persentase Luas Wilayah Berdasarkan Tingkat Kapasitas	67
Gambar 4. 14 Peta Kerentanan Lumpur Lapindo	72
Gambar 4. 15 Persentase Luas Wilayah Berdasarkan Tingkat Kerentanan	73
Gambar 4. 16 Peta Risiko Lumpur Lapindo	74
Gambar 4. 17 Persentase Luas Wilayah Berdasarkan Tingkat Kerentanan (km ²)	75

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Tabular	51
Tabel 4. 2 Klasifikasi Skor Kemiringan Lereng	51
Tabel 4. 3 Luas Daerah Berdasarkan Klasifikasi Kelerengan	53
Tabel 4. 4 Luasan Tutupan Lahan (km ²)	55
Tabel 4. 5 Klasifikasi Tutupan Lahan	56
Tabel 4. 6 Luas Skor Tutupan Lahan	57
Tabel 4. 7 Klasifikasi Skor Kerawanan Lumpur Lapindo	58
Tabel 4. 8 Rincian Jumlah Kapasitas Setiap Kecamatan	64
Tabel 4. 9 Klasifikasi Skor Kapasitas.....	65
Tabel 4. 10 Skoring Parameter Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin.....	69
Tabel 4. 11 Skoring Parameter Kelompok Umur Rentan	69
Tabel 4. 12 Skoring Jumlah Penduduk Miskin	70
Tabel 4. 13 Skoring Parameter Kepadatan Penduduk.....	71
Tabel 4. 14 Skoring Total Nilai Kerentanan.....	71
Tabel 4. 15 Klasifikasi Skor Kerentanan	72
Tabel 4. 16 Klasifikasi Skor Risiko	74

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Peta Prediksi Jalur Aliran Banjir Lumpur
- Lampiran 2. Peta Kelerengan
- Lampiran 3. Peta Tutupan Lahan
- Lampiran 4. Peta Kerawanan
- Lampiran 5. Peta Kapasitas
- Lampiran 6. Peta Kerentanan
- Lampiran 7. Peta Risiko

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lumpur panas Sidoarjo merupakan hasil luapan semburan lumpur di daerah Porong, Sidoarjo. Luapan lumpur panas Sidoarjo terletak pada 10 km timur laut dari Gunung Penanggungan, di dekat sumur eksplorasi Banjarpanji-1, di Desa Reno Kenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Luapan lumpur tersebut banyak mengandung material vulkanis yang disertai gas, sehingga semburan gas tersebut dinamakan *mud volcano*. Bencana luapan lumpur ini sudah terjadi hampir 12 tahun dan mengakibatkan kerugian yang cukup besar, terutama bagi warga Porong, Sidoarjo.

Kegiatan eksplorasi minyak dan gas sebagaimana dilakukan oleh PT Lapindo Brantas, Inc. merupakan kegiatan survei seismik dan eksplorasi. Kegiatan tersebut merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan karena sifat cadangan minyak dan gas bumi yang berada di perut bumi tidak dapat ditentukan lokasinya secara pasti. Lumpur panas tersebut pada Bulan Nopember 2006 telah menutupi sekitar 250 hektar tanah, termasuk tujuh desa, sawah, perkebunan tebu, dan saluran-saluran irigasi, serta telah mengganggu jalur transportasi. Prakiraan volume semburan lumpur antara + 50.000-120.000 m³/hari. Sehingga air yang terpisah dari endapan lumpur berkisar 35.000 – 84.000 m³/hari (Buku Putih LUSI 2006).

Pemerintah Propinsi Jawa Timur dalam salah satu tugas pokok dan fungsi dalam mendukung Tim Nasional Pengendalian Lumpur, Bidang Pengendalian Lingkungan, sesuai Keputusan Presiden Nomor 13 Tahun 2006, telah melakukan berbagai upaya antara lain lokalisasi lumpur melalui tanggul-tanggul penahan Lumpur di sekitar pusat

semburan. Konstruksi tanggul yang tidak permanent menyebabkan tanggul jebol dan genangan Lumpur hingga kini telah menggenangi lahan seluas 250 Ha dan sedang disiapkan 200 Ha lagi yang sedang dalam tahap pembebasan. Jumlah air diperkirakan akan lebih banyak lagi mengingat musim hujan telah tiba dengan data curah hujan rata-rata bulanan berkisar 150-250 mm. Jika hujan per hari rata-rata diasumsi sebesar 10 mm/hari dan luas kolam lumpur diasumsi seluas 450 Ha, maka ada tambahan air sebesar $450 \text{ Ha} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{Ha} \times 0,01 \text{ m} = 45.000 \text{ m}^3/\text{hari}$ (Buku Putih LUSI 2006).

Dampak dari penurunan tanah dan pergerakan horizontal ini telah memberikan kendala yang luar biasa terhadap penanganan semburan dan penanggulangan luapan lumpur. Dampak pertama adalah terjadi di periode awal semburan, diantaranya mengakibatkan tidak berhasilnya usaha penghentian semburan dengan pemboran pelepas tekanan seperti disebutkan di atas; juga mengakibatkan kerusakan infrastruktur yang sudah ada di sekitar lokasi semburan. Dampak tersebut diantaranya: turunnya muka jalan arteri Porong, bengkoknya rel kereta api, pecahnya pipa PDAM, pecahnya pipa Pertamina, dan putusnya jembatan jalan tol.

Mengingat dampak yang luar biasa tersebut, maka dari itu pentingnya dilakukan perencanaan mitigasi bencana banjir lumpur yang harus dilakukan dengan menggunakan prinsip dan cara yang tepat sehingga kerugian material dan jiwa dapat di minimalisir bahkan dihindari. Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. (UU No. 24 tahun 2007 Pasal 40 Ayat 2 Tentang Penanggulangan Bencana).

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dalam pengelolaan data spasial, dimana ilmu pengetahuan ini dapat diaplikasikan dalam proses penyajian kenampakan kondisi bencana yang terjadi dalam bentuk peta berbasis Sistem Informasi Geografis yang dapat dijadikan arahan dalam melakukan analisa untuk mengetahui penentuan potensi arah aliran banjir lumpur pada peta dalam mendukung mitigasi bencana. Maka penulis melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Potensi Pergerakan Arah Aliran Banjir Lumpur untuk Menunjang Kegiatan Mitigasi Bencana (Studi Kasus: Lumpur Sidoarjo Kecamatan Porong dan Tanggulangin)”.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini membahas kriteria berikut:

1. Bagaimana menyusun informasi spasial terkait risiko bencana lumpur lapindo Sidoarjo untuk mendukung kegiatan mitigasi bencana?
2. Bagaimana memanfaatkan analisa spasial dari sebuah sistem informasi geografis yang dapat digunakan untuk menunjang kegiatan mitigasi bencana lumpur lapindo Sidoarjo?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini membahas kriteria berikut:

1. Wilayah yang di jadikan studi kasus terdapat pada Kecamatan Porong dan Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo.
2. Menampilkan Peta Kapasitas, Peta Kerentanan, Peta Kerawanan dan Peta Resiko Bencana.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini membahas kriteria berikut:

1. Menyajikan informasi mengenai Peta Kapasitas, Peta Kerentanan, Peta Kerawanan dan Peta Risiko Bencana.

2. Mengelola prediksi aliran banjir lumpur, tata guna lahan, peta sarana prasarana dan data kepadatan penduduk terklasifikasi sebagai parameter dalam penyusunan Peta Kapasitas, Peta Kerentanan, Peta Kerawanan dan Peta Risiko Bencana.
3. Membuat dan menganalisa daerah risiko lumpur Lapindo Sidoarjo untuk menunjang kegiatan mitigasi bencana lumpur Lapindo Sidoarjo di kawasan Kecamatan Porong dan Kecamatan Tanggulangin.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini membahas kriteria berikut:

1. Memberikan referensi/acuan/pedoman bagi pemerintah Kabupaten terhadap rencana penanggulangan bencana lumpur Lapindo Sidoarjo di Kecamatan Porong untuk menunjang kegiatan mitigasi bencana.
2. Membantu mengurangi kerugian material maupun jiwa yang dapat ditimbulkan dari bencana lumpur Lapindo Sidoarjo di Kecamatan Porong dan Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gunung Lumpur

Fenomena gunung lumpur (*mud volcano*) merupakan salah satu bentuk manifestasi geologi yang tidak selalu ditandai dengan keluarnya material lempung (*argillaceous*) tetapi ada juga yang ditandai keluarnya gas pada permukaan bumi dan biasanya muncul pada daerah subduksi. Selain faktor tektonik tersebut, faktor batuan penyusun dari suatu daerah juga sangat mempengaruhi pembentukan gunung lumpur, dimana harus ada struktur cekungan elisional. Beberapa karakteristik cekungan elisional, yaitu: pengendapan lapisan sedimen muda yang sangat cepat, adanya tekanan fluida yang sangat besar, lapisan sedimen yang tidak kompak dan tempat adanya minyak (Satyana dan Asnidar 2008).

Mud volcano (Gunung lumpur) adalah fenomena keluarnya material lumpur yang bercampur dengan air dan gas dari bawah permukaan melalui suatu patahan atau rekahan karena adanya perbedaan tekanan.

Gunung lumpur merupakan salah satu fenomena alam yang umumnya terjadi di sepanjang jalur patahan aktif di dunia yaitu pada batas zona konvergen. Selain itu, gunung lumpur juga bisa terjadi di tepi benua pasif (Åkesson, 2008), yaitu sekitar 2000 gunung lumpur telah dikonfirmasi terdistribusi di dunia dan jumlah ini diperkirakan akan terus meningkat (Milkov 2000). Salah satu diantara gunung lumpur yang baru saja lahir adalah Lumpur Sidoarjo (LUSI).

2.2 Mitigasi Bencana

Mitigasi bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (*UU No.24 Tahun 2007*).

Mitigasi bencana merupakan suatu aktivitas yang berperan sebagai tindakan pengurangan dampak bencana, atau usaha-usaha yang dilakukan untuk mengurangi korban ketika bencana terjadi, baik korban jiwa maupun harta. Dalam melakukan tindakan mitigasi bencana, langkah awal yang kita harus lakukan ialah melakukan kajian risiko bencana terhadap daerah tersebut.

Mitigasi bencana mencakup perencanaan dan pelaksanaan tindakan-tindakan untuk mengurangi risiko-risiko dampak dari suatu bencana yang dilakukan sebelum bencana itu terjadi, termasuk kesiapan dan tindakan-tindakan pengurangan risiko jangka panjang, tindakan – tindakan yang harus dilakukan untuk mengurangi risiko terhadap bencana. (Pristanto 2010).

2.3 Peta Kerawanan

Definisi dari kerawanan merupakan fenomena alam ataupun kegiatan manusia yang tidak bisa dikontrol oleh kekuatan manusia dan mengakibatkan kematian, luka - luka, kerusakan properti, gangguan ekonomi dan social atau pun degradasi lingkungan. Maka dari itu dapat disimpulkan peta kerawanan adalah peta yang menunjukkan potensi terjadinya suatu bencana (misalnya banjir, longsor, putting beliung, kekeringan, tsunami, gempa, dll) di suatu wilayah (Ministry of Foreign Affairs of Japan 2006)

Peta kerawanan adalah suatu wilayah yang memiliki kondisi atau karakteristik geologis, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, dan teknologi yang untuk jangka waktu tertentu tidak dapat atau tidak mampu mencegah, meredam, mencapai kesiapan, sehingga mengurangi kemampuan untuk menanggapi dampak buruk bahaya tertentu. (Tondobala, 2011).

2.4 Peta Kerentanan

Kerentanan merupakan tingkat kemudahan terkena suatu kejadian yang mengancam dari suatu fenomena secara potensial pada suatu wilayah dalam periode waktu tertentu (Munawar, 2008 dalam Latifu, 2012). Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 4 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana, kerentanan (vulnerability) adalah keadaan atau sifat/perilaku manusia atau masyarakat yang menyebabkan ketidakmampuan menghadapi bahaya atau ancaman. Kerentanan ini dapat berupa kerentanan fisik, ekonomi, sosial, dan lingkungan. Kerentanan terdiri dari parameter kepadatan penduduk dan kelompok rentan. Kelompok rentan terdiri dari rasio jenis kelamin, rasio kelompok umur rentan, rasio penduduk miskin, dan rasio penduduk cacat. Secara spasial, masing-masing nilai parameter didistribusikan di wilayah pemukiman per desa/kelurahan/kecamatan berdasarkan acuan data atau metode yang telah berkembang. Masing-masing parameter dianalisis dengan menggunakan metode skoring sesuai Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Kelompok umur rentan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana pasal 1 ayat 15 Kelompok umur rentan adalah anak usia di bawah lima tahun dan orang lanjut usia. Menurut Depkes RI 2009 menggolongkan Kategori Umur ke dalam sembilan golongan, dimana usia orang lanjut usia berada pada tingkat akhir yaitu pada usia ≥ 65 tahun.

2.5 Peta Kapasitas

Kapasitas suatu daerah adalah penguasaan sumber daya, cara, dan kekuatan yang dimiliki masyarakat, yang memungkinkan mereka untuk mempertahankan dan mempersiapkan diri, mencegah, menanggulangi, meredam, serta dengan cepat memulihkan diri dari akibat bencana. Maka dari itu dapat disimpulkan peta kapasitas adalah peta yang menunjukkan tingkat kemampuan wilayah dan/atau masyarakat untuk menghadapi dan/atau pulih dari suatu bencana (BNPB 2015)

Kapasitas adalah kemampuan daerah dan masyarakat untuk melakukan tindakan pengurangan tingkat ancaman dan tingkat kerugian akibat bencana. (Perka BNPB No. 2 Tahun 2012). Kapasitas (*Capacity*) adalah potensi sumber daya yang dimiliki komunitas masyarakat untuk mengantisipasi atau mengurangi dampak risiko bencana. Peta kapasitas adalah gambaran atau representasi kapasitas suatu wilayah dalam mengurangi risiko bencana. Kapasitas dapat dimodelkan sebagai jumlah total dari komponen kapasitas yang ada. Indikator penyusun komponen kapasitas adalah kesiapsiagaan, infrastruktur sosial dan fisik, serta komponen kesehatan. Kesiap-siagaan adalah sistem peringatan dini pada wilayah tersebut, pada wilayah studi kasus sistem peringatan dini masih belum ada/berjalan di semua kecamatan yang menjadi wilayah studi kasus, sehingga komponen ini tidak dimasukkan ke dalam perhitungan kapasitas. Komponen sosial komponen sosial merupakan wujud sikap, pengetahuan dan kesadaran masyarakat terhadap bencana. Bencana hal ini bisa di ukur dari fasilitas pendidikan yang tersedia di wilayah tersebut. Komponen fisik merupakan sumber daya yang dimiliki masyarakat dalam wujud fisik kebendaan yang mampu digunakan untuk mengurangi dan melindungi masyarakat

dari akibat bencana seperti fasilitas umum yang terdapat pada wilayah tersebut. Sedangkan komponen kesehatan dapat diukur dari sarana kesehatan yang ada di wilayah tersebut.

2.6 Peta Resiko Bencana

Risiko bencana adalah potensi kerugian bencana dalam kehidupan, status kesehatan, mata pencaharian, aset dan jasa, yang dapat terjadi pada suatu komunitas tertentu atau masyarakat selama beberapa periode waktu tertentu di masa depan. Dan hal ini dapat dihindari melalui tindakan pencegahan. Secara konseptual, risiko bencana terdiri dari faktor ancaman dan faktor kerentanan. Faktor ancaman berarti potensi peristiwa fisik dan kronis yang dinyatakan sebagai interval pengulangan masa lalu, probabilitas masa depan, besaran, durasi, batas spasial, intensitas dan lain-lain. Faktor kerentanan berarti paparan, sensitivitas dan ketahanan yang dinyatakan sebagai penduduk, ukuran ekonomi, penggunaan lahan, sarana dan prasarana, aset budaya, produk ekosistem dan jasa dan lain-lain (BNPB 2015)

Ketika gempa bumi besar terjadi di daerah padat penduduk, gempa tersebut akan menimbulkan kerugian yang sangat besar dan korban dalam jumlah besar serta akan terjadi kerugian ekonomi. Di sisi lain, jika gempa besar memukul daerah berpenduduk jarang, gempa tersebut hanya akan mempengaruhi skala kecil saja. Dengan demikian, sebuah risiko bencana didefinisikan tidak hanya oleh volume ancaman akan tetapi juga oleh volume kerentanan.

Pembuatan peta risiko bencana didasari oleh pendekatan untuk menunjukkan dampak negatif yang ditimbulkan oleh bencana di satu daerah yang terkena. Dampak negatif dihitung berdasarkan kerentanan dan kapasitas di daerah tersebut. Maka dampak negatif adalah termasuk jumlah penduduk dan bangunan yang mungkin terkena dan pengaruh ekonomi dan lingkungan yang mungkin terkena dampak bencana. Pendekatan peta risiko bencana diperlihatkan di bawah ini.



Gambar 2. 1 Hubungan Antara Kerawanan, Kerentanan, dan Risiko Dalam Kasus Gempa Bumi (BNPB 2015)

Untuk sudut pandang pengurangan risiko bencana, ada satu lagi komponen penting. Komponen tersebut adalah faktor kapasitas. yang berarti kemampuan, sumber daya dan kemauan warga, lembaga-lembaga publik dan swasta dan pemerintah untuk mitigasi, kesiapsiagaan, tanggap, pemulihan dan rekonstruksi. Secara khusus, faktor kapasitas dinyatakan sebagai status perumusan rencana penanggulangan bencana, rencana tanggap darurat dan rencana aksi terkait, pengelolaan sistem peringatan

dini, pelaksanaan latihan evakuasi dan kurikulum sekolah, dan lainnya.

2.7 Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG merupakan suatu sistem yang mengorganisir perangkat keras (*Hardware*), perangkat lunak (*Software*), dan data, serta dapat mendaya-gunakan sistem penyimpanan, pengolahan, maupun analisis data secara simultan, sehingga dapat diperoleh informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan. Juga merupakan manajemen data spasial dan non-spasial yang berbasis komputer dengan tiga karakteristik dasar, yaitu: (i) mempunyai fenomena aktual (variabel data non-lokasi) yang berhubungan dengan topik permasalahan di lokasi bersangkutan; (ii) merupakan suatu kejadian di suatu lokasi; dan (iii) mempunyai dimensi waktu (Husein 2006).

2.7.1 Komponen SIG

Secara umum, Sistem Informasi Geografis bekerja berdasarkan integrasi komponen, yaitu: Hardware, Software, data, manusia dan metode. Kelima komponen tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut (Charter 2009):

a. *Hardware*

Sistem Informasi Geografis memerlukan spesifikasi komponen *hardware* yang sedikit lebih tinggi dibanding spesifikasi komponen sistem informasi lainnya. Hal tersebut disebabkan karena data yang digunakan dalam SIG, penyimpanannya membutuhkan ruang yang besar dan dalam proses analisisnya membutuhkan memory yang besar serta prosesor yang cepat. Berapa *hardware* yang sering digunakan dalam Sistem Informasi Geografis adalah: personal computer (PC), mouse, digitizer, printer, plotter, dan scanner.

b. *Software*

Sebuah *software* SIG harus menyediakan fungsi dan tool yang mampu melakukan penyimpanan data, analisis dan menampilkan informasi geografis. Dengan demikian elemen yang harus terdapat dalam komponen *software* SIG adalah:

- *Tools* untuk melakukan input dan transformasi data geografis.
- Sistem Manajemen Basis Data.
- *Tools* yang mendukung query geografis, analisis dan visualisasi.
- *Geographical User Interface* (GUI) untuk memudahkan akses pada *tools* geografi.

c. *Data*

Hal yang merupakan komponen penting dalam SIG adalah data. Secara fundamental, SIG bekerja dengan 2 tipe model data geografis, yaitu model data vektor dan model data raster. Dalam model data vektor, informasi posisi titik, garis, dan poligon disimpan dalam bentuk koordinat x, y. Bentuk garis, seperti jalan dan sungai di deskripsikan sebagai kumpulan dari koordinat-koordinat titik. Bentuk poligon, seperti daerah penjualan disimpan sebagai pengulangan koordinat yang tertutup. Data raster terdiri dari sekumpulan grid atau sel seperti peta hasil scanning maupun gambar. Masing-masing grid memiliki nilai tertentu yang bergantung pada bagaimana gambar tersebut digambarkan.

e. Manusia

Komponen manusia memegang peranan yang sangat menentukan, karena tanpa manusia maka sistem tersebut tidak dapat diaplikasikan dengan baik. Jadi, manusia menjadi komponen yang mengendalikan suatu sistem sehingga menghasilkan suatu analisa yang dibutuhkan.

f. Metode

SIG yang baik memiliki keserasian antara rencana desain yang baik dan aturan dunia nyata, dimana metode, model dan implementasi akan berbeda untuk setiap permasalahan.

2.7.2 Model Data SIG

Didalam SIG, terdapat 2 jenis data, yaitu: data geografis (spasial dimensi) dan data atribut (non spasial dimensi). SIG merupakan penggabungan data spasial dan data atribut yang ditampilkan secara bersama-sama, sehingga memberikan kemudahan dalam melakukan analisa.

Data spasial merupakan data yang paling penting dalam SIG. Data Spasial dapat direpresentasikan dalam dua format (Prahasta 2009), yaitu:

1. Data vektor

Pada sistem vektor (*vector based system*), semua unsur-unsur geografi disajikan dalam 3 konsep topologi yaitu: titik (*point*), garis (*arc*), dan area (*polygon*). Unsur-unsur geografi tersebut disimpan dalam bentuk pasangan koordinat, sehingga letak titik, garis, dan area dapat digambar sedemikian akurat. Bentuk kenampakan (*feature*) titik, garis, dan area dihubungkan dengan data atribut dengan menggunakan suatu pengenal (*identity/user-ID*). Bentuk dasar representasi data spasial didalam

model data vektor, didefinisikan oleh sistem koordinat kartesian dua dimensi (x,y).

2. Data *raster*

Pada sistem raster, fenomena geografi disimpan dalam bentuk *pixel* (*grid/raster/cell*) yang sesuai dengan kenampakan. Setiap *pixel* mempunyai referensi pada kolom baris yang berisi satu nilai yang mewakili satu fenomena geografi. Pada sistem ini titik dinyatakan dalam bentuk grid atau sel tunggal, garis dinyatakan dengan beberapa sel yang mempunyai arah dan poligon dinyatakan dalam beberapa sel. Contoh data raster adalah citra satelit.

2.7.3 Subsistem SIG

Sistem Informasi Geografis merupakan sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. SIG dapat diuraikan menjadi beberapa subsistem (Aronoff 1989):

a. Data Input

Data input bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini juga bertanggung jawab dalam mengkonversi atau mentransformasikan format-format data asli ke dalam format yang dapat digunakan SIG. Data ber-georeferensi umumnya berupa peta, peta digital dan foto udara.

b. Data Management

Data management bertugas mengkoordinasikan baik data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basisdata dengan sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, di-*update*, dan di-*edit*. Metode yang digunakan pada

pengimplementasian dalam sistem ini berpengaruh pada efektifitas operasional data.

c. Manipulasi dan Analisis

Manipulasi dan Analisis digunakan untuk menentukan informasi- informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan pengguna.

d. Data *Output*

Data *Output* digunakan untuk menampilkan atau menghasilkan hasil keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk *softcopy* maupun bentuk *hardcopy* seperti tabel, grafik, peta dan lain-lain. Data *output* yang dihasilkan oleh SIG memiliki kualitas yang lebih akurat, dan lebih mudah digunakan.

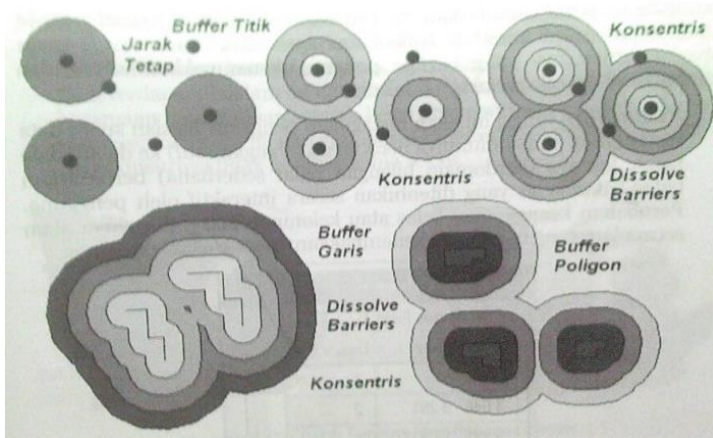
2.8 Analisis Spasial

Berikut adalah beberapa analisis spasial yang pada umumnya dimanfaatkan sebagai layanan didalam proses editing data spasial:

1. Buffering

Buffering adalah fungsi yang ada dalam SIG yang memungkinkan suatu entitas untuk mempengaruhi sekitarnya, atau sekitar mempengaruhi entitas. Buffering adalah teknik membuat area berupa lingkaran di sekitar entitas. Membuat area buffer pada titik adalah yang paling mudah dibandingkan dengan membuat area buffer pada garis dan area. Cara membuat area buffer pada titik dan garis dengan menempatkan lingkaran dengan jari-jari yang dibutuhkan pada satu titik garis atau area. Kemudian lingkaran tersebut dipindahkan sejauh garis dan area yang ada. Lintasan yang telah dilalui oleh lingkaran tersebut yang akan

menjadi area buffer (Heywood, 2011). Contoh tampilan jenis buffer dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini:

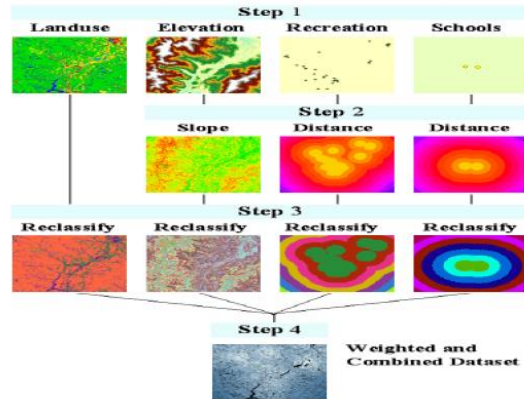


Gambar 2. 2 Contoh Tampilan Berbagai Buffer
(Prahasta 2009)

2. Klasifikasi (*reclassify*)

Klasifikasi pada dasarnya merupakan pemetaan suatu besaran yang memiliki interval–interval (*domain*) tertentu ke dalam interval–interval yang lain berdasarkan batas–batas atau kategori yang ditentukan. Dalam aplikasi SIG, sebagai contoh, yang biasanya menjadi objek (produk fungsi analisis “*Find Distance*” di atas), kemiringan (gradien permukaan tanah), dan lain sejenisnya. Sebagai contoh, besaran kemiringan bisa dikodekan atau diklasifikasikan kembali menjadi (1) 0–10%, data; r (2) 10–15%, agak miring; (3) 15–30%, miring; (4) 30–45%, agak curam; (5) 45–55%, curam; dan (6) di atas 55%, sangat curam. Meskipun demikian, unsur–unsur spasial tipe poligon (misalkan batas administrasi pada tingkatan

tertentu) sebenarnya bisa diklasifikasikan kembali berdasarkan salah satu atributnya (Prahasta, 2009).



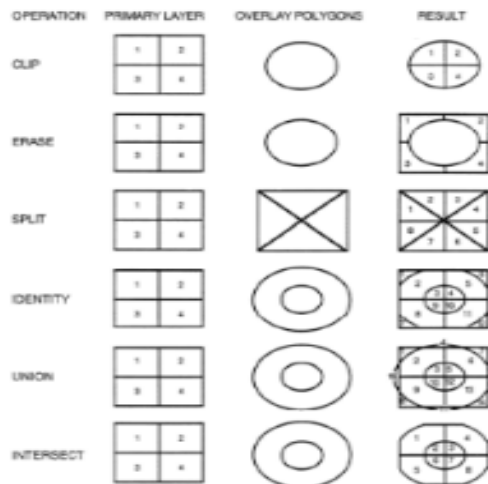
Gambar 2. 3 Reklasifikasi pada data yang dilanjutkan dengan proses pembobotan dan dataset terkombinasi (Wijayanto 2013)

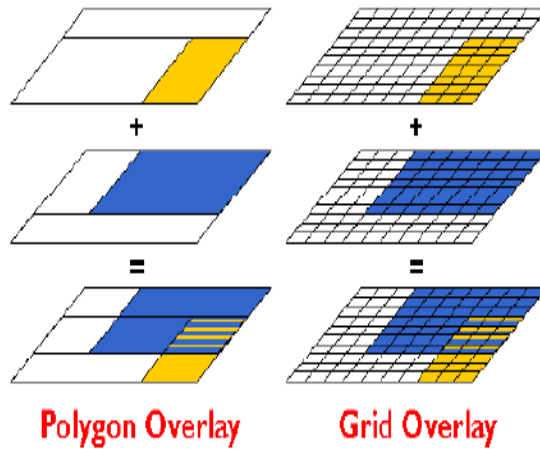
3. Skoring dan *Overlay*

Menurut Wijayanto (2013), Skoring dan overlay merupakan teknik analisis yang sering digunakan dalam sistem informasi geografis. Skoring adalah proses pemberian bobot atau nilai terhadap poligon-poligon peta yang mempresentasikan fenomena tertentu dalam suatu rangkaian analisis spasial. Pembobotan merupakan teknik pengambilan keputusan yang melibatkan berbagai faktor secara bersama-sama dengan cara memberi bobot pada masing-masing faktor tersebut. *Overlay* adalah suatu proses menampilkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut.

Skoring dan *overlay* sering digunakan secara bersama-sama untuk menghasilkan kesimpulan tertentu dalam proses analisis spasial ini.

Dalam menentukan teknik skoring dan *overlay* biasanya dibutuhkan beberapa peta tematik dalam proses analisisnya. Fenomena-fenomena spasial yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diteliti diwujudkan dalam peta-peta tematik. Setiap peta tematik tersebut akan menjadi indikator dalam proses analisis ini. Setiap poligon dalam masing-masing peta tematik akan dinilai atau diberi skor yang menggambarkan tingkat kedekatan, keterkaitan, atau besarnya pengaruh lokasi tersebut dalam kasus yang sedang diteliti. Beberapa peta tematik yang telah diberi skor selanjutnya akan disatukan dengan proses *overlay*. Proses *overlay* pada data *raster* dan vektor dapat dilihat pada Gambar 2.4 di bawah ini:



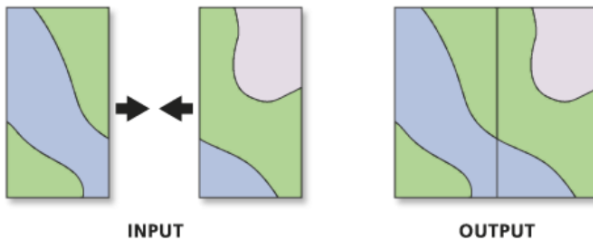


Gambar 2. 4 Overlay pada vektor dan pada raster
(Wijayanto 2013)

Ada beberapa fasilitas yang dapat digunakan pada overlay untuk menggabungkan atau melapiskan dua peta dari satu daerah yang sama namun beda atributnya yaitu:

1. Merge

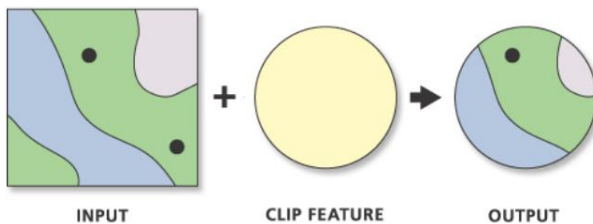
Merge themes yaitu suatu proses penggabungan 2 atau lebih layer menjadi 1 buah layer dengan atribut yang berbeda dan atribut-atribut tersebut saling mengisi atau bertampalan, dan layer-layernya saling menempel satu sama lain.



Gambar 2. 5 Prinsip Merge (ArcGIS 10.3)

2. Clip

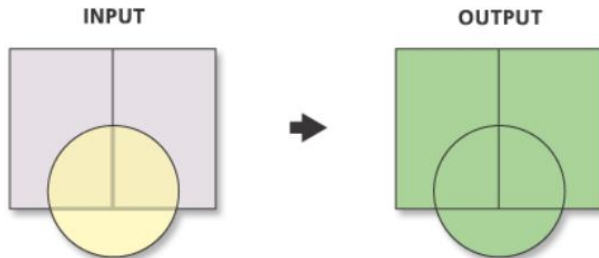
Clip One themes yaitu proses menggabungkan data namun dalam wilayah yang kecil, misalnya berdasarkan wilayah administrasi desa atau kecamatan. Suatu wilayah besar diambil sebagian wilayah dan atributnya berdasarkan batas administrasi yang kecil, sehingga layer yang akan dihasilkan yaitu layer dengan luas yang kecil beserta atributnya.



Gambar 2. 6 Prinsip Clip (ArcGIS 10.3)

3. Union

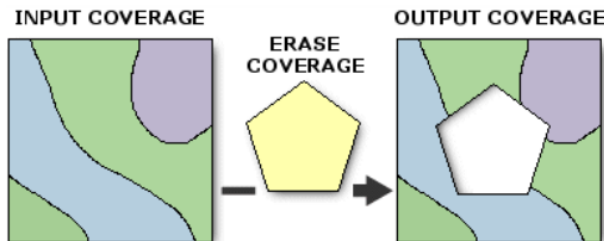
Union yaitu menggabungkan fitur dari sebuah tema input dengan poligon dari tema overlay untuk menghasilkan output yang mengandung tingkatan atau kelas atribut.



Gambar 2. 7 Prinsip Union (ArcGIS 10.3)

4. Erase

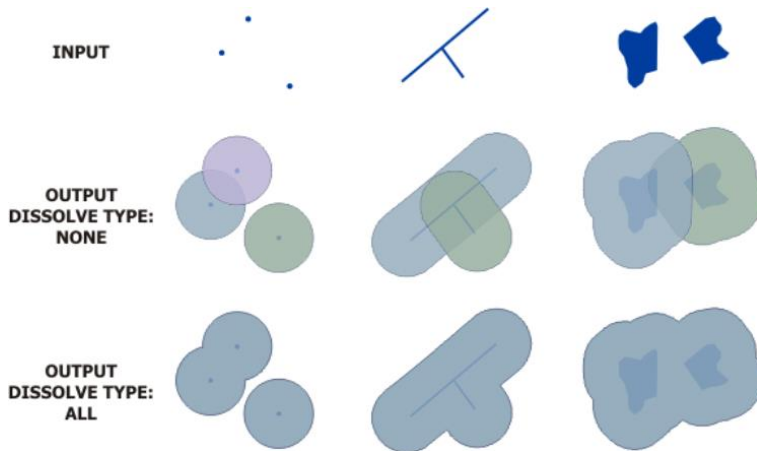
Erase yaitu untuk melakukan analisis overlay pada kelas feature dengan menghapus kelas feature yang tumpang tindih pada peta.



Gambar 2. 8 Prinsip Erase (ArcGIS 10.3)

5. Buffer

Merupakan analisis spasial yang menghasilkan unsur-unsur spasial bertipe polygon. Unsur tersebut merupakan area yang berjarak dan ditentukan dari input unsur spasial (Wasis 2012 dalam Shinta, 2015).



Gambar 2. 9 Prinsip Buffer (ArcGIS 10.3)

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Bagas Tri Widodo, mahasiswa S1 Jurusan Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Judul yang di angkat dalam penelitiannya adalah “Visualisasi Perubahan Volume Dan Elevasi Permukaan Lumpur Dengan Citra Satelit Resolusi Tinggi Temporal Untuk *Monitoring* Lumpur Sidoarjo”. Penelitian ini membahas tentang monitoring untuk mengetahui pola persebaran lumpur dan elevasinya yang berada di dalam tanggul penahan. Dengan menggunakan citra satelit resolusi tinggi *WorldView-2* bulan Agustus 2014 dan Juli 2015, maka Penutup lumpur dapat diklasifikasikan menjadi 4 kelas berbeda, yaitu Air Berlumpur, Lumpur Basah, Lumpur Mulai Mengering, dan Lumpur Kering. Menurut hasil pengolahan data observasi lapangan menggunakan GPS geodetik metode kinematik, diketahui bahwa volume total lumpur di dalam tanggul utama pada bulan Maret 2014 adalah 44.039.123,365 m³, dan bulan Juli 2015 sebesar 47.646.879,058 m³. Berdasarkan hasil pemodelan 3 dimensi permukaan lumpur, aliran lumpur pada bulan Maret 2014 cenderung mengarah ke utara. Sedangkan pada bulan Juli 2015 aliran lumpur lebih terkonsentrasi di dekat pusat semburan, membuat tanah bagian bawah mengalami sledding dan penurunan. Dengan demikian, permukaan lumpur menjadi terlihat seperti kaldera atau fitur kawah gunung lumpur. Dan sampai dengan bulan Juli 2015, Penutup lumpur didominasi oleh klasifikasi Lumpur Kering. Data-data tersebut kemudian menjadi parameter penentu dalam pembuatan peta Resiko Bencana, Penentuan Zona Aman dan Jalur Evakuasi.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Arizona Maulidiyan Pahlevi dari Bakosurtanal dan Wiweka dari LAPAN. Judul yang di angkat dalam penelitiannya

adalah “Analisa Sedimentasi di Muara Kali Porong Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo Menggunakan Data Citra Satelit Aster”. Penelitian ini membahas tentang *monitoring* sedimentasi di muara Kali Porong menggunakan teknologi penginderaan jauh, yaitu dengan data citra satelit *ASTER* tahun 2005 hingga 2008 sebagai data utama, citra satelit *Landsat7 ETM+* tahun 2003 dan *Landsat 5 TM* tahun 1994 sebagai data pembanding. Algoritma yang digunakan untuk pengolahan citra adalah algoritma Lemigas (1997) yang didasarkan pada *Digital Number* (DN) dan algoritma Jing Li (2008) yang didasarkan pada nilai reflektan. Selain itu juga dicari perubahan daratan serta potensi endapan sedimen berdasarkan hasil pengolahan citra, data pasang surut, data arus, dan kontur *bathymetry*. Hasil penelitian ini adalah algoritma Lemigas mempunyai nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.605 terhadap data lapangan, untuk algoritma Jing Li mempunyai nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.827 terhadap data lapangan. persebaran sedimentasi di Muara Kali Porong cenderung dinamis, dengan dipengaruhi oleh faktor musim, pasang surut dan arus pasang surut, serta kontur bathimetri dan sumber material sedimen. Potensi pengendapan sedimen terbesar terjadi di hampir sepanjang pesisir Sidoarjo-Pasuruan, terutama di Muara Kali Ketingan dan Muara Kali Porong. Laju pertambahan daratan terbesar adalah tahun 2006-2007, dengan laju 93.298 Ha/tahun.

BAB III

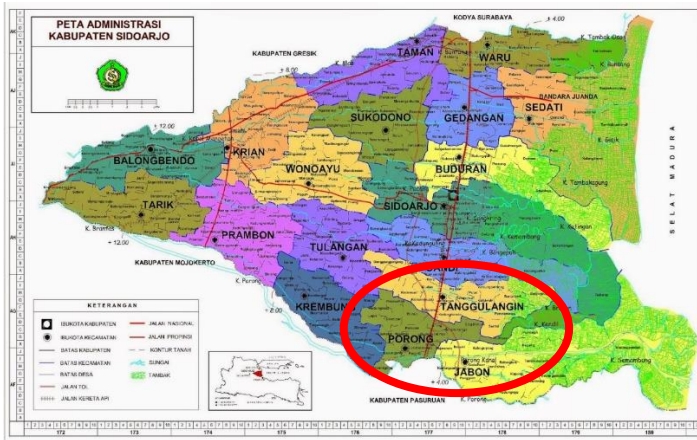
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dari tugas akhir ini adalah kawasan yang berada di dalam area terdampak lumpur panas, di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Kawasan area terdampak lumpur Sidoarjo ini secara geografis terletak di antara 7°30'40"-7°32'31" LS dan 112°42'28"- 112°43'6" BT. Penelitian ini berfokus pada Kecamatan Porong dan Kecamatan Tanggulangin.

Kecamatan Porong adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kecamatan Porong terletak sekitar 12 kilometer di sebelah selatan pusat kota Sidoarjo. Terdapat 13 desa dan 6 kelurahan di kecamatan ini. Di kecamatan ini terdapat desa Reno Kenongo, Siring dan Jatirejo, yang terkena dampak dari Banjir lumpur panas Sidoarjo. Kecamatan Tanggulangin berada di sebelah selatan kota Sidoarjo. Hanya berjarak 9 km dari pusat kota Sidoarjo. Di kecamatan ini terdapat desa Kedungbendo, yang wilayahnya terkena dampak dari Banjir lumpur panas Sidoarjo. Untuk perbatasan dengan kecamatan sekitar yaitu:

- Sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Krembung dan Tulangan.
- Sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan.
- Sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Candi.
- Sebelah timur berbatasan dengan Selat Madura.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian (Sumber: RDTR Kabupaten Sidoarjo)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

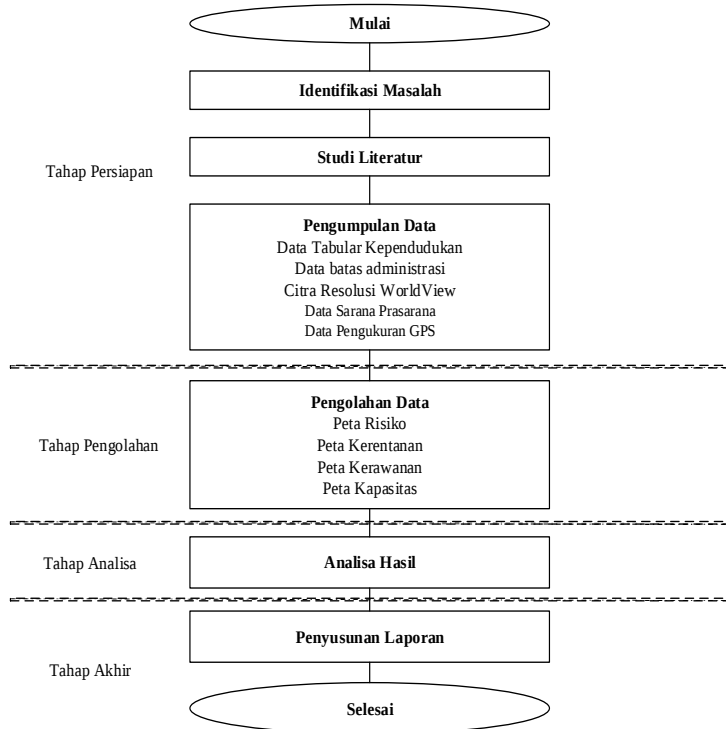
1. Peta RBI bagian Kabupaten Sidoarjo yang bisa didapatkan dari BIG.
2. Citra satelit resolusi tinggi Worldview Kabupaten Sidoarjo tahun 2016.
3. Data tabular kependudukan Kabupaten Sidoarjo yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sidoarjo tahun 2018.
4. Data kontur Kecamatan Porong dan Kecamatan Tanggulangin yang berasal dari pengukuran GPS *geodetic* pada lokasi lumpur lapindo pada tahun 2018.
5. Data batas administrasi kecamatan dan batas administrasi desa tahun 2018.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang dibutuhkan dalam Tugas Akhir ini adalah:

- a. Perangkat Keras (*Hardware*)
 1. Laptop ASUS A465UR
- b. Perangkat Lunak (*Software*)
 4. Microsoft Office 2016
 5. Software pengolahan data SIG
 6. Software pembuatan peta SIG

3.3 Tahapan Pelaksanaan



Gambar 3. 2 Diagram Alit Tahapan Penelitian

Penjelasan diagram alir tahapan pelaksanaan:

1. Tahap Persiapan

- Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk menganalisis masalah apa yang terjadi pada daerah penelitian, serta penerapan metode yang dilakukan pada wilayah tersebut. Identifikasi masalah dapat juga berupa pemasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana memanfaatkan SIG dalam pembuatan peta risiko banjir lumpur di Kecamatan Porong dan Kecamatan Tanggulangin dengan metode skoring dan *overlay* yang dapat digunakan untuk menunjang kegiatan mitigasi bencana.

- Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan untuk mempelajari dan mengumpulkan buku-buku referensi dan hasil penelitian sejenis sebelumnya yang pernah dilakukan oleh orang lain yang berkaitan sebagai landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti pada tahap pengolahan dari referensi lain yang mendukung baik dari buku, jurnal, majalah, internet dan lain sebagainya.

- Pengumpulan Data

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan data baik secara primer maupun sekunder yang akan digunakan dalam penelitian. Pengumpulan data berupa data kontur Kecamatan Porong dan Kecamatan Tanggulangin yang berasal dari pengukuran GPS *geodetic* pada lokasi lumpur lapindo pada tahun 2018., data tabular kependudukan, data sarana dan prasarana, peta RBI Digital Kabupaten Sidoarjo, citra resolusi tinggi *Worldview* Kabupaten Sidoarjo, data batas administrasi Kecamatan Porong dan Tanggulangin.

2. Tahap Pengolahan

Merupakan tahap dimana seluruh data-data yang telah dikumpulkan kemudian diolah sesuai tujuan dengan berdasarkan referensi yang ada, dengan metode *overlay*, skoring dan pengklasifikasian, berupa pengolahan pengolahan data kontur Kecamatan Porong dan Kecamatan Tanggulangin yang berasal dari pengukuran GPS *geodetic* pada lokasi lumpur lapindo pada tahun 2018 menjadi peta kelerengan, pengolahan citra resolusi tinggi *Worldview* Kabupaten Sidoarjo menjadi peta tutupan lahan, pengolahan peta kerawanan, peta kerentanan, peta kapasitas, peta risiko.

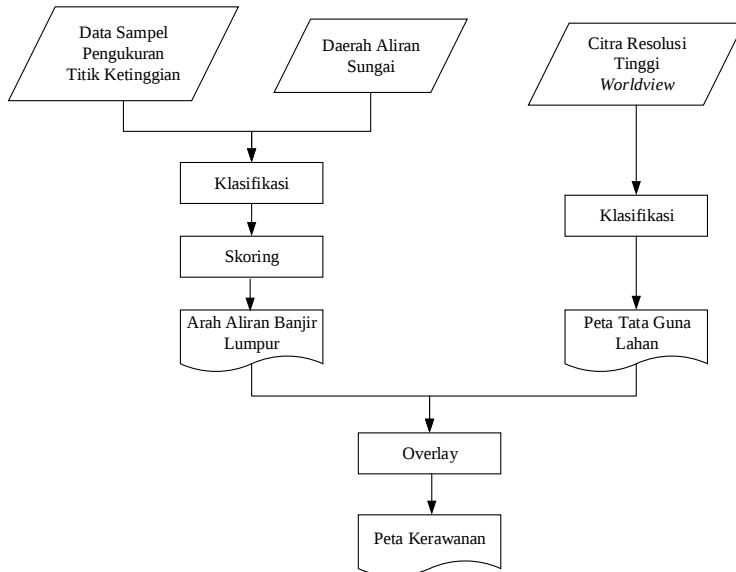
3. Tahap Analisa

Pada tahap ini dilakukan analisa dari hasil pengolahan masing-masing peta yang dapat dilihat dari nilai skor tiap parameter dan faktor dominan yang sekiranya mempengaruhi adanya risiko di suatu daerah, analisa kerawanan untuk di jadikan zona aman.

4. Tahap Akhir

Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari penelitian ini sebagai laporan Tugas Akhir yang berisi dari pelaksanaan Tugas Akhir.

3.3.1 Tahap Awal: Pembuatan Peta Kerawanan



Gambar 3. 3 Diagram Alir Pembuatan Peta Kerawanan

Pengolahan Peta Kerawanan menggunakan data pengukuran GPS Geodetik dan Citra Resolusi Tinggi. Setelah diproses, masing-masing data tersebut menghasilkan arah aliran banjir lumpur dan peta tata guna lahan. Setelah itu dilakukan Overlay arah aliran banjir lumpur dengan peta tata guna lahan, dan menghasilkan Peta Kerawanan.

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir yang ada:

1. Identifikasi Masalah

Untuk menemukan permasalahan yang perlu diangkat maupun dicari solusinya melalui suatu kegiatan penelitian. Adapun permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah masalah

perlunya pembuatan peta kerawanan lumpur lapindo Sidoarjo. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi arah aliran lumpur lapindo melalui metode sistem informasi geografis.

2. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan tujuan mendapatkan referensi mengenai metode yang perlu diterapkan, data yang dibutuhkan, serta estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penelitian ini. Selain itu studi literatur juga akan banyak membantu dalam memberikan gambaran mengenai bentuk dari hasil akhir penelitian. Studi literatur diambil dari buku, jurnal, majalah, internet, dan lain-lain.

3. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 5 parameter, yaitu:

- Peta RBI bagian Kabupaten Sidoarjo yang bisa di dapatkan dari BIG.
- Citra satelit resolusi tinggi *Worldview* tahun 2016.
- Data tabular kependudukan Kabupaten Sidoarjo yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sidoarjo tahun 2018.
- Data kontur Kecamatan Porong dan Kecamatan Tanggulangin yang berasal dari pengukuran GPS geodetic pada lokasi lumpur lapindo pada tahun 2018.
- Data batas administrasi kecamatan dan batas administrasi desa tahun 2018.

4. Pengolahan Peta Penutup Lahan

Pengolahan peta penutup lahan di dapat dengan cara meng-*overlay* citra satelit resolusi tinggi dengan peta RBI. Pertama peta RBI yang sudah

dalam bentuk digital di topologi yang kemudian nanti dapat di *export* ke *format* .shp dengan menggunakan *Software ArcGIS* peta dengan format .shp. Untuk melakukan digitasi, hal pertama yang di lakukan adalah melakukan registrasi peta dengan acuan titik GCP (*Ground Control Point*). Hal ini di lakukan untuk memastikan keakuratan koordinat peta tersebut. Digitasi Penutup lahan dapat di bagi menjadi beberapa *layer*, di antaranya adalah *layer* pemukiman, vegetasi: perkebunan, pertanian, sawah dan yang paling penting adalah sungai dan aliran air lainnya.

5. Pengolahan Peta Kelerengan

Peta Kelerengan di dapat dari pengolahan interpolasi kontur pengukuran GPS. Hal pertama yang dilakukan adalah pemotongan wilayah sesuai wilayah sudi kasus pada *software ArcGIS* menggunakan fungsi *Extraction*. Selanjutnya adalah membuat kemiringan lerengnya dengan fungsi *Raster Surface* → *Slope*. Sehingga akan terbentuk *raster* baru dengan tampilan berdasarkan kemiringan lereng. Akan tetapi kelas kemiringan lereng tersebut belum sesuai hingga perlu di lakukan klasifikasi dengan menggunakan fungsi *Reclassify* pada *3D Analyst Tools*. Kriteria yang di masukan pada tahap ini akan di sesuaikan dengan nilai range nilai *scoring* yang nanti akan di gunakan pada tahap selanjutnya.

6. *Scoring*

Scoring merupakan pemberian pengharkatan berupa nilai numeris yang berfungsi untuk memudahkan cara analisis kualitas atau karakteristik lahan dalam kaitannya untuk menilai suatu potensi lahan. Pada tahap ini *scoring* di lakukan untuk masing-masing data (peta jenis tanah,

peta kelerengan, dan peta penutup lahan). Misalnya untuk *scoring* peta kelerengan, daerah yang memiliki kelerengan paling tinggi akan di beri harkat paling besar karena semakin tinggi kelerengan tersebut maka, banjir lumpur akan semakin besar kemungkinannya untuk mengarah ke suatu wilayah dan menyebabkan kerugian. Begitu pula untuk peta jenis tanah dan penutup lahan yang akan di lakukan pengharkatan sesuai dengan kriteria ataupun parameter masing-masing.

7. *Overlay*

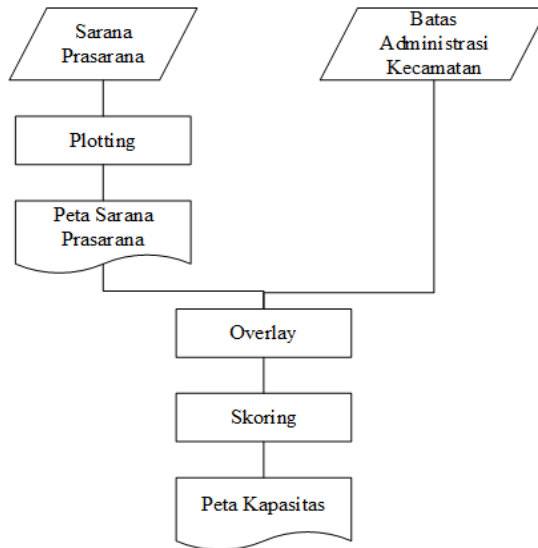
Overlay di lakukan setelah tahap *scoring* selesai dilaksanakan, *overlay* adalah penggabungan dari peta jenis tanah, peta kelerengan, dan peta penutup lahan yang telah di lakukan penilaian, untuk wilayah yang memiliki irisan daerah nilai pengharkatan yang paling besar untuk setiap jenis peta maka daerah tersebut dapat di golongan ke dalam daerah yang memiliki kerawanan tinggi. Dilakukan analisis spasial fungsi *union* untuk melihat irisan pada daerah yang sekiranya rawan bencana banjir lumpur.

8. Prediksi Arah Aliran Lumpur Lapindo

Peta Kerawanan merupakan hasil dari perhitungan *scoring* dari peta jenis tanah, peta kemiringan dan peta penutup lahan. *Scoring* yang di lakukan merupakan hal yang obyektif berdasarkan parameter yang di tentukan. Prediksi arah aliran lumpur lapindo didapat dari hasil *scoring* antara peta jenis tanah dan peta kelerengan. Sedangkan peta kerawanan merupakan perkembangan dari jalur tersebut yang juga merupakan hasil *Scoring* dari peta jenis tanah, peta kelerengan, dan peta penutup lahan yang telah di lakukan analisa spasial untuk

menentukan daerah kerawanan di wilayah sekitar lumpur lapindo (arah aliran lumpur lapindo).

3.3.2 Tahap Pembuatan Peta Kapasitas



Gambar 3. 4 Diagram Alir Pembuatan Peta Kapasitas

Kapasitas adalah sumber daya, cara dan kekuatan yang dimiliki masyarakat yang memungkinkan masyarakat untuk mempertahankan dan mempersiapkan diri, mencegah, menanggulangi, meredam serta dengan cepat memulihkan diri dari akibat bencana. Kapasitas merupakan komponen yang dinamis dan paling memungkinkan untuk dikelola untuk mengurangi risiko bencana. Pengolahan peta kapasitas didapat dari data sarana-prasarana/fasilitas umum, pada Tugas Akhir ini sarana-prasarana yang dimasukkan berupa:

- Sarana pendidikan
- Terminal

- Sarana kesehatan
- Tempat ibadah
- Kantor kecamatan dan antor desa
- Kantor polisi
- Kantor pos
- Jembatan

Data sarana prasarana dapat di ambil dari peta RBI dan citra resolusi tinggi *Worldview*, nantinya data tersebut akan dilakukan di overlay bersamaan dengan peta batas administrasi kecamatan, hasilnya akan terlihat lokasi-lokasi sarana-prasarana yang tersebar dapat di jadikan sarana mengurangi risiko bencana banjir lumpur ataupun tempat yang bisa di jadikan lokasi evakuasi jika bencana banjir lumpur akan terjadi.

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir tahap Pembuatan Peta Kapasitas:

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang dilakukan pada tahap ini sebenarnya sama dengan indentifikasi masalah yang telah di lakukan pada tahap sebelumnya yaitu: dilakukan untuk menganalisis masalah apa yang terjadi pada daerah yang menjadi wilayah studi kasus, serta penerapa metode yang dilakukan pada wilayah tersebut, yang dapat di ambil dari studi literatur, baik dari paper, jurnal, maupun laporan Tugas Akhir untuk mencari informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini.

3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada tahapan ini adalah:

- Peta RBI Kabupaten Sidoarjo skala 1:25.000 yang bisa di dapatkan dari Bakosurtanal.
- Peta Citra Resolusi Tinggi *Worldview* Kabupaten Sidoarjo.

4. Pengolahan Peta Penutup Lahan

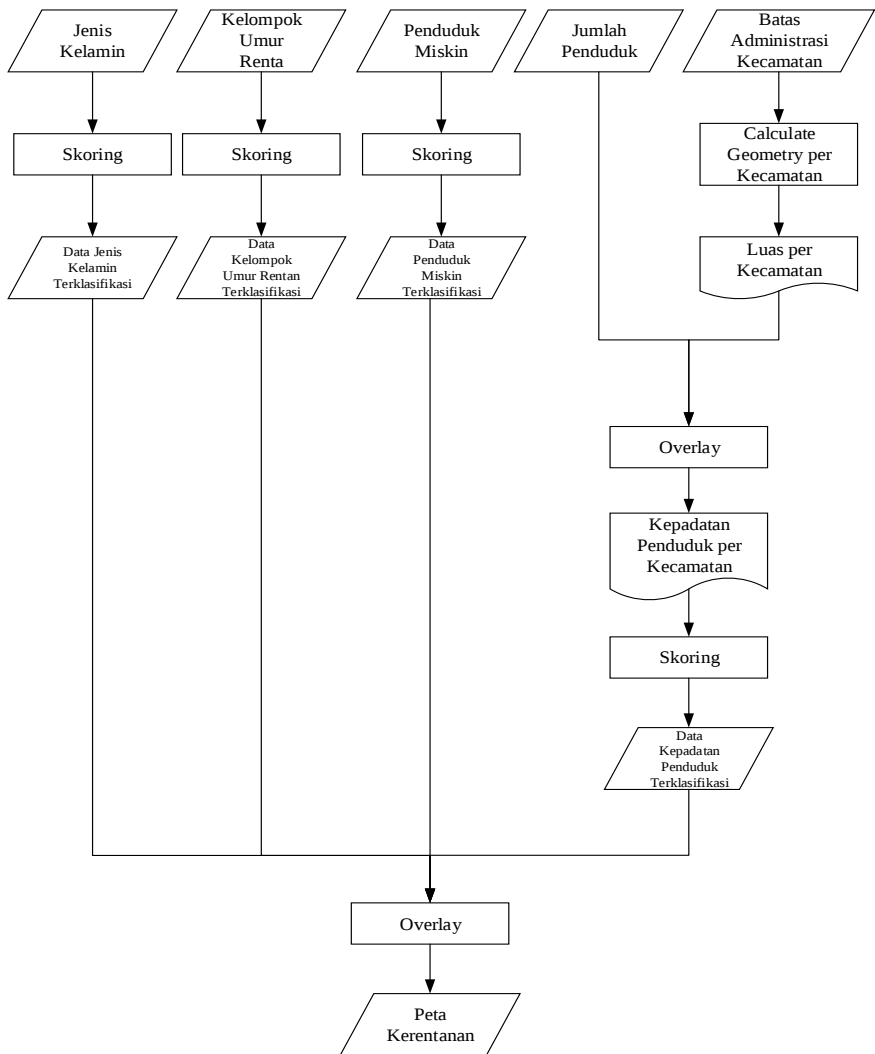
Pengolahan Peta Penutup lahan yang dilakukanpun sama seperti pengolahan peta Penutup lahan pada tahap sebelumnya yaitu di dapat dengan cara meng-*overlay* citra satelit resolusi tinggi dengan peta RBI. Pertama peta RBI yang sudah dalam bentuk digital di topologi yang kemudian nanti dapat di *export* ke format .shp dengan menggunakan software ArcGIS peta dengan format .shp tersebut akan di *overlay* dengan data citra satelit resolusi tinggi. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data yang *up-to-date*. Wilayah yang sekiranya kurang dalam peta RBI dapat di tambahkan (dilakukan digitasi) dengan referensi data satelit resolusi tinggi tersebut. Digitasi Penutup lahan dapat di bagi menjadi beberapa layer, di antaranya adalah *layer* pemukiman, vegetasi, perkebunan, pertanian, sawah dan yang paling penting adalah sungai dan aliran air lainnya.

5. Pengolahan Peta Kapasitas

Kapasitas adalah sumber daya, cara dan kekuatan yang dimiliki masyarakat yang memungkinkan masyarakat untuk mempertahankan dan mempersiapkan diri, mencegah, menanggulangi, meredam serta dengan cepat memulihkan diri dari akibat bencana. Kapasitas merupakan komponen yang dinamis dan paling memungkinkan untuk dikelola untuk mengurangi risiko bencana. Pengolahan peta kapasitas di dapat dari data sarana-prasarana umum berupa sarana

pendidikan (sekolah), sarana transportasi (Terminal); sarana Kesehatan (puskesmas) dll. Peta kapasitas adalah gambaran atau representasi suatu wilayah atau lokasi yang menyatakan kondisi wilayah yang memiliki suatu kapasitas tertentu yang dapat mengurangi risiko bencana. Dalam pengolahan peta kapasitas ini perlu diketahui koordinat dari tiap-tiap data sarana prasarana yang dapat di ambil dari peta RBI ataupun survei lapangan (jika memungkinkan). Nantinya koordinat tersebut akan di plot bersamaan dengan peta penutup lahan yang telah diolah sebelumnya, hasilnya akan terlihat lokasi-lokasi sarana-prasarana yang dapat dijadikan sarana mengurangi resiko aliran lumpur lapindo ataupun tempat yang bisa di jadikan lokasi evakuasi jika tanggul di sekitar lokasi lumpur lapindo tidak mampu menampung dan lumpur memasuki pemukiman dan menyebabkan kerugian.

3.3.3 Tahap Pembuatan Peta Kerentanan



Gambar 3. 5 Diagram Alir Pembuatan Peta Kerentanan

Pengolahan peta kerentanan berasal dari lima parameter yaitu:

a. Jenis kelamin

Pada parameter ini hal yang di perhitungkan adalah jumlah laki-laki dan jumlah perempuan pada setiap kecamatan pada wilayah studi kasus yang kemudian dilakukan skoring untuk parameter tersebut.

b. Kelompok umur rentan

Pada parameter ini hal yang di perhitungkan adalah kerentanan pada usia <5 tahun dan >65 tahun pada setiap kecamatan pada wilayah studi kasus yang kemudian dilakukan skoring untuk parameter tersebut.

c. Jumlah penduduk miskin

Pada parameter ini hal yang di perhitungkan adalah jumlah penduduk miskin per kecamatan yang datanya sudah di dapatkan dari BPS Kabupaten Sidoarjo, selanjutnya adalah dilakukan skoring untuk parameter tersebut.

d. Kepadatan penduduk.

Pada parameter ini hal yang di perhitungkan adalah kepadatan penduduk yang di dapatkan dari perhitungan antara jumlah penduduk dan luas wilayah. Pada parameter ini jumlah penduduk di dapatkan dari BPS Kabupaten Sidoarjo, sedangkan data luas wilayah di dapatkan dari perhitungan dari batas administrasi perkecamatan dengan menggunakan fungsi *calculate geometry*. Badan Kependudukan dan KB Nasional (BKKBN) menyebutkan kepadatan penduduk adalah perbandingan antara banyaknya penduduk per luas

wilayah (km^2) pada tahun tertentu, sehingga rumus perhitungan kepadatan penduduk adalah:

$$\text{Kepadatan penduduk} = \frac{\text{jumlah penduduk}}{\text{luas wilayah } (\text{km}^2)}$$

Langkah selanjutnya adalah melakukan skoring pada parameter kepadatan penduduk.

Setelah semua parameter di tentukan skornya, langkah selanjutnya adalah meng-*overlay*-kan semua parameter sehingga dapat di proleh peta kerentanan penduduk per-kecamatan.

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir tahap Pembuatan Peta Kerentanan:

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang dilakukan pada tahap ini sebenarnya sama dengan indentifikasi masalah yang telah di lakukan pada tahap seblumnya yaitu: dilakukan untuk menganalisis masalah apa yang terjadi pada daerah yang menjadi wilayah studi kasus, serta penerapa metode yang dilakukan pada wilayah tersebut, yang dapat di ambil dari studi literatur, baik dari paper, jurnal, maupun laporan Tugas Akhir untuk mencari informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini.

2. Pengumpulan Data Data yang digunakan pada tahapan ini adalah:

- Data Tabular kependudukan Kabupaten Sidoarjo yang berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sidoarjo.

- Peta RBI Kabupaten Sidoarjo skala 1:25.000 yang bisa di dapatkan dari Bakosurtanal.
- Peta Citra Resolusi Tinggi Kabupaten Sidoarjo yaitu WorldView dengan resolusi spasial 0.5 meter.

3. Pengolahan Peta Tutupan Lahan Pengolahan

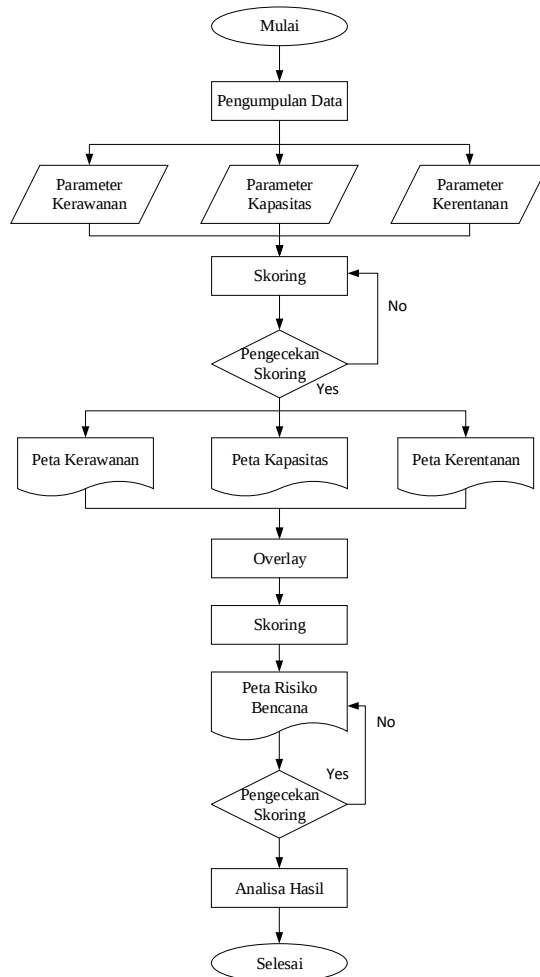
Peta Tutupan lahan yang dilakukanpun sama seperti pengolahan peta tutupan lahan pada tahap sebelumnya yaitu di dapat dengan cara meng-overlay citra satelit resolusi tinggi dengan peta RBI. Pertama peta RBI yang sudah dalam bentuk digital di topologi yang kemudian nanti dapat di export ke format .shp dengan menggunakan Software ArcGIS peta dengan format .shp tersebut akan di overlay dengan data citra satelit resolusi tinggi. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data yang uptodate. Wilayah yang sekiranya kurang dalam peta RBI dapat di tambahkan (dilakukan digitasi) dengan referensi data satelit resolusi tinggi tersebut.

4. Pengolahan Peta Kerentanan

Pengolahan peta kerentanan di berasal dari hasil overlay peta tutupan lahan dan juga data Kependudukan masing-masing kecamatan. Prinsip pengolahannya sama seperti pengolahan peta bahaya yaitu dengan mengkalasifikasikan kecamatan berdasarkan parameter-paramter yang ada pada data kependudukan. Misal pada kecamatan candipuro kumlah wanita dan anakanak lebih banyak daripada jumlah laki-lakinya,

sedangkan kecamatan Pasru Jambe memiliki jumlah laki-laki lebih banyak dari pada jumlah perempuannya, maka dari itu akan di klasifikasikan dengan menggunakan wakra yang berbeda bahwa kecamatan candipuro memiliki tinggak kerentanan lebih tinggi daripada kecamatan pasru jambe. Adapun parameter yang di gunakan untuk penentuan tingkat kerentanan ini adalah jumlah penduduk laki-laki, jumlah penduduk wanita, jumlah anak kecil dan balita, jumlah kelompok rentan (manula), jumlah rumah, jumlah penduduk tidak bisa baca tulis, dll. Peta kerentanan di buat berdasarkan data tabular, data yang berisi kependudukan tersebut juga nantinya akan di jadikan atribut dalam pembuatan peta kerentanan ini.

3.3.4 Tahap Pembuatan Peta Resiko Bencana



Gambar 3. 6 Diagram Alir Pembuatan Peta Resiko Bencana

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir tahap Pembuatan Peta Resiko Bencana, Penentuan Zona Aman dan Jalur Evakuasi:

1. Analisa Spasial Pengolahan

Peta Resiko Bencana. Pengolahan peta risiko di dapatkan dari hasil dari penyatuan peta kapasitas, peta kerentanan, dan peta kerawanan. Dilakukan juga analisa spasial dari gabungan peta tersebut seperti *overlay*, *union*, maupun *buffer*. *Overlay* digunakan untuk menyatukan *layer* peta kapasitas, peta kerentanan, dan peta kerawanan. *Union* di lakukan untuk melihat irisan dari peta yang telah di-*overlay*-kan dimana daerah yang memiliki irisan yang paling banyak antara peta lainnya dapat diidentifikasi menjadi kawasan beresiko bencana banjir lumpur. Sedangkan *buffer* dillakukan untuk menghitung jarak antara arah aliran lumpur lapindo terhadap daerah yang teridentifikasi memiliki resiko terdampak oleh aliran lumpur lapindo tersebut.

2. Scoring

Scoring digunakan dalam menentukan daerah yang paling berisiko dan mana daerah yang kurang berisiko dalam kejadian bencana lumpur lapindo ini, hal ini bertujuan untuk memudahkan analisa karakteristik atau kualitas lahan dalam menentukan skala prioritas daerah yang paling tinggi risikonya dalam kejadian bencana banjir lumpur. Parameter yang digunakan dalam teknik *scoring* ini adalah nilai dari ketiga peta yang telah di hasilkan, penilaian *scoring* pada tahap ini di lakukan secara objektif oleh penulis berdasarkan faktor yang sekiranya paling berpengaruh. Misal untuk daerah yang memiliki tingkat kerawanan akan di beri harkat tinggi karna merupakan faktor yang cukup mendominasi dari factor lainnya dan peta kapasitas akan di beri harkat yang rendah. Dari

pengharkatan masing-masing peta ini akan di hasilkan tingkat kelas resiko yaitu resiko tinggi, resiko sedang, dan resiko rendah. jika dalam scoring di hasilkan kelas dengan resiko tinggi maka daerah tersebut menjadi daerah resiko bencana yang tinggi, sedangkan jika hasil kelas menunjukan resiko sedang atau rendah, maka daerah tersebut akan di jadikan zona aman dan juga jalue evakuasi.

3. Peta Risiko Banjir Lumpur

Setelah di lakukan analisa spasial dan juga *scoring* yang berasal dari peta kapasitas, peta kerentanan, dan peta kerawanan maka akan di dapatkan peta Resiko lumpur lapindo Kabupaten Sidoarjo yang akan di klasifikasikan ke dalam tiga klas yaitu resiko tinggi, resiko sedang, dan resiko menengah.

4. Penyusunan Laporan

Tahap akhir dari keseluruhan penelitian yaitu membuat laporan yang sesuai dengan aturan penyusunan yang berlaku. Hasil akhir dari penelitian akan dilaporkan sebagai bentuk pertanggung jawaban atas penelitian yang telah dilaksanakan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN ANALISA

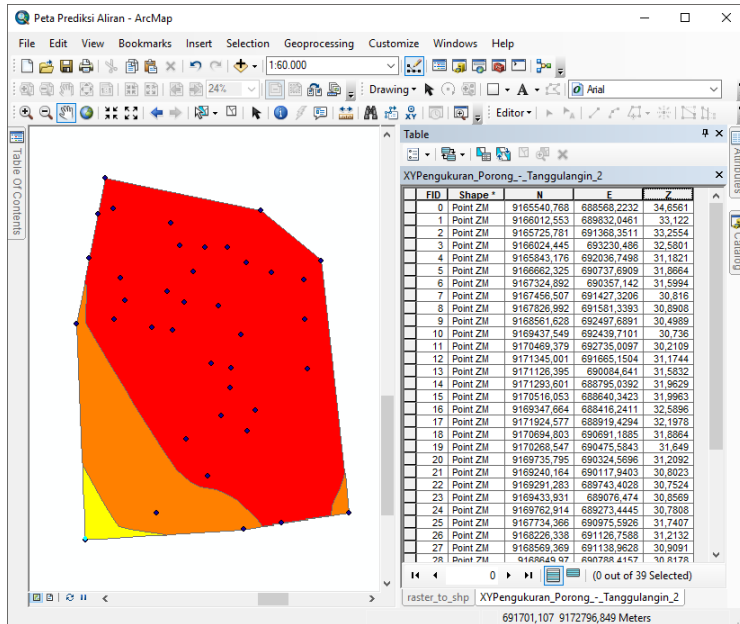
4.1 Data

4.1.1 Interpolasi Kontur Hasil Pengukuran

Interpolasi kontur didapatkan dari hasil pengambilan sampel titik tanggal 28 Oktober 2018 sebanyak 38 titik yang tersebar di Kecamatan Porong dan Tanggulangin.

Gambar 4. 1 Data Pengukuran GPS

Data hasil pengukuran tersebut dimasukkan ke *software ArcGis* untuk dilakukan interpolasi seperti gambar berikut:



Gambar 4. 2 Interpolasi Kontur Hasil Pengukuran GPS

4.1.2 Citra Satelit Resolusi Tinggi *Worldview*

WorldView-2 merupakan satelit penghasil gambaran permukaan bumi dengan resolusi spasial 0.5 m (untuk citra pankromatik) dan 1,8 meter (untuk citra multispektral pada keadaan *nadir*) atau 2,4 meter (untuk citra multispektral pada keadaan 20° *off-nadir*). WorldView-2 yang juga dimiliki oleh DigitalGlobe, diluncurkan pada tanggal 8 Oktober 2009 dengan misi hidup sekitar 7.25 tahun. WorldView-2 dapat melakukan perekaman di permukaan bumi seluas 975 ribu km² per

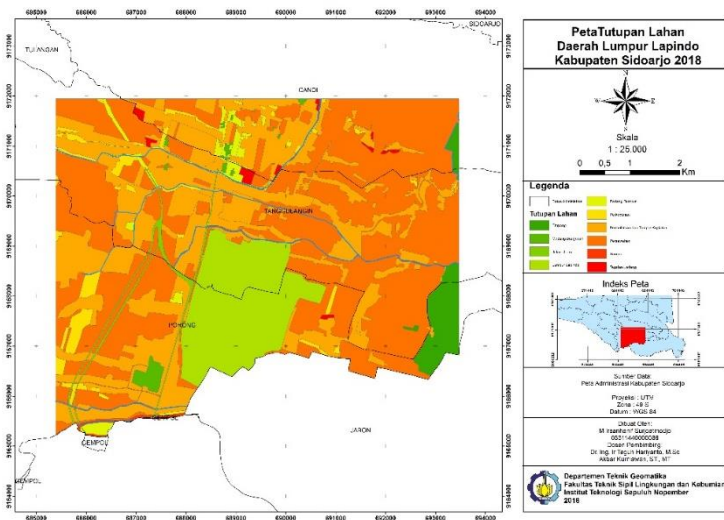
hari-nya, serta dapat kembali ke tempat yang sama dalam waktu 1.1 hari. Dengan kemampuan seperti itu, WorldView-2 merupakan sumber data yang memberikan keadaan *up-to-date* dari suatu wilayah.



Gambar 4. 3 Citra Worldview Kabupaten Sidoarjo Tahun 2016

4.1.3 Peta RBI Digital

Peta Rupabumi Indonesia (RBI) adalah peta topografi yang menampilkan sebagian unsur-unsur alam dan buatan manusia di wilayah NKRI. Unsur-unsur kenampakan rupabumi dapat dikelompokkan menjadi 7 tema, yaitu penutup lahan, hidrografi, hipsografi, bangunan, transportasi dan utilitas, batas administrasi dan toponim.



Gambar 4. 4 Peta Tutupan Lahan Kabupaten Sidoarjo (Bakosurtanal 2018)

4.1.4 Data Tabular

Data tabular yang digunakan didapatkan dari Badan Pusat Statistika di buku Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka 2018, antara lain yaitu jumlah penduduk, kepadatan penduduk, kelompok umur rentan dan penduduk miskin. Data-data tersebut sebagai penunjang untuk pembuatan peta kerentanan.

Tabel 4. 1 Data Tabular

Kecamatan	Jumlah Penduduk	Luas Wilayah (km ²)	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)	Laki-laki	Perempuan	Kelompok Umur Rentan	Penduduk Miskin
Porong	85715	29,82	2874	43163	42552	5506	1878
Tanggulangun	105423	32,29	3265	53168	52255	7115	1627
Candi	162057	40,67	3984	72283	72863	2273	1311

Sumber: BPS 2018

4.2 Peta Kerawanan Banjir Lumpur

4.2.1 Peta Kelerengan

Pengolahan peta kelerengan di dapat dari pengolahan data hasil pengukuran GPS. Hal pertama yang dilakukan adalah masukan data hasil pengukuran titik sampel lalu dilakukan interpolasi kontur. Setelah tahap interpolasi kontur dilakukan, selanjutnya membuat kemiringan lerengnya dengan menggunakan fungsi *Raster Surface* → *Slope* pada *ArcToolbox*. Sehingga akan terbentuk raster baru dengan tampilan berdasarkan kemiringan lereng. Akan tetapi kelas kemiringan lereng tersebut belum sesuai hingga perlu di lakukan klasifikasi dengan menggunakan fungsi *Reclassify* pada *3D Analyst Tools*. Pada proses klasifikasi ini dibagi menjadi lima klas dengan kriteria yang di masukan pada tahap ini akan disesuaikan dengan nilai skoring yang telah ditetapkan sebagai acuan.

Tabel 4. 2 Klasifikasi Skor Kemiringan Lereng

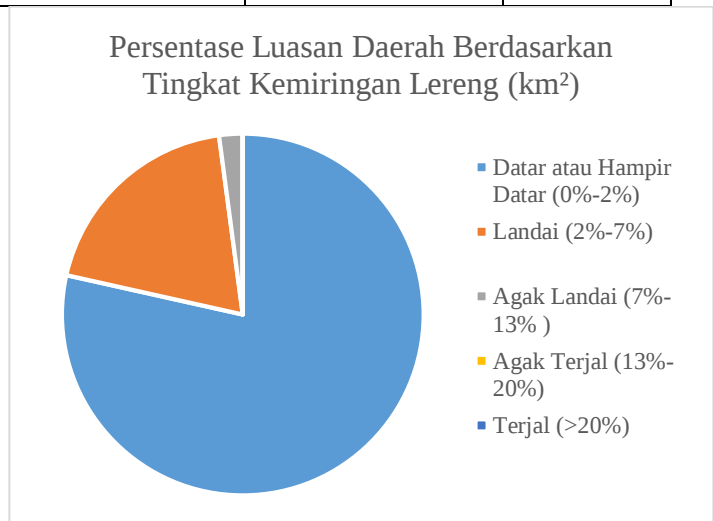
No	Kemiringan Lereng	Keterangan	Skor
1	0%-2%	Datar atau Hampir Datar	5
2	2%-7%	Landai	4
3	7%-13%	Agak Landai	3
4	13%-20%	Agak Terjal	2
5	>20%	Terjal	1

Sumber: Dewi Shinta 2015

Jika di hitung dengan jumlah luasan daerah wilayah studi kasus berdasarkan klasifikasi kelerengannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Luas Daerah Berdasarkan Klasifikasi Kelerengan

No	Kemiringan Lereng	Keterangan	Luas (km ²)
1	0%-2%	Datar atau Hampir Datar	19,80098
2	2%-7%	Landai	4,886429
3	7%-13%	Agak Landai	0,521447
4	13%-20%	Agak Terjal	0,000371
5	>20%	Terjal	0,000742



Gambar 4. 9 Diagram Persentase Luasan Daerah Berdasarkan Tingkat Kemiringan

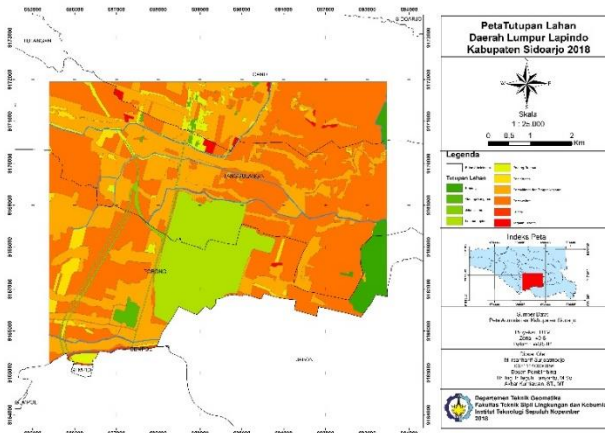
Berdasarkan gambar 4.9 dapat disimpulkan bahwa klasifikasi kemiringan terluas pada klasifikasi kelerengan datar atau hampir datar (0%-2%) dengan cakupan area sebesar 78,50% dari

wilayah pengambilan sampel. Sedangkan pada klasifikasi yang memiliki cakupan area terkecil yaitu pada klasifikasi kelereng Terjal ($>20\%$) dengan cakupan area sebesar $0,0\%$.

4.2.2 Peta Tutupan Lahan

Parameter tutupan lahan di peroleh dari peta RBI skala $1:25.000$. Berdasarkan data di peta RBI, tutupan lahan di klasifikasikan ke dalam 10 kelas berdasarkan jenisnya, yaitu:

- a. Empang
- b. Gedung/Bangunan
- c. Jalan Utama
- d. Lumpur Lapindo
- e. Padang Rumput
- f. Perkebunan
- g. Pemukiman dan Tempat Kegiatan
- h. Persawahan
- i. Sungai
- j. Tegal/Ladang



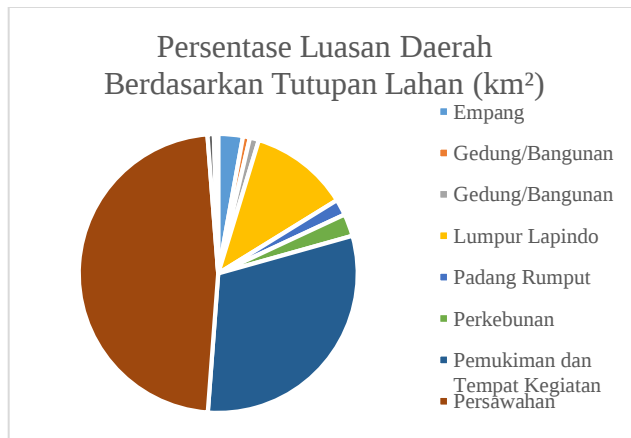
Gambar 4. 6 Peta Jenis Tutupan Lahan dan Keteranganya

Adapun luasan masing-masing kelas berdasarkan jenisnya dari Peta RBI pada wilayah studi kasus adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Luasan Tutupan Lahan (km²)

No	Jenis	Luas (km ²)
1	Empang	1,320626
2	Gedung/Bangunan	0,3713225
3	Jalan Utama	0,4888415
4	Lumpur Lapindo	5,316347
5	Padang Rumput	0,8609044
6	Perkebunan	1,197788
7	Pemukiman dan Tempat Kegiatan	14,13581
8	Persawahan	22,01373
9	Sungai	0,3446098
10	Tegalan/Ladang	0,2278959

Sumber: Peta RBI Skala 1:25.000, dengan modifikasi



Gambar 4. 7 Diagram Persentase Luasan Daerah Berdasarkan Tutupan Lahan

Menurut jenisnya luasan tutupan lahan yang terbesar adalah persawahan dengan luas $22,01373 \text{ km}^2$ atau sebesar 48% dari luas total keseluruhan wilayah penelitian. Sedangkan untuk wilayah dengan luas paling kecil adalah danau/situ dengan luas $0,2278959 \text{ km}^2$ atau sebesar 0,004924% dari luas total keseluruhan wilayah penelitian.

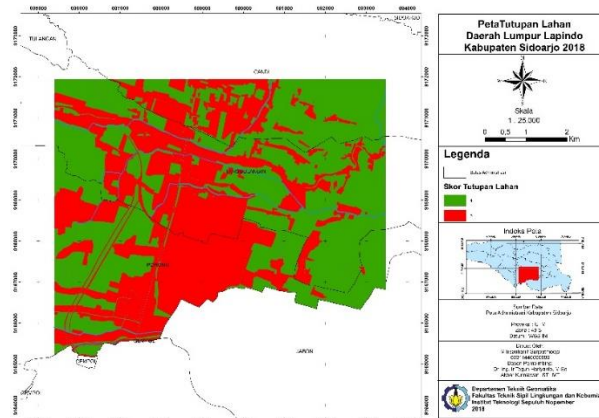
Berdasarkan penelitian terdahulu, dalam klasifikasi parameter tutupan lahan untuk pengolahan peta kerawanan, parameter tutupan lahan dibedakan menjadi 2 kelas untuk perhitungan skoring, dimana pengkelasan didasarkan pada tingkat kerawanan dan kerugian yang di capai, semakin tinggi kelas maka kerugian yang akan timbul bila jenis tutupan lahan terkena banjir lumpurpun akan semakin besar sehingga tingkat kerawanannya semakin tinggi dan begitupun sebaliknya untuk kelas yang semakin rendah nilainya. Adapun klasifikasinya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Klasifikasi Tutupan Lahan

No	Jenis	Skor
1	Padang Rumput, Persawahan, Ladang, Perkebunan, Empang	4
2	Sungai, Pemukiman, Gedung/Bangunan, Jalan Utama, Lumpur	5

Sumber: Zahra 2017

Maka hasil plotting klasifikasi tersebut pada peta tutupan lahan adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 8 Peta Tutupan Lahan Daerah Lumpur Lapindo

Tabel 4. 6 Luas Skor Tutupan Lahan

No	Jenis	Skor	Luas (km ²)
1	Padang Rumput, Persawahan, Ladang, Perkebunan, Empang	4	25,6209443
2	Sungai, Pemukiman, Gedung/Bangunan, Jalan Utama, Lumpur	5	20,6569368

Sumber: Analisa Data 2018

Dari hasil perhitungan luasan tiap skor, dapat di simpulkan bahwa skor pertama yaitu Padang Rumput, Persawahan, Ladang, Perkebunan, Empang memiliki luasan terbanyak pada daerah penelitian yaitu sebesar $25,6209443\text{km}^2$ sedangkan untuk luasan yang paling kecil terdapat pada skor kedua yaitu Sungai, Pemukiman, Gedung/Bangunan, Jalan Utama, Lumpur sebesar $20,6569368\text{km}^2$.

4.2.3 Analisa Peta Kerawanan Banjir Lumpur

Peta kerawanan banjir lumpur di dapatkan dari perhitungan skoring atribut yang telah di *overlay*. Pada tahap ini dilakukan penjumlahan semua nilai skor mulai dari skor kelerengan, dan tutupan lahan. Tidak ada pembobotan dalam perhitungan ini, semua parameter di anggap memiliki bobot yang sama, hal ini dikarenakan belum adanya acuan yang pasti mengenai pembobotan bencana lumpur lapindo.

Dari hasil penjumlahan nilai skor tersebut akan di dapatkan nilai skor total yang selanjutnya akan di klasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu kelas kerawanan rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan hasil perhitungan interval kelas menggunakan rumus.

$$\text{Kelas Interval Kerawanan} = \frac{10 - 4}{3} \approx 2$$

Sehingga kasifikasi kelas kerawanan dan skornya dengan nilai interval kerawanan 2 adalah sebagai berikut:

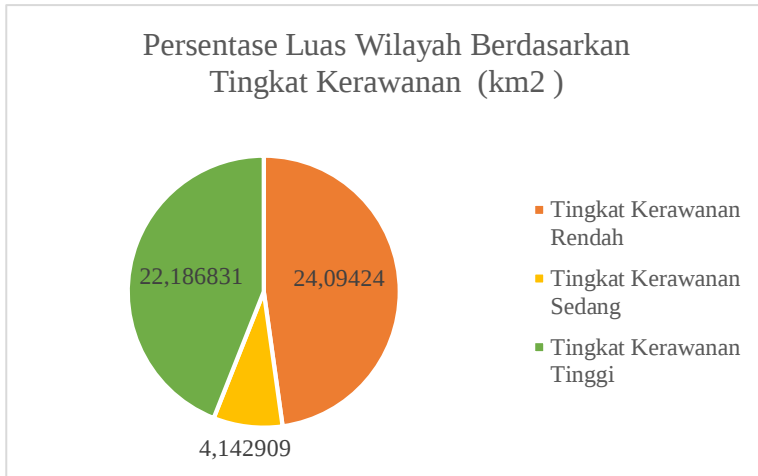
Tabel 4. 7 Klasifikasi Skor Kerawanan Lumpur Lapindo

No	Keterangan	Interval	Skor
1	Tingkat Kerawanan Rendah	4-6	1
2	Tingkat Kerawanan Sedang	7-8	2
3	Tingkat Kerawanan Tinggi	9-10	3

Sumber: BNPB 2015

Pemilihan kelas berjumlah tiga didasarkan oleh Pembuatan Peta Kerawanan yang dikeluarkan oleh BNPB, yaitu terdiri dari 3 kelas, kelas Kerawanan rendah, Kerawanan sedang dan Kerawanan tinggi. Adapun peta kerawanan hasil *overlay* dan klasifikasi adalah sebagai berikut:

Berdasarkan gambar di atas dapat disimpulkan bahwa daerah yang memiliki kerawanan tinggi (berwarna merah) banyak terjadi di wilayah Kecamatan Tanggulangin. Adapun luas wilayah daerah berdasarkan tingkat kerawananannya pada seluruh wilayah studi kasus adalah sebagai berikut:

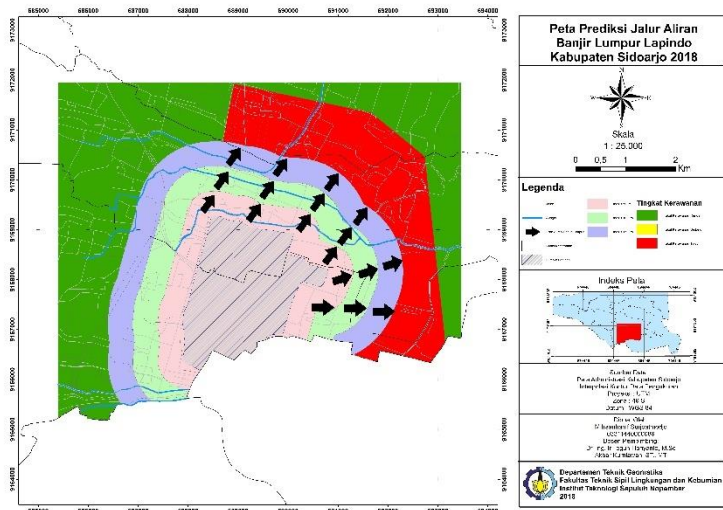


Gambar 4. 10 Persentase Luas Wilayah Berdasarkan Tingkat Kerawanan

Luas wilayah dan presentase daerah berdasarkan tingkat kerawanan, untuk tingkat kerawanan rendah dengan luas 24,09424 km² atau 48% dari luas wilayah penelitian, sedangkan tingkat kerawanan sedang dengan luas 4,142909 km² atau 8% dari total luas wilayah penelitian, dan tingkat kerawanan tinggi dengan luas 22,186831 km² atau 44% dari total luas wilayah penelitian.

4.3 Peta Prediksi Jalur Aliran Banjir Lumpur

Jalur aliran banjir lumpur dapat di peroleh dari analisa peta kerawanan dan juga peta kelerengan. Umumnya aliran banjir akan meluap dari tempat tinggi ke tempat yang rendah sehingga proses digitasi untuk menentukan jalur aliran di dasarkan dari peta kelerengan. Berikut adalah hasil perediksi penentuan jalur aliran lumpur.



Gambar 4. 11 Hasil Prediksi Jalur Aliran Lumpur

Prediksi tersebut di dapat dari analisa jalur pada peta kerawanan lumpur lapindo dan peta kelerengkan. Lumpur Lapindo di prediksi akan meluap menuju jalur peta pada pengolahan peta kerawanan banjir lumpur, yang sebagian besar mengarah ke kecamatan Tanggulangin.

4.4 Peta Kapasitas

Pengolahan peta kapasitas di dapatkan dari pengolahan peta RBI skala 1:25.000. Kapasitas merupakan komponen yang dinamis dan paling memungkinkan untuk dikelola untuk mengurangi risiko bencana. Pengolahan peta kapasitas didapat dari data sarana-prasarana umum, pada Tugas Akhir ini sarana-prasarana yang di masukan berupa:

- Sarana pendidikan
- Terminal
- Sarana kesehatan
- Tempat ibadah
- Kantor kecamatan dan antor desa

- f. Kantor polisi
- g. Kantor pos
- h. Jembatan

Kapasitas dapat dimodelkan sebagai jumlah total dari komponen kapasitas yang ada. Indikator penyusun komponen kapasitas adalah kesiap-siagaan, infrastruktur sosial dan fisik, serta komponen kesehatan.

Kesiap-siagaan adalah sistem peringatan dini pada wilayah tersebut, pada wilayah studi kasus sistem peringatan dini masih belum ada/berjalan di semua kecamatan yang menjadi wilayah studi kasus, sehingga komponen ini tidak di masukan ke dalam perhitungan kapasitas. Komponen sosial merupakan wujud sikap, pengetahuan dan kesadaran masyarakat terhadap bencana hal ini bisa di ukur dari fasilitas pendidikan yang tersedia di wilayah tersebut. Komponen kesehatan merupakan komponen yang sangat penting untuk mengurangi risiko bencana, komponen kesehatan dapat diukur dari banyaknya sarana kesehatan seperti rumah sakit/puskesmas di wilayah penelitian.

Komponen fisik merupakan sumber daya yang dimiliki masyarakat dalam wujud fisik kebendaan yang mampu digunakan untuk mengurangi dan melindungi masyarakat dari akibat bencana seperti fasilitas umum yang terdapat pada wilayah tersebut. Pada penelitian ini komponen fisik yang dimasukan adalah sebagai berikut:

- a. Terminal.

Komponen ini penting untuk sarana mobilisasi kecamatan, misal penghubung antara kecamatan yang terisolasi karena dampak banjir lahan dengan kecamatan yang tidak terisolasi.

b. Tempat ibadah

Komponen ini berfungsi sebagai tempat ibadah darurat (bila rumahnya terisolasi/terkena dampak banjir lumpur) fasilitas ini juga bisa digunakan sebagai sarana pengungsian darurat bila memungkinkan dan mendesak.

c. Kantor kecamatan dan kantor desa

Fasilitas ini bisa digunakan sebagai sarana pengungsian darurat bila memungkinkan dan mendesak karena umumnya di setiap kantor desa memiliki balai desa yang dapat digunakan sebagai zona evakuasi. Selain itu aparat desa atau kecamatan dapat turut serta membantu dalam evakuasi sehingga komponen ini dapat di perhitungkan dalam peta kapasitas.

d. Kantor polisi

Lebih banyaknya aparat kepolisian maka dapat mengurangi risiko banjir lumpur, karna umumnya aparat kepolisian lebih terlatih dalam melalui kegiatan tanggap bencana.

e. Kantor pos

Komponen ini penting sebagai sarana komunikasi antar kecamatan bila di butuhkan.

f. Jembatan

Komponen ini penting sebagai jalur penghubung antara setiap fasilitas, bila jumlah jembatan pada suatu kecamatan semakin sedikit maka tingkar risikonya akan semakin tinggi.

Tabel 4. 8 Rincian Jumlah Kapasitas Setiap Kecamatan

No	Nama Kecamatan	Masjid	Gereja	Kesehatan	Kantor Pos	Pendidikan	Terminal	Jembatan	Kantor Kecamatan	Kantor Desa	Kantor Polisi	Jumlah Kapasitas
1	Porong	70	2	3	1	38	1	1	1	19	1	137
2	Tanggulangin	81	1	6	2	48	0	1	1	19	1	160
3	Candi	22	1	8	5	54	1	2	1	24	1	119

Sumber: RBI 2018

Peta Kapasitas bencana lumpur lapindo di klasifikasikan berdasarkan jumlah kapasitas tiap kecamatan, adapun rinciannya adalah Kecamatan Porong 137 fasilitas, Kecamatan Tanggulangin 160 fasilitas, dan Kecamatan Candi 119 fasilitas. Pemilihan kelas berjumlah tiga didasarkan oleh Pembuatan Peta Kapasitas yang dikeluarkan oleh BNPB, yaitu terdiri dari 3 kelas, kelas Kapasitas rendah, Kapasitas sedang dan Kapasitas tinggi. Adapun perhitungan intervalnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Kelas Interval Kapasitas} = \frac{160 - 119}{3} \approx 14$$

Tabel 4. 9 Klasifikasi Skor Kapasitas

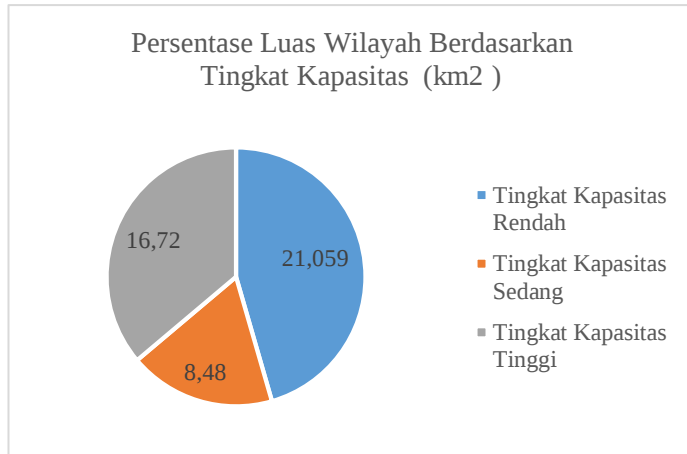
No	Jumlah Skor	Keterangan	Skor
1	119-133	Tingkat Kapasitas Rendah	1
2	133-147	Tingkat Kapasitas Sedang	2
3	147-160	Tingkat Kapasitas Tinggi	3

Sumber: BNPB 2015

Skoring kapasitas berbanding terbalik dengan jumlah kapasitas, hal ini karena semakin sedikit kapasitas maka nilai risiko akan semakin besar, sehingga nilai kapasitas terendah di berikan skor paling tinggi, dan begitupun sebaliknya berlaku untuk kapasitas tinggi memiliki skor paling kecil, karna akan semakin berpotensi memiliki risiko yang rendah. Adapun penggambaran peta kapasitasnya adalah sebagai berikut:



Berdasarkan hasil plotting klasifikasi tersebut, dapat disimpulkan tingkat kapasitas tinggi ditunjukkan dengan warna hijau meliputi Kecamatan Porong dengan luas 16,7206 km² atau 36% dari luas wilayah penelitian, tingkat kapasitas sedang ditunjukkan dengan warna kuning meliputi Kecamatan Tanggulangin dengan luas 8,48016 km² atau 18% dari luas wilayah penelitian, tingkat kapasitas rendah ditunjukkan dengan warna merah meliputi Kecamatan Candi dengan luas 21,0599 km² atau 46% dari luas wilayah penelitian.



Gambar 4. 13 Persentase Luas Wilayah Berdasarkan Tingkat Kapasitas

4.5 Peta Kerentanan

Peta kerentanan banjir lumpur berasal dari data sensus penduduk Kabupaten Sidoarjo dalam buku yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sidoarjo yaitu buku Sidoarjo Dalam Angka 2018. Pengolahan peta kerentanan berasal dari empat parameter yaitu:

a. Jenis kelamin

Pada parameter ini hal yang dihitung adalah jumlah laki-laki dan jumlah perempuan pada setiap kecamatan di wilayah studi kasus yang kemudian dilakukan skoring. Skor antara jenis kelamin perempuan dan laki-laki berbeda, semakin banyak jumlah laki-laki pada satu wilayah maka tingkat kerentanan yang dihasilkan akan semakin rendah, begitupun sebaliknya. Sedangkan untuk jenis kelamin perempuan, semakin banyak jumlah perempuan maka tingkat kerentanan yang dihasilkan akan semakin tinggi.

b. Kelompok umur rentan

Pada parameter ini hal yang di perhitungkan adalah kerentanan pada usia <5 tahun dan >65 tahun pada setiap kecamatan pada wilayah studi kasus yang kemudian dilakukan skoring untuk parameter tersebut.

c. Jumlah penduduk miskin

Pada parameter ini hal yang di perhitungkan adalah jumlah penduduk miskin per kecamatan yang datanya sudah di dapatkan dari BPS Kabupaten Sidoarjo, selanjutnya adalah dilakukan skoring untuk parameter tersebut.

d. Kepadatan penduduk.

Pada parameter ini hal yang di perhitungkan adalah kepadatan penduduk yang di dapatkan dari perhitungan antara jumlah penduduk dan luas wilayah dengan menggunakan rumus.

Langkah selanjutnya adalah melakukan skoring pada setaip parameter kepadatan penduduk. Pemilihan kelas berjumlah tiga didasarkan oleh Pembuatan Peta Kerentanan yang dikeluarkan oleh BNPB, yaitu terdiri dari 3 kelas, kelas Kerentanan rendah, Kerentanan sedang dan Kerentanan tinggi. Skoring dilakukan tiap parameter karena pengaruh parameter tersebut berbeda-beda. Berdasarkan hasil perhitungan interval maka dapat dihasilkan skoring setiap parameter kerentanan adalah seperti di tunjukan pada tabel berikut:

a. Skoring parameter jenis kelamin

Dari perhitungan skor jumlah penduduk laki-laki didapatkan jumlah paling rendah adalah 43163 dan tertinggi adalah 72283, maka hasil klasifikasi interval kelas parameter jumlah penduduk laki-laki adalah:

Kelas Interval Parameter Jumlah Penduduk Laki-laki =

$$\frac{72283-43163}{3} \approx 9706,666667$$

Untuk perhitungan skor jumlah penduduk perempuan didapatkan jumlah paling rendah adalah 42552 dan tertinggi adalah 72863, maka hasil klasifikasi interval kelas parameter jumlah penduduk perempuan adalah:

$$\text{Kelas Interval Parameter Jumlah Penduduk Perempuan} = \frac{72863 - 43163}{3} \approx 10103,66667$$

Tabel 4. 10 Skoring Parameter Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin

No	Kecamatan	Laki-laki	Skor	Perempuan	Skor	Total Skor Jenis Kelamin Penduduk
1	Porong	43163	3	42552	1	4
2	Tanggulangun	53168	2	52255	1	3
3	Candi	72283	1	72863	3	4

b. Skoring parameter kelompok umur rentan

Dari perhitungan skor kelompok umur rentan didapatkan jumlah paling rendah adalah 2273 dan tertinggi adalah 7115, maka hasil klasifikasi interval kelas parameter kelompok umur rentan adalah:

$$\text{Kelas Interval Parameter Kelompok Umur Rentan} = \frac{7115 - 2273}{3} \approx 1614$$

Tabel 4. 11 Skoring Parameter Kelompok Umur Rentan

No	Kecamatan	Kelompok Umur Rentan	Skor Kelompok Umur Rentan
1	Porong	5506	3
2	Tanggulangun	7115	3
3	Candi	2273	1

c. Skoring parameter jumlah penduduk miskin

Dari perhitungan skor jumlah penduduk miskin didapatkan jumlah paling rendah adalah 43163 dan tertinggi adalah 72283, maka hasil klasifikasi interval kelas parameter jumlah penduduk miskin adalah:

$$\text{Kelas Interval Parameter Jumlah Penduduk Miskin} = \frac{1878-1311}{3} \approx 189$$

Tabel 4. 12 Skoring Jumlah Penduduk Miskin

No	Kecamatan	Penduduk Miskin	Skor Jumlah Penduduk Miskin
1	Porong	1878	3
2	Tanggulangin	1627	2
3	Candi	1311	1

d. Skoring parameter kepadatan penduduk

Dari perhitungan skor jumlah penduduk miskin didapatkan jumlah paling rendah adalah 43163 dan tertinggi adalah 72283, maka hasil klasifikasi interval kelas parameter jumlah penduduk miskin adalah:

$$\text{Kelas Interval Parameter Kepadatan Penduduk} = \frac{3984-2874}{3} \approx 370$$

Tabel 4. 13 Skoring Parameter Kepadatan Penduduk

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk	Luas Wilayah (km ²)	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)	Skor Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)
1	Porong	85715	30	2874	1
2	Tanggulangin	105423	32	3265	2
3	Candi	162057	41	3984	3

Setelah semua skoring parameter-parameter kerentanan dilakukan, kemudian dilakukan skoring total untuk menentukan skor kerentanan dari tiap kecamatan.

Tabel 4. 14 Skoring Total Nilai Kerentanan

No	Kecamatan	Total Skor Jenis Kelamin Penduduk	Skor Kelompok Umur Rentan	Skor Jumlah Penduduk Miskin	Skor Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)	Skor Total Kerentanan
1	Porong	4	3	3	1	11
2	Tanggulangin	3	3	2	2	10
3	Candi	4	1	1	3	9

Dari perhitungan skor total di dapatkan skor paling rendah adalah 9 dan tertinggi adalah 11, maka hasil klasifikasi interval kelas kerentanannya adalah:

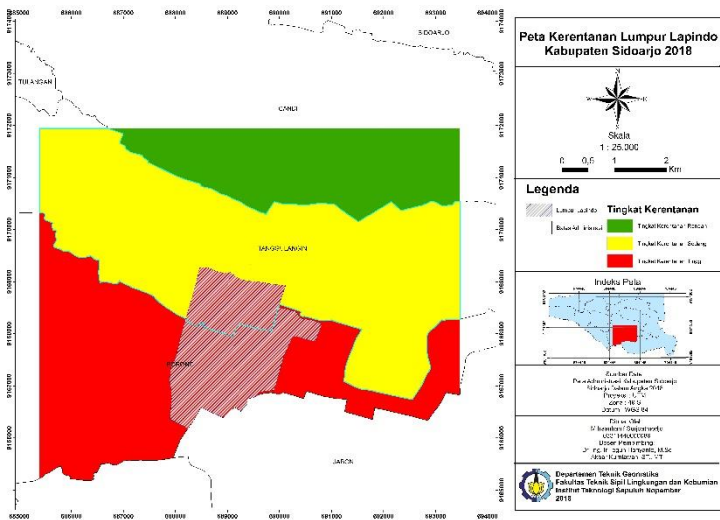
$$\text{Kelas Interval Kerentanan} = \frac{11-9}{3} \approx 0,7$$

Tabel 4. 15 Klasifikasi Skor Kerentanan

No	Jumlah Skor Parameter Kerentanan	Keterangan	Luas (km ²)
1	9 - 9,7	Tingkat Kerentanan Rendah	8
2	9,7 - 10,4	Tingkat Kerentanan Sedang	21
3	10,4 - 11	Tingkat Kerentanan Tinggi	17

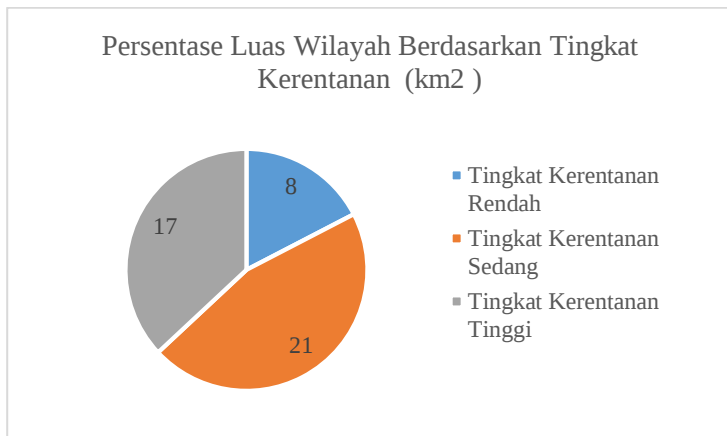
Sumber: Analisa Data 2018

Pemilihan kelas berjumlah tiga didasarkan oleh Pembuatan Peta Kerentanan yang dikeluarkan oleh BNPB, yaitu terdiri dari 3 kelas, kelas Kerentanan rendah, Kerentanan sedang dan Kerentanan tinggi. Adapun perhitungan intervalnya adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 14 Peta Kerentanan Lumpur Lapindo

Berdasarkan peta dan klasifikasi di atas dapat di tarik kesimpulan bahwa kecamatan yang memiliki kerentanan tinggi adalah Kecamatan Porong dengan luas 8 km² atau 17% dari total luas wilayah penelitian, kecamatan yang memiliki kerentanan sedang adalah Kecamatan Tanggulangin dengan luas 21 km² atau 46% dari total luas wilayah penelitian sedangkan kecamatan yang memiliki kerentanan rendah Kecamatan Candi dengan luas 17 km² atau 37% dari total luas wilayah penelitian.



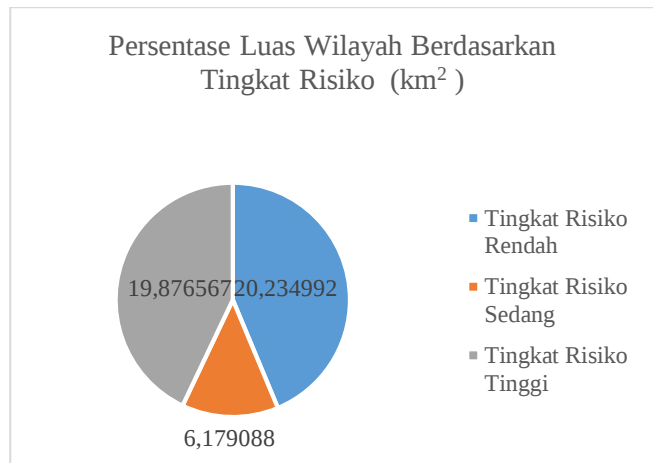
Gambar 4. 15 Persentase Luas Wilayah Berdasarkan Tingkat Kerentanan

4.6 Peta Risiko

Dari hasil *overlay* tiga peta dan perhitungan skor risiko maka di dapatkan rentang nilai risiko antara 7-16.

Dari hasil perhitungan nilai skor risiko tersebut akan didapatkan nilai skor total yang selanjutnya akan diklasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu kelas risiko rendah, risiko sedang dan risiko tinggi.

Berdasarkan gambar di atas dapat disimpulkan bahwa daerah yang memiliki risiko tinggi (berwarna merah) yaitu di wilayah Kecamatan Tanggulangin dan Kecamatan Porong dengan luas 19,876567 km² atau 43% dari luas wilayah penelitian. Adapun luas wilayah daerah berdasarkan tingkat risikonya pada seluruh wilayah penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 17 Persentase Luas Wilayah Berdasarkan Tingkat Risiko (km²)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Hasil pengolahan parameter peta kerawanan dari proses *overlay* tutupan lahan dengan interpolasi kontur dari titik sampel pengukuran. Menghasilkan 3 tingkat kerawanan yaitu, tinggi sedang dan rendah. Pada wilayah penelitian yang paling dominan adalah tingkat kerawanan rendah dengan luas 24,09424 km² atau 48%.
2. Hasil pengolahan parameter peta kapasitas menghasilkan 3 kelas, tingkat kapasitas tinggi di Kecamatan Tanggulangin, tingkat kapasitas sedang di Kecamatan Porong dan tingkat kapasitas rendah di Kecamatan Candi.
3. Hasil pengolahan parameter peta kerentanan antara lain, jumlah pria, wanita, kelompok umur rentan dan penduduk miskin. Menghasilkan 3 kelas, tingkat kerentanan tinggi di Kecamatan Porong, tingkat kerentanan sedang di Kecamatan Tanggulangin, dan tingkat kerentanan rendah di Kecamatan Candi.
4. Prediksi arah aliran banjir lumpur di dapat dari analisa jalur pada peta kerawanan lumpur lapindo, DAS sungai, dan peta kelerengan. Lumpur Lapindo di prediksi akan meluap menuju jalur peta pada pengolahan peta kerawanan banjir lumpur, yang sebagian besar mengarah ke kecamatan Tanggulangin.

5. Hasil pengolahan peta risiko didapatkan dari hasil overlay peta kerawanan, peta kapasitas dan peta kerentanan. Berdasarkan jumlah skor yang telah diklasifikasikan, peta risiko memiliki 3 tingkat kelas risiko, tingkat risiko tinggi dengan luas area sebesar 19,876567 km², tingkat resiko sedang dengan luas area sebesar 6,179088 km² dan tingkat resiko rendah dengan luas area sebesar 20,234992 km².

5.2 Saran

Berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan, adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlunya adanya peta bahaya banjir lumpur serta dibuat ketetapan yang mengatur tentang parameter bahaya banjir lumpur.
2. Perlu adanya sistem peringatan dini untuk menunjang kesiap-siagaan dalam aspek kapasitas sosial untuk mengurangi tingkat risiko terdampak bahaya banjir lumpur.
3. Penelitian ini dapat dilakukan tindakan lanjut seperti penelitian deformasi pada daerah penelitian untuk menunjang kegiatan mitigasi bencana.
4. Perlu digunakannya sumber data yang lebih terbaru dan detail untuk menghasilkan peta yang lebih rinci, misalnya menggunakan peta resolusi tinggi sebagai dasar pembuatan peta tutupan lahan sehingga model peta risiko yang di hasilkan akan lebih detail, akurat dan terkini.

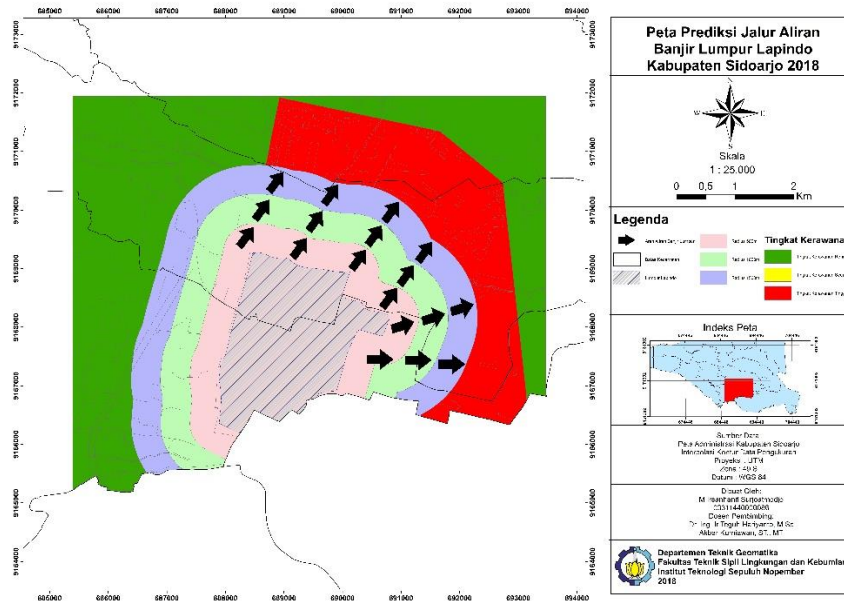
DAFTAR PUSTAKA

- Åkesson, M., 2008. Mud Volcanoes – A Review, Department of Geology, Lund University, Sweden, 219.
- Amhar, Fahmi dkk. 2008. Status Pemetaan dengan Radar di Bakosurtanal. Bogor. Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi – LIPI.
- Aronoff, S. 1989. Geographic Information System: A Management Perspective. Ottawa. WDI Publications.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2015. Petunjuk Teknis Penyusunan Peta Ancaman dan Risiko Bencana untuk Tingkat Kabupaten /Kota.
- Charter. 2009. Desain dan Aplikasi GIS, Geographic Information System. Jakarta: PT Gramedia.
- Heywood, D.I., Cornelius, S.C. & Carver, S.J. 2011. *An Introduction to Geographical Information Systems. Fourth edn.* London: Pearson Prentice Hall.
- Husein, Rahmat. 2006. Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Yogyakarta: Komunitas Ilmu Komputer.
- Kementrian Negara Lingkungan Hidup. 2006. Buku Putih LUSI Draft 2.
- Larasati, R.Z., 2017, Pemetaan Resiko Banjir Lumpur Berbasis Sistem Informasi Geografis Untuk Menunjang Kegiatan Mitigasi Bencana (Studi Kasus: Gunung Semeneru, Kabupaten Lumajang). Surabaya: Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Milkov, A.V., 2000, Worldwide Distribution of Submarine Mud Volcanoes and Associated Gas Hydrates, Marine Geology, 167, 29 – 42.

- Kemenristek RI. 2013. Modul 3: Analisis Spasial. Pelatihan Open Sources Software Geodatabase, Web Servis, Dan GIS (Model Spasial Open Platform), 1–31.
- Pahlevi, A.M., dan Wiweka, 2010, Analisa Sedimentasi di Muara Kali Porong Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo Menggunakan Data Citra Satelit Aster. Jakarta dan Cibinong: BAKOSURTANAL dan LAPAN.
- Prahasta. 2009. Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika. Bandung. Informatika.
- Satjana, A.H., dan Asnidar, 2008, Mud Diapirs and Mud Volcanoes in Depressions of Java to Madura: Origins, Natures, and Implications to Petroleum System, Proceedings, Indonesian Petroleum Association, Thirty-Second Annual Convention & Exhibition.
- Shinta, D. 2015. Mitigasi Bencana Lahar Hujan Gunungapi Merapi Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Sub Das Kali Putih Kabupaten Magelang. Surakarta: Fakultas Geografi Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Widodo, T.B., 2016, Visualisasi Perubahan Volume Dan Elevasi Permukaan Lumpur Dengan Citra Satelit Resolusi Tinggi Temporal Untuk Monitoring Lumpur Sidoarjo. Surabaya: Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wijayanto, Yagus. 2013. *Evaluasi Sumberdaya Lahan dengan Sistem Informasi Geografis*. Jember : Fakultas Pertanian Universitas Jember.

LAMPIRAN

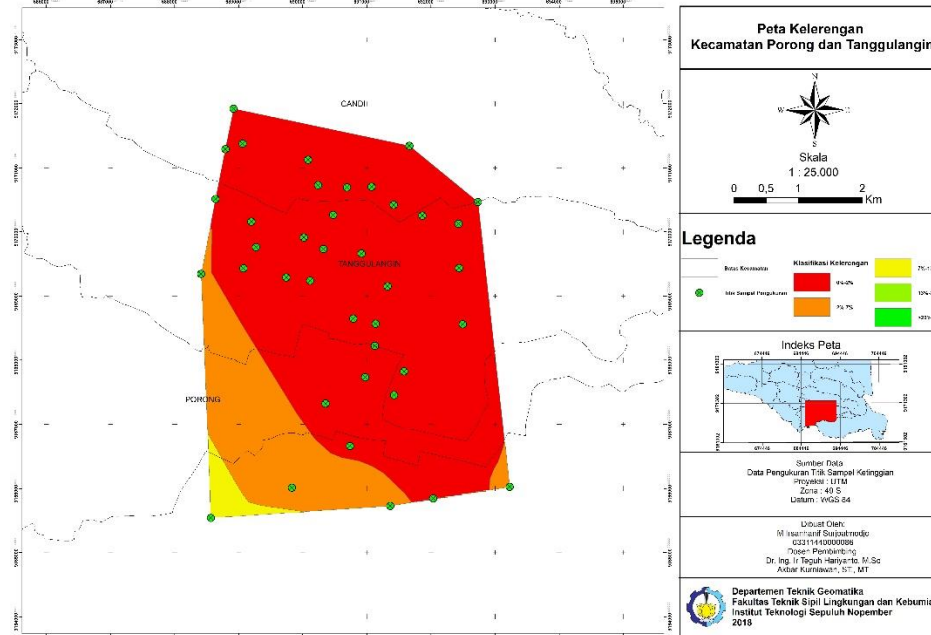
Lampiran 1. Peta Prediksi Jalur Aliran Banjir Lumpur



*) Peta sebenarnya dicetak dengan kertas ukuran A2, jika dicetak dengan kertas ukuran lain keterangan skala yang digunakan adalah skala batang

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

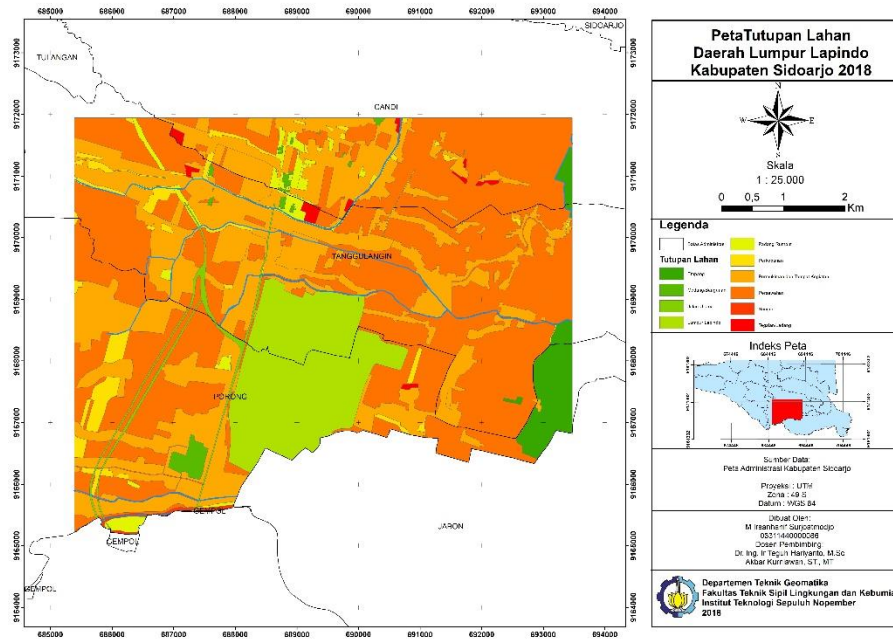
Lampiran 2. Peta Kelerengan



*) Peta sebenarnya dicetak dengan kertas ukuran A2, jika dicetak dengan kertas ukuran lain keterangan skala yang digunakan adalah skala batang

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

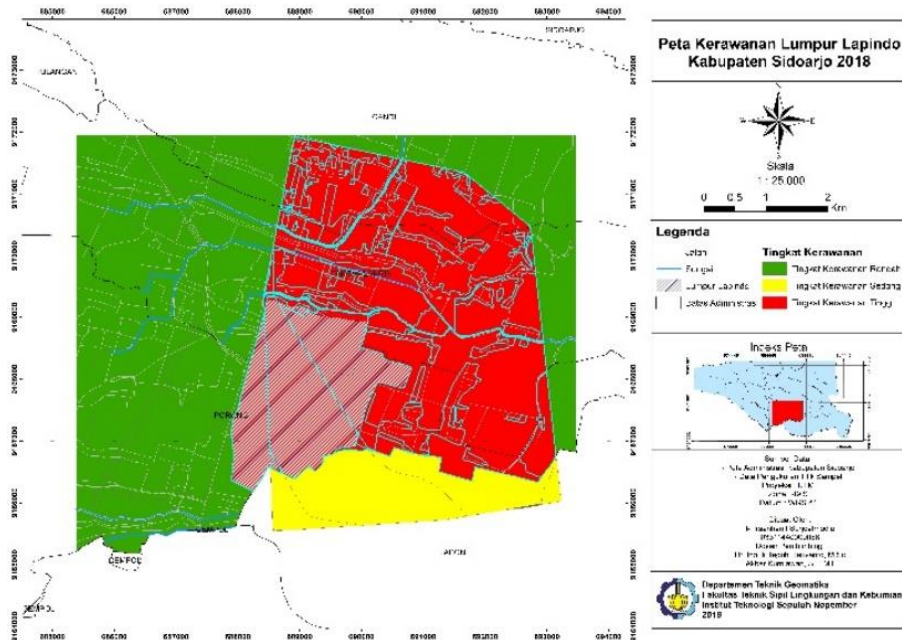
Lampiran 3. Peta Tutupan Lahan



*) Peta sebenarnya dicetak dengan kertas ukuran A2, jika dicetak dengan kertas ukuran lain keterangan skala yang digunakan adalah skala batang

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 4. Peta Kerawanan

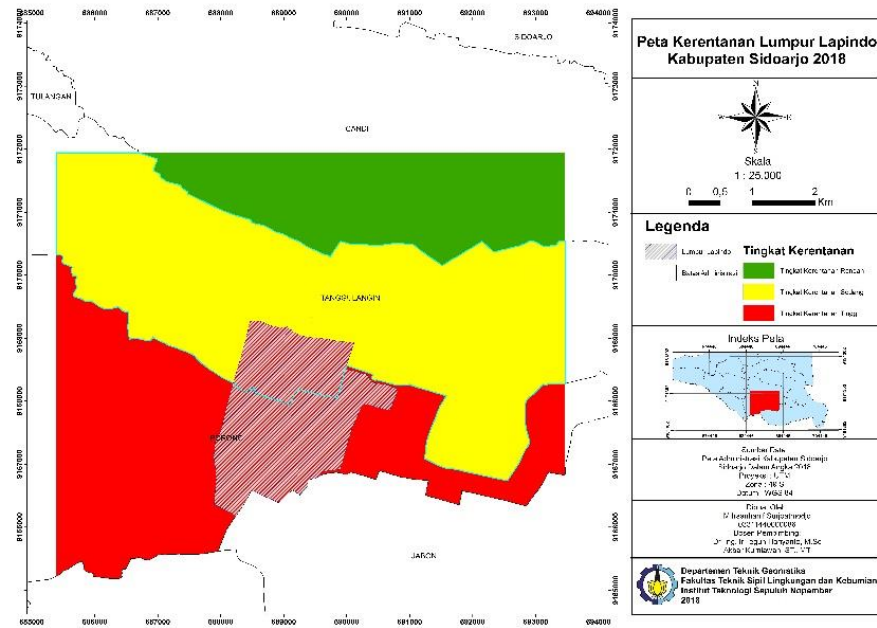


*) Peta sebenarnya dicetak dengan kertas ukuran A2, jika dicetak dengan kertas ukuran lain keterangan skala yang digunakan adalah skala batang

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

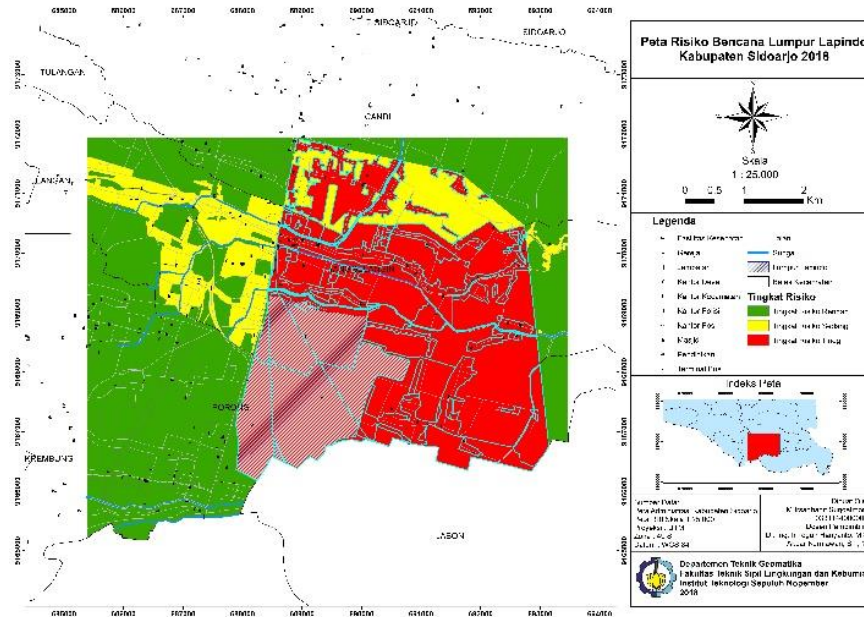
Lampiran 6. Peta Kerentanan



*) Peta sebenarnya dicetak dengan kertas ukuran A2, jika dicetak dengan kertas ukuran lain keterangan skala yang digunakan adalah skala batang

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 7. Peta Risiko



*) Peta sebenarnya dicetak dengan kertas ukuran A2, jika dicetak dengan kertas ukuran lain keterangan skala yang digunakan adalah skala batang

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis, Muhammad Irsanhanif Surjoatmodjo, dilahirkan di Surabaya, 3 Mei 1996, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Mus Irwanda Indrayana dan Ibu Irma Hidayati. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Mutiara Surabaya, SDIA Al-Azhar 12 Cikarang, SMP Presiden Cikarang, SMA Semesta Semarang, dan lulus pada tahun 2014. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Negeri di Institut

Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil jurusan Teknik Geomatika melalui jalur PKM. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis cukup aktif di organisasi intra kampus yaitu sebagai Staff Departemen Daya Cipta Kreasi Mahasiswa HIMAGE-ITS periode 2015-2016 serta Kepala Departemen Daya Cipta Kreasi Mahasiswa HIMAGE-ITS periode 2016-2017. Selain itu penulis juga aktif mengikuti keterampilan manajemen mahasiswa seperti LKMM PRA-TD. Penulis pernah mengikuti kegiatan Kerja Praktek/ Magang di PT Virama Karya pada proyek pembangunan jalan tol Pasuruan-Probolinggo selama satu bulan. Dalam penyelesaian syarat Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian Geospasial, dengan Judul Tugas Akhir “Analisa Potensi Pergerakan Arah Aliran Banjir Lumpur untuk Menunjang Kegiatan Mitigasi Bencana (Studi Kasus: Lumpur Sidoarjo Kecamatan Porong dan Tanggulangin)”. Jika ingin menghubungi penulis dapat menghubungi irsanhnf@gmail.com atau irsanhnf@hotmail.com.