

**ANALISIS TINGKAT KERENTANAN BENCANA TSUNAMI DI PESIRIR  
KABUPATEN TULUNGAGUNG JAWA TIMUR**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh:

**NUR CAHYANINGRUM  
NIM. 125080601111006**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

**2016**

**ANALISIS TINGKAT KERENTANAN BENCANA TSUNAMI DI PESIRIR  
KABUPATEN TULUNGAGUNG**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan  
Di Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya

Oleh:

**NUR CAHYANINGRUM  
NIM. 125080601111006**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

SKRIPSI  
ANALISIS TINGKAT KERENTANAN BENCANA TSUNAMI DI PESISIR  
KABUPATEN TULUNGAGUNG JAWA TIMUR

Oleh :  
NUR CAHYANINGRUM  
NIM. 125080601111006

Telah dipertahankan didepan penguji pada tanggal 23 Juni 2016  
dan telah dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

(Nurin Hidayati, ST., M.Sc.)  
NIP. 19781102 200502 2 001  
Tanggal : 20 JUL 2016

Dosen Penguji II

(Muliawati Handayani, S.Pi., M.Si)  
NIK. 20130988 1005 2001  
Tanggal : 20 JUL 2016

Menyetujui  
Dosen Pembimbing I

(Ir. Bambang Semedi, M.Sc. Ph. D.)  
NIP. 19621220 198803 1 004  
Tanggal : 20 JUL 2016

Dosen Pembimbing II

(Andik Isdianto, ST., MT.)  
NIK. 2013098209281001  
Tanggal : 20 JUL 2016

20 JUL 2016



Mengetahui,  
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP.)  
NIP. 19630608 198703 1 003  
Tanggal : 20 JUL 2016

20 JUL 2016



SKRIPSI

ANALISIS TINGKAT KERENTANAN BENCANA TSUNAMI DI PESISIR  
KABUPATEN TULUNGAGUNG JAWA TIMUR

Oleh :

**NUR CAHYANINGRUM**

**NIM. 125080601111006**

Telah dipertahankan didepan penguji pada tanggal 23 Juni 2016

dan telah dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

(Nurin Hidayati, ST., M.Sc )

NIP. 19781102 200502 2 001

Tanggal : \_\_\_\_\_

Dosen Penguji II

(Muliawati Handayani, S.Pi., M.Si)

NIK. 20130988 1005 2001

Tanggal : \_\_\_\_\_

Menyetujui  
Dosen Pembimbing I

(Ir. Bambang Semedi, M.Sc. Ph. D)

NIP. 19621220 198803 1 004

Tanggal : \_\_\_\_\_

Dosen Pembimbing II

(Andik Isdianto, ST., MT.)

NIK. 2013098209281001

Tanggal : \_\_\_\_\_

Mengetahui,  
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP.)

NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal : \_\_\_\_\_

**LEMBAR ORISINALITAS**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini adalah hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



**Malang, 23 Juni 2016**

**Penulis**

**Nur Cahyaningrum**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Tingkat Kerentanan Bencana Tsunami Di Pesisir Kabupaten Tulungagung Jawa Timur”.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Suwarno dan Mamak Suratmi yang telah memberikan kasih sayang, semangat, motivasi kepada penulis hingga saat ini serta adik Nadia Athifatus Safa'ah
2. Keluarga (Pakd Wardi, Pakd Lamidi, Pakd Katiman, Budhe Purwati, Budhe Sri) yang selalu memberikan dorongan baik moril maupun materil selama penulis menimba ilmu.
3. Dirjen Dikti Kemendikbud melalui program beasiswa Bidikmisi yang di cetuskan oleh Bapak Susilo Bambang Yudhoyono dan Prof. Dr. Ir. Moh. Nuh.
4. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Tulungagung yang telah memberikan data dalam skripsi ini.
5. Bapak Ir Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D dan Bapak Andik Isdianto, ST., MT yang telah membimbing penulis dalam penyusunan laporan skripsi.
6. Ibu Nurin Hidayati, ST., M.Sc. dan Ibu Muliawati Handayani, S.Pi., M.Si sebagai dosen penguji yang memberikan kritik dan saran yang menjadikan laporan skripsi ini menjadi lebih baik.
7. Seseorang yang telah mendukung dan membantu dalam keseharian saya yaitu Yossy Christius Gloria S.Kel beserta Keluarga yang selalu mendoakan.

8. Mbak Nova Rizza yang telah membantu dalam hal motivasi dan konsumsi serta teman seperjuangan Iis Setyarini dan Mustawafika Irini.
9. Kerabat dekat, Ari Dwi Cahyono, M. Abdul Ghofur, Wahyu Faridotul Ulum memberikan motivasi penulis dalam menyelesaikan studi.
10. Kawan-kawan IK'12 (POSEIDON)

Penulis panjatkan doa semoga Allah SWT memberikan imbalan yang setimpal dan berlipat ganda atas segala bantuan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Amin

Penulis



## RINGKASAN

**Nur Cahyaningrum.** Laporan Skripsi tentang Analisis Tingkat Kerentanan Bencana Tsunami Di Pesisir Kabupaten Tulungagung Jawa Timur (di bawah bimbingan **Bambang Semedi** dan **Andik Isdianto**)

---

Kejadian gempa bumi disertai tsunami pada tahun 1994 dan 2006 terjadi di zona subduksi Jawa menimbulkan ratusan korban jiwa dan kerusakan infrastruktur dan lingkungan yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa Selatan Jawa termasuk salah satu daerah yang paling rawan tsunami di dunia. Bencana tsunami yang pernah terjadi pada tahun 1994 di Kabupaten Banyuwangi. Hempasan tsunami yang ditimbulkan hampir dirasakan sepanjang pantai Selatan Jawa Timur meliputi Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Jember, Kabupaten Malang, bahkan hingga ke Kabupaten Tulungagung. Akibat negatif yang mungkin timbul ketika bahaya tsunami terjadi, dapat mempengaruhi kerentanan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, rencana tata ruang Kabupaten Tulungagung harus didasarkan pada kajian resiko tsunami. Upaya untuk meningkatkan kewaspadaan seluruh stakeholder di Kabupaten Tulungagung dilakukan melalui kegiatan mitigasi bencana dengan membuat pemetaan kerentanan bencana tsunami.

Tujuan penelitian ini adalah untuk Mengidentifikasi tingkat kerentanan di wilayah pesisir Kabupaten Tulungagung dan melakukan pemetaan tingkat kerentanan terhadap tsunami di wilayah pesisir Kabupaten Tulungagung.

Metode dalam penelitian ini adalah menggunakan Cell based modelling (CBM) berbagai parameter kerentanan dikonversi ke bentuk raster seluruh *output cell size* adalah 30x30m. Variabel yang digunakan adalah kerentanan lingkungan dan kerentanan sosial.

Analisis menggunakan *Geographic Information System* (GIS) menggunakan metode *Cell Based Modelling* diperoleh tingkat kerentanan Tsunami dengan parameter lingkungan dan sosial di Pesisir Kabupaten Tulungagung berbeda beda. Luasan daerah sangat rentan, rentan, sedang, aman dan sangat aman berturut-turut adalah 166, 14 Ha, 8.815,41 Ha, 7.798,23 Ha, 9.392.04 Ha, 644,31 Ha. Sehingga di dapat kerentanan sangat rentan terdapat di wilayah pesisir Kecamatan Besuki dan Kecamatan Kalidawir karena memiliki karakteristik slope yang landai, dekat dengan sungai besar, elevasi yang rendah dan banyak permukiman dengan luasan wilayah 166,14 Ha.

Kata Kunci : Tsunami, Kerentanan , GIS

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan Laporan Skripsi yang berjudul **ANALISIS TINGKAT KERENTANAN BENCANA TSUNAMI DI PESISIR KABUPATEN TULUNGAGUNG JAWA TIMUR.** Didalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan serta penutup.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 23 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

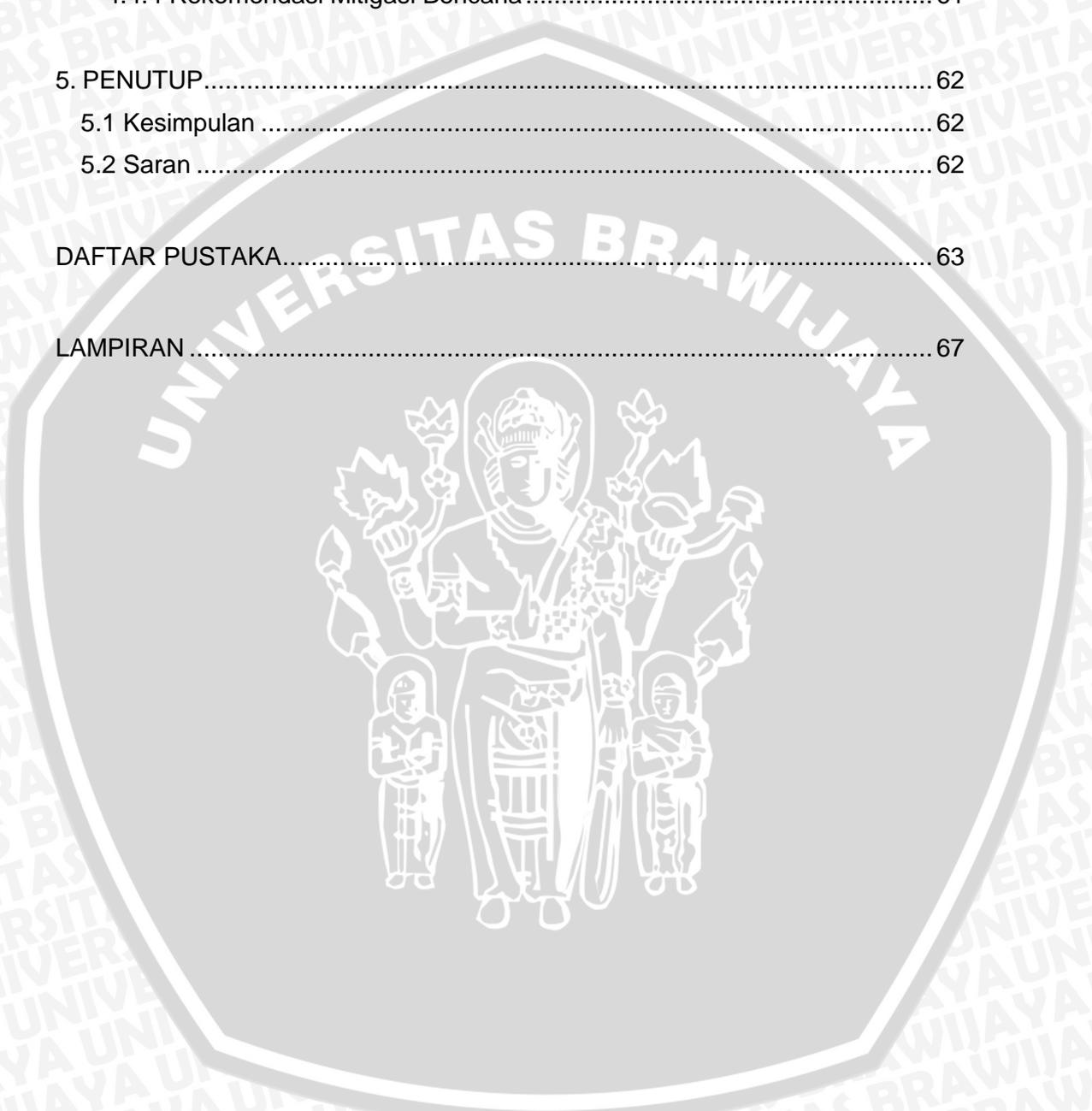
LEMBAR ORISINALITAS .....	i
UCAPAN TERIMAKASIH.....	ii
RINGKASAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tsunami.....	5
2.2 Kerentanan.....	5
2.3 Penentuan Parameter Tingkat Kerentanan Tsunami Pendekatan Lingkungan.....	6
2.3.1 Slope .....	6
2.3.2 Elevasi .....	6
2.3.3 Penggunaan Lahan.....	6
2.3.4 Jarak Dari Garis Pantai.....	7
2.3.5 Jarak Dari Sungai .....	7
2.4 Penentuan Parameter Tingkat Kerentanan Tsunami Pendekatan Sosial....	7
2.4.1 Jumlah Penduduk .....	7
2.4.2 Wanita .....	8
2.4.3 Usia .....	8
2.4.4 Penyandang Cacat .....	9
2.5 Sistem Informasi Geografi .....	9
2.6 <i>Cell Based Modelling</i> .....	10



3. METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Waktu dan Tempat.....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.2.1 Alat.....	13
3.2.2 Bahan.....	14
3.2.3 Survei Lapang.....	14
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	15
3.3.1 Data Primer.....	15
3.3.2 Data Sekunder.....	15
3.4 Perhitungan Tingkat Kerentanan Lingkungan.....	15
3.4.1 Slope.....	16
3.4.2 Elevasi.....	16
3.4.3 Penggunaan Lahan.....	17
3.4.4 Jarak Dari Garis Pantai.....	17
3.4.5 Jarak Dari Sungai.....	18
3.4.6 Skoring dan Pembobotan Tingkat Kerentanan Lingkungan.....	19
3.5 Perhitungan Tingkat Kerentanan Sosial.....	19
3.6 Pengolahan Data dengan <i>Cell Based Modelling</i> .....	20
3.7 Analisis Tingkat Kerentanan.....	21
3.8 Diagram Alur Penelitian.....	23
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Kondisi Wilayah Kabupaten Tulungagung.....	25
4.1.1 Gambaran Umum.....	25
4.1.2 Kondisi Fisik dan Lingkungan.....	26
4.2 Analisis Kerentanan Lingkungan.....	27
4.2.1 Slope.....	28
4.2.2 Elevasi.....	30
4.2.3 Penggunaan Lahan.....	33
4.2.4 Jarak Dari Garis Pantai.....	36
4.2.5 Jarak Dari Sungai.....	38
4.3 Analisis Kerentanan Sosial.....	42
4.3.1 Kerentanan Sosial Kecamatan Besuki.....	43
4.3.2 Kerentanan Sosial Kecamatan Tanggunggunung.....	45
4.3.3 Kerentanan Sosial Kecamatan Kalidawir.....	47
4.3.4 Kerentanan Sosial Kecamatan Pucanglaban.....	50



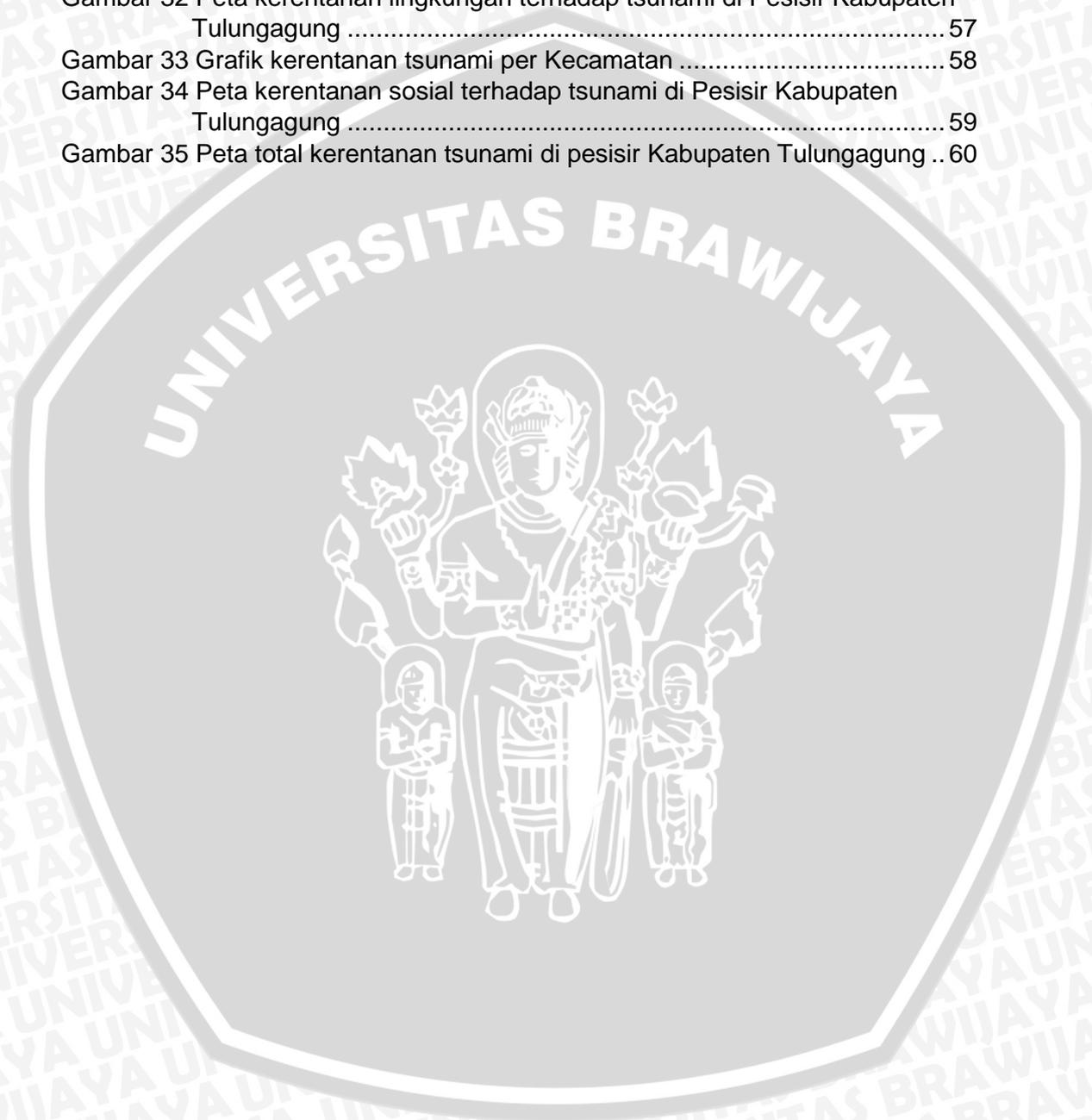
4.4 Analisis Tingkat Kerentanan.....	52
4.4.1 Analisis Tingkat Kerentanan Lingkungan .....	52
4.4.2 Analisis Tingkat Kerentanan Sosial.....	58
4.4.3 Analisis Tingkat Kerentanan Tsunami.....	59
4.4.4 Rekomendasi Mitigasi Bencana.....	61
5. PENUTUP.....	62
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran .....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN.....	67



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Peta Tektonik Indonesia.....	1
Gambar 2 Sejarah Gempa Tektonik di Samudera Hindia Selatan Pulau Jawa Tahun 1992 - 2014 .....	2
Gambar 3 Perbedaan gambar vektor dan raster.....	10
Gambar 4 Ilustrasi pengolahan data raster .....	11
Gambar 5. Lokasi Penelitian.....	13
Gambar 6 Diagram Alur Penelitian.....	23
Gambar 7 Diagram pembobotan masing-masing parameter.....	24
Gambar 8 Peta kerentanan slope terhadap tsunami di Kecamatan Besuki Dan Kecamatan Tanggunggunung.....	28
Gambar 9 Peta kerentanan slope terhadap tsunami di Kecamatan Kalidawir dan Kecamatan Pucanglaban.....	29
Gambar 10 Peta kerentanan elevasi Kecamatan Besuki dan Kecamatan Tanggunung .....	31
Gambar 11 Peta Kerentanan Elevasi di Kecamatan Kalidawir dan Kecamatan Pucanglaban .....	32
Gambar 12 Peta penggunaan lahan Kabupaten Tulungagung.....	34
Gambar 13 Peta kerentanan penggunaan lahan terhadap tsunami di Pesisir Kabupaten Tulungagung .....	35
Gambar 14 Peta kerentanan jarak dari garis pantai Kecamatan Besuki dan Kecamatan Tanggunggunung.....	37
Gambar 15 Peta kerentanan jarak dari garis pantai Kecamatan Kalidawir dan Kecamatan Pucanglaban.....	38
Gambar 16 Peta kerentanan jarak dari sungai terhadap tsunami Kecamatan Besuki .....	40
Gambar 17 Peta kerentanan jarak dari sungai terhadap tsunami Kecamatan Tanggunggunung .....	40
Gambar 18 Peta kerentanan jarak dari sungai terhadap tsunami Kecamatan Kalidawir.....	41
Gambar 19 Peta kerentanan jarak dari sungai terhadap tsunami Kecamatan Pucanglaban .....	41
Gambar 20 Grafik data penduduk Kecamatan Besuki tahun 2010.....	44
Gambar 21 Peta kerentanan sosial di wilayah Kecamatan Besuki Kabupaten Tulungagung terhadap tsunami (Hasil Analisis). .....	45
Gambar 22 Grafik data penduduk Kecamatan Tanggunggunung tahun 2010....	46
Gambar 23 Peta kerentanan sosial di wilayah Kecamatan Tanggunggunung Kabupaten Tulungagung terhadap tsunami (Hasil Analisis). .....	47
Gambar 24 Grafik data penduduk Kecamatan Tanggunggunung tahun 2010... 48	
Gambar 25 Peta kerentanan sosial di wilayah Kecamatan Kalidawir Kabupaten Tulungagung terhadap tsunami (Hasil Analisis). .....	49
Gambar 26 Grafik data penduduk Kecamatan Pucanglaban tahun 2010.....	50
Gambar 27 Peta kerentanan sosial di wilayah Kecamatan Pucanglaban Kabupaten Tulungagung terhadap tsunami (Hasil Analisis). .....	51
Gambar 28 Peta kerentanan lingkungan terhadap tsunami Kecamatan Besuki Kabupaten Tulungagung .....	53

Gambar 29 Peta kerentanan lingkungan terhadap tsunami Kecamatan Tanggunggunung Kabupaten Tulungagung.....	53
Gambar 30 Peta kerentanan lingkungan terhadap tsunami Kecamatan Kalidawir Kabupaten Tulungagung .....	54
Gambar 31 Peta kerentanan lingkungan terhadap tsunami Kecamatan Pucanglaban Kabupaten Tulungagung.....	54
Gambar 32 Peta kerentanan lingkungan terhadap tsunami di Pesisir Kabupaten Tulungagung .....	57
Gambar 33 Grafik kerentanan tsunami per Kecamatan .....	58
Gambar 34 Peta kerentanan sosial terhadap tsunami di Pesisir Kabupaten Tulungagung .....	59
Gambar 35 Peta total kerentanan tsunami di pesisir Kabupaten Tulungagung ..	60

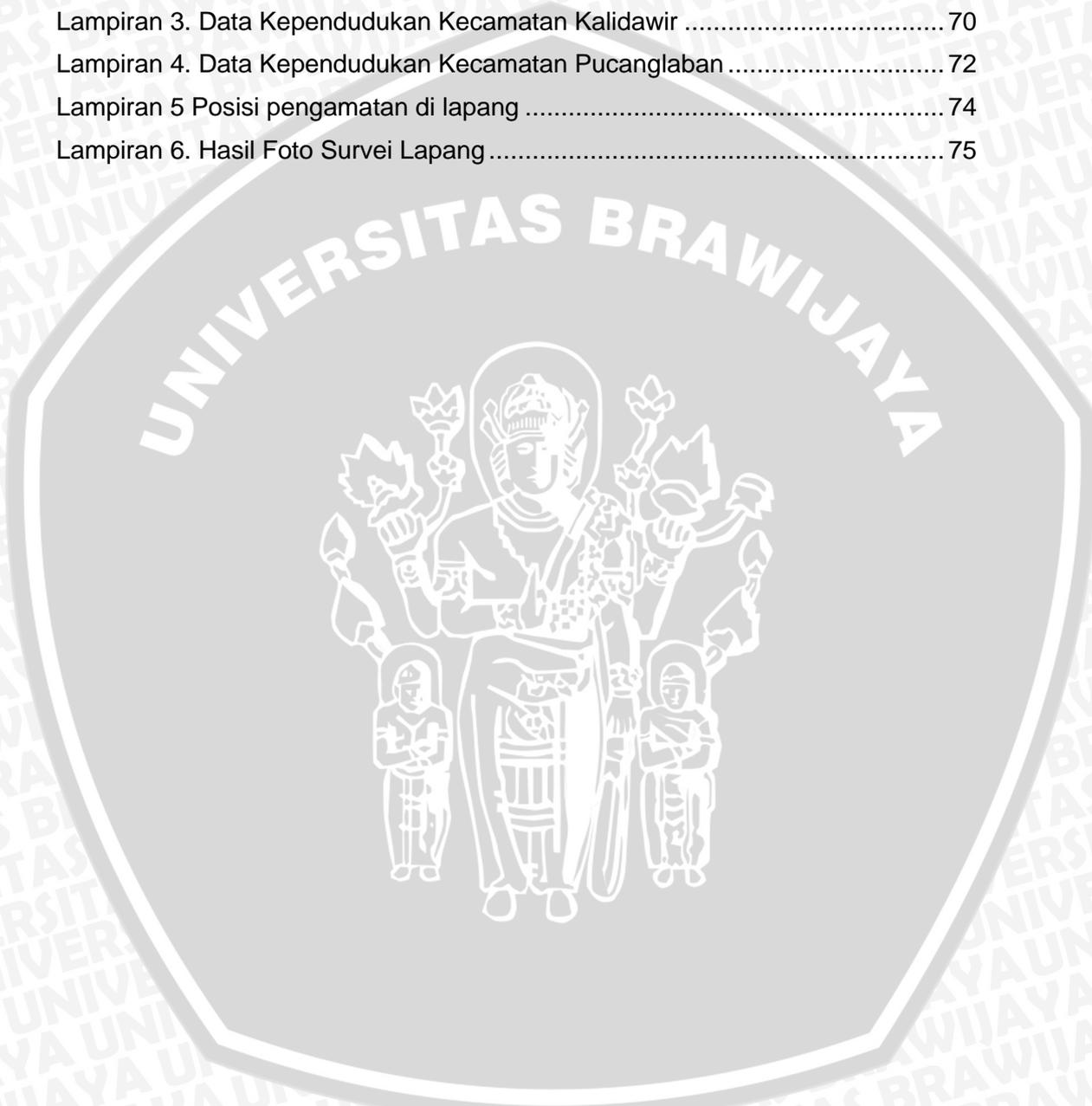


## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar alat yang digunakan dalam penelitian.....	13
Tabel 2. Daftar bahan yang digunakan dalam penelitian.....	14
Tabel 3. Klasifikasi Slope.....	16
Tabel 4. Klasifikasi Elevasi .....	16
Tabel 5. Klasifikasi penggunaan lahan.....	17
Tabel 6. Klasifikasi jarak dari garis pantai .....	18
Tabel 7. Klasifikasi jarak dari sungai .....	19
Tabel 8. Pembobotan dan skoring tingkat kerentanan lingkungan .....	19
Tabel 9. Skoring dan pembobotan kerentanan sosial .....	20
Tabel 10. Luasan kerentanan slope Kecamatan Besuki.....	28
Tabel 11. Luasan kerentanan slope Kecamatan Tanggunggunung .....	29
Tabel 12. Luasan kerentanan slope di Kecamatan Kalidawir .....	30
Tabel 13. Luasan kerentanan slope Kecamatan Pucanglaban.....	30
Tabel 14. Luasan kerentanan elevasi di Kecamatan Besuki .....	31
Tabel 15. Luasan kerentanan elevasi Kecamatan Tanggunggunung.....	32
Tabel 16. Luasan kerentanan elevasi di Kecamatan Kalidawir.....	33
Tabel 17. Luasan kerentanan elevasi di Kecamatan Pucanglaban .....	33
Tabel 18. Luasan penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Tulungagung .....	34
Tabel 19. Luas wilayah kerentanan penggunaan lahan .....	36
Tabel 20. Total bobot Kecamatan Besuki .....	44
Tabel 21. Total bobot Kecamatan Tanggunggunung .....	46
Tabel 22. Total Bobot Kecamatan Kalidawir .....	48
Tabel 23. Total bobot Kecamatan Pucanglaban .....	50
Tabel 24. Jumlah sel hasil <i>weighted overlay</i> masing-masing kecamatan.....	55
Tabel 25. Luasan kerentanan lingkungan terhadap tsunami .....	55
Tabel 26. Jumlah sel per parameter setelah di reklasifikasi .....	56
Tabel 27. Jumlah sel hasil dari weight overlay .....	56
Tabel 28. Persentase tingkat kerentanan lingkungan terhadap tsunami di pesisir Kabupaten Tulungagung.....	57
Tabel 29. Luasan total kerentanan pesisir Kabupaten Tulungagung.....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

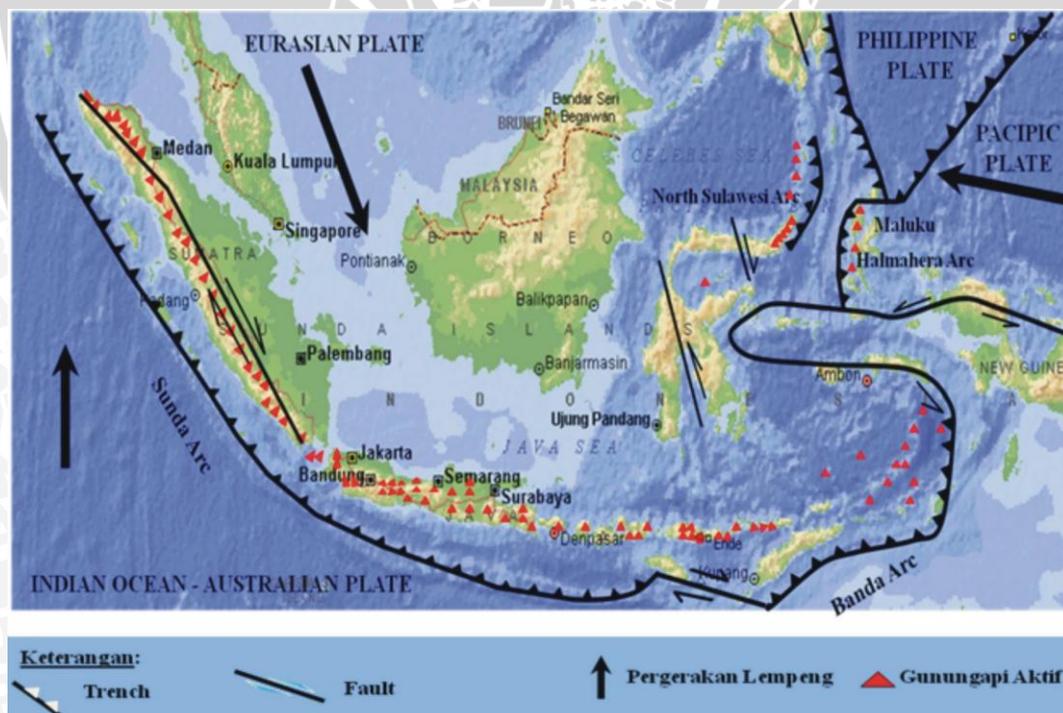
Lampiran 1. Data Kependudukan Kecamatan Besuki .....	67
Lampiran 2. Data Kependudukan Kecamatan Tanggunggunung .....	69
Lampiran 3. Data Kependudukan Kecamatan Kalidawir .....	70
Lampiran 4. Data Kependudukan Kecamatan Pucanglaban .....	72
Lampiran 5 Posisi pengamatan di lapang .....	74
Lampiran 6. Hasil Foto Survei Lapang .....	75



## 1. PENDAHULUAN

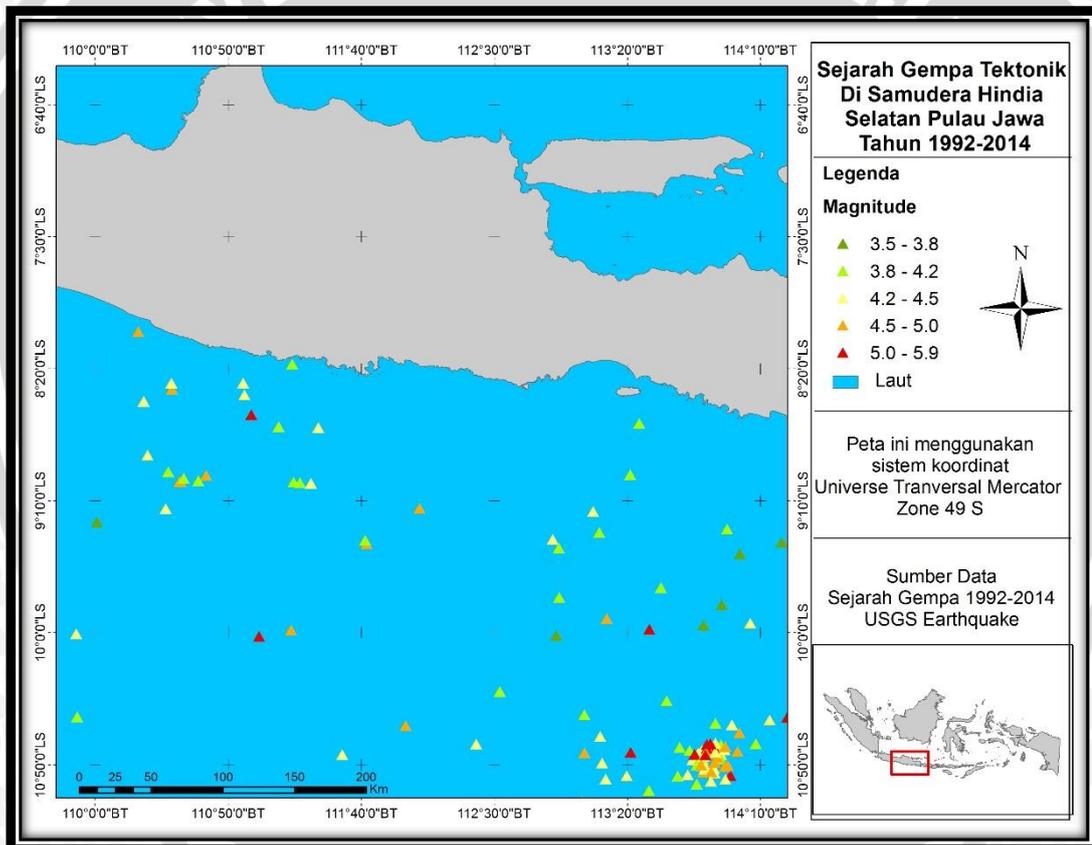
### 1.1 Latar Belakang

Tsunami berasal dari bahasa Jepang, "Tsu" berarti pelabuhan, "nami" berarti gelombang, sehingga dapat diartikan menjadi pasang surut air laut di pelabuhan yang besar. Pengertian tsunami adalah gelombang laut dengan periode yang panjang yang ditimbulkan oleh dorongan dari dasar laut. Pemicu adanya tsunami adalah gempa bumi tektonik, erupsi vulkanik atau longsor (Bappenas dalam Abidin, 2011). Tsunami merupakan bencana alam yang dapat menimbulkan kerusakan besar, dan sebagian besar kejadiannya dipicu oleh gempabumi. Tsunami dapat menyebabkan kerugian terhadap lingkungan pesisir seperti rusaknya properti, struktur bangunan, infrastruktur dan mengakibatkan gangguan ekonomi dan bisnis (Papathoma *et al.*, 2003).



Gambar 1 Peta Tektonik Indonesia (Distamben, 2013).

Wilayah Indonesia terletak pada pertemuan (tabrakan) antara lempeng Caroline Pasifik, Lempeng laut Filipina, Lempeng Asia dan Lempeng Hindia-Australia yang mengakibatkan sebagian besar wilayah Indonesia menjadi wilayah yang rawan terhadap bencana gempa bumi hingga terjadinya tsunami (Ristek, 2005 dalam Trisakti *et al.*, 2007). Dua gempa bumi disertai tsunami pada tahun 1994 dan 2006 terjadi di zona subduksi Jawa menimbulkan ratusan korban jiwa dan kerusakan infrastruktur dan lingkungan yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa Selatan Jawa termasuk salah satu daerah yang paling rawan tsunami di dunia (Kongko, 2014)



Gambar 2 Sejarah Gempa Tektonik di Samudera Hindia Selatan Pulau Jawa Tahun 1992 – 2014 (Sumber : USGS Earthquake)

Berdasarkan letak geografi wilayah Indonesia, menjadi penyebab sering terjadinya tsunami yang dibangkitkan oleh gempa tektonik. Bencana yang pernah terjadi seperti pada tahun 1994 di Kabupaten Banyuwangi. Hempasan tsunami yang ditimbulkan hampir dirasakan sepanjang pantai Selatan Jawa Timur

meliputi Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Jember, Kabupaten Malang, bahkan hingga ke Kabupaten Tulungagung (Brahmantyo *et al.*, 1999)

Tiga pemukiman nelayan di kawasan pesisir Selatan Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur memiliki resiko tinggi terdampak bencana tsunami karena lokasinya yang padat penduduk dan hanya beberapa meter dari atas permukaan laut dengan jumlah penduduk yang rentan yaitu 3.500 orang (Susilo, 2015).

Karakteristik wilayah pantai berteluk (menyempit) merupakan wilayah yang memiliki potensi besar terjadinya tsunami, karena pada lokasi tersebut energi gelombang akan terkumpul. Apabila terjadi tsunami maka gelombang yang terbentuk memiliki kekuatan yang lebih besar, sehingga arah gelombang yang menuju daratan akan lebih panjang (Sukandarrumidi, 2010 dalam Sulistyarso, and Rohmatulloh, 2012)

Akibat negatif yang mungkin timbul ketika bahaya tsunami terjadi, dapat mempengaruhi kerentanan manusia dan properti. Oleh karena itu, rencana tata ruang Kabupaten Tulungagung harus didasarkan pada kajian resiko tsunami. Upaya untuk meningkatkan kewaspadaan seluruh *stakeholder* di Kabupaten Tulungagung dilakukan melalui kegiatan mitigasi bencana dengan membuat peta kerentanan sosial dan kerentanan lingkungan sebagai dasar pemetaan kerentanan bencana tsunami. Sehingga dampak yang ditimbulkan oleh Tsunami di wilayah studi dapat diminimalisir.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tingkat kerentanan wilayah pesisir di Kabupaten Tulungagung terhadap tsunami?

2. Bagaimana penyebaran tingkat kerentanan tsunami di wilayah pesisir pesisir Kabupaten Tulungagung?

### 1.3 Tujuan

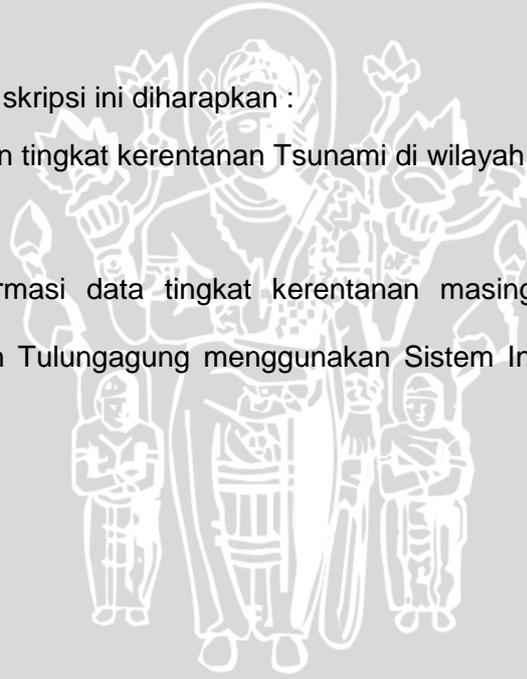
Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi tingkat kerentanan di wilayah pesisir Kabupaten Tulungagung.
2. Melakukan analisis penyebaran tingkat kerentanan di wilayah tersebut dan melakukan pemetaan tingkat kerentanan terhadap tsunami di wilayah pesisir Kabupaten Tulungagung.

### 1.4 Manfaat

Hasil penelitian dalam skripsi ini diharapkan :

- ✓ Dapat menentukan tingkat kerentanan Tsunami di wilayah pesisir Kabupaten Tulungagung.
- ✓ Memberikan informasi data tingkat kerentanan masing masing wilayah pesisir Kabupaten Tulungagung menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tsunami

Tsunami adalah kejadian alam yang bersifat mendadak dengan durasi yang pendek, namun menghasilkan dampak baik secara lokal maupun regional. Gelombang tsunami yang dihasilkan oleh gempa bumi, letusan gunung berapi bisa mencapai 50 kaki atau lebih tinggi dan menghancurkan masyarakat pesisir. Terlepas dari peristiwa yang jarang, kejadian tsunami sangat merusak dan mematikan daerah pesisir. Kejadian tunggal yang mempunyai potensi kerugian sangat besar, seperti yang terjadi pada Desember 2004 di Aceh, Indonesia dan pada 2011 di Tohoku, Jepang (Freire *et al.*, 2013)

Tsunami dapat timbul apabila terjadi gempa di dasar laut yang berpusat kurang dari 60 km. Kekuatan gempa yang memicu terjadinya tsunami lebih dari 6,0 skala Richter, serta jenis pergerakan lempeng gempa bertipe sesar naik atau sesar turun. Kejadian sesar naik atau turun memicu terjadinya perubahan posisi massa air laut yang menimbulkan gelombang panjang di tengah lautan dan menghantam kawasan pesisir yang disebut dengan tsunami (Marwanta, 2005).

### 2.2 Kerentanan

Kerentanan adalah karakteristik dan keadaan masyarakat, sistem atau aset yang membuatnya mudah terkena dampak kerusakan dari bahaya (UNESCO-IOC, 2015). Kerentanan (*vulnerability*) dimana sifat/perilaku manusia atau masyarakat yang menyebabkan ketidak mampuan menghadapi bahaya atau ancaman. Beberapa sifat kerentanan berupa kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, kerentanan lingkungan, dan kerentanan fisik (Perka BNPB, 2008).

Kerentanan dapat didefinisikan sebagai tingkat dimana seseorang, masyarakat atau sistem kemungkinan akan mengalami kerugian akibat tekanan

dari luar. Secara umum, kerentanan adalah seperangkat kondisi dan proses yang dihasilkan dari faktor fisik, sosial, faktor ekonomi dan lingkungan yang meningkatkan kerentanan masyarakat terhadap dampak dari bahaya (Sankari *et al.*, 2015)

## **2.3 Penentuan Parameter Tingkat Kerentanan Tsunami Pendekatan**

### **Lingkungan**

#### **2.3.1 Slope**

Kemiringan merupakan parameter penting dalam menentukan tingkat kerentanan tsunami di suatu daerah. Kemiringan daratan akan mempengaruhi tinggi run up tsunami yang akan terjadi. Semakin curam suatu daratan, maka tinggi run up akan semakin rendah. Satuan kemiringan daratan yang digunakan adalah dalam persentase (%). Range slope dalam persen berkisar dari 0-200%. Nilai kemiringan 0% mengindikasikan flat area/no slope (area datar). Nilai kemiringan 100% mengindikasikan kemiringan area 45° dan nilai 200% enunjukkan vertikal slope (*Earth Resource Mapping Ltd*, 2008).

#### **2.3.2 Elevasi**

Elevasi merupakan faktor penting dalam menentukan daerah yang mempunyai kerentanan tsunami. Ketinggian yang sangat rendah menyebabkan wilayah tersebut menjadi wilayah yang rentan terhadap tsunami karena tsunami akan leluasa untuk dapat masuk jauh ke daratan. Selain itu dengan ketinggian yang sangat rendah, akan menyebabkan kesulitan dalam proses evakuasi secara horisontal pada saat tsunami datang (Gersanandi *et al.*, 2013)

#### **2.3.3 Penggunaan Lahan**

Kawasan pesisir termasuk dalam kerentanan yang tinggi terhadap bencana tsunami. Konsep penggunaan lahan harus melihat jarak dari garis pantai agar

dapat melindungi daratan dari hantaman gelombang tsunami. Penggunaan lahan pada kawasan pesisir harus memperhitungkan antara tata guna lahan dan tingkat hunian penduduk dengan besar kecilnya resiko bahaya tsunami. Penggunaan lahan yang berkaitan dengan berbagai aktivitas manusia seharusnya tidak dibangun pada daerah yang sangat rawan tsunami (Irfani, 2005).

#### **2.3.4 Jarak Dari Garis Pantai**

Jarak garis pantai memengaruhi tingkat kerentanan terhadap tsunami diketahui bahwa semakin dekat dengan garis pantai akan semakin rentan pula terhadap terjangan tsunami, sedangkan semakin jauh dengan garis pantai semakin tidak rentan terhadap terjangan tsunami. Jarak dari garis pantai digunakan untuk mengetahui kemampuan masyarakat dalam melakukan evakuasi secara horisontal sejauh-jauhnya agar dapat aman dari terjangan gelombang tsunami dan dapat dijadikan dasar dalam membangun tempat tinggal (Gersanandi *et al.*, 2013)

#### **2.3.5 Jarak Dari Sungai**

Jarak dari sungai merupakan parameter yang mempengaruhi tingkat kerentanan tsunami. Tsunami yang memasuki kanal banjir/sungai akan mengakibatkan kerusakan yang lebih besar karena adanya pemusatan energi Tsunami sehingga semakin mendorong tsunami masuk lebih jauh ke daratan. Contohnya tsunami California yang melewati kanal-kanal pengendali banjir dapat masuk ke daratan sampai 1 mil (1,802 km) (Sengaji and Nababan, 2009)

### **2.4 Penentuan Parameter Tingkat Kerentanan Tsunami Pendekatan Sosial**

#### **2.4.1 Jumlah Penduduk**

Sebaran dan kepadatan pemukiman menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi resiko bencana tsunami yang akan terjadi. Permukiman

penduduk menggambarkan tingkat kepadatan penduduk dan sebaran tempat hunian yang akan mempengaruhi tingkat kerugian akibat tsunami baik dari segi kerugian jiwa maupun harta benda. Penempatan area pemukiman pada zona paling aman dari bahaya tsunami adalah prioritas utama sehingga diletakkan jauh dari laut (Irfani, 2005)

Semakin besar populasi di satu desa, semakin besar kesulitan untuk evakuasi dan potensi jumlah yang lebih tinggi dari korban jika tsunami terjadi dalam Desa (Papathoma *et al.*, 2003). Kesadaran dan kesiapan terhadap bahaya alam adalah isu penting bagi penduduk lokal yang berpotensi rentan terhadap bahaya tsunami. Penting untuk perencanaan evakuasi adalah menentukan mana orang kemungkinan akan berada dalam wilayah yang akan mengalami tsunami (Muck, 2008).

#### **2.4.2 Wanita**

Pada tsunami Samudra Hindia 2004, korban perempuan melebihi laki-laki karena kebanyakan dari mereka tinggal di rumah dan cenderung untuk memilih menyelamatkan anak-anak mereka sebelum mempertimbangan keselamatan mereka sendiri. Anak-anak juga cepat lelah dan tenggelam lebih mudah (Levy dan Gopalakrishnan 2005 *dalam* (Eddy, 2006).

#### **2.4.3 Usia**

Kedua kelompok yang sangat terkena dampak bencana adalah anak-anak dan orang tua. Pada usia > 65 tahun memerlukan bantuan selama bahaya dan kelompok ini kurang memiliki kemampuan untuk pulih dengan cepat setelah bencana. Pada usia dibawah 14 tahun mereka cenderung sulit untuk menyelamatkan diri maka tingkat kerentanan wilayah menjadi tinggi (Cutter *et al.*, 1997).

#### 2.4.4 Penyandang Cacat

Kelompok ini memiliki kesulitan dalam mengambil tindakan apapun untuk menanggapi peristiwa tsunami sehingga membutuhkan bantuan dalam menyelamatkan diri. Orang cacat sering memiliki masalah mobilitas yang meningkatkan beban bagi keluarga mereka. Kelompok ini juga memiliki kemampuan kurang untuk pulih dengan cepat setelah bahaya karena ketergantungan mereka terhadap orang lain (Eddy, 2006).

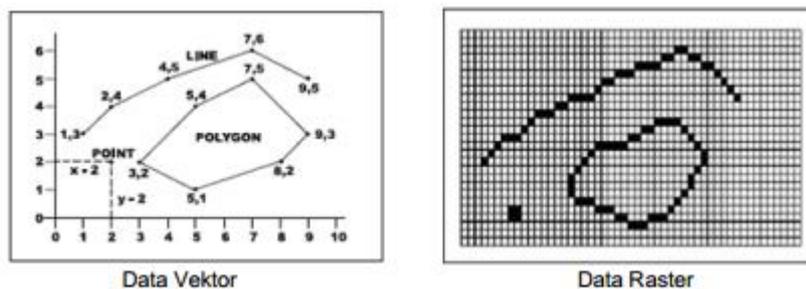
#### 2.5 Sistem Informasi Geografi

Sistem Informasi Geografi (SIG) adalah suatu perangkat pengelolaan database yang berbasis komputer untuk pemetaan dan analisis fenomena alam berasal dari kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografi dan personal yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, memperbaharui, memanipulasi, menganalisis dan menyajikan semua bentuk informasi yang berefensi geografis. Dengan teknologi SIG, pemaduan beberapa jenis peta dasar dapat dilakukan. Hal ini sangat berguna untuk suatu analisis peristiwa-peristiwa alam yang terkait dengan bencana (Pradika, 2012)

Sebagian besar data yang ditangani dalam SIG merupakan *data spasial* yaitu sebuah data yang berorientasi geografis, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang membuatnya berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (*atribute*) (GIS Konsorsium, 2007).

Data spasial ini dapat dibagi menjadi dua format yaitu data raster dan data vektor. Data vektor merupakan objek geografis yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan *nodes* (merupakan titik perpotongan antara dua buah garis). Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai

struktur sel grid yang disebut dengan *pixel (picture element)*. Perbandingan visualisasi antara data raster dan vektor disajikan pada Gambar 3. (GIS Konsorsium, 2007)



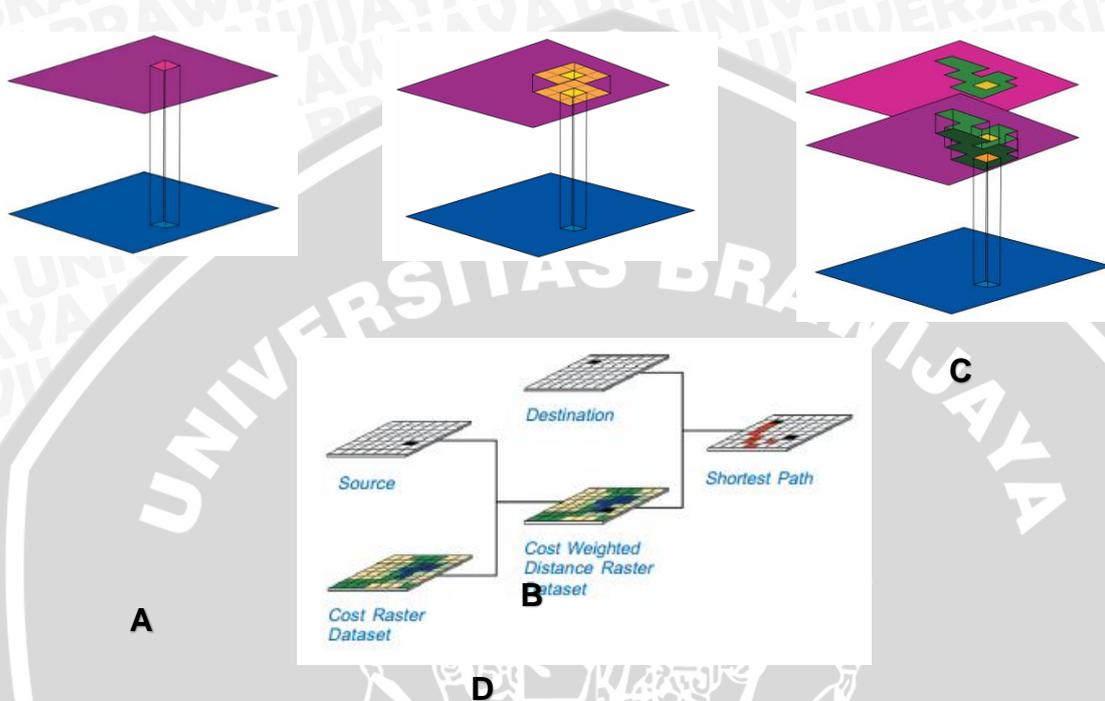
Gambar 3. Perbedaan gambar vektor dan raster

Perbandingan antara data raster dan data vektor keuntungan data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus, akan tetapi, tidak mampu dalam mengakomodasi perubahan gradual. Data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah dan vegetasi. Keterbatasan utama dari data raster adalah besarnya ukuran file; semakin tinggi.

### 2.6 Cell Based Modelling

*Cell Based Modelling* merupakan system analisis spasial dalam Sistem Informasi Geografi yang banyak digunakan untuk memodelkan keadaan alam. Secara umum suatu model mempresentasikan kekompleksitasan dan interaksi di alam dengan suatu penyederhanaan. Permodelan tersebut akan menolong kita untuk mengerti, menggambarkan, dan memprediksi banyak hal di alam. Ada dua model yang dikenal dalam analisis spasial, yaitu model yang merepresentasikan objek atau kenampakan di alam (*representation models*) dan model yang mensimulasikan proses di alam (*process models*). Keseluruhan model tersebut akan lebih efisien bila dilakukan pada data raster (ESRI, 2001).

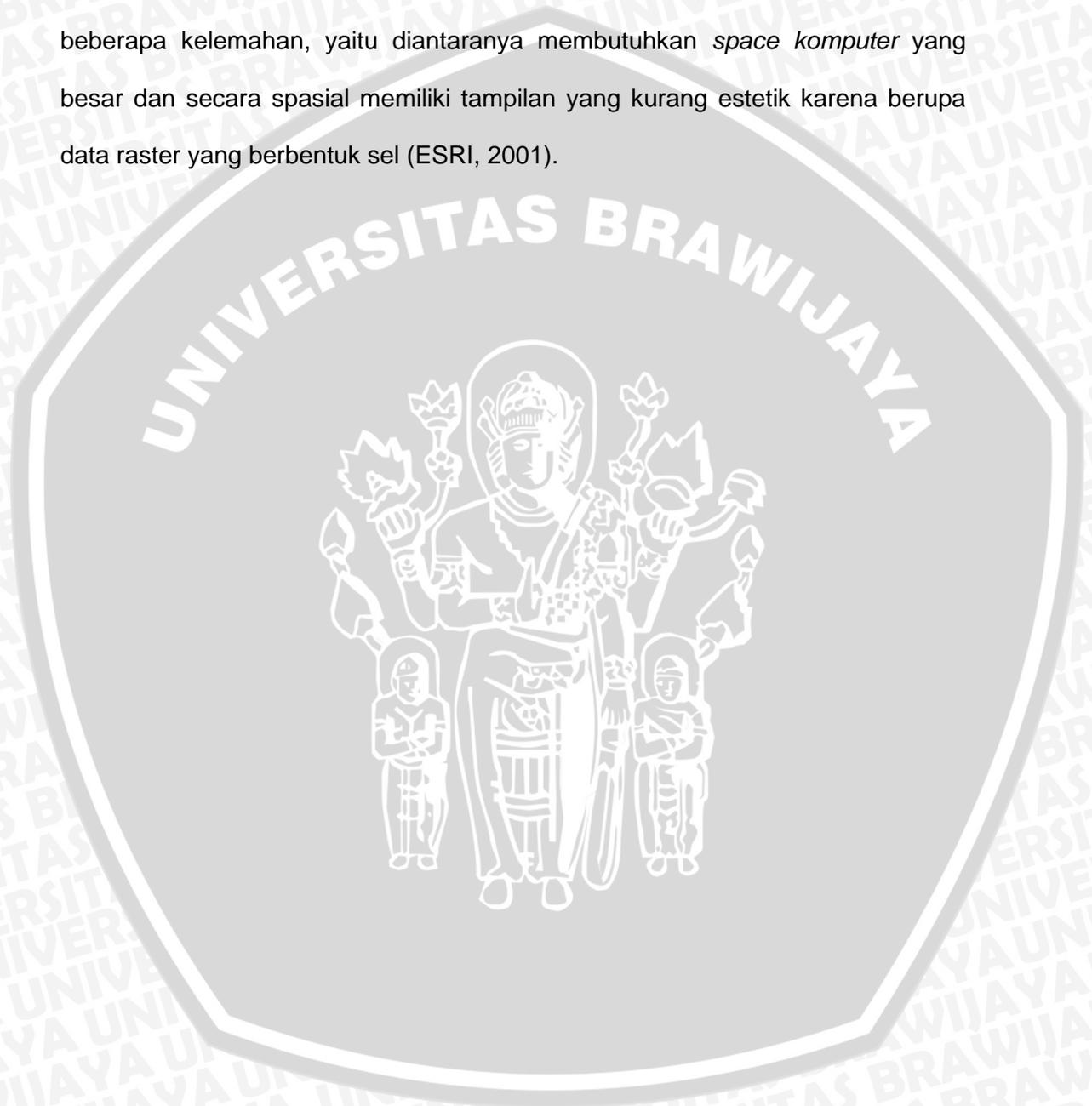
Analisis spasial pada data raster ini disebut metode *Cell Based Modelling* karena bekerja berdasarkan sel atau piksel. Operasi piksel pada *Cell Based Modelling* dibagi menjadi lima kelompok (ESRI, 2001):



Gambar 4 Ilustrasi pengolahan data raster

- Local Function* adalah operasi piksel yang hanya melibatkan satu sel. Nilai piksel output ditentukan oleh satu piksel input.
- Focal Function* adalah operasi piksel yang hanya melibatkan beberapa sel terdekat.
- Zonal Function* adalah operasi piksel yang melibatkan suatu kelompok sel yang memiliki nilai atau keterangan yang sama.
- Global Function* yang melibatkan keseluruhan sel dalam data raster dan gabungan antara keempat kelompok tersebut.
- Application Function* adalah gabungan dari keempat operasi di atas yang meliputi *Local Function*, *Focal Function*, *Zonal Function* dan *Global Function*.

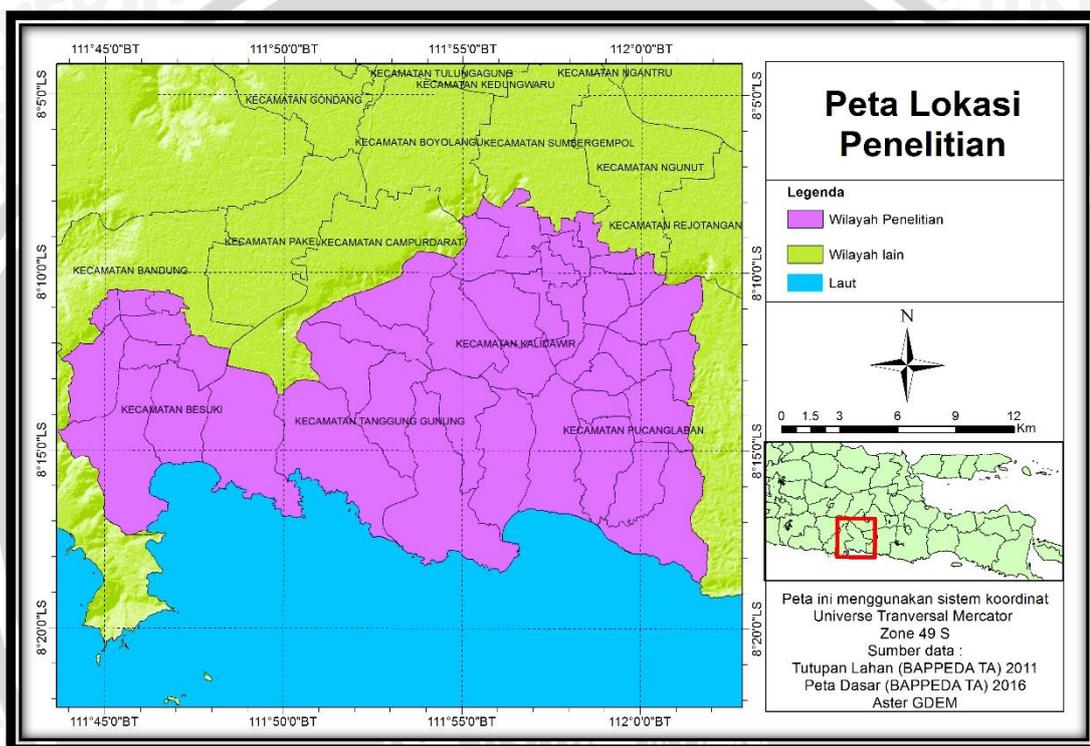
Metode *Cell Based Modelling* memiliki keunggulan yaitu struktur data raster lebih sederhana sehingga memudahkan dalam pemodelan dan analisis, kompatibel dengan data satelit serta memiliki variabilitas spasial yang tinggi dalam merepresentasikan suatu kondisi di alam. Metode ini juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu diantaranya membutuhkan *space komputer* yang besar dan secara spasial memiliki tampilan yang kurang estetik karena berupa data raster yang berbentuk sel (ESRI, 2001).



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Tulungagung Jawa Timur. Daerah penelitian tingkat kerentanan bencana tsunami terdapat pada Gambar 5. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Februari hingga Mei 2016.



Gambar 5. Lokasi Penelitian

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 1 :

Tabel 1. Daftar alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Laptop	Mengolah data sekunder dan penyusunan laporan
2	GPS	Validasi data sekunder dengan kondisi lapang.
3	Roll meter	Validasi jarak permukiman dari garis pantai

### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 2:

Tabel 2. Daftar bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Bahan	Spesifikasi	Kegunaan	Penyedia
1	<i>Digital Elevation Model (DEM)</i>	ASTER GDEM v.2	Merupakan data sekunder yang digunakan untuk analisis elevasi dan kemiringan.	NASA dan METI
2	Peta Penggunaan Lahan Kabupaten Tulungagung	Data Digital Penggunaan Lahan (Per-Kecamatan Pesisir)	Merupakan data sekunder untuk analisis penggunaan lahan	BAPPEDA Kabupaten Tulungagung
3	Peta Dasar	RBI 1:25000	Sebagai peta dasar penelitian serta batas wilayah penelitian	BAPPEDA Kabupaten Tulungagung
4	Data Kependudukan	2015	Data sekunder untuk kerentanan sosial tsunami	Badan Pusat Statistik

### 3.2.3 Survei Lapangan

Survei lapangan yang dilakukan pada tanggal 18-20 April 2016 bertujuan untuk mengetahui kondisi daerah penelitian sekaligus verifikasi lingkungan tempat tinggal masyarakat yang dekat dengan pantai. Survei dilakukan pada 4 kecamatan daerah pesisir selatan Kabupaten Tulungagung. Posisi dan koordinat titik pengamatan selengkapnya disajikan pada Lampiran. Titik pengamatan tersebut merupakan daerah bekas tsunami dengan tingkat kerugian materi yang cukup besar akibat tsunami 1994 dan daerah pesisir yang terdapat pemukiman. Pengamatan yang dilakukan waktu survey lapangan adalah melihat dan melakukan pengamatan terhadap kondisi pemukiman pesisir, kondisi sarana prasarana penting dan kondisi perairan yang dapat dilihat pada Lampiran .

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

#### 3.3.1 Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan untuk validasi hasil dari pengolahan faktor fisik seperti ketinggian, penggunaan lahan serta jarak dari garis pantai dan jarak dari sungai. Proses pengumpulan data primer dilakukan dengan cara survei lapangan ke titik yang telah ditentukan serta wawancara bersama warga pesisir. Wawancara yang dilakukan adalah deskriptif berupa kronologi kejadian tsunami tahun 1994 di Kabupaten Tulungagung.

#### 3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh menggunakan akses website penyedia data DEM serta data dari BAPPEDA untuk penggunaan lahan. Data sekunder diolah dengan tujuan mendapatkan ekstrak elevasi, kemiringan, jarak dari sungai, penggunaan lahan dan jarak dari pantai

### 3.4 Perhitungan Tingkat Kerentanan Lingkungan

Parameter yang digunakan dalam penentuan tingkat kerentanan lingkungan terhadap tsunami adalah slope, elevasi, penggunaan lahan, jarak dari pantai dan jarak dari sungai. Dasar pengambilan parameter tersebut ditentukan berdasarkan penelitian sebelumnya dengan melihat parameter penentu tingkat kerentanan di suatu wilayah yang kemudian dimodifikasi sesuai dengan konsultasi pakar dan pembimbing berdasarkan kondisi daerah penelitian. Beberapa hasil penelitian terdahulu yang dijadikan acuan yaitu penelitian yang pernah dilakukan oleh (Sinaga *et al.*, 2011); (Sengaji and Nababan, 2009); (Faiqoh *et al.*, 2014); (Almunir, 2011); dan (Sambah and Miura, 2014)

Parameter memiliki kontribusi yang berbeda terhadap tingkat kerentanan tsunami. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dilakukan sistem pembobotan dan skoring untuk masing-masing parameter sesuai dengan pengaruh yang diberikan

terhadap bencana tsunami semakin besar pengaruhnya maka semakin besar bobotnya dan sebaliknya semakin kecil pengaruhnya semakin kecil bobotnya.

### 3.4.1 Slope

Peta kemiringan di buat berdasarkan data GDEM ASTER versi 2 yang diklasifikasikan menjadi 5 kelas . semakin besar kemiringan daratan maka akan semakin rendah kerentanannya begitu juga sebaliknya (Sambah and Miura, 2014). Kelas kerentanan disajikan pada Tabel 3:

Tabel 3. Klasifikasi Slope

Interval	Skor
0-2 %	5
2-6 %	4
6-13 %	3
13-20 %	2
>20	1

(Sumber : Van Zuidam, 1983 dalam Sinaga *et al.*, 2011).

### 3.4.2 Elevasi

Elevasi merupakan parameter utama untuk menilai kerentanan tsunami. Daerah dengan elevasi yang rendah akan mudah dihantam oleh gelombang tsunami jadi semakin rendah daratan tingkat kerentanannya akan semakin tinggi. Elevasi di reklasifikasi menjadi 5 kelas. Berdasarkan penelitian lida (1963) dalam Sinaga *et al.*, (2011) yang disajikan pada Tabel 4 :

Tabel 4. Klasifikasi Elevasi

Interval	Skor
<5 m	5
5-10 m	4
10-15 m	3

Interval	Skor
15-20 m	2
>20 m	1

(Sumber : Lida, 1963 dalam Sinaga *et al.*, 2011)

### 3.4.3 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan parameter yang berpengaruh terhadap kerentanan tsunami. Lahan yang digunakan untuk lahan hutan bakau, lahan kosong dan rawa mempunyai nilai kerentanan yang kecil karena tidak membahayakan terhadap permukiman dan zona wisata, sedangkan untuk zona pariwisata tambak, perkantoran, permukiman, fasilitas sekolah, jalan utama, cagar budaya, fasilitas sekolah, jalan utama, cagar budaya fasilitas keamanan Negara mempunyai kerentanan yang berbeda sesuai dengan nilai kepentingan.

Skor tingkat penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 5 :

Tabel 5. Klasifikasi penggunaan lahan

Jenis Penggunaan Lahan	Skor
Permukiman, Bangunan.	5
Perkebunan	4
Persawahan	3
Semak Belukar, Rumput/ Tanah Kosong	2
Tegalan, hutan,	1

(sumber : DKP, 2004 dalam Almunir 2011 dan Sengaji and Nababan, 2009)

### 3.4.4 Jarak Dari Garis Pantai

Tsunami merupakan fenomena alam yang bersifat merusak, sehingga perlu memperhatikan pembangunan kawasan permukiman dan pusat-pusat kegiatan yang penting lainnya harus memperhatikan jarak dari garis pantai. Perhitungan jarak dari garis pantai ke darat menggunakan *multi-buffering* untuk membagi

wilayah menjadi 5 kelas kerentanan (Sambah and Miura, 2014). Secara umum, kerentanan menjadi lebih tinggi apabila berada lebih dekat dengan pesisir. Untuk mengklasifikasikan kedekatan pesisir, digunakan persamaan berikut dari Bretschneider dan Wybro (1976) dalam Sinaga *et al.*, (2011):

$$\text{Log } X_{\text{max}} = \log 1400 + \frac{4}{3} \log \left( \frac{Y_0}{10} \right)$$

di mana  $X_{\text{max}}$  adalah jangkauan maksimum tsunami darat, dan  $Y_0$  adalah tinggi tsunami di pantai. Menurut rumus ini, sebuah tsunami dengan run-up 5m dapat mencapai hingga 556 m dari garis pantai. *Run-up* dari 5 sampai 10 m bisa mencapai 556-1.400 m dari garis pantai, sedangkan *run-up* dari 10-15 dan 15-20 untuk jarak 1.400-2.404 m dan 2404-3528 m. Pengklasifikasian jarak dari garis pantai disajikan pada Tabel 6 :

Tabel 6. Klasifikasi jarak dari garis pantai

Rentang Jarak dari Pantai (m)	Skor
0-556	5
556-1400	4
1400-2404	3
2404-3528	2
>3528	1

(Sumber : Wybro, 1976 dalam Sinaga *et.*, al, 2011)

### 3.4.5 Jarak Dari Sungai

Tsunami yang masuk aliran sungai akan menciptakan kerusakan besar, ketika tsunami melewati area yang sempit seperti sungai, akan ada peningkatan kecepatan dan peningkatan massa air karena aliran massa air yang sama harus melakukan perjalanan melalui celah sempit pada waktu yang sama. Klasifikasi jarak dari sungai di bagi menjadi 5 kelas berdasarkan penelitian faiqoh, *et al.* (2013) :

Tabel 7. Klasifikasi jarak dari sungai

Rentang Jarak dari Sungai (m)	Kelas
0-100	Sangat Rentan
100-200	Rentan
200-300	Sedang
300-500	Aman
>500	Sangat Aman

(Sumber : Faiqoh *et al.*, 2014).

### 3.4.6 Skoring dan Pembobotan Tingkat Kerentanan Lingkungan

Parameter tingkat Kerentanan Lingkungan terhadap tsunami ditujukan pada Tabel 8. Klasifikasi tingkat kerentanan di bagi dalam lima kelas dengan skor 1-5.

Tabel 8. Pembobotan dan skoring tingkat kerentanan lingkungan

Parameter		Bobot	Indek Kerentanan				
Slope (%)	S	20	0-2	2-6	6-13	13-20	>20
Elevasi (m)	E	25	<5	5-10	10-15	15-20	>20
Penggunaan Lahan	PL	15	Perumahan dan bangunan	Perkebunan	Persawahan	Semak belukar/tahan kosong	Hutan, Tegalan
Jarak Dari Garis Pantai (m)	JP	20	0-556	556-1400	1400-2404	2404-3528	>3528
Jarak Dari Sungai (m)	JS	20	0-100	100-200	200-300	300-500	>500
<b>Skor</b>		<b>100</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Sumber : (Sinaga *et al.*, 2011); (Faiqoh *et al.*, 2014); (Almunir, 2011); (Sengaji and Nababan, 2009) dan (Sambah and Miura, 2014)

### 3.5 Perhitungan Tingkat Kerentanan Sosial

Parameter yang digunakan dalam penentuan Tingkat kerentanan sosial adalah kepadatan penduduk, wanita, usia, dan penyandang cacat. Dasar pengambilan parameter dan skoring serta pembobotan mengacu pada

penelitian sebelumnya (Eddy, 2006) dan Perka BNPB tahun 2012. Bobot dan skoring terdapat pada Tabel 9 :

Tabel 9. Skoring dan pembobotan kerentanan sosial

Faktor (a)	Jumlah (b)	Proporsi* (c)	Skor** (d)	Bobot
Kepadatan Penduduk	P	(b)/ total penduduk	(c)/ Nilai maksimum proporsi	60
Wanita	W	(b)/ total wanita	(c)/ Nilai maksimum proporsi	13.3
Usia***	U	(b)/ total Usia	(c)/ Nilai maksimum proporsi	13,3
Penyandang cacat	C	(b)/ total penyandang cacat	(c)/ Nilai maksimum proporsi	13,3

\*menentukan faktor dari setiap desa dibagi jumlah per kecamatan

\*\*nilai yang sama untuk semua tempat pada semua variabel sosial

\*\*\*jumlah orang lanjut usia dan anak anak

Sumber : Cutter, *et al* (1997) dalam (Eddy, 2006) dan Perka BNPB 2012

Penjelasan proses perhitungan diatas dijelaskan sebagai berikut diambil sampel yang wanita :

- Langkah 1: Hitung X untuk menentukan persentase dengan cara jumlah wanita di desa di bagi dengan jumlah wanita di kecamatan.

$$X = \frac{\text{jumlah wanita desa}}{\text{jumlah wanita kecamatan}}$$

- Langkah 2: Hitung skor jumlah perempuan dengan membagi X dengan X maksimum untuk memberikan nilai dalam skala yang sama dengan faktor sosial lainnya.

$$\text{skor wanita} = \frac{X}{X \text{ maksimum}}$$

### 3.6 Pengolahan Data dengan Cell Based Modelling

Metode dalam penelitian ini adalah menggunakan Cell based modelling (CBM) Oleh karena itu, berbagai parameter kerentanan tersebut di atas harus dikonversi ke bentuk raster. Parameter kerentanan lingkungan yaitu elevasi dan *slope* diturunkan langsung dari DEM (*Digital Elevation Model*) produk dari

ASTER GDEM selanjutnya diklasifikasi berdasarkan skoring pada tiap parameter pada Tabel 3 dan Tabel 4. Peta penggunaan lahan dari BAPPEDA Kabupaten Tulungagung kemudian diklasifikasikan berdasarkan skoring pada Tabel 5.

Pembuatan peta *buffer* (jarak dari garis pantai dan sungai) yaitu ekstraksi peta rupa bumi Kabupaten Tulungagung. Proses *buffer* dilakukan dengan tools *multiring buffer* pada ArcGIS 10.2 selanjutnya dirasterkan dengan tools *raster conversion* dan diklasifikasi berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7.

Pada pengolahan data raster di ArcGIS 10.2, seluruh *output cell size* adalah 30x30 m. Pemilihan resolusi spasial tersebut mengikuti resolusi spasial Aster GDEM untuk mempermudah dalam *Overlay raster*.

Parameter kerentanan sosial memasukkan nilai masing masing parameter dari setiap desa kemudian pada setiap lapisan tersebut dihitung melalui *attribute* dengan menggunakan metode yang telah dijelaskan pada sub bab 3.6. pada peta dasar dari BAPPEDA Kabupaten Tulungagung. Kemudian di *Overlay* sesuai dengan pembobotan pada Tabel 9.

### 3.7 Analisis Tingkat Kerentanan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah bobot setiap parameter untuk menentukan seberapa besar dampak yang dihasilkan oleh faktor Lingkungan dan Sosial. Kemudian, data diolah menggunakan analisis spasial dengan *tools weight overlay* dan diintegrasikan ke dalam sistem informasi geografis (Semedi *at al.*, 2016) di mana Kerentanan tsunami ditentukan dengan mengoverlay parameter kerentanan. Keseluruhan parameter kerentanan lingkungan dan kerentanan sosial di spasialkan dengan metode CBM sehingga berformat raster semua dengan ukuran piksel 30 x 30 meter data - data tersebut di kelaskan sesuai dengan Tabel 8. dan Tabel 9. Untuk mendapatkan tingkat kerentanan tsunami Kabupaten Tulungagung dilakukan *overlay*.

Interval pada kelas diperoleh dari skor tertinggi di kurangi skor terendah kemudian di bagi jumlah kelas. Secara matematis interval kelas tingkat kerentanan dirumuskan sebagai berikut Nugroho, 2006 *dalam* (Eddy, 2006) :

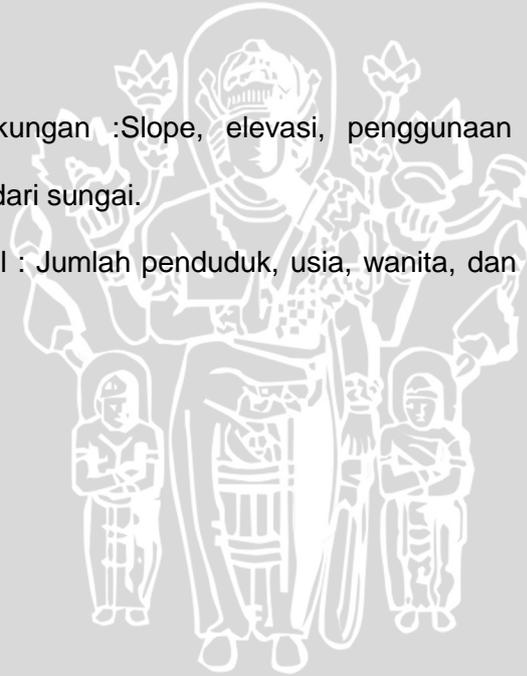
$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{Skor maksimum} - \text{Skor minimum}}{\text{jumlah kelas}}$$

Kerentanan lingkungan dan kerentanan sosial kemudian dihitung agar mendapatkan total nilai kerentanan dengan kombinasi rumus (Eddy, 2006) :

$$\text{Total Kerentanan} = \text{Kerentanan Lingkungan} + \text{Kerentanan Sosial}$$

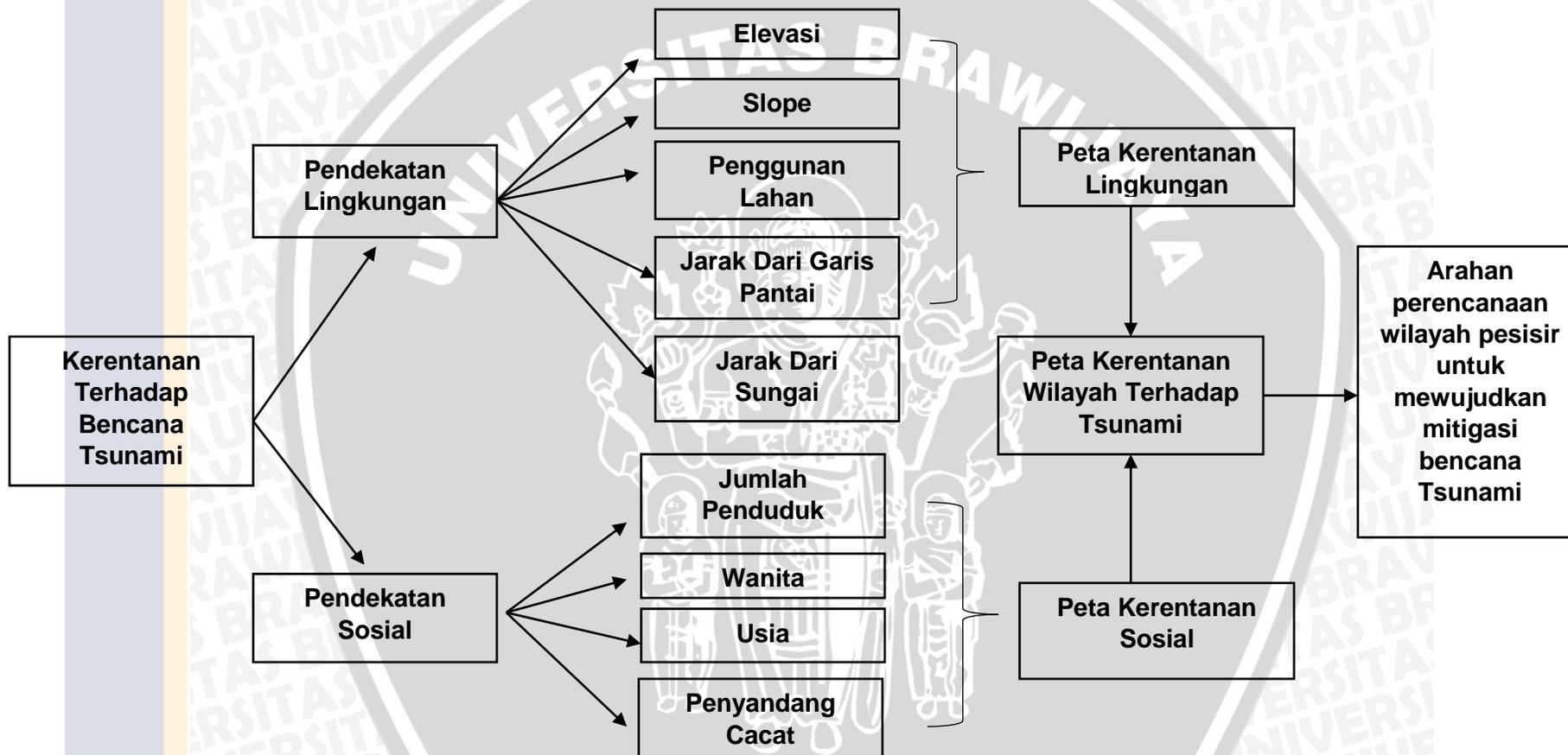
Kombinasi dari total kerentanan di pesisir Tulungagung adalah dari 2 variabel yaitu :

1. Kerentanan Lingkungan : Slope, elevasi, penggunaan lahan, jarak dari pantai, dan jarak dari sungai.
2. Kerentanan Sosial : Jumlah penduduk, usia, wanita, dan penyandang cacat

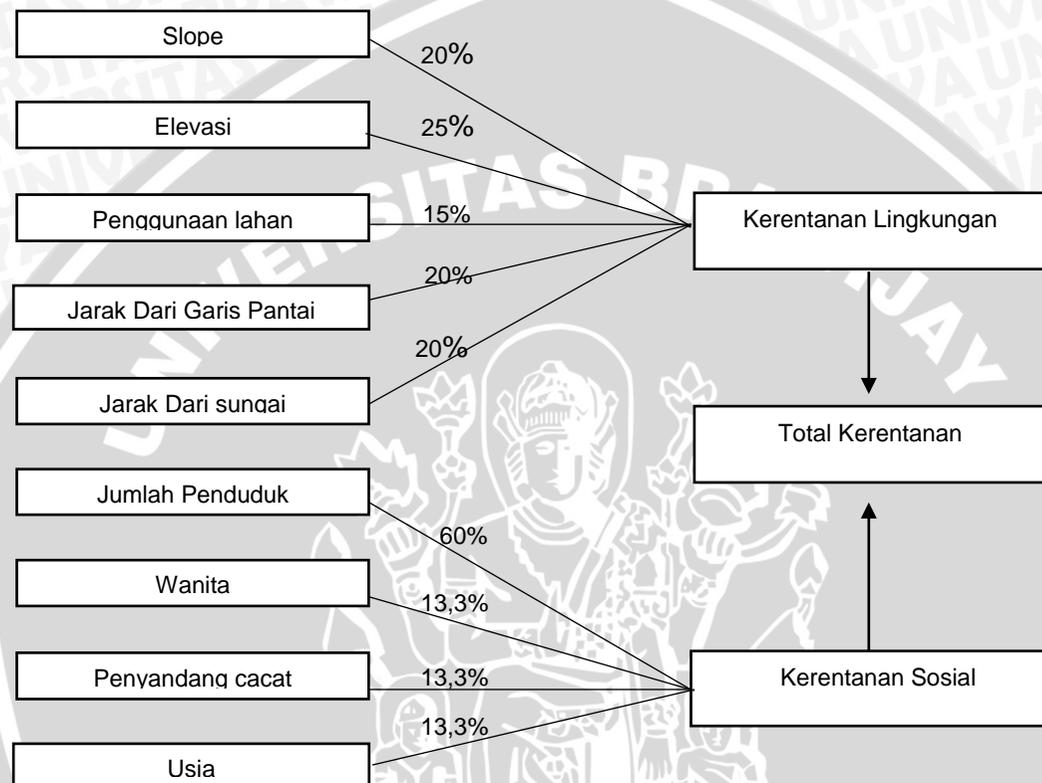


### 3.8 Diagram Alur Penelitian

Tahapan penelitian yang dilaksanakan tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alur Penelitian



Gambar 7 Diagram pembobotan masing-masing parameter  
(Sumber : Faiqoh *et al.*, 2014 ; Perka BNPB. 2012)

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Wilayah Kabupaten Tulungagung

#### 4.1.1 Gambaran Umum

Secara geografis Kabupaten Tulungagung terletak antara koordinat ( $111^{\circ}43'$  -  $112^{\circ}07'$ ) Bujur Timur dan ( $7^{\circ}51'$  -  $8^{\circ}18'$ ) Lintang Selatan dengan titik nol derajat dihitung dari Greenwich Inggris. Secara administrasi batas Kabupaten Tulungagung di sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Kediri, Nganjuk Blitar sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Blitar sebelah selatan berbatasan dengan Samudra Hindia/Indonesia sebelah barat dengan Kabupaten Trenggalek dan Ponorogo. Luas wilayah Kabupaten Tulungagung secara keseluruhan sebesar 1.150,41 Km<sup>2</sup> (115.050 Ha) atau sekitar 2,2% dari seluruh wilayah Propinsi Jawa Timur habis terbagi menjadi 19 Kecamatan dan 271 desa/kelurahan (Pemerintah Kabupaten Tulungagung, 2016)

Bagian selatan dari Kabupaten Tulungagung merupakan wilayah Pesisir. Pantai yang terdapat di Kabupaten Tulungagung merupakan pantai terjal. Pada proses pengangkatan kapur selatan terjadi retakan-retakan yang kemudian dengan proses abrasi menimbulkan beberapa teluk yaitu teluk Popoh, teluk Brumbun dan teluk Sine. Pada teluk-teluk ini memungkinkan adanya aktivitas dan pemukiman nelayan. Bentuk teluk mengurangi pengaruh gelombang dan arus laut yang besar dari samudera Hindia. Pada bagian dari teluk juga dimanfaatkan sebagai tempat pendaratan nelayan yang dikenal dengan TPI, seperti di pantai Popoh dan pantai Sine, selain aktivitas nelayan juga terdapat aktivitas permukiman dan pertanian (Astina *et al.*, 2013).

Karakteristik teluk popoh, lokasi pantai yang semakin dekat dengan saluran air PLTA Niyama maka memiliki resiko kebersihan lingkungan, kekeruhan air, dan endapan sedimentasi lumpur dari pengaruh alirannya. Karakteristik teluk

brumbun karena bentuk teluknya menyempit mengakibatkan pantai ini terlindung dari gelombang besar Samudera Hindia dan berpasir karang. Karakteristik teluk sine berhadapan dengan Samudera Hindia sehingga memiliki gelombang besar, pasir kuarsa hitam dan pasir besi (Astina *et al.*, 2013).

Penduduk Kabupaten Tulungagung menurut hasil registrasi penduduk akhir tahun 2012 mengalami kenaikan sebesar 1,07 persen di banding akhir tahun 2011, yaitu dari 1.043.385 jiwa menjadi 1.048.472 jiwa di tahun 2012, yang terbagi atas laki-laki 523.788 jiwa dan perempuan 524.684 jiwa dengan tingkat kepadatan penduduk rata-rata 993 jiwa/km<sup>2</sup>. Memang belum terjadi pemerataan penduduk di Kabupaten Tulungagung. Hal ini bisa dilihat adanya kesenjangan tingkat kepadatan penduduk antar kecamatan. Di satu sisi ada yang tingkat kepadatannya di atas 5.000 jiwa/km<sup>2</sup> namun di sisi lain ada yang kurang dari 500 jiwa/km<sup>2</sup> (BPS Kabupaten Tulungagung, 2013).

#### 4.1.2 Kondisi Fisik dan Lingkungan

Fisiografi Daerah Kabupaten Tulungagung menunjukkan adanya dataran rendah dan dataran tinggi (Bukit dan pegunungan). Kabupaten Tulungagung terbagi menjadi tiga dataran yaitu tinggi, sedang dan rendah. Dataran rendah merupakan daerah dengan ketinggian dibawah 500 m dari permukaan laut, Dataran sedang mempunyai ketinggian 500 m sampai dengan 700 m dari permukaan laut. dataran tinggi merupakan daerah dengan ketinggian diatas 700 m dari permukaan air laut. Gambaran/wilayah secara garis besar dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Bagian Utara (Barat Daya) seluas  $\pm 25$  % merupakan daerah pegunungan yang relatif subur sebagai bagian dari pegunungan Wilis.
2. Bagian Selatan seluas  $\pm 40$ %, merupakan daerah pegunungan yang relatif tandus sebagai bagian dari pegunungan kapur Selatan.

3. Bagian Tengah seluas  $\pm 35\%$ , merupakan dataran rendah yang subur, dimana sebagian daerah ini dilalui oleh Sungai Brantas dan Kali Ngrowo/parit Agung.
4. Wilayah dengan ketinggian 500 - 1.000 meter diatas permukaan air laut meliputi wilayah seluas 8,39% dari luas wilayah Kabupaten Tulungagung.
5. Wilayah dengan ketinggian lebih 1.000 meter diatas permukaan air laut meliputi wilayah seluas 3,15% dari luas wilayah Kabupaten Tulungagung.

Wilayah Kabupaten Tulungagung memiliki kelerengn:

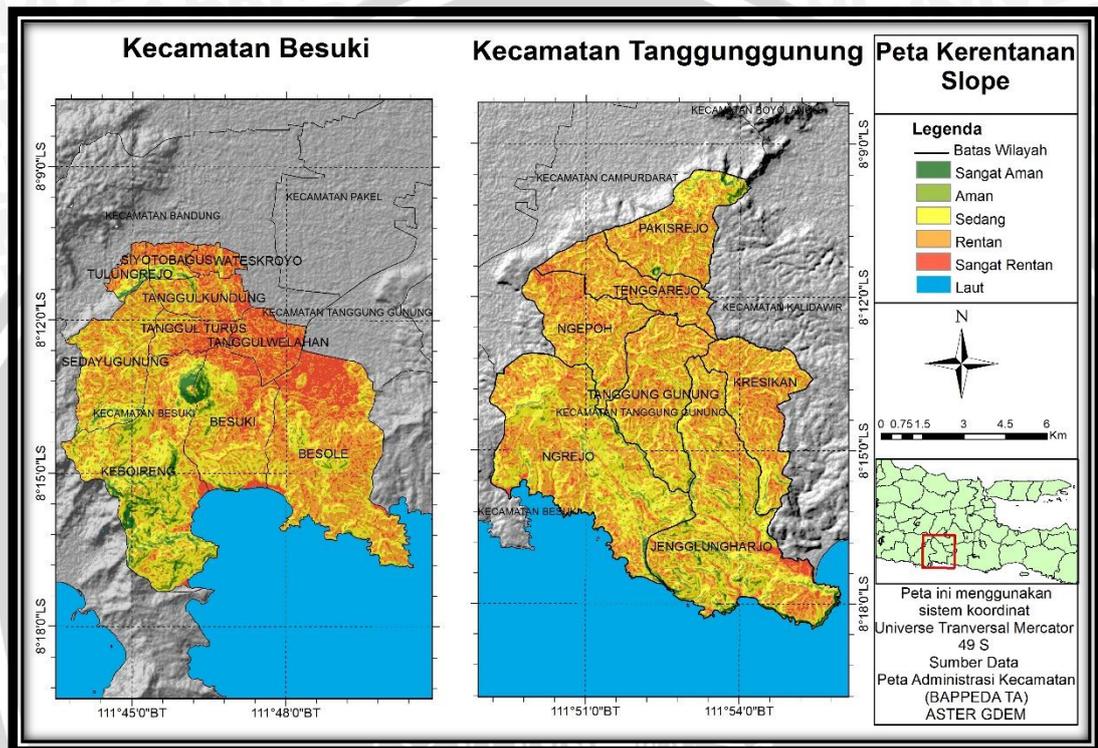
- Lereng 0 – 2%, kemungkinan penggunaan untuk kegiatan pertanian dan pemukiman; mencakup sekitar 40,81% dari luas Kabupaten Tulungagung,
- Lereng 2 – 15 % ,kemungkinan penggunaan untuk kegiatan pertanian dan pemukiman; mencakup sekitar 12,12% dari luas Kabupaten Tulungagung,
- Lereng 15 – 40 %, kemungkinan penggunaan untuk kegiatan pertanian tanaman tahunan/keras; mencakup 33,78% dari luas Kabupaten Tulungagung,
- Lereng di atas 40% merupakan wilayah yang sebaiknya dihutankan sebagai wilayah penyangga tanah, air dan menjaga keseimbangan ekosistem; mencakup luasan sekitar 13,29% dari luas Kabupaten Tulungagung.

#### 4.2 Analisis Kerentanan Lingkungan

Parameter yang digunakan dalam menentukan tingkat kerentanan lingkungan terhadap tsunami adalah slope, elevasi, penggunaan lahan, jarak dari pantai, dan jarak dari sungai.

#### 4.2.1 Slope

Slope merupakan parameter penting dalam penentuan kerentanan tsunami. Semakin curam suatu daratan, maka tinggi run up akan semakin rendah. Pada penelitian ini slope mempunyai bobot 20%. Slope diturunkan dari elevasi menggunakan fungsi *surface analyst* pada menu *spasial analyst*.



Gambar 8 Peta kerentanan slope terhadap tsunami di Kecamatan Besuki Dan Kecamatan Tanggunggunung

Pada penelitian tingkat kerentanan tsunami ini slope di bagi menjadi 5 kelas kerentanan yaitu sangat rentan (0-2%), rentan (2-6%), sedang (6-13%), rendah (13-20% dan sangat aman (>20%). Hasil pemetaan slope Kecamatan Besuki dan Kecamatan Tanggunggunung Gambar 8 memiliki luasan yang di tampilkan pada Tabel 10 di bawah ini :

Tabel 10. Luasan kerentanan slope Kecamatan Besuki.

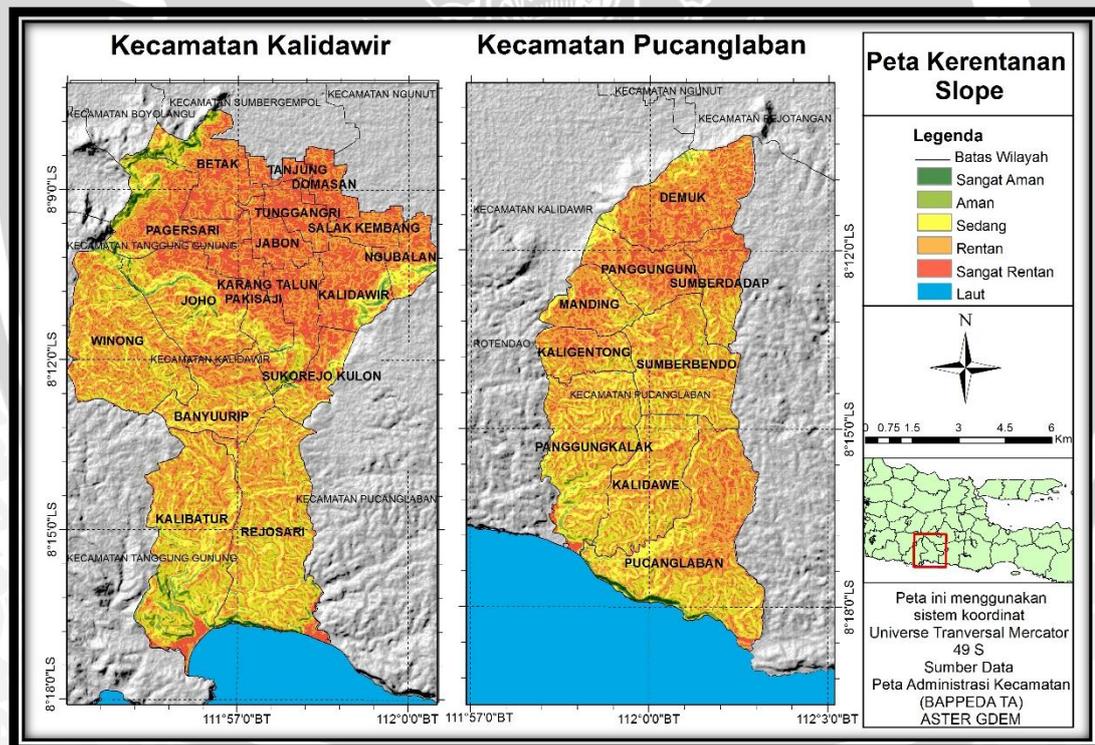
No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (Ha)
1	Sangat Rendah	1.927	1.734.300	173,43
2	Rendah	6.808	6.127.200	612,72
3	Sedang	33.536	30.182.400	3.018,24
4	Rentan	42.900	38.610.000	38,61
5	Sangat Rentan	17.119	15.407.100	1.540,71

Dari hasil klasifikasi dan penjumlahan sel luasan wilayah yang tergolong sangat rentan di Kecamatan Besuki adalah 1.540,71 ha, sedangkan yang terdapat pada kelas rentan merupakan wilayah yang paling luas yaitu 38,61 ha

Tabel 11. Luasan kerentanan slope Kecamatan Tanggunggunung

No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (Ha)
1	Sangat Rendah	859	773.100	77,31
2	Rendah	5.930	5.337.000	533,70
3	Sedang	49.282	44.353.800	4.435,38
4	Rentan	59.959	53.963.100	5.396,31
5	Sangat Rentan	11.025	9.922.500	992,25

Berdasarkan hasil dari klasifikasi slope di Kecamatan Tanggunggunung luas wilayah yang tergolong kelas sangat rentan adalah 992,25 Ha dan wilayah yang terdapat pada kelas rentan adalah 5.396,31 Ha dengan rentang slope 2-6%.



Gambar 9 Peta kerentanan slope terhadap tsunami di Kecamatan Kalidawir dan Kecamatan Pucanglaban

Hasil pemetaan slope di pesisir Kabupaten Tulungagung sangat bervariasi. Berdasarkan RTRW tahun 2001-2010 Kabupaten Tulungagung. Wilayah dengan

Lereng 0-2%, mencakup sekitar 40,81% dari luas KabupatenTulungagung.

Lereng 2-15% mencakup sekitar 12.12% dari luas Kabupaten Tulungagung.

Tabel 12. Luasan kerentanan slope di Kecamatan Kalidawir

No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas(Ha)
1	Sangat Rendah	738	664.200	66,42
2	Rendah	4.919	4.427.100	442,71
3	Sedang	32.977	29.679.300	2.967,93
4	Rentan	59.851	53.865.900	5.386,59
5	Sangat Rentan	30.040	27.036.000	2.703,60

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah sel dapat diketahui wilayah yang berada pada kelas sangat rentan di Kecamatan Kalidawir luasnya 2.703,60 ha. Wilayah yang berada pada kelas rentan adalah 5.386,59 ha.

Tabel 13. Luasan kerentanan slope Kecamatan Pucanglaban

No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (Ha)
1	Sangat Rendah	369	73.800	7,38
2	Rendah	1.137	227.400	22,74
3	Sedang	23.390	4.678.000	467,80
4	Rentan	44.848	8.969.600	896,96
5	Sangat Rentan	13.932	2.786.400	278,64

Dari hasil klasifikasi slope di Kecamatan Pucanglaban Tabel 14 luas wilayah yang terdapat di kelas sangat rentan adalah 278,64 dengan ketererangan 0-2%.

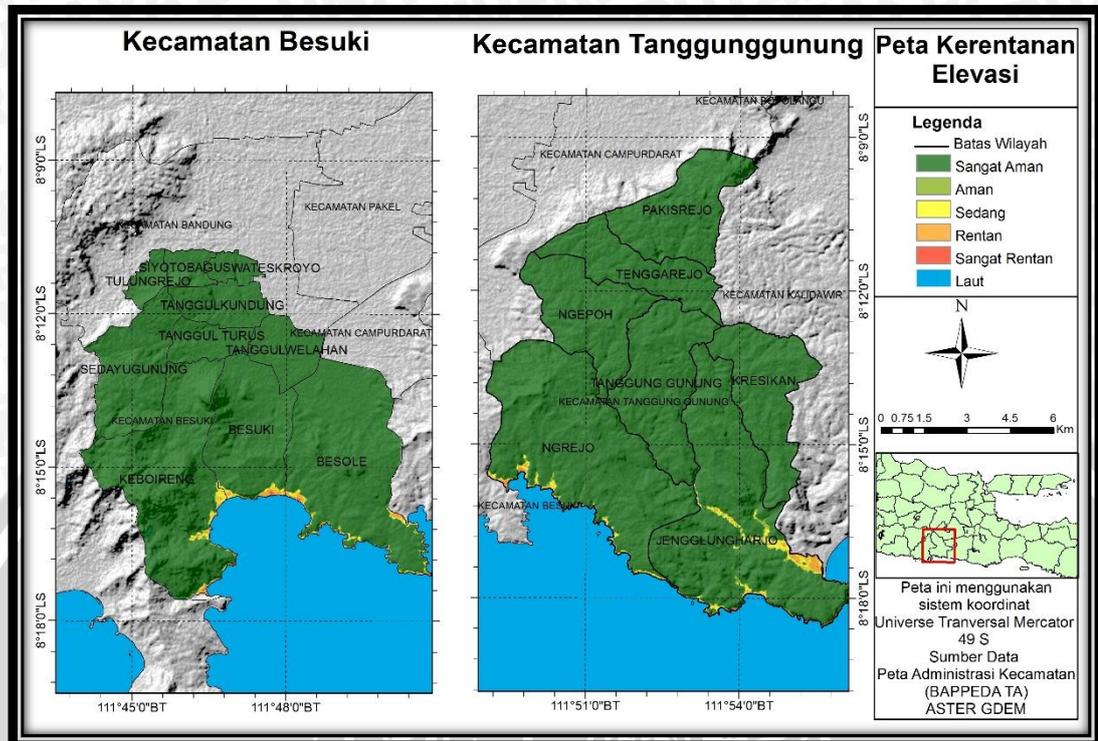
Kelas rentan dengan luas 896,96 ha dengan ketererangan 2-6%.

#### 4.2.2 Elevasi

Elevasi merupakan parameter yang penting dikarenakan semakin rendah elevasi maka tsunami leluasa menuju daratan. Jadi tinggi rendahnya suatu daratan mempengaruhi *run up* tsunami. Oleh karena itu pada penelitian ini elevasi mempunyai bobot 25%.

Data Aster GDEM pada penelitian ini diolah menjadi elevasi. Klasifikasi elevasi dibagi menjadi 5 kelas yaitu kelas Sangat rentan (<5 m), Kelas rentan (5-10 m), sedang (10–15 m), aman (15-20 m) dan (>20 m). Elevasi di pesisir

Kabupaten Tulungagung bervariasi dari dataran rendah sampai dengan dataran yang terjal yang mencapai 651m.



Gambar 10. Peta kerentanan elevasi Kecamatan Besuki dan Kecamatan Tanggunggunung

Berdasarkan hasil dari penjumlahan sel, dapat diketahui luasan wilayah perkelas kerentanan elevasi di Kecamatan Besuki Tabel 14 dan Kecamatan Tanggunggunung Tabel 15.

Tabel 14. Luasan kerentanan elevasi di Kecamatan Besuki

No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (Ha)
1	Sangat Rendah	100.129	90.116.100	9.011,61
2	Rendah	618	556.200	55,62
3	Sedang	830	747.000	74,70
4	Rentan	585	526.500	52,65
5	Sangat Rentan	128	115.200	11,52

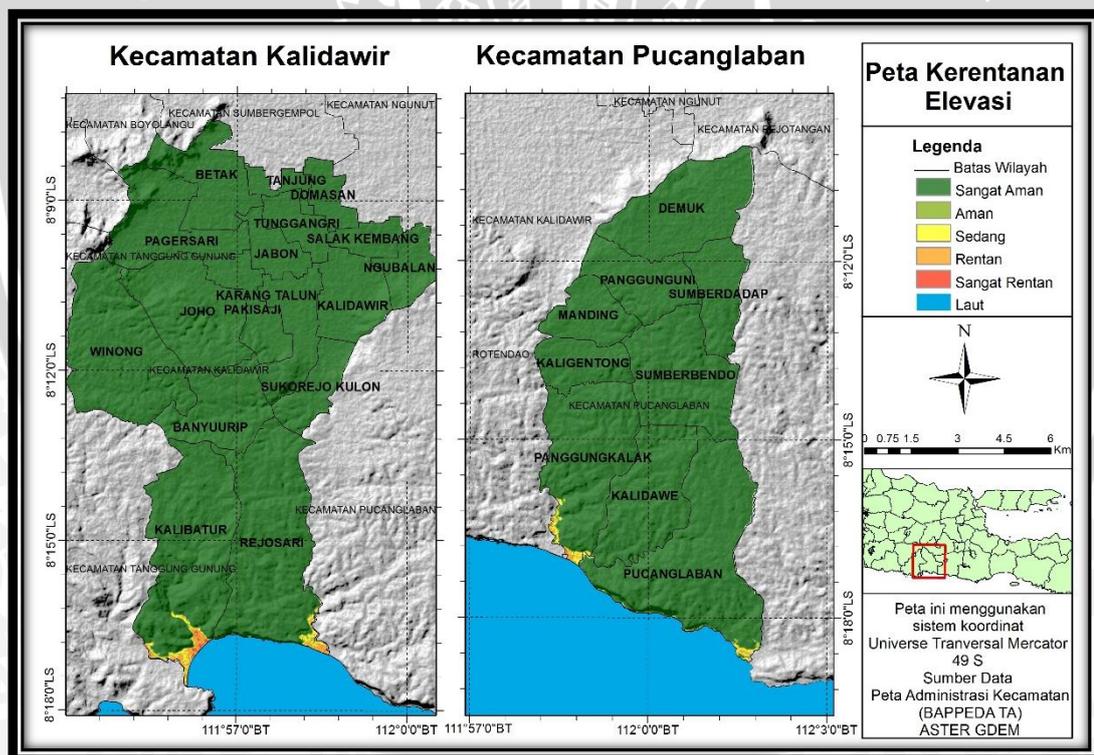
Dari hasil perhitungan klasifikasi elevasi diketahui wilayah yang memiliki kelas kerentanan sangat rentan di Kecamatan Besuki dengan ketinggian kurang dari 5 m adalah 11,52 ha. yang tersebar di sebelah selatan Desa Keboireng, Desa Besuki dan Desa Besole. Wilayah dengan elevasi 5-10 m memiliki luas 52,65 ha.

termasuk pada zona rentan yang mendominasi di selatan desa Besuki, Desa Besole dan Desa Keboireng.

Tabel 15. Luasan kerentanan elevasi Kecamatan Tanggunggunung

No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (Ha)
1	Sangat Rendah	123.983	111.584.700	11.158,47
2	Rendah	1.023	920.700	92,07
3	Sedang	1.189	1.070.100	107,01
4	Rentan	713	641.700	64,17
5	Sangat Rentan	147	132.300	13,23

Berdasarkan hasil pengolahan elevasi di Kecamatan Tanggunggunung didapatkan wilayah yang berada pada kelas sangat rentan terhadap tsunami dengan ketinggian kurang dari 5m yaitu 13,23 ha. Sedangkan yang berada di kelas rentan luasnya 64,17 ha di sebelah selatan Desa Jenggungharjo dan Desa Ngerjo.



Gambar 11 Peta Kerentanan Elevasi di Kecamatan Kalidawir dan Kecamatan Pucanglaban

Berdasarkan hasil dari penjumlahan sel, dapat diketahui luasan wilayah per kelas kerentanan elevasi di Kecamatan Kalidawir Tabel 16 dan Kecamatan Pucanglaban Tabel 17.

Tabel 16. Luasan kerentanan elevasi di Kecamatan Kalidawir

No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (Ha)
1	Sangat Rendah	126.945	114.250.500	11.425,05
2	Rendah	219	197.100	19,71
3	Sedang	572	514.800	51,48
4	Rentan	672	604.800	60,48
5	Sangat Rentan	117	105.300	10,53

Tabel 16 diatas menunjukkan bahwa luas wilayah dengan tingkat kerentanan sangat rentan di Kecamatan Kalidawir adalah 10,53 ha dan kelas rentan ketinggiannya 5-10 m luasnya 60,48 ha. terdapat di Selatan Desa Kalibatur dan Desa Rejosari.

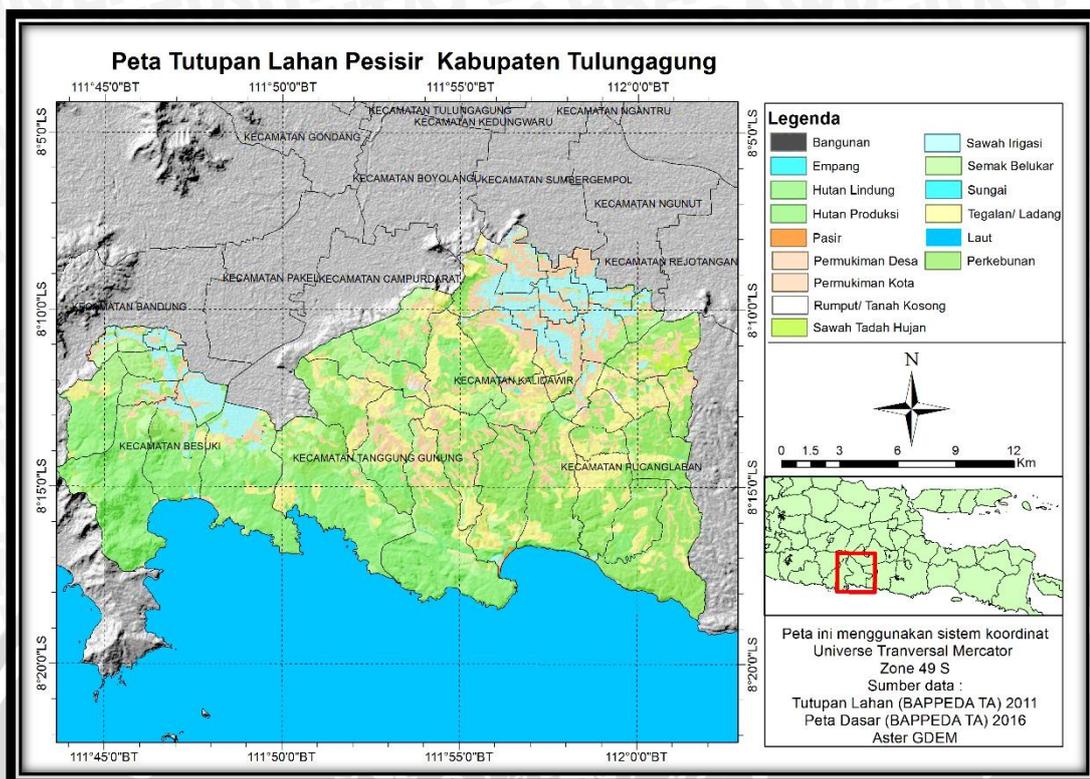
Tabel 17. Luasan kerentanan elevasi di Kecamatan Pucanglaban

No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (Ha)
1	Sangat Rendah	82.818	16.563.600	1.656,36
2	Rendah	268	53.600	5,36
3	Sedang	395	79.000	7,90
4	Rentan	186	37.200	3,72
5	Sangat Rentan	9	1.800	0,18

Kecamatan Pucanglaban merupakan wilayah yang luas tingkat kerentanan di kelas sangat rentan paling kecil 0,18 ha di dibandingkan dengan kecamatan lain. Wilayah dengan tingkat kerentanan rentan memiliki luas 3,72 ha di Selatan Desa Pangungkalak dan Desa Pucanglaban.

#### 4.2.3 Penggunaan Lahan

Pemetaan penggunaan lahan pada penelitian ini menggunakan data spasial dari Bappeda Kabupaten Tulungagung tahun 2011. Berdasarkan data yang didapat penggunaan lahan yang terdapat di pesisir Kabupaten Tulungagung adalah sebagai berikut semak belukar, bangunan, tegalan/lading, sungai, permukiman desa, sawah irigasi, rumput / tanah kosong, perkebunan, pasir, hutan produksi, permukiman kota, empang, sawah tadah hujan, dan hutan lindung. Jenis penggunaan lahan dapat dilihat di Gambar 15.



Gambar 12 Peta penggunaan lahan Kabupaten Tulungagung

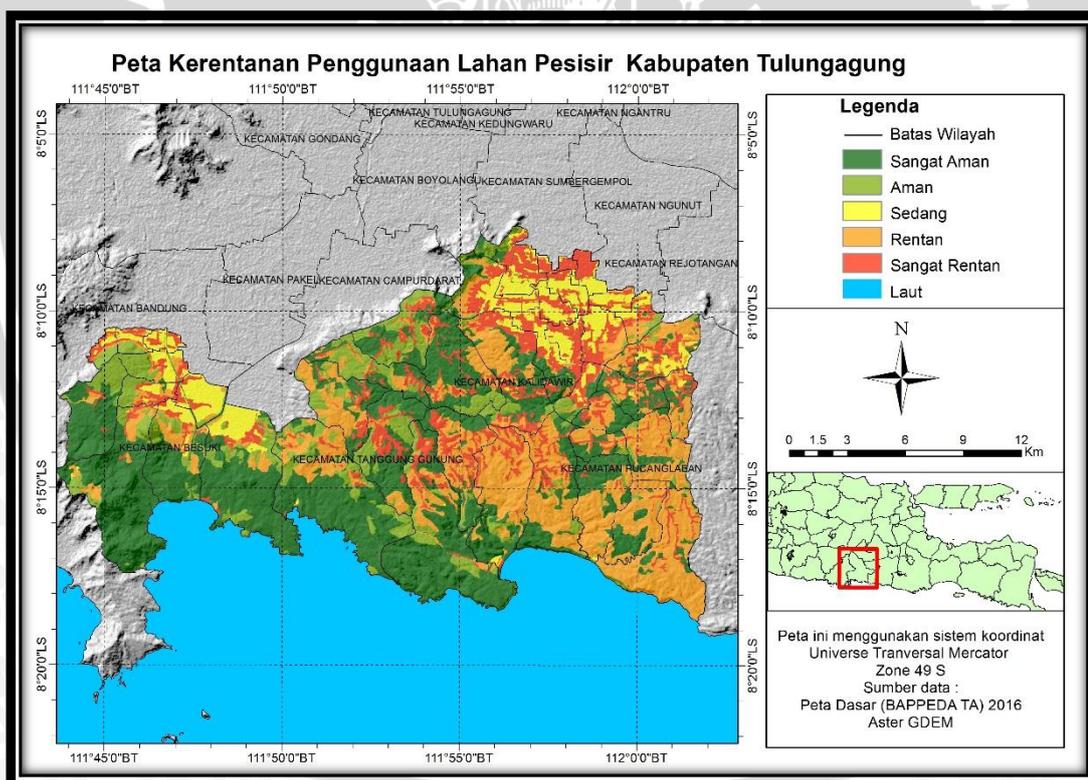
Berdasarkan Gambar 12 di atas dapat di ketahui bahwa luasan masing-masing penggunaan lahan adalah :

Tabel 18. Luasan penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Tulungagung

No	Penggunaan Lahan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (ha)
1	Semak Belukar	54.327	48.894.300	4.889,43
2	Bangunan	41	36.900	3,69
3	Tegalan/ Ladang	67.797	61.017.300	6.101,73
4	Sungai	1.504	1.353.600	135,36
5	Permukiman Desa	45.224	40.701.600	4.070,16
6	Sawah Irigasi	34.800	31.320.000	3132
7	Rumput/ Tanah Kosong	3.176	2.858.400	285,84
8	Perkebunan	117.466	105.719.400	10.571,94
9	Hutan Produksi	61.702	55.531.800	5.553,18
10	Pasir	359	323.100	32,31
11	Permukiman Kota	15.085	13.576.500	1.357,65
12	Empang	21	18.900	1,89
13	Sawah Tadah Hujan	2.120	19.08.000	190,80
14	Hutan Lindung	38.689	34.820.100	3.482,01

Berdasarkan Tabel 18, diketahui bahwa wilayah pesisir Kabupaten Tulungagung didominasi oleh perkebunan, tegalan/ladang, hutan produksi, dan hutan lindung. Dampak yang ditimbulkan oleh bencana tsunami terhadap

masing-masing penggunaan lahan tidak sama. Hal ini karena masing-masing penggunaan lahan memiliki tingkat reduksi tertentu saat terkena gelombang tsunami. Misal untuk sawah irigasi. Sawah irigasi penting diketahui tingkat kerentanannya karena sawah merupakan sumber ekonomi pokok masyarakat. Apabila sawah irigasi terkena limpasan tsunami, maka area sawah tersebut akan tergenang air laut dan tanah sawah yang terkena air asin akan menjadi tanah mati. Dampaknya adalah area sawah tersebut tidak dapat digunakan lagi untuk bercocok tanam. Artinya, bencana tsunami dapat menyebabkan terjadi perubahan lahan. Oleh karena itu, perlu dilihat tingkat kerentanan landuse terhadap tsunami. Pemetaan kerentanan penggunaan lahan di Kabupaten Tulungagung dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Peta kerentanan penggunaan lahan terhadap tsunami di Pesisir Kabupaten Tulungagung

Berdasarkan peta kerentanan penggunaan lahan terhadap tsunami di Pesisir Kabupaten Tulungagung dibagi menjadi 5 kelas kerentanan dengan luas masing masing kelas di Tabel 19:

Tabel 19. Luas wilayah kerentanan penggunaan lahan

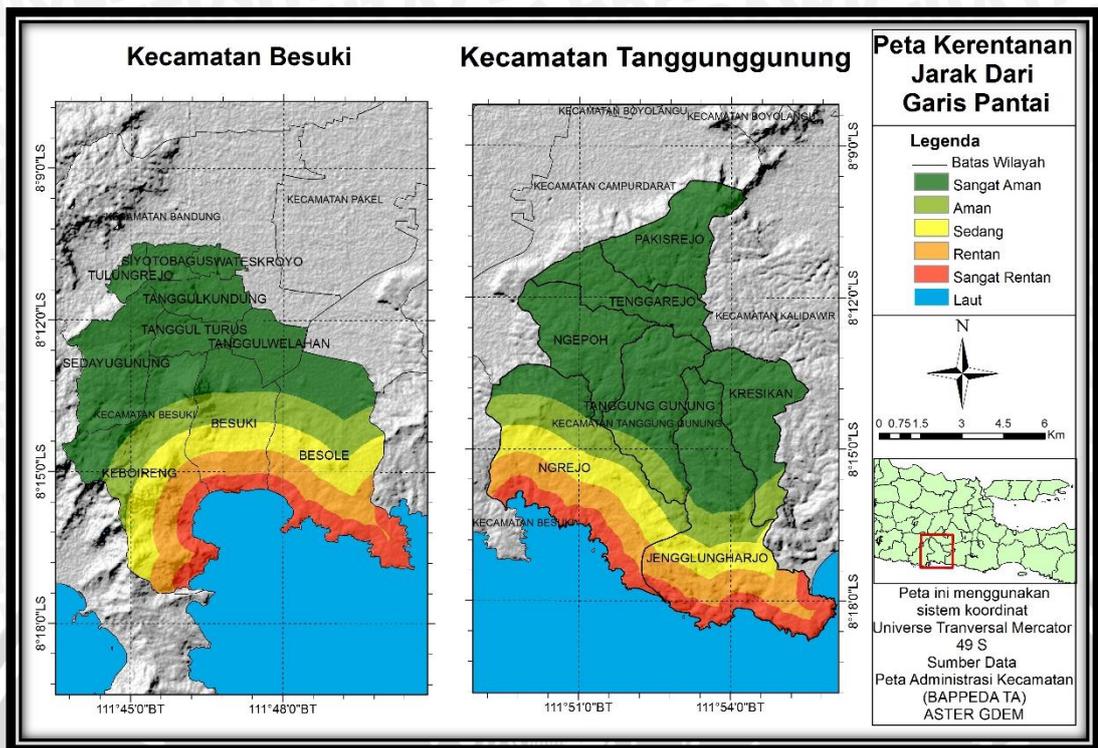
No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas(ha)
1	Sangat Rendah	170.072	153.064.800	15.306,48
2	Rendah	57.503	51.752.700	5.175,27
3	Sedang	36.920	33.228.000	3.322,80
4	Rentan	117.466	105.719.400	10.571,94
5	Sangat Rentan	60.350	54.315.000	5.431,50

Tabel 19 menunjukkan bahwa luas wilayah dengan tingkat kerentanan sangat rentan adalah 5.431,50 ha dan kelas rentan 10.571,50 ha. Untuk kajian kerentanan tsunami, area pemukiman merupakan area yang paling rentan. Sebagian besar daerah pemukiman terletak di daerah pesisir yang berpotensi besar terhadap bahaya tsunami. Penggunaan lahan yang tidak banyak melibatkan manusia seperti hutan lebat, berada pada daerah yang aman. Oleh karena itu, penggunaan lahan pada kawasan pesisir harus memperhatikan konsep penataan ruang yang berbasis bencana alam, dalam hal ini adalah bencana tsunami.

#### 4.2.4 Jarak Dari Garis Pantai

Tsunami memiliki sifat merusak maka dalam tata ruang wilayah seharusnya memperhatikan jarak dari garis pantai. Jarak Pemukiman dari pantai di pesisir Tulungagung paling dekat adalah 36 meter berdasarkan hasil pengukuran dilapang. Kejadian tsunami pada tahun 1994 di Tulungagung genangannya mencapai 90m. Oleh karna itu pada penelitian ini parameter jarak dari garis pantai merupakan salah satu faktor penting dalam analisis dengan bobot 20%.

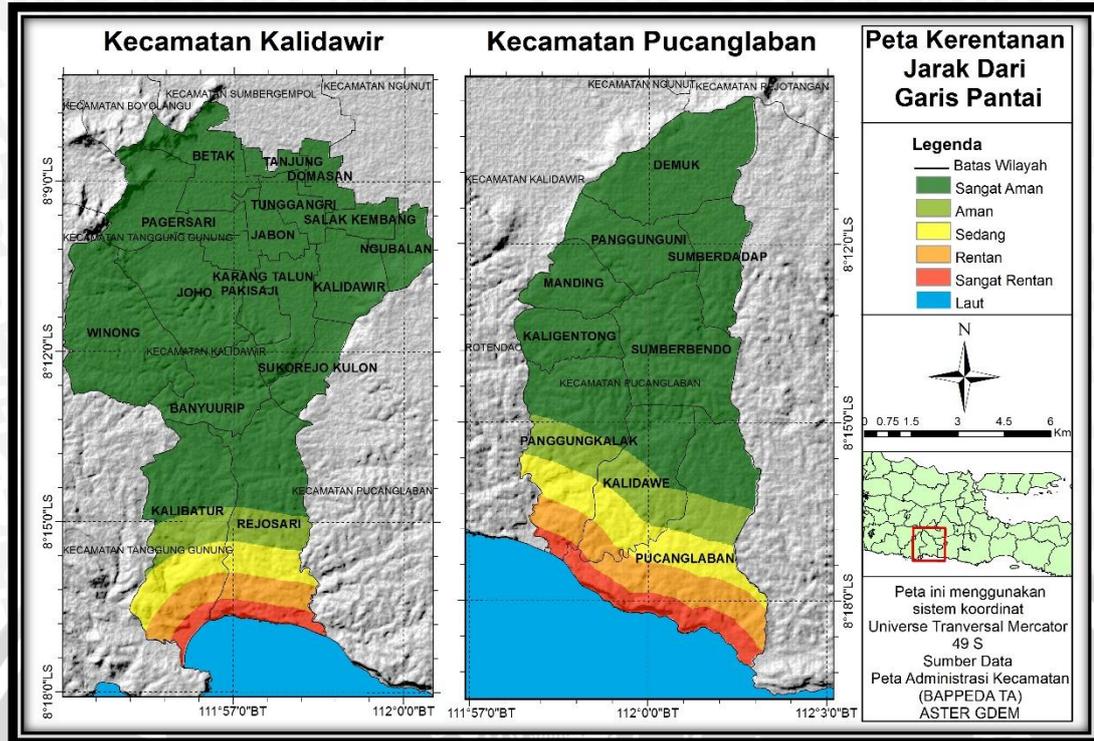
Jarak dari garis pantai dibuat menggunakan peta dasar dari Bappeda Tulungagung yang kemudian di *multi-buffering* untuk membagi wilayah menjadi 5 kelas kerentanan sesuai dengan Tabel 8. Hasil dari pengkelasan tersebut terdapat pada Gambar 14 di bawah ini :



Gambar 14 Peta kerentanan jarak dari garis pantai Kecamatan Besuki dan Kecamatan Tanggunggunung

Berdasarkan Gambar 14 diatas daerah yang berwarna merah merupakan daerah yang sangat rentan di Kecamatan Besuki dan Kecamatan Tanggunggunung. Jarak yang berwarna merah merupakan jarak kurang dari 556 m. Daerah yang berhadapan langsung dengan laut merupakan daerah yang sangat rentan dan sebaliknya.

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapang wilayah Kecamatan Besuki daerah yang sangat rawan adalah pemukiman di pantai popoh karena rumah yang berhadapan dengan laut. Permukiman yang semakin hari semakin meningkat. Kawasan Pesisir Kecamatan Tanggunggunung wilayah yang berbahaya adalah di permukiman brumbun Desa Ngerjo.



Gambar 15 Peta kerentanan jarak dari garis pantai Kecamatan Kalidawir dan Kecamatan Pucanglaban

Hasil dari *multi-buffering* membagi wilayah menjadi 5 kelas kerentanan di Kecamatan Kalidawir dan Kecamatan Pucanglaban yang paling berbahaya ditunjukkan dengan warna merah. Berdasarkan hasil penelitian dilapang permukiman di Sine Kecamatan Kalidawir merupakan zona yang berbahaya. Perkembangan penduduk yang sangat pesat membuat masyarakat di Sine membangun rumah menjorok ke laut.

#### 4.2.5 Jarak Dari Sungai

Tsunami yang masuk aliran sungai akan ada peningkatan kecepatan dan peningkatan massa air karena aliran massa air yang sama harus melakukan perjalanan melalui celah sempit pada waktu yang sama sehingga mampu menciptakan kerusakan yang besar. Pada penelitian ini jarak dari sungai dibatasi hanya sungai – sungai yang besar dan terkena potensi dilewati tsunami.

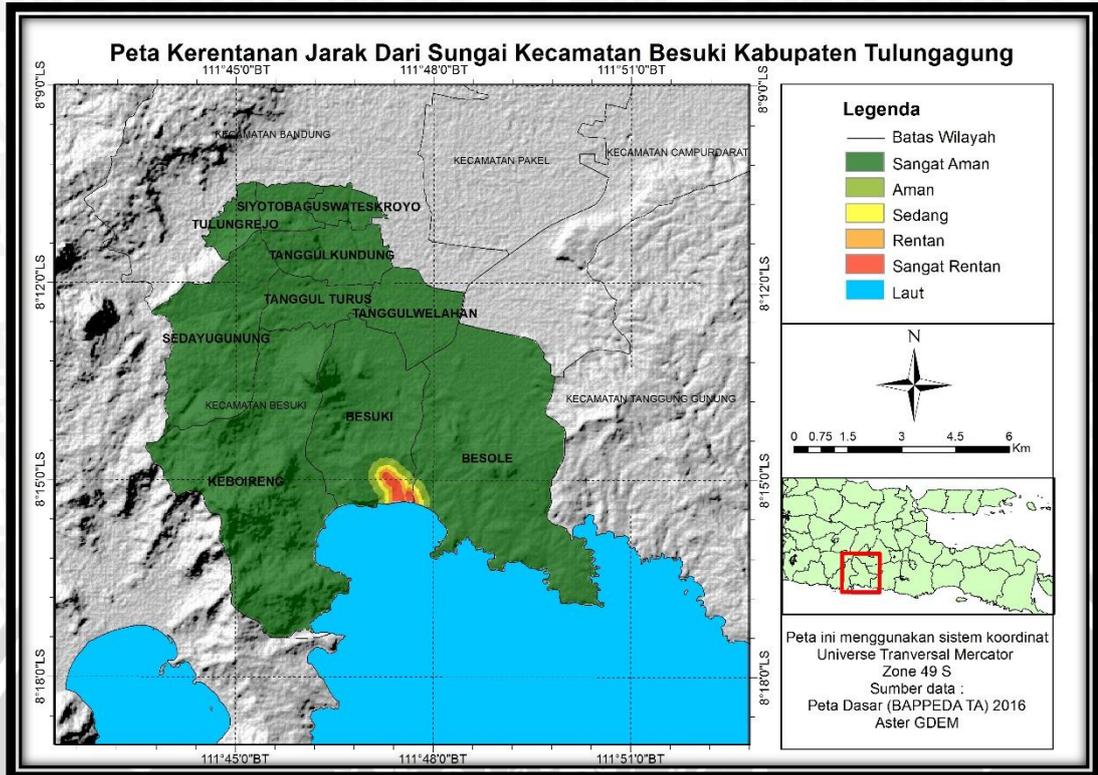
Jarak dari sungai merupakan parameter yang penting dalam menentukan tingkat kerentanan tsunami oleh karena itu pada penelitian ini jarak dari sungai di

beri bobot 20%. Pengkelasan dibuat menjadi 5 kelas 0-100m (sangat rentan), 100-200m (rentan), 200-300 (sedang), 300-500m (aman), dan >500 (sangat aman).

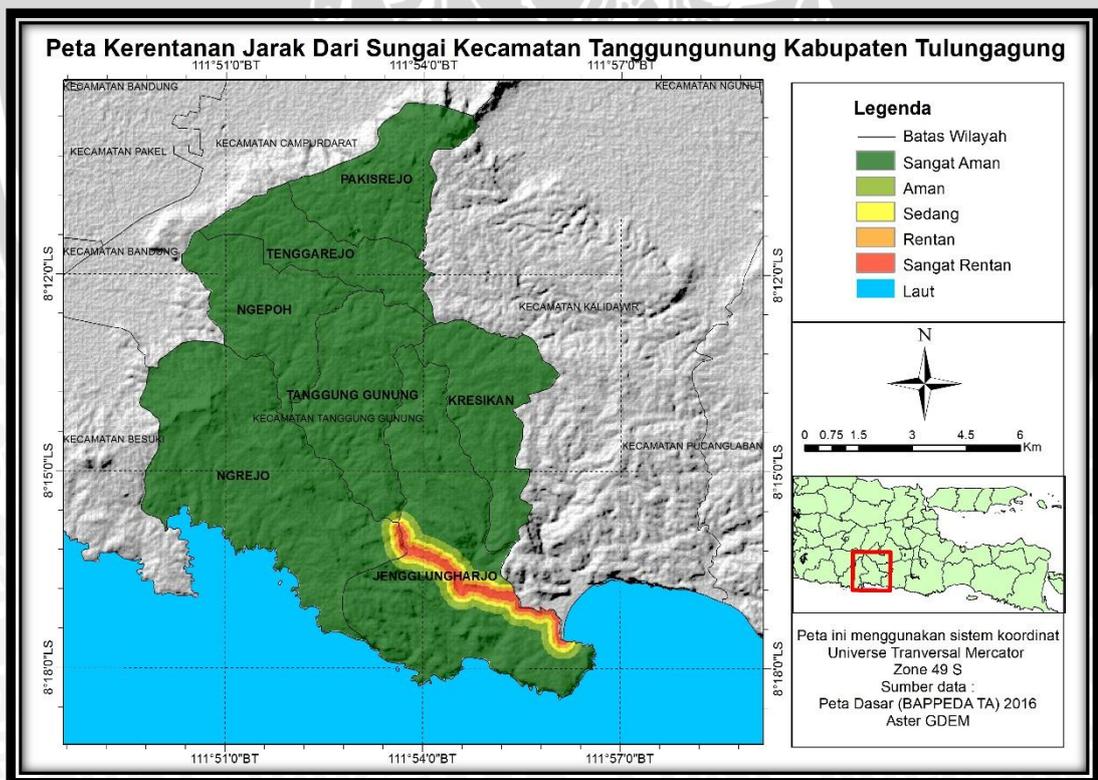
Berdasarkan hasil dari pemetaan jarak dari sungai di pesisir Kabupaten Tulungagung warna merah menunjukkan kelas sangat rentan dan warna orange kelas rentan. Pada penelitian ini jarak dari sungai di buat peta per kecamatan agar tampilan sungai di Peta tambak jelas karena jarang sungai sungai besar di Pesisir Kabupaten Tulungagung.

Sungai yang terdapat di Kecamatan Besuki Gambar 16 terletak di perbatasan Desa Besuki dan Desa Besole. Kecamatan Tanggunggunung mempunyai sungai di Desa Jengglunharjo yang langsung berbatasan dengan Kecamatan Kalidawir Gambar 17. Di Kecamatan Kalidawir terdapat sungai yang berdekatan Gambar 18 apabila terjadi tsunami maka akan terjadi akumulasi energi gelombang dan massa air memungkinkan terjadinya kerusakan yang lebih besar.

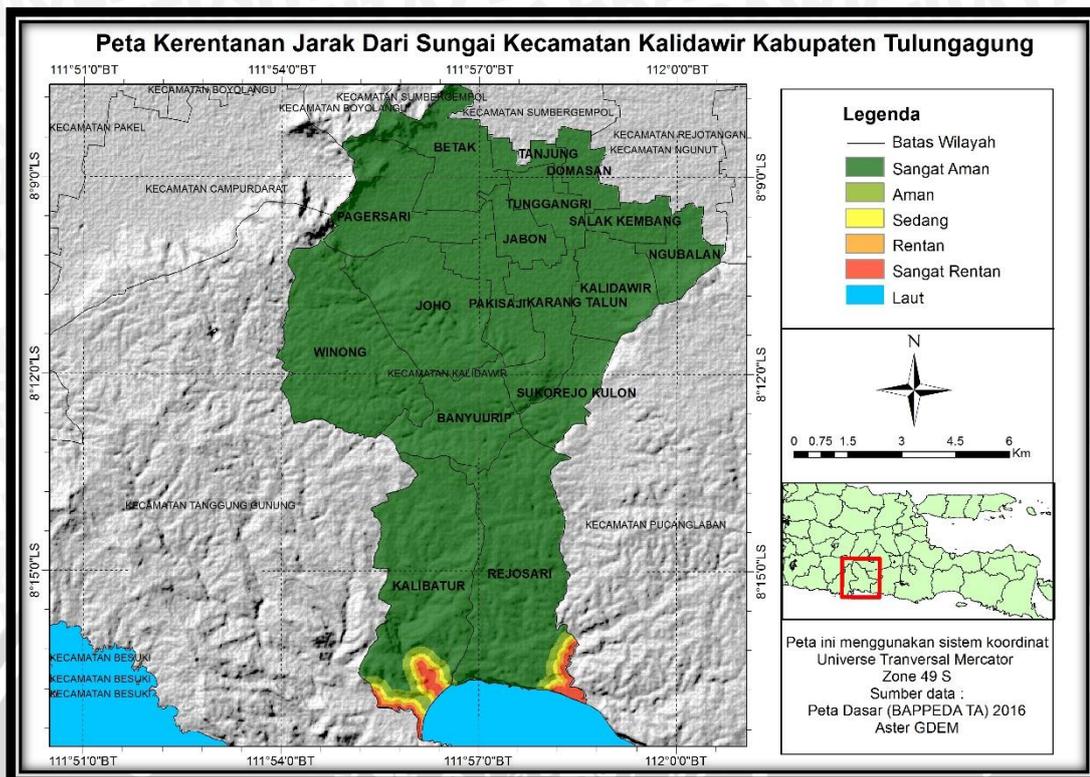
Kecamatan Pucanglaban terdapat sungai yang berada di Desa Pucanglaban, Desa Kalidawe dan Desa Panggungkalak Gambar 19. Dari hasil pengamatan di lapang rumah yang berada di dekat sungai jaraknya adalah 2 m dan 3 m daerah tersebut berada pada zona yang sangat rawan. Pada kejadian tsunami 1994 di Kabupaten Tulungagung terdapat akumulasi air dari sungai dan laut yang menyebabkan semakin luasnya genangan air.



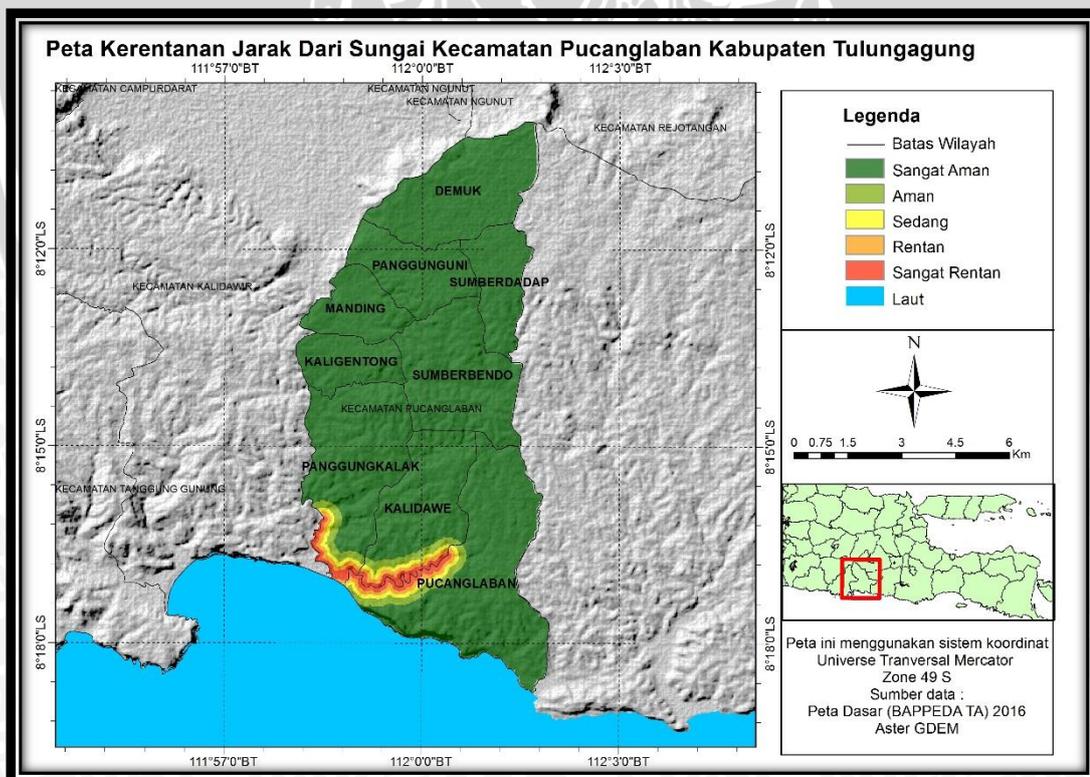
Gambar 16 Peta kerentanan jarak dari sungai terhadap tsunami Kecamatan Besuki



Gambar 17 Peta kerentanan jarak dari sungai terhadap tsunami Kecamatan Tanggungnung



Gambar 18 Peta kerentanan jarak dari sungai terhadap tsunami Kecamatan Kalidawir



Gambar 19 Peta kerentanan jarak dari sungai terhadap tsunami Kecamatan Pucanglaban

### 4.3 Analisis Kerentanan Sosial

Kabupaten Tulungagung merupakan bagian dari Provinsi Jawa Timur yang terdiri dari beberapa Kecamatan, yang sebagian daerahnya adalah wilayah pesisir. Kecamatan Besuki, Kecamatan Tanggunggunung, Kecamatan Pucanglaban, dan Kecamatan Kalidawir merupakan wilayah pesisir yang berbatasan langsung dengan Samudra Hindia. Berdasarkan monografi Kecamatan, maka luas masing masing Kecamatan adalah sebagai berikut:

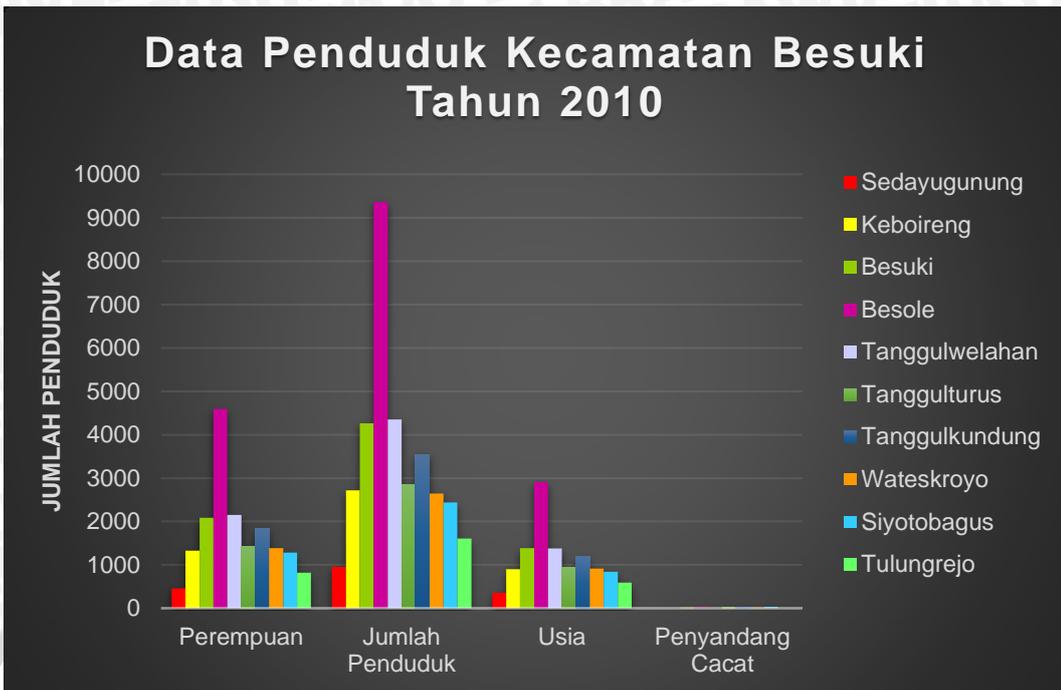
1. Kecamatan Besuki mempunyai luas 83,87 Km<sup>2</sup> terdiri dari 10 desa dengan batas batasnya yaitu sebelah utara adalah Kecamatan Bandung, sebelah timur Kecamatan Campurdarat, sebelah selatan Samudera Indonesia, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Trenggalek. Sedangkan menurut statusnya 10 desa di kecamatan ini berstatus desa semua. Bila dilihat dari penggunaannya sebagian besar wilayah di Kecamatan Besuki merupakan hutan, yaitu seluas 6.025,30 Ha, sedangkan untuk sawah seluas 929 Ha. Wilayah di Kecamatan Besuki yang digunakan untuk perumahan dan pekarangan seluas 998,43 Ha.
2. Kecamatan Tanggunggunung mempunyai luas 117,73 Km<sup>2</sup>, dengan batas-batasnya yaitu sebelah utara adalah Kecamatan Campurdarat, sebelah timur adalah Kecamatan Kalidawir sebelah selatan adalah samudera hindia dan sebelah barat adalah Kecamatan Campurdarat dan Kecamatan Besuki.
3. Kecamatan Kalidawir mempunyai luas wilayah 97,43 Km<sup>2</sup>, dengan batas-batasnya yaitu sebelah utara adalah Kecamatan Sumbergempol, sebelah timur Kecamatan Pucanglaban dan Kecamatan Ngunut, sebelah selatan adalah Samudera Indonesia dan sebelah barat adalah Kecamatan Campurdarat, Tanggunggunung dan Boyolangu.
4. Kecamatan Pucanglaban Luas Wilayah Kecamatan Pucanglaban adalah 86,35 Km<sup>2</sup>, dengan batas-batasnya yaitu sebelah utara adalah

Kecamatan Ngunut, sebelah timur Kabupaten Blitar sebelah selatan Samudra Indonesia dan sebelah barat adalah Kecamatan Kalidawir. penggunaan lahan Pucanglaban merupakan Tegal/Ladang, Perkebunan dan Hutan. Wilayah kecamatan ini yang digunakan untuk ladang mencapai 2.931,15 ha, untuk perkebunan seluas 1.694,12 ha, yang digunakan untuk hutan negara seluas 2.098,43 ha. Sedangkan wilayah yang digunakan untuk persawahan hanya 258,82 ha.

Data Penduduk tiap kecamatan di dapatkan dari Badan Pusat Statistik yang tercantum di Kecamatan Dalam Angka Tahun 2015 Kabupaten Tulungagung. Parameter yang digunakan adalah kepadatan penduduk, wanita, usia dan penyandang cacat data tersebut dapat dilihat di lampiran. Penilaian parameter kerentanan sosial mengacu pada Tabel 9.

#### **4.3.1 Kerentanan Sosial Kecamatan Besuki**

Penduduk kecamatan Besuki tahun 2014 berdasarkan hasil data Sensus Penduduk (SP) Tahun 2010 adalah sebanyak 34.724 jiwa terbagi atas laki-laki 17.348 jiwa dan perempuan 17.376 jiwa dengan tingkat kepadatan penduduk rata rata 414 jiwa/km<sup>2</sup> (BPS Kabupaten Tulungagung, 2015).



Gambar 20 Grafik data penduduk Kecamatan Besuki tahun 2010

Penduduk yang tergolong dalam usia rentan (0- 14 dan > 65 ) jumlahnya adalah 11.392 jiwa namun penduduk yang termasuk dalam penyandang cacat adalah 170 jiwa. Nilai kerentanan sosial di wilayah pesisir Kecamatan Besuki diperoleh setelah masing masing parameter yang digunakan dilakukan pembobotan sesuai dengan metode penskorangan pada Tabel 9. Kemudian di jumlah sehingga menghasilkan skor yang tercantum pada Tabel 20 :

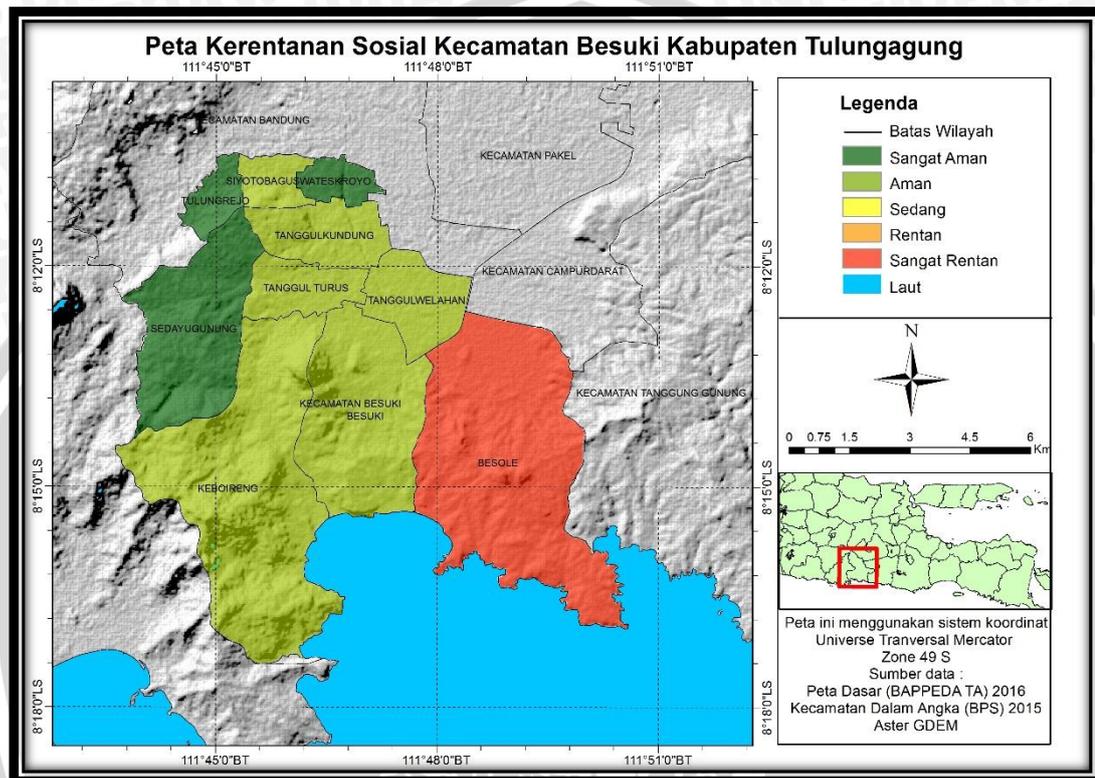
Tabel 20. Total bobot Kecamatan Besuki

No	Desa	Skor
1	Sedayugunung	13,91
2	Keboireng	31,16
3	Besuki	46,37
4	Besole	97,77
5	Tanggulwelahan	44,45
6	Tanggulturus	33,33
7	Tanggulkundung	44,18
8	Wateskroyo	31,79
9	Siyotobagus	36,51
10	Tulungrejo	21,19

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa wilayah yang memiliki bobot tertinggi adalah Desa Besole dengan skor 97,77 sedangkan daerah yang memiliki



skor terendah yaitu desa Sedayugunung. Parameter yang dipakai dalam kerentanan sosial terhadap tsunami adalah jumlah Penduduk dengan botot 60% dan kelompok rentan 40% yang termasuk dalam kelompok rentan adalah wanita (13,3%), Penyandang cacat 13,3% dan Usia (13,3%).



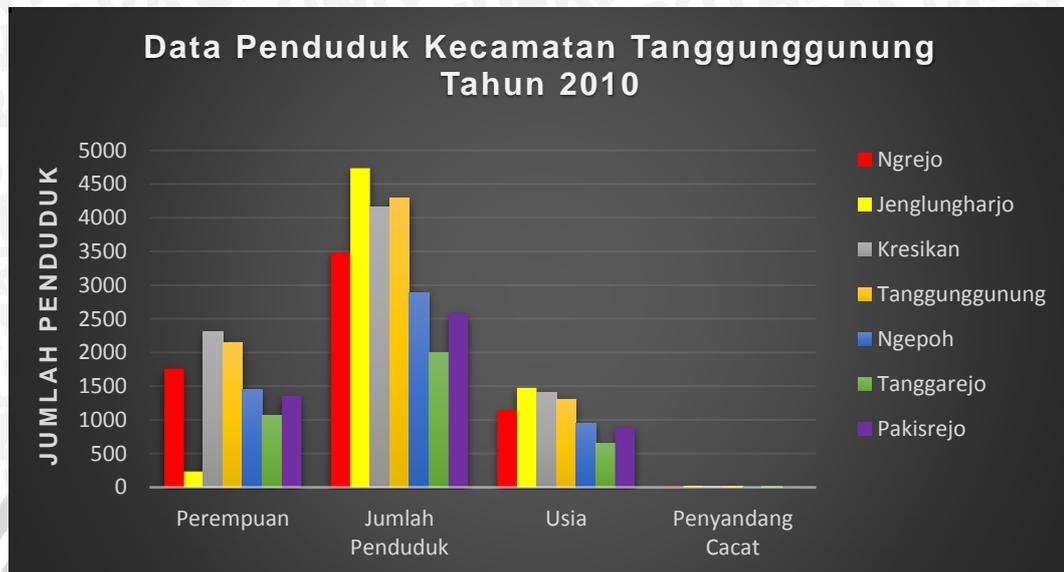
Gambar 21 Peta kerentanan sosial di wilayah Kecamatan Besuki Kabupaten Tulungagung terhadap tsunami (Hasil Analisis).

Setelah dilakukan pembobotan pada masing- masing desa maka diperoleh daerah hasil analisis yaitu daerah yang rentan terhadap tsunami di lihat dari faktor kondisi sosial. Daerah yang memiliki kerentanan tertinggi di Kecamatan Besuki adalah Desa Besole dan daerah yang memiliki kerentanan sangat aman adalah Desa Sedayugunung.

#### 4.3.2 Kerentanan Sosial Kecamatan Tanggunggunung

Penduduk kecamatan Tanggunggunung tahun 2014 menurut hasil sensus penduduk tahun 2010 sebanyak 24.136 jiwa, yang terbagi atas laki-laki 11.695

jiwa dan perempuan 12.441 jiwa dengan tingkat kepadatan penduduk rata-rata 205 jiwa/km<sup>2</sup> (BPS Kabupaten Tulungagung, 2015).



Gambar 22 Grafik data penduduk Kecamatan Tanggunggunung tahun 2010

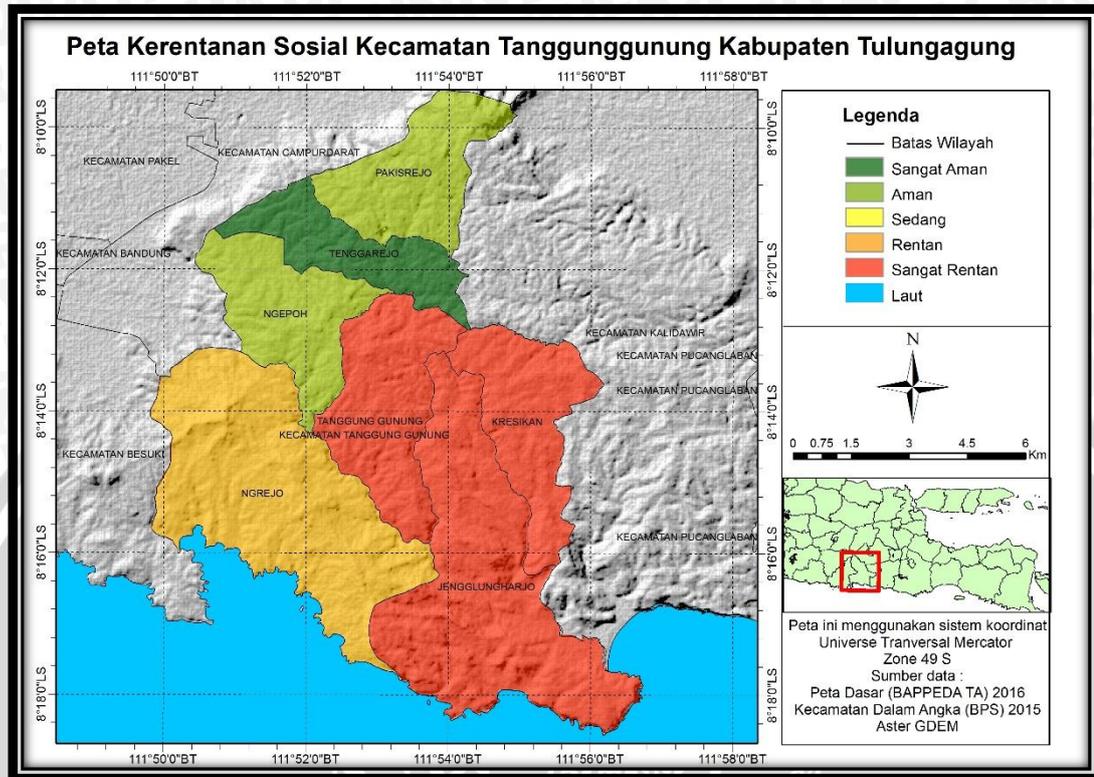
Penduduk yang tergolong dalam usia rentan (0- 14 dan > 65 ) jumlahnya adalah 7078 jiwa, namun penduduk yang termasuk dalam penyandang cacat adalah 103 jiwa. Nilai kerentanan diperoleh dari hasil penskoringan masing masing parameter di wilayah pesisir Kecamatan Tanggunggunung kemudian di dapatkan hasil yang terdapat pada Tabel 21 :

Tabel 21.Total bobot Kecamatan Tanggunuggnung

No	Desa	Skor
1	Ngrejo	73,55
2	Jenglungharjo	88,03
3	Kresikan	89,28
4	<b>Tanggunggunung</b>	89,12
5	Ngepoh	55,79
6	Tanggarejo	43,95
7	Pakisrejo	53,59

Berdasarkan tabel di atas diketahui desa dengan dengan skor tertinggi adalah Desa Kresikan (89,28), sedangkan daerah yang memiliki skor terendah adalah Desa Tanggarejo (43,95). Parameter yang dipakai dalam kerentanan sosial terhadap tsunami adalah jumlah Penduduk dengan bobot 60% dan kelompok

rentan 40% yang termasuk dalam kelompok rentan adalah wanita (13,3%), ,  
 Penyandang cacat (13,3%) dan Usia (13,3%).

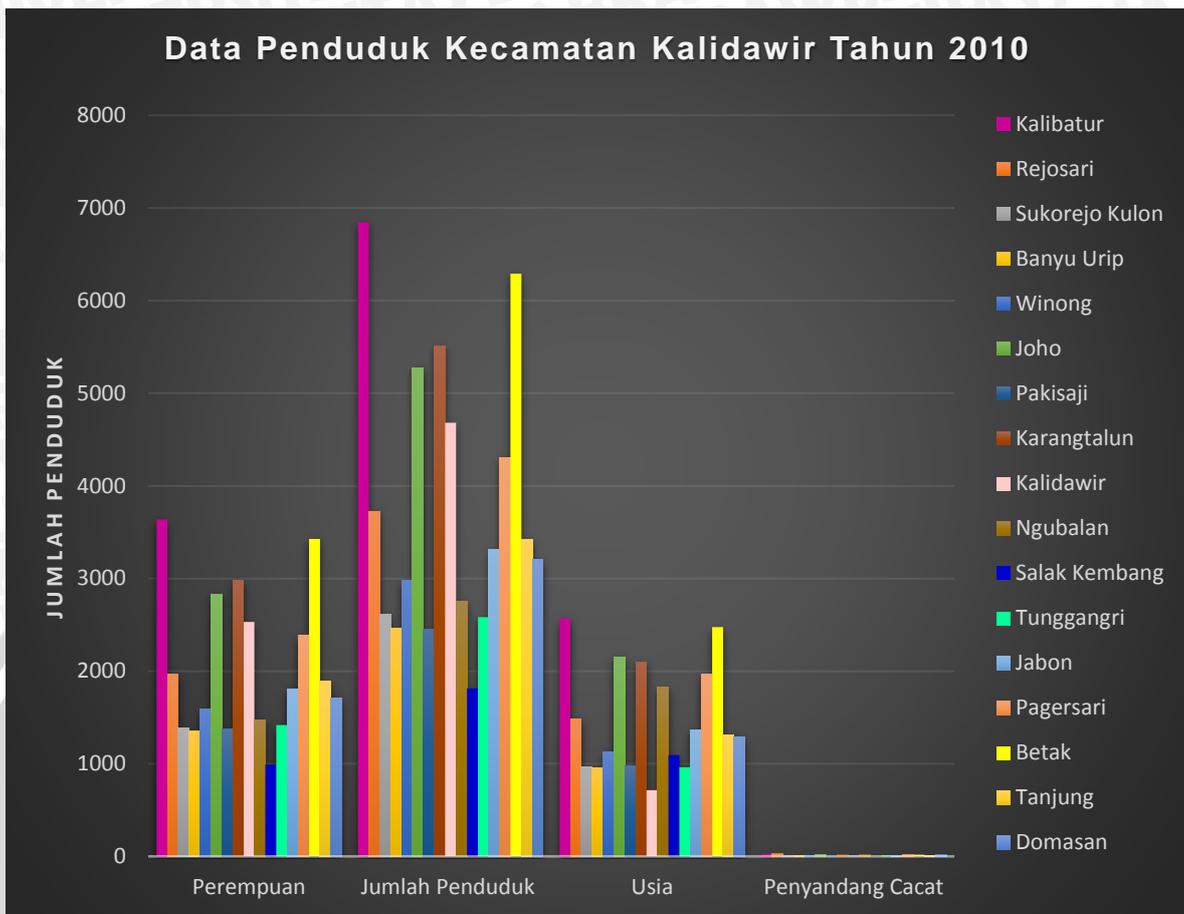


Gambar 23 Peta kerentanan sosial di wilayah Kecamatan Tanggunggunung Kabupaten Tulungagung terhadap tsunami (Hasil Analisis).

Setelah dilakukan pembobotan pada masing- masing desa maka diperoleh daerah hasil analis yaitu daerah yang rentan terhadap tsunami di lihat dari faktor kondisi sosial. Daerah yang memiliki kerentanan tertinggi di Kecamatan Tanggunggunung yaitu Desa Jenglungharjo, Desa Tanggunggunung dan Desa Kresikan sedangkan daerah yang memiliki kerentanan sangat aman adalah desa Tanggarejo.

#### 4.3.3 Kerentanan Sosial Kecamatan Kalidawir

Penduduk kecamatan Kalidawir tahun 2014 menurut hasil sensus penduduk tahun 2010 adalah sebanyak 64.232 jiwa yang terbagi atas laki-laki 29.482 jiwa dan perempuan 34.750 jiwa dengan tingkat kepadatan penduduk rata-rata 739 jiwa/km<sup>2</sup> (BPS Kabupaten Tulungagung, 2015).



Gambar 24 Grafik data penduduk Kecamatan Tanggunggunung tahun 2010

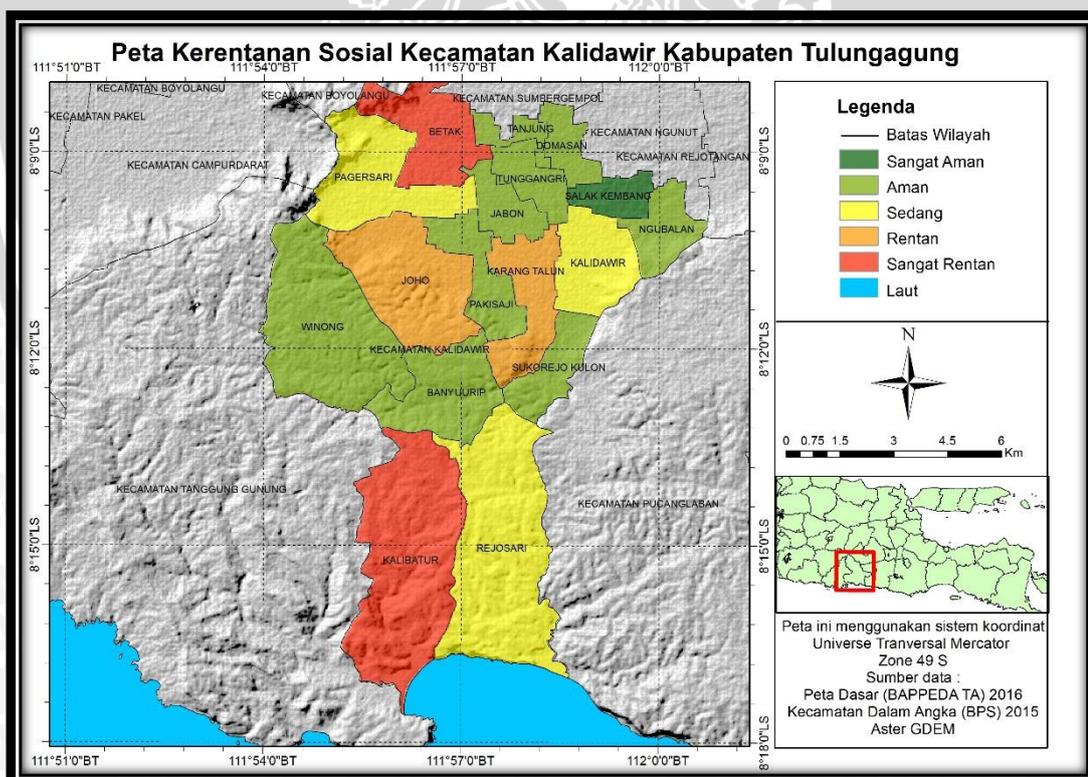
Penduduk yang tergolong dalam usia rentan (0- 14 dan > 65 ) jumlahnya adalah 25.340 jiwa, namun penduduk yang termasuk dalam penyandang cacat adalah 226 jiwa. Nilai kerentanan sosial di wilayah pesisir Kecamatan Kalidawir diperoleh setelah masing masing parameter yang digunakan dilakukan pembobotan sesuai dengan metode penskorangan pada Tabel 9. Kemudian di jumlah sehingga menghasilkan skor yang tercantum pada Tabel 22:

Tabel 22. Total Bobot Kecamatan Kalidawir

No	Desa	Skor
1	Kalibatur	100,00
2	Rejosari	60,40
3	Sukorejo Kulon	37,29
4	Banyu Urip	35,81
5	Winong	43,95
6	Joho	78,23
7	Pakisaji	34,05
8	Karangtalun	78,75

No	Desa	Skor
9	Kalidawir	57,35
10	Ngubalan	45,65
11	Salak Kembang	26,14
12	Tunggangri	38,06
13	Jabon	43,71
14	Pagersari	63,85
15	Betak	88,62
16	Tanjung	49,93
17	Domasan	47,78

Berdasarkan tabel di atas diketahui desa dengan dengan skor tertinggi adalah desa Kalibatur (100), sedangkan daerah yang memiliki skor terendah adalah desa Salak Kembang (26,14). Parameter yang dipakai dalam kerentanan sosial terhadap tsunami adalah jumlah Penduduk dengan botot 60% dan kelompok rentan 40% yang termasuk dalam kelompok rentan adalah wanita (13,3%), Penyandang cacat (13,3 %) dan Usia (13,3%).



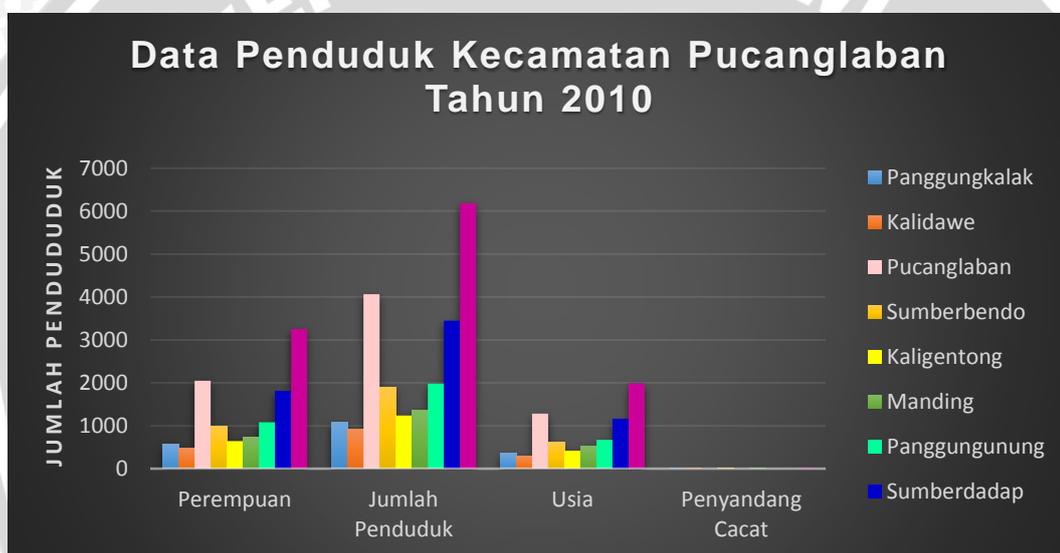
Gambar 25 Peta kerentanan sosial di wilayah Kecamatan Kalidawir Kabupaten Tulungagung terhadap tsunami (Hasil Analisis).

Setelah dilakukan pembobotan pada masing- masing desa maka diperoleh daerah hasil analisis yaitu daerah yang rentan terhadap tsunami di lihat dari faktor

kondisi sosial. Daerah yang memiliki kerentanan tertinggi di Kecamatan Kalidawir yaitu Desa Kalibatur dan daerah yang memiliki kerentanan sangat aman adalah desa Salak Kembang.

#### 4.3.4 Kerentanan Sosial Kecamatan Pucanglaban

Penduduk kecamatan Pucanglaban tahun 2014 berdasarkan hasil data Sensus Penduduk (SP) Tahun 2010 sebanyak 26.736 jiwa, yang terbagi atas laki-laki 13.027 jiwa dan perempuan 13.709 jiwa dengan tingkat kepadatan penduduk rata-rata 310 jiwa/km<sup>2</sup>



Gambar 26 Grafik data penduduk Kecamatan Pucanglaban tahun 2010

Penduduk yang tergolong dalam usia rentan (0- 14 dan > 65 ) jumlahnya adalah 7.281 jiwa, namun penduduk yang termasuk dalam penyandang cacat adalah 45 jiwa. Nilai kerentanan sosial di wilayah pesisir Kecamatan Pucanglaban diperoleh setelah masing masing parameter yang digunakan dilakukan pembobotan sesuai dengan metode penskorangan pada Tabel 9. Kemudian di jumlah sehingga menghasilkan skor yang tercantum pada tabel di bawah ini :

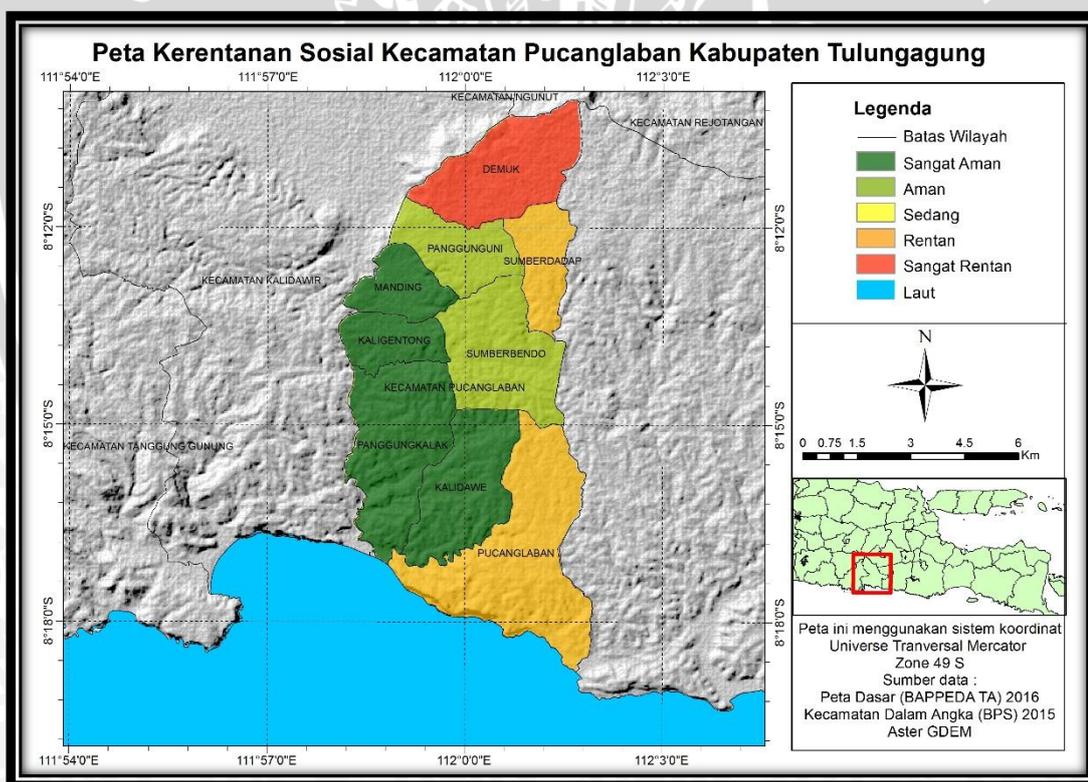
Tabel 23. Total bobot Kecamatan Pucanglaban

No	Desa	Skor
1	Panggungkalak	20.45



No	Desa	Skor
2	Kalidawe	18.79
3	Pucanglaban	61.09
4	Sumberbendo	33.22
5	Kaligentong	20.77
6	Manding	24.35
7	Panggungnung	32.08
8	Sumberdadap	56.67
9	Demuk	100.00

Berdasarkan tabel di atas diketahui desa dengan dengan skor tertinggi adalah Desa Demuk (100), sedangkan daerah yang memiliki skor terendah adalah Desa Kalidawe (18,79). Parameter yang dipakai dalam kerentanan sosial terhadap tsunami adalah jumlah Penduduk dengan botot 60% dan kelompok rentan 40% yang termasuk dalam kelompok rentan adalah wanita (13,3%), Penyandang cacat (13,3%) dan Usia (13,3%).



Gambar 27 Peta kerentanan sosial di wilayah Kecamatan Pucanglaban Kabupaten Tulungagung terhadap tsunami (Hasil Analisis).

Setelah dilakukan pembobotan pada masing- masing desa maka diperoleh daerah hasil analis yaitu daerah yang rentan terhadap tsunami di lihat dari faktor

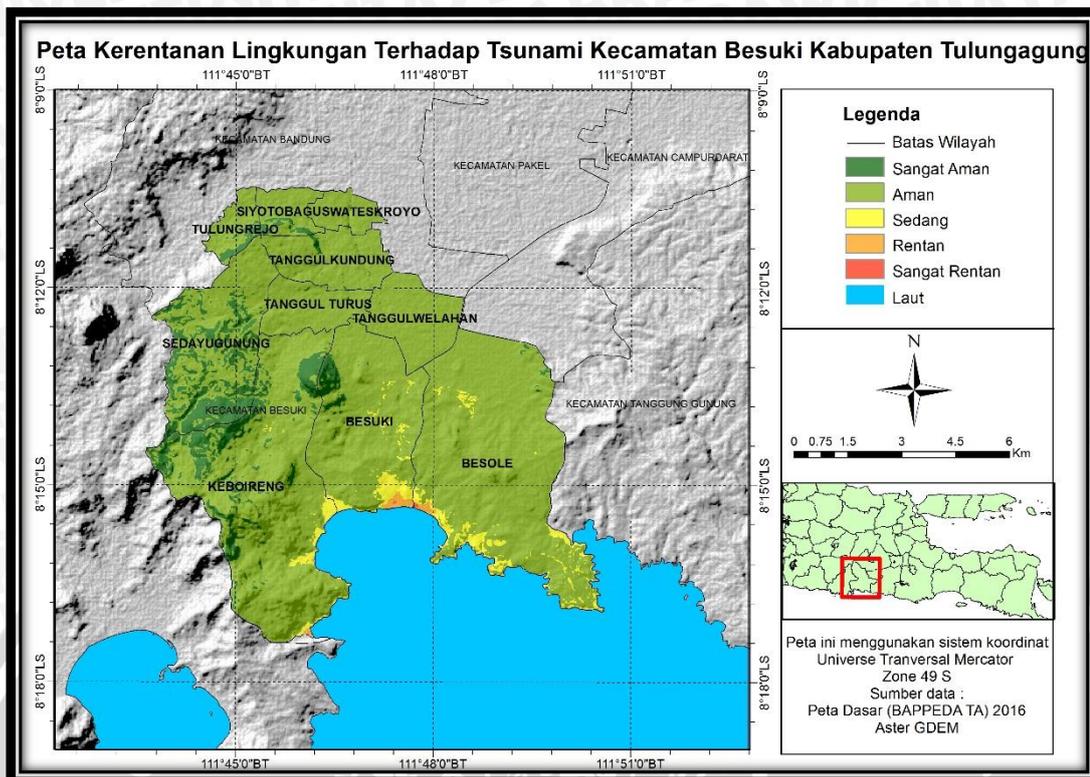
kondisi sosial. Daerah yang memiliki kerentanan tertinggi di Kecamatan Pucanglaban yaitu Desa Demuk dan daerah yang memiliki kerentanan sangat aman adalah desa Panggungkalak.

#### 4.4 Analisis Tingkat Kerentanan

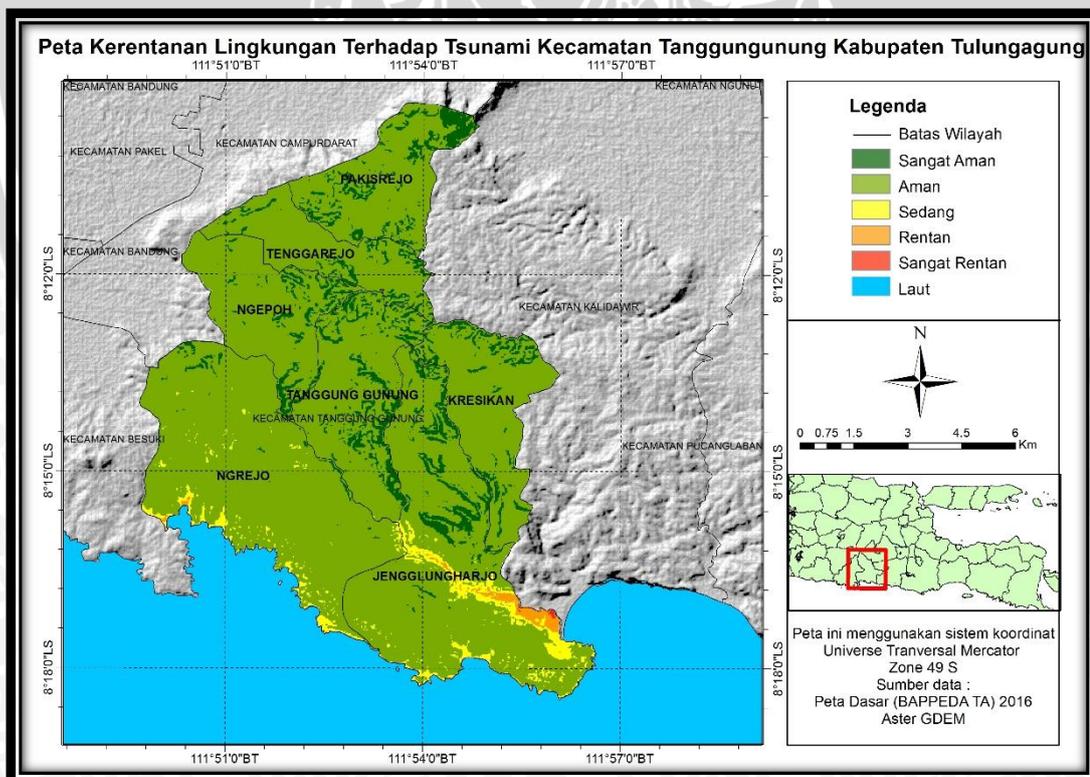
##### 4.4.1 Analisis Tingkat Kerentanan Lingkungan

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *Cell Based Modelling* (CBM). Semua parameter yang mempengaruhi kerentanan lingkungan terhadap tsunami di jadikan raster. Analisis spasial pada data raster merupakan dasar dari permodelan berbasis sel. Setiap sel memiliki nilai tertentu sehingga mempermudah dalam analisis spasial.

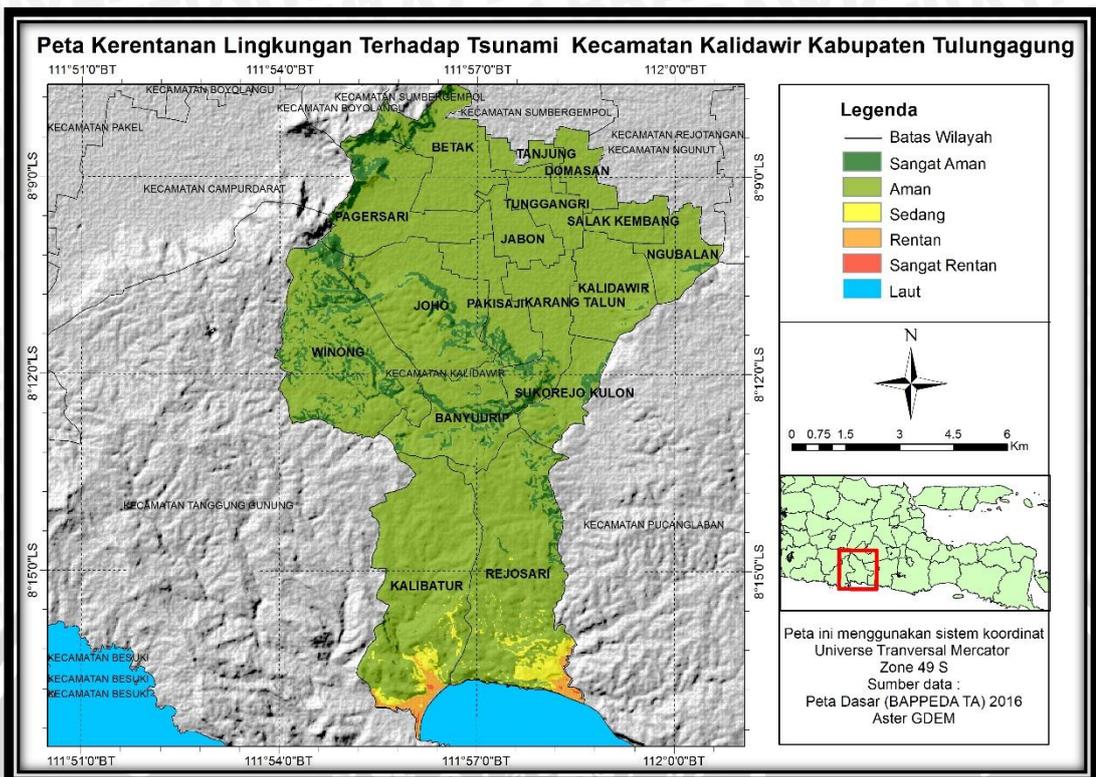
Setiap parameter yang berformat raster kemudian di reklasifikasi menjadi 5 kelas kerentanan. Pengelompokan setiap parameter tersebut mengikuti operasi *zonal function* karena setiap parameter akan mengelompok berdasarkan kesamaan nilai sel tersebut. Setelah dikelompokkan, pengkodean sel (*calculation*) dilakukan secara otomatis oleh perangkat lunak ArcGIS 10.2 menurut selang nilai parameter yang ditentukan. Setelah semua parameter sudah siap maka dilakukan proses *overlay*. *Overlay* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *weight overlay* (sistem pembobotan). Pembobotan pada setiap parameter sesuai dengan Tabel 8.



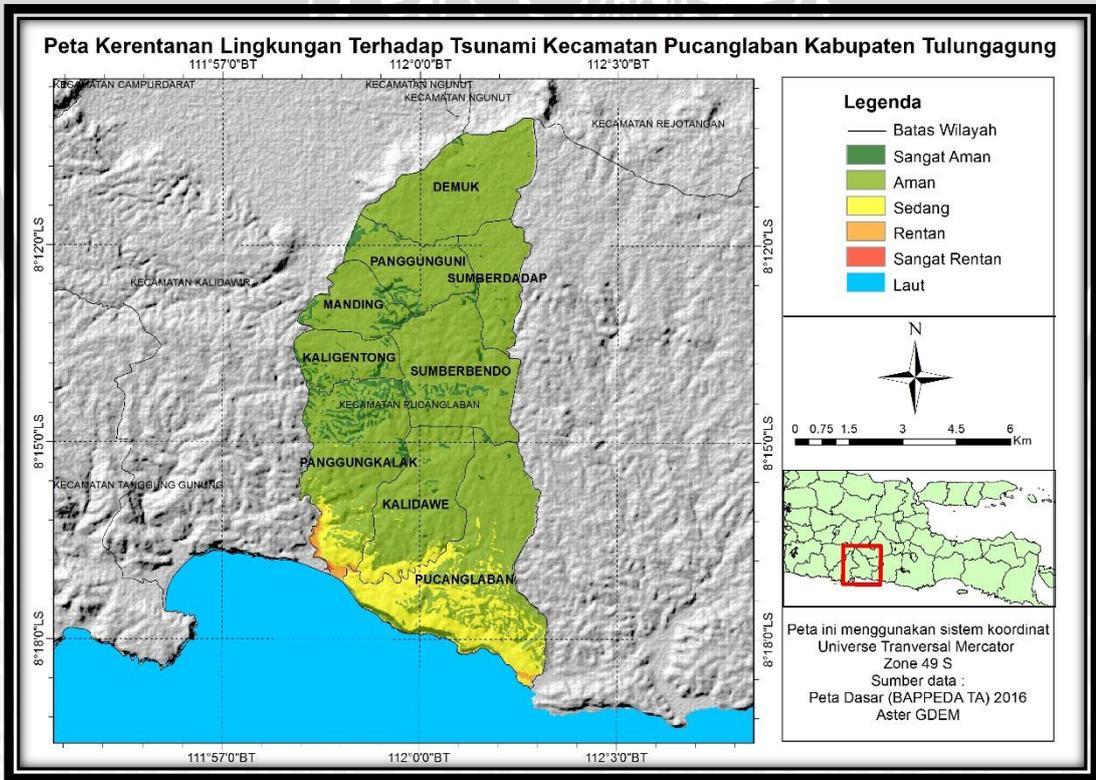
Gambar 28 Peta kerentanan lingkungan terhadap tsunami Kecamatan Besuki Kabupaten Tulungagung



Gambar 29 Peta kerentanan lingkungan terhadap tsunami Kecamatan Tanggunggunung Kabupaten Tulungagung



Gambar 30 Peta kerentanan lingkungan terhadap tsunami Kecamatan Kalidawir Kabupaten Tulungagung



Gambar 31 Peta kerentanan lingkungan terhadap tsunami Kecamatan Pucanglaban Kabupaten Tulungagung

Berdasarkan hasil dari *weighted overlay* pada saat pengolahan data, jumlah sel pada kelas sangat rentan yang tertinggi secara runtut terdapat pada kecamatan Besuki, Kalidawir, Tanggunggunung, dan Pucanglaban. Kelas rentan terhadap tsunami secara runtut terdapat pada Kecamatan Kalidawir, Tanggunggunung, Pucanglaban, dan Besuki. Secara lengkap, jumlah sel (pixel) hasil olahan data tersaji pada Tabel 24.

Tabel 24. Jumlah sel hasil *weighted overlay* masing-masing kecamatan

No	Kecamatan	Jumlah Sel				
		Sangat Aman	Aman	Sedang	Rentan	Sangat Rentan
1	Besuki	9.941	88.544	3.289	401	20
2	Tanggunggunung	11.361	110.643	4.017	889	36
3	Kalidawir	11.149	113.126	2.761	1.258	67
4	Pucanglaban	4.337	69.024	9.562	642	16

Sel hasil pengolahan data, dikalikan dengan nilai dengan nilai masing-masing pixel (30m x 30m). Hasil perkalian dikonversi menjadi luasan (Ha). Luasan kerentanan lingkungan terhadap tsunami tersaji pada Tabel 26.

Tabel 25. Luasan kerentanan lingkungan terhadap tsunami

No	Kecamatan	Luas (ha)				
		Sangat Aman	Aman	Sedang	Rentan	Sangat Rentan
1	Besuki	894,69	7.968,96	296,01	36,09	1,8
2	Tanggunggunung	1.022,49	9.957,87	361,53	80,01	3,24
3	Kalidawir	1.003,41	10.181,34	248,49	113,22	6,03
4	Pucanglaban	390,33	62.12,16	860,58	57,78	1,44

Berdasarkan Tabel 25. Kecamatan dengan kerentanan lingkungan paling tinggi adalah kecamatan Kalidawir seluas 6,03 Ha (sangat rentan) kemudian pada kelas rentan Kecamatan Kalidawir dengan luas wilayah sangat rentan 113,22 Ha. Hal ini menandakan bahwa pada kecamatan tersebut merupakan kawasan rentan terhadap tsunami.

Setelah dilakukan reklasifikasi jumlah sel pada setiap parameter disajikan pada Tabel 26 :

Tabel 26. Jumlah sel per parameter setelah di reklasifikasi

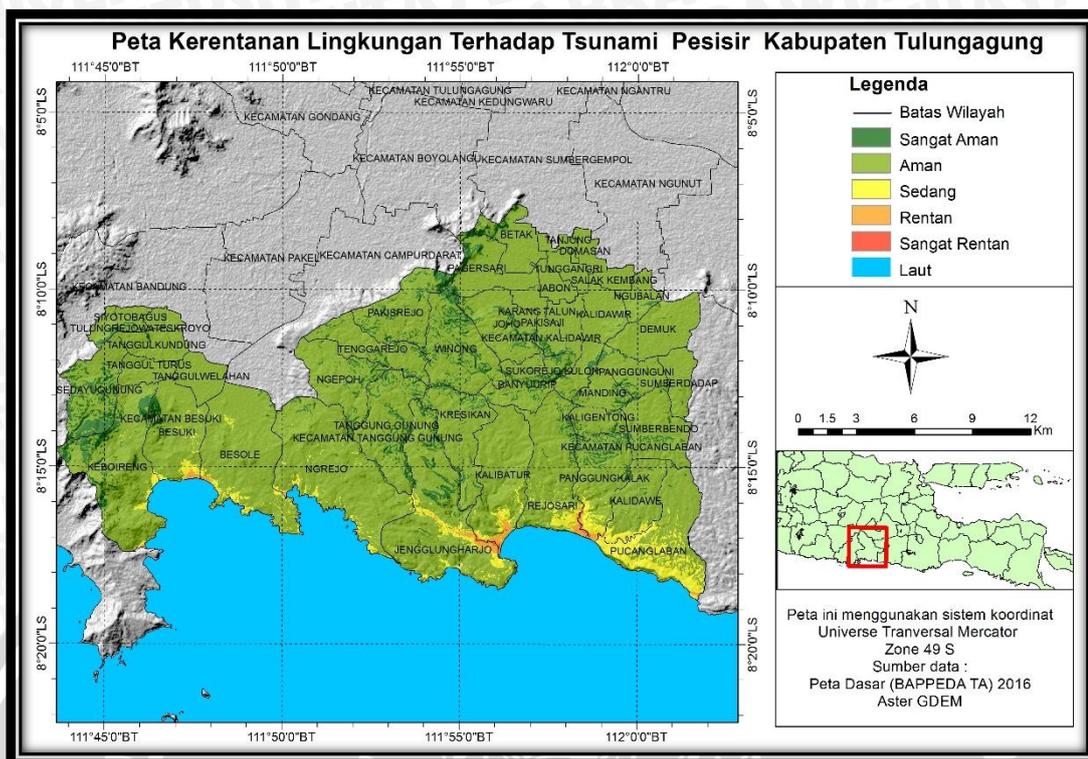
No	Parameter	Jumlah Sel				
		Sangat Aman	Aman	Sedang	Rentan	Sangat Rentan
1	S	3.912	18.816	139.425	207.806	72.139
2	E	434.274	2.154	3.021	2.211	438
3	PL	170.072	57.503	36.920	117.466	60.350
4	JP	286.657	45.466	42.813	38.355	29.977
5	JS	423.432	7.214	3.535	3.548	4.501

Setelah proses *overlay*, akan didapatkan lima kelas kerentanan lingkungan terhadap tsunami, yaitu sangat rentan, rentan, sedang, aman dan resiko sangat aman. Luasan masing-masing kelas kerentanan ini disajikan pada Tabel 26. Berdasarkan Tabel 27. dapat diketahui bahwa luasan daerah sangat rentan, rentan, sedang, aman dan sangat aman berturut-turut adalah 12,69 Ha; 285,30 Ha; 1.771,11 Ha; 34.355,34 Ha; dan 3.311,73 Ha.

Tabel 27. Jumlah sel hasil dari weight overlay

No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (ha)
1	Sangat Rendah	36.797	33.117.300	3.311,73
2	Rendah	381.726	343.553.400	34.355,34
3	Sedang	19.679	17.711.100	1.771,11
4	Rentan	3.170	2.853.000	285,30
5	Sangat Rentan	141	126.900	12,69

Berdasarkan Tabel 27 diketahui bahwa luasan kerentanan lingkungan terhadap tsunami pada tingkat kelas kerentanan sangat rentan adalah 12,69 Ha. dan luas pada kelas rentan adalah 285,30 Ha. Daerah yang memiliki kerentanan tsunami sangat rentan adalah sebelah selatan Desa Besole, Desa Kalibatur, dan Desa Rejosari. Wilayah yang termasuk dalam kelas Rentan adalah selatan Desa Besuki, Desa Besole, Desa Ngerjo, Desa Jengglunharjo, Desa Kalibatur, Desa Rejosari, dan Desa Panggungkalak.



Gambar 32 Peta kerentanan lingkungan terhadap tsunami di Pesisir Kabupaten Tulungagung

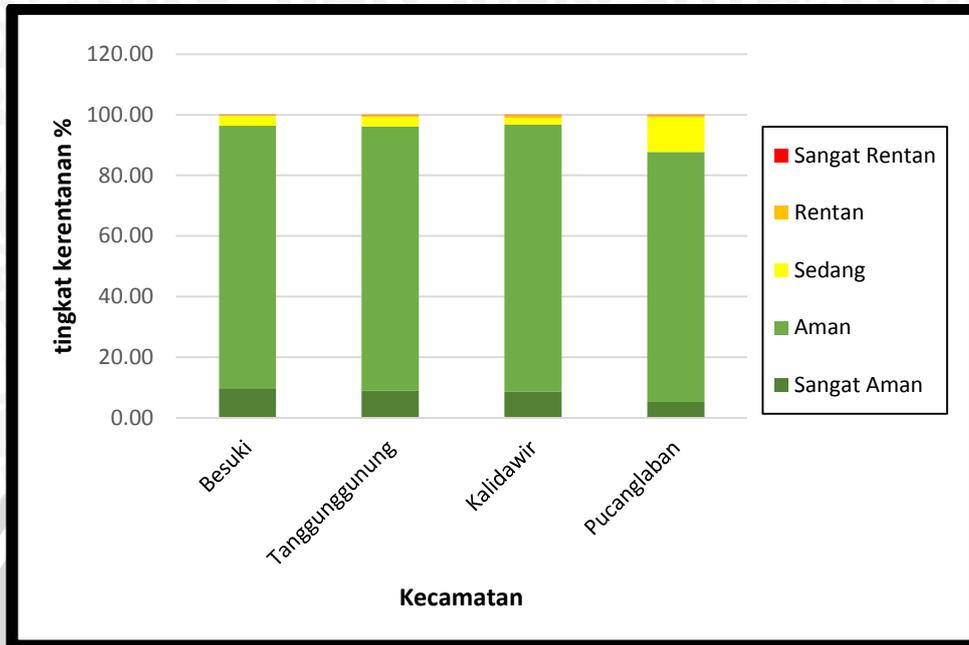
Berdasarkan Gambar 32 dapat diketahui bahwa tingkat kerentanan lingkungan terhadap tsunami di setiap kecamatan berbeda beda. Hal ini tergantung pada karakteristik wilayah masing-masing. Persentase tingkat kerentanan dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28. Persentase tingkat kerentanan lingkungan terhadap tsunami di pesisir Kabupaten Tulungagung

No	Kecamatan	Persentase Tingkat Kerentanan (%)					Total (%)
		Sangat Aman	Aman	Sedang	Rentan	Sangat Rentan	
1	Besuki	9,73	86,64	3,22	0,39	0,02	100
2	Tanggunggunung	8,95	87,16	3,16	0,70	0,03	100
3	Kalidawir	8,69	88,13	2,15	0,98	0,05	100
4	Pucanglaban	5,19	82,58	11,44	0,77	0,02	100

Sesuai hasil pengolahan data kerentanan lingkungan terhadap tsunami, pada Tabel 28. menunjukkan bahwa Kecamatan Besuki memiliki kerentanan lingkungan terhadap tsunami dengan persentase 0,02 % dari total luas wilayah kecamatan Besuki. Kecamatan Kalidawir memiliki kerentanan lingkungan

terhadap tsunami dengan persentase sebesar 0,50 % dari total luas wilayah Kecamatan Kalidawir. Visualisasi Tabel 28 tersaji pada Gambar 33.

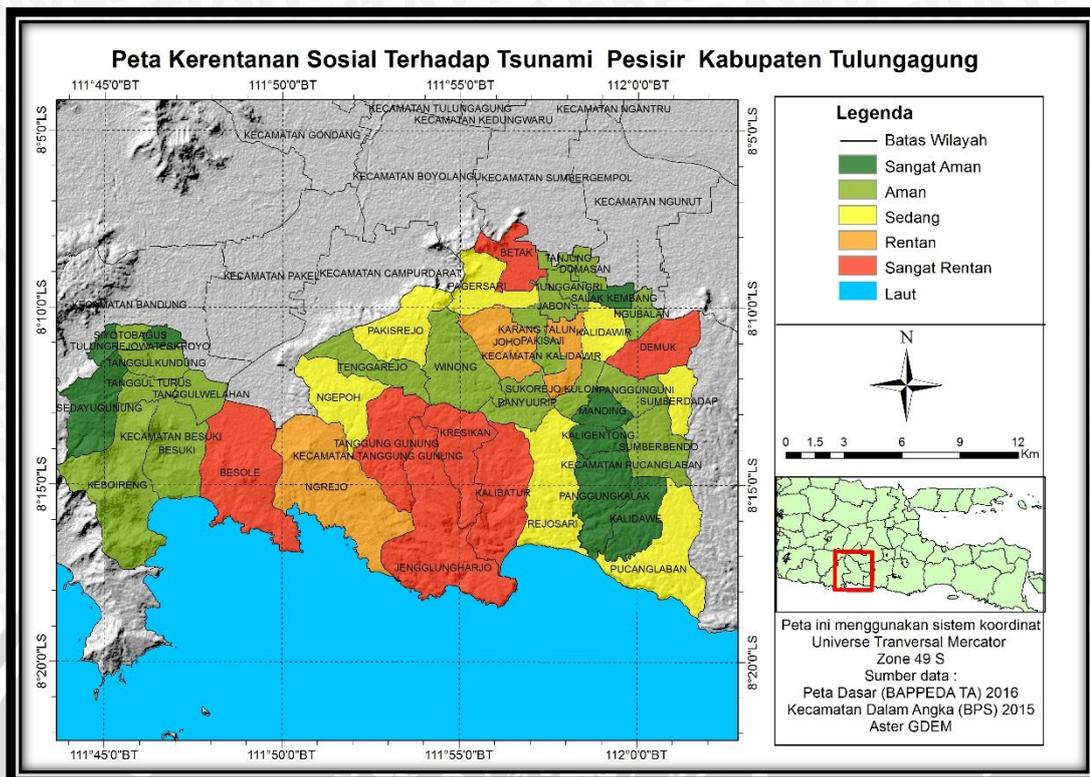


Gambar 33 Grafik kerentanan tsunami per Kecamatan

#### 4.4.2 Analisis Tingkat Kerentanan Sosial

Hasil perhitungan pembobotan kerentanan sosial di Pesisir Kabupaten Tulungagung diperoleh nilai minimal adalah 13,91 dan nilai maksimal adalah 100. Dengan membagi selisih nilai tersebut menjadi lima tingkat kelas kerentanan maka diperoleh interval antar kelas yaitu 17,22 dengan menggunakan rumus persamaan pada sub bab 3.7. Mengacu pada interval kelas tersebut maka nilai pada kelas tingkat kerentanan yang akan dipergunakan adalah: 13,91 - 31,13 (sangat aman), 31,13 - 48,35 (aman), 48,35 - 65,56 (sedang), 65,56 - 82,78 (rentan), dan 82.78 - 100 (sangat rentan).

Proses klasifikasi ulang menggunakan *tools reclassify* pada menu *spasial analyst tool*. Sebelumnya peta kerentanan sosial di ubah dulu ke format raster.

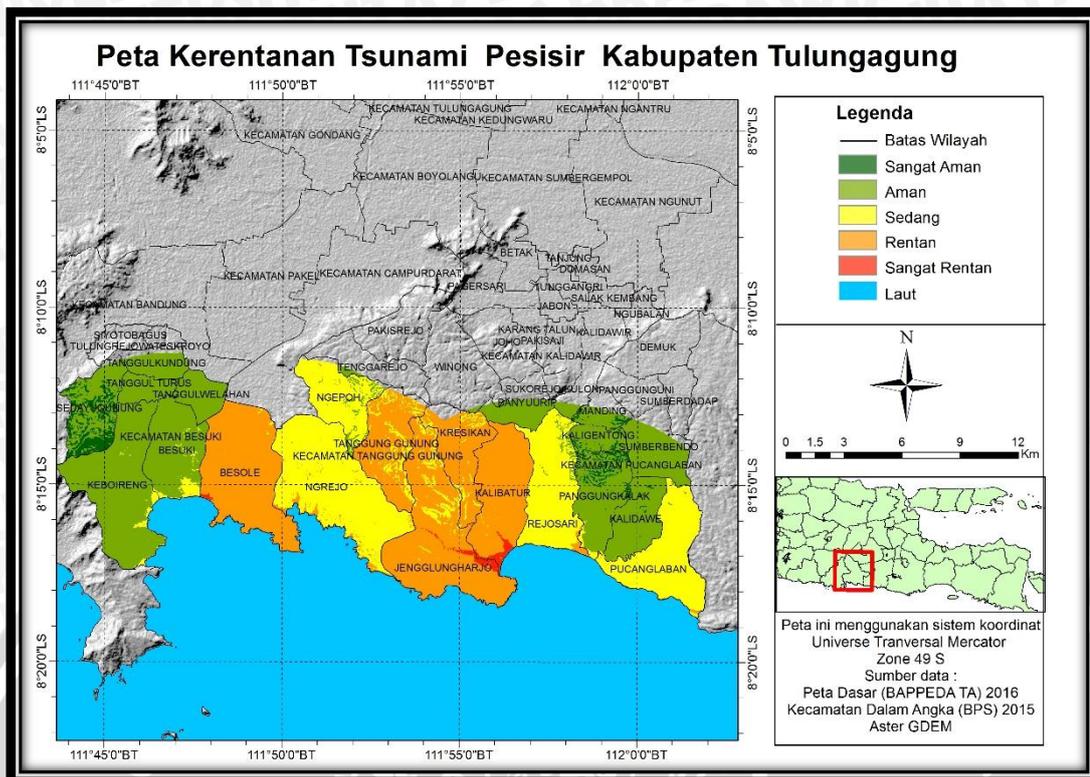


Gambar 34 Peta kerentanan sosial terhadap tsunami di Pesisir Kabupaten Tulungagung

Berdasarkan Gambar 34 wilayah yang tergolong pada kelas rentan dan langsung berhadapan dengan laut adalah Desa Ngerjo sedangkan pada kelas sangat rentan adalah Desa Besole, Jenglungharjo, Desa dan Desa Kalibatur. Pada Desa tersebut memiliki jumlah penduduk yang banyak dan terdapat masyarakat yang tergolong pada kelompok rentan.

#### 4.4.3 Analisis Tingkat Kerentanan Tsunami

Pada penelitian ini tingkat kerentanan tsunami di pesisir Kabupaten Tulungagung menggunakan data *run up* tertinggi di Indonesia yaitu 35 m pada kejadian tsunami di NAD tahun 2004. Berdasarkan hasil dari 2 variabel yaitu kerentanan lingkungan dan kerentanan sosial dengan menggunakan *weight overlay* masing - masing 50% pada setiap variabel . Maka diperoleh peta yang ditampilkan pada Gambar 35.



Gambar 35 Peta total kerentanan tsunami di pesisir Kabupaten Tulungagung

Berdasarkan dari penjumlahan sel dari total kelas kerentanan maka diketahui luasan pada masing masing kelas tingkat kerentanan di pesisir Kabupaten Tulungagung yaitu pada Tabel 29.

Tabel 29. Luasan total kerentanan pesisir Kabupaten Tulungagung

No	Tingkat Kerentanan	Jumlah Sel	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (Ha)
1	Sangat Rendah	7.733	6.959.700	644,31
2	Rendah	178.949	161.054.100	9.392,04
3	Sedang	135.123	121.610.700	7.798,23
4	Rentan	116.579	104.921.100	8.815,41
5	Sangat Rentan	1.846	1.661.400	166,14

Dari hasil perhitungan total luasan diketahui wilayah yang memiliki kelas kerentanan sangat rentan di pesisir Kabupaten Tulungagung adalah 166,14 Ha. yang tersebar di sebelah selatan Kecamatan Kalidawir dan Kecamatan Besuki. Pada zona rentan luas wilayahnya adalah 8.815,41 Ha yang tersebar di Kecamatan Tanggunggunung, Kecamatan Besuki, Kecamatan Kalidawir dan Kecamatan Pucanglaban.

Wilayah yang memiliki kerentanan sangat rentan di selatan Kecamatan Besuki merupakan daerah dengan karakteristik slope landai, dekat dengan sungai besar, banyak permukiman di dekat laut, dan memiliki jumlah penduduk yang banyak. Selain itu kawasan selatan Kecamatan Kalidawir terdapat wilayah yang mempunyai kerentanan sangat rentan terdapat sungai besar yang dekat dengan permukiman warga, slope nya landai dan jarak permukiman dari garis pantai sangat dekat.

#### 4.4.4 Rekomendasi Mitigasi Bencana

Bencana tsunami tidak dapat dicegah akan tetapi dapat dikurangi atau diminimalkan dampaknya. Untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bahaya tsunami di kawasan pesisir tersebut usaha mengurangi kerentanan Kabupaten Tulungagung yaitu melalui upaya sebagai berikut :

1. Perlu dilaksanakan perencanaan tata ruang wilayah Pesisir Kabupaten Tulungagung berdasarkan konsep mitigasi, dimana tidak dilakukan pembangunan pada wilayah - wilayah rentan dan rawan terhadap terhadap bencana tsunami serta penyesuaian pemanfaatan ruang pada wilayah rawan bencana alam.
2. Melakukan pengelolaan kawasan pesisir pantai yaitu dengan meningkatkan ketahanan pantai sebagai langkah antisipasi bencana tsunami melalui pembangunan *sea wall* khususnya pada daerah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi di Pesisir Kabupaten Tulungagung. Pembangunan tersebut membutuhkan biaya yang cukup besar bisa menggunakan alternatif lain seperti penanaman pohon di pinggir pantai seperti mangrove, pohon kelapa, dan cemara laut.



## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Analisis *Geographic Information System* (GIS) menggunakan metode *Cell Based Modelling* (CBM) diperoleh tingkat kerentanan tsunami dengan parameter lingkungan dan sosial di Pesisir Kabupaten Tulungagung berbeda beda. Luasan daerah sangat rentan, rentan, sedang, dan sangat aman berturut-turut adalah 166,14 Ha ; 8.815,41 Ha ; 7.798,23 Ha ; 9.392,04 Ha ; dan 644,31 Ha
2. Wilayah yang memiliki kerentanan sangat rentan terhadap tsunami adalah Kecamatan Besuki dan Kecamatan Kalidawir karena memiliki karakteristik slope yang landai, dekat dengan sungai besar, banyak permukiman di dekat laut, jarak permukiman dari garis pantai sangat dekat dan memiliki jumlah penduduk yang banyak dengan total luasan wilayah adalah 166,14 Ha.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan variable kerentanan fisik dan kerentanan ekonomi
2. Perlu dibuat peta resiko agar dapat memunculkan zona evakuasi pada daerah kajian.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abidin, A.Z.Z., 2011. Implementasi Algoritma C 4.5 untuk Menentukan Tingkat Bahaya Tsunami, in: Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF).
- Almunir. 2011. Identifikasi Tingkat Kerentanan Wilayah Pesisir Pantai Kota Banda Aceh Terhadap Gempa Bumi Dan Tsunami Berbasis Sistem Informasi Geografis. Institut Teknologi Sepuluh November
- Astina, Komang I., Y. Suharto., Purwanto. 2013. Potensi dan Pengembangan Daerah Tujuan Wisata Pantai Kabupaten Tulungagung Menggunakan Analisis Keruangan, SWOT dan SIG.
- BPS. 2013. Kabupaten Tulungagung Dalam Angka Tahun 2013. Badan Pusat Statistik Kabupaten Tulungagung dan BAPPEDA Kabupaten Tulungagung
- Brahmantyo, B., Samporno, Bando, 1999. Penataan Ruang Kawasan Pantai Potensial Bencana Tsunami Dengan Morfologi Sebagai Parameter Control. Bul. Geol. Tata Lingkung. 11.
- Cutter, S.L., Mitchell, J.T., Scott, M.S., 1997. Handbook for conducting a GIS-based hazards assessment at the county level. Univ. S. C. Columbia SC.
- Distamben. 2013. Mitigasi (Bencana Geologi) di Provinsi Banten. diakses melalui <http://distamben.bantenprov.go.id/read/article-detail/mitigasi/15/Mitigasi-Bencana-Geologi.html>
- Earth Resource Mapping Inc. 2008. User Guide : Slope. <http://www.hexagon-solutions.com>
- Eddy, 2006. GIS in disaster management: a case study of Tsunami risk mapping in Bali, Indonesia. James Cook University.
- ESRI, 2001. Using ArcGis Spatial Analyst. Environmental System Research Institute.

Faiqoh, I., Gaol, J.L., Ling, M.M., 2014. VULNERABILITY LEVEL MAP OF TSUNAMI DISASTER IN PANGANDARAN BEACH, WEST JAVA. *Int. J. Remote Sens. Earth Sci. IJReSES* 10.

Freire, S., Aubrecht, C., Wegscheider, S., 2013. Advancing tsunami risk assessment by improving spatio-temporal population exposure and evacuation Modelling. *Nat. Hazards* 68, 1311–1324. doi:10.1007/s11069-013-0603-4

Gersanandi, G., Subardjo, P., DS, A.A., 2013. ANALISA SPASIAL KERENTANAN BENCANA TSUNAMI DI KABUPATEN DAN KOTA PESISIR PROVINSI SUMATERA BARAT. *J. Oceanogr.* 2, 232–237.

GIS Konsorsium, 2007. Modul Pelatihan ArcGIS Tingkat Dasar. GIS Consortium Aceh Nias.

Irfani, M., 2005. Pola Lansekap di Kawasan Rawan Tsunami in Penerapan Hasil Riset Untuk Penanggulangan Bencana Tsunami di Indonesia, in: *Prosiding Seminar Tsunami Dalam Kerangka Research on Tsunami Hazard and Its Effect on Indonesian Coastal Region (2002- 2003-2004)*. BPPT Press, pp. 265–274.

Kongko, W, 2014. Pemodelan Tsunami untuk Mendukung Perencanaan Infrastruktur di Pesisir Selatan Yogyakarta, in: *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sain Dan Teknologi Pada Pengurangan Resiko Bencana*. pp. 27–34.

Marwanta, B., 2005. Tsunami di Indonesia dan Upaya Mitigasinya. *Alami* 10.

Muck, M., 2008. Tsunami Evacuation Modelling Development and application of a spatial information system supporting Tsunami evacuation planning in South-West Bali. *Institut Für Geographie An Der Universität Regensburg*.

Papathoma, M., Smith, D., Zong, Y., Dominey,Howes, D., 2003. Assessing Tsunami vulnerability,an example from Herakleio, Crete,. *Atural Hazards Earth Syst. Sci.* 3, 377–389.

Pemerintah Kabupaten Tulungagung.2016. Kondisi Geografis Kabupaten Tulungagung. Diakses melalui <http://www.tulungagung.go.id>

Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 4 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana.

Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Kajian Pengkajian Risiko Bencana.

Pradika, M.I., 2012. KAJIAN RISIKO TSUNAMI TERHADAP BANGUNAN GEDUNG NON-HUNIAN DENGAN APLIKASI PJ DAN SIG DI KOTA PACITAN. J. Bumi Indones. 1.

Pratomo, R, A dan Rudiarto, Iwan.2013. Permodelan Tsunami dan Implikasinya Terhadap Mitigasi Bencana di Kota Palu. Jurnal pengembangan wilayah kota. Volume 9 (2): 174-182

Sambah, A.B., Miura, F., 2014. Integration of Spatial Analysis for Tsunami Inundation and Impact Assessment. J. Geogr. Inf. Syst. 6, 11–22. doi:10.4236/jgis.2014.61002

Sankari, T.S., Chandramouli, A.R., Gokul, K., Surya, S.S.M., Saravanavel, J., 2015. Coastal Vulnerability Mapping Using Geospatial Technologies in Cuddalore-Pichavaram Coastal Tract, Tamil Nadu, India. Aquat. Procedia 4, 412–418. doi:10.1016/j.aqpro.2015.02.055

Semedi, B., Husain, B and Hidayati, N. 2016. Analyzing Coastal Vulnerability Index Using Integrated Satellite Remote Sensing and Geographic Information System: A Case Study of Denpasar Coastal Zone. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences. 6(4)35-40

Sengaji, E., Nababan, B., 2009. INTERPOLATOR IN BATHYMETRIC MAP CONTOURING. J. Ilmu Dan Teknol. Kelaut. Trop. 1.

Sinaga, T.P., Nugroho, A., Lee, Y.-W., Suh, Y., 2011. GIS mapping of tsunami vulnerability: Case study of the Jembrana Regency in Bali, Indonesia. KSCE J. Civ. Eng. 15, 537–543.

Sulistyarso, H, A, Rohmatulloh, 2012. Pemintakatan Tingkat Risiko Bencana Tsunami Di Pesisir Kecamatan Ngadirojo, Kabupaten Pacitan. J. Tek. Pomits 1.

Susilo, Tunggul. 2015. Tiga Kawasan Pesisir Tulungagung Rawan Bencana Tsunami. <http://www.antarajatim.com/>.

Trisakti, B., Carrollta, I., Nur, M., 2007. Simulasi Jalur Evakuasi Bencana Tsunami Berbasis Data Pengginderaan Jauh (Studi Kasus : Kota Padang Propinsi Sumatra Barat). J. Penginderaan Jauh 1, 9.

UNESCO-IOC.2015.Tsunami Risk Assessment And Mitigation For The Indian Ocean.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Kependudukan Kecamatan Besuki

Data penduduk menurut desa dan jenis kelamin

No	Desa	Laki Laki	Perempuan	Jumlah
1	Sedayugunung	487	461	948
2	Keboireng	1,387	1,328	2715
3	Besuki	2,178	2,085	4263
4	Besole	4,773	4,592	9365
5	Tanggulwelahan	2,202	2,151	4353
6	Tanggulturus	1,416	1,428	2844
7	Tanggukundung	1,712	1,838	3550
8	Wateskroyo	1,254	1,389	2643
9	Siyotobagus	1,150	1,285	2435
10	Tulungrejo	789	819	1608
<b>Jumlah</b>		<b>17,348</b>	<b>17,376</b>	<b>34,724</b>

Data penduduk usia 0-14 dan > 65 menurut desa dan jenis kelamin

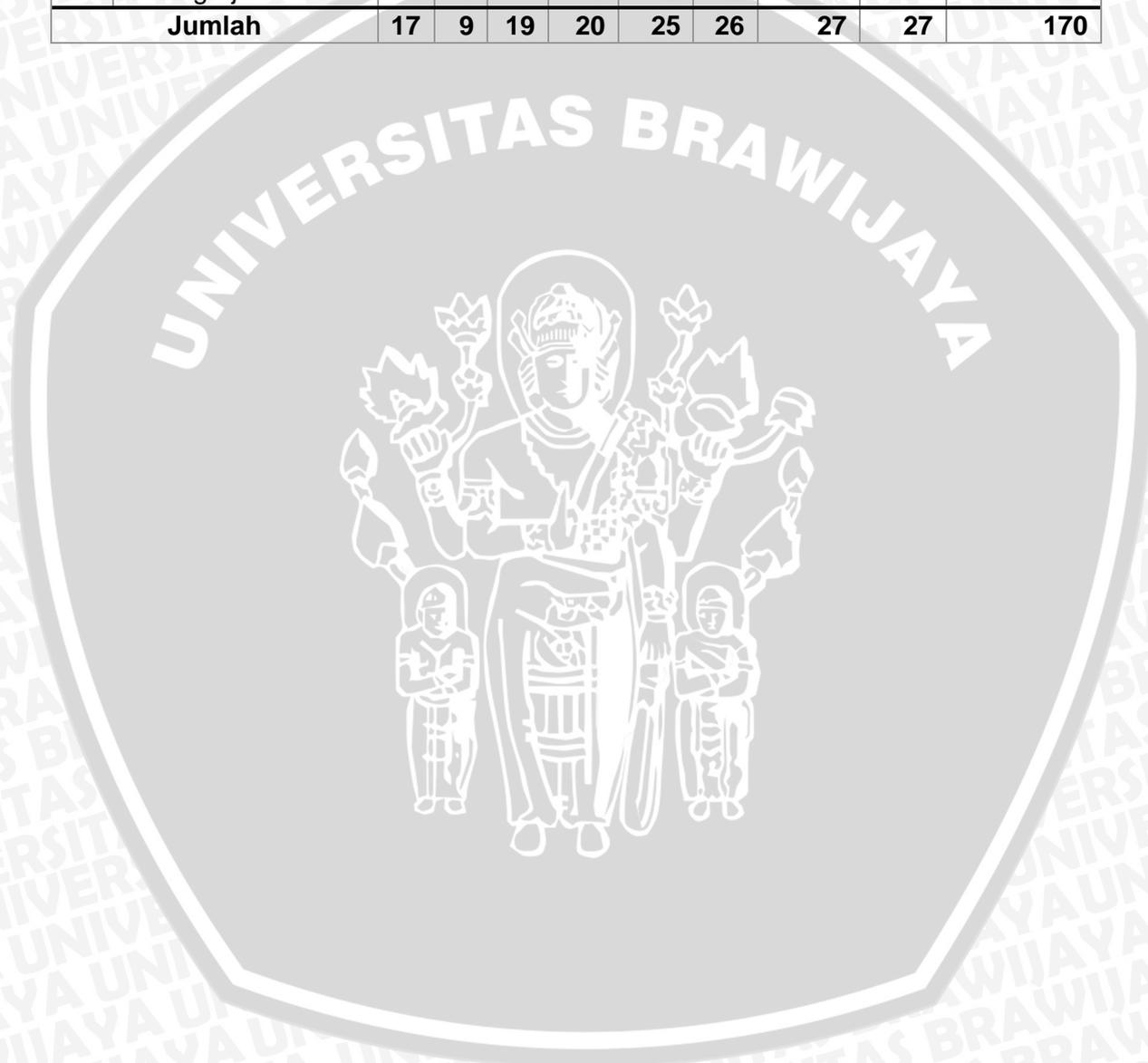
No	Desa	0-4		4-9		9-14		>65		Jumlah
		L	P	L	P	L	P	L	P	
1	Sedayugunung	45	32	38	34	34	30	77	65	355
2	Keboireng	101	95	114	91	125	113	111	153	903
3	Besuki	147	166	168	141	193	180	170	220	1385
4	Besole	398	306	403	378	398	403	305	318	2909
5	Tanggulwelahan	167	143	174	160	155	171	201	205	1376
6	Tanggulturus	103	83	116	99	109	119	150	156	935
7	Tanggukundung	140	123	174	153	127	136	136	197	1186
8	Wateskroyo	107	105	100	118	105	100	128	148	911
9	Siyotobagus	87	83	101	98	95	104	130	141	839
10	Tulungrejo	57	53	76	56	67	65	98	121	593
<b>Jumlah</b>		<b>1352</b>	<b>1189</b>	<b>1464</b>	<b>1328</b>	<b>1408</b>	<b>1421</b>	<b>1506</b>	<b>1724</b>	<b>11392</b>

Data Penyandang cacat menurut desa dan jenis kelamin

No	Desa	Paca Netra		Paca Tubuh		Paca Mental		Panca Rungu Wicara		Jumlah
		L	P	L	P	L	P	L	P	
1	Sedayugunung	-	-	1	2	2	2	2	2	11
2	Keboireng	2	-	3	1	2	3	1	1	13
3	Besuki	1	1	1	2	-	-	5	5	15
4	Besole	1	2	3	5	4	2	4	4	25



No	Desa	Paca Netra		Paca Tubuh		Paca Mental		Panca Rungu Wicara		Jumlah
		L	P	L	P	L	P	L	P	
5	Tanggulwelahan	1	-	2	2	1	3	-	-	9
6	Tanggulturus	3	1	3	2	2	2	1	1	15
7	Tanggulkundung	4	2	2	2	5	3	3	3	24
8	Wateskroyo	1	-	1	3	4	6	-	-	15
9	Siyotobagus	3	2	3	-	3	3	8	8	30
10	Tulungrejo	1	1		1	2	2	3	3	13
<b>Jumlah</b>		<b>17</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>170</b>



## Lampiran 2. Data Kependudukan Kecamatan Tanggunggunung

Data penduduk menurut desa dan jenis kelamin

No	Desa	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah
1	Ngrejo	1722	1.761	3.483
2	Jenglungharjo	2376	2.360	4.736
3	Kresikan	1853	2.306	4.159
4	Tanggunggunung	2147	2.142	4.289
5	Ngepoh	1442	1.451	2.893
6	Tanggarejo	930	1.064	1.994
7	Pakisrejo	1225	1.357	2.582
<b>Jumlah</b>		<b>11.695</b>	<b>12.441</b>	<b>24.136</b>

Data Penduduk Usia 0-14 dan > 65 menurut desa dan jenis kelamin

No	Desa	0-4		5-9		10-14		>65		Jumlah
		L	P	L	P	L	P	L	P	
1	Ngrejo	138	149	142	113	143	126	136	201	1148
2	Jenglungharjo	191	173	155	161	183	168	182	263	1476
3	Kresikan	152	176	175	162	176	146	181	239	1407
4	Tanggunggunung	154	147	149	136	160	152	184	226	1308
5	Ngepoh	130	129	110	97	102	91	113	171	943
6	Tanggarejo	67	84	65	77	71	81	90	116	651
7	Pakisrejo	100	98	85	93	108	127	111	170	892
<b>Jumlah</b>		<b>932</b>	<b>955</b>	<b>881</b>	<b>93</b>	<b>943</b>	<b>891</b>	<b>997</b>	<b>1386</b>	<b>7078</b>

Daftar Jumlah Penyandang Cacat berdasarkan jenis kelamin

No	Desa	Paca Netral		Paca Tubuh		Paca Mental		Paca Rungu Wicara		Jumlah
		L	P	L	P	L	P	L	P	
1	Ngrejo	1	1	5	3	1	5	-	-	16
2	Jenglungharjo	1	1	9	5	6	2	-	-	24
3	Kresikan	3	3	6	5	1	1	-	-	19
4	Tanggunggunung	1	1	6	1	7	3	-	-	19
5	Ngepoh	1	1	-	-	-	2	-	-	4
6	Tanggarejo	-	-	2	5	2	3	-	-	12
7	Pakisrejo	1	1	1	1	2	3	-	-	9
<b>Jumlah</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>103</b>

### Lampiran 3. Data Kependudukan Kecamatan Kalidawir

Data penduduk menurut desa dan jenis kelamin

No	Desa	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah
1	Kalibatur	3 206	3 638	6 844
2	Rejosari	1 758	1 966	3 724
3	Sukorejo Kulon	1 234	1 383	2 617
4	Banyu Urip	1 111	1 353	2 464
5	Winong	1 384	1 592	2 976
6	Joho	2 440	2 833	5 273
7	Pakisaji	1 081	1 375	2 456
8	Karangtalun	2 535	2 979	5 514
9	Kalidawir	2 152	2 530	4 682
10	Ngubalan	1 276	1 473	2 749
11	Salak Kembang	822	990	1 812
12	Tunggangri	1 163	1419	2 582
13	Jabon	1 501	1 809	3 310
14	Pagersari	1 920	2 385	4 305
15	Betak	2 865	3 425	6 290
16	Tanjung	1 537	1 888	3 425
17	Domasan	1 497	1.712	3 209
<b>Jumlah</b>		<b>29 482</b>	<b>34.75</b>	<b>64 232</b>

Data penduduk usia 0-14 dan > 65 menurut desa dan jenis kelamin

NO	Desa	0-4		4-9		9-14		>65		Jumlah
		L	P	L	P	L	P	L	P	
1	Kalibatur	247	243	243	259	322	272	433	550	2569
2	Rejosari	153	166	131	129	170	156	271	308	1484
3	Sukorejo Kulon	94	75	106	103	109	99	178	205	969
4	Banyu Urip	106	102	88	94	100	92	185	190	957
5	Winong	103	114	96	110	110	128	203	259	1123
6	Joho	212	209	260	229	231	233	362	415	2151
7	Pakisaji	98	99	97	119	95	93	189	188	978
8	Karangtalun	213	184	231	206	207	211	411	436	2099
9	Kalidawir	184	145	183	190	171	192	344	414	715
10	Ngubalan	104	123	107	116	124	94	206	219	1823
11	Salak Kembang	60	74	84	74	77	81	118	147	1093
12	Tunggangri	98	107	121	96	89	106	158	188	963
13	Jabon	158	133	142	137	142	147	241	267	1367
14	Pagersari	237	203	195	213	199	206	332	384	1969
15	Betak	274	245	275	268	249	238	461	465	2475
16	Tanjung	141	149	145	164	121	143	214	239	1316
17	Domasan	118	115	162	161	145	108	260	220	1289
<b>Jumlah</b>		<b>2600</b>	<b>2486</b>	<b>2668</b>	<b>2666</b>	<b>2661</b>	<b>2559</b>	<b>1520</b>	<b>1384</b>	<b>25340</b>

Data Penyandang cacat menurut desa dan jenis kelamin

NO	Desa	Paca Netral		Paca Tubuh		Paca Mental		Paca Rungu Wicara		Jumlah
		L	P	L	P	L	P	L	P	
1	Kalibatur	7	3	3	2	5	3	2	3	28
2	Rejosari	5	5	6	4	3	1	2	1	27
3	Sukorejo Kulon	1	-	2	-	2	2	-	2	9
4	Banyu Urip	2	-	1	3	1	-	1	1	9
5	Winong	5	1	2	1	3	1	-	-	13
6	Joho	3	2	2	4	4	2	3	2	22
7	Pakisaji	-	-	1	-	3	1	-	-	5
8	Karangtalun	4	1	2	1	6	-	3	1	18
9	Kalidawir	2	1	-	-	2	-	2	-	7
10	Ngubalan	3	1	3	2	-	-	4	1	14
11	Salak Kembang	-	-	-	-	1	-	1	-	2
12	Tunggangri	2	-	1	3	2	1	1	1	11
13	Jabon	-	-	-	-	2	-	-	-	2
14	Pagersari	4	2	3	1	2	-	3	-	15
15	Betak	1	1	4	3	4	2	1	1	17
16	Tanjung	2	-	2	2	3	1	3	-	13
17	Domasan	1	1	2	1	2	3	2	2	14
<b>Jumlah</b>		<b>42</b>	<b>18</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>45</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>226</b>

#### Lampiran 4. Data Kependudukan Kecamatan Pucanglaban

Data penduduk menurut desa dan jenis kelamin

No	Desa	Laki - Laki	Perempuan	Jumlah
1	Panggungkalak	517	559	1076
2	Kalidawer	453	466	919
3	Pucanglaban	2011	2049	4060
4	Sumberbendo	910	987	1897
5	Kaligentong	592	643	1235
6	Manding	622	740	1362
7	Panggungunung	904	1075	1979
8	Sumberdadap	1638	1809	3447
9	Demuk	2933	3249	6182
<b>Jumlah</b>		<b>10580</b>	<b>11577</b>	<b>22157</b>

Data Penduduk Usia 0-14 dan > 65 menurut desa dan jenis kelamin

No	Desa	0-4		5-9		9-14		>65		Jumlah
		L	P	L	P	L	P	L	P	
1	Panggungkal	43	30	43	45	39	35	38	84	357
2	Kalidawe	37	37	40	28	34	19	37	58	290
3	Pucanglaban	144	134	144	125	133	139	183	279	1281
4	Sumberbend	83	69	60	66	69	79	77	106	609
5	Kaligentong	60	36	42	43	54	44	63	76	418
6	Manding	59	51	57	48	60	51	65	122	513
7	Panggungun	71	74	65	68	77	82	106	124	667
8	Sumberdada	138	153	143	109	136	121	138	219	1157
9	Demuk	207	213	258	206	229	223	285	368	1989
<b>Jumlah</b>		<b>842</b>	<b>797</b>	<b>852</b>	<b>738</b>	<b>831</b>	<b>793</b>	<b>992</b>	<b>1436</b>	<b>7281</b>

Daftar Jumlah Penyandang Cacat berdasarkan jenis kelamin

No	Desa	Paca Netra		Paca Tubuh		Paca Mental		Panca Rungu Wicara		Jumlah
		L	P	L	P	L	P	L	P	
1	Panggungkal	1	-	-	-	-	-	5	2	8
2	Kalidawe	1	1	2	-	1	1	1	2	9
3	Pucanglaban	1	-	2	-	-	-	2	2	7
4	Sumberbend	2	1	1	-	-	-	4	2	10
5	Kaligentong	-	-	2	-	-	-	2	1	5
6	Manding	1	-	1	-	-	-	3	2	7
7	Panggungun	1	1	1	-	-	-	2	1	6

No	Desa	Paca Netra		Paca Tubuh		Paca Mental		Panca Rungu Wicara		Jumlah
		L	P	L	P	L	P	L	P	
8	Sumberdada	3	1	1	-	-	-	5	2	12
9	Demuk	2	2	3	-	4	-	6	3	20
<b>Jumlah</b>		<b>12</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>84</b>



Lampiran 5 Posisi pengamatan di lapang

Waypoint	Longitude	Latitude	Elevasi (m)
1	111° 49' 16.841" BT	8° 13' 1.123" LS	100
2	111° 48' 43.563" BT	8° 14' 17.968" LS	166
3	111° 48' 33.217" BT	8° 14' 41.172" LS	208
4	111° 48' 11.997" BT	8° 15' 42.494" LS	27
5	111° 48' 0.887" BT	8° 15' 27.994" LS	5
6	111° 47' 54.820" BT	8° 13' 23.495" LS	101
7	111° 47' 29.749" BT	8° 13' 55.193" LS	125
8	111° 47' 21.338" BT	8° 14' 5.825" LS	110
9	111° 46' 25.913" BT	8° 14' 43.377" LS	167
10	111° 48' 1.017" BT	8° 15' 27.408" LS	28
11	111° 56' 51.333" BT	8° 13' 22.655" LS	286
12	111° 57' 52.868" BT	8° 9' 43.515" LS	114
13	111° 57' 18.516" BT	8° 13' 46.684" LS	227
14	111° 56' 41.323" BT	8° 15' 36.302" LS	255
15	111° 56' 14.277" BT	8° 16' 11.269" LS	161
16	111° 56' 20.299" BT	8° 16' 56.252" LS	7
17	111° 57' 47.909" BT	8° 13' 24.148" LS	256
18	111° 58' 18.019" BT	8° 12' 34.716" LS	147
19	111° 58' 18.319" BT	8° 10' 49.484" LS	119
20	111° 56' 10.314" BT	8° 16' 21.763" LS	40
21	111° 58' 4.560" BT	8° 13' 30.815" LS	250
22	111° 59' 23.771" BT	8° 13' 40.065" LS	242
23	111° 59' 56.373" BT	8° 13' 34.449" LS	274
24	111° 59' 58.377" BT	8° 14' 4.854" LS	259
25	112° 0' 46.681" BT	8° 12' 34.545" LS	325
26	112° 0' 27.238" BT	S 8° 12' 48.008" LS	313
27	111° 59' 47.352" BT	8° 13' 33.950" LS	217
28	111° 58' 33.461" BT	8° 14' 28.636" LS	164
29	111° 58' 16.681" BT	8° 16' 50.113" LS	21
30	111° 58' 28.454" BT	8° 16' 12.316" LS	31
31	111° 51' 29.914" BT	8° 12' 41.830" LS	117
32	111° 52' 29.351" BT	8° 13' 6.578" LS	334
33	111° 50' 1.921" BT	8° 15' 42.920" LS	19
34	111° 50' 1.780" BT	8° 14' 35.260" LS	182
35	111° 50' 20.806" BT	8° 13' 35.245" LS	218
36	111° 51' 33.976" BT	8° 12' 46.445" LS	302
37	111° 53' 16.468" BT	8° 14' 0.850" LS	261
38	111° 52' 50.159" BT	8° 13' 1.909" LS	331
39	111° 54' 28.364" BT	8° 10' 7.171" LS	277
40	111° 50' 6.011" BT	8° 15' 44.735" LS	21

Lampiran 6. Hasil Foto Survei Lapangan



Permukiman di Desa Kalibatur  
Kecamatan Kalidawir



Pengukuran Jarak dari garis pantai  
Desa Kalibatur Kecamatan Kalidawir



Permukiman di Pesisir Brumbun  
Kecamatan Tanggunggunung



Pengukuran Jarak dari garis pantai  
Pesisir Brumbun Kecamatan  
Tanggunggunung



Pengukuran Jarak Dari Sungai di Pesisir  
Sine Desa Kalibatur Kecamatan  
Kalidawir



Permukiman di Pesisir Sine Desa  
Kalibatur Kecamatan Kalidawir