

**PEMETAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN
METODE *NETWORK ANALYSIS BERBASIS SISTEM INFORMASI
GEOGRAFIS (SIG)***

(Studi Kasus: Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember)

SKRIPSI

Oleh:

**NUR AFIKIN
NIM. 19640017**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PENGANTAR

PEMETAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN METODE *NETWORK ANALYSIS* BERBASIS *SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)*

(Studi Kasus: Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember)

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.Si.)

Oleh:
Nur Afikin
NIM. 19640017

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PEMETAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN
METODE *NETWORK ANALYSIS* BERBASIS
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)
(Studi Kasus: Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember)**

SKRIPSI

Oleh:
Nur Afikin
NIM. 19640017

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 08 Desember 2023

Pembimbing I

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 196505041990031003

Pembimbing II

Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes
NIP. 197508081999031003

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Dr. Inan Tazi, M.Si
NIP. 197407032003121002



HALAMAN PENGESAHAN

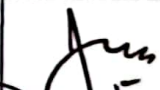
PEMETAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN METODE *NETWORK ANALYSIS* BERBASIS *SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)*

(Studi Kasus: Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember)

SKRIPSI

Oleh:
Nur Afikin
NIM. 19640017

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 08 Desember 2023

Ketua Penguji	<u>Drs. Cecep Bustana, B.Sc(Hons), Ph.D</u> NIP. 195907291986021001	
Anggota Penguji I	<u>Farid Samsu hananto, M.T</u> NIP. 197405132003121001	
Anggota Penguji II	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 196505041990031003	
Anggota Penguji III	<u>Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes</u> NIP. 197508081999031003	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Dr. H. Agus Mulyono, M.Si
NIP. 197407032003121002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Afikin
NIM : 19640017
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami Menggunakan Metode
Network Analysis Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)
(Studi Kasus: Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember).

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 08 Desember 2023
Yang Membuat Pernyataan



Nur Afikin
NIM. 19640017

MOTTO

“Libatkan Allah dalam setiap Aktivitasmu, maka setiap Aktivitas yang kamu lakukan pasti berhasil”

“Do’a Ibu adalah Obat Hati dan Senjata yang Ampuh”

“Lakukan terlebih dahulu, Benar dan Salah urusan Belakang”

“Awal Mumet sama dengan Solusi yang sulit”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahilahi robbil'alamin puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat serta nikmatnya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan lancar, Sholawat serta salam kepada Nabi Muhammad SWA serta para sahabat, tabi'itabi'in, para Ulama', dan segenap umat yang mengikuti sunah-sunah-nya. Dengan hormat skripsi ini saya persembahkan untuk:

- Kedua orang tua saya, Bapak Zainul Arifin (Alm) dan Ibu Nur Azizah yang selalu mendo'akan serta mensupport saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik..
- Bibik dan Paman saya, Ibu Ruhamah dan Bapak Anwar Hazen yang selalu mendo'akan serta mensupport saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
- Kakak- kakak saya, kak Zumroh, kak Afni, kak Samroni, kak Izza, kak Malkan, kak Lia dan kak Sulis berserta suami yang telah mensupport saya dan menjadi tempat curhat saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar.
- Kedua adikku yang menjadi motivasi terbesar untuk meraih cita-cita, Alfiana Maulida dan Salsa Nabilatuz Zahrah.
- Keluarga Besar saya serta teman-teman terbaik saya yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang selalu menasehati, memotivasi dan mendoakan untuk segala kebaikan yang saya jalani.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi dengan judul **“Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami Menggunakan Metode *Network Analysis Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)* (Studi Kasus: Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember)”**. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kita dari zaman jahiliyah menuju zaman ilmiah seperti sekarang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Proposal Skripsi ini banyak mendapat dukungan, bimbingan bantuan dan kemudian dari berbagai pihak sehinggal Proposal Skripsi ini dapat diselesaikan. Dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malauna Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malauna Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid, M.Si dan bapak Rozikan, S.Kom selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan, motivasi dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis selama proses penyusunan Skripsi dengan baik.
5. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
6. Ayah, Ibu, bibik, Paman, Kakak-kakak, Adik-adik serta keluarga di rumah yang selalu memberikan do'a dan dukungan agar penulis senantiasa diberikan kelancaran dalam melaksanakan segala hal.

7. Teman-teman saya yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak memberi bantuan sehingga terselesainya laporan ini.

Dalam penyusunan Proposal Skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 18 Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGANTAR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
المخلص	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Mekanisme Tsunami.....	9
2.1.1 Bencana Tsunami.....	9
2.2 Kondisi Geologi Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember.....	26
2.3 Penelitian Terdahulu.....	29
2.4 Kerangka Berfikir.....	32
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	33
3.2 Data Penelitian.....	33
3.3 Peralatan Penelitian.....	33
3.3.1 Perangkat Keras.....	33
3.3.2 Perangkat Lunak.....	34
3.4 Prinsip Kerja.....	34
3.5 Prosedur Pelaksanaan.....	35
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	42
3.7 Analysis Data.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Peta Risiko Tsunami Tsunami.....	47
4.2 Peta Titik Awal dan Tempat Evakuasi Tsunami.....	58
4.3 Peta Jalur Evakuasi Tsunami.....	62
4.4 Tinjauan Penelitian dalam Perspektif Islam.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72

5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Perkiraan Ketinggian Tsunami dan Waktu Tiba Tsunami dari BMKG Pasuruan	3
Gambar 2.1 Terminologi Tsunami.....	11
Gambar 2.2 Tsunami Akibat Gempabumi.....	12
Gambar 2.3 Tsunami Akibat Gempabumi.....	12
Gambar 2.4 Dampak Tsunami di Aceh.....	13
Gambar 2.5 Peta Kecamatan Gumukmas.....	26
Gambar 2.6 Peta Kecamatan Gumukmas.....	27
Gambar 2.7 Indonesia terletak pada area ring of fire	28
Gambar 2.8 Kerangka Pikir Penelitian.....	32
Gambar 3.1 Alur Penelitian Peta RisikoTsunami.....	42
Gambar 3.2 Alur Penelitian/Pembuatan Titik Awal dan Tempat Evakuasi.....	43
Gambar 3.3 Alur Penelitian Pembuatan Peta Jalur Evakuasi Tsunami.....	44
Gambar 4.1 Peta Kelerengan.....	48
Gambar 4.2 Peta Koefisien Kekasaran Permukaan.....	49
Gambar 4.3 Peta Garis Pantai.....	50
Gambar 4.4 Pemodelan Model Builder	51
Gambar 4.5 Peta Bahaya Tsunami.....	52
Gambar 4.6 Peta Tutupan Lahan	54
Gambar 4.7 Peta Kerentanan Tsunami.....	56
Gambar 4.8 Peta Risiko Tsunami	57
Gambar 4.9 Peta Kontur	60
Gambar 4.10 Peta Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi Tsunami	62
Gambar 4.11 Peta Jalur Evakuasi Tsunami	63
Gambar 4.12 Peta Perkiraan Ketinggian Tsunami dan Waktu Tiba Tsunami dari BMKG Pasuruan	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Dokumen Penduduk terpapar dan luas bahaya tsunami di sepanjang pesisir Kabupaten Jember.....	28
Tabel 3.1	Koefisien Kekasaran Permukaan.....	36
Tabel 3.3	Skala Imamura-lida.....	37
Tabel 3.3	Skor Tutupan Lahan.....	39
Tabel 4.1	Luas Wilayah Terdampak bencana Tsunami.....	51
Tabel 4.2	Skor dan Luas Kelas Tutupan Lahan.....	55
Tabel 4.3	Luasan Risiko pada Skenario Ketinggian 30m.....	57
Tabel 4.4	Tabel Data Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi Tsunami	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian.....	78
Lampiran 2. Langkah Penmbuatan Peta Jalur Tsunami.....	88
Lampiran 3. Proses Pembuatan Tempat Evakuasi Tsunami.....	94
Lampiran 4. Proses Pembuatan Peta Jalur Evakuasi Tsunami.....	96
Lampiran 5. Proses mencari Luas daerah/ wilayah.....	97
Lampiran 6. Dokumentasi.....	98

ABSTRAK

Afikin, Nur. 2023. **PEMETAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN METODE *NETWORK ANALYSIS BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)* (Studi Kasus: Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember)**. Skripsi. Program Studi Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes (III) Rozikan, S.Kom.

Kata Kunci: Tsunami, Risiko Tsunami, Tempat Evakuasi Tsunami, Jalur Evakuasi Tsunami, *Network Analysis*.

Bencana tsunami adalah suatu bencana bersifat umum (destruktif) yang menimbulkan banyak kerugian terhadap masyarakat maupun lingkungan dengan ketinggian magnitude cukup besar. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk Mengetahui Peta Risiko tsunami di pesisir pantai selatan Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember, untuk Mengetahui posisi Tempat Evakuasi sebagai tempat perlindungan bencana Tsunami dan untuk Mengetahui Peta Digital Jalur Evakuasi Bencana Tsunami di Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember dengan menggunakan Metode Network Analysis. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh Pada Peta Tingkat Risiko, desa yang mempunyai dampak risiko tertinggi terdapat pada Desa Kepanjen dan Mayangan sebesar 18.31 km² dan 14.54 km², Desa Menampu sebesar 4.05 km², Desa Gumukmas sebesar 1.87 km², Dan Wilayah yang mempunyai dampak terendah terdapat pada Desa Karangrejo sebesar 0.02 km². Pada Kecamatan Gumukmas didapatkan 5 Titik, Sebagai Titik Awal dalam mengevakuasi diri, Selajutnya didapatkan 5 Tempat Evakuasi Sementara (TES), dan kemudian yang terakhir yaitu didapatkan 5 Tempat Evakuasi Akhir (TEA). Jalur Evakuasi Tsunami di Kecamatan Gumukmas pada Skenario ketinggian gelombang 30 m didapatkan 5 Jalur. Pada Jalur 1 yaitu Jalur dari Titik 1 menuju Tempat Evakuasi Tsunami 1 (TES1) yang kemudian menuju Tempat Evakuasi Akhir 1 (TEA1) dengan total panjang jalur yaitu 11 km. Jalur 2 yaitu Jalur dari Titik 2 menuju Tempat Evakuasi Tsunami 2 (TES2) yang kemudian menuju Tempat Evakuasi Akhir 2 (TEA2) dengan total panjang jalur yaitu 13,1 km. Jalur 3 yaitu Jalur dari Titik 3 menuju Tempat Evakuasi Tsunami 3 (TES2) yang kemudian menuju Tempat Evakuasi Akhir 3 (TEA3) dengan total panjang jalur yaitu 12,6 km. Jalur 4 yaitu Jalur dari Titik 4 menuju Tempat Evakuasi Tsunami 4 (TES4) yang kemudian menuju Tempat Evakuasi Akhir 4 (TEA4) dengan total panjang jalur yaitu 11,6 km. Dan kemudian Jalur 5 yaitu Jalur dari Titik 5 menuju Tempat Evakuasi Tsunami 5 (TES5) yang kemudian menuju Tempat Evakuasi Akhir 5 (TEA5) dengan total panjang jalur yaitu 7,1 km.

ABSTRACT

Afikin, Nur. 2023. **MAPPING OF TSUNAMI DISASTER EVACUATION ROUTES USING NETWORK ANALYSIS METHOD BASED ON GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) (Case Study: Gumukmas District, Jember Regency)**. Thesis. Department of Physics. Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes (III) Rozikan, S.Kom.

Keywords: Tsunami, Tsunami Risk, Tsunami Evacuation Site, Tsunami Evacuation Route, Network Analysis.

A tsunami disaster is a general disaster (destructive) that causes many losses to the community and the environment with a large enough magnitude height. The purpose of this study is to find out the tsunami risk map on the south coast of Gumukmas District, Jember Regency, to find out the position of the evacuation place as a tsunami disaster shelter, and to find the digital map of the tsunami Disaster Evacuation Route in Gumukmas District, Jember Regency using the Network Analysis Method. Based on the results obtained on the Risk Level Map, villages that have the highest risk impact are found in Kepanjen and Mayangan Villages of 18.31 and 14.54, Menampu Village of 4.05, Gumukmas Village of 1.87, and areas that have the lowest impact are in Karangrejo Village of 0.02. In Gumukmas District, 5 Points were obtained, as a Starting Point for evacuating themselves, then 5 Temporary Evacuation Places (TEP) were obtained, and then the last one was obtained 5 Final Evacuation Places (FEP). The tsunami evacuation route in Gumukmas District in the 30 m wave height scenario obtained 5 paths. On Line 1, namely the path from Point 1 to the Tsunami Evacuation Place 1 (TES1) which then goes to the Final Evacuation Place 1 (FEP1) with a total path length of 11 km. Line 2 is the path from Point 2 to the Tsunami Evacuation Place 2 (TEP2) which then goes to the Final Evacuation Place 2 (FEP2) with a total path length of 13.1 km. Line 3 is the path from Point 3 to Tsunami Evacuation Site 3 (TES2) which then goes to Final Evacuation Site 3 (FES3) with a total path length of 12.6 km. Line 4 is the path from Point 4 to Tsunami Evacuation Place 4 (TEP4) which then goes to Final Evacuation Place 4 (FEP4) with a total path length of 11.6 km. Then Line 5 is the path from Point 5 to Tsunami Evacuation Place 5 (TEP5) which then goes to Final Evacuation Place 5 (FEP5) with a total path length of 7.1 km.

الملخص

افيكين، نور. 2023. رسم خرائط لطرق الإخلاء من كارثة تسونامي باستخدام طريقة تحليل الشبكة القائمة على نظام المعلومات الجغرافية (SIG) (دراسة حالة: منطقة جوموكماس، جيمبر ريجنسي) البحث العلمي. قسم الفزياء. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية. المشرف: (I) الدكتور عبد البسيط الماجستير. (II) الدكتور الحاج أغوس مولينونو الماجستير (III) رازقا البكالوريوس.

الكلمات المفتاحية: تسونامي، خطر تسونامي، موقع إخلاء تسونامي، طريق إخلاء تسونامي، تحليل الشبكة.

كارثة تسونامي هي كارثة عامة (مدمرة) تسبب العديد من الخسائر للمجتمع والبيئة بارتفاع كبير بما فيه الكفاية. أهداف البحث هي معرفة خريطة مخاطر تسونامي على الساحل الجنوبي لمنطقة جوموكماس، جيمبر ريجنسي، لمعرفة موقع مكان الإخلاء كملجأ للكوارث تسونامي ومعرفة الخريطة الرقمية لطريق إخلاء كارثة تسونامي في منطقة جوموكماس، جيمبر ريجنسي باستخدام طريقة تحليل الشبكة. نتائج البحث هي خريطة مستوى المخاطر، توجد القرى التي لها أعلى تأثير على المخاطر في قريتي كيبانجين ومايانغان في ١٨.٣١ و ١٤.٥٨، وقرية مينامبو في ٤.٥، وقرية غوموكماس من ١.٨٧، والمناطق التي لها أدنى تأثير هي في قرية كارانغريجو من ٠.٠٢ في منطقة جوموكماس، تم الحصول على ٥ نقاط، كنقطة انطلاق في إخلاء أنفسهم، ثم تم الحصول على ٥ أماكن إخلاء مؤقت (تس)، ثم تم الحصول على آخر ٥ أماكن إخلاء نهائي (تأ). حصل طريق إخلاء تسونامي في منطقة جوموكماس في سيناريو ارتفاع الموجة ٣٠ متراً على ٥ مسارات. على الخط ١، أي المسار من النقطة ١ إلى مكان إخلاء تسونامي ١ (١ تس) الذي يذهب بعد ذلك إلى مكان الإخلاء النهائي ١ (١ تأ) بطول مسار إجمالي يبلغ ١١ كم. الخط ٢ هو المسار من النقطة 2 إلى مكان إخلاء تسونامي ٢ (٢ تس) الذي يذهب بعد ذلك إلى مكان الإخلاء النهائي ٢ (٢ تأ) بطول مسار إجمالي يبلغ ١٣.١ كم. الخط ٣ هو المسار من النقطة ٣ إلى موقع إخلاء تسونامي ٣ (٣ تس) والذي يذهب بعد ذلك إلى موقع الإخلاء النهائي ٣ (٣ تأ) بطول مسار إجمالي يبلغ ١٢.٦ كم. الخط ٤ هو المسار من النقطة ٤ إلى مكان إخلاء تسونامي ٤ (٤ تس) والذي ينتقل بعد ذلك إلى مكان الإخلاء النهائي ٤ (٤ تأ) بطول مسار إجمالي يبلغ ١١.٦ كم. ثم الخط ٥ هو المسار من النقطة 5 إلى مكان إخلاء تسونامي ٥ (٥ تس) الذي ينتقل بعد ذلك إلى مكان الإخلاء النهائي ٥ (٥ تأ) بطول مسار إجمالي يبلغ ٧.١ كم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Alexander Syam, 2016, Negara Indonesia adalah kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah penduduk lebih dari 200 juta jiwa. Secara Letak Geografis Indonesia berada di antara pertemuan 3 Lempeng Tektonik yang aktif, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Dimana hal ini dapat menjadikan sebab Indonesia memiliki kegiatan gempa yang sangat tinggi sehingga menyebabkan terjadinya Tsunami (Suryani *et al.*, 2020).

Tsunami ialah gelombang yang terjadi disebabkan oleh gempa bumi, gempa laut, gunung berapi meletus, atau hantaman meteor di laut. Disaat berada di tengah lautan tsunami tidak terlihat, Akan tetapi begitu mencapai wilayah dangkal, gelombangnya semakin bergerak cepat dan membesar (Power and Leonard, 2013). Menurut Sunarjo, dkk., 2010. Definisi Tsunami terdiri dari dua kata bahasa Jepang. Yaitu berasal dari kata Tsu yang memiliki arti "pelabuhan", dan Nami "gelombang", sehingga tsunami dapat disimpulkan sebagai "gelombang pelabuhan. Definisi ini muncul pertama kali dari sekelompok nelayan (pelaut) Jepang. Sebab saat berada di tengah laut panjang gelombang tsunami sangat besar, sehingga menyebabkan gelombang tsunami tidak dapat dirasakan oleh para nelayan. Akan tetapi pada saat mereka tiba di pelabuhan, para nelayan melihat daerah di sekeliling pelabuhan tersebut mengalami kerusakan parah. Oleh sebab itu para nelayan menyimpulkan bahwa gelombang tsunami hanya muncul pada daerah disekeliling pelabuhan, Namun tidak di tengah laut mendalam (Farizi, 2019).

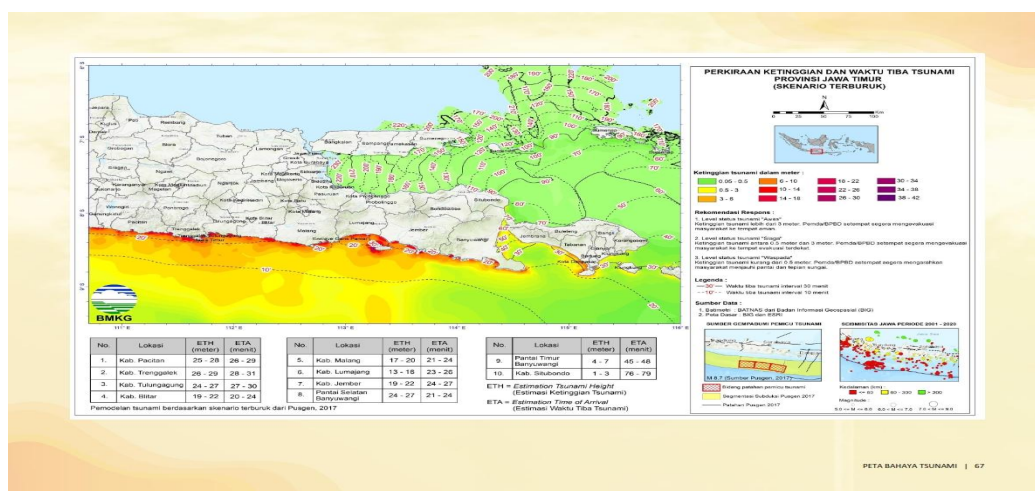
Menurut (BMKG) Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Karangates, Malang. Kabupaten Jember merupakan salah satu dari delapan wilayah di selatan Jawa Timur yang rentan akan terjadinya tsunami karena masuk dalam kategori tinggi(zona I). Kabupaten Jember ialah wilayah Indonesia yang berada di peringkat ke-10 untuk tingkat risiko bencana tinggi dengan nilai indeks risikonya sebesar 219,2 (Rencana Nasional Penanggulangan Bencana [RENAS PB] Tahun 2015-2019). Kabupaten Jember mempunyai luas wilayah mencapai 3.092,34 Km² dan mempunyai beberapa kecamatan yang termasuk dalam kawasan yang rentan akan bencana tsunami yaitu Kecamatan Kencong, Puger, Gumukmas, Wuluhan, Ambulu, dan Tempurejo (Rencana Tata Ruang Wilayah [RTRW]

Pada tahun 1818, 1921, dan 1994. Kabupaten Jember adalah salah satu daerah tingkat II yang pernah terdampak tsunami di Samudra Hindia. (Supartoyo dan Surono. 2008). Menurut Tsuji, dkk. 1995. Pada tahun 1994 Tsunami yang terjadi merupakan kejadian tsunami daerah Kabupaten Banyuwangi yang memiliki dampak sangat besar pada kawasan pesisir Kabupaten Jember. Dampak bencana tsunami pada tahun 1994 yang memiliki ketinggian rata-rata 5-7m (Naryanto and Wisyanto, 2005), menyebabkan 23 korban jiwa, 80 rumah rusak, dan 119 kapal rusak pada Kabupaten Jember (B Monalisa, Usman and Sari, 2021).

Bedasarkan Dokumen Kajian Risiko Bencana Kabupaten Jember Tahun 2017-2021 Luasan wilayah yang terdampak bencana tsunami, Dua kecamatan yang memiliki luasan dampak paling besar adalah Kecamatan Gumukmas dan Kecamatan Puger, hal ini dikarenakan dua kecamatan ini memiliki rata-rata ketinggian wilayah yang rendah yaitu dibawah 10 mdpl. Kecamatan Gumukmas

merupakan daerah tertinggi kedua yang Penduduk terpapar dan luas bahaya tsunami di sepanjang pesisir Kabupaten Jember dengan total 6.963 Jiwa (Suryani *et al.*, 2020).

Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Pasuruan, Perkiraan Ketinggian Tsunami di daerah pesisir selatan Kabupaten Jember yaitu 19-22 meter, Seperti pada gambar 1.1 :



Dalam Tafsir Ibnu Katsir, Ali Ibnu Abu Talhah telah meriwayatkan dari Ibnu Abbas, bahwa Allah meluapkan sebagian darinya dengan sebagian yang lain, lalu memenuhi permukaan bumi. Dimana hal tersebut dapat disimpulkan sebagai peristiwa Tsunami. Tsunami terjadi dapat diakibatkan oleh gempa bumi maupun erupsi gunung berapi dan bisa juga terjadi karena adanya gelombang yang diakibatkan oleh pergeseran air laut yang memiliki potensi merusak bumi.

Pada penelitian kali ini menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), dimana Sistem ini telah banyak dilakukan dalam penelitian pada daerah rawan Tsunami. Akan tetapi riset untuk mengenai daerah rawan Tsunami dengan menggunakan pemodelan evakuasi rawan akan Tsunami dengan data penginderaan jauh, saat ini sedang dikembangkan secara aktif oleh para peneliti, lembaga penelitian, dan perguruan tinggi di dunia dengan berbagai metode yang dilakukan. Menurut Adil, 2017, metode Network Analysis merupakan Salah satu metode yang berbasis SIG. Dimana sistem ini terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis serta teknisi yang digunakan untuk menginput, mengsave, mengelola, menganalisis, Menampilkan suatu informasi dalam berbentuk data yang berbasis geografis, dan juga untuk penentuan jalur evakuasi Tsunami. Selanjutnya menurut Karadimas et al, 2007, Jaringan jalan (Network Analysis) merupakan program tambahan yang menyediakan Analisis Spasial berbasis jaringan seperti jalan, petunjuk perjalanan, fasilitas terdekat, dan Analisis layanan area (*service area analysis*). Sedangkan menurut Stevany, Suprayogi, dan Sukmono, pada tahun 2016 Fungsi route itu sendiri yaitu sebagai pendukung dalam penentuan jalur evakuasi Tsunami, kelebihan dari *Network Analysis* ini sendiri yaitu mampu menentukan jalan yang terbaik dari lokasi satu

menuju lokasi lainnya dalam suatu jaringan jalan dan masih minimnya pengaplikasian metode ini dalam pembuatan jalur evakuasi (Sabani, 2020).

Serangan Tsunami dikategorikan sebagai salah satu dari bencana alam yang tidak dapat diperkirakan secara pasti di mana dan kapan itu akan terjadi. Dan konsekuensi atau akibat dari serangan itu sendiri yaitu rusaknya bangunan serta fasilitas umum yang lainnya, bahkan dapat menyebabkan korban luka-luka dan korban jiwa pada daerah yang terjadi Tsunami dan di sekitarnya. Kurangnya pilihan jalur evakuasi yang tidak tepat dan ketidaksadaran kemunculan Tsunami adalah yang paling banyak faktor yang bertanggung jawab atas kerugian tersebut. Namun, banyak mitigasi Tsunami dan metode kesadaran Tsunami telah diteliti akhir-akhir ini untuk mengatasi masalah (Wijatmiko and Murakami, 2008).

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat peta jalur evakuasi bencana Tsunami untuk ketinggian tsunami 30 m dengan menggunakan *metode Network Analysis* agar memudahkan masyarakat mengetahui Jalur Evakuasi Tsunami dalam upaya menyelamatkan diri apabila terjadi bencana Tsunami dengan ketinggian 30m.

1.2 Rumusan Masalah:

Adapun Rumusan Masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana Peta Risiko Tsunami di pesisir pantai selatan Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember ?
2. Dimana Posisi Tempat Evakuasi sebagai tempat perlindungan bencana Tsunami di Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember?

3. Bagaimana Peta Digital Jalur Evakuasi Bencana Tsunami di Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember menggunakan *Metode Network Analysis* ?

1.3 Tujuan:

Adapun Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui Peta Risiko tsunami di pesisir pantai selatan Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember
2. Mengetahui posisi Tempat Evakuasi sebagai tempat perlindungan bencana Tsunami di Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember.
3. Mengetahui Peta Digital Jalur Evakuasi Bencana Tsunami di Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember menggunakan *Metode Network Analysis*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang di bahas pada penelitian kali ini yaitu :

1. Penelitian ini dilakukan di Pesisir Pantai Selatan Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember, Jawa Timur.
2. Tingkat Peta Risiko Tsunami pada penelitian ini didapatkan menggunakan *Model Cruch* dengan beberapa data yang digunakan yaitu Kelerengan, Koefisien Kekerasan Permukaan, Garis Pantai, serta Skenario Ketinggian Gelombang Tsunami.
3. Skenario ketinggian gelombang tsunami yang digunakan yaitu mengacu pada tinggi tsunami terburuk yang mungkin dapat terjadi akibat proses perambatan tsunami menurut skala Imamura-Iida dan juga mengacu pada perkiraan ketinggian gelombang tsunami dari BMKG Pasuruan.
4. Penentuan Tempat Evakuasi tsunami pada penelitian ini menggunakan

Aplikasi Google Earth pro dan Kapasitas Bangunan Lokasi Tempat Evakuasi baik Tes maupun Tea merujuk pada Pedoman FEMA P646, 2008.

5. Penentuan jalur evakuasi tsunami pada penelitian ini menggunakan beberapa variabel yaitu variabel ketinggian, kelerengan, lokasi dari jalan, kapasitas bangunan, fungsi bangunan, lebar jalan, kondisi jalan, daya tampung jalan, dan jarak menuju lokasi evakuasi dengan bantuan *New Route* yang terdapat pada *Metode Network Analysis* di Aplikasi ArcGIS.

1.5 Manfaat:

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan

penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan ilmu pengetahuan yang khususnya di bidang mitigasi bencana.

2. Bagi Masyarakat.

Diharapkan penelitian ini dapat menambah kesiapsiagaan masyarakat Kecamatan Gumukmas, Jember dalam menghadapi bencana tsunami dan mempermudah masyarakat untuk menyelamatkan diri dengan cepat ketika sewaktu-waktu terjadi bencana tsunami.

3. Bagi Pemerintah

Diharapkan Penelitian ini dapat memberikan sosusi bagi pemerintah untuk mengurangi risiko bencana tsunami, dan dapat di jadikan acuan dalam menentukan kebijakan dan pengambilan keputusan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Mekanisme Tsunami

2.1.1 Bencana Tsunami

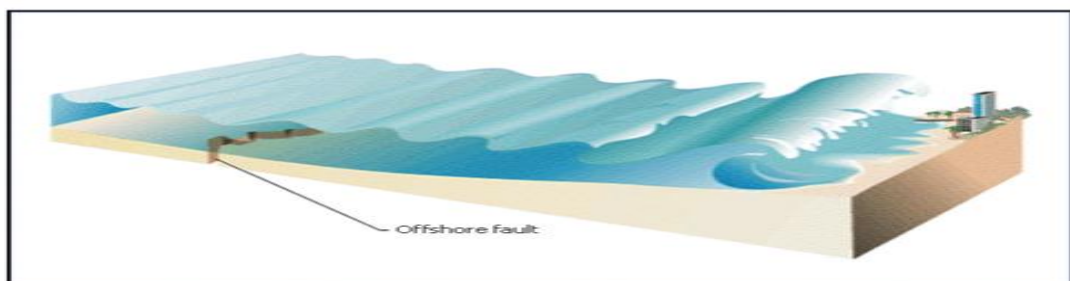
Bencana tsunami adalah suatu bencana bersifat umum (destruktif) yang menimbulkan banyak kerugian terhadap masyarakat maupun lingkungan dengan ketinggian magnitudo cukup besar. Bencana tsunami dapat disebabkan oleh peristiwa meteorologi dan benda - benda luar angkasa, sedangkan secara umum tsunami terjadi karena disebabkan oleh gempa bumi (Goff and Dominey-Howes, 2013).

Tsunami itu sendiri merupakan gelombang air laut yang merambat ke segala arah dikarenakan adanya gangguan spontan pada dasar laut, yang disebabkan oleh perubahan bentuk struktur geologis pada dasar laut secara vertikal dalam waktu yang singkat, perubahan tersebut terjadi karena disebabkan oleh tiga faktor yakni gempa bumi tektonik, letusan gunung api atau longsor yang terjadi di dasar laut (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2012).

Tsunami merupakan sebuah ombak diakibatkan oleh gempabumi, gempa laut, gunung merapi meletus, atau hantaman meteor yang terjadi di laut. Pada saat berada jauh di tengah lautan gelombang ombak yang diakibatkan oleh gempabumi, gempa laut, gunung merapi meletus, atau hantaman meteor yang terjadi di laut tidak akan terlihat, akan tetapi jika mencapai daerah yang dangkal akan terlihat gelombangnya dikarenakan gelombangnya bergerak semakin cepat dan membesar. Tenaga setiap tsunami tetap terhadap fungsi ketinggian dan kelajuannya, tetapi berbeda jika gelombangnya menghampiri pantai, ketinggiannya

akan meningkat hingga mencapai 30 meter atau lebih saat mencapai daerah pantai sedangkan kelajuannya menurun. Namun jika pada saat di laut dalam ketinggian gelombangnya rendah hampir tidak dirasakan oleh kapal laut yang Melintas diatasnya, akan tetapi kelajuan gelombangnya meningkat (Power and Leonard, 2013).

Menurut Dewi R.S 2010. Tsunami adalah rangkaian gelombang laut yang sangat besar, biasanya terjadi karena pergerakan lempeng samudera secara tiba-tiba yang mengakibatkan terjadinya dislokasi letak lapisan kulit bumi secara vertikal (tegak lurus) sehingga mengakibatkan penurunan atau pergeseran yang menyebabkan massa air di atasnya menjadi bergerak sebagai respons (reaksi) terhadap perubahan pada lapisan yang mendasarinya. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan dislokasi vertikal yaitu gempa bumi, letusan gunung berapi, tanah longsor, dan tumbukan meteor. Indonesia sebagai negara yang berada di zona subduksi lempeng dimana area (kawasan) ini merupakan kejadian gempa bumi yang terjadi di sekitar pertemuan antar lempeng yang memiliki potensi terjadi gempa bumi yang cukup tinggi pada dasar laut hingga peristiwa tsunami. Tinggi gelombang tsunami yang pernah terjadi di pantai selatan Indonesia berkisar antara 0,1 hingga 26,2 meter (Juniansah *et al.*, 2018).



Gambar 2.1. Terminologi Tsunami

(Sumber : disaster.elvini.net/tsunami.cgi)

Menurut power and Leonard (2013), Penyebab terjadinya tsunami disebabkan oleh beberapa factor diataranya yaitu (Power and Leonard, 2013):

a. Tsunami diakibatkan oleh Gempabumi

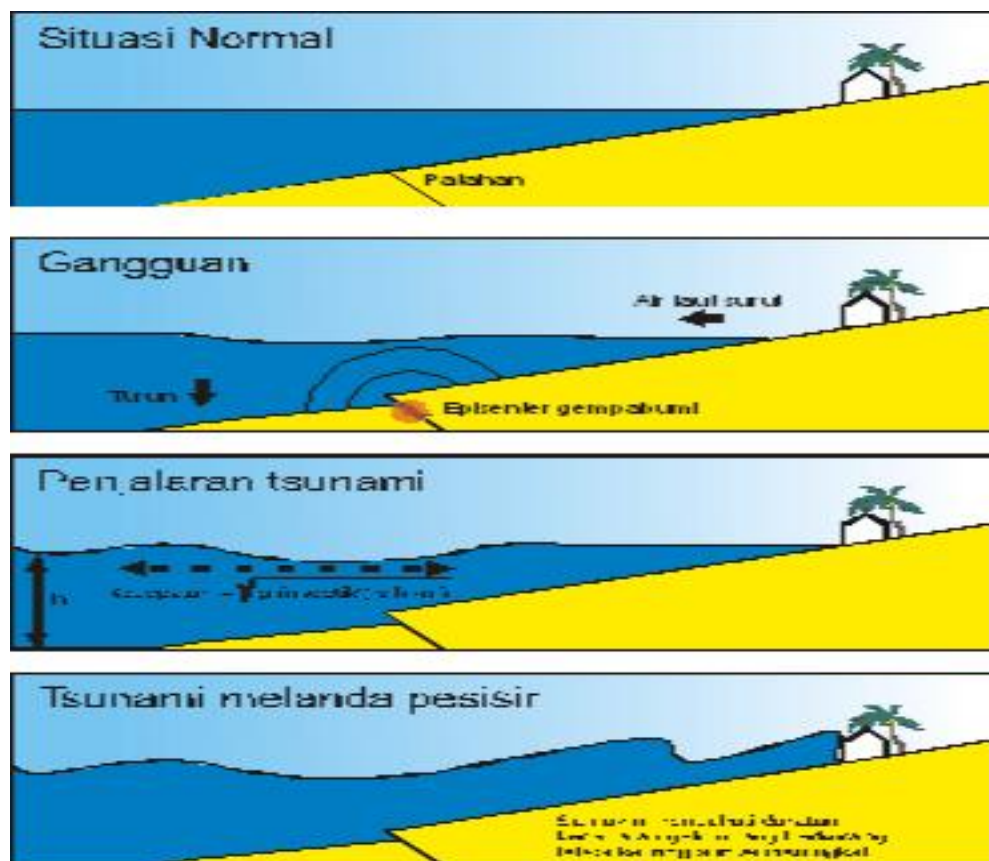
Faktor utama terjadinya Tsunami biasanya disebabkan oleh gempabumi yang di picu akibat tanah longsor di dasar laut, letusan gunungapi dasar laut, atau akibat jatuhnya meteor yang jarang terjadi di dasar laut. Tidak semua gempabumi mengakibatkan terbentuknya tsunami. Syarat terjadinya tsunami akibat gempabumi adalah:

1. Pusat gempa terjadi di dasar laut
2. Kedalaman pusat gempa kurang dari 60 km
3. Skala Magnitude lebih dari 6.0 Skala Richter dan,
4. Memiliki Dislokasi vertikal yaitu sesar naik dan sesar turun (biasanya akibat dari zona subduksi atau batas lempeng yang berupa tumbukan lempeng. Dimana salah satu lempeng menyusup kedalam perut bumi dal lempeng lainnya terangkat ke permukaan pada jenis patahannya.



Gambar 2.2. Tsunami akibat Gempabumi

(Sumber : www.vslesdam.go.id)



Gambar 2.3 Tsunami yang diakibatkan oleh gempa bumi.

Seperti yang terlihat digambar diatas menjelaskan bahwa pada saat masih mengalami patahan situasi air laut tenang atau normal, kemudian mengalami gangguan yang disebabkan oleh gempa bumi pada episenter lapisan yang mengalami patahan sehingga air laut turun. Setelah itu Tsunami akan mengalami penjalaran sehingga ketinggian dan kelajuan tetap, akan tetapi pada saat tsunami melanda di daerah pesisir atau menghampiri daerah pesisir maka ketinggian gelombangnya semakin tinggi akan tetapi kelajuannya mengalami penurunan.

Beberapa daerah Indonesia yang mengalami tsunami yang diakibatkan oleh gempa bumi yaitu Pada tanggal 26 Desember 2004, gempa bumi dengan kekuatan 9 Skala Richter di kedalaman 30 km dasar laut sebelah baratdaya Aceh

membangkitkan gelombang tsunami dengan kecepatan awal sekitar 700 km/jam. Gelombang ini menjalar ke segala arah dari pusat tsunami dan menyapu wilayah Aceh dan Sumatera Utara dengan kecepatan antara 15 - 40 km per jam dan tinggi gelombang 2 hingga 48 meter. Korban jiwa mencapai 250.000 orang lebih. Dalam 3 jam setelah gempabumi, negara-negara di Kawasan Samudera Hindia juga terkena tsunami.



Gambar 2.4. Dampak Tsunami di Aceh

(<https://news.okezone.com/read/2020/12/26/340/2334057/ini-foto-foto-dahsyatnya-terjangan-tsunami-aceh-16-tahun-silam>)

b. Tsunami diakibatkan oleh Letusan Gunung Merapi

Tidak hanya diakibatkan gempabumi, tsunami juga disebabkan oleh letusan gunung Merapi, seperti halnya yang pernah terjadi Indonesia yaitu meletusnya Anak gunung Krakatau tahun 1883, letusan Gunung Krakatau di Indonesia mengakibatkan Tsunami yang dahsyat.

Menurut Sutawidjaja (2006) pada 27 Agustus 1883 kejadian ini merupakan kejadian terbesar dalam sejarah meletusnya Gunung Krakatau. Diakibatkan oleh Lontaran material vulkanik(material yang berasal dari magma yang menuju ke permukaan bumi) dengan volume 18 km^3 dengan tinggi kolom letusan 80 km sehingga menimbulkan tsunami setinggi 30 meter di sepanjang pantai barat

Banten dan pantai selatan Lampung(Igan, 2006). Stehn (1939) berpendapat bahwa Tsunami terjadi akibat runtuh gunung api atau longsoran di dasar laut oleh pengosongan magma dan gas yang tererupsi sehingga terjadinya runtuh Kaldera, dimana runtuh ini menekan air laut sehingga menyebabkan tsunami yang menyapu pantai barat Jawa dan pantai selatan Sumatera. Pendapat kedua oleh Yokoyama (1981) yang telah melakukan survei(survey) gravimetri yaitu penyelidikan dengan melakukan pemeriksaan jumlah zat yang paling sederhana dan yang paling tua di kawasan Krakatau pendapat bahwa tsunami terjadi setelah adanya pelepasan energi yang sangat besar yang berasal dari erupsi material 18 km^3 yang menekan air laut(Chasanah *et al.*, 2020).

c. Tsunami akibat Lonsoran

Pada tahun 1958 di Alaska terjadi lonsor es yang besarnya sekitar 81 juta ton es dan batuan. Longsoran ini terjadi akibat dari guncangan gempa bumi sebelumnya. Gelombang tsunami yang terbentuk akibat longsoran ini menjalar cepat sepanjang teluk dengan tinggi gelombang mencapai 350-500 m saat melanda lereng-lereng gunung dan menyapu pepohonan serta semak belukar. Pada kejadian Lonsoran ini hanya memakan dua korban saja yaitu orang pemancing ikan yang tewas. Akan tetapi tetap saja berbahaya jika nantinya terjadi Lonsoran yang lebih besar.

Sedangkan Istilah tsunami berasal dari dua kata bahasa Jepang yaitu yang terdiri dari kata Tsu berarti "pelabuhan", dan nami berarti "gelombang", sehingga tsunami dapat didefinisikan sebagai "gelombang pelabuhan". Istilah tersebut Pertama kali muncul dari kalangan nelayan Jepang dikarenakan panjang gelombang tsunami sangat besar pada saat berada di tengah laut, sehingga para

nelayan tidak merasakan adanya gelombang ini. Namun setibanya kembali ke pelabuhan, mereka mendapati wilayah di sekitar pelabuhan tersebut rusak parah. Oleh Karena itu mereka menyimpulkan bahwa gelombang tsunami hanya timbul di wilayah sekitar pelabuhan, dan tidak di tengah lautan yang dalam (Power and Leonard, 2013). Tsunami juga merupakan peristiwa yang berfrekuensi kejadian rendah tetapi mempunyai kekuatan destruktif yang besar, sehingga dapat menyebabkan banyaknya korban jiwa dan kerusakan yang parah pada bangunan-bangunan pesisir, Sehingga perlunya adanya Mitigasi Bencana Tsunami untuk meminimalisir dampak bencana tsunami (Rahmad, 2019).

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2007, Mitigasi ialah usaha untuk meminimalisir dampak risiko bencana, baik dengan melalui pembangunan fisik maupun pembangunan peningkatan kesadaran dan kapasitas masyarakat, ketika menghadapi ancaman bencana.

Ancaman atau bahaya (hazard) Menurut OHSAS 18001:2007, adalah keadaan atau situasi yang berpotensi menimbulkan kerugian dalam hal luka-luka atau penyakit terhadap manusia. Jenis bahaya (Hazard) dikategorikan menjadi 3 bagian yakni bahaya kesehatan, bahaya keselamatan dan bahaya lingkungan. Bahaya kesehatan ialah suatu kegiatan yang dapat menyebabkan timbulnya penyakit pada Bahaya keselamatan ialah aktivitas yang dapat menyebabkan membahayakan seseorang. Bahaya lingkungan ialah bahaya yang dilepaskan ke lingkungan yang dapat menyebabkan efek yang bisa merusak (Mathematics, 2016).

Berdasarkan ke tiga kategori diatas perlu adanya kewaspadaan dan mitigasi terhadap suatu bencana yang khususnya Bencana Tsunami yaitu perlunya pemodelan Rawan Tsunami berdasarkan Skenario tinggi gelombang tsunami.

Hasil dari pemodelan tersebut nantinya berupa sebaran luasan wilayah terdampak Ancaman/Bahaya tsunami. Pemodelan tersebut akan dilakukan dengan menggunakan perhitungan matematis yang dikembangkan oleh *Mcsaveney dan Rattenbury* yang berdasarkan perhitungan kehilangan ketinggian tsunami per 1 meter jarak inundasi berdasarkan harga jarak terhadap lereng dan kekasaran permukaan. Adapun persamaan pemodelan genangan tsunami yang digunakan yaitu (Amri, 2015):

$$H_{loss} = \left(\frac{167n^2}{H_0^{\frac{1}{8}}} \right) + 5 \sin S \quad (1)$$

Dimana:

H_{loss} : Kehilangan ketinggian tsunami per 1 meter jarak inundasi

n : Koefisien Kekerasan permukaan.

H_0 : Ketinggian gelombang tsunami di garis pantai (m)

S : Besarnya lereng permukaan (derajat).

Sedangkan Menurut Departement of Word related Security and Health Malaysia (2008:5), Ancaman ialah suatu kejadian yang dapat membahayakan dan berpotensi Rentan terhadap kerusakan lingkungan atau peralatan dan penyakit pada manusia sekitarnya.

Kerentanan yaitu suatu kejadian/peristiwa yang dapat berpotensi menimbulkan bahaya terhadap manusia atau penggunaan lahan yang ada. Kerentanan yang ada dipacu seberapa banyak Lahan yang berisiko terhadap bencana yang khususnya bencana tsunami (Fahmi Abdillah and Muhsoni, 2020).

Risiko Bencana adalah sesuatu yang berpotensi menimbulkan kerugian akibat bencana pada suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat. Tingkatan risiko didapatkan dari perkalian antara tingkat kerentanan daerah dengan kapasitas daerah untuk memperkecil tingkat kerugian dan tingkat bahaya akibat bencana. (Sumber: Perka BNPB No. 2, 2012). Tingkat Risiko Tsunami ditentukan dengan menggunakan persamaan *Model Cruch* yaitu:

$$R = H \times V \quad (2)$$

Dimana : R : Indeks Risiko

H : Indeks Bahaya/Ancaman

V : Indeks Kerentana

Upaya dalam pengurangan risiko bencana tsunami yaitu dengan mengetahui jalur dan tempat evakuasi tsunami di kawasan rawan tsunami sebagai tempat evakuasi dan berlindung saat bencana tsunami terjadi (Tamura, 2016).

Identifikasi(penentuan) jalur dan tempat evakuasi yang digunakan sebagai tempat perlindungan dapat berupa Bangunan sarana ibadah, pendidikan, lapangan, bukit, baik bukit alami maupun bukit buatan yang diperuntukkan sebagai jalur dan tempat evakuasi (Aji, 2020).

Pemetaan Jalur Evakuasi ini Salah satu langkah mitigasi dalam menghadapi bencana tsunami. Jalur evakuasi ini akan memudahkan masyarakat untuk menghindari bencana yang akan terjadi di Kecamatan Gumukmas. Masyarakat memerlukan jalur ini agar pada saat terjadi tsunami masyarakat dapat pergi ke tempat evakuasi dengan cepat serta melewati jalan yang benar sesuai

dengan jalur evakuasi sehingga mengurangi risiko(akibat) ancaman tsunami dan hal tersebut dapat mengurangi risiko(akibat) jatuhnya korban jiwa jika bencana tsunami terjadi (Soegiharto, 2006). Dalam Upaya penyelamatan korban jiwa terdapat sebuah sistem yang dikembangkan oleh pemerintahan Indonesia melalui InaTEWS yang diatur langsung oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) di Jakarta, dimana sistem InaTEWS ini memberi peringatan dini Tsunami kepada Masyarakat untuk mempersiapkan diri dalam mengevakuasi diri dari tsunami dalam kurun waktu dari 30 menit saat setelah terjadinya gempa bumi(Siska Anggria, dkk, 2016). Jalur evakuasi dibuat sesuai dengan kapasitas kebutuhan wilayah itu sendiri. Tujuan dari setiap jalur evakuasi ini dibuat agar lebih mudah dipahami massa atau masyarakat saat mengevakuasi warga saat terjadi bencana agar lebih cepat dan lebih tepat (efisien) (Fadly and Fadhilatus, 2019).

Menurut Abrahams, 1994. Jalur evakuasi adalah jalur yang digunakan untuk pemindahan langsung dan cepat bagi orang-orang yang akan menjauh dari ancaman atau kejadian yang dapat membahayakan. Kebutuhan jalur evakuasi juga dipengaruhi oleh waktu rata-rata untuk mencapai lokasi yang aman (titik kumpul). Secara umum tidak ada standart ketentuan untuk Lebar jalur evakuasi, Hal yang harus diperhatikan ialah apakah jalur ini bisa dilalui dengan baik dan cepat, dan untuk jalur evakuasi (di luar bangunan) hendaknya bisa memuat dua kendaraan sehingga apabila saling berpapasan tidak menghalangi proses evakuasi. Dalam penentuan jalur evakuasi, harus disepakati dimana titik kumpul yang aksesnya mudah dan luas. Dalam modul Siap Siaga Bencana Alam (2009:36)

dikemukakan syarat-syarat jalur evakuasi yang layak dan memadai sebagai berikut yaitu (Sahetapy, Poli and Suryono, 2016):

a. Keamanan Jalur

Jalur evakuasi yang akan digunakan untuk evakuasi haruslah benar-benar aman Saat dilalu dari benda-benda yang berbahaya yang dapat menimpa diri.

b. Jarak Tempuh Jalur

Jarak jalur evakuasi yang akan digunakan untuk evakuasi dari tempat tinggal semula ketempat yang lebih aman haruslah jarak yang akan memungkinkan cepat sampai pada tempat yang aman.

c. Kelayakan Jalur

Jalur yang dipilih juga harus layak digunakan pada saat evakuasi sehingga tidak menghambat proses evakuasi.

Menurut Ariani Tyas Sukrisno dan Arief Rahman, 2010. Evakuasi ialah perpindahan seseorang dari tempat yang berbahaya menuju tempat yang lebih aman. Dalam perancangan evakuasi harus mempertimbangkan kondisi Gedung dan factor orang yang bisa menghambat proses evakuasi. Terdapat dua tahap dalam proses evakuasi gedung, yaitu tahap pre-evacuation dan tahap movement. Tahap pre-evacuation adalah tahap sebelum pengunjung gedung meninggalkan ruang. Sedangkan tahap movement adalah tahap pengunjung mulai berjalan atau berlari menuju tempat berkumpul (Andhika *et al.*, 2013), jalur evakuasi bencana merupakan jalan yang dirancang serta telah disepakati bersama yang dapat dipergunakan untuk evakuasi (BNPB, 2014), Usdianto dkk., 2016 berpendapat bahwa jalur evakuasi bencana dapat definisikan sebagai jalan atau arah yang

disepakati untuk menghindari ancaman dan mengarahkan menuju tempat evakuasi sementara atau TES dan tempat evakuasi akhir atau TEA (Sabani, 2020).

Menurut Firja, 2018. Tempat evakuasi sementara ialah suatu tempat yang digunakan sebagai tempat berlindung yang bersifat sementara karena dapat memungkinkan adanya ancaman serta terbatasnya sumberdaya, sedangkan tempat evakuasi akhir atau TEA ialah suatu tempat yang digunakan sebagai tempat akhir untuk berlindung yang memiliki fungsi sebagai tempat berkumpul masyarakat yang terpapar bencana pasca bencana dan tempat mendapatkan bantuan serta melakukan aktivitas(kegiatan) hingga proses pemulihan (Sabani, 2020). Menurut Usdianto dkk, (2016). Syarat-syarat jalur evakuasi adalah sebagai berikut (Sabani, 2020):

- 1) Telah disepakati dan diketahui oleh warga masyarakat,
- 2) Luas jalur atau lebar jalur cukup untuk menampung arus penyintas dan kendaraan pengangkutnya,
- 3) Dapat menjauhi sumber ancaman,
- 4) Tidak terlanda oleh ancaman utama,
- 5) Paling aman dari segala ancaman turunan,
- 6) Terdekat dengan tempat evakuasi sementara (TES) dan tempat evakuasi akhir (TEA), dan
- 7) Dilengkapi rambu penunjuk arah menuju tempat evakuasi sementara (TES) dan tempat evakuasi akhir (TEA).

Daerah yang mempunyai bentuk permukaan bumi perbukitan ruang terbuka di atas bukit dapat dijadikan tempat evakuasi sementara (TES), pada daerah yang dijadikan sebagai tempat evakuasi sementara (TES) dapat berupa

bangunan swasta yang mempunyai fasilitas untuk dinikmati oleh masyarakat umum sebagai tempat evakuasi. Ciri-ciri bangunan yang dapat dijadikan sebagai tempat evakuasi sementara yaitu sebagai berikut (BNBP, 2012):

- Bangunan tahan terhadap gempa bumi,
- Jumlah lantai cukup aman yang lebih tinggi dari perkiraan tinggi tsunami, dan
- Bangunan yang dijadikan tempat Evakuasi sementara merupakan bangunan umum saat kondisi normal, sehingga memenuhi aspek atau bidang keberlanjutan.

Pada proses evakuasi bencana tsunami garis datar merupakan titik awal dalam mengevakuasi diri menuju ke tempat yang lebih tinggi dengan memanfaatkan gedung-gedung yang aman terhadap tsunami (BNBP, 2012). Menurut Spahn et al., 2010. Dalam pembuatan jalur evakuasi tsunami perlu adanya antisipasi jalur yang rawan akan genangan tsunami dan bahaya sekunder yang disebabkan oleh gempa, beberapa bagian yang harus dihindari dalam jalur evakuasi yaitu (Sabani, 2020):

- 1) Jembatan yang mempunyai potensi rapuh ketika terjadinya gempa bumi, serta jembatan yang juga mempunyai potensi terkena aliran tsunami yang merambat dengan cepat melalui sungai-sungai,
- 2) Area-area yang rawan longsor serta bangunan tinggi dan mudah rapuh, sehingga menyebabkan terjadi keruntuhan bangunan,
- 3) Jalan-jalan yang terdapat tiang-tiang listrik serta area yang mempunyai gardu listrik,
- 4) Lokasi-lokasi industri yang dapat memicu bahaya sekunder akibat gempa dan

tsunami seperti industri minyak dan gas, dan

5) Jalan-jalan yang dekat sungai atau muara sungai.

Pada saat pembuatan peta jalur evakuasi khususnya tsunami dan penentuan posisi Tempat Evakuasi seperti yang diuraikan di atas, pada penelitian ini digunakan teknologi yang berbasis Sistem Informasi Geografis yang merupakan salah satu alat bantu (*software*) untuk membuat model informasi spasial sebagai langkah awal dalam melaksanakan program mitigasi bencana dengan metode *Network Analysis*.

Menurut Adil tahun 2017, Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem informasi yang terdiri dari perangkat keras komponen, perangkat lunak, data geografis dan manusia sumber daya yang bekerja sama untuk memasukkan, menyimpan, memperbaiki, memproses, memperbarui, menganalisis, memanipulasi, dan menampilkan semua data geografis. Menurut Irwansyah, 2013 komponen-komponen yang membangun sebuah sistem informasi adalah sistem komputer, perangkat lunak, data spasial, data manajemen, Analisis, dan manusia yang mengoperasikan SIG. Berdasarkan struktur data SIG dibagi menjadi 2 model data spasial, yaitu model data raster dan model data vektor. Data raster adalah data yang didapat dari sistem penginderaan jauh yang objeknya berada di berupa piksel. Data vektor adalah bentuk Bumi permukaan, yang berupa garis, titik, dan bidang. Setiap data spasial memiliki kelemahan dan kelebihan, tergantung pada tujuan, ketersediaan data, keakuratan yang akan dibuat dan Analisis yang mudah (Putra and Chernovita, 2020).

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau Geographic Information Sistem (GIS) ialah suatu sistem informasi berbasis komputer yang dirancang untuk bekerja

dengan menggunakan data yang mempunyai informasi spasial (bereferensi keruangan). Sistem ini mengcapture, mengecek, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data yang secara informasi lokasi kepada kondisi bumi. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dengan Sistem Informasi lainnya yang membuatnya menjadi berguna berbagai kalangan untuk menjelaskan kejadian, merencanakan cara(strategi), dan memperkirakan (memprediksi) apa yang terjadi (Ariana, 2016). Didalam sistem Sistem Informasi Georafis (SIG) terdapat beberapa metode salah satunya yaitu *Metode Network Analysis*.

Analysis Jaringan (*Network Analysis*) merupakan sistem linear yang berhubungan dengan aliran atribut dari suatu objek. Analysis jaringan (network analysis) biasanya merupakan model transportasi makroskopis yang menunjukkan hubungan antara objek yang di hubungkan oleh jaringan transportasi. Jaringan tersebut memiliki topologi berupa garis-garis, contohnya jalan-jalan. Jalan adalah contoh sistem jaringan dengan atribut seperti panjang, luas, dan jenis. Kategori ini mencakup rel kereta api, jalur sepeda, saluran/aliran sungai. Sistem jaringan sering digunakan dalam analysis transportasi untuk mencari solusi permasalahan transportasi seperti mencari rute alternatif, menentukan rute tercepat, rute terpendek, dan lokasi terdekat(Satria Permana, Triyatno and Nofrizal, 2019)

Sedangkan menurut Stevany, Suprayogi, dan Sukmono, pada tahun 2016 Fungsi route yaitu untuk membantu penentuan jalur evakuasi tsunami. Kelebihan network analysis ini sendiri yaitu digunakan untuk menentukan rute optimal dari satu titik menuju titik lainnya dalam suatu jaringan jalan dan masih minimnya pengaplikasian metode ini dalam pembuatan jalur evakuasi (Sabani, 2020).

Dalam pembuatan Jalur(Rute) evakuasi tsunami berbasis SIG salah satunya yaitu menggunakan Software ArcGis. Dimana Software ArcGis ini mempunyai keunggulan untuk pengolahan data serta memetakan rute evakuasi sehingga menghasilkan sebuah peta dengan menggunakan sistem yang berbasis geografis dengan memanfaatkan teknologi computer. Selain itu juga digunakan sebagai pengelolaan sumber daya, perencanaan pembangunan, keahlian membuat peta (kartografi) dan perencanaan rute (Suryani *et al.*, 2020). Diantara beberapa tools network analysis yang tersedia pada Software ArcGis yaitu *New Route* dimana *New route* ini berfungsi untuk mengetahui serta menganalisis jalan / rute yang paling efektif serta terdekat. (L, 2018).

ArcGis merupakan software berbasis Geographic Information System (GIS) yang dikembangkan oleh ESRI (Environment Science & Research Institute) yang terdapat 3 bagian utama yaitu : ArcView (Berfungsi sebagai pengelola data komprehensif, pemetaan dan Analysis), ArcEditor (berfungsi sebagai editor dari data spasial) dan ArcInfo (Merupakan fitur yang menyediakan fungsi – fungsi yang ada di dalam GIS yaitu meliputi keperluan analisa dari fitur Geoprocessing). Menurut ESRI 1998, salah satu perluasan dari software ArcGis yang dapat melakukan Analysis jaringan yaitu ArcGis Network Analyst, dimana Network Analyst berfungsi untuk menemukan jalur terendah selama Analysis jaringan. Jaringan dalam Network Analyzer, yaitu: Jaringan jalan, jaringan kabel listrik, jaringan sungai, jaringan pipa. Analisis Jaringan ArcGis dapat membuat kumpulan data jaringan dan melakukan Analysis pada jaringan tersebut. Perluasan ini dibangun menggunakan beberapa bagian dari aplikasi ArcGis yaitu ArcCatalog untuk membuat dataset online, ArcMap untuk melakukan Analysis, dan

ArcToolbox untuk melakukan proses geogroosing. Wizard dataset online ArcCatalog memudahkan pembuatan dataset dari geodatabase atau shapefile. Wizard ini membantu mengenali kemampuan yang akan digunakan, menentukan aturan jaringan, dan mengidentifikasi tanda jaringan (Buana, 2010).

Pada perangkat lunak ArcGis terdapat sebuah aplikasi atau modul tambahan yang dapat membuat, mengedit, dan mengelola serta memfasilitasi cara untuk mengotomatiskan atau *batch* pada sejumlah urutan proses rutin mengenai pembuatan data spasial agar bisa diulangi secara presisi kapan saja dan oleh siapa saja tanpa adanya kesahan yang fatal, aplikasi atau modul tambahan ini sebut *Model Builder*. *Model Builder* ini juga difungsikan sebagai Aplikasi yang dapat menentukan proses-proses pada urutan kerja sejumlah *tools* dan *script* terkait yang dimilikinya, khususnya yang terdapat didalam panel ArcToolbox. Pada model ini kita dapat membuat atau menyusun alur kerja yang menyatukan urutan alat/tool, serta memasukkan output untuk dijadikan sebagai input pada alat lain sehingga mempermudah untuk mengerjakan Analysis spasial yang serupa dan tidak perlu melakukan proses dari awal. Keunggulan yang dimiliki pada *Model Builder* ini diantaranya yaitu (Sulistyo, 2006):

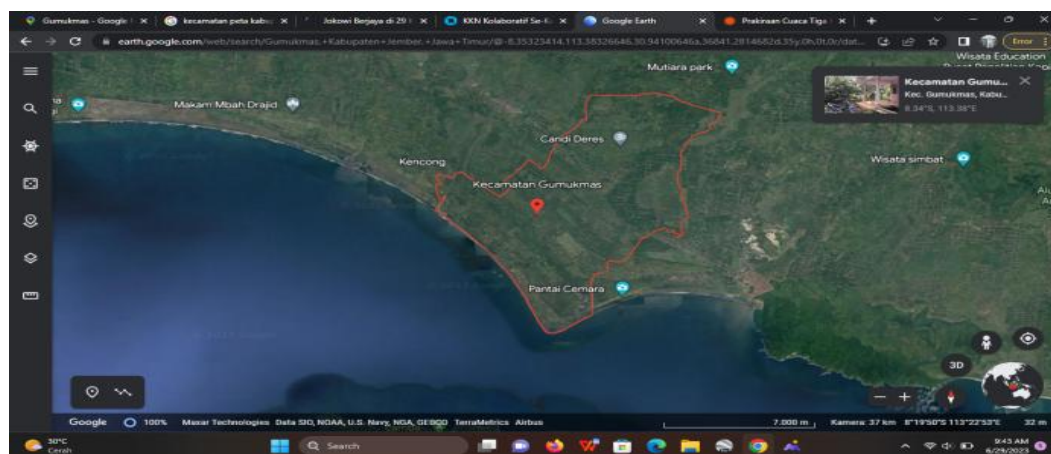
1. Dapat memproses langsung suatu model secara bersamaan (tidak satu persatu)
2. Dapat Membantu serta mengeksplorasi suatu Tool yang digunakan dalam proses membuat model.
3. Sangat mudah digunakan dengan menggunakan logika dan lain-lain
4. Dapat Memproses model dari yang sederhana hingga model yang rumit.

Dalam Sistem Informasi Geofisika (SIG), Pomodelan sendiri diartikan sebagai suatu proses yang terjadi pada Sistem Informasi Geofisika (SIG)

difungsikan untuk menggambar realita atau keadaan yang sebenarnya dilapangan.(Goodchild, 2005).

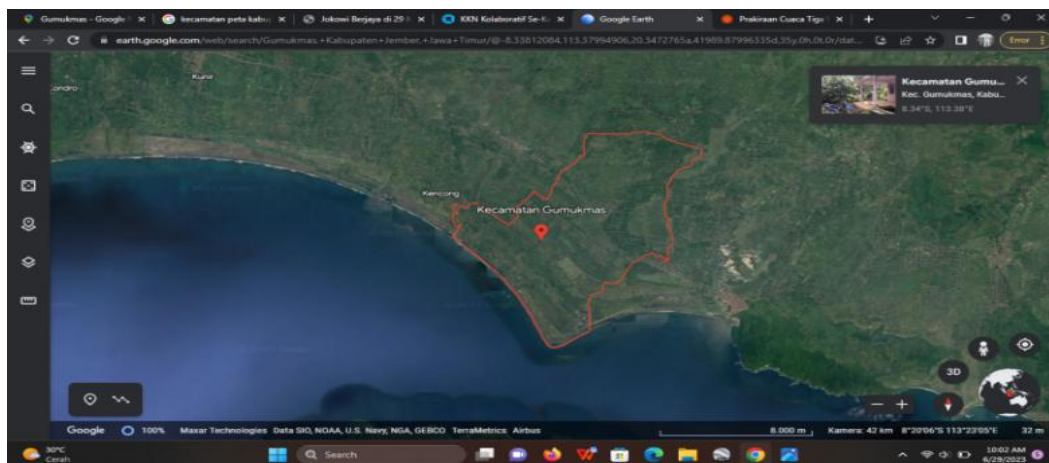
2.2 Kondisi Geologi Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember

Secara Letak Astronomis Kecamatan Gumukmas berada diantara $8^{\circ}19'50''$ - $8^{\circ}20'06''$, Lintang Selatan dan $113^{\circ}22'53''$ - $113^{\circ}23'05''$ Bujur Barat.



Gambar 2.5 Peta Kecamatan Gumukmas

(Sumber:Google Earth pro)



Gambar 2.6 Peta Kecamatan Gumukmas.

(Sumber:Google Earth pro)

Secara Topografi, Kecamatan Gumukmas memiliki Batas-batas wilayah yang meliputi diantaranya: (Pradipta and Santoso Budi, 2015):

Sebelah utara :Kecamatan Umbulsari

Sebelah selatan: Samudera Indonesia/Hindia

Sebelah timur : Kecamatan Pungur

Sebelah barat : Kecamatan Kencong.

Serta memiliki kondisi topografi Wilayah mencakup area seluas 829,800 Ha atau $90,621367 \text{ km}^2$ dengan ketinggian rata-rata 9 m dari permukaan laut, Bentuk wilayah terdiri daratan datar yang terbagi menjadi 8 desa yang terdiri 24 Dusun, 159 Rukun Warga (RW), 450 Rukun Tetangga (RT). Dikarenakan pada sebelah selatan berbatasan langsung dengan Samudera Hindia yang termasuk rangkaian yang berada di gugusan gunung berapi (*ring of fire*). *Ring Of Fire* ini merupakan suatu lintasan di mana terdapat deretan gunung api sehingga tidak mengherankan kalau negara yang dilewati sering terjadi gempa, baik gempa tektonik maupun vulkanik. Serta menyebabkan wilayah sepanjang pantai Selatan Pulau Jawa berpotensi terhadap bencana tsunami.



Gambar 2.7 Indonesia terletak pada area ring of fire

(Sumber : www.usgs.gov)

Berdasarkan dokumen penilaian risiko Bencana Kabupaten Jember 2017-2021 penduduk yang terpapar dengan luas daerah bahaya Tsunami yaitu sebagai berikut (Sepanjang and Kabupaten, 2020):

Tabel 2.1 Penduduk terpapar dan luas bahaya tsunami di sepanjang pesisir Kabupaten Jember.

Kecamatan	Desa	Penduduk Terpapar (Jiwa)	Total Penduduk Terpapar (Jiwa)	Luas Bahaya
Ambulu	Sumberejo	2.023	2.076	899
	Andongsari	53		
Gumukmas	Kepanjen	3.496	6.963	1.693
	Mayangan	3.467		
Kencong	Pseban	1.536	1.536	680
Puger	Mojomulyo	6.514	14.813	1.243
	Mojosari	7.634		
	Puger Keton	3.406		
	Puger Weton	3.773		
Tempurejo	Andongrejo	9	21	476
	Curahnongko	12		
Wulahan	Lojejer	-	-	205
Total	25.409			5.196

Sumber: Kajian Risiko Bencana Kabupaten Jember Tahun 2017-2021

Berdasarkan Tabel Dokumen diatas Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember merupakan wilayah yang penduduknya terpapar bencana tsunami dalam kategori tinggi kedua bila dibandingkan dengan kecamatan lainnya dan juga merupakan wilayah yang mempunyai luas bahaya wilayah tertinggi dibandingkan dengan wilayah yang lainnya yaitu sebesar 1.693 Ha (Sepanjang and Kabupaten, 2020).

2.3 Peneliti Terdahulu

Penelitian dengan Metode Network Analysis ini pernah dilakukan oleh :

1. Penelitian Dr. Ir. Dudung Muhally Hakim, M.Sc., Lea Kristi Agustina, S.T., M.Eng (2018)

Penelitian Dr. Ir. Dudung Muhally Hakim, M.Sc., Lea Kristi Agustina, S.T., M.Eng (2018) ini membahas tentang Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami dengan Metode Network Analysis. Persamaan dengan penelitian ini yaitu metode penentuan jalur evakuasi dengan menggunakan metode *Network Analysis*. Sedangkan perbedaannya terletak pada daerah atau objek penelitian yang digunakan dalam pembuatan jalur evakuasi serta Peta Risiko yang dijadikan acuan sebagai penentu dalam pembuatan Jalur Evakuasi Tsunami dan proses dalam penentuan titik awal serta lokasi tempat evakuasi dan pembuatan jalur evakuasi. Pada Penelitian Dr. Ir. Dudung Muhally Hakim, M.Sc., Lea Kristi Agustina, S.T., M.Eng (2018) ini tidak menggunakan peta Risiko, Peta Buffer (jarak Aman) dan Lokasi TEA (Tempat Evakuasi Akhir) serta dalam Penentuan titik beresiko tinggi atau Titik Awal ini dilakukan dengan cara *overlay* dengan metode intersect peta rawan tsunami, dan jaringan jalan melalui Aplikasi ArcGIS dalam pembuatan pembuatan jalur evakuasi dan menentukan lokasi dan tools network analysis yang digunakan adalah *closest facility analysis* dan *service area analysis*. Sedangkan pada penelitian kali ini menggunakan Peta Risiko Tsunami sebagai acuan dalam penentuan Jalur Evakuasi Tsunami, terdapat Peta Buffer (jarak aman) dan lokasi TEA serta dalam pembuatan Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi menggunakan Bantuan Google Earth Pro serta Microsoft Excel dan ArcGIS. Dalam penelitian kali ini menggunakan *tools network analysis* yaitu

new rute dimana *New rute* ini berfungsi untuk mengetahui serta menganalisis jalan / rute yang paling efektif serta terdekat. (L, 2018).

2. Penelitian Limpat Wibowo Aji (2020)

Penelitian Limpat Wibowo Aji (2020) ini Membahas Tentang Identifikasi Jalur dan Tempat Evakuasi Tsunami Berdasarkan FEMA P646 pada Objek-objek Wisata Pantai di Kabupaten Gunungkidul. Persamaan pada penelitian ini yaitu sama-sama Membuat Jalur Evakuasi. Dan Perbedaan dengan penelitian ini yaitu Metode yang digunakan, pada penelitian Limpat Wibowo Aji (2020) hanya menggunakan Metode Kualitatif dengan teknik Analysis dekskriptif yaitu menganalisis jalur dan tempat Evakuasi (TE) dengan pedoman FEMA P646 untuk menentukan tempat evakuasi tsunami. Sedangkan Pada penelitian kali ini yaitu Menggunakan *Metode Network Analysis* serta *Overlay* (tumpang sususun peta) dan menggunakan pedoman FEMA P646 untuk menentukan kapasitas tempat evakuasi tsunami.

3. Penelitian Deski Christianto Adilang, Aristotulus E. Tungka, Fela Warouw (2022)

Penelitian Deski Christianto Adilang, Aristotulus E. Tungka, Fela Warouw (2022) ini Membahas tentang Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami dengan Metode Network Analysis. Persamaan dengan penelitian ini yaitu metode penentuan jalur evakuasi serta Software yang di gunakan. Sedangkan perbedaannya terletak pada daerah atau objek penelitian yang digunakan, serta pengolahan data serta sumber data yang digunakan dalam pembuatan jalur evakuasi. Pada Penelitian Deski Christianto Adilang, Aristotulus E. Tungka, Fela Warouw (2022) tidak menggunakan Peta Risiko Bencana Tsunami, Sedangkan pada penelitian ini

menggunakan Peta Risiko Bencana Tsunami sebagai Rujukan dalam penentuan Titik Awal serta Lokasi Tempat Evakuasi tsunami agar pembuatan Peta Jalur Evakuasi lebih tepat.

2.4 Kerangka Berfikir



Gambar 2.8 Kerangka pikir penelitian

BAB III

METODELOGI

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Gumukmas, Dimana Secara Geografis Kecamatan Gumukmas merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Jember yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia sehingga menyebabkan Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember ini pernah terdampak tsunami Samudera Hindia dan juga merupakan kecamatan kedua Kabupaten Jember yang memiliki luasan wilayah yang terdampak bencana tsunami.

Waktu dilaksanakannya penelitian ini yaitu tanggal 17 Juli 2023.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Batas Administrasi
- b. Peta Risiko Tsunami Kecamatan Gumukmas
- c. Data Kontur Kecamatan Gumukmas
- d. Data Lokasi Titik Awal dan Tempat Evakuasi
- e. Data Jaringan jalan 1:100.000 Kecamatan Gumukmas

3.3 Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan Pada penelitian ini yaitu berupa dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

3.3.1 Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan antara lain:

- a. Laptop

Digunakan untuk proses pengolahan data dan penulisan laporan Tugas Akhir.

b. Printer

Digunakan untuk mencetak laporan Tugas Akhir dan keperluan lainnya terkait keperluan Tugas Akhir..

3.3.2 Perangkat lunak (*software*) yang digunakan antara lain:

(a) *ArcGis 10.8*

ArcGis ini di gunakan pada saat pengolahan data, proses pembuatan peta Risiko Bencana Tsunami, pembuatan peta lokasi Titik Awal serta posisi Tempat Evakuasi. pembuatan peta Jalur Evakuasi bencana Tsunami, dan *layouting* peta.

(b) *Google Earth Pro*

Google Earth Pro digunakan untuk menentukan Titik Awal serta posisi Tempat Evakuasi (TES atau TEA).

(c) *Microsoft Office Excel 2010*

Microsoft Excel 2010 digunakan untuk membuat tabel dan mengolah data.

(d) *Microsoft Office Word 2010*

Microsoft Word 2010 digunakan untuk menulis serta menyusun laporan penelitian Tugas Akhir.

3.4 Prinsip Kerja

Metode Network Analysis berdasarkan Sistem Informasi Geografis berkerja dengan melakukan memasukkan, pengolahan, manipulasi Analysis hingga penyajian data yang berkaitan dengan menggunakan personal *computer(PC)*. Terdapat Tahapan-tahapan dalam penelitian ini yaitu: pertama masukkan(Input) data baik data spasial ataupun data atribut. Kemudian dilakukan pengolahan data dilanjutkan dengan Analisa data dengan cara mengoverlay atau tumpang sususun

peta, dan yang terakhir yaitu keluaran (Output) merupakan penyajian data yang sudah jadi dalam bentuk peta, tabel, dan diagram.

3.5 Prosedur Pelaksanaan

Adapun tahap pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Akuisisi Data

Pada Penelitian kali ini menggunakan Data/peta batas administrasi didapatkan dari situs resmi Badan Informasi Geospasial (BIG) skala 1:100.000, kemudian Peta Risiko Tsunami Kecamatan Gumukmas didapatkan dari Hasil perkalian Peta Bahaya/Ancaman Tsunami dan Peta Kerentanan. Data Kontur didapatkan dari data DEM SRTM 1 Arc-Second Global yang didapatkan dari webset <https://earthexplorer.usgs.gov/>, Selanjutnya Data Lokasi Titik Awal, TES dan TEA yang diperoleh dari hasil *overlay* peta Risiko Tsunami dan Peta Kontur Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember dengan menggunakan bantuan google earth pro dan software microsof excel, dan Data Jaringan jalan didapatkan dari BIG skala 1:100.000.

3.5.1 Pembuatan Peta Risiko Tsunami

Peta Risiko Tsunami ini di dilakukan di BMKG didaerah pasuruan. Pembuatan Peta Risiko Tsunami dilakukan untuk memperoleh daerah mana saja yang berisiko tsunami sebagai langkah awal dalam pembuatan Peta Jalur Evakuasi bencana Stunami. Pembuatan Peta Risiko Tsunami menggunakan Hasil perkalian Peta Bahaya/Ancaman Tsunami dan Peta Kerentanan. Pada Peta Bahaya/Ancaman Tsunami terdapat beberapa variable yang digunakan yaitu skenario elevasi *run up* tsunami di garis pantai, koefisien kekasaran dan lereng. Data yang digunakan yaitu: Kelerengan, Koefisien Kekerasan Permukaan, Garis

Pantai, serta Skenario Ketinggian Gelombang Tsunami. Pada penelitian kali ini digunakan skenario ketinggian gelombang tsunami dari Imamura-lida yang paling tinggi yaitu 30m, dari beberapa Skenario ketinggian gelombang Imamura-lida 1m, 2m, 5m, 15m, dan 30 m. Peta kelereng sendiri didapatkan dari data DEM SRTM 1 Arc-Second Global yang didapatkan dari webset <https://earthexplorer.usgs.gov/> dengan menggunakan *slope* pada raster surface di menu Arctoolbox yaitu 3D *Analyst Tools*. Kemudian Peta koefisien kekasaran permukaan diperoleh dengan memasukkan nilai kekasaran pada Atribut peta tutupan lahan, Data Tutupan Lahan yang diperoleh dari webset <https://www.indonesia-geospasial.com/>. Kemudian yang terakhir yaitu Garis Pantai didapatkan dari data peta rupa bumi 1:100.000 Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember.

Tabel 3.1 Koefisien Kekasaran Permukaan

No.	Jenis Tutupan Lahan	Koefisien Kekasaran(m)
1.	Semak	0.004
2.	Hutan	0.070
3.	Lahan Kosong	0.015
4.	Perkebunan	0.035
5.	Lahan Pertanian	0.025
6.	Lahan terbangun/Pemukiman	0.045
7.	Badan Air	0.007
8.	Mangrove	0.025
9.	Tambang	0.010

(Sumber: Berryman,2005)

Data yang sudah terkumpul selanjutnya dilakukan pemodelan genangan tsunami dengan menggunakan bantuan model yang dikembangkan oleh Mcsaveney dan Ranttenbury(2000) yaitu *Model Builder* serta menggunakan fungsi *cost distance* pada Software ArcGis yang dimana *cost distanca* ini sendiri merupakan suatu fungsi yang memperkirakan kehilangan ketinggian genangan tsunami dari sumber tinggi rendahnya gelombang tsunami (run up) dari garis pantai dan ke daratan. Pada *cost distance* sendiri garis pantai sebagai sumber genangan (source) dan nilai H_{loss} sebagai *cost surface*(Putra, 2009):

$$H_{loss} = \left(\frac{167n^2}{H_0^{\frac{1}{S}}} \right) + 5 \sin S \quad (3)$$

Dimana:

H_{loss} : Kehilangan ketinggian trsunami per 1 meter jarak inundasi

n : Koefisien Kekerasan permuaan.

H_0 : Ketinggian gelombang tsunami di garis pantai (m)

S : Besarnya lereng permukaan (derajat).

Menurut Diposaptono & Budiman, 2008 menyatakan bahwa tinggi rendahnya gelombang tsunami (run-up) serta energi yang ditimbulkannya dapat diklasifikasikan dalam skala magnitudo yang disebut skala Imamura-lida. Sebagai berikut:

Tabel 3.2 Skala Immamura-lida

No.	Skala Immamura-lida	Klasifikasi
1.	-1	Tsunami dengan <i>ru-up</i> < 50 cm diderah pantai

2.	0	Tsunami dengan <i>ru-up</i> 1 m
3.	1	Tsunami dengan <i>ru-up</i> > 2 m
4.	2	Tsunami dengan <i>ru-up</i> 4-6 m
5.	3	Tsunami dengan <i>ru-up</i> 10-20 m
6.	4	Tsunami dengan <i>ru-up</i> > 30 m

(Sumber: Diposantro, 2008)

Secara spasial tingkat bahaya tsunami dikelompokkan menjadi lima kelompok, yaitu pada kawasan yang tergenang <2 meter dikelompokkan dalam tingkat bahaya rendah, selanjutnya kawasan yang tergenang dari ketinggian 2-5 meter dikelompokkan kedalam Sedang, kemudian untuk kawasan yang tergenang dari ketinggian 5 - 15 meter termasuk kelompok tingkat bahaya Tinggi, kawasan yang tergenang dari ketinggian 15-30 meter termasuk dalam kelompok tingkat bahaya tinggi, dan untuk kawasan yang tergenang lebih dari 30 meter maka termasuk kelompok tingkat bahaya sangat tinggi. Kelompok tingkatan dalam bahaya tsunami pada penelitian kali ini ditentukan berdasarkan skenario ketinggian gelombang tsunami 30 meter(Putra, 2009).

Selanjutnya Pada Pembuatan Peta Kerentanan Tsunami, Parameter yang dibutuhkan yaitu kerentanan ekonomi berdasarkan Penggunaan Lahan yang ada pada kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember. Penggunaan lahan yang telah didapatkan, Kemudian diberikan Skor sesuai pengaruh yang diberikan terhadap ekonomi masyarakat untuk melihat tinggi rendahnya kerentan tsunami pada daerah yang diteliti seperti Tabel 3.3 pada atribut yang selanjutnya diklasifikan,

kemudian peta yang berbentuk poligon kemudian diubah menjadi bentuk raster untuk mempermudah pembuatan peta risiko. Skor yang tinggi akan diberikan pada Kelas penggunaan Lahan yang memiliki tingkat ekonomi yang tinggi, sehingga memiliki tingkat Kerentanan tsunami tinggi, begitu juga pada Skor yang rendah akan diberikan kepada Kelas penggunaan Lahan yang memiliki tingkat ekonomi yang Rendah pula, sehingga memiliki tingkat Kerentanan tsunami Rendah.

Tabel 3.3 Skor Tutupan Lahan

No.	Legenda	Skor
1	Badan Air	1
2	Pemukiman	4
3	Pertanian Lahan Kering	3
4	Sawah	3
5	Tambak	3
6	Tanah Terbuka	1

Kemudian pada pembuatan Peta Risiko Tsunami penelitian kali ini didapatkan dari perkalian Peta Bahaya/Ancaman(H) dengan Peta Kerentanan(V) dimana persamaan ini akan diimplementasikan dengan bantuan *Tools raster calculator* pada software ArcGIS. Tingkat Risiko Tsunami ditentukan dengan menggunakan persamaan *Model Cruch* yaitu:

$$R = H \times V \quad (4)$$

Dimana : R : Indeks Risiko

H : Indeks Bahaya/Ancaman

V : Indeks Kerentanan

3.5.3 Pembuatan Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi Tsunami

Pembuatan Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi Tsunami ini merupakan langkah selanjutnya dalam pembuatan peta jalur evakuasi tsunami. Data yang diperlukan dalam pembuatan peta lokasi tempat evakuasi ini diantaranya yaitu Data Administrasi dari situs resmi Badan Informasi Geospasial (BIG) skala 1:50.000, Peta Risiko yang diperoleh dengan menggunakan bantuan Software ArcGIS, Peta Kontur yang diperoleh dari data DEM SRTM 1 Arc-Second Global, Koordinat Bangunan diperoleh dari bantuan Google Earth Pro, luas bangunan diperoleh dari dengan menggunakan *Show Ruler* yang ada pada Software Google Earth Pro, Kemudian dibuat Tabel di Ms. Excel dalam bentuk Text Dokumen agar bisa di kelolah dalam Software ArcGIS. Kapasitas Bangunan Lokasi Tempat Evakuasi baik Tes maupun Tea merujuk pada pedoman FEMA P646, 2008. yang menyatakan Bahwa Kapasitas suatu bangunan yaitu setiap 1 m² menampung 2 orang, dimana diasumsikan bahwa pengungsi dalam keadaan posisi duduk tanpa kursi (dalam keadaan bersila ata kaki menekuk ke depan) untuk beberapa jam selama pengungsi menunggu waktu kritis gelombang tsunami mereda (Wibowo Aji, 2019).

3.5.4 Penentuan/ Pembuatan Jalur Evakuasi Tsunami

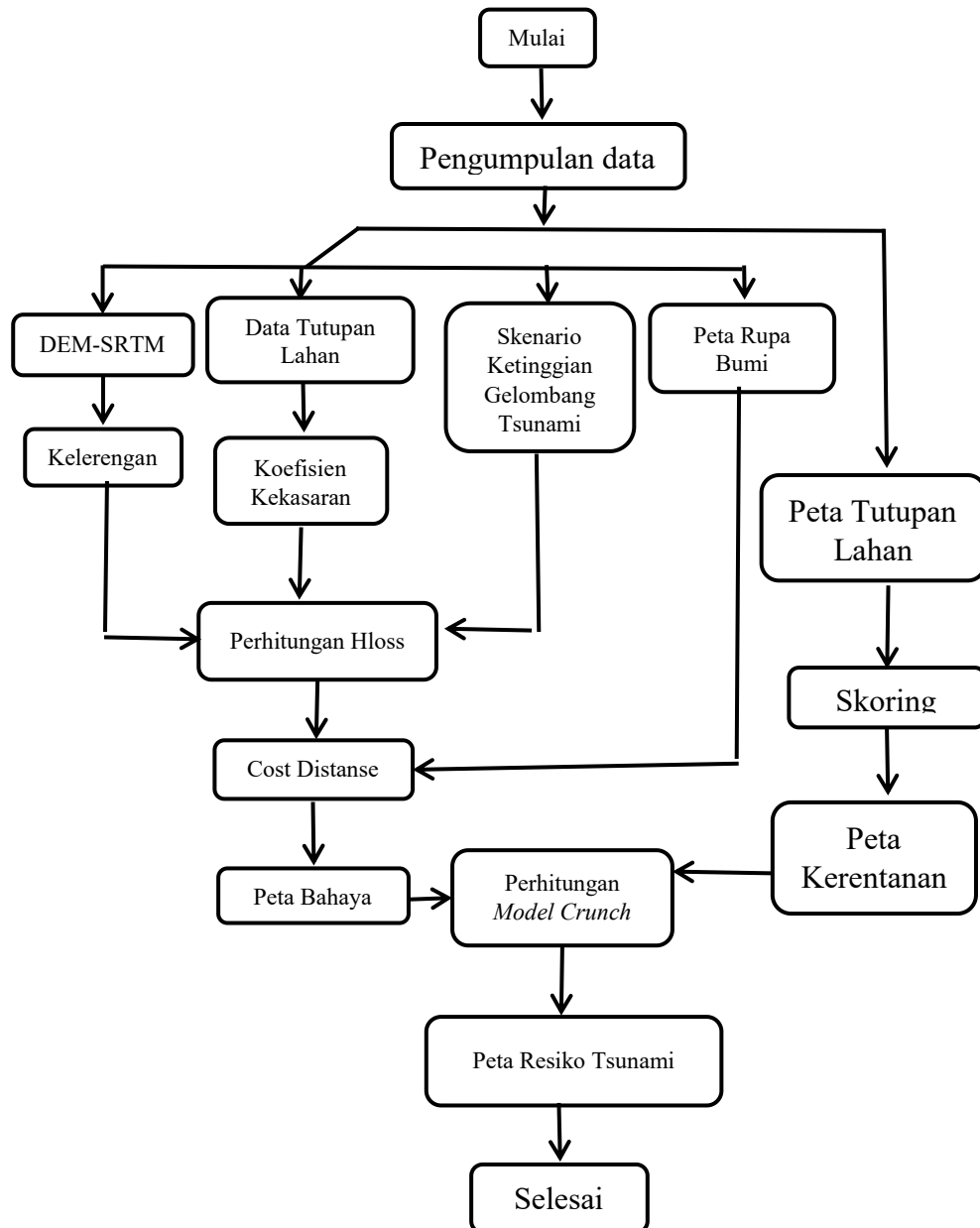
Penentuan/pembuatan Jalur Evakuasi Tsunami pada penelitian kali ini menggunakan beberapa variabel yaitu variabel ketinggian, kelerengan, lokasi dari jalan, kapasitas bangunan, fungsi bangunan, lebar jalan, kondisi jalan, daya tampung jalan, dan jarak menuju lokasi evakuasi yang dimana variabel tersebut diperoleh dari Peta Risiko Tsunami , Tempat Evakusi Tsunami dan data jaringan

jalan yang telah didapat. Kemudian Penentuan/pembuatan Jalur Evakuasi Tsunami pada penelitian kali ini menggunakan *New Route* yang terdapat pada *Metode Network Analysis* di Aplikasi ArcGIS untuk memperoleh Jalur yang efisien dalam mengevakuasi diri.

3.6 Diagram Alir

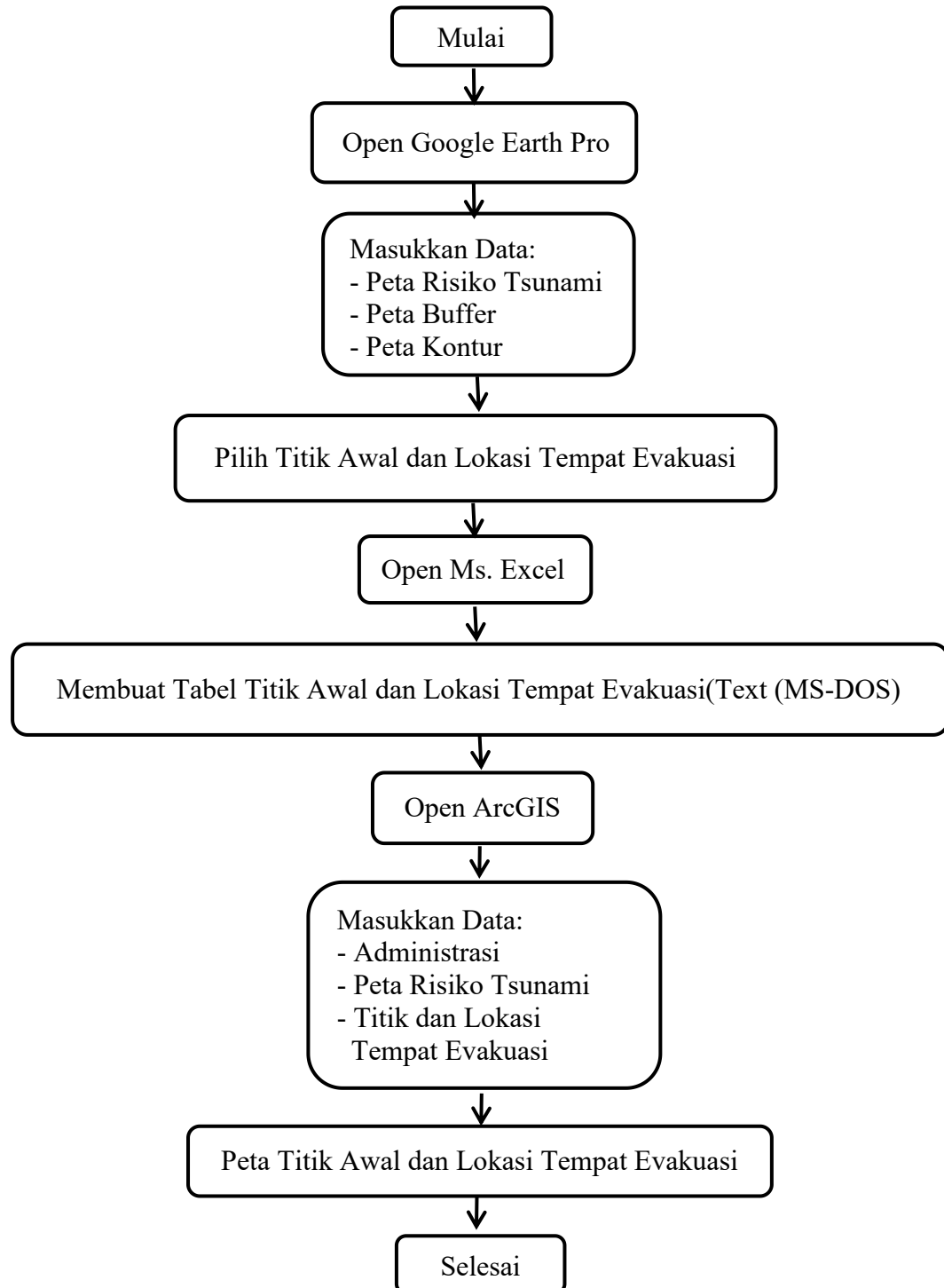
3.6.1 Alur Penelitian Peta Risiko Tsunami

Diagram alir berikut untuk penelitian Peta Risiko Tsunami :



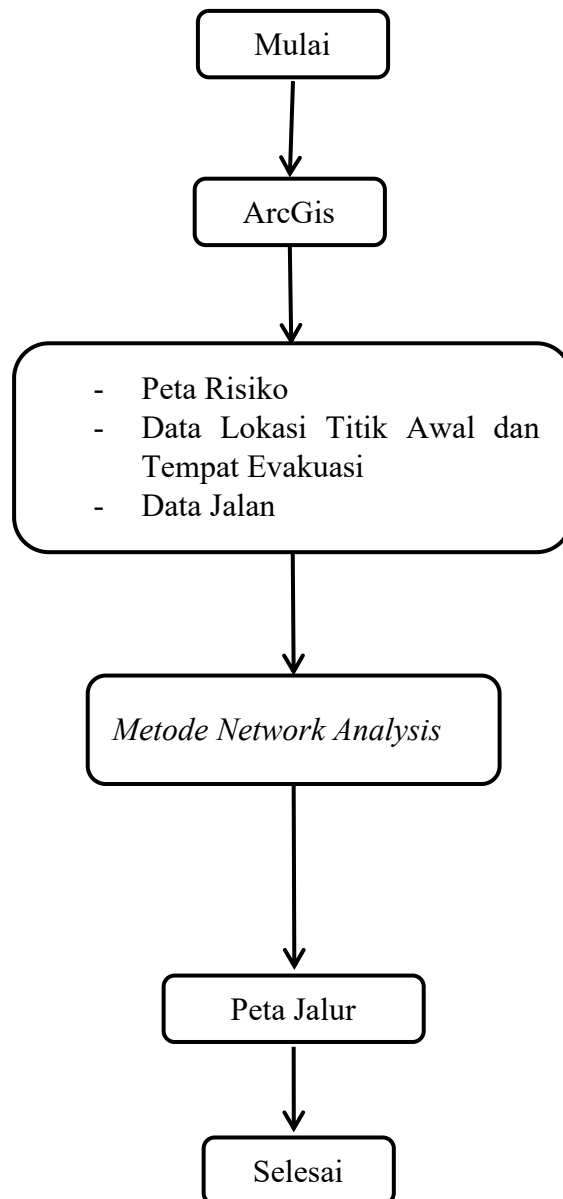
Gambar 3.1 Alur Penelitian Peta Risiko Tsunami

3.6.2 Alur Penelitian Penentuan/Pembuatan Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi.



Gambar 3.2 Alur penelitian Penentuan/Pembuatan Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi

3.6.3 Alur Penelitian Pembuatan Jalur Evakuasi



Gambar 3.3 Alur Penelitian Pembuatan Jalur Evakuasi

3.7 Analysis Data

Menurut Dara Zaiyana (2014) Parameter Jalur Evakuasi Tsunami meliputi parameter Kelerengan, Parameter tersebut diperoleh menggunakan data DEM SRTM 1 Arc-Second Global. DEM SRTM 1 Arc-Second Global memiliki resolusi spasial 30 piksel sebagai datum vertical acuannya. Parameter Koefisien Kekasaran permukaan yang diperoleh dari Data Tutupan Lahan, Parameter Garis Pantai, dan Parameter Skenario Ketinggian Golombang. Setelah itu mengklasifikasikan kelas bahaya dengan menggunakan spatial analyst tools dalam ArcGIS 10.8. Kemudian hasil tersebut di overlay menjadi satu, dan membuat field baru sehingga menghasilkan Peta Bahaya/Ancaman Bahaya Tsunami.

Setelah mendapatkan Peta Bahaya/Ancaman, Selanjutnya membuat peta Kerentanan. Dimana peta ini didapat dari data tutupan lahan yang diskorsing. Kemudian membuat peta Risiko Tsunami yang didapatkan dari hasil perkalian Bahaya/Ancaman Tsunami dan Kerentanan Tsunami dengan menggunakan persamaan *Model Crunch* yang nantinya akan diimplementasikan dengan bantuan *raster calculator* pada software ArcGis. Peta Kontur yang diperlukan dihasilkan dari DEM-SRTM dalam format raster yang sesuai dengan daerah penelitian, setelah itu dissolve dengan peta administrasi daerah penelitian, kemudian mendapatkan hasil ekstraksi mesker buat kontur dengan memilih ArcToolbox > *3D Analyst Tools > Raster Surface > Contour*. Selanjutnya Menentukan Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi yang diperoleh dengan menggunakan google earth pro dan software microsoft excel. Parameter selanjutnya yaitu Parameter Jaringan Jalan yang didapat dari BIG Skala 1:100.000, Kemudian dioverlay hasil parameter yang telah diperoleh sehingga mendapatkan Peta Jalur Evakuasi yang

efektif dan terpendek dengan menggunakan Metode Network Analysis.

Overlay merupakan analysis spasial dengan menggabungkan dua layer dan teknis terbagi menjadi format data raster atau vector (Prahasta, 2001).

BAB IV

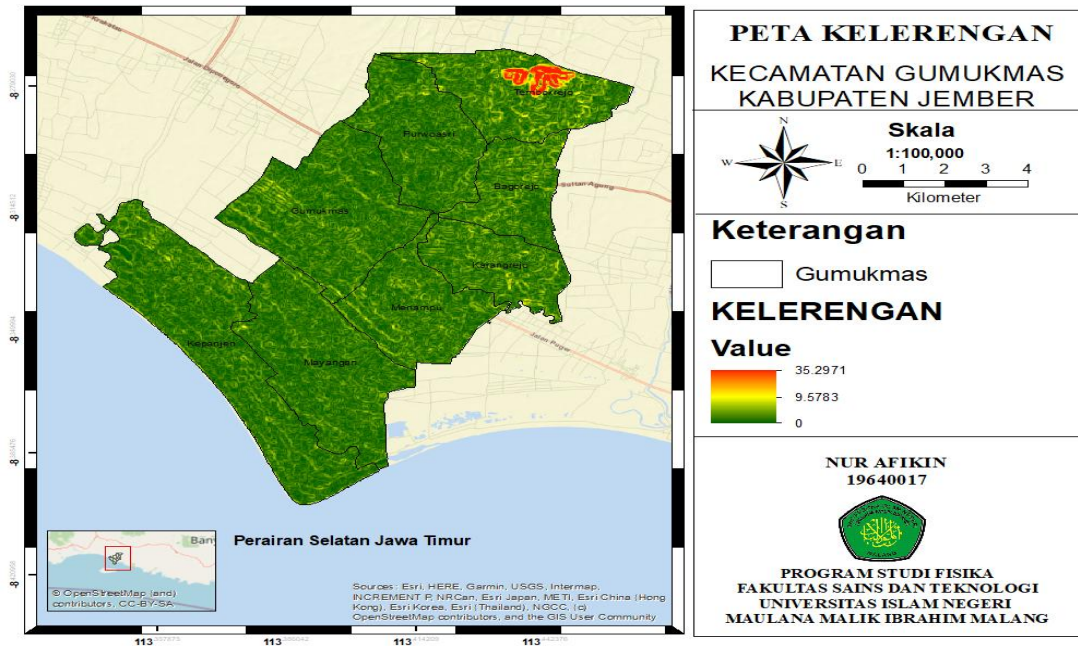
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Peta Risiko Tsunami

Pada penelitian kali ini dilakukan diderah Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember yang dimana memiliki delapan Desa diantaranya yaitu: Desa Kepanjen, Desa Mayangan, Desa Menampu, Desa Gumukmas, Desa Bagorejo, Desa Purwosari, Desa Tembokrejo. Pembuatan Peta Risiko Tsunami menggunakan Hasil perkalian Peta Bahaya/Ancaman Tsunami dan Peta Kerentanan. Pada Peta Bahaya/Ancaman Parameter yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu Parameter Kelerengan, Parameter Koefisien Kekasaran Permukaan, Parameter Garis Pantai, dan Skenario Ketinggian Gelombang Tsunami. Yang akan dikelolah dengan bantuan software ArcGIS 10.8.

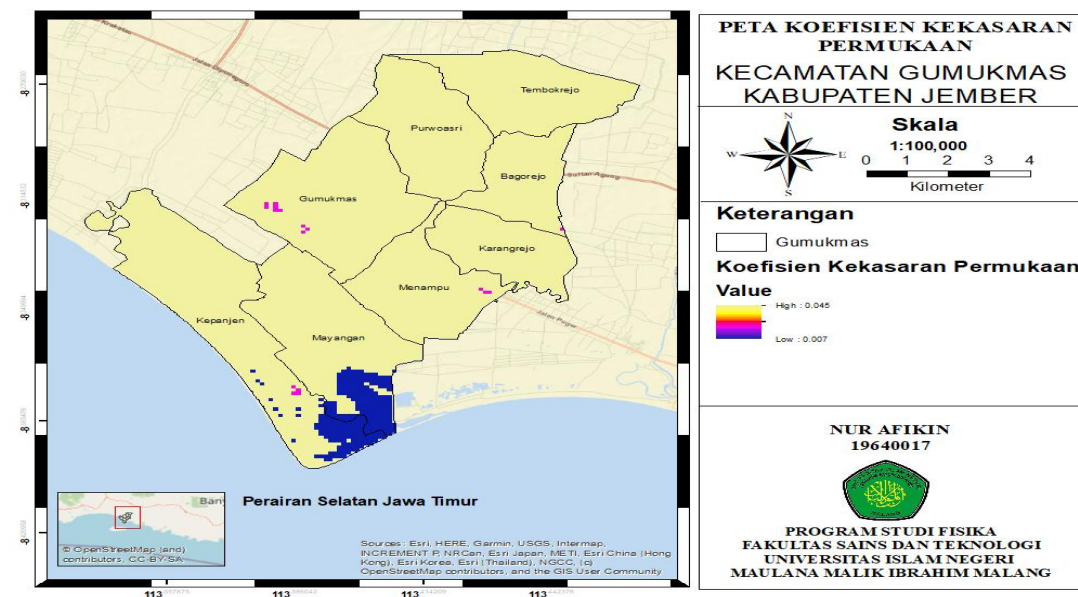
Bedasarkan pengolahan Parameter Kelerengan didapatkan Kelerengan Kecamatan Gumukmas sebesar 0 - 35.2971 derajat dan juga didapatkan hasil kelerengan dimasing-masing desa pada kecamatan Gumukmas yaitu Pada Desa Tembokrejo didapatkan hasil Kelerengan sebesar 0-35.2971 derajat, Desa Karangrejo sebesar 0-12.1453 derajat, Desa Bagorejo sebesar 0-9.92791 derajat. Desa Kepanjen sebesar 0-9.80706 derajat, Desa Mayangan sebesar 0-9.48943 derajat, Desa Purwoasri sebesar 0-8.85279 derajat, dan Desa Menampu sebesar 0-8.55835 derajat. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa Desa Tembokrejo, Desa Karangrejo, dan Desa Bagorejo merupakan daerah yang memiliki kelerengan yang paling tinggi atau yang besar dibandingkan dengan daerah yang lainnya, yang menandakan bahwa desa-desa tersebut memiliki dataran yang tinggi dibandingkan dengan desa yang miliki kelerengan yang lebih rendah, sehingga

dapat dijadikan sebagai Titik Aman saat terjadinya bencana tsunami.



Gambar 4.1 Peta Kelerengan

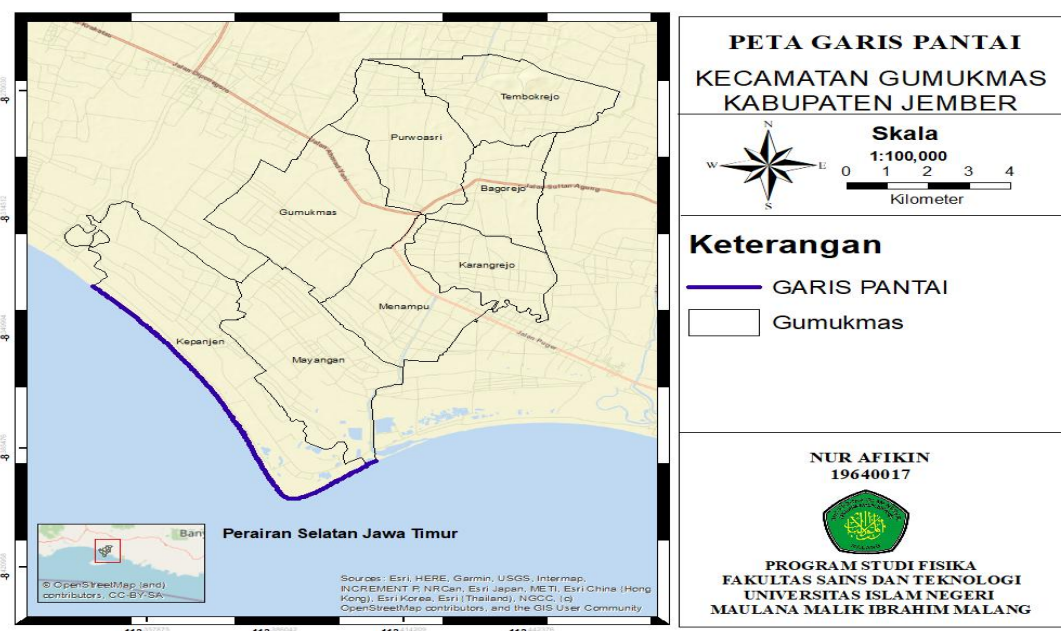
Pada Parameter Koefisien Kekasaran Permukaan didapatkan hasil Nilai Tetinggi sebesar 0.045 yaitu koefisien dari permukiman dan Nilai koefisien kekasaran Permukaan yang terendah yaitu sebesar 0.007 yang merupakan koefisien dari Badan Air di Kecamatan Gumukmas.



Gambar 4.2 Peta Koefisien Kekasaran Permukaan

Bedasarkan Hasil Koefisien dan uraian diatas bahwa Koefisien Kekasaran permukaan dari Permukiman yang ada didaerah Kecamatan Gumukmas dapat mengurangi jarak tempu Tsunami dan Memperkecil daerah yang tergenang Bencana Tsunami pada daerah Kecamatan Gumukmas. Sedangkan Pada Koefisien Kekasaran permukaan terendah didapatkan dari koefisien Tambak yang didimana dapat mempermudah dan memperluas wilayah yang tergenang.

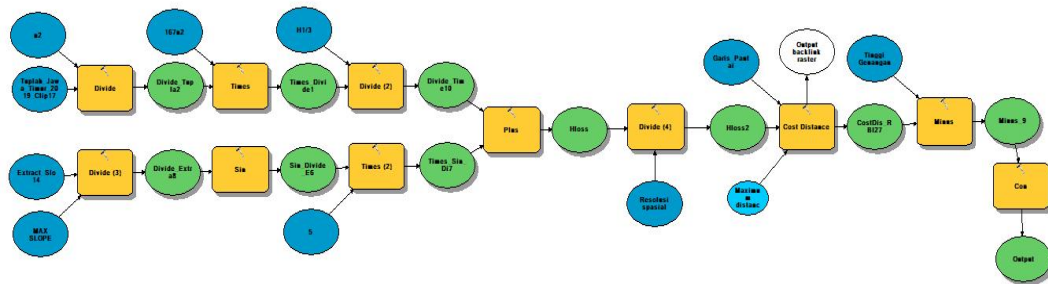
Parameter Garis pantai pada penelitian kali dihasilkan dari peta rupa bumi skala 1:100.000 Kecamatan Gumukmas. Skenario Ketinggian Gelombang yang digunakan yaitu 30 meter yang berdasarkan skala intensitas Imamura-Lida.



Gambar 4.3 Peta Garis Pantai

Pada Pembuatan Peta Bahaya Bencana Tsunami pada Penilaian kali ini menggunakan Pemodelan *model builder* dan fungsi *cost distance* pada software ArcGIS. Tahapan Pada Proses dalam pengaplikasiannya *Model Buidier* dan fungsi *cost distance* pada Software ArcGIS yaitu Masukkan data Parameter yang sudah didapat sebagai Input parameter dalam *model builder* dengan menggunakan

persamaan 3 yang dikembangkan oleh Mcsaveney dan Rattenbury(2000). Dimana dapat dilihat pada gambar 4.4, yang terdapat tiga jenis warna pada proses pemodelan *Model Builder*. Pertama yaitu warna biru yang menunjukkan data input, kedua warna kuning yang menunjukkan tool, yang terakhir yaitu warna hijau yang menunjukaan output atau hasil yang yang telah diruning.



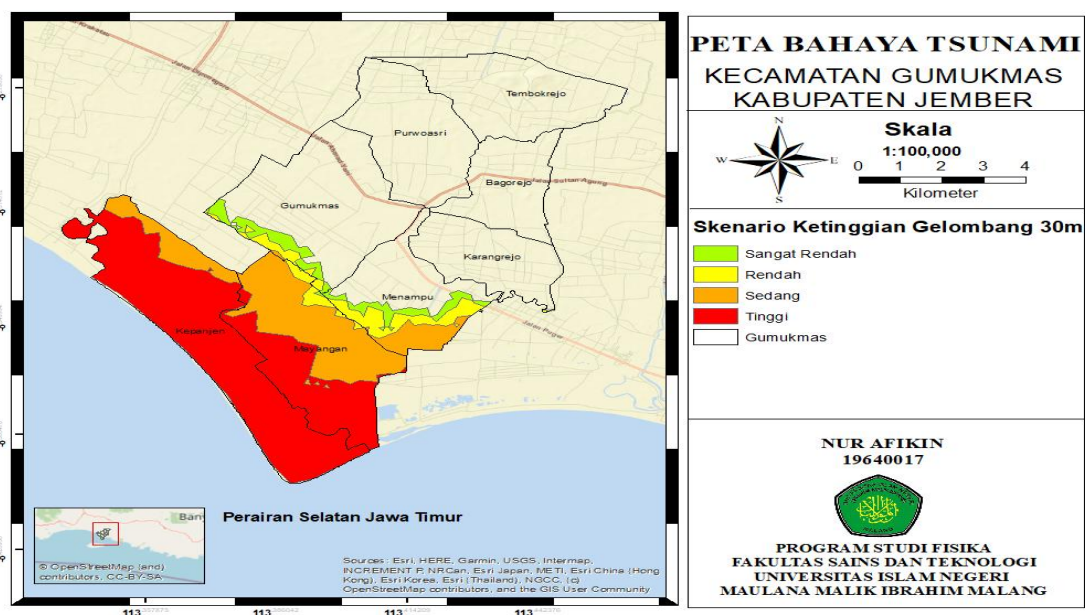
Gambar 4.4 Pemodelan *Model Builder*

Berdasarkan Pemodelan yang telah dilakukan, didapatkan hasil ataupun outputan yang berupa Peta Bahaya/Ancaman Bencana Tsunami dengan Skenario Ketinggian Gelombang 30 meter yang kemudian di *reclassify* untuk mengetahui kelas bahaya dan luas wilayah yang tergenang. Adapun Kelas Bahaya dan Luas Wilayah yang Tergenang Tsunami pada Skenario Ketinggian Gelombang Tsunami 30 meter sebagai berikut:

Tabel 4.1 Luas Wilayah Terdampak bencana Tsunami

Skenario Ketinggian Golombang Tsunami 30 meter	Kelas Tingkat Bahaya Tsunami	Gridcode	Luas Wilayah Bahaya Tsunami (km ²)	Total Luas Genangan (km ²)
	<2 m (Sangat Rendah)	1	2.234	38.56
	2-5 m (Rendah)	2	2.76	
	5-15 m (Sedang)	3	10.86	
	15-30 m (Tinggi)	4	22.70	

Bedasarkan hasil pemodelan dan Tabel diatas di dapatkan hasil Peta Bahaya/Ancaman Bencana Tsunami dengan skenario ketinggian 30 m pada gambar 4.5 pada Kecamatan Gumukmas memiliki total luas wilayah tergenang 38.57 km². Dimana Luas wilayah Bahaya Bedasarkan Klasifikasi Kelas Tingkat bahaya Tsunami yaitu pada wilayah yang memiliki luas wilayah bahaya tsunami 2.23 km² dengan tinggi genangan <2 m maka merupakan Kelas Tingkat Bahaya Tsunami Sangat Rendah dengan gridcode 1 variasi warna hijau, selanjutnya pada wilayah yang memiliki luas wilayah bahaya tsunami 2.76 km² dengan tinggi genangan 2-5 m maka merupakan Kelas Tingkat Bahaya Tsunami Rendah dengan gridcode 2 variasi warna kuning, kemudian pada wilayah yang memiliki luas wilayah bahaya tsunami 10.86 km² dengan tinggi genangan 5-15 m maka merupakan Kelas Tingkat Bahaya Tsunami Sedang dengan gridcode 3 variasi warna orange, yang terakhir pada wilayah yang memiliki luas wilayah bahaya tsunami 22.70 km² dengan tinggi genangan 15-30 m maka merupakan Kelas Tingkat Bahaya Tsunami Tinggi dengan gridcode 4 variasi warna Merah.

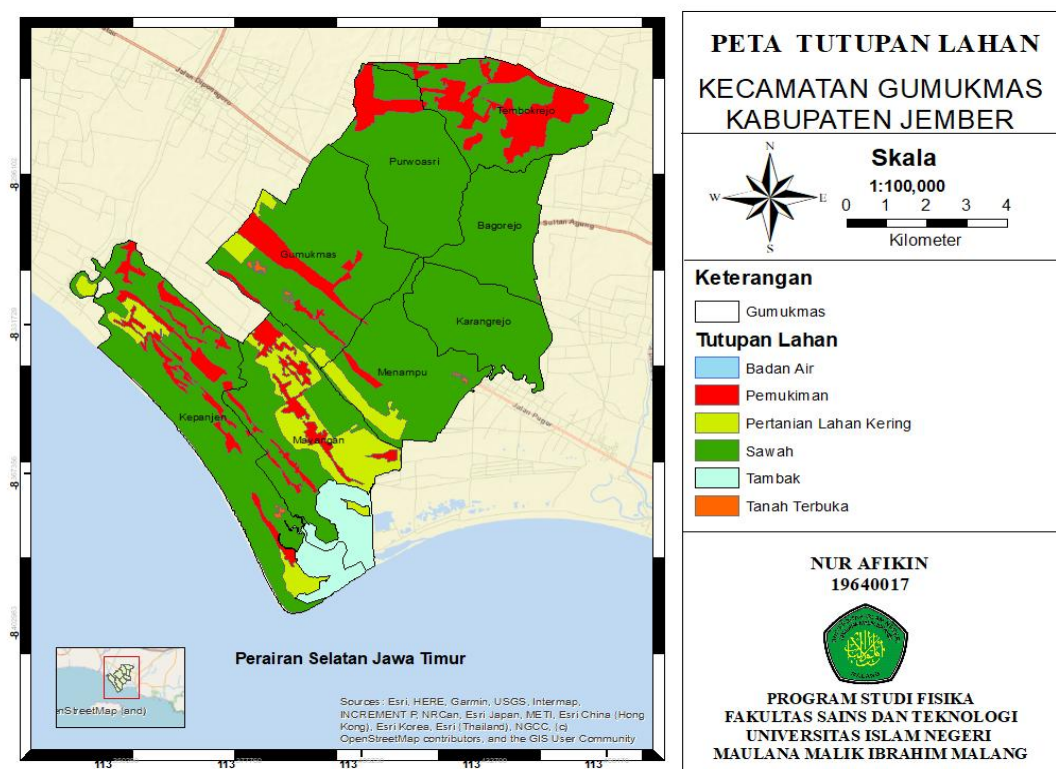


Gambar 4.5 Peta Bahaya/Ancaman Tsunami

Pada Peta bahaya/Ancaman Bencana Tsunami diatas dapat diketahui terdapat 4 Desa yang terdampak Bahaya/Ancaman Tsunami yaitu Desa Kepanjen, Desa mayangan, Desa Menampu, dan Desa Gumukmas. Berdasarkan Peta Bahaya/Ancaman Bencana Tsunami diatas juga dapat mengetahui luas wilayah yang tergenang pada wilayah/desa di kecamatan Gumukmas yaitu Pada Desa Kepanjen 99% wilayahnya tergenang bahaya/ancaman tsunami dengan total luas wilayah yang tergenang 18.34 km^2 dari total wilayah 18.59 km^2 dengan Gridcode 3 sebesar 2.03 km^2 variasi warna orange dan Gridcode 4 sebesar 16.13 km^2 variasi warna merah, Selanjutnya Desa Mayangan 100 % wilayah tergenang bahaya/ancaman tsunami dengan total luas wilayah yang tergenang 14.31 km^2 dari total wilayah 14.31 km^2 dengan Gridcode 1 sebesar 0.02 km^2 variasi warna hijau, Gridcode 2 sebesar 0.57 km^2 variasi warna kuning, Gridcode 3 sebesar 7.32 km^2 variasi warna orange, dan Gridcode 4 sebesar 6.39 km^2 variasi warna merah. Kemudian Desa Menampu 44% wilayah tergenang bahaya/ancaman tsunami dengan total luas wilayah yang tergenang sebesar 4.02 km^2 dari total wilayah 9.12 km^2 dengan Gridcode 1 sebesar 0.97 km^2 variasi warna hijau, Gridcode 2 sebesar 1.58 km^2 variasi warna kuning, dan Gridcode 3 sebesar 1.48 km^2 variasi warna orange, dan terakhir Desa Gumukmas 12 % wilayahnya tergenang tsunami dengan total luas wilayah yang tergenang sebesar 1.87 km^2 dari total wilayah 15.20 km^2 dengan Gridcode 1 sebesar 1.23 km^2 variasi warna hijau, Gridcode 2 sebesar 0.60 km^2 variasi warna kuning, dan Gridcode 3 sebesar 0.04 km^2 variasi warna orange.

Pada Pembuatan Peta Kerentanan pada penelitian kali ini Parameter yang digunakan yaitu kerentanan ekonomi berdasarkan Penggunaan Lahan yang ada

pada kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember. Penggunaan lahan yang telah didapatkan, Kemudian diberikan Skor sesuai dengan pengaruh yang diberikan terhadap ekonomi masyarakat untuk melihat tinggi rendahnya kerentan tsunami pada daerah. Skor yang tinggi akan diberikan pada Kelas penggunaan Lahan yang memiliki tingkat ekonomi yang tinggi, sehingga memiliki tingkat Kerentanan tsunami yang tinggi, begitu juga pada Skor yang rendah akan diberikan kepada Kelas Penggunaan Lahan yang memiliki Tingkat Ekonomi yang Rendah sehingga memiliki Kerentanan tsunami yang rendah.



Gambar 4.6 Peta Tutupan Lahan

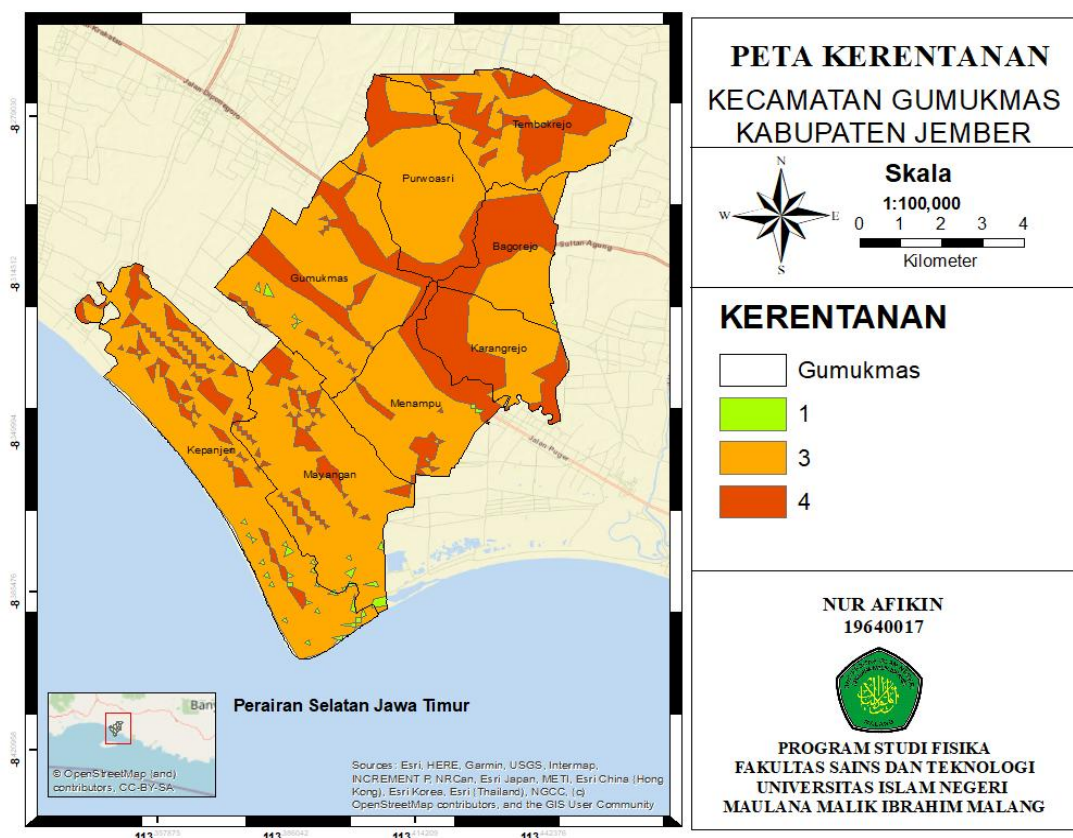
Bedasarkan Peta Tutupan Lahan yang telah didapat pada Gambar 4.6 Kecamatan Gumukmas didominasi oleh lahan persawahan yaitu dengan Luas sebesar 67.048 Km^2 , Selanjutnya Lahan Permukiman dengan Luas sebesar 23.791 Km^2 , Lahan Pertanian dengan Luas sebesar 7.39 Km^2 , Lahan Tambak

dengan Luas sebesar 3.85 Km², Lahan Badan Air dengan Luas sebesar 0.57 Km², dan yang terakhir yaitu Lahan Tanah Terbuka dengan Luas sebesar 0.21 Km². Kemudian dilakukan penskoring sehingga didapatkan hasil sebagai berikut::

Tabel 4.2 Skor dan Luas Kelas Tutupan Lahan

No.	Legenda	Koefisien Kekasaran	Skor	Luas
1	Badan Air	0.007	1	0.57
2	Pemukiman	0.045	4	23.79
3	Pertanian Lahan Kering	0.025	3	7.39
4	Sawah	0.025	3	67.05
5	Tambak	0.01	3	3.86
6	Tanah Terbuka	0.015	1	0.21

Bedasarkan Tabel 4.2 diatas, Skor yang tertinggi terdapat pada Lahan permukiman yaitu 4, Selanjutnya Skor yang tertinggi kedua yaitu pada Lahan Pertanian Lahan Kering, Sawa, dan Tambak dengan nilai Skor 3, kemudian Skor yang terendah terdapat pada Lahan Badan Air dan Lahan Tanah Terbuka dengan nilai Skor sebesar 1. Sehingga diperoleh Hasil Peta Kerentanan seperti pada Gambar 4.7 dibawah ini:



Gambar 4.7 Peta Kerentanan

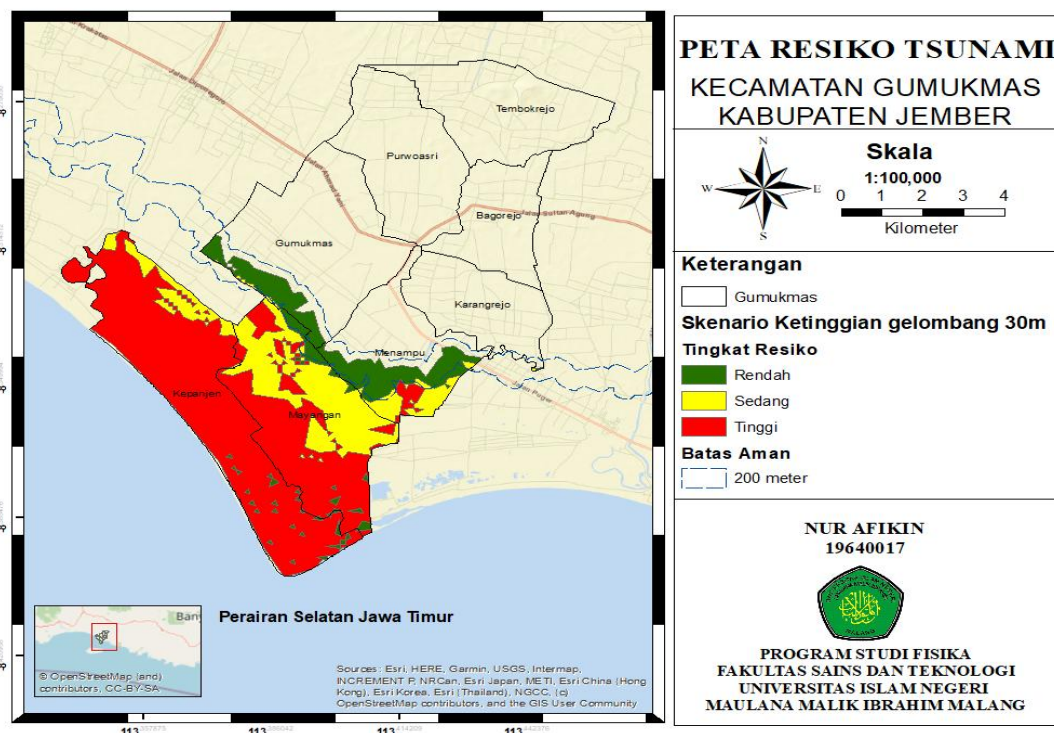
Bedasarkan Hasil Peta Kerentanan yang diperoleh terdapat lahan persawahan yang berubah menjadi lahan permukiman sehingga menyebabkan daerah tersebut menjadi daerah rentan akan bencana tsunami dan termasuk dalam klasifikasi skor 4 dengan variasi warna Flame Red.

Setelah mendapatkan Peta Bahaya/Ancaman Bencana Tsunami dan Peta Kerentananan pada Wilayah Kecamatan Gumukmas, selanjutnya yaitu membuat peta Resiko Tsunami dengan menggunakan persamaan *Model Crunch* dalam menentukan tingkat risiko tsunami. Dimana akan dilakukan menggunakan *raster calculator* untuk mengimplementasikan persamaan *Model Crunch* pada software ArcGis. Pada penentuan tingkat risiko tsunami penelitian kali ini mengelompokkan menjadi 3 kelas tingkat risiko tsunami yaitu terdapat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Luasan Risiko pada Skenario Ketinggian 30m

Skenario Ketinggian Gelombang Tsunami 30 meter	Kelas Tingkat Risiko Tsunami	Gridcode	Luas Wilayah Risiko Tsunami (km ²)	Total Luas Risiko(km ²)
	1-6 m (Rendah)	1	5.29	38.56
	6-9 m (Sedang)	2	8.77	
	9-16 m (Tinggi)	3	24.49	

Pada Tabel diatas dapat dianalisis risiko tsunami pada Skenario ketinggian 30m diperoleh 3 Kelas Risiko Tsunami dengan masing-masing interval yaitu Kelas risiko tsunami Rendah terdapat pada interval 1- 6 m dengan Luas 5.29 Km², Selanjutnya Kelas Risiko Sedang terdapat pada interval 6-9 m dengan Luas 8.77 Km², dan kemudian Kelas Risiko Tinggi terdapat pada Interval 9-16 m dengan Luas 24.49 Km².

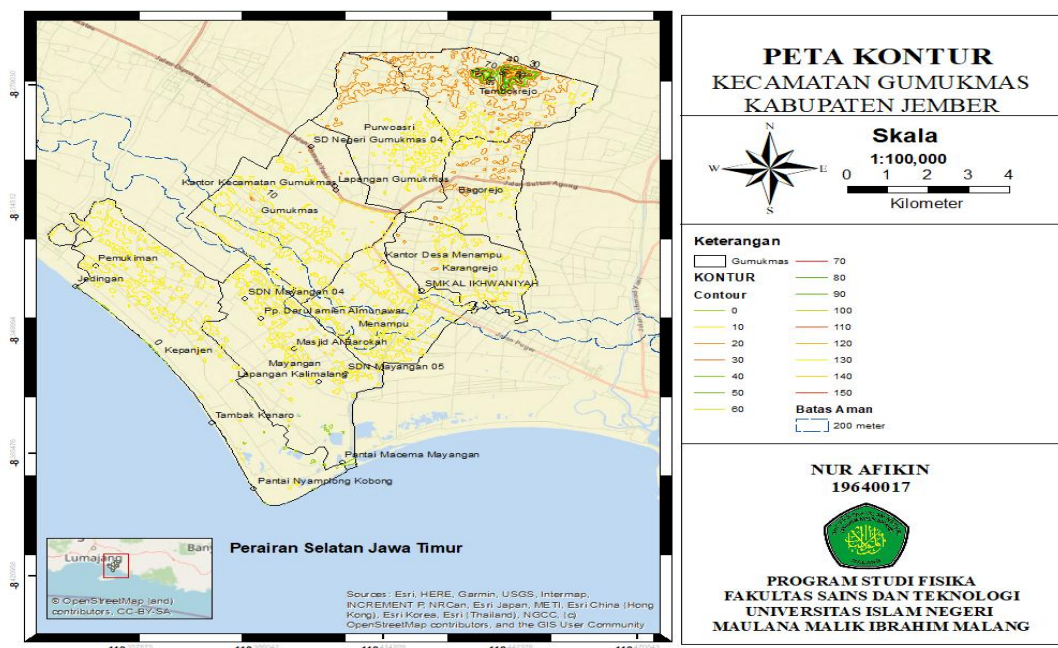
**Gambar 4.8** Peta Risiko Tsunami

Pada Peta Risiko Tsunami, desa yang mempunyai dampak risiko tertinggi terdapat pada Desa Kepanjen dan Mayangan karena hampir seluruh wilayah desa Kepanjen dan Mayangan yang terdampak risiko tsunami dengan total luas risiko masing-masing desa sebesar 18.31 km² (98%) untuk desa kepanjen dari total wilayah 18.58 km² dengan gridcode 1 variasi warna hijau tua sebesar 0.28 km², gridcode 2 variasi warna kuning sebesar 1.42 km², dan gridcode 3 variasi warnah merah sebesar 16.59 km². kemudian untuk desa mayangan total luas risiko sebesar 14.54 km² (100%) dari total wilayah 14.54 km² dengan gridcode 1 variasi warna hijau tua sebesar 0.73 km², gridcode 2 variasi warna kuning sebesar 6.06 km², dan gridcode 3 variasi warnah merah sebesar 7.52 Km². selanjutnya Luas Wilayah yang terdampak risiko tertinggi ke dua terdapat pada Desa Menampu dengan total Luas Risiko Tsunami sebesar 4.05 km² (44%) dari total wilayah 9.11 km² dengan gridcode 1 variasi warna hijau tua sebesar 2.47 km², gridcode 2 variasi warna kuning sebesar 1.20 km², dan gridcode 3 variasi warnah merah sebesar 0.37 km². Kemudian Desa yang mempunyai dampak risiko tsunami tertinggi ketiga terdapat pada Desa Gumukmas dengan total Luas Risiko Tsunami sebesar 1.87 Km² (12%) dari total wilayah 15.19 Km² dengan gridcode 1 variasi warna hijau tua sebesar 1.79 km², dan gridcode 2 variasi warna kuning sebesar 0.07 km². Dan Wilayah yang mempunyai dampak terendah terdapat pada Desa Karangrejo dengan Total Luas Risiko Tsunami sebesar 0.02 Km² (0%) dari total wilayah 6.96 Km² dengan gridcode 1 variasi warna hijau tua sebesar 0.01 km², dan gridcode 2 variasi warna kuning sebesar 0.007 km². Pada Penggunaan Lahan yang terdampak risiko tsunami, Lahan Permukiman merupakan lahan tertinggi ketiga yang terdampak Risiko Tsunami dengan Luas Lahan berisiko sebesar 5.96

Km² (15%) dari Luas Total Lahan yang berisiko tsunami pada Kecamatan Gumukmas yaitu 39.93 Km². Oleh karena itu perlunya buffer/jarak aman dengan jarak 200 meter dari wilayah Risiko bencana tsunami, yang difungsikan sebagai wilayah batas aman untuk mengevakuasi diri.

4.2 Peta Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi

Pada pembuatan Peta Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi penelitian kali ini menggunakan bantuan software Google Earth dan Microsoft Excel. Pada penentuan Lokasi Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi baik Tes maupun Tea, Parameter yang digunakan yaitu Peta Risiko Tsunami dan Peta Kontur. Peta Kontur yang diperlukan dihasilkan dari data DEM-SRTM dalam format raster yang sesuai dengan daerah penelitian, setelah itu dissolve dengan peta administrasi daerah penelitian, kemudian mendapatkan hasil ekstraksi mesker buat kontur dengan memilih ArcToolbox > *3D Analyst Tools* > *Raster Surface* > *Contour*. Kontur dibuat dengan interval 10 meter diatas permukaan laut(mdpl), karena untuk penentuan titik berisiko tinggi atau titik awal ditentukan berdasarkan ketinggian yang kurang dari 10 meter diatas permukaan laut dan Tes maupun Tea ditentukan berdasarkan ketinggian dari 10 meter keatas diatas permukaan laut(mdpl). Dimana Peta Risiko Tsunami dan Peta Kontur tersebut dimasukkan ke Google Earth untuk mentukan Titik awal, Tes, dan Tea.



Gambar 4.9 Peta Kontur

Pada Peta Kontur diatas dapat dilihat terdapat beberapa ketinggian diatas yaitu dimulai dari ketinggian 0 sampai dengan 150 meter, dimana garis kontur diatas menandakan bahwa ketinggian pada suatu daerah yang termasuk Dataran Rendah. Pada ketinggian kurang dari 10 meter menandakan bahwa daerah tersebut memiliki ketinggian dataran yang sangat rendah sehingga daerah tersebut sangat berisiko terhadap bencana Tsunami dan akan memiliki dampak tsunami yang lebih besar ketimbang dengan wilayah yang memiliki ketinggian 10 meter keatas. Oleh karena itu pada ketinggian yang kurang dari 10 meter dapat dijadikan acuan untuk menentukan Titik Awal atau titik yang berisiko, Selanjutnya Pada ketinggian wilayah yang memiliki ketinggian mulai dari 10 meter keatas dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan lokasi Tempat Evakuasi baik Tes maupun Tea. Kemudian mengukur Luas Tempat Evakuasi baik Tes maupun Tea dengan menggunakan Show Ruler yang berada pada Software Google Earth. Kemudian dapat menentukan Kapasitas Tempat Evakuasi baik Tes

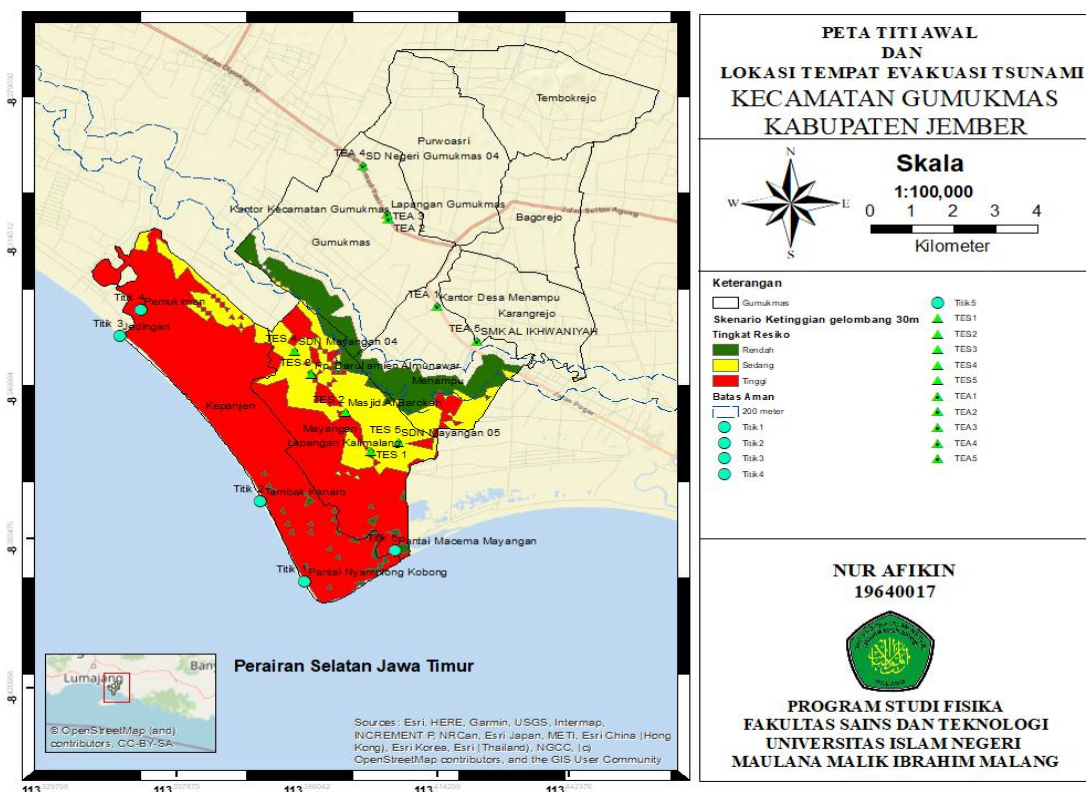
maupun Tea yang telah ditentukan dengan menggunakan Pedoman FEMA P646, 2008. Seperti Hasil pada Tabel 4.4 berikut ini:

Tab 4.4 Tabel Data Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi Tsunami (Tes dan Tea)

No.	Nama	Lat	Long	Ket	Nama lokasi	Luas (m ²)	1 m ² Per 2 orang	Kapasitas Bagunan (1 meter /2 orang)
1	Titik 1	-8.396	113.38549	Titik	Pantai Nyamplong Kobong			
2	Titik 2	-8.377	113.37619	Titik	Tambak Kanaro			
3	Titik 3	-8.337	113.34587	Titik	Jedungan			
4	Titik 4	-8.331	113.35039	Titik	Pemukiman			
5	Titik 5	-8.388	113.40504	Titik	Pantai Macema Mayangan			
6	TES 1	-8.365	113.39984	TES	Lapangan Kalimalang	5,549.40	2	11099
7	TES 2	-8.355	113.39434	TES	Masjid Al Barokah	505.58	2	1011
8	TES 3	-8.346	113.38712	TES	Pp. Darul amien Almunawar	59.92	2	119.8
9	TES 4	-8.341	113.38347	TES	SDN Mayangan 04	571.42	2	1143
10	TES 5	-8.363	113.40576	TES	SDN Mayangan 05	302.78	2	605.6
11	TEA 1	-8.33	113.41409	TEA	Kantor Desa Menampu	385.15	2	770.3
12	TEA 2	-8.309	113.40378	TEA	Kantor Kecamatan Gumukmas	536.33	2	1073
13	TEA 3	-8.308	113.40348	TEA	Lapangan Gumukmas	5,095.57	2	10191
14	TEA 4	-8.297	113.39817	TEA	SD Negeri Gumukmas 04	612.15	2	1224
15	TEA 5	-8.338	113.42282	TEA	SMK AL IKHWANIYAH	357.51	2	715

Bedasarkan Tabel 4.4 diatas didapat Kapasitas Tempat Evakuasi Sementara(Tes) 1,2,3,4, dan 5 yaitu Lapangan Kalimalang (Tes1) memiliki kapasitas untuk menampung 11.099 orang dengan Luas 5,549.40 m², Masjid Al Barokah (Tes2) memiliki Kapasitas untuk menampung 1.011 orang dengan Luas 505.58 m², Pp. Darul amien Almunawar (Tes3) miliki Kapasitas untuk menampung 119.8 orang dengan Luas 559.92 m², SDN Mayangan 04 (Tes4) miliki Kapasitas untuk menampung 1143 orang dengan Luas 5571.42 m², dan SDN Mayangan 05 (Tes5) miliki Kapasitas untuk menampung 605.6 orang dengan Luas 302.78 m². Kemudian Pada Tempat Evakuasi Akhir(Tea) didapat Kapasitas pada masing-masing TEA dari Tea 1, 2, 3, 4, dan 5 yaitu pada TEA1

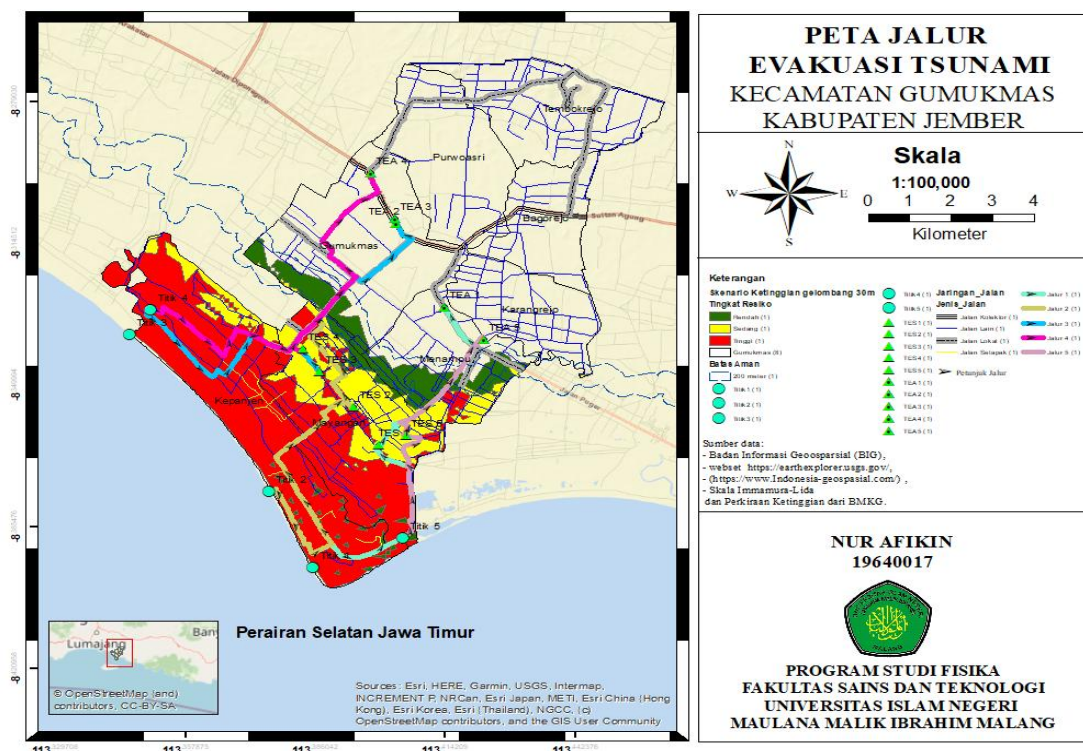
yakni Kantor Desa Menampu memiliki Kapasitas untuk menampung 770.3 orang dengan Luas 385.15 m², Selanjutnya pada TEA2 yakni Kantor Kecamatan Gumukmas memiliki Kapasitas untuk menampung 1.073 orang dengan Luas 536.33 m², Pada TEA3 Lapangan Gumukmas memiliki Kapasitas untuk menampung 10.191 orang dengan Luas 5,095.57 m², Pada TEA4 SD Negeri Gumukmas 04 memiliki Kapasitas untuk menampung 1.224 orang dengan Luas 612.15 m², Pada TEA5 SMK Al Ikhwaniyah memiliki Kapasitas untuk menampung 715 orang dengan Luas 357.51 m². Dimana diasumsikan bahwa pengungsi dalam keadaan posisi duduk tanpa kursi (dalam keadaan bersila atau kaki menekuk ke depan) untuk beberapa jam selama pengungsi menunggu waktu kritis gelombang tsunami mereda. Sehingga didapatkan Peta Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi Tsunami berdasarkan posisi koordinatnya.



Gambar 4.10 Peta Titik Awal dan Lokasi Tempat Evakuasi Tsunami

4.3 Peta Jalur Evakuasi

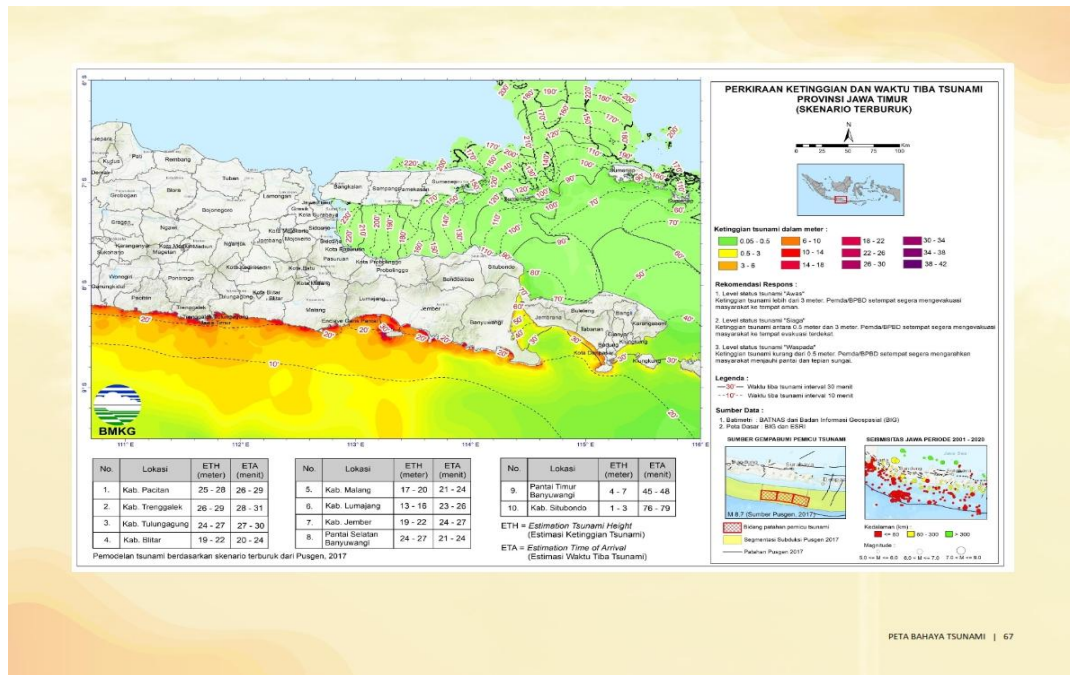
Parameter yang dibutuhkan pada pembuatan jalur evakuasi penelitian kali ini yaitu Peta Administrasi Kecamatan Gumukmas, Peta Risiko, Peta Titik Awal, Tes, dan Tea serta Data Jaringan Jalan yang akan dikelola dengan bantuan software ArcGis. Pada Pembuatan Peta Jalur kali ini menggunakan metode Network Analysis berupa New Route dimana New Route ini berfungsi untuk menemukan jalan/route yang optimal serta efisien sehingga dapat dilewati oleh masyarakat dengan mudah ketika ingin mengevakuasi diri pada saat terjadi Tsunami. Seperti pada Gambar 4.11 Berikut ini :



Gambar 4.11 Peta Jalur Evakuasi Tsunami

Berdasarkan Gambar 4.11 diatas telah didapatkan jalur evakuasi tsunami untuk ketinggian tsunami 30m dari laut ke pantai , dimana Skenario ketinggian gelombang tsunami 30m ini mengacu pada tinggi tsunami terburuk yang mungkin dapat terjadi akibat proses perambatan tsunami menurut skala Imamura-Lida dan

juga mengacu pada perkiraan ketinggian gelombang tsunami dari BMKG Pasuruan yaitu:



Gambar 4.12 Peta Perkiraan Ketinggian Gelombang Tsunami dan Waktu Tiba Tsunami dari BMKG Pasuruan.

Bedasarkan dari gambar 4.12 Daerah Jember rata-rata mempunyai ketinggian tsunami 19-22 meter, akan tetapi dapat kita lihat kembali pada gambar 4.12 terdapat kawasan yang mempunyai perkiraan ketinggian gelombang tsunami sebesar 30 m dimana kawasan tersebut salah satunya yaitu kawasan kecamatan Gumukmas dan Estimasi Waktu Tiba Tsunami diperkirakan 24-27 menit. Sehingga didapatkan jalur evakuasi tsunami dari 5 Titik Awal menuju 5 Tempat Evakuasi Sementara(TES) kemudian dari 5 TES ini akan menuju 5 Tempat Evakuasi Akhir (TEA). Pada Jalur/ Route 1, 2,3 dan 4 berada pada Desa Kepanjen. Pada Jalur/Route 1 dengan total panjang jalur yaitu 11 km variasi warna Light Vert dari Titik 1 yaitu Pantai Nyamplong Kobong menuju Tempat Evakuasi Sementara 1(TES1) yaitu Lapangan Kalimalang dengan panjang jalur

dari Titik 1 menuju TES1 adalah 5,7 km yang melewati 3 jenis Jalan yaitu Jalan Lokal dengan lebar (7,5 meter) dapat dilalui 2 kendaraan seperti mobil, Jalan Lingkungan dengan lebar jalan (6,1 meter) dapat dilalui 2 kendaraan berupa 1 mobil dan 1 motor, dan Jalan setapak dengan lebar jalan(2 meter) dapat dilalui 2 kendaraan motor atau jalan kaki. Kemudian dari TES 1 menuju Tempat Evakuasi Akhir 1 (TEA1) yaitu Kantor Desa Menampu dengan panjang jalur 5,3 km yang melewati 2 jenis Jalan yaitu Jalan Lingkungan dengan lebar jalan (6,1 meter) dapat dilalui 2 kendaraan berupa 1 mobil dan 1 motor, dan Jalan Lokal dengan lebar (7,5 meter) dapat dilalui 2 kendaraan seperti mobi.

Jalur/Route 2 dengan total panjang jalur yaitu 13,1 km. variasi warna Apple Dust dari Titik 2 yaitu Tambak Kanaro menuju ke Tempat Evakuasi Sementara 2 (TES2) yaitu Masjid Al Barokah dengan panjang jalur 6,8 km yang melewati 2 jenis jalan yaitu Jalan Setapak dengan lebar (2 meter) dapat dilalui 2 kendaraan motor atau jalan kaki, dan Jalan Lokal dengan lebar jalan (7,5 meter) dapat dilalui 2 kendaraan seperti mobil. Kemudian dari Tempat Evakuasi Sementara 2 (TES2) menuju Tempat Evakuasi Akhir (TEA2) yaitu Kantor Kecamatan Gumukmas dengan panjang jalur 6,3 km yang melewati 3 jenis jalan yaitu Jalan Setapak dengan lebar (2 meter) dapat dilalui 2 kendaraan motor atau jalan kaki, Jalan Lokal dengan lebar jalan (7,5 meter) dapat dilalui 2 kendaraan seperti mobil, dan Jalan Kolektor dengan lebar jalan (9 meter) dapat dilalui 3 jenis kendaraan yaitu 2 mobil, dan 1 motor.

Jalur/Route 3 dengan total panjang jalur yaitu 12,6 km variasi warna Big Sky Bule dari Titik 3 yaitu Jedingan menuju ke Tempat Evakuasi Sementara 3 (TES3) yaitu Pp. Darul amien Almunawar dengan panjang jalur 7,5 km yang melewati 3

jenis jalan yaitu Jalan Setapak dengan lebar (2 meter) dapat dilalui 2 kendaraan motor atau jalan kaki, Jalan Lingkungan dengan lebar jalan (6,1 meter) dapat dilalui 2 kendaraan berupa 1 mobil dan 1 motor, dan Jalan lokal dengan lebar (7,5 meter) dapat dilalui 2 kendaraan seperti mobil. Kemudian dari Tempat Evakuasi Sementara 3 (TES3) menuju Tempat Evakuasi Akhir (TEA3) yaitu Lapangan Gumukmas dengan panjang jalur 5,3 km yang melewati 2 jenis jalan yaitu Jalan Lokal dengan lebar (7,5 meter) dapat dilalui 2 kendaraan seperti mobil dan Jalan Kolektor dengan lebar jalan (9 meter) dapat dilalui 3 jenis kendaraan yaitu 2 mobil, dan 1 motor.

Jalur/Route 4 dengan total panjang jalur yaitu 11,6 km variasi warna Ginger Pink dari Titik 4 yaitu Pemukiman menuju ke Tempat Evakuasi Sementara 4 (TES4) yaitu SDN Mayangan 04 dengan panjang jalur 5,1 km yang melewati 4 jenis jalan yaitu Jalan Setapak dengan lebar (2 meter) dapat dilalui 2 kendaraan motor atau jalan kaki, Jalan Lingkungan dengan lebar jalan (6,1 meter) dapat dilalui 2 kendaraan berupa 1 mobil dan 1 motor, dan Jalan lokal dengan lebar (7,5 meter) dapat dilalui 2 kendaraan seperti mobil. Kemudian dari Tempat Evakuasi Sementara 4 (TES4) menuju Tempat Evakuasi Akhir (TEA4) yaitu SD Negeri Gumukmas 04 dengan panjang jalur 6,5 km yang melewati 2 jenis jalan yaitu Jalan Lokal dengan lebar (7,5 meter) dapat dilalui 2 kendaraan seperti mobil dan Jalan Kolektor dengan lebar jalan (9 meter) dapat dilalui 3 jenis kendaraan yaitu 2 mobil, dan 1 motor.

Kemudian Pada Jalur 5 Terdapat Pada Desa Mayangan dengan dengan total panjang jalur yaitu 7,1 km. variasi warna tudor rose dust yaitu dari Titik 5 Pantai Macema Mayangan menuju ke Tempat Evakuasi Sementara 5 (TES5) yaitu SDN

Mayangan 05 dengan panjang jalur 3,5 km yang melewati Jalan Lingkungan dengan lebar jalan (6,1 meter) dapat dilalui 2 kendaraan berupa 1 mobil dan 1 motor, kemudian dari Tempat Evakuasi Sementara 5 (TES5) menuju Tempat Evakuasi Akhir 5 (TEA5) yaitu SMK Al Ikhwaniyah dengan panjang jalur 3,6 km yang melewati 2 Jenis Jalan yaitu Jalan Lingkungan dengan lebar jalan (6,1 meter) dapat dilalui 2 kendaraan berupa 1 mobil dan 1 motor, dan Jalan Setapak dengan lebar (2 meter) dapat dilalui 2 kendaraan motor atau jalan kaki.

4.4 Tinjauan Penelitian dalam Perspektif Islam

Bencana ialah suatu bentuk musibah untuk mengetahui seberapa besar kadar keimanan suatu ummat sebagai peringatan akan apa yang telah diperbuat. Sesuai dengan firman Allah swt dalam Q.S Ar-Ruum /30: 41 yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ - ٤١

Artinya: "Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)." (Q.S Ar-Ruum /30: 41).

Dalam Kitab Taisirul Karimirrahman fi Tafsiri Kalamil Mannan menurut tafsir as-Sa'di Maksud dari potongan ayat *الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ* "kerusakan di darat dan laut." ialah rusaknya kehidupan mereka dan terjadinya berbagai wabah penyakit mereka. Yang diakibatkan oleh perbuatan tangan manusia. Selanjutnya pada potongan ayat *لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا* yang artinya "supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari akibat perbuatan mereka." Maksudnya, agar mereka

mengetahui bahwasanya setiap amal perbuatan yang dilakukan didunia Allah memberikan balasan. Pada potongan ayat **لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ** yang artinya “agar mereka kembali,” maksudnya supaya sadar mereka bahwa apa yang mereka perbuat dapat menyebabkan kerusakan bagi mereka sendiri, agar mereka kembali ke jalan yang benar.

Menurut Ibnu Abbas, Ikrimah, dan lain- lainnya dalam Tafsir Ibnu Katsir menyatakan bahwa defisini AL-BARR pada ayat ini ialah padang sahara, dan juga yang dimaksud defisini AL-BARR pada ayat ini yaitu beberapa kota besar serta beberapa kota yang terletak di pinggir sungai. Sedangkan menurut ulama’ lainnya meriwayatkan bahwa dimaksud dengan AL-BARR ialah daratan, dan yang dimaksud dengan AL-BAHR ialah lautan.

Menurut Ibnu Abu Hatim menyatakan bahwa Mujahid makna ayat diatas yaitu Telah tampak kerusakan di darat dan di laut. (Ar Ruum:41) Bahwa yang dimaksud dengan rusaknya daratan ialah terbunuhnya banyak manusia, dan yang dimaksud dengan rusaknya lautan ialah banyaknya perahu (kapal laut) yang hancur atau tenggelam. Sedangkan Menurut Ata Al-Khurrasani, daratan yang dimaksud adalah kota-kota atau kampung-kampung, dan lautan yang dimaksud adalah pulau-pulau. Kebanyakan ulama’ mendukung argumen yang pertama, serta dalam kitab Muhammad ibnu Ishaq dalam Sirah-nya maksud dari Firman Allah Swt “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Ar Ruum:41)”. ialah rusaknya taman-tanaman dan buah-buahan sehingga menyebabkan berkurangnya hasil pane dari tanam-tanaman dan buah-buahan yang ada, dikarena banyaknya perbuatan maksiat yang dilakukan oleh manusia itu sendiri.

Menurut Abul Aliyah menyatakan bahwanya barang siapa yang melakukan maksiat kepada Allah Swt di bumi, maka ia telah berbuat kerusakan di bumi, sebab terpeliharanya kelestarian bumi dan langit yaitu sebuah ketaatan. Apabila perbuatan-perbuatan maksiat ditinggalkan, maka hal itu akan menjadi penyebab turunnya berkah dari langit dan juga dari bumi. Oleh sebab itulah, kelak di akhir zaman apabila nabi Isa putra Maryam a.s. diturunkan dari langit, ia langsung menerapkan hukum syariat diantara hukum syari'at membunuh semua babi, menghancurkan semua salib, dan penghapusan jizyah (upeti) kecuali upeti orang Islam atau perang. Dan apabila Allah telah membinasakan Dajjal beserta para pengikutnya, juga Ya'juj dan Ma'juj telah dimusnahkan, maka dikatakan kepada bumi, "Keluarkanlah semua berkah (kebaikan)mu!" Sehingga sebuah delima dapat dimakan oleh sekelompok orang, dan kulitnya dapat mereka pakai untuk berteduh. Hasil perahan seekor sapi perah dapat mencukupi kebutuhan minum sejumlah orang. Hal itu tiada lain berkat dilaksanakannya syariat Nabi Muhammad Saw. Manakala keadilan ditegakkan, maka berkah dan kebaikan akan banyak yang akan di dapat. Oleh Sebab itu disebutkan di dalam kitab Sahihain melalui salah satu haditsnya yang mengatakan bahwa: "Apabila seorang pendurhaka mati, maka merasa gembiralah semua hamba, negeri, pepohonan, dan hewan-hewan dengan kematiannya itu."

Menurut riwayat Imam Ahmad mengatakan, telah menceritakan kepada kami Muhammad dan Al-Husain. Keduanya mengatakan, telah menceritakan kepada kami Auf, dari Abu Mikhdam, bahwa pernah ada seorang lelaki di masa Ziad atau Ibnu Ziad yang menemukan sebuah kantung berisikan biji-bijian, yakni biji jewawut yang besarnya seperti biji buah kurma setiap bijinya, yang tertuliskan

padanya kalimat berikut, “Ini adalah hasil tanaman di suatu masa yang ditegakkan padanya prinsip keadilan.”

Sedangkan menurut imam Malik telah meriwayatkan dari Zaid ibnu Aslam, bahwa yang dimaksud dengan kerusakan dalam ayat ini ialah kemusyrikan, tetapi pendapat ini masih perlu diteliti lagi. Maksudnya, agar Allah menguji mereka dengan berkurangnya harta dan jiwa serta hasil buah-buahan, sebagai suatu kehendak dari Allah buat mereka dan sekaligus sebagai balasan bagi perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Sehingga mereka tidak lagi mengerjakan perbuatan-perbuatan maksiat. Pada ayat-ayat sebelumnya Allah Swt. Juga menjelaskan sifat buruk orang musyrik mekah yang menuruti hawa nafsu, melalui ayat ini Allah menegaskan bahwa kerusakan di bumi adalah akibat menuruti hawa nafsu. Sehingga nampak kerusakan di darat dan di laut, baik kota maupun desa, yang disebabkan oleh perbuatan tangan manusia itu sendiri yang dikendalikan oleh hawa nafsu dan jauh dari tuntunan fitrah. Allah menghendaki demikian, agar mereka merasakan sebagian dari akibat perbuatan buruk mereka agar mereka kembali ke jalan yang benar dengan menjaga kesesuaian perilakunya dengan fitrahnya. Perbuatan buruk manusia akan mendatangkan azab sebagaimana azab yang telah menimpa umat-umat terdahulu. Azab itu juga akan datang kepada umat-umat di masa sekarang maupun yang akan datang sebagai sunatullah jika mereka memiliki karakter yang sama. Oleh karena itu, Allah Swt memerintahkan kepada nabi untuk mengatakan kepada siapa saja yang meragukan hakikat ini, sebagai berikut ‘bepergianlah di muka bumi, di mana saja yang bisa kamu jangkau, lalu lihatlah bagaimana yang telah orang-orang dahulu dihancurkan akibat perilaku buruk mereka yang dikarenakan kebanyakan dari

mereka adalah orang-orang yang mempersekutukan Allah dan mengikuti hawa nafsu.

Menurut Kementrian Agama RI dalam Q.s. Ar-Ruum ayat 41 diatas, menjelaskan bahwa segala sesuatu yang terjadi baik di darat atau di lautan merupakan risiko/akibat dari perbuatan manusia itu sendiri, Oleh karena itu Allah swt ingin mereka merasakan risiko/akibat dari perbutan mereka sebagai peringatan agar dengan bencana tersebut bisa menjadikan manusia sadar akan perbuatan mereka terhadap alam atau lingkungan mereka sendiri. Risiko Bencana adalah suatu yang berpotensi menimbulkan kerugian akibat bencana pada suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat.

Sebagai Seorang Muslim kita hendaknya melakukan upaya mitigasi atau menimalisir dampak terjadinya bencana baik di pada wilayah didarat atau pun wilayah dilaut. Adapun Upaya mitigasi yang bisa kita lakukan pada wilyah didarat yaitu dengan menjaga alam sekitas, misalnya tidak melakukan penambangan hutang sembarangan, melakukan reboisasi, dan membuat jalur Evakuasi untuk penyelamatan diri sewaktu-waktu terjadinya bencana baik bencana Kebakaran, banjir, lonsor, gempa bumi, maupun Tsunami. Pada daerah/wilayah dilaut upaya atau mitigasi yang dapat dilakukan yaitu dengan cara tidak membuang sampah sembarangan ke daerah laut, Memelihara terumbu karang sebagai pemecah ombak, Melarang penambangan pasir yang merusak, Melarang pengambilan bongkahan terumbu karang yang sudah mati di pesisir pantai yang berfungsi sebagai peredam

gelombang, dan Membangun infrastruktur pelindung pantai sebagai peredam energi gelombang (*absorver*).

Pada penelitian kali ini Upaya mitigasi atau menimalisir Risiko/dampak terjadinya bencana tsunami yaitu membuat peta jalur evakuasi bencana Tsunami dengan menggunakan metode Network Analysis agar memudahkan masyarakat mengetahui Jalur Evakuasi Tsunami dalam upaya menyelamatkan diri apabila terjadi bencana Tsunami berikutnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian kali ini yaitu:

1. Pada Peta Tingkat Risiko, desa yang mempunyai dampak risiko tertinggi terdapat pada Desa Kepanjen dan Mayangan karena hampir seluruh wilayah desa Kepanjen dan Mayangan yang terdampak risiko tsunami dengan total luas risiko masing-masing desa sebesar 18.31 Km² dari total wilayah 18.58 km² dan 14.54 Km² dari total wilayah 14.54 km² walaupun pada wilayah terdapat kawasan berisiko rendah, selanjutnya Luas Wilayah yang terdampak risiko tertinggi ke dua terdapat pada Desa Menampu dengan total Luas Risiko Tsunami sebesar 4.05 Km² dari total wilayah 9.11 Km² , Kemudian Desa yang mempunyai dampak risiko tsunami tertinggi ketiga terdapat pada Desa Gumukmas dengan total Luas Risiko Tsunami sebesar 1.87 Km² dari total wilayah 15.19 Km² , Dan Wilayah yang mempunyai dampak terendah terdapat pada Desa Karangrejo dengan Total Luas Risiko Tsunami sebesar 0.02 Km² dari total wilayah 6.96 Km².
2. Pada Kecamatan Gumukmas didapatkan 5 Titik, Sebagai Titik Awal dalam mengevakuasi diri, Selajutnya didapatkan 5 Tempat Evakuasi Sementara(TES), dan kemudian yang terakhir yaitu didapatkan 5 Tempat Evakuasi Akhir(TEA). Dimana dari 5 Titik, TES dan TEA tersebut, 4 Titik berada pada Desa Kepanjen, dan 1 Titik berada pada Desa Mayangan.
3. Jalur Evakuasi Tsunami di Kecamatan Gumukmas pada Skenario ketinggian

gelombang 30 m didapatkan 5 Jalur. Pada Jalur 1 yaitu Jalur dari Titik 1 menuju Tempat Evakuasi Tsunami 1(TES1) yang kemudian menuju Tempat Evakuasi Akhir 1(TEA1) dengan total panjang jalur yaitu 11 km. Jalur 2 yaitu Jalur dari Titik 2 menuju Tempat Evakuasi Tsunami 2(TES2) yang kemudian menuju Tempat Evakuasi Akhir 2(TEA2) dengan total panjang jalur yaitu 13,1 km. Jalur 3 yaitu Jalur dari Titik 3 menuju Tempat Evakuasi Tsunami 3(TES2) yang kemudian menuju Tempat Evakuasi Akhir 3(TEA3) dengan total panjang jalur yaitu 12,6 km. Jalur 4 yaitu Jalur dari Titik 4 menuju Tempat Evakuasi Tsunami 4(TES4) yang kemudian menuju Tempat Evakuasi Akhir 4(TEA4) dengan total panjang jalur yaitu 11,6 km. Dan kemudian Jalur 5 yaitu Jalur dari Titik 5 menuju Tempat Evakuasi Tsunami 5(TES5) yang kemudian menuju Tempat Evakuasi Akhir 5(TEA5) dengan total panjang jalur yaitu 7,1 km.

5.2 Saran

Saran untuk penelian selanjutnya yaitu perlunya adanya penelian lebih lanjut mengenai Tempat Evakuasi Sementara(TES), dan Tempat Evakuasi Akhir (TEA) tentang waktu yang diperlukan untuk menempu Jalur Evakuasi serta melakukan simulasi langsung dengan masyarakat pada kecamatan Gumukmas.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrian Mirza, 2016 (2016) 'Prosiding Seminar ACE', *Identifikasi Sedimentasi Lahan Pada DAS Sungai Paku Kabupaten Kampar Riau Berbasis GIS*, 8(15), pp. 17–28.
- Aji, L. W. (2020) 'Identifikasi Jalur dan Tempat Evakuasi Tsunami berdasarkan Fema P646 Pada Objek-objek Wisata Pantai di Kabupaten Gunungkidul (Studi Kasus: Pantai Nguyahan, Ngobaran dan Ngrenahan)', *Inersia: INformasi dan Ekspose hasil Riset teknik Sipil dan Arsitektur*, 16(1), pp. 24–37. doi: 10.21831/inersia.v16i1.31313.
- Andhika, P. K. *et al.* (2013) 'Optimasi Proses Evakuasi dalam Menghadapi Situasi Darurat pada Gedung Graha Sabha Pramana (Studi Kasus Acara Wisuda)', *Jurnal Teknofisika*, 2(2), pp. 35–41.
- Andi Tenri Khalik Jabbar (2022) 'MITIGASI BENCANA TSUNAMI DI SEMPADAN PANTAI KECAMATAN UJUNG BULU KABUPATEN BULUKUMBA', *Skripsi*, (8.5.2017), pp. 2003–2005. Available at: <https://repositori.uin-alauddin.ac.id/21018/> .
- Ariana, R. (2016) 'Sistem Informasi Geografis Pengertian dan Aplikasinya', pp. 1–23.
- Badan Metereologi Klimatologi dan Geofisika (2012) 'Pedoman Pelayanan Peringatan Dini Tsunami InaTEWS Edisi ke Dua', *Bmkg*, pp. 1–158.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2017) 'Buku Saku Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana', *Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, p. 62. Available at: https://siaga.bnpb.go.id/hkb/po-content/uploads/documents/Buku_Saku-10Jan18_FA.pdf.
- BNBP (2012) 'Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tentang Daftar Isi Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko 2 . Lampiran Peraturan'.
- BNPB (2014) 'Pedoman Perencanaan Jalur dan Rambu Evakuasi Tsunami', pp. 1–79.
- BPBD Kebumen (2020) 'Kajian Risiko Bencana Kabupaten Kebumen Tahun 2021-2025 Pemerintah Daerah Kabupaten Kebumen', (13).
- Buana, P. W. (2010) 'Penemuan Rute Terpendek Pada Aplikasi Berbasis Peta', *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 1(1), pp. 1–8.
- Chasanah, N. *et al.* (2020) 'Pemodelan Penjalaran Tsunami Akibat Erupsi Gunung Anak Krakatau Beserta Skenario Dike, Studi Kasus Teluk

- Jakarta', *Jurnal Teknik ITS*, 9(1). doi: 10.12962/j23373539.v9i1.50609.
- Fahmi Abdillah, I. and Muhsoni, F. F. (2020) 'Pemetaan Risiko Tsunami Berdasarkan Skenario Ketinggian Tsunami Di Kecamatan Pasirian Kabupaten Lumajang Provinsi Jawa Timur Tsunami Risk Mapping Is Based on Tsunami Height Scenario in Pasirian District, Lumajang Regency, East Java Province', *Juvenil*, Volume 1.(4), pp. 486–497. Available at: <http://doi.org/10.21107/juvenil.v1i4.8946ABSTRAK>.
- Fadly, U. and Fadhilatus, S. (2019) 'Evacuation Plan for Tsunami Disaster Response on the South Coast of Malang , Indonesia'.
- Farizi, M. (2019) 'Pemodelan Tsunami Berdasarkan Seismic Gap dan Perhitungan Energi Potensial (Studi Kasus : Pesisir Jawa Barat dan Sekitarnya) (Skripsi)'.
- Goff, J. and Dominey-Howes, D. (2013) 'Tsunami', *Treatise on Geomorphology*, 13(December 2015), pp. 204–218. doi: 10.1016/B978-0-12-374739-6.00359-6.
- Igan, S. S. (2006) 'Pertumbuhan Gunung Api Anak Krakatau setelah letusan katastro fi s 1883', *Indonesian Journal on Geoscience*, 1(3), pp. 143–153. Available at: <http://ijog.bgl.esdm.go.id>.
- Juniansah, A. *et al.* (2018) 'Spatial modelling for tsunami evacuation route in Parangtritis Village', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 148(1). doi: 10.1088/1755-1315/148/1/012003.
- Kawangkoan, S. *et al.* (2016) 'Perancangan SIG Dalam Pembuatan Profil Desa', 5(1).
- Naryanto, H. S. and Wisyanto (2005) 'Kajian dan Analisis Potensi Bencana Tsunami, Konfigurasi Pantai Serta Mitigasi Bencana di Pantai Selatan Jawa Timur: Belajar dari Pengalaman Bencana Tsunami Banyuwangi Tahun 1994', *Alami: Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, pp. 37–47.
- Parauba, R., Jasin, M. I. and Mamoto, J. D. (2016) 'Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Di Pantai Niampak Utara', *Jurnal Sipil Statik*, 4(10), pp. 595–603.
- Power, W. and Leonard, G. S. (2013) 'Tsunami', *Encyclopedia of Earth Sciences Series*, pp. 1036–1046. doi: 10.1007/978-1-4020-4399-4_56.
- Pradipta, achmad rendi and Santoso Budi, A. (2015) 'Geo Image (Spatial-Ecological-Regional)', *Jurnal Geo Image*, 9(2), pp. 76–81.
- Putra, A. N. H. (2009) 'TINGKAT RISIKO BENCANA TSUNAMI DAN VARIASI SPASIALNYA (Studi Kasus Kota Padang, Sumatera Barat)', p.

167.

- Putra, I. M. E. K. and Chernovita, H. P. (2020) 'Mapping of Tsunami disaster evacuation pathways based on Tsunami altitude scenario using Network Analyst Method (case study: Palu City, Central Sulawesi)', *Journal of Applied Geospatial Information*, 4(1), pp. 304–311. doi: 10.30871/jagi.v4i1.2012.
- Rahmad, R. (2019) 'Penilaian Kerentanan dan Kesiapsiagaan Bencana Tsunami di Pesisir Sadeng, Gunungkidul', *Jurnal Geografi*, 11(2), pp. 182–192. doi: 10.24114/jg.v11i2.11475.
- Sabani, W. (2020) 'Jurusan geografi fakultas ilmu sosial universitas negeri semarang 2020'.
- Sahetapy, G. B., Poli, H. and Suryono (2016) 'Analisis Jalur Evakuasi Bencana Banjir Di Kota Manado', *Spasial*, 3(2), pp. 70–79.
- Satria Permana, E., Triyatno, T. and Nofrizal, A. Y. (2019) 'Pemanfaatan Network Analysis dalam Mengidentifikasi Objek Wisata Budaya Di Kabupaten Tanah Datar (Utilization of Network Analysis in Identifying Culture Tourism Object in Tanah Datar District)', *Jurnal Sains Informasi Geografi*, 2(1), p. 30. doi: 10.31314/jsig.v2i1.224.
- Siska Anggria, dkk, 2016 (2016) 'Prosiding Seminar ACE', *ACE 3-001 Pemodelan Optimasi Evakuasi Tsunami di Kota Padang*, 8(15), pp. 17–28.
- Sudaryatno, S. *et al.* (2022) 'Simulated Mitigation of Tsunami Disasters in the Coastal Area of Purworejo Regency, Central Java, Indonesia', *Forum Geografi*, 36(1), pp. 54–65. doi: 10.23917/forgo.v36i1.16984.
- Sugito, N.T., 2008, *Tsunami*, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Sulistiyanto (2017) 'Pemanfaatan QGIS Cloud Untuk Pemetaan Pabrik Gula di Jawa Timur', *Prosiding: Sniter*, 1(1), pp. 8–9. Available at: <http://ptpn11.co.id>.
- Supartoyo dan Surono. 2008. *Katalog Gempabumi Merusak di Indonesia*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung
- Wisnyanto. 2009. *Perencanaan Tataruang Pesisir Kota Agung Berbasis Analisis Risiko Bencana Tsunami*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. Yogyakarta.
- Suryani, R. *et al.* (2020) 'Evaluasi Rute Evakuasi Tsunami Kecamatan Padang Barat Kota Padang Menggunakan QGIS', *Jurnal Media Teknik Sipil Samudra*, 1(1), pp. 26–31. Available at: <https://ejurnalunsam.id/index.php/jmtss/article/view/2863>.
- Tamura, H. (2016) 'Pencegahan Dan Mitigasi Bencana', *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), p. 287.

- Tuasikal, N. R., Faisol, A. and Vendyansyah, N. (2020) 'Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Pemetaan Zona Ruang Rawan Bencana Kota Palu Berbasis Web', *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 4(2), pp. 269–275. doi: 10.36040/jati.v4i2.2653.
- Wibowo Aji, L. (2019) 'Penentuan Tempat Evakuasi (Te) Tsunami Pada Pantai Nguluran-Gesing-Butuh-Ngedan Di Kabupaten Gunungkidul', *INERSIA: Informasi dan Ekspose hasil Riset teknik Sipil dan Arsitektur*, 15(1), pp. 74–86. doi: 10.21831/inersia.v15i1.24865.
- Wijatmiko, I. and Murakami, K. (2008) 'Determining Evacuation Service Areas and Evacuation Route Risk Level as Disaster Mitigation Plan using GIS – based Software in Hyuga , Japan', *3rd AIWEST-DR*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

1. DEM SRTM 1 Arc-Second Global

No.	Value	Count
1	-5	1
2	-4	2
3	-3	3
4	-2	6
5	-1	24
6	0	293
7	1	517
8	2	1652
9	3	3377
10	4	4766
11	5	5727
12	6	7342
13	7	8948
14	8	9005
15	9	8175
16	10	7070
17	11	5829
18	12	5327
19	13	4788

No.	Value	Count
20	14	4208
21	15	3858
22	16	3036
23	17	2490
24	18	1946
25	19	1598
26	20	1317
27	21	1162
28	22	1013
29	23	757
30	24	482
31	25	234
32	26	163
33	27	110
34	28	73
35	29	40
36	30	33
37	31	16
38	32	21

No.	Value	Count
39	33	20
40	34	22
41	35	19
42	36	13
43	37	16
44	38	18
45	39	16
46	40	20
47	41	26
48	42	12
49	43	19
50	44	7
51	45	19
52	46	11
53	47	19
54	48	14
55	49	19
56	50	16
57	51	13
58	52	13
59	53	14
60	54	11
61	55	10

No.	Value	Count
62	56	17
63	57	10
64	58	13
65	59	12
66	60	15
67	61	7
68	62	16
69	63	14
70	64	9
71	65	5
72	66	16
73	67	10
74	68	3
75	69	13
76	70	11
77	71	17
78	72	9
79	73	11
80	74	8
81	75	12
82	76	8
83	77	8
84	78	7

No.	Value	Count
85	79	12
86	80	17
87	81	9
88	82	10
89	83	10
90	84	2
91	85	6
92	86	9
93	87	5
94	88	7
95	89	10
96	90	10
97	91	8
98	92	8
99	93	9
100	94	7
101	95	4
102	96	7
103	97	4
104	98	4
105	99	6
106	100	1
107	101	7

No.	Value	Count
108	102	8
109	103	4
110	104	2
111	105	1
112	106	6
113	107	2
114	108	3
115	109	4
116	110	1
117	111	7
118	112	4
119	113	2
120	114	3
121	115	4
122	116	2
123	118	4
124	120	1
125	121	3
126	122	4
127	123	2
128	124	1
129	125	4
130	126	1

No.	Value	Count
131	127	3
132	128	1
133	129	2
134	130	1
135	131	3
136	133	1
137	135	2
138	136	1
139	137	2
140	138	1
141	139	1
142	141	1
143	143	1
144	144	2
145	146	1
146	149	2
147	151	1
148	153	1

Keterangan:

- Value : ketinggian wilayah.
- Count : Angka dalam pixel yang mempengaruhi simbol yang dihasilkan.



2. Data Tutupan Lahan

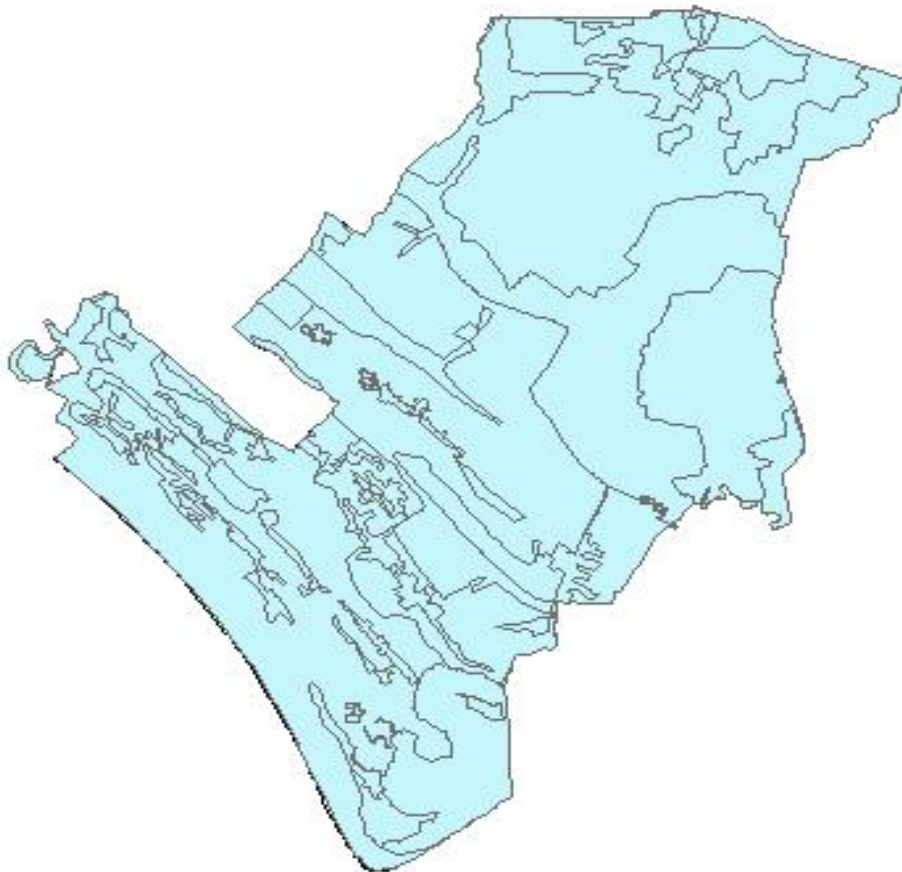
OBJECTID	Shape	Kecamatan	Provinsi	Legenda
1	Polygon Z M	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
2	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
3	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
4	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
5	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
6	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
7	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
8	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
9	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
10	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
11	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
12	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
13	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
14	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
15	Polygon	Gumukmas	Jawa	Pemukiman

OBJECTID	Shape	Kecamatan	Provinsi	Legenda
	ZM		Timur	
16	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
17	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
18	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
19	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
20	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
21	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
22	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
23	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
24	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
25	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
26	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
27	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
28	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
29	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pemukiman
30	Polygon	Gumukmas	Jawa	Pemukiman

OBJECTID	Shape	Kecamatan	Provinsi	Legenda
	ZM		Timur	
31	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
32	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
33	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
34	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
35	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pertanian Lahan Kering
36	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pertanian Lahan Kering
37	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pertanian Lahan Kering
38	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pertanian Lahan Kering
39	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pertanian Lahan Kering
40	Polygon ZM	Gumukmas	Jawa Timur	Pertanian Lahan Kering
41	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Pertanian Lahan Kering
42	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Pertanian Lahan Kering
43	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Pertanian Lahan Kering
44	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Pertanian Lahan Kering
45	polygon	Gumukmas	Jawa	Tanah Terbuka

OBJECTID	Shape	Kecamatan	Provinsi	Legenda
			Timur	
46	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
47	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
48	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
49	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
50	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
51	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
52	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Tanah Terbuka
53	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
54	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
55	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
56	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
57	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
58	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
59	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
60	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah

OBJECTID	Shape	Kecamatan	Provinsi	Legenda
			Timur	
61	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
62	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
63	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
64	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
65	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Sawah
66	polygon	Gumukmas	Jawa Timur	Tambak



**3. Data Administrasi daerah dari data Rupa Bumi Indonesia Kec.
Gumukmas, Kab. Jember, Jawa Timur**

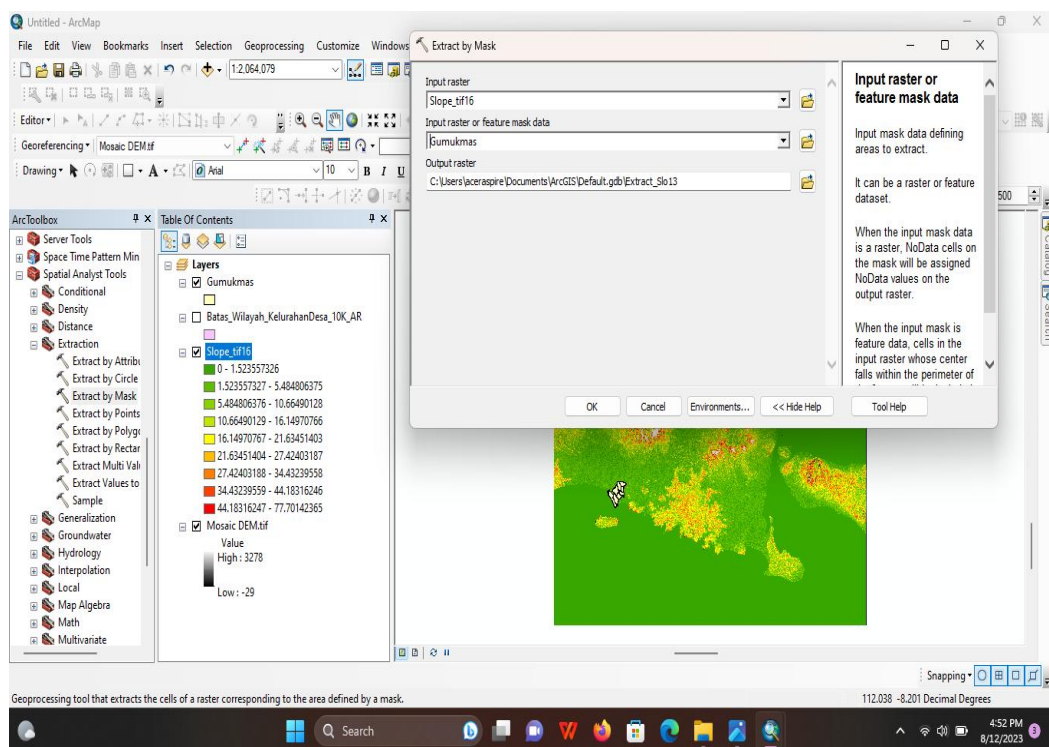
FID	Desa	kecamatan	Kabupaten	provinsi
0	Bagorejo	Gumukmas	Jember	Jawa Timur
1	Gumukmas	Gumukmas	Jember	Jawa Timur
2	Karangrejo	Gumukmas	Jember	Jawa Timur
3	Kepanjen	Gumukmas	Jember	Jawa Timur
4	Mayangan	Gumukmas	Jember	Jawa Timur
5	Menampu	Gumukmas	Jember	Jawa Timur
6	Purwoasri	Gumukmas	Jember	Jawa Timur
7	Tembokrejo	Gumukmas	Jember	Jawa Timur



Lampiran 2. Langkah Penmbuatan Peta Jalur Tsunami.

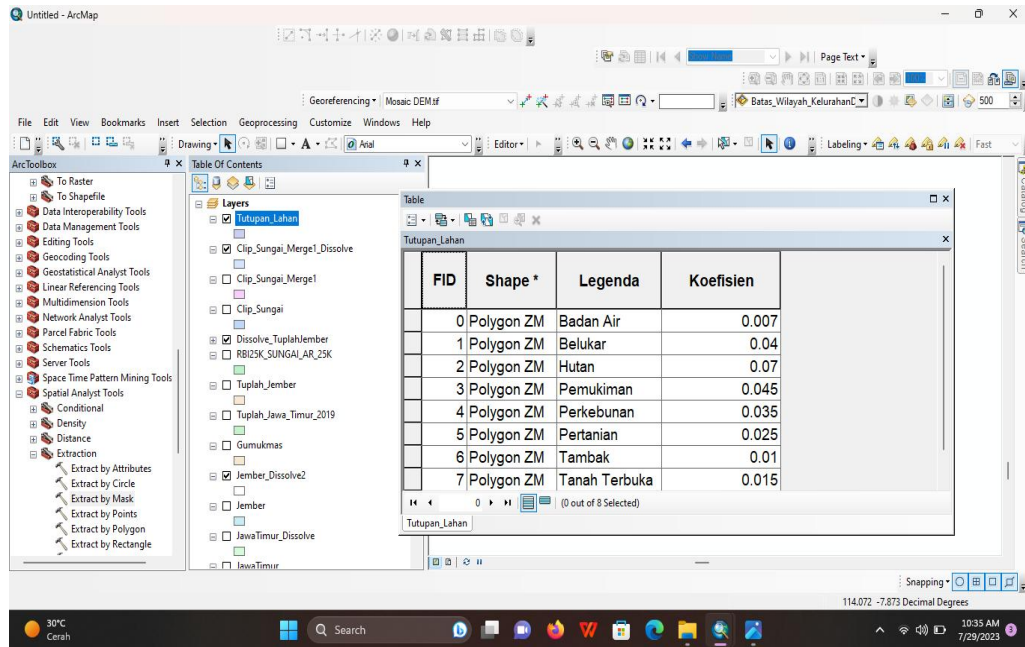
1. Mengumpulkan data (Peta Rupa bumi, DEM SRTM, Tutupan Lahan dan skenario ketinggian gelombang tsunami.
2. Masukkan data ke ArcGis.
3. Data DEM SRTM dikelolah menjadi Slop(Kelerengan)

Arctoolbox > 3D Analyst Tools > Raster Surface > Slope > Search > Extract by Maks.



4. Data Tutupan lahan dikelolah menjadi Koefisien Kekasaran Permukaan.
 - Diclip(Input: Data Tutupan Lahan > Clip Feateures: Gumukmas> ok)>
 - Dissolve(Input: Tutupan Lahan yang telah diclip> Dissolve_Field : legenda > ok)
 - Open Attribute Table > Add Field > beri nama (koefisien) > klik editor > start editing > pilih tutupan lahan telah yang dissolve > ok > isi kolom koefisien kekasaran > save editing > stop editing.

Arctoolbox > Conversion tools > to raster > polygon to raster(Input : tutupan Lahan yang sudah ada koefisiennya > value field: koefisien)



5. Masukkan data garis pantai Gumukmas

6. Model Builder

- Catalog > New > Toolbox(beri nama : hlossgumukmas) >klik kanan > New > model Builde > Tesuaikan dengan Rumus Hloos/persamaan Hloss:(Amri, 2015):

$$H_{loos} = \left(\frac{167n^2}{H_0^{\frac{1}{3}}} \right) + 5 \sin S \quad (1)$$

Dimana:

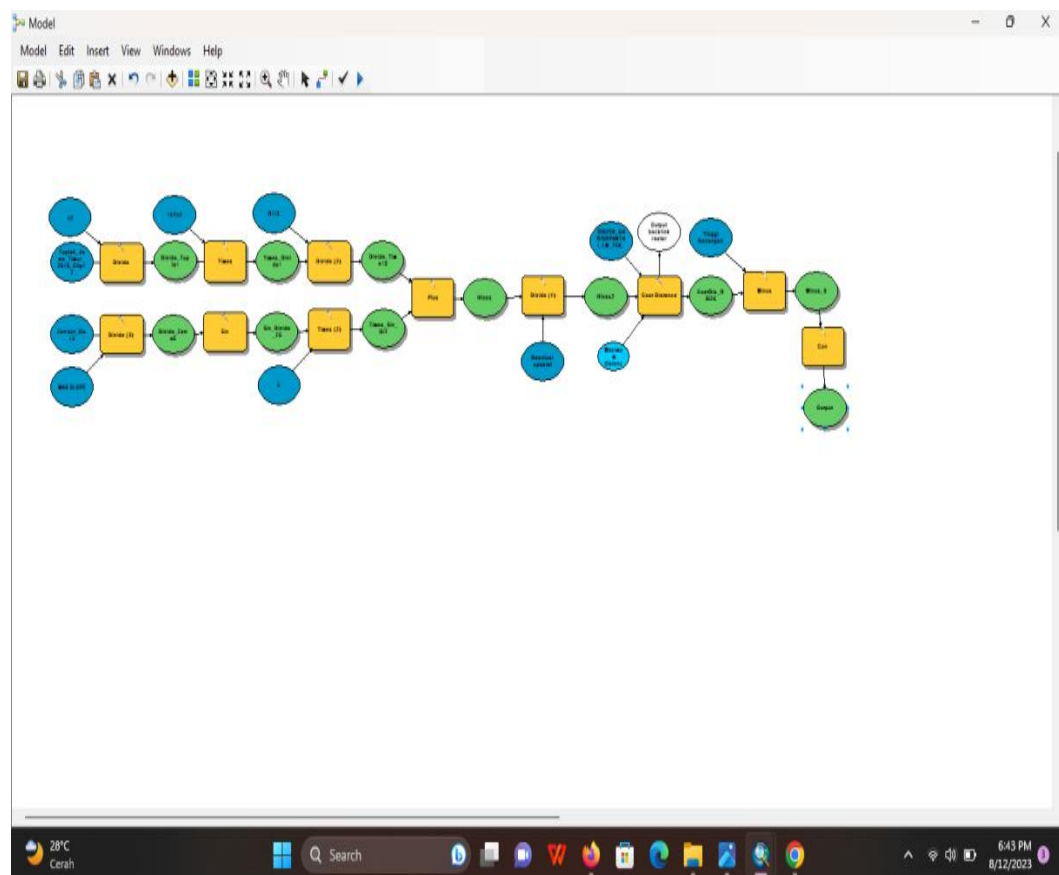
H_{loos} : Kehilangan ketinggian trsunami per 1 meter jarak inundasi

n : Koefisien Kekerasan permukaan.

H_0 : Ketinggian gelombang tsunami di garis pantai (m)

S : Besarnya lereng permukaan (derajat).

- Masukkan peta koefisien kekasaran > Arctoolbox > Spacial Analyst Tools > Math > power > times > divide > Slope divide > Sin> Times > plus > divide (connect 1) > times_sin(connect 2) > Hloss > divide > Distance > Cost Distance > Garis Pantai > Tinggi Gelombang > cotdis

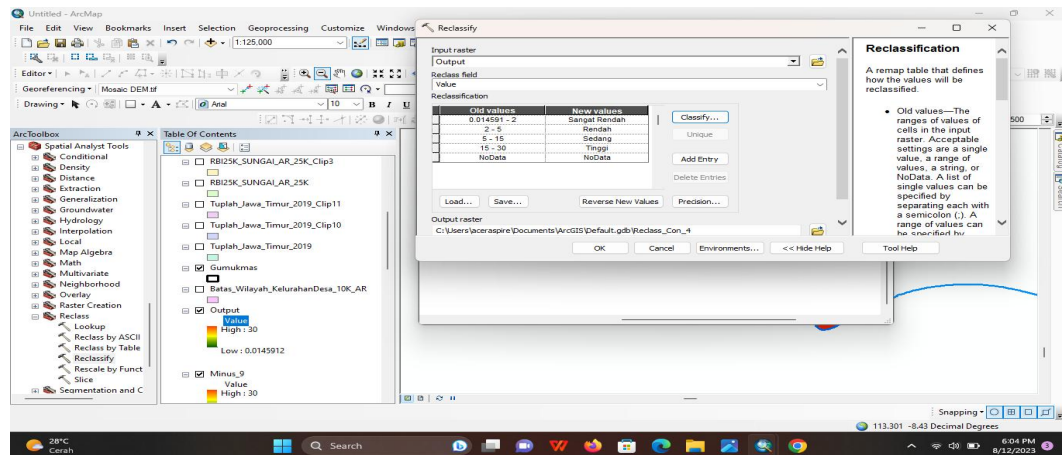


7. Peta Bahaya Tsunami

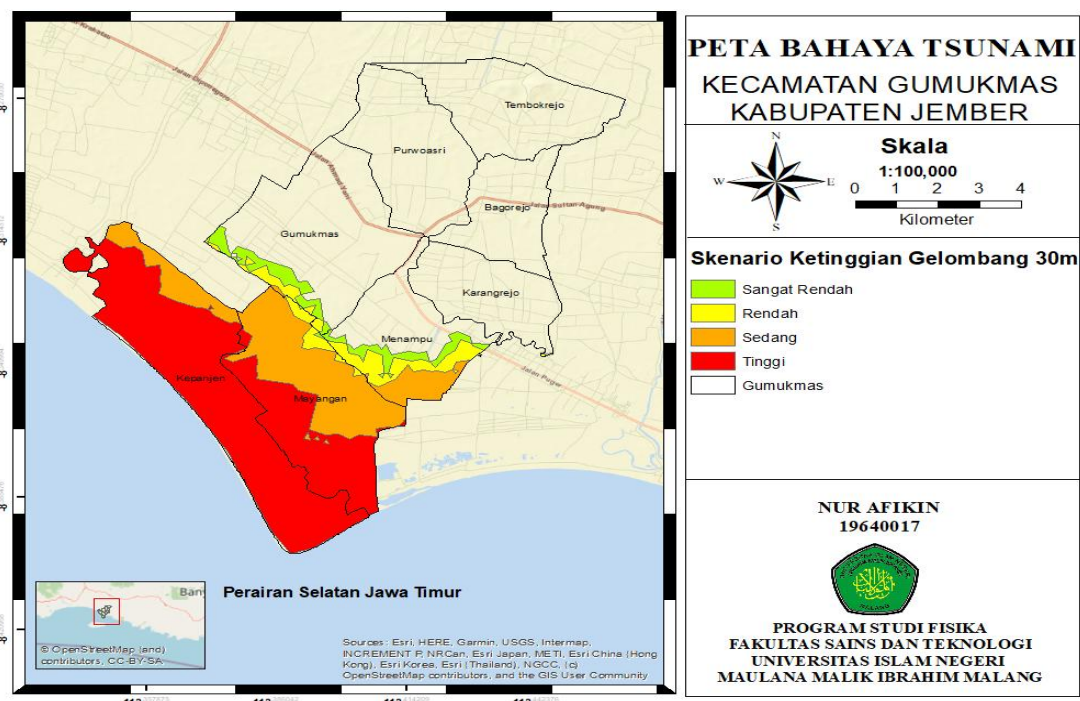
Arctoolbox > Spatial analyst tools > reclass> reclassify (input: peta genangan)

Di Klsifikasi 4 :

- Tinggi genangan < 2 m , kelas bahaya sangat rendah
- Tinggi genangan 2m-5m , kelas bahaya rendah
- Tinggi genangan 5 m - 15 m , kelas bahaya sedang
- Tinggi genangan 15 m - 30 m , kelas bahaya Tinggi

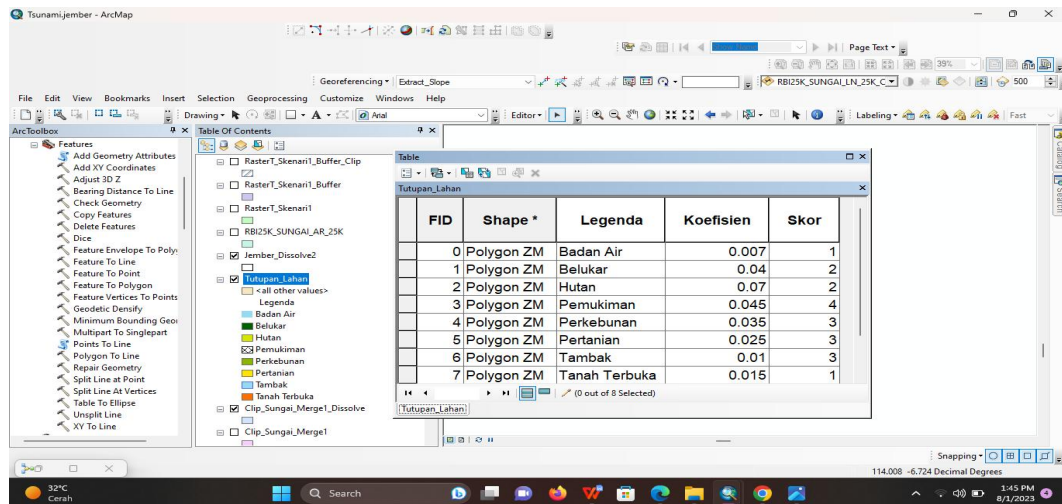


- selesai

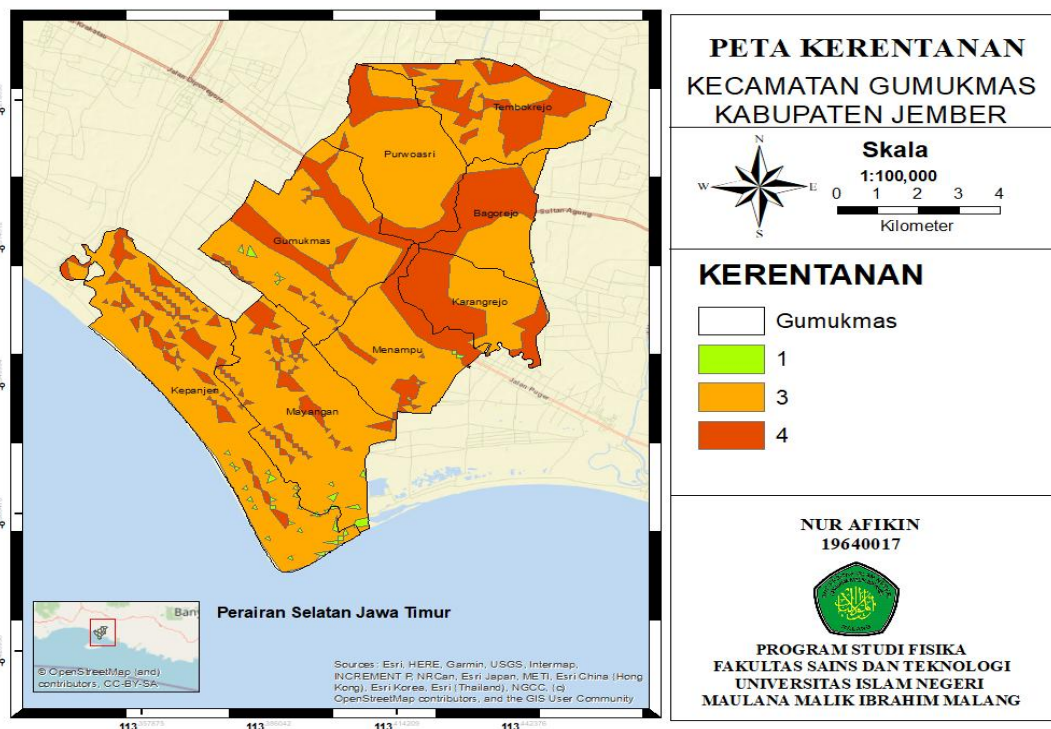


8. Peta Kerentanan

- Masukkan Peta Tutupan Lahan > open Attribute table > add field > beri nama (skor) > klik editor > start > editing > pilih tutupan lahan > ok > isi kolom skor sesuai dengan nilai skor pada tutupan lahan > save edit > stop editing > ArcToolbox > conversion tools > from raster > raster to polygon (input : hasil reclassify)



- selesai.

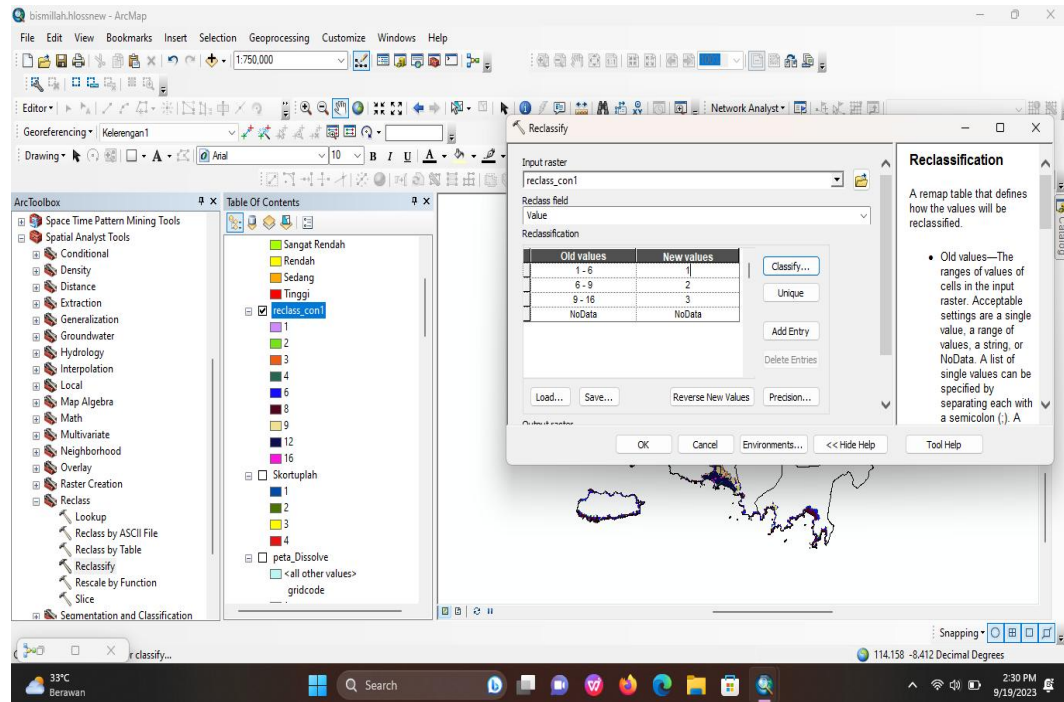


9. Peta Risiko

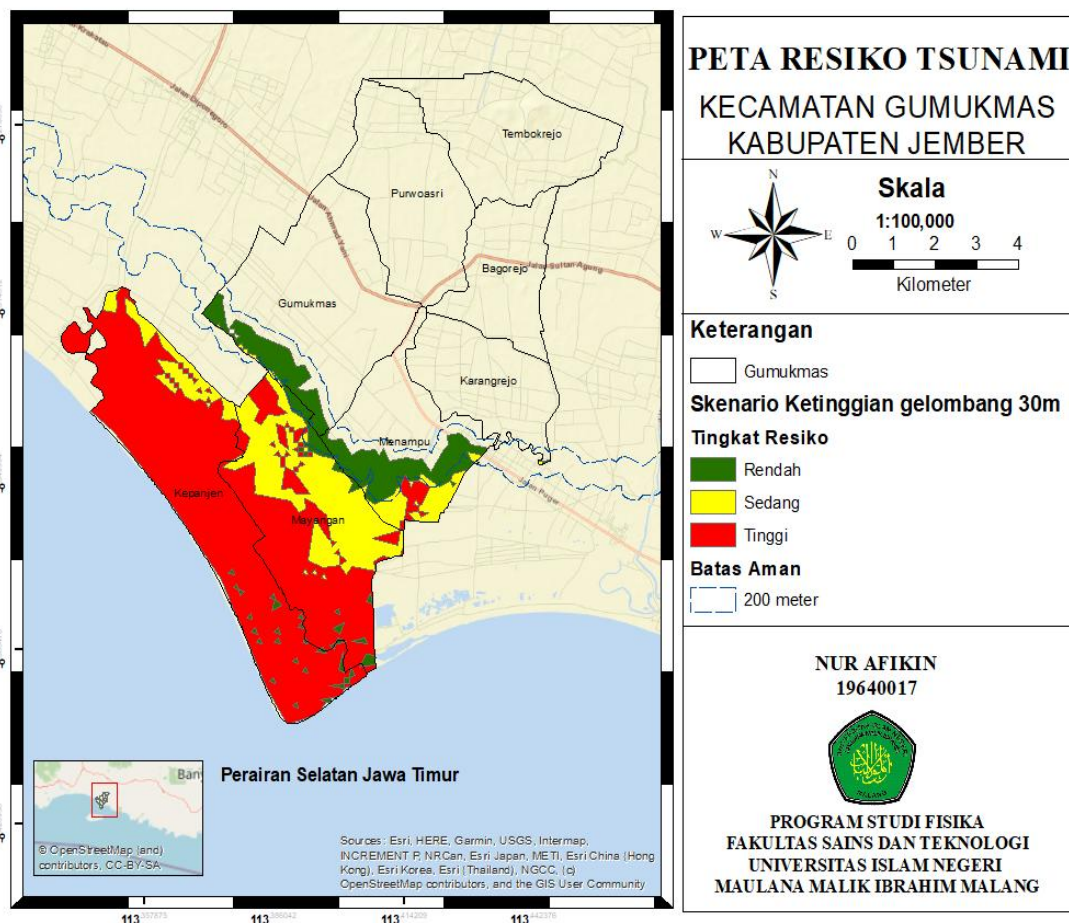
- Dikalikan antara peta bahaya tsunami dan peta kerentanan tsunami.

Arc toolbox > spatial analysis tools > map algebra > raster calculator.

- Diklasifikasikan sesuai dengan kelas tingkat risiko tsunami yaitu rendah, sedang, dan tinggi dengan cara : Arc toolbox > spatial analyst tools > reclass > reclassify (input : peta risiko berupa raster)



- selesai.



Lampiran 3. Proses Pembuatan Tempat Evakuasi Tsunami.

1. Buka ArcGis

2. Masukkan data Risiko Tsunami.

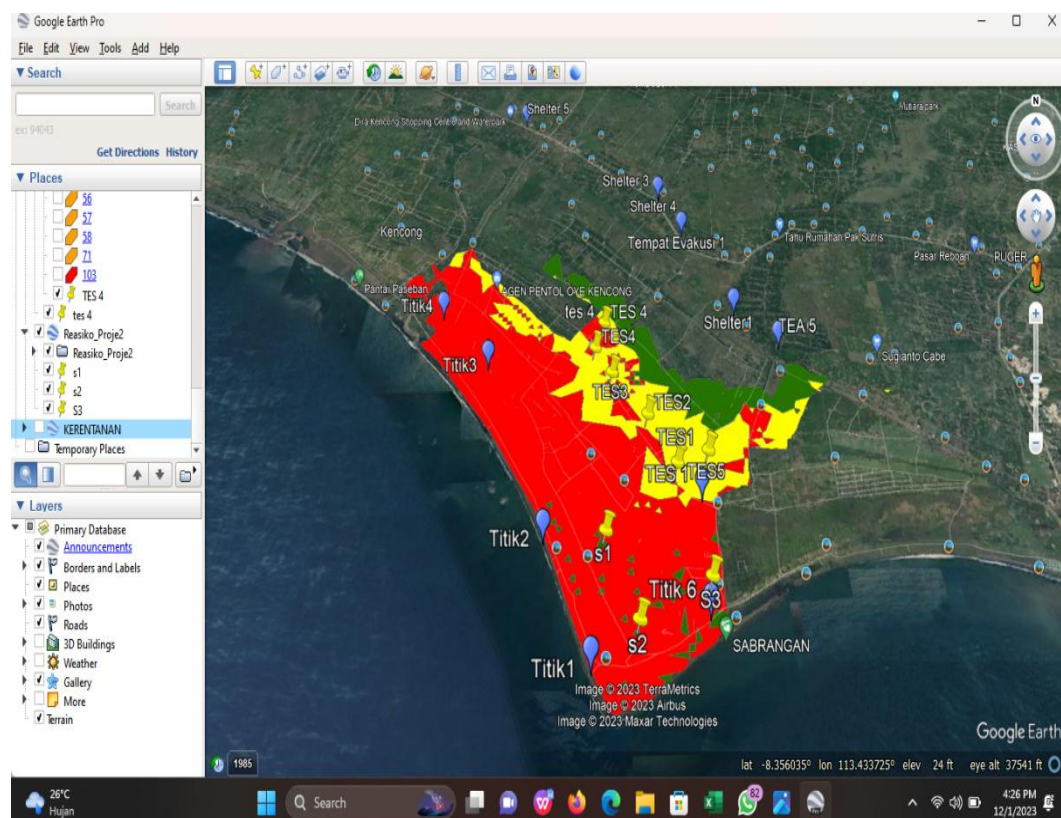
3. Buat buffer(jarak aman):

ArcToolbox > Spatial Analyst tools > reclass > Raster to polygon > dissolve > buffer (satun meter) > clip (input features : buffer > clip features : administrasi gumukmas).

4. Buka Aplikasi Google Earth pro

5. Masukkan data peta Risiko tsunami yang telah ada buffer dan data Kountur

6. Pilih lokasi shelter dengan pilih: Add Placemark > beri nama (titik awal, Tes, dan Tea) > save.



7. Buka Aplikasi microsoft Excel

8. Buat data tabel Lokasi Evakuasi tsunami> save .

AutoSave Off Tempatevakuasi

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help WPS PDF

Clipboard Font Alignment Number Styles Editing Add-ins

POSSIBLE DATA LOSS Some features might be lost if you save this workbook in the text (.txt) format. To preserve these features, save it in an Excel file format.

No.	Nama	Lat	Long	Ket	Nama lokasi	Luas	2 orang	Kapasitas Bagunan (1 meter per 2 orang)
1	Titik 1	-8.39565	113.3855	Titik	Pantai Nyamplong Kobong			
2	Titik 2	-8.3766	113.3762	Titik	Tambak Kanaro			
3	Titik 3	-8.33725	113.3459	Titik	Jedjangan			
4	Titik 4	-8.33121	113.3504	Titik	Pemukiman			
5	Titik 5	-8.38816	113.405	Titik	Pantai Macema Mayangan			
6	TES 1	-8.36482	113.3998	TES	Lapangan Kalimalang	5,549.40	2	11098.8
7	TES 2	-8.35339	113.3943	TES	Masjid Al Barokah	505.58	2	1011.16
8	TES 3	-8.34649	113.3871	TES	Pp. Darul amien Almunawar	59.92	2	119.84
9	TES 4	-8.34088	113.3835	TES	SDN Mayangan 04	571.42	2	1142.84
10	TES 5	-8.3625	113.4058	TES	SDN Mayangan 05	302.78	2	605.56
11	TEA 1	-8.33032	113.4141	TEA	Kantor Desa Menampu	385.15	2	770.3
12	TEA 2	-8.30939	113.4038	TEA	Kantor Kecamatan Gumukmas	536.33	2	1072.66
13	TEA 3	-8.3083	113.4035	TEA	Lapangan Gumukmas	5,095.57	2	10191.14
14	TEA 4	-8.29684	113.3982	TEA	SD Negeri Gumukmas 04	612.15	2	1224.3
15	TEA 5	-8.33849	113.4228	TEA	SMK AL IKHWANIYAH	357.51	2	715.02

Tempatevakuasi

Ready Accessibility: Unavailable

26°C Hujan

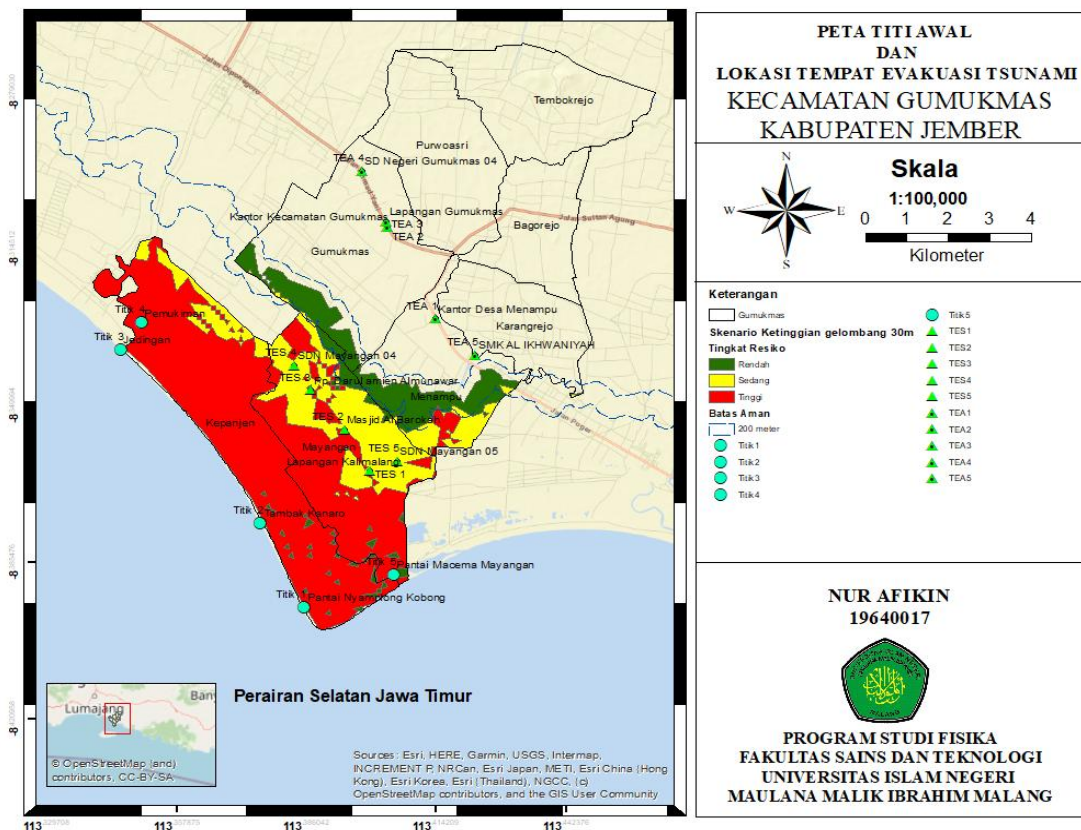
Search

4:22 PM 12/1/2023

9. Buka ArcGis

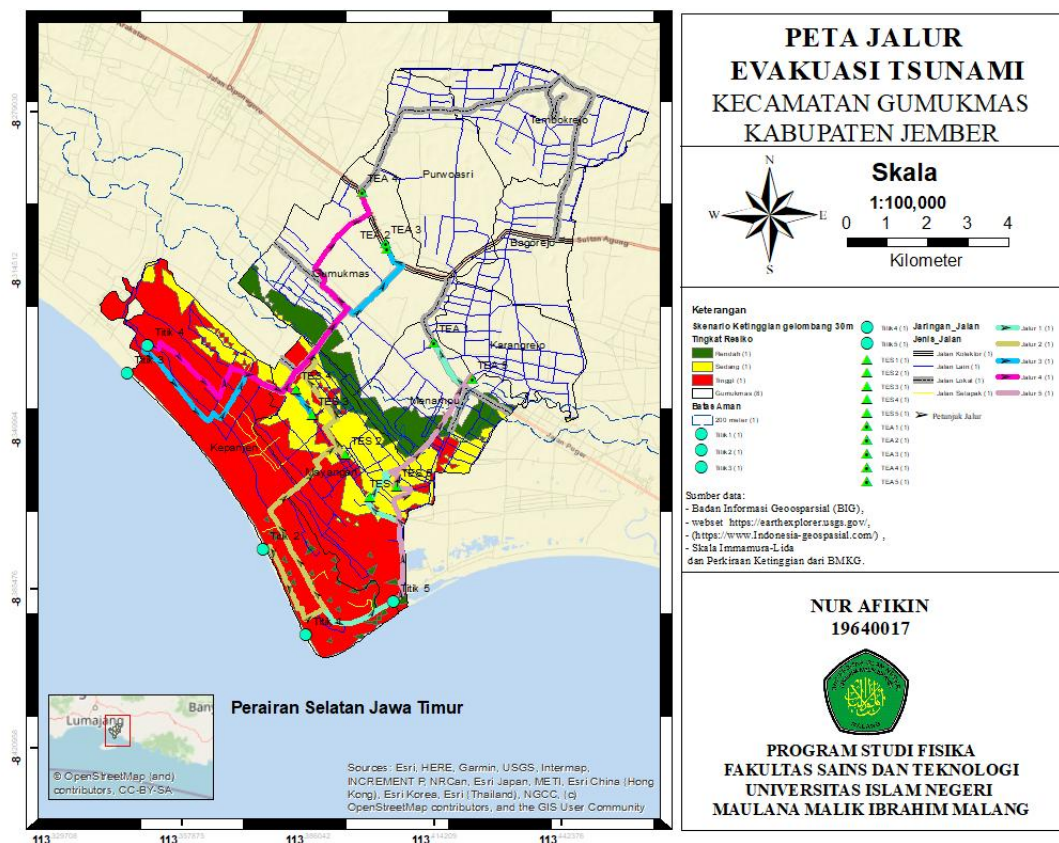
10. Masukkan Data Administrasi daerah Gumukmas, Risiko Tsunami, dan excel lokasi evakuasi tsunami.

11. Selesai



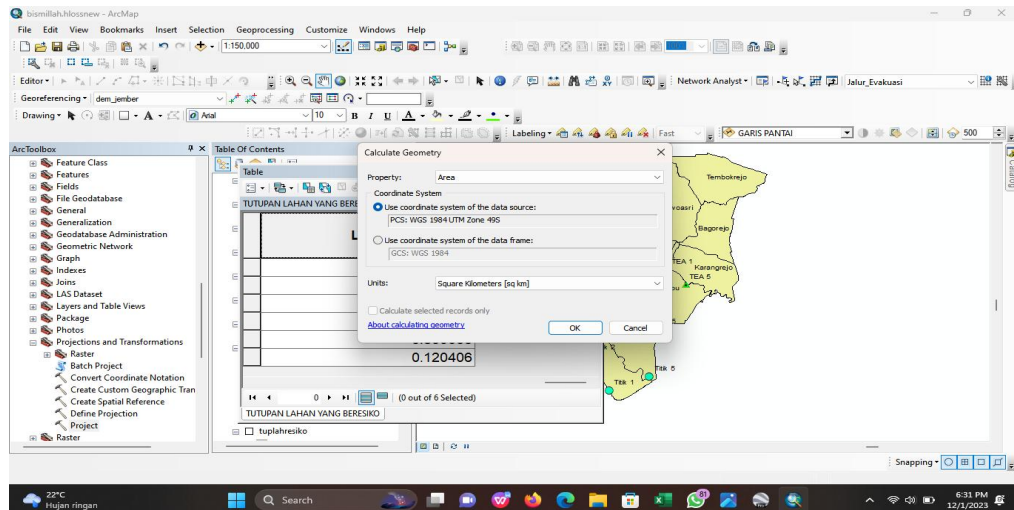
Lampiran 4. Proses Pembuatan Peta Jalur Evakuasi Tsunami

1. Masukkan Data Peta Risiko Tsunami, peta buffer, Peta tempat evakuasi tsunami, jaringan jalan.
2. Pilih Catalog > klik kanan > file geodata > beri nama (rute jalan) > klik kanan > New > New Feature Dataset > beri nama (Rute/Jalan) > WGS 1984 UTM 49 S
3. Klik kanan > import > Feature Class(pilih mutiple) > jalan > ok.
4. Klik kanan > New > Network Dataset > rute > jalur > 10.1 > next > next > next > Finish > yes > yes.
5. Network Analyst > New Route > Create Network Location tools > klik (titik awal, tes, dan tea) > solve.
6. Selesai.



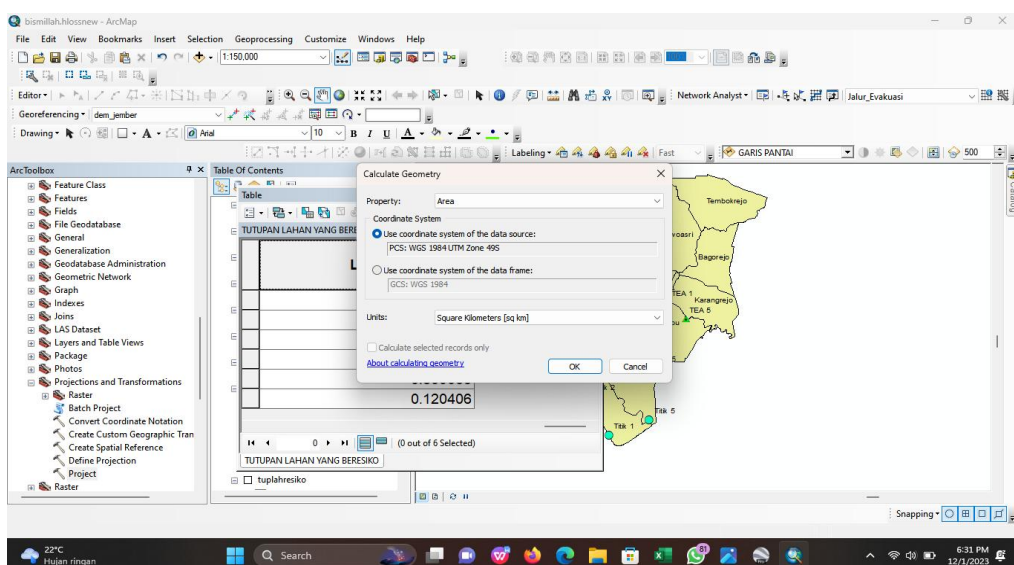
Lampiran 5. Proses mencari Luas daerah/ wilayah

- Diubah UTM(sesuai dengan daerah masing-masing) peta yang ingin dicari



luasnya dengan cara: Arc toolbox > Data Management Tools > Projections and Transformations > project > oke.

- Open Attribute Table > Add Field > klik kanan > beri nama (Luas) > klik kanan kolom (luas) > calculator geometry (property: area > used coordinate system of the data frame (pilih UTM sesuai dengan daerah masing-masing) > units : pilih satuan yang diinginkan) > oke.



Lampiran 6. Dokumentasi

Gambar : Peneliti melakukan penelitian di Badan Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika Pasuruan (BMKG))





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 19640017
Nama : NUR AFIKIN
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : FISIKA
Dosen Pembimbing 1 : Drs. ABDUL BASID,M.Si
Dosen Pembimbing 2 : Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : PEMETAAN JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN METODE NETWORK ANALYSIS BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) (Studi Kasus: Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember)

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	30 September 2022	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi judul (Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami Menggunakan metode Network Analysis Berbasis Sistem Informasi Geografis SIG(Studi kasus: Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember)	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
2	14 Februari 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi BAB I, II, dan III	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	15 Februari 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi BAB III(Metode penelitian)	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	16 Februari 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi Revisi BAN III	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	11 April 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi BAB I, II, dan III	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	27 Juli 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi BAB IV(Hasil Penelitian)	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	25 Agustus 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi Data	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	06 September 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi Hasil pemodelan	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	16 Oktober 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi BAB I,II, III, IV, V, + ACC	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	16 Oktober 2023	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi Integrasi BAB I dan BAB IV	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	19 Oktober 2023	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	Konsultasi Revisi Integrasi BAB IV + ACC	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	17 November 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	Konsultasi BAB IV Revisi ujian seminar hasil	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
13	21 Desember 2023	Drs. ABDUL BASID,M.Si	ACC Skripsi + Tanda Tangan Pengesahan	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
14	21 Desember 2023	Dr. H. AGUS MULYONO, S.Pd., M.Kes	ACC Skripsi + Tanda Tangan Pengesahan	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertas

Malang, 21 Desember 2023

Dosen Pembimbing 2



Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes
NIP. 197508081999031003

Dosen Pembimbing 1



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 196505041990031003

