

**PEMETAAN RISIKO BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS DI PESISIR PANTAI SELATAN
BANYUWANGI**

SKRIPSI

Oleh:

FAHMIA ZUWIDHATUL HUSNA
NIM. 18640069



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

HALAMAN PENGAJUAN

**PEMETAAN RISIKO BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS DI PESISIR PANTAI SELATAN BANYUWANGI**

SKRIPSI

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

Oleh:

FAHMIA ZUWIDHATUL HUSNA
NIM. 18640069

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PEMETAAN RISIKO BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS DI PESISIR PANTAI SELATAN BANYUWANGI**

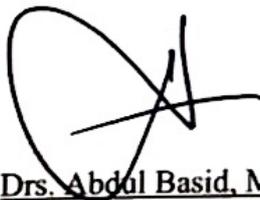
SKRIPSI

Oleh:

Fahmia Zuwidhatul Husna
NIM. 18640069

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada Tanggal, 25 April 2022

Pembimbing I



Drs. Abdul Basid, M.Si.
NIP. 196505041990031003

Pembimbing II



Muthmainnah, M.Si.
NIP. 198603252019032009

Mengetahui
Ketua Program Studi




Dr. Imam Tazi, M.Si.
NIP. 197407302003121002

HALAMAN PENGESAHAN

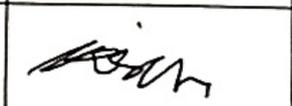
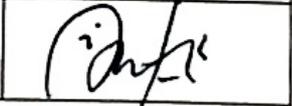
PEMETAAN RISIKO BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI PESISIR PANTAI SELATAN BANYUWANGI

SKRIPSI

Oleh:

Fahmia Zuwidhatul Husna
NIM. 18640069

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 17 Mei 2022

| | | |
|---------------------|--|---|
| Ketua Penguji | <u>Drs. Cecep E Rustana, Ph.D</u> NIP. 195907291986021001 |  |
| Anggota Penguji I | <u>Irian, M.Si</u> NIP. 196912312006041003 |  |
| Anggota Penguji II | <u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 196505041990031003 |  |
| Anggota Penguji III | <u>Muthmainnah, M.Si</u> NIP. 198603252019032009 |  |

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 197407302003121002



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fahmia Zuwidhatul Husna
NIM : 18640069
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pemetaan Risiko Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi

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, April 2022
Yang Membuat Pernyataan



Fahmia
24

Fahmia Zuwidhatul Husna
NIM. 18640069

MOTTO

Ridha Allah ada pada ridha kedua orang tua, dan murka Allah ada pada murka kedua orang tua

Lakukanlah segala sesuatu dengan hati dan pikiran yang tenang, agar nyaman saat menjalaninya

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Ibuku Siti Nur Qoyimah dan Abahku Khasibin atas segala dukungan baik berupa doa, semangat dan materi yang tak terhingga setiap harinya.
2. Adikku Jazlyn atas dukungan doa dan semangat, meskipun sangat pendiam dan wibu.
3. Mas Fahmi Wahyu Septianing Perdana yang telah memberi bantuan yang berharga hingga terselesainya skripsi ini.
4. Kucing saya Chiko yang selalu memberi hiburan, meskipun menguras dompet saya.
5. Mbak Vika alias Pikacu yang selalu menjadi pendengar setia curhatan saya.

Terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan kepada saya, semoga selalu dalam lindungan Allah SWT.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi dengan judul “Pemetaan Risiko Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi”. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kita dari zaman jahiliyah menuju zaman terang benderang seperti sekarang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih 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) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan, motivasi dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi dengan baik.
5. Muthmainnah, M.Si selaku Dosen Pembimbing Integrasi serta Dosen Wali yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam bidang integrasi sains dan Al-Quran serta memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi dan ilmu pengetahuan.
6. Segenap dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
7. Abah, Ibu, adik serta keluarga di rumah yang selalu memberi doa dan dukungan agar penulis senantiasa diberikan kelancaran dalam melaksanakan segala hal.
8. Teman-teman angkatan 2018, khususnya Bidang Minat Geofisika yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis.

9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak memberi bantuan sehingga terselesainya laporan ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat 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, 22 Maret 2022

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| COVER | i |
| HALAMAN PENGAJUAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| MOTTO | vi |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| ABSTRAK | xv |
| ABSTRACT | xvi |
| المُلخَص | xvii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Batasan Masalah | 5 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.5.1 Manfaat Praktis | 5 |
| 1.5.2 Manfaat Akademis | 6 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Tsunami | 6 |
| 2.2 Risiko Bencana | 12 |
| 2.2.1 Bahaya | 14 |
| 2.2.2 Kerentanan | 15 |
| 2.2.3 Hubungan Kerentanan, Bahaya, dan Risiko Bencana | 16 |
| 2.3 Sistem Informasi Geografis | 16 |
| 2.4 <i>Model Builder</i> | 21 |
| 2.5 Pesisir | 23 |
| 2.6 Penelitian Terdahulu | 25 |
| | |
| BAB III METODE PENELITIAN | 28 |
| 3.1 Lokasi Penelitian | 28 |
| 3.2 Data Penelitian | 28 |
| 3.3 Peralatan Penelitian | 28 |
| 3.4 Prinsip Kerja | 28 |
| 3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian | 29 |
| 3.5.1 Akuisisi Data | 29 |
| 3.5.2 Pembuatan Peta Bahaya Tsunami | 29 |
| 3.5.3 Pembuatan Peta Kerentanan Tsunami | 32 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.4 Penentuan Tingkat Risiko Tsunami..... | 33 |
| 3.6 Alur Penelitian | 34 |
| 3.6.1 Alur Penelitian Peta Kerentanan Tsunami..... | 34 |
| 3.6.2 Alur Penelitian Peta Bahaya Tsunami | 35 |
| 3.6.3 Alur Penelitian Peta Risiko Tsunami..... | 36 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 37 |
| 4.1 Peta Bahaya Tsunami | 37 |
| 4.2 Peta Kerentanan Tsunami | 47 |
| 4.3 Penentuan Tingkat Risiko Tsunami | 49 |
| BAB V PENUTUP | 59 |
| 5.1 Kesimpulan | 59 |
| 5.2 Saran..... | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA | 61 |
| LAMPIRAN..... | 64 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Gelombang Transversal..... | 6 |
| Gambar 2.2 Pertemuan Lempeng Tektonik di Indonesia..... | 24 |
| Gambar 2.3 Daerah Rawan Tsunami di Indonesia..... | 25 |
| Gambar 3.1 Alur Penelitian Peta Bahaya Tsunami..... | 34 |
| Gambar 3.2 Alur Penelitian Peta Kerentanan Tsunami | 35 |
| Gambar 3.3 Alur Penelitian Peta Risiko Tsunami | 36 |
| Gambar 4.1 Peta Kelerengan..... | 38 |
| Gambar 4.2 Peta Koefisien Kekasaran Permukaan..... | 39 |
| Gambar 4.3 Peta Garis Pantai | 41 |
| Gambar 4.4 Model Builder | 41 |
| Gambar 4.5 Peta Bahaya Tsunami Skenario 1m..... | 43 |
| Gambar 4.6 Peta Bahaya Tsunami Skenario 2m..... | 43 |
| Gambar 4.7 Peta Bahaya Tsunami Skenario 5m..... | 44 |
| Gambar 4.8 Peta Bahaya Tsunami Skenario 15m..... | 46 |
| Gambar 4.9 Peta Bahaya Tsunami Skenario 30m..... | 47 |
| Gambar 4.10 Peta Tutupan Lahan..... | 48 |
| Gambar 4.11 Peta Kerentanan Tsunami..... | 49 |
| Gambar 4.12 Peta Risiko Tsunami Skenario 1m | 51 |
| Gambar 4.13 Peta Risiko Tsunami Skenario 2m | 52 |
| Gambar 4.14 Peta Risiko Tsunami Skenario 5m | 53 |
| Gambar 4.15 Peta Risiko Tsunami Skenario 15m | 55 |
| Gambar 4.16 Peta Risiko Tsunami Skenario 30m | 56 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu | 24 |
| Tabel 3.1 Koefisien Kekasaran Permukaan | 30 |
| Tabel 3.2 Skala Imamura-lida | 31 |
| Tabel 3.3 Pembobotan Kelas Tutupan Lahan | 32 |
| Tabel 4.1 Luas Wilayah Terdampak Bahaya Tsunami | 42 |
| Tabel 4.2 Skor dan Luas Kelas Tutupan Lahan | 48 |
| Tabel 4.3 Luas Wilayah Terdampak Risiko Tsunami..... | 50 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 Data Input | 64 |
| Lampiran 2 Tahapan Pembuatan Peta Bahaya Tsunami | 71 |
| Lampiran 3 Tahapan Pembuatan Peta Kerentanan Tsunami | 74 |
| Lampiran 4 Tahapan Pembuatan Peta Risiko Tsunami | 76 |
| Lampiran 5 Tahapan Mencari Luas Wilayah..... | 79 |
| Lampiran 6 Hasil..... | 80 |

ABSTRAK

Husna, Fahmia Zuwidhatul. 2022. **Pemetaan Risiko Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi**. Skripsi. Program Studi Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Muthmainnah, M.Si.

Kata Kunci: Tsunami, Hloss, Model Builder, Risiko

Tsunami adalah salah satu bencana alam yang terjadi karena adanya gangguan yang menyebabkan perpindahan sejumlah besar air. Tsunami yang terjadi dapat menyebabkan kerusakan di wilayah daratan, meliputi kerusakan bangunan, korban luka-luka, hilang, hingga kehilangan nyawa. Penentuan tingkat risiko tsunami sangat penting sebagai upaya untuk mengidentifikasi daerah yang memiliki indeks risiko tinggi. Penelitian ini dilakukan di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi, tepatnya di Kecamatan Pesanggaran Kabupaten Banyuwangi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat peta bahaya tsunami di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi, untuk membuat peta kerentanan tsunami di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi, dan untuk mengetahui tingkat risiko bencana tsunami di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah skenario ketinggian gelombang tsunami 1m, 2m, 5m, 15m, dan 30m, ketererangan wilayah, tutupan lahan, koefisien kekasaran permukaan, dan garis pantai. Hasil dari penelitian ini menunjukkan luas wilayah terdampak bahaya tsunami pada ketinggian gelombang tsunami 1m seluas 1.242 km², skenario 2m seluas 1.964 km², skenario 5m seluas 9.59 km², skenario 15m seluas 63.568 km², dan skenario 30m seluas 150.534 km². Tutupan lahan yang memberikan dampak risiko tinggi adalah pemukiman/lahan terbangun, lahan pertanian, perkebunan, dan tambak/empang. Luas wilayah terdampak risiko tsunami pada skenario 1m dengan tingkat risiko rendah seluas 0.018 km², risiko sedang 1.123 km², dan risiko tinggi seluas 0.103 km². Skenario 2m dengan tingkat risiko rendah seluas 0.440 km², risiko sedang 1.319 km², dan risiko tinggi seluas 0.155 km². Skenario 5m dengan tingkat risiko rendah seluas 5.170 km², risiko sedang 3.537 km², dan risiko tinggi seluas 0.814 km². Skenario 15m dengan tingkat risiko rendah seluas 29.054 km², risiko sedang 26.431 km², dan risiko tinggi seluas 8.039 km². Skenario 30m dengan tingkat risiko rendah seluas 56.930 km², risiko sedang 61.539 km², dan risiko tinggi seluas 32.165 km².

ABSTRACT

Husna, Fahmia Zuwidhatul. 2022. **Tsunami Disaster Risk Mapping Using Geographic Information System On The South Coast of Banyuwangi**. Thesis. Physics Study Program. Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Muthmainnah, M.Si.

Keywords: Tsunami, Hloss, Model Builder, Risk

Tsunamis are one of the natural disasters that occur due to disturbances that cause the transfer of large amounts of water. Tsunamis that occur can cause damage in the land area, including damage to buildings, injuries, loss, and loss of life. Determining the level of tsunami risk is very important in an effort to identify areas that have a high risk index. This research was conducted on the South Coast of Banyuwangi, precisely in Pesanggaran District, Banyuwangi Regency. The purpose of this study is to make a tsunami hazard map on the South Coast of Banyuwangi, to create a tsunami vulnerability map on the South Coast of Banyuwangi, and to find out the level of risk of tsunami disasters on the South Coast of Banyuwangi. The parameters used in the study were tsunami wave height scenarios of 1m, 2m, 5m, 15m, and 30m, territorial marbles, land cover, surface roughness coefficients, and coastlines. The results of this study showed the area affected by tsunami danger at the height of tsunami waves 1m covering an area of 1.242 km², scenario 2m covering an area of 1.964 km², scenario 5m covering an area of 9.59 km², scenario 15m covering an area of 63.568 km², and 30m scenario covering an area of 150.534 km². . Land cover that has a high risk impact is settlements / land built, agricultural land, plantations, and ponds. The area affected by tsunami risk in the 1m scenario with a low risk level of 0.018 km², moderate risk of 1.123 km², and high risk of 0.103 km². A 2m scenario with a low risk level of 0.440 km², a moderate risk of 1.319 km², and a high risk of 0.155 km². A 5m scenario with a low risk level of 5.170 km², a moderate risk of 3.537 km², and a high risk of 0.814 km². A 15m scenario with a low risk level of 29.054 km², a moderate risk of 26.431 km², and a high risk of 8.039 km². A 30m scenario with a low risk level of 56.930 km², a moderate risk of 61.539 km², and a high risk area of 32.165 km².

الملخص

الحسنة، زويدحات فحمى. 2022. رسم خرائط مخاطر كارثة تسونامي باستخدام نظام المعلومات الجغرافية على الساحل الجنوبي لبلانيوانجي. اطروحة. برنامج دراسة الفيزياء. كلية العلوم والتكنولوجيا. مولانا مالك إبراهيم الدولة الإسلامية جامعة مالانغ. المشرف: (ط) د. عبد الباسط، M.Si (ثانيا) مثنى، M.Si.

الكلمات المفتاحية: تسونامي، هلوس، منشئ نموذج، مخاطر

تسونامي هي واحدة من الكوارث الطبيعية التي تحدث بسبب الاضطرابات التي تسبب نقل كميات كبيرة من المياه. يمكن أن تسبب أمواج تسونامي التي تحدث أضرارا في منطقة الأرض ، بما في ذلك الأضرار التي لحقت بالمباني والإصابات والخسائر والخسائر في الأرواح. إن تحديد مستوى خطر تسونامي مهم جدا في محاولة لتحديد المناطق التي لديها مؤشر عالي المخاطر. تم إجراء هذا البحث على الساحل الجنوبي لبلانيوانجي ، وتحديدًا في منطقة بيسانغاران ، بلانيوانجي ريجنسي. الغرض من هذه الدراسة هو وضع خريطة لخطر تسونامي على الساحل الجنوبي لبلانيوانجي ، وإنشاء خريطة للتعرض لأمواج تسونامي على الساحل الجنوبي لبلانيوانجي ، ومعرفة مستوى خطر كوارث تسونامي على الساحل الجنوبي لبلانيوانجي. كانت المعلومات المستخدمة في الدراسة هي سيناريوهات ارتفاع موجة تسونامي من 1 مترا و 2 مترا و 5 مترا و 15 مترا و 30 مترا ، والرخام الإقليمي ، والغطاء الأرضي ، ومعاملات خشونة السطح ، والسواحل. أظهرت نتائج هذه الدراسة المنطقة المتأثرة بخطر تسونامي عند ذروة موجات تسونامي 1 م تغطي مساحة 1.242 كم² ، والسيناريو 2 م يغطي مساحة 1.964 كم² ، والسيناريو 5 م يغطي مساحة 9.59 كم² ، والسيناريو 15 م يغطي مساحة 63.568 كم² ، والسيناريو 30 م يغطي مساحة 150.534 كم² . الغطاء الأرضي الذي له تأثير عالي المخاطر هو المستوطنات / الأراضي المبنية ، والأراضي الزراعية ، والمزارع ، والبرك / البرك. المنطقة المتضررة من خطر تسونامي في سيناريو 1 مترا مع مستوى خطر منخفض يبلغ 0.018 كم² ، وخطر معتدل يبلغ 1.123 كم² ، وخطر مرتفع يبلغ 0.103 كم² . سيناريو 2 مترا مع مستوى خطر منخفض يبلغ 0.440 كم² ، وخطر معتدل من 1.319 كم² ، وخطر مرتفع من 0.155 كم² . سيناريو 5 أمتار مع مستوى خطر منخفض يبلغ 5.170 كم² ، وخطر معتدل يبلغ 3.537 كم² ، وخطر مرتفع يبلغ 0.814 كم² . سيناريو 15 مترا مع مستوى مخاطر منخفض يبلغ 29.054 كم² ، وخطر معتدل يبلغ 26.431 كم² ، وخطر مرتفع يبلغ 8.039 كم² . سيناريو 30 مترا مع مستوى منخفض من المخاطر يبلغ 56.930 كم² ، وخطر معتدل يبلغ 61.539 كم² ، ومنطقة عالية الخطورة تبلغ 32.165 كم² .

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana merupakan suatu kejadian yang mengancam dan mengganggu kehidupan serta penghidupan manusia yang tidak biasa terjadi yang mana disebabkan oleh alam maupun oleh non alam. Bencana yang terjadi akan menimbulkan adanya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, serta dampak psikologis. Salah satu dari sekian banyak bencana yang disebabkan oleh alam yaitu bencana tsunami. Bencana tsunami adalah gelombang air laut berukuran raksasa yang bergerak secara cepat serta secara tiba-tiba. Tsunami dapat terjadi apabila adanya gangguan yang menyebabkan perpindahan sejumlah besar air, diantaranya adanya gempa bumi di dasar laut, letusan gunung berapi di bawah permukaan laut, serta adanya meteor dari luar angkasa yang jatuh ke laut (Yulaelawati, 2008).

Negara Indonesia terletak pada pertemuan antara dua lempeng benua, yaitu Lempeng Eurasia dan Lempeng Australia. Negara Indonesia terletak juga di antara dua lempeng samudera, yaitu Lempeng Laut Filipina dan Lempeng Pasifik. Akibat terletak di antara lempeng-lempeng tersebut Indonesia menjadi daerah yang rawan gempa. Adapun gempa-gempa tersebut sebagian berpusat di dasar Samudera Hindia dan beberapa diantaranya dapat memicu terjadinya tsunami (Arnold, 1986 *dalam* Mardiyanto, 2013).

Pulau Jawa merupakan daerah di Indonesia yang sering dilanda bencana gempa bumi. Bencana gempa bumi ini berkaitan dengan adanya zona tumpuan selatan Pulau Jawa, yang menumbuk Lempeng Eurasia yang terletak di utaranya. Kekuatan

gempa bumi yang terjadi di Pulau Jawa sendiri memiliki berbagai kekuatan, yang mana sebagian besar dari gempa bumi yang merusak berukuran lebih dari 5,6 skala richter, sebagai gempa dangkal dengan kedalaman kurang dari 30 km. Dua gempa bumi yang menimbulkan tsunami pada tahun 1994 dan 2006 terjadi di zona subduksi Jawa yang menelan ratusan bahkan ribuan korban jiwa dan kerusakan infrastruktur serta lingkungan yang besar. Gempa bumi yang memiliki kekuatan besar cenderung menjadi potensi terjadinya bencana tsunami. Hal ini menunjukkan bahwa daerah selatan Pulau Jawa merupakan salah satu daerah yang rawan terjadi gempa bumi dan tsunami di dunia (Zakaria, 2011).

Tsunami yang terjadi di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh gempa-gempa tektonik di sepanjang daerah subduksi serta daerah seismik aktif lainnya. Al Qur'an Surah Al-Zalzalah ayat 1 dan ayat 2 berbunyi:

إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زِلْزَالَهَا (١) وَأُخْرِجَتِ الْأَرْضُ بُعْثَهَا (٢)

“Apabila bumi diguncangkan dengan guncangan yang dahsyat (1) dan bumi telah mengeluarkan beban-beban berat (yang dikandung)nya,(2)”

Jalaluddin Al-Mahalli dan Jalaluddin As-Suyuti dalam *Tafsir Jalalain* menjelaskan pada kedua ayat di atas, yaitu “(Apabila bumi diguncangkan) yaitu mengalami gempa di saat hari kiamat tiba (dengan guncangannya) yang amat dahsyat sesuai bentuknya yang besar. (Dan bumi telah mengeluarkan beban-beban beratnya) berupa semua perbendaharaan yang dikandungnya termasuk orang-orang mati, kemudian semuanya itu dicampakkan ke permukaannya” (Al-Mahalli diterjemahkan Bahrin Abubakar, 2008).

Dalam Al-Qur'an Surah Al-Zalzalah ayat pertama tersebut, Allah mengungkapkan bahwa bumi bergetar dan berguncang dengan dahsyat. Adapun

makna dari bumi bergetar dan berguncang adalah definisi dari gempa bumi. Yang mana secara etimologi, definisi dari gempa bumi yaitu adalah peristiwa alam yang terjadi secara mendadak karena pelepasan energi akibat pergeseran relatif batuan/lempeng tektonik/kerak bumi. Pada ayat kedua, Allah mengungkapkan bahwa pada saat hari terjadi keguncangan itu karena dahsyatnya, bumi menghamburkan isi perutnya yang terpendam. Hal tersebut dapat dijelaskan yaitu dampak terjadinya gempa bumi sendiri dapat menimbulkan terjadinya kerugian bagi makhluk hidup, baik berupa harta maupun nyawa hingga terjadinya bencana alam lain seperti tsunami, banjir, tanah longsor, dan lain-lain.

Banyuwangi merupakan sebuah Kabupaten di Pulau Jawa, tepatnya di bagian Jawa Timur. Adapun secara geografis, Kabupaten Banyuwangi terletak pada $7^{\circ} 43'$ Lintang Selatan — $8^{\circ} 46'$ Lintang Selatan dan $113^{\circ} 53'$ Bujur Timur — $114^{\circ} 38'$ Bujur Timur. Wilayah Kabupaten Banyuwangi ini berbatasan langsung dengan Selat Bali pada bagian Timur, Kabupaten Situbondo pada bagian Utara, Samudera Indonesia pada bagian Selatan, serta Kabupaten Jember dan Kabupaten Bondowoso pada bagian Barat. Pada tahun 1994, Kabupaten Banyuwangi pernah dilanda bencana tsunami. Kejadian ini terjadi di wilayah pesisir pantai selatan Banyuwangi, tepatnya di Dusun Pancer, Desa Sumberagung, Kecamatan Pesanggaran, Kabupaten Banyuwangi. Tsunami yang terjadi di Kabupaten Banyuwangi pada tahun 1994 tersebut dipicu oleh gempa bumi dengan magnitudo 7,8 pada kedalaman 18 km. Bencana tsunami tersebut menyebabkan 250 orang meninggal, 423 orang luka-luka, 27 orang hilang, 1.500 rumah rusak atau hancur, serta 278 perahu tenggelam atau rusak (Setiyono, 2019).

Penelitian pada kali ini dilakukan dengan menggunakan informasi sistem SIG

atau Sistem Informasi Geografis dengan bantuan *software* ArcGis, yang mana *software* tersebut memiliki fungsi sebagai alat pengolah data bersifat vektor. Penggunaan metode Sistem Informasi Geografis (GIS) ini karena memiliki keunggulan untuk mengintegrasikan informasi alam, sosial-ekonomi, serta bencana bisa menjadi suatu alat penilai yang ideal guna mendukung upaya perencanaan kawasan rentan bencana tsunami. Penulis berharap dengan dilakukannya penelitian ini, hasilnya dapat digunakan sebagai landasan pemerintah daerah agar dapat melakukan mitigasi bencana tsunami di Kabupaten Banyuwangi atau upaya meminimalisasi kerugian serta dampak negatif dari bencana tsunami di Kabupaten Banyuwangi. Selain itu penulis juga berharap bahwa penelitian juga dapat digunakan sebagai acuan atau referensi untuk penelitian tentang pemetaan risiko tsunami bagi peneliti selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat peta bahaya tsunami di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi?
2. Bagaimana membuat peta kerentanan tsunami di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi?
3. Bagaimana tingkat risiko bencana tsunami di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk membuat peta bahaya tsunami di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi.
2. Untuk membuat peta kerentanan tsunami di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi.
3. Untuk mengetahui tingkat risiko bencana tsunami di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi tepatnya di Kecamatan Pesanggaran.
2. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah skenario ketinggian gelombang tsunami, kelerengan wilayah, tutupan lahan, koefisien kekasaran permukaan, dan garis pantai.
3. Pembuatan peta bahaya tsunami menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh McSaveney dan Rattenbury.
4. Skenario ketinggian gelombang tsunami yang digunakan adalah 1m, 2m, 5m, 15m, dan 30m yang berada di bibir pantai berdasarkan Skala Imamura-lida.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini akan sangat bermanfaat untuk memberi masukan bagi instansi pemerintah daerah dalam mengatasi bencana terutama bencana tsunami. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh pemerintah daerah sebagai upaya untuk meminimalisasi kerugian dari dampak negatif bencana tsunami.

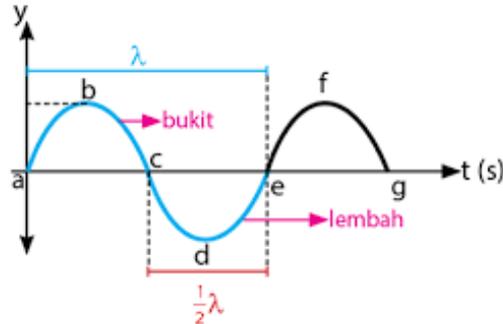
1.5.2 Manfaat Akademis

Manfaat penelitian ini bagi kalangan akademis yaitu untuk melatih peneliti terkait penerapan ilmu tentang konsep pemetaan risiko bencana tsunami, penerapan metode yang sudah ada dalam penentuan risiko bencana tsunami, serta dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tsunami

Tsunami adalah sebuah kata yang berasal dari Bahasa Jepang, yaitu *tsu* yang berarti pelabuhan, *nami* yang berarti gelombang, dan apabila kedua kata tersebut digabung dapat memiliki arti gelombang besar di pelabuhan. Tsunami merupakan salah satu bencana alam yang terjadi karena adanya gangguan yang menyebabkan perpindahan sejumlah besar air, diantaranya adanya gempa bumi di dasar laut, letusan gunung berapi di bawah permukaan laut, serta adanya meteor dari luar angkasa yang jatuh ke laut (Yulaelawati, 2008). Gangguan tersebut membentuk gelombang yang menyebar ke segala arah dengan kecepatan gelombang mencapai 600-900 km/jam.



Gambar 2.1 Gelombang Transversal

Peristiwa gelombang tsunami dapat dijelaskan dengan ilmu fisika yaitu penjalaran gelombang secara tegak lurus dengan arah rambatannya atau yang biasa disebut gelombang transversal. Perilaku gelombang tsunami sangat berbeda dari ombak laut biasa. Gelombang tsunami bergerak dengan kecepatan tinggi serta dapat merambat lintas samudera dengan sedikit energi yang berkurang. Pada awalnya gelombang tsunami memiliki amplitudo kecil (umumnya 30-60 cm) sehingga tidak terasa di laut lepas, kemudian amplitudonya akan membesar saat mendekati pantai.

Pada saat mencapai pantai, tsunami dapat menyebabkan kenaikan permukaan air hingga 15-30 meter, yang mana menyebabkan banjir dengan kecepatan arus hingga 90km/jam. Gelombang tsunami dapat menerjang wilayah yang berjarak ribuan kilometer dari sumbernya, sehingga memungkinkan adanya selisih waktu beberapa jam antara terciptanya gelombang ini dengan bencana yang ditimbulkan di pantai. Waktu perambatan gelombang tsunami lebih lama dari pada waktu yang diperlukan oleh gelombang seismik untuk mencapai tempat yang sama (Sugito, 2008).

$$v = \sqrt{g (m/s^2) \times d(m)} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana,

v = *velocity* (kecepatan)

g = *gravitation* (9,8 m/s²)

d = *depth* (kedalaman)

Tsunami dapat disebabkan oleh berbagai macam gangguan berskala besar terhadap air laut, diantaranya (Sugito, 2008):

1. Longsor Lempeng Bawah Laut (*Undersea Landslides*)

Gerakan yang besar pada kerak bumi biasanya terjadi di perbatasan antar lempeng tektonik. Celah retakan antara kedua lempeng tektonik tersebut disebut dengan sesar (*fault*). Sebagai contoh, di sekeliling tepian Samudera Pasifik yang biasa disebut dengan Lingkaran Api (*Ring of Fire*), lempeng samudera yang lebih pada menunjam masuk ke bawah lempeng benua. Proses tersebut dinamakan dengan penunjaman (*subduction*). Gempa subduksi tersebut sangat efektif dalam membangkitkan gelombang tsunami.

2. Gempa Bumi Bawah Laut (*Undersea Earthquake*)

Gempa tektonik adalah salah satu gempa yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng bumi. Apabila gempa semacam ini terjadi di bawah laut, maka air di atas wilayah lempeng yang bergerak tersebut berpindah dari posisi ekuilibriumnya. Gelombang muncul Ketika air bergerak oleh pengaruh gravitasi Kembali ke posisi ekuilibriumnya. Apabila wilayah yang sangat kuat pada dasar laut bergerak naik ataupun turun, maka tsunami akan dapat terjadi.

3. Aktivitas Vulkanik (*Volcanic Activities*)

Pergeseran lempeng pada dasar laut dapat menyebabkan terjadi bencana gempa bumi serta seringkali dapat menyebabkan peningkatan aktivitas vulkanik pada gunung berapi. Kedua hal tersebut dapat menggoncangkan air laut di atas lempeng tersebut. Demikian pula, meletusnya gunung berapi yang berada pada dasar samudera juga dapat menaikkan air dan membangkitkan gelombang tsunami.

4. Tumbukan Benda Luar Angkasa (*Cosmic-body Impacts*)

Tumbukan benda luar angkasa seperti meteor merupakan gangguan terhadap air laut yang datang dari arah permukaan. Tsunami yang timbul karena tumbukan benda luar angkasa ini umumnya terjadi sangat cepat dan jarang mempengaruhi wilayah pesisir yang jauh dari sumber gelombang. Namun, apabila pergerakan lempeng dan tabrakan benda angkasa luar cukup dahsyat, kedua peristiwa ini dapat menciptakan megatsunami.

Energi dari bencana tsunami dapat mencapai lebih dari 10% dari energi gempa pemicunya. Bentuk pantai, bentuk dasar laut wilayah pantai, sudut kedatangan gelombang, serta bentuk depan gelombang tsunami yang datang ke pantai akan sangat berpengaruh terhadap kerusakan yang ditimbulkan. Berdasarkan beberapa

alasan tersebut, Sebagian pantai akan dilanda gelombang tsunami dengan tingkat kerusakan dan ketinggian arus yang berbeda dengan pantai lain.

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ketinggian gelombang tsunami diantaranya (Natawidjaja, 2007):

1. Bentuk Pantai

Refraksi merupakan gelombang yang bergerak menuju pantai yang mengalami proses perubahan garis puncak gelombang dan berusaha sejajar dengan kontur garis pantai. Di tempat dimana terjadi penyempitan, maka akan terjadi konsentrasi yang lebih sehingga menyebabkan gelombang di tempat tersebut akan membesar.

2. Kelandaian Pantai

Terjal atau landainya morfologi pantai juga menentukan jarak jangkauan terjadinya tsunami ke daratan. Pada pantai yang terjal, tsunami tidak akan terlalu jauh mencapai ke daratan karena akan tertahan dan dipantulkan kembali oleh tebing pantai. Sementara itu pada pantai yang landai, tsunami menerjang sampai beberapa kilometer masuk ke daratan. Saat tsunami menjalar ke pantai maka gelombang tsunami tersebut mengalami perubahan kecepatan, tinggi serta arahnya.

3. Vegetasi dan Struktur Penghalang di Sekitar Pantai

Adanya ekosistem seperti vegetasi tanaman di sekitar pantai dapat mereduksi energi dari gelombang tsunami, yang mana hal tersebut berarti dapat mengurangi dampak kerusakan serta mencegah jatuhnya korban jiwa apabila terjadi tsunami.

Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an Surat Al-Anbiya ayat 16:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لَعِبِينَ

“Dan tidaklah kami menciptakan langit dan bumi dan segala apa yang di antara keduanya dengan main-main.”

Jalaluddin Al-Mahalli dan Jalaluddin As-Suyuti dalam *Tafsir Jalalain* menjelaskan pada ayat di atas, yaitu “Kami tidak menciptakan langit dan bumi serta apa saja yang berada di antara keduanya, dengan tata aturan yang begitu tepat dan indah, dengan main-main. Kami menciptakan semua itu dengan penuh hikmah, yang dapat diketahui oleh orang-orang yang merenung dan berpikir” (Al-Mahalli diterjemahkan Bahrin Abubakar, 2008).

Berdasarkan ayat dan tafsir di atas menjelaskan bahwa segala sesuatu yang telah diciptakan Allah SWT tidak ada yang sia-sia atau tidak berguna, karena semua yang diciptakan oleh Allah SWT telah memiliki peran dan manfaat masing-masing untuk seluruh umatnya.

4. Arah Gelombang Tsunami

Arah dari kedatangan gelombang tsunami yang tegak lurus dengan pantai dapat menyebabkan tinggi gelombang tsunami lebih tinggi apabila dibandingkan dengan tinggi gelombang dengan arah sejajar atau dengan sudut tertentu.

5. Efek Pemantulan Dari Pulau Lain

Gelombang tsunami ini merupakan gelombang tsunami secara tidak langsung yang terjadi karena akibat dari adanya pemantulan gelombang dari sekitar pulau yang terkena dampak gelombang tsunami.

Korban meninggal yang diakibatkan dari bencana tsunami ini biasanya dikarenakan terseret arus, tenggelam, terkubur pasir, terhantam serpihan atau puing, dan lain-lain. Kerusakan lain yang disebabkan oleh bencana tsunami yaitu meliputi kerusakan rumah, bangunan pantai, prasarana lalu lintas (meliputi jalan kereta, jalan

raya, dan pelabuhan), suplai air, listrik, dan telepon. Bencana tsunami juga akan merusak pada sektor pertanian, perikanan, kehutanan, industri minyak berupa pencemaran dan kebakaran (Sugito, 2008).

Allah SWT berfirman dalam Al Qur'an Surat Al Baqarah ayat 156:

الَّذِينَ إِذَا أَصَابَتْهُمُ مُصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ

“(yaitu) orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka berkata “Inna lillahi wa inna ilaihi raji’un” (sesungguhnya kami milik Allah dan kepada-Nyalah kami kembali).”

Jalaluddin Al-Mahalli dan Jalaluddin As-Suyuti dalam *Tafsir Jalalain* menjelaskan ayat di atas, (Yaitu orang-orang yang apabila mereka ditimpa musibah) bencana atau malapetaka (mereka mengucapkan, 'Innaa lillaahi') artinya sesungguhnya kita ini milik Allah; maksudnya menjadi milik dan hamba-Nya yang dapat diperlakukan-Nya sekehendak-Nya, ('wa innaa ilaihi raaji`uun') artinya dan sesungguhnya kepada-Nyalah kita akan kembali, yakni ke akhirat, di sana kita akan diberi-Nya balasan. Dalam sebuah hadis disebutkan, "Barang siapa yang istirja`/mengucapkan 'innaa lillaahi wa innaa ilaihi raaji`uun' ketika mendapat musibah, maka ia diberi pahala oleh Allah dan diiringi-Nya dengan kebaikan." Juga diberitakan bahwa pada suatu ketika lampu Nabi saw. padam, maka beliau pun mengucapkan istirja`, lalu kata Aisyah, "Bukankah ini hanya sebuah lampu!" Jawabnya, "Setiap yang mengecewakan (hati) orang mukmin itu berarti musibah." Diriwayatkan oleh Abu Daud dalam kumpulan hadis-hadis mursalnya (Al-Mahalli diterjemahkan Bahrin Abubakar, 2008).

Berdasarkan dari ayat dan tafsir di atas menjelaskan bahwa Allah SWT sedang menguji umatnya dengan ujian. Ujian dari Allah tersebut bertujuan untuk

mengetahui kualitas keimanan seseorang melalui sedikit ketakutan, kekurangan harta, kelaparan, jiwa dan buah-buahan. Adapun orang-orang yang sabar dalam menghadapi ujian akan dijanjikan pahala dari Allah di akhirat kelak. Kemudian Allah SWT juga telah memerintahkan seluruh umat muslim agar senantiasa mengucapkan “Inna lillahi wa inna ilaihi raji’un” ketika dirinya dilanda dengan ujian. Kalimat tersebut memiliki makna yaitu bahwa dunia dan seisinya merupakan milik Allah sehingga manusia tidak dapat menuntut apapun, karena hanya Allah SWT yang memiliki hak serta kehendak.

2.2 Risiko Bencana

Risiko merupakan sebuah kata yang berasal dari kata *risicum* yang mana awalnya digunakan dalam ilmu ekonomi (secara khusus tentang perdagangan pada abad pertengahan di sekitar Laut Tengah) serta digunakan pula untuk menyebut potensi kerusakan dan kehilangan dalam proses pengangkutan barang dagangan (Indayanto, 2012).

Pengertian risiko bencana menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 ialah merupakan potensi kerugian yang ditimbulkan akibat dari bencana pada suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu, kerugian tersebut dapat berupa sakit, luka, kematian, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta dan gangguan kegiatan masyarakat.

Pengkajian risiko bencana adalah sebuah pendekatan untuk memperlihatkan potensi dari dampak negatif yang mungkin timbul dari suatu potensi bencana yang ada. Potensi dari dampak negatif tersebut dapat dihitung dengan mempertimbangkan tingkat kerentanan serta kapasitas dari kawasan tersebut. Potensi dari dampak negatif ini menggambarkan potensi jumlah jiwa, kerusakan

lingkungan, serta kerugian harta benda akibat dari paparan potensi bencana. Pengkajian risiko sendiri dapat menggunakan persamaan umum sebagai berikut (Amri, 2015):

$$R = H \times \frac{V}{C} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

- R : risiko (*risk*)
- H : bahaya (*hazard*)
- V : kerentanan (*vulnerability*)
- C : kapasitas (*capacity*)

Risiko bencana tsunami bukan hanya dilihat saat adanya peringatan dini atau kejadian pra-bencana saja, melainkan risiko bencana tsunami juga dapat dilihat atau berada ketika bencana tersebut berlangsung atau terjadi. Adanya peningkatan dampak risiko bencana tsunami sendiri dipengaruhi oleh adanya kesinambungan pada saat perencanaan manajemen risiko yaitu mulai dari adanya peringatan dini, evakuasi dan bantuan darurat, serta bentuk kesiapan dan kesadaran dari masyarakat (Strunz, 2011).

Penilaian risiko tsunami sangat penting sebagai upaya untuk mengidentifikasi daerah yang memiliki indeks risiko tinggi. Penilaian risiko tsunami harus mengintegrasikan analisis bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), dan kesiapsiagaan. Penilaian bahaya (*hazard*) dapat memberikan informasi tentang tingkat genangan tsunami secara geografis dan juga tingkat probabilitas daerah-daerah yang akan terkena dampak dari bencana tsunami. Kemudian untuk analisis kerentanan (*vulnerability*) dapat memberikan informasi tentang kerusakan serta kerugian terkait aspek fisik, sosial, dan ekonomi (Strunz, 2011).

2.2.1 Bahaya

Bahaya atau ancaman (*hazard*) merupakan suatu kejadian atau kondisi yang berbahaya sehingga mengancam atau dapat berpotensi mengakibatkan kehilangan jiwa dan atau kerusakan terhadap harta benda serta terhadap lingkungan. Dalam tingkatannya, bahaya dibedakan menjadi dua bagian yaitu bahaya utama (*main hazard*) seperti tsunami, letusan gunung api, banjir, gempa bumi, tanah longsor, kekeringan, kebakaran, epidemi, dan kegagalan teknologi. Kemudian yang kedua yaitu bahaya lanjutan (*collateral hazard*) seperti kekeringan, kebakaran hutan, penyakit akibat limbah, penyakit pasca banjir, serta kebakaran akibat rusaknya jaringan listrik karena gempa bumi (Adiyoso, 2018).

Bahaya (*hazard*) pada penelitian kali ini menggunakan variabel yang diperoleh dari pemodelan genangan tsunami berdasarkan skenario tinggi gelombang tsunami. Pemodelan tersebut nantinya akan menghasilkan sebaran luasan wilayah terdampak (bahaya) tsunami. Pemodelan genangan tsunami tersebut akan dilakukan dengan perhitungan matematis yang mana dikembangkan oleh Mcsaveney dan Rattenbury berdasarkan perhitungan kehilangan ketinggian tsunami per 1 meter jarak inundasi berdasarkan harga jarak terhadap lereng dan kekasaran permukaan. Adapun persamaan yang digunakan dalam memodelkan genangan tsunami adalah (Amri, 2015):

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

Dimana:

H_{loss} : kehilangan ketinggian tsunami per 1 m jarak inundasi

n : koefisien kekasaran permukaan

- H_0 : ketinggian gelombang tsunami di garis pantai (m)
S : besarnya lereng permukaan tsunami (derajat)

2.2.2 Kerentanan

Kerentanan (*vulnerability*) merupakan sebuah kemampuan individu atau kelompok masyarakat dalam mengantisipasi, mengatasi, serta pulih dari suatu bencana. Kerentanan terdiri dari dua aspek, yaitu kerentanan sosial serta kerentanan fisik. Kerentanan sosial lebih menekankan pada kondisi sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat setempat. Kerentanan sosial ini dapat diukur dengan dengan parameter karakteristik individu seperti ras, usia, pendapatan, jenis kelamin, jenis pekerjaan, tempat tinggal, kondisi disabilities, dan penghasilan. Kemudian untuk kerentanan fisik sendiri lebih menekankan kepada kondisi fisik seperti contohnya infrastruktur dan penggunaan lahan. Kerentanan fisik dapat diukur dengan menggunakan parameter jumlah infrastruktur strategis, sumber daya, dan penggunaan lahan (Aksa, 2021).

Kerentanan (*vulnerability*) pada penelitian kali ini menggunakan variabel yang diperoleh dari tutupan lahan. Tutupan lahan sendiri merupakan kenampakan secara fisik permukaan bumi seperti vegetasi, bebatuan, lahan terbangun, badan air, benda alam, sensor budaya, dan lain-lain (Syahbana, 2013). Tutupan lahan dapat memberikan informasi yang sangat penting bagi keperluan pemodelan serta untuk memahami fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi (Liang, 2008. Dalam Sampurno, 2016).

2.2.3 Hubungan Kerentanan, Bahaya, dan Risiko Bencana

Bencana dapat terjadi apabila saat bahaya berdampak pada populasi manusia yang rentan serta menyebabkan kerusakan, korban jiwa dan gangguan. Fenomena tsunami yang menerjang daerah lahan kosong atau lahan terbuka yang tidak berpenghuni tidak dapat dianggap bencana tidak peduli seberapa besar atau tinggi gelombangnya. Namun tsunami dapat dikatakan sebagai bencana apabila tsunami tersebut dapat mempengaruhi atau berdampak manusia, infrastruktur, dan kegiatan manusia.

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

Dimana:

- R : Indeks risiko
- H : Indeks bahaya
- V : Indeks kerentanan

Berdasarkan persamaan 4 dari Model Crunch di atas dapat menunjukkan hubungan antara kerentanan (V), bahaya (H), dan risiko (R). Saat bahaya dan kerentanan memiliki tingkat yang rendah, maka risiko yang dihasilkan juga memiliki tingkat risiko yang rendah. Dan juga apabila saat bahaya dan kerentanan memiliki tingkat yang tinggi, maka risiko yang dihasilkan akan memiliki tingkat risiko yang tinggi pula.

2.3 Sistem Informasi Geografis

Penelitian pada kali ini dilakukan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Adapun Sistem Informasi Geografis (SIG) ini adalah suatu sistem terintegrasi yang didesain untuk menghasilkan, mengambil, menyimpan,

menganalisis, mengatur, dan memvisualisasi seluruh jenis data spasial atau geospasial dan informasi. Umumnya pengguna SIG akan menghasilkan berupa analisis informasi spasial, visualisasi, menyediakan data dalam peta dan menghasilkan akhir berupa perpaduan dari pekerjaan tersebut menjadi suatu peta digital.

Digunakannya SIG ini karena memiliki keunggulan yang mana sistem dapat menangani dimensi geografis dan label yang ditujukan untuk keseluruhan jenis data. Koordinat geografis (lintang, bujur) dan elevasi menunjukkan fisik objek di suatu lokasi atau yang disebut geolokasi, dihubungkan dengan dimensi yang realistis terhadap data yang direpresentasikan (Haridhi,2020).

SIG dapat diuraikan menjadi beberapa sub-sistem beserta masing-masing tugasnya sebagai berikut (Prahasta, 2009):

a) Data Input Sub-sistem

Memiliki tugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial beserta data atributnya dari berbagai macam sumber. Sub sistem ini juga harus dapat melakukan proses transformasi atau konversi format-format data asli menjadi bentuk format data yang dapat digunakan pada perangkat SIG yang digunakan.

b) Data Output Sub-sistem

Memiliki tugas untuk menampilkan atau menghasilkan suatu keluaran sesuai dengan yang dikehendaki seluruh atau sebagian basis data spasial baik dalam bentuk softcopy seperti peta digital maupun bentuk hardcopy seperti peta garis.

c) Manajemen Data Sub-sistem

Memiliki tugas untuk mengorganisasikan data-data spasial serta tabel-tabel atribut yang berhubungan dengan sebuah sistem yang berbasis data sedemikian rupa sehingga dengan mudah dapat dipanggil kembali atau diretrieve (dibuka kembali ke memori), diupdate, dan diedit.

d) Manipulasi dan Analisis Data Sub-sistem

Memiliki tugas untuk menentukan informasi-informasi apa yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu sub sistem ini juga dapat melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan berbagai fungsi dan operator matematis dan logika) dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

Sistem Informasi Geografis (SIG) dibagi menjadi dua kelompok, yaitu sistem manual dan sistem otomatis. Adapun perbedaan yang paling mendasar dari kedua kelompok tersebut yaitu terletak pada cara pengelolaannya. Sistem Informasi Geografis (SIG) manual biasanya menggabungkan beberapa data seperti peta, lembar transparansi untuk tumpang susun (*overlay*), foto udara, laporan statistik serta laporan survei lapangan. Keseluruhan dari data tersebut kemudian dikompilasi dan dianalisis secara manual dengan alat tanpa komputer. Sedangkan Sistem Informasi Geografis (SIG) otomatis telah menggunakan komputer sebagai sistem pengolahan data melalui proses digitasi. Sumber data digital dapat berupa citra satelit atau foto udara digital, foto udara yang terdigitasi. Serta peta dasar terdigitasi (Sugandi, 2009).

Sistem Informasi Geografis (SIG) menyajikan informasi keruangan beserta atributnya yang mana terdiri dari berbagai komponen utama yaitu (Sugandi, 2009):

1. Komponen Masukan Data

Proses pemasukan data pada komputer dari peta, data statistik, data hasil analisis penginderaan jauh, data hasil pengolahan citra digital penginderaan jauh, dan lain-lain. Data spasial dan atribut baik dalam bentuk digital maupun analog tersebut dikonversikan ke dalam format yang diminta oleh perangkat lunak sehingga terbentuk basis data. Contoh dari alat masukan data adalah *digitizer, scanner, keyboard komputer, CD reader, serta diskette reader.*

2. Komponen Pengelolaan Data

Merupakan penyimpanan data pada komputer dan pemanggilan kembali dengan cepat. Contoh dari alat penyimpanan dan pengolah data adalah komputer dengan *hard disk-nya, tapes* atau *cartridge unit*, dan *CD writer.*

3. Komponen Manipulasi dan Analisis Data

Merupakan kegiatan yang dapat dilakukan berbagai macam perintah, misalnya *overlay* antara dua tema peta, membuat *buffer zone* jarak tertentu dari suatu area atau titik dan sebagainya.

4. Komponen Luaran Data

Merupakan komponen yang dapat menyajikan data dasar, data hasil pengolahan data dari model menjadi bentuk peta atau data tabular. Produk suatu Sistem Informasi Geografis dapat bervariasi baik dalam hal kualitas, keakuratan serta kemudahan pemakainya. Hasil ini dapat dibuat dalam bentuk peta-peta, tabel angka-angka, teks di atas kertas atau media lain.

Tujuan utama dari pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah untuk mempermudah pengguna mendapatkan informasi yang telah diolah dan tersimpan sebagai atribut suatu lokasi atau objek. Adapun ciri utama data yang bisa dimanfaatkan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah data yang telah

terikat dengan lokasi dan merupakan data dasar yang belum dispesifikasi. Perolehan data atau informasi geografi dapat diperoleh melalui beberapa kegiatan diantaranya yaitu melalui survei lapangan, sensus, statistik, *tracking*, serta penginderaan jarak jauh (inderaja).

Pada dasarnya, data-data yang diolah dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) terdiri atas data spasial dan data atribut dalam bentuk digital, sehingga analisis yang dapat digunakan adalah analisis atribut dan analisis spasial. Data atribut merupakan data tabel yang berfungsi untuk menjelaskan keberadaan berbagai objek sebagai data spasial. Sedangkan data spasial adalah data yang berkaitan dengan lokasi keruangan yang umumnya berbentuk peta.

Penyajian data spasial memiliki tiga acara dasar yaitu dalam bentuk garis, bentuk titik, dan bentuk area (*polygon*). Titik merupakan kenampakan tunggal dari sepasang koordinat x,y yang mana menunjukkan lokasi dari suatu objek berupa lokasi kota, ketinggian, lokasi pengambilan sampel dan lain-lain. Garis merupakan sekumpulan titik-titik yang membentuk suatu kenampakan memanjang seperti jalan, sungai, kontur dan lain-lain. Sedangkan area adalah kenampakan yang dibatasi oleh suatu garis yang membentuk suatu ruang homogen, seperti batas daerah, batas penggunaan lahan, pulau dan lain-lain (Sugandi, 2009).

Struktur dari data spasial dibagi menjadi dua, yaitu model data raster dan model data vektor. Data vektor merupakan data yang direkam dalam bentuk koordinat titik yang menampilkan, menempatkan serta menyimpan data spasial dengan menggunakan titik, garis, atau area. Sedangkan data raster merupakan data yang disimpan dalam bentuk kotak segi empat atau sel sehingga terbentuk suatu ruang yang teratur.

Analisis spasial adalah sekumpulan dari metode untuk menemukan serta menggambarkan tingkatan atau pola dari sebuah fenomena spasial, sehingga hal tersebut dapat dimengerti dengan lebih baik. Dengan melakukan analisis spasial, diharapkan dapat muncul informasi baru yang mana dapat digunakan sebagai dasar dari pengambilan keputusan pada bidang yang sedang dikaji. Adapun metode yang digunakan sangat bervariasi, mulai dari observasi visual hingga pemanfaatan matematika atau statistik terapan (Sadahiro, 2006).

Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat berguna sebagai analisis data spasial karena perencanaan penanggulangan bencana. Analisis data spasial melalui data *multi criteria* dapat membantu dalam pemetaan kerentanan daerah terhadap bencana oleh citra satelit. Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat diterapkan untuk mengevaluasi strategi pemetaan tumbuhan untuk pelindung daerah pantai untuk menghadang risiko tsunami serta menganalisis risiko tsunami menggunakan pendekatan *multi scenario* (Sambah, 2013).

2.4 Model Builder

Model Builder secara umum pada perangkat lunak ArcGis dapat disebut sebagai aplikasi atau modul tambahan yang dapat memfasilitasikan cara untuk mengotomasikan (*batch*) sejumlah urutan proses rutin mengenai pembuatan data spasial agar dapat diulangi secara presisi kapan saja dan oleh siapa saja tanpa kesalahan yang berarti. Aplikasi atau modul tambahan ini digunakan sebagai penentu proses-proses serta urutan kerja sejumlah *tools* dan *script* terkait yang dimilikinya, khususnya yang terdapat di dalam panel ArcToolbox. Pengguna juga dapat menyusun diagram-diagram model symbol atau objek data dan proses yang

diperlukan untuk melakukan analisis spasial yang biasa disebut aliran kerja. *Model Builder* memiliki beberapa keunggulan, yaitu diantaranya (Sulistyo, 2016):

1. Dapat memproses sebuah model secara bersamaan sekaligus (tidak satu persatu).
2. Dapat membantu dalam 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 yang rumit.

Penggunaan istilah model dapat digunakan dalam tiga pengertian yang berbeda maknanya. Bermakna sebagai sesuatu yang mewakili apabila diartikan sebagai kata benda, bermakna sebagai hal yang bersifat ideal apabila diartikan sebagai kata sifat serta bermakna untuk memeragakan apabila diartikan sebagai kata kerja. Model dibuat karena adanya kompleksitas kenyataannya. Suatu model merupakan gambaran penyederhanaan dari keadaan-keadaan yang sebenarnya (Haggett, 2001).

Pemodelan spasial terdiri dari sekumpulan proses yang dilakukan bertujuan untuk menghasilkan suatu informasi dalam bentuk peta. Adapun informasi tersebut dapat digunakan dalam pembuatan keputusan, kajian ilmiah atau sebagai informasi umum (Budiono, 2005). Pemodelan sendiri dapat didefinisikan dalam konteks Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai suatu proses yang terjadi dari Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dijalankan untuk meniru realita atau keadaan yang sebenarnya di lapangan (Goodchild, 2005).

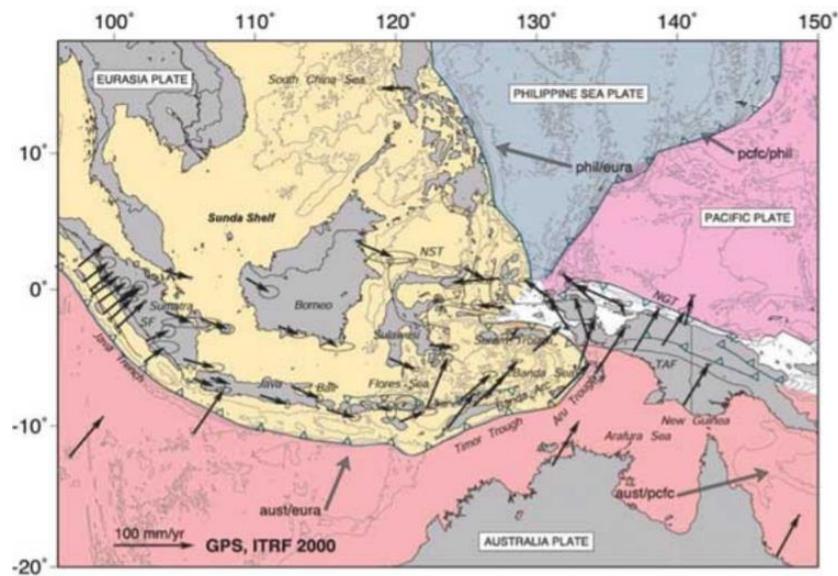
2.5 Pesisir

Wilayah pesisir merupakan wilayah perairan antara darat dan laut yang mana bagian lautnya masih dipengaruhi oleh aktivitas daratan, seperti aliran air tawar serta sedimentasi, dan bagian daratnya masih dipengaruhi oleh aktivitas lautan, seperti angin laut, pasang surut, serta perembesan air asin. Ekosistem pada wilayah pesisir merupakan ekosistem yang dinamis serta memiliki kekayaan habitat yang tinggi, beragam, dan saling berinteraksi antara habitat tersebut. Wilayah pesisir juga merupakan ekosistem yang sangat mudah terkena dampak dari kegiatan manusia. Pada umumnya kegiatan tersebut adalah kegiatan pembangunan (Yonvitner, 2019).

Undang-Undang (UU) No. 27 Tahun 2007 sebagaimana telah diubah dengan UU No.1 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil mendefinisikan bahwa wilayah pesisir sebagai daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut. Dalam konteks ini, ruang lingkup pengaturan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil meliputi daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut, ke arah darat mencakup wilayah administrasi kecamatan dan ke arah laut sejauh 12 (dua belas) mil menurut batas yurisdiksi suatu negara.

Penentuan batas-batas wilayah pesisir di dunia pada saat ini berdasarkan pada tiga kriteria, yaitu (Dahuri, 1996):

1. Garis linier secara *arbitrer* tegak lurus terhadap garis pantai (*coastline* atau *shoreline*)
2. Batas-batas administratif serta hukum negara
3. Karakteristik serta dinamika ekologis atas sebaran spasial dari karakteristik alamiah atau kesatuan proses-proses ekologis.

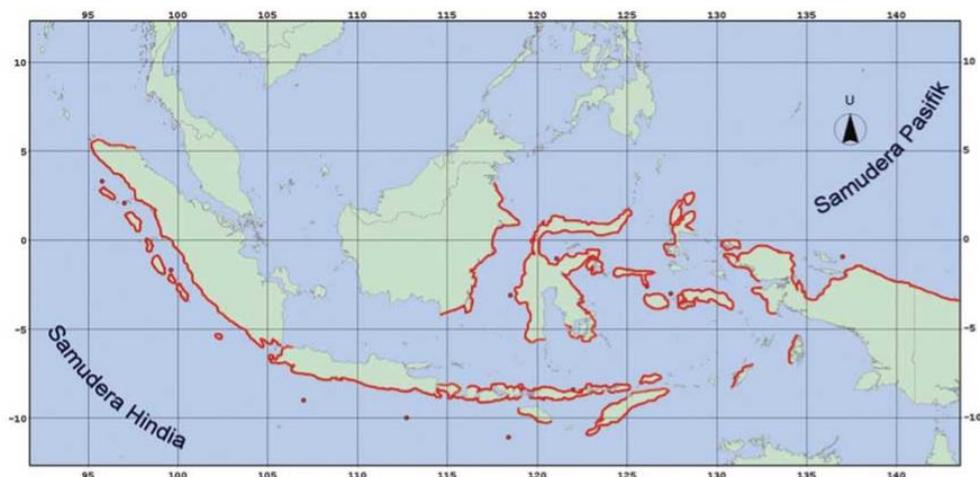


Gambar 2.2 Pertemuan Lempeng Tektonik di Indonesia

Sebagian besar wilayah pesisir pantai di Indonesia merupakan daerah yang rawan terkena bencana tsunami. Hal tersebut terjadi dikarenakan Indonesia terletak dekat dengan beberapa pertemuan lempeng tektonik. Zona subduksi yang paling terlihat di Indonesia adalah *Sunda Trench* atau *Java Trench* yang mana berada di pantai barat dan selatan kepulauan Indonesia. Zona subduksi ini juga terletak pada jarak yang berdekatan di bawah laut lepas pantai pulau Sumatra, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Pada wilayah ini, lempeng Indo-Australia tenggelam di bawah lempeng Eurasia. Di sekitar Indonesia, terdapat tiga kawasan lempeng utama yang dapat mengakibatkan tsunami, yaitu (Hoppe, 2010):

1. Lempeng Indo-Australia bertemu dengan lempeng Eurasia
2. Lempeng Indo-Australia bertemu dengan lempeng Pasifik
3. Lempeng Pasifik bertemu dengan lempeng Filipina

Gambar di bawah ini menampilkan adanya garis merah yang mana mengindikasikan daerah rawan tsunami di pesisir garis pantai Indonesia.



Gambar 2.3 Daerah Rawan Tsunami di Indonesia

2.6 Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

| No | Peneliti | Judul | Variabel | Metode | Hasil |
|----|--|---|---------------------------------------|--|--|
| 1 | Pratomo, Rahmat Aris dan Iwan Rudiarto (2013) | Pemodelan Tsunami dan Implikasinya Terhadap Mitigasi Bencana di Kota Palu | Faktor fisik, dan faktor sosial | Pendekatan kuantitatif, metode analisis deskriptif, analisis evaluatif | Kota Palu memiliki potensi yang besar terhadap rendaman tsunami; Kawasan bahaya tsunami mencakup 9,63% dari total luas kota; Kawasan rentan tsunami 9,83% total luas kota; Kawasan resiko tsunami 3,83% total luas kota; |

| | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|
| | | | | | Terdapat 50 shelter sebagai lokasi evakuasi dan 108 rute evakuasi di seluruh kota. |
| 2 | Sengaji, Ernawati dan Bisman Nababan (2009) | Pemetaan Tingkat Resiko Tsunami di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur | Kerentanan lingkungan terhadap tsunami, kerentanan sosial kependudukan | Analisis spasial, metode <i>cell based modelling</i> | Tingkat resiko sangat tinggi terdapat di dua wilayah pesisir utara yaitu Kecamatan Alok dan Magepanda; Wilayah dengan resiko tinggi Sebagian besar terdapat pada pantai utara dan Sebagian kecil di pantai selatan. |
| 3 | Islam, Faiz, dkk (2014) | Penentuan Resiko dan Kerentanan Tsunami di Kebumen Dengan Citra Alos | Faktor fisik, faktor sosial | Metode AHP, overlay peta, metode <i>supervised</i> | Daerah di Kebumen yang terdampak tsunami untuk ketinggian run-up 0-16m adalah 44,16%; Daerah yang selamat dari |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | tsunami adalah 56,484%; Mirit, Ambal, Buluspesantren, Kurarasan dan Ayah adalah daerah dengan resiko lebih besar dibandingkan daerah lain. |
|--|--|--|--|--|--|

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian pada kali ini dilakukan dengan memilih lokasi Pesisir Pantai Selatan Kabupaten Banyuwangi. Peneliti memilih lokasi ini, karena mengingat sejarah adanya kejadian tsunami yang pernah terjadi di Kabupaten Banyuwangi tepatnya di Dusun Pancer, Desa Sumberagung, Kecamatan Pesanggaran, Kabupaten Banyuwangi pada tanggal 2 Juni 1994.

3.2 Data Penelitian

Adapun data yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu:

1. DEM SRTM 1 Arc-Second Global
2. Peta Tutupan Lahan
3. Peta Rupa Bumi 1:25.000 Kabupaten Banyuwangi

3.3 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu:

1. Laptop
2. *Software* ArcGIS 10.8
3. Microsoft Office 2010

3.4 Prinsip Kerja

Sistem Informasi Geografis (SIG) bekerja dengan melakukan pemasukan, pengelolaan, manipulasi, analisis hingga penyajian data yang berkaitan dengan data geospasial dengan menggunakan *personal computer* (PC). Adapun tahapannya yaitu pemasukan data baik berupa data spasial maupun data atribut, kemudian

dilakukan pengelolaan data dilanjut dengan analisa data dengan cara mengoverlay atau tumpang susun peta, dan tahapan yang terakhir yaitu *output* atau keluaran yang merupakan penyajian data yang sudah jadi dalam bentuk peta, tabel, maupun diagram.

3.5 Prosedur Pelaksanaan

3.5.1 Akuisisi Data

Penelitian pada kali ini menggunakan data DEM SRTM 1 Arc-Second Global yang diperoleh atau dapat diunduh pada <https://earthexplorer.usgs.gov/>, kemudian data tutupan lahan yang diperoleh atau dapat diunduh pada <https://www.indonesia-geospasial.com/>, dan peta rupa bumi 1:25.000 Kabupaten Banyuwangi yang diperoleh dari situs resmi Badan Informasi Geospasial (BIG). Adapun parameter pada penelitian ini didapatkan dari data DEM yang akan diolah menjadi parameter kelerengan, data tutupan lahan akan menjadi parameter koefisien kekasaran permukaan, peta rupa bumi 1:25.000 Kabupaten Banyuwangi akan diambil garis pantai wilayah Kecamatan Pesanggaran sebagai parameter, serta yang terakhir skenario ketinggian gelombang tsunami.

3.5.2 Pembuatan Peta Bahaya Tsunami

Pembuatan peta bahaya dilakukan sebagai masukan untuk pembuatan peta risiko. Adapun data yang diperlukan dalam pembuatan peta bahaya sendiri yaitu kelerengan, peta koefisien kekasaran permukaan, garis pantai, serta skenario ketinggian gelombang tsunami (pada penelitian kali ini digunakan skenario ketinggian 1m, 2m, 5m, 15m, dan 30m). Peta koefisien kekasaran permukaan diperoleh dengan memasukkan nilai kekasaran pada atribut peta tutupan lahan

yang kemudian dirasterkan melalui *conversion tools* yang ada di Arctoolbox pada aplikasi ArcGis. Kemudian untuk peta kelerengan sendiri didapatkan dari data DEM SRTM 1 Arc-Second Global yang diolah dengan menggunakan *slope* pada *raster surface* di menu Arctoolbox yaitu *3D Analyst Tools*. Kemudian yang terakhir yaitu garis pantai didapatkan dari data peta rupa bumi 1:25.000 Kabupaten Banyuwangi.

Tabel 3.1 Koefisien Kekasaran Permukaan

| No | Jenis Tutupan Lahan | Koefisien Kekasaran (n) |
|----|---------------------------|-------------------------|
| 1 | Badan Air | 0.007 |
| 2 | Belukar/Semak | 0.040 |
| 3 | Hutan | 0.070 |
| 4 | Kebun/Perkebunan | 0.035 |
| 5 | Lahan Kosong/Terbuka | 0.015 |
| 6 | Lahan Pertanian | 0.025 |
| 7 | Pemukiman/Lahan Terbangun | 0.045 |
| 8 | Mangrove | 0.025 |
| 9 | Tambak/Empang | 0.010 |

(Sumber: Berryman, 2005)

Data yang telah terkumpul kemudian dilakukan pemodelan genangan tsunami dengan mengacu pada model yang dikembangkan oleh Mcsaveney dan Rattenbury (2000). Pemodelan genangan tsunami pada kali ini dilakukan dengan bantuan *model builder* serta menggunakan fungsi *cost distance* pada *software* ArcGIS. Fungsi *cost distance* sendiri merupakan fungsi yang memperkirakan

kehilangan ketinggian genangan tsunami dari sumber run up, dimana dari garis pantai sampai ke daratan. Untuk masukan pada *cost distance* sendiri yaitu garis pantai sebagai sumber genangan (*source*), dan nilai H_{loss} sebagai *cost surface*.

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

Dimana:

H_{loss} : kehilangan ketinggian tsunami per 1 m jarak inundasi

n : koefisien kekasaran permukaan

H_0 : ketinggian gelombang tsunami di garis pantai (m)

S : besarnya lereng permukaan tsunami (derajat)

Tabel 3.2 Skala Imamura-lida

| No | Skala Imamura-lida | Klasifikasi |
|----|-----------------------|---|
| 1 | -1 | Tsunami dengan <i>run-up</i> <50cm di daerah pantai |
| 2 | 0 | Tsunami dengan <i>run-up</i> 1 m |
| 3 | 1 | Tsunami dengan <i>run-up</i> >2m |
| 4 | 2 | Tsunami dengan <i>run-up</i> 4-6 m |
| 5 | 3 | Tsunami dengan <i>run-up</i> 10-20 m |
| 6 | 4 | Tsunami dengan <i>run-up</i> >30m |

(Sumber: Diposaptono, 2008)

Secara spasial tingkat bahaya tsunami dikelaskan menjadi lima kelas, yaitu kawasan yang tergenang kurang dari ketinggian 2 meter termasuk kelas bahaya sangat rendah, kemudian kawasan yang tergenang dari ketinggian 2-5 meter termasuk kelas bahaya rendah, kawasan yang tergenang dari ketinggian 5-15

meter termasuk kelas bahaya sedang, kawasan yang tergenang dari ketinggian 15-30 meter termasuk kelas bahaya tinggi, dan kawasan yang tergenang lebih dari ketinggian 30 meter termasuk kelas bahaya sangat tinggi. Adapun kelas tingkat bahaya tsunami pada penelitian kali ini ditentukan berdasarkan masing-masing skenario, yaitu skenario ketinggian gelombang tsunami 1 meter, skenario ketinggian gelombang tsunami 2 meter, skenario ketinggian gelombang tsunami 5 meter, skenario ketinggian gelombang tsunami 15 meter, dan skenario ketinggian gelombang tsunami 30 meter.

3.5.3 Pembuatan Peta Kerentanan Tsunami

Peta kerentanan merupakan masukan selanjutnya dari pembuatan peta risiko sesuai dengan persamaan 4. Dalam pembuatan peta kerentanan diperlukan data yang didapatkan dari peta tutupan lahan. Peta tutupan lahan nantinya akan diolah menggunakan bantuan *software* ArcGIS dengan memasukkan peta tutupan lahan, kemudian dilakukan penambahan nilai skor sesuai dengan tabel 3.3 pada atribut peta dan kemudian diklasifikasi. Bentuk peta yang masih dalam poligon kemudian diubah menjadi bentuk raster agar mempermudah saat pembuatan peta risiko.

Tabel 3.3 Pembobotan Kelas Tutupan Lahan

| No | Jenis Tutupan Lahan | Skor |
|----|----------------------|------|
| 1 | Badan Air | 1 |
| 2 | Belukar/Semak | 2 |
| 3 | Hutan | 2 |
| 4 | Kebun/Perkebunan | 3 |
| 5 | Lahan Kosong/Terbuka | 1 |

| | | |
|---|---------------------------|---|
| 6 | Lahan Pertanian | 3 |
| 7 | Pemukiman/Lahan Terbangun | 4 |
| 8 | Mangrove | 2 |
| 9 | Tambak/Empang | 3 |

(Sumber: Departemen Kehutanan, 2005. Modifikasi dari Abdillah,2020)

3.5.4 Penentuan Tingkat Risiko Tsunami

Tingkat risiko tsunami pada penelitian kali ini ditentukan oleh variabel kerentanan (*vulnerability*) yang diperoleh dari tutupan lahan atau penggunaan lahan dan variabel bahaya (*hazard*) yang diperoleh dari pemodelan genangan tsunami berdasarkan skenario tinggi gelombang tsunami. Penentuan tingkat risiko tsunami pada penelitian ini menggunakan persamaan Model Crunch, yaitu:

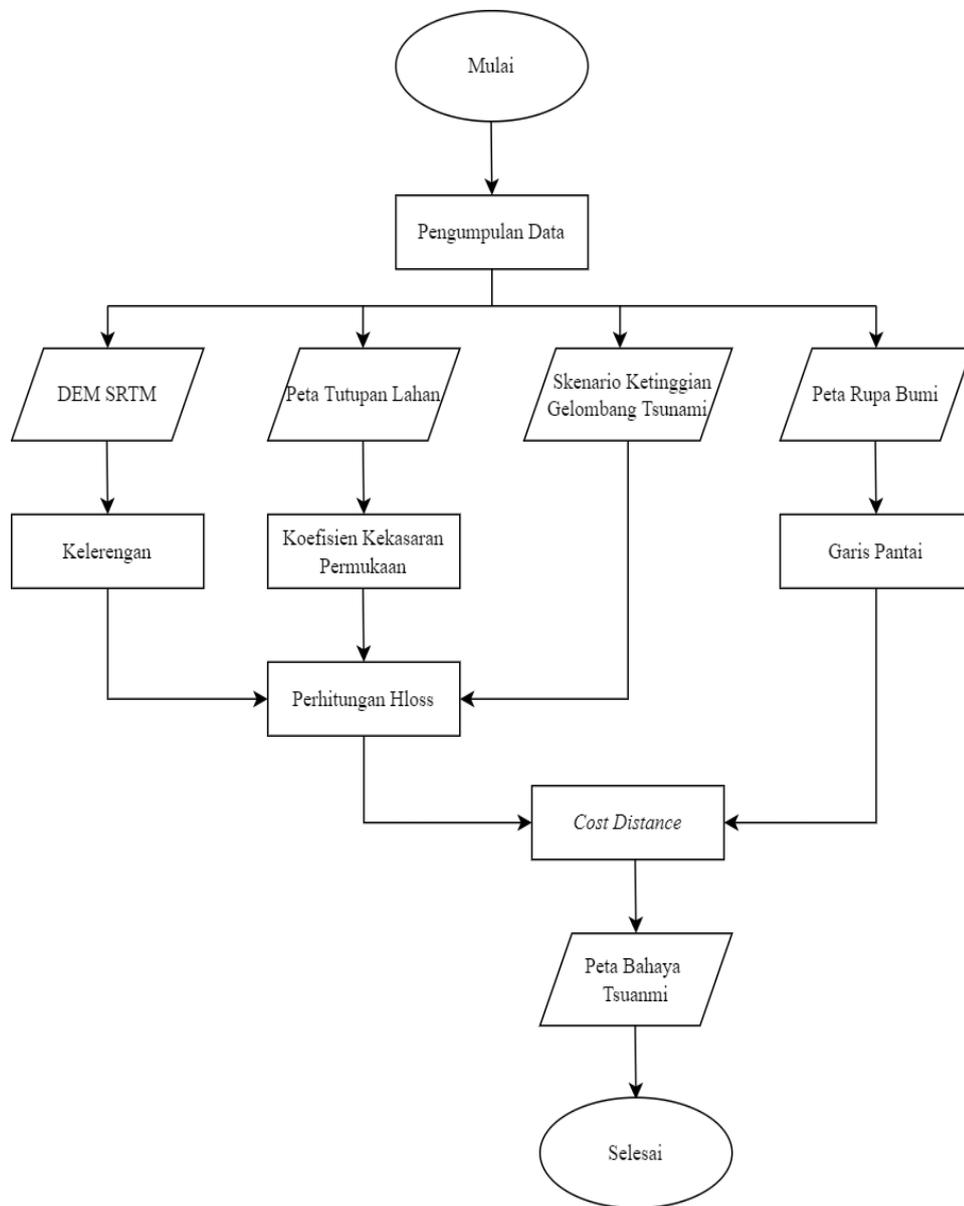
$$R = H \times V \dots \dots \dots (6)$$

Dimana:

- R : Indeks risiko
H : Indeks bahaya
V : Indeks Kerentanan

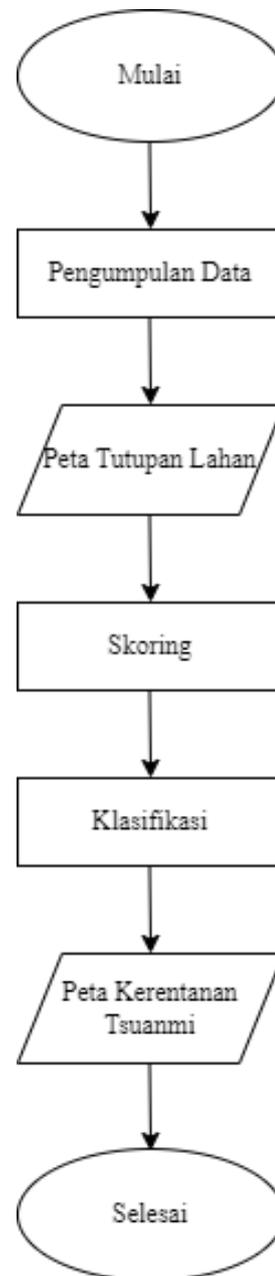
3.6 Alur Penelitian

3.6.1 Alur Penelitian Peta Bahaya Tsunami



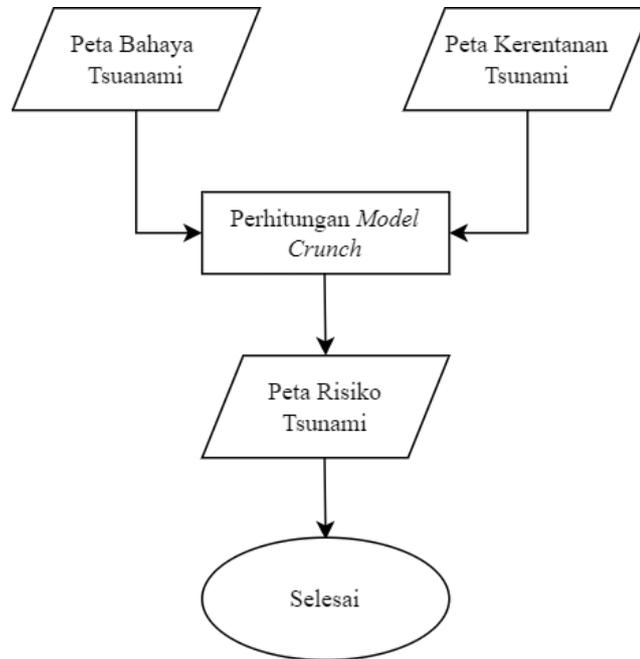
Gambar 3.1 Alur Penelitian Peta Bahaya Tsunami

3.6.2 Alur Penelitian Peta Kerentanan Tsunami



Gambar 3.2 Alur Penelitian Peta Kerentanan Tsunami

3.6.3 Alur Penelitian Peta Risiko Tsunami



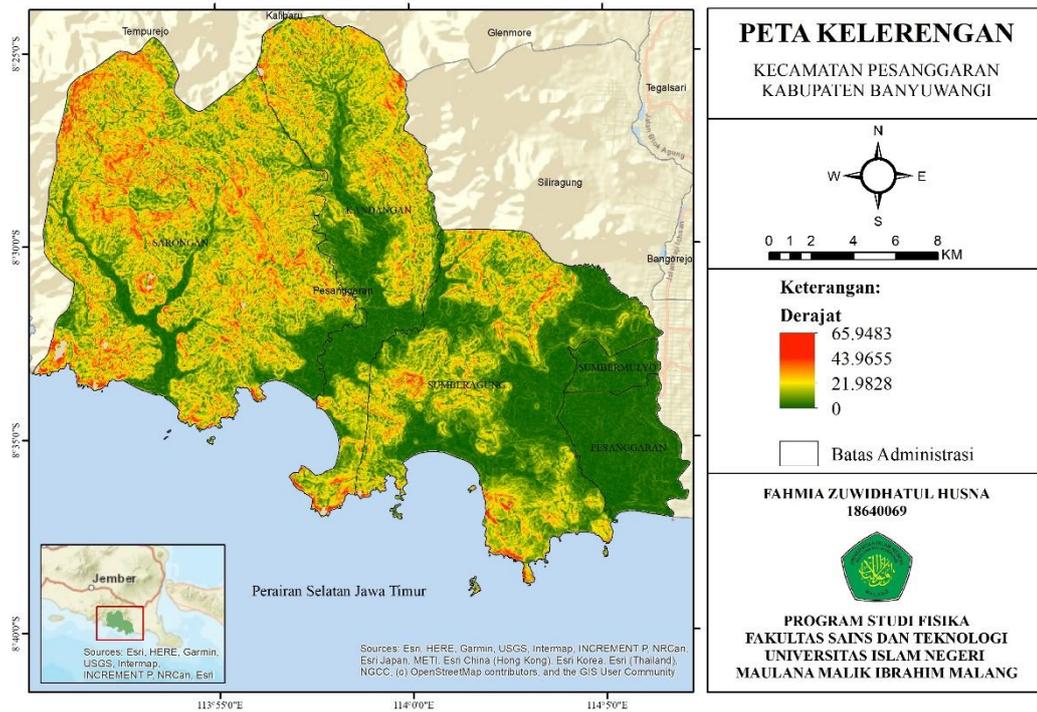
Gambar 3.3 Alur Penelitian Peta Risiko Tsunami

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Peta Bahaya Tsunami

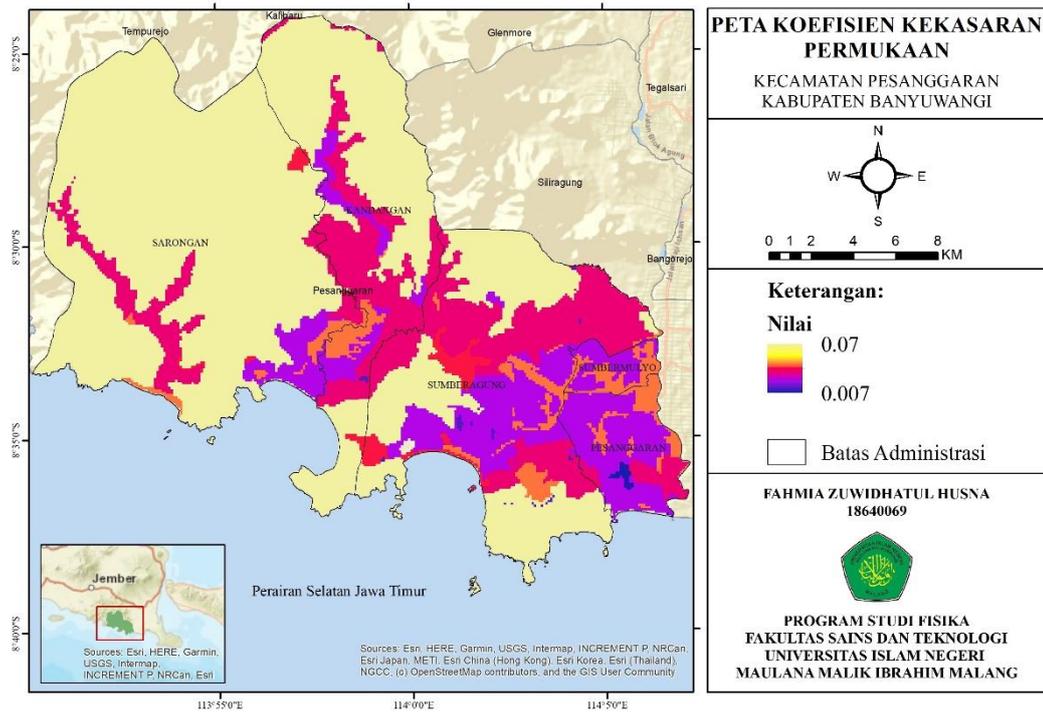
Kecamatan Pesanggaran yang mana merupakan lokasi penelitian pada kali ini memiliki desa sebanyak lima desa, diantaranya yaitu Desa Sarongan, Desa Kandangan, Desa Sumberagung, Desa Sumbermulyo, dan Desa Pesanggaran. Peta bahaya pada penelitian kali ini diolah dengan menggunakan parameter kelerengan, peta koefisien kekasaran permukaan, garis pantai, serta skenario ketinggian gelombang tsunami. Pengolahan peta bahaya pada penelitian kali ini dibantu dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.8.

Parameter yang pertama yaitu kelerengan didapatkan dari DEM SRTM 1 Arc-Second Global. DEM SRTM 1 Arc-Second Global diolah dengan menggunakan *slope* pada *raster surface* di menu *3D Analys Tools*, sehingga mendapatkan hasil kelerengan (derajat). Berdasarkan pengolahan kelerengan yang telah dilakukan, didapatkan hasil kelerengan pada Kecamatan Pesanggaran yang berkisar antara 0 – 65.94828033 derajat. Desa Kandangan memiliki kelerengan 0 – 65.9483 derajat, Desa Sarongan memiliki kelerengan 0 – 65.0295 derajat, Desa Sumberagung memiliki kelerengan 0 – 53.8691 derajat, Desa Sumbermulyo memiliki kelerengan 0 – 14.8694 derajat, dan Desa Pesanggaran memiliki kelerengan 0 – 11.1085 derajat. Berdasarkan data kelerengan yang diperoleh menunjukkan bahwa Desa Sarongan, Desa Kandangan, dan Desa Sumberagung memiliki dataran tinggi yang dapat digunakan sebagai titik aman saat adanya bencana tsunami.



Gambar 4.1 Peta Kelerengan

Parameter selanjutnya yaitu peta koefisien kekasaran diperoleh dari peta tutupan lahan, yang mana pada atributnya diberi tambahan nilai kekasaran sesuai dengan tabel 3.1 dan kemudian dirasterkan dengan menggunakan *polygon to raster* pada menu *conversion tools*. Nilai koefisien kekasaran permukaan pada penelitian kali ini diketahui memiliki nilai tertinggi 0.070 dan nilai terendahnya 0.007. Semakin tinggi nilai koefisien kekasaran permukaan dapat menunjukkan semakin tinggi pula kekuatannya dalam menahan terjangan gelombang tsunami, dan begitu pula sebaliknya apabila semakin rendah nilai koefisien kekasaran permukaan maka semakin rendah kekuatannya dalam menahan terjangan gelombang tsunami.



Gambar 4.2 Peta Koefisien Kekasaran Permukaan

Nilai koefisien kekasaran permukaan tertinggi pada penelitian kali ini ialah wilayah hutan. Seperti yang telah diketahui bahwa hutan merupakan suatu wilayah yang luas yang mana isinya didominasi oleh kumpulan pepohonan dengan manfaatnya yang beragam. Salah satu manfaat dari hutan sendiri yaitu dapat menahan terjangan gelombang tsunami dengan mengurangi laju energi tsunami. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an Surat Al-A'raf ayat 74:

وَاذْكُرُوا إِذْ جَعَلْنَا خُلَفَاءَ مِنْ بَعْدِ عَادٍ وَبَوَّأْنَا فِي الْأَرْضِ تَتَّخِذُونَ مِنْ سُهُوبِهَا
قُصُورًا وَتَنْحِتُونَ الْجِبَالَ بُيُوتًا فَاذْكُرُوا آيَةَ اللَّهِ وَلَا تَعْتُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ

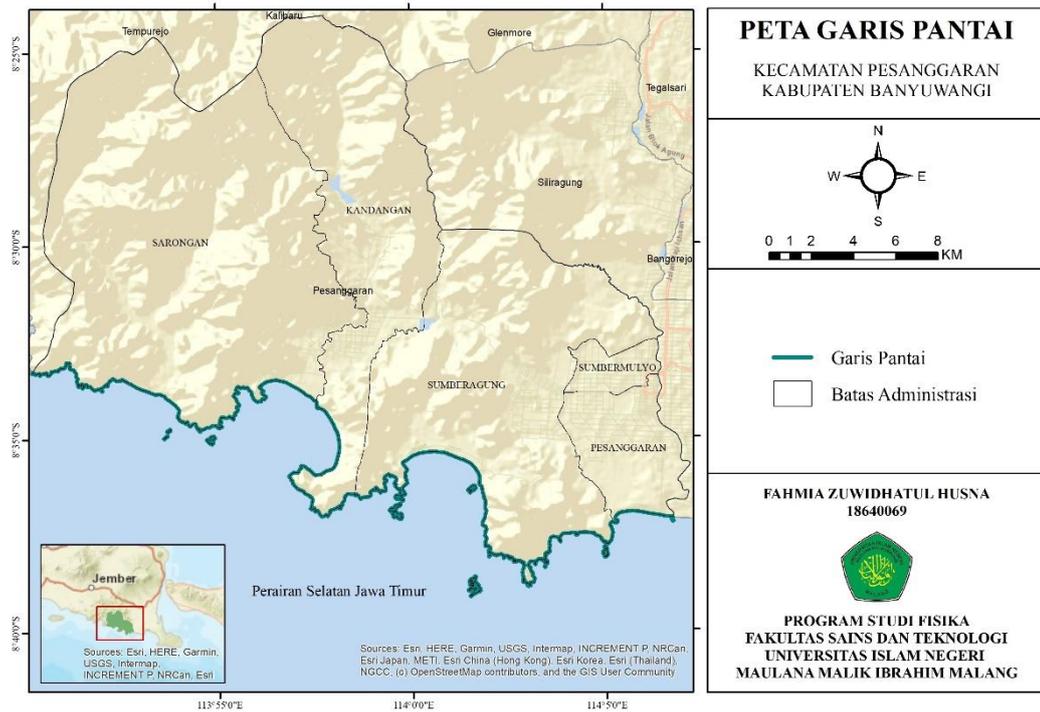
“Dan ingatlah ketika Dia menjadikan kamu khalifah-khalifah setelah kaum ‘Ad dan menempatkan kamu di bumi. Di tempat yang datar kamu dirikan istana-istana dan di bukit-bukit kamu pahat menjadi rumah-rumah. Maka ingatlah nikmat-nikmat Allah dan janganlah kamu membuat kerusakan di bumi.”

Jalaluddin Al-Mahalli dan Jalaluddin As-Suyuti dalam *Tafsir Jalalain* menjelaskan pada kedua ayat di atas, yaitu “(Dan ingatlah olehmu di waktu Tuhan

menjadikan kamu pengganti-pengganti) di bumi ini (sesudah kaum Ad dan memberikan tempat bagimu) yakni menempatkan kamu (di bumi). Kamu dirikan istana-istana di atas tanah-tanah yang datar) sebagai tempat tinggalmu di musim panas (dan kamu pahat gunung-gunungnya untuk dijadikan rumah) yang kamu tempati di musim dingin, dinashabkannya lafal buyuutan menjadi hal dari lafal yang tersimpan (maka ingatlah nikmat-nikmat Allah dan janganlah kamu merajalela di muka bumi membuat kerusakan)” (Al-Mahalli diterjemahkan Bahrun Abubakar, 2008).

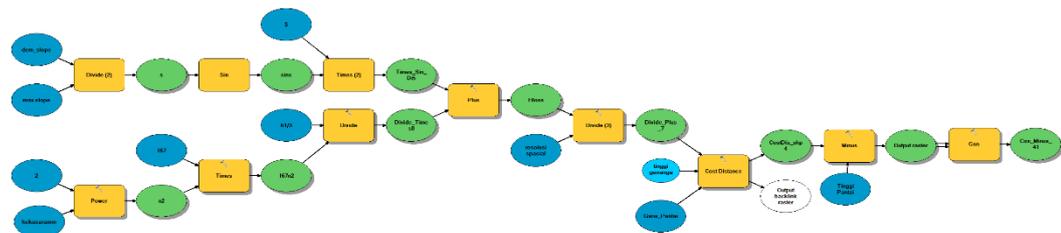
Berdasarkan firman Allah SWT dan tafsir di atas dapat diketahui bahwa manusia diperbolehkan menggunakan alam untuk membangun tempat tinggal, namun manusia juga diperingatkan agar tidak lalai akan nikmat-Nya dan tidak diperbolehkan untuk merusak ciptaan-Nya. Segala sesuatu yang telah diciptakan oleh Allah SWT memiliki manfaat tersendiri, salah satunya yang telah disebutkan yaitu manfaat hutan dalam menahan terjangan gelombang tsunami dengan mengurangi laju energinya.

Parameter yang terakhir yaitu garis pantai dan skenario ketinggian gelombang tsunami. Garis pantai pada penelitian kali ini diperoleh dari peta rupa bumi 1:25000 Kabupaten Banyuwangi. Garis pantai yang digunakan adalah garis pantai Kecamatan Pesanggaran sesuai dengan lokasi penelitian yang digunakan pada penelitian kali ini. Adapun skenario ketinggian gelombang tsunami yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu 1m, 2m, 5m, 15m, dan 30m. Skenario ketinggian gelombang tsunami pada penelitian kali ini didasari oleh skala intensitas tsunami Imamura-lida.



Gambar 4.3 Peta Garis Pantai

Tahapan selanjutnya yaitu memodelkan genangan tsunami dengan menggunakan *model builder* dan fungsi *cost distance* pada *software* ArcGIS. Seluruh parameter dimasukkan sebagai input parameter dalam *model builder* dengan berdasarkan persamaan 5, yang mana mengacu pada model yang dikembangkan oleh Mcsaveney dan Rattenbury (2000). Dapat dilihat pada gambar 4.4, bahwa warna biru pada gambar menunjukkan *data input* atau masukan, warna kuning menunjukkan *tool*, dan warna hijau menunjukkan *output* atau hasil. Proses pemodelan pada kali ini dapat berjalan lancar saat proses *running* dilakukan, hal ini ditunjukkan pada gambar 4.4 bahwa terdapat bayangan di bawahnya



Gambar 4.4 Model Builder

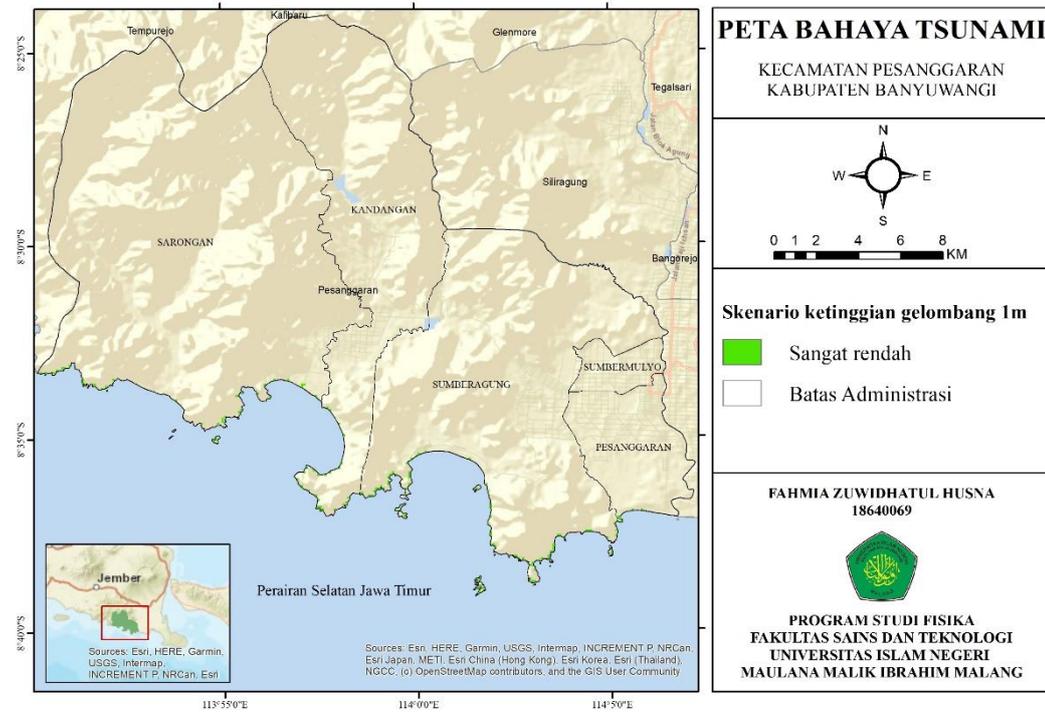
Berdasarkan pemodelan yang telah dilakukan, didapatkan hasil berupa peta bahaya tsunami sebanyak lima buah peta, sesuai dengan jumlah skenario ketinggian gelombang tsunami. Peta bahaya yang telah didapatkan kemudian dilakukan proses *reclassify* agar mempermudah saat penentuan kelas bahaya dan luas wilayah tergenangnya. Masing-masing dari skenario ketinggian gelombang tsunami memiliki kelas bahaya dan luas wilayah tergenang yang berbeda.

Tabel 4.1 Luas Wilayah Terdampak Bahaya Tsunami

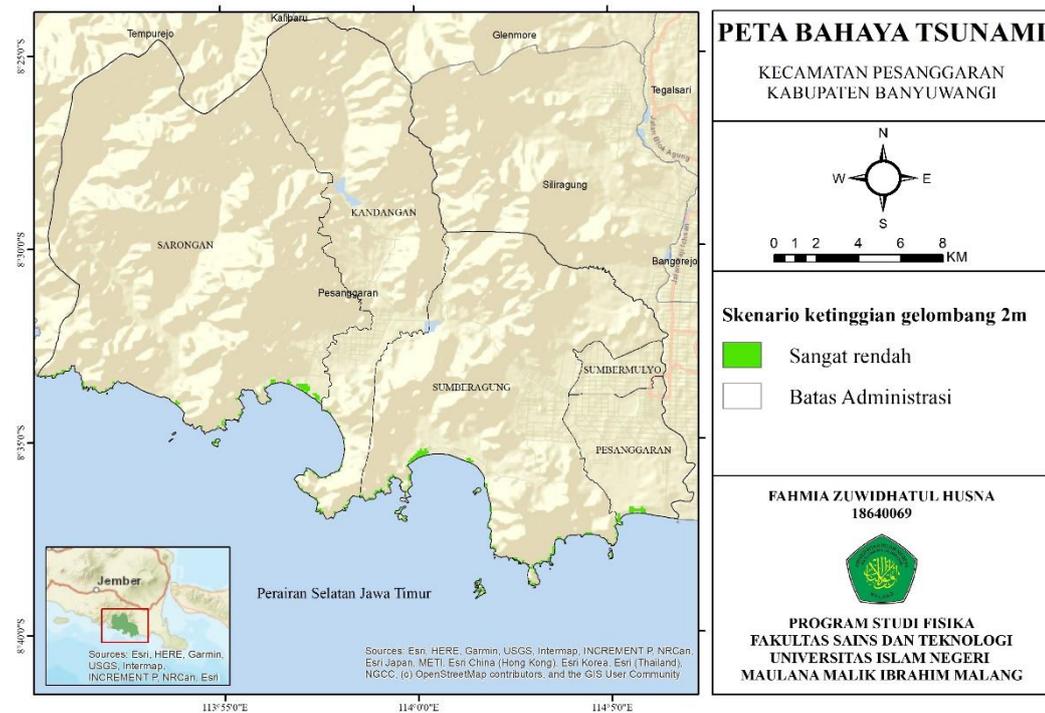
| No | Skenario Ketinggian Gelombang Tsunami (m) | Luas Wilayah Bahaya Tsunami (km ²) | | | | | Total luas genangan (km ²) |
|----|---|--|------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|---|
| | | <2m (Sangat rendah) | 2-5m (Rendah) | 5-15m (Sedang) | 15-30m (Tinggi) | >30m (Sangat tinggi) | |
| 1 | 1 | 1.242 | – | – | – | – | 1.242 |
| 2 | 2 | 1.954 | – | – | – | – | 1.954 |
| 3 | 5 | 5.582 | 4.008 | – | – | – | 9.59 |
| 4 | 15 | 10.612 | 16.365 | 36.591 | – | – | 63.568 |
| 5 | 30 | 8.840 | 14.047 | 59.575 | 68.072 | – | 150.534 |

Berdasarkan tabel 4.1 dan gambar 4.5 menunjukkan bahwa pada skenario ketinggian gelombang tsunami 1m memiliki luas wilayah genangan seluas 1.242 km² dengan klasifikasi bahaya sangat rendah. Berdasarkan tabel 4.1 dan gambar 4.6, skenario ketinggian gelombang tsunami 2m memiliki luas wilayah genangan seluas 1.954 km² dengan klasifikasi bahaya sangat rendah. Pada skenario ketinggian gelombang tsunami 1m dan 2m belum menunjukkan luasan genangan

yang mencapai wilayah pemukiman, yang mana pada skenario tersebut menunjukkan bahaya sangat rendah sesuai dengan tabel.

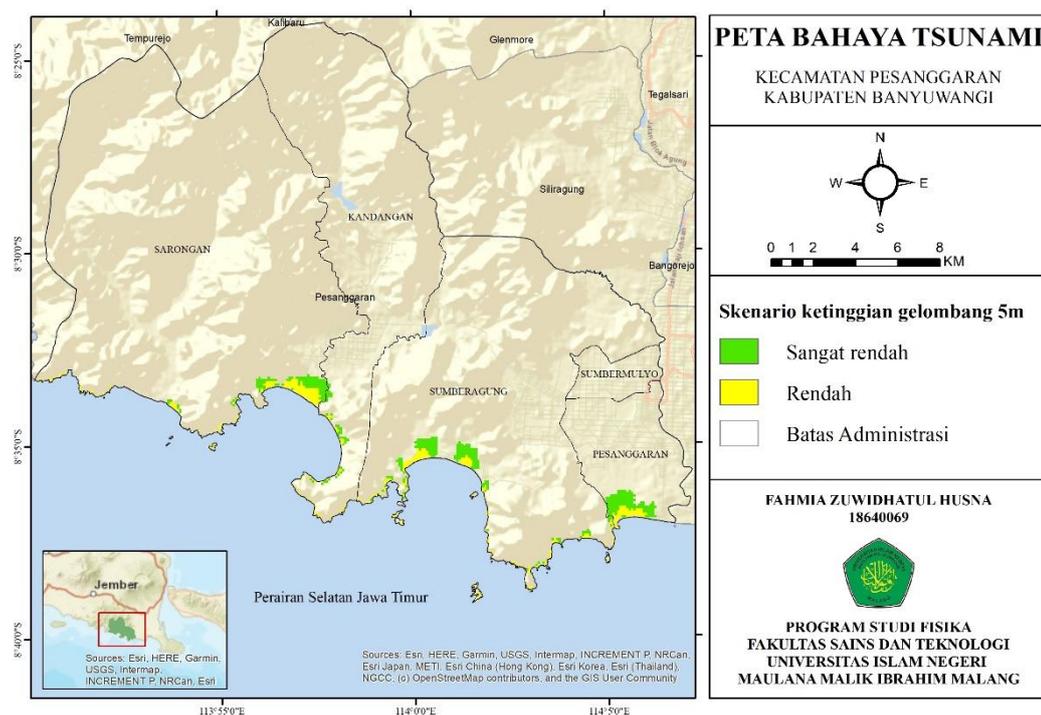


Gambar 4.5 Peta Bahaya Tsunami Skenario 1m



Gambar 4.6 Peta Bahaya Tsunami Skenario 2m

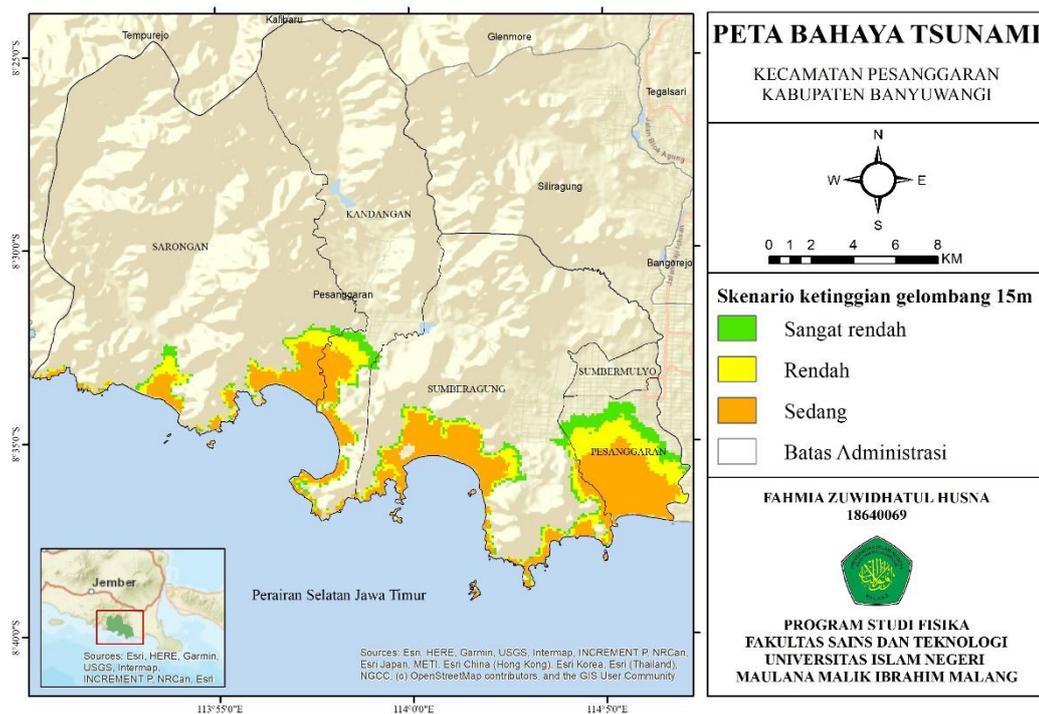
Skenario ketinggian gelombang tsunami 5m memiliki total luas wilayah genangan seluas 9.59 km² dengan klasifikasi bahaya sangat rendah seluas 5.582 km² dan bahaya rendah seluas 4.008 km². Pada skenario ini dapat diketahui bahwa gelombang tsunami mulai menggenangi di sekitar pesisir wilayah pemukiman/lahan terbangun dan lahan pertanian di Desa Sarongan, wilayah hutan di Desa Kandangan, wilayah pemukiman/lahan terbangun, lahan pertanian, semak/berukar, dan wilayah hutan di Desa Sumberagung, serta wilayah pemukiman/lahan terbangun, lahan pertanian, dan mangrove di Desa Pesanggaran. Gelombang tsunami belum menggenangi Desa Sumbermulyo dikarenakan jaraknya yang tidak terlalu dekat dengan pantai.



Gambar 4.7 Peta Bahaya Tsunami Skenario 5m

Skenario ketinggian gelombang tsunami 15m memiliki total luas wilayah genangan seluas 63.568 km² dengan klasifikasi bahaya sangat rendah seluas 10.612 km², bahaya rendah seluas 16.365 km² dan bahaya sedang seluas 36.591 km². Pada

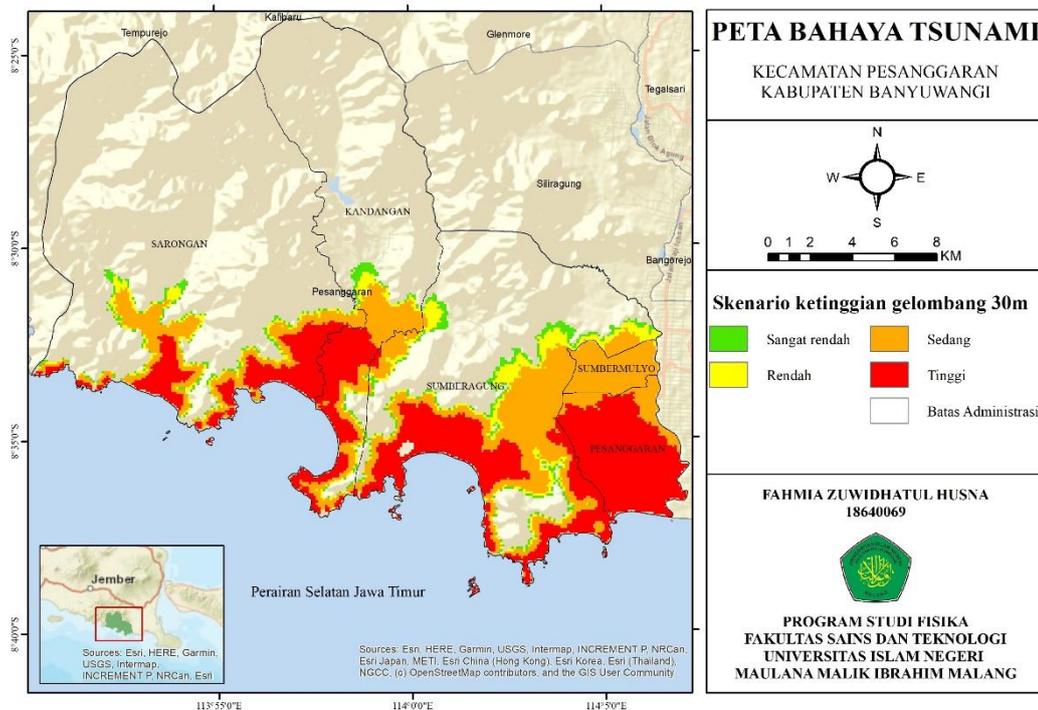
skenario ini menunjukkan adanya genangan tsunami yang cukup luas dengan bahaya sangat rendah hingga sedang. Di Desa Sarongan, menunjukkan bahwa wilayah genangan tsunami menggenangi area pemukiman/lahan terbangun di pesisir pantai, area perkebunan, lahan pertanian dan hutan. Wilayah pemukiman/lahan terbangun, lahan pertanian, perkebunan, semak/belukar, dan hutan tergenangan di Desa Kandangan. Di Desa Sumberagung juga menunjukkan wilayah tergenangan hampir sama dengan Desa Kandangan, yaitu pemukiman/lahan terbangun, lahan pertanian, perkebunan, semak/belukar, dan lahan kosong/terbuka. Kemudian di Desa Pesanggaran, genangan tsunami menggenangi hampir seluruh desanya dikarenakan rendahnya nilai kelerengan (sekitar 0 – 11.1085 derajat) pada daerah ini. Adapun genangannya meliputi area pemukiman/lahan terbangun, lahan pertanian, perkebunan, tambak/empang, dan mangrove. Desa Sumbermulyo pada skenario ini belum terkena genangan tsunami, dikarenakan jaraknya yang tidak terlalu dekat dengan pantai meskipun memiliki kelerengan yang rendah.



Gambar 4.8 Peta Bahaya Tsunami Skenario 15m

Skenario ketinggian gelombang tsunami 30m memiliki total luas wilayah genangan seluas 150.534 km² dengan klasifikasi bahaya sangat rendah seluas 8.84 km², bahaya rendah seluas 14.047 km², bahaya sedang seluas 59.575 km², dan bahaya tinggi seluas 68.072 km². Di Desa Sarongan seluruh pemukiman, lahan pertanian dan hampir seluruh perkebunan tergenang oleh genangan tsunami. Genangan juga memasuki area hutan dan seluruh area semak/belukar. Kemudian di Desa Kandangan, tsunami menggenangi pada hampir seluruh wilayah pemukiman/lahan terbangun, lahan pertanian, perkebunan, hutan, semak/belukar, dan lahan kosong. Di Desa Sumberagung, tsunami juga menggenangi seluruh wilayah pemukiman/lahan terbangun, wilayah pertanian dan perkebunan, hutan, serta semak/belukar. Seluruh Desa Pesanggaran dan Desa Sumbermulyo tergenang oleh genangan tsunami, hal tersebut dapat terjadi karena rendahnya nilai

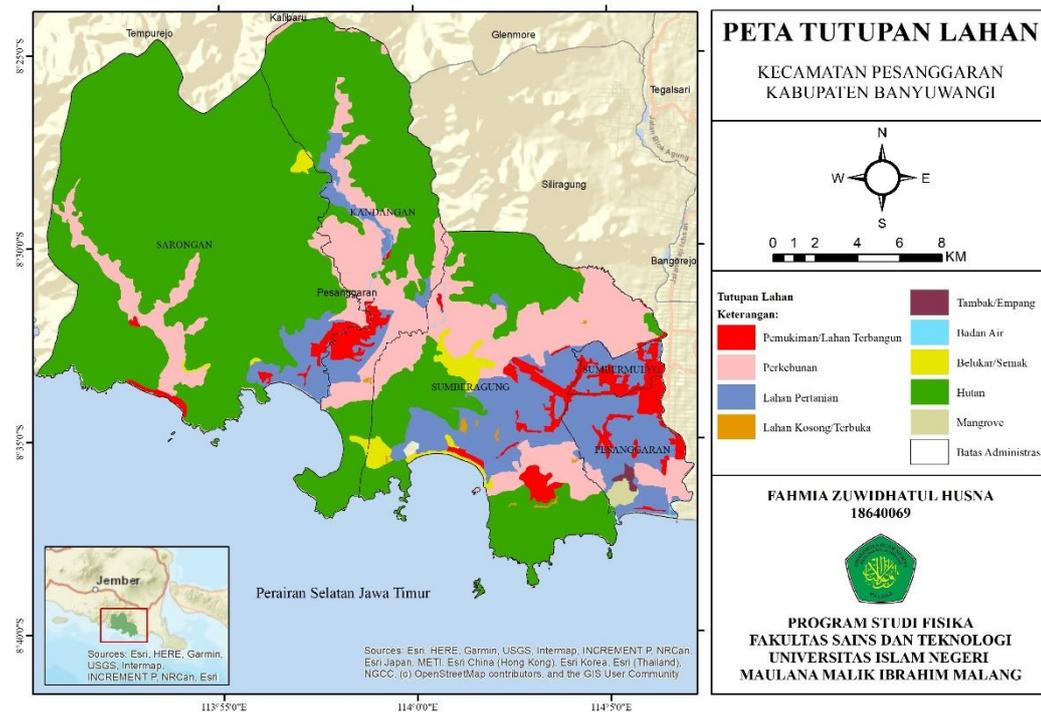
kelerengan, jarak wilayah dari pantai, dan kurangnya media penahan gelombang tsunami di pesisirnya.



Gambar 4.9 Peta Bahaya Tsunami Skenario 30m

4.2 Peta Kerentanan Tsunami

Variabel kerentanan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah kerentanan sosial ekonomi pada tutupan lahan Kecamatan Pesanggaran. Pemberian skor (dengan nilai 1, 2, 3, dan 4) diberikan sesuai dengan pengaruh setiap tutupan lahan terhadap kegiatan ekonomi masyarakat. Apabila kelas tutupan lahan memiliki pengaruh terhadap kegiatan ekonomi rendah maka akan diberikan nilai yang kecil yang berarti kerentanannya rendah, begitu juga sebaliknya apabila kelas tutupan lahan memiliki pengaruh terhadap kegiatan ekonomi tinggi maka akan diberikan nilai yang besar yang juga berarti kerentanannya tinggi.



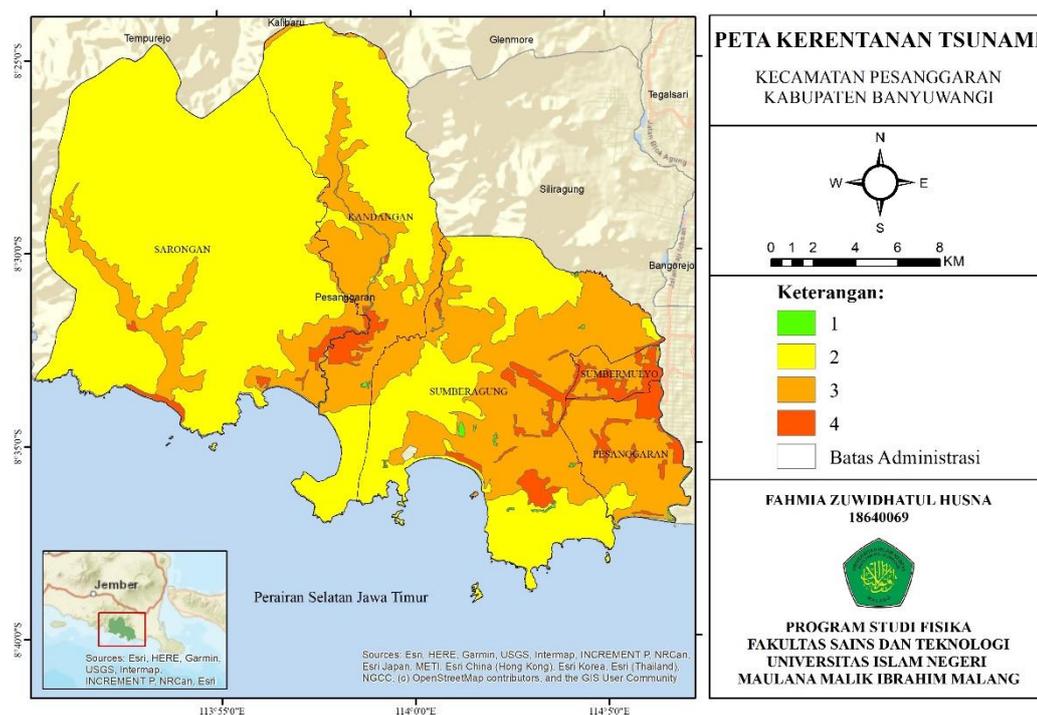
Gambar 4.10 Peta Tutupan Lahan

Tabel 4.2 Skor dan Luas Kelas Tutupan Lahan

| No | Keterangan | Skor | Luas (km ²) |
|----|---------------------------|------|-------------------------|
| 1 | Belukar/Semak | 2 | 6.850 |
| 2 | Mangrove | 2 | 1.319 |
| 3 | Hutan | 2 | 274.718 |
| 4 | Pemukiman/Lahan Terbangun | 4 | 19.688 |
| 5 | Perkebunan | 3 | 81.937 |
| 6 | Lahan Pertanian | 3 | 59.223 |
| 7 | Badan Air | 1 | 1.231 |
| 8 | Tambak/Empang | 3 | 0.589 |
| 9 | Lahan Kosong/Terbuka | 1 | 0.627 |

Berdasarkan tabel 4.2 di atas, dapat diketahui bahwa Kecamatan Pesanggaran wilayahnya didominasi oleh hutan seluas 274.718 km², disusul dengan wilayah

perkebunan seluas 81.937 km², wilayah pertanian seluas 59.223 km², wilayah pemukiman/lahan terbangun seluas 19.688 km², wilayah belukar/semak seluas 6.850 km², wilayah mangrove seluas 1.319 km², badan air seluas 1.231 km², lahan kosong seluas 0.627 km², dan tambak/empang seluas 0.589 km². Skor terbesar (nilai 4) ada pada wilayah pemukiman/lahan terbangun, kemudian skor dengan nilai 3 ada pada wilayah perkebunan, lahan pertanian, dan tambak/empang, yang mana menunjukkan mata pencaharian sebagian besar masyarakat Kecamatan Pesanggaran. Skor dengan nilai 2 ada pada wilayah belukar/semak, mangrove, dan hutan. Dan skor dengan nilai 1 ada pada wilayah badan air, dan lahan kosong/terbuka.



Gambar 4.11 Peta Kerentanan Tsunami

4.3 Penentuan Tingkat Risiko Tsunami

Penentuan tingkat risiko dalam penelitian ini menggunakan masukan hasil dari peta bahaya dan peta kerentanan yang telah dibuat. Sesuai dengan persamaan yang

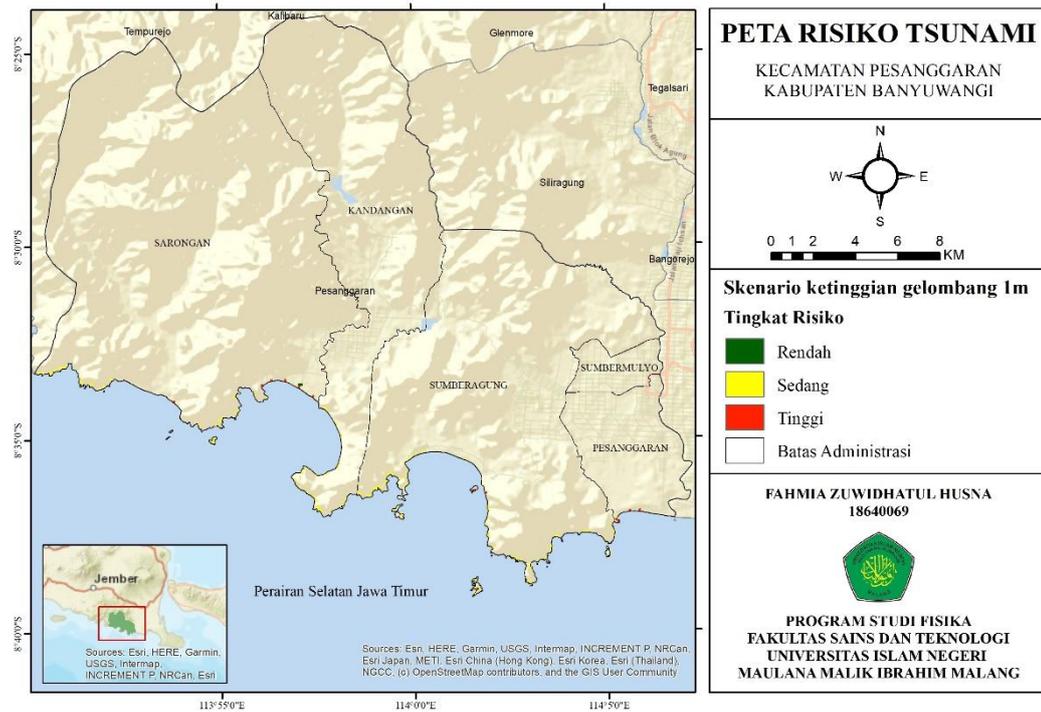
diacu yaitu persamaan 6 dari Model Crunch, peta bahaya dan peta kerentanan yang telah dibuat akan dikalikan dengan menggunakan *raster calculator* pada *software* ArcGIS. Kemudian untuk penentuan tingkat risiko pada penelitian kali ini, menggunakan 3 kelas tingkat risiko, yaitu tingkat risiko rendah, risiko sedang, dan risiko tinggi. Untuk interval setiap kelas risiko, didapatkan dari perkalian nilai maksimum peta bahaya dan peta kerentanan ($N_{maksimum}$) dikurangi perkalian dari nilai minimum peta bahaya dan peta kerentanan ($N_{minimum}$) dibagi tiga berdasarkan jumlah kelas tingkat risiko.

Tabel 4.3 Luas Wilayah Terdampak Risiko Tsunami

| No | Skenario Ketinggian Gelombang Tsunami (m) | Risiko Tsunami (km ²) | | |
|----|---|-----------------------------------|--------|--------|
| | | Rendah | Sedang | Tinggi |
| 1 | 1 | 0.018 | 1.123 | 0.103 |
| 2 | 2 | 0.440 | 1.319 | 0.155 |
| 3 | 5 | 5.170 | 3.537 | 0.814 |
| 4 | 15 | 29.054 | 26.431 | 8.039 |
| 5 | 30 | 56.930 | 61.539 | 32.165 |

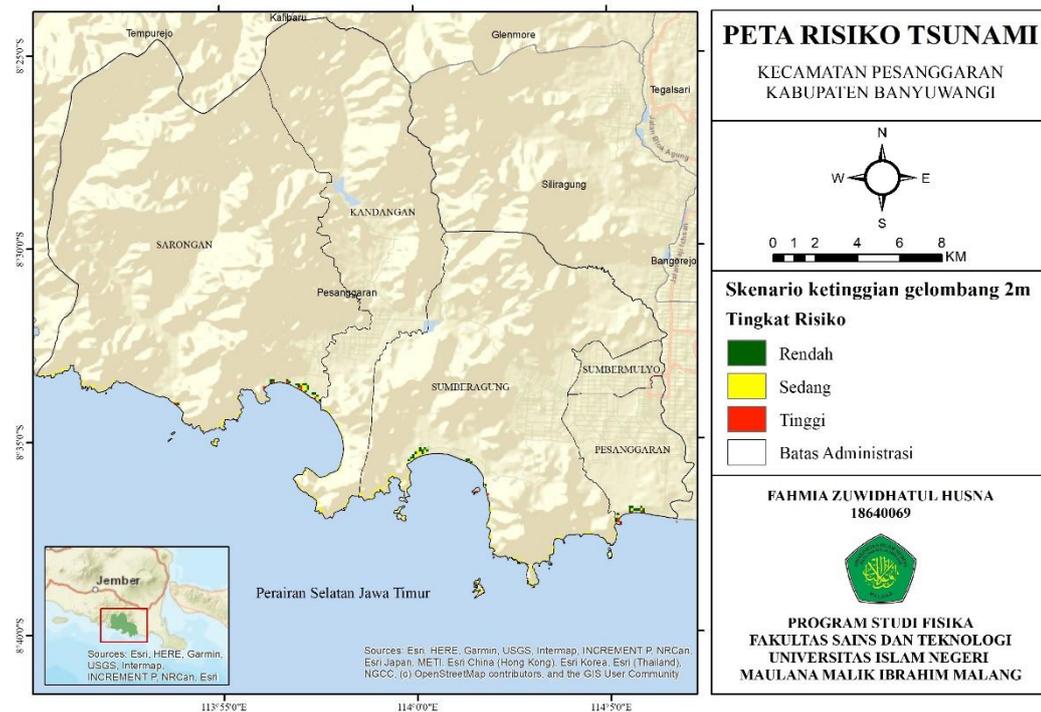
Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, pada skenario ketinggian gelombang tsunami 1m diketahui bahwa pada tingkat risiko rendah dengan interval 0-1 memiliki luas wilayah 0.018 km², tingkat risiko sedang dengan interval 1-2 memiliki luas wilayah 1.123 km², dan tingkat risiko tinggi dengan interval >2 memiliki luas wilayah 0.103 km². Pada skenario ini, dapat diketahui bahwa wilayah

yang terdampak masih berada pada sekitar pantai di Desa Sarongan, Desa Kandangan, Desa Sumberagung, dan Desa Pesanggaran. Tingkat risiko tinggi pada skenario ini terlihat sedikit memasuki area pemukiman/lahan terbangun dan pertanian di sekitar pantai di Desa Sarongan.



Gambar 4.12 Peta Risiko Skenario 1m

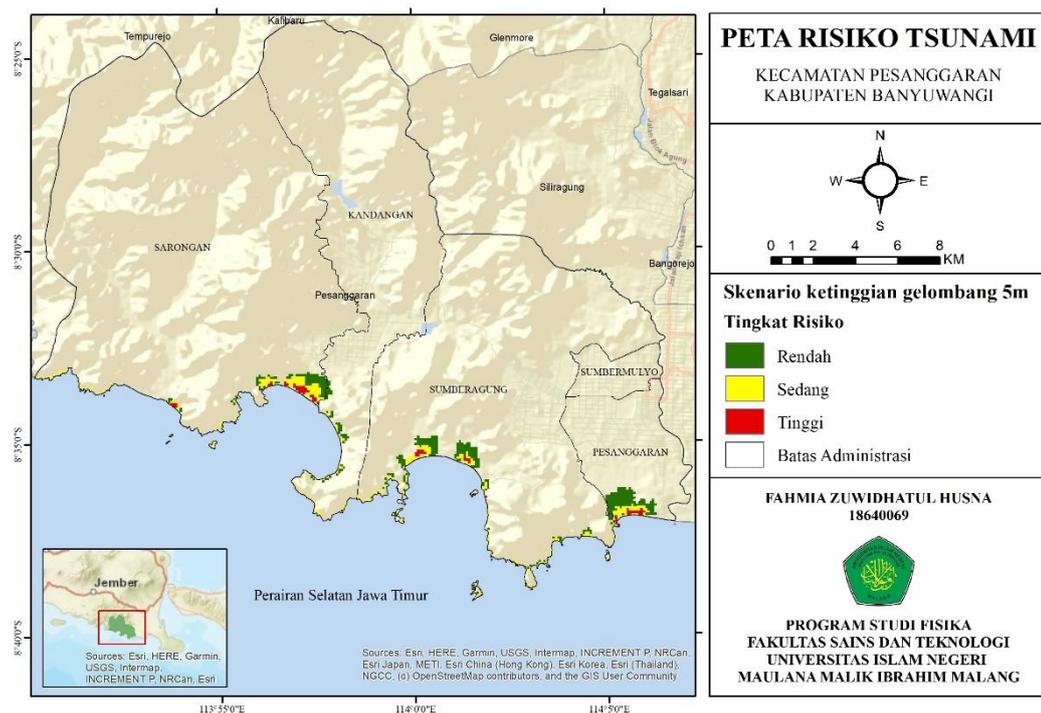
Skenario ketinggian gelombang tsunami 2m diketahui memiliki tingkat risiko rendah dengan interval 0-2 seluas 0.440 km², tingkat risiko sedang dengan interval 2-4 seluas 1.319 km², serta tingkat risiko tinggi dengan interval >4 seluas 0.155 km². Pada skenario ini diketahui bahwa wilayah yang terdampak juga masih berada di sekitar pantai di Desa Sarongan, Desa Kandangan, Desa Sumberagung, dan Desa Pesanggaran. Kemudian untuk tingkat risiko tingginya terlihat sedikit memasuki wilayah pemukiman/lahan terbangun dan pertanian di sekitar pantai Desa Sarongan dan Desa Pesanggaran.



Gambar 4.13 Peta Risiko Tsunami Skenario 2m

Skenario ketinggian gelombang tsunami 5m memiliki tingkat risiko rendah dengan interval 0-5 seluas 5.17 km², tingkat risiko sedang dengan interval 5-10 seluas 3.537 km², dan tingkat risiko tinggi dengan interval >10 seluas 0.814 km². Untuk wilayah yang terdampak risiko rendah, risiko sedang dan risiko tinggi berada di Desa Sarongan, Desa Kandangan, Desa Sumberagung, dan Desa Pesanggaran. Pada skenario ini, tingkat risiko tinggi dapat diketahui berada pada Desa Sarongan dengan wilayah yang terdampak yaitu wilayah pemukiman/lahan terbangun dan lahan pertanian, Desa Sumberagung dengan wilayah terdampak yaitu wilayah pemukiman/lahan terbangun, serta pada Desa Pesanggaran dengan wilayah terdampak yaitu pemukiman/lahan terbangun dan lahan pertanian. Wilayah dengan risiko tinggi paling luas pada skenario ini berada pada Desa Sarongan dan Desa Pesanggaran. Hal tersebut dapat diketahui karena pada Desa Sarongan sendiri wilayah lahan terbangun/pemukiman dan lahan pertaniannya berada di pesisir

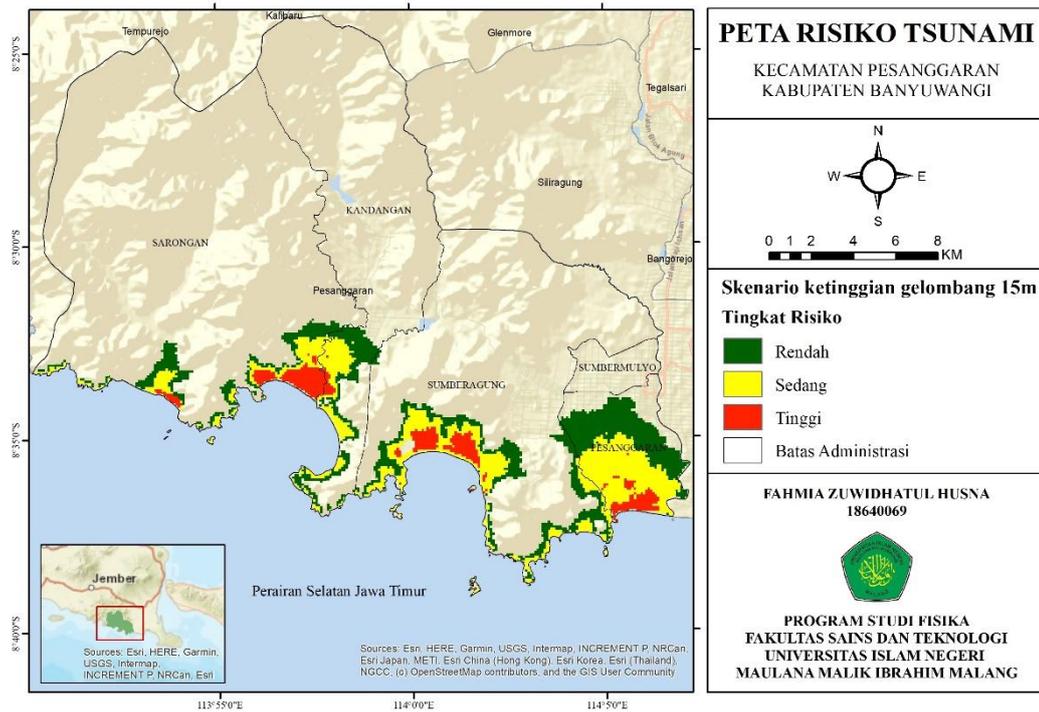
pantai dan tidak adanya penghalang yang mampu menghalangi tsunami masuk menuju wilayah lahan terbangun/pemukiman dan lahan pertaniannya, sedangkan pada Desa Pesanggaran sendiri dikarenakan rendahnya tingkat keterlerangan serta banyaknya wilayah pemukiman/lahan terbangun dan lahan pertanian. Pada Desa Kandangan tidak terdapat tingkat risiko tinggi, hal tersebut dapat terjadi akibat tingginya keterlerangan yang dimiliki, tutupan lahan berupa hutan yang mampu menahan terjangan gelombang tsunami, serta daerah pemukiman/lahan terbangun yang tidak terlalu dekat dengan pantai. Baik tingkat risiko rendah, sedang, dan tinggi pada skenario ini, belum terlihat dampaknya pada Desa Sumbermulyo. Hal tersebut dapat terjadi karena jaraknya yang tidak terlalu dekat dengan pantai.



Gambar 4.14 Peta Risiko Tsunami Skenario 5m

Skenario ketinggian gelombang tsunami 15m memiliki tingkat risiko rendah dengan interval 0-15 seluas 29.054 km², tingkat risiko sedang dengan interval 15-30 seluas 26.431 km², dan tingkat risiko tinggi dengan interval >30 seluas 8.039

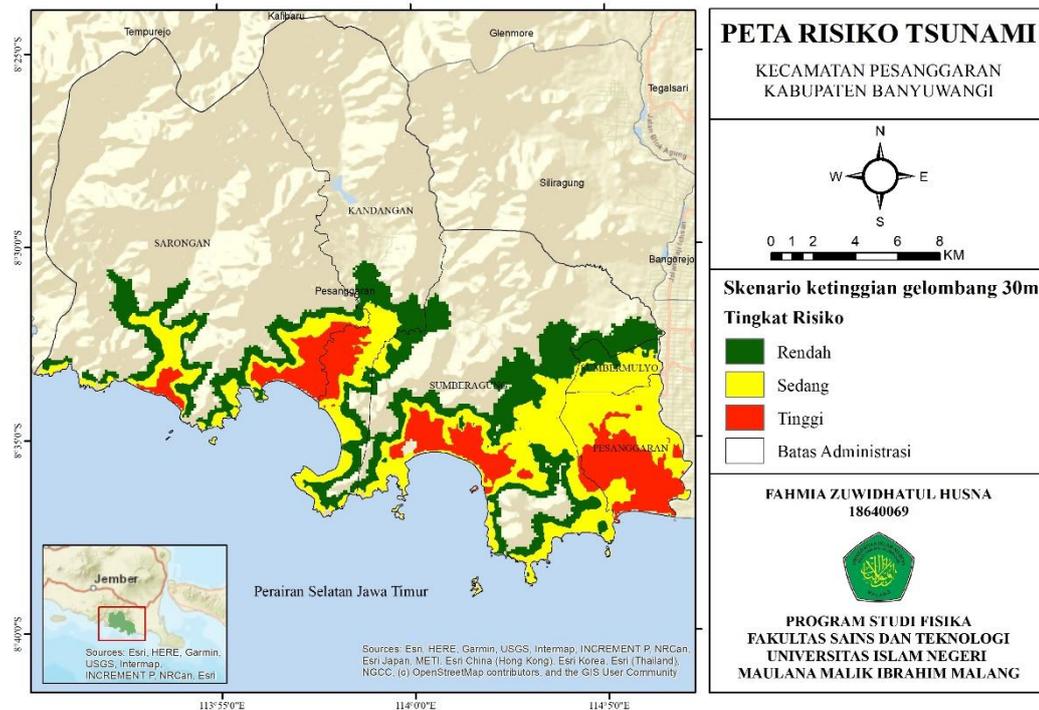
km². Pada skenario ini, wilayah yang terdampak risiko rendah, sedang, dan tinggi berada di Desa Sarongan, Desa Kandangan, Desa Sumberagung, dan Desa Pesanggaran. Tingkat risiko tinggi pada Desa Sarongan menunjukkan dampak pada wilayah pemukiman/lahan terbangun, perkebunan, serta lahan pertanian. Pada Desa Kandangan, risiko tinggi berada pada wilayah perkebunan dan lahan pertanian. Pada Desa Sumberagung, risiko tinggi berada pada wilayah pemukiman/lahan terbangun dan lahan pertanian. Kemudian risiko tinggi pada Desa Pesanggaran berada pada wilayah pemukiman/lahan terbangun, tambak, dan lahan pertanian. Wilayah dengan risiko tinggi paling luas pada skenario ini berada pada Desa Sarongan dan Desa Pesanggaran. Hal tersebut dapat diketahui karena pada Desa Sarongan sendiri wilayah lahan terbangun/pemukiman, lahan pertanian, dan perkebunannya tidak memiliki penghalang yang mampu menghalangi tsunami masuk menuju wilayah tersebut, sedangkan pada Desa Pesanggaran sendiri dikarenakan rendahnya tingkat kelerengan, banyaknya wilayah pemukiman/lahan terbangun, lahan pertanian, dan perkebunan, serta tidak adanya penghalang yang mampu menghalangi tsunami masuk ke wilayah tersebut. Pada skenario ini, baik tingkat risiko rendah, sedang, dan tinggi belum mencapai ke Desa Sumbermulyo.



Gambar 4.15 Peta Risiko Tsunami Skenario 15m

Skenario ketinggian gelombang tsunami yang terakhir, yaitu 30m memiliki tingkat risiko rendah dengan interval 0-30 seluas 56.93 km², risiko sedang dengan interval 30-60 seluas 61.539 km², dan risiko tinggi dengan interval >60 seluas 32.165 km². Pada skenario ini, tingkat risiko tinggi dapat terlihat pada Desa Sarongan dengan wilayah terdampaknya yaitu wilayah pemukiman/lahan terbangun, perkebunan, dan lahan pertanian. Pada Desa Kandangan, risiko tinggi berada pada wilayah pemukiman/lahan terbangun, perkebunan, dan lahan pertanian. Pada Desa Sumberagung, tingkat risiko tinggi berada pada wilayah pemukiman/lahan terbangun, perkebunan, dan lahan pertanian. Kemudian pada Desa Pesanggaran, tingkat risiko tinggi berada pada wilayah pemukiman/lahan terbangun, perkebunan, lahan pertanian, dan tambak. Pada Desa Sarongan, Desa Kandangan, dan Desa Sumberagung memiliki risiko tinggi dikarenakan tidak adanya penghalang yang mampu menghalangi tsunami masuk menuju wilayah

tersebut. Sedangkan pada Desa Pesanggaran dikarenakan rendahnya tingkat kelerengan, serta tidak adanya penghalang yang mampu menghalangi tsunami masuk ke wilayah tersebut.



Gambar 4.16 Peta Risiko Tsunami Skenario 30m

Segala kejadian yang terjadi di dunia merupakan kejadian yang telah dikehendaki oleh Allah SWT. Sebagai umat muslim, wajib bagi kita untuk meyakini bahwa segala sesuatu atau kejadian bahkan bencana yang melanda berasal dari Allah SWT. Apabila terjadi bencana yang melanda umat manusia, baiknya kita memiliki sifat sabar, mendekatkan diri kepada Allah SWT, dan berusaha untuk memperbaiki keadaan. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an Surat Al-Baqarah ayat 155-156:

وَلَنَبْلُوَنَّكُمْ بِشَيْءٍ مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ وَالْأَنْفُسِ وَالثَّمَرَاتِ وَبَشِّرِ
الصَّابِرِينَ - ١٥٥

“Dan Kami pasti akan menguji kamu dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Dan sampaikanlah kabar gembira kepada orang-orang yang sabar,”

الَّذِينَ إِذَا أَصَابَتْهُمُ مُصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ - ١٥٦

“(yaitu) orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka berkata ‘Inna lillahi wa inna ilaihi raji’un’ (sesungguhnya kami milik Allah dan kepada-Nyalah kami kembali).”

Jalaluddin Al-Mahalli dan Jalaluddin As-Suyuti dalam *Tafsir Jalalain* menjelaskan pada kedua ayat di atas, yaitu “(Dan sungguh Kami akan memberimu cobaan berupa sedikit ketakutan) terhadap musuh, (kelaparan) paceklik, (kekurangan harta) disebabkan datangnya malapetaka, (dan jiwa) disebabkan pembunuhan, kematian dan penyakit, (serta buah-buahan) karena bahaya kekeringan, artinya Kami akan menguji kamu, apakah kamu bersabar atau tidak. (Dan sampaikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar) bahwa mereka akan menerima ganjaran kesabaran itu berupa surga.”, “(Yaitu orang-orang yang apabila mereka ditimpa musibah) bencana atau malapetaka (mereka mengucapkan, 'Innaa lillaahi') artinya sesungguhnya kita ini milik Allah; maksudnya menjadi milik dan hamba-Nya yang dapat diperlakukan-Nya sekehendak-Nya, ('wa innaa ilaihi raaji'un') artinya dan sesungguhnya kepada-Nyalah kita akan kembali, yakni ke akhirat, di sana kita akan diberi-Nya balasan. Dalam sebuah hadis disebutkan, "Barang siapa yang istirja`/mengucapkan 'innaa lillaahi wa innaa ilaihi raaji'un' ketika mendapat musibah, maka ia diberi pahala oleh Allah dan diiringi-Nya dengan kebaikan." Juga diberitakan bahwa pada suatu ketika lampu Nabi saw. padam, maka beliau pun mengucapkan istirja`, lalu kata Aisyah, "Bukankah ini hanya sebuah lampu!" Jawabnya, "Setiap yang mengecewakan (hati) orang

mukmin itu berarti musibah." Diriwayatkan oleh Abu Daud dalam kumpulan hadis-hadis mursalnya" (Al-Mahalli diterjemahkan Bahrn Abubakar, 2008).

Berdasarkan kedua ayat dan tafsir tersebut menunjukkan bahwa bencana dan bersabar sudah menjadi satu kesatuan yang harus diterapkan oleh manusia. Dalam menghadapi bencana yang menimpa, baiknya sebagai umat muslim bersabar dan mengucap "Inna lillaahi wa innaa ilaihi raaji'uun". Bagi umat muslim yang apabila ditimpa bencana memiliki rasa sabar dan mengucapkan istirja' maka kelak akan menerima ganjaran berupa pahala dan surga. Tidak memiliki sikap sabar dalam menghadapi bencana merupakan sikap berputus asa atau berprasangka buruk kepada Allah SWT, yang mana sikap tersebut adalah sikap yang dilarang dan tidak akan memberikan kebaikan di masa depan. Selain memiliki sikap sabar dalam menghadapi bencana, sikap lain yang harus dimiliki yaitu berprasangka baik kepada Allah SWT, berikhtiar dengan melakukan usaha untuk memperbaiki keadaan, serta mendekatkan diri kepada Allah dengan berdoa dan berdzikir.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui kesimpulannya yaitu:

1. Luas wilayah terdampak bahaya tsunami yang didapatkan pada skenario ketinggian gelombang tsunami 1m seluas 1.242 km², skenario 2m seluas 1.964 km², skenario 5m seluas 9.59 km², skenario 15m seluas 63.568 km², dan skenario 30m seluas 150.534 km².
2. Tutupan lahan yang memberikan dampak risiko tinggi saat adanya tsunami adalah lahan terbangun/pemukiman, lahan pertanian, perkebunan, dan tambak/empang karena memiliki pengaruh terhadap kegiatan ekonomi masyarakat yang tinggi, kemudian hutan, belukar/semak, mangrove, badan air, dan lahan kosong/terbuka yang memiliki pengaruh terhadap kegiatan ekonomi masyarakat yang rendah.
3. Tingkat risiko tsunami di Kecamatan Pesanggaran dibagi menjadi 3 kelas, yaitu tingkat risiko rendah, risiko sedang dan risiko tinggi. Adapun tingkat risiko yang perlu diwaspadai adalah ketika saat terjadi tsunami dengan ketinggian 15m dan 30m dikarenakan memiliki luasan risiko tinggi yang lebih luas. Luas wilayah terdampak risiko tsunami pada skenario 1m dengan tingkat risiko rendah seluas 0.018 km², risiko sedang 1.123 km², dan risiko tinggi seluas 0.103 km². Skenario 2m dengan tingkat risiko rendah seluas 0.440 km², risiko sedang 1.319 km², dan risiko tinggi seluas 0.155 km². Skenario 5m dengan tingkat risiko rendah seluas 5.170 km², risiko sedang

3.537 km², dan risiko tinggi seluas 0.814 km². Skenario 15m dengan tingkat risiko rendah seluas 29.054 km², risiko sedang 26.431 km², dan risiko tinggi seluas 8.039 km². Skenario 30m dengan tingkat risiko rendah seluas 56.930 km², risiko sedang 61.539 km², dan risiko tinggi seluas 32.165 km².

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan yaitu perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan penambahan simulasi gelombang tsunami menuju daratan dan adanya perencanaan jalur evakuasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Iqbal Fahmi., Firman Farid Muhson. 2010. *Pemetaan Risiko Tingkat Tsunami Berdasarkan Skenario Ketinggian Tsunami di Kecamatan Pasirian Kabupaten Lumajang Provinsi Jawa Timur*. *Juvenil* 1(4): 486-497.
- Adiyoso, Wignyo. 2018. *Manajemen Bencana*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Aksa, Furqan Ishak., dkk. 2021. *Geografi Bencana*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Al-Mahalli, Jalaluddin dan Jalaluddin As-Suyuti. *Tafsir Al-Jalalain*. Diterjemahkan Bahrun Abubakar. 2008. *Terjemahan Tafsir Jalalain Berikut Asbabun Nuzul Jilid 1*. Bandung: Penerbit Sinar Baru Algensindo.
- Al-Mahalli, Jalaluddin dan Jalaluddin As-Suyuti. *Tafsir Al-Jalalain*. Diterjemahkan Bahrun Abubakar. 2008. *Terjemahan Tafsir Jalalain Berikut Asbabun Nuzul Jilid 2*. Bandung: Penerbit Sinar Baru Algensindo.
- Amri, Mohd Robi., dkk. 2015. *Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.
- Berryman, Kelvin. 2005. *Review of Tsunami Hazard and Risk in New Zealand*. New Zealand: Institute of Geological and Nuclear Sciences.
- Dahuri, Rochimin., dkk. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT. Pramadya Paramita.
- Departemen Kehutanan. 2005. *Pendoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove*. Jakarta: Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial.
- Diposaptono, S., Budiman. 2008. *Hidup Akrab Dengan Gempa dan Tsunami*. Bogor: Buku Ilmiah Populer.
- Goodchild, Michael F. 2005. *GIS and Modeling Overview GIS, Spasial Analysis, and Modeling*. California: ESRI Press.
- Haggett, Peter. 2001. *Geography: A Global Synthesis*. New York: Pearson Hall.
- Haridhi, Haekal Azief. 2020. *Sistem Informasi Geografis Lautan*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Hoppe, Michael W. 2010. *Pengetahuan Tentang Risiko*. Jakarta: GTZ Office.
- Indayanto, Agus., Arqom Kuswanjono. 2012. *Respon Masyarakat Lokal Atas Bencana*. Yogyakarta: PT Mizan Pustaka.

- Islam, Faiz, dkk (2014). *Penentuan Resiko dan Kerentanan Tsunami di Kebumen Dengan Citra Alos*. Jurnal Geodesi Undip. 3(1): 141-153.
- Mardiyanto, Bangun., dkk. 2013. Kajian Kerentanan Tsunami Menggunakan Metode Sistem Informasi Geografi di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal of Marine Research*. 2(1): 103-111.
- McSaveney, M., Rattenbury, M. 2000. *Tsunami Impact in Hawke's Bay*. New Zealand: Institute of Geological and Nuclear Sciences.
- Natawidjaja, D. H. 2007. *Pelatihan Pemodelan Run-Up Tsunami*. Bandung: Geoteknologi-LIPI.
- Prahasta, Eddy. 2009. *Sistem Informasi Geografis Konsep-konsep Dasar*. Bandung: Informatika Bandung.
- Pratomo, Rahmat Aris dan Iwan Rudiarto (2013). *Pemodelan Tsunami dan Implikasinya Terhadap Mitigasi Bencana di Kota Palu*. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*. 9(2): 174-182.
- Sadahiro, Yukio. 2006. *Spatial Analysis Using GIS*. Japan: University of Tokyo.
- Sambah, A.B dan F. Miura. 2013. *Remote Sensing, GIS, and AHP for Assessing Physical Vulnerability to Tsunami Hazard*. *International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*. 7(11).
- Sampurno, R, M., Thoriq, A. 2016. *Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) Di Kabupaten Sumedang*. *Jurnal Teknonan*. 10(2).
- Sengaji, Ernawati dan Bisman Nababan (2009). *Pemetaan Tingkat Resiko Tsunami di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur*. *Jurnal Ilmu dan Kelautan Tropis*. 1(1): 48-61.
- Setiyono, Urip., dkk. 2019. *Katalog Gempabumi Signifikan dan Merusak 1821-2018*. Jakarta: Pusat Gempabumi dan Tsunami Kedeputan Bidang Geofisika Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Strunz, G., dkk. 2011. *Tsunami Risk Assessment in Indonesia*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 11(1): 67-82.
- Sugandi, Dede., dkk. 2009. *Hand Out Sistem Informasi Geografis (SIG)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sugito, Nanin Trinawati. 2008. *Tsunami*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

- Sulistyo, Kuspriyadi., dkk. 2016. *Petunjuk Teknis Aplikasi Model Analisa Spasial Dalam Pembuatan Peta Arahana Pengelolaan Kawasan Konservasi dan Pengintegrasian Peta Zona/Blok Pada Skala 1:50.000 (Sesuai Kriteria Penilaian Tim Kebijakan Satu Peta)*. Bogor: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Syahbana, M. I. 2013. *Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Dengan Metode Object Based Image Analysis*. Jurnal Teknik Geodesi dan Geomatika. 10(1): 29-24.
- Yonvitner., dkk. 2019. *Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Yulaelawati, Ella., Usman Syihab. 2008. *Mencerdasi Bencana*. Jakarta: Grasindo.
- Zakaria, Zulfiadi., dkk. 2011. *Identifikasi dan Mitigasi Pada Zona Rawan Gempa Bumi di Jawa Barat*. Bulletin of Scientific Contribution. 9(1): 35-41.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Input

1. DEM SRTM 1 Arc-Second Global

| No | Value | Count |
|----|-------|-------------------|
| 1 | -6 | 1.000000000000 |
| 2 | -5 | 1.000000000000 |
| 3 | -4 | 3.000000000000 |
| 4 | -3 | 8.000000000000 |
| 5 | -2 | 27.000000000000 |
| 6 | -1 | 72.000000000000 |
| 7 | 0 | 1825.000000000000 |
| 8 | 1 | 834.000000000000 |
| 9 | 2 | 1292.000000000000 |
| 10 | 3 | 1415.000000000000 |
| 11 | 4 | 1701.000000000000 |
| 12 | 5 | 2263.000000000000 |
| 13 | 6 | 2842.000000000000 |
| 14 | 7 | 2930.000000000000 |
| 15 | 8 | 3425.000000000000 |
| 16 | 9 | 3853.000000000000 |
| 17 | 10 | 4007.000000000000 |
| 18 | 11 | 4089.000000000000 |
| 19 | 12 | 4325.000000000000 |
| 20 | 13 | 4431.000000000000 |
| 21 | 14 | 4484.000000000000 |
| 22 | 15 | 4340.000000000000 |
| 23 | 16 | 4039.000000000000 |
| 24 | 17 | 3804.000000000000 |
| 25 | 18 | 3518.000000000000 |
| 26 | 19 | 3190.000000000000 |
| 27 | 20 | 3075.000000000000 |
| 28 | 21 | 2875.000000000000 |
| 29 | 22 | 2847.000000000000 |
| 30 | 23 | 2767.000000000000 |
| 31 | 24 | 2607.000000000000 |
| 32 | 25 | 2403.000000000000 |
| 33 | 26 | 2419.000000000000 |
| 34 | 27 | 2327.000000000000 |
| 35 | 28 | 2533.000000000000 |
| 36 | 29 | 2666.000000000000 |

| | | |
|----|----|-------------------|
| 37 | 30 | 2662.000000000000 |
| 38 | 31 | 2508.000000000000 |
| 39 | 32 | 2469.000000000000 |
| 40 | 33 | 2297.000000000000 |
| 41 | 34 | 2216.000000000000 |
| 42 | 35 | 2103.000000000000 |
| 43 | 36 | 1973.000000000000 |
| 44 | 37 | 1693.000000000000 |
| 45 | 38 | 1659.000000000000 |
| 46 | 39 | 1668.000000000000 |
| 47 | 40 | 1618.000000000000 |
| 48 | 41 | 1531.000000000000 |
| 49 | 42 | 1666.000000000000 |
| 50 | 43 | 1600.000000000000 |
| 51 | 44 | 1568.000000000000 |
| 52 | 45 | 1520.000000000000 |
| 53 | 46 | 1477.000000000000 |
| 54 | 47 | 1568.000000000000 |
| 55 | 48 | 1556.000000000000 |
| 56 | 49 | 1510.000000000000 |
| 57 | 50 | 1568.000000000000 |
| 58 | 51 | 1521.000000000000 |
| 59 | 52 | 1487.000000000000 |
| 60 | 53 | 1471.000000000000 |
| 61 | 54 | 1432.000000000000 |
| 62 | 55 | 1406.000000000000 |
| 63 | 56 | 1459.000000000000 |
| 64 | 57 | 1374.000000000000 |
| 65 | 58 | 1414.000000000000 |
| 66 | 59 | 1391.000000000000 |
| 67 | 60 | 1348.000000000000 |
| 68 | 61 | 1429.000000000000 |
| 69 | 62 | 1411.000000000000 |
| 70 | 63 | 1380.000000000000 |
| 71 | 64 | 1422.000000000000 |
| 72 | 65 | 1331.000000000000 |
| 73 | 66 | 1292.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|-------------------|
| 74 | 67 | 1318.000000000000 |
| 75 | 68 | 1384.000000000000 |
| 76 | 69 | 1341.000000000000 |
| 77 | 70 | 1281.000000000000 |
| 78 | 71 | 1220.000000000000 |
| 79 | 72 | 1119.000000000000 |
| 80 | 73 | 1154.000000000000 |
| 81 | 74 | 1126.000000000000 |
| 82 | 75 | 1107.000000000000 |
| 83 | 76 | 1116.000000000000 |
| 84 | 77 | 1090.000000000000 |
| 85 | 78 | 1039.000000000000 |
| 86 | 79 | 1025.000000000000 |
| 87 | 80 | 1054.000000000000 |
| 88 | 81 | 1064.000000000000 |
| 89 | 82 | 1049.000000000000 |
| 90 | 83 | 1007.000000000000 |
| 91 | 84 | 1009.000000000000 |
| 92 | 85 | 953.000000000000 |
| 93 | 86 | 1053.000000000000 |
| 94 | 87 | 978.000000000000 |
| 95 | 88 | 1047.000000000000 |
| 96 | 89 | 1011.000000000000 |
| 97 | 90 | 981.000000000000 |
| 98 | 91 | 986.000000000000 |
| 99 | 92 | 938.000000000000 |
| 100 | 93 | 907.000000000000 |
| 101 | 94 | 918.000000000000 |
| 102 | 95 | 895.000000000000 |
| 103 | 96 | 955.000000000000 |
| 104 | 97 | 892.000000000000 |
| 105 | 98 | 980.000000000000 |
| 106 | 99 | 972.000000000000 |
| 107 | 100 | 881.000000000000 |
| 108 | 101 | 910.000000000000 |
| 109 | 102 | 881.000000000000 |
| 110 | 103 | 933.000000000000 |
| 111 | 104 | 892.000000000000 |
| 112 | 105 | 877.000000000000 |
| 113 | 106 | 921.000000000000 |
| 114 | 107 | 906.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 115 | 108 | 824.000000000000 |
| 116 | 109 | 862.000000000000 |
| 117 | 110 | 874.000000000000 |
| 118 | 111 | 817.000000000000 |
| 119 | 112 | 842.000000000000 |
| 120 | 113 | 864.000000000000 |
| 121 | 114 | 915.000000000000 |
| 122 | 115 | 906.000000000000 |
| 123 | 116 | 853.000000000000 |
| 124 | 117 | 823.000000000000 |
| 125 | 118 | 825.000000000000 |
| 126 | 119 | 832.000000000000 |
| 127 | 120 | 892.000000000000 |
| 128 | 121 | 828.000000000000 |
| 129 | 122 | 864.000000000000 |
| 130 | 123 | 853.000000000000 |
| 131 | 124 | 872.000000000000 |
| 132 | 125 | 854.000000000000 |
| 133 | 126 | 899.000000000000 |
| 134 | 127 | 869.000000000000 |
| 135 | 128 | 930.000000000000 |
| 136 | 129 | 818.000000000000 |
| 137 | 130 | 845.000000000000 |
| 138 | 131 | 813.000000000000 |
| 139 | 132 | 762.000000000000 |
| 140 | 133 | 861.000000000000 |
| 141 | 134 | 820.000000000000 |
| 142 | 135 | 843.000000000000 |
| 143 | 136 | 847.000000000000 |
| 144 | 137 | 819.000000000000 |
| 145 | 138 | 774.000000000000 |
| 146 | 139 | 832.000000000000 |
| 147 | 140 | 808.000000000000 |
| 148 | 141 | 816.000000000000 |
| 149 | 142 | 802.000000000000 |
| 150 | 143 | 824.000000000000 |
| 151 | 144 | 806.000000000000 |
| 152 | 145 | 766.000000000000 |
| 153 | 146 | 815.000000000000 |
| 154 | 147 | 793.000000000000 |
| 155 | 148 | 829.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 156 | 149 | 784.000000000000 |
| 157 | 150 | 776.000000000000 |
| 158 | 151 | 759.000000000000 |
| 159 | 152 | 771.000000000000 |
| 160 | 153 | 781.000000000000 |
| 161 | 154 | 755.000000000000 |
| 162 | 155 | 763.000000000000 |
| 163 | 156 | 732.000000000000 |
| 164 | 157 | 719.000000000000 |
| 165 | 158 | 775.000000000000 |
| 166 | 159 | 738.000000000000 |
| 167 | 160 | 747.000000000000 |
| 168 | 161 | 754.000000000000 |
| 169 | 162 | 767.000000000000 |
| 170 | 163 | 749.000000000000 |
| 171 | 164 | 728.000000000000 |
| 172 | 165 | 768.000000000000 |
| 173 | 166 | 668.000000000000 |
| 174 | 167 | 763.000000000000 |
| 175 | 168 | 727.000000000000 |
| 176 | 169 | 771.000000000000 |
| 177 | 170 | 708.000000000000 |
| 178 | 171 | 755.000000000000 |
| 179 | 172 | 682.000000000000 |
| 180 | 173 | 721.000000000000 |
| 181 | 174 | 685.000000000000 |
| 182 | 175 | 762.000000000000 |
| 183 | 176 | 734.000000000000 |
| 184 | 177 | 703.000000000000 |
| 185 | 178 | 741.000000000000 |
| 186 | 179 | 717.000000000000 |
| 187 | 180 | 756.000000000000 |
| 188 | 181 | 743.000000000000 |
| 189 | 182 | 723.000000000000 |
| 190 | 183 | 733.000000000000 |
| 191 | 184 | 742.000000000000 |
| 192 | 185 | 752.000000000000 |
| 193 | 186 | 738.000000000000 |
| 194 | 187 | 728.000000000000 |
| 195 | 188 | 738.000000000000 |
| 196 | 189 | 733.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 197 | 190 | 712.000000000000 |
| 198 | 191 | 700.000000000000 |
| 199 | 192 | 640.000000000000 |
| 200 | 193 | 713.000000000000 |
| 201 | 194 | 699.000000000000 |
| 202 | 195 | 708.000000000000 |
| 203 | 196 | 723.000000000000 |
| 204 | 197 | 666.000000000000 |
| 205 | 198 | 699.000000000000 |
| 206 | 199 | 700.000000000000 |
| 207 | 200 | 751.000000000000 |
| 208 | 201 | 699.000000000000 |
| 209 | 202 | 659.000000000000 |
| 210 | 203 | 682.000000000000 |
| 211 | 204 | 684.000000000000 |
| 212 | 205 | 718.000000000000 |
| 213 | 206 | 686.000000000000 |
| 214 | 207 | 707.000000000000 |
| 215 | 208 | 693.000000000000 |
| 216 | 209 | 698.000000000000 |
| 217 | 210 | 663.000000000000 |
| 218 | 211 | 670.000000000000 |
| 219 | 212 | 656.000000000000 |
| 220 | 213 | 675.000000000000 |
| 221 | 214 | 680.000000000000 |
| 222 | 215 | 666.000000000000 |
| 223 | 216 | 682.000000000000 |
| 224 | 217 | 653.000000000000 |
| 225 | 218 | 665.000000000000 |
| 226 | 219 | 666.000000000000 |
| 227 | 220 | 598.000000000000 |
| 228 | 221 | 669.000000000000 |
| 229 | 222 | 632.000000000000 |
| 230 | 223 | 673.000000000000 |
| 231 | 224 | 664.000000000000 |
| 232 | 225 | 622.000000000000 |
| 233 | 226 | 631.000000000000 |
| 234 | 227 | 651.000000000000 |
| 235 | 228 | 613.000000000000 |
| 236 | 229 | 687.000000000000 |
| 237 | 230 | 702.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 238 | 231 | 625.000000000000 |
| 239 | 232 | 602.000000000000 |
| 240 | 233 | 671.000000000000 |
| 241 | 234 | 650.000000000000 |
| 242 | 235 | 615.000000000000 |
| 243 | 236 | 640.000000000000 |
| 244 | 237 | 665.000000000000 |
| 245 | 238 | 618.000000000000 |
| 246 | 239 | 657.000000000000 |
| 247 | 240 | 664.000000000000 |
| 248 | 241 | 658.000000000000 |
| 249 | 242 | 621.000000000000 |
| 250 | 243 | 677.000000000000 |
| 251 | 244 | 654.000000000000 |
| 252 | 245 | 602.000000000000 |
| 253 | 246 | 627.000000000000 |
| 254 | 247 | 597.000000000000 |
| 255 | 248 | 645.000000000000 |
| 256 | 249 | 612.000000000000 |
| 257 | 250 | 615.000000000000 |
| 258 | 251 | 596.000000000000 |
| 259 | 252 | 666.000000000000 |
| 260 | 253 | 625.000000000000 |
| 261 | 254 | 568.000000000000 |
| 262 | 255 | 585.000000000000 |
| 263 | 256 | 589.000000000000 |
| 264 | 257 | 616.000000000000 |
| 265 | 258 | 608.000000000000 |
| 266 | 259 | 572.000000000000 |
| 267 | 260 | 563.000000000000 |
| 268 | 261 | 571.000000000000 |
| 269 | 262 | 577.000000000000 |
| 270 | 263 | 568.000000000000 |
| 271 | 264 | 560.000000000000 |
| 272 | 265 | 602.000000000000 |
| 273 | 266 | 557.000000000000 |
| 274 | 267 | 571.000000000000 |
| 275 | 268 | 584.000000000000 |
| 276 | 269 | 528.000000000000 |
| 277 | 270 | 545.000000000000 |
| 278 | 271 | 571.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 279 | 272 | 559.000000000000 |
| 280 | 273 | 576.000000000000 |
| 281 | 274 | 544.000000000000 |
| 282 | 275 | 567.000000000000 |
| 283 | 276 | 528.000000000000 |
| 284 | 277 | 547.000000000000 |
| 285 | 278 | 548.000000000000 |
| 286 | 279 | 550.000000000000 |
| 287 | 280 | 492.000000000000 |
| 288 | 281 | 531.000000000000 |
| 289 | 282 | 559.000000000000 |
| 290 | 283 | 566.000000000000 |
| 291 | 284 | 546.000000000000 |
| 292 | 285 | 526.000000000000 |
| 293 | 286 | 516.000000000000 |
| 294 | 287 | 551.000000000000 |
| 295 | 288 | 566.000000000000 |
| 296 | 289 | 552.000000000000 |
| 297 | 290 | 593.000000000000 |
| 298 | 291 | 503.000000000000 |
| 299 | 292 | 539.000000000000 |
| 300 | 293 | 513.000000000000 |
| 301 | 294 | 565.000000000000 |
| 302 | 295 | 537.000000000000 |
| 303 | 296 | 507.000000000000 |
| 304 | 297 | 485.000000000000 |
| 305 | 298 | 577.000000000000 |
| 306 | 299 | 528.000000000000 |
| 307 | 300 | 476.000000000000 |
| 308 | 301 | 521.000000000000 |
| 309 | 302 | 514.000000000000 |
| 310 | 303 | 507.000000000000 |
| 311 | 304 | 489.000000000000 |
| 312 | 305 | 487.000000000000 |
| 313 | 306 | 500.000000000000 |
| 314 | 307 | 519.000000000000 |
| 315 | 308 | 470.000000000000 |
| 316 | 309 | 491.000000000000 |
| 317 | 310 | 509.000000000000 |
| 318 | 311 | 480.000000000000 |
| 319 | 312 | 507.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 320 | 313 | 517.000000000000 |
| 321 | 314 | 504.000000000000 |
| 322 | 315 | 498.000000000000 |
| 323 | 316 | 475.000000000000 |
| 324 | 317 | 450.000000000000 |
| 325 | 318 | 477.000000000000 |
| 326 | 319 | 478.000000000000 |
| 327 | 320 | 477.000000000000 |
| 328 | 321 | 480.000000000000 |
| 329 | 322 | 481.000000000000 |
| 330 | 323 | 507.000000000000 |
| 331 | 324 | 462.000000000000 |
| 332 | 325 | 500.000000000000 |
| 333 | 326 | 470.000000000000 |
| 334 | 327 | 504.000000000000 |
| 335 | 328 | 506.000000000000 |
| 336 | 329 | 467.000000000000 |
| 337 | 330 | 447.000000000000 |
| 338 | 331 | 474.000000000000 |
| 339 | 332 | 477.000000000000 |
| 340 | 333 | 459.000000000000 |
| 341 | 334 | 505.000000000000 |
| 342 | 335 | 472.000000000000 |
| 343 | 336 | 403.000000000000 |
| 344 | 337 | 456.000000000000 |
| 345 | 338 | 469.000000000000 |
| 346 | 339 | 449.000000000000 |
| 347 | 340 | 462.000000000000 |
| 348 | 341 | 427.000000000000 |
| 349 | 342 | 451.000000000000 |
| 350 | 343 | 429.000000000000 |
| 351 | 344 | 444.000000000000 |
| 352 | 345 | 449.000000000000 |
| 353 | 346 | 460.000000000000 |
| 354 | 347 | 439.000000000000 |
| 355 | 348 | 405.000000000000 |
| 356 | 349 | 436.000000000000 |
| 357 | 350 | 409.000000000000 |
| 358 | 351 | 446.000000000000 |
| 359 | 352 | 410.000000000000 |
| 360 | 353 | 437.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 361 | 354 | 444.000000000000 |
| 362 | 355 | 424.000000000000 |
| 363 | 356 | 453.000000000000 |
| 364 | 357 | 402.000000000000 |
| 365 | 358 | 441.000000000000 |
| 366 | 359 | 390.000000000000 |
| 367 | 360 | 386.000000000000 |
| 368 | 361 | 411.000000000000 |
| 369 | 362 | 448.000000000000 |
| 370 | 363 | 409.000000000000 |
| 371 | 364 | 374.000000000000 |
| 372 | 365 | 407.000000000000 |
| 373 | 366 | 406.000000000000 |
| 374 | 367 | 375.000000000000 |
| 375 | 368 | 425.000000000000 |
| 376 | 369 | 394.000000000000 |
| 377 | 370 | 417.000000000000 |
| 378 | 371 | 385.000000000000 |
| 379 | 372 | 398.000000000000 |
| 380 | 373 | 384.000000000000 |
| 381 | 374 | 404.000000000000 |
| 382 | 375 | 391.000000000000 |
| 383 | 376 | 444.000000000000 |
| 384 | 377 | 354.000000000000 |
| 385 | 378 | 404.000000000000 |
| 386 | 379 | 409.000000000000 |
| 387 | 380 | 383.000000000000 |
| 388 | 381 | 393.000000000000 |
| 389 | 382 | 387.000000000000 |
| 390 | 383 | 352.000000000000 |
| 391 | 384 | 352.000000000000 |
| 392 | 385 | 356.000000000000 |
| 393 | 386 | 384.000000000000 |
| 394 | 387 | 371.000000000000 |
| 395 | 388 | 361.000000000000 |
| 396 | 389 | 361.000000000000 |
| 397 | 390 | 351.000000000000 |
| 398 | 391 | 392.000000000000 |
| 399 | 392 | 382.000000000000 |
| 400 | 393 | 323.000000000000 |
| 401 | 394 | 385.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 402 | 395 | 343.000000000000 |
| 403 | 396 | 396.000000000000 |
| 404 | 397 | 374.000000000000 |
| 405 | 398 | 379.000000000000 |
| 406 | 399 | 338.000000000000 |
| 407 | 400 | 351.000000000000 |
| 408 | 401 | 398.000000000000 |
| 409 | 402 | 340.000000000000 |
| 410 | 403 | 359.000000000000 |
| 411 | 404 | 356.000000000000 |
| 412 | 405 | 338.000000000000 |
| 413 | 406 | 369.000000000000 |
| 414 | 407 | 362.000000000000 |
| 415 | 408 | 338.000000000000 |
| 416 | 409 | 359.000000000000 |
| 417 | 410 | 345.000000000000 |
| 418 | 411 | 333.000000000000 |
| 419 | 412 | 368.000000000000 |
| 420 | 413 | 347.000000000000 |
| 421 | 414 | 367.000000000000 |
| 422 | 415 | 338.000000000000 |
| 423 | 416 | 337.000000000000 |
| 424 | 417 | 344.000000000000 |
| 425 | 418 | 378.000000000000 |
| 426 | 419 | 348.000000000000 |
| 427 | 420 | 329.000000000000 |
| 428 | 421 | 328.000000000000 |
| 429 | 422 | 359.000000000000 |
| 430 | 423 | 351.000000000000 |
| 431 | 424 | 356.000000000000 |
| 432 | 425 | 302.000000000000 |
| 433 | 426 | 340.000000000000 |
| 434 | 427 | 343.000000000000 |
| 435 | 428 | 315.000000000000 |
| 436 | 429 | 329.000000000000 |
| 437 | 430 | 343.000000000000 |
| 438 | 431 | 304.000000000000 |
| 439 | 432 | 288.000000000000 |
| 440 | 433 | 300.000000000000 |
| 441 | 434 | 318.000000000000 |
| 442 | 435 | 298.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 443 | 436 | 304.000000000000 |
| 444 | 437 | 304.000000000000 |
| 445 | 438 | 312.000000000000 |
| 446 | 439 | 310.000000000000 |
| 447 | 440 | 311.000000000000 |
| 448 | 441 | 311.000000000000 |
| 449 | 442 | 285.000000000000 |
| 450 | 443 | 268.000000000000 |
| 451 | 444 | 288.000000000000 |
| 452 | 445 | 295.000000000000 |
| 453 | 446 | 272.000000000000 |
| 454 | 447 | 333.000000000000 |
| 455 | 448 | 285.000000000000 |
| 456 | 449 | 293.000000000000 |
| 457 | 450 | 321.000000000000 |
| 458 | 451 | 312.000000000000 |
| 459 | 452 | 328.000000000000 |
| 460 | 453 | 279.000000000000 |
| 461 | 454 | 281.000000000000 |
| 462 | 455 | 271.000000000000 |
| 463 | 456 | 276.000000000000 |
| 464 | 457 | 277.000000000000 |
| 465 | 458 | 302.000000000000 |
| 466 | 459 | 301.000000000000 |
| 467 | 460 | 302.000000000000 |
| 468 | 461 | 277.000000000000 |
| 469 | 462 | 266.000000000000 |
| 470 | 463 | 253.000000000000 |
| 471 | 464 | 269.000000000000 |
| 472 | 465 | 263.000000000000 |
| 473 | 466 | 298.000000000000 |
| 474 | 467 | 295.000000000000 |
| 475 | 468 | 278.000000000000 |
| 476 | 469 | 284.000000000000 |
| 477 | 470 | 272.000000000000 |
| 478 | 471 | 240.000000000000 |
| 479 | 472 | 270.000000000000 |
| 480 | 473 | 274.000000000000 |
| 481 | 474 | 299.000000000000 |
| 482 | 475 | 295.000000000000 |
| 483 | 476 | 254.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 484 | 477 | 292.000000000000 |
| 485 | 478 | 281.000000000000 |
| 486 | 479 | 267.000000000000 |
| 487 | 480 | 278.000000000000 |
| 488 | 481 | 281.000000000000 |
| 489 | 482 | 275.000000000000 |
| 490 | 483 | 301.000000000000 |
| 491 | 484 | 281.000000000000 |
| 492 | 485 | 275.000000000000 |
| 493 | 486 | 267.000000000000 |
| 494 | 487 | 294.000000000000 |
| 495 | 488 | 308.000000000000 |
| 496 | 489 | 244.000000000000 |
| 497 | 490 | 244.000000000000 |
| 498 | 491 | 285.000000000000 |
| 499 | 492 | 270.000000000000 |
| 500 | 493 | 274.000000000000 |
| 501 | 494 | 278.000000000000 |
| 502 | 495 | 253.000000000000 |
| 503 | 496 | 270.000000000000 |
| 504 | 497 | 268.000000000000 |
| 505 | 498 | 273.000000000000 |
| 506 | 499 | 235.000000000000 |
| 507 | 500 | 273.000000000000 |
| 508 | 501 | 265.000000000000 |
| 509 | 502 | 265.000000000000 |
| 510 | 503 | 223.000000000000 |
| 511 | 504 | 275.000000000000 |
| 512 | 505 | 291.000000000000 |
| 513 | 506 | 247.000000000000 |
| 514 | 507 | 262.000000000000 |
| 515 | 508 | 248.000000000000 |
| 516 | 509 | 264.000000000000 |
| 517 | 510 | 279.000000000000 |
| 518 | 511 | 238.000000000000 |
| 519 | 512 | 243.000000000000 |
| 520 | 513 | 235.000000000000 |
| 521 | 514 | 241.000000000000 |
| 522 | 515 | 272.000000000000 |
| 523 | 516 | 251.000000000000 |
| 524 | 517 | 266.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 525 | 518 | 273.000000000000 |
| 526 | 519 | 231.000000000000 |
| 527 | 520 | 250.000000000000 |
| 528 | 521 | 227.000000000000 |
| 529 | 522 | 269.000000000000 |
| 530 | 523 | 249.000000000000 |
| 531 | 524 | 288.000000000000 |
| 532 | 525 | 255.000000000000 |
| 533 | 526 | 270.000000000000 |
| 534 | 527 | 246.000000000000 |
| 535 | 528 | 219.000000000000 |
| 536 | 529 | 240.000000000000 |
| 537 | 530 | 239.000000000000 |
| 538 | 531 | 257.000000000000 |
| 539 | 532 | 248.000000000000 |
| 540 | 533 | 238.000000000000 |
| 541 | 534 | 243.000000000000 |
| 542 | 535 | 219.000000000000 |
| 543 | 536 | 231.000000000000 |
| 544 | 537 | 243.000000000000 |
| 545 | 538 | 273.000000000000 |
| 546 | 539 | 228.000000000000 |
| 547 | 540 | 251.000000000000 |
| 548 | 541 | 229.000000000000 |
| 549 | 542 | 253.000000000000 |
| 550 | 543 | 239.000000000000 |
| 551 | 544 | 232.000000000000 |
| 552 | 545 | 222.000000000000 |
| 553 | 546 | 230.000000000000 |
| 554 | 547 | 221.000000000000 |
| 555 | 548 | 237.000000000000 |
| 556 | 549 | 211.000000000000 |
| 557 | 550 | 231.000000000000 |
| 558 | 551 | 231.000000000000 |
| 559 | 552 | 239.000000000000 |
| 560 | 553 | 222.000000000000 |
| 561 | 554 | 227.000000000000 |
| 562 | 555 | 224.000000000000 |
| 563 | 556 | 208.000000000000 |
| 564 | 557 | 240.000000000000 |
| 565 | 558 | 221.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 566 | 559 | 225.000000000000 |
| 567 | 560 | 222.000000000000 |
| 568 | 561 | 215.000000000000 |
| 569 | 562 | 245.000000000000 |
| 570 | 563 | 268.000000000000 |
| 571 | 564 | 206.000000000000 |
| 572 | 565 | 217.000000000000 |
| 573 | 566 | 216.000000000000 |
| 574 | 567 | 231.000000000000 |
| 575 | 568 | 219.000000000000 |
| 576 | 569 | 214.000000000000 |
| 577 | 570 | 211.000000000000 |
| 578 | 571 | 224.000000000000 |
| 579 | 572 | 197.000000000000 |
| 580 | 573 | 224.000000000000 |
| 581 | 574 | 213.000000000000 |
| 582 | 575 | 223.000000000000 |
| 583 | 576 | 210.000000000000 |
| 584 | 577 | 197.000000000000 |
| 585 | 578 | 201.000000000000 |
| 586 | 579 | 213.000000000000 |
| 587 | 580 | 210.000000000000 |
| 588 | 581 | 220.000000000000 |
| 589 | 582 | 230.000000000000 |
| 590 | 583 | 235.000000000000 |
| 591 | 584 | 240.000000000000 |
| 592 | 585 | 213.000000000000 |
| 593 | 586 | 205.000000000000 |
| 594 | 587 | 223.000000000000 |
| 595 | 588 | 182.000000000000 |
| 596 | 589 | 221.000000000000 |
| 597 | 590 | 228.000000000000 |
| 598 | 591 | 227.000000000000 |
| 599 | 592 | 241.000000000000 |
| 600 | 593 | 203.000000000000 |
| 601 | 594 | 195.000000000000 |
| 602 | 595 | 203.000000000000 |
| 603 | 596 | 210.000000000000 |
| 604 | 597 | 197.000000000000 |
| 605 | 598 | 195.000000000000 |
| 606 | 599 | 203.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 607 | 600 | 203.000000000000 |
| 608 | 601 | 201.000000000000 |
| 609 | 602 | 212.000000000000 |
| 610 | 603 | 193.000000000000 |
| 611 | 604 | 215.000000000000 |
| 612 | 605 | 199.000000000000 |
| 613 | 606 | 202.000000000000 |
| 614 | 607 | 197.000000000000 |
| 615 | 608 | 229.000000000000 |
| 616 | 609 | 200.000000000000 |
| 617 | 610 | 217.000000000000 |
| 618 | 611 | 196.000000000000 |
| 619 | 612 | 169.000000000000 |
| 620 | 613 | 192.000000000000 |
| 621 | 614 | 197.000000000000 |
| 622 | 615 | 179.000000000000 |
| 623 | 616 | 175.000000000000 |
| 624 | 617 | 188.000000000000 |
| 625 | 618 | 185.000000000000 |
| 626 | 619 | 207.000000000000 |
| 627 | 620 | 168.000000000000 |
| 628 | 621 | 201.000000000000 |
| 629 | 622 | 196.000000000000 |
| 630 | 623 | 205.000000000000 |
| 631 | 624 | 209.000000000000 |
| 632 | 625 | 195.000000000000 |
| 633 | 626 | 204.000000000000 |
| 634 | 627 | 177.000000000000 |
| 635 | 628 | 184.000000000000 |
| 636 | 629 | 169.000000000000 |
| 637 | 630 | 179.000000000000 |
| 638 | 631 | 209.000000000000 |
| 639 | 632 | 173.000000000000 |
| 640 | 633 | 191.000000000000 |
| 641 | 634 | 186.000000000000 |
| 642 | 635 | 203.000000000000 |
| 643 | 636 | 193.000000000000 |
| 644 | 637 | 220.000000000000 |
| 645 | 638 | 184.000000000000 |
| 646 | 639 | 166.000000000000 |
| 647 | 640 | 183.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 648 | 641 | 190.000000000000 |
| 649 | 642 | 191.000000000000 |
| 650 | 643 | 204.000000000000 |
| 651 | 644 | 178.000000000000 |
| 652 | 645 | 188.000000000000 |
| 653 | 646 | 195.000000000000 |
| 654 | 647 | 197.000000000000 |
| 655 | 648 | 212.000000000000 |
| 656 | 649 | 189.000000000000 |
| 657 | 650 | 183.000000000000 |
| 658 | 651 | 204.000000000000 |
| 659 | 652 | 184.000000000000 |
| 660 | 653 | 202.000000000000 |
| 661 | 654 | 188.000000000000 |
| 662 | 655 | 178.000000000000 |
| 663 | 656 | 190.000000000000 |
| 664 | 657 | 183.000000000000 |
| 665 | 658 | 172.000000000000 |
| 666 | 659 | 176.000000000000 |
| 667 | 660 | 157.000000000000 |
| 668 | 661 | 209.000000000000 |
| 669 | 662 | 205.000000000000 |
| 670 | 663 | 186.000000000000 |
| 671 | 664 | 177.000000000000 |
| 672 | 665 | 187.000000000000 |
| 673 | 666 | 197.000000000000 |
| 674 | 667 | 172.000000000000 |
| 675 | 668 | 197.000000000000 |
| 676 | 669 | 189.000000000000 |
| 677 | 670 | 177.000000000000 |
| 678 | 671 | 147.000000000000 |
| 679 | 672 | 174.000000000000 |
| 680 | 673 | 168.000000000000 |
| 681 | 674 | 182.000000000000 |
| 682 | 675 | 173.000000000000 |
| 683 | 676 | 168.000000000000 |
| 684 | 677 | 171.000000000000 |
| 685 | 678 | 191.000000000000 |
| 686 | 679 | 173.000000000000 |
| 687 | 680 | 167.000000000000 |
| 688 | 681 | 166.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 689 | 682 | 197.000000000000 |
| 690 | 683 | 166.000000000000 |
| 691 | 684 | 168.000000000000 |
| 692 | 685 | 185.000000000000 |
| 693 | 686 | 179.000000000000 |
| 694 | 687 | 178.000000000000 |
| 695 | 688 | 185.000000000000 |
| 696 | 689 | 147.000000000000 |
| 697 | 690 | 165.000000000000 |
| 698 | 691 | 193.000000000000 |
| 699 | 692 | 154.000000000000 |
| 700 | 693 | 166.000000000000 |
| 701 | 694 | 174.000000000000 |
| 702 | 695 | 176.000000000000 |
| 703 | 696 | 175.000000000000 |
| 704 | 697 | 159.000000000000 |
| 705 | 698 | 160.000000000000 |
| 706 | 699 | 181.000000000000 |
| 707 | 700 | 176.000000000000 |
| 708 | 701 | 169.000000000000 |
| 709 | 702 | 186.000000000000 |
| 710 | 703 | 180.000000000000 |
| 711 | 704 | 171.000000000000 |
| 712 | 705 | 166.000000000000 |
| 713 | 706 | 166.000000000000 |
| 714 | 707 | 170.000000000000 |
| 715 | 708 | 157.000000000000 |
| 716 | 709 | 162.000000000000 |
| 717 | 710 | 174.000000000000 |
| 718 | 711 | 146.000000000000 |
| 719 | 712 | 178.000000000000 |
| 720 | 713 | 167.000000000000 |
| 721 | 714 | 159.000000000000 |
| 722 | 715 | 151.000000000000 |
| 723 | 716 | 158.000000000000 |
| 724 | 717 | 133.000000000000 |
| 725 | 718 | 144.000000000000 |
| 726 | 719 | 156.000000000000 |
| 727 | 720 | 165.000000000000 |
| 728 | 721 | 151.000000000000 |
| 729 | 722 | 161.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 730 | 723 | 159.000000000000 |
| 731 | 724 | 140.000000000000 |
| 732 | 725 | 148.000000000000 |
| 733 | 726 | 170.000000000000 |
| 734 | 727 | 146.000000000000 |
| 735 | 728 | 166.000000000000 |
| 736 | 729 | 142.000000000000 |
| 737 | 730 | 144.000000000000 |
| 738 | 731 | 164.000000000000 |
| 739 | 732 | 152.000000000000 |
| 740 | 733 | 146.000000000000 |
| 741 | 734 | 149.000000000000 |
| 742 | 735 | 167.000000000000 |
| 743 | 736 | 155.000000000000 |
| 744 | 737 | 145.000000000000 |
| 745 | 738 | 148.000000000000 |
| 746 | 739 | 122.000000000000 |
| 747 | 740 | 133.000000000000 |
| 748 | 741 | 133.000000000000 |
| 749 | 742 | 150.000000000000 |
| 750 | 743 | 139.000000000000 |
| 751 | 744 | 141.000000000000 |
| 752 | 745 | 156.000000000000 |
| 753 | 746 | 142.000000000000 |
| 754 | 747 | 134.000000000000 |
| 755 | 748 | 146.000000000000 |
| 756 | 749 | 149.000000000000 |
| 757 | 750 | 141.000000000000 |
| 758 | 751 | 132.000000000000 |
| 759 | 752 | 130.000000000000 |
| 760 | 753 | 151.000000000000 |
| 761 | 754 | 139.000000000000 |
| 762 | 755 | 130.000000000000 |
| 763 | 756 | 134.000000000000 |
| 764 | 757 | 145.000000000000 |
| 765 | 758 | 145.000000000000 |
| 766 | 759 | 129.000000000000 |
| 767 | 760 | 141.000000000000 |
| 768 | 761 | 124.000000000000 |
| 769 | 762 | 120.000000000000 |
| 770 | 763 | 125.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|------------------|
| 771 | 764 | 119.000000000000 |
| 772 | 765 | 115.000000000000 |
| 773 | 766 | 123.000000000000 |
| 774 | 767 | 111.000000000000 |
| 775 | 768 | 123.000000000000 |
| 776 | 769 | 112.000000000000 |
| 777 | 770 | 115.000000000000 |
| 778 | 771 | 116.000000000000 |
| 779 | 772 | 97.000000000000 |
| 780 | 773 | 116.000000000000 |
| 781 | 774 | 119.000000000000 |
| 782 | 775 | 112.000000000000 |
| 783 | 776 | 114.000000000000 |
| 784 | 777 | 96.000000000000 |
| 785 | 778 | 85.000000000000 |
| 786 | 779 | 101.000000000000 |
| 787 | 780 | 87.000000000000 |
| 788 | 781 | 110.000000000000 |
| 789 | 782 | 111.000000000000 |
| 790 | 783 | 89.000000000000 |
| 791 | 784 | 93.000000000000 |
| 792 | 785 | 93.000000000000 |
| 793 | 786 | 97.000000000000 |
| 794 | 787 | 98.000000000000 |
| 795 | 788 | 93.000000000000 |
| 796 | 789 | 97.000000000000 |
| 797 | 790 | 94.000000000000 |
| 798 | 791 | 89.000000000000 |
| 799 | 792 | 89.000000000000 |
| 800 | 793 | 84.000000000000 |
| 801 | 794 | 98.000000000000 |
| 802 | 795 | 76.000000000000 |
| 803 | 796 | 91.000000000000 |
| 804 | 797 | 94.000000000000 |
| 805 | 798 | 87.000000000000 |
| 806 | 799 | 70.000000000000 |
| 807 | 800 | 81.000000000000 |
| 808 | 801 | 98.000000000000 |
| 809 | 802 | 72.000000000000 |
| 810 | 803 | 69.000000000000 |
| 811 | 804 | 87.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|-----------------|
| 812 | 805 | 75.000000000000 |
| 813 | 806 | 79.000000000000 |
| 814 | 807 | 87.000000000000 |
| 815 | 808 | 80.000000000000 |
| 816 | 809 | 77.000000000000 |
| 817 | 810 | 78.000000000000 |
| 818 | 811 | 63.000000000000 |
| 819 | 812 | 82.000000000000 |
| 820 | 813 | 72.000000000000 |
| 821 | 814 | 63.000000000000 |
| 822 | 815 | 74.000000000000 |
| 823 | 816 | 75.000000000000 |
| 824 | 817 | 71.000000000000 |
| 825 | 818 | 82.000000000000 |
| 826 | 819 | 65.000000000000 |
| 827 | 820 | 74.000000000000 |
| 828 | 821 | 73.000000000000 |
| 829 | 822 | 67.000000000000 |
| 830 | 823 | 82.000000000000 |
| 831 | 824 | 59.000000000000 |
| 832 | 825 | 61.000000000000 |
| 833 | 826 | 66.000000000000 |
| 834 | 827 | 77.000000000000 |
| 835 | 828 | 57.000000000000 |
| 836 | 829 | 76.000000000000 |
| 837 | 830 | 62.000000000000 |
| 838 | 831 | 69.000000000000 |
| 839 | 832 | 69.000000000000 |
| 840 | 833 | 55.000000000000 |
| 841 | 834 | 48.000000000000 |
| 842 | 835 | 61.000000000000 |
| 843 | 836 | 62.000000000000 |
| 844 | 837 | 59.000000000000 |
| 845 | 838 | 53.000000000000 |
| 846 | 839 | 55.000000000000 |
| 847 | 840 | 70.000000000000 |
| 848 | 841 | 55.000000000000 |
| 849 | 842 | 76.000000000000 |
| 850 | 843 | 71.000000000000 |
| 851 | 844 | 58.000000000000 |
| 852 | 845 | 58.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|-----------------|
| 853 | 846 | 79.000000000000 |
| 854 | 847 | 66.000000000000 |
| 855 | 848 | 69.000000000000 |
| 856 | 849 | 54.000000000000 |
| 857 | 850 | 67.000000000000 |
| 858 | 851 | 56.000000000000 |
| 859 | 852 | 51.000000000000 |
| 860 | 853 | 48.000000000000 |
| 861 | 854 | 67.000000000000 |
| 862 | 855 | 65.000000000000 |
| 863 | 856 | 41.000000000000 |
| 864 | 857 | 68.000000000000 |
| 865 | 858 | 59.000000000000 |
| 866 | 859 | 72.000000000000 |
| 867 | 860 | 74.000000000000 |
| 868 | 861 | 64.000000000000 |
| 869 | 862 | 62.000000000000 |
| 870 | 863 | 65.000000000000 |
| 871 | 864 | 67.000000000000 |
| 872 | 865 | 56.000000000000 |
| 873 | 866 | 60.000000000000 |
| 874 | 867 | 70.000000000000 |
| 875 | 868 | 60.000000000000 |
| 876 | 869 | 63.000000000000 |
| 877 | 870 | 66.000000000000 |
| 878 | 871 | 60.000000000000 |
| 879 | 872 | 62.000000000000 |
| 880 | 873 | 55.000000000000 |
| 881 | 874 | 58.000000000000 |
| 882 | 875 | 38.000000000000 |
| 883 | 876 | 59.000000000000 |
| 884 | 877 | 54.000000000000 |
| 885 | 878 | 56.000000000000 |
| 886 | 879 | 50.000000000000 |
| 887 | 880 | 62.000000000000 |
| 888 | 881 | 42.000000000000 |
| 889 | 882 | 43.000000000000 |
| 890 | 883 | 57.000000000000 |
| 891 | 884 | 54.000000000000 |
| 892 | 885 | 42.000000000000 |
| 893 | 886 | 51.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|-----------------|
| 894 | 887 | 48.000000000000 |
| 895 | 888 | 39.000000000000 |
| 896 | 889 | 54.000000000000 |
| 897 | 890 | 42.000000000000 |
| 898 | 891 | 45.000000000000 |
| 899 | 892 | 49.000000000000 |
| 900 | 893 | 39.000000000000 |
| 901 | 894 | 44.000000000000 |
| 902 | 895 | 41.000000000000 |
| 903 | 896 | 46.000000000000 |
| 904 | 897 | 49.000000000000 |
| 905 | 898 | 55.000000000000 |
| 906 | 899 | 50.000000000000 |
| 907 | 900 | 43.000000000000 |
| 908 | 901 | 35.000000000000 |
| 909 | 902 | 43.000000000000 |
| 910 | 903 | 29.000000000000 |
| 911 | 904 | 43.000000000000 |
| 912 | 905 | 36.000000000000 |
| 913 | 906 | 35.000000000000 |
| 914 | 907 | 46.000000000000 |
| 915 | 908 | 39.000000000000 |
| 916 | 909 | 40.000000000000 |
| 917 | 910 | 39.000000000000 |
| 918 | 911 | 37.000000000000 |
| 919 | 912 | 41.000000000000 |
| 920 | 913 | 35.000000000000 |
| 921 | 914 | 40.000000000000 |
| 922 | 915 | 44.000000000000 |
| 923 | 916 | 37.000000000000 |
| 924 | 917 | 25.000000000000 |
| 925 | 918 | 39.000000000000 |
| 926 | 919 | 36.000000000000 |
| 927 | 920 | 55.000000000000 |
| 928 | 921 | 35.000000000000 |
| 929 | 922 | 45.000000000000 |
| 930 | 923 | 46.000000000000 |
| 931 | 924 | 49.000000000000 |
| 932 | 925 | 39.000000000000 |
| 933 | 926 | 36.000000000000 |
| 934 | 927 | 33.000000000000 |

| | | |
|-----|-----|-----------------|
| 935 | 928 | 38.000000000000 |
| 936 | 929 | 37.000000000000 |
| 937 | 930 | 40.000000000000 |
| 938 | 931 | 33.000000000000 |
| 939 | 932 | 45.000000000000 |
| 940 | 933 | 44.000000000000 |
| 941 | 934 | 36.000000000000 |
| 942 | 935 | 41.000000000000 |
| 943 | 936 | 31.000000000000 |
| 944 | 937 | 28.000000000000 |
| 945 | 938 | 32.000000000000 |
| 946 | 939 | 35.000000000000 |
| 947 | 940 | 26.000000000000 |
| 948 | 941 | 31.000000000000 |
| 949 | 942 | 35.000000000000 |
| 950 | 943 | 44.000000000000 |
| 951 | 944 | 36.000000000000 |
| 952 | 945 | 34.000000000000 |
| 953 | 946 | 35.000000000000 |
| 954 | 947 | 31.000000000000 |
| 955 | 948 | 43.000000000000 |
| 956 | 949 | 26.000000000000 |
| 957 | 950 | 30.000000000000 |
| 958 | 951 | 34.000000000000 |
| 959 | 952 | 29.000000000000 |
| 960 | 953 | 40.000000000000 |
| 961 | 954 | 33.000000000000 |
| 962 | 955 | 42.000000000000 |
| 963 | 956 | 33.000000000000 |
| 964 | 957 | 28.000000000000 |
| 965 | 958 | 30.000000000000 |
| 966 | 959 | 25.000000000000 |
| 967 | 960 | 30.000000000000 |
| 968 | 961 | 29.000000000000 |
| 969 | 962 | 34.000000000000 |
| 970 | 963 | 32.000000000000 |
| 971 | 964 | 28.000000000000 |
| 972 | 965 | 27.000000000000 |
| 973 | 966 | 30.000000000000 |
| 974 | 967 | 33.000000000000 |
| 975 | 968 | 25.000000000000 |

| | | |
|------|------|-----------------|
| 976 | 969 | 33.000000000000 |
| 977 | 970 | 21.000000000000 |
| 978 | 971 | 30.000000000000 |
| 979 | 972 | 22.000000000000 |
| 980 | 973 | 29.000000000000 |
| 981 | 974 | 22.000000000000 |
| 982 | 975 | 22.000000000000 |
| 983 | 976 | 26.000000000000 |
| 984 | 977 | 21.000000000000 |
| 985 | 978 | 17.000000000000 |
| 986 | 979 | 26.000000000000 |
| 987 | 980 | 25.000000000000 |
| 988 | 981 | 22.000000000000 |
| 989 | 982 | 15.000000000000 |
| 990 | 983 | 24.000000000000 |
| 991 | 984 | 24.000000000000 |
| 992 | 985 | 22.000000000000 |
| 993 | 986 | 14.000000000000 |
| 994 | 987 | 20.000000000000 |
| 995 | 988 | 19.000000000000 |
| 996 | 989 | 23.000000000000 |
| 997 | 990 | 30.000000000000 |
| 998 | 991 | 20.000000000000 |
| 999 | 992 | 20.000000000000 |
| 1000 | 993 | 22.000000000000 |
| 1001 | 994 | 17.000000000000 |
| 1002 | 995 | 24.000000000000 |
| 1003 | 996 | 19.000000000000 |
| 1004 | 997 | 18.000000000000 |
| 1005 | 998 | 19.000000000000 |
| 1006 | 999 | 30.000000000000 |
| 1007 | 1000 | 22.000000000000 |
| 1008 | 1001 | 20.000000000000 |
| 1009 | 1002 | 24.000000000000 |
| 1010 | 1003 | 22.000000000000 |
| 1011 | 1004 | 14.000000000000 |
| 1012 | 1005 | 19.000000000000 |
| 1013 | 1006 | 22.000000000000 |
| 1014 | 1007 | 20.000000000000 |
| 1015 | 1008 | 20.000000000000 |
| 1016 | 1009 | 15.000000000000 |

| | | |
|------|------|-----------------|
| 1017 | 1010 | 32.000000000000 |
| 1018 | 1011 | 22.000000000000 |
| 1019 | 1012 | 22.000000000000 |
| 1020 | 1013 | 16.000000000000 |
| 1021 | 1014 | 16.000000000000 |
| 1022 | 1015 | 28.000000000000 |
| 1023 | 1016 | 22.000000000000 |
| 1024 | 1017 | 21.000000000000 |
| 1025 | 1018 | 14.000000000000 |
| 1026 | 1019 | 16.000000000000 |
| 1027 | 1020 | 17.000000000000 |
| 1028 | 1021 | 20.000000000000 |
| 1029 | 1022 | 16.000000000000 |
| 1030 | 1023 | 22.000000000000 |
| 1031 | 1024 | 11.000000000000 |
| 1032 | 1025 | 23.000000000000 |
| 1033 | 1026 | 16.000000000000 |
| 1034 | 1027 | 20.000000000000 |
| 1035 | 1028 | 22.000000000000 |
| 1036 | 1029 | 23.000000000000 |
| 1037 | 1030 | 20.000000000000 |
| 1038 | 1031 | 27.000000000000 |
| 1039 | 1032 | 20.000000000000 |
| 1040 | 1033 | 19.000000000000 |
| 1041 | 1034 | 18.000000000000 |
| 1042 | 1035 | 21.000000000000 |
| 1043 | 1036 | 24.000000000000 |
| 1044 | 1037 | 28.000000000000 |
| 1045 | 1038 | 13.000000000000 |
| 1046 | 1039 | 18.000000000000 |
| 1047 | 1040 | 14.000000000000 |
| 1048 | 1041 | 11.000000000000 |
| 1049 | 1042 | 11.000000000000 |
| 1050 | 1043 | 12.000000000000 |
| 1051 | 1044 | 21.000000000000 |
| 1052 | 1045 | 9.000000000000 |
| 1053 | 1046 | 12.000000000000 |
| 1054 | 1047 | 13.000000000000 |
| 1055 | 1048 | 9.000000000000 |
| 1056 | 1049 | 17.000000000000 |
| 1057 | 1050 | 11.000000000000 |

| | | |
|------|------|-----------------|
| 1058 | 1051 | 21.000000000000 |
| 1059 | 1052 | 16.000000000000 |
| 1060 | 1053 | 18.000000000000 |
| 1061 | 1054 | 10.000000000000 |
| 1062 | 1055 | 8.000000000000 |
| 1063 | 1056 | 11.000000000000 |
| 1064 | 1057 | 13.000000000000 |
| 1065 | 1058 | 12.000000000000 |
| 1066 | 1059 | 15.000000000000 |
| 1067 | 1060 | 13.000000000000 |
| 1068 | 1061 | 12.000000000000 |
| 1069 | 1062 | 8.000000000000 |
| 1070 | 1063 | 13.000000000000 |
| 1071 | 1064 | 17.000000000000 |
| 1072 | 1065 | 4.000000000000 |
| 1073 | 1066 | 8.000000000000 |
| 1074 | 1067 | 14.000000000000 |
| 1075 | 1068 | 7.000000000000 |
| 1076 | 1069 | 7.000000000000 |
| 1077 | 1070 | 12.000000000000 |
| 1078 | 1071 | 14.000000000000 |
| 1079 | 1072 | 8.000000000000 |
| 1080 | 1073 | 13.000000000000 |
| 1081 | 1074 | 18.000000000000 |
| 1082 | 1075 | 8.000000000000 |
| 1083 | 1076 | 11.000000000000 |
| 1084 | 1077 | 6.000000000000 |
| 1085 | 1078 | 10.000000000000 |
| 1086 | 1079 | 11.000000000000 |
| 1087 | 1080 | 7.000000000000 |
| 1088 | 1081 | 10.000000000000 |
| 1089 | 1082 | 7.000000000000 |
| 1090 | 1083 | 3.000000000000 |
| 1091 | 1084 | 14.000000000000 |
| 1092 | 1085 | 9.000000000000 |
| 1093 | 1086 | 10.000000000000 |
| 1094 | 1087 | 7.000000000000 |
| 1095 | 1088 | 4.000000000000 |
| 1096 | 1089 | 8.000000000000 |
| 1097 | 1090 | 9.000000000000 |
| 1098 | 1091 | 10.000000000000 |

| | | |
|------|------|-----------------|
| 1099 | 1092 | 8.000000000000 |
| 1100 | 1093 | 6.000000000000 |
| 1101 | 1094 | 11.000000000000 |
| 1102 | 1095 | 9.000000000000 |
| 1103 | 1096 | 3.000000000000 |
| 1104 | 1097 | 7.000000000000 |
| 1105 | 1098 | 7.000000000000 |
| 1106 | 1099 | 8.000000000000 |
| 1107 | 1100 | 5.000000000000 |
| 1108 | 1101 | 8.000000000000 |
| 1109 | 1102 | 4.000000000000 |
| 1110 | 1103 | 13.000000000000 |
| 1111 | 1104 | 13.000000000000 |
| 1112 | 1105 | 6.000000000000 |
| 1113 | 1106 | 12.000000000000 |
| 1114 | 1107 | 8.000000000000 |
| 1115 | 1108 | 5.000000000000 |
| 1116 | 1109 | 4.000000000000 |
| 1117 | 1110 | 8.000000000000 |
| 1118 | 1111 | 13.000000000000 |
| 1119 | 1112 | 8.000000000000 |
| 1120 | 1113 | 6.000000000000 |
| 1121 | 1114 | 6.000000000000 |
| 1122 | 1115 | 15.000000000000 |
| 1123 | 1116 | 6.000000000000 |
| 1124 | 1117 | 14.000000000000 |
| 1125 | 1118 | 4.000000000000 |
| 1126 | 1119 | 11.000000000000 |
| 1127 | 1120 | 9.000000000000 |
| 1128 | 1121 | 7.000000000000 |
| 1129 | 1122 | 5.000000000000 |
| 1130 | 1123 | 5.000000000000 |
| 1131 | 1124 | 6.000000000000 |
| 1132 | 1125 | 9.000000000000 |
| 1133 | 1126 | 13.000000000000 |
| 1134 | 1127 | 8.000000000000 |
| 1135 | 1128 | 7.000000000000 |
| 1136 | 1129 | 7.000000000000 |
| 1137 | 1130 | 4.000000000000 |
| 1138 | 1131 | 4.000000000000 |
| 1139 | 1132 | 8.000000000000 |

| | | |
|------|------|----------------|
| 1140 | 1133 | 6.000000000000 |
| 1141 | 1134 | 3.000000000000 |
| 1142 | 1135 | 2.000000000000 |
| 1143 | 1136 | 4.000000000000 |
| 1144 | 1137 | 7.000000000000 |
| 1145 | 1138 | 4.000000000000 |
| 1146 | 1139 | 6.000000000000 |
| 1147 | 1140 | 3.000000000000 |
| 1148 | 1141 | 7.000000000000 |
| 1149 | 1142 | 5.000000000000 |
| 1150 | 1143 | 4.000000000000 |
| 1151 | 1144 | 3.000000000000 |
| 1152 | 1145 | 2.000000000000 |
| 1153 | 1146 | 3.000000000000 |
| 1154 | 1147 | 3.000000000000 |
| 1155 | 1148 | 1.000000000000 |
| 1156 | 1149 | 2.000000000000 |
| 1157 | 1150 | 6.000000000000 |
| 1158 | 1151 | 5.000000000000 |
| 1159 | 1152 | 1.000000000000 |
| 1160 | 1153 | 2.000000000000 |
| 1161 | 1154 | 3.000000000000 |
| 1162 | 1155 | 3.000000000000 |
| 1163 | 1156 | 3.000000000000 |
| 1164 | 1157 | 1.000000000000 |
| 1165 | 1158 | 3.000000000000 |
| 1166 | 1159 | 2.000000000000 |
| 1167 | 1160 | 3.000000000000 |
| 1168 | 1161 | 1.000000000000 |
| 1169 | 1162 | 3.000000000000 |
| 1170 | 1163 | 4.000000000000 |
| 1171 | 1164 | 3.000000000000 |
| 1172 | 1165 | 1.000000000000 |
| 1173 | 1166 | 4.000000000000 |
| 1174 | 1167 | 1.000000000000 |
| 1175 | 1170 | 1.000000000000 |
| 1176 | 1171 | 1.000000000000 |
| 1177 | 1172 | 3.000000000000 |
| 1178 | 1173 | 4.000000000000 |
| 1179 | 1174 | 4.000000000000 |
| 1180 | 1175 | 2.000000000000 |

| | | |
|------|------|----------------|
| 1181 | 1176 | 3.000000000000 |
| 1182 | 1177 | 2.000000000000 |
| 1183 | 1178 | 1.000000000000 |
| 1184 | 1179 | 4.000000000000 |
| 1185 | 1180 | 2.000000000000 |
| 1186 | 1181 | 1.000000000000 |
| 1187 | 1182 | 1.000000000000 |
| 1188 | 1183 | 1.000000000000 |
| 1189 | 1184 | 4.000000000000 |
| 1190 | 1185 | 1.000000000000 |
| 1191 | 1186 | 4.000000000000 |
| 1192 | 1187 | 4.000000000000 |
| 1193 | 1189 | 2.000000000000 |
| 1194 | 1190 | 3.000000000000 |
| 1195 | 1191 | 2.000000000000 |
| 1196 | 1193 | 1.000000000000 |
| 1197 | 1194 | 2.000000000000 |
| 1198 | 1195 | 3.000000000000 |
| 1199 | 1196 | 2.000000000000 |
| 1200 | 1200 | 1.000000000000 |



Keterangan tabel:

Value menunjukkan nilai ketinggian, yang mana apabila semakin tinggi nilainya maka semakin tinggi pula tinggi wilayahnya. Count merupakan angka dalam pixel gambar yang berpengaruh ke simbologi yang dihasilkan.

2. Tutupan Lahan

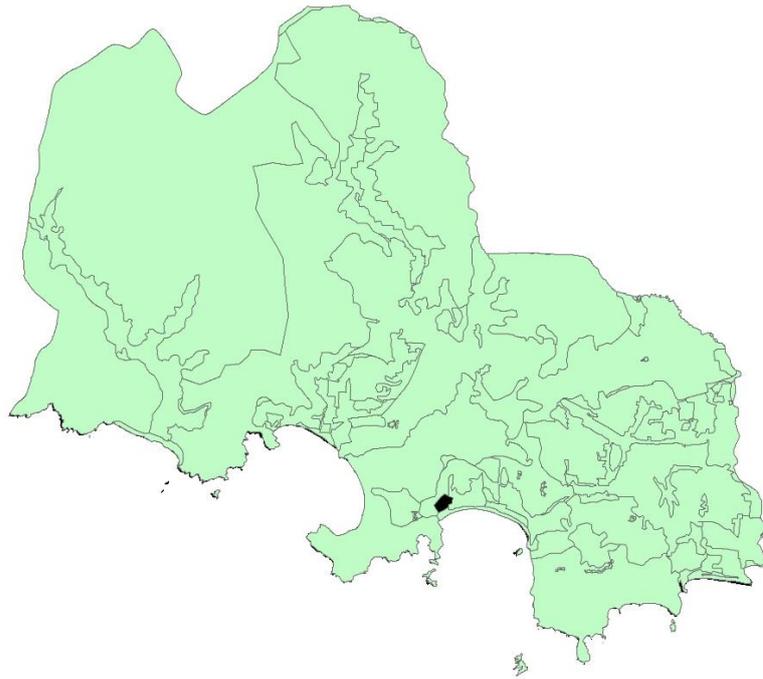
| No | Shape | Provinsi | Legenda | Desa | Kecamatan |
|----|---------|------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| 1 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Lahan Kering Primer | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 2 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Lahan Kering Sekunder | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 3 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Lahan Kering Sekunder | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 4 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Lahan Kering Sekunder | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 5 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Lahan Kering Sekunder | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 6 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Lahan Kering Sekunder | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 7 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Lahan Kering Sekunder | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 8 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Lahan Kering Sekunder | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 9 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Lahan Kering Sekunder | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 10 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Lahan Kering Sekunder | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 11 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 12 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 13 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 14 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 15 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Tanaman | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 16 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Tanaman | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 17 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Tanaman | KANDANGAN | PESANGGARAN |

| | | | | | |
|----|---------|------------|---------------|-------------|-------------|
| 18 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Tanaman | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 19 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 20 | Polygon | Jawa Timur | Belukar | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 21 | Polygon | Jawa Timur | Belukar | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 22 | Polygon | Jawa Timur | Belukar | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 23 | Polygon | Jawa Timur | Belukar | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 24 | Polygon | Jawa Timur | Belukar | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 25 | Polygon | Jawa Timur | Belukar | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 26 | Polygon | Jawa Timur | Belukar | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 27 | Polygon | Jawa Timur | Belukar | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 28 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 29 | Polygon | Jawa Timur | Perkebunan | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 30 | Polygon | Jawa Timur | Perkebunan | PESANGGARAN | PESANGGARAN |
| 31 | Polygon | Jawa Timur | Perkebunan | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 32 | Polygon | Jawa Timur | Perkebunan | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 33 | Polygon | Jawa Timur | Perkebunan | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 34 | Polygon | Jawa Timur | Perkebunan | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 35 | Polygon | Jawa Timur | Perkebunan | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 36 | Polygon | Jawa Timur | Perkebunan | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 37 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 38 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 39 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 40 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |

| | | | | | |
|----|---------|------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 41 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | PESANGGARAN | PESANGGARAN |
| 42 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | PESANGGARAN | PESANGGARAN |
| 43 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 44 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 45 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | PESANGGARAN | PESANGGARAN |
| 46 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | PESANGGARAN | PESANGGARAN |
| 47 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 48 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 49 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 50 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 51 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 52 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 53 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 54 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 55 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 56 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 57 | Polygon | Jawa Timur | Pemukiman | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 58 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 59 | Polygon | Jawa Timur | Hutan Mangrove Sekunder | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 60 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 61 | Polygon | Jawa Timur | Tanah Terbuka | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 62 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 63 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |

| | | | | | |
|----|---------|------------|-------------------------------|-------------|-------------|
| 64 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 65 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 66 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 67 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 68 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 69 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 70 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 71 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 72 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering Campur | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 73 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering Campur | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 74 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering Campur | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 75 | Polygon | Jawa Timur | Pertanian Lahan Kering Campur | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 76 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | PESANGGARAN | PESANGGARAN |
| 77 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 78 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 79 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 80 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 81 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | SUMBERMULYO | PESANGGARAN |
| 82 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 83 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 84 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 85 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |
| 86 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |

| | | | | | |
|----|---------|------------|--------------|-------------|-------------|
| 87 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | SARONGAN | PESANGGARAN |
| 88 | Polygon | Jawa Timur | Sawah | KANDANGAN | PESANGGARAN |
| 89 | Polygon | Jawa Timur | Tambak | PESANGGARAN | PESANGGARAN |
| 90 | Polygon | Jawa Timur | Pertambangan | SUMBERAGUNG | PESANGGARAN |



3. Peta Rupa Bumi Indonesia 1:25000 Wilayah Kec. Pesanggaran Kab. Banyuwangi

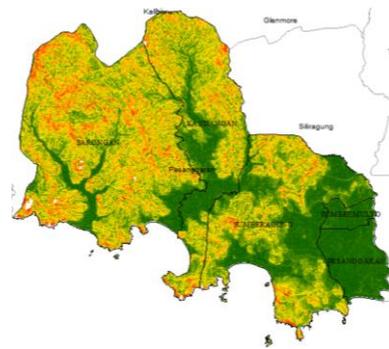
| No | Desa | Keterangan | Kecamatan | Kab/Kota | Provinsi |
|----|-------------|-------------------------------------|-------------|------------|------------|
| 1 | SUMBERAGUNG | Wilayah Administrasi Kelurahan/Desa | PESANGGARAN | BANYUWANGI | JAWA TIMUR |
| 2 | SUMBERMULYO | Wilayah Administrasi Kelurahan/Desa | PESANGGARAN | BANYUWANGI | JAWA TIMUR |
| 3 | PESANGGARAN | Wilayah Administrasi Kelurahan/Desa | PESANGGARAN | BANYUWANGI | JAWA TIMUR |
| 4 | KANDANGAN | Wilayah Administrasi Kelurahan/Desa | PESANGGARAN | BANYUWANGI | JAWA TIMUR |

| | | | | | |
|---|----------|---|-------------|------------|---------------|
| 5 | SARONGAN | Wilayah Administrasi Kelurahan/Desa | PESANGGARAN | BANYUWANGI | JAWA TIMUR |
|---|----------|---|-------------|------------|---------------|



Lampiran 2. Tahapan Pembuatan Peta Bahaya Tsunami

1. Mengumpulkan data (DEM SRTM, tutupan lahan, peta rupa bumi, dan skenario ketinggian gelombang tsunami)
2. Data DEM dirubah menjadi kelerengn
Arctoolbox → 3D Analyst Tools → Raster Surface → Slope (input: data DEM)



menjadi

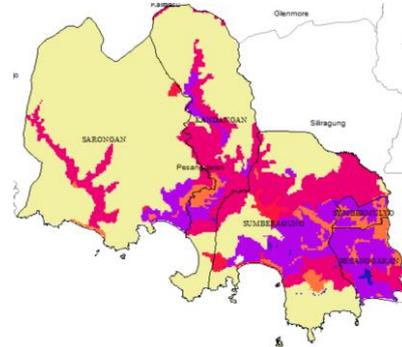
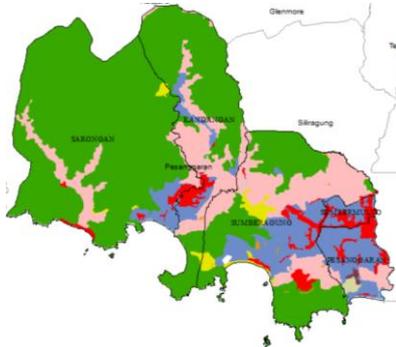
3. Tutupan lahan dirubah menjadi koefisien kekasaran permukaan
Menambahkan nilai koefisien kekasaran (tabel 3.1) pada atribut tutupan lahan
Open attribute table → add field → beri nama (koefisien) → klik editor → start editing → pilih tutupan lahan, ok → isi kolom baru tsb dengan nilai koefisien kekasaran → save edit → stop editing

| Tutupan Lahan | | |
|---------------|------------|---------------------------|
| FID | Shape * | Ket |
| 0 | Polygon ZM | Belukar/Semak |
| 1 | Polygon ZM | Mangrove |
| 2 | Polygon ZM | Hutan |
| 3 | Polygon ZM | Pemukiman/Lahan Terbangun |
| 4 | Polygon ZM | Perkebunan |
| 5 | Polygon ZM | Lahan Pertanian |
| 6 | Polygon ZM | Badan Air |
| 7 | Polygon ZM | Tambak/Empang |
| 8 | Polygon ZM | Lahan Kosong/Terbuka |

| Tutupan Lahan | | | |
|---------------|------------|---------------------------|-----------|
| FID | Shape * | Ket | Koefisien |
| 0 | Polygon ZM | Belukar/Semak | 0.04 |
| 1 | Polygon ZM | Mangrove | 0.025 |
| 2 | Polygon ZM | Hutan | 0.07 |
| 3 | Polygon ZM | Pemukiman/Lahan Terbangun | 0.045 |
| 4 | Polygon ZM | Perkebunan | 0.035 |
| 5 | Polygon ZM | Lahan Pertanian | 0.025 |
| 6 | Polygon ZM | Badan Air | 0.007 |
| 7 | Polygon ZM | Tambak/Empang | 0.01 |
| 8 | Polygon ZM | Lahan Kosong/Terbuka | 0.015 |

menjadi

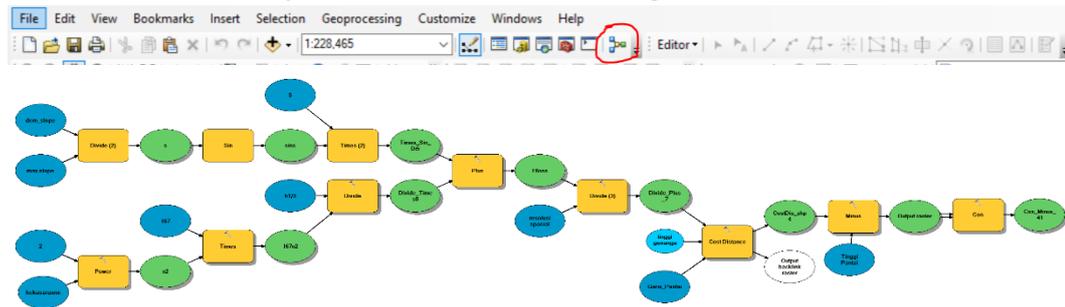
- Arctoolbox → conversion tools → to raster → polygon to raster (input: tutupan lahan, value field: koefisien)



menjadi

4. Peta rupa bumi diambil garis pantai saja. Untuk mengambilnya dapat dibuka melalui file peta rupa bumi yang telah diunduh kemudian dicari GARISPANTAI_LN_25K.shp

5. Membuat model yaitu model builder (klik lingkaran merah)



Proses model builder ini sesuai dengan persamaan 5 yaitu:

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

- H_{loss} : kehilangan ketinggian tsunami per 1 m jarak inundasi
 n : koefisien kekasaran permukaan
 H_0 : ketinggian gelombang tsunami di garis pantai (m)
 S : besarnya lereng permukaan tsunami (derajat)

Keterangan pada model builder:

Biru: input

Kuning: tool

- Arctoolbox → spatial analyst tools → math untuk times, power, divide, plus, minus
- Arctoolbox → spatial analyst tools → trigonometric untuk sin
- Arctoolbox → spatial analyst tools → distance → cost distance
Input cost raster: output Hloss
Input raster: garis pantai
- Arctoolbox → spatial analyst tools → conditional untuk con

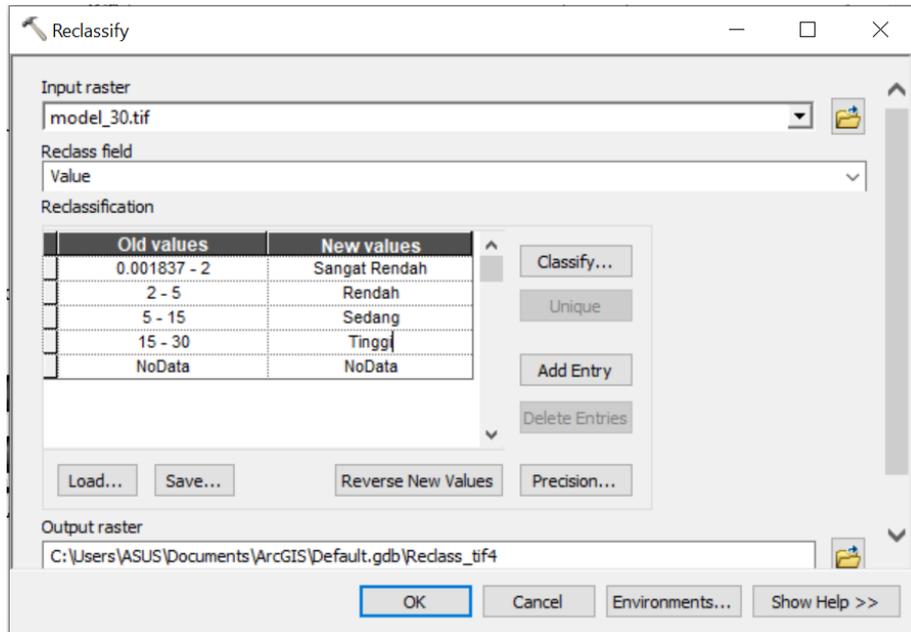
Hijau: output

Terdapat bayangan dibawahnya menunjukkan proses running berhasil

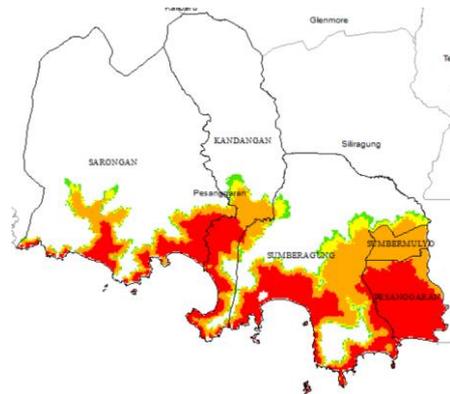
6. Peta bahaya tsunami

Arctoolbox → spatial analyst tools → reclass → reclassify (input: peta genangan hasil akhir dari proses model builder)

Untuk klasifikasinya ada 4 yaitu apabila tinggi genangan <2m adalah bahaya sangat rendah, 2m-5m bahaya rendah, 5m-15m bahaya sedang, 15m-30m bahaya tinggi, dan >30m bahaya sangat tinggi.



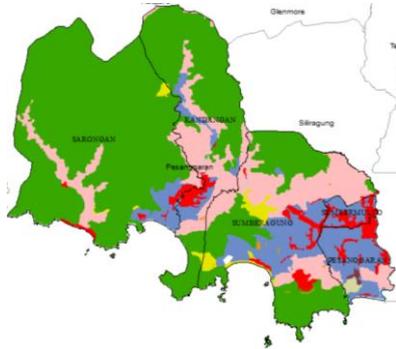
menjadi



Catatan: tahapan 5-6 dapat diulangi dengan ketinggian gelombang tsunami yang berbeda. Untuk tahapan di atas merupakan contoh dari ketinggian gelombang tsunami 30 meter.

LAMPIRAN 3. Tahapan Pembuatan Peta Kerentanan Tsunami

1. Mengumpulkan data yaitu peta tutupan lahan



2. Dilakukan skoring sesuai tabel 3.3

Open attribute table → add field → beri nama (skor) → klik editor → start editing → pilih tutupan lahan, ok → isi kolom baru tsb dengan nilai skor tutupan lahan → save edit → stop editing

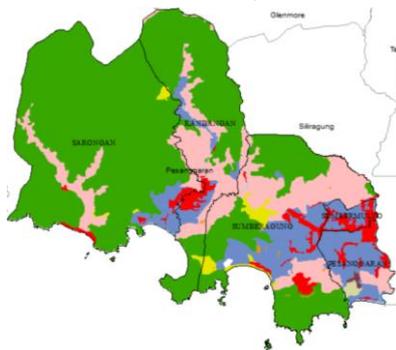
| FID | Shape * | Ket | Koefisien |
|-----|------------|---------------------------|-----------|
| 0 | Polygon ZM | Belukar/Semak | 0.04 |
| 1 | Polygon ZM | Mangrove | 0.025 |
| 2 | Polygon ZM | Hutan | 0.07 |
| 3 | Polygon ZM | Pemukiman/Lahan Terbangun | 0.045 |
| 4 | Polygon ZM | Perkebunan | 0.035 |
| 5 | Polygon ZM | Lahan Pertanian | 0.025 |
| 6 | Polygon ZM | Badan Air | 0.007 |
| 7 | Polygon ZM | Tambak/Empang | 0.01 |
| 8 | Polygon ZM | Lahan Kosong/Terbuka | 0.015 |

menjadi

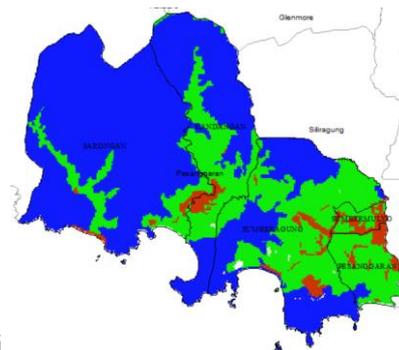
| FID | Shape * | Ket | Koefisien | Skor |
|-----|------------|---------------------------|-----------|------|
| 0 | Polygon ZM | Belukar/Semak | 0.04 | 2 |
| 1 | Polygon ZM | Mangrove | 0.025 | 2 |
| 2 | Polygon ZM | Hutan | 0.07 | 2 |
| 3 | Polygon ZM | Pemukiman/Lahan Terbangun | 0.045 | 4 |
| 4 | Polygon ZM | Perkebunan | 0.035 | 3 |
| 5 | Polygon ZM | Lahan Pertanian | 0.025 | 3 |
| 6 | Polygon ZM | Badan Air | 0.007 | 1 |
| 7 | Polygon ZM | Tambak/Empang | 0.01 | 3 |
| 8 | Polygon ZM | Lahan Kosong/Terbuka | 0.015 | 1 |

3. Klasifikasi

Arctoolbox → conversion tools → to raster → polygon to raster (input: tutupan lahan, value field: skor)

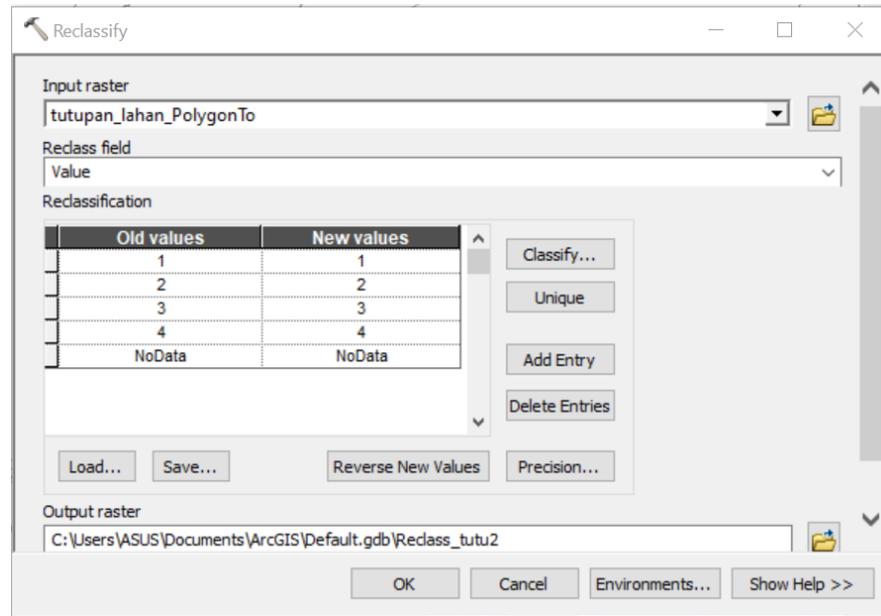


menjadi



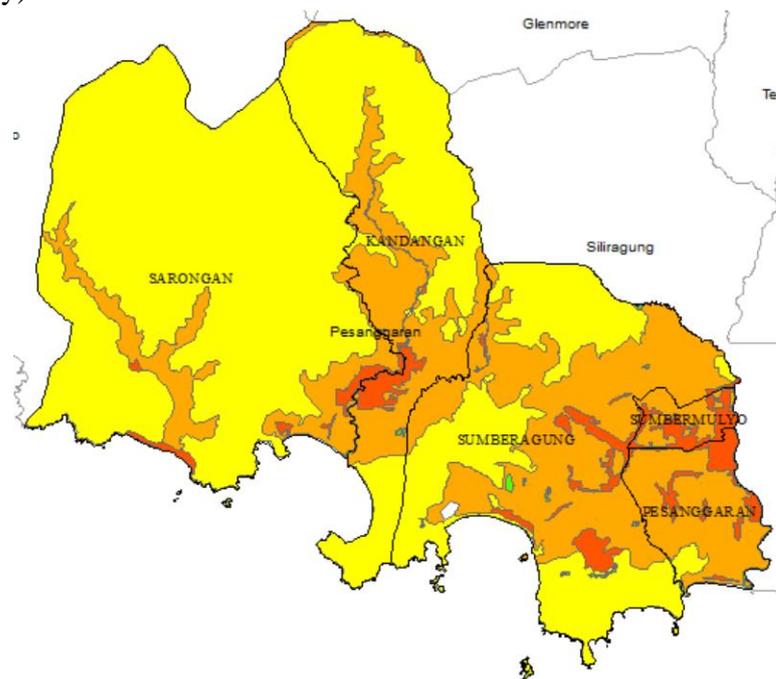
Arctoolbox → spatial analyst tools → reclass → reclassify (input: peta tutupan lahan)

Klasifikasinya ada 4 sesuai dengan jumlah nilai skor, yaitu 1, 2, 3, 4



4. Peta kerentanan

Arctoolbox → conversion tools → from raster → raster to polygon (input: hasil reclassify)



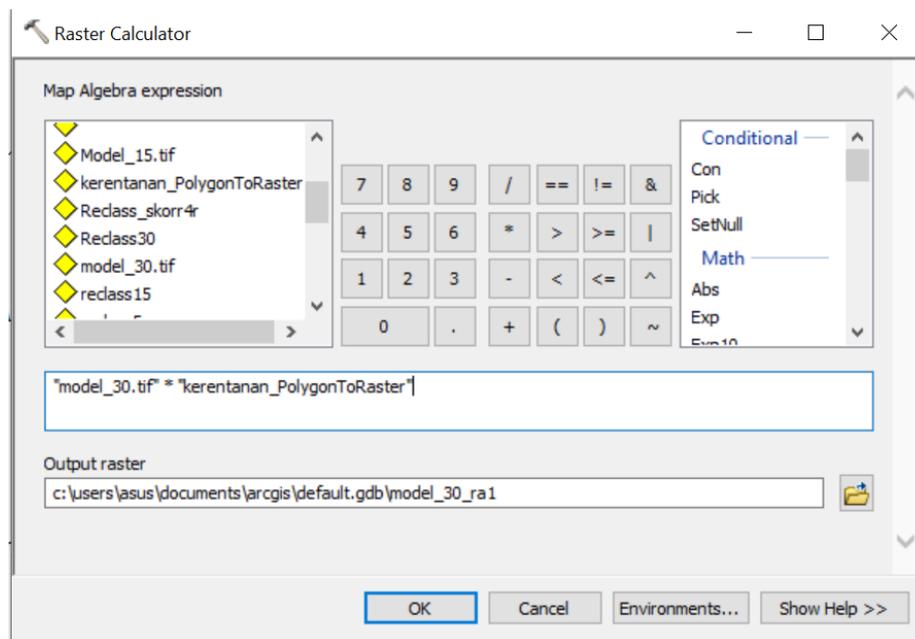
LAMPIRAN 4. Tahapan Pembuatan Peta Risiko Tsunami

1. Perkalian peta bahaya tsunami dengan peta kerentanan tsunami

Perkalian ini berdasarkan persamaan 6 yaitu $R = H \times V$

R : Indeks risiko
 H : Indeks bahaya
 V : Indeks Kerentanan

Arctoolbox → spatial analyst tool → map algebra → raster calculator



Catatan: peta bahaya tsunami dan peta kerentanan tsunami harus berupa raster agar dapat diproses dengan raster calculator

Hasil dari perkalian tersebut:



2. Peta Risiko

Arctoolbox → spatial analyst tools → reclass → reclassify (input: peta risiko berupa raster)

Untuk klasifikasinya ada 3 yaitu sesuai dengan kelas tingkat risiko tsunami (rendah, sedang, tinggi). Untuk interval masing-masing kelas dapat dihitung dengan persamaan:

$$\frac{N_{maksimum} - N_{minimum}}{n}$$

Keterangan:

$N_{minimum}$: perkalian nilai minimum peta bahaya tsunami dengan peta kerentanan tsunami

$N_{maksimum}$: perkalian nilai maksimum peta bahaya tsunami dengan peta kerentanan tsunami

N : 3 (jumlah kelas)

- Skenario 1 meter

$$\frac{4 - 1}{3} = 3$$

Interval masing-masing kelas:

0-1 rendah

1-2 sedang

>2 tinggi

- Skenario 2 meter

$$\frac{8 - 2}{3} = 2$$

Interval masing-masing kelas:

0-2 rendah

2-4 sedang

>4 tinggi

- Skenario 5 meter

$$\frac{20 - 5}{3} = 5$$

Interval masing-masing kelas:

0-5 rendah

5-10 sedang

>10 tinggi

- Skenario 15 meter

$$\frac{60 - 15}{3} = 15$$

Interval masing-masing kelas:

0-15 rendah

15-30 sedang

>30 tinggi

- Skenario 30 meter

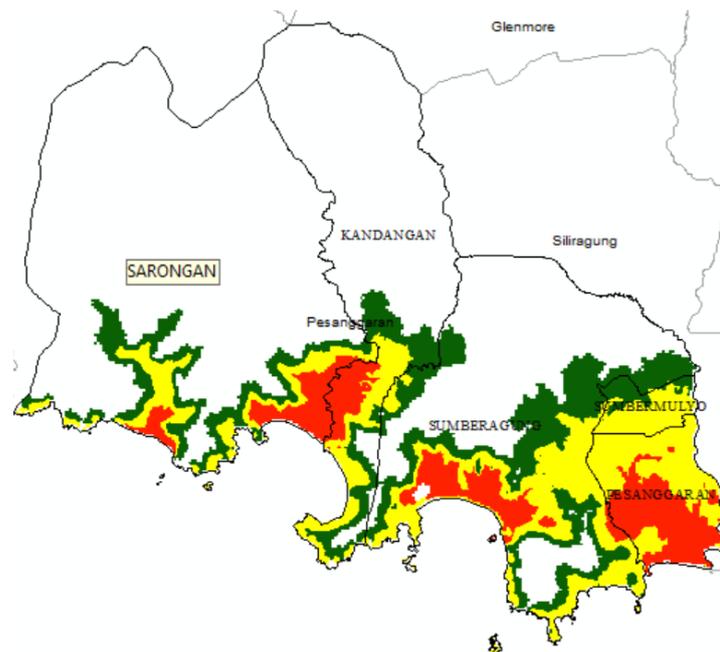
$$\frac{120 - 30}{3} = 30$$

Interval masing-masing kelas:

0-30 rendah

30-60 sedang

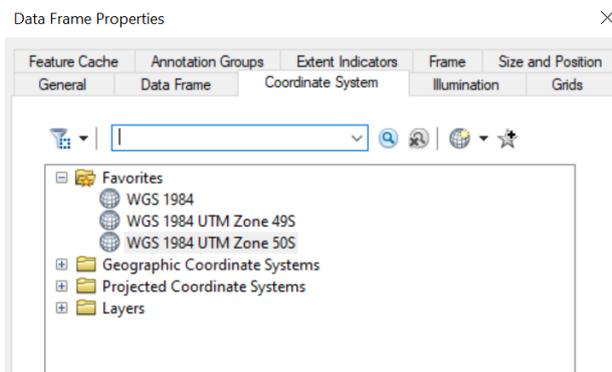
>60 tinggi



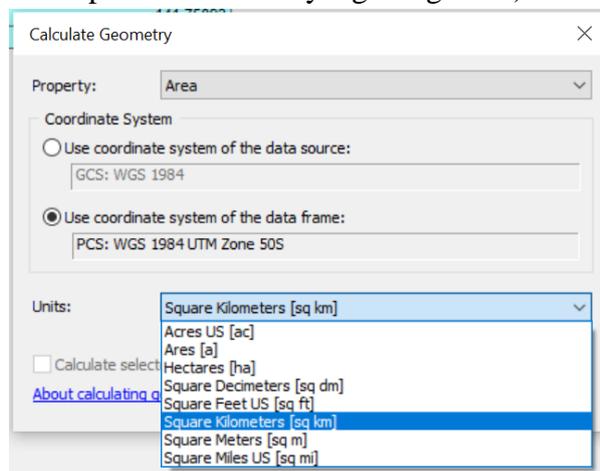
Catatan: tahapan 1-2 dapat diulangi dengan ketinggian gelombang tsunami yang berbeda. Untuk tahapan di atas merupakan contoh dari ketinggian gelombang tsunami 30 meter.

LAMPIRAN 5. Tahapan Mencari Luas Wilayah

- Peta yang berupa raster dilakukan reclassify dengan cara: Arctoolbox → spatial analyst tools → reclass → reclassify (input: peta berupa raster)
- Kemudian dilakukan perubahan dari raster menjadi poligon dengan cara: Arctoolbox → conversion tools → from raster → raster to polygon (input: hasil reclassify)
- Setelah itu layers dirubah menjadi UTM dengan cara: klik kanan layers pada table of contents → properties → coordinate system → WGS UTM 1984 Zone ... (sesuai zona wilayah masing-masing daerah)



- Lalu open attribute table (peta berupa poligon yang akan dicari luas wilayahnya) → add field → beri nama (luas) → klik kanan kolom tsb → calculate geometry (property: area; use coordinate system of the data frame; units: pilih satuan luas yang diinginkan)



- Setelah itu, luasan wilayah tersebut akan muncul pada atribut peta

| luasan30 | | | | | |
|----------|-----|---------|----|----------|-----------|
| | FID | Shape * | Id | gridcode | Luas |
| | 0 | Polygon | 1 | 1 | 56.930851 |
| | 1 | Polygon | 2 | 2 | 61.539449 |
| | 2 | Polygon | 31 | 3 | 32.165312 |

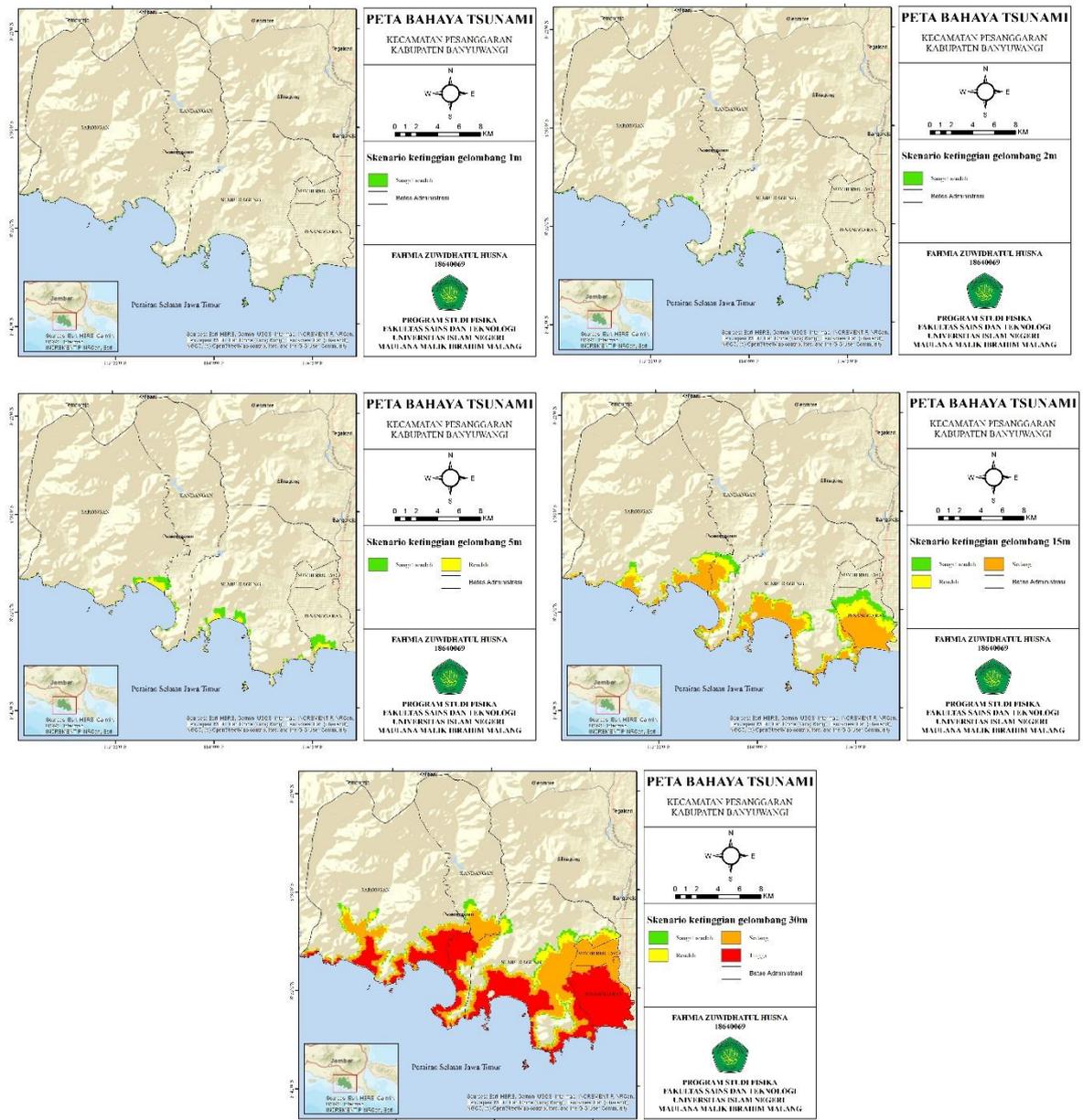
LAMPIRAN 6. Hasil

a. Bahaya tsunami (tahapan pada lampiran 2 dan lampiran 5)

- Tabel luas wilayah terdampak bahaya tsunami (pada penelitian ini)

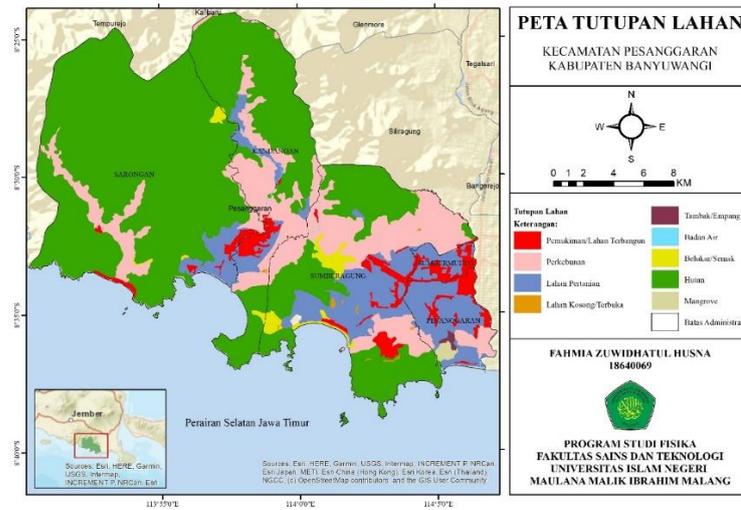
| No | Skenario Ketinggian Gelombang Tsunami (m) | Luas Wilayah Bahaya Tsunami (km ²) | | | | | Total luas genangan (km ²) |
|----|---|--|---------------|----------------|-----------------|----------------------|--|
| | | <2m (Sangat rendah) | 2-5m (Rendah) | 5-15m (Sedang) | 15-30m (Tinggi) | >30m (Sangat tinggi) | |
| 1 | 1 | 1.242 | — | — | — | — | 1.242 |
| 2 | 2 | 1.954 | — | — | — | — | 1.954 |
| 3 | 5 | 5.582 | 4.008 | — | — | — | 9.59 |
| 4 | 15 | 10.612 | 16.365 | 36.591 | — | — | 63.568 |
| 5 | 30 | 8.840 | 14.047 | 59.575 | 68.072 | — | 150.534 |

- Peta bahaya tsunami



b. Kerentanan tsunami (tahapan pada lampiran 3 dan lampiran 5)

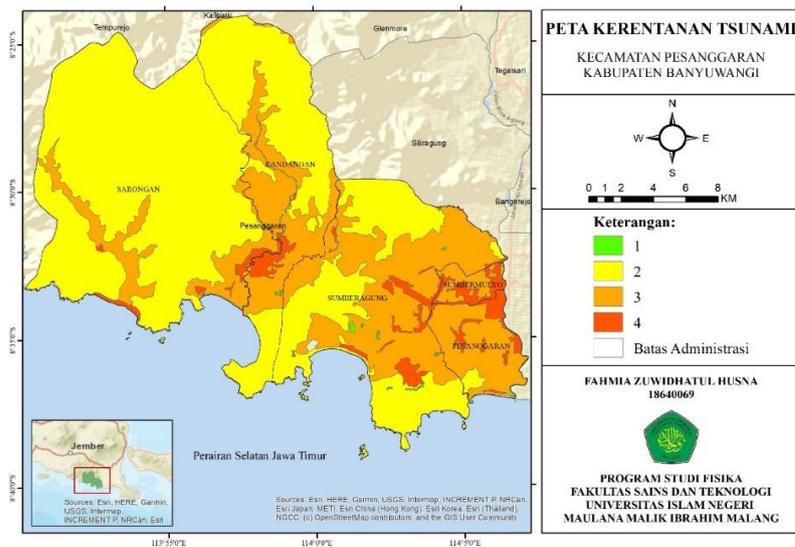
• Peta tutupan lahan



• Tabel skor dan luas tutupan lahan

| No | Keterangan | Skor | Luas (km ²) |
|----|---------------------------|------|-------------------------|
| 1 | Belukar/Semak | 2 | 6.850 |
| 2 | Mangrove | 2 | 1.319 |
| 3 | Hutan | 2 | 274.718 |
| 4 | Pemukiman/Lahan Terbangun | 4 | 19.688 |
| 5 | Perkebunan | 3 | 81.937 |
| 6 | Lahan Pertanian | 3 | 59.223 |
| 7 | Badan Air | 1 | 1.231 |
| 8 | Tambak/Empang | 3 | 0.589 |
| 9 | Lahan Kosong/Terbuka | 1 | 0.627 |

• Peta kerentanan tsunami

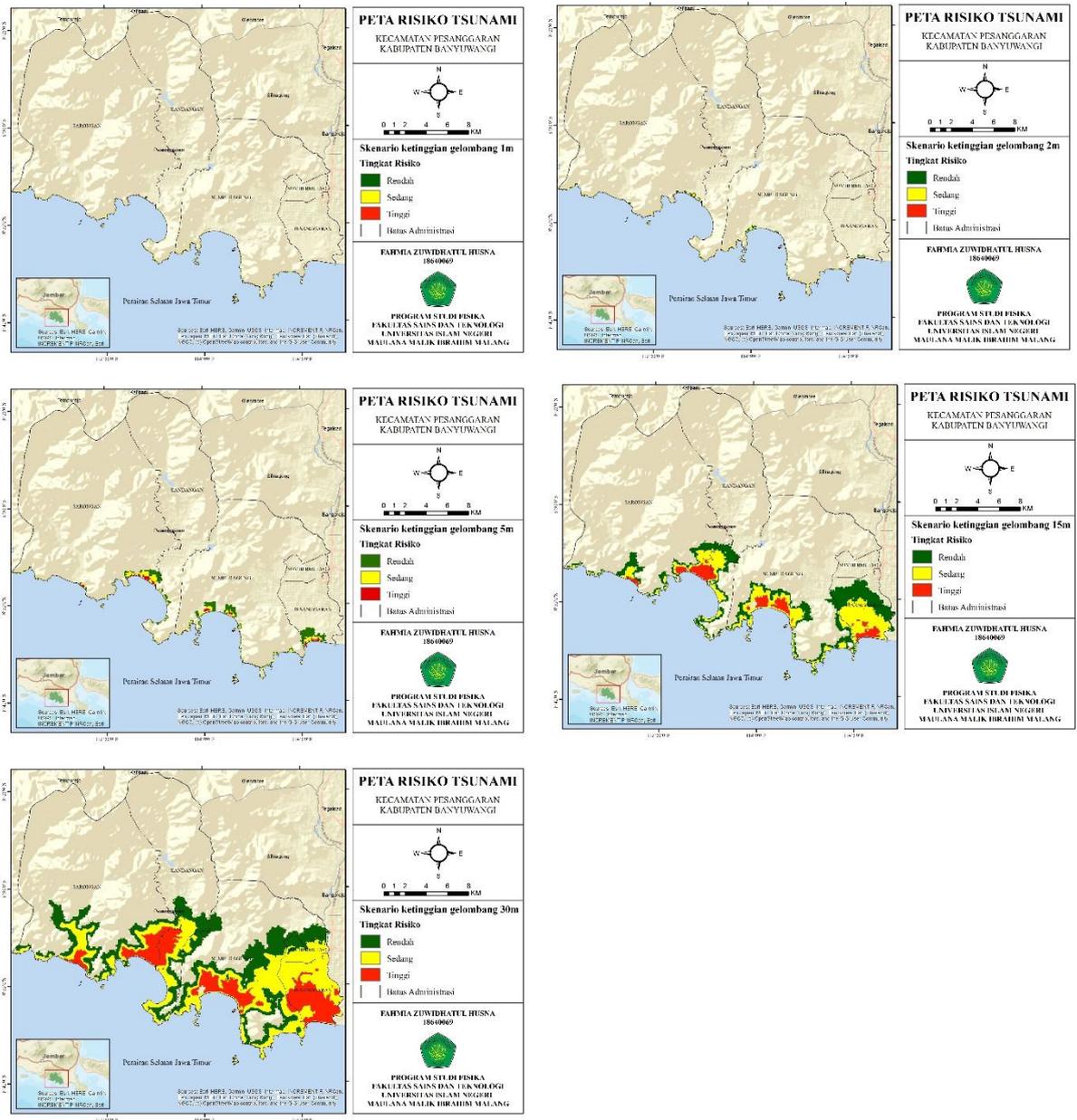


c. Risiko tsunami (tahapan pada lampiran 4 dan lampiran 5)

- Tabel luas wilayah terdampak risiko tsunami

| No | Skenario Ketinggian Gelombang Tsunami (m) | Risiko Tsunami (km ²) | | |
|----|---|-----------------------------------|--------|--------|
| | | Rendah | Sedang | Tinggi |
| 1 | 1 | 0.018 | 1.123 | 0.103 |
| 2 | 2 | 0.440 | 1.319 | 0.155 |
| 3 | 5 | 5.170 | 3.537 | 0.814 |
| 4 | 15 | 29.054 | 26.431 | 8.039 |
| 5 | 30 | 56.930 | 61.539 | 32.165 |

- Peta risiko tsunami





KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

JURUSAN FISIKA

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933
Website : <http://fisika.uin-malang.ac.id>, e-mail : fis@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Fahmia Zuwidhatul Husna
NIM : 18640069
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Pemetaan Risiko Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Pesisir Pantai Selatan Banyuwangi
Pembimbing 1 : Drs. Abdul Basid, M.Si
Pembimbing 2 : Muthmainnah, M.Si

• Konsultasi Fisika

| No | Tanggal | Hal | Tanda Tangan |
|----|-------------------|-------------------------------|--------------|
| 1 | 30 September 2021 | Konsultasi judul dan bab 1-3 | |
| 2 | 15 Oktober 2021 | Konsultasi bab 1-3 (revisi) | |
| 3 | 13 Desember 2021 | Revisi proposal | |
| 4 | 24 Maret 2022 | Konsultasi bab 4 | |
| 5 | 25 Maret 2022 | Konsultasi dan revisi bab 1-4 | |
| 6 | 18 April 2022 | Konsultasi bab 1-5 | |
| 7 | 8 June 2022 | Revisi skripsi | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

• **Konsultasi Integrasi**

| No | Tanggal | Hal | Tanda Tangan |
|----|-----------------|---|---|
| 1 | 13 Oktober 2021 | Konsultasi integrasi bab 1. 2 |  |
| 2 | 7 Maret 2022 | Konsultasi bab 2 (revisi) |  |
| 3 | 26 Maret 2022 | Konsultasi bab 1,2,4 |  |
| 4 | 30 Maret 2022 | Konsultasi integrasi bab 1,2,4 (revisi) |  |
| 5 | 14 April 2022 | Konsultasi integrasi bab 1,2,4 (revisi) |  |
| 6 | 9 Juni 2022 | Konsultasi revisi sidang skripsi |  |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Matang, 6 Juni 2022
 Mengetahui,
 Ketua Program Studi,

 Dr. Imam Tazi, M.Si

