

**PEMODELAN TSUNAMI DAN INUNDASI (GENANGAN) AREA DI
DAERAH JEMBER MENGGUNAKAN COMMIT (*COMMUNITY
MODEL INTERFACE FOR TSUNAMI*)**

SKRIPSI

Oleh:

MIFTAKHUL JANNAH
NIM. 210604110019



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

**PEMODELAN TSUNAMI DAN INUNDASI (GENANGAN) AREA DI
DAERAH JEMBER MENGGUNAKAN COMMIT (*COMMUNITY
MODEL INTERFACE FOR TSUNAMI*)**

**SKRIPSI
HALAMAN JUDUL**

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

**Oleh:
MIFTAKHUL JANNAH
NIM. 210604110019**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

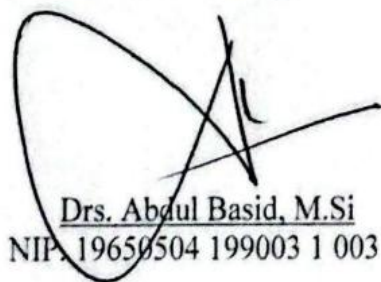
PEMODELAN TSUNAMI DAN INUNDASI (GENANGAN) AREA DI
DAERAH JEMBER MENGGUNAKAN COMMIT (*COMMUNITY MODEL
INTERFACE FOR TSUNAMI*)

SKRIPSI

Oleh:
MIFTAKHUL JANNAH
NIM. 210604110019

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 24 Juni 2026

Pembimbing I



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

Pembimbing II



Dr. Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Farid Samsu Hananto, S.Si, M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

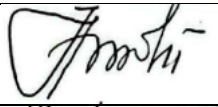
HALAMAN PENGESAHAN

PEMODELAN TSUNAMI DAN INUNDASI (GENANGAN) AREA DI
DAERAH JEMBER MENGGUNAKAN COMMIT (*COMMUNITY MODEL
INTERFACE FOR TSUNAMI*)

SKRIPSI

Oleh:
MIFTAKHUL JANNAH
NIM. 210604110019

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 24 Juni 2026

Penguji Utama :	<u>Ahmad Luthfin, M.Si</u> NIP.19860504 201903 1 009	
Ketua Penguji :	<u>Khusnul Yakin, M.Si</u> NIP. 19910103 201903 1 009	
Sekretaris Penguji :	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Anggota Penguji :	<u>Dr. Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Farid Samsu Hantanto, S.Si., M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak

Nama : Miftakhul Jannah

NIM : 210604110019

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pemodelan Tsunami Dan Inundasi (Genangan) Area Di
Daerah Jember Menggunakan ComMIT (*Community
Model Interface For Tsunami*)

terdapat unsur penjiplakan karya penelitian yang dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan sumbernya dalam daftar Pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 29 Juni 2026
Yang Membuat Pernyataan,



MIFTAKHUL JANNAH
NIM. 210604110019

MOTTO

"Jalani hidup dengan versi terbaik dirimu, bukan versi yang diharapkan orang lain"

- Epiphany Jin

"Teruslah berlari mengejar impianmu, meski jalannya tidak selalu mudah."

-Run BTS

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan tulisan ini untuk :

1. Sebagai bentuk rasa hormat, cinta, kasih sayang, dan terima kasih yang tak terhingga kepada Ayah dan Bunda yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, pengorbanan, serta kasih sayang tanpa batas. Terima kasih atas segala perjuangan dan keikhlasan yang telah diberikan selama ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan kepada Ayah dan Bunda. Bunda yang telah melalui banyak perjuangan dan rasa sakit. Tapi saya berjanji tidak akan membiarkan semua itu sia-sia. Saya ingin melakukan yang terbaik untuk setiap kepercayaan yang diberikan. Saya akan tumbuh, untuk menjadi yang terbaik yang saya bisa. Pencapaian ini adalah persembahan istimewa saya untuk ibu.
2. Dengan rasa hormat dan terima kasih yang mendalam, karya ini saya persembahkan kepada Dosen Pembimbing, bapak Drs. Abdul Basid, M.Si dan Ibu Dr. Erna Hastuti, M.Si. yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran dan ilmu yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
3. Terima kasih kepada teman-teman kontrakan yang telah menjadi keluarga kedua selama masa pembuatan skripsi. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, bantuan, canda tawa, dan berbagai pengalaman yang telah dilalui bersama, sehingga memberikan semangat dalam menyelesaikan studi ini.
4. Kepada seluruh teman-teman angkatan 2021 yang telah menemani perjalanan selama menempuh pendidikan di bangku perkuliahan. Terima kasih atas

kebersamaan, kerja sama, motivasi, serta kenangan yang telah tercipta selama ini. Semoga kita semua diberikan kesuksesan dan kemudahan dalam menggapai cita-cita.

5. Terakhir, skripsi ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri. Terima kasih karena telah berjuang, bertahan, dan tidak menyerah dalam menghadapi berbagai tantangan selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala usaha, kerja keras, doa, dan kesabaran yang telah diberikan. Semoga pencapaian ini menjadi langkah awal menuju masa depan yang lebih baik dan penuh keberkahan.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun skripsi yang berjudul “Pemodelan Tsunami Dan Inundasi (Genangan) Area Di Daerah Jember Menggunakan ComMIT (*Community Model Interface For Tsunami*)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi tugas akhir pada Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘alaihi wa sallam, sebagai suri teladan bagi seluruh umat islam.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, arahan, serta kritik dan saran yang membangun selama proses penyusunan skripsi ini, di antaranya kepada:

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala yang senantiasa memberikan kekuatan, kesabaran, dan kemudahan dalam setiap langkah yang dijalani.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Bapak Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bapak Farid Samsu Hananto, S.Si., M.T., selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Bapak Drs. Abdul Basid, M.Si., dan Ibu Dr. Erna Hastuti, M.Si. selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran, dedikasi, dan ketekunan telah

membimbing penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.

6. Seluruh dosen, laboran, dan staf administrasi Program Studi Fisika yang telah memberikan ilmu, pengalaman, serta bantuan yang sangat berarti.
7. Kedua orang tua penulis, atas segala doa, dukungan, arahan, dan motivasi yang tiada henti dalam setiap langkah kehidupan penulis.
8. Serta seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam mendukung kelancaran penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Hal tersebut tidak terlepas dari keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri dalam memenuhi tugas akademik

Malang, 25 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
مستخلص البحث.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Gempa Bumi.....	7
2.2 Tsunami	11
2.3 Run Up Tsunami	15
2.4 Travel Time	17
2.5 Faktor Penentu Wilayah Aman	19
2.6 Daerah Penelitian	21
2.7 ComMIT (Community Model Interface For Tsunami).....	23
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Lokasi Penelitian	27
3.2 Data Penelitian	27
3.3 Alat Penelitian	27
3.4 Prinsip Kerja.....	28
3.5 Validasi Data	28
3.6 Prosedur Pelaksanaan	29
3.6.1 Pengambilan Data.....	29
3.6.2 Data Sumber Gempa.....	29
3.6.3 Peta Administrasi Kabupaten Jember.....	31
3.6.4 Run Up dan Travel Time	31
3.7 Diagram Alur Penelitian.....	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil.....	33
4.1.1 Analisis Daerah Penelitian.....	33
4.1.2 Analisis Gempa Bumi.....	34
4.1.3 Analisis Desain Model.....	34
4.1.4 Penyebaran Run-Up Tsunami.....	37
4.1.5 Hasil Inundasi (Genangan) Tsunami	39
4.1.6 Hasil Travel Time Tsunami	40
4.2 Pembahasan	49
4.2.1 Run-up Tsunami	49
4.2.2 Peta Inundasi.....	52
4.2.3 Travel Time	54
4.3 Integrasi Islam	57
 BAB V PENUTUP.....	 61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	62
 DAFTAR PUSTAKA.....	 63
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Gempa Terhadap Besarnya Magnitude	12
Tabel 3.1 Data Sumber Gempa	29
Tabel 4.1 Nilai Sudut Kemiringan Lereng	39
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Run-up Tsunami	39
Tabel 4.3 Luas Terdampak Pada Setiap Desa di Kecamatan Puger	40
Tabel 4.4 Jarak Titik Pengamatan Dari Sumber Gempa Dan Waktu Tiba Gelombang Tertinggi	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Proses Terjadinya Tsunami Akibat Gempa (Scholz, 2019). ...	8
Gambar 2.2 Run Up Tsunami (Edward, 2001).	16
Gambar 2.3 Antarmuka COMMIT	24
Gambar 3.1 Parameter Sesar (Tara Adventari, dkk 2021).	30
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	32
Gambar 4.1 Titik Pengamatan Tinggi Gelombang Dan Waktu Tiba Gelombang Tsunami Kecamatan Puger Kabupaten Jember.....	33
Gambar 4.2 Penentuan Grid 1 Pulau Jawa.....	35
Gambar 4.3 Penentuan Grid 2 Kabupaten Jember	35
Gambar 4.4 Penentuan Grid 3 Kecamatan Puger.....	36
Gambar 4.5 Segmen Sesar Yang Digunakan Dalam Skenario Tsunami	36
Gambar 4.6 Peta Contour Kecamatan Puger.....	38
Gambar 4.7 Peta Genangan Tsunami Kecamatan Puger	40
Gambar 4.8 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 1	41
Gambar 4.9 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 2	42
Gambar 4.10 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 3	43
Gambar 4.11 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 4	44
Gambar 4.12 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 5	44
Gambar 4.13 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 6	45
Gambar 4.14 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 7	46
Gambar 4.15 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 8	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Peta Administrasi Kecamatan Puger.....	66
Lampiran 2 Data Tutupan Lahan Kecamatan Puger.....	66
Lampiran 3 Data Waktu Tiba Dan Tinggi Gelombang Tsunami.....	71
Lampiran 4 Data Contour Kecamatan Puger	95
Lampiran 5 Data Batimetri Kecamatan Puger	105
Lampiran 6 Pengolahan Data	123

ABSTRAK

Jannah, Miftakhul. 2026. **Pemodelan Tsunami Dan Inundasi (Genangan) Area Di Daerah Jember Menggunakan ComMIT (*Community Model Interface For Tsunami*)**, Skripsi. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si.

Kata kunci: tsunami, inundasi, run-up, travel time, ComMIT, Kecamatan Puger.

Kabupaten Jember, khususnya Kecamatan Puger yang berada di pesisir selatan Jawa Timur, merupakan wilayah yang memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana tsunami akibat kedekatannya dengan zona subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi ketinggian gelombang tsunami, waktu tiba gelombang (travel time), serta luasan inundasi (genangan) tsunami di wilayah pesisir Kecamatan Puger menggunakan perangkat lunak Community Model Interface for Tsunami (ComMIT). Data yang digunakan meliputi parameter sumber gempa dengan magnitudo 8,8 Mw, data DEMNAS, dan data BATNAS. Pemodelan dilakukan menggunakan metode numerik MOST yang terintegrasi dalam ComMIT dan hasilnya dipetakan menggunakan ArcGIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi gelombang tsunami berkisar antara 5,50–8,79 m dengan nilai run-up sebesar 4,40–7,03 m. Run-up tertinggi ditemukan di Desa Mojomulyo sebesar 7,03 m, sedangkan yang terendah berada di Pulau Nusa Barung sebesar 4,40 m. Gelombang tsunami pertama diperkirakan tiba dalam waktu 1–2 menit setelah kejadian gempa, sedangkan gelombang maksimum terjadi pada menit ke-42 hingga ke-45. Luas wilayah terdampak tsunami mencapai 72,43 km² dari total luas Kecamatan Puger sebesar 159,45 km². Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan strategi mitigasi, jalur evakuasi, dan sistem peringatan dini tsunami di wilayah pesisir Kabupaten Jember.

ABSTRACT

Jannah, Miftakhul. 2026. **Tsunami and Inundation Area Modeling in Jember Using ComMIT (Community Model Interface for Tsunami)**. Undergraduate Thesis. Physics Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisors: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si. (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si.

Keywords: tsunami, inundation, run-up, travel time, ComMIT, Puger District.

Jember Regency, particularly Puger District located on the southern coast of East Java, is highly vulnerable to tsunami hazards due to its proximity to the subduction zone between the Indo-Australian Plate and the Eurasian Plate. This study aims to determine the potential tsunami wave height, tsunami travel time, and inundation area in the coastal region of Puger District using the Community Model Interface for Tsunami (ComMIT) software. The data used include earthquake source parameters with a magnitude of 8.8 Mw, DEMNAS data, and BATNAS data. Tsunami modeling was carried out using the MOST numerical method integrated into ComMIT, and the results were mapped using ArcGIS. The results indicate that tsunami wave heights range from 5.50 to 8.79 m, with run-up values ranging from 4.40 to 7.03 m. The highest run-up value was found in Mojomulyo Village at 7.03 m, while the lowest was recorded on Nusa Barung Island at 4.40 m. The first tsunami wave is estimated to arrive within 1–2 minutes after the earthquake event, while the maximum wave occurs between 42 and 45 minutes afterward. The tsunami affected area reaches 72.43 km² out of the total area of Puger District, which covers 159.45 km². The results of this study can serve as a scientific basis for tsunami mitigation planning, evacuation route development, and early warning system implementation in the coastal areas of Jember Regency.

مستخلص البحث

جانة، مفتاح. 2026. نمذجة مناطق التسونامي والفيضانات في جيمبر باستخدام ComMIT (واجهة النموذج المجتمعي للتسونامي). أطروحة البكالوريوس. برنامج دراسة الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية في مالانغ. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية في مالانغ. المشرفان: (I) د. عبد الباسيد، ماجستير في العلوم. (II) د. إرنا هاستوتي، ماجستير في العلوم

الكلمة الرئيسية: تسونامي، فيضان، تصاعد المياه، زمن السفر، ComMIT، منطقة بوجير.

مقاطعة جيمبر، وخاصة منطقة بوجر الواقعة على الساحل الجنوبي لشرق جاوة، هي منطقة لديها مستوى عالٍ من التعرض لخطر تسونامي بسبب قربها من منطقة الغوص بين صفيحة الهندو-أستراليا والصفيحة الأوربية الآسيوية. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة احتمالية ارتفاع موجات التسونامي، ووقت وصول الموجة، وكذلك مساحة غمر المياه الناتجة عن التسونامي في المناطق الساحلية لمنطقة بوجر باستخدام برنامج Community Model Interface for Tsunami (ComMIT). تشمل البيانات المستخدمة معايير مصدر الزلزال بقوة 8.8 درجة على مقياس الوطأة، وبيانات DEMNAS، وبيانات BATNAS. تم إجراء النمذجة باستخدام الطريقة العددية MOST المدججة في برنامج ComMIT، وتم رسم النتائج باستخدام ArcGIS. أظهرت نتائج البحث أن ارتفاع موجات تسونامي تراوح بين 5.50-8.79 متر مع قيمة الارتفاع النهائي (رَن-أَب) بين 4.40-7.03 متر. وتم العثور على أعلى ارتفاع رَن-أَب في قرية موجدُموليو بارتفاع 7.03 متر، بينما كان الأدنى في جزيرة نوسا بارونغ بارتفاع 4.40 متر. يُقدّر وصول الموجة الأولى للتسونامي خلال 1-2 دقيقة بعد حدوث الزلزال، في حين تحدث الموجة القصوى في الدقيقة 42 إلى 45. بلغت مساحة المنطقة المتأثرة بالتسونامي 72.43 كم² من إجمالي مساحة قسم بوجير البالغة 159.45 كم². يمكن استخدام هذه النتائج كأساس لوضع استراتيجيات التخفيف، ومسارات الإخلاء، ونظام الإنذار المبكر للتسونامي في المناطق الساحلية بمقاطعة جيمبر.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Samudra Pasifik, dan Lempeng India-Australia, yang masing-masing bergerak relatif terhadap Eurasia. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai daerah yang secara tektonik sangat aktif dan rawan terhadap gempa bumi, dengan frekuensi kegempaan jauh lebih tinggi dibandingkan banyak negara lain di dunia. Gempa-gempa tersebut seringkali berpusat di dasar laut, seperti Samudra Hindia, dan memiliki potensi untuk memicu terjadinya tsunami. Tsunami merupakan bencana alam yang sangat merusak, terutama bagi masyarakat yang tinggal di daerah pesisir. Gelombang besar ini terbentuk akibat gangguan mendadak pada dasar laut, seperti gempa bumi bawah laut, longsor bawah laut, atau letusan gunung api laut. Di Indonesia, yang terletak di wilayah Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*), aktivitas tektonik sangat tinggi, menjadikan negara ini sangat rentan terhadap gempa bumi dan tsunami (BMKG,2021).

Kabupaten Jember, yang terletak di pesisir selatan Jawa Timur, berada dalam posisi strategis yang rawan terhadap ancaman tsunami. Wilayah ini berbatasan langsung dengan Samudra Hindia, sebuah kawasan laut yang dikenal sebagai zona subduksi aktif. Subduksi ini terjadi akibat tumbukan antara Lempeng Indo-Australia yang menyusup ke bawah Lempeng Eurasia. Pergerakan lempeng yang saling bertabrakan ini menyimpan potensi energi besar yang dapat dilepaskan secara tiba-tiba dalam bentuk gempa bumi kuat, terutama jenis thrust fault, yang berisiko tinggi memicu tsunami besar (Lay & Wallace,2019).

Kecamatan Puger, yang menjadi lokasi penelitian, terletak di bagian selatan Kabupaten Jember (sekitar 8°25' LS dan 113°28' BT) dan memiliki garis pantai yang panjang dengan topografi dataran rendah di sepanjang pesisir. Wilayah ini didominasi oleh batuan sedimen Kuarter yang relatif labil, menjadikannya sangat rentan terhadap gelombang tsunami. Berdasarkan data historis, Kabupaten Jember pernah mengalami dampak tsunami yang berasal dari Samudra Hindia, yaitu pada tahun 1818, 1921, dan yang paling signifikan adalah pada tahun 1994. Tsunami tahun 1994 ini dipicu oleh gempa bumi yang juga menyebabkan tsunami di Banyuwangi, dan mencatatkan tinggi gelombang mencapai 11,2 meter di Pantai Bandialit, Jember, yang merupakan terjangan tertinggi kedua setelah Pantai Rajegwesi. Bencana ini menewaskan 23 orang, merusak 80 rumah, dan menghancurkan 119 kapal, menjadi bukti konkret potensi bahaya yang nyata (Yulianto et al., 2019).

Selain menjadi kawasan rawan bencana, Kecamatan Puger juga merupakan wilayah strategis dengan konsentrasi pemukiman, serta aktivitas ekonomi pesisir yang cukup tinggi, terutama di sektor perikanan dan pariwisata. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Jember menetapkan Puger sebagai pusat pengembangan ekonomi, dengan keberadaan Tempat Pelelangan Ikan (TPI), pelabuhan kecil, destinasi wisata seperti Pantai Puger dan Pancer, serta jumlah nelayan dan produksi perikanan yang terbesar di Kabupaten Jember. Aktivitas ekonomi dan kepadatan penduduk di wilayah pesisir yang rawan tsunami ini menuntut perlunya mitigasi risiko yang efektif, termasuk pemodelan dampak dan rencana evakuasi yang berbasis ilmiah (BPBD Kabupaten Jember, 2023).

Dalam perspektif Islam, fenomena alam seperti gempa bumi dan tsunami tidak hanya dipandang sebagai peristiwa geofisika semata, tetapi juga sebagai bagian dari tanda-tanda kebesaran Allah SWT yang menunjukkan kekuasaan-Nya atas alam semesta. Al-Qur'an banyak memberikan gambaran mengenai dinamika laut dan perubahan besar yang dapat terjadi di dalamnya sebagai pelajaran bagi manusia agar senantiasa meningkatkan keimanan sekaligus melakukan ikhtiar dalam memahami dan mengantisipasi berbagai bencana alam. Salah satu ayat yang menggambarkan dahsyatnya perubahan pada lautan terdapat dalam Surah Al-Infitar ayat 3:

وَإِذَا الْبِحَارُ فَجُجِرَتْ ﴿٣﴾

Yang artinya :

"Dan apabila lautan menjadikan meluap"

Menurut Ibnu Katsir, kata فَجُجِرَتْ berasal dari akar kata فَجَرَ yang berarti membelah, memecah, atau mengalirkan dengan deras. Ayat ini menggambarkan kondisi dahsyat ketika lautan kehilangan batas alaminya dan airnya saling bercampur atau meluap dengan kekuatan luar biasa. Dalam konteks keilmuan kontemporer, fenomena فَجُجِرَتْ dapat direfleksikan sebagai deskripsi simbolis terhadap gangguan massa air laut secara tiba-tiba seperti yang terjadi saat tsunami terbentuk akibat deformasi dasar laut dari gempa tektonik. Ayat ini tidak hanya menjadi pengingat akan kebesaran Allah dalam mengatur alam semesta, tetapi juga mendorong manusia untuk meneliti, memahami, dan mengantisipasi dinamika laut sebagai bentuk ikhtiar ilmiah (Al-Dimasyqi, I. K. 2014).

Untuk memahami dan mengantisipasi risiko bencana tsunami, pemodelan tsunami menjadi salah satu langkah penting dalam mitigasi bencana. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan dalam pemodelan tsunami adalah

Community Model Interface for Tsunami (ComMIT). ComMIT merupakan perangkat berbasis numerik yang mampu mensimulasikan propagasi dan inundasi tsunami berdasarkan parameter sumber gempa dan karakteristik wilayah pesisir. Hasil simulasi pemodelan gelombang tsunami akan menghasilkan data time series dan flow depth, yang selanjutnya dapat diproses dan dianalisis menggunakan perangkat lunak pemetaan seperti ArcGIS. Dengan menggunakan metode ini, diharapkan dapat dihasilkan pemetaan daerah terdampak tsunami serta estimasi tingkat inundasi yang dapat terjadi di kawasan pesisir Kabupaten Jember. Keunggulan utama ComMIT adalah kemampuannya untuk melakukan pemodelan berbasis grid dengan resolusi tinggi, yang memungkinkan analisis mendetail terhadap area terdampak, termasuk estimasi tinggi gelombang, kecepatan aliran, dan waktu tiba gelombang tsunami (travel time) di suatu lokasi pesisir (NOAA, 2012).

Yulianto et al. (2019) mengkaji dampak tsunami tahun 1994 di Kabupaten Jember dan menemukan bahwa ketinggian gelombang mencapai 11,2 meter di Pantai Bandialit, dengan korban jiwa dan kerusakan infrastruktur yang signifikan. Studi ini menjadi dasar penting untuk memahami karakteristik tsunami historis di wilayah tersebut. Selain itu, Gusman et al. (2016) menggunakan data gempa dan model numerik untuk mensimulasikan tsunami di wilayah selatan Jawa dan mengidentifikasi bahwa gempa megathrust dengan magnitudo $\geq 8,0$ memiliki potensi besar memicu tsunami dengan waktu tiba kurang dari 30 menit di pesisir Jember.

Di sisi lain, Widiyantoro et al. (2020) melakukan pemodelan seismotektonik di zona subduksi selatan Jawa dan menunjukkan bahwa kawasan ini memiliki

akumulasi energi tektonik yang tinggi, sehingga berpotensi menghasilkan gempa besar yang memicu tsunami. Penelitian tersebut menekankan pentingnya pemantauan seismik dan pemodelan berbasis skenario bencana untuk mitigasi risiko. Pendekatan pemodelan numerik juga telah diterapkan oleh Heidarzadeh & Satake (2015) menggunakan software berbasis MOST seperti ComMIT, yang mampu mereproduksi propagasi dan inundasi tsunami secara realistis berdasarkan parameter sumber gempa dan topografi pesisir.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana potensi ketinggian gelombang tsunami di daerah jember berdasarkan hasil pemodelan *software community model interface for tsunami* (ComMIT)?
2. Bagaimana potensi waktu tiba gelombang tsunami di daerah jember berdasarkan hasil pemodelan *software community model interface for tsunami* (ComMIT)?
3. Bagaimana peta Inundasi(genangan) di area terdampak berdasarkan hasil pemodelan *software community model interface for tsunami* (ComMIT)?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui ketinggian gelombang tsunami di daerah jember menggunakan *software community model interface for tsunami* (ComMIT).
2. Untuk mengetahui waktu tiba gelombang tertinggi di daerah jember menggunakan *software community model interface for tsunami* (ComMIT).
3. Untuk membuat peta inundasi(genangan) area terdampak hasil *software*

community model interface for tsunami (ComMIT) menggunakan pemetaan software ArcGIS.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dilaksanakan di wilayah pesisir Pantai Selatan, Kecamatan Puger, Kabupaten Jember, Jawa Timur.
2. Parameter dalam penelitian ini didasarkan pada data gempa bumi yang berpotensi memicu gelombang tsunami dengan magnitudo sebesar 8,8 Mw.
3. Hasil penelitian ini berfokus pada estimasi tinggi gelombang, waktu tiba gelombang tsunami, dan area yang terdampak.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat mengenai perkiraan ketinggian serta waktu tiba gelombang tsunami di Kabupaten Jember, sehingga dapat dijadikan rujukan dalam upaya mitigasi bencana. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan peta wilayah terdampak tsunami yang dapat digunakan dalam perencanaan tata ruang pesisir guna mengurangi potensi risiko bencana. Temuan dari penelitian ini dapat menjadi dasar ilmiah bagi pemerintah daerah dan masyarakat dalam menyusun strategi mitigasi serta langkah-langkah evakuasi yang lebih efektif. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi dalam meningkatkan pemahaman mengenai pemanfaatan perangkat lunak pemodelan tsunami seperti ComMIT serta ArcGIS dalam analisis risiko bencana.

BAB II

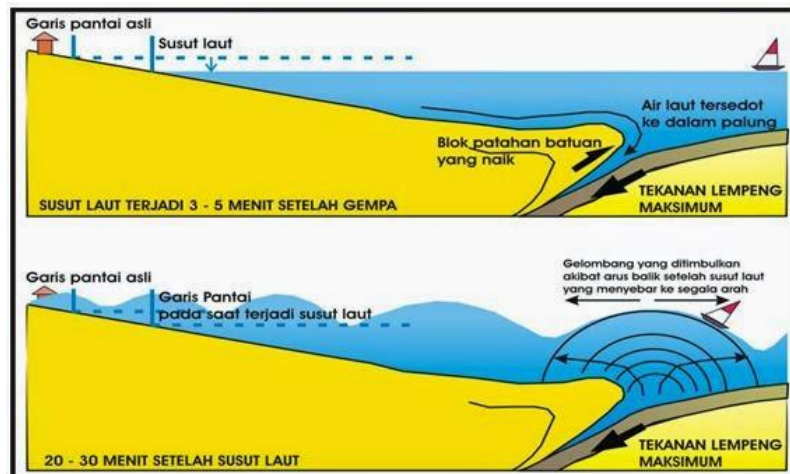
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan fenomena geologi yang terjadi akibat pelepasan energi secara tiba-tiba di dalam kerak bumi, yang menghasilkan gelombang seismik. Peristiwa ini terjadi karena adanya pergerakan lempeng tektonik, aktivitas vulkanik, atau bahkan aktivitas antropogenik seperti pengeboran dan eksploitasi sumber daya bumi (USGS, 2020). Di wilayah Indonesia yang berada di zona subduksi aktif, sebagian besar gempa bumi bersumber dari tumbukan antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia.

Berdasarkan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG, 2021), Indonesia mengalami lebih dari 10.000 kejadian gempa setiap tahunnya, yang menunjukkan tingginya aktivitas seismik di kawasan ini. Kekuatan gempa diukur menggunakan skala magnitudo, sedangkan dampaknya pada permukaan tanah dinilai melalui intensitas (BMKG, 2021).

Gempa bumi diklasifikasikan berdasarkan kedalamannya menjadi gempa dangkal <60 km, menengah 60–300 km, dan dalam >300 km (Lay & Wallace, 2019). Gempa dangkal cenderung menimbulkan kerusakan lebih besar di permukaan bumi dibandingkan gempa yang lebih dalam, karena energi yang dilepaskan lebih dekat ke permukaan (Lay & Wallace, 2019).



Gambar 2.1 Skema Proses Terjadinya Tsunami Akibat Gempa (Scholz, 2019).

Proses terjadinya gempa bumi berkaitan erat dengan akumulasi dan pelepasan energi di sepanjang zona patahan. Ketika dua lempeng bertemu dan tidak bisa bergerak, energi terus menumpuk sampai gaya geser melebihi kekuatan batuan, dan terjadi patahan secara tiba-tiba, menyebabkan gempa (Scholz, 2019). Sebagian besar gempa besar di Indonesia terjadi di zona subduksi, termasuk zona megathrust di sepanjang barat Sumatera dan selatan Jawa. Zona ini adalah salah satu sumber potensial gempa bumi yang dapat memicu tsunami, seperti gempa Bengkulu 2007 dan gempa Palu 2018 (Widiyantoro et al., 2020).

Gempa bumi merupakan salah satu fenomena alam yang dampaknya sangat besar terhadap kehidupan. Dalam Islam, peristiwa gempa tidak hanya dipahami melalui pendekatan ilmiah berupa pergerakan lempeng tektonik dan pelepasan energi seismik, tetapi juga menjadi pengingat bagi manusia akan kekuasaan Allah SWT dalam mengatur bumi dan seluruh isinya. Al-Qur'an memberikan gambaran mengenai guncangan bumi yang dahsyat melalui firman Allah SWT dalam Surah Az-Zalzalah ayat 1–2 berikut:

إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زِلْزَالَهَا ۖ وَأَخْرَجَتِ الْأَرْضُ أَثْقَالَهَا

Yang artinya :

"Apabila bumi diguncangkan dengan guncangan (yang dahsyat), dan bumi telah mengeluarkan beban-beban berat (yang dikandung)nya."

Ibnu Katsir menafsirkan ayat ini sebagai gambaran peristiwa dahsyat dimana bumi melepaskan apa yang ada di dalamnya. Namun, dalam perspektif sains kebencanaan yang relevan dengan penelitian ini, frasa زُلْزَالَةٌ (guncangan) dapat dikorelasikan secara ilmiah dengan pelepasan energi elastis yang terakumulasi akibat pergerakan lempeng tektonik, sedangkan أَنْقَالُهَا (beban berat) merepresentasikan materi, energi, dan deformasi dasar laut yang dikeluarkan secara tiba-tiba saat terjadi gempa yang memicu tsunami (Ibnu Katsir, 2004).

Selain menggambarkan dahsyatnya guncangan bumi, Surah Az-Zalzalah juga memberikan pemahaman bahwa peristiwa alam yang terjadi di bumi memiliki keteraturan dan mekanisme yang dapat dipelajari oleh manusia. Dalam ilmu kebumihan, gempa bumi terjadi akibat akumulasi tegangan pada batas pertemuan lempeng tektonik yang kemudian dilepaskan dalam bentuk energi seismik. Pelepasan energi tersebut dapat menyebabkan deformasi dasar laut yang memicu terbentuknya gelombang tsunami. Pemahaman terhadap mekanisme ini sangat penting untuk mendukung pengembangan teknologi mitigasi bencana sehingga masyarakat dapat lebih siap menghadapi potensi bencana di masa mendatang (Al-Dimasyqi, I. K. 2014).

Oleh karena itu, penelitian pemodelan tsunami ini merupakan bentuk ikhtiar ilmiah untuk memahami mekanisme guncangan. Dengan mensimulasikan potensi tsunami di Jember menggunakan perangkat lunak ComMIT, peneliti berupaya menerjemahkan tanda-tanda kebesaran Allah (*ayat kauniyah*) menjadi data mitigasi yang bermanfaat. Hal ini sejalan dengan semangat ayat tersebut, dimana manusia

diperintahkan untuk tidak hanya pasrah secara spiritual, tetapi juga siap secara teknis dalam menghadapi risiko bencana yang telah Allah jadikan sebagai ujian, melalui pemahaman yang akurat tentang sumber gempa, propagasi gelombang, dan wilayah inundasi (Shihab, M. Q. 2002).

Dalam perspektif Islam, kajian ilmiah terhadap fenomena alam merupakan bagian dari upaya manusia untuk memahami tanda-tanda kebesaran Allah SWT yang tersebar di alam semesta. Berbagai peristiwa alam yang terjadi di bumi, termasuk gempa bumi, merupakan bagian dari sunnatullah atau hukum-hukum alam yang telah ditetapkan oleh Allah SWT agar manusia dapat mengambil pelajaran, meningkatkan keimanan, dan mempersiapkan diri menghadapi berbagai kemungkinan yang dapat terjadi. Oleh karena itu, penelitian mengenai gempa bumi dan tsunami tidak hanya menjadi bentuk pengembangan ilmu pengetahuan, tetapi juga merupakan wujud ikhtiar manusia dalam menjaga keselamatan dan meminimalkan dampak bencana melalui pemanfaatan ilmu yang telah dianugerahkan oleh Allah SWT (Shihab, M. Q. 2002).

Gempa bumi dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis sesarnya, yaitu sesar naik (thrust fault), sesar turun (normal fault), dan sesar mendatar (strike-slip fault). Dari ketiga jenis ini, sesar naik paling sering terkait dengan tsunami karena menyebabkan pengangkatan dasar laut secara tiba-tiba (Lay et al., 2020). Gempa bumi dapat menyebabkan berbagai dampak, mulai dari kehancuran infrastruktur, korban jiwa, hingga bencana sekunder seperti tsunami dan tanah longsor. Oleh karena itu, penting untuk memahami karakteristik gempa demi peningkatan kesiapsiagaan bencana (UNDRR, 2022).

Salah satu pendekatan ilmiah untuk memahami karakteristik gempa adalah

dengan memanfaatkan teknologi pemodelan numerik dan sistem peringatan dini. Sistem ini memanfaatkan data real-time dari seismograf dan GPS untuk memprediksi magnitudo dan lokasi episenter dengan cepat dan akurat (Allen et al., 2020). Teknologi pemodelan numerik seperti ComMIT yang digunakan dalam penelitian ini juga memerlukan data parameter gempa bumi, termasuk lokasi episentrum, kedalaman, dan jenis mekanisme sumber untuk memprediksi potensi tsunami dengan akurat. Dalam konteks tsunami, besaran magnitudo gempa sangat berpengaruh terhadap ketinggian gelombang laut yang terbentuk. Studi oleh Gusman et al. (2016) menunjukkan bahwa gempa dengan magnitudo di atas 8,0 di zona subduksi sangat berpotensi memicu tsunami besar di wilayah pesisir Indonesia.

Gempa bumi yang berpotensi tsunami umumnya memiliki mekanisme sesar naik (*thrust fault*) dan terjadi di bawah laut pada kedalaman kurang dari 60 km. Perubahan vertikal dasar laut yang tiba-tiba menyebabkan perpindahan massa air dan membentuk gelombang tsunami (Heidarzadeh & Satake, 2015). Pemahaman yang baik tentang gempa bumi juga perlu didukung oleh edukasi masyarakat, terutama di daerah rawan bencana. Program literasi kebencanaan harus ditanamkan sejak usia dini agar masyarakat lebih tanggap dalam menghadapi situasi darurat (LIPI, 2020).

2.2 Tsunami

Tsunami merupakan fenomena gelombang laut yang sering terjadi di Jepang. Istilah "tsunami" sendiri berasal dari bahasa Jepang, yaitu "Tsu" yang berarti pelabuhan dan "Nami" yang berarti gelombang, sehingga dapat diartikan sebagai gelombang besar yang mencapai pantai. Tsunami dapat disebabkan oleh

gempa bumi, letusan gunung berapi, atau longsor di dasar laut (Bryant, 2014).

Menurut BMG, magnitudo tsunami yang terjadi di Indonesia berkisar antara 1,5 hingga 4,5 pada skala Imamura, dengan ketinggian maksimum gelombang yang mencapai pantai sekitar 4 hingga 24 meter. Jangkauan gelombang ke daratan berkisar antara 50 hingga 200 meter dari garis pantai (BMKG, 2021). Tsunami umumnya dipicu oleh gempa bumi yang terjadi di dasar laut, terutama jika pusat gempa berada pada kedalaman kurang dari 60 km, memiliki magnitudo lebih dari 6,0 skala Richter, dan termasuk dalam jenis sesar naik atau sesar turun. Sebagian besar tsunami disebabkan oleh gempa bumi dengan mekanisme fokus yang memiliki komponen dip slip, di mana tipe thrust menjadi yang paling dominan, seperti yang terjadi pada tsunami di Flores tahun 1992 (Yulianto et al., 2019).

Klasifikasi gempa berdasarkan kedalamannya terbagi menjadi tiga kategori, yaitu:

- Gempa dangkal dengan kedalaman antara 0 hingga 60 km.
- Gempa menengah dengan kedalaman lebih dari 60 km hingga 300 km.
- Gempa dalam dengan kedalaman lebih dari 300 km.

Sementara itu, berdasarkan magnitudonya, Hagiwara (1964) mengelompokkan gempa bumi berdasarkan besar kecilnya magnitudo sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Gempa Terhadap Besarnya Magnitude

Magnitude (M)	Klasifikasi
$M \geq 7$	Gempa besar
$5 \leq M < 7$	Gempa sedang
$3 \leq M < 5$	Gempa kecil
$1 \leq M < 3$	Gempa mikro
$M < 1$	Gempa ultra mikro

Hubungan matematis besaran magnitudo gelombang tsunami (magnitudo tsunami, m) terhadap magnitudo gempa (M) adalah sebagai berikut:

$$m = 2,8M - 19,4 \quad (1)$$

Dengan :

m = magnitudo gelombang tsunami

M = magnitudo gempa

Tsunami umumnya terjadi akibat aktivitas tektonik di dasar laut, khususnya akibat pergerakan sesar naik atau sesar turun yang menyebabkan perubahan elevasi dasar laut secara tiba-tiba. Perubahan ini menyebabkan perpindahan massa air laut secara vertikal, yang kemudian membentuk gelombang permukaan laut berskala besar (Bryant, 2014).

Gelombang tsunami dapat memiliki panjang gelombang ratusan kilometer dan kecepatan rambat hingga 800 km/jam di laut dalam. Kecepatan penyebaran gelombang tersebut sangat dipengaruhi oleh kedalaman laut (Lay & Wallace, 1995). Ketika tsunami mendekati wilayah pantai dengan kedalaman laut yang semakin dangkal, kecepatannya menurun, tetapi tinggi gelombang (amplitudo) meningkat secara drastis melalui proses yang disebut shoaling atau amplifikasi.

Meskipun amplitudo tsunami di laut lepas tergolong kecil, biasanya sekitar 30–50 cm, amplitudo tersebut dapat meningkat menjadi puluhan meter saat mencapai garis pantai. Hal ini menjadikan tsunami sangat merusak bagi wilayah pesisir karena membawa energi dalam jumlah besar dan menjalar dengan kecepatan tinggi, bahkan bisa mencapai 50 km/jam saat mendekati daratan (Tanioka, 1996).

Oleh karena itu, memahami mekanisme pembentukan dan propagasi tsunami sangat penting dalam upaya mitigasi bencana, khususnya dalam

pengembangan sistem peringatan dini tsunami dan penataan ruang wilayah pesisir (Yalciner et al.,2017).

Setelah perpindahan massa air terjadi, gelombang tsunami akan menjalar ke segala arah dari pusat gangguan dengan kecepatan tinggi, mencapai 500–800 km/jam di laut dalam. Kecepatan ini dipengaruhi oleh kedalaman laut, sesuai dengan rumus :

$$V = \sqrt{g \cdot h} \quad (2)$$

Dengan :

v = kecepatan gelombang

g = percepatan gravitasi

h = kedalaman laut

Di laut lepas, gelombang tsunami memiliki amplitudo yang kecil (biasanya <1 meter), sehingga sering tidak terdeteksi oleh kapal laut (Yalciner et al., 2017).

Namun, ketika gelombang mendekati pantai, terjadi fenomena yang disebut shoaling, yaitu perlambatan kecepatan gelombang dan peningkatan amplitudo akibat kedalaman laut yang semakin dangkal. Gelombang yang semula tidak berbahaya bisa berubah menjadi dinding air setinggi puluhan meter ketika mencapai daratan (Løvholt et al., 2019). Proses ini yang menyebabkan efek destruktif tsunami di wilayah pesisir, termasuk kerusakan infrastruktur, kehilangan nyawa, dan gangguan ekosistem pantai.

Faktor tambahan seperti bentuk garis pantai, topografi dasar laut, dan keberadaan teluk atau tanjung dapat memperparah dampak tsunami. Misalnya, wilayah pesisir yang berada di ujung teluk sempit akan mengalami amplifikasi gelombang yang lebih tinggi karena efek pemfokusan energi gelombang. Oleh

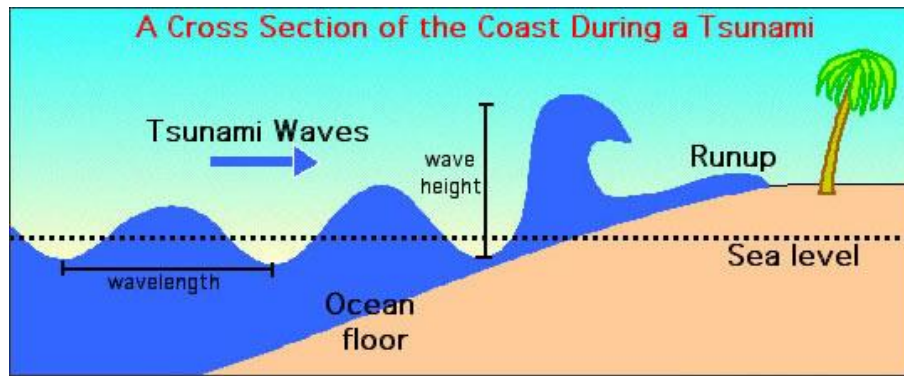
karena itu, studi morfologi pesisir sangat penting dalam penentuan zona rawan tsunami (Kânoğlu et al., 2015).

Pemahaman terhadap proses terjadinya tsunami ini menjadi dasar penting dalam pengembangan sistem peringatan dini, simulasi numerik, dan strategi mitigasi bencana. Dengan teknologi seperti sistem DART buoys dan sensor tekanan dasar laut, para ilmuwan kini dapat mendeteksi dan memperkirakan waktu tiba serta ketinggian gelombang tsunami dengan lebih akurat (Behrens et al., 2021). Penggabungan ilmu geologi, oseanografi, dan teknologi informasi memungkinkan sistem mitigasi tsunami yang lebih responsif dan efisien.

2.3 Run Up Tsunami

Run-up tsunami merujuk pada ketinggian maksimum gelombang tsunami saat mencapai daratan, diukur dari permukaan laut normal hingga titik tertinggi yang dicapai oleh air. Parameter ini sangat penting dalam evaluasi risiko bencana di wilayah pesisir karena menggambarkan potensi dampak vertikal dari tsunami terhadap infrastruktur dan populasi. Run-up tidak hanya dipengaruhi oleh kekuatan gempa sebagai pemicu, tetapi juga oleh topografi dasar laut, bentuk garis pantai, vegetasi, dan kondisi permukaan darat. Oleh karena itu, dua lokasi dengan jarak berdekatan bisa memiliki nilai run-up yang sangat berbeda. Studi oleh Gusman et al. (2016) menunjukkan bahwa run-up tsunami bisa mencapai lebih dari 30 meter di lokasi dengan konfigurasi geografis tertentu, seperti teluk sempit atau tanjung yang memperkuat gelombang melalui efek resonansi dan pemfokusan. Ketinggian run-up maksimum dapat dihitung menggunakan rumus empiris yang mempertimbangkan tinggi gelombang di ujung pantai dan sudut kemiringan lereng

pantai (Edward, 2001).



Gambar 2.2 Run Up Tsunami (Edward, 2001).

Ketinggian run-up maksimum yang dicapai oleh gelombang dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Edward, 2001) :

$$H_{rmks} = 2,83(\cot\beta)^{0,5}H_s^{1,25} \quad (3)$$

Dengan:

H_{rmks} = ketinggian maksimum run-up tsunami (m)

H_s = ketinggian gelombang ujung pantai (m)

β = sudut kemiringan lereng ($^{\circ}$)

Sedangkan untuk menghitung sudut kemiringan lereng dapat menggunakan persamaan :

$$\tan \beta = \frac{y}{x} \quad (4)$$

Dengan:

B = sudut kemiringan lereng ($^{\circ}$)

y = jarak vertikal bidang pantai terhadap sumbu x (Vertikal)

x = jarak bidang datar pengamatan (Horizontal)

Pemerintah Indonesia melalui BNPB telah mengembangkan peta mikrozonasi tsunami yang mencakup estimasi run-up untuk setiap wilayah pesisir rawan tsunami. Data ini menjadi dasar dalam pengembangan sistem evakuasi vertikal dan horizontal.

Penelitian oleh Mori et al. (2021) menunjukkan bahwa elevasi alami seperti bukit dan vegetasi mangrove dapat menurunkan nilai run-up secara signifikan dengan menyerap energi gelombang sebelum mencapai daratan. Simulasi run-up yang akurat sangat bergantung pada kualitas data bathimetri dan topografi. Ketidaktepatan data akan menghasilkan prediksi run-up yang meleset, yang dapat berakibat fatal dalam perencanaan mitigasi.

2.4 Travel Time

Travel time tsunami adalah waktu yang dibutuhkan oleh gelombang tsunami untuk menjalar dari sumber gempa di laut menuju pantai. Parameter ini sangat penting dalam sistem peringatan dini, karena menentukan seberapa cepat masyarakat harus bereaksi setelah terjadi gempa. Waktu tempuh gelombang tsunami sangat tergantung pada kedalaman laut dan jarak antara episenter gempa dengan garis pantai. Secara umum, semakin dalam lautnya, semakin cepat gelombang bergerak. Sebaliknya, di daerah dengan laut dangkal, kecepatan gelombang berkurang sehingga waktu tempuhnya lebih lama. Kecepatan gelombang tsunami di laut dalam bisa mencapai 700–800 km/jam, namun kecepatannya akan menurun drastis ketika memasuki perairan dangkal, bahkan hanya 30–50 km/jam saat mendekati pantai (Lay & Wallace, 1995).

Waktu tempuh gelombang tsunami dapat ditentukan melalui perhitungan dengan menggunakan rumus (IOC/UNESCO (2013) :

$$t_{arrival} = t_0 + t_{travel} \quad (5)$$

Dengan :

$t_{arrival}$ = waktu tiba

t_0 = waktu asal tsunami

t_{travel} = waktu tempuh dari sumber ke lokasi

Sedangkan untuk menghitung waktu tempuh dari sumber ke lokasi dapat dihitung menggunakan rumus:

$$t_{travel} = \frac{L}{\sqrt{g \cdot d}} \quad (6)$$

Dengan :

t_{travel} = waktu tempuh dari sumber ke lokasi

L = jarak dari sumber ke lokasi (dalam meter)

g = percepatan gravitasi = 9.8 m/s²

d = kedalaman laut rata-rata (dalam meter)

Studi simulasi oleh Gusman et al. (2016) menunjukkan bahwa untuk tsunami yang bersumber dari selatan Jawa, seperti yang potensial berdampak ke Jember, waktu tempuh ke pantai bisa berkisar antara 15 hingga 45 menit tergantung pada lokasi pusat gempa dan kedalamannya (Gusman,2016).

Dalam konteks penelitian ini, travel time sangat berguna untuk menentukan waktu yang tersedia bagi masyarakat di pesisir Jember, khususnya di Kecamatan Puger, untuk mengevakuasi diri. Estimasi waktu tempuh ini didapatkan dari hasil pemodelan numerik menggunakan software ComMIT dengan input parameter gempa dan kondisi topografi laut lokal (NOAA,2012).

Pemodelan waktu tempuh tsunami harus mempertimbangkan jalur lintasan gelombang, kedalaman laut sepanjang lintasan, serta kemungkinan adanya hambatan alami atau refleksi gelombang yang memperpanjang atau mempersingkat waktu tempuh (Lay & Wallace, 1995).

Untuk wilayah seperti pesisir Jember, model travel time tsunami digunakan untuk mengidentifikasi titik-titik kritis yang membutuhkan sistem peringatan cepat,

termasuk pemasangan sirine otomatis, jalur evakuasi cepat, dan penempatan petugas siaga tsunami di lokasi strategis (BNPB,2021).

2.5 Faktor Penentu Wilayah Aman

Penentuan wilayah aman dalam mitigasi bencana tsunami merupakan langkah kritis yang didasarkan pada integrasi berbagai parameter fisik, geografis, dan teknis. Suatu wilayah dikategorikan aman dari tsunami apabila memiliki risiko minimal terhadap dampak inundasi dan gaya hidrodinamik gelombang. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2021), status keamanan suatu wilayah tidak bersifat mutlak melainkan relatif terhadap skenario bencana yang dimodelkan. Faktor utama yang menjadi acuan adalah elevasi atau ketinggian wilayah tersebut dari permukaan laut. Secara umum, wilayah dengan elevasi di atas 30 meter dianggap relatif aman dari tsunami dengan ketinggian gelombang sedang hingga besar. Namun, untuk wilayah dengan topografi datar seperti pesisir selatan Jawa, termasuk Kabupaten Jember, kriteria elevasi aman dapat disesuaikan berdasarkan hasil pemodelan run-up maksimum, di mana wilayah dengan ketinggian di atas 15 meter sering kali dijadikan batas minimal zona aman untuk skenario gempa megathrust (BMKG, 2021).

Selain faktor elevasi vertikal, jarak horizontal dari garis pantai juga menjadi parameter penentu yang signifikan. Semakin jauh suatu lokasi dari pantai, semakin rendah potensi energi gelombang tsunami yang diterima. Berdasarkan studi kasus tsunami di Indonesia, jangkauan inundasi dapat bervariasi antara 50 hingga 2000 meter dari garis pantai, tergantung pada ketinggian gelombang dan kemiringan topografi daratan (Yulianto et al., 2019). Untuk wilayah pesisir datar seperti Kecamatan Puger, jarak aman minimal yang direkomendasikan adalah 500 hingga

1000 meter dari garis pantai, atau hingga mencapai elevasi tertentu yang telah divalidasi melalui simulasi numerik. Kombinasi antara jarak dan ketinggian ini membentuk zona evakuasi horizontal, di mana masyarakat dapat berpindah ke daratan yang lebih tinggi untuk menghindari genangan.

Ketinggian run-up tsunami menjadi acuan teknis utama dalam membatasi zona aman secara vertikal. Run-up merupakan ketinggian maksimum yang dicapai oleh gelombang tsunami saat mencapai daratan, diukur dari permukaan laut normal. Wilayah yang berada di bawah ketinggian run-up maksimum berpotensi tergenang dan mengalami kerusakan struktur. Studi historis menunjukkan bahwa tsunami tahun 1994 di Pantai Bandialit, Jember, mencapai run-up hingga 11,2 meter, sehingga wilayah dengan elevasi di bawah 15 meter harus dianggap sebagai zona rawan tinggi (Yulianto et al., 2019). Dalam penelitian ini, hasil pemodelan menggunakan perangkat lunak ComMIT akan menghasilkan estimasi run-up yang lebih akurat berdasarkan skenario gempa terkini, yang kemudian digunakan untuk memperbarui batas wilayah aman secara spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Faktor waktu tiba atau *travel time* gelombang tsunami juga memegang peranan penting dalam definisi wilayah aman, khususnya terkait dengan kapasitas evakuasi. Suatu wilayah dapat disebut aman jika waktu yang dibutuhkan untuk mencapainya lebih singkat daripada waktu tiba tsunami. Untuk wilayah pesisir selatan Jawa, waktu tiba tsunami dapat berkisar antara 15 hingga 45 menit tergantung pada lokasi episenter gempa (Gusman et al., 2016). Oleh karena itu, penentuan lokasi tempat evakuasi, baik horizontal maupun vertikal, harus mempertimbangkan kecepatan akses, ketersediaan jalur evakuasi, dan kondisi

infrastruktur jalan. Wilayah yang secara topografi tinggi namun sulit dijangkau dalam waktu kurang dari 30 menit tidak dapat dikategorikan sebagai zona aman yang efektif bagi masyarakat pesisir.

Kondisi lingkungan dan tutupan lahan juga mempengaruhi tingkat keamanan suatu wilayah dari ancaman tsunami. Vegetasi pesisir seperti hutan mangrove, cemara udang, dan sabuk hijau lainnya berperan sebagai pelindung alami yang dapat mereduksi energi gelombang tsunami. Studi oleh Mori et al. (2021) menunjukkan bahwa sabuk hijau dengan lebar minimal 100-200 meter dapat mengurangi ketinggian run-up tsunami hingga 30-50%. Namun, degradasi vegetasi pesisir akibat aktivitas antropogenik dapat mengurangi kemampuan alami wilayah dalam meredam dampak tsunami, sehingga memerlukan upaya rehabilitasi sebagai bagian dari strategi mitigasi struktural (Mori et al, 2021).

2.6 Daerah Penelitian

Daerah penelitian dalam studi ini adalah wilayah pesisir Kecamatan Puger, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur. Lokasi ini dipilih karena memiliki potensi bahaya tsunami yang tinggi, mengingat posisinya yang langsung berbatasan dengan Samudra Hindia, yang merupakan zona subduksi aktif antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia (Widiyantoro et al., 2020).

Secara geografis, Kecamatan Puger terletak di bagian selatan Kabupaten Jember, dengan koordinat sekitar 8°25' LS dan 113°28' BT. Wilayah ini memiliki garis pantai yang panjang dan topografi yang relatif datar di sepanjang pantai, sehingga rentan terhadap gelombang tsunami (BIG).

Berdasarkan Peta Geologi Regional Jawa Timur oleh Badan Geologi (2020), wilayah Jember, khususnya Puger, didominasi oleh batuan sedimen

berumur Kuartar dan Formasi Besole yang terbentuk akibat pengendapan laut dangkal. Ini menjadikan wilayah ini cukup labil terhadap aktivitas seismik bawah laut (Badan Geologi, 2020).

Pantai Puger dan sekitarnya merupakan pusat aktivitas ekonomi masyarakat lokal. Terdapat Tempat Pelelangan Ikan (TPI), pelabuhan kecil, serta fasilitas pariwisata yang berkembang. Aktivitas ekonomi di sepanjang pantai inilah yang memperbesar kerentanan terhadap bahaya tsunami jika tidak disertai mitigasi yang memadai (Pemerintah Kabupaten Jember, 2011).

Kawasan ini juga memiliki permukiman padat penduduk di dekat garis pantai, seperti di Dusun Mandaran, Dusun Krajan, dan Dusun Watu Ulo. Banyak dari permukiman ini berada di ketinggian kurang dari 10 meter dari permukaan laut, menjadikannya termasuk zona rawan tsunami (BNPB, 2021).

Menurut hasil kajian BNPB (2021), Kecamatan Puger termasuk dalam zona risiko tinggi tsunami dengan estimasi ketinggian run-up lebih dari 10 meter dan travel time kurang dari 30 menit dari titik sumber gempa di zona subduksi selatan Jawa.

Hasil penelitian Yulianto et al. (2019) juga menunjukkan bahwa Pantai Bandialit, salah satu pantai di Puger, pernah terdampak tsunami pada tahun 1994 dengan tinggi gelombang mencapai 11,2 meter. Bencana ini menewaskan puluhan orang dan merusak infrastruktur penting di sepanjang pesisir Jember dan Banyuwangi (Yulianto et al., 2019).

Topografi wilayah yang relatif datar menyebabkan gelombang tsunami dapat menjalar jauh ke daratan. Pemetaan topografi dari DEM (Digital Elevation Model) menunjukkan bahwa sebagian besar dataran di sekitar Pantai Puger

memiliki ketinggian di bawah 5 meter, memperbesar risiko inundasi tsunami (BIG).

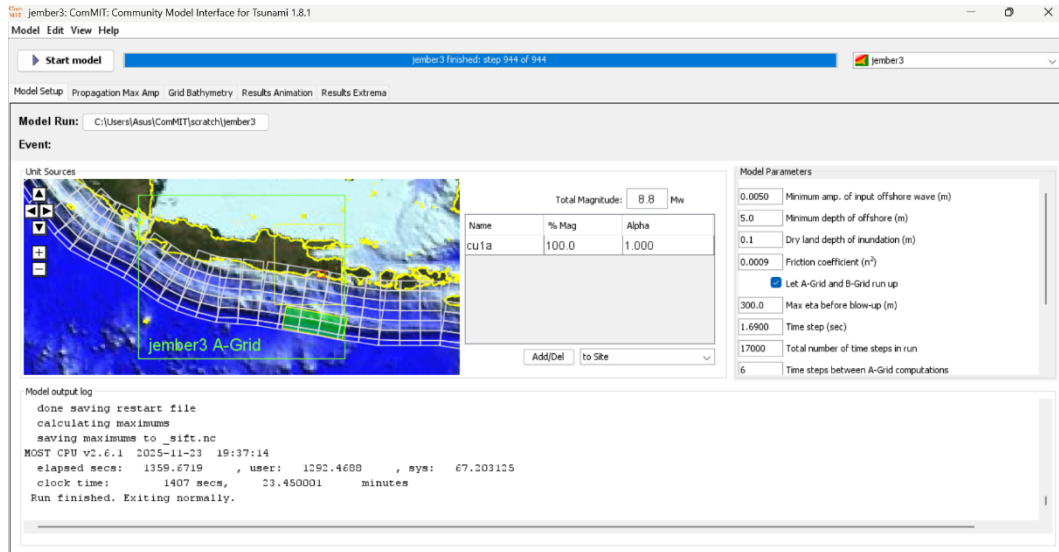
Selain itu, kondisi vegetasi pesisir di kawasan ini sudah banyak mengalami degradasi akibat aktivitas pertanian dan pembangunan. Padahal, vegetasi alami seperti hutan mangrove dan cemara udang dapat menjadi penghalang alami untuk mengurangi kekuatan gelombang tsunami (Mori et al., 2021).

Pemilihan daerah penelitian ini juga mempertimbangkan aspek sosial dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana. Berdasarkan survei lapangan oleh BPBD Jember (2023), sebagian besar masyarakat di kawasan pesisir belum memiliki rencana evakuasi yang jelas dan hanya mengandalkan sirine atau informasi lisan saat bencana terjadi (BPBD Kabupaten Jember, 2023).

Daerah Puger juga termasuk kawasan konservasi alam, dengan keberadaan Pulau Nusa Barong yang secara ekologis penting namun secara geologis rawan terhadap dampak langsung tsunami karena posisinya yang sangat dekat dengan zona sumber gempa megathrust selatan Jawa (Widiyantoro et al., 2020).

2.7 ComMIT (Community Model Interface For Tsunami)

ComMIT (Community Model Interface for Tsunami) adalah sebuah perangkat lunak berbasis numerik yang dikembangkan oleh NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) dan digunakan secara luas dalam pemodelan propagasi serta inundasi tsunami. Perangkat ini dirancang untuk membantu peneliti, pemerintah, dan praktisi kebencanaan dalam membuat simulasi pergerakan gelombang tsunami dari sumber gempa hingga ke pantai (NOAA, 2012).



Gambar 2.3 Antarmuka COMMIT

ComMIT dibangun di atas model MOST (Method of Splitting Tsunami) yang telah terbukti akurat dalam simulasi dinamika tsunami. MOST menggunakan persamaan gelombang air dangkal nonlinear (NSWE) yang dapat menghitung perambatan dan transformasi tsunami secara realistis di berbagai jenis topografi dasar laut dan daratan (Titov et al., 2011). Analisis stabilitas pada model numerik yang dijalankan perlu dilakukan untuk memastikan keandalan hasil simulasi. Oleh sebab itu, kriteria Courant Friedrichs Lewy (CFL) diterapkan sebagai acuan agar model numerik dapat beroperasi secara stabil. Pemenuhan kondisi stabilitas CFL dicapai melalui penentuan ukuran grid dan interval waktu simulasi yang tepat (Courant, Friedrichs & Lewy, 1967). Kondisi CFL dapat dicapai saat :

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gd}} \quad (7)$$

Dimana Δx merupakan ukuran spasial dari grid, g adalah konstanta gravitasi dan d adalah kedalaman atau batimetri lautan. Persamaan ini menjelaskan bahwa langkah waktu (Δt) harus sama dengan atau lebih kecil dari waktu yang diperlukan gelombang untuk menempuh jarak sejauh ukuran spasial grid (Δx).

Keunggulan utama ComMIT adalah kemampuannya untuk melakukan

pemodelan berbasis grid dengan resolusi tinggi, yang memungkinkan analisis mendetail terhadap area terdampak, termasuk estimasi tinggi gelombang, kecepatan aliran, dan waktu tiba gelombang tsunami (travel time) di suatu lokasi pesisir (NOAA, 2012).

ComMIT juga memiliki antarmuka pengguna yang interaktif, sehingga pengguna dapat mengatur parameter sumber gempa, kedalaman laut, dan topografi dengan mudah. Sistem ini dirancang agar mudah digunakan bahkan oleh pengguna nonpemrogram, menjadikannya alat yang inklusif untuk lembaga penanggulangan bencana daerah. Dalam proses simulasi, ComMIT memerlukan beberapa input penting seperti: koordinat dan parameter gempa (magnitudo, kedalaman, tipe patahan), model deformasi dasar laut, peta batimetri, serta data topografi wilayah pesisir. Semua input ini dikombinasikan untuk mensimulasikan run-up dan inundasi tsunami secara numerik (Heidarzadeh & Satake, 2015).

Output dari ComMIT mencakup peta kontur run-up, grafik time series, dan data kedalaman genangan (flow depth) dalam format ASCII dan GeoTIFF. Data ini dapat dengan mudah diintegrasikan ke perangkat lunak pemetaan seperti ArcGIS atau QGIS untuk pembuatan peta zonasi risiko tsunami (NOAA, 2012). Salah satu keunggulan tambahan dari ComMIT adalah kemampuannya melakukan validasi model berdasarkan data historis tsunami. Pengguna dapat membandingkan hasil simulasi dengan data lapangan dari tsunami sebelumnya untuk menyesuaikan parameter dan meningkatkan akurasi prediksi (Gusman et al., 2016).

ComMIT telah digunakan dalam berbagai studi kasus di Indonesia, termasuk pemodelan tsunami Aceh 2004, Mentawai 2010, dan Palu 2018. Penggunaan di berbagai kasus ini menunjukkan fleksibilitas perangkat ini dalam

menyesuaikan karakteristik geofisika wilayah Indonesia yang kompleks (Widiyantoro et al., 2020).

Dalam konteks penelitian ini, ComMIT digunakan untuk mensimulasikan potensi tsunami di wilayah pesisir Kecamatan Puger, Kabupaten Jember. Dengan menginput parameter gempa dari zona subduksi selatan Jawa, ComMIT dapat memperkirakan tinggi gelombang dan estimasi waktu tiba gelombang di titik-titik pantai yang kritis (Gusman et al., 2016).

Pemodelan menggunakan ComMIT sangat berguna dalam menyusun peta evakuasi berbasis skenario terburuk. Misalnya, jika tsunami dengan magnitudo 8,8 Mw terjadi, maka dengan simulasi ini kita dapat mengetahui area mana yang harus dievakuasi dalam waktu kurang dari 30 menit (Satake, 2015).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di daerah pesisir pantai selatan pada Kecamatan Puger, Kabupaten Jember, Jawa Timur yang berada di garis depan ancaman tsunami akibat kedekatannya dengan zona subduksi Lempeng Indo Australia dan Eurasia. Menghadap langsung ke Samudra Hindia, Puger rentan terhadap tsunami akibat gempa megathrust, ditambah dengan tingginya konsentrasi pemukiman dan aktivitas ekonomi pesisir seperti pelabuhan ikan dan pariwisata. Menurut BNPB (2021), wilayah ini termasuk zona rawan tinggi tsunami dengan waktu tiba gelombang kurang dari 30 menit dan run-up yang dapat melebihi 10 meter, sehingga sangat representatif untuk pemodelan tsunami dan pemetaan inundasi menggunakan software numerik.

3.2 Data Penelitian

Adapun data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data sumber gempa
2. Peta Rupa Bumi Kabupaten Jember
3. Tutupan Lahan Kabupaten Jember

3.3 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Laptop
2. Software ArcGis
3. Software Qgis
4. Software ComMIT

3.4 Prinsip Kerja

ComMIT (*Community Model Interface for Tsunami*) merupakan antarmuka perangkat lunak berbasis web yang dikembangkan oleh NOAA untuk memudahkan simulasi tsunami menggunakan model numerik MOST (Method of Splitting Tsunami). Prinsip kerja ComMIT berawal dari input parameter sumber gempa seperti magnitudo, lokasi episenter, kedalaman, strike, dip, rake, panjang dan lebar patahan, serta dislokasi vertikal yang digunakan untuk menghitung deformasi dasar laut akibat gempa tektonik.

Dalam pemodelan, wilayah studi dibagi menjadi beberapa zona nested grid dari resolusi kasar di laut lepas hingga resolusi sangat halus di dekat pantai untuk menangkap detail propagasi dan inundasi secara akurat. Output yang dihasilkan mencakup time series, ketinggian gelombang, dan flow depth (kedalaman genangan air), yang selanjutnya dapat divisualisasikan dalam bentuk peta menggunakan perangkat lunak GIS seperti ArcGIS.

Keandalan simulasi ComMIT juga bergantung pada kualitas data masukan, terutama batimetri dan topografi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan data DEMNAS dan BATNAS dari BIG sebagai representasi akurat kondisi fisik wilayah pesisir Jember.

3.5 Validasi Data

Validasi data dilakukan dengan menginput parameter sumber gempa Banyuwangi tahun 1994 ke dalam perangkat lunak ComMIT. Parameter tersebut kemudian dimodifikasi dengan menggeser lokasi episentrum agar lebih mendekati wilayah penelitian di Kecamatan Puger, Kabupaten Jember, serta meningkatkan magnitudo menjadi 8,8 Mw nilai yang merepresentasikan skenario gempa

maksimum berdasarkan potensi sumber megathrust di zona subduksi selatan Jawa. Pendekatan ini digunakan untuk menguji konsistensi dan sensitivitas model terhadap perubahan parameter sumber gempa dalam simulasi tsunami.

3.6 Prosedur Pelaksanaan

Adapun tahapan pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.6.1 Pengambilan Data

Pada penelitian ini diambil dari <https://tanahair.indonesia.go.id> dengan menggunakan data demnas dan batnas, demnas memberikan bentuk permukaan atau topografi sedangkan batnas memberikan informasi data batimetri atau kedalaman air. Dan parameter sumber gempa (magnitudo, kedalaman, dan mekanisme sesar) yang didapat pada website USGS <https://earthquake.usgs.gov>.

3.6.2 Data Sumber Gempa

Data sumber gempa merupakan salah satu parameter utama yang digunakan dalam pemodelan tsunami menggunakan software ComMIT (*Community Model Interface for Tsunami*). Parameter ini mencakup lokasi episenter, magnitudo, kedalaman, dan mekanisme sesar.

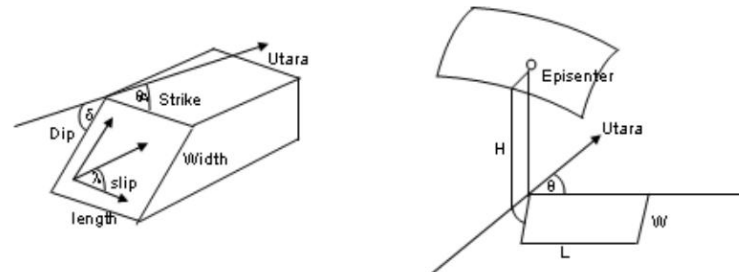
Berikut adalah rincian data sumber gempa yang digunakan dalam penelitian ini: (Tara Adventari, dkk 2021).

Tabel 3.1 Data Sumber Gempa

Mw	Epicenter		Depth	Strike	Dip	Rake	L	W	D
	Lat	Lon							
8,8	-11,03 LS	113,04 BT	36,1 km	101°	44°	-94°	301,985 km	150,993 km	8,748 m

Dimana :

H = depth, L = panjang, W = lebar, θ = strike, δ = dip, λ = slip



Gambar 3.1 Parameter Sesar (Tara Adventari, dkk 2021).

Latitude dan Longitude gempa diasumsikan berada di zona subduksi selatan Jawa, yaitu wilayah pertemuan antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Lokasi ini dipilih karena merupakan zona megathrust yang memiliki potensi besar untuk memicu gempa bumi dengan magnitudo tinggi, yang dapat menyebabkan tsunami besar. Thrust fault terjadi ketika pergerakan sesar naik, sehingga dasar laut mengalami deformasi vertikal, yang menyebabkan perpindahan massa air secara tiba-tiba dan membentuk gelombang tsunami. Strike dan dip mempengaruhi distribusi deformasi vertikal dasar laut, yang pada akhirnya menentukan intensitas gelombang tsunami. Sedangkan rake menunjukkan bahwa gerakan sesar adalah dominan vertikal (thrust fault), yang menjadi penyebab utama pembentukan tsunami. Pengaruh parameter panjang patahan (L) pada tsunami adalah semakin panjang patahan, semakin besar area dasar laut yang terdeformasi, sehingga energi tsunami yang dihasilkan juga lebih besar. Untuk lebar patahan (W) mempengaruhi kedalaman deformasi dasar laut, semakin lebar patahan semakin besar volume air yang terdorong, sehingga tinggi gelombang tsunami meningkat. Sedangkan dislokasi vertikal (D) adalah faktor utama yang

menyebabkan perpindahan massa air secara tiba-tiba, yang kemudian membentuk gelombang tsunami.

3.6.3 Peta Administrasi Kabupaten Jember

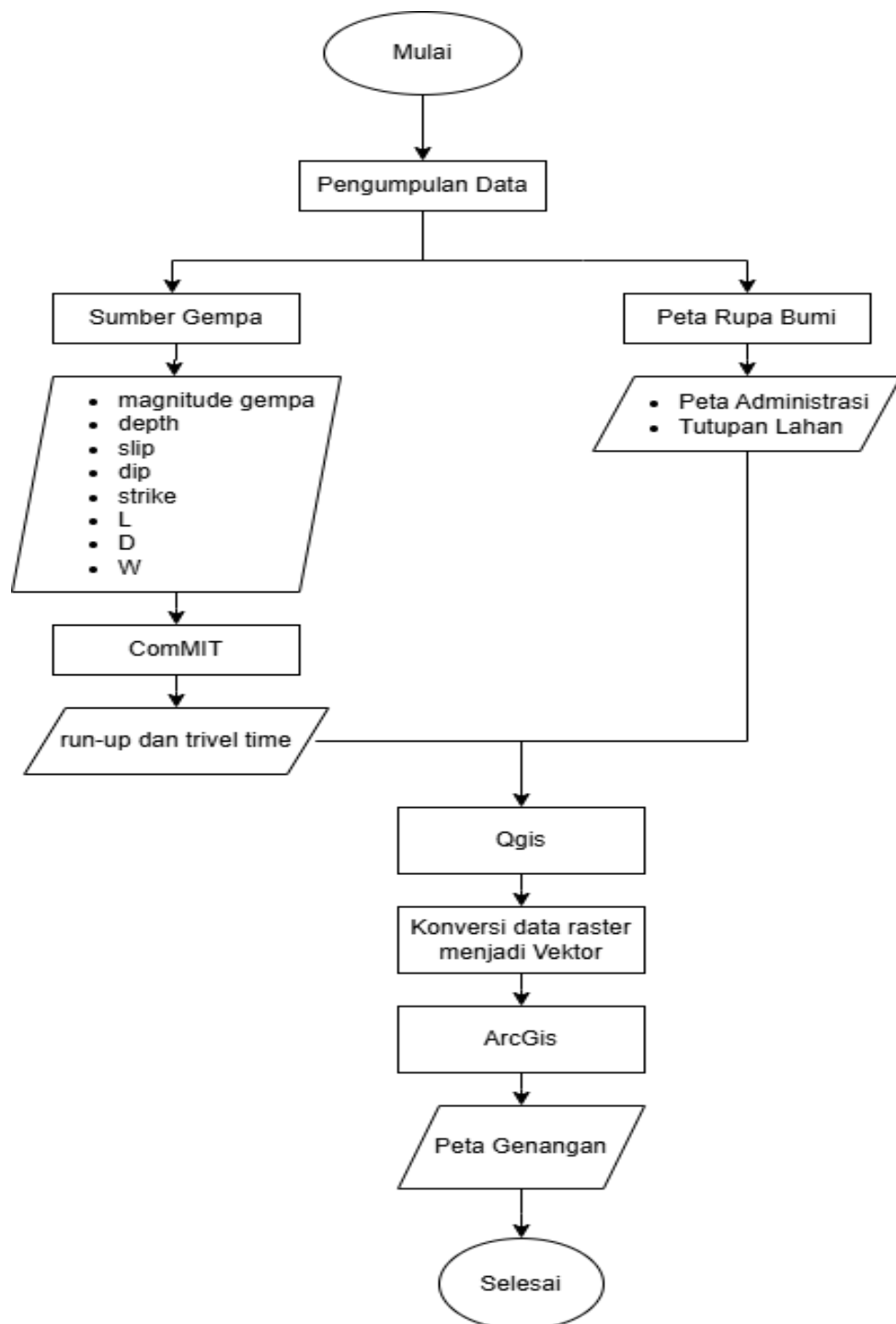
Peta rupa bumi merupakan peta yang menggambarkan berbagai kenampakan di permukaan bumi, baik yang bersifat alami maupun hasil aktivitas manusia. Peta topografi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari <https://tanahair.indonesia.go.id/>. Selanjutnya, peta tutupan lahan dimanfaatkan sebagai peta dasar dalam penyusunan berbagai peta tematik, seperti peta tata guna lahan, peta jaringan jalan, peta distribusi penduduk, serta peta jaringan sungai. Peta tutupan lahan merepresentasikan unsur-unsur utama permukaan bumi yang meliputi elemen hipsografi berupa relief dan ketinggian wilayah, elemen hidrografi seperti laut, danau, dan sungai, elemen vegetasi sebagai penutup lahan, elemen toponimi berupa nama tempat atau wilayah geografis, elemen buatan atau budaya, sistem transportasi, serta elemen batas administrasi negara dan Sistem Referensi Koordinat Nasional (sistem bujur).

3.6.4 Run Up dan Travel Time

Tahap berikutnya adalah melakukan penyesuaian pada sistem MOST yang dijalankan melalui perangkat lunak ComMIT (Community Model Interface for Tsunami). ComMIT merupakan antarmuka berbasis web untuk pemodelan tsunami komunitas yang dikembangkan oleh Tsunami Research Center (NCTR) NOAA. Dalam proses ini, wilayah penelitian dibagi menjadi tiga zona yang merepresentasikan batas area terdampak tsunami. Pembagian wilayah dilakukan dengan menerapkan metode nesting grid, yang memusatkan pemodelan beresolusi tinggi pada area sekitar Kabupaten Jember. Semakin sempit cakupan wilayah

pemodelan, maka resolusi grid yang dihasilkan akan semakin rapat dan detail. Output dari simulasi tsunami meliputi parameter run-up dan travel time, yang selanjutnya dipetakan menggunakan perangkat lunak ArcGIS.

3.7 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Alur Penelitian

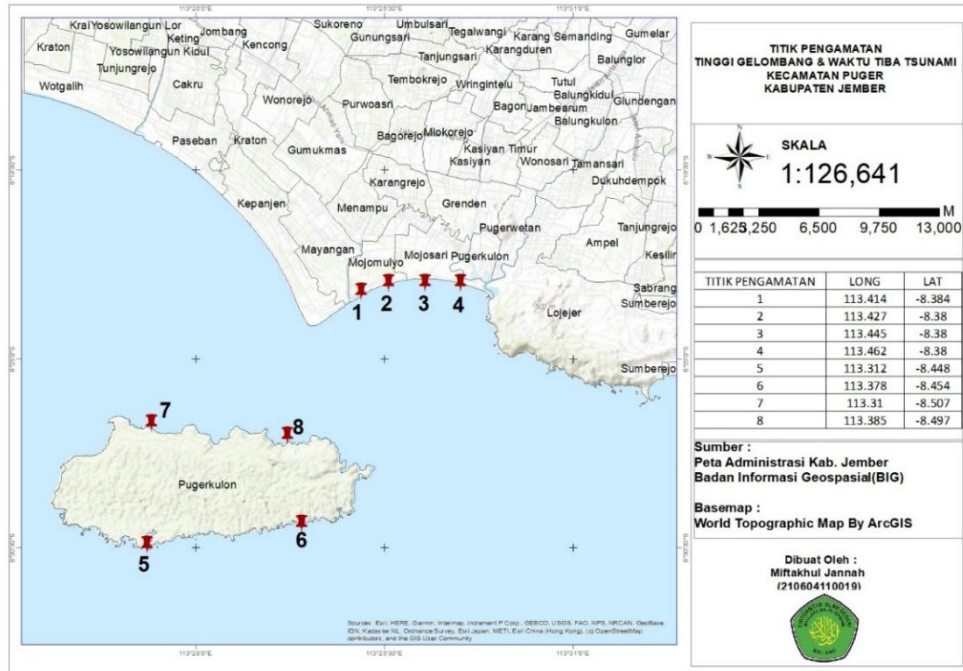
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Analisis Daerah Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah pesisir Kecamatan Puger, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur. Wilayah penelitian dipilih karena berada di pesisir selatan Pulau Jawa yang berbatasan langsung dengan Samudra Hindia dan memiliki potensi terdampak tsunami akibat aktivitas subduksi Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Dalam penelitian ini ditentukan delapan titik pengamatan yang tersebar di sepanjang wilayah pesisir Kecamatan Puger. Titik-titik pengamatan tersebut digunakan sebagai lokasi pengambilan data tinggi gelombang tsunami (*wave height*), *travel time*, serta perhitungan *run-up* tsunami.



Gambar 4.1 Titik Pengamatan Tinggi Gelombang Dan Waktu Tiba Gelombang Tsunami Kecamatan Puger Kabupaten Jember

Gambar 4.1 menunjukkan lokasi penelitian beserta persebaran delapan titik pengamatan di Kecamatan Puger. Peta tersebut memperlihatkan batas wilayah penelitian, garis pantai, serta posisi masing-masing titik yang digunakan dalam proses pemodelan tsunami menggunakan perangkat lunak ComMIT. Delapan titik tersebut menjadi lokasi pengamatan utama dalam memperoleh data tinggi gelombang, waktu tiba tsunami, serta perhitungan *run-up*.

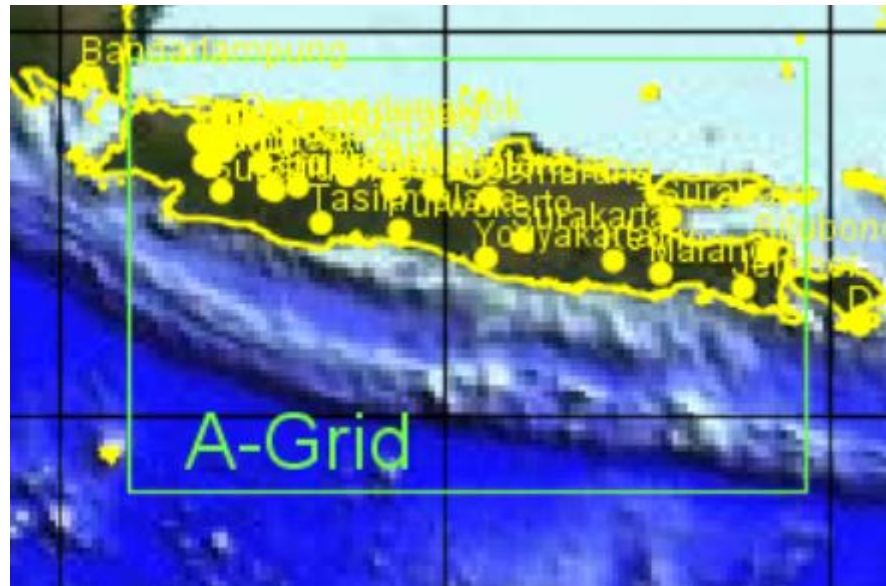
4.1.2 Analisis Gempa Bumi

Parameter sumber tsunami dalam penelitian ini merujuk pada kejadian gempa tektonik tanggal 7 September 2009 pukul 16.12 WIB pada koordinat $-11,03^{\circ}$ dan $113,04^{\circ}$ dengan magnitudo 8,8 SR, yang berasosiasi dengan zona subduksi Jawa. Setiap kejadian tsunami menunjukkan variabilitas parameter sumber, seperti mekanisme patahan, kedalaman hiposenter, serta geometri zona megathrust, sehingga diperlukan analisis berbasis data historis untuk mengidentifikasi pola kegempaan yang berpotensi memicu tsunami di masa mendatang. Bagi wilayah pesisir Kecamatan Puger, Kabupaten Jember, rekaman peristiwa masa lalu berfungsi sebagai dasar dalam pemodelan numerik untuk mensimulasikan propagasi gelombang dan estimasi run-up pada garis pantai. Informasi ini kemudian diintegrasikan ke dalam analisis bahaya tsunami guna menghasilkan penilaian risiko yang lebih akurat serta mendukung perencanaan mitigasi berbasis sains.

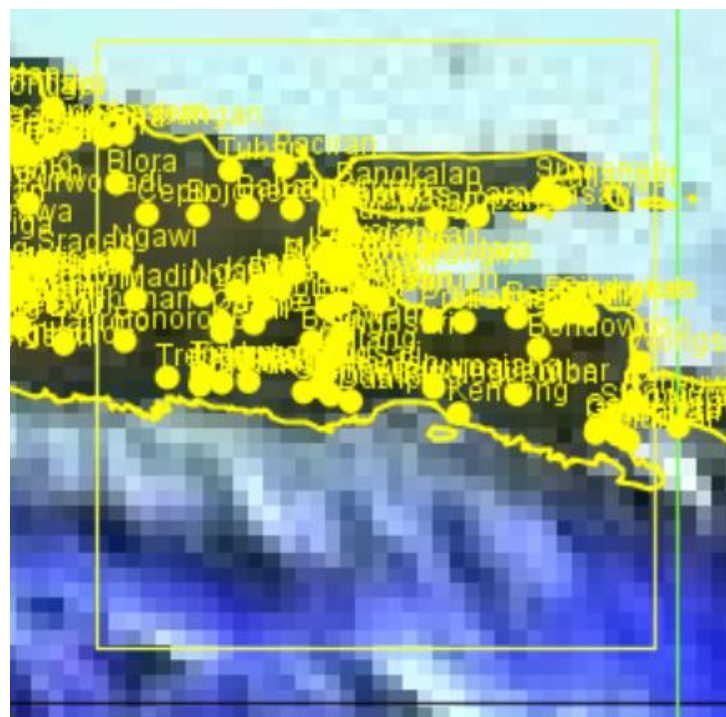
4.1.3 Analisis Desain Model

Penentuan segmen skenario dilakukan dengan menyesuaikan posisi sumber gempa terhadap area penelitian melalui pembagian menjadi grid A, grid B, dan grid C, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4. Pembagian grid tersebut dipilih untuk mempermudah proses penyusunan model,

meningkatkan kualitas hasil simulasi, serta memastikan bahwa animasi yang dihasilkan dapat merepresentasikan wilayah sumber gempa dan area penelitian secara menyeluruh.



Gambar 4.2 Penentuan Grid 1 Pulau Jawa

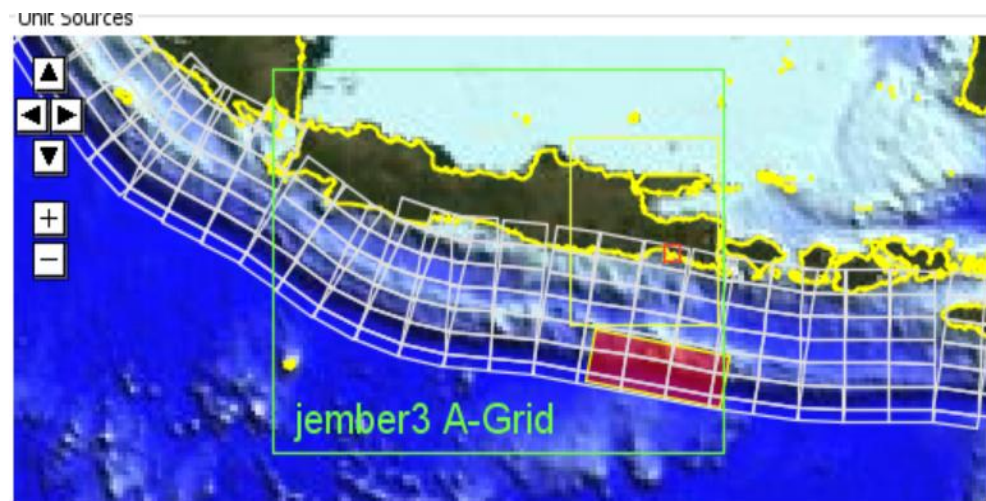


Gambar 4.3 Penentuan Grid 2 Kabupaten Jember



Gambar 4.4 Penentuan Grid 3 Kecamatan Puger

Dalam pemodelan sumber tsunami, parameter yang digunakan meliputi dimensi sesar (panjang dan lebar) serta nilai slip. Parameter-parameter ini selanjutnya dimasukkan ke dalam model untuk menghasilkan deformasi dasar laut akibat kejadian gempa yang memicu tsunami, sekaligus mensimulasikan proses perambatan gelombangnya.



Gambar 4.5 Segmen Sesar Yang Digunakan Dalam Skenario Tsunami

Pemodelan tsunami menggunakan MOST terbagi ke dalam tiga tahap utama: tahap deformasi, yang menetapkan kondisi awal tsunami melalui simulasi perubahan morfologi dasar laut akibat aktivitas seismik; tahap perambatan, yang

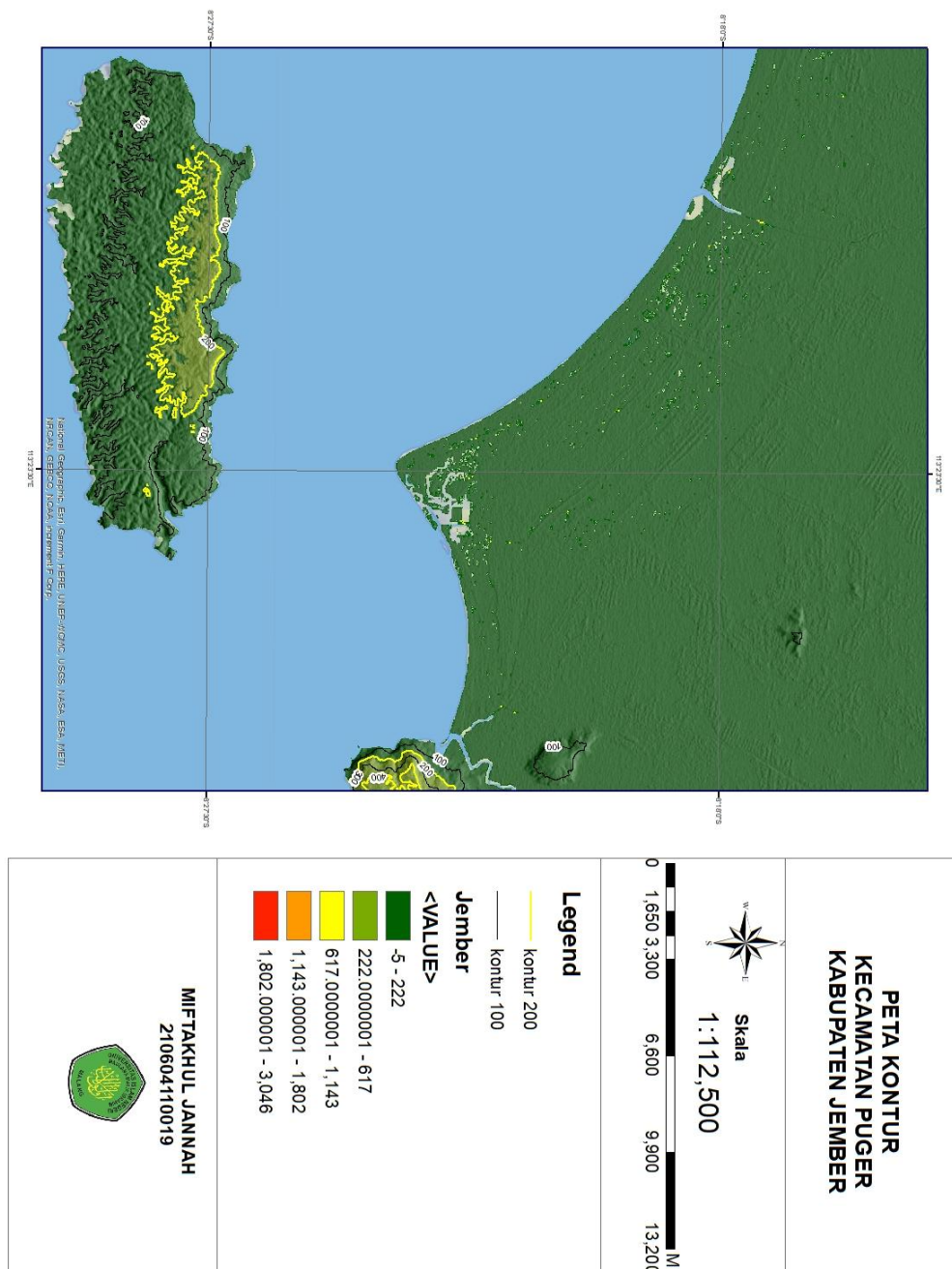
memodelkan bagaimana gelombang tsunami bergerak melintasi lautan; serta tahap inundasi/penggenangan, yang menyusun kondisi pesisir untuk memprediksi luasan banjir dan genangan yang terjadi di daratan.

4.1.4 Penyebaran Run-Up Tsunami

Prediksi run-up tsunami digunakan untuk membantu proses perencanaan dan pengambilan keputusan agar risiko dan dampak tsunami dapat dikurangi. Pada penelitian ini, hasil tinggi run-up tsunami diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut:

$$H_{rms} = 2,83(\cot\beta)^{0,5}H_s^{1,25} \quad (3)$$

Dimana H_{rms} merupakan ketinggian maksimum run-up tsunami (m), H_s merupakan ketinggian gelombang ujung pantai (m), dan β merupakan sudut kemiringan lereng ($^\circ$). Untuk mengetahui nilai sudut kemiringan lereng dapat melihat peta kontur topografi pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Peta Contour Kecamatan Puger

Kemudian untuk menghitung sudut kemiringan lereng menggunakan persamaan :

$$\tan \beta = \frac{y}{x} \quad (4)$$

Dimana β merupakan sudut kemiringan lereng ($^{\circ}$), y merupakan jarak vertikal bidang pantai terhadap sumbu x (Vertikal), dan x merupakan jarak bidang datar pengamatan (Horizontal). Untuk nilai hasil sudut kemiringan lereng dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan hasil *run-up* tsunami pada setiap titik dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Nilai Sudut Kemiringan Lereng

Titik Pengamatan	Longitude	Latitude	Sudut Kemiringan lereng ($^{\circ}$)
1	113,414	-8,384	28,48
2	113,427	-8,380	27,20
3	113,445	-8,380	26,03
4	113,462	-8,380	24,93
5	113,312	-8,448	23,93
6	113,378	-8,454	26,03
7	113,310	-8,507	22,99
8	113,385	-8,497	24,93

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan *Run-up* Tsunami

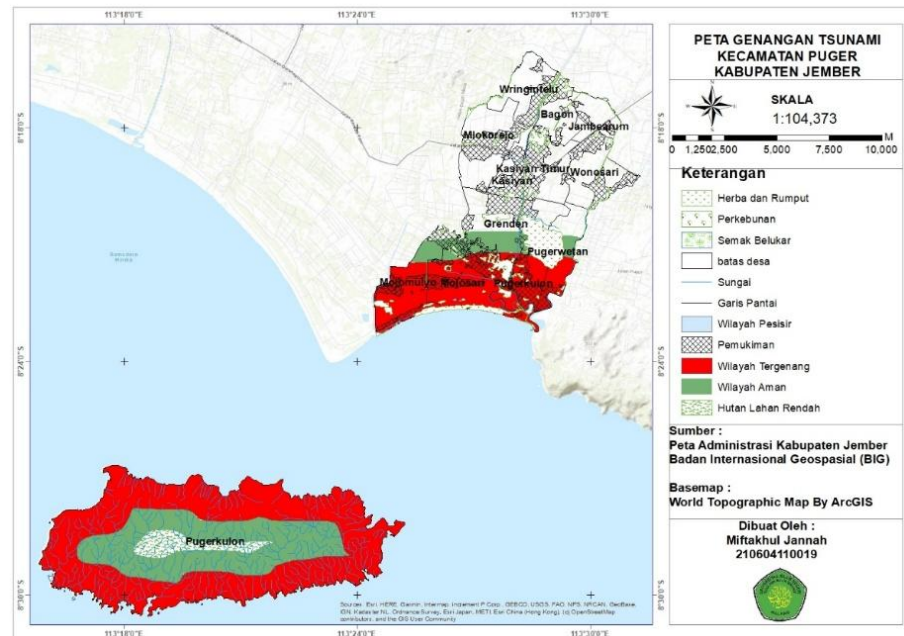
Titik Pengamatan	Longitude	Latitude	Tinggi Gelombang (m)	<i>Run-up</i> (m)
1	113,414	-8,384	8,79	7,03
2	113,427	-8,380	6,49	5,19
3	113,445	-8,380	7,22	5,78
4	113,462	-8,380	7,94	6,35
5	113,312	-8,448	8,20	6,56
6	113,378	-8,454	8,07	6,46
7	113,310	-8,507	5,50	4,40
8	113,385	-8,497	5,80	4,64

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh nilai *run-up* tsunami berkisar antara 4,407,03 meter. Nilai *run-up* tertinggi berada di Desa Mojomulyo, sedangkan nilai terendah berada di Pulau Nusa Barung.

4.1.5 Hasil Inundasi (Genangan) Tsunami

Hasil simulasi inundasi menggunakan ComMIT selanjutnya diproses

menggunakan ArcGIS sehingga diperoleh peta genangan tsunami di Kecamatan Puger. Peta hasil inundasi ditunjukkan pada Gambar 4.7, sedangkan luas genangan pada setiap desa disajikan pada Tabel 4.3.



Gambar 4.7 Peta Genangan Tsunami Kecamatan Puger

Tabel 4.3 Luas Terdampak Pada Setiap Desa di Kecamatan Puger

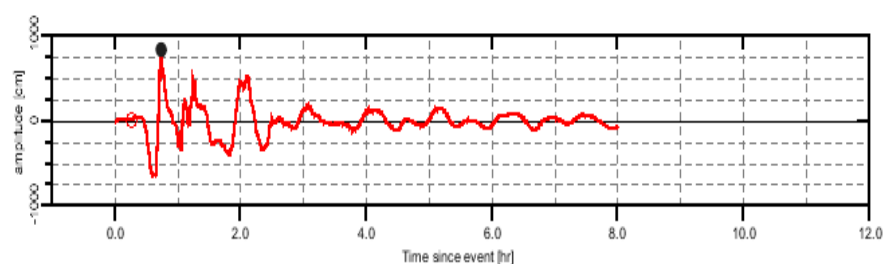
No	Nama Desa	Luas Daerah	Luas Terdampak
1	Mojomulyo	9,037 km^2	6,319 km^2
2	Mojosari	10,271 km^2	8,885 km^2
3	Puger Kulon	12,580 km^2	5,101 km^2
4	Puger Wetan	6,099 km^2	2,460 km^2
5	Puger Kulon (Nusa Barung)	69,875 km^2	49,523 km^2

Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh nilai run-up tsunami pada delapan titik pengamatan berkisar antara 4,40 m hingga 7,03 m. Nilai run-up tersebut merupakan hasil perhitungan berdasarkan tinggi gelombang maksimum hasil simulasi dan sudut kemiringan lereng pada masing-masing titik pengamatan.

4.1.6 Hasil Travel Time Tsunami

Travel time tsunami merupakan parameter penting yang menunjukkan

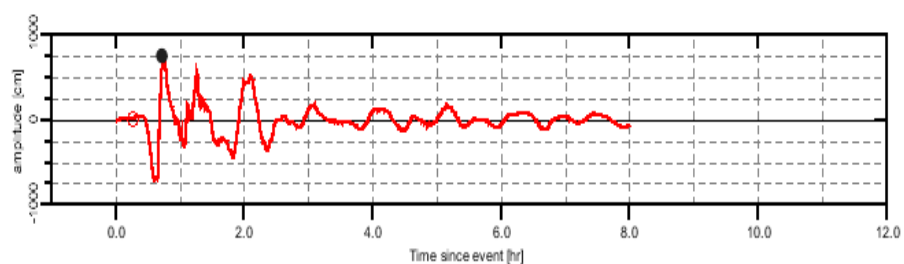
waktu yang dibutuhkan gelombang tsunami untuk merambat dari sumber gempa menuju titik-titik tertentu di wilayah pesisir. Pada penelitian ini, analisis travel time dilakukan dengan menggunakan delapan titik pengamatan yang tersebar di area pesisir pantai Puger kabupaten Jember. Setiap titik pengamatan merekam waktu tiba gelombang pertama (arrival time) berdasarkan hasil pemodelan numerik MOST. Dari delapan titik tersebut, diperoleh variasi waktu tiba yang dipengaruhi oleh jarak masing-masing titik terhadap sumber tsunami serta kondisi bathimetri di sekitarnya. Titik yang berada lebih dekat dengan sumber dan memiliki kedalaman laut yang besar menunjukkan waktu tiba yang lebih cepat, sedangkan titik yang terletak di perairan dangkal atau lebih jauh dari sumber menunjukkan waktu tiba yang lebih lambat. Analisis travel time ini memberikan gambaran yang jelas mengenai kecepatan rambat gelombang tsunami dan sangat penting untuk menentukan estimasi waktu evakuasi serta merancang sistem peringatan dini yang amplitudo dan waktu tempuh gelombang tsunami ditampilkan pada Gambar 4.8 sampai dengan Gambar 4.16..efektif di wilayah pesisir pantai Puger kabupaten Jember.



Gambar 4.8 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 1

Berdasarkan hasil analisis deret waktu time series elevasi permukaan laut pada titik pengamatan pertama, proses kedatangan hingga surutnya gelombang tsunami menunjukkan pola yang khas dan konsisten dengan dinamika gelombang

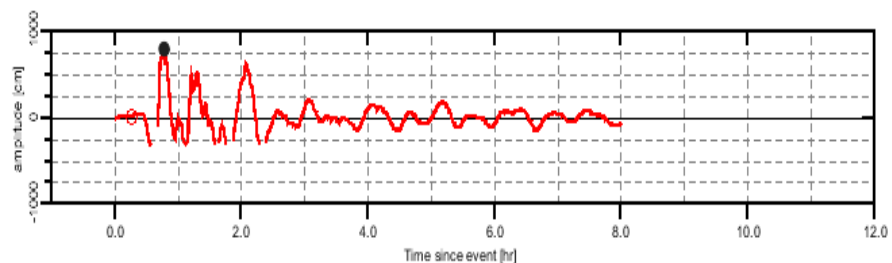
panjang di daerah pesisir. Gelombang tsunami pertama mulai terdeteksi melalui perubahan muka air yang relatif kecil setelah beberapa menit sejak kejadian gempa. Fase ini kemudian diikuti oleh penurunan muka air yang signifikan (drawdown) sekitar 37 menit setelah kejadian gempa, yang ditandai dengan nilai amplitudo negatif maksimum. Penurunan muka air ini menggambarkan terjadinya penyedotan massa air ke arah laut sebelum kedatangan gelombang utama. Setelah fase drawdown, gelombang puncak dengan amplitudo terbesar tercatat muncul pada rentang waktu 42–45 menit setelah kejadian gempa, yang merupakan fase uprush dan berpotensi menyebabkan genangan (inundasi) di wilayah pesisir. Selain gelombang utama tersebut, beberapa gelombang susulan dengan amplitudo yang masih cukup besar juga muncul hingga beberapa jam setelah kejadian gempa, menunjukkan bahwa energi tsunami tidak langsung mereda setelah gelombang pertama. Pola ini menegaskan bahwa periode bahaya tsunami berlangsung cukup panjang, di mana gelombang terbesar tidak selalu terjadi pada kedatangan awal, dan osilasi permukaan laut dapat terus berlangsung hingga lebih dari delapan jam sebelum akhirnya meredam.



Gambar 4.9 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 2

Berdasarkan hasil analisis waktu elevasi permukaan laut pada titik pengamatan kedua, Gelombang tsunami pertama kali tiba di lokasi pengamatan sekitar 90 detik Amplitudo gelombang kemudian meningkat secara bertahap hingga

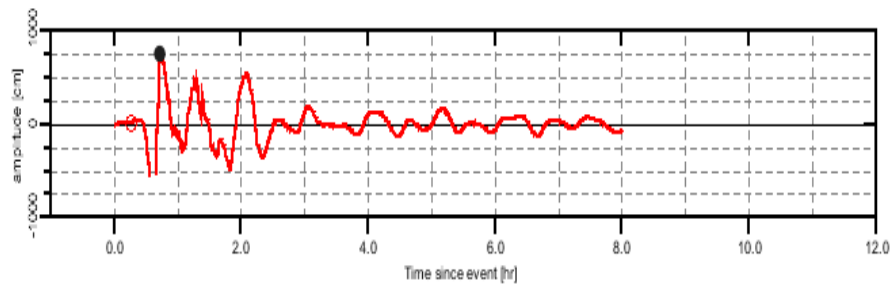
mencapai surut maksimum pertama pada sekitar 34 menit, dengan ketinggian $-5,51$ m. Gelombang pasang besar pertama terjadi sekitar 44 menit, mencapai puncak $+6,49$ m. Setelah itu, terjadi siklus pasang-surut berulang dengan amplitudo yang berangsur menurun. Fluktuasi signifikan berlangsung hingga sekitar 4–5 jam pasca kejadian, dan kondisi mulai stabil mendekati normal setelah ± 7 jam. Secara keseluruhan, tsunami di lokasi ini menunjukkan karakteristik khas berupa rangkaian gelombang yang bukan hanya satu peristiwa tunggal, melainkan serangkaian osilasi surut-pasang yang intensitasnya mereda seiring waktu.



Gambar 4.10 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 3

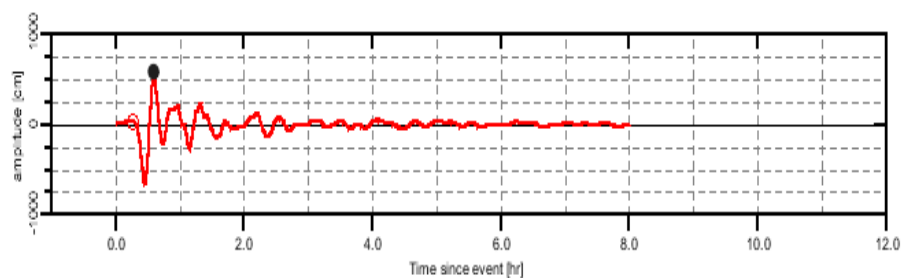
Berdasarkan hasil analisis waktu elevasi permukaan laut pada titik pengamatan ketiga, gelombang tsunami pertama tiba sekitar 1,5 menit setelah kejadian, ditandai dengan penurunan permukaan air sebesar $-0,003$ meter. Amplitudo gelombang kemudian meningkat secara bertahap hingga mencapai surut maksimum pertama pada sekitar 34 menit, dengan ketinggian $-5,87$ meter. Gelombang pasang besar pertama terjadi sekitar 44 menit, mencapai puncak $+7,22$ meter. Setelah itu, terjadi siklus pasang-surut berulang dengan amplitudo yang berangsur menurun. Fluktuasi signifikan berlangsung hingga sekitar 4–5 jam pasca kejadian, dan kondisi mulai stabil mendekati normal setelah ± 7 jam. Secara keseluruhan, tsunami di lokasi ini menunjukkan karakteristik khas berupa rangkaian gelombang dengan siklus surut-pasang yang mereda seiring waktu,

bukan hanya satu gelombang tunggal.



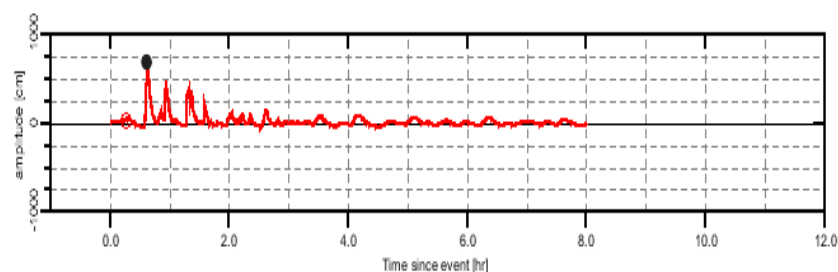
Gambar 4.11 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 4

Berdasarkan hasil analisis waktu elevasi permukaan laut pada titik pengamatan keempat, gelombang tsunami pertama tiba sekitar 1,5 menit setelah kejadian gempa, ditandai dengan penurunan permukaan air sebesar -0,004 meter. Amplitudo gelombang kemudian meningkat secara bertahap hingga mencapai surut maksimum pertama pada sekitar 34 menit, dengan ketinggian -2,15 meter. Gelombang pasang besar pertama terjadi sekitar 44 menit, mencapai puncak +7,94 meter. Setelah itu, terjadi siklus pasang-surut berulang dengan amplitudo yang berangsur menurun. Fluktuasi signifikan berlangsung hingga sekitar 5–6 jam pasca kejadian, dan kondisi mulai stabil mendekati normal setelah ± 8 jam. Secara keseluruhan, tsunami di lokasi ini menunjukkan karakteristik khas berupa rangkaian gelombang dengan siklus surut-pasang yang mereda seiring waktu, bukan hanya satu gelombang tunggal.



Gambar 4.12 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 5

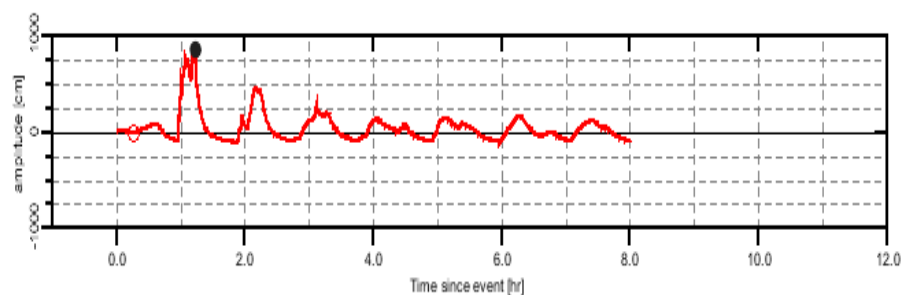
Berdasarkan hasil analisis waktu elevasi permukaan laut pada titik pengamatan kelima, gelombang tsunami pertama tiba sekitar 1,5 menit setelah kejadian gempa, ditandai dengan peningkatan permukaan air sebesar +0,06 meter. Amplitudo gelombang kemudian meningkat secara bertahap hingga mencapai pasang maksimum pertama pada sekitar 1 jam 25 menit, dengan ketinggian +8,2 meter. Setelah itu, terjadi siklus pasang-surut berulang yang lebih kompleks dan berkepanjangan. Gelombang pasang besar kedua terjadi sekitar 2 jam 30 menit, mencapai puncak +7,94 meter. Fluktuasi signifikan berlangsung hingga sekitar 6-7 jam pasca kejadian, dengan beberapa puncak pasang lainnya yang masih cukup tinggi. Kondisi mulai stabil mendekati normal setelah ± 8 jam, meskipun fluktuasi kecil masih terus terjadi. Secara keseluruhan, tsunami di lokasi ini menunjukkan karakteristik khas berupa rangkaian gelombang dengan siklus pasang-surut yang sangat panjang dan mereda secara perlahan, bukan hanya satu gelombang tunggal.



Gambar 4.13 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 6

Berdasarkan hasil analisis waktu elevasi permukaan laut pada titik pengamatan keenam, gelombang tsunami pertama tiba sekitar 1,5 menit setelah kejadian gempa, ditandai dengan penurunan permukaan air sebesar -0,18 meter. Amplitudo gelombang kemudian meningkat secara bertahap hingga mencapai surut maksimum pertama pada sekitar 2 jam 30 menit, dengan ketinggian -1,37 meter. Gelombang pasang besar pertama terjadi sekitar 2 jam 45 menit, mencapai puncak

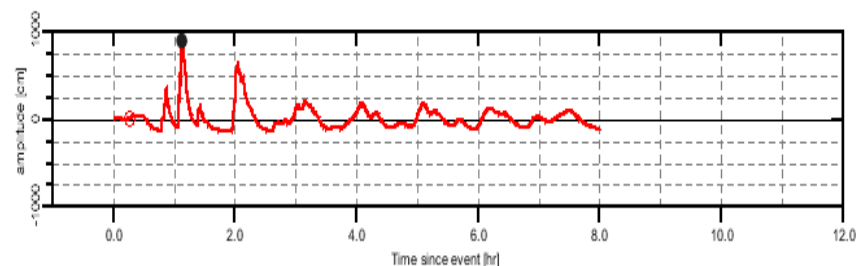
+8,07 meter. Setelah itu, terjadi siklus pasang–surut berulang yang sangat kompleks dan berkepanjangan. Gelombang pasang besar kedua muncul sekitar 3 jam 30 menit, mencapai puncak +8,64 meter. Fluktuasi signifikan berlangsung hingga sekitar 6-7 jam pasca kejadian, dengan beberapa puncak pasang lainnya yang masih cukup tinggi. Kondisi mulai stabil mendekati normal setelah ± 8 jam, meskipun fluktuasi kecil masih terus terjadi. Secara keseluruhan, tsunami di lokasi ini menunjukkan karakteristik khas berupa rangkaian gelombang dengan siklus pasang–surut yang sangat panjang dan mereda secara perlahan, bukan hanya satu gelombang tunggal.



Gambar 4.14 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 7

Berdasarkan hasil analisis waktu elevasi permukaan laut pada titik pengamatan ketujuh proses kedatangan hingga surutnya gelombang tsunami menunjukkan pola dinamika yang khas. Gelombang pertama terdeteksi sekitar 1,5 menit setelah kejadian gempa dengan amplitudo awal sebesar 0,18 meter. Amplitudo kemudian meningkat perlahan selama lebih dari 30 menit sebelum mengalami penurunan tajam. Pada sekitar 2 jam 43 menit permukaan air mencapai titik terendah (drawdown) dengan amplitudo –6,65 meter, yang menandai fase surut ekstrem sebelum datangnya gelombang utama. Gelombang positif tertinggi tercatat sekitar 3 jam 36 menit setelah kejadian gempa, mencapai ketinggian 5,50 meter di

atas muka air normal. Setelah puncak ini, amplitudo gelombang mulai mengalami redaman secara bertahap dengan osilasi berkelanjutan. Proses surut berlangsung cukup lama; amplitudo baru stabil mendekati kondisi normal ($\pm 0,05$ meter) setelah lebih dari 8 jam sejak kejadian awal. Pola fluktuasi ini mencerminkan karakteristik gelombang tsunami yang bersifat osilatoris dan berenergi tinggi, dengan durasi dampak yang signifikan terhadap wilayah pesisir.



Gambar 4.15 Grafik Waktu Tiba Terhadap Gelombang Tertinggi Pada Pengamatan Titik 8

Berdasarkan hasil analisis waktu elevasi permukaan laut pada titik pengamatan kedelapan, proses kedatangan hingga surutnya gelombang tsunami menunjukkan dinamika yang sangat kompleks dan berenergi tinggi. Gelombang pertama terdeteksi sekitar 1,5 menit setelah kejadian gempa, dengan amplitudo awal sebesar 0,18 meter. Setelah itu, permukaan air mengalami penurunan bertahap selama lebih dari 30 menit, mencapai titik terendah (drawdown) sekitar 2 jam 43 menit pasca-gempa, dengan amplitudo $-0,29$ meter. Pada sekitar 3 jam 36 menit, terjadi ledakan energi yang luar biasa, ditandai dengan puncak gelombang positif pertama yang mencapai ketinggian 5,80 meter. Gelombang ini tidak berhenti di situ; dalam rentang waktu sekitar 30 menit berikutnya, tercatat beberapa puncak gelombang besar lainnya, dengan amplitudo tertinggi mencapai 5,88 meter. Setelah serangkaian puncak ekstrem ini, amplitudo gelombang mulai mengalami redaman secara bertahap, meskipun masih fluktuatif. Proses surut berlangsung sangat lama

amplitudo baru stabil mendekati kondisi normal ($\pm 0,05$ meter) setelah lebih dari 8 jam sejak kejadian awal. Pola ini mencerminkan karakteristik gelombang tsunami yang bersifat osilatoris dan berenergi tinggi, dengan durasi dampak yang signifikan terhadap wilayah pesisir dangkal.

Berdasarkan analisis elevasi permukaan laut pada delapan titik pengamatan, tsunami yang terjadi menunjukkan karakteristik khas berupa kedatangan gelombang pertama yang cepat diikuti fenomena drawdown sebelum gelombang puncak, amplitudo gelombang utama yang bervariasi antar lokasi, serta siklus pasang-surut berulang yang mereda secara bertahap. Fluktuasi signifikan berlangsung antara 4 hingga 8 jam pasca-kejadian gempa, menegaskan sifat osilatoris dan berenergi tinggi dari tsunami, di mana dampaknya terhadap wilayah pesisir tidak hanya terbatas pada gelombang awal, tetapi berlangsung dalam jangka waktu cukup lama dengan potensi risiko inundasi yang berbeda-beda tergantung topografi dan jarak dari sumber gempa.

Tabel 4.4 Jarak Titik Pengamatan Dari Sumber Gempa Dan Waktu Tiba Gelombang Tertinggi

Titik Pengamatan	Longitude	Latitude	Jarak (km)	Waktu Tiba
1	113,414	-8,384	297,06	42 menit
2	113,427	-8,380	297,70	44 menit
3	113,445	-8,380	297,99	44 menit
4	113,462	-8,380	298,27	44 menit
5	113,312	-8,448	288,65	1 jam 25 menit
6	113,378	-8,454	288,82	2 jam 45 menit
7	113,310	-8,507	282,10	3 jam 36 menit
8	113,385	-8,497	284,18	3 jam 36 menit

Hasil simulasi juga menghasilkan data waktu tiba gelombang tsunami pada delapan titik pengamatan. Grafik perubahan tinggi gelombang terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 4.8 sampai Gambar 4.15. Berdasarkan hasil simulasi, gelombang pertama diperkirakan tiba sekitar 1–2 menit setelah terjadinya gempa,

sedangkan gelombang maksimum terjadi pada menit ke-42 hingga ke-45. Data jarak setiap titik pengamatan terhadap sumber gempa beserta waktu tiba gelombang maksimum disajikan pada Tabel 4.4.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Run-up Tsunami

Run-up tsunami merupakan ketinggian maksimum gelombang tsunami yang dicapai ketika gelombang mencapai daratan. Nilai run-up pada penelitian ini diperoleh dari hasil simulasi menggunakan perangkat lunak ComMIT yang dikombinasikan dengan sudut kemiringan lereng berdasarkan data topografi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai run-up pada delapan titik pengamatan berada pada kisaran 4,40m sampai 7,03 m, yang menunjukkan adanya variasi karakteristik gelombang tsunami di sepanjang pesisir Kecamatan Puger.

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.3, Desa Mojomulyo memiliki nilai run-up tertinggi sebesar 7,03 m. Tingginya nilai tersebut menunjukkan bahwa wilayah Mojomulyo memiliki karakteristik pesisir yang memungkinkan gelombang tsunami tetap mempertahankan energinya hingga mencapai daratan. Kondisi topografi yang relatif landai menyebabkan energi gelombang tidak mengalami pelemahan secara signifikan ketika memasuki wilayah pantai. Selain itu, elevasi wilayah yang rendah memungkinkan gelombang menjalar lebih jauh ke daratan sehingga menghasilkan nilai run-up yang lebih besar dibandingkan titik pengamatan lainnya.

Pada Desa Puger Kulon, nilai run-up yang diperoleh masih tergolong tinggi meskipun lebih rendah dibandingkan Mojomulyo. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut juga memiliki potensi terdampak tsunami yang cukup besar. Lokasi Puger Kulon yang berada di kawasan pesisir dengan aktivitas pelabuhan dan

permukiman menyebabkan wilayah ini menjadi salah satu daerah yang perlu mendapatkan perhatian dalam penyusunan jalur evakuasi tsunami. Nilai run-up yang relatif tinggi mengindikasikan bahwa gelombang tsunami masih memiliki energi yang cukup besar ketika mencapai kawasan tersebut.

Hasil perhitungan pada Desa Puger Wetan menunjukkan nilai run-up yang berada pada kategori sedang. Nilai tersebut menunjukkan bahwa karakteristik topografi dan kemiringan lereng di wilayah ini tidak seoptimal Mojomulyo dalam memperbesar tinggi gelombang ketika mencapai daratan. Meskipun demikian, dengan nilai run-up yang masih berada di atas 4 m, wilayah ini tetap memiliki potensi mengalami genangan apabila terjadi tsunami akibat gempa megathrust di selatan Pulau Jawa.

Berbeda dengan wilayah daratan utama Kecamatan Puger, Pulau Nusa Barung menunjukkan nilai run-up terendah sebesar 4,40 m. Nilai tersebut berkaitan dengan kondisi morfologi pulau yang memiliki garis pantai berbatu, lereng pantai yang relatif lebih curam, dan elevasi yang lebih tinggi dibandingkan wilayah pesisir daratan. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian energi gelombang berkurang ketika mencapai pantai sehingga tinggi run-up yang dihasilkan menjadi lebih rendah dibandingkan lokasi lainnya.

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin landai topografi pantai, semakin besar nilai run-up yang dihasilkan. Sebaliknya, pantai dengan lereng yang lebih curam cenderung menghasilkan nilai run-up yang lebih rendah karena energi gelombang lebih cepat tereduksi ketika berinteraksi dengan morfologi pantai. Kondisi ini menunjukkan bahwa variasi nilai run-up di Kecamatan Puger dipengaruhi oleh kombinasi antara karakteristik topografi daratan

dan batimetri perairan di depan pantai.

Selain dipengaruhi oleh topografi, perubahan kedalaman laut juga memengaruhi tinggi gelombang melalui proses *shoaling*. Ketika gelombang tsunami bergerak dari laut dalam menuju perairan dangkal, kecepatan gelombang berkurang akibat berkurangnya kedalaman laut. Penurunan kecepatan tersebut diikuti dengan peningkatan tinggi gelombang sehingga pada pantai yang landai gelombang mampu menghasilkan run-up yang lebih besar. Fenomena ini terlihat pada wilayah pesisir Kecamatan Puger, terutama di Mojomulyo dan Puger Kulon, yang memiliki nilai run-up lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya.

Hasil penelitian ini memiliki kecenderungan yang sejalan dengan penelitian Tara Adventari dkk. (2021) yang menunjukkan bahwa skenario gempa megathrust berkekuatan Mw 8,8 di selatan Pulau Jawa mampu menghasilkan run-up yang cukup tinggi di wilayah pesisir akibat deformasi vertikal dasar laut. Kesamaan pola tersebut menunjukkan bahwa parameter sumber gempa yang digunakan dalam penelitian ini mampu merepresentasikan karakteristik tsunami yang berpotensi terjadi di pesisir selatan Jawa.

Apabila dibandingkan dengan tsunami Banyuwangi tahun 1994, hasil penelitian ini menunjukkan nilai run-up yang lebih rendah dibandingkan run-up maksimum sekitar 11,2 m yang dilaporkan pada Pantai Bandialit. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh perbedaan lokasi episentrum, mekanisme sesar, distribusi deformasi dasar laut, serta kondisi topografi wilayah yang digunakan dalam simulasi. Meskipun demikian, nilai run-up maksimum sebesar 7,03 m yang diperoleh pada penelitian ini tetap menunjukkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Puger memiliki tingkat kerawanan yang tinggi terhadap ancaman tsunami sehingga

memerlukan perencanaan mitigasi yang memadai.

4.2.2 Peta Inundasi

Peta inundasi tsunami merupakan hasil pemodelan yang menunjukkan sebaran wilayah yang berpotensi mengalami genangan akibat penjarangan gelombang tsunami setelah mencapai daratan. Pada penelitian ini, pemodelan dilakukan menggunakan perangkat lunak ComMIT dengan memanfaatkan data topografi DEMNAS dan batimetri BATNAS. Hasil simulasi kemudian diolah menggunakan ArcGIS untuk memperoleh luas genangan pada setiap desa di Kecamatan Puger.

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.7 dan Tabel 4.4, luas total genangan tsunami di Kecamatan Puger mencapai 72,43 km². Sebaran genangan menunjukkan bahwa wilayah yang terdampak tidak hanya berada di sepanjang garis pantai, tetapi juga menjalar ke beberapa bagian daratan dengan elevasi yang relatif rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa karakteristik topografi memiliki peranan penting terhadap pola penyebaran genangan tsunami.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pulau Nusa Barung memiliki luas genangan terbesar dibandingkan wilayah lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa besarnya luas inundasi tidak selalu dipengaruhi oleh tingginya nilai run-up. Meskipun hasil perhitungan menunjukkan nilai run-up di Pulau Nusa Barung hanya sebesar 4,40 m, wilayah tersebut tetap memiliki area genangan yang luas. Hal ini mengindikasikan bahwa luas genangan lebih dipengaruhi oleh bentuk morfologi wilayah, konfigurasi garis pantai, serta distribusi elevasi permukaan dibandingkan hanya oleh tinggi gelombang ketika mencapai daratan.

Berdasarkan peta kontur Gambar 4.6, sebagian wilayah Pulau Nusa Barung

memiliki area dengan kontur yang relatif renggang pada bagian pesisir sebelum beralih ke daerah yang lebih tinggi di bagian dalam pulau. Kondisi tersebut memungkinkan gelombang tsunami menyebar secara lateral pada kawasan pesisir yang memiliki elevasi rendah sehingga menghasilkan area genangan yang lebih luas. Dengan kata lain, walaupun tinggi gelombang yang mencapai daratan tidak sebesar di Mojomulyo, air tsunami masih dapat menggenangi kawasan pesisir dengan cakupan area yang lebih besar.

Sebaliknya, Desa Mojomulyo memiliki nilai run-up tertinggi sebesar 7,03 m, tetapi luas genangannya tidak sebesar Pulau Nusa Barung. Kondisi ini menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum tidak selalu berbanding lurus dengan luas genangan. Nilai run-up yang tinggi menunjukkan bahwa gelombang mampu mencapai ketinggian yang lebih besar ketika mencapai daratan, tetapi luas genangan tetap dipengaruhi oleh bentuk topografi, kemiringan lereng, serta batas morfologi yang menghambat penyebaran air tsunami.

Hubungan antara peta kontur dan peta inundasi menunjukkan bahwa wilayah dengan elevasi rendah cenderung lebih mudah tergenang dibandingkan wilayah dengan elevasi yang meningkat secara cepat. Pada Gambar 4.6 terlihat bahwa daerah dengan kontur renggang memiliki kemiringan lereng yang lebih landai sehingga memungkinkan air tsunami menjalar lebih jauh mengikuti permukaan tanah. Sebaliknya, daerah dengan kontur rapat menunjukkan perubahan elevasi yang lebih cepat sehingga dapat membatasi penyebaran genangan.

Selain kondisi topografi, karakteristik batimetri di depan pantai juga memengaruhi pola inundasi tsunami. Gelombang yang merambat dari laut dalam menuju perairan dangkal mengalami proses shoaling, yaitu penurunan kecepatan

yang diikuti peningkatan tinggi gelombang. Setelah mencapai garis pantai, penyebaran genangan selanjutnya lebih dipengaruhi oleh kondisi topografi daratan. Oleh karena itu, kombinasi antara batimetri dan topografi menghasilkan pola genangan yang berbeda pada setiap wilayah pesisir di Kecamatan Puger.

Hasil penelitian ini memiliki kecenderungan yang sejalan dengan penelitian Tara Adventari dkk, yang menunjukkan bahwa pola inundasi tsunami tidak hanya ditentukan oleh besarnya magnitudo gempa atau tinggi gelombang, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh karakteristik morfologi pantai dan topografi daratan. Wilayah dengan dataran pantai yang luas dan elevasi rendah cenderung menghasilkan area genangan yang lebih besar dibandingkan wilayah yang memiliki perubahan elevasi secara cepat.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pola genangan tsunami di Kecamatan Puger merupakan hasil interaksi antara karakteristik sumber gempa, batimetri, dan topografi wilayah. Perbedaan antara nilai run-up dan luas inundasi menunjukkan bahwa kedua parameter tersebut menggambarkan aspek yang berbeda dari bahaya tsunami. Oleh karena itu, analisis bahaya tsunami tidak dapat hanya didasarkan pada nilai run-up, tetapi juga harus mempertimbangkan peta inundasi sebagai dasar dalam penyusunan jalur evakuasi, penataan ruang, dan upaya mitigasi bencana di wilayah pesisir.

4.2.3 Travel Time

Hasil simulasi menggunakan Community Model Interface for Tsunami (ComMIT) menunjukkan bahwa waktu tiba tsunami pada setiap titik pengamatan memiliki karakteristik yang berbeda. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh kondisi batimetri, topografi, bentuk garis pantai, serta posisi masing-masing titik terhadap

arah propagasi gelombang tsunami. Berdasarkan hasil simulasi, sebelum gelombang utama mencapai wilayah pesisir, muka air laut terlebih dahulu mengalami fase surut (drawdown), kemudian diikuti oleh gelombang pasang hingga mencapai amplitudo maksimum.

Pada titik pengamatan 1, fase surut terjadi sekitar 37 menit setelah gempa, sedangkan gelombang tertinggi mencapai lokasi sekitar 42 menit. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat selang waktu sekitar lima menit antara surut maksimum dan datangnya gelombang utama. Selang waktu tersebut menunjukkan adanya proses propagasi gelombang menuju wilayah pantai setelah muka air laut mengalami penurunan.

Pada titik pengamatan 2, fase surut maksimum terjadi sekitar 34 menit setelah gempa dan gelombang tertinggi mencapai lokasi pada sekitar 44 menit. Dibandingkan titik pertama, selang waktu antara fase surut dan gelombang maksimum lebih panjang, yang menunjukkan adanya pengaruh kondisi batimetri dan morfologi pantai terhadap penjaran gelombang tsunami.

Pada titik pengamatan 3, fase surut terjadi pada kisaran 36–42 menit setelah gempa, kemudian gelombang tertinggi mencapai amplitudo maksimum sekitar 44 menit. Pola ini menunjukkan bahwa setelah muka air laut mengalami penurunan, energi tsunami terus mengalami propagasi hingga mencapai tinggi maksimum sebelum kemudian diikuti oleh gelombang-gelombang susulan dengan amplitudo yang semakin kecil.

Pada titik pengamatan 4, pola waktu tiba tsunami hampir sama dengan titik ketiga. Fase surut terjadi sekitar 34 menit, sedangkan gelombang tertinggi tercatat sekitar 44 menit. Kesamaan pola ini menunjukkan bahwa kedua titik memiliki

karakteristik penjalaran gelombang yang relatif serupa.

Pada titik pengamatan 5, fase surut terjadi lebih cepat, yaitu sekitar 27 menit setelah gempa. Gelombang tertinggi kemudian mencapai lokasi sekitar 36 menit, sehingga menunjukkan bahwa proses propagasi tsunami pada titik ini berlangsung lebih cepat dibandingkan beberapa titik lainnya. Perbedaan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi batimetri di sekitar lokasi pengamatan yang memungkinkan gelombang merambat lebih efisien.

Pada titik pengamatan 6, hasil simulasi menunjukkan bahwa gelombang tsunami mengalami pola propagasi yang serupa dengan titik lainnya, namun waktu terjadinya gelombang maksimum berbeda sesuai dengan karakteristik dasar laut dan kondisi pantai di lokasi tersebut. Variasi tersebut menunjukkan bahwa setiap lokasi memiliki respons yang berbeda terhadap penjalaran tsunami.

Pada titik pengamatan 7, perubahan muka air laut mulai terlihat beberapa saat setelah gempa dan gelombang tertinggi tercatat sekitar 36 menit. Setelah mencapai puncak, muka air laut masih mengalami beberapa kali osilasi sebelum akhirnya kembali mendekati kondisi normal. Hal ini menunjukkan bahwa tsunami tidak hanya terdiri atas satu gelombang, tetapi merupakan rangkaian beberapa gelombang yang datang secara berturut-turut.

Pada titik pengamatan 8, fase surut maksimum terjadi sekitar 45 menit setelah gempa. Setelah itu muka air laut masih mengalami fluktuasi dengan amplitudo yang relatif kecil hingga beberapa jam berikutnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses propagasi tsunami masih berlangsung meskipun gelombang utama telah melewati lokasi pengamatan.

Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa fase surut tsunami

terjadi pada kisaran 27–45 menit, sedangkan gelombang tertinggi umumnya terjadi pada kisaran 36–44 menit setelah gempa, bergantung pada lokasi pengamatan. Variasi waktu tersebut dipengaruhi oleh kondisi batimetri, topografi, dan bentuk garis pantai yang menyebabkan kecepatan propagasi gelombang berbeda pada setiap titik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa masyarakat di wilayah pesisir Kecamatan Puger memiliki waktu yang relatif terbatas untuk melakukan evakuasi setelah terjadi gempa, sehingga sistem peringatan dini, jalur evakuasi, dan kesiapsiagaan masyarakat menjadi aspek penting dalam upaya mitigasi bencana tsunami.

4.3 Integrasi Islam

Dalam perspektif Islam, bencana alam seperti tsunami tidak hanya dipandang sebagai fenomena geologis yang merusak, melainkan juga sebagai tanda-tanda kebesaran Allah yang mengandung peringatan bagi manusia. Tsunami merupakan gelombang laut raksasa yang terbentuk akibat gangguan mendadak pada dasar laut, seperti gempa tektonik, yang menyebabkan perpindahan massa air secara tiba-tiba. Fenomena fisik tsunami, dimana gelombang menjalar dan menumpuk di pesisir membentuk dinding air raksasa, digambarkan dalam Al-Qur'an Surah Hud ayat 42:

وَهِيَ تَجْرِي فِي مَوْجٍ كَالْجِبَالِ وَنَادَى نُوحٌ ابْنَهُ ۖ وَكَانَ فِي مَعْزِلٍ يٰبُنَيَّ ارْكَبْ مَعَنَا وَلَا تَكُنْ مَعَ الْكَافِرِينَ ﴿٤٢﴾

"Dan kapal itu berlayar membawa mereka dalam gelombang laksana gunung. Dan Nuh memanggil anaknya, ketika dia (anak itu) berada di tempat yang jauh terpencil, 'Wahai anakku! Naiklah (ke kapal) bersama kami dan janganlah engkau bersama orang-orang yang kafir'."

Menurut Tafsir Ibnu Katsir, gelombang pada peristiwa tersebut digambarkan sangat tinggi, tebal, dan dahsyat. Dalam konteks sains kebencanaan

modern, ungkapan *مَوْجٌ كَالْجِبَالِ* (gelombang seperti gunung) merepresentasikan fenomena shoaling dan run-up, dimana energi gelombang terakumulasi secara vertikal saat mencapai perairan dangkal. Hasil pemodelan ComMIT dalam penelitian ini membuktikan relevansi deskripsi Al-Qur'an tersebut, dimana gelombang tsunami yang mencapai pesisir Kecamatan Puger menumpuk hingga menghasilkan nilai run-up tertinggi sebesar 7,03 meter di Mojomulyo. Ketinggian yang membentuk gunung air ini menyebabkan inundasi (genangan) yang masif, menyapu daratan dan menghancurkan apa saja di jalurnya (Al-Dimasyqi, I. K. 2014).

Mengingat besarnya potensi destruksi dari gelombang laksana gunung tersebut, Islam tidak mengajarkan umatnya untuk bersikap pasrah tanpa usaha, melainkan mewajibkan melakukan perencanaan dan mitigasi yang optimal. Hal ini sejalan dengan firman Allah dalam Surah Al-Hasyr ayat 18:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ وَاتَّخِذُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ ﴿١٨﴾

"Wahai orang-orang yang beriman! Bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat), dan bertakwalah kepada Allah. Sungguh, Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan." (QS. Al-Hasyr: 18)

Berdasarkan Tafsir Kementerian Agama RI dan Ibnu Katsir, kata *غَدٍ* (hari esok) tidak hanya dimaknai secara sempit sebagai hari kiamat, tetapi juga mencakup masa depan di dunia. Dalam konteks kebencanaan, persiapan untuk hari esok diimplementasikan melalui upaya mitigasi struktural dan non-struktural. Data travel time (waktu tiba gelombang) dan peta inundasi yang dihasilkan dari penelitian ini menjadi bekal pengetahuan. Informasi ini digunakan untuk menyusun jalur evakuasi, menentukan titik kumpul yang aman (di atas elevasi run-up), dan merancang sistem peringatan dini, sehingga masyarakat pesisir Puger dapat

menyelamatkan diri sebelum bencana yang tidak diketahui waktunya itu datang (Kementerian Agama RI. 2019).

Fenomena tsunami yang dimodelkan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa alam memiliki dinamika yang sangat kompleks dan berada di bawah ketetapan Allah SWT. Melalui ilmu pengetahuan dan perkembangan teknologi, manusia diberikan kemampuan untuk mempelajari berbagai fenomena alam tersebut sehingga dapat memahami mekanisme terjadinya bencana dan mempersiapkan langkah mitigasi yang tepat. Kemampuan manusia dalam melakukan pemodelan tsunami menggunakan perangkat lunak ComMIT merupakan salah satu bentuk pemanfaatan ilmu pengetahuan yang dianugerahkan Allah SWT untuk menjaga keselamatan kehidupan manusia (Shihab, M. Q. 2002).

Untuk mewujudkan persiapan dan mitigasi tersebut, Islam sangat mendorong penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi. Allah SWT berfirman dalam Surah Ar-Rahman ayat 33:

يَا مَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنسِ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانْفُذُوا لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ ﴿٣٣﴾

"Wahai golongan jin dan manusia! Jika kamu sanggup menembus penjuru langit dan bumi, maka tembuslah. Kamu tidak akan mampu menembusnya kecuali dengan kekuatan (ilmu)."

Tafsir Al-Misbah menafsirkan kata سُلْطَانٍ sebagai ilmu pengetahuan dan teknologi yang dianugerahkan Allah untuk mengungkap rahasia alam. Pemanfaatan perangkat lunak ComMIT (Community Model Interface for Tsunami) berbasis metode numerik MOST, serta pengolahannya menggunakan ArcGIS, adalah bentuk implementasi modern dari سُلْطَانٍ tersebut. Melalui teknologi pemodelan numerik, manusia mampu menembus dan memprediksi dinamika laut, memetakan luas genangan, serta menghitung waktu tiba gelombang secara presisi sesuatu yang

mustahil dilakukan tanpa bantuan ilmu pengetahuan (Shihab, M. Q. 2002).

Selain itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan pentingnya kesiapsiagaan masyarakat pesisir terhadap potensi tsunami yang dapat terjadi dalam waktu yang relatif singkat setelah gempa bumi terjadi. Dalam ajaran Islam, sikap waspada dan mempersiapkan diri terhadap kemungkinan bahaya merupakan bagian dari tanggung jawab manusia sebagai khalifah di muka bumi. Manusia tidak hanya diperintahkan untuk bertawakal kepada Allah SWT, tetapi juga diwajibkan untuk melakukan usaha terbaik dalam melindungi diri, keluarga, dan lingkungan dari berbagai ancaman bencana (Shihab, M. Q. 2002).

Dengan demikian, integrasi antara sains dan Islam dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pemodelan tsunami bukanlah sekadar pemenuhan kewajiban akademik, melainkan bentuk ikhtiar ilmiah yang bernilai ibadah. Pemanfaatan teknologi pemodelan ComMIT untuk memitigasi bencana di Kecamatan Puger merupakan wujud pengamalan ayat-ayat qauniyah Allah (Shihab, M. Q. 2002).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di kecamatan puger kabupaten jember dengan 8 titik pengamatan menghasilkan tinggi gelombang dan waktu tiba gelombang tsunami mencapai daratan yang kemudian menghitung tinggi run-up tsunami diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil run-up pada titik pengamatan 1 sebesar 7,03 m, titik pengamatan 2 sebesar 6,17 m, titik pengamatan 3 sebesar 5,81 m, titik pengamatan 4 sebesar 6,47 m, titik pengamatan 5 sebesar 4,40 m, titik pengamatan 6 sebesar 5,17 m, titik pengamatan 7 sebesar 6,70 m, dan titik pengamatan 8 sebesar 7,48 m. Run-up tertinggi yaitu pada titik pengamatan kedelapan, hal ini disebabkan karena pada titik pengamatan tinggi gelombang tsunami paling besar diantara titik pengamatan yang lain. Selain itu, bentuk pantai pada titik pengamatan kedelapan yang relatif landai memungkinkan gelombang untuk menjalar lebih jauh ke daratan, sehingga menghasilkan nilai run-up yang lebih besar.
2. Hasil pemodelan tsunami menggunakan Community Model Interface for Tsunami (ComMIT) menunjukkan bahwa waktu terjadinya surut awal tsunami di wilayah pesisir Kecamatan Puger berkisar antara 27–42 menit setelah gempa, sedangkan gelombang tertinggi umumnya mencapai wilayah penelitian pada kisaran 42–45 menit setelah gempa. Perbedaan waktu pada setiap titik pengamatan dipengaruhi oleh variasi batimetri, topografi, dan lintasan propagasi gelombang tsunami. Hasil tersebut menunjukkan bahwa wilayah pesisir Kecamatan Puger memiliki waktu respons yang relatif singkat, sehingga

diperlukan kesiapsiagaan masyarakat, sistem peringatan dini, dan jalur evakuasi yang efektif untuk meminimalkan risiko akibat tsunami.

3. Peta inundasi (genangan) tsunami di wilayah terdampak menunjukkan bahwa area pesisir Kecamatan Puger berpotensi mengalami genangan dengan ketinggian run-up berkisar antara 4,40 meter hingga 7,48 meter. Luas dan tingkat genangan dipengaruhi oleh tinggi gelombang, kemiringan pantai, serta kondisi topografi wilayah pesisir. Daerah dengan topografi landai cenderung mengalami genangan yang lebih luas karena gelombang dapat menjalar lebih jauh ke daratan

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diharapkan penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan faktor tambahan seperti skenario sumber gempa yang berbeda, pengaruh bangunan pantai, serta keberadaan vegetasi pesisir dalam mereduksi energi gelombang tsunami. Disarankan untuk mengintegrasikan hasil analisis run-up dengan peta penggunaan lahan dan kependudukan guna mengetahui tingkat risiko tsunami secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Dimasyqi, I. K. (2014). *Tafsir Ibnu Katsir* (M. A. G. E. M. dkk., Penerj.). Jakarta: Pustaka Imam Syafi'i.
- Badan Geologi. (2020). Peta Geologi Regional Jawa Timur. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika). (2021). Kajian Tsunami di Wilayah Indonesia. Diakses dari: <https://www.bmkg.go.id>
- BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana). (2021). Peta Mikrozonasi Tsunami Indonesia. Diakses dari: <https://dibi.bnpb.go.id/>
- BPBD Kabupaten Jember. (2023). Laporan Kesiapsiagaan Bencana Kabupaten Jember.
- BIG (Badan Informasi Geospasial). (n.d.). Data Spasial Indonesia. Diakses dari: <https://tanahair.indonesia.go.id>
- Bryant, E. (2014). *Tsunami: The Underrated Hazard*. Springer Science & Business Media.
- ComMIT. (n.d.). Community Model Interface for Tsunami. NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory. Diakses dari: <https://nctr.pmel.noaa.gov/commit/>
- Edward, A. K. (2001). *Introduction to Differential Geometry with applications to Navier-Stokes Dynamics*. Universe.
- Gusman, A. R., Tanioka, Y., Sakai, S., & Katagiri, Y. (2016). Source model of the 1946 Aleutian tsunami earthquake estimated from tsunami survey data and GPS data. *Geophysical Research Letters*, 43(12), 6281–6289. doi:10.1002/2016GL069474
- Hagiwara, Y. (1964). Statistical analysis of tsunami damage and its use. *IUGG Symposium on Tsunamis including the International Tsunami Survey Team (ITST)*, 1, 187–200.
- Heidarzadeh, M., & Satake, K. (2015). Source mechanism and tsunami simulation of the 2010 Mentawai, Indonesia, earthquake. *Pure and Applied Geophysics*, 172(3-4), 875–887. doi:10.1007/s00024-014-0892-8.
- Kânoğlu, U., Titov, V., & Synolakis, C. (2015). Tsunami science before and beyond Boxing Day 2004. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 373(2053), 20140374. doi:10.1098/rsta.2014.0374
- Kementerian Agama RI. (2019). *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta: Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI.
- Lay, T., & Wallace, T. C. (1995). *Modern Global Seismology*. Academic Press.
- Lay, T., & Wallace, T. C. (2019). *Modern Global Seismology (Second Edition)*.

Academic Press.

- Lay, T., Kanamori, H., Ammon, C. J., & Rivera, L. (2020). The 2004 Sumatra-Andaman earthquake: Exceptional rupture characteristics and tsunami hazard. *EOS, Transactions American Geophysical Union*, 86(28), 265–275. doi:10.1029/2005EO280001
- LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia). (2020). *Kajian Literasi Kebencanaan Masyarakat Indonesia*.
- Løvholt, F., Lynett, P., & Pedersen, G. (2019). Coulomb Failure Stress and Tsunami Potential of the 2012 Indian Ocean Earthquake Sequences. *Pure and Applied Geophysics*, 176(3), 1135–1153. doi:10.1007/s00024-018-2034-5
- Mori, N., Takahashi, T., & Yasuda, T. (2021). Effect of coastal vegetation on tsunami run-up heights using laboratory experiments. *Natural Hazards*, 107(1), 227–243. doi:10.1007/s11069-021-04610-9
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). (2012). Community Model Interface for Tsunami (ComMIT). Diakses dari: <https://nctr.pmel.noaa.gov/commit/>
- RTRW Kabupaten Jember Tahun 2011-2031.
- Scholz, C. H. (2019). *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*. Cambridge University Press.
- Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an* (Vol. 1-15). Jakarta: Lentera Hati
- Tanioka, Y., & Satake, K. (1996). Tsunami generation by horizontal displacement of ocean bottom. *Geophysical Research Letters*, 23(8), 861–864. doi:10.1029/96GL00736
- UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). (2022). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. United Nations.
- USGS (United States Geological Survey). (2020). *Earthquake Hazards Program*. Diakses dari: <https://earthquake.usgs.gov>
- Widiyantoro, S., Nugraha, A. D., & Ramdhan, M. (2020). Seismicity and seismic hazard in Indonesia. In *Earthquake Hazard and Risk in Indonesia* (pp. 3–22). Springer, Singapore.
- Yalciner, A. C., Zaytsev, A., & Pelinovsky, E. (2017). *Tsunami Science and Engineering*. World Scientific.
- Yulianto, E., Suparka, E., & Hidayat, R. (2019). Analisis Dampak Tsunami Tahun 1994 di Kabupaten Jember. *Jurnal Geologi Kelautan*, 17(2), 85–94. doi:10.32995/jgk.2019.17.2.1

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Peta Administrasi Kecamatan Puger

No	Desa	Kecamatan	Kabupaten	Provinsi	Luas (km ²)
1	Bagon	Puger	Jember	Jawa Timur	4,377
2	Grenden	Puger	Jember	Jawa Timur	11,441
3	Jambearum	Puger	Jember	Jawa Timur	4,344
4	Kasiyan	Puger	Jember	Jawa Timur	3,432
5	Kasiyan Timur	Puger	Jember	Jawa Timur	6,202
6	Mlokorejo	Puger	Jember	Jawa Timur	8,717
7	Mojomulyo	Puger	Jember	Jawa Timur	9,038
8	Mojosari	Puger	Jember	Jawa Timur	10,272
9	Pugerkulon	Puger	Jember	Jawa Timur	82,581
10	Pugerwetan	Puger	Jember	Jawa Timur	6,099
11	Wonosari	Puger	Jember	Jawa Timur	6,735
12	Wringintelu	Puger	Jember	Jawa Timur	5,729

Lampiran 2 Data Tutupan Lahan Kecamatan Puger

2.1 Data Hutan Lahan Rendah

No	Jenis Tutupan Lahan	Luas (ha)
1	Hutan Rimba	0,840
2	Hutan Rimba	0,129
3	Hutan Rimba	7.798,058

2.2 Data Sungai

No	Nama Sungai	Kode Fitur	Total Panjang (m)
1	Kali Gantung	DA02060040	207848.198
2	Kali Bago	DA02060040	4707.813
3	Kali Baturday	DA02060040	2620.592
4	Kali Bedadung	DA02060040	6560.581
5	Kali Besini	DA02060040	6191.048
6	Kali Gantung	DA02060040	4344.194
7	Kali Gilen	DA02060040	3931.929
8	Kali Kandangan	DA02060040	5400.778
9	Kali Kapuran	DA02060040	9544.727
10	Kali Karangkongan	DA02060040	1851.644
11	Kali Karangsemanding	DA02060040	828.993
12	Kali Kedokwatu	DA02060040	6507.569
13	Kali Malang	DA02060040	595.508
14	Kali Palur	DA02060040	6399.305
15	Kali Songo	DA02060040	3240.314
16	Kali Tolik	DA02060040	3738.249

2.3 Data Semak Belukar

No	Nama Tutupan Lahan	Shape_Length (M)	Shape_Area (M ²)	Luas (Ha)
1	Semak Belukar	644,900	10.697,664	1,070
2	Semak Belukar	1.166,103	46.121,932	4,612
3	Semak Belukar	466,260	10.205,520	1,021
4	Semak Belukar	698,638	10.294,374	1,029
5	Semak Belukar	182,893	728,953	0,073
6	Perkebunan/Kebun	105,862	80,164	0,008

2.4 Data Perkebunan

No	Nama Tutupan Lahan	Shape_Length (M)	Shape_Area (M ²)	Luas (Ha)
1	Perkebunan/Kebun	1845.855	158937.316	15.894
2	Perkebunan/Kebun	48.947	41.782	0.004
3	Perkebunan/Kebun	503.892	12148.816	1.215
4	Perkebunan/Kebun	426.823	11293.116	1.129
5	Perkebunan/Kebun	2080.896	153334.805	15.333
6	Perkebunan/Kebun	854.403	27194.560	2.719
7	Perkebunan/Kebun	2178.489	117050.738	11.705
8	Perkebunan/Kebun	1468.875	47919.679	4.792
9	Perkebunan/Kebun	909.738	25133.731	2.513
10	Perkebunan/Kebun	884.688	15436.037	1.544
11	Perkebunan/Kebun	431.573	12236.775	1.224
12	Perkebunan/Kebun	762.403	33305.748	3.331
13	Perkebunan/Kebun	3078.869	387481.396	38.748
14	Perkebunan/Kebun	1732.547	40812.435	4.081
15	Perkebunan/Kebun	322.320	6197.446	0.620
16	Perkebunan/Kebun	654.735	21537.258	2.154
17	Perkebunan/Kebun	624.658	21955.642	2.196
18	Perkebunan/Kebun	402.277	10415.391	1.042
19	Perkebunan/Kebun	40.811	6.524	0.001
20	Perkebunan/Kebun	843.265	23003.371	2.300
21	Perkebunan/Kebun	398.100	7893.485	0.789
22	Perkebunan/Kebun	1381.609	67457.043	6.746
23	Perkebunan/Kebun	1915.988	100710.528	10.071
24	Perkebunan/Kebun	813.547	25603.682	2.560
25	Perkebunan/Kebun	766.002	20902.610	2.090
26	Perkebunan/Kebun	5190.002	439089.958	43.909
27	Perkebunan/Kebun	1096.053	39442.844	3.944
28	Perkebunan/Kebun	427.864	9992.735	0.999
29	Perkebunan/Kebun	941.265	50389.309	5.039
30	Perkebunan/Kebun	757.481	18742.675	1.874
31	Perkebunan/Kebun	886.255	29596.054	2.960

32	Perkebunan/Kebun	605.867	18782.999	1.878
33	Perkebunan/Kebun	1095.173	66353.697	6.635
34	Perkebunan/Kebun	719.057	28404.175	2.840
35	Perkebunan/Kebun	1221.781	46012.781	4.601
36	Perkebunan/Kebun	1151.274	61031.934	6.103
37	Perkebunan/Kebun	994.207	52430.691	5.243
38	Perkebunan/Kebun	2144.077	94587.356	9.459
39	Perkebunan/Kebun	7638.164	655486.044	65.549
40	Perkebunan/Kebun	1308.924	48902.673	4.890
41	Perkebunan/Kebun	1169.295	45816.650	4.582
42	Perkebunan/Kebun	887.518	36357.546	3.636
43	Perkebunan/Kebun	1134.167	66484.716	6.648
44	Perkebunan/Kebun	925.693	41769.865	4.177
45	Perkebunan/Kebun	537.370	11861.022	1.186
46	Perkebunan/Kebun	503.515	2750.508	0.275
47	Perkebunan/Kebun	89.279	60.380	0.006
48	Perkebunan/Kebun	1525.429	17460.005	1.746
49	Perkebunan/Kebun	1501.888	8047.274	0.805
50	Perkebunan/Kebun	3829.323	113559.866	11.356
51	Perkebunan/Kebun	1428.585	58208.268	5.821
52	Perkebunan/Kebun	566.213	18671.962	1.867
53	Perkebunan/Kebun	987.630	37384.330	3.738

2.5 Data Herba dan Rumpun

No	Nama	Shape Area	Shape Length	Luas (Ha)
1	Padang Rumpun	34.034,24	1.445,311	3,403
2	Padang Rumpun	10.668,35	796,669	1,067
3	Padang Rumpun	88.804,95	1.341,152	8,880
4	Padang Rumpun	1.005.037,00	16.046,311	100,504
5	Padang Rumpun	86.497,84	1.352,496	8,650
6	Padang Rumpun	27.952,53	2.213,861	2,795
7	Padang Rumpun	38.507,28	1.181,483	3,851
8	Padang Rumpun	28.689,11	776,709	2,869
9	Padang Rumpun	10.226,34	587,505	1,023
10	Padang Rumpun	20.991,12	661,068	2,099
11	Padang Rumpun	15.890,60	528,798	1,589
12	Padang Rumpun	14.117,92	2.679,514	1,412
13	Padang Rumpun	14.600,80	493,114	1,460
14	Padang Rumpun	3.060.387,00	8.500,400	306,039
15	Padang Rumpun	11.992,48	741,217	1,199
16	Padang Rumpun	140.895,95	6.515,010	14,090
17	Padang Rumpun	21.330,84	2.272,339	2,133
18	Padang Rumpun	14.377,52	1.947,364	1,438
19	Padang Rumpun	96.457,97	10.851,095	9,646
20	Padang Rumpun	70.906,33	5.723,509	7,091

21	Padang Rumpit	73.550,56	4.179,538	7,355
22	Padang Rumpit	100.701,39	11.981,206	10,070

2.6 Data Wilayah Pesisir

No	Nama	Shape Area (m ²)	Shape Length (m)	Luas (Ha)
1	Wilayah Pesisir	6.027,496	1.137,055	0,603
2	Wilayah Pesisir	7.697,594	1.108,725	0,770
3	Wilayah Pesisir	3.753,380	298,526	0,375

2.7 Data Garis Pantai

No	Nama	Shape Length (m)	Luas (Ha)
1	Garis Pantai	486,956	0,486956
2	Garis Pantai	113,243	0,113243
3	Garis Pantai	190,646	0,190646
4	Garis Pantai	263,154	0,263154
5	Garis Pantai	6.901,210	6,901210
6	Garis Pantai	69.966,026	69,966026
7	Garis Pantai	1.323,671	1,323671
8	Garis Penutup Sungai	149,058	0,149058
9	Garis Penutup Sungai	48,082	0,048082
10	Garis Pantai	644,900	0,644900
11	Garis Pantai	495,411	0,495411
12	Garis Pantai	161,402	0,161402
13	Garis Pantai	1.166,103	1,166103
14	Garis Pantai	286,164	0,286164

2.8 Data Pemukiman

No	Nama	Shape_Area	Shape_Length	Luas
1	Permukiman	10878.11485	444.795965	1.087811485
2	Permukiman	8741.100805	636.1242851	0.874110081
3	Permukiman	540247.9671	6673.897022	54.02479671
4	Permukiman	2632.347204	208.5047717	0.26323472
5	Permukiman	3654.130437	317.024356	0.365413044
6	Permukiman	92678.37062	1661.54435	9.267837062
7	Permukiman	1414708.304	8994.534526	141.4708304
8	Permukiman	173978.2241	2280.972639	17.39782241
9	Permukiman	7689581.774	50201.23583	768.9581774
10	Permukiman	622396.537	6274.031446	62.2396537
11	Permukiman	2340.679984	193.989845	0.234067998
12	Permukiman	5145.969558	371.915124	0.514596956

13	Permukiman	235464.3518	3822.773419	23.54643518
14	Permukiman	26785.50599	726.6961192	2.678550599
15	Permukiman	65.46180028	66.40713241	0.00654618
16	Permukiman	1137127.381	7788.765869	113.7127381
17	Permukiman	91079.15965	1795.670396	9.107915965
18	Permukiman	129351.3206	2073.271802	12.93513206
19	Permukiman	231006.0094	3341.763358	23.10060094
20	Permukiman	4524.668009	301.0209077	0.452466801
21	Permukiman	116970.5518	2237.325245	11.69705518
22	Permukiman	20263.45166	579.2819015	2.026345166
23	Permukiman	3118355.75	30276.24813	311.835575
24	Permukiman	2470.837552	203.5306029	0.247083755
25	Permukiman	3083.620846	230.9794236	0.308362085
26	Permukiman	6006.41136	451.053662	0.600641136
27	Permukiman	15249.02038	712.5067526	1.524902038
28	Permukiman	15376.46338	466.9134754	1.537646338
29	Permukiman	10352.41039	406.6423822	1.035241039
30	Permukiman	13377.53075	501.9203737	1.337753075
31	Permukiman	1201.728591	157.0588886	0.120172859
32	Permukiman	36538.71356	883.1546559	3.653871356
33	Permukiman	6526.387412	432.4509863	0.652638741
34	Permukiman	36671.45223	777.5289243	3.667145223
35	Permukiman	164928.9223	2673.816523	16.49289223
36	Permukiman	7190.581357	349.0259099	0.719058136
37	Permukiman	15492.90795	486.2639304	1.549290795
38	Permukiman	887887.5625	7332.152315	88.78875625
39	Permukiman	14847.4296	593.7881019	1.48474296
40	Permukiman	174993.3161	2435.101447	17.49933161
41	Permukiman	106689.6101	2011.396808	10.66896101
42	Permukiman	1136051.446	9894.996942	113.6051446
43	Permukiman	110031.4755	1763.696547	11.00314755
44	Permukiman	255800.0388	2494.280463	25.58000388
45	Permukiman	16131.75244	553.1881517	1.613175244
46	Permukiman	313490.2821	2928.554637	31.34902821
47	Permukiman	14149.76454	709.7852571	1.414976454
48	Permukiman	545824.8157	5884.381136	54.58248157
49	Permukiman	6830.115792	339.3930362	0.683011579
50	Permukiman	123954.9385	1536.045097	12.39549385
51	Permukiman	25442.82192	731.399576	2.544282192
52	Permukiman	235335.7654	2599.533703	23.53357654
53	Permukiman	3130.092955	264.9835507	0.313009296
54	Permukiman	3522.059972	253.1741207	0.352205997
55	Permukiman	66620.58877	1344.515725	6.662058877
56	Permukiman	13454.09482	851.700389	1.345409482

57	Permukiman	61085.56244	1005.369434	6.108556244
58	Permukiman	388176.6701	4055.6546	38.81766701
59	Permukiman	50554.69404	1131.802918	5.055469404
60	Permukiman	1936064.583	13107.31566	193.6064583
61	Permukiman	5254.04252	283.9624839	0.525404252
62	Permukiman	19463.73826	643.9203274	1.946373826
63	Permukiman	37362.34164	874.9001125	3.736234164
64	Permukiman	183338.2824	3558.46507	18.33382824
65	Permukiman	14991.33923	597.3555877	1.499133923
66	Permukiman	14896.66206	513.0115052	1.489666206
67	Permukiman	11992.55347	525.6458936	1.199255347

Lampiran 3 Data Waktu Tiba Dan Tinggi Gelombang Tsunami

P1 (titik pengamatan pertama)

- Longitude: 113.414
- Latitude: -8.387
- Kedalaman : 10,26 m

• P2 (titik pengamatan kedua)

- Longitude: 113.427
- Latitude: -8.381
- Kedalam : 9,61 m

• P3 (titik pengamatan ketiga)

- Longitude: 113.444
- Latitude: -8.380
- Kedalama : 9,21 m

• P4 (titik pengamatan keempat)

- Longitude: 113.459
- Latitude: -8.380
- Kedalaman : 8,77 m

• P5 (titik pengamatan kelima)

- Longitude: 113.308
- Latitude: -8.509
- Kedalaman : 8,50 m

P6 (titik pengamatan keenam)

- Longitude: 113.384
- Latitude: -8.498
- Kedalaman : 8,40 m

• P7 (titik pengamatan ketujuh)

- Longitude: 113.310
- Latitude: -8.448
- Kedalaman : 8,24 m

• P8 (titik pengamatan kedelapan)

- Longitude: 113.383
- Latitude: -8.453
- Kedalaman : 8,16 m

Waktu Tiba (s)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
90.42	0.32	-0.29	-0.38	-0.43	17.1	18.43	5.83	17.69
120.84	0.95	0.12	-0.07	-0.29	18.3	18.41	5.7	17.6
151.26	2.05	1.22	0.92	0.04	19.3	18.38	5.61	17.43
181.68	3.64	3.04	2.57	0.85	18.3	18.36	5.55	17.15
212.1	5.71	5.23	4.28	2.24	18.8	18.33	5.49	16.82
242.52	8.17	7.57	5.88	3.93	18.3	18.29	5.49	16.42
272.94	10.81	9.78	7.74	5.66	18	18.24	5.51	15.84
303.36	13.38	11.89	10	7.48	18.3	18.17	5.52	14.9
333.78	15.58	14.02	12.45	9.3	18.3	18.04	5.5	13.5
364.2	17.03	15.92	14.63	11.07	18.2	17.8	5.45	11.67

394.62	17.82	17.62	16.26	13.04	18.1	17.45	5.34	9.48
425.04	17.88	19.16	17.46	15.33	18.8	17.08	5.15	7
455.46	17.02	19.85	18.38	17.69	19.7	16.88	4.87	4.25
485.88	15.85	19.4	19.35	19.88	20.7	17.03	4.52	1.33
516.3	14.46	18.09	20.14	21.59	21.8	17.66	4.11	-1.61
546.72	13.04	16.11	20.15	22.71	23.1	18.67	3.67	-4.35
577.14	11.52	14.02	19.46	23.15	24.5	19.78	3.21	-6.66
607.56	10.09	11.94	18.09	22.94	25.8	20.83	2.73	-8.35
637.98	9.07	10.07	16.36	22.26	27.1	21.91	2.25	-9.28
668.4	9.74	10.14	15.46	20.92	28.1	23.12	1.8	-9.49
698.82	9.38	10.84	13.83	19.61	28.9	24.31	1.38	-9.07
729.24	10.63	11.71	12.63	18.68	29.9	25.04	0.94	-8.13
759.66	11.34	13	12.26	17.22	30.8	24.99	0.46	-6.62
790.08	13.54	13.81	12.64	16.09	31.8	24.44	0.02	-4.47
820.5	15.63	14.95	13.67	15.09	32.8	24.11	-0.25	-1.78
850.92	17.03	16.37	15.04	13.95	33.7	24.53	-0.32	1.17
881.34	18.07	16.94	16.4	13.32	34.3	26.01	-0.26	4.26
911.76	18.86	18	17.39	13.55	34.6	28.95	-0.19	7.68
942.18	19.52	19.78	18.57	14.15	34.4	33.58	-0.21	11.49
972.6	20.64	21.44	19.91	15.17	33.5	39.4	-0.33	15.21
1003.02	21.56	22.63	21.19	17.24	31.6	44.91	-0.47	18.2
1033.44	22.41	23.31	22.29	19.78	28.7	48.08	-0.56	20.76
1063.86	23.57	24.07	23.53	22.11	24.4	47.91	-0.51	24
1094.28	24.93	25.24	25.32	24.53	18.3	45.13	-0.08	27.91
1124.7	26.32	26.63	27.59	26.69	9.84	41.04	1.03	30.88
1155.12	27.37	27.91	29.55	28.36	-1.46	36.83	3.05	32.09
1185.54	28.31	29.17	31.24	29.57	-16.3	33.48	5.95	32.76
1215.96	29.47	30.57	32.54	30.92	-35.2	31.1	9.41	33.76
1246.38	30.93	32.06	33.46	32.6	-59.2	28.83	13	34.25
1276.8	32.75	33.48	34.03	34.41	-89.2	25.89	16.2	33.93
1307.22	34.86	34.92	34.31	35.97	-126	22.32	19	34.1
1337.64	36.78	36.52	34.61	36.93	-171	18.41	21.4	35.61
1368.06	38.22	37.94	35.55	37.38	-222	14.01	23.9	37.68
1398.48	38.92	38.94	37.19	37.68	-279	8.91	26.7	39.16
1428.9	39.5	39.17	38.58	38.27	-340	3.39	30.1	39.79
1459.32	39.86	38.74	39.22	39.11	-403	-2.11	34.2	39.84
1489.74	38.23	37.76	38.97	40.02	-467	-7.43	38.6	39.63
1520.16	35.52	35.53	37.6	40.65	-527	-12.7	42.2	39.62
1550.58	30.97	31.58	34.36	40.23	-580	-18	44	39.9
1581	24.82	25.74	28.52	37.98	-622	-22.8	44.1	40.14
1611.42	16.46	17.18	19.49	33.37	-651	-26.7	43.6	40.04
1641.84	5.15	5.36	7.05	26.05	-661	-29	43.7	39.55
1672.26	-10.08	-10.51	-8.89	15.76	-648	-30.4	44.7	38.44
1702.68	-29.56	-31.32	-29.2	1.9	-611	-31.6	46.1	36.6

1733.1	-54.44	-57.52	-54.5	-16.5	-552	-33.1	47.8	34.31
1763.52	-84.88	-88.9	-85.3	-40.1	-471	-35	49.8	31.62
1793.94	-121.2	-124.9	-123	-69.1	-371	-37.2	52.1	27.82
1824.36	-	163.57	-166.7	-168	-103	-262	-39.6	54.6
1854.78	-208.8	-214	-225	-142	-147	-42.1	57.1	15.43
1885.2	-	257.38	-263.5	-292	-185	-36.2	-44.5	60.2
1915.62	-311.8	-317	-351	-227	68.1	-46.3	63.5	0.32
1946.04	-	366.71	-374.1	-399	-264	163	-47.3	66.5
1976.46	-	430.56	-433	-450	-295	253	-47.9	69.2
2006.88	-	485.07	-495.8	-503	?	337	-48.3	71.6
2037.3	-	530.38	-557.1	-549	?	411	-48.3	74
2067.72	-	568.79	-610.7	?	?	475	-41.2	76.3
2098.14	-	604.05	-657.5	?	?	513	15.52	78.8
2128.56	-	636.67	-693.7	?	?	538	174.5	80.9
2158.98	?	?	?	?	543	212.5	82.1	-66.99
2189.4	?	?	?	?	513	441.1	82.1	-73.77
2219.82	?	?	?	?	472	441.2	81.3	-79.91
2250.24	?	?	?	?	433	636.4	80	-85.38
2280.66	?	?	?	?	363	600.2	77.8	-90.26
2311.08	?	?	?	?	297	552.8	74.1	-94.67
2341.5	-	645.06	-692.3	?	?	253	506.5	68.6
2371.92	-	601.43	-608.6	-526	?	179	455.7	61.6
2402.34	-	475.36	-409.8	-341	?	99.5	339.2	53.5
2432.76	-	364.42	-229.1	-120	?	47.6	297.8	44.7
2463.18	-	222.95	27.26	44.73	-99.5	-6.46	236	34.9
2493.6	3.15	238.7	151.5	92.97	-70.3	197.9	24.8	-114.16
2524.02	183.83	378.5	298.6	217.6	-116	155.5	15.1	-116.42
2554.44	381.84	536.4	381.9	449.1	-151	120.1	6.05	-118.46
2584.86	458.93	579.5	689.9	602.9	-187	94.01	-2.44	-120.29
2615.28	772.94	651	693.1	573.7	-215	68.92	-10.2	-121.95
2645.7	654.1	675.5	686.3	687.7	-227	56.35	-17	-123.46
2676.12	737.98	706.9	737.6	707.5	-226	49.12	-23.1	-124.83

2706.54	646.76	719.8	685.8	730.7	-213	40.1	-28.6	-126.07
2736.96	631.13	690.7	695	804.8	-184	28.43	-33.7	-127.18
2767.38	570.6	649.5	659.4	791.2	-142	16.87	-38.5	-128.1
2797.8	532.59	604.4	647.4	773.4	-91.3	8.18	-43.2	-127.83
2828.22	464.8	541.4	641.4	700.6	-37.5	3.29	-47.5	-113.72
2858.64	428.31	483.6	591.2	656.7	10.7	2.5	-51.1	-56.63
2889.06	361.77	406.1	567	623	51.5	9.69	-53.9	-7.81
2919.48	308.99	359.2	491.1	630.2	86.1	32.14	-56.4	-4.97
2949.9	253.14	319.4	426.9	640.9	114	63.27	-59.1	3.88
2980.32	223.65	267.4	376.5	583.5	135	76.69	-62	47.94
3010.74	187.35	236.9	320.7	563.2	149	74.38	-64.9	92.93
3041.16	169.39	218.5	285.3	451.7	158	100.1	-67.5	135.92
3071.58	144.61	207.9	254.9	381.7	160	133.9	-69.7	228.29
3102	127.1	171	264	276.6	163	109	-71.6	323.59
3132.42	124.24	148	180.3	157	164	83.81	-73.3	342.84
3162.84	117.37	144.3	145.2	90.29	158	74.4	-75	264.5
3193.26	125.84	121.4	87.17	49.49	154	62.91	-76.9	248.88
3223.68	85.67	94.83	-4.28	-15.1	154	50.76	-78.9	213.86
3254.1	76.92	63.78	-44.7	-71.6	154	40.79	-80.9	159.59
3284.52	52.99	9.15	-53.5	-121	153	42.19	-82.7	127.65
3314.94	32.58	-32.49	-77.9	-163	162	139.1	-84.4	104.02
3345.36	-19.38	-37.74	-81.3	-197	173	318.8	-86	75.91
3375.78	-28.22	-38.22	-76.4	-224	178	469.7	-87.5	47.65
3406.2	-33.04	-46.09	-89.3	-246	185	392.3	-88.8	27.3
3436.62	-44.73	-45.23	-102	-261	196	361.6	-89.9	11.55
3467.04	-59.99	-42.72	-94.6	-241	202	330.3	-78.7	-3.75
3497.46	-44.81	-16.28	-57.4	-152	201	277.7	87.5	-16.74
3527.88	-73.82	-37.94	-70.4	-79.3	196	231	283	-26.09
3558.3	-	-	-	-	-	-	-	-
3558.3	101.52	-88.45	-115	-100	179	182.2	245	-33.62
3588.72	-124.9	-145.5	-139	-87.6	149	160.8	337	-42.02
3619.14	-	-	-	-	-	-	-	-
3619.14	176.98	-216.5	-145	-48.3	108	115	441	-51.61
3649.56	-	-	-	-	-	-	-	-
3649.56	213.81	-213.2	-95.2	-77	64.6	79.06	528	-60.79
3679.98	-	-	-	-	-	-	-	-
3679.98	171.52	-143.1	-93.2	-69.7	24.9	67.3	474	-68.57
3710.4	-	-	-	-	-	-	-	-
3710.4	277.11	-152.4	-132	-2.77	-3.21	58	543	-75.18
3740.82	-	-	-	-	-	-	-	-
3740.82	303.97	-206.7	-159	-45	-13.1	41.78	552	-81.24
3771.24	-	-	-	-	-	-	-	-
3771.24	317.38	-254.4	-194	-69	-9.73	29.2	618	-87
3801.66	-352.4	-302.2	-234	-66.3	-5.35	21.51	672	-92.32
3832.08	-	-328.3	-282	-130	-5.64	16.52	728	-96.71

	339.08							
	-							
3862.5	199.77	-323.4	-319	-199	-15.7	13.48	728	-71.29
3892.92	-65.81	-298.2	-307	-240	-36.5	10.92	770	247.16
3923.34	105.13	-208.6	-246	-269	-66.6	12.4	720	217.74
3953.76	129.94	-41.48	-225	-289	-97.7	26.16	707	361.37
3984.18	259.55	95.2	-229	-298	-128	44.54	721	707.1
4014.6	238.08	102.7	-222	?	-164	42.57	714	812.77
4045.02	215.13	180	-217	?	-205	29.1	698	754.57
4075.44	171.87	154.6	-190	?	-241	11.09	640	953.29
4105.86	164.82	126.4	-88.4	?	-269	-3.73	605	837.09
4136.28	98.86	75.94	-7.77	-283	-282	-10.4	555	838.52
4166.7	37.06	8.58	8.01	-242	-268	-13.4	520	723.75
4197.12	-15.47	17.8	98.91	-189	-234	-14.3	543	689.55
4227.54	-43.99	23.82	164.9	136.1	-192	-14.4	810	637.65
4257.96	-59.11	22.92	155.8	137.1	-154	-15.9	876	548.74
4288.38	-18.01	41.52	160.7	330.2	-123	-19.6	762	488.17
4318.8	81.18	86.01	198.7	502.6	-93.2	-24.2	885	394.95
4349.22	152.5	147.7	259.7	485.7	-58.2	-27.6	787	329.77
4379.64	178.4	261.8	307.2	422.2	-13.1	-28.6	806	282.99
4410.06	233.92	328.5	363	440.3	37.1	-26.9	778	233.08
4440.48	373.63	370.5	372.4	355.5	81.4	-23.6	664	189.61
4470.9	414.16	399.6	352.7	348.1	116	-20.5	580	163.37
4501.32	484.36	495.2	379.9	330	136	-18.8	502	137.47
4531.74	402.46	511.6	381.1	350.5	143	-17.5	449	102.41
4562.16	481.43	538.9	476.1	377.1	150	-17.5	399	70.13
4592.58	349.67	472.3	458.5	382.4	156	-17.9	342	45.34
4623	281.81	435.6	462	437.5	168	51.84	298	24.6
4653.42	242.48	316.1	424.4	502.2	189	311.4	265	6.87
4683.84	240.58	242.5	378.1	527.7	210	349.6	243	-5.99
4714.26	180.19	173.4	422.5	520.9	220	325.4	224	-15.05
4744.68	167.72	139.4	325.5	493.7	219	394.2	192	-22.66
4775.1	170.57	134.5	268	414.2	215	355.7	165	-29.64
4805.52	187.92	187	246.7	385.8	202	317.4	145	-36.43
4835.94	176.43	231.1	186.1	318.3	169	263.6	123	-44.21
4866.36	177.8	234.9	131.3	196	132	253.7	94.9	-53.44
4896.78	189.65	230	70.98	144.1	112	325.5	72.2	-63.13
4927.2	159.64	222.1	123.4	102.4	94.3	361.4	56.8	-71.81
4957.62	137.67	174.6	173.4	55.49	80.3	299.5	45.8	-76.4
4988.04	131.32	146.1	158.8	37.74	82.1	274.3	37.3	-41.42
5018.46	135.37	115.3	188.6	52.01	90.6	193	30.6	113.31
5048.88	141.98	115.9	257.7	44.46	92	147	24.3	71.76
5079.3	145.77	144.6	179.4	50.92	92.4	118.9	17	91.26
5109.72	150.55	162.4	106.8	115	94.8	87.58	8.83	128.52

5140.14	155.68	143.8	97.26	139.1	89.9	59.65	0.99	161.57
5170.56	131.28	109.5	71.3	157.1	80.5	47.13	-5.94	171.94
5200.98	119.67	87.74	53.8	155.3	66.5	39.64	-12.4	93.36
5231.4	106.21	90.59	48.76	115.3	38.4	30.97	-19.1	60.04
5261.82	81.36	89.92	29.37	40.26	11.6	23.42	-25.6	71.61
5292.24	50.05	82.7	44.79	-16.7	-7.83	18.15	-31.4	45.59
5322.66	9.66	39.08	36.49	-65.5	-24.9	12.67	-35.9	10.3
5353.08	-47.87	-6.73	6.86	-88.7	-36	6.46	-39.1	-4.01
5383.5	-84.85	-70.69	-5.31	-82.6	-46	1.67	-41.8	-11.34
5413.92	-	-	-	-	-	-	-	-
5444.34	141.59	-134.9	-50.4	-57.5	-60.3	0.26	-44.5	-22.25
5474.76	-	-	-	-	-	-	-	-
5505.18	191.57	-177.6	-108	-45.1	-79	2.46	-47.7	-32.55
5535.6	-	-	-	-	-	-	-	-
5566.02	216.78	-210.5	-167	-60.1	-99.1	5.45	-51	-36.21
5596.44	-	-	-	-	-	-	-	-
5626.86	238.23	-237.7	-225	-56.2	-117	4.57	-54.2	-31.55
5657.28	-	-	-	-	-	-	-	-
5687.7	266.34	-250.9	-263	-74.3	-132	-1.88	-57	-23.33
5718.12	-	-	-	-	-	-	-	-
5748.54	284.33	-246.9	-254	-115	-143	-10.3	-59.3	-27.65
5778.96	-269.7	-250.5	-238	-153	-147	-16.6	-61.4	-45.75
5809.38	-	-	-	-	-	-	-	-
5839.8	263.35	-259	-263	-192	-146	-19	-63.1	-61.49
5870.22	-	-	-	-	-	-	-	-
5900.64	287.46	-283.2	-285	-231	-145	-4.19	-64.8	-69.85
5931.06	-	-	-	-	-	-	-	-
5961.48	272.01	-301.3	-300	-270	-142	96.89	-66.4	-73.92
5991.9	-	-	-	-	-	-	-	-
	249.98	-294.2	-325	-296	-140	198	-68	-77.6
	-	-	-	-	-	-	-	-
	255.95	-276	-339	?	-139	139.7	-69.8	-82.71
	-	-	-	-	-	-	-	-
	245.43	-252.2	-325	?	-139	136.2	-71.7	-88.66
	-	-	-	-	-	-	-	-
	235.83	-228.2	-300	?	-136	135.8	-74	-94.21
	-	-	-	-	-	-	-	-
	248.13	-236.3	-309	?	-129	105.7	-76.3	-98.74
	-	-	-	-	-	-	-	-
	235.65	-250.5	-314	?	-118	73.33	-78.6	-102.23
	-	-	-	-	-	-	-	-
	232.78	-249.7	-295	-281	-101	48.81	-80.6	-104.97
	-	-	-	-	-	-	-	-
	247.76	-243.1	-254	-260	-77.4	30.94	-82.4	-107.29
	-	-	-	-	-	-	-	-
	228.45	-225.7	-205	-254	-48.6	16.38	-83.9	-109.42
	-	-223.2	-182	-215	-20.7	6.46	-85.1	-111.42

	242.99							
	-							
6022.32	233.29	-231.5	-171	-135	2.34	2.88	-86.1	-113.3
	-							
6052.74	237.83	-237.5	-169	-98.1	18.4	3.71	-87	-115.05
	-							
6083.16	258.27	-240.5	-182	-116	26.2	1.85	-87.9	-116.64
	-							
6113.58	266.52	-245.2	-204	-111	27.9	-4.73	-88.7	-118.09
	-							
6144	286.64	-250.4	-223	-105	25.7	-11.4	-89.5	-119.4
	-							
6174.42	303.67	-263.7	-236	-122	21.3	-14.6	-90	-120.58
	-							
6204.84	301.26	-269.2	-240	-151	14.3	-15.6	-90.4	-121.66
	-							
6235.26	302.78	-263.8	-244	-180	5.65	-18.1	-90.6	-122.63
	-							
6265.68	308.55	-271.5	-254	-208	-1.28	-23.9	-91.1	-123.52
	-							
6296.1	310.71	-296.6	-273	-236	-6	-31.1	-91.9	-124.35
	-							
6326.52	321.83	-324.3	-306	-269	-10.2	-36.4	-93.2	-125.11
	-							
6356.94	338.78	-351.5	-344	-295	-14.2	-38.1	-94.6	-125.82
	-							
6387.36	356.95	-369.6	-369	?	-18.3	-34.8	-96.2	-126.51
	-							
6417.78	368.09	-369.9	-385	?	-24.8	-21.4	-97.6	-127.18
	-							
6448.2	365.73	-366.6	-401	?	-33.1	2.87	-99	-127.83
	-							
6478.62	369.29	-374.6	-419	?	-42.1	19.23	-100	-128.43
	-							
6509.04	386.12	-398.5	-439	?	-49.8	12.11	-102	-129.14
	-							
6539.46	401.58	-428.2	-462	?	-55.2	-5.2	-103	-129.83
	-							
6569.88	409.47	-448.6	-482	?	-58.2	-12.4	-104	-130.45
	-							
6600.3	403.77	-450	-490	?	-58.8	-11.7	-105	-131
	-							
6630.72	374.86	-425.4	-474	?	-59.1	-12	-106	-131.2
	-							
6661.14	339.29	-379.1	-418	?	-59.3	-11.6	-107	-131.15
	-							
6691.56	313.71	-332.2	-342	?	-58	-9.07	-108	-131.13

6721.98	- 303.31	-285	-281	?	-55.4	-8.75	-109	-131.18
6752.4	- 273.99	-246.1	-235	?	-52.3	-12.8	-109	-131.26
6782.82	- 225.91	-213.7	-185	-259	-48.3	-18.9	-108	-131.38
6813.24	- 192.21	-169.4	-148	-171	-43.9	-24.4	-96.6	-131.56
6843.66	- 119.27	-99.46	-106	-30.2	-39	-28.4	-51.6	-131.66
6874.08	-40.19	-36.36	-53.5	-42	-33.3	-30.8	3.73	-131.71
6904.5	15.02	14.64	-6.25	-20.4	-28.9	-32	14.8	-131.75
6934.92	71.76	74.08	34.9	66.84	-27.9	-32.5	14	-131.77
6965.34	116.31	137.9	86.03	81.01	-28.8	-32.7	32.4	?
6995.76	160.7	167.7	143.4	118.6	-30.6	-30.9	52.2	?
7026.18	238.88	220.5	241.1	155.5	-34.2	-23.6	152	-124.34
7056.6	308.6	258.8	305.2	227.8	-36.4	-9.84	171	-51.32
7087.02	333.76	305.6	296.5	271.3	-37.1	13.41	86.9	82.12
7117.44	397.24	358	336	315.9	-37.8	42.76	102	72.18
7147.86	392.42	412.8	370.9	368.4	-37.4	54.44	101	140.31
7178.28	448.74	447.3	384.2	397.1	-34.3	54.2	69.4	171.63
7208.7	432.13	444	393.6	427.8	-29.5	63.1	55.6	266.78
7239.12	450.75	459	415.2	425.1	-22.1	85.99	56.1	445.5
7269.54	453.03	438.9	443.6	439.5	-13.3	101.8	46.7	545.71
7299.96	440.34	443.6	463.8	438.5	-3.44	96.7	33.5	538.54
7330.38	425.1	440.5	488.1	453.4	7.15	100.6	35.6	598.36
7360.8	418.39	433.2	487.5	488.2	16.5	109.2	65.3	612.64
7391.22	410.59	436.8	484	527.3	25.3	91.77	114	567.76
7421.64	402	440	491.8	576.2	33.6	64.05	116	582.52
7452.06	421.19	456.1	511	599.8	41.6	51.75	127	531
7482.48	453.59	485.2	536.8	613.6	48.4	44.07	189	545.74
7512.9	474.44	500.5	534.9	603.7	56	34.96	237	501.99
7543.32	491.83	509.1	532.9	580.9	64.3	24.76	234	464.95
7573.74	516.91	508.4	528.6	563.4	71	14.55	266	453.19
7604.16	522.32	494.2	496.5	525.7	75.4	6	325	427.03
7634.58	510.21	479.1	466.3	513.4	78.8	0.25	362	462.01
7665	475.44	461.8	427.4	483	81.9	-3.53	368	480.53
7695.42	441.68	444.9	389.6	425.4	84.4	-6.78	390	443.99
7725.84	392.61	397.3	365.2	383.9	86.9	-9.33	435	413.78
7756.26	334.97	346.4	352.6	370	89.5	-7.81	455	382.76
7786.68	295.3	299.6	340.3	369.9	93.5	6.51	444	337.79
7817.1	254.42	259.7	327.8	361.6	99.8	38.79	426	301.99
7847.52	210.84	237.9	298.3	330	108	60.67	438	273.91
7877.94	189.54	206.8	240.8	264.6	115	33.3	433	245.92
7908.36	156.51	165.4	197.8	207.3	120	9.22	417	219.89

7938.78	125.34	149.8	146.4	147.4	120	17.54	410	203.98
7969.2	121.49	109	90.5	94.08	117	46.79	413	194.98
7999.62	75.6	49.93	23.47	49.02	110	92.62	416	175.05
8030.04	22.22	-6.73	-43.4	-11.1	98.1	107.9	432	153.21
8060.46	-4.92	-61.51	-108	-77.6	83	68.9	424	145.59
8090.88	-64.67	-102.3	-177	-137	65.1	50.03	405	145.45
8121.3	-119.7	-135.1	-224	-188	45	38.04	402	142.27
	-							
8151.72	150.34	-159.5	-242	-230	24.2	18.25	368	127.77
	-							
8182.14	178.84	-194.2	-241	-258	1.59	2.35	330	107.16
	-							
8212.56	180.28	-230	-245	-287	-22.3	-2.51	312	90.56
	-							
8242.98	191.74	-252.9	-262	-298	-44.4	-2.68	286	74.45
	-							
8273.4	209.47	-260.6	-287	?	-62.8	-4.58	249	57.44
	-							
8303.82	229.38	-257.9	-319	?	-78	-7.36	210	44.86
	-							
8334.24	270.61	-269	-345	?	-90.6	-6.97	183	36.63
	-							
8364.66	307.65	-298.2	-356	?	-100	-2.79	164	28.43
	-							
8395.08	317.78	-321.5	-363	?	-109	8.42	139	17.44
8425.5	-325.9	-334.2	-367	?	-117	45.33	117	2.31
	-							
8455.92	334.66	-347.8	-359	?	-123	102.3	101	-15.65
	-							
8486.34	342.77	-365.4	-340	?	-128	96.89	88.1	-32.23
	-							
8516.76	343.78	-371.6	-317	?	-131	57.35	76	-45.06
8547.18	-328.2	-355	-300	?	-133	44.27	62.7	-54.71
	-							
8577.6	312.38	-325.4	-296		-131	36.62	49.4	-62.78
8608.02	-309.7	-290	-287	-278	-127	24.6	37.5	-70.34
	-							
8638.44	309.17	-258.3	-260	-233	-120	12.26	27.3	-77.48
	-							
8668.86	306.63	-237.8	-223	-190	-109	3.26	18.7	-83.83
8699.28	-314.2	-230.9	-202	-174	-95.8	-1.65	12.1	-89.18
	-							
8729.7	289.87	-230.3	-188	-169	-81.8	-6.04	6.31	-93.66
	-							
8760.12	250.04	-215.9	-166	-163	-66.7	-12.9	-0.5	-97.55
	-							
8790.54	216.49	-185	-148	-158	-49.9	-19.7	-8.56	-101.04

8820.96	- 155.17	-146.2	-127	-155	-32.3	-22.8	-16.3	-104.27
8851.38	- 101.11	-104	-102	-143	-13.8	-22.6	-22.5	-107.23
8881.8	-64.71	-67.13	-86.3	-113	4.77	-22	-26.9	-109.94
8912.22	-54.64	-45.13	-76.2	-82.1	22.3	-23.6	-29.9	-112.39
8942.64	-33.49	-18.68	-64.7	-62.8	37.7	-26.6	-32.2	-114.59
8973.06	-2.19	-3.18	-45.8	-44.3	49.9	-29.4	-34.4	-116.56
9003.48	-6.85	-5.84	-22.8	-23.4	59.1	-31.3	-36.9	-118.34
9033.9	4.19	-7.71	-6.2	-7.51	65.4	-32.9	-39.9	-119.94
9064.32	-18.71	-6.44	14.69	2.34	70.1	-35	-43.4	-121.37
9094.74	-31.02	-3.65	30.31	9.59	73	-37.4	-47.2	-122.67
9125.16	-29.01	-7.16	29.24	16.45	74.1	-38.7	-50.8	-123.83
9155.58	-30.95	-0.55	23.14	32.49	73.7	-37.1	-54.2	-124.89
9186	-30.59	-4.54	26.5	50.6	71.8	-31.1	-57.3	-125.86
9216.42	-37.56	-10.84	32.97	68.38	69.2	-20	-60	-126.75
9246.84	-27.26	-2.61	34.94	80.9	66.1	-5.92	-62.5	-127.57
9277.26	-5.91	2.91	32.9	79.83	61.4	10.09	-65	-128.34
9307.68	9.38	13.91	38.92	78.9	55.3	35.59	-67.4	-129.05
9338.1	20.37	28.62	37.87	70.46	48.6	83.18	-69.8	-129.66
9368.52	28.76	31.91	31.63	53.82	41.6	130.3	-72.1	-129.99
9398.94	35.82	35.86	29.11	47.91	33.1	137.5	-74	-128.92
9429.36	38.96	42.6	33.84	40.41	21.8	141.9	-75.8	-123.75
9459.78	36.31	43.61	35.23	28.33	8.41	137.6	-77.6	-111.84
9490.2	25.88	35.58	28.2	24.94	-5.69	129.3	-79.3	-93.8
9520.62	14.13	28.87	26.64	25.29	-20	109.6	-81.2	-74.87
9551.04	9.73	18.28	25.11	21.23	-33.4	75.16	-83	-60.16
9581.46	3.15	3.33	17.87	18.24	-46.1	55.37	-84.8	-50.19
9611.88	-17.1	-8.77	12.75	17.18	-56.7	44.57	-86.3	-45.32
9642.3	-25.77	-20.58	3.04	14.75	-64	35.68	-87.7	-47.6
9672.72	-36.3	-27.94	-6.68	11.28	-68.7	30.44	-88.9	-51.25
9703.14	-45.66	-30.61	-10.5	5	-70.9	20.77	-90.1	-50.46
9733.56	-46.53	-38.49	-20.4	-1.09	-69.9	8.57	-91.2	-44.25
9763.98	-49.01	-41.05	-30.7	-12.3	-66.5	2.01	-92.3	-32.66
9794.4	-43.69	-36.07	-34.5	-31.3	-61.3	0.58	-93.1	-28.33
9824.82	-34.93	-36	-38.1	-48.2	-54.7	-1.55	-93.6	-40.93
9855.24	-28.4	-33.45	-38.9	-60.9	-47	-6.9	-93.7	-54.41
9885.66	-25.33	-32.31	-46.3	-68.3	-39	-13.3	-93.5	-58.12
9916.08	-28.77	-35.16	-54.2	-71.9	-31.1	-18.3	-93.1	-54.24
9946.5	-31.92	-36.35	-56.4	-75.5	-23.5	-21.2	-92.5	-48.6
9976.92	-33.37	-43.63	-59.1	-74.2	-16.4	-22.4	-90.8	-46.16
10007.3	-39.75	-50.64	-61.3	-71.8	-10.4	-21.2	-86.2	-47.56
10037.8	-53.84	-57.52	-66.5	-73.5	-5.54	-14.2	-78.5	-48.63
10068.2	-66.02	-66.78	-71.9	-74.9	-1.96	2.55	-71.1	-45.02
10098.6	-73.5	-72.59	-72.5	-75.8	0.5	21.86	-68.6	-36.09

10129	-79.53	-75.83	-71.8	-78.1	1.89	29.16	-71.2	-24.76
10159.4	-82.28	-82.54	-73.6	-81.7	2.13	23.91	-74.8	-16.19
10189.9	-85.96	-91.15	-80.1	-84.1	1.39	16.13	-75.2	-13.58
10220.3	-91.36	-97.51	-89.9	-86.1	-0.05	7.23	-70.2	-16.08
10250.7	-94.11	-100.8	-96.5	-91.6	-1.95	-1.71	-60.3	-23.22
10281.1	-88.16	-98.91	-98.2	-98.6	-3.87	-8.43	-48.3	-32.18
10311.5	-82.09	-91.44	-98.9	-102	-5.59	-13.2	-38	-39.54
10342	-80.65	-85.82	-98.4	-102	-7.04	-17.5	-29	-44.21
10372.4	-73.18	-81.01	-96.2	-103	-8.3	-21.7	-17.7	-46.15
10402.8	-67.24	-74.22	-93.7	-104	-9.6	-25	-2.72	-45.66
10433.2	-59	-69.82	-87.9	-99.1	-10.9	-25.9	11.9	-44.09
10463.6	-46.09	-62.44	-75	-90.8	-12	-21.8	22.1	-41.97
10494.1	-36.87	-49.72	-60.3	-80.8	-12.8	-9.71	29.8	-36.42
10524.5	-22.59	-35.99	-46.2	-69.5	-13.3	7.01	39.6	-25.92
10554.9	-7.68	-18.37	-28.8	-54.5	-13.7	16.04	52.5	-15.87
10585.3	7.21	3.85	-9.45	-36.5	-13.9	11.68	64.8	-10.07
10615.7	25.81	23.66	9.81	-17.5	-13.8	3.97	72.4	-2.32
10646.2	45.66	39.9	28.27	3.65	-13.4	4.32	78.6	11.98
10676.6	61.56	53.83	43.03	23.64	-12.4	12.97	87	28.26
10707	78.75	68.18	56.18	43.01	-11.1	18.91	93.2	43.43
10737.4	96.18	84.58	71.16	65.78	-9.34	12.23	97.4	62.49
10767.8	94.12	98.88	89.7	86.11	-6.91	2.32	104	90.47
10798.3	117.63	111.6	109.6	104.6	-3.4	-2.5	112	123.96
10828.7	118.77	126.8	131.5	121.3	1.28	-4.11	118	151.73
10859.1	128	141.6	147.2	138.3	6.89	-5.76	121	161.39
10889.5	143.32	145.7	154.2	156.5	13	-4.97	119	151.88
10919.9	132.25	151.8	165	171.9	19.1	1.89	116	155.28
10950.4	146.66	161.2	174.7	187.8	24.8	9.79	119	165.65
10980.8	175.68	158.5	177.8	201.1	29.7	11.9	125	152.36
11011.2	172.9	163.4	180.6	208	33.7	8.01	133	141.46
11041.6	156.98	169.2	182.9	209	36.6	2.91	139	134.69
11072	174.49	166.3	171.8	203.1	38.3	0.61	144	123.63
11102.5	161.77	168.8	164.6	194.5	39.2	1.77	153	119.74
11132.9	155.96	173.2	164.7	187.3	39.3	1.85	165	121.51
11163.3	154.7	152.8	153.6	183.8	39	-2.88	181	120.71
11193.7	142.09	139.5	153.2	185.3	39.2	-7.41	244	123.64
11224.1	131.56	132.8	150	185.3	39.9	-7.29	309	135.53
11254.6	123	117.5	135.4	170	40.7	-3.54	239	150.35
11285	113.52	109.4	121.3	149.9	41.6	1.3	221	165.67
11315.4	100.89	101.8	119.8	126.5	42.8	5.4	237	183.29
11345.8	92.75	88.94	99.69	104.1	43.7	7.4	211	198.02
11376.2	84.45	79.18	77.84	86.24	43.6	6.71	194	203.32
11406.7	73.63	71	67.61	72.51	42.4	3.59	189	198.02
11437.1	67.85	60.31	57.65	62.53	40	-0.67	186	187.65

11467.5	64.94	51.86	45.96	47.42	36.3	-4.94	182	181.6
11497.9	62.52	48.43	33.86	31.93	31.4	-8.5	177	177.28
11528.3	57.89	47.63	24.2	15.1	25.3	-10.7	172	170.74
11558.8	55.01	46.3	18.89	-0.94	18	-11.4	169	166.04
11589.2	59.22	43.21	13.54	-13.7	9.72	-11	169	161.84
11619.6	58.77	38.61	9.53	-24.9	1.9	-9.91	170	155.93
11650	54.45	29.98	7.91	-35.8	-5.68	-8.53	171	149.23
11680.4	50.41	22.3	6.29	-43.8	-12.6	-7	179	140.36
11710.9	44.57	18.8	4.43	-44.2	-18.2	-4.61	191	130.07
11741.3	31.66	17.68	0.09	-41.7	-22.3	0.9	201	121.85
11771.7	21.85	12.21	-6.69	-41.9	-24.8	12.07	204	115.15
11802.1	7.09	5.6	-14.2	-38.7	-25.7	23.35	198	106.12
11832.5	-2.39	-3.51	-21	-31.8	-25.6	23.53	191	95.73
11863	-5.41	-10.64	-23.9	-27.5	-24.7	17.26	191	86.6
11893.4	-3.19	-12.75	-23.5	-23.9	-23.4	14.78	191	78.49
11923.8	-3.9	-11.56	-21.1	-20.9	-22.1	15.9	184	71.25
11954.2	-10.37	-12.85	-17.2	-17.2	-20.9	16.1	167	65.15
11984.6	-15.76	-14.41	-13.8	-10.1	-19.9	13.37	146	60.24
12015.1	-21.99	-17.31	-8.73	-0.75	-19	8.32	129	54.58
12045.5	-26.45	-21.25	-2.45	9.06	-18.3	3.21	117	46.76
12075.9	-29.93	-20.48	0.64	11.37	-17.4	-0.52	106	38.52
12106.3	-30.16	-18.73	0.04	8.76	-16.1	-3.64	93.8	30.57
12136.7	-31.74	-19.14	0.44	6.99	-14.2	-6.92	79.8	20.51
12167.2	-23.34	-13.9	-3.8	2.43	-11.7	-10.3	66.1	7.44
12197.6	-23.39	-7.56	-12.6	-1.72	-8.62	-13.4	54.6	-6.3
12228	-27.13	-10.96	-18.2	-0.33	-5.08	-15.8	45.7	-18.25
12258.4	-23.15	-12.9	-18.4	-3.34	-1.2	-17.5	38.9	-27.91
12288.8	-24.15	-12.24	-18.4	-11.8	2.87	-17.6	32.7	-36.29
12319.3	-31.2	-20.34	-21.4	-16.6	7.07	-14.3	25.7	-44.62
12349.7	-38.82	-29.3	-16.9	-18	11.4	-6.53	17.5	-53.33
12380.1	-39.18	-33.85	-11.8	-17.4	15.8	2.97	9.21	-62.06
12410.5	-43.99	-37.4	-12.6	-14.8	20.1	10.14	1.53	-70.12
12440.9	-48.13	-42.56	-16.7	-11.2	24.3	15.43	-5.36	-77.12
12471.4	-45.25	-40.45	-20.6	-10.2	28.2	24.53	-11.6	-83.04
12501.8	-44.87	-32.61	-23.7	-14	31.6	40.35	-17.2	-88.1
12532.2	-45.35	-29.19	-30.9	-13.8	34.3	52.62	-22.3	-92.56
12562.6	-42.01	-28.07	-35.1	-12.4	36.1	52.32	-27.2	-96.55
12593	-37.53	-26.77	-34.3	-16.3	37.2	50.16	-31.6	-100.15
12623.5	-37.4	-30.5	-33.6	-25	37.4	56.85	-35.6	-103.39
12653.9	-38.09	-38.15	-33.9	-33	36.7	67.89	-39.2	-106.3
12684.3	-36.67	-39.69	-30.8	-39.6	35.1	72.92	-42.7	-108.91
12714.7	-35.38	-36.12	-28.4	-50.3	32.6	71.9	-46.2	-111.21
12745.1	-39.41	-34.28	-28.5	-59.7	29	71.94	-49.8	-113.18
12775.6	-42.91	-31.48	-25.6	-57.8	24.3	72.03	-53.3	-114.64

12806	-39.96	-24.81	-22.6	-48	18.5	65.46	-56.5	-115.2
12836.4	-37.07	-23.58	-23.6	-41	12.3	53.21	-59.1	-113.89
12866.8	-35.64	-26.61	-26.1	-29.9	5.11	40.87	-60.8	-109.6
12897.2	-31.11	-24.71	-24.9	-12.4	-2.41	31.2	-61	-102.79
12927.7	-25.87	-20.28	-23.4	-5.39	-9.91	24.68	-59.6	-95.96
12958.1	-24.06	-20.74	-21.2	-5.24	-17.4	20.6	-57.5	-92.05
12988.5	-26.95	-23.25	-14.2	-1.01	-24.3	17.06	-57.6	-91.76
13018.9	-30.07	-23.57	-8.7	-1.13	-30.5	12.96	-61.5	-93.7
13049.3	-33.2	-25.66	-9.15	-6.67	-36	9.46	-67.8	-96.14
13079.8	-40.02	-30.41	-14.5	-9.06	-40.4	7.56	-73.7	-97.96
13110.2	-49.48	-35.22	-21.2	-12.2	-43.6	5.4	-77.8	-98.76
13140.6	-54.26	-38.29	-27.2	-19.1	-45.4	1.26	-80.2	-98.54
13171	-53.98	-42.19	-34.7	-23.1	-46	-3.08	-81.5	-97.54
13201.4	-53.27	-46.52	-41.6	-23.4	-45.3	-5.55	-82.6	-96.22
13231.9	-54.71	-49.12	-43.6	-24.8	-43.4	-7.06	-83.8	-94.93
13262.3	-54.88	-50.99	-44	-30.3	-40.5	-9.81	-85.3	-93.81
13292.7	-53.94	-53.19	-47.9	-38.7	-36.7	-14	-87.2	-92.97
13323.1	-57.42	-55.24	-52.1	-46.9	-32.2	-18	-89.3	-92.77
13353.5	-60.58	-57.77	-54.9	-53.7	-27	-20.9	-91.2	-93.63
13384	-63.91	-61.05	-58.2	-59.9	-21.5	-23.3	-92.9	-95.59
13414.4	-67.21	-66.54	-64.2	-66	-15.9	-25.9	-94.2	-98.11
13444.8	-73.21	-72.89	-70.7	-70.3	-10.5	-29	-95.3	-100.45
13475.2	-80.5	-78.14	-76.7	-72.6	-5.73	-32.1	-96.3	-101.97
13505.6	-83.54	-83.06	-82.9	-76.5	-1.83	-34.7	-97.1	-102.29
13536.1	-88.1	-87.75	-88.8	-84.5	0.94	-36.8	-97.6	-101.19
13566.5	-96.6	-95.14	-95.8	-93.3	2.44	-38.5	-97.4	-98.35
13596.9	-98.01	-102.5	-102	-100	2.66	-39.9	-95.5	-93.64
13627.3	-95.83	-105.8	-107	-109	1.55	-41	-89.8	-87.71
13657.7	-	102.54	-107.9	-113	-120	-0.85	-41.3	-79.6
13688.2	-	101.03	-111.4	-118	-133	-4.4	-40.1	-68.4
13718.6	-98.71	-108.9	-120	-142	-8.76	-36.5	-62.2	-70.83
13749	-101.8	-106.8	-121	-146	-13.8	-30.3	-61.5	-64.45
13779.4	-97.72	-107.8	-122	-148	-19.4	-23.6	-61.6	-57.95
13809.8	-92.24	-105.8	-119	-148	-25	-18.8	-59.3	-52.23
13840.3	-89.31	-101.7	-118	-144	-30.6	-16.2	-55.6	-46.84
13870.7	-88.33	-97.4	-114	-138	-35.7	-14	-52.1	-40.19
13901.1	-79.47	-90.46	-106	-128	-40	-10.5	-49	-32.05
13931.5	-69.69	-79.12	-98.1	-116	-43.3	-6.83	-44.9	-24.86
13961.9	-68.65	-72.65	-88.1	-105	-45.2	-5.42	-38.7	-20.6
13992.4	-57.97	-68.51	-77.7	-91.6	-45.7	-6.67	-30.4	-17.81
14022.8	-47.14	-56.29	-64.6	-76.5	-44.7	-8.94	-20.7	-14.03
14053.2	-44.48	-42.38	-53.1	-60.4	-42.2	-11	-10.5	-8.82
14083.6	-25.89	-33.74	-39.3	-43.8	-38.2	-13	1.41	-3.2

14114	-15.51	-18.04	-20.6	-28	-33.1	-14.6	16.9	2.32
14144.5	-8.67	-4.26	-3.57	-13.7	-26.9	-15	35.6	8.57
14174.9	7.45	5.78	11.14	3.16	-20.2	-13.7	53.2	16.15
14205.3	20.32	22.84	27.44	21.44	-13.1	-11.6	63.9	24.15
14235.7	37.54	37.76	41.34	35.74	-6.07	-9.35	70.7	31.33
14266.1	52.02	51.23	51.36	50.76	0.76	-7.88	82.4	37.52
14296.6	66.82	65.8	59.09	68	7.29	-7.43	96.9	42.99
14327	76.59	78.54	70.04	77.74	13.4	-7.4	106	49.5
14357.4	86.47	88.49	82.09	86.18	19.1	-8.11	110	59.83
14387.8	99.15	98.06	95.06	96.08	24.2	-11.1	115	72.67
14418.2	115.17	106.3	103	104.8	28.9	-16.2	121	83.83
14448.7	124.8	109.5	104.6	111.2	32.9	-21.4	124	94.2
14479.1	121.02	113.7	112.9	116	36.5	-25.2	127	110.34
14509.5	131.33	117.9	119.9	121.1	39.7	-27.5	132	131.65
14539.9	106.63	117.8	121.5	125	42.6	-28.4	137	144.21
14570.3	102.64	124.1	122.5	130.4	44.9	-27.4	135	148.48
14600.8	114.13	122.6	126.3	135.4	46.9	-23.6	131	159.6
14631.2	112.24	116.9	123.6	139.7	48.2	-16.4	131	172.68
14661.6	115.22	116.4	122.4	141.6	48.7	-6.92	130	175.61
14692	118.61	106.5	126	143.3	48.7	2.77	126	175.44
14722.4	115.79	108.1	121.9	145.7	48	11.88	121	176.09
14752.9	108.18	119.2	123.2	148	46.7	21.48	118	175.23
14783.3	110.33	118.9	121.4	145.5	45	32.51	113	169.97
14813.7	113.23	120	123.8	132.7	43	46.31	106	161.98
14844.1	114.41	120.3	125.4	120.6	40.6	62.68	97.5	153.55
14874.5	115.06	115.9	120	112.5	37.8	73.2	90.3	142.65
14905	113.2	116	118.7	109.1	35	73.79	84.3	130.43
14935.4	114.65	117.4	122.9	110.3	32.6	73.69	79.1	120.71
14965.8	115.15	120.1	124.2	107.7	30.3	76.48	75.3	111.05
14996.2	115.41	119.7	115.2	109.7	27.9	80.93	72.7	97.95
15026.6	116.54	117	109.5	113	25.4	85.18	70.4	82.68
15057.1	116	111.3	105.3	115.7	23.1	86.14	68.1	69.38
15087.5	109.87	107.9	100.9	119.9	21.4	82.24	66	58.39
15117.9	102.65	105.6	103.3	121.4	19.6	77.44	64.1	47.41
15148.3	98.8	101.2	108.5	117.1	18.1	73.83	61.7	37.1
15178.7	96.73	96.12	111.9	110.4	16.9	67.82	58.6	29.08
15209.2	94.28	94.12	109.5	104.2	15.9	58.72	55.5	23.09
15239.6	91	91.4	103.3	92.84	15.2	50.82	52.6	19.02
15270	86.46	89.14	92.11	81.34	14.5	44.86	49.6	18.48
15300.4	78.74	86.33	80.26	73.14	14.1	38.54	46.8	22.51
15330.8	71.53	80.55	69.75	66.31	13.7	31.61	44.6	28.09
15361.3	62.32	71.46	63.32	60.52	13.3	25.15	43.7	31.7
15391.7	53.09	60.39	54.83	60.43	12.5	19.84	44.2	36.18
15422.1	46.33	46.15	44.86	59.83	11.4	15.95	43.9	46.11

15452.5	37.6	31.56	34.87	52.62	10	12.72	41	58.55
15482.9	22.99	15.6	25.23	40.07	8.18	8.84	36.2	65.33
15513.4	7.74	3.28	15.49	26.11	5.88	4.19	31	67.01
15543.8	-5.97	-5.17	4.85	11.74	3.19	-0.19	25.7	70.94
15574.2	-18	-14.82	-5.91	-0.57	0.2	-3.79	20.2	73.4
15604.6	-27.97	-24.94	-16.9	-9.68	-3.07	-7.06	14.8	67.2
15635	-36.39	-34.76	-28.8	-19.4	-6.56	-10.6	9.78	59.89
15665.5	-41.5	-41.86	-42.1	-32.8	-10.3	-14.2	5.52	56.99
15695.9	-42.67	-46.03	-54.1	-46.1	-14.1	-17.6	2.09	51.42
15726.3	-50.83	-50.98	-62.4	-58.6	-18	-20.5	-0.42	39.04
15756.7	-57.02	-59.73	-67.8	-71.6	-22.1	-23.1	-1.8	24.17
15787.1	-64.38	-68.63	-74.1	-85.2	-26.3	-25.6	-1.74	9.87
15817.6	-74.23	-77.22	-82.9	-98	-30.6	-28	0.24	-3.31
15848	-78.26	-87.87	-92	-110	-35.1	-30.1	5.3	-14.37
15878.4	-82.94	-94.52	-98.6	-119	-39.6	-32	13.9	-22.88
15908.8	-89.47	-99.55	-106	-127	-44	-33.5	23.4	-29.61
15939.2	-97.71	-107	-115	-133	-48.1	-34.8	29.9	-35.71
15969.7	-	104.08	-113.4	-123	-139	-51.7	-36	32.8
16000.1	-	109.34	-117.9	-131	-143	-54.7	-37	36.1
16030.5	-	116.31	-123.6	-138	-147	-57	-37.7	44.5
16060.9	-	120.52	-129.1	-142	-152	-58.4	-38.2	61.7
16091.3	-	119.91	-130.6	-143	-155	-58.9	-38.6	79.5
16121.8	-	120.42	-129.6	-140	-158	-58.6	-39	79
16152.2	-	118.99	-130.7	-136	-160	-57.4	-39.3	68.9
16182.6	-	116.87	-129.6	-131	-158	-55.3	-39.4	67.2
16213	-	120.65	-123	-126	-152	-52.6	-39.5	69.1
16243.4	-	117.78	-114.2	-122	-142	-49.1	-39.4	64.6
16273.9	-	110.13	-104	-116	-129	-45.1	-39.3	56.3
16304.3	-	102.81	-96.07	-105	-113	-40.6	-39.2	47.9
16334.7	-89.62	-90.55	-93.2	-97.7	-35.6	-38.9	39.2	-92.74
16365.1	-77.38	-81.38	-80.9	-84.8	-30.2	-38.6	30.4	-92.33
16395.5	-67.35	-67.98	-70.2	-71.6	-24.6	-38.2	21.6	-90.77
16426	-55.01	-52.91	-56.3	-54.3	-18.7	-37.9	12.2	-88.2
16456.4	-40.99	-35.97	-39	-38.6	-12.7	-37.4	2.98	-85.73

16486.8	-25.73	-20.13	-23.6	-28.6	-6.71	-36.6	-4.61	-84.64
16517.2	-12.2	-7.94	-8.6	-15.1	-0.82	-34.9	-9.92	-84.94
16547.6	-7.34	0.15	6.21	2.49	4.81	-32	-14	-85.63
16578.1	-0.33	6.83	17.05	14.86	10.1	-27.4	-18.5	-85.62
16608.5	9.17	18.15	24.55	24.22	14.9	-21.3	-24.1	-84.36
16638.9	13.15	28.59	31.02	37.33	19.2	-14.5	-29.7	-81.96
16669.3	14.46	30.93	36.8	49.63	22.8	-8.68	-34.7	-79.14
16699.7	14.51	31.11	42.91	54.54	25.7	-4.19	-38.6	-76.74
16730.2	16.84	30.4	45.21	55.41	27.9	0.05	-41.9	-74.76
16760.6	16.42	28.09	43.75	57.46	29.4	4.3	-44.9	-72.06
16791	15.24	25.92	40.27	59.8	30.2	7.69	-47.7	-67.74
16821.4	16.99	22.28	36.72	58.61	30.2	10.26	-50.7	-62.75
16851.8	10.61	19.06	33.77	55.51	29.2	13.07	-53.6	-58.03
16882.3	4.83	15.75	30.03	53.49	27.6	16.34	-56	-53.2
16912.7	2.42	12.96	28.05	50.06	25.3	19.21	-57.9	-48.94
16943.1	-1.18	8.8	24.75	44.81	22.5	21.34	-59.6	-47.11
16973.5	-4.23	3.07	17.92	37.89	19	22.66	-61.5	-47.52
17003.9	-8.86	0.24	10.36	29.04	15	23.04	-63.7	-47.63
17034.4	-14.12	-2.04	3.78	20.67	10.5	22.7	-66.2	-46.16
17064.8	-17.1	-5.98	0.57	16.4	5.94	21.57	-68.9	-44.9
17095.2	-18.72	-10.53	-2.62	13.63	1.21	19.3	-71.5	-45.62
17125.6	-21.04	-14.72	-7.97	6.88	-3.61	16.49	-73.8	-47
17156	-24.19	-20.22	-13.1	-3.31	-8.37	14	-75.8	-47.54
17186.5	-29.5	-26.88	-17.6	-16.2	-13	11.66	-77.6	-48.3
17216.9	-36.42	-31.82	-20.9	-30.7	-17.2	8.87	-79.3	-50.67
17247.3	-42.66	-34.19	-27.2	-42.6	-20.9	5.86	-81	-54.16
17277.7	-46.15	-36.21	-36.1	-50.1	-24.1	3.39	-82.7	-57.62
17308.1	-47.72	-39.67	-41.8	-57.8	-26.6	1.64	-84.5	-60.54
17338.6	-48.28	-44.95	-45.8	-65.7	-28.5	0.09	-86.2	-62.93
17369	-51.22	-50.45	-50.8	-68.6	-29.7	-1.59	-88	-65.25
17399.4	-52.09	-54.82	-57	-66.5	-30.1	-3.03	-89.8	-68.34
17429.8	-52.32	-58.03	-62.4	-65.1	-29.7	-3.74	-91.3	-72.62
17460.2	-54.99	-59.28	-66.2	-67.4	-28.6	-4.08	-92.8	-77.45
17490.7	-55.66	-59.85	-68.9	-69	-26.7	-5.16	-94	-81.84
17521.1	-58.21	-59.23	-69	-68.4	-24.1	-7.37	-95.2	-85.19
17551.5	-60.85	-60.78	-67	-69.9	-20.9	-9.84	-96.4	-87.46
17581.9	-60.31	-63.58	-65.2	-73.3	-17.2	-11.5	-97.4	-88.99
17612.3	-60.3	-64.11	-63.5	-74.2	-12.9	-12	-98.3	-90.08
17642.8	-59.7	-63.41	-61.1	-72.8	-8.34	-11.9	-98.9	-90.56
17673.2	-59.61	-61.09	-58.6	-72.3	-3.45	-12.2	-98.1	-89.68
17703.6	-58.11	-57.92	-59.2	-71.8	1.67	-13.1	-93.8	-86.1
17734	-56.15	-55.94	-60.9	-70	6.89	-14.4	-82.8	-78.99
17764.4	-54.47	-54.66	-60.4	-66.8	12.1	-15.9	-66	-69.78
17794.9	-44.95	-51.62	-58.6	-61.9	17.2	-17.4	-51.2	-61.74

17825.3	-36.73	-46.57	-56.5	-56.3	22.1	-18.4	-43.2	-55.76
17855.7	-32.27	-42.51	-52	-51.1	26.5	-18.8	-36.1	-48.67
17886.1	-22.82	-36.77	-44.1	-45.8	30.6	-17.8	-23.6	-37.47
17916.5	-15.59	-26.68	-36	-38.6	34.4	-14.8	-9.45	-23.07
17947	-8.22	-19.06	-29.1	-30.9	36.9	-9.83	1.21	-7.43
17977.4	-0.38	-11.53	-18.4	-24.8	39	-3.64	12.5	9.93
18007.8	8.09	0.31	-5.73	-19	40.5	2.74	29	28.8
18038.2	20.34	12.31	3.31	-12.4	40.9	8.88	50.9	48.19
18068.6	27.99	24.41	12.02	-4.07	40.9	15.41	79.6	69.6
18099.1	41.2	37.84	23.88	6.56	40.1	22.97	104	90.6
18129.5	56.19	50.88	37.78	18.39	38.8	30.67	104	104.25
18159.9	64.06	59.73	47.55	33.4	37.1	36.8	105	114.46
18190.3	71.87	66.34	57.48	49.67	35	41.39	115	129.25
18220.7	86.15	74.61	70.5	64.42	32.8	46.15	117	146.95
18251.2	93.95	83.76	80.54	77.67	30.5	51.28	116	161.3
18281.6	88.41	94.52	90.86	89.14	28.3	55.56	118	168.72
18312	107.34	103.6	101.6	102.1	26.3	59.13	124	174.94
18342.4	110.86	112.7	112.9	114.6	24.6	62.31	133	178.4
18372.8	113.23	119.9	122.8	123.3	23.2	63.77	142	175.29
18403.3	135.15	122.4	130.3	132.9	22.1	63.11	143	170.88
18433.7	122.33	128.5	137	143.5	21.4	61.67	136	167.18
18464.1	129.69	140.6	141.6	149.7	21	60.06	132	160.76
18494.5	146.14	142.8	146.3	154.6	20.9	57.58	135	147.07
18524.9	141.48	149.1	149.7	162.4	21	53.71	137	131.86
18555.4	144.18	154.4	153.7	167.9	21.4	49.17	133	121.02
18585.8	146.4	145.7	153.4	171.6	22	44.79	130	111.62
18616.2	142.02	148.3	156.1	173.2	22.7	40.02	129	99.79
18646.6	137.18	151.1	164.8	172.7	23.5	34.27	125	88.04
18677	139.06	145.9	161.6	173	24.2	28.01	120	80.64
18707.5	141.81	145.1	160	171.6	24.9	22.07	117	75.8
18737.9	141.66	144.4	157.5	170.3	25.3	16.97	112	69.85
18768.3	138.55	139.6	144.9	164.4	25.6	12.89	104	64.19
18798.7	132.69	135.7	137.8	158.4	25.5	9.55	97.3	62.67
18829.1	125.5	131.6	136.8	152.6	25.1	6.44	91.9	66.12
18859.6	115.54	123.4	128.2	143.5	24.4	3.29	85.7	71.3
18890	107.67	115.3	119.3	138	23.2	0.28	78.9	74.51
18920.4	102.19	105.4	113.4	130.1	21.7	-2.23	73.8	77.51
18950.8	93.82	93.2	103.6	113.7	19.8	-4.04	70.5	85.31
18981.2	82.45	83.31	89.36	97.56	17.5	-5.18	66.6	96.06
19011.7	70.06	74.58	78	83.4	14.7	-5.64	61.2	98.7
19042.1	57.73	63.11	68.38	71.97	11.7	-5.29	55.8	92.27
19072.5	46.62	49.69	56	66.83	8.41	-3.91	51.4	88.79
19102.9	36.72	36.37	41.03	59.61	5	-1.7	47.1	90.68
19133.3	28.05	24.04	26.56	41.29	1.42	0.73	42.9	88.13

19163.8	17.65	12.34	12.88	16.76	-2.3	2.78	41	78.22
19194.2	3.74	1.38	-1.85	-6.77	-6.04	4.08	43.6	68.87
19224.6	-6.65	-9.7	-17.2	-28.4	-9.65	4.6	51.4	64.45
19255	-18.14	-20.3	-31.1	-47.5	-13	4.48	63	61.61
19285.4	-28.6	-32.61	-42.9	-63.4	-16.1	3.51	72	56.98
19315.9	-35.89	-43.98	-53.6	-76.6	-18.8	1.54	76	52.09
19346.3	-41.85	-54.16	-65.2	-86.6	-21	-0.99	81	48.35
19376.7	-46.74	-63.2	-75.8	-94.6	-22.7	-3.72	87.6	43.02
19407.1	-53.59	-69.37	-83.3	-103	-23.7	-6.83	89.5	33.54
19437.5	-61.52	-73.18	-88.4	-111	-24.1	-10.3	86.3	22.19
19468	-67.47	-77.46	-92.4	-116	-23.8	-13.7	81	12.32
19498.4	-74.47	-80.9	-96.5	-119	-22.9	-16.3	76.4	4.78
19528.8	-76.81	-84.86	-98.1	-118	-21.3	-18.2	73.6	-1.38
19559.2	-74.98	-85.81	-96.6	-115	-19.2	-19.6	71.9	-7.25
19589.6	-74.05	-84.92	-95	-113	-16.6	-20.8	69.6	-13.38
19620.1	-71.77	-82.32	-93.4	-110	-13.6	-22.2	66.1	-19.89
19650.5	-69.45	-78.48	-88.5	-105	-10.2	-23.5	62.3	-26.76
19680.9	-68.71	-73.13	-83	-96.4	-6.62	-24.5	58	-33.58
19711.3	-66.13	-68.46	-76.1	-88.2	-2.93	-24.7	53.6	-39.8
19741.7	-60.04	-63	-68.9	-79.3	0.75	-23.7	50.5	-45.27
19772.2	-54.39	-55.47	-61.6	-69	4.32	-21.6	49.7	-50.24
19802.6	-53.07	-49.32	-53.6	-57.3	7.62	-19.1	49	-54.66
19833	-50.28	-44.46	-44	-46.1	10.5	-17.1	46.6	-57.99
19863.4	-42.75	-38.18	-34.7	-36.3	12.9	-15.9	43.8	-59.84
19893.8	-36.53	-32.01	-27.8	-26.1	14.7	-15.5	41.3	-60.62
19924.3	-31.59	-28.08	-20	-15.8	15.9	-15.2	38.2	-61.41
19954.7	-24.42	-23.22	-10.3	-6.07	16.3	-13.9	34.9	-62.89
19985.1	-18.66	-15.31	-3.66	1.65	16.1	-11.3	32.1	-64.65
20015.5	-13.58	-9.41	-2.49	8.78	15.1	-7.53	28.7	-65.8
20045.9	-10.97	-4.14	-1.4	13.71	13.2	-3.39	24.2	-65.89
20076.4	-7.8	1.27	0.92	14.1	10.7	0.37	18.9	-65.14
20106.8	-0.93	3.86	1.92	12.5	7.57	3.74	13.8	-63.98
20137.2	0.54	3.55	2.56	12.94	4.08	7.49	9.69	-62.46
20167.6	1.73	2.35	3.98	13.69	0.24	11.9	6.38	-59.97
20198	4.04	2.34	5.66	10.95	-3.9	16.15	2.43	-55.67
20228.5	0.21	3.02	5.22	7.28	-8.24	19.38	-3.12	-49.62
20258.9	-2.12	1.43	5.18	5.74	-12.6	21.64	-9.51	-43.46
20289.3	-6.39	0.76	7.51	6.86	-16.9	23.55	-15.6	-38.83
20319.7	-9.47	-0.36	8.79	8.17	-20.9	25.2	-21.3	-34.95
20350.1	-8.99	-4.05	5.55	9.26	-24.6	26.08	-26.9	-29.01
20380.6	-10.35	-3.87	2.89	11.31	-27.9	25.81	-32.3	-19.29
20411	-9.11	-1.61	3.1	13.53	-30.7	24.49	-37.2	-8.38
20441.4	-6.47	-2.92	3.95	16.26	-32.9	22.37	-41.7	-2.82
20471.8	-7.75	-4.81	2.69	20.4	-34.5	19.6	-45.7	-4.98

20502.2	-7.88	-5.1	1.53	19.68	-35.5	16.22	-49.2	-10.02
20532.7	-6.63	-3.53	2.22	13.55	-35.7	12.45	-52.2	-13.25
20563.1	-7.85	-1.07	2.37	7.27	-35.3	8.46	-54.9	-14.02
20593.5	-8.06	-0.43	2.3	-0.69	-34.2	4.09	-57.7	-14.58
20623.9	-10.82	-1.42	1.96	-10.4	-32.5	-0.44	-60.5	-17.44
20654.3	-13.74	-3.5	-0.35	-15.7	-30.3	-4.46	-63.2	-22.62
20684.8	-14.85	-6.13	-2.34	-15.7	-27.5	-7.73	-65.6	-28.62
20715.2	-16.76	-7.66	-1.73	-14.7	-24.5	-10.6	-67.7	-34.42
20745.6	-18.09	-10.79	-2.37	-13.1	-21.2	-13.5	-69.6	-40.02
20776	-20.15	-15.63	-8.21	-10.4	-17.7	-16.1	-71.2	-45.64
20806.4	-23.53	-20.14	-17.2	-9.89	-14.2	-18.4	-72.7	-51.23
20836.9	-27.83	-24.43	-24.8	-11.7	-10.9	-20.5	-74.3	-56.81
20867.3	-33.47	-28.4	-28.5	-13.7	-7.74	-22.7	-75.9	-62.44
20897.7	-39.71	-33.25	-30.9	-15.1	-4.93	-24.9	-77.5	-68.01
20928.1	-45.62	-39.22	-33.1	-16.6	-2.47	-27.3	-79.2	-73.28
20958.5	-51.73	-45.76	-35.4	-20.3	-0.43	-29.4	-80.8	-78.09
20989	-57.31	-52.55	-38.9	-27.2	1.16	-31.2	-82.5	-82.47
21019.4	-62.77	-58.32	-43.3	-36.1	2.32	-32.4	-84.1	-86.46
21049.8	-67.06	-62.52	-48.9	-45.7	3.09	-33.1	-85.7	-90.11
21080.2	-70.76	-65.97	-56	-55	3.44	-33.2	-87.3	-93.4
21110.6	-76.85	-69.46	-64.2	-63.4	3.39	-32.5	-88.7	-96.39
21141.1	-79.99	-73.72	-72.3	-70.9	3.1	-30.5	-90.2	-99.1
21171.5	-80.5	-77.7	-79.8	-78.2	2.49	-27.2	-91.5	-101.58
21201.9	-84.63	-82.09	-86.5	-85	1.59	-23.2	-92.8	-103.82
21232.3	-88.87	-86.94	-91.3	-90.6	0.5	-18.9	-94	-105.83
21262.7	-88.93	-89.98	-93.5	-95.1	-0.76	-14.7	-95.1	-107.6
21293.2	-90.55	-92.74	-95.9	-100	-2.2	-10.1	-96.2	-109.13
21323.6	-91.38	-98.2	-98.2	-107	-3.73	-4.57	-97.3	-110.41
21354	-90.36	-101.4	-98.8	-113	-5.31	1.37	-98.4	-111.34
21384.4	-93.68	-98.82	-98.9	-116	-6.89	6.35	-99.5	-111.7
21414.8	-93.67	-93.99	-99.5	-117	-8.47	9.69	-100	-110.98
21445.3	-87.82	-87.09	-97.6	-115	-10	11.99	-101	-108.45
21475.7	-83.22	-80.43	-92.9	-111	-11.5	13.21	-102	-103.64
21506.1	-74.62	-77.46	-87.7	-107	-12.8	13.03	-101	-97.19
21536.5	-67.02	-73.53	-82.8	-100	-14	12.31	-99.1	-90.62
21566.9	-60.4	-67.02	-78.8	-91.7	-14.9	12.09	-93.1	-84.43
21597.4	-52.67	-59.51	-71.4	-81.7	-15.5	11.73	-82.7	-78.1
21627.8	-43.11	-50.67	-59.8	-71.1	-15.9	9.84	-70.9	-71.61
21658.2	-33.39	-40.29	-49.3	-62.1	-16.1	6.34	-62.4	-65.42
21688.6	-27.02	-31.93	-40.2	-52.5	-16.2	2.52	-57.6	-59.1
21719	-20.4	-26	-31.4	-39.1	-16	-0.54	-52.4	-51.18
21749.5	-13.29	-17.78	-20.1	-26.1	-15.6	-2.86	-44.2	-40.68
21779.9	-5.26	-7.93	-7.63	-15	-14.8	-4.73	-35.4	-28.65
21810.3	3.13	2.21	2.2	-2.56	-14	-6.1	-28.4	-17.19

21840.7	9.63	13.52	9.53	9.82	-13.1	-7.05	-21.3	-6.36
21871.1	18.02	21.66	18.12	21.23	-12.1	-8.09	-11.6	6.56
21901.6	24.61	27.94	28.81	32.87	-10.9	-9.51	0.09	23.49
21932	33.34	34.38	38.34	41.95	-9.46	-10.9	13	41.15
21962.4	42.01	41.26	45.24	49.92	-7.87	-12.1	26.7	53.41
21992.8	47.34	47.62	48.73	56.79	-6.12	-13.5	34.8	61.1
22023.2	52.02	50.34	50.98	59.48	-4.19	-15.5	36	70.42
22053.7	56.94	52.44	54.83	61.42	-2.04	-17.8	39.8	81.53
22084.1	60.66	54.29	56.31	64.91	0.38	-19.5	47.6	90.48
22114.5	63.01	56.07	56.08	66.29	3.02	-20.4	54	97.95
22144.9	62.99	59.03	55.85	66.65	5.82	-21.2	59.8	104.95
22175.3	61	61.53	56.94	66.82	8.74	-22.6	67.7	110.69
22205.8	58.67	59.56	58.48	66.55	11.7	-24.2	75.4	116.13
22236.2	58.62	60.2	59.46	65.28	14.6	-25.4	83.5	119.63
22266.6	58.83	62	61.24	63.33	17.5	-25.5	95.1	120.75
22297	60.45	60.88	61.26	64.78	20.1	-25.1	107	122.23
22327.4	61.46	57.19	62.16	70	22.5	-24.8	117	124.2
22357.9	61.69	55.35	60.7	75.61	24.4	-24.5	127	125.02
22388.3	61.6	56.21	60.57	76.49	25.9	-23.4	138	122.49
22418.7	62.72	59.28	61.98	71.84	26.9	-21.1	149	116
22449.1	64.58	61.31	61.46	60.93	27.4	-17.8	158	110.45
22479.5	64.39	61.33	59.64	50.48	27.3	-13.8	161	108.65
22510	65.09	62.14	57.45	48.03	26.9	-8.79	163	105.84
22540.4	66.39	63.43	57.54	48.93	25.9	-2.41	165	98.64
22570.8	70.02	66.53	60.24	46.41	24.7	5.55	166	91.06
22601.2	72.48	69.16	60.05	44.58	23.1	14.48	163	86.45
22631.6	74.68	70.19	58.38	44.98	21.2	22.87	160	82.97
22662.1	74.24	70.07	58.73	46.44	19.1	30.13	157	78.71
22692.5	75.12	70.57	61.5	51.22	17	36.98	153	74.85
22722.9	73.51	73.26	64.08	61.34	15	43.84	147	72.55
22753.3	73.85	73.29	66.17	69.59	13.2	50.61	140	71.1
22783.7	72.96	70.77	71.38	70.07	11.4	56.78	131	69.66
22814.2	73.93	68.36	78.97	72.15	9.96	61.26	123	67.77
22844.6	73.25	70.1	83.51	78.83	8.8	63.85	116	65.41
22875	74.92	74.35	84.24	82.18	7.98	65.41	109	63.15
22905.4	75.77	78.89	81.35	80.51	7.55	65.98	101	61.04
22935.8	77.12	82.19	79.97	78.73	7.53	64.7	92.8	58.7
22966.3	77.45	85.18	79.06	79.3	7.88	61.33	85.8	57.3
22996.7	80.1	86.97	78.9	80.57	8.59	56.55	78.8	58.59
23027.1	80.27	87.09	79.63	82.71	9.65	51.56	71.6	61.87
23057.5	80.9	83.69	81.65	84.73	10.9	46.89	64.7	64.22
23087.9	77.25	78.38	80.48	86.86	12.4	41.84	58.9	64.13
23118.4	75.13	71.61	79.78	88.75	14	36.07	54	63.57
23148.8	70.05	67.04	80.11	89.58	15.6	30.38	48.6	65.51

23179.2	66.36	65.94	80.54	86.2	17.1	25.2	41.8	68.79
23209.6	60.16	65.95	76.3	81.87	18.4	20.04	33.8	68.24
23240	55.97	64.65	70.36	80.94	19.3	14.65	25.6	62.68
23270.5	50.37	59.86	64.4	81.53	19.9	9.5	18.2	56.05
23300.9	47.81	53.27	58.89	77.21	20.1	5.11	11.7	50.41
23331.3	42.96	47.38	50.97	69.08	19.7	1.44	5.86	44.67
23361.7	38.15	41.26	44.42	61.6	18.8	-1.91	0.5	38.12
23392.1	28.97	34.8	39.84	54.8	17.4	-5.25	-4.58	31.36
23422.6	19.89	26.99	33.71	45.89	15.5	-8.55	-9.36	24.65
23453	9.46	16.25	23.71	33.14	13.2	-11.6	-13.8	17.74
23483.4	-0.2	4.13	13.43	18.51	10.5	-14.3	-17.8	10.66
23513.8	-7.64	-7.34	3.76	4.18	7.53	-16.8	-21.7	3.93
23544.2	-13.49	-16.1	-6.91	-8.05	4.36	-19.1	-25.4	-1.87
23574.7	-20.56	-22.07	-18.3	-19.3	1.04	-21.2	-28.6	-6.71
23605.1	-29.38	-28.11	-29.1	-29.6	-2.33	-23	-31	-11.34
23635.5	-38.22	-36.29	-40.2	-39.3	-5.7	-24.4	-32.9	-16.6
23665.9	-47.34	-46.57	-52.2	-48.8	-9.03	-25.2	-34.8	-22.72
23696.3	-53.78	-56.36	-63.8	-59	-12.2	-25.4	-37.1	-29.3
23726.8	-58.85	-65.81	-73.3	-69.8	-15.2	-25	-39.5	-35.79
23757.2	-66.61	-74	-80.8	-81.6	-17.8	-23.9	-41.8	-41.93
23787.6	-75.18	-82.6	-87.6	-94.8	-20.1	-22.1	-43.4	-47.67
23818	-85.16	-88.65	-94.4	-109	-22.1	-19.5	-43.8	-53.04
23848.4	-94.03	-95.13	-102	-123	-23.7	-16	-42.9	-58.05
23878.9	-99.7	-103.2	-110	-135	-25	-11.6	-40.7	-62.62
23909.3	-	-	-	-	-	-	-	-
23909.3	101.05	-110.8	-116	-143	-25.8	-6.24	-37.4	-66.73
23939.7	-	-	-	-	-	-	-	-
23939.7	105.97	-116.8	-122	-148	-26.2	-0.77	-33.7	-70.39
23970.1	-	-	-	-	-	-	-	-
23970.1	109.85	-121.6	-126	-150	-26.3	2.04	-29.8	-73.64
24000.5	-	-	-	-	-	-	-	-
24000.5	113.05	-121.1	-128	-150	-26	0.97	-26.1	-76.51
24031	-	-	-	-	-	-	-	-
24031	120.18	-117.6	-129	-148	-25.5	-1.77	-22.6	-79.04
24061.4	-	-	-	-	-	-	-	-
24061.4	118.81	-115.3	-127	-144	-24.8	-4.1	-19.8	-81.32
24091.8	-	-	-	-	-	-	-	-
24091.8	112.59	-113.8	-124	-138	-23.8	-5.67	-17.7	-83.41
24122.2	-	-	-	-	-	-	-	-
24122.2	109.66	-113.6	-120	-130	-22.7	-6.73	-16.1	-85.34
24152.6	-	-	-	-	-	-	-	-
24152.6	102.87	-112.9	-114	-123	-21.5	-7.67	-15	-87.1
24183.1	-96.32	-106.2	-106	-114	-20.2	-9.13	-14.3	-88.72
24213.5	-91.44	-94.83	-98.1	-103	-18.9	-11.4	-13.7	-90.22
24243.9	-83.39	-83.2	-88	-89.4	-17.6	-14.1	-12.5	-91.57

24274.3	-74.52	-72	-76.8	-77.2	-16.4	-16.2	-11.1	-92.71
24304.7	-65.67	-60.24	-67	-67.2	-15.2	-17.5	-9.97	-93.58
24335.2	-57.98	-51.29	-56.9	-56.6	-14.1	-18.4	-9.6	-94.14
24365.6	-50.3	-45.15	-45.7	-44.8	-13.2	-19.1	-9.65	-94.4
24396	-41.23	-37.34	-32.4	-35	-12.4	-19.6	-9.89	-94.33
24426.4	-32.13	-27.32	-20.5	-26.2	-11.7	-19.8	-10.5	-93.84
24456.8	-24.04	-18.72	-12.8	-17.4	-11.1	-19.6	-11.5	-92.8
24487.3	-16.94	-12.73	-7.26	-9.22	-10.7	-19.1	-12.5	-91.24
24517.7	-10.09	-8.34	-2.24	0.29	-10.4	-18.2	-13.6	-89.28
24548.1	-7.03	-3.87	2.98	10.4	-10.2	-16.9	-15.7	-86.84
24578.5	-3.55	1.98	7.27	17.16	-10.1	-14.9	-19.9	-83.39
24608.9	2.35	8.87	8.74	20.35	-10	-12	-25.5	-78.22
24639.4	5.55	14.01	9.44	22.32	-9.97	-8.75	-31.1	-71.16
24669.8	5.54	14.34	12.36	24.73	-9.9	-5.77	-35.5	-62.78
24700.2	10.98	14.06	19.7	28.09	-9.77	-3.56	-39.3	-53.71
24730.6	14.84	17.13	27.94	30.7	-9.53	-2.1	-43.3	-44.43
24761	15.55	19.39	32.53	31.81	-9.16	-0.86	-47.6	-35.66
24791.5	19.39	22.32	33.76	34.4	-8.61	0.68	-51.6	-27.19
24821.9	20.74	28.1	34.69	37.91	-7.88	2.52	-55	-17.14
24852.3	21.53	29.9	33.87	39.09	-6.93	4.22	-58	-5.3
24882.7	24.62	31.09	33.99	40.82	-5.77	5.45	-60.8	4.29
24913.1	27.94	35.32	37.12	45.29	-4.41	6.43	-63.4	8.81
24943.6	30.88	35.96	39.64	49.92	-2.87	7.52	-65.8	11.46
24974	31.11	35.01	39.66	55.52	-1.16	8.67	-68.1	15.56
25004.4	31.04	34.84	37.97	59.43	0.65	9.5	-70.3	20.08
25034.8	31.44	35.09	39.5	57.22	2.54	10.16	-72.4	23.66
25065.2	32.87	35.46	42.23	53.35	4.45	11.36	-74.6	27.51
25095.7	33.98	34.87	43.4	46.12	6.33	13.35	-76.6	31.45
25126.1	32.22	34.65	43.35	34.65	8.13	15.37	-78.5	32.87
25156.5	32.16	35.08	41.57	28.57	9.8	16.65	-80.2	31.45
25186.9	31.51	36.72	39.19	30.87	11.3	17.23	-81.8	29.15
25217.3	29.89	36.58	37.77	32.94	12.6	17.53	-83.2	26.39
25247.8	26.58	34.39	35.59	30.82	13.6	17.63	-84.6	22.79
25278.2	25.97	29.34	30.85	27.68	14.3	17.57	-85.8	18.53
25308.6	22.8	26.31	23.51	25.33	14.8	17.65	-86.9	14.03
25339	19.84	23.82	18.52	24.92	14.9	17.96	-87.8	9.7
25369.4	15.22	20.01	15.55	26.05	14.7	18.28	-88.6	6.01
25399.9	9.02	13.84	15.21	27.2	14.2	18.46	-88.9	2.96
25430.3	4.15	7.2	13.69	24.98	13.4	18.28	-88.6	-0.28
25460.7	3.53	1.2	12.44	17.9	12.4	17.39	-86.8	-4.48
25491.1	1.03	-3.02	12.25	12.05	11.2	15.75	-82.2	-9.2
25521.5	-1.66	-5.36	10.42	9.87	9.79	13.71	-73.8	-13.15
25552	-5.49	-4.63	5.09	7.2	8.31	11.62	-63.4	-15.57
25582.4	-10.32	-3.41	-4.98	2.02	6.78	9.44	-55.2	-16.9

25612.8	-12.99	-5.28	-15.5	-5.92	5.26	7	-50.9	-18.45
25643.2	-14.02	-11.04	-22.2	-16.1	3.8	4.34	-47.6	-21.22
25673.6	-15.57	-17.64	-26.3	-26.5	2.42	1.66	-42.6	-24.94
25704.1	-18.52	-23.06	-29.5	-35	1.18	-0.96	-36.3	-28.23
25734.5	-22.29	-26.71	-32.5	-40.2	0.11	-3.44	-30	-29.98
25764.9	-25.76	-30.35	-35.8	-44.1	-0.76	-5.69	-23.7	-30.31
25795.3	-30.27	-35.68	-38.6	-48.8	-1.41	-7.69	-16.4	-30.19
25825.7	-34.23	-41.1	-40.8	-53.6	-1.83	-9.57	-8.04	-30.42
25856.2	-38.2	-44.58	-42.9	-55.3	-2.02	-11.4	0.38	-31.05
25886.6	-41.67	-45.4	-44.5	-53.9	-1.98	-13.2	9.06	-31.34
25917	-42.93	-44.38	-45.5	-52.6	-1.73	-14.7	17.9	-29.99
25947.4	-43.87	-42.97	-46.5	-52	-1.3	-16	25.7	-26.42
25977.8	-42.56	-42.22	-47.2	-50.3	-0.71	-17.2	32.6	-21.97
26008.3	-39.25	-40.31	-47.1	-48.1	0.01	-18.2	39.2	-18.44
26038.7	-34.65	-37.85	-46.4	-48.1	0.8	-18.9	45.3	-15.45
26069.1	-30.05	-36.76	-45.5	-49.4	1.65	-18.8	52	-11.18
26099.5	-26.08	-36	-43	-49.9	2.5	-17.6	60.6	-5.12
26129.9	-23.76	-33.43	-39.6	-49.2	3.3	-15.2	68.2	1.47
26160.4	-21.7	-29.33	-35.9	-48	4.02	-11.7	72.7	7.1
26190.8	-20.2	-24.57	-32.1	-44.8	4.64	-7.74	77.1	11.58
26221.2	-17.41	-19.86	-27.7	-39.2	5.13	-3.69	81.9	16.41
26251.6	-13.24	-15.44	-21.9	-32.1	5.48	0	84.1	22.94
26282	-7.83	-11.08	-15.6	-24.2	5.67	3.12	84.9	29.66
26312.5	-1.54	-5.9	-8.93	-16.3	5.71	5.86	87.6	34.2
26342.9	4.52	0.28	-2.61	-8.97	5.6	8.38	91.6	37.31
26373.3	10.29	6.89	2.78	-1.64	5.37	10.54	93.7	40.45
26403.7	16.41	14.06	8.5	5.71	5.04	12.19	94.2	42.91
26434.1	22.13	21.08	15.58	13.4	4.62	13.61	96.4	44.05
26464.6	28.06	26.9	23.31	22.43	4.12	15.15	101	45.23
26495	34.13	32.03	30.66	31.09	3.58	16.38	104	47.75
26525.4	39.6	36.83	36.96	37.5	3	16.32	107	51.26
26555.8	45.24	42.17	42.31	43.19	2.41	14.69	110	54.64
26586.2	51.01	48.61	47.24	48.58	1.8	12.2	113	57.84
26616.7	58.64	53.92	52.01	52.85	1.2	9.5	116	61.26
26647.1	59.47	57.34	56.79	57.17	0.62	6.54	117	64.2
26677.5	59.39	59.91	60.5	62.73	0.06	3.15	117	66.07
26707.9	62.8	63.29	62.58	68.8	-0.44	-0.5	117	68.07
26738.3	64.2	66.97	63.55	73.82	-0.9	-4.11	116	71.75
26768.8	64.77	68.88	65.61	75.98	-1.36	-7.65	113	77.47
26799.2	68.35	68.64	69.62	75.86	-1.78	-11.1	109	84.43
26829.6	66.52	67.04	71.65	76.07	-2.05	-14.4	105	90.8
26860	66.6	65.18	71.89	77.82	-2.15	-17.2	101	95.02
26890.4	66.38	63.95	70.31	80.17	-2.1	-19.4	95	97.57
26920.9	67.72	63.68	69.82	80.1	-1.93	-21.2	88.5	99.81

26951.3	66.16	63.33	67.36	77.1	-1.63	-23	82	101.4
26981.7	65.06	62.97	63.76	72.41	-1.16	-24.5	76.1	101.31
27012.1	61.75	62.5	61.25	68.52	-0.5	-25.4	70.8	100.15
27042.5	60.13	61.99	60.17	67.41	0.32	-24.8	65.8	98.94
27073	59.01	60.48	58.92	64.96	1.3	-22.1	61	97
27103.4	56.19	58.23	56.7	59.13	2.42	-16.9	56.6	93.1
27133.8	54.29	54.81	53.85	50.93	3.66	-9.88	52.5	88.61
27164.2	51.25	51.9	52.34	44.41	4.99	-2.73	49.3	85.25
27194.6	51.53	49.43	51.75	42.07	6.38	3.13	47.1	81.46
27225.1	51.26	47.85	49.58	43.43	7.79	7.94	45.3	75.34
27255.5	51.06	46.46	46.29	44.06	9.19	13.21	43.1	68.27
27285.9	48.94	45.38	41.75	42.69	10.5	19.26	41.2	62.87
27316.3	47.52	44.3	39.06	40.75	11.7	24.71	41.4	59.2
27346.7	44.79	43.59	36.7	39.7	12.8	28.96	43.9	55.15
27377.2	43.41	42.63	36.54	37.41	13.6	31.93	47.7	49.63
27407.6	40.22	40.63	36.86	34.92	14.3	33.46	50	43.28
27438	37.73	37.18	37.7	31.69	14.6	34.5	47.8	36.64
27468.4	32.09	34.08	36.51	27.55	14.7	36.31	41.9	29.64
27498.8	29.77	31.99	34.44	23.35	14.5	38.4	34.9	22.46
27529.3	26.62	30.48	31.6	21.09	13.9	38.26	29.6	15.6
27559.7	23.39	26.88	28.64	21.68	13.1	35.53	26.6	9.3
27590.1	17.41	20.72	25.1	23.31	11.9	31.81	24.7	3.58
27620.5	14.08	15.96	20.73	25.18	10.4	28.26	21.7	-1.57
27650.9	10.32	12.26	14.83	25.18	8.61	25.01	16.8	-6.28
27681.4	0.33	8.92	9.44	21.67	6.54	21.96	10.7	-10.87
27711.8	-4.61	3.79	6.43	16.68	4.21	18.95	4.88	-15.69
27742.2	-7.47	-1.85	3.74	12.58	1.66	15.9	0.1	-20.76
27772.6	-12.02	-7.19	0.11	7.11	-1.08	13.1	-4.11	-25.83
27803	-13.18	-14.2	-5.18	0.77	-3.95	10.93	-8.42	-30.72
27833.5	-17.16	-18.83	-9	-5.03	-6.88	9.19	-13	-35.47
27863.9	-22.15	-20.4	-13.8	-9.93	-9.83	7.21	-17.8	-40.19
27894.3	-29.43	-23.88	-20.9	-14.9	-12.8	4.61	-22.5	-44.85
27924.7	-34.25	-27.47	-26.4	-19.6	-15.6	1.73	-27.1	-49.36
27955.1	-37.36	-31.59	-30.2	-24.2	-18.3	-0.93	-31.6	-53.67
27985.6	-42.36	-36.6	-35.9	-30.7	-20.8	-3.36	-36	-57.79
28016	-44.92	-42.55	-42.3	-37.7	-23.1	-5.89	-40.1	-61.67
28046.4	-50.02	-47.87	-46.8	-43.3	-25	-8.64	-43.8	-65.23
28076.8	-53.7	-52.27	-49.3	-48.6	-26.7	-11.4	-46.9	-68.35
28107.2	-58.37	-57.52	-53.9	-55.2	-28	-13.9	-49.7	-70.99
28137.7	-62.48	-61.97	-59	-62.6	-29	-16.3	-52.4	-73.26
28168.1	-66.18	-65.96	-63	-68.6	-29.5	-18.7	-55.2	-75.38
28198.5	-70.49	-69.13	-67.7	-72.9	-29.6	-21	-57.9	-77.6
28228.9	-74.43	-71.7	-71.8	-77.1	-29.4	-23.2	-60.5	-79.98
28259.3	-76.98	-75.28	-75.9	-81.2	-28.7	-25.1	-63	-82.39

28289.8	-80.72	-79.42	-79.6	-84.4	-27.7	-26.8	-65.4	-84.57
28320.2	-83.84	-83.03	-82.9	-86.7	-26.2	-28.2	-67.7	-86.36
28350.6	-83.55	-85.41	-85.8	-88.5	-24.5	-29.4	-70	-87.8
28381	-85.96	-86.09	-88.4	-91	-22.5	-30.3	-72.2	-89.05
28411.4	-91.75	-87.93	-90.9	-93.9	-20.2	-31.1	-74.3	-90.33
28441.9	-92.48	-89.26	-91.6	-97.1	-17.8	-31.7	-76.3	-91.75
28472.3	-92.04	-88.88	-91.6	-99.4	-15.2	-32.1	-78	-93.38
28502.7	-92.87	-91.6	-93.5	-101	-12.7	-32.1	-79.6	-95.22
28533.1	-91.54	-95.93	-94.4	-101	-10.1	-31.8	-81.1	-97.23
28563.5	-91.34	-96.08	-93.5	-101	-7.69	-30.9	-82.5	-99.35
28594	-91.74	-93.95	-93.3	-99.4	-5.42	-29.3	-83.9	-101.47
28624.4	-90.9	-91.42	-92.1	-96.9	-3.39	-27	-85.3	-103.52
28654.8	-88.66	-87.15	-88.9	-92.9	-1.64	-24.4	-86.6	-105.42
28685.2	-85.47	-82.01	-85.9	-89	-0.21	-21.8	-87.9	-107.13
28715.6	-82.45	-79.03	-83.2	-85.2	0.89	-19.4	-89	-108.59
28746.1	-79.09	-77.48	-79.5	-79.9	1.64	-17.2	-90.1	-109.73
28776.5	-74.79	-73.38	-73.3	-74.6	2	-15	-91	-110.43

Lampiran 4 Data Contour Kecamatan Puger
4,1 Data Countur Interval 50m

No	Longitude	Latitude	Kontur (m)	Panjang Segmen
1	113.4926671	-8.3553883	0	0.002025226
2	113.4928142	-8.3547088	0	0.000528665
3	113.4618783	-8.3709614	0	0.001134011
4	113.4667909	-8.369649	0	0.00234246
5	113.467397	-8.3697206	0	0.000907204
6	113.4662567	-8.3689738	0	0.000679778
7	113.4657992	-8.3684489	0	0.000830561
8	113.4611028	-8.3680259	0	0.001208152
9	113.4649608	-8.3675494	0	0.003787957
10	113.4663749	-8.3636955	0	0.003915437
11	113.4431921	-8.3731131	0	0.001811944
12	113.4439464	-8.372656	0	0.000377905
13	113.4539341	-8.3717648	0	0.000529314
14	113.4549935	-8.3716828	0	0.001965212
15	113.4469661	-8.3712802	0	0.001661777
16	113.443921	-8.3685849	0	0.000302197
17	113.4547409	-8.3676131	0	0.002191069
18	113.4552515	-8.3645187	0	0.001134315
19	113.4546454	-8.3644471	0	0.000377897
20	113.4481265	-8.3631304	0	0.000604389

21	113.4270828	-8.3757759	0	0.000302205
22	113.434652	-8.3755031	0	0.000983568
23	113.4270823	-8.3757005	0	0.000377911
24	113.42625	-8.375781	0	0.000906611
25	113.4388887	-8.3750246	0	0.001587338
26	113.4384302	-8.3743488	0	0.000453303
27	113.438347	-8.373143	0	0.000832148
28	113.423956	-8.3721007	0	0.00241888
29	113.4259944	-8.3711834	0	0.00241887
30	113.4265982	-8.3708781	0	0.000604405
31	113.4352262	-8.3704481	0	0.002569641
32	113.4275786	-8.370269	0	0.002570279
33	113.4394638	-8.3701203	0	0.00332169
34	113.4381759	-8.3699775	0	0.000529317
35	113.4403638	-8.3687577	0	0.001284189
36	113.4359247	-8.3610193	0	0.000604394
37	113.4142085	-8.3751763	0	0.000453311
38	113.4114083	-8.3753442	0	0.000604413
39	113.4086805	-8.3749838	0	0.000377603
40	113.4195832	-8.375068	0	0.004159549
41	113.4159483	-8.3749394	0	0.000755203
42	113.4159465	-8.3746379	0	0.000302205
43	113.4085272	-8.3746832	0	0.001435957
44	113.4081487	-8.3746855	0	0.000755832
45	113.4143557	-8.3744968	0	0.002267485
46	113.4094343	-8.3744515	0	0.000906621
47	113.419344	-8.3731091	0	0.00113499
48	113.4154839	-8.3732836	0	0.010203341
49	113.4137403	-8.3729172	0	0.000528705
50	113.4177537	-8.3730435	0	0.002870632
51	113.4101059	-8.372864	0	0.001965908
52	113.4196421	-8.3723533	0	0.003856074
53	113.4126014	-8.3723964	0	0.006880345
54	113.4122178	-8.3715694	0	0.006549133
55	113.407747	-8.3709181	0	0.00090662
56	113.4139251	-8.366055	0	0.000679491
57	113.4140701	-8.3649986	0	0.00015079
58	113.4158647	-8.3613686	0	0.001739362
59	113.4785614	-8.3551991	50	0.063505641
60	113.4785814	-8.354572	100	0.049618258
61	113.4784869	-8.3456009	150	0.030630727

62	113.4770685	-8.3787073	0	0.001510971
63	113.47971	-8.377409	0	0.001663003
64	113.4216683	-8.38169	0	0.002493994
65	113.4237064	-8.3806974	0	0.000755583
66	113.4252186	-8.3803865	0	0.003658556
67	113.4342814	-8.3767871	0	0.005520373
68	113.4245144	-8.3766964	0	0.003478179
69	113.4088416	-8.3888559	0	0.000982665
70	113.4099731	-8.3881704	0	0.002797835
71	113.4097241	-8.3846282	0	0.001435977
72	113.4082819	-8.3840339	0	0.002268159
73	113.4082791	-8.3835815	0	0.000453002
74	113.4153186	-8.3833123	0	7.57094E-05
75	113.4087315	-8.3832772	0	0.000605053
76	113.4110037	-8.3834141	0	0.001812947
77	113.4200051	-8.3820772	0	0.000604415
78	113.4209884	-8.3819204	0	0.000453627
79	113.4140246	-8.3821893	0	0.000453
80	113.4131914	-8.382119	0	0.000226815
81	113.4141704	-8.3812836	0	0.000756151
82	113.4098542	-8.3811592	0	0.000302211
83	113.4240101	-8.3808463	0	0.009695555
84	113.4079605	-8.38102	0	0.002088027
85	113.4125759	-8.3805394	0	0.00120978
86	113.4111389	-8.3807744	0	0.000905684
87	113.4115917	-8.3805454	0	0.000906628
88	113.4114371	-8.3800186	0	0.000151104
89	113.4165085	-8.3798368	0	0.005140678
90	113.4117357	-8.3793382	0	0.001511353
91	113.4174872	-8.378926	0	0.011264904
92	113.4109001	-8.3788909	0	0.000755522
93	113.4080994	-8.3789834	0	0.001873339
94	113.4140789	-8.3787207	0	0.000604416
95	113.4101398	-8.3783678	0	0.017155173
96	113.4205085	-8.3777766	0	0.006729262
97	113.4150575	-8.3778099	0	0.002343202
98	113.4156581	-8.3769769	0	0.000377601
99	113.415581	-8.3767512	0	0.000377602
100	113.4141435	-8.3769108	0	0.001511038
101	113.4132327	-8.3765394	0	0.000302209
102	113.4206505	-8.3762678	0	0.000453622

103	113.4178494	-8.3762849	0	0.001209449
104	113.418835	-8.3765051	0	0.00105678
105	113.4147435	-8.3760024	0	0.001813241
106	113.3664348	-8.4518559	50	0.002088535
107	113.3499456	-8.453188	50	0.001013167
108	113.3503929	-8.4520166	50	0.000136333
109	113.3512976	-8.4513577	50	0.000382169
110	113.3530289	-8.4496333	50	0.001904051
111	113.3170026	-8.4530452	50	0.00088617
112	113.3165477	-8.4529725	50	0.00030444
113	113.292838	-8.4519434	50	0.002213672
114	113.293831	-8.4506342	50	0.000320329
115	113.2925442	-8.4470817	50	0.00205301
116	113.294892	-8.4449818	50	0.026068783
117	113.2967582	-8.448942	100	0.004804303
118	113.4163452	-8.4741503	50	0.000670836
119	113.4142541	-8.4725597	50	0.006737043
120	113.405931	-8.4691334	50	0.002323558
121	113.4169839	-8.4685751	50	0.00035593
122	113.4121248	-8.4685926	50	0.009185821
123	113.410392	-8.4680126	50	0.001424995
124	113.4032168	-8.4629299	50	4.53699E-05
125	113.4042447	-8.4902171	50	0.010385732
126	113.3926403	-8.4752091	50	0.001130754
127	113.4038498	-8.4702072	50	0.027975789
128	113.4028826	-8.4660232	50	0.006391027
129	113.401405	-8.4597744	50	0.001889313
130	113.3836	-8.4583	50	0.007492739
131	113.3999922	-8.4578604	50	0.001962009
132	113.3988849	-8.4578955	50	0.001434587
133	113.3946612	-8.4560459	50	0.003920947
134	113.3932012	-8.4556778	50	0.001649505
135	113.3895644	-8.4553608	50	0.004125198
136	113.3770154	-8.4589055	50	6.10326E-05
137	113.3770902	-8.4587543	50	0.000229893
138	113.3772398	-8.4584518	50	0.00844675
139	113.3713211	-8.4583633	50	0.007925612
140	113.3712527	-8.4576965	50	7.53974E-05
141	113.3684816	-8.4554205	50	0.003565249
142	113.3679771	-8.4545496	50	0.0003227
143	113.3410007	-8.4564179	50	0.017099863

144	113.3032935	-8.4909025	50	0.003010094
145	113.2921731	-8.4547749	50	0.001851455
146	113.2922288	-8.4539451	50	4.65842E-05
147	113.2849676	-8.4913874	50	0.00117242
148	113.270425	-8.4912839	50	4.23119E-05
149	113.2832791	-8.4876272	50	0.002862775
150	113.2832711	-8.48627	50	0.000831095
151	113.276143	-8.4848036	50	0.004564264
152	113.2687173	-8.4680884	50	0.000142922
153	113.2656418	-8.4893136	50	0.00079173
154	113.2681934	-8.4891706	50	0.002641314
155	113.2648552	-8.4886395	50	0.000771067
156	113.2708015	-8.4909047	50	0.011833405
157	113.2645924	-8.4873064	50	0.004019921
158	113.2650794	-8.4838124	50	0.000209156
159	113.2652266	-8.4830763	50	0.002132341
160	113.2686257	-8.4815297	50	0.002393964
161	113.3555168	-8.4509302	50	0.012513938
162	113.3287726	-8.4495295	50	0.016964763
163	113.4099996	-8.4901062	100	0.003975837
164	113.4070989	-8.4864297	100	0.000968345
165	113.4103378	-8.48362	100	0.001448027
166	113.410332	-8.4826902	100	0.000647272
167	113.4188919	-8.4709508	100	0.004774139
168	113.3991291	-8.4835384	100	0.001065646
169	113.3995727	-8.4818015	100	0.000604502
170	113.3726527	-8.4884128	100	0.002888152
171	113.3666325	-8.4823421	100	0.004129151
172	113.369498	-8.4803266	100	0.00243777
173	113.3818577	-8.470525	100	0.00030225
174	113.3513062	-8.4901633	100	0.000302263
175	113.3509238	-8.4895624	100	0.000377997
176	113.3469862	-8.4896615	100	0.000906123
177	113.3584098	-8.4876322	100	0.001537798
178	113.3642671	-8.4843998	100	0.001596346
179	113.3279114	-8.4914348	100	0.001895962
180	113.3417336	-8.4852445	100	0.000751602
181	113.3311052	-8.4810104	100	0.000302264
182	113.319128	-8.4917888	100	0.002336524
183	113.317762	-8.4913445	100	0.002830925
184	113.3216241	-8.4912461	100	0.001019667

185	113.315686	-8.4861541	100	0.001065101
186	113.2973036	-8.4898068	100	0.001826616
187	113.2889687	-8.4891773	100	0.001794724
188	113.2968416	-8.4885277	100	0.001398868
189	113.3021408	-8.4881194	100	0.001592506
190	113.2963854	-8.4882288	100	0.001494307
191	113.3045612	-8.4875773	100	0.001390422
192	113.2974856	-8.4868376	100	0.004231262
193	113.2911503	-8.4866762	100	0.004241963
194	113.2886651	-8.4762852	100	0.000302271
195	113.2882756	-8.4616405	100	7.30868E-05
196	113.2899327	-8.4601165	100	0.000292156
197	113.2902338	-8.4598005	100	0.000819744
198	113.2874526	-8.48896	100	0.002045405
199	113.2872546	-8.4862165	100	0.002376513
200	113.287813	-8.4858663	100	0.002623068
201	113.2809923	-8.4851523	100	0.005141608
202	113.2837641	-8.4851059	100	0.002553842
203	113.2835607	-8.4840062	100	0.002546803
204	113.2870405	-8.4833072	100	0.000666819
205	113.2852667	-8.4830612	100	0.003438021
206	113.2849689	-8.4787951	100	0.000302274
207	113.2821551	-8.4768511	100	0.000453742
208	113.2872876	-8.4738804	100	0.001272689
209	113.2864541	-8.4738099	100	0.000831745
210	113.2692638	-8.4681389	100	0.000672
211	113.2685624	-8.4836413	100	0.003364829
212	113.2686399	-8.4839425	100	0.001506793
213	113.2670961	-8.4789937	100	0.008727874
214	113.3232879	-8.4530079	100	0.206387159
215	113.2906812	-8.4586166	100	0.046026023
216	113.4088548	-8.4886807	150	0.002938417
217	113.4099275	-8.4785333	150	0.00534576
218	113.3939127	-8.485003	150	0.000818239
219	113.4015213	-8.4839425	150	0.006037668
220	113.3662125	-8.4879618	150	0.000862511
221	113.3672501	-8.4877832	150	0.003759807
222	113.3728648	-8.485961	150	0.003337335
223	113.3797503	-8.4849389	150	0.00339109
224	113.3717036	-8.4845942	150	0.004779259
225	113.4101266	-8.4809824	150	0.629327249

226	113.3690565	-8.4824405	150	0.001488403
227	113.3657706	-8.4776349	150	0.002555568
228	113.3822772	-8.4771575	150	0.001090354
229	113.3830364	-8.4774544	150	0.000969029
230	113.370602	-8.4751174	150	0.00239645
231	113.3820677	-8.467734	150	0.001044409
232	113.3633998	-8.4862447	150	0.00319871
233	113.3623327	-8.4851202	150	0.004444576
234	113.3580715	-8.4818285	150	0.001817006
235	113.353784	-8.4804218	150	0.002034202
236	113.3628666	-8.4783009	150	0.002287676
237	113.3429513	-8.4862174	150	0.002838421
238	113.3433231	-8.4850842	150	0.000711058
239	113.3364269	-8.4843716	150	0.001127338
240	113.341574	-8.4838883	150	0.004408809
241	113.3374087	-8.4839133	150	0.002889771
242	113.3345259	-8.4831011	150	0.000755997
243	113.3391045	-8.4825459	150	0.002023832
244	113.3409562	-8.4819316	150	0.00136801
245	113.3321894	-8.4755562	150	0.005693478
246	113.3272877	-8.475906	150	0.002379595
247	113.3205879	-8.4826565	150	0.001438259
248	113.3206518	-8.4806957	150	0.001775992
249	113.3084566	-8.4803911	150	0.002540066
250	113.3164086	-8.480344	150	0.000880546
251	113.3260955	-8.4791553	150	0.002869407
252	113.3086775	-8.4793342	150	0.001138538
253	113.3199424	-8.4760628	150	0.002337439
254	113.3170527	-8.4740818	150	0.001501897
255	113.3163661	-8.4732565	150	0.000667471
256	113.3157239	-8.4722499	150	0.00122219
257	113.3107426	-8.4700476	150	0.005151749
258	113.3017777	-8.4780177	150	0.000560276
259	113.2984411	-8.4773085	150	0.005529494
260	113.2895605	-8.4740179	150	0.001183482
261	113.2887992	-8.4733437	150	0.001335235
262	113.2996993	-8.4723748	150	0.001328849
263	113.2984715	-8.4696676	150	0.007959271
264	113.2878507	-8.4666384	150	0.000453734
265	113.2896625	-8.4656476	150	0.000981917
266	113.2708584	-8.4748058	150	0.004191602

267	113.2799451	-8.4745266	150	0.00212991
268	113.2822835	-8.4729294	150	0.000927528
269	113.2790648	-8.4729482	150	0.004538908
270	113.2716434	-8.4723548	150	0.001133554
271	113.2812794	-8.4696176	150	0.000302271
272	113.2792248	-8.4636727	150	0.009658141
273	113.2858382	-8.4631289	150	0.000249622
274	113.2869197	-8.4628737	150	0.333797971
275	113.3983381	-8.4781146	200	0.007504136
276	113.3965898	-8.4770698	200	0.001359789
277	113.374008	-8.4747951	200	0.015489937
278	113.365652	-8.4706236	200	0.000755966
279	113.365875	-8.4699436	200	0.001877902
280	113.3750344	-8.4692848	200	0.007316293
281	113.3783326	-8.4637607	200	0.001120468
282	113.3800729	-8.4635239	200	0.002151747
283	113.3787823	-8.463004	200	0.001430281
284	113.3780237	-8.4627824	200	0.000862478
285	113.3565302	-8.4774646	200	0.001013301
286	113.3590284	-8.4772987	200	0.0025346
287	113.3605356	-8.4760832	200	0.00343456
288	113.350946	-8.4682996	200	0.001534299
289	113.3403198	-8.4768836	200	0.000818255
290	113.3418937	-8.4741598	200	0.001352471
291	113.3281533	-8.4737594	200	0.003806244
292	113.3643492	-8.4726192	200	0.49932184
293	113.3301165	-8.4677458	200	0.000894313
294	113.3230894	-8.4704267	200	0.000679926
295	113.3235402	-8.4698208	200	0.005750885
296	113.2977814	-8.468239	200	0.003479139
297	113.30244	-8.4671258	200	0.004164798
298	113.2921901	-8.4640493	200	0.00276749
299	113.3660496	-8.4675298	250	0.002474746
300	113.3601045	-8.4674904	250	0.000604507
301	113.3634324	-8.4667917	250	0.002198018
302	113.3464684	-8.4667431	250	0.001867517
303	113.3604721	-8.4656786	250	0.001031962
304	113.3644054	-8.4649008	250	0.064724068
305	113.3605437	-8.4649996	250	0.001511262
306	113.3488046	-8.4648441	250	0.002236375
307	113.3547733	-8.4625462	250	0.000302253

308	113.3596924	-8.4619887	250	0.000755297
309	113.3408947	-8.4642582	250	0.001889907
310	113.3372784	-8.4623496	250	0.003344534
311	113.33656	-8.4612681	250	0.002016469
312	113.328562	-8.4611198	250	0.003093079
313	113.3278047	-8.4611243	250	0.000604517
314	113.3343159	-8.4608593	250	0.002861325
315	113.3287851	-8.4604399	250	0.000906773
316	113.332113	-8.4597415	250	0.001900686
317	113.3303699	-8.4595257	250	0.008528769
318	113.3296018	-8.4577206	250	0.004612457
319	113.3177023	-8.4611542	250	0.00238451
320	113.3228733	-8.4596457	250	0.004320365
321	113.3171896	-8.4590008	250	0.002437234
322	113.3219519	-8.4575399	250	0.000604516
323	113.3840984	-8.4961466	50	0.000127633
324	113.3846995	-8.4962614	50	0.000221587
325	113.3872478	-8.4959689	50	0.000750205
326	113.3864012	-8.4950015	50	0.005730016
327	113.4013207	-8.4949852	50	0.004212336
328	113.3903395	-8.495015	50	0.00100186
329	113.3973416	-8.4944819	50	0.000478465
330	113.4026764	-8.4937705	50	0.000579231
331	113.4018438	-8.493851	50	0.003278387
332	113.4028257	-8.4934177	50	0.000256323
333	113.4010828	-8.4932525	50	0.000102267
334	113.3938131	-8.4933727	50	0.007277721
335	113.3697961	-8.4995985	50	0.001544255
336	113.3652116	-8.4997175	50	1.40614E-05
337	113.3659039	-8.4993866	50	0.000475943
338	113.3660545	-8.4992475	50	3.56215E-05
339	113.3733916	-8.497735	50	0.003101652
340	113.3746005	-8.4972602	50	0.000352938
341	113.3796948	-8.4968295	50	0.00079712
342	113.3775512	-8.4967898	50	7.57334E-05
343	113.3747459	-8.4962791	50	9.93878E-05
344	113.3822041	-8.4960074	50	0.009155098
345	113.3465402	-8.5021724	50	1.98511E-05
346	113.3490758	-8.5023483	50	0.005720338
347	113.345773	-8.5018836	50	0.000339312
348	113.365006	-8.5011828	50	0.000805362

349	113.3578101	-8.5010266	50	8.16557E-05
350	113.357432	-8.5011345	50	0.027909627
351	113.3632471	-8.5002585	50	0.001336852
352	113.3499657	-8.5001241	50	0.00144878
353	113.3486404	-8.5001321	50	0.003504827
354	113.3616736	-8.4985291	50	0.005378259
355	113.3557359	-8.4962438	50	0.001158594
356	113.3333529	-8.5020525	50	0.007488752
357	113.3450895	-8.5015861	50	9.69826E-05
358	113.3453172	-8.5016601	50	9.69813E-05
359	113.3380466	-8.5017039	50	0.004142792
360	113.3448619	-8.501512	50	0.001797887
361	113.3428354	-8.50143	50	0.000437894
362	113.3386513	-8.5014992	50	0.000314305
363	113.3362248	-8.5010362	50	0.012103782
364	113.342202	-8.5000201	50	0.019474603
365	113.327268	-8.4977723	50	0.003647251
366	113.3264349	-8.4977772	50	0.000302271
367	113.3432284	-8.4944343	50	0.001690541
368	113.318503	-8.5048153	50	0.00462738
369	113.3218738	-8.5044209	50	0.000990648
370	113.3195985	-8.5046937	50	0.369724086
371	113.3088263	-8.5042158	50	0.001426684
372	113.3251003	-8.5025355	50	0.000454427
373	113.311569	-8.4998681	50	0.005818669
374	113.3082486	-8.4998998	50	0.004575797
375	113.3292704	-8.5032834	50	0.015518206
376	113.2970739	-8.5020987	50	0.001222529
377	113.3070631	-8.5006824	50	0.002363854
378	113.2969869	-8.5002142	50	0.011686022
379	113.3032661	-8.4990083	50	0.002977842
380	113.3017516	-8.499055	50	0.001019009
381	113.2966953	-8.4957672	50	0.001616953
382	113.2849996	-8.4967911	50	0.006457302
383	113.2719719	-8.4967417	50	0.004017085
384	113.2840629	-8.4957445	50	0.004460481
385	113.2721154	-8.4953836	50	0.003249243
386	113.2878308	-8.4939795	50	0.008731126
387	113.2758564	-8.4940045	50	0.003521348
388	113.4088727	-8.4915608	50	0.001254734
389	113.3767435	-8.4978314	50	0.020475785

390	113.268656	-8.4931416	50	0.002701325
391	113.370745	-8.4984147	100	0.001463341
392	113.3697589	-8.4981693	100	0.003282102
393	113.3683132	-8.4970723	100	0.001731954
394	113.3780707	-8.4950525	100	0.001851001
395	113.3789005	-8.4945196	100	0.001031981
396	113.3756412	-8.4940871	100	0.004645455
397	113.3482257	-8.4991996	100	0.005629474
398	113.3536237	-8.4976138	100	0.003665198
399	113.32955	-8.4994174	100	0.001352963
400	113.3318071	-8.4969157	100	0.001031332
401	113.3319524	-8.4958969	100	0.002503189
402	113.3242494	-8.4995999	100	0.001280985
403	113.4062931	-8.4908077	100	0.757304168
404	113.3744927	-8.4920584	100	0.008978379
405	113.3736898	-8.4920331	100	0.001371809

Lampiran 5 Data Batimetri Kecamatan Puger

Kedalaman	Longitude	Latitude
13	113.472917	-8.26875
15	113.477083	-8.26875
13	113.472917	-8.27291667
17	113.477083	-8.27291667
15	113.48125	-8.27291667
11	113.46875	-8.27708333
12	113.472917	-8.27708333
14	113.477083	-8.27708333
17	113.48125	-8.27708333
20	113.485417	-8.27708333
12	113.46875	-8.28125
14	113.472917	-8.28125
16	113.477083	-8.28125
20	113.48125	-8.28125
23	113.485417	-8.28125
25	113.489583	-8.28125
12	113.464583	-8.28541667
12	113.46875	-8.28541667
13	113.472917	-8.28541667
19	113.477083	-8.28541667
20	113.48125	-8.28541667
23	113.485417	-8.28541667
22	113.489583	-8.28541667
17	113.49375	-8.28541667

17	113.497917	-8.28541667
11	113.45625	-8.28958333
11	113.460417	-8.28958333
11	113.464583	-8.28958333
12	113.46875	-8.28958333
14	113.472917	-8.28958333
18	113.477083	-8.28958333
17	113.48125	-8.28958333
16	113.485417	-8.28958333
17	113.489583	-8.28958333
20	113.49375	-8.28958333
18	113.497917	-8.28958333
18	113.502083	-8.28958333
19	113.50625	-8.28958333
14	113.447917	-8.29375
10	113.452083	-8.29375
10	113.45625	-8.29375
10	113.460417	-8.29375
11	113.464583	-8.29375
14	113.46875	-8.29375
17	113.472917	-8.29375
17	113.477083	-8.29375
15	113.48125	-8.29375
15	113.485417	-8.29375
18	113.489583	-8.29375
18	113.49375	-8.29375
21	113.497917	-8.29375
19	113.502083	-8.29375
18	113.50625	-8.29375
21	113.510417	-8.29375
11	113.447917	-8.29791667
11	113.452083	-8.29791667
11	113.45625	-8.29791667
11	113.460417	-8.29791667
13	113.464583	-8.29791667
16	113.46875	-8.29791667
18	113.472917	-8.29791667
18	113.477083	-8.29791667
16	113.48125	-8.29791667
16	113.485417	-8.29791667
17	113.489583	-8.29791667
15	113.49375	-8.29791667
18	113.497917	-8.29791667
20	113.502083	-8.29791667

20	113.50625	-8.29791667
21	113.510417	-8.29791667
14	113.447917	-8.30208333
14	113.452083	-8.30208333
17	113.45625	-8.30208333
17	113.460417	-8.30208333
18	113.464583	-8.30208333
16	113.46875	-8.30208333
15	113.472917	-8.30208333
20	113.477083	-8.30208333
19	113.48125	-8.30208333
17	113.485417	-8.30208333
16	113.489583	-8.30208333
15	113.49375	-8.30208333
16	113.497917	-8.30208333
21	113.502083	-8.30208333
21	113.50625	-8.30208333
20	113.510417	-8.30208333
17	113.447917	-8.30625
16	113.452083	-8.30625
18	113.45625	-8.30625
19	113.460417	-8.30625
15	113.464583	-8.30625
13	113.46875	-8.30625
15	113.472917	-8.30625
19	113.477083	-8.30625
18	113.48125	-8.30625
18	113.485417	-8.30625
14	113.489583	-8.30625
15	113.49375	-8.30625
20	113.497917	-8.30625
21	113.502083	-8.30625
20	113.50625	-8.30625
14	113.447917	-8.31041667
15	113.452083	-8.31041667
16	113.45625	-8.31041667
14	113.460417	-8.31041667
16	113.464583	-8.31041667
16	113.46875	-8.31041667
17	113.472917	-8.31041667
18	113.477083	-8.31041667
16	113.48125	-8.31041667
13	113.485417	-8.31041667
14	113.489583	-8.31041667

15	113.49375	-8.31041667
16	113.497917	-8.31041667
16	113.502083	-8.31041667
16	113.50625	-8.31041667
8	113.44375	-8.31458333
9	113.447917	-8.31458333
9	113.452083	-8.31458333
10	113.45625	-8.31458333
10	113.460417	-8.31458333
12	113.464583	-8.31458333
16	113.46875	-8.31458333
16	113.472917	-8.31458333
17	113.477083	-8.31458333
14	113.48125	-8.31458333
13	113.485417	-8.31458333
12	113.489583	-8.31458333
13	113.49375	-8.31458333
13	113.497917	-8.31458333
14	113.502083	-8.31458333
15	113.50625	-8.31458333
8	113.447917	-8.31875
8	113.452083	-8.31875
9	113.45625	-8.31875
10	113.460417	-8.31875
12	113.464583	-8.31875
17	113.46875	-8.31875
17	113.472917	-8.31875
15	113.477083	-8.31875
13	113.48125	-8.31875
12	113.485417	-8.31875
13	113.489583	-8.31875
13	113.49375	-8.31875
13	113.497917	-8.31875
14	113.502083	-8.31875
17	113.50625	-8.31875
14	113.510417	-8.31875
16	113.514583	-8.31875
9	113.447917	-8.32291667
12	113.452083	-8.32291667
11	113.45625	-8.32291667
11	113.460417	-8.32291667
17	113.464583	-8.32291667
17	113.46875	-8.32291667
15	113.472917	-8.32291667

15	113.477083	-8.32291667
11	113.48125	-8.32291667
10	113.485417	-8.32291667
12	113.489583	-8.32291667
12	113.49375	-8.32291667
12	113.497917	-8.32291667
16	113.502083	-8.32291667
18	113.50625	-8.32291667
15	113.510417	-8.32291667
18	113.514583	-8.32291667
20	113.51875	-8.32291667
9	113.447917	-8.32708333
11	113.452083	-8.32708333
13	113.45625	-8.32708333
15	113.460417	-8.32708333
15	113.464583	-8.32708333
15	113.46875	-8.32708333
15	113.472917	-8.32708333
15	113.477083	-8.32708333
9	113.48125	-8.32708333
9	113.485417	-8.32708333
10	113.489583	-8.32708333
11	113.49375	-8.32708333
11	113.497917	-8.32708333
15	113.502083	-8.32708333
17	113.50625	-8.32708333
17	113.510417	-8.32708333
10	113.447917	-8.33125
8	113.452083	-8.33125
11	113.45625	-8.33125
14	113.460417	-8.33125
13	113.464583	-8.33125
14	113.46875	-8.33125
13	113.472917	-8.33125
11	113.477083	-8.33125
8	113.48125	-8.33125
9	113.485417	-8.33125
10	113.489583	-8.33125
10	113.49375	-8.33125
11	113.497917	-8.33125
14	113.502083	-8.33125
10	113.447917	-8.33541667
8	113.452083	-8.33541667
10	113.45625	-8.33541667

11	113.460417	-8.33541667
11	113.464583	-8.33541667
12	113.46875	-8.33541667
15	113.472917	-8.33541667
12	113.477083	-8.33541667
9	113.48125	-8.33541667
8	113.485417	-8.33541667
9	113.489583	-8.33541667
9	113.49375	-8.33541667
10	113.497917	-8.33541667
11	113.447917	-8.33958333
7	113.452083	-8.33958333
7	113.45625	-8.33958333
6	113.460417	-8.33958333
7	113.464583	-8.33958333
10	113.46875	-8.33958333
39	113.472917	-8.33958333
54	113.477083	-8.33958333
14	113.48125	-8.33958333
8	113.485417	-8.33958333
9	113.489583	-8.33958333
9	113.49375	-8.33958333
10	113.497917	-8.33958333
10	113.435417	-8.34375
11	113.447917	-8.34375
6	113.452083	-8.34375
6	113.45625	-8.34375
6	113.460417	-8.34375
7	113.464583	-8.34375
8	113.46875	-8.34375
32	113.472917	-8.34375
99	113.477083	-8.34375
82	113.48125	-8.34375
46	113.485417	-8.34375
13	113.489583	-8.34375
9	113.49375	-8.34375
9	113.43125	-8.34791667
11	113.435417	-8.34791667
12	113.439583	-8.34791667
9	113.447917	-8.34791667
7	113.452083	-8.34791667
6	113.45625	-8.34791667
6	113.460417	-8.34791667
6	113.464583	-8.34791667

7	113.46875	-8.34791667
14	113.472917	-8.34791667
87	113.477083	-8.34791667
170	113.48125	-8.34791667
127	113.485417	-8.34791667
30	113.489583	-8.34791667
9	113.49375	-8.34791667
8	113.427083	-8.35208333
7	113.43125	-8.35208333
8	113.435417	-8.35208333
10	113.439583	-8.35208333
12	113.44375	-8.35208333
10	113.447917	-8.35208333
8	113.452083	-8.35208333
9	113.45625	-8.35208333
7	113.460417	-8.35208333
5	113.464583	-8.35208333
6	113.46875	-8.35208333
11	113.472917	-8.35208333
75	113.477083	-8.35208333
165	113.48125	-8.35208333
134	113.485417	-8.35208333
33	113.489583	-8.35208333
7	113.427083	-8.35625
8	113.43125	-8.35625
9	113.435417	-8.35625
9	113.439583	-8.35625
9	113.44375	-8.35625
9	113.447917	-8.35625
9	113.452083	-8.35625
10	113.45625	-8.35625
11	113.460417	-8.35625
7	113.464583	-8.35625
7	113.46875	-8.35625
8	113.472917	-8.35625
13	113.477083	-8.35625
65	113.48125	-8.35625
69	113.485417	-8.35625
13	113.489583	-8.35625
8	113.414583	-8.36041667
7	113.41875	-8.36041667
7	113.422917	-8.36041667
7	113.427083	-8.36041667
7	113.43125	-8.36041667

7	113.435417	-8.36041667
8	113.439583	-8.36041667
7	113.44375	-8.36041667
7	113.447917	-8.36041667
9	113.452083	-8.36041667
9	113.45625	-8.36041667
10	113.460417	-8.36041667
8	113.464583	-8.36041667
7	113.46875	-8.36041667
9	113.472917	-8.36041667
6	113.477083	-8.36041667
8	113.48125	-8.36041667
10	113.485417	-8.36041667
7	113.489583	-8.36041667
8	113.414583	-8.36458333
9	113.41875	-8.36458333
8	113.422917	-8.36458333
8	113.427083	-8.36458333
11	113.43125	-8.36458333
11	113.435417	-8.36458333
10	113.439583	-8.36458333
10	113.44375	-8.36458333
9	113.447917	-8.36458333
8	113.452083	-8.36458333
7	113.45625	-8.36458333
7	113.460417	-8.36458333
8	113.464583	-8.36458333
8	113.46875	-8.36458333
11	113.472917	-8.36458333
8	113.477083	-8.36458333
6	113.48125	-8.36458333
6	113.485417	-8.36458333
8	113.410417	-8.36875
8	113.414583	-8.36875
9	113.41875	-8.36875
7	113.422917	-8.36875
7	113.427083	-8.36875
7	113.43125	-8.36875
7	113.435417	-8.36875
6	113.439583	-8.36875
5	113.44375	-8.36875
5	113.447917	-8.36875
5	113.452083	-8.36875
4	113.45625	-8.36875

4	113.460417	-8.36875
8	113.464583	-8.36875
8	113.46875	-8.36875
9	113.472917	-8.36875
9	113.477083	-8.36875
7	113.48125	-8.36875
9	113.485417	-8.36875
4	113.410417	-8.37291667
3	113.414583	-8.37291667
4	113.41875	-8.37291667
3	113.422917	-8.37291667
3	113.427083	-8.37291667
3	113.43125	-8.37291667
4	113.435417	-8.37291667
5	113.439583	-8.37291667
6	113.44375	-8.37291667
6	113.447917	-8.37291667
7	113.452083	-8.37291667
6	113.45625	-8.37291667
3	113.460417	-8.37291667
5	113.464583	-8.37291667
6	113.46875	-8.37291667
7	113.472917	-8.37291667
8	113.477083	-8.37291667
8	113.48125	-8.37291667
3	113.410417	-8.37708333
3	113.414583	-8.37708333
2	113.41875	-8.37708333
4	113.422917	-8.37708333
7	113.427083	-8.37708333
8	113.43125	-8.37708333
9	113.435417	-8.37708333
12	113.439583	-8.37708333
14	113.44375	-8.37708333
-5	113.447917	-8.37708333
16	113.452083	-8.37708333
14	113.45625	-8.37708333
9	113.460417	-8.37708333
4	113.464583	-8.37708333
5	113.46875	-8.37708333
5	113.472917	-8.37708333
5	113.477083	-8.37708333
13	113.48125	-8.37708333
5	113.410417	-8.38125

8	113.414583	-8.38125
9	113.41875	-8.38125
-8	113.422917	-8.38125
9	113.46875	-8.38125
7	113.472917	-8.38125
14	113.410417	-8.38541667
-8	113.414583	-8.38541667
43	113.477083	-8.38541667
67	113.29375	-8.44791667
82	113.297917	-8.44791667
82	113.29375	-8.45208333
124	113.297917	-8.45208333
112	113.302083	-8.45208333
87	113.30625	-8.45208333
94	113.310417	-8.45208333
112	113.327083	-8.45208333
112	113.33125	-8.45208333
86	113.352083	-8.45208333
132	113.35625	-8.45208333
124	113.29375	-8.45625
201	113.297917	-8.45625
205	113.302083	-8.45625
198	113.30625	-8.45625
203	113.310417	-8.45625
206	113.314583	-8.45625
203	113.31875	-8.45625
216	113.322917	-8.45625
204	113.327083	-8.45625
218	113.33125	-8.45625
168	113.335417	-8.45625
113	113.339583	-8.45625
18	113.347917	-8.45625
-4	113.352083	-8.45625
231	113.35625	-8.45625
-3	113.360417	-8.45625
-4	113.364583	-8.45625
-6	113.36875	-8.45625
78	113.389583	-8.45625
103	113.39375	-8.45625
78	113.397917	-8.45625
122	113.289583	-8.46041667
183	113.29375	-8.46041667
210	113.297917	-8.46041667
219	113.302083	-8.46041667

211	113.30625	-8.46041667
222	113.310417	-8.46041667
230	113.314583	-8.46041667
238	113.31875	-8.46041667
229	113.322917	-8.46041667
235	113.327083	-8.46041667
239	113.33125	-8.46041667
239	113.335417	-8.46041667
199	113.339583	-8.46041667
149	113.34375	-8.46041667
-3	113.347917	-8.46041667
-3	113.352083	-8.46041667
253	113.35625	-8.46041667
262	113.360417	-8.46041667
245	113.364583	-8.46041667
210	113.36875	-8.46041667
146	113.372917	-8.46041667
122	113.377083	-8.46041667
139	113.38125	-8.46041667
131	113.385417	-8.46041667
149	113.389583	-8.46041667
172	113.39375	-8.46041667
145	113.397917	-8.46041667
82	113.402083	-8.46041667
188	113.277083	-8.46458333
164	113.28125	-8.46458333
171	113.285417	-8.46458333
167	113.289583	-8.46458333
174	113.29375	-8.46458333
194	113.297917	-8.46458333
197	113.302083	-8.46458333
195	113.30625	-8.46458333
200	113.310417	-8.46458333
219	113.314583	-8.46458333
222	113.31875	-8.46458333
215	113.322917	-8.46458333
213	113.327083	-8.46458333
218	113.33125	-8.46458333
222	113.335417	-8.46458333
230	113.339583	-8.46458333
241	113.34375	-8.46458333
179	113.347917	-8.46458333
179	113.352083	-8.46458333
244	113.35625	-8.46458333

242	113.360417	-8.46458333
242	113.364583	-8.46458333
225	113.36875	-8.46458333
211	113.372917	-8.46458333
180	113.377083	-8.46458333
181	113.38125	-8.46458333
175	113.385417	-8.46458333
173	113.389583	-8.46458333
167	113.39375	-8.46458333
158	113.397917	-8.46458333
107	113.402083	-8.46458333
158	113.272917	-8.46875
160	113.277083	-8.46875
154	113.28125	-8.46875
154	113.285417	-8.46875
152	113.289583	-8.46875
162	113.29375	-8.46875
167	113.297917	-8.46875
177	113.302083	-8.46875
177	113.30625	-8.46875
175	113.310417	-8.46875
195	113.314583	-8.46875
195	113.31875	-8.46875
203	113.322917	-8.46875
194	113.327083	-8.46875
202	113.33125	-8.46875
196	113.335417	-8.46875
208	113.339583	-8.46875
219	113.34375	-8.46875
201	113.347917	-8.46875
194	113.352083	-8.46875
227	113.35625	-8.46875
226	113.360417	-8.46875
216	113.364583	-8.46875
217	113.36875	-8.46875
190	113.372917	-8.46875
159	113.377083	-8.46875
140	113.38125	-8.46875
152	113.385417	-8.46875
155	113.389583	-8.46875
149	113.39375	-8.46875
135	113.397917	-8.46875
89	113.402083	-8.46875
80	113.410417	-8.46875

0	113.41875	-8.46875
95	113.26875	-8.47291667
140	113.272917	-8.47291667
133	113.277083	-8.47291667
138	113.28125	-8.47291667
128	113.285417	-8.47291667
136	113.289583	-8.47291667
145	113.29375	-8.47291667
144	113.297917	-8.47291667
167	113.302083	-8.47291667
144	113.30625	-8.47291667
160	113.310417	-8.47291667
172	113.314583	-8.47291667
171	113.31875	-8.47291667
170	113.322917	-8.47291667
175	113.327083	-8.47291667
179	113.33125	-8.47291667
182	113.335417	-8.47291667
191	113.339583	-8.47291667
197	113.34375	-8.47291667
189	113.347917	-8.47291667
190	113.352083	-8.47291667
206	113.35625	-8.47291667
195	113.360417	-8.47291667
185	113.364583	-8.47291667
187	113.36875	-8.47291667
185	113.372917	-8.47291667
178	113.377083	-8.47291667
151	113.38125	-8.47291667
124	113.385417	-8.47291667
124	113.389583	-8.47291667
104	113.39375	-8.47291667
94	113.397917	-8.47291667
97	113.402083	-8.47291667
113	113.40625	-8.47291667
89	113.410417	-8.47291667
-5	113.414583	-8.47291667
90	113.26875	-8.47708333
111	113.272917	-8.47708333
106	113.277083	-8.47708333
116	113.28125	-8.47708333
121	113.285417	-8.47708333
116	113.289583	-8.47708333
119	113.29375	-8.47708333

132	113.297917	-8.47708333
141	113.302083	-8.47708333
130	113.30625	-8.47708333
152	113.310417	-8.47708333
152	113.314583	-8.47708333
151	113.31875	-8.47708333
155	113.322917	-8.47708333
144	113.327083	-8.47708333
157	113.33125	-8.47708333
158	113.335417	-8.47708333
172	113.339583	-8.47708333
173	113.34375	-8.47708333
170	113.347917	-8.47708333
166	113.352083	-8.47708333
176	113.35625	-8.47708333
174	113.360417	-8.47708333
161	113.364583	-8.47708333
148	113.36875	-8.47708333
158	113.372917	-8.47708333
166	113.377083	-8.47708333
167	113.38125	-8.47708333
161	113.385417	-8.47708333
145	113.389583	-8.47708333
157	113.39375	-8.47708333
178	113.397917	-8.47708333
158	113.402083	-8.47708333
-4	113.40625	-8.47708333
-2	113.410417	-8.47708333
82	113.26875	-8.48125
87	113.272917	-8.48125
81	113.277083	-8.48125
93	113.28125	-8.48125
99	113.285417	-8.48125
95	113.289583	-8.48125
103	113.29375	-8.48125
116	113.297917	-8.48125
113	113.302083	-8.48125
112	113.30625	-8.48125
129	113.310417	-8.48125
126	113.314583	-8.48125
131	113.31875	-8.48125
129	113.322917	-8.48125
112	113.327083	-8.48125
123	113.33125	-8.48125

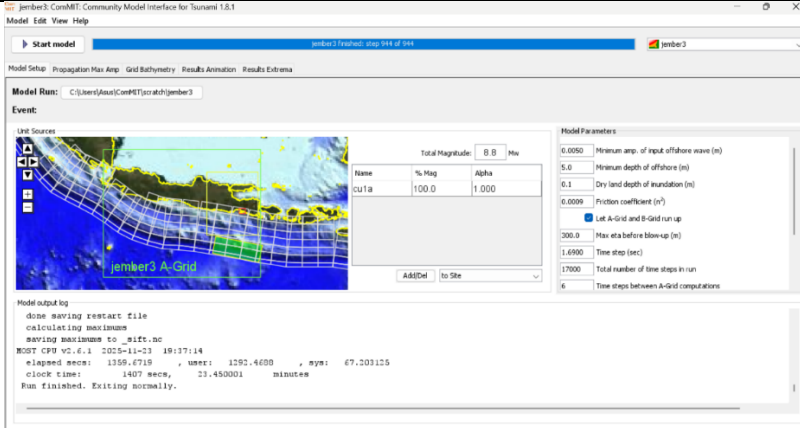
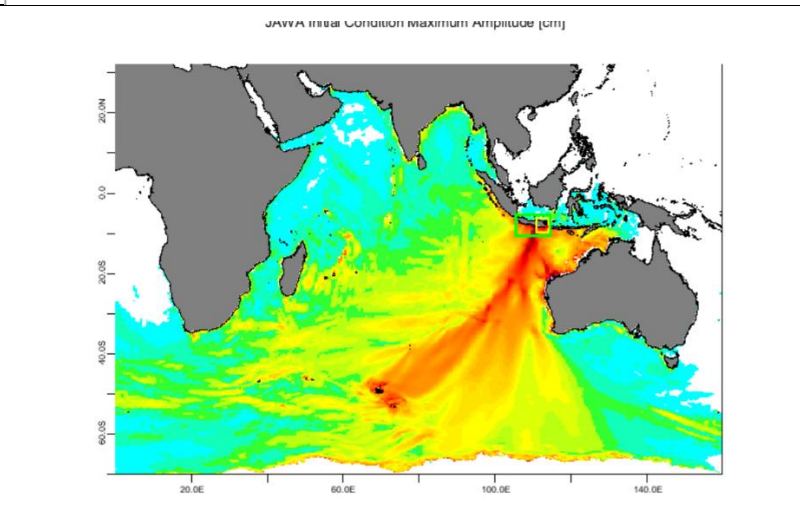
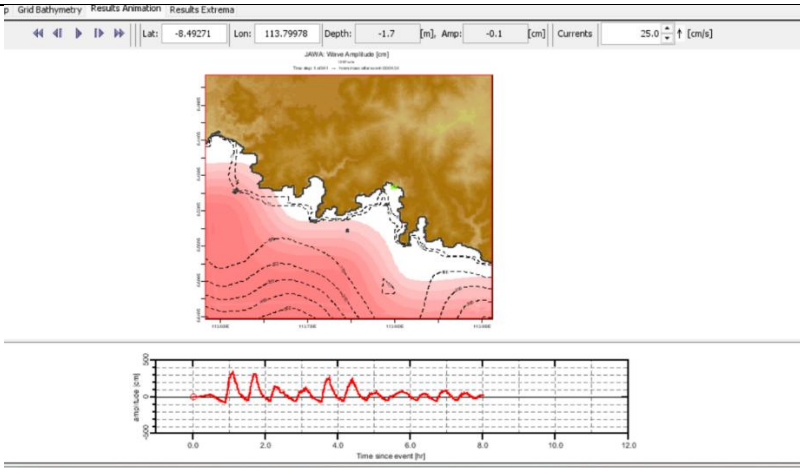
135	113.335417	-8.48125
145	113.339583	-8.48125
147	113.34375	-8.48125
159	113.347917	-8.48125
144	113.352083	-8.48125
154	113.35625	-8.48125
149	113.360417	-8.48125
130	113.364583	-8.48125
124	113.36875	-8.48125
142	113.372917	-8.48125
145	113.377083	-8.48125
145	113.38125	-8.48125
156	113.385417	-8.48125
160	113.389583	-8.48125
162	113.39375	-8.48125
145	113.397917	-8.48125
138	113.402083	-8.48125
163	113.40625	-8.48125
22	113.410417	-8.48125
9	113.264583	-8.48541667
28	113.26875	-8.48541667
59	113.272917	-8.48541667
61	113.277083	-8.48541667
79	113.28125	-8.48541667
82	113.285417	-8.48541667
81	113.289583	-8.48541667
76	113.29375	-8.48541667
84	113.297917	-8.48541667
82	113.302083	-8.48541667
95	113.30625	-8.48541667
91	113.310417	-8.48541667
98	113.314583	-8.48541667
108	113.31875	-8.48541667
105	113.322917	-8.48541667
105	113.327083	-8.48541667
117	113.33125	-8.48541667
128	113.335417	-8.48541667
122	113.339583	-8.48541667
132	113.34375	-8.48541667
144	113.347917	-8.48541667
135	113.352083	-8.48541667
133	113.35625	-8.48541667
133	113.360417	-8.48541667
129	113.364583	-8.48541667

108	113.36875	-8.48541667
130	113.372917	-8.48541667
117	113.377083	-8.48541667
121	113.38125	-8.48541667
118	113.385417	-8.48541667
126	113.389583	-8.48541667
128	113.39375	-8.48541667
120	113.397917	-8.48541667
97	113.402083	-8.48541667
26	113.40625	-8.48541667
28	113.272917	-8.48958333
49	113.277083	-8.48958333
61	113.28125	-8.48958333
67	113.285417	-8.48958333
68	113.289583	-8.48958333
61	113.29375	-8.48958333
73	113.297917	-8.48958333
75	113.302083	-8.48958333
80	113.30625	-8.48958333
62	113.310417	-8.48958333
83	113.314583	-8.48958333
84	113.31875	-8.48958333
86	113.322917	-8.48958333
95	113.327083	-8.48958333
104	113.33125	-8.48958333
114	113.335417	-8.48958333
106	113.339583	-8.48958333
110	113.34375	-8.48958333
116	113.347917	-8.48958333
116	113.352083	-8.48958333
106	113.35625	-8.48958333
114	113.360417	-8.48958333
115	113.364583	-8.48958333
100	113.36875	-8.48958333
98	113.372917	-8.48958333
101	113.377083	-8.48958333
96	113.38125	-8.48958333
99	113.385417	-8.48958333
96	113.389583	-8.48958333
26	113.39375	-8.48958333
21	113.397917	-8.48958333
14	113.40625	-8.48958333
0	113.26875	-8.49375
9	113.272917	-8.49375

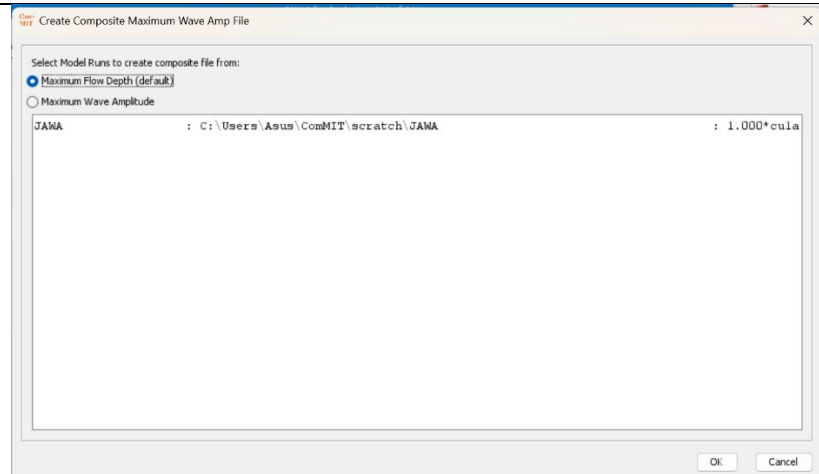
13	113.277083	-8.49375
15	113.28125	-8.49375
17	113.285417	-8.49375
45	113.289583	-8.49375
47	113.29375	-8.49375
46	113.297917	-8.49375
65	113.302083	-8.49375
56	113.30625	-8.49375
53	113.310417	-8.49375
51	113.314583	-8.49375
61	113.31875	-8.49375
64	113.322917	-8.49375
68	113.327083	-8.49375
85	113.33125	-8.49375
95	113.335417	-8.49375
94	113.339583	-8.49375
79	113.34375	-8.49375
107	113.347917	-8.49375
97	113.352083	-8.49375
90	113.35625	-8.49375
35	113.360417	-8.49375
105	113.364583	-8.49375
97	113.36875	-8.49375
28	113.372917	-8.49375
23	113.377083	-8.49375
15	113.38125	-8.49375
1	113.385417	-8.49375
1	113.389583	-8.49375
6	113.39375	-8.49375
2	113.397917	-8.49375
5	113.402083	-8.49375
-5	113.28125	-8.49791667
-4	113.285417	-8.49791667
-4	113.289583	-8.49791667
5	113.29375	-8.49791667
9	113.297917	-8.49791667
13	113.302083	-8.49791667
49	113.30625	-8.49791667
22	113.310417	-8.49791667
43	113.314583	-8.49791667
52	113.31875	-8.49791667
34	113.322917	-8.49791667
35	113.327083	-8.49791667
37	113.33125	-8.49791667

39	113.335417	-8.49791667
41	113.339583	-8.49791667
41	113.34375	-8.49791667
38	113.347917	-8.49791667
33	113.352083	-8.49791667
25	113.35625	-8.49791667
8	113.360417	-8.49791667
7	113.364583	-8.49791667
11	113.36875	-8.49791667
11	113.372917	-8.49791667
-4	113.29375	-8.50208333
-3	113.297917	-8.50208333
-3	113.302083	-8.50208333
4	113.30625	-8.50208333
11	113.314583	-8.50208333
13	113.31875	-8.50208333
14	113.322917	-8.50208333
15	113.327083	-8.50208333
17	113.33125	-8.50208333
15	113.347917	-8.50208333
14	113.352083	-8.50208333
-1	113.30625	-8.50625
-2	113.310417	-8.50625

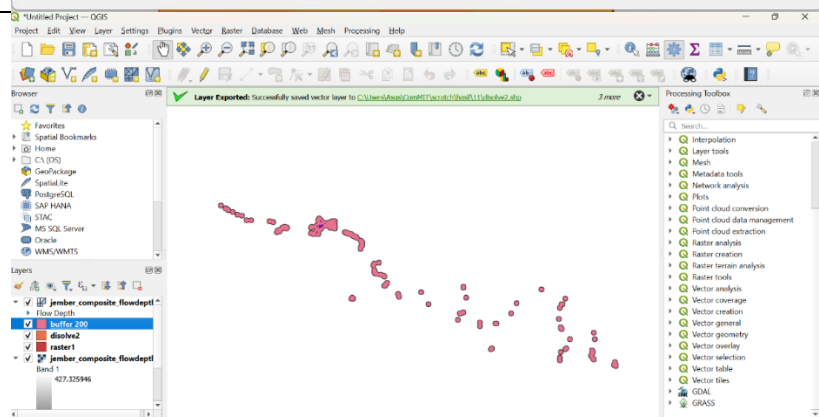
Lampiran 6 Pengolahan Data

Penjelasan	Gambar
Menentukan grid A, grid B, grid C pada comMIT	
Memasukan parameter gempa: longitude, latitude, length, depth, width, dip, slip, rake, dan strike. Kemudian start propagation dan tunggu sampai finish lalu close.	
Buka result animation untuk melihat grafik tinggi gelombang dan waktu tiba tsunami serta penalaran gelombangnya	

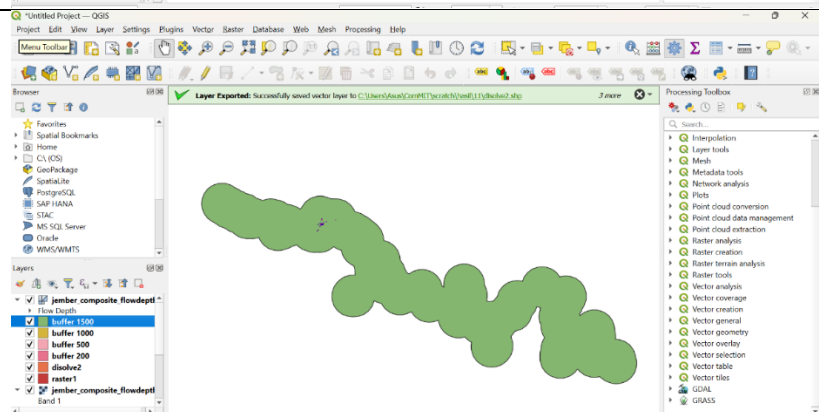
Buka create composite wave file untuk menyimpan flow depth yang akan diolah melalui software QGIS



Masukan file flow depth ke software Qgis, kemudian ubah data raster menjadi bentuk vector melalui raster to vector.



Dissolve : untuk menggabungkan vectorvektor agar menjadi polygon



Buka software ArcGis dan masukkan peta administrasi daerah penelitian

