



TUGAS AKHIR - RM 184831

PENGGUNAAN METODE *SPATIAL MULTI-CRITERIA EVALUATION (SMCE)* UNTUK PENILAIAN RISIKO BENCANA TSUNAMI (STUDI KASUS : PESISIR KABUPATEN CILACAP)

**RAHADIAN ESA GALANG PERSADA
NRP 0331144000046**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RM 184831

**USE OF THE SPATIAL MULTI-CRITERIA
EVALUATION (SMCE) METHOD FOR TSUNAMI
DISASTER ASSESSMENT
(STUDI KASUS : CILACAP DISTRICT COASTAL)**

**RAHADIAN ESA GALANG PERSADA
NRP 0331144000046**

**Supervisor
Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc**

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PENGGUNAAN METODE *SPATIAL MULTI-CRITERIA
EVALUATION* (SMCE) UNTUK PENILAIAN RISIKO
BENCANA TSUNAMI
(STUDI KASUS : PESISIR KABUPATEN CILACAP)**

Nama Mahasiswa : Rahadian Esa Galang Persada
NRP : 0331144000010
Departemen : Teknik Geomatika FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ing. Ir. Teguh hariyanto, M.Sc

ABSTRAK

Indonesia menduduki peringkat kedua sebagai negara yang paling sering dilanda tsunami dengan 71 kejadian atau hampir 9% dari jumlah tsunami yang terjadi di seluruh dunia. Dari sepuluh negara yang mengalami jumlah kejadian terbesar tsunami di dunia, dari kurun waktu 2000 tahun sebelum masehi sampai tahun 2005, Indonesia menempati posisi rangking ketiga dari sisi banyaknya kejadian setelah Jepang dan USA, namun dari jumlah korban yang meninggal menempati rangking satu Tsunami merupakan bencana sekunder yang dipicu oleh berbagai kejadian sebelumnya, seperti gempa bumi, letusan gunung api, objek ekstraterrestrial dan atau sebab antropogenik, yang mampu menyebabkan dislokasi vertikal dasar laut. Kabupaten Cilacap berada di rangking ketiga dalam tingkat nasional kerawanan bencana kelas rawan tinggi.

Dalam penelitian ini digunakan pemodelan genangan akibat tsunami dengan persamaan Berryman dan penaksiran cepat Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui konsistensi model genangan hasil taksiran cepat dengan model Berryman di Pesisir Kabupaten Cilacap dengan parameter tinggi gelombang awal, kemiringan, dan koefisien kekasaran permukaan dan menggunakan kerentanan yang terdapat pada wilayah tersebut dan disatukan dengan metode *Spatial Multi-Criteria Evaluation* (SMCE).

Hasil menunjukkan bahwa metode SMCE dapat diterapkan untuk mengetahui dampak tsunami dengan menggunakan parameter dan skoring untuk mendapatkan tingkat

risiko bencana tsunami. Pada metode inipun dapat digunakan beberapa model ketinggian tsunami, pada tsunami 7 meter didapat hasil luasan 1280,344 Hektar luas tingkat risiko rendah mencapai 109,288 Hektar, tingkat risiko sedang yaitu 1001,582 Hektar, dan tingkat risiko tinggi yaitu 169,473 Hektar, Sedangkan luas terdampak tsunami jika dibagi tiap Kecamatan yaitu pada Kecamatan Adipala terdampak seluas 671,441 Hektar, pada Kecamatan Binangun seluas 91,936 Hektar, Kecamatan Cilacap Selatan seluas 178,743 Hektar ,pada Kecamatan Cilacap Utara seluas 25,222 Hektar, Kecamatan Kesugihan seluas 161,094 Hektar dan Nusawungu seluas 151,908 Hektar.

Kata Kunci : Kerentanan, SMCE, Pesisir Kabupaten Cilacap, Sentinel 2-A, Tsunami.

**USE OF THE SPATIAL MULTI-CRITERIA EVALUATION
(SMCE) METHOD FOR TSUNAMI DISASTER RISK
ASSESSMENT
(CASE STUDY: CILACAP DISTRICT COASTAL)**

Name : Rahadian Esa Galang Persada
NRP : 0331144000046
Department : Teknik Geomatika FTSLK-ITS
Supervisor : Dr. Ing. Ir. Teguh hariyanto, M.Sc

ABSTRACT

Indonesia has ranked second as the most frequently hit country by the tsunami with 71 events or almost 9% of tsunamis that occurred throughout the world. From ten countries that experienced the largest number of tsunami incidents in the world from 2000 BC until 2005, Indonesia has ranked on third in terms of the number of events after Japan and the USA, but ranked one from the number of victims who died. Tsunami was a secondary disaster triggered by various previous events, such as earthquakes, volcanic eruptions, extraterrestrial objects and / or anthropogenic causes, which are capable of causing a vertical dislocation of the seabed. Cilacap Regency has ranked third in the national high level of disaster vulnerability.

In this study used tsunami inundation modeling with Berryman's equation and rapid assessment. This study was intended to find out the consistency of rapid estimation inundation models with Berryman's model in the Cilacap Regency with parameters of initial wave height, slope, surface roughness coefficient, using vulnerabilities that found in the region and integrated with the Spatial Multi-Criteria Evaluation (SMCE) method.

The results show that the SMCE method can be applied to determine the impact of the tsunami by using parameters and scoring to get the level of tsunami disaster risk. In this method,

several tsunami altitude models can be used. In the tsunami with 7 meters height, the results of the area are 1280.344 hectares. The low risk level reaches 109.288 hectares. The extent of the risk level reaches 1001.582 hectares, and the high risks level reaches 169.473 hectares. While the area affected by the tsunami consisted of the defected Adipala Subdistrict covering an area of 671.441 hectares, in Binangun Subdistrict covering 91.936 hectares, Cilacap Selatan Subdistrict covering 178.743 hectares, Cilacap Utara Subdistrict covering 25.222 hectares, Kesugihan District covering 161.094 hectares and Nusawungu covering 151.908 hectares.

Keywords: *Vulnerability, SMCE, Coastal District of Cilacap, Sentinel 2-A, Tsunami.*

**PENGGUNAAN METODE *SPATIAL MULTI-CRITERIA
EVALUATION* (SMCE) UNTUK PENILAIAN RISIKO
BENCANA TSUNAMI
(STUDI KASUS : PESISIR KABUPATEN CILACAP)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

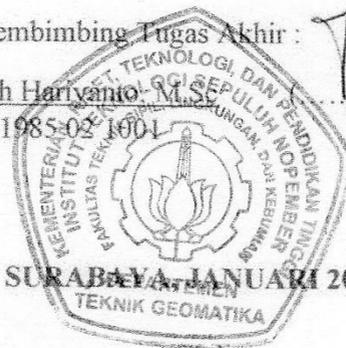
Oleh :

**RAHADIAN ESA GALANG PERSADA
NRP. 0331144000046**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

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

NIP. 1959 0819 1985 02 1001



Teguh Hariyanto

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Penggunaan Metode Spatial Multi-Criteria Evaluation Untuk Penilaian Risiko Bencana Tsunami (Studi Kasus : Pesisir Kabupaten Cilacap)”** ini dengan baik.

Penelitian ini dapat berjalan dengan baik berkat bantuan dan dukungan secara moral maupun material dari banyak pihak. Atas segala bantuan dan dukungan tersebut, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua penulis, Bapak Adi Chestiawan dan Ibu Mimie Sendaruwati, beserta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa, motivasi, dukungan, dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran selama pelaksanaan penelitian tugas akhir berjalan.
3. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS.
4. Segenap Bapak Ibu Dosen beserta staf Teknik Geomatika ITS yang telah memberikan ilmu dan membantu kelancaran pengerjaan Tugas Akhir.
5. Teman-teman G16 atas kerjasama dan dukungannya.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan masukan sebagai pembelajaran bagi penulis untuk menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya bagi mahasiswa Departemen Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih atas semua kesempatan yang telah diberikan, semoga laporan Tugas Akhir ini

dapat berguna dan bermanfaat bagi pengembangan ilmu kita semua. Aamiin.

Surabaya, 30 Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tsunami.....	5
2.2 Satelit Sentinel 2-A.....	9
2.3 <i>Spatial Multi-Criteria Evaluation</i>	11
2.3.1 Bahaya (<i>Hazard</i>) Bencana Tsunami.....	12
2.3.2 Kerentanan (<i>Vulnerability</i>) Bencana Tsunami.....	13
2.3.3 Risiko (<i>Risk</i>) Bencana Tsunami.....	14
2.4 Digital Elevation Model (DEM).....	14
2.5 Mitigasi Bencana.....	14
2.6 Pemetaan Kerentanan.....	15
2.7 Pemetaan Risiko.....	17
2.8 Tutupan Lahan.....	18
2.9 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	19

2.10	Skoring dan Pembobotan	21
2.11	Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Lokasi Penelitian.....	27
3.2	Data dan Peralatan	28
3.2.1	Data	28
3.2.2	Peralatan	28
3.3	Metodologi Penelitian	29
3.3.1	Tahap Penelitian.....	29
3.3.2	Tahap Pengolahan Data.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Tutupan Lahan	37
4.2	Peta Bahaya Tsunami (<i>Hazard</i>)	38
4.3	Peta Kerentanan (<i>Vulnerability</i>).....	40
4.4	Peta Risiko Bencana Tsunami (<i>Risk</i>).....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....		59
LAMPIRAN		63
BIODATA PENULIS.....		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Visualisasi karakteristik gelombang tsunami	7
Gambar 2.2 Visualisasi konsep gelombang tsunami	7
Gambar 2.3 Satelit Sentinel-2	9
Gambar 2.4 Skoring	23
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir	30
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data.....	33
Gambar 4.1 Tutupan Lahan.....	37
Gambar 4.2 Hasil uji klasifikasi dengan matrik konfusi	38
Gambar 4.3 Peta Bahaya Tsunami Ketinggian 2 meter.....	39
Gambar 4.4 Peta Bahaya Tsunami Ketinggian 7 meter.....	39
Gambar 4.5 Peta Bahaya Tsunami Ketinggian 30 meter	40
Gambar 4.6 Peta Kepadatan Penduduk	41
Gambar 4.7 Peta Kepadatan Bangunan	42
Gambar 4.8 Peta Jumlah Penduduk Wanita	44
Gambar 4.9 Peta Jumlah Penduduk Balita	46
Gambar 4.10 Peta Jumlah Penduduk Manula.....	47
Gambar 4. 11 Peta Kerentanan Pesisir Kabupaten Cilacap.....	49
Gambar 4.12 Peta Risiko Bencana Tsunami 2 meter	50
Gambar 4.13 Peta Risiko Bencana Tsunami 7 meter	52
Gambar 4.14 Peta Risiko Bencana Tsunami 30 meter	54

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Satelit Sentinel 2	10
Tabel 2.2 Resolusi Spasial Kanal 10 m	10
Tabel 2.3 Resolusi Spasial Kanal 20 m	11
Tabel 2.4 Resolusi Spasial Kanal 60 m	11
Tabel 2.5 Indeks Kekasaran permukaan.....	13
Tabel 2.6 Pembagian Umur	16
Tabel 2.7 Komponen Indeks Ancaman Tsunami	22
Tabel 4.1 Klasifikasi Skor Kerawanan Kepadatan Penduduk.....	42
Tabel 4.2 Klasifikasi Skor Kerawanan Kepadatan Bangunan.....	43
Tabel 4.3 Klasifikasi Skor Kerawanan Penduduk Wanita	45
Tabel 4.4 Klasifikasi Skor Kerawanan Penduduk Balita	47
Tabel 4.5 Klasifikasi Skor Kerawanan Penduduk Manula.....	48
Tabel 4.6 Kelurahan Terdampak Tsunami 2 Meter.....	51
Tabel 4.7 Kelurahan Terdampak Tsunami 7 Meter.....	53
Tabel 4.8 Kelurahan Terdampak Tsunami 30 Meter.....	55

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Metadata Citra Sentinel 2A
Lampiran 2	Metadata DEMNAS
Lampiran 3	Peta Risiko Bencana Tsunami

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menduduki peringkat kedua sebagai negara yang paling sering dilanda tsunami dengan 71 kejadian atau hampir 9% dari jumlah tsunami yang terjadi di seluruh dunia (Pratomo dan Rudianto 2013). Hal ini disebabkan oleh letak geografis Indonesia yang berada pada pertemuan tiga lempeng utama pembentuk kerak bumi, yaitu Lempeng Eurasia yang bergerak ke arah tenggara dan Lempeng Indo-Australia yang bergerak memanjang di Samudera Hindia dari arah utara (Aceh) hingga sekitar Laut Timor di timur dan Lempeng Pasifik yang bergerak di sekitar Samudera Pasifik hingga utara Papua.

Dari sepuluh negara yang mengalami jumlah kejadian terbesar tsunami di dunia, dari kurun waktu 2000 tahun sebelum masehi sampai tahun 2005, Indonesia menempati posisi rangking ketiga dari sisi banyaknya kejadian setelah Jepang dan Amerika, namun dari jumlah korban yang meninggal menempati rangking satu. Tsunami merupakan bencana sekunder yang dipicu oleh berbagai kejadian sebelumnya, seperti gempa bumi, letusan gunung api, objek ekstraterestrial dan atau sebab antropogenik, yang mampu menyebabkan dislokasi vertikal dasar laut (Berryman 2006). Namun demikian diantara semua penyebab tersebut, data (UNESCO-IOC 2006) menerangkan bahwa gempa bumi dasar laut ialah penyebab yang paling sering menimbulkan tsunami. Risiko bencana merupakan kemungkinan dampak atau kerugian (kematian, korban luka, bangunan, terganggunya aktivitas ekonomi dan penghidupan, maupun kerusakan lingkungan), yang diakibatkan oleh interaksi antara bencana (alam, manusia, atau kombinasi) dengan kerentanan wilayah tersebut (Van Westen dkk. 2011). Menurut Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Cilacap, Tri

Komara Sidhy hampir semua jenis bencana, baik bencana seperti tsunami, banjir, tanah longsor, angin puting beliung, gempa bumi, dan musibah kebakaran, bisa terjadi di wilayah Cilacap. yang tidak hanya bencana erupsi gunung berapi, karena di wilayah kita tidak ada gunung berapi, dengan banyaknya bencana yang mungkin terjadi membuat Pesisir Pesisir Kabupaten Cilacap menjadi daerah paling rawan di Provinsi Jawa Tengah, selain itu menurut Dr.Ir Surono selaku pakar Geologi, Vulkanologi, dan Geofisika dan Tenaga Ahli Kementerian ESDM Bidang Kebencanaan mengatakan Cilacap rawan longsor sedangkan daerah pantainya rawan tsunami karena pantainya yang cenderung landai selain itu untuk Indeks rawan bencana Pesisir Pesisir Kabupaten Cilacap berada di rangking ketiga dalam tingkat nasional kerawanan bencana kelas rawan tinggi. Gempa tsunami tahun 2006 di Pangandaran, Jawa Barat mempunyai kekuatan 7,7 skala Richter dan *run-up* tsunami tertinggi yang mencapai 8,25 meter dengan korban meninggal sebanyak 668 orang. Tsunami tersebut juga mencapai sebagian wilayah di Kabupaten Cilacap (Muhari dkk. 2007). *Run-up* tsunami tertinggi di wilayah Kabupaten Cilacap mencapai 7,4 meter (Kongko dkk. 2006).

Penerapan pemodelan genangan akibat tsunami dengan persamaan Berryman dan penaksiran cepat belum pernah diterapkan dalam satu wilayah kajian. Penelitian ini dimasukkan untuk mengetahui konsistensi model genangan hasil taksiran cepat dengan model Berryman (2006) di Pesisir Pesisir Kabupaten Cilacap dengan parameter tinggi gelombang awal, kemiringan, dan koefisien kekasaran permukaan. Parameter tinggi awal gelombang di pantai berdasarkan riwayat tinggi gelombang yang pernah terjadi, koefisien kekasaran permukaan diperoleh dari interpretasi citra satelit resolusi tinggi, dan kemiringan (*slope*). Kegiatan ini menggunakan pendekatan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk melakukan pemodelan genangan,

analisis spasial dan pembuatan peta genangan akibat tsunami. Penilaian tingkat kerentanan dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Spatial Multi-Criteria Evaluation* (SMCE). Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi acuan dalam siklus manajemen risiko bencana tsunami. Siklus manajemen risiko ini digunakan untuk pengelolaan bencana berbasis kewilayahan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut :

- a. Bagaimana cara menentukan bobot parameter risiko tsunami menggunakan metode *Spatial Multi-Criteria Evaluation* (SMCE)?
- b. Bagaimana cara membuat peta risiko tsunami? Batasan Masalah

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut :

- a. Daerah penelitian merupakan Pesisir Kabupaten Cilacap yang meliputi Kecamatan Cilacap Selatan, Kecamatan Cilacap Tengah, Kecamatan Cilacap Utara, Kecamatan Kesugihan, Kecamatan Adipala, Kecamatan Binangun, dan Kecamatan Nusawungu.
- b. Pemetaan yang menjadi objek penelitian adalah daerah risiko tsunami.
- c. Teknik yang digunakan yaitu *Spatial Multi-Criteria Evaluation* (SMCE).
- d. Tidak menggunakan parameter bentuk pantai.
- e. Data yang digunakan adalah Citra Sentinel 2A, *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS), garis pantai dan data kepadatan penduduk, kepadatan bangunan, serta data jumlah penduduk balita, jumlah penduduk manula,

dan jumlah penduduk wanita di daerah pesisir Kabupaten Cilacap.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

- a. Melakukan klasifikasi tingkat risiko bencana tsunami di Pesisir Kabupaten Cilacap dengan metode *Spatial Multi-Criteria Evaluation* (SMCE).
- b. Membuat Peta daerah tingkat risiko bencana tsunami di Pesisir Kabupaten Cilacap skala 1:10.000.

1.5 Manfaat

Penelitian diharapkan mampu menjadi acuan dalam siklus manajemen risiko bencana tsunami yang berada di Pesisir Kabupaten Cilacap.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini, dikemukakan beberapa teori yang diambil dari literatur-literatur yang mendukung dan bermanfaat dalam pelaksanaan penelitian. Teori tersebut dijelaskan pada uraian berikut :

2.1 Tsunami

Tsunami berasal dari bahasa Jepang yang berarti gelombang ombak lautan “*tsu*” berarti lautan, “*nami*” berarti gelombang ombak. Tsunami adalah serangkaian gelombang ombak laut raksasa yang timbul karena adanya pergeseran di dasar laut akibat gempa bumi (BNPB 2011).

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 tahun 2007, Bencana dapat didefinisikan sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Tsunami sering terjadi akibat gempa bumi atau dalam kata lain efek dari tumbukan lempeng yang menghasilkan posisi lempeng samudera di tempat tumbukan dan sekitarnya mengalami penurunan. Secara bertahap terjadi akumulasi tegangan lempeng benua di sekitar tumbukan. Ketika tegangan itu mencapai batas maksimum maka ujung lempeng samudera melejit ke atas dan mengakibatkan terjadinya gempa. Jika gempa tersebut mempunyai magnitude (kekuatan gempa) besar, kedalaman pusat gempa tertentu serta deformasi vertikal dasar laut relatif besar maka air laut di atasnya akan naik atau turun. Apabila dasar laut terjadi tonjolan naik, maka permukaan air meningkat, sehingga permukaan air laut di dekat pantai naik secara mendadak (Sugito 2008).

Bencana dapat terjadi karena ada dua kondisi yaitu adanya peristiwa atau gangguan yang mengancam dan merusak (*hazard*) dan kerentanan (*vulnerability*) masyarakat. Hubungan keduanya dapat digambarkan bila gangguan atau ancaman tersebut muncul ke permukaan tetapi masyarakat tidak rentan, maka berarti masyarakat dapat mengatasi sendiri peristiwa yang mengganggu tersebut, sementara bila kondisi masyarakat rentan tetapi tidak terjadi peristiwa yang mengancam maka tidak akan terjadi bencana. Adapun Bencana dibagi ke dalam tiga kategori yaitu:

i. Bencana alam

Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam, antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.

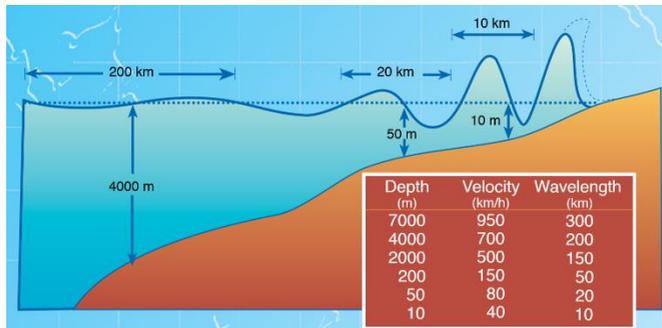
ii. Bencana non alam

Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi, dan wabah penyakit.

iii. Bencana sosial

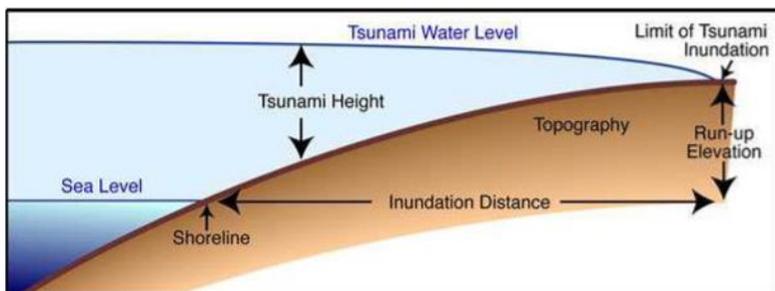
Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat, dan teror.

Gelombang tsunami memiliki karakteristik seperti gelombang di perairan dangkal (*shallow water wave*). Gelombang tersebut memiliki ketinggian yang rendah pada saat menjalar di laut dan semakin meningkat ketinggian gelombangnya pada saat menjalar mendekati daerah pantai. Hal ini disebabkan oleh gelombang tsunami yang mengalami penurunan kecepatan dan penumpukan massa air (Imamura dkk. 2006). Visualisasi dari karakteristik gelombang tsunami dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Visualisasi karakteristik gelombang tsunami
(Commission Intergovernmental Oceanographic 2014)

Gambar 2.1 memperlihatkan bahwa tinggi gelombang di laut lebih rendah dibandingkan tinggi gelombang di daratan. Nilai kedalaman laut berbanding lurus dengan kecepatan gelombang tsunami dan panjang gelombang sedangkan nilai kedalaman laut berbanding terbalik dengan amplitude gelombang tsunami. Semakin mendekati daratan, kedalaman laut berkurang dan amplitude gelombang semakin besar.



Gambar 2.2 Visualisasi konsep gelombang tsunami
(Coastal dan Geology 2005)

Berdasarkan gambar 2.2 diketahui bahwa penentuan jangkauan horizontal penggenangan atau inundation distance sama dengan jangkauan maksimum gelombang tsunami.

Referensi ketinggian landaan tsunami (*run-up elevation*) menggunakan muka air laut rata-rata (*mean sea level*).

Pada daerah pesisir, tsunami dapat memiliki berbagai bentuk ekspresi tergantung pada ukuran dan periode gelombang, variasi kedalaman dan bentuk garis pantai, kondisi pasang-surut, dan faktor-faktor lainnya. Pada beberapa kasus tsunami dapat berupa gelombang pasang naik yang terjadi sangat cepat yang langsung membanjiri daerah pesisir rendah. Pada kasus lainnya tsunami dapat datang sebagai *bore* atau suatu dinding vertikal air yang bersifat turbulen dengan daya rusak tinggi.

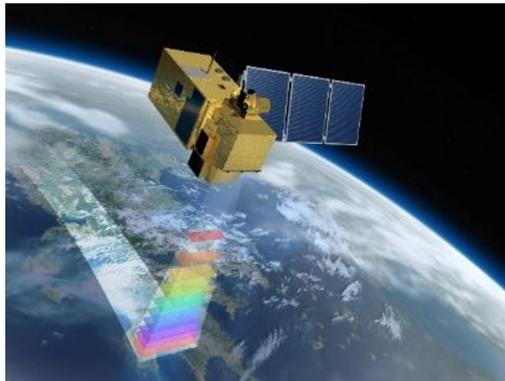
Daya rusak gelombang tsunami tergantung pada tiga faktor: inundasi (penggenangan), kekuatan bangunan/struktur, dan erosi. Tsunami dapat menyebabkan erosi pada fondasi bangunan dan menghancurkan jembatan dan *seawall* (struktur penahan gelombang yang sejajar garis pantai). Daya apung dan daya seret dapat memindahkan rumah dan membalik mobil-mobil. Benda-benda yang dibawa oleh tsunami tersebut juga sangat berbahaya sebab bisa menghantam bangunan atau benda lainnya. Kebakaran bisa pula terjadi sebagai bahaya sekunder dan menyebabkan kerugian yang lebih besar lagi. Kerusakan sekunder lainnya adalah polusi fisik atau kimia akibat kerusakan yang telah terjadi (Fauzi dkk. 2012).

Berdasarkan catatan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sejak tahun 1991 sampai dengan 2009 telah terjadi tiga puluh kali gempa merusak dan empat belas kali tsunami merusak. Tsunami di Flores tanggal 12 Desember 1991 telah menelan korban lebih dari dua ribu jiwa, tahun 1994 terjadi tsunami di Jawa Timur, tsunami di Biak tahun 1996, tsunami di Sulawesi tahun 1998, tsunami di Maluku Utara tahun 2000, tsunami di Aceh tanggal 26 Desember 2004, tsunami Nias tahun 2005, tsunami di Jawa Barat tahun 2006, dan tsunami di Bengkulu 2007. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan rata-rata hampir satu tahun sekali tsunami menghantam pantai kepulauan Indonesia.

2.2 Satelit Sentinel 2-A

Sentinel-2 merupakan pencitraan optik Eropa yang diluncurkan pada tahun 2015. Sentinel-2 merupakan satelit pertama yang diluncurkan sebagai bagian dari program European Space Agency (ESA) Copernicus. Sentinel-2 termasuk kedalam jenis orbit *sun-synchronous* yakni orbit satelit yang melakukan sinkronisasi pergerakan satelit yang presisi terhadap revolusi bumi terhadap matahari. Satelit ini membawa berbagai petakresolusi tinggi imager multispectral dengan 13 band spektral. Sentinel-2 mempunyai 13 band, 4 band beresolusi 10 m, 6 band beresolusi 20 m, dan 3 band beresolusi spasial 60 m dengan area sapuan 290 km.

Tujuan dari Sentinel-2 untuk menyajikan data untuk kepentingan monitoring lahan, dan merupakan data dasar untuk penggunaan pada beragam aplikasi, mulai dari pertanian sampai perhutanan, dari monitoring lingkungan sampai dengan perencanaan perkotaan, deteksi perubahan tutupan lahan, penggunaan lahan, pemetaan risiko bencana serta beragam aplikasi lainnya.



Gambar 2.3 Satelit Sentinel-2 (Europe Space Agency 2015)

Berikut merupakan tabel spesifikasi dari Sentinel-2 :

Tabel 2.1 Spesifikasi Satelit Sentinel 2

Jumlah Satelit	2 - Sentinel 2-A dan Sentinel 2-B
Tanggal Peluncuran	Sentinel 2-A: 23 Juni 2015 ; Sentinel 2-B : 07 Maret 2017
Ketinggian Orbit	700 km
Orbit	<i>Sun-synchronous</i>
Periode	100 menit
Inklinasi	84°
Siklus	6 Hari
Sistem Optik	Teleskop kombinasi tipe korsch dengan diameter aperture 65 cm, panjang fokus 12,905 m, f / 20, optik TMA
Kanal Spektral	Pankromatik: 0,83 μm ; Biru = 0,496 μm , Hijau = 0,56 μm , Merah = 0,664 μm , IR Dekat = 0,704 μm
Resolusi	10 m
Lebar Sapuan	290 km
Jangka waktu	Minimal 7 tahun

(Europe Space Agency 2015).

Tabel 2.2 Resolusi Spasial Kanal 10 m

<i>Band Number</i>	Central Wavelength	Bandwidth	Lref (reference radiance)
2	490	65	128
3	560	35	128
4	665	30	108
8	842	115	103

(Europe Space Agency 2015).

Tabel 2.3 Resolusi Spasial Kanal 20 m

<i>Band Number</i>	Central Wavelength	Bandwidth	Lref (reference radiance)
5	705	15	74,5
6	740	15	68
7	783	20	67
8b	865	20	52,5
11	1610	90	4
12	2190	180	1,5

(Europe Space Agency 2015).

Tabel 2.4 Resolusi Spasial Kanal 60 m

<i>Band Number</i>	Central Wavelength	Bandwidth	Lref (reference radiance)
1	443	20	129
9	945	20	9
10	1375	30	6

(Europe Space Agency 2015).

2.3 *Spatial Multi-Criteria Evaluation*

SMCE merupakan suatu teknik yang membantu pemangku kepentingan untuk membuat keputusan berdasarkan tujuan tertentu. *Spatial Multi-Criteria Evaluation* adalah kombinasi dari metode *Multi Criteria Evaluation* (MCE) dan analisis spasial atau Sistem Informasi Geografis (Zarkesh 2005). Selain itu SMCE dapat melakukan pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan tingkat kepentingan (prioritas) dari beberapa kriteria tertentu (Sharifi, Mohammed, dan Retsios 2004).

Kriteria yang digunakan dalam analisis SMCE dievaluasi secara detail, kemudian kriteria tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan. Salah satu kelebihan analisis SMCE adalah SMCE mampu menganalisis data spasial sehingga hasil dari SMCE mampu memperlihatkan integrasi antara aspek spasial dan aspek non

spasial (pengambilan keputusan berdasarkan kriteria, seperti metode AHP, hasil dari *literature review*, atau standar). Proses analisis SMCE melibatkan data geografis, preferensi dan penilaian terhadap variabel data, serta penyusunan dan pengambilan keputusan akhir (Roudgarmi dkk. 2007).

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan teknik analisis spasial, seperti SMCE (*Spatial Multi-Criteria Evaluation*) dalam software Arc-GIS. Pada umumnya, klasifikasi zona risiko dapat diperoleh dengan melakukan tumpang tindih (*overlay*) antara variabel bahaya dan kerentanan. Namun, pada penelitian ini tidak hanya dilakukan analisis *overlay*, tetapi juga dilakukan skoring dan pembobotan terhadap setiap variabel kerentanan tsunami. Selanjutnya, proses SMCE dilakukan terhadap bahaya (*hazard*) dan kerentanan (*vulnerability*). Dengan demikian, output akhir yang dihasilkan berupa klasifikasi tingkat risiko bencana tsunami dapat diperoleh secara optimal. Analisis *Spatial Multi-Criteria Evaluation* untuk dampak risiko tsunami meliputi :

2.3.1 Bahaya (*Hazard*) Bencana Tsunami

Analisis bahaya tsunami dilakukan untuk mengetahui deliniasi wilayah Pesisir Kabupaten Cilacap yang terkena dampak tsunami. Langkah pertama adalah membuat permodelan zona genangan tsunami dengan menggunakan Rumus Berryman (2006), yaitu:

$$H_{loss} = \frac{167n^2}{H_0^{\frac{1}{3}}} + 5 \sin S \quad (2.1)$$

Dimana :

H_{loss} = Kehilangan ketinggian tsunami per 1 meter jarak genangan.

n = Koefisien kekasaran permukaan.

- Ho = Ketinggian gelombang tsunami di garis pantai.
 S = Besarnya lereng permukaan.

Pada tahap ini menggunakan data citra Sentinel 2A yang telah diolah menjadi tutupan lahan yang telah yang memiliki koefisien kekasaran dan data *Digital Elevation Model* Nasional yang telah diolah menjadi kelerengan (*slope*) serta menginput ketinggian tsunami.

Tabel 2.5 Indeks Kekasaran permukaan

No.	Tutupan Lahan	Nilai Koefisien Kekasaran
1	Badan air	0,007
2	Belukar/Semak	0,040
3	Hutan	0,079
4	Kebun/Perkebunan	0,035
5	Lahan kosong/Terbuka	0,015
6	Lahan Pertanian	0,025
7	Pemukiman/Lahan Terbangun	0,045
8	Mangrove	0,025
9	Tambak/Empang	0,010

(Berryman 2006).

2.3.2 Kerentanan (*Vulnerability*) Bencana Tsunami

Analisis kerentanan terhadap bencana tsunami diperlukan untuk mengetahui tingkat ketidakmampuan suatu komunitas atau masyarakat pesisir Kabupaten Cilacap untuk menghadapi bencana tsunami. Tingkat kerentanan dianalisis dengan mempertimbangkan beberapa variabel, yaitu kepadatan bangunan (parameter fisik) dan jumlah penduduk wanita, jumlah penduduk balita, jumlah penduduk manula, serta kepadatan bangunan (parameter sosial ekonomi).

2.3.3 Risiko (*Risk*) Bencana Tsunami

Analisis risiko mencakup fungsi sistematika dari ketersediaan informasi untuk menentukan kecenderungan terjadinya beberapa kejadian dan menghitung kemungkinan konsekuensinya. Teknik analisis dilakukan dengan SMCE dan teknik *overlay* antara bahaya tsunami dan kerentanannya. Dengan begitu hasil akhir.

2.4 Digital Elevation Model (DEM)

Model permukaan digital adalah salah satu metode pendekatan yang dipakai untuk memodelkan relief permukaan bumi dalam bentuk tiga dimensi. (Sari, 2011). DEM khususnya digunakan untuk menggambarkan relief medan. Gambaran model relief rupabumi tiga dimensi (3D) yang menyerupai keadaan sebenarnya di dunia nyata (*real world*) divisualisaikan dengan bantuan teknologi grafis dan teknologi *virtual reality* (Mogal 1993, dalam Rahman, 2011).

DEM merupakan suatu sistem, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, processing, dan penyajian informasi medan. Susunan nilai-nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik medan, distribusi spasial di wakili oleh nilai sistem koordinat horizontal X dan Y serta karakteristik medan diwakili oleh ketinggian medan dalam sistem koordinat Z (Doyle, 1991 dalam Rahman, 2011).

2.5 Mitigasi Bencana

Mitigasi bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (UU No.24 Tahun 2007). Mitigasi bencana merupakan suatu aktivitas yang berperan sebagai tindakan pengurangan dampak bencana, atau usaha-usaha yang dilakukan untuk megurangi korban ketika bencana terjadi, baik korban jiwa maupun harta dalam melakukan tindakan mitigasi bencana, langkah awal yang kita harus

lakukan ialah melakukan kajian risiko bencana terhadap daerah tersebut.

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

2.6 Pemetaan Kerentanan

Kerentanan merupakan tingkat kemudahan terkena suatu kejadian yang mengancam dari suatu fenomena secara potensial pada suatu wilayah dalam periode waktu tertentu (Munawar, 2008 dalam Latifu, 2012).

Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 4 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana, kerentanan (*vulnerability*) adalah keadaan atau sifat/perilaku manusia atau masyarakat yang menyebabkan ketidakmampuan menghadapi bahaya atau ancaman. Kerentanan ini dapat berupa kerentanan fisik, ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Kerentanan terdiri dari parameter kepadatan penduduk dan kelompok rentan. Kelompok rentan terdiri dari rasio jenis kelamin, rasio kelompok umur rentan, rasio penduduk miskin, dan rasio penduduk cacat. Secara spasial, masing-masing nilai parameter didistribusikan di wilayah pemukiman per desa/kelurahan/kecamatan berdasarkan acuan data atau metode yang telah berkembang. Masing-masing parameter dianalisis dengan menggunakan metode skoring sesuai Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.

Kelompok umur rentan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana pasal 1 ayat 15

Kelompok umur rentan adalah anak usia di bawah lima tahun dan orang lanjut usia. Menurut Depkes RI 2009 menggolongkan Kategori Umur ke dalam sembilan golongan, dimana usia orang lanjut usia berada pada tingkat akhir yaitu pada usia ≥ 65 tahun.

Tabel 2.6 Pembagian Umur

No.	Kategori Umur	Umur
1	Masa balita	0-5 tahun
2	Masa Kanak - Kanak	5-11 tahun
3	Masa remaja awal	12-16 tahun
4	Masa remaja akhir	17-25 tahun
5	Masa dewasa awal	26-35 tahun
6	Masa dewasa akhir	36-45 tahun
7	Masa Lansia Awal	46-55 tahun
8	Masa lansia akhir	56-65 tahun
9	Masa manula	≥ 65 tahun

(Depkes RI 2009).

Penduduk berjenis kelamin perempuan dianggap lebih rapuh bila terkena ancaman bencana. Baik dalam pengambilan keputusan maupun keterbatasan fisik saat evakuasi bencana apabila dibandingkan dengan penduduk berjenis kelamin laki-laki. Semakin tinggi jumlah penduduk wanita di suatu wilayah, maka wilayah tersebut akan cenderung lebih rentan. (Fatimah, 2008).

Kelompok masyarakat yang memiliki derajat kerentanan sangat tinggi, yaitu kelompok perempuan dan anak. Argumen Enarson di atas turut didukung oleh data dari *UN Office of the Special Envoy for Tsunami Recovery* (UNSETR) tentang bencana tsunami tahun 2004, yang menunjukkan bahwa korban meninggal dengan jumlah terbesar berasal dari kelompok perempuan, dan anak perempuan. (Enarson, 2000).

2.7 Pemetaan Risiko

Pengkajian risiko bencana merupakan sebuah pendekatan untuk memperlihatkan potensi dampak negatif yang mungkin timbul akibat suatu potensi bencana yang melanda. Potensi dampak negatif yang timbul dihitung berdasarkan tingkat kerentanan dan kapasitas kawasan tersebut. Potensi dampak negatif ini dilihat dari potensi jumlah jiwa yang terpapar, kerugian harta benda, dan kerusakan lingkungan. (peraturan Kepala BNPB no 2 Tahun 2012).

Rumus dasar umum untuk analisis risiko yang diusulkan dalam 'Pedoman Perencanaan Mitigasi Risiko Bencana' yang telah disusun oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia (Peraturan Daerah Kepala BNPB Nomor 4 Tahun 2008) adalah sebagai berikut:

$$R \approx H * \frac{V}{C} \quad (2. 2)$$

Dimana

- R = *Disaster Risk* : Risiko Bencana
- H = *Hazard Threat* : Kemungkinan bencana tertentu cendeung terjadi dengan internsitas tertentu pada lokasi tertentu.
- V = *Vulnerability* : Kerugian yang diharapkan (dampak) di daerah tertentu dalam kasus bencana tertentu terjadi dengan intensitas tertentu. Perhitungan variable ini biasanya didefinisikan sebagai pajanan (penduduk,asset, dll) dikalikan sensitivitas untuk intensitas spesifik bencana.
- C = *Adaptive Capacity* : Kapasitas yang tersedia di daerah itu untuk pulih dari bencana tertentu.

Upaya pengkajian risiko bencana pada dasarnya adalah menentukan besaran 3 komponen risiko tersebut dan menyajikannya dalam bentuk spasial maupun non spasial agar mudah dimengerti. Pengkajian risiko bencana digunakan

sebagai landasan penyelenggaraan penanggulangan bencana disuatu kawasan. Penyelenggaraan ini dimaksudkan untuk mengurangi risiko bencana. Upaya pengurangan risiko bencana berupa berdasarkan Peraturan Kepala BNPB No 2 tahun 2012 adalah sebagai berikut :

1. Memperkecil ancaman Kawasan;
2. Mengurangi kerentanan kawasan yang terancam;
3. Meningkatkan kapasitas kawasan yang terancam.

Pengkajian risiko bencana untuk menghasilkan kebijakan penanggulangan bencana disusun berdasarkan komponen ancaman, kerentanan dan kapasitas. *Overlay* (penggabungan) dari peta ancaman, peta kerentanan dan peta kapasitas. Peta-peta tersebut diperoleh dari berbagai indeks yang dihitung dari datadata dan metode perhitungan tersendiri. Penting untuk dicatat bahwa peta risiko bencana dibuat untuk setiap jenis ancaman bencana yang ada pada suatu kawasan. Metode perhitungan dan data yang dibutuhkan untuk menghitung berbagai indeks akan berbeda untuk setiap jenis ancaman.

2.8 Tutupan Lahan

Penutup Tanah (*Land Cover*) adalah tambahan dan atau bangunan yang secara nyata menutupi permukaan tanah (Peraturan Kepala BPN Nomor 1 Tahun 1997). Sedangkan Townshend dan Justice (1981) memiliki pendapat mengenai penutupan lahan, yaitu perwujudan secara fisik (visual) dari vegetasi, benda alam, dan unsur-unsur budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan kegiatan manusia terhadap obyek tersebut. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakannya di permukaan bumi, seperti bangunan, danau, vegetasi (Lillesand dan Kiefer, 1990).

Penutupan lahan bisa dianggap sebagai kondisi saat ini. Namun, penutupan lahan itu sendiri akan dipengaruhi oleh status penggunaan. Contohnya, suatu lahan berhutan jika berada dalam penggunaan lahan pertambangan akan tidak tepat dianalisis menggunakan penutupan lahan jika rentang

studi cukup lebar karena aktifitas pertambangan akan mengubah penutupan lahan berhutan tersebut dalam kisaran waktu analisis. (Fajarini, 2014).

2.9 Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG merupakan suatu sistem yang mengorganisir perangkat keras (*Hardware*), perangkat lunak (*Software*), dan data, serta dapat mendaya-gunakan sistem penyimpanan, pengolahan, maupun analisis data secara simultan, sehingga dapat diperoleh informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan. Juga merupakan manajemen data spasial dan non-spasial yang berbasis komputer dengan tiga karakteristik dasar, yaitu: (i) mempunyai fenomena aktual (variabel data non-lokasi) yang berhubungan dengan topik permasalahan di lokasi bersangkutan; (ii) merupakan suatu kejadian di suatu lokasi; dan (iii) mempunyai dimensi waktu. (Purwadhi, 1994 dalam Husein, 2006).

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

a. Data Vektor

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

b. Data Raster

Pada sistem raster, fenomena geografi disimpan dalam bentuk pixel (*grid/raster/cell*) yang sesuai dengan kenampakan. Setiap pixel mempunyai referensi pada kolom baris yang berisi satu nilai yang mewakili satu fenomena geografi. Pada sistem ini titik dinyatakan dalam bentuk grid atau sel tunggal, garis dinyatakan dengan beberapa sel yang mempunyai arah dan poligon dinyatakan dalam beberapa sel. Contoh data raster adalah citra satelit. (Prahasta, 2005).

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

a. Data *Input*

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

b. Data *Management*

Data *management* bertugas mengkoordinasikan baik data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basisdata dengan sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, di-update, dan diedit. Metode yang digunakan pada pengimplementasian dalam sistem ini berpengaruh pada efektifitas operasional data.

c. Manupulasi dan Analisis

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

dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan pengguna.

d. *Data Output*

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

2.10 Skoring dan Pembobotan

Metode skoring merupakan metode yang paling sering digunakan dalam analisis atribut. Skoring merupakan pemberian nilai terhadap suatu polygon peta untuk memberikan tingkat kedekatan, keterkaitan atau beratnya dampak tertentu pada suatu fenomena secara spasial. (Pratomo, 2008).

Skoring dapat dilakukan secara objektif dengan perhitungan statistik atau secara subyektif dengan menetapkannya berdasarkan pertimbangan tertentu. Penentuan skor secara subyektif harus dilandasi pemahaman tentang proses tersebut.

Suatu metode pemberian skor atau nilai dilakukan kepada masing - masing value parameter untuk menentukan tingkat kemampuannya. Metode penentuan kelas dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode analisis secara kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif yang dimaksud adalah dalam menentukan skoring/pengharkatan pada setiap parameter kerentanan di daerah penelitian. Hasil skoring yang dilakukan untuk mendapatkan interval kelas kerawanan, kerentanan, kapasitas, bahaya dan risiko selanjutnya di klasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu tinggi, sedang, dan rendah dengan menggunakan metode kualitatif.

Hasil dari skoring dan pembobotan kemudian diklasifikasikan menjadi rentang kelas sesuai yang diinginkan (metode kualitatif). didapatkan dari total perhitungan skor

masing masing parameter penyebab bahaya banjir. Dengan menggunakan rumus :

$$Ki = \frac{Xt - Xr}{k} \quad (2.3)$$

(Sumber : Pratomo, 2008)

Dimana :

- Ki = Kelas Interval
- Xt = Nilai Tertinggi
- Xr = Nilai Terendah
- k = Jumlah Kelas yang diinginkan

Nilai interval ditentukan dengan pendekatan relatif dengan cara melihat nilai maksimum dan nilai minimum tiap satuan pemetaan, kelas interval didapatkan dengan cara mencari selisih antara data tertinggi dengan data terendah dan dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan. (Pratomo, 2008)

Pada skoring tsunami kelas skoring ditentukan oleh PERKA no 2 BNPB tahun 2012 yang terdapat dalam Indeks Ancaman Bencana yang disusun berdasarkan dua komponen utama, yaitu kemungkinan terjadi suatu ancaman dan besaran dampak yang pernah tercatat untuk bencana yang terjadi tersebut. Dapat dikatakan bahwa indeks ini disusun berdasarkan data dan catatan sejarah kejadian yang pernah terjadi pada suatu daerah.

Pada indeks ancaman bencana tsunami telah ditentukan bahwa kelas indeksnya melalui estimasi ketinggian genangan tsunami/peta bahaya tsunami :

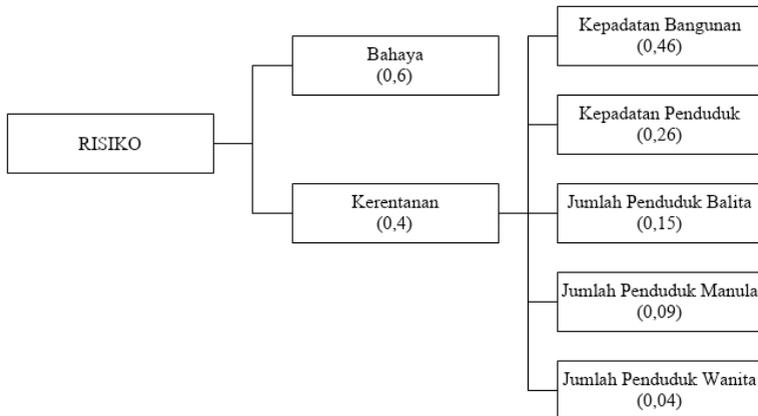
Tabel 2.7 Komponen Indeks Ancaman Tsunami

Rendah	<1 meter
Sedang	1-3 meter
Tinggi	>3 meter

(PERKA BNPB 2012).

Skoring tersebut merujuk pada Paduan dari Badan Geologi Nasional-ESDM dan BMKG.

Pembobotan dalam penilaian kerentanan diperlukan untuk mengidentifikasi tingkat kepentingan atau prioritas dari setiap variabel yang berpengaruh terhadap kerentanan. Miladan, 2009 menyebutkan bahwa faktor fisik sangat berpengaruh terhadap tingkat kerentanan bencana, kemudian diikuti dengan faktor sosial kependudukan. Hal inilah yang menjadi dasar pertimbangan peneliti dalam melakukan pembobotan. Bobot untuk masing-masing variabel dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.4 Skoring (Pratomo 2015)

Dari beberapa sub-indikator dalam indikator kerentanan tsunami berdasarkan sumber diperoleh dari hasil wawancara terhadap institusi yang berwenang, yaitu Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Palu, dapat disintesis bahwa:

a. Kerentanan fisik (infrastruktur)

Menurut Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana menggambarkan suatu

kondisi fisik yang rawan terhadap faktor bahaya (*hazard*) tertentu. Melihat dari berbagai indikator sebagai berikut: persentase kawasan terbangun; kepadatan bangunan; persentase bangunan konstruksi darurat; jaringan listrik; rasio panjang jalan; jaringan telekomunikasi; jaringan PDAM; dan lain sebagainya.

b. Kerentanan sosial

Menurut Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana menggambarkan kondisi tingkat kerapuhan sosial dalam menghadapi bahaya (*hazard*). Pada kondisi sosial yang rentan maka jika terjadi bencana dapat dipastikan akan menimbulkan dampak kerugian yang besar. Dari beberapa indikator antara lain kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, persentase penduduk usia tua-balita dan penduduk wanita.

c. Kerentanan lingkungan

Menurut Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana berkaitan dengan kerentanan lokasi penelitian yang dipengaruhi oleh kemiringan lahan terkait dengan kelandaian bentuk permukaan tanah, sempadan pantai dan sungai sebagai wilayah yang memiliki potensi rentan terhadap sapuan gelombang (*run-up* tsunami), topografi terkait dengan ketinggian daratan terhadap permukaan air laut, tutupan lahan terkait dengan jenis peruntukan lahan yang digunakan sebagai kawasan budidaya maupun kawasan lindung.

2.11 Penelitian Terdahulu

Terdapat penelitian sebelumnya mengenai peta tingkat kerawanan tsunami yang ada di Kabupaten Cilacap yang disusun oleh Mutaqin (2009) yang membagi daerah tingkat kerawanan menjadi 5 bagian yaitu sangat rawan, rawan, agak rawan, aman, dan sangat aman. Parameter pembobotan terdiri dari Jarak dari garis pantai, ketinggian daratan, keterlindungan daratan, jarak dari sungai, jarak pantai dari sumber gempa,

keberadaan pulau penghalang, morfologi garis pantai, dan kelerengan daratan. Hasil dari penelitian tersebut merupakan luas dan lokasi dari 5 tingkat kerawanan yang ada, luas daerah yang sangat rawan adalah 4.947,73 Ha atau 2,11% dari Kabupaten Cilacap, luas daerah yang rawan adalah 36.338,13 Ha atau 15,49 % dari Kabupaten Cilacap, luas daerah yang agak rawan adalah 57.395,68 Ha atau 24,47% dari Kabupaten Cilacap, luas daerah yang aman adalah 39.946,04 Ha atau 17,03% dari Kabupaten Cilacap, dan luas daerah yang sangat aman adalah 95.959,72 Ha atau 40,9% dari Kabupaten Cilacap.

Selain itu Chusnayah dan Abdul (2017) dengan judul Kajian Daerah Genangan Tsunami dengan Parameter Tinggi Gelombang, Kemiringan Pantai, dan Koefisien Kekasaran yang berlokasi di pesisir selatan Kulon Progo dan memiliki kesimpulan bahwa hasil luas genangan tsunami di Pesisir Kulon Progo lebih dominan dipengaruhi oleh parameter koefisien kekasaran permukaan dari tutupan lahan karena nilai kemiringan pantai merata untuk setiap segmen hampir sama. Jarak *run-up* (landaan) gelombang tsunami di daratan berkorelasi positif dengan nilai ketinggian awal gelombang tsunami (H_0'). Namun, perbandingan variasi nilai ketinggian gelombang awal tidak proporsional dengan perbandingan hasil *run-up* karena adanya nilai atau faktor a pada persamaan regresi linier sebagai pembagi. Hasil *run-up* tsunami hasil taksiran cepat tidak konsisten dan presisi terhadap *run-up* tsunami dengan formula Berryman karena nilai standar deviasi selisih data tersebut bernilai lebih dari 50%. Nilai standar deviasi lebih dari 50% sehingga penaksiran cepat menggunakan persamaan regresi linier hasil penelitian Ananda (2013) tidak dapat diaplikasikan di Pesisir Kulon Progo.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian berlangsung sesuai dengan tata cara dan tahapan-tahapan sebagaimana dijelaskan pada uraian berikut :

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang menjadi objek penelitian tugas akhir ini adalah daerah pesisir Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah yang terletak antara $108^{\circ}4'30''$ - $109^{\circ}30'30''$ garis Bujur Timur dan $7^{\circ}30'$ - $7^{\circ}45'20''$ garis Lintang Selatan. Pesisir kabupaten Cilacap berada pada zona 49S.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian, Pesisir Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah
(ArcGIS 2018)

Pada Kabupaten Cilacap terdapat 25 kecamatan antara lain yaitu Kecamatan Dayeuhluhur, Wanareja, Majenang, Cimanggu, Karangpucung, Cipari, Sidareja, Kedungreja,

Patimuan, Gadrungmangu, Bantarsari, Kewunganten, Kampung laut, Jeruklegi, Kesugihan, Adipala, Maos, Sampang, Kroya, Binangun, Nusawungu, Cilacap Selatan, Cilacap Tengah, dan Cilacap Utara.

Namun daerah penelitian merupakan daerah pesisir dari Kabupaten Cilacap yang mencakup 7 Kecamatan, antara lain adalah Kecamatan Cilacap Selatan, Kecamatan Cilacap Utara, Kecamatan Cilacap Tengah, Kecamatan Kesugihan, Kecamatan Adipala, Kecamatan Binangun, dan Kecamatan Nusawungu.

3.2 Data dan Peralatan

Penelitian tugas akhir ini menggunakan data dan peralatan yang dijelaskan dalam uraian berikut :

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

- a. Data citra Sentinel 2A Daerah Pesisir Kabupaten Cilacap.
- b. Data *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) Daerah Pesisir Kabupaten Cilacap.
- c. Data kepadatan penduduk, kepadatan bangunan, data jumlah penduduk balita, jumlah penduduk manula, jumlah penduduk wanita Pesisir Kabupaten Cilacap.
- d. Garis pantai, akses jalan ,dan sungai pesisir Kabupaten Cilacap.

3.2.2 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang digunakan meliputi Laptop HP dengan *processor intel*

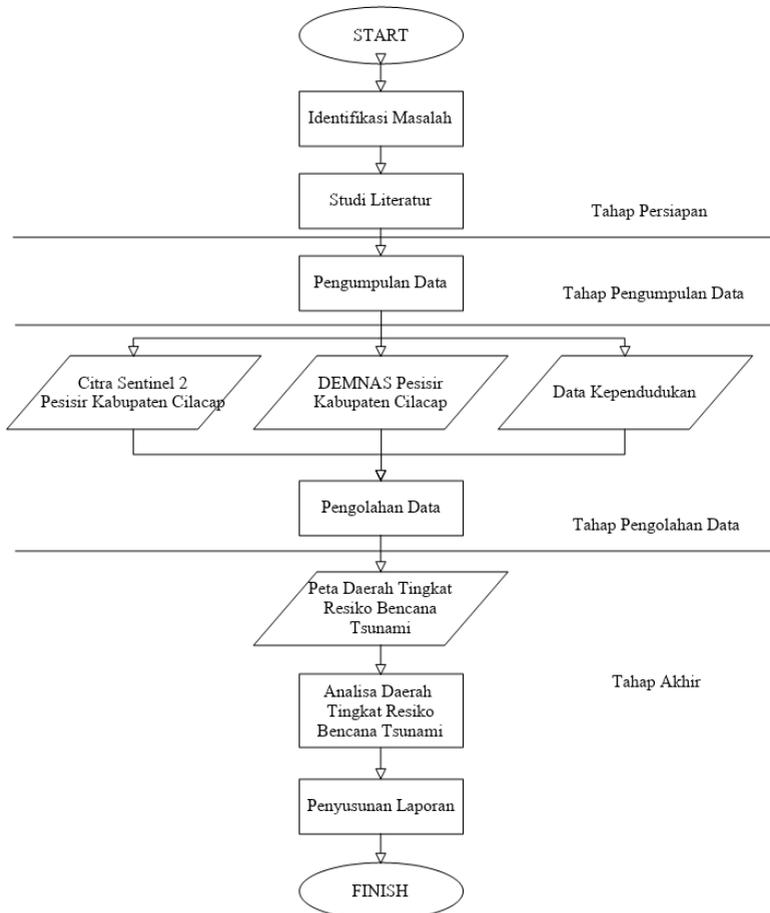
core i5. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan meliputi Qgis untuk proses *pre-processing* serta ArcGIS untuk proses pengolahan data dan *layouting* peta. Selain itu juga digunakan *Microsoft Office Excel* dan *Microsoft Office Word* untuk pengolahan data dan penulisan laporan.

3.3 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan metode penelitian yang dijelaskan pada uraian pelaksanaan berikut :

3.3.1 Tahap Penelitian

Pelaksanaan penelitian tugas akhir ini terdiri atas tahapan-tahapan seperti yang dijelaskan dalam diagram alir pada Gambar 3. 2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir

Diagram alir pelaksanaan penelitian Tugas Akhir pada Gambar 3. 2 tersebut dijelaskan dalam uraian berikut :

a. Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi tahap identifikasi masalah dan studi literatur sebagai berikut :

i. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengerucutkan permasalahan yang dibahas dalam suatu penelitian. Identifikasi masalah dapat juga berupa pemasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana memanfaatkan SIG dalam pembuatan peta risiko bencana tsunami di pesisir Kabupaten Cilacap dengan metode skoring dan overlay yang dapat digunakan untuk menunjang kegiatan mitigasi bencana.

ii. Studi Literatur

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

b. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan atau penghimpunan data utama serta data pendukung yang menjadi bahan penelitian tugas akhir. Adapun data yang dibutuhkan meliputi data citra Sentinel 2A, *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) serta data kependudukan di pesisir Kabupaten Cilacap. Dalam tahap ini juga dilakukan proses pencarian dan instalasi perangkat lunak yang digunakan dalam pengolahan data.

d. Tahap Pengolahan Data

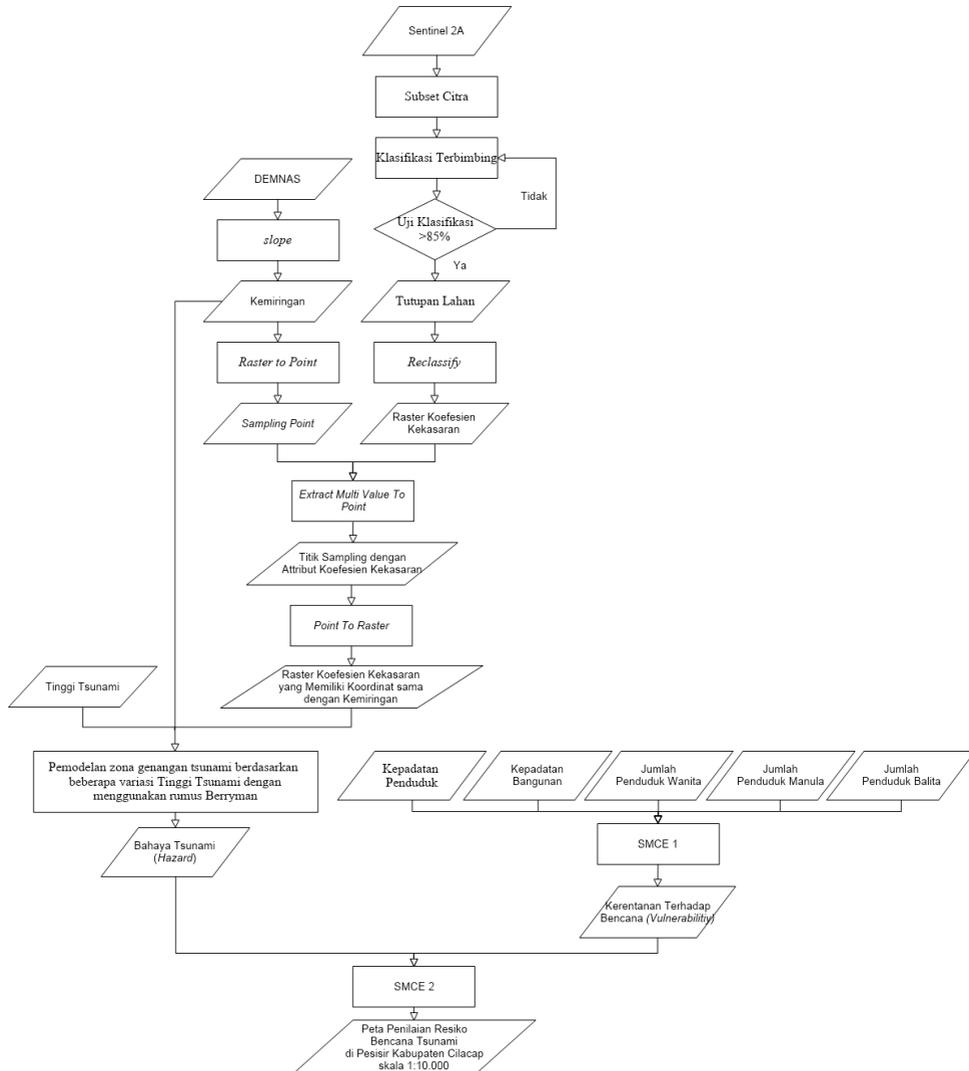
Merupakan tahap dimana seluruh data-data yang telah dikumpulkan kemudian diolah sesuai tujuan dengan berdasarkan referensi yang ada, dengan metode *overlay*, *skoring* dan pengklasifikasian, uji akurasi serta *layouting* hasil pengolahan kedalaman. Tahap pengolahan data tersebut dijelaskan dalam diagram alir pada Gambar 3. 3.

e. Tahap Akhir Penelitian

Tahap akhir penelitian tugas akhir ini adalah penyusunan laporan tentang pembuatan peta risiko bencana tsunami di pesisir Kabupaten Cilacap dengan memanfaatkan data yang ada. Serta penulisan jurnal ilmiah untuk kegiatan publikasi hasil penelitian.

3.3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data pada penelitian tugas akhir ini dijelaskan dalam diagram alir pada Gambar 3. 3 sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data

Diagram alir tersebut dijelaskan dalam uraian sebagai berikut :

- i. Tutupan Lahan
Peta Tutupan lahan didapat dari hasil klasifikasi dari citra Sentinel-2A yang sebelumnya telah dikoreksi dan di-*subset* lalu diklasifikasi dengan metode *Support Vector Machines* (SVM) ke dalam 9 kelas yaitu badan air, hutan, pemukiman, lahan kosong, sawah, kebun, semak, mangrove, dan tambak. Setelah itu dilakukan uji akurasi dengan *Accuracy Assessment* menggunakan ArcGis dan Google Earth dan dihitung menggunakan matriks konfusi untuk mengetahui klasifikasi yang dilakukan bisa digunakan atau tidak.
- ii. Kelerengan dan Koefisien Kekasaran
Kelerengan didapat setelah mengolah data *Digital Elevation Model* (DEM) selain itu pada tutupan lahan di *reclassify* dengan memasukkan nilai koefisien kekasaran tiap tutupan lahannya. Setelah itu untuk menyamakan resolusi citra DEM dengan Sentinel 2A, pada raster kelerengan dibuat *raster to point* dan dilakukan *Extract Multi Value to Point* agar titik kemiringan tersebut memiliki data koefisien kekasaran, setelah itu diubah kembali dengan *point to raster* sehingga tiap pixelnya memiliki data kemiringan dan koefisien kekasaran dengan resolusi yang dimiliki oleh kemiringan.
- iii. Bahaya Tsunami (*Hazard*)
Salah satu kriteria dalam SMCE adalah Bahaya tsunami didapat dari rumus Berryman yang menggunakan data kemiringan, koefisien kekasaran dan juga tinggi tsunami.
- iv. Kerentanan (*Vulnerability*)
Salah satu kriteria dalam SMCE adalah Kerentanan didapat dari skoring dan pembobotan

dari 5 parameter kependudukan yaitu kepadatan penduduk, kepadatan bangunan, jumlah penduduk balita, jumlah penduduk manula, dan jumlah penduduk wanita di setiap Kelurahan pesisir Kabupaten Cilacap dengan menggunakan *software* ArcGis.

- v. Risiko Tsunami
Salah satu kriteria dalam SMCE adalah Risiko Tsunami didapat dari skoring dan pembobotan dari kerentanan (*Vulnerability*) dan bahaya tsunami (*Hazard*).
- vi. Analisa
Tahap ini dilakukan untuk menganalisis hasil berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan.
- vii. *Layouting*
Data yang dihasilkan kemudian dilakukan *layouting* untuk memperindah sajian informasi, sehingga informasi dapat disampaikan dan diterima dengan baik.

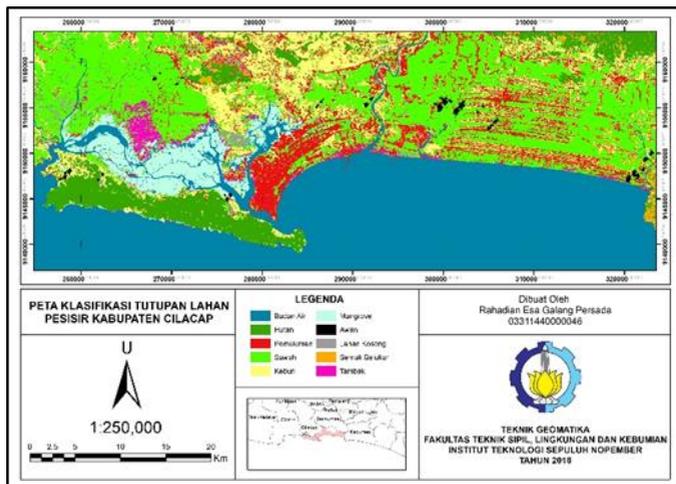
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan data yang telah dilakukan sesuai metodologi penelitian memberikan hasil yang dibahas dan dianalisis dalam uraian berikut :

4.1 Tutupan Lahan

Peta bahaya tsunami (*Hazard*) memerlukan tutupan lahan yang diolah menjadi koefisien kekasaran yang dibutuhkan dalam rumus Berryman, citra sentinel 2 diklasifikasikan menjadi 9 kelas yaitu badan air, hutan, pemukiman, lahan kosong, sawah, kebun, semak, mangrove, dan tambak.



Gambar 4.1 Tutupan Lahan

Tutupan lahan tersebut dilakukan dengan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised*) dengan metode *Support Vector Machines (SVM)*. Hasil dari Klasifikasi dari citra sentinel 2 tersebut didapat hasil hitungan dari matrik konfusi adalah 87.5% atau memiliki nilai lebih

dari 85% sehingga dapat dikatakan lulus uji klasifikasi. Berikut merupakan hasil gambar dari perhitungan matrik konfusi :

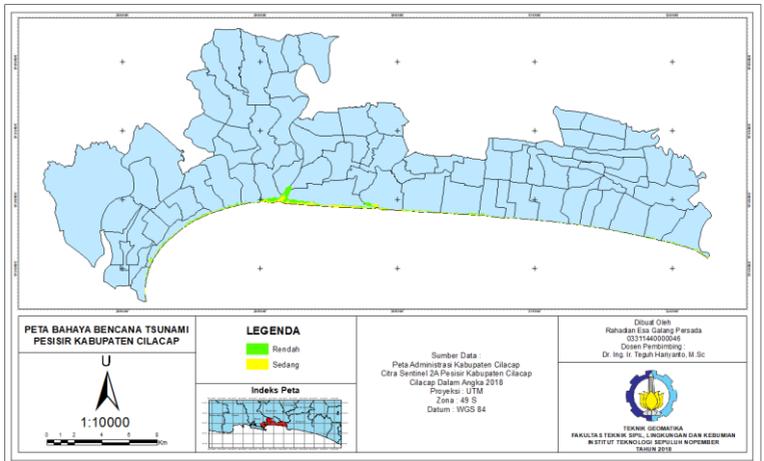
OID	ClassValue	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	Total	U_Accuracy	Kappa
0	C_0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	1	0
1	C_1	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0.9	0
2	C_2	0	0	9	0	1	0	0	0	0	0	10	0.9	0
3	C_3	0	0	1	25	0	0	0	0	0	0	26	0.961538	0
4	C_4	0	1	0	0	9	0	0	0	0	1	11	0.818182	0
5	C_5	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	1	0
6	C_6	1	3	1	4	1	0	0	0	0	0	10	0	0
7	C_7	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	1	0
8	C_8	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	1	0
9	C_9	2	1	0	0	0	0	0	0	7	10	7	0.7	0
10	Total	40	14	11	29	12	10	0	10	10	8	144	0	0
11	P_Accuracy	0.925	0.642857	0.818182	0.862069	0.75	1	0	1	1	0.875	0	0.875	0
12	Kappa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.85389

Gambar 4.2 Hasil uji klasifikasi dengan matrik konfusi

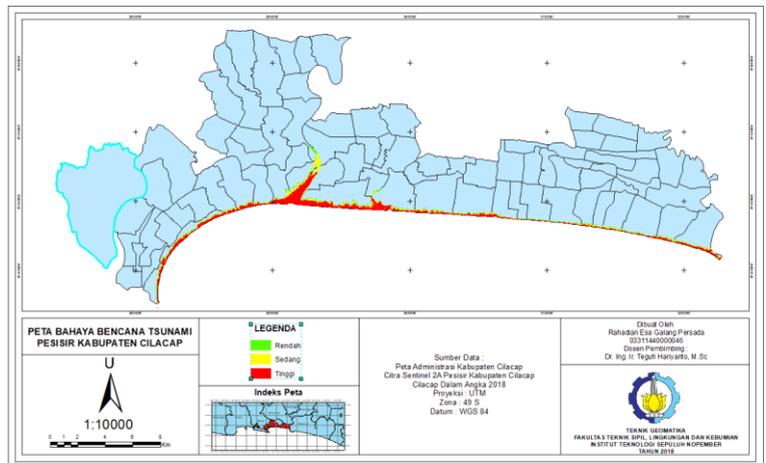
4.2 Peta Bahaya Tsunami (*Hazard*)

Pada Bahaya bencana tsunami (*Hazard*) di pesisir Kabupaten Cilacap merupakan hasil dari pengolahan dari data klasifikasi tutupan lahan, kelerengan (*Slope*), ketinggian tsunami, dan juga rumus (2.1). Hasil yang didapat merupakan area dampak dari pemodelan tsunami yaitu area atau wilayah yang paling berbahaya adalah area pantai atau yang berbatasan langsung dengan laut dan semakin jauh dari pantai semakin rendah tingkat bahayanya. Karena untuk pembobotannya sesuai dengan Indeks ancaman tsunami yang merujuk pada Paduan dari Badan Geologi Nasional-ESDM dan BMKG. Pembobotan yang semakin berbahaya jika gelombang semakin tinggi.

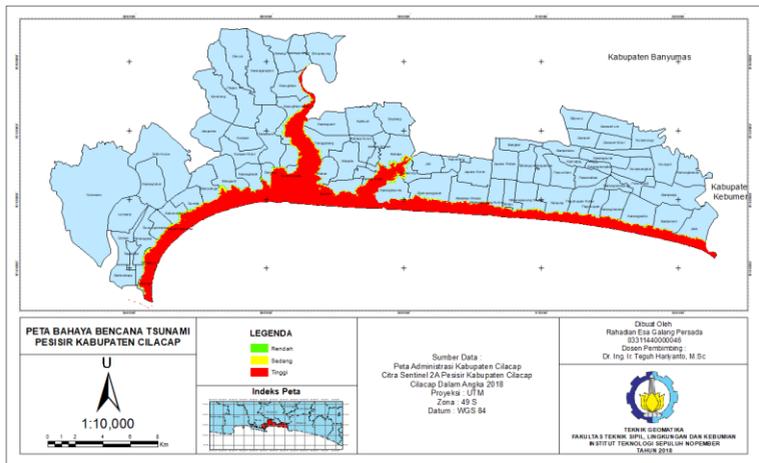
Berikut merupakan hasil bahaya tsunami (*Hazard*) di pesisir Kabupaten Cilacap dengan ketinggian 2 meter, 7 meter, dan 30 meter.



Gambar 4.3 Peta Bahaya Tsunami Ketinggian 2 meter



Gambar 4.4 Peta Bahaya Tsunami Ketinggian 7 meter

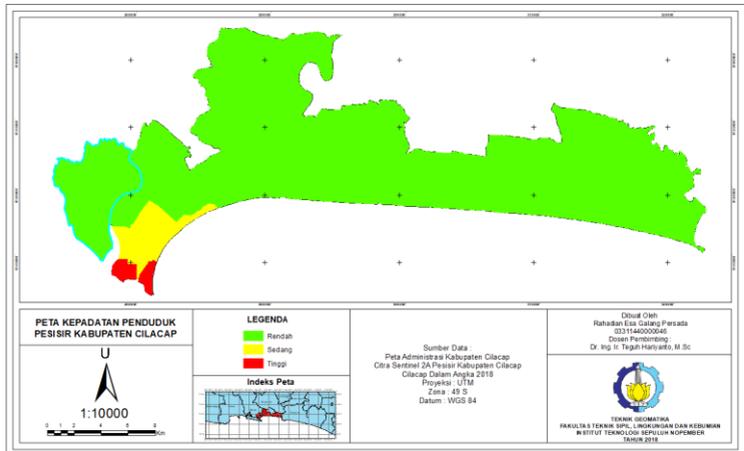


Gambar 4.5 Peta Bahaya Tsunami Ketinggian 30 meter

4.3 Peta Kerentanan (*Vulnerability*)

Pada Kerentanan bencana tsunami di pesisir Kabupaten Cilacap (*vulnerability*) merupakan kombinasi dari pembobotan dari parameter kerentanan fisik dan kerentanan sosial yaitu kepadatan penduduk, kepadatan bangunan, jumlah penduduk wanita, jumlah penduduk manula, dan juga jumlah penduduk balita.

Berikut merupakan hasil skoring dan pembobotan masing-masing parameter :



Gambar 4.6 Peta Kepadatan Penduduk Pesisir Kabupaten Cilacap

Kepadatan penduduk merupakan salah satu parameter untuk mendapatkan kerentanan bencana pada pesisir Kabupaten Cilacap (*vulnerability*). Pada gambar 4.6 dapat diketahui bahwa warna merah berarti kepadatan penduduk di daerah tersebut tinggi maka akan semakin rentan daerah tersebut, pada gambar tersebut kepadatan penduduk yang paling rentan yaitu di Kelurahan Tambakreja (Kecamatan Cilacap Selatan), Kelurahan Cilacap (Kecamatan Cilacap Selatan).

Kepadatan penduduk paling rendah adalah 671 orang per-kilometer persegi yaitu di Kelurahan Karangbenda (Kecamatan Adipala) dan kepadatan penduduk paling tinggi yaitu 14.188 orang per-kilometer persegi yaitu di Kelurahan Tambakreja (Kecamatan Cilacap Selatan) dari hasil penjumlahan nilai skor akan di dapatkan nilai skor total yang selanjutnya akan di klasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu kelas kerawanan rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan hasil perhitungan interval kelas menggunakan rumus (2.3)

Kepadatan bangunan merupakan salah satu parameter untuk mendapatkan kerentanan bencana pada pesisir Kabupaten Cilacap (*vulnerability*). Pada gambar 4.7 dapat terlihat bahwa warna merah berarti kepadatan jumlah bangunan pada daerah tersebut tinggi maka akan semakin rentan daerah tersebut, pada gambar tersebut kepadatan bangunan yang paling rentan yaitu berada di seluruh Kecamatan Cilacap Selatan (Kelurahan Tambakreja, Kelurahan Sidakaya, Kelurahan Tegalreja, Kelurahan Tegal Kamulyan, dan Kelurahan Cilacap) dan sebagian Kecamatan Cilacap Tengah (Kelurahan Lomanis, Kelurahan Donan, Kelurahan Sidanegara, dan Kelurahan Gunungsimping).

Kepadatan bangunan paling rendah adalah 0,083 hektar yaitu di Kelurahan Karangbenda (Kecamatan Adipala) dan kepadatan bangunan paling tinggi yaitu 0,994 orang per-kilometer persegi yaitu di Kelurahan Tegalreja (Kecamatan Cilacap Selatan) dari hasil penjumlahan nilai skor akan di dapatkan nilai skor total yang selanjutnya akan di klasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu kelas kerawanan rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan hasil perhitungan interval kelas menggunakan rumus (2.3)

$$\text{Kelas Interval Kerawanan} = \frac{0,994 - 0,083}{3} \approx 0,304$$

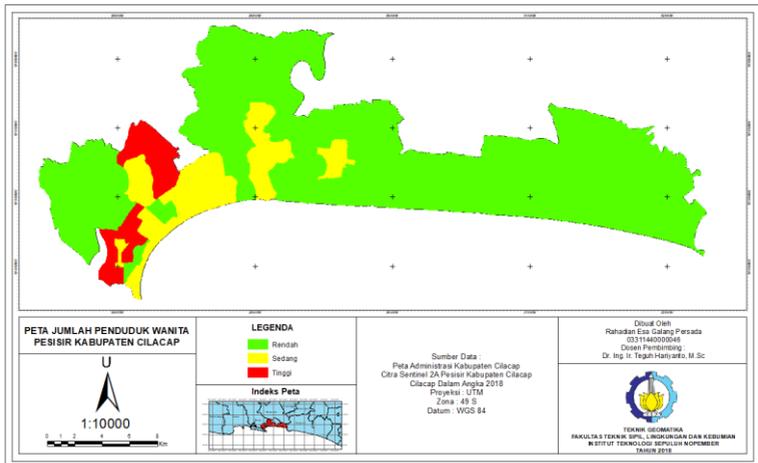
Sehingga kasifikasi kelas kerawanan dan skornya dengan nilai interval kerawanan 0,304 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Klasifikasi Skor Kerawanan Kepadatan Bangunan

No	Interval	Keterangan	Skor
1	0,083 - 0,386	Tingkat Kerawanan Rendah	1
2	0,386 - 0,690	Tingkat Kerawanan Sedang	2
3	0,690 - 0,994	Tingkat Kerawanan Tinggi	3

Sumber : Analisis Data, 2018

Pemilihan kelas berjumlah tiga didasarkan oleh Pembuatan Peta Kerawanan Bahaya Tsunami yang dikeluarkan oleh BNPB, yaitu terdiri dari 3 kelas, kelas Kerawanan rendah, Kerawanan sedang dan Kerawanan tinggi.



Gambar 4.8 Peta Jumlah Penduduk Wanita Pesisir Kabupaten *Cilacap*

Jumlah penduduk wanita merupakan salah satu parameter untuk mendapatkan kerentanan bencana pada pesisir Kabupaten Cilacap (*vulnerability*). Pada gambar 4.8 dapat diketahui bahwa warna merah menandakan jumlah penduduk wanita pada daerah tersebut tinggi maka akan semakin rentan daerah tersebut, pada gambar tersebut jumlah penduduk wanita yang paling rentan yaitu di Kecamatan Cilacap Tengah (Kelurahan Sidanegara, Kelurahan Donan, dan Kelurahan Lomanis), Kecamatan Cilacap Selatan (Kelurahan Tambakreja), dan Kecamatan Cilacap Utara (Kelurahan Trtih Kulon).

Jumlah penduduk wanita paling rendah adalah 421 orang yaitu di Kelurahan Karang Nangka (Kecamatan Binangun) dan jumlah penduduk wanita paling tinggi yaitu 15498 orang yaitu di Kelurahan Sidanegara (Kecamatan Cilacap Tengah) dari hasil penjumlahan nilai skor akan di dapatkan nilai skor total yang selanjutnya akan di klasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu kelas kerawanan rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan hasil perhitungan interval kelas menggunakan rumus (2.3)

$$\text{Kelas Interval Kerawanan} = \frac{15498 - 421}{3} \approx 5025,667$$

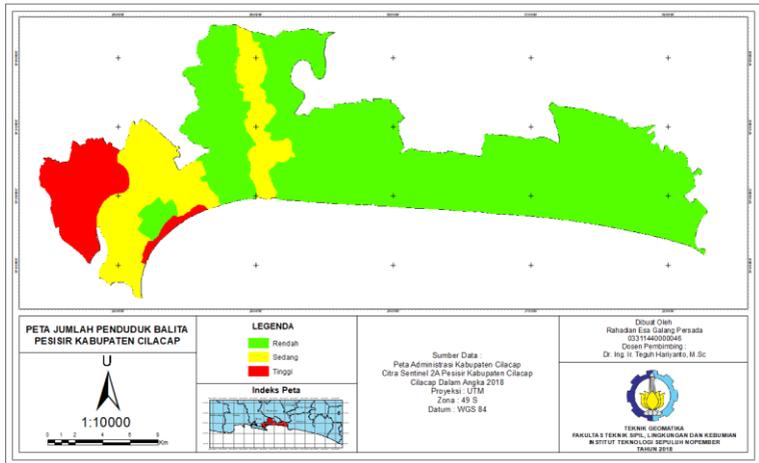
Sehingga kasifikasi kelas kerawanan dan skornya dengan nilai interval kerawanan 5025,667 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Klasifikasi Skor Kerawanan Jumlah Penduduk Wanita

No	Interval	Keterangan	Skor
1	421 - 5446,667	Tingkat Kerawanan Rendah	1
2	5446,667 - 10472,333	Tingkat Kerawanan Sedang	2
3	10472,333 - 15498	Tingkat Kerawanan Tinggi	3

Sumber : Analisis Data, 2018

Pemilihan kelas berjumlah tiga didasarkan oleh Pembuatan Peta Kerawanan Bahaya Tsunami yang dikeluarkan oleh BNPB, yaitu terdiri dari 3 kelas, kelas Kerawanan rendah, Kerawanan sedang dan Kerawanan tinggi.



Gambar 4.9 Peta Jumlah Penduduk Balita Pesisir Kabupaten Cilacap

Jumlah penduduk balita merupakan salah satu parameter untuk mendapatkan kerentanan bencana pada pesisir Kabupaten Cilacap (*vulnerability*). Pada gambar 4.9 dapat diketahui bahwa warna merah menandakan jumlah penduduk balita pada daerah tersebut tinggi maka akan semakin rentan daerah tersebut, pada gambar tersebut jumlah penduduk balita yang paling rentan yaitu di Kelurahan Kutawaru (Kecamatan Cilacap Tengah) dan Kelurahan Tegal Kamulyan (Kecamatan Cilacap Selatan).

Jumlah penduduk balita paling rendah adalah 90 orang yaitu di Kelurahan Karang Nangka (Kecamatan Binangun) dan jumlah penduduk wanita paling tinggi yaitu 2443 orang yaitu di Kelurahan Kutawaru (Kecamatan Cilacap Tengah) dari hasil penjumlahan nilai skor akan di dapatkan nilai skor total yang selanjutnya akan di klasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu kelas kerawanan rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan hasil perhitungan interval kelas menggunakan rumus (2.3)

$$\text{Kelas Interval Kerawanan} = \frac{2443 - 90}{3} \approx 748,333$$

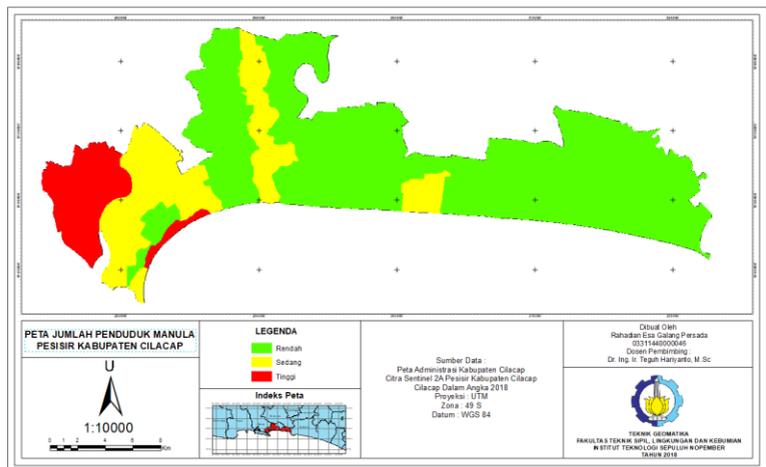
Sehingga kasifikasi kelas kerawanan dan skornya dengan nilai interval kerawanan 748,333 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Klasifikasi Skor Kerawanan Jumlah Penduduk Balita

No	Interval	Keterangan	Skor
1	90 - 874,333	Tingkat Kerawanan Rendah	1
2	874,333 - 1658,667	Tingkat Kerawanan Sedang	2
3	1658,667 - 2443	Tingkat Kerawanan Tinggi	3

Sumber : Analisis Data, 2018

Pemilihan kelas berjumlah tiga didasarkan oleh Pembuatan Peta Kerawanan Bahaya Tsunami yang dikeluarkan oleh BNPB, yaitu terdiri dari 3 kelas, kelas Kerawanan rendah, Kerawanan sedang dan Kerawanan tinggi.



Gambar 4.10 Peta Jumlah Penduduk Manula Pesisir Kabupaten Cilacap

Jumlah penduduk manula merupakan salah satu parameter untuk mendapatkan kerentanan bencana pada pesisir Kabupaten Cilacap (*vulnerability*). Pada gambar 4.10 dapat diketahui bahwa warna merah menandakan jumlah penduduk manula pada daerah tersebut tinggi maka akan semakin rentan daerah tersebut, pada gambar tersebut jumlah penduduk manula yang paling rentan yaitu di Kelurahan Kutawaru (Kecamatan Cilacap Tengah) dan Kelurahan Tegal Kamulyan (Kecamatan Cilacap Selatan).

Jumlah penduduk manula paling rendah adalah 101 orang yaitu di Kelurahan Karang Nangka (Kecamatan Binangun) dan jumlah penduduk wanita paling tinggi yaitu 2063 orang yaitu di Kelurahan Kutawaru (Kecamatan Cilacap Tengah) dari hasil penjumlahan nilai skor akan di dapatkan nilai skor total yang selanjutnya akan di klasifikasikan ke dalam tiga kelas yaitu kelas kerawanan rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan hasil perhitungan interval kelas menggunakan rumus (2.3)

$$\text{Kelas Interval Kerawanan} = \frac{2063 - 101}{3} \approx 654$$

Sehingga kasifikasi kelas kerawanan dan skornya dengan nilai interval kerawanan 654 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Klasifikasi Skor Kerawanan Jumlah Penduduk Manula

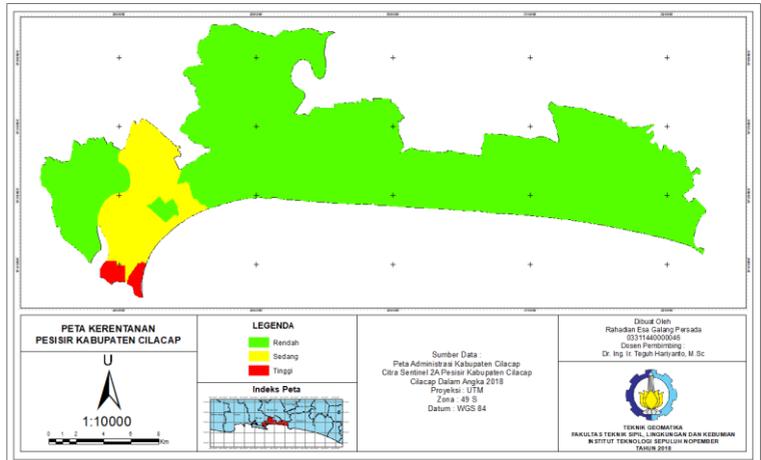
No	Interval	Keterangan	Skor
1	101 - 755	Tingkat Kerawanan Rendah	1
2	755 - 1409	Tingkat Kerawanan Sedang	2
3	1409 - 2063	Tingkat Kerawanan Tinggi	3

Sumber : Analisis Data, 2018

Pemilihan kelas berjumlah tiga didasarkan oleh Pembuatan Peta Kerawanan Bahaya Tsunami yang dikeluarkan oleh BNPB, yaitu terdiri dari 3 kelas, kelas

Kerawanan rendah, Kerawanan sedang dan Kerawanan tinggi.

Dari 5 parameter diatas dilakukan pembobotan sesuai dengan gambar 2.4 sehingga didapat hasil seperti gambar 4.11 berikut :

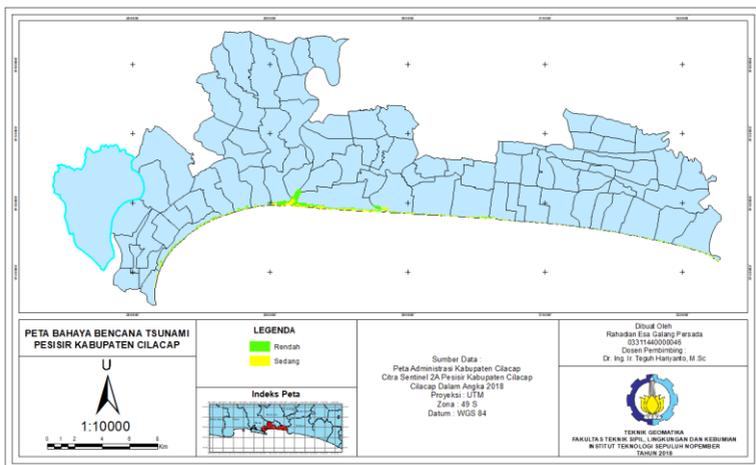


Gambar 4. 11 Peta Kerentanan Pesisir Kabupaten Cilacap

Pada Kerentanan bencana tsunami di pesisir Kabupaten Cilacap (*vulnerability*) merupakan kombinasi dari pembobotan dari parameter kerentanan fisik dan kerentanan sosial yaitu kepadatan penduduk, kepadatan bangunan, jumlah penduduk wanita, jumlah penduduk manula, dan juga jumlah penduduk balita. Pada gambar 4.11 dapat diketahui bahwa Kelurahan Tambakreja (Kecamatan Cilacap Selatan), Kelurahan Cilacap (Kecamatan Cilacap Selatan). merupakan daerah yang memiliki kerentanan tertinggi di pesisir Kabupaten Cilacap.

4.4 Peta Risiko Bencana Tsunami (*Risk*)

Risiko tsunami merupakan hasil pembobotan dari kerentanan (*vulnerability*) dan bahaya (*Hazard*) tsunami di pesisir Kabupaten Cilacap. Pemobotan mengacu pada gambar 2.3 dimana bahaya lebih berpengaruh besar dibanding kerentanan. Semakin rentan dan berbahaya daerah tersebut maka risiko daerah tersebut semakin besar, pada gambar dapat terlihat bahwa warna merah menandakan bahwa area tersebut memiliki risiko yang tinggi.



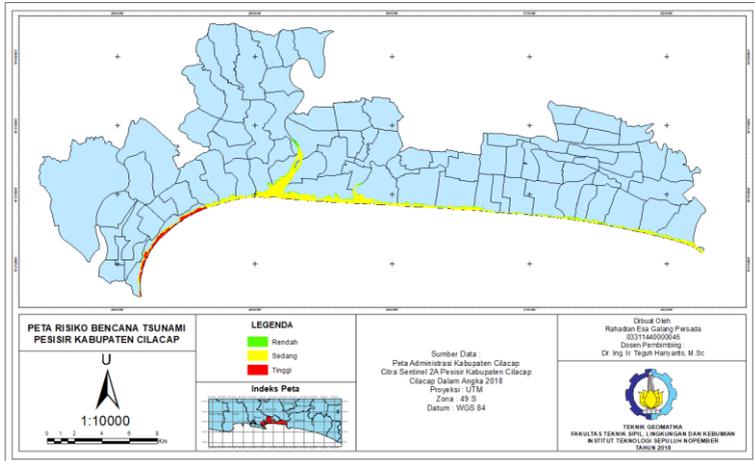
Gambar 4.12 Peta Risiko Bencana Tsunami Ketinggian 2 meter

Pada gambar 4.12 terlihat bahwa pada tsunami setinggi 2 meter mengenai seluruh kelurahan yang berbatasan dengan laut hingga masuk sungai, total area terdampak tsunami yaitu 402,254 Hektar, luas dari tingkat risiko rendah mencapai 205,346 Hektar, sedangkan kerentanan sedang mencapai 196,908 Hektar dengan rincian seperti tabel 4.6 berikut :

Tabel 4. 6 Kelurahan Terdampak Tsunami 2 Meter

Kecamatan	Kelurahan	Luas Terdampak (Ha)	
		Rendah	Sedang
Adipala	Welahan Wetan	9,060	10,322
	Glempangpasir	6,905	10,144
	Gombolharjo	10,198	-
	Karangbenda	11,056	14,805
	Bunton	78,740	80,033
	Wlahar	4,449	-
Binangun	Widarapayung Kulon	3,740	4,421
	Widarapayung Wetan	0,951	0,947
	Sidaurip	1,487	1,491
	Pagubugan	0,606	0,576
	Sidayu	0,417	0,643
	Paguyuban Kulon	0,754	0,611
Cilacap Selatan	Cilacap	0,002	7,497
	Tegal Kamulyan	22,285	21,789
Cilacap Utara	Mertasinga	3,108	3,476
Kesugihan	Menganti	6,649	5,435
	Karangkandri	3,295	3,577
	Slarang	24,807	15,225
Nusawungu	Karang Tawang	1,469	1,050
	Karang Pakis	2,667	3,389
	Banjarsari	3,719	2,112
	Jetis	8,981	9,363

Sumber : Analisis Data, 2018



Gambar 4.13 Peta Risiko Bencana Tsunami Ketinggian 7 meter

Pada gambar 4.13 dapat dilihat bahwa seluruh wilayah yang berbatasan langsung dengan laut terkena dampak dari tsunami, luas total dari area terdampak adalah 1280,344 Hektar yang mencakup Kelurahan Cilacap, Kelurahan Tegal Kamulyan, Kelurahan Mertasinga, Kelurahan Menganti, Kelurahan Karangkadri, Kelurahan Slarang, Kelurahan Bunton, Kelurahan Karangbenda, Kelurahan Glemgangpasir, Kelurahan Welahan Wetan, Kelurahan Widarapayung Kulon, Kelurahan Sidayu, Kelurahan Widarapayung Wetan, Kelurahan Sidaurip, Kelurahan Pagubugan Kulon, Kelurahan Pagubugan, Kelurahan Karangtawang, Kelurahan Karangpakis, Kelurahan Banjarsari, dan Kelurahan Jetis.

Selain itu ada beberapa Kelurahan yang tidak berbatasan langsung dengan laut namun ikut terkena dampak akibat Kelurahan tersebut berbatasan langsung dengan sungai yang memiliki koefisien kekasaran yang rendah, sehingga tsunami akan merambat lebih jauh pada koefisien kekasaran yang rendah, Kelurahan yang terdampak antara lain yaitu

Kelurahan Karanganyar, Kelurahan Wlahar, Kelurahan Gombolharjo, Kelurahan Penggalang, Kelurahan Kesugihan Kidul, dan Kelurahan Sidakaya.

Luas daerah yang memiliki risiko tinggi yaitu 109,288 Hektar, risiko sedang yaitu 1001,582 Hektar, dan risiko tinggi yaitu 169,473 Hektar dengan rincian seperti tabel 4.8 berikut :

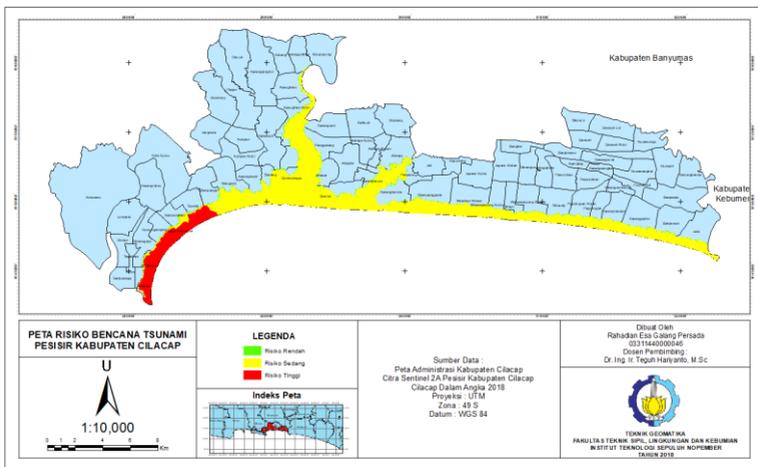
Tabel 4. 7 Kelurahan Terdampak Tsunami 7 Meter

Kecamatan	Kelurahan	Luas Terdampak (Ha)		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Adipala	Welahan Wetan	7,432	49,193	-
	Glempangpasir	9,633	49,146	-
	Gombolharjo	12,490	75,468	-
	Karangbenda	10,274	59,763	-
	Karanganyar	3,317	2,940	-
	Bunton	24,861	280,382	-
	Wlahar	4,481	49,150	-
	Penggalang	4,375	28,536	-
Binangun	Widarapayung Kulon	5,220	22,175	-
	Widarapayung Wetan	3,297	9,699	-
	Sidaurip	5,073	15,987	-
	Pagubugan	3,504	8,115	-
	Sidayu	0,823	3,757	-
	Paguyuban Kulon	3,628	10,657	-
Cilacap Selatan	Sidakaya	0,103	0,003	-
	Cilacap	0,001	17,240	18,884
	Tegal Kamulyan	16,319	35,796	90,396
Cilacap Utara	Mertasinga	3,317	21,897	0,008
Kesugihan	Menganti	4,307	35,109	-

	Karangkandri	3,742	22,669	-
	Slarang	7,241	77,576	-
	Kesugihan Kidul	10,437	0,014	-
Nusawungu	Karang Tawang	5,471	17,237	-
	Karang Pakis	6,472	22,557	-
	Banjarsari	4,558	23,447	-
	Jetis	9,096	63,070	-

Sumber : Analisis Data, 2018

Selain itu area berwarna merah hanya terlihat di daerah yang memiliki kerentanan yang lebih tinggi, sehingga kerentanan berpengaruh cukup besar pada risiko bencana tsunami di pesisir Kabupaten Cilacap.



Gambar 4. 14 Peta Risiko Bencana Tsunami Ketinggian 30 meter

Pada tsunami dengan ketinggian 30 meter pada gambar 4.14 dapat dilihat bahwa terdapat banyak area berseiko tinggi

di Kecamatan Cilacap Selatan, hal ini terjadi karena tingkat kerentanan pada Kecamatan tersebut lebih tinggi dibanding yang lain dan karena pembobotan antara bahaya dan kerentanan yang saling mempengaruhi.

Luas daerah yang terdampak tsunami pada ketinggian ini yaitu 5855,584 Hektar dengan rincian wilayah yang memiliki risiko tinggi yaitu 192,213 Hektar, risiko sedang yaitu 4921,294 Hektar, dan risiko rendah yaitu 742.077 Hektar dengan rincian seperti tabel 4.8 berikut :

Tabel 4.8 Kelurahan Terdampak Tsunami 30 Meter

Kecamatan	Kelurahan	Luas Terdampak (Ha)		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Adipala	Welahan Wetan	4,951	239,917	-
	Glempangpasir	7,651	263,469	-
	Gombolharjo	2,772	261,437	-
	Karangbenda	12,863	340,563	-
	Karanganyar	3,919	124,046	-
	Bunton	8,208	708,363	-
	Wlahar	4,887	187,486	-
	Penggalang	7,324	201,684	-
	Adiraja	14,431	80,719	-
	Adireja Wetan	0,020	-	-
	Karangsari	1,521	20,044	-
Pedasong	6,139	46,733	-	
Binangun	Widarapayung Kulon	3,304	131,104	-
	Widarapayung Wetan	4,911	111,335	-
	Sidaurip	4,651	141,121	-
	Pagubugan	2,112	57,642	-
	Sidayu	2,128	38,456	-

	Paguyuban Kulon	3,729	70,129	-
	Jati	0,745	2,349	-
Cilacap Selatan	Sidakaya	4,964	13,443	93,906
	Cilacap	0,004	10,745	170,234
	Tegal Kamulyan	0,037	0,417	312,061
Cilacap Utara	Mertasinga	5,434	138,441	0,048
	Gumilir	5,616	10,318	84,861
	Kebonmanis	7,900	46,397	0,086
Cilacap Tengah	Gunung Simpung	5,168	11,513	74,396
	Sidanegara	4,631	8,879	6,486
Kesugihan	Menganti	8,401	220,280	-
	Karangkandri	3,777	145,979	-
	Slarang	13,156	352,716	-
	Kesugihan Kidul	16,258	313,950	-
	Kalisabuk	0,678	1,012	-
	Kesugihan Kidul	4,649	39,748	-
	Pesanggrahan	0,963	2,956	-
Nusawungu	Karang Tawang	0,021	107,668	-
	Karang Pakis	5,535	174,310	-
	Banjarsari	4,226	98,369	-
	Jetis	4,530	197,560	-

Sumber : Analisis Data, 2018

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan mengenai hasil penelitian sekaligus saran untuk penelitian-penelitian berikutnya sebagaimana diuraikan dalam poin-poin berikut :

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan analisis terhadap hasil penelitian tugas akhir tentang pemetaan risiko tsunami dengan metode *spatial multi-criteria evaluation* ini adalah sebagai berikut :

- a. Mendapatkan klasifikasi tingkat rendah, sedang dan tinggi pada setiap model tsunami. Pada tsunami 2 meter total luasan mencapai 402,254 Hektar dengan rincian wilayah yang memiliki tingkat risiko rendah mencapai 205,346 Hektar, sedangkan tingkat risiko sedang mencapai 196,908 Hektar, lokasi terluas yang terdampak tsunami yaitu berada di Kelurahan Bunton, Kecamatan Adipala, sedangkan yang paling rendah yaitu pada Kelurahan Sidayu, Kecamatan Binangun. Pada model tsunami 7 meter luas total dari area terdampak adalah 1280,344 Hektar dengan rincian wilayah yang memiliki tingkat risiko rendah yaitu 109,288 Hektar, tingkat risiko sedang yaitu 1001,582 Hektar, dan tingkat risiko rendah yaitu 169,473 Hektar, lokasi terluas yang terdampak tsunami yaitu berada di Kelurahan Bunton, Kecamatan Adipala, sedangkan yang paling rendah yaitu pada Kelurahan Sidakaya, Kecamatan Cilacap Selatan. Pada ketinggian tsunami 30 meter luas daerah yang terdampak tsunami yaitu 5855,584 Hektar dengan rincian wilayah yang memiliki tingkat risiko tinggi yaitu 192,213 Hektar, tingkat risiko sedang yaitu 4921,294 Hektar, dan tingkat risiko rendah yaitu 742.077 Hektar, lokasi terluas yang terdampak tsunami yaitu berada di Kelurahan Bunton,

Kecamatan Adipala, sedangkan yang paling rendah yaitu pada Kelurahan Adireja Wetan, Kecamatan Adipala.

- b. Menghasilkan peta risiko tsunami di pesisir Kabupaten Cilacap dengan skala 1 : 10.000.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian berikutnya ialah :

- a. Citra satelit Sentinel-2A sebaiknya menggunakan beberapa data perekaman dengan meminimalisir adanya daerah yang tertutup awan sehingga dapat memaksimalkan proses pengolahan data tutupan lahan.
- b. Perlu adanya sistem peringatan dini untuk menunjang kesiap siagaan dalam aspek kapasitas sosial dan mengurangi tingkat risiko terdampak bahaya tsunami.
- c. Perlu digunakannya sumber data yang lebih terbaru dan detail untuk menghasilkan peta yang lebih rinci, misalnya menggunakan peta resolusi tinggi sebagai dasar pembuatan peta tutupan lahan sehingga model peta risiko yang di hasilkan akan lebih detail dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aronoff, S. 1989. *Geographic Information System: A Management Perspective*. Ottawa. WDI Publications.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 8 Tahun 2011 Tentang Standarisasi data kebencanaan.
- Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana Tahun 2007 Tentang Pengenalan Karakter Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia.
- Berryman, K. 2006. *Review of tsunami hazard and risk in New Zealand*. Institute of Geological & Nuclear Sciences.
- BMKG, Indonesia Rawan Gempa dan Tsunami, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, https://inatews.bmkg.go.id/new/about_inatews.php?url=3. Diakses tanggal 20 September 2018 pukul 09.12 WIB
- Coastal, U. W., dan Geology, M. 2005. *The December 26, 2004 Indian Ocean Tsunami: Initial Findings On Tsunami Sand Deposits, Damage, And Inundation In Sri Lanka*.
- Commission Intergovernmental Oceanographic. 2014. Tsunami, The Great Waves, Revised Edition. <http://unesdoc.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?lin=1&catno=148609>. Diakses tanggal 19 September 2018 pukul 16.32 WIB
- Fajarini, Rahmi. 2014. Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan Dan Perencanaan Tata Ruang Di Kabupaten Bogor. Bogor. Institut pertanian Bogor.
- Fauzi, Y., Suwarsono, D., dan Rizai, J. 2012. Laporan akhir penelitian unggulan universitas bengkulu tahun 2012 (Vol. 1).
- Fauzi, Y., Suwarsono, S., dan Mayasari, Z. M. 2014. *The Run up*

Tsunami Modeling in Bengkulu using the Spatial Interpolation of Kriging Technique. Forum Geografi, 28(2), hal 103–112.

- Husein, Rahmat. 2006. *Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Yogyakarta: Komunitas Ilmu Komputer.
- Imamura, F., Yalçiner, A. C., dan Ozyurt, G. 2006. *Tsunami modelling manual*. *Tsunami Modelling Manual*, (April), hal 58.
- Kamaruzzaman. 2007. *Enhancing The Quality of Decision Making: Introducing Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE) for Boundary Conflict Resolution in The Philippines*. Tesis. International Institute For Geo-information Science and Earth Observation (ITC) Enschede.
- Kiefer, dan Lillesand. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (Diterjemahkan oleh Dulbahri, Prapto Suharsono, Hartono, dan Suharyadi) Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kongko, W., dkk. 2006. *Java Tsunami Survey Report*, BPDP-BPPT and ITS, Surabaya.
- Latifu, M. Aziz. 2012. *Pemetaan Tingkat Kerentanan Dan Tingkat Bahaya Banjir Daerah Aliran Sungai (Das) Bengawan Solo Bagian Tengah Di Kabupaten Bojonegoro*. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta
- Loijen, J. 2011. *Hazard based Site Selection for Waste Disposal using SMCE*. ITC School on Disaster Geo-informations Management.
- Muhari, A., Diposaptono, S., dan Imamura, F. (2007). *Toward an Integrated Tsunami Disaster Mitigation : Lessons Learned from previous tsunami events in Indonesia*, *Journal of Natural Disaster Sciences (JNDS)*, 29 (1), hal 13-19.

- Pratomo. 2008. Analisis Kerentanan Banjir di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis. Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah. Surakarta
- Pratomo, R. A., dan Iwan, R. 2013. Permodelan Tsunami dan Implikasinya Terhadap Mitigasi Bencana di Kota Palu. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 9(2), hal 174–182.
- Pristanto , Adhitya Irvan. 2010. Upaya Peningkatan Pemahaman Masyarakat Tentang Mitigasi Bencana Gempa Bumi di Desa Tirtomartani Kecamatan Kalasan Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta. Universitas Negri Yogyakarta.
- Rahman dkk. 2011. *Influence of georeference for saturated excess overland flow modelling using 3D volumetric soft geobjects*. *Computers and Geosciences*. 2011;37(4):598-609.
- Roudgarmi, P., Khorasani, N., Monavari, M., dan Nouri, J. 2007. *Environmnetal Impacts Evaluation By Spatial Multi-Criteria Evalutaion Technique*. *Proceeding of the 10 International Conference on Environmental Science and Technology*.
- Sharifi, M. A., dan Vasilios, R. 2004. “*Site Selection for Waste Disposal through Spatial Multi Criteria Decision Analysis*” dalam *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 3, 2004. Enschede, the Netherlands.
- Sugito, N. T. 2008. Tsunami. Jurusan Pendidikan Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
- UNESCO-IOC, 2006, Tsunami Glossary, IOC Information Document No. 1221, Paris, UNESCO. Westen, C. v.,

Kingma, N., dan Montoya, L., 2009, *Multi Hazard Risk Assessment, Educational Guide Book Session 4: Elements at Risk*, edited by Cees van Westen, ITC, Enschede, The Netherlands.

Van Westen, C. J., dkk. 2011. *Multi-hazard Risk Assessment*. Enschede, the Netherlands: United Nations University - ITC School on Disaster Geo-informations Management.

Wibowo, A., dan Semedi, J. M. 2011. "Model Spasial dengan SMCE Untuk Kesesuaian Kawasan Industri (Studi Kasus di Kota Serang)". *Globè* Volume 13 No 1 hal 50-59.

Zarkesh, M. K. (2005). *Decision Support System for Floodwater Spreading Site Selection in Iran*. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC). PhD thesis. Enschede, The Netherlands.

Name	Value	Type
General_Info		
Product_Info		
Datatake		
datatakeIdentifier	GS2A_20180716T024551_016002_N02.06	ascii
SPACECRAFT_NAME	Sentinel-2A	ascii
DATATAKE_TYPE	INS-NOBS	ascii
DATATAKE_SENSING_START	2018-07-16T02:45:51.024Z	ascii
SENSING_ORBIT_NUMBER	132	ascii
SENSING_ORBIT_DIRECTION	DESCENDING	ascii
Query_Options		
completeSingleTile	true	ascii
PRODUCT_FORMAT	SAFE_COMPACT	ascii
Product_Organisation		
Granule_List		
Granule		
datastripIdentifier	S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20180716T062332_S20180716T030223_J	ascii
granuleIdentifier	S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20180716T062332_A016002_T49MCM_N	ascii
imageFormat	JPEG2000	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MCM_A016002_20180716T030223/IMG_DATA/T49MCI	ascii
PRODUCT_START_TIME	2018-07-16T02:45:51.024Z	ascii
PRODUCT_STOP_TIME	2018-07-16T02:45:51.024Z	ascii
PRODUCT_URL	S2A_MSI_L1C_20180716T024551_N0206_R132_T49MCM_20180716T0623	ascii
PROCESSING_LEVEL	Level-1C	ascii
PRODUCT_TYPE	S2MSI1C	ascii
PROCESSING_BASELINE	02.06	ascii
GENERATION_TIME	2018-07-16T06:23:32.000000Z	ascii
PREVIEW_IMAGE_LURL	Not applicable	ascii
PREVIEW_GEO_INFO	Not applicable	ascii

Lampiran 2 - Metadata Citra Satelit DEMNAS pesisir Kabupaten Cilacap

Name	Value	Type
GeoTIFF Metadata		
GeoKeyDirectory		
GTModelTypeGeoKey	ModelTypeGeographic	ascii
GTRasterTypeGeoKey	RasterPixelIsArea	ascii
GeographicTypeGeoKey	GCS_WGS_84	ascii
GeogCitationGeoKey	GCS Name = GCS_WGS_1984	ascii
GeogGeodeticDatumGeoKey	Datum_WGS84	ascii
GeogPrimeMeridianGeoKey	PM_Greenwich	ascii
GeogAngularUnitsGeoKey	Angular_Degree	ascii
GeogAngularUnitsSizeGeoKey	0.0174532925199433	float64
GeogEllipsoidGeoKey	Ellipse_WGS_84	ascii
GeogSemiMajorAxisGeoKey	6378137.0	float64
GeogInvFlatteningGeoKey	298.257223563	float64
GeogPrimeMeridianLongGeoKey	0.0	float64
PCSCitationGeoKey	Datum = D_WGS_1984	ascii
ModelPixelScaleTag	7.500750075007501E-5, 7.500750075007501E-5, 0.0	ascii
ModelTiePointTag	0.0, 0.0, 0.0, 108.75, -7.75, 0.0	ascii
ImageWidth	3333	ascii
ImageLength	3333	ascii
BitsPerSample	32	ascii
Compression	Uncompressed	ascii
PhotometricInterpretation	BlackIsZero	ascii
StripOffsets		ascii
SamplesPerPixel	1	ascii
RowsPerStrip	1	ascii
StripByteCounts		ascii
PlanarConfiguration	Chunky	ascii
SampleFormat	Floating Point	ascii
unknown	<GDALMetadata> <Item name="lat#actual_range">{-8.0016998353809	ascii
unknown	nan	ascii

Name	Value	Type
GeoTIFF Metadata		
GeoKeyDirectory		
GTModelTypeGeoKey	ModelTypeGeographic	ascii
GTRasterTypeGeoKey	RasterPixelsArea	ascii
GeographicTypeGeoKey	GCS_WGS_84	ascii
GeogCitationGeoKey	GCS Name = GCS_WGS_1984	ascii
GeogGeodeticDatumGeoKey	Datum_WGS84	ascii
GeogPrimeMeridianGeoKey	PM_Greenwich	ascii
GeogAngularUnitsGeoKey	Angular_Degree	ascii
GeogAngularUnitsSizeGeoKey	0.0174532925199433	float64
GeogEllipsoidGeoKey	Ellipse_WGS_84	ascii
GeogSemiMajorAxisGeoKey	6378137.0	float64
GeogInvFlatteningGeoKey	298.257223563	float64
GeogPrimeMeridianLongGeoKey	0.0	float64
PCSCitationGeoKey	Datum = D_WGS_1984	ascii
ModelPixelScaleTag	7.500750075007501E-5, 7.500750075007501E-5, 0.0	ascii
ModelTiePointTag	0.0, 0.0, 0.0, 108.75, -7.5, 0.0	ascii
ImageWidth	3333	ascii
ImageLength	3333	ascii
BitsPerSample	32	ascii
Compression	Uncompressed	ascii
PhotometricInterpretation	BlackIsZero	ascii
StripOffsets		ascii
SamplesPerPixel	1	ascii
RowsPerStrip	1	ascii
StripByteCounts		ascii
PlanarConfiguration	Chunky	ascii
SampleFormat	Floating Point	ascii
unknown	<GDALMetadata> <Item name="lat#actual_range">{-8.0016998353809}	ascii
unknown	nan	ascii

Lampiran 3. Peta Risiko Bencana Tsunami

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Bandung, 22 November 1995, anak pertama dari 2 bersaudara dan merupakan anak dari Bapak Adi Chestiawan dan Ibu Mimie Sendaruwati. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Guntur Madiun dan SDN Pelita Bandung, kemudian SMPN 13 Bandung. Lalu melanjutkan ke SMAN 8 Bandung dan aktif dalam berbagai ekstrakurikuler pada tahun 2011 – 2013. Setelah lulus SMA kemudian melanjutkan studi S1 di Departemen Teknik Geomatika pada tahun 2014 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan tergabung dalam angkatan G16. Pada masa perkuliahan penulis aktif dalam HIMAGE-ITS, menjadi staf Departemen Media Informasi pada tahun 2016-2017 dan Selain itu penulis juga aktif di berbagai kegiatan kampus maupun luar kampus, baik departemen, fakultas maupun institut, salah satunya adalah menjadi panitia Olimpiade FTSP 2015 serta mengikuti beberapa pelatihan salah satunya adalah LKMM Pra-TD. Penulis juga pernah melaksanakan Kerja Praktik di Badan Riset dan Observasi Laut (BROL) pada tahun 2017 selama satu bulan. Penulis berharap segala bentuk komunikasi yang ingin disampaikan, baik mengenai tugas akhir maupun saran untuk pengembangan penelitian dapat dikomunikasikan langsung kepada penulis melalui *e-mail* RahadiansaGalang@gmail.com.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”