

BAB II

TEORI ESTIMASI KERUGIAN BANGUNAN TERDAMPAK TSUNAMI

II.1 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem dengan penggunaan komputer yang berperan dalam menangani data yang bereferensi pada geografis seperti memasukkan data, manajemen data, analisis dan manipulasi serta output data. Data ini biasanya ditampilkan dalam bentuk peta yang terdiri atas kumpulan titik, garis dan area (Dewi, Armijon, & Fadly, 2014). Istilah sistem informasi geografis merupakan perpaduan yang berasal dari tiga unsur pokok yaitu sistem, informasi dan geografis. Dilihat dari unsur-unsur pokok Sistem Informasi Geografis (SIG) termasuk dalam salah satu jenis sistem informasi dalam hal ini lebih berpacu pada unsur informasi geografis terkait spasial (keruangan).

Ciri-ciri sistem informasi geografis sebagai berikut :

- Sistem informasi geografis mempunyai subsistem input data yang mampu mewadahi serta mengolah data keruangan yang berasal dari berbagai sumber. Subsistem yang dimaksud adalah yang berisi proses transformasi data keruangan yang memiliki perbedaan jenis, seperti peta kontur menjadi titik ketinggian.
- Sistem informasi geografis mempunyai subsistem yang mampu menyimpan dan memanggil data yang data keruangannya bisa untuk dipanggil, diedit ataupun diperbarui
- Sistem informasi geografis mempunyai subsistem yang mampu memanipulasi dan melakukan analisis data serta menampilkan peran data, mengelaskan serta memisahkan, melakukan estimasi parameter dan penghambat serta fungsi pemodelan.

- Sistem Informasi Geografis (SIG) mempunyai subsistem yang bertugas melaporkan penyajian sebagian atau seluruh basis data dalam berbagai bentuk seperti grafik, tabel maupun diagram.

Subsistem yang dimiliki sistem informasi geografis berupa data masukan, data keluaran, data *management*, data manipulasi serta analisis. Komponen dalam sistem informasi geografis adalah sistem lengkap yang sudah terintegrasi dengan sistem-sistem pada perangkat komputer yang mana terdiri dari perangkat lunak, perangkat keras, data serta informasi terkait geografis, dan manajemen (Koko Mukti Wibowo, Indra Kanedi, & Juju Jumadi, 2015).

II.2 Tsunami

Tsunami merupakan suatu kejadian alam yang terjadi disebabkan oleh pergerakan tektonik di dalam laut sehingga menyebabkan adanya perpindahan volume air didalam laut yang mengakibatkan air meluap sampai kedaratan dengan kecepatan yang tinggi (Nugroho, et al., 2018). Tinggi tsunami merupakan jarak tegak antara ujung tinggi gelombang pada titik nol muka laut yang semakin besar saat tsunami bergerak dari inti tsunami menuju garis pantai. Tinggi tsunami akan berada pada nilai tertinggi pada pantai yang menyerupai guruf U dan V seperti pada teluk atau muara sungai.

Ada beberapa hal yang menyebabkan terjadinya bencana tsunami;

- 1) Longsor bawah laut
- 2) Gempa bumi di bawah laut
- 3) Pergerakan vulkanik
- 4) Benturan benda di angkasa

Proses pengolahan dalam membuat peta rendaman bencana tsunami dapat dilakukan dengan metode analitis pemodelan sederhana yang menggunakan data tinggi gelombang yang berasal dari garis pantai, koefisien kekasaran dan kemiringan lereng (*slope*) (Resti Elida Nurhawati Siregar, Ahmad Zakaria, & Armijon, 2020). Sebaran luasan wilayah terkena (bahaya) tsunami didapatkan dari perhitungan

matematis yang berpacu pada perhitungan kehilangan ketinggian bencana tsunami tiap satu meter jarak inundasi berdasarkan besar jarak terhadap lereng serta kekasaran permukaan bumi (Mohd. Robi Amri, et al., 2016).

Berikut persamaan menurut (Nugroho, et al., 2018) :

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

Dengan :

H_{loss} = Kehilangan ketinggian tsunami tiap 1 meter jarak inundasi

n = Koefisien kekasaran permukaan

H_o = Ketinggian gelombang tsunami di garis pantai (m)

S = Besarnya lereng permukaan (derajat)

II.3 Kerugian

Kerugian dapat diartikan sebagai berubahnya arus jasa atau barang sehingga tidak adanya barang atau jasa pada area yang terdampak hingga ekonomi pulih serta perbaikan pasca bencana sudah terealisasikan. Kerugian juga termasuk dalam produksi barang atau jasa yang tidak akan didapatkan jumlah yang lebih besardari biaya operasi dan produksi serta biaya kegiatan bantuan darurat yang ditampilkan.

Kerugian secara langsung berdasarkan kejadian bencana alam dapat dilihat dari jumlah kerusakan dari bangunan-bangunan tempat tinggal, fasilitas umum, dan infrastruktur yang terdampak. (Jayantara, 2020)

II.4 Inundasi

Jarak tertinggi dari nilai Run Up yang disebabkan oleh penjalaran gelombang tsunami. Panjang inundasi berpengaruh terhadap besarnya pemukiman yang terkena dampak dari gelombang tsunami. Saat tsunami mencapai nilai tertinggi menyebabkan panjang inundasi yang bernilai semakin besar. Luasan inundasi bergantung pada struktur topografi daratan yang berada di sekitar pantai dengan rumus inundasi yang

didasarkan pada *Run Up* tsunami menurut Hills, J. G & Mader , C.L 1997, rumus berikut :

$$X_{\max} = (H_s)^{1.33} n^{-2} k \cos S \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan :

$X_{\max}$ = Inundasi *maximum* (m)

H_s = *Rup-Up* tsunami *maximum*

k = konstanta (0,06 selama bertahun-tahun tsunami)

S = Kemiringan pantai

n = Koefisien manning

II.5 Nilai Tanah

Nilai adalah teori perekonomian yang menunjuk pada harga yang harus di sepakati oleh penjual maupun pembeli atas suatu objek yang ada dan ingin dimiliki oleh pembeli (Bayhaki, Dedy Kurnia, M Alkha Yulianandha, p. 2017). Nilai atas bidang tanah dicerminkan oleh aliran-aliran keuntungan yang diperoleh atas penggunaan tanah tersebut.

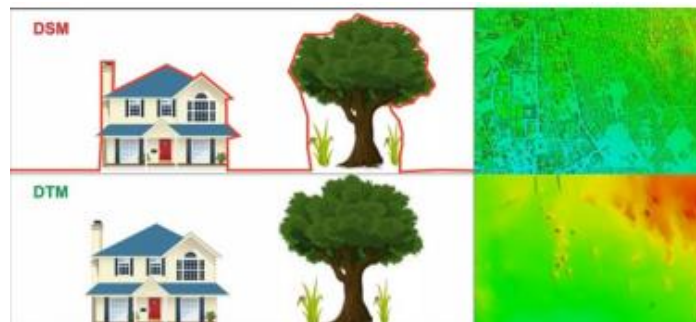
Nilai tanah didefinisikan sebagai kekuatan nilai dari tanah yang digunakan sebagai pertukaran dengan barang lain. Contoh tanah yang memiliki produktivitas yang rendah seperti padang rumput nilainya relatif lebih rendah disebabkan oleh keterbatasan dalam penggunaan, sedangkan nilai pasar tanah diartikan sebagai harga yang disepakati oleh penjual dan pembeli (Sutawijaya, 2004).

II.6 Digital Elevation Model (DEM)

Digital Elevation Model (DEM) merupakan informasi terkait ketinggian suatu wilayah (elevasi) yang fundamental dari suatu data geospasial dan digunakan oleh hampir kebanyakan pengguna informasi. Secara umum data Digital Elevation Model (DEM) lebih sering disebut sebagai data Digital Surface Model (DSM), dan dilanjutkan dengan dilakukan analisis sehingga menghasilkan data Digital Terrain Model (DTM). Digital Surface Model (DSM) merupakan data yang menggambarkan model elevasi semua fitur objek yang berada di atas permukaan bumi (pohon, bangunan dll), sedangkan Digital Terrain Model (DTM) hanya merepresentasikan

pada nilai elevasi permukaan bumi (dilampirkan pada gambar II.1). (Pratomo Cahyo Nugroho, et al., 2018). Digital Elevation Model (DEM) dapat diintegrasikan dengan data Geospasial lain pada Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk berbagai keperluan. digital yang merepresentasikan bentuk permukaan bumi kita dalam bentuk tiga dimensi (3D). Digital Elevation Model (DEM) didefinisikan sebagai suatu *file* atau database yang menampung titik-titik ketinggian dari suatu permukaan Proses pembentukan Digital Elevation Model (DEM) biasanya diawali dengan pembuatan peta topografi yang sudah terproyeksi. Dilanjutkan dengan garis kontur, titik ketinggian dan batas wilayah perairan darat dan garis pantai dikonversi ke layer vektor digital dengan koordinat yang sudah diketahui. Lalu proses interpolasi dengan algoritma tertentu dan menghasilkan *layer raster/grid*. Digital Elevation Model (DEM) juga dapat dinyatakan dengan *grid* terstruktur , jaringan triangulasi *Triangulation Irregular Network* (TIN) dan kontur.

Teknik pembentukan dan jenis produk Digital Elevation Model (DEM) dibagi dalam empat jenis berdasarkan teknologi yang digunakan untuk memperoleh informasi ketinggian, meliputi: (1) pengukuran langsung di lapangan (*in situ surveying*), (2) *photogrammetri* atau *Remote sensing*, (3) IF-SAR dan (4) LIDAR. (Pratomo Cahyo Nugroho, et al., 2018) .



Gambar II. 1 Perbedaan DTM dan DSM

Sumber: (Nugroho, et al., 2018)

II.7 Kemiringan Lereng (Slope)

Kemiringan lereng merupakan sudut yang terbentuk dari perbedaan tinggi pada permukaan bumi antara bidang vertikal dengan bidang horizontal yang biasa dihitung dalam persen (%) (ada pada tabel II). Analisis lereng dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan faktor keamanan lereng yang dipengaruhi oleh nilai data sifat fisik tanah, gerakan tanah dan bentuk geometri lereng . (terlampir pada tabel II.1)

Tabel II. 1 Klasifikasi Kelas Kemiringan Lereng

Sumber : (Saribun, 2007)

Kemiringan Lereng (%)	Kelas Lereng	Bentuk Relief
0-3	A	Datar
3-8	B	Agak Landai
8-15	C	Landai
15-30	D	Agak Curam
30-45	E	Curam
45-60	F	Sangat Curam
60-100	G	Terjal

II.8 Ortofoto

Ortofoto merupakan foto yang menampilkan saat posisi orthografik yang sesuai dengan aturan. Ortofoto dengan peta memiliki perbedaan signifikan yang berada pada gambar penampakan dan garis serta simbol yang disajikan pada skala untuk menampilkan kenampakan aslinya. Ortofoto bisa dipakai sebagai peta untuk melakukan survei atau pengukuran secara langsung yang berisi sudut, posisi, jarak dan melakukan koreksi bagi pergeseran posisi gambar. Ortofoto juga sebagai data dasar yang dapat dipakai sebagai pembuatan peta garis yang menampilkan gambaran topografi. Bagian yang paling berpengaruh yang perlu dicermati dalam pembuatan ortofoto yaitu ketelitian geometrik. Sebagian besar faktor yang paling berpengaruh dalam ketelitian ortofoto adalah *Ground Control Point* (GCP) titik kontrol tanah. (Tarmizi, 2019).

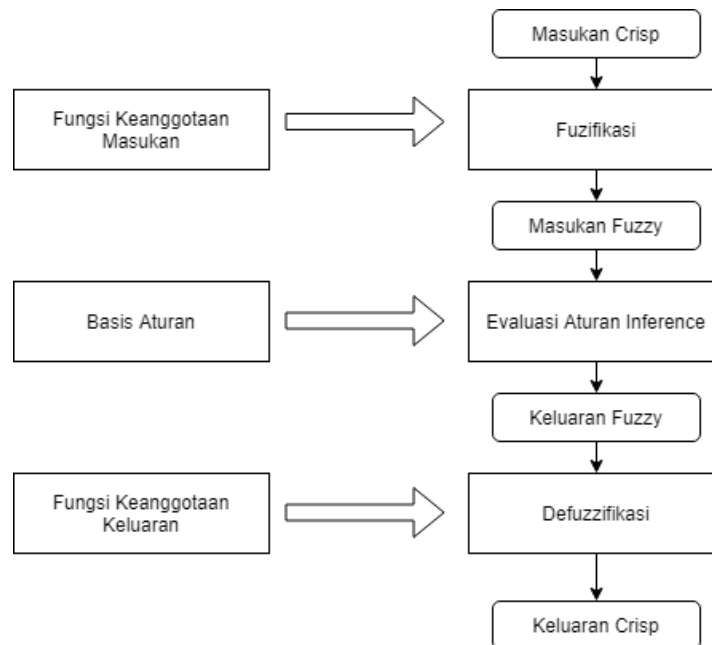
Proses Ortofoto diciptakan agar melengkapi atau sebagai pengganti peta-peta garis yang konvensional. Hal ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara *digital* dan manual. Perbedaannya terletak pada proses digital maka tidak dapat melihat proses restitusi langsung seperti pada proses manual yang dapat dilihat secara langsung. Ortofoto digital didapatkan dengan digital yaitu dengan bantuan *software* atau perangkat lunak untuk melakukan koreksi ketinggian *Digital elevation Model* (DEM). (Ahmad Syauqani, Sawitri Subiyanto, & Andri Suprayogi, 2017)

II.9 Metode Fuzzy

Logika *fuzzy* adalah cara untuk memetakan ruang masukan kedalam suatu ruang keluaran. Logika *Fuzzy* merupakan pembaharuan dari logika *boolean* yang berdekatan dengan teori kebenaran sebagian dengan logika klasik menegaskan bahwa sesuatu dapat di ekspresikan kedalam bentuk *binary*. Dalam logika *fuzzy* perbedaan dapat dilihat dari tingkat kebenaran *boolean* memungkinkan nilai tingkat kebenaran metode *fuzzy* 0 atau 1, tingkat keabuan, hitam dan putih dalam bentuk *linguistic* menggunakan konsep tidak pasti yaitu kuat, lumayan dan sedikit. Beberapa alasan penggunaan metode *fuzzy* (Riman, 2015):

- 1) Konsep logika *fuzzy* sederhana dan cukup mudah dipahami
- 2) Logika *fuzzy* dikenal cukup fleksibel
- 3) Logika *fuzzy* mempunyai toleransi pada kata-kata yang kurang atau tidak tepat
- 4) Logika *fuzzy* dapat melakukan pemodelan fungsi-fungsi yang tidak linear dan sangat lengkap
- 5) Logika *fuzzy* mampu menciptakan serta mengimplementasikan pengalaman-pengalaman pakar tanpa adanya langkah atau tahapan pelatihan
- 6) Logika *fuzzy* mampu berintegrasi dengan baik bersama dengan bermacam teknik kendali secara konvensional
- 7) Logika *fuzzy* didasari menggunakan bahasa *natural*

Teori *Fuzzy set* yang biasa disebut dengan himpunan sama yang memiliki tujuan untuk merepresentasikan serta menangani masalah yang tidak pasti kebenarannya yang bersifat tidak penuh. Sistem berbasis acuan *fuzzy logic* dengan variable linguistic interval numeric yang memiliki nilai nilai linguistic yang di definisikan sebagai fungsi keanggotaannya. Sistem ini terdiri atas tiga komponen penting yaitu: *Fuzzification*, *Inference* dan *Defuzzification* (terlampir pada gambar II.2). (Ganjar Turesna, Zulkarnain, & Hermawan, 2015)



Gambar II. 2 Proses Pengolahan Fuzzy
Sumber : (Ganjar Turesna, Zulkarnain, & Hermawan, 2015)

- *Fuzzification* adalah merubah input data yang kebenaran nilainya bersifat pasti (crisp) yang masuk bentuk *fuzzy* masukan , seperti nilai linguistic yang semantiknya didapatkan dari suatu fungsi keanggotaan .
- Inference adalah kegiatan untuk melakukan penalaran memakai masukan *fuzzy* dan aturan *fuzzy* yang sudah ditetapkan sehingga mendapatkan hasil keluaran *fuzzy*.
- Defuzzification adalah kegiatan merubah keluaran *fuzzy* menjadi nilai *crisp* berpacu pada fungsi keanggotaan yang sudah diatur.

II. 10 Bangunan

Bangunan gedung dan lingkungan merupakan bentuk fisik dari pekerjaan konstruksi yang menempel dengan tempat kedudukannya, seluruh atau sebagian berada diatas dan/atau yang terkandung didalamnya dan/atau air yang berperan untuk tempat manusia melakukan berbagai aktivitas, tempat tinggal, aktivitas usaha, aktivitas keagamaan, aktivitas social dan budaya.

Menurut (Karya, 2008) dikelaskan berdasarkan jenis penggunaan bangunan gedung sebagai berikut :

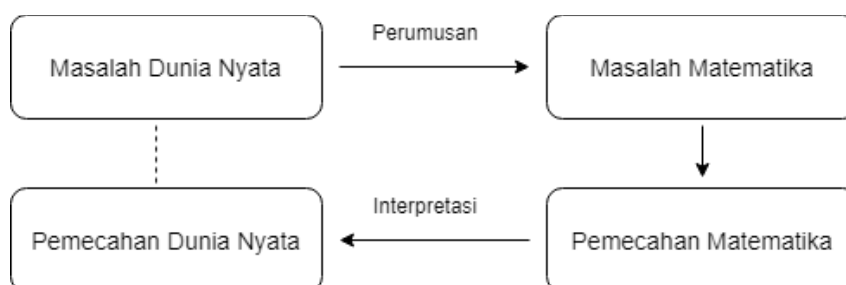
- Kelas 1 : Bangunan gedung tempat tinggal biasa
- Kelas 2 : Bangunan gedung hunian yang memiliki dua atau lebih unit tempat tinggal yang dijadikan sebagai tempat hunian masing-masing.
- Kelas 3 : Bangunan gedung tempat tinggal selain bangunan gedung kelas 1 atau gedung kelas 2, yang biasanya dijadikan untuk tempat tinggal yang sudah lama atau sementara bagi beberapa orang yang tidak saling berkaitan.
- Kelas 4 : Bangunan gedung tempat tinggal campuran, yaitu yang ada dalam suatu bangunan gedung pada kelas 5,6,7,8 atau 9 yang mana sebagai tempat tinggal yang berada didalam bangunan tersebut
- Kelas 5 : Bangunan gedung kantor, yaitu bangunan yang dipakai dengan tujuan usaha komersil, usaha professional dan pengurusan administrasi yang tidak termasuk dalam bangunan gedung kelas 6,7,8 dan 9
- Kelas 6 : Bangunan gedung perdagangan, yaitu bangunan gedung toko atau bangunan gedung lainnya yang dipakai sebagai tempat menjual barang-barang eceran atau kebutuhan masyarakat lainnya
- Kelas 7: Bangunan gedung gudang atau penyimpanan, yaitu bangunan gedung yang dipakai sebagai tempat menyimpan termasuk parkir dan gudang
- Kelas 8 : Bangunan gedung Pabrik/industry/laboratorium, yaitu bangunan gedung yang dipakai sebagai tempat pemrosesan produk, perubahan, perakitan, perbaikan, pengepakan, pembersihan barang produksi dan finishing dalam rangka perdagangan .

- Kelas 9 : Bangunan gedung umum, yaitu bangunan gedung yang dipakai sebagai pelayanan kebutuhan masyarakat umum.
- Kelas 10 : Bangunan gedung atau struktur yang bukan tempat tinggal

II.11 Model Matematika

Pemodelan matematis adalah suatu keahlian untuk memformulasikan hukum alam atau kehidupan nyata kedalam bentuk matematis. Kemampuan ini sangat penting untuk menunjang berbagai pembelajaran. Kemampuan pemodelan matematis harus mampu menganalisis masalah kehidupan yang dialami sehari-hari dalam bentuk matematika dengan tujuan untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Permasalahan bisa dihadapi jika dapat menemukan solusi berdasarkan tahap pemodelan matematis yang dilakukan. Pemodelan matematis harus dilakukan berorientasi pada tujuan dan secara tepat yaitu (terlampir pada gambar II.3) : (Sari, 2020).

- Pemahaman masalah yang dihadapi
- Menyiapkan model matematika
- Penyelesaian soal matematika yang ada dalam model matematika
- Menjabarkan hasil matematika kedalam keadaan nyata



Gambar II. 3 Proses Pemodelan Matematika
Sumber: (Desy Kumala Sari, 2020)