

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan tentang konsep teoritis yang menunjang penelitian dengan judul Pemodelan Spasial Bencana Cuaca Ekstrem di Indonesia menggunakan Data Kemiringan Lereng, *Land Cover*, dan Curah Hujan Global. Konsep teoritis ini diambil dari sejumlah literatur/referensi yang relevan.

2.1 Pengertian Bencana

Bencana adalah serangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat. Bencana bisa terjadi karena faktor alam dan/atau faktor non-alam yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis [3].

Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana jenis bencana terdiri dari:

- a. Bencana alam yaitu bencana yang disebabkan oleh alam, misalnya gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, cuaca ekstrim, dan tanah longsor.
- b. Bencana non alam adalah serangkaian peristiwa kebencanaan non alam yaitu berupa gagal teknologi dan wabah penyakit.
- c. Bencana sosial adalah bencana yang disebabkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antara kelompok atau antar komunitas masyarakat.
- d. Kegagalan teknologi adalah kejadian bencana yang diakibatkan oleh kesalahan desain, pengoperasian, kelalaian dan kesengajaan manusia dalam penggunaan teknologi dan atau industri. Kegagalan teknologi dapat menimbulkan pencemaran, kerusakan bangunan, korban jiwa dan kerusakan lainnya.

Dalam konsep kebencanaan ada tiga komponen yang harus diperhatikan:

1. Risiko (*risk*) yaitu suatu kemungkinan dampak yang merugikan yang diakibatkan oleh bahaya (*hazard*) dan/atau kerentanan (*vulnerability*);
2. Bahaya yaitu suatu keadaan yang dapat menimbulkan cedera, penyakit, kematian, kerusakan harta benda dan kerusakan lingkungan [5];

3. Kerentanan yaitu suatu kondisi yang disebabkan faktor fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan yang berkaitan dengan efek bahaya. Kerentanan menggambarkan kekurangmampuan individu atau masyarakat untuk mencegah, menghadapi, atau menanggulangi dampak bahaya tertentu [6].

2.2 Cuaca Ekstrem

Cuaca ekstrem merupakan fenomena cuaca yang tidak biasa yang berpotensi menimbulkan bencana, menghancurkan tatanan kehidupan sosial, atau yang menimbulkan korban jiwa manusia [1]. Kejadian cuaca ekstrem diwilayah Indonesia antara lain; dapat berupa suhu udara yang tinggi, angin puting beliung, dan intensitas curah hujan yang tinggi.

Terkait dengan kejadian bencana cuaca ekstrem ini, BMKG telah menetapkan Peraturan Kepala (Perka) Nomor. Kep. 009 Tahun 2010 mengenai beberapa pengertian/defenisi yang meliputi [3]:

1. Angin kencang yaitu angin dengan kecepatan di atas 25 (dua puluh lima) knots atau 45 (empat puluh lima) km/jam
2. Angin puting beliung yaitu angin kencang yang berputar yang keluar dari awan *Commulonimbus* dengan kecepatan yang lebih dari 34,8 (tiga puluh empat koma delapan) knots atau 64,4 (enam puluh empat koma empat) km/jam dan terjadi dalam waktu singkat.
3. Hujan lebat yaitu hujan dengan minimum intensitas 50 (lima puluh) milimeter (mm)/24 (dua puluh empat) jam dan/ atau 20 (dua puluh) mm/jam
4. Angin puting beliung di lautan yang selanjutnya disebut *Waterspout* yaitu angin kencang yang berputar yang keluar dari awan *Cummulonimbus* dengan kecepatan lebih dari 34,8 (tiga puluh empat koma delapan) knots atau 64,4 (enam puluh empat koma empat) km/jam dan terjadi dalam kurun waktu singkat.

Menurut BMKG, cuaca ekstrem yang terjadi di Indonesia ini dipicu oleh aktifnya Monsun Asia, yang menyebabkan terjadinya peningkatan pasokan massa udara basah di wilayah Indonesia kemudian terbentuknya pola konvergensi, dan terjadinya perlambatan kecepatan angin di beberapa wilayah. Aktifnya Monsun Asia didukung oleh suhu permukaan laut di perairan yang cukup hangat sehingga menambah pasokan uap air yang cukup tinggi untuk mendukung pembentukan awan hujan, serta diperkuat dengan adanya fenomena gelombang atmosfer.

Seperti diketahui dalam kejadian sehari-hari beberapa faktor penyebab terjadinya cuaca ekstrim adalah sebagai berikut:

- Aktifnya Monsun Asia dimana adanya angin yang berhembus secara periodik dari Benua Asia menuju Benua Australia yang melewati Indonesia. Indonesia yang berada di garis khatulistiwa yang berdampak oleh pergerakan angin ini. Angin periodik tersebut mengindikasikan musim hujan di Indonesia yang sedang berlangsung. Apabila cuaca ekstrem sedang berlangsung di Indonesia, pola konvergensi dan perlambatan kecepatan angin akan terjadi di beberapa wilayah, oleh karena itu uap air yang menjadi awan hujan akan terkonsentrasi di suatu wilayah sehingga air yang turun intensitasnya tinggi. Hujan lebat dan dalam waktu lama dapat terjadi akibat konvergensi dan perlambatan tersebut.
- Suhu hangat permukaan laut di Indonesia dan sekitarnya yang memicu mudahnya air menguap dan terkumpul menjadi awan hujan yang menyebabkan pasokan uap air cukup tinggi yang mengakibatkan pembentukan awan hujan dan fenomena gelombang atmosfer. Gelombang atmosfer dapat meningkatkan potensi udara basah di sejumlah wilayah di Indonesia yang menyebabkan hujan.

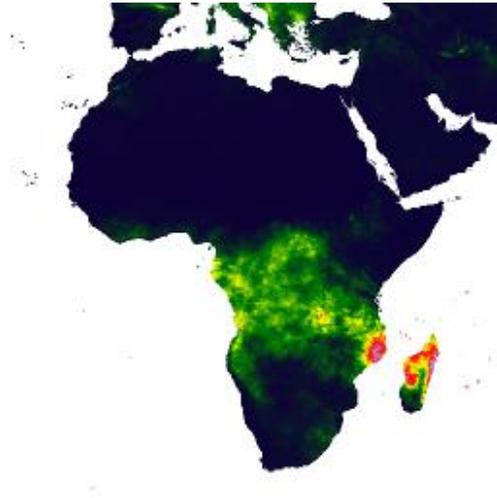
2.3 Curah Hujan (*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station*)

Data curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Unsur hujan satu milimeter yang artinya dalam cakupan satu meter persegi tempat/bidang datar tertampung air hujan sebanyak satu liter. Ambang batas nilai yang digunakan untuk menentukan intensitas hujan sebagai berikut [7]:

- 0 mm/hari : Berawan
- 0.5–20 mm/hari : Hujan ringan
- 20-50 mm/hari : Hujan sedang
- 50-100 mm/hari : Hujan lebat
- 100-150 mm/hari : Hujan sangat lebat
- >150 mm/hari : Hujan ekstrem

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station* (CHIRPS) tahun 2019. CHIRPS ini diperkenalkan oleh Funk et al sejak tahun 1981 dengan resolusi spasial 5000 m. Data CHIRPS merupakan data curah hujan bulanan reanalisis hasil penggabungan dari data satelit, model, dan observasi permukaan bumi [8].

Data CHIRPS tersedia dalam skala waktu harian, bulanan dari tahunan yaitu dari tahun 1981 sampai saat ini. Selain memiliki resolusi spasial yang cukup tinggi, data CHIRPS juga memadai untuk digunakan dalam hal melihat tatanan curah hujan di suatu wilayah karena periode data yang dimiliki CHIRPS sudah lebih dari 30 tahun [9].



Gambar 2.1 Data Curah Hujan
(sumber : Google Earthe Engine)

Berikut ini beberapa sumber data utama yang dapat digunakan dalam pembuatan data CHIRPS [10], yaitu:

- Data iklim yang berupa presipitasi bulanan, *CHPClim* dengan multitemporal.
- Satelit observasi *quasi-global geostationary thermal infrared (IR)* yang bersumber dari dua data satelit NOAA
- Data curah hujan dari *Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)* yang diproduksi oleh NASA
- Data *Atmospheric model rainfall fields* dari sistem prediksi NOAA
- Data presipitasi yang berasal dari pengamatan in-situ di berbagai wilayah.

2.4 Kemiringan Lereng (*SRTM Digital Elevation Data*)

Kemiringan lereng adalah kenampakan permukaan bumi yang bervariasi disebabkan oleh adanya perbedaan ketinggian antara dua tempat atau lebih. Untuk daerah yang relatif datar memiliki nilai kemiringan lereng kecil dan untuk daerah yang relatif tinggi memiliki nilai kemiringan lereng yang besar. Satuan sudut kemiringan

lereng dinyatakan dalam persen atau derajat. Pada penelitian ini untuk data SRTM dilakukan skoring berdasarkan transformasi nilai lereng 0-1 dimana nilai lereng tersebut dibagi 90.

SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*: adalah proyek internasional dari *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) dari Amerika Serikat, *German Aerospace Center* (DLR) dan *Italian Space Agency* (ASI). Kegunaan SRTM adalah untuk memperoleh data topografi digital dari bumi dengan resolusi tinggi. SRTM memanfaatkan teknik interferometri radar untuk memperoleh informasi topografi. SRTM mempunyai resolusi DEM 30 m dan 90 m di seluruh dunia [11]. Berikut ini spesifikasi SRTM;

Tabel 2.1 Spesifikasi SRTM

Item		Spaceborne Imaging Radar-C	X-band Synthetic Aperture Radar
Size	Main Antenna	12.0 m x 3.5 m	12.0 m x 0.5 m
	Outboard Antenna	8.1 m x 0.9 m	6 m x 0.4 m
Frequency		5.3 GHz	9.6 GHz
Wavelength		5.66 cm	3.1 cm
Horizontal Spacing		1 x 1 arc second (30 m)	1 x 1 arc second (30 m)
Bandwidth		10 MHz	10 MHz
Altitude		233 Km	233 Km
Swath Width		225 Km*2	50 Km
Horizontal Reference		WGS84	WGS84
Vertical Reference		EGM96 geoid	WGS84 Ellipsoid

Sumber: (Farr, T. G., et al. 2007

Berikut merupakan Visualisasi data SRTM, dapat dilihat pada Gambar 2.2

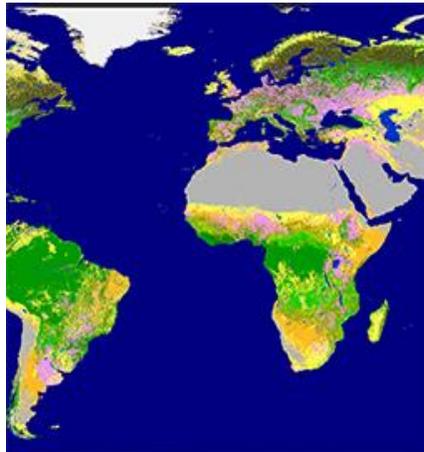


Gambar 2.2 Visual Data SRTM
(sumber : *Google Earth Engine*)

2.5 Penutupan Lahan (*Copernicus Global Land Cover*)

Peta penutupan lahan merupakan informasi spasial tentang berbagai jenis (kelas) cakupan fisik permukaan bumi, misalnya hutan, padang rumput, lahan pertanian, danau, lahan basah [12].

Copernicus Global Land Service (CGLS) merupakan tutupan lahan secara global dengan resolusi 100 m. Produk tutupan lahan CGLS dari Afrika (CGLS-LS100) merupakan tutupan lahan pertama yang diproduksi oleh CGLS pada tahun 2015 secara global. CGLS ini dihasilkan dari PROBA-V 100 m dengan menggunakan algoritma hutan acak dan kemudian divalidasi oleh beberapa sampel dengan resolusi 10 m yang dikumpulkan dari interpretasi citra satelit dengan resolusi tinggi [13]. Penutupan lahan ini dapat digunakan para peneliti dalam pemantauan hutan, pemantauan tanaman dan pemantauan lingkungan. Berikut adalah visualisasi CGLS dapat dilihat Gambar 2.3



Gambar 2.3 Data Penutupan Lahan (Copernicus Global Land Cover)

Berikut klasifikasi skor penutupan lahan menurut BNPB dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Klasifikasi Skor Penutupan Lahan

Skor Penutupan Lahan		
Hutan, Perairan	Kebun/Perkebunan	Tegalan/Ladang, Sawah, Pemukiman, Lahan Terbuka, dll
0.333	0.666	1

2.6 Sistem Informasi Geografis

Teknologi (SIG) didefinisikan sebagai suatu alat/media untuk memasukkan, menyimpan, mengambil, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan data-data beratribut geografis (data geospasial) yang berguna untuk mendukung proses pengambilan keputusan dalam perencanaan dan manajemen sumber daya alam, lingkungan, transportasi, masalah perkotaan dan administratif [14]. SIG dapat memadukan antara data grafis (spasial) dengan data teks (atribut) objek yang dihubungkan secara geografi di bumi (*georeference*) [15].

SIG merupakan ilmu yang didalamnya terdapat komponen-komponen manajemen pengolahan data spasial antara lain analisis spasial, penyusunan dan pemodelan data spasial. Pemodelan spasial merupakan kegiatan dimana fenomena *real world*

diabstraksi dan kemudian divisualisasikan menjadi suatu informasi spasial untuk membantu proses dalam pengambilan keputusan [4].

Berikut adalah format data spasial dalam SIG:

1. Data Vektor

Dalam data format vektor, bumi direpresentasikan sebagai suatu mosaik dari titik, garis, dan poligon.

2. Rata Raster

Data raster menampilkan permukaan bumi dalam bentuk *pixel* yang membentuk grid/petak yang dihasilkan dari penginderaan jauh.

2.7 Model Skoring

Model skoring digunakan untuk merepresentasikan tingkat kedekatan, keterkaitan, atau beratnya dampak tertentu pada suatu fenomena secara spasial. Setiap parameter akan diberikan skor dan kemudian akan dijumlahkan untuk memperoleh tingkat keterkaitan. Hasil akhir dari sistem skoring adalah mengklasifikasikan tingkat keterkaitan parameter keluaran [16].

2.8 Klasifikasi (*reclassify*)

Klasifikasi (pengklasifikasian kembali) merupakan proses klasifikasi suatu besaran yang memiliki interval (*domain*) tertentu kedalam interval yang lain berdasarkan batas/kategori tertentu [15]. Berikut merupakan interval klasifikasi untuk mendapatkan indeks bahaya cuaca ekstrem pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Kelas Indeks Bahaya Cuaca Ekstrem

Parameter	Kelas Indeks			Bobot Total
	Ringan	Sedang	Berat	
Penutupan Lahan	$\text{Skor Bahaya} = 0.3333 * \text{Penutupan Lahan} + 0.3333 * (1 - \text{Kemiringan Lereng}) + 0.3333 * ((\text{Curah Hujan Tahunan}) / 5000)$			33.33%
Kemiringan Lereng				33.33%
Curah Hujan				33.33%
Skor Bahaya	<0.34	0.34 - 0.66	>0.67	

(Sumber: Perka BNPB No.2 Tahun 2012)

2.9 Google Earth Engine (GEE)

Google Earth Engine (GEE) merupakan sebuah platform dengan berbasis *cloud* yang dikembangkan oleh *google* yang mendukung analisis berskala global dari katalog besar data pengamatan bumi [17]. GEE mampu mendukung menyelesaikan berbagai masalah sosial termasuk deforestasi, kekeringan, bencana, penyakit, keamanan pangan, pengelolaan air, pemantauan iklim dan perlindungan lingkungan. Pada GEE terdapat berbagai citra digital yang disimpan, dari citra digital resolusi rendah hingga resolusi menengah, dengan data historis yang cukup panjang, seperti MODIS, GSMAP, Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8, Sentinel1, Sentinel2, dan lain-lain.

Berikut ini beberapa kelebihan penggunaan GEE, antara lain:

1. Memiliki akses terhadap data citra satelit dan data lainnya dengan jumlah yang sangat besar (petabyte), dan terus *diupdate*.
2. *Processing* data berjalan secara *cloud* dan paralel di server *google*.
3. Memiliki algoritma-algoritma data *processing* yang cukup banyak dan terus disempurnakan oleh *Google Engineer* dan diuji oleh komunitas, sehingga algoritma tersebut menjadi semakin baik dan teruji.
4. Dengan *Application Programming Interface (API)* yang tersedia untuk *Java Script* dan *Python*, memungkinkan pengguna untuk melakukan pengolahan data yang lebih kompleks sesuai dengan kebutuhannya.

Berikut ini merupakan komponen utama GEE ialah Dataset, *Explorer*, APIS dan *Code Editor*;

2.8.1 Dataset

GEE memiliki arsip citra penginderaan jauh berukuran petabyte yang siap digunakan dan praktis untuk analisis geografi. GEE telah mengumpulkannya menjadi satu di platform-nya. Katalog data menyediakan repositori besar yang tersedia untuk umum dengan kumpulan data geospasial, termasuk pengamatan dari berbagai satelit dan pencitraan udara (secara aktif maupun pasif), prakiraan cuaca dan iklim, tutupan lahan, topografi dan kumpulan data sosial-ekonomi. Semua data ini sudah diproses sebelumnya dan siap digunakan [18].

Pengguna juga dapat mengakses dan menganalisis data dari katalog publik dan data pribadi dengan menggunakan perpustakaan operator yang disediakan oleh GEE.

2.8.2 *Explorer*

Explorer adalah platform dalam memvisualisasikan data dalam katalog data publik. Pengguna GEE yang sudah masuk dapat mengimpor dan mengekspor data, menganalisis data dan menyimpan hasil.

2.8.3 APIS (JavaScript dan Python)

GEE juga memakai *API (Application Programming Interface)* dengan menggunakan *Java Script* dan *Python* yang dihostkan ke *Github* untuk melakukan *request* ke server GEE.

2.8.4 *Code Editor*

GEE juga menggunakan *IDE (Integrated Development Environment)* daring untuk kecepatan dalam membuat *prototype* serta visualisasi data spasial yang kompleks dengan analisis yang kompleks menggunakan *Javascript API*