

TINJAUAN

PENDEKATAN UNTUK MENENTUKAN KAWASAN RAWAN BENCANA DI PULAU SULAWESI

Linda Tondobala

Staf pengajar Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

LATAR BELAKANG

Berdasarkan UU No. 24 Tahun 2007 disebutkan bahwa Bencana alam adalah 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. Oleh karena itu pada bagian metodologi ini akan difokuskan pada bagaimana cara mengidentifikasi bencana alam yang mungkin terjadi di suatu daerah yang dalam penelitian ini adalah Pulau Sulawesi. Bencana alam pada dasarnya adalah gejala atau proses alam yang terjadi akibat upaya alam mengembalikan keseimbangan ekosistem yang terganggu baik oleh proses alam itu sendiri ataupun akibat ulah manusia dala memanfaatkan sumber daya alam.

Untuk mengidentifikasi bencana alam yang mungkin terjadi tersebut berkenan dengan peristiwa peristiwa alam yang pernah (dalam sejarah kebencanaan) dan mungkin akan terjadi di masa yang akan datang, maka pada tahap pertama adalah dilakukan Kajian Geologis, Hidrogeologis dan Geomorfologis wilayah dengan menggunakan data Geologi berupa peta Geologi, Peta Lereng, Peta Hidrologi, Peta Penggunaan Lahan.

Kawasan rawan bencana adalah suatu wilayah yang memiliki kondisi atau karakteristik geologis, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan

teknologi yang untuk jangka waktu tertentu tidak dapat atau tidak mampu mencegah, meredam, mencapai kesiapan, sehingga mengurangi kemampuan untuk menanggapi dampak buruk baha/bencana alam tertentu. Oleh karena itu, penyelenggaraan penataan ruang secara keseluruhan haruslah merupakan upaya intervensi terhadap kerentanan wilayah dan meningkatkan kondisi ketahanan ruang wilayah terhadap kemungkinan adanya baha/bencana alam yang terjadi.

TUJUAN

Tujuan dari kegiatan ini adalah melakukan identifikasi kawasan rawan bencana di Pulau Sulawesi sehingga dapat digunakan sebagai dasar dan acuan dalam menyusun Rencana Tata Ruang yang berbasiskan mitigasi bencana.

SASARAN

Sasaran yang hendak dicapai dari kegiatan ini adalah :

- a. Tersedianya data dan informasi kawasan rawan bencana di Pulau Sulawesi.
- b. Tersedianya data dan informasi terbaru kawasan rawan bencana secara khusus untuk bencana geologi dan banjir di Pulau Sulawesi yang terdiri dari buku laporan dan peta.
- c. Terwujudnya peningkatan pemahaman dan pengetahuan aparat pemerintah daerah terkait kawasan rawan bencana di Pulau Sulawesi.

BATASAN

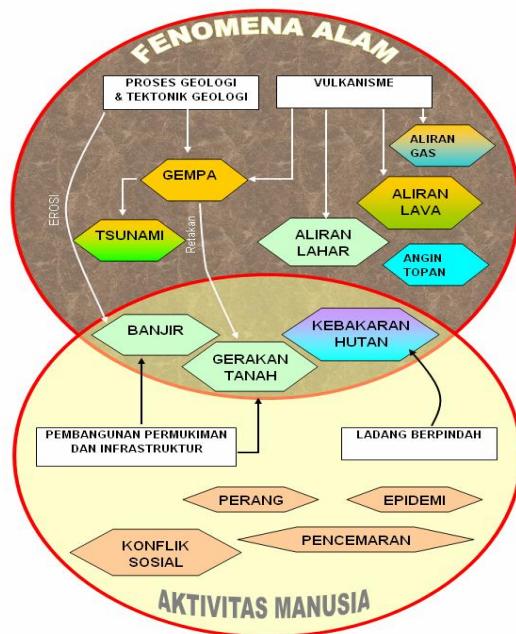
Pada bagian Pendekatan dan Metodologi ini akan difokuskan identifikasi rawan bencana yang telah ditetapkan dalam Pola Pemanfaatan Ruang RTRWN dan RTRWP. Dengan demikian scope penelitian identifikasi kawasan rawan bencana ditetapkan sebagai berikut :

1. Kawasan rawan letusan gunung berapi
2. Kawasan rawan gempa bumi
3. Kawasan rawan tanah longsor
4. Kawasan rawan gelombang pasang akibat tektonik
5. Kawasan rawan banjir

Kemungkinan bencana alam yang akan timbul di suatu daerah, dalam hal ini bencana alam beraspek geologi, seperti: banjir, longsor/gerakan tanah, amblesan, letusan gunung berapi, gempa bumi, kekeringan, dan lainnya, pada dasarnya dapat dikenali dari kondisi geologi, sejarah bencana alam yang pernah terjadi di wilayah tersebut, dan gejala bencana alam dalam bentuk lokal atau mikro yang kemungkinan akan meluas atau merupakan indikasi terjadinya bencana yang lebih makro. Kemungkinan bencana atau daerah rawan bencana alam ini tentunya perlu dikenali sedini mungkin, agar tindakan pengamanan bila daerah tersebut memang akan dikembangkan, telah disiapkan, atau sejak dini dihindari pengembangan pada daerah rawan bencana ini.

PENDEKATAN

Berbagai jenis bencana alam dan daerah pengaruhnya adalah data bencana alam yang dimintakan dalam studi ini, dan bila perlu masing-masing jenis bencana disajikan dalam peta terpisah sesuai dengan ketersediaan datanya. Berikut ini adalah penyebab peristiwa Bencana Alam sebagaimana diilustrasikan pada Gambar di bawah ini.



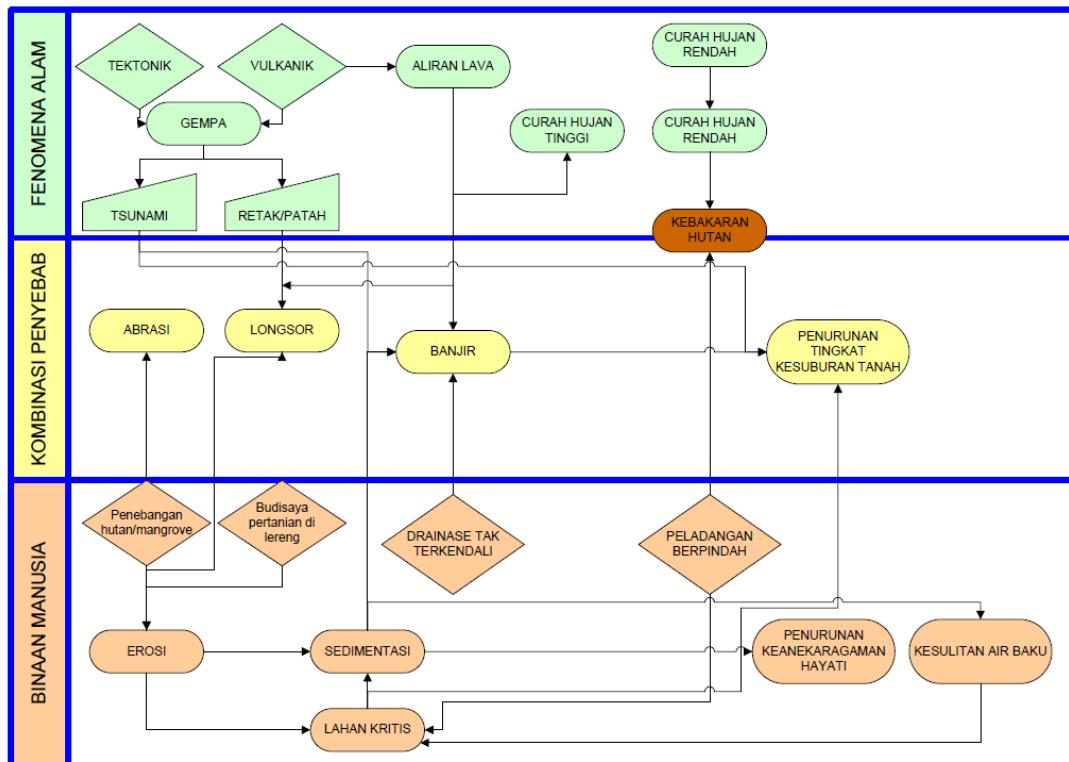
Gambar 1.
Penyebab Peristiwa Bencana Alam

Bagian paling kritis dari pelaksanaan mitigasi adalah pemahaman penuh sifat bencana. Tipe-tipe bahaya bencana pada setiap daerah berbeda-beda, ada suatu daerah yang rentan terhadap banjir, ada yang rentan terhadap gempa bumi, ada pula daerah yang rentan terhadap longsor dan lain-lain.

Pemahaman bahaya-bahaya mencakup memahami tentang bagaimana bahaya-bahaya itu muncul :

- kemungkinan terjadi dan besarnya
- mekanisme fisik kerusakan
- elemen-elemen dan aktivitas-aktivitas yang paling rentan terhadap pengaruh-pengaruhnya
- konsekuensi-konsekuensi kerusakan.

Sedangkan bencana alam itu sendiri dapat diklasifikasikan menurut penyebabnya secara diagramatis sebagaimana tersaji pada Gambar berikut ini.



Gambar 2. Klasifikasi Bencana Menurut Penyebabnya

Dalam identifikasi kawasan bencana alam ini maka perlu memperhatikan data-data yang ada. Data yang diperlukan adalah :

- 1) Klimatologi :
 - Curah hujan
 - Hari hujan
 - Intensitas hujan
 - Temperatur rata-rata
 - Kelembaban relatif
 - Kecepatan dan arah angin
 - Lama penyinaran (durasi) matahari
- 2). Topografi
 - Morfologi
 - Lereng
- 3) Geologi
- 4) Hidrologi
- 5) Sumber Daya Mineral/ Bahan Galian
- 6) Sejarah/kejadian Bencana Alam yang pernah

terjadi

- 7) Penggunaan Lahan
- 8) Data Demografi pada daerah rawan bencana

METODOLOGI

Metode Identifikasi Gerakan Tanah/ Land Slide

Tanah longsor (*landslide*) merupakan salah satu bentuk erosi yang pengangkutan atau pemindahan masa tanahnya terjadi pada suatu saat secara tiba-tiba dalam volume yang besar (sekaligus). Oleh Brook dkk. (1991) disebutkan bahwa tanah longsor adalah salah satu bentuk dari gerakan masa tanah, batuan dan reruntuhan batu/tanah yang terjadi seketika bergerak menuju lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur di

atas suatu lapisan kedap yang jenuh air (bidang luncur). Tanah longsor terjadi jika dipenuhi 3 keadaan yaitu lereng cukup curang, terdapat bidang peluncur di bawah permukaan tanah yang kedap air dan terdapat cukup air (dari hujan) dalam tanah di atas lapisan kedap (bidang luncur) sehingga tanah jenuh air. Air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah yang kemudian menjenuhi tanah sangat menentukan ketabilan lereng, yaitu melalui menurunnya ketahanan geser tanah yang jauh lebih besar daripada penurunan tekanan geser tanah, sehingga faktor keamanan lereng menurun tajam, menyebabkan lereng rawan longsor.

Menurut Van Zuidam (1983) gerakan tanah merupakan terminologi umum semua proses dimana masa dari material bumi bergerak oleh gravitasi baik lambat atau cepat dari suatu tempat ke tempat lain. Proses gerakan tanah dipengaruhi oleh faktor/parameter penggunaan lahan, kemiringan lereng, ketebalan lapisan tanah, dan stratigrafi (geologi). Data-data dari setiap parameter tersebut dilakukan suatu analisis dan diberikan pengelasan sesuai dengan kepekaan untuk terjadinya proses gerakan tanah.

Parameter pertama, penggunaan lahan dilakukan analisis berdasarkan pengelolaan (vegetasi), beban gaya berat, serta porosivitas air dalam setiap jenis penggunaan lahan. Dari analisis yang dihasilkan bahwa jenis penggunaan lahan pemukiman merupakan jenis dari parameter dari gerakan tanah yang mempunyai kepekaan tinggi hal tersebut dikarenakan tidak adanya pengelolaan (vegetasi) yang efektif, mempunyai gaya beban yang berat, serta mempunyai tingkat porosivitas air ke dalam tanah rendah. Jenis penggunaan lahan yang kedua yang mempunyai kepekaan sedang terhadap gerakan tanah adalah lahan sawah. Sawah mempunyai pengelolaan yang baik akan tetapi tingkat porosivitas air ke dalam tanah sangat rendah sehingga beban menjadi lebih berat.

Jenis penggunaan lahan yang mempunyai kepekaan rendah adalah lahan kebun, ladang, lahan kering.

Penggunaan lahan-penggunaan lahan tersebut mempunyai pengelolaan yang sedang dengan beban yang tidak terlalu berat dan kemampuan air untuk meresap kedalam tanah mudah. Jenis parameter penggunaan lahan yang memiliki kepekaan sangat rendah yaitu berupa lahan hutan. Hutan mempunyai pengelolaan vegetasi yang baik, dengan jenis tanah yang relative stabil dan porosivitas air ke dalam tanah sangat baik.

Dari peta yang dihasilkan akan memberikan sebaran gambaran yang telah terdefinisikan jenis penggunaan lahan dan juga nilai kepekaan terhadap gerakan tanah. Nilai ini disebut juga suatu skor. Setiap jenis penggunaan lahan memiliki skor yang berbeda tergantung akan kemudahan terhadap gerakan tanah. Parameter penggunaan lahan ini merupakan faktor penentu terakhir dalam menentukan proses gerakan tanah, sehingga dalam penelitian ini agar diperoleh nilai yang tertimbang setiap parameter dikalikan dengan bobot kepentingan sesuai dengan urutan kepekaan setiap parameter.

Parameter kedua proses gerakan tanah adalah kemiringan lereng. Pengolahan data spasial berupa kemiringan diperoleh dari data kuantitatif yang dirubah menjadi data spasial yang bersifat kualitatif. Untuk mendapatkan poligon peta kemiringan lereng garis kontur dirubah menjadi TIN (kenampakan 3 Dimensional) kemudian diubah menjadi grid-grid dan dilakukan reklassifikasi. Setiap pixel dalam grid memberikan nilai sesuai dengan ketinggian tempat.

Kemiringan lereng merupakan salah satu parameter pemicu terjadinya gerakan tanah. Hal tersebut karena semakin terjal suatu lereng material yang ada diatas permukaan akan semakin mudah untuk jatuh/tergelincir ke bawah karena adanya gaya

gravitasi. Pengelasan kemiringan lereng mendasarkan pada kemudahan untuk menjadi gerakan tanah, semakin tinggi kemiringan kelas lereng akan semakin besar. Bobot kepentingan yang diberikan pada parameter kemiringan lereng ini adalah 2 atau tingkat sedang.

Parameter yang ketiga dalam kaitannya dengan gerakan tanah adalah ketebalan tanah. Ketebalan tanah ini dapat dilakukan pengukuran dengan cara tidak langsung, yaitu dengan mengetahui jenis tanah dan kemiringan lerengnya. Kemiringan lereng yang semakin landai maka tanah akan semakin landai karena adanya pegendapan, agradasi tanah dari daerah diatasnya. Setiap kelas ketebalan tanah diberikan nilai/skor sesuai dengan kemudahannya untuk menjadi gerakan tanah. Nilai bobot untuk parameter ketebalan tanah ini tergolong yang terakhir seperti parameter penggunaan lahan dan diberikan nilai 1 sehingga pengaruhnya terhadap gerakan tanah ringan.

Parameter terbesar yang sangat menentukan proses gerakan tanah adalah kondisi stratigrafi (tipologi kerentanan lereng), parameter ini tidak lepas dari kondisi geologi. Pengelasan pada parameter stratigrafi ini didasarkan pada kriteria-kriteria adanya bidang lincir/slicing pada permukaan, adanya perlapisan yang terdapat tanah diatasnya dengan kondisi yang tidak stabil, serta kenampakan lereng keluar. Bobot kepentingan yang diberikan pada parameter stratigrafi ini adalah 3 yaitu nilai paling tinggi dari semua parameter yang memicu terjadinya gerakan tanah. Untuk mendapatkan peta gerakan tanah peta peta tersebut dilakukan tumpang susun (overlay) serta dilakukan query, perhitungan dari jumlah skor dikalikan dengan bobot kepentingan untuk mendapatkan nilai/hasil yang tertimbang.

Komponen yang ada di dalam SIG mencakup tiga hal, yaitu input, proses, dan output. Input dapat berupa bahan data berupa

citra/foto udara dan data primer dari lapangan yang dilakukan interpretasi serta digitasi, dalam penelitian ini digunakan *digitizing on screen*. Proses dalam SIG mencakup suatu teknik query dari parameter-parameter input yang dilakukan tumpang susun (*overlay*).

Untuk melakukan analisis pada peta terlebih dahulu dilakukan penyamaan koordinat serta sistem proyeksi setiap parameter peta. Di dalam penelitian ini digunakan koordinat UTM (*Universal Trade Mercator*) dengan tujuan agar dalam perhitungan luasan didapatkan nilai yang akurat. Pada query dilakukan suatu perhitungan data baik berupa penjumlahan, pengurangan, pembagian serta perkalian nilai dari peta. Sebagai output yaitu berupa data peta yang disajikan guna tujuan tertentu.

Metode yang digunakan dalam analisis SIG mengenai kerentanan terhadap bahan gerakan tanah ini adalah metode tidak langsung, yaitu suatu metode yang digunakan dengan malalui beberapa pendekatan berdasarkan parameter yang mendukung. Parameter-parameter tersebut antara lain: tipologi lereng rentan, jenis penggunaan lahan, kemiringan lereng dan ketebalan tanah diberikan suatu nilai (skor) sesuai dengan tingkat kerentanannya.

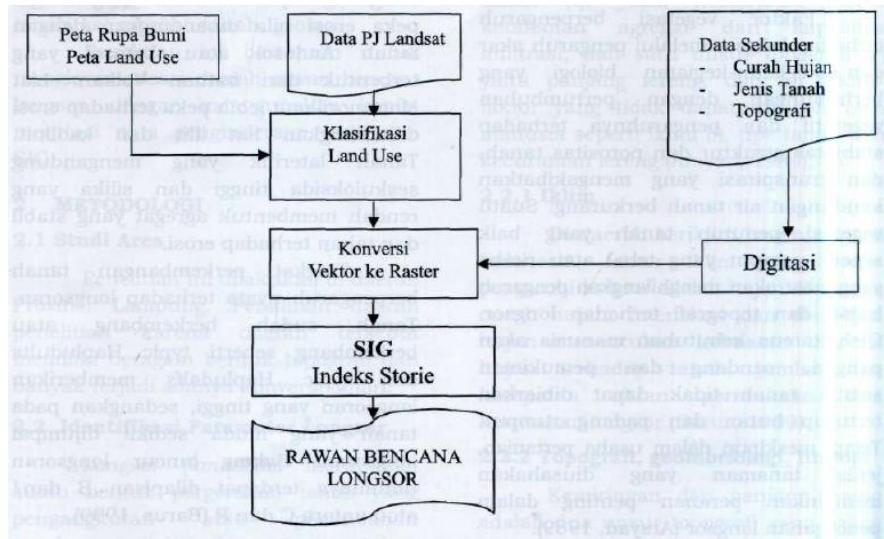
Rumus umum yang digunakan untuk membuat pemetaan gerakan tanah pada penelitian ini mengacu pada rumus yang dikembangkan oleh UG ;

$$\begin{aligned} N \\ \Sigma (B_1 \times I_1) \\ I = 1 \end{aligned}$$

dimana: B = Bobot kepentingan

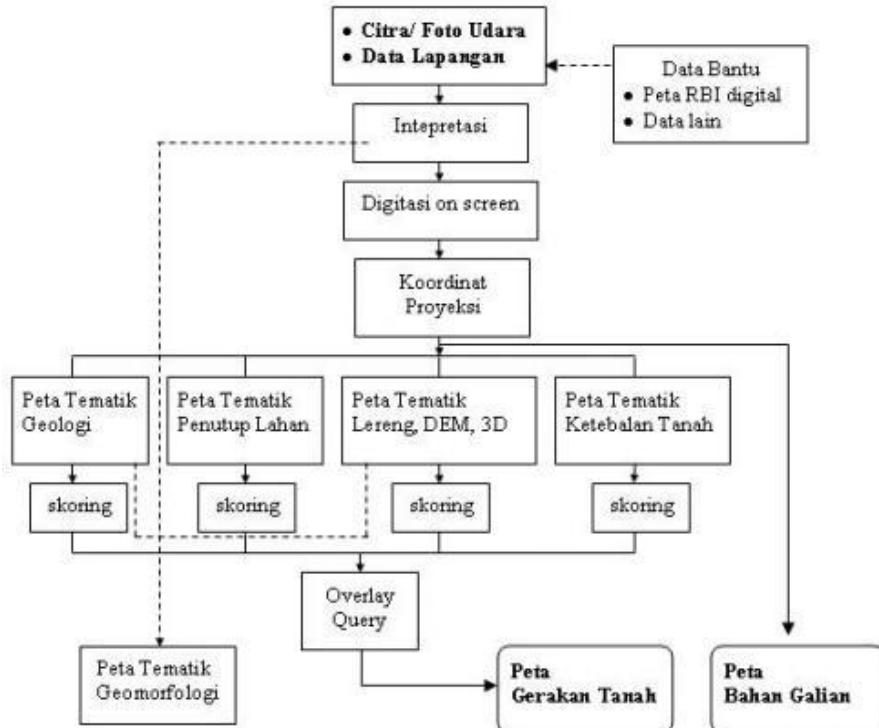
I = Intensitas bobot (skor)

Nilai bobot tertinggi pada parameter geologi, kemiringan lereng merupakan bobot tertinggi kedua dan terakhir adalah adalah parameter penggunaan lahan dan ketebalan tanah yang mempunyai bobot sama.



Gambar 3. Diagram Alir: Identifikasi Gerakan Tanah/Longsor

Setelah didapat peta rawan bencana longsor maka dilakukan klasifikasi yang menjadi longsor tinggi, sedang dan ringan.



Gambar 4. Diagram Klasifikasi Longsor

Metode Identifikasi Tsunami

Tsunami akan terjadi di wilayah pesisir, oleh krena itu identifikasi wilayah yang rawan tsunami harus memperhatikan topografi kawasan pesisir dan kemungkinan tinggi gelombang yang akan terjadi, Tsunami ini akan didasarkan pada skala intensitas. Skala Intensitas Tsunami menurut Gerassimos Papadopoulos dan Fumihiro Imamura (2001), disusun berdasarkan:

- a. Efek tsunami terhadap manusia
- b. Efek tsunami terhadap obyek di pantai, misalkan perahu atau kapal
- c. Kerusakan pada bangunan

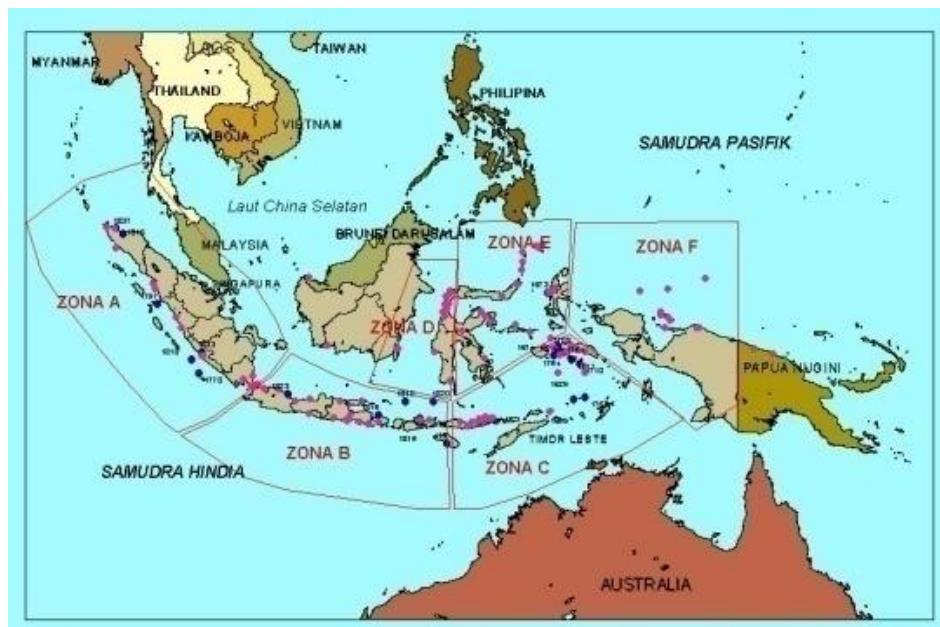
Secara umum, skala ini disusun berdasarkan tinggi tsunami itu sendiri, berikut skala intensitasnya sebagai berikut:

1. *Not felt*
2. *Scarcely felt*
 - a. tsunami dirasakan oleh sedikit orang di perahu kecil dan tidak teramat di pantai
 - b. tidak terasa pengaruhnya
 - c. tidak merusak
3. *Weak*
 - a. tsunami dirasakan oleh sedikit orang di perahu kecil dan teramat oleh beberapa orang di pantai
 - b. tidak terasa pengaruhnya
 - c. tidak menimbulkan kerusakan
4. *Largely observed*
 - a. tsunami dirasakan oleh semua perahu kecil dan terasa oleh beberapa orang di kapal besar
 - b. beberapa kapal kecil terbawa ke arah pantai
 - c. tidak terjadi kerusakan
5. *Strong* (tinggi tsunami 1 meter)
 - a. tsunami terasa oleh semua kapal besar dan terlihat di pantai. Beberapa orang menyelamatkan diri ke tempat yang lebih tinggi
 - b. banyak perahu kecil yang bertabrakan dan kandas di pantai, terlihat jejak lapisan pasir di tanah dan terlihat

- genangan kecil
- c. terlihat banjir di fasilitas terbuka seperti kebun/ taman di struktur dekat pantai
6. *Slightly damaging* (2 m)
 - a. banyak orang ketakutan dan lari ke tempat yang lebih tinggi
 - b. banyak perahu kecil yang kandas di pantai dan bertabrakan diantaranya
 - c. kerusakan dan banjir di beberapa struktur kayu
7. *Damaging* (3 m)
 - a. banyak orang ketakutan dan lari ke tempat yang lebih tinggi
 - b. banyak perahu kecil rusak. Beberapa kapal besar hanyut, obyek dengan berbagai ukuran hanyut. Lapisan pasir dan akumulasi kerikil terbawa ke darat. Beberapa karamba budidaya/aquakultur hanyut terbawa ombak.
 - b. Banyak bangunan kayu rusak, beberapa diantaranya hancur atau tersapu. Kerusakan pada tingkat 1 dan banjir pada sebagian gedung.
8. *Heavily damaging* (4 m)
 - a. Semua orang menyelamatkan diri ke tempat yang lebih tinggi, beberapa di antaranya hanyut terbawa gelombang
 - b. Sebagian besar kapal kecil rusak dan yang lainnya hanyut tersapu gelombang. Beberapa kapal besar terdampar di darat dan rusak. Benda benda berukuran besar terbawa sampai ke darat. Erosi terjadi sepanjang pantai. Terjadi genangan dalam skala luas. Kerusakan pada hutan pantai, karamba apung untuk akuakultur hanyut dan sebagian rusak
 - c. Sebagian besar bangunan kayu tersapu atau rusak. Kerusakan pada beberapa gedung tingkat dua. Sebagian beton bertulang rusak pada tingkat 1 dan

- terlihat adanya genangan.
9. *Destructive* (8 m)
 - a. Banyak orang tersapu gelombang
 - b. Sebagian besar perahu kecil hancur atau tersapu gelombang. Sebagian besar kapal besar kandas dan beberapa diantaranya hancur.
 - c. Terjadi erosi di pantai dalam skala yang lebih luas.
 - d. Terlihat penurunan tanah secara lokal.
 - e. Kehancuran pada sebagian hutan pantai.
 - f. Sebagian besar karamba akuakultur tersapu, sebagian besar rusak.
 - g. Kerusakan tingkat 3 pada gedung, beberapa bangunan beton bertulang rusak pada level 2.
 10. *Very destructive* (8 m)
 - a. Terjadi kepanikan pada massa sebagian besar orang tersapu gelombang
 - b. Sebagian besar kapal besar terbawa ke pantai sebagian besar hancur dan menghantam gedung.
 - c. Bongkahan kecil dari dasar laut terbawa gelombang ke darat
 - d. Mobil hanyut oleh gelombang.
 11. *Devastating* (16 m)
 - e. Terjadi tumpahan minyak, kebakaran mulai terjadi. Penurunan muka tanah terjadi dalam skala yang lebih luas.
 - f. Kerusakan level 4 pada banyak gedung, sebagian kecil beton bertulang mengalami kerusakan pada level 3.
 - g. *Breakwater* mengalami kerusakan.
 12. *Completely devastating* (32 m)

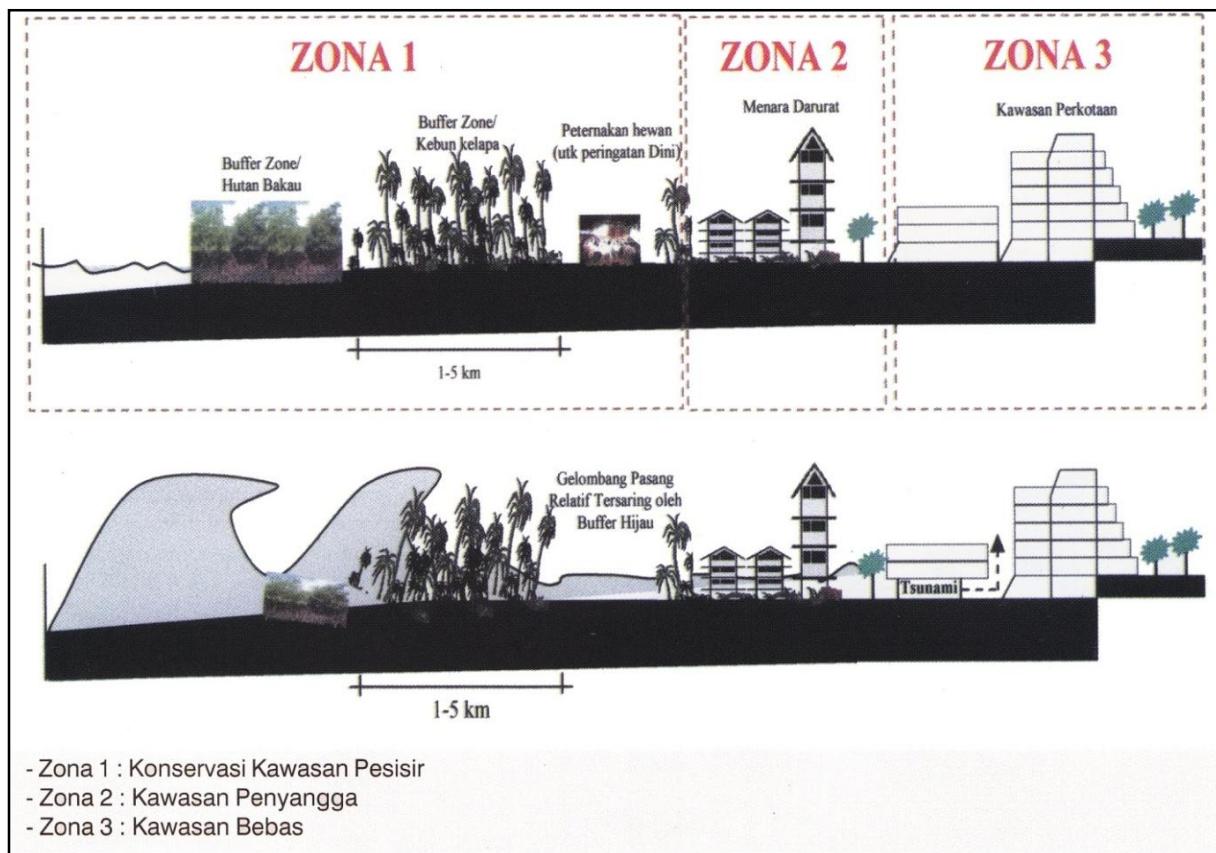
Semua gedung praktis hancur dan sebagian besar gedung beton bertulang mengalami kerusakan paling tidak level 3. Pulau Sulawesi termasuk dalam Zona D dan Zona E. Pembagian Zona seismotektonik di Indonesia yang sangat berkenaan dengan kemungkinan terjadinya Tsunami. (Gambar 5).



Gambar 5. Pembagian Zona Seismotektonik Indonesia

(Latief dkk, 2002) Setelah wilayah rawan tsunami didentifikasi maka dikelompokan juga wilayah tersebut menjadi kelas. Kelas

rawan tinggi, sedang dan rendah (zona 1, zona 2 dan zona 3).



Gambar 6. Zona Rawan Tsunami

Teknik Identifikasi Bahaya Banjir

Banjir (*flood*) adalah debit aliran air sungai yang secara relative lebih besar dari biasanya/normal akibat hujan yang turun di hulu atau disuatu tempat tertentu secara terus menerus, sehingga tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya. Banjir merupakan suatu peristiwa alam biasa, kemudian menjadi suatu masalah apabila sudah

mengganggu kehidupan dan penghidupan manusia serta mengancam keselamatan.

Dalam memformulasikan banjir, parameter-parameter yang terkait dibedakan antara karakteristik potensi air banjir dan kerentanan daerah rawan banjir. Potensi banjir terkait dengan sumber (asal) penyebab air banjir itu terjadi dimana hal ini berkaitan dengan faktor meterologis dan karakteristik DAS-nya. Sehingga parameter-parameter yang digunakan

untuk memformulasikan kerentanan potensi banjir dilakukan melalui estimasi berdasarkan kondisi alami manajemen daerah tangkapan airnya atau pengukuran langsung dari nilai debit spesifik maksimum tahunannya.

Data yang diperlukan dalam identifikasi rawan banjir ini adalah:

- Data Curah Hujan
- Data Sejarah Banjir
- Peta Topografi
- Peta Landuse
- Peta Hidrologi
- Data yang berkaitan dengan lama luas genangan dan lama genangan
- Peta Daerah Aliran Sungai

Dengan teknik Sistem Informasi Geografi peta-peta yang dibuat kemudian di overlay dan dilakukan klasifikasi untuk ditentukan zona genangan dan lama genangan pada daerah yang rawan terhadap banjir.

Identifikasi Kawasan Bahaya Gunung Api

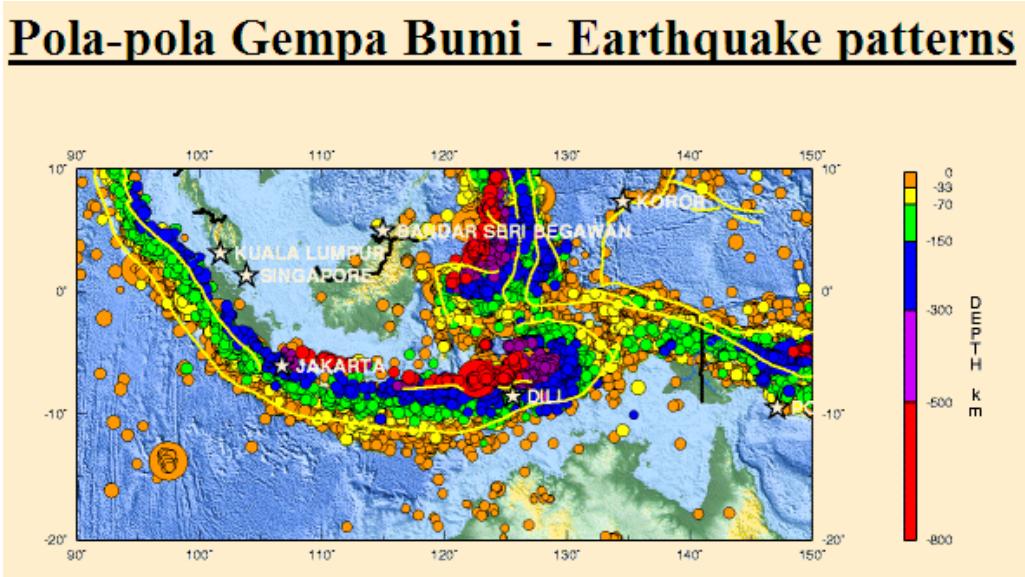
Bahaya Gunung Api ini meliputi antara lain: persebaran awan panas, banjir lahar dingin, Lontaaran material pijar, hujan abu lebat, aliran lava dan gas beracun dan juga tsunami apabila ada gunung bawah laut, semisal gunung di Kepulauan Sangihe.

Data yang diperlukan adalah Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Api skala 1 : 50.000, terbitan Direktorat Volkanologi.

Peta Rawan bencana Gunung api ini kemudian di digit dan di plot kedalam peta dasar yang ada. Setelah itu dengan Sistem informasi geografi di lakukan overlay peta untuk mendapatkan peta rawan bencana gunung api sebagaimana yang disyaratkan dalam KAK.

Identifikasi Kawasan Rawan Gempa Bumi

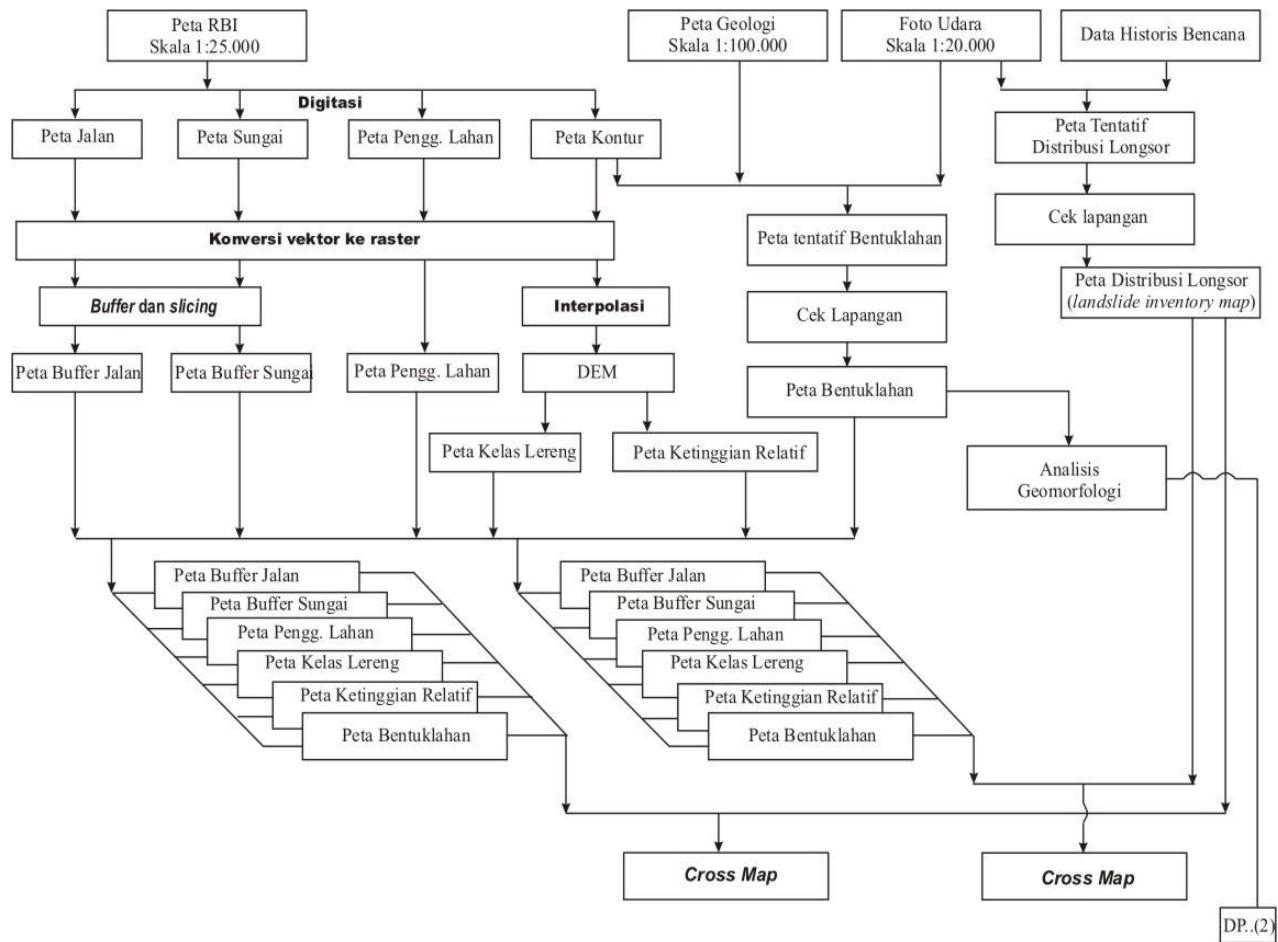
Pulau Sulawesi terletak di zona Gempa sebagaimana digambarkan pada Peta kegempaan (Gambar 7). Berdasarkan peta tersebut maka hampir seluruh Sulawesi rawan terhadap Gempa bumi hanya kekuatannya yang mungkin berbeda-beda. Data yang digunakan adalah Peta Administrasi, Peta Penggunaan Lahan, Peta Rawan Gempa Bumi, Peta Geologi, terutama letak sesar-sesar aktif.



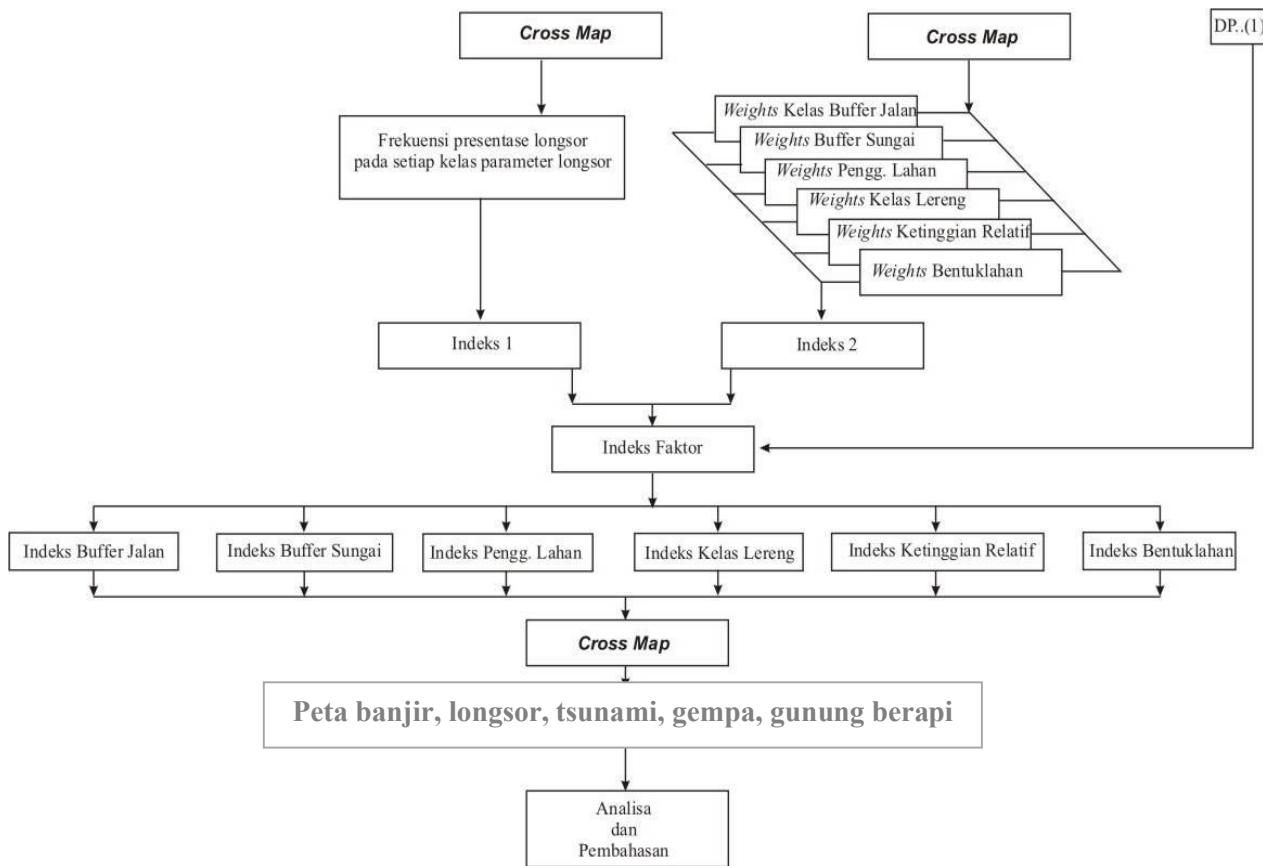
Gambar 7. Gempa Bumi di Indonesia

Setelah Data-data yang ada dipetakan dengan Sistem Informasi Geografi maka diklasifikasikan zona-zona bahaya gempa dan tingkat kerusakan yang terjadi.

Secara umum proses pemetaan dan identifikasi Bencana Alam dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 8. Diagram proses Pemetaan dan Identifikasi Bencana Alam



Gambar 9. Diagram Proses Pemetaan dan Identifikasi Bencana Alam (lanjutan)

Unit Pemetaan

Untuk memudahkan dalam melakukan pemetaan dalam rangka identifikasi rawan bencana ini sebaiknya digunakan satuan peta yang mengkombinasikan antara morfologi, penggunaan lahan dan Lereng.

Dengan pertimbangan bahwa satuan pemetaan tersebut akan mencerminkan tingkat rawan bencana yang mana rawan bencana itu dipengaruhi oleh faktor morfologi dan lereng yang akan berakibat pada kerugian/resiko pada masing penggunaan lahan, terutama di pusat-pusat kegiatan yaitu permukiman penduduk atau instalasi strategis.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Oetomo, Penataan Ruang Berbasis Mitigasi Bencana, dalam Buletin Tata Ruang, Edisi Mei-Juli 2007, BKTRN, Jakarta
- B. A. Herbowo, Perencanaan dan Perancangan Tata Ruang Wilayah Rentan Bencana Tsunami dalam Buletin Tata Ruang, edisi Januari-Februari 2005, BKTRN, Jakarta
- Soesastro, Hadi, Jacob Oetama, Indonesia Abad XXI di tengah Kepungan Perubahan Global, Harian Kompas, Jakarta
- UU No 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana

Permendagri No 33 tahun 2006, Pedoman dan
Mitigasi Bencana
Permen PU No 21 tahun 2007, Pedoman
Penataan Ruang Kawasan Bencana
Longsor
Permen PU No 22 tahun 2007, Pedoman
Penataan Ruang Kawasan Letusan
Gunung Api dan Kawasan Rawan
Bencana Gempa Bumi.

ISSN 2085-7020