

SEBUAH KAJIAN atas PETA-PETA MULTI BENCANA

(A Study on Multi Hazard Maps)

Dr.-Ing. Fahmi Amhar

Peneliti Utama, Badan Koordinasi Survei & Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL)

Dr. Ir. Mulyanto Darmawan , M.Sc.

Kepala Satuan Tugas Geospasial BRR-BAKOSURTANAL

Dibuat atas kerjasama

Badan Koordinasi Survei & Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL)
Bakan Rehabilitasi dan Rekonstruksi Aceh & Nias (BRR)

2007

PENGANTAR

Semula tulisan ini dimaksudkan untuk memberikan suatu pedoman bagi siapa saja yang akan membuat peta multi bencana. Pedoman ini direkomendasi pada Workshop Multihazard Mapping di Banda Aceh pada bulan Desember 2006, setelah para pakar dari berbagai sektor dan disiplin ilmu berkumpul dan mendiskusikan berbagai jenis peta bencana menurut versi masing-masing.

Setelah workshop tersebut penulis mendapat kesempatan untuk melihat manajemen bencana dalam suatu advanced training di Jepang selama tiga minggu. Tidak lama kemudian penulis juga mewakili BAKOSURTANAL dalam acara pencerahan dan penyiapan kesiagaan bencana yang diadakan oleh Mabes-TNI bersama BAKORNAS-Penanganan Bencana.

Dari berbagai acara itu dapat ditarik beberapa pelajaran, bahwa yang dimaksud peta-peta bencana memang harus komprehensif, selengkap tahapan penanganan bencana. Indonesia yang memiliki macam bencana paling banyak ini selayaknya justru menjadi *leader* di dunia pemetaan bencana.

Tulisan ini sebenarnya barulah sebuah awal. Di dalamnya sendiri ada banyak "*hyperlink*" ke berbagai referensi yang sudah ada. Langkah selanjutnya tinggal bagaimana mem-*breakdown* wacana ilmiah ini dalam suatu Standard Operating Procedure (SOP) dan Spesifikasi yang operasional, yang telah teruji secara real di lapangan.

Banda Aceh, 3 April 2007

Dr.-Ing. Fahmi Amhar

DAFTAR ISI

1	Pendahuluan	1
1.1	Supermarket Bencana	1
1.2	Mengapa perlu peta multi bencana	2
2	Macam Bencana	3
2.1	Bencana Geologis	3
2.2	Bencana Meteorologis	3
2.3	Bencana Anthropogenis	4
3	Sistem Informasi	5
3.1	Standardisasi Geometri	5
3.2	Standardisasi Metodologi	5
3.3	Standardisasi Koding	5
3.4	Standardisasi Visualisasi	6
4	Macam Peta Bencana	7
4.1	Peta untuk Mengantisipasi Bencana (Pre-Disaster Map)	7
4.1.1	Peta Sejarah Bencana	7
4.1.2	Peta Potensial Bencana	9
4.2	Peta untuk Tanggap Darurat (On-Disaster Map)	12
4.2.1	Peta untuk Pertolongan (Evacuation Map)	12
4.2.2	Peta untuk Pencegahan Penjalaran Bencana	14
4.3	Peta Rehabilitasi & Rekonstruksi (Post-Disaster Map)	15
4.3.1	Peta untuk melokalisir dan menghitung kerusakan	15
4.3.2	Peta perencanaan dan pemantauan pembangunan kembali.....	16
5	Visualisasi Peta Multibencana.....	17
5.1	Visualisasi Tergabung	17
5.2	Visualisasi Terpisah	18
5.3	Visualisasi Rinci	21
6	Referensi.....	26

1 Pendahuluan

1.1 Supermarket Bencana

Indonesia adalah “super-market” bencana. Berbagai jenis bencana ada dan “hidup” di Indonesia. Dunia mestinya belajar dari Indonesia.

Dalam suatu skenario terburuk yang masuk akal, dapat kita bayangkan bahwa terjadi sebuah **letusan gunung berapi** yang besar – misalnya Anak Krakatau – dengan energi setara dengan letusan tahun 1883. Letusan ini melemparkan abu yang sangat dahsyat, sehingga memaksa bandara di Jakarta, Banten dan Lampung ditutup berhari-hari.

Letusan ini juga mengakibatkan **gempa bumi** yang merobohkan bangunan-bangunan yang konstruksinya kurang baik di Lampung, Banten dan Jakarta itu. Beberapa industri mengalami **kebakaran** lantaran pipa-pipa gas mereka patah dan lalu meledak. Beberapa gedung runtuh akibat konstruksi yang tidak mementingkan ancaman gempa.

Akibat letusan itu, **tsunami** terjadi di sekitar selat Sunda menghancurkan kawasan industri di Cilegon dan membuat PLTU Suralaya mati dan “ekornya” setinggi 5 meter masih mencapai pantai Jakarta, yang berakibat **banjir** di Jakarta Utara.

Goncangan tsunami yang luar biasa itu juga membuat beberapa kapal yang sedang mengisi muatan di Tanjung Priok terbalik, akibatnya terjadi **tumpahan bahan kimia** dalam jumlah besar dan mencemari pantai.

Sementara itu di Jakarta, ketiadaan listrik memuat fasilitas umum lumpuh berhari-hari. Lampu lalu lintas mati, sehingga di beberapa titik timbul kemacetan dan kecelakaan lalu lintas. Ketiadaan listrik, kerusakan di pelabuhan dan terganggunya bandara juga membuat pasokan logistik (bahan bakar, sembako) terganggu.

Dapat dibayangkan bahwa dalam masa tanggap darurat, diperlukan informasi yang cukup untuk setiap tempat. Ada tempat-tempat yang tergenang air, sehingga perlu perahu karet. Ada jalan-jalan yang tertutup oleh reruntuhan gedung, dan perlu alat berat untuk menyingkirkannya. Tim penyelamat juga membutuhkan informasi tentang lokasi-lokasi pengungsi, lokasi logistik dan lokasi alat-alat penyelamat.

Selain itu, bencana juga memberi dampak ekonomi pada daerah-daerah yang tidak secara langsung terkena bencana, namun ikut mengalami kesulitan ekonomi yang parah akibat terputusnya jalan atau terhentinya pasokan listrik.

Pada masa rehabilitasi dan rekonstruksi, diperlukan data yang lebih rinci tentang objek-objek yang rusak dan nilai kerusakannya. Informasi diperlukan untuk perencanaan, agar yang dibangun baru juga kedepan tahan terhadap bencana serupa. Pembangunan kembali juga perlu dipantau agar sesuai dengan rencana, spesifikasi, anggaran serta time-frame-nya.

Secara umum, Indonesia perlu memiliki peta-peta yang mempersiapkan daerah-daerah yang beresiko bencana. Daerah-daerah ini ada yang sudah pernah mengalami bencana – sehingga ada kemungkinan bencana serupa terulang, dan ada yang berpotensi bencana namun dalam catatan sejarah bencana itu belum pernah terjadi. Sebagai contoh, sejak sejarah Aceh, tsunami dalam dimensi sebesar pada 26 Desember 2004 itu belum pernah terjadi. Namun dalam analisis geodinamika serta simulasi run-up, Banda Aceh termasuk daerah rawan tsunami, sebagaimana Pangandaran, Padang atau Denpasar.

Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana (BAKORNAS-PB) atau nama badan lain yang akan dibentuk sesuai UU Penanganan Bencana, selama ini mengumpulkan data laporan bencana dari daerah. Namun data ini memiliki sejumlah kelemahan:

- (1) sering hanya tekstual – yang bila dicek secara spasial boleh jadi meragukan. Semisal ada daerah yang melaporkan tsunami, padahal secara spasial dia jauh dari pantai.
- (2) hanya mengandalkan laporan resmi dari SATLAK – padahal boleh jadi ada bencana yang dianggap “sudah kelaziman” (misalnya kekeringan di NTT) sehingga tidak pernah dilaporkan lagi ke BAKORNAS.
- (3) hanya mengagregasi secara nasional (skala kecil), padahal dalam beberapa kasus, perlu ada lokasi rinci setiap bencana yang menyangkut daerah itu. Lokasi longsor biasanya hanya menyangkut tempat yang sangat terbatas, sementara banjir atau kebakaran hutan dapat menjangkau tempat yang luas. Dari segi durasi, ada bencana yang kejadiannya cuma beberapa detik (seperti gempa bumi), dan ada juga yang hingga beberapa bulan (kebakaran hutan).
- (4) ditemukan data dari kabupaten yang telah dimekarkan, tetapi karena terlalu makro tadi, maka data di-attached ke kabupaten yang tidak tepat – misalnya dari Kabupaten Pasaman (sekarang menjadi Kabupaten Pasaman Barat yang berpantai, dan Kota Pasaman yang tak berpantai). Data tsunami ternyata di-*attached* ke Kota Pasaman!
- (5) Untuk kasus NAD, gempa+tsunami terjadi serentak dan sangat populer. Sayangnya pelaporannya kemudian digabung – dilaporkan oleh semua Kabupaten/Kota di NAD. Mestinya tetap dipisah, karena ada daerah-daerah yang hanya terkena gempanya, tidak oleh tsunami.
- (6) Pelaporan baru menyebut jumlah kejadian. Mestinya ada beberapa parameter:
 - a. Kejadian (lengkap tanggal terjadinya – kalau bisa diberi GLIDE number)
 - b. Luasan dan Durasi (kalau banjir dan kebakaran bisa lama ...)
 - c. Jumlah korban jiwa, luka-luka, yang lalu sakit dan jumlah pengungsi
 - d. Jumlah kerugian material (rumah rusak, infrastruktur rusak/terganggu)
 - e. Jumlah total dampak bencana (ini mesti ada pembobotan!)

1.2 Mengapa perlu peta multi bencana

Peta multi bencana adalah peta yang memberikan gambaran utuh potensi dan riwayat kebencanaan di suatu daerah.

Peta multibencana dapat dipakai oleh para pengambil kebijakan (pemerintah, investor) untuk menimbang manfaat dan resiko. Untuk mengatasi bencana diperlukan sistem keuangan yang bersifat kontingensi (anggaran yang hanya dipakai bila bencana terjadi). Dengan sistem otonomi daerah, maka sudah saatnya pemerintah membuat “Dana Perimbangan Bencana”. Daerah yang memiliki resiko bencana lebih besar, akan mendapatkan dana kontingensi lebih besar.

Namun untuk merealisasi hal ini, diperlukan suatu kajian untuk membuat pedoman teknis penyediaan peta multibencana yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut.

2 Macam Bencana

Ada berbagai jenis bencana. Secara umum, dari sisi titik awalnya, bencana ini dapat digolongkan dalam bencana geologis, bencana meteorologis dan bencana anthropogenis (disebabkan manusia). Kadang-kadang pengelompokan ini berbaur karena suatu jenis bencana dapat diperkuat atau menjadi sebab bencana lainnya, misalnya kebakaran yang luas dapat terjadi akibat patahnya pipa gas pada saat gempa bumi, atau hujan lebat baru menjadi banjir ketika pintu air dirusak oleh manusia.

Namun secara umum pembagian ini dapat atau harus dilakukan karena antisipasinya berbeda.

2.1 Bencana Geologis

Bencana geologis terdiri dari:

- Earthquake (Gempa bumi) – yang waktu kejadiannya tidak bisa diprediksi
- Tsunami – yang terutama disebabkan oleh gempa bumi di laut dalam kondisi tertentu, selain dapat juga oleh letusan gunung api bawah laut (seperti Krakatau, 1883) atau jatuhnya asteroid besar ke dalam laut. Kapan tsunami akan menghantam daratan dapat diprediksi sehingga dapat dibuat Early Warning System meskipun waktu yang tersisa hanya berkisar 5-20 menit.
- Volcano – aktivitas vulkanik (gunung) api yang waktu kejadiannya dapat diprediksi dengan baik karena aktivitas gunung api ini selalu melalui proses yang dikenal baik.
- Slide – longsor, waktu kejadiannya tidak bisa diprediksi namun tanda-tanda tanah yang akan longsor biasanya dikenali.

2.2 Bencana Meteorologis

- Flood (banjir) – adalah kejadian ketika debit air (air yang masuk ke suatu tempat dari curah hujan, limpahan atau run-up pasang laut) lebih besar dari kredit air (air yang keluar dari tempat tersebut baik karena meresap ke dalam tanah, diupkan maupun dibuang ke tempat lain).
- Wave (gelombang laut) – termasuk yang menyebabkan abrasi.
- Wildfire (kebakaran liar) – termasuk kebakaran hutan – sebagian dapat disebabkan faktor manusia (pembukaan lahan), namun kebakaran yang meluas hanya dimungkinkan oleh kondisi hutan atau belukar yang kering.
- Drought (kekeringan) – yang umumnya diikuti oleh gagal panen.
- Storm (topan) – atau disebut juga angin puting beliung. Meski Indonesia bukan daerah yang dilalui siklon tropis (seperti hurricane, tornado) namun angin puting beliung dengan intensitas di bawah hurricane sering terjadi di beberapa tempat.

Semua bencana meteorologis saat ini termasuk fenomena alam yang dapat diprediksi cukup baik setelah ada sistem pemantauan yang terpadu dengan stasiun pemantau dan satelit cuaca. Bencana meteorologis juga selalu memiliki interaksi dengan aktivitas manusia (lahan hijau / lahan resapan air, drainase, pintu air, pompa).

Pembagian secara detil ini juga terkadang sulit karena faktor pelaporan yang mensimplifikasi (generalisasi). Misalnya, gempa yang menimbulkan tsunami di NAD dan Nias 2004 sering disatukan menjadi gempa-tsunami, sehingga seluruh wilayah NAD seperti terkena bencana ini. Padahal wilayah di pedalaman hanya terkena gempa, tidak oleh tsunami. Dampak kerusakan yang parah lebih disebabkan oleh tsunami, bukan oleh gempanya sendiri. Demikian juga banjir dan longsor sering disatukan, padahal ada juga longsor tanpa banjir, atau banjir tanpa longsor.

2.3 Bencana Anthropogenis

Bencana anthropogenis adalah bencana yang secara langsung muncul karena kesalahan, kesengajaan atau kelalaian manusia yang berakibat luas pada lingkungan. Yang termasuk bencana anthropogenis misalnya kerusakan industri (contoh kerusakan pabrik kimia di Bhopal atau ledakan PLTN di Chernobyl) atau kecelakaan transportasi (misalnya kebocoran tanker Exxon Valdez di Alaska).

Bencana anthropogenis lain yang dapat terjadi (dan juga dilaporkan ke BAKORNAS-PB):

- terorisime / sabotase (WTC 11 September 2001)
- kerusuhan / konflik sosial (semacam di Jakarta 13 Mei 1998).

Di Indonesia, bencana besar yang diduga anthropogenis adalah kasus semburan lumpur panas PT Lapindo Brantas di Porong Sidoarjo. Meski ada dugaan bahwa ada peran geologis di situ, namun tanpa dipicu aktivitas pemboran (baik ada kesalahan maupun tidak), barangkali semburan ini tidak terjadi.

3 Sistem Informasi

Untuk membuat sistem informasi yang dapat digunakan oleh berbagai pihak, sehingga data dapat disediakan dan dipakai secara bersama-sama oleh berbagai sektor diperlukan sejumlah standar. Standar yang diperlukan minimal ada tiga: geometri, metodologi dan koding.

3.1 Standardisasi Geometri

Standard geometri akan menentukan apakah data spasial bencana berada pada posisi atau lokasi yang sama. Pada umumnya digunakan referensi menurut WGS-84.

Untuk membuat peta dalam cakupan yang luas, sebaiknya digunakan sistem koordinat geografis (latitude, longitude). Untuk peta dalam cakupan kecil (biasanya untuk skala besar, mencakup hanya satu Kabupaten / Kota) dapat lebih menguntungkan menggunakan sistem koordinat UTM. Namun bekerja di salah satu sistem koordinat ini bukan masalah, karena konversi UTM-Geografis bolak-balik sudah dapat dikerjakan oleh mayoritas software GIS.

3.2 Standardisasi Metodologi

Standard metodologi menentukan apakah data spasial yang sama itu merepresentasikan fenomena yang sama – meskipun dibuat oleh institusi yang berbeda. Sebagai contoh, ketika berbicara tentang lereng yang “curam”, maka berapa % atau berapa derajat kecuraman itu.

Contoh: sebagian orang mengklasifikasi lereng dalam empat kelas (< 8%, 8-25%, 25-40% dan >40%). [Sven Theml, consultan for GTZ SLGSR Aceh]

Namun sebagian lainnya [Agos Darsoatmodjo, Badan Geologi] menggunakan enam kelas lereng (0-5%, 5-15%, 15-30%, 30-50%, 50-70%, >70%).

Dengan demikian, akan timbul permasalahan ketika kedua data pada lokasi yang berbeda akan disambungkan. Hasil scoring juga akan menyestakan.

Metodologi juga menyangkut beberapa algoritma, terutama ketika menentukan sesuatu yang belum terjadi, seperti daerah risiko bencana atau daerah yang akan terkena dampak tak langsung dari bencana (misalnya ada longsor di kabupaten A, membuat jalan terputus, dan akibatnya di kabupaten B - yang tidak ada longsor - , supplay bahan bakar dan sembako terganggu).

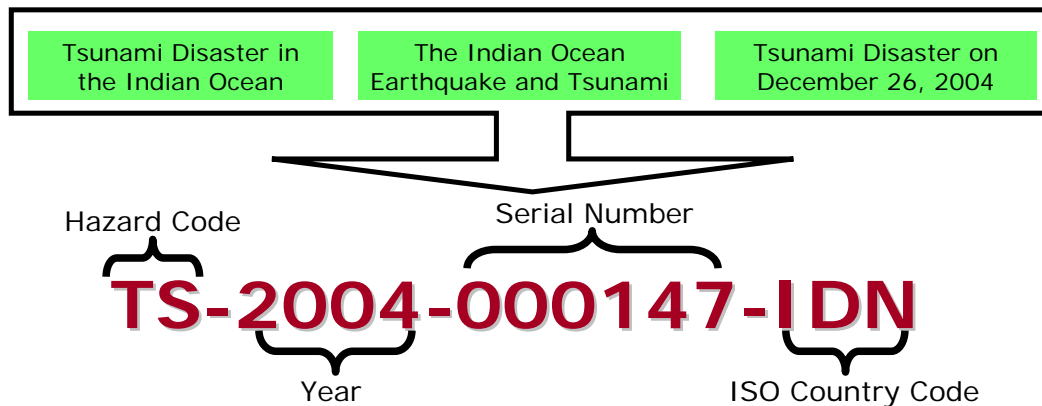
Algoritma juga selalu menyangkut asumsi-asumsi yang dipakai dalam berhitung. Misalnya untuk menghitung dimensi bencana. Apa yang disebut bencana skala besar? Apakah dari jumlah korban? Jumlah pengungsi? Cakupan area yang terkena? Durasi bencana? Atau sekedar bahwa pemerintah setempat tidak sanggup lagi ... (yang ini cukup subyektif, karena tergantung kapasitas dari pemerintah setempat). Kalau asumsi-asumsi ini berbeda, maka hasilnya juga akan sangat berbeda.

Beberapa metodologi untuk membuat peta Potensial Bencana telah dibahas dalam Workshop Multihazard Mapping di Banda Aceh, Desember 2006.

3.3 Standardisasi Kodifikasi

Bila geometri dan metodologi sudah sama, maka akan didapatkan peta yang serupa. Kalau peta ini dikerjakan oleh pihak yang berbeda namun pada lokasi dan waktu fenomena yang sama, maka seharusnya peta itu persis sama. Hanya saja, untuk analisis di dalam komputer, hal itu belum cukup. Masih dibutuhkan standar kodifikasi, yang dapat meliputi dari kode unsur hingga sistem penamaan file.

Untuk fenomena bencana, di dunia telah ada standar kode untuk memudahkan identifikasi suatu bencana yang cakupannya luas. Sistem kode ini dikenal dengan nama GLIDE-number. Sebagai contoh adalah nomor glide berikut ini merupakan identifikasi untuk tsunami yang melanda Aceh dan Nias 26 Desember 2006.



Dengan nomor ini, berbagai sebutan untuk bencana itu, seperti "Tsunami Aceh", atau "Gempa-Tsunami Sumatra", atau "Bencana NAD dan Nias 26 Desember 2004" akan diketahui sebagai fenomena yang sama.

Di Indonesia kode GLIDE yang relevan adalah: EQ (gempa), TS (tsunami), VO (letusan gunung berapi), SL (longsor), FL (banjir), WV (gelombang pasang, abrasi), WF (kebakaran), DR (kekeringan) dan ST (topan). Di BAKORNAS dicatat juga beberapa data dalam kelompok yang belum ada kode GLIDE-nya, dan untuk itu pada tulisan ini dibuatkan kode sementara, yaitu:

- ET (EQ+TS) - gempa & tsunami
- FS (FL+SL) - banjir & longsor
- TE - terorisme
- SC - konflik sosial / kerusuhan

Sedang dalam bentuk GIS, standard kode diterapkan untuk menunjuk objek spasial maupun tematis yang sama. Kode unsur memudahkan untuk menghubungkan objek yang persis sama. BAKOSURTANAL memiliki spesifikasi teknis peta RBI dan juga peta RTRW yang dapat diadopsi untuk untuk berbagai peta bencana.

3.4 Standardisasi Visualisasi

Peta sebagai tampilan visual harus menggunakan simbol, arsiran atau warna yang familier untuk pengguna.

Persoalannya adalah antara pembuat dan pengguna yang berbeda dapat familier dengan bentuk visualisasi yang berbeda. Karena itulah perlu disediakan berbagai jenis legenda. Yang terpenting adalah data sudah dengan kode unsur standar.

4 Macam Peta Bencana

Ada tiga jenis aktivitas dalam menghadapi bencana, yaitu saat menyiapkan diri dalam menghadapi bencana yang akan datang (preparedness), kemudian saat tanggap darurat pada saat bencana terjadi, dan rehabilitasi untuk pembangunan pasca bencana. Tiga siklus ini juga tercermin pada berbagai lembaga penanganan bencana, seperti di BAKORNAS.

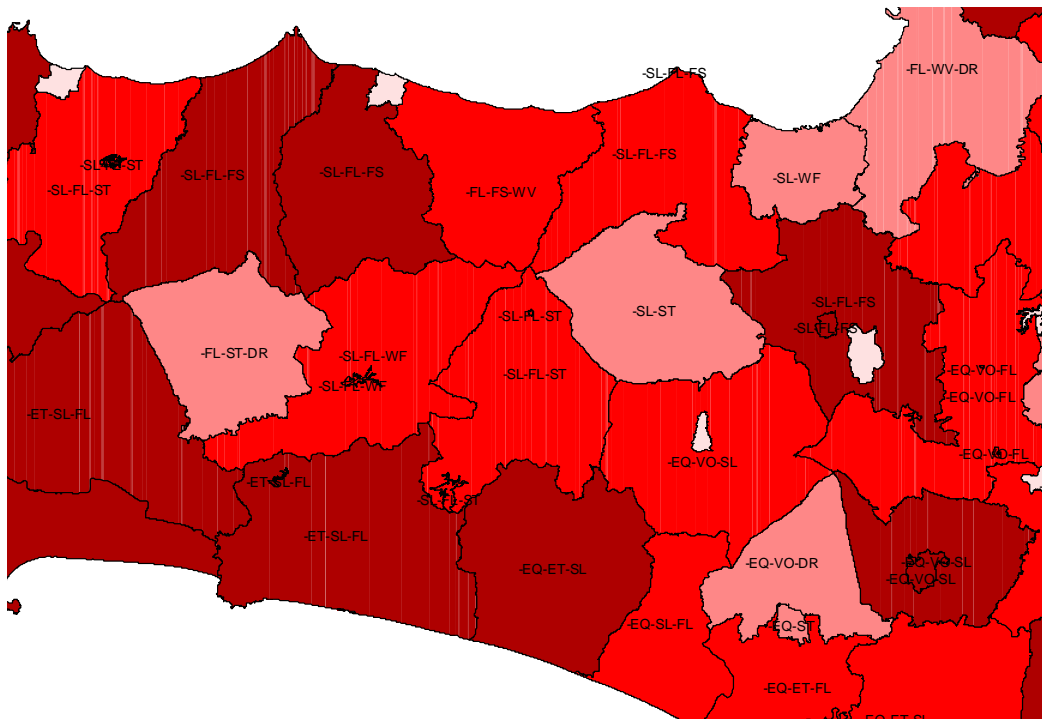
Karena itu peta bencana juga harus mendukung seluruh langkah tersebut.

4.1 Peta untuk Mengantisipasi Bencana (*Pre-Disaster Map*)

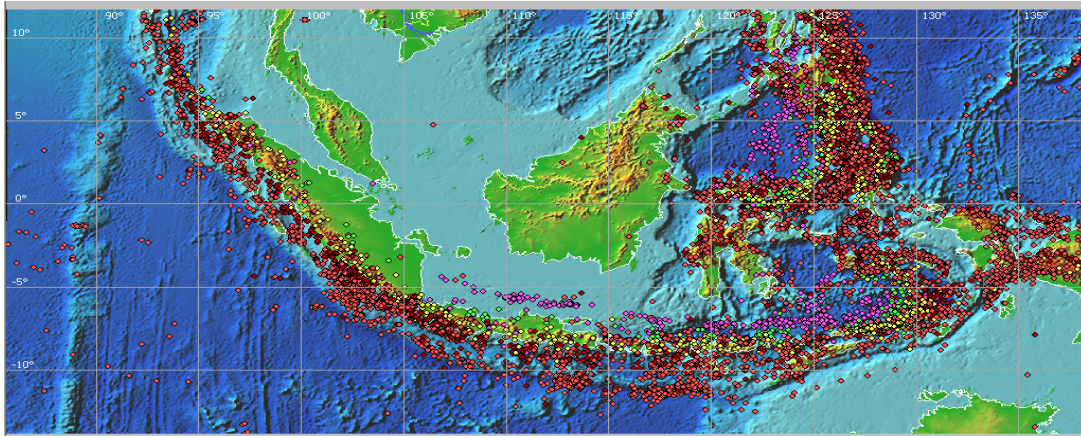
Peta pre-disaster dipakai untuk menyiapkan pemerintah dan masyarakat atas bencana di masa depan yang mungkin terjadi. Peta ini dapat disiapkan berdasarkan catatan / sejarah bencana di tempat itu, atau berdasarkan analisis potensial bencana.

4.1.1 Peta Sejarah Bencana

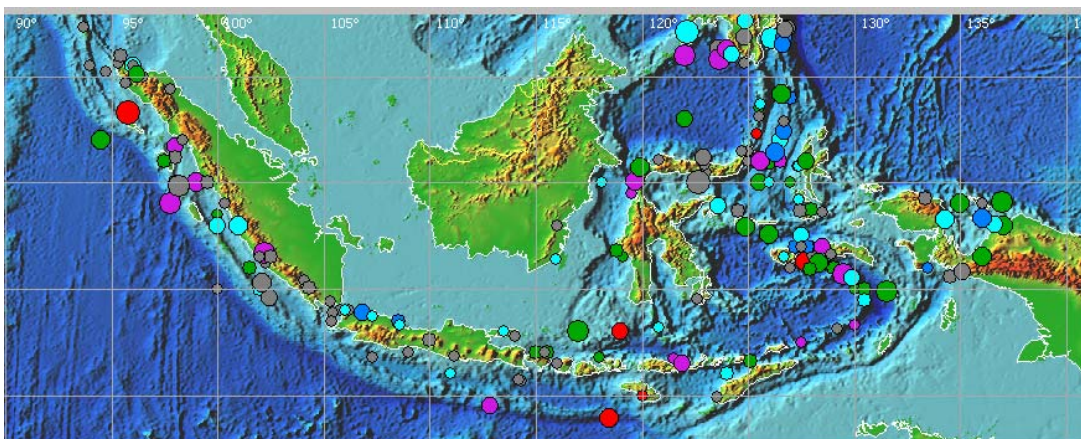
Peta Sejarah Bencana ini cukup mudah dibuat karena ada catatan sebelumnya. Namun setiap jenis bencana memiliki karakteristik yang berbeda. Badan Penanganan Bencana (BAKORNAS) seharusnya mengumpulkan data yang cukup untuk mengisi tiap karakteristik bencana. Pada contoh berikut ini ditunjukkan peta sejarah bencana dengan dua informasi (1) jumlah kejadian bencana yang dilaporkan dalam bentuk intensitas warna dan (2) simbol berupa huruf dalam kode GLIDE yang menggambarkan bencana di daerah itu.



Gambar 4.1. Macam varian bencana yang pernah terjadi disimbolkan dengan kode GLIDE Kab Sleman DIY misalnya ada ancaman EQ (gempa), VO (letusan G.Api) dan DR (kekeringan). Kab. Bantul ada ancaman EQ (gempa), ET (gempa+tsunami) dan FL (banjir) sedang Kota Yogyakarta baru mengalami EQ (gempa) dan ST (angin puting beliung). Intensitas warna merah menunjukkan jumlah kejadian bencana daerah tersebut. Menarik bahwa ternyata Kota Magelang termasuk Kota yang tidak memiliki kerawanan. Peta ini akan lebih informatif jika satuan datanya ada pada level desa.



Gambar 4.2. Peta distribusi gempa



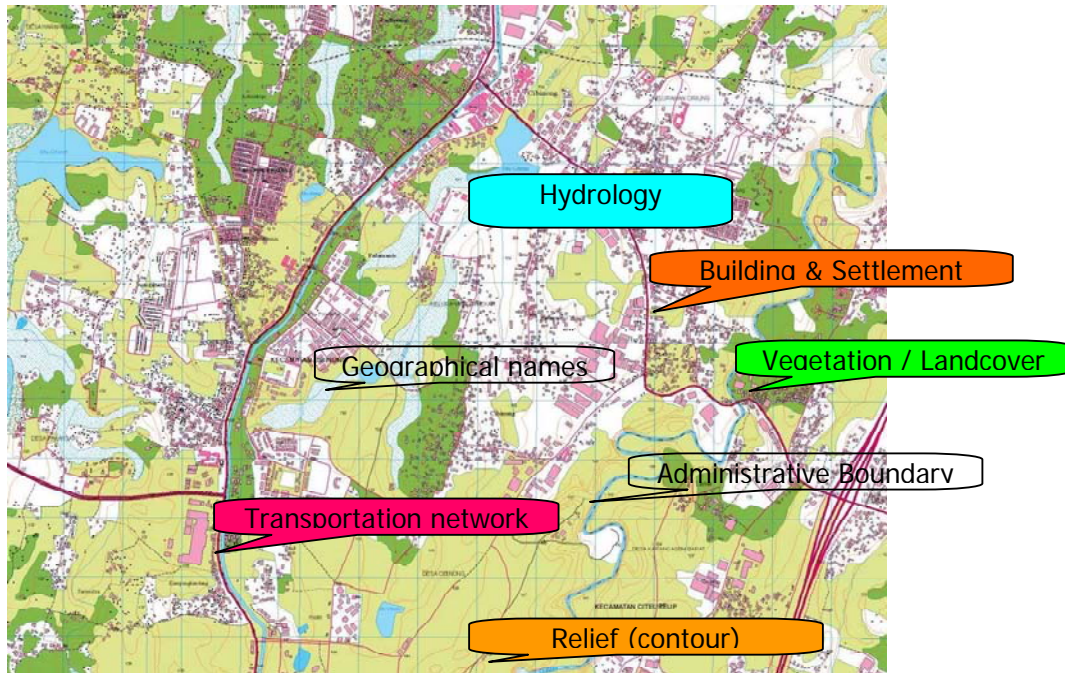
Gambar 4.3. Peta distribusi tsunami



Gambar 4.4. Peta vulkanik dengan erupsi sejak tahun 1900

4.1.2 Peta Potensial Bencana

Peta potensi bencana harus dibuat berdasarkan analisis peta-peta yang tersedia. Peta yang paling lazim sebagai peta dasar adalah peta topografi atau Peta Rupabumi Indonesia (RBI). Peta RBI selalu berisi data kontur yang dapat dipakai untuk menghitung lereng. Peta RBI juga selalu berisi data hidrografi (sungai, danau, pantai), jaringan transportasi (termasuk jaringan listrik dan komunikasi), vegetasi (hutan, sawah), pemukiman (termasuk gedung dan bangunan), batas administrasi dan nama-nama geografis (toponim).



Gambar 4.5. Contoh layer pada peta RBI

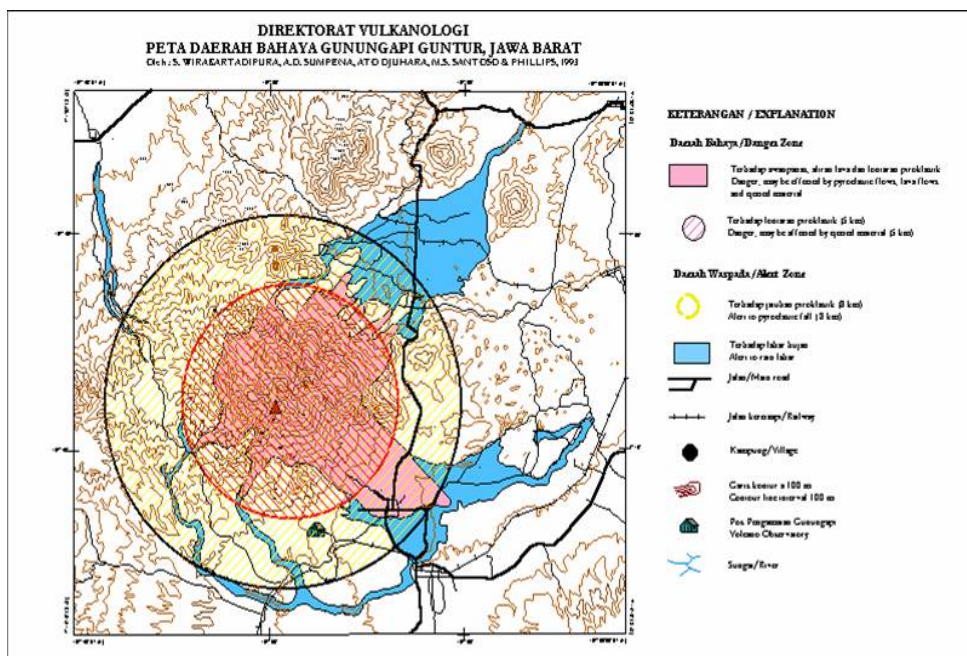
Semua data pada peta RBI ini dapat disintesis untuk menghasilkan berbagai peta-peta baru, seperti peta lereng – yang dengan kombinasi vegetasi dan sungai akan lebih dekat untuk membuat peta rawan longsor. Pada skala yang tepat, peta RBI juga dapat untuk mengetahui daerah potensial untuk bencana tsunami (dengan kontur daerah pantai), daerah risiko vulkanik (kontur sekitar gunung berapi), banjir, dan gelombang pasang.

Tentu saja masih dibutuhkan data dari sumber lain, terutama sejarah bencana di suatu tempat pada kurun waktu yang lebih panjang, misalnya data sebaran episentrum gempa (Pusat Gempa, BMG), data patahan / sesar dari Pusat Geologi Departemen ESDM, data gunung berapi yang aktif dari Direktorat Vulkanologi, data kondisi soil dari Geoteknologi LIPI, data arus laut dari Dishidros TNI-AL atau Departemen Kelautan & Perikanan, data lahan basah dari Departemen Pertanian, data kondisi hutan dari Departemen Kehutanan, data vegetasi mutakhir dari citra satelit yang ada di LAPAN, curah hujan dari BMG, dan data kondisi bangunan dari Departemen Pekerjaan Umum.

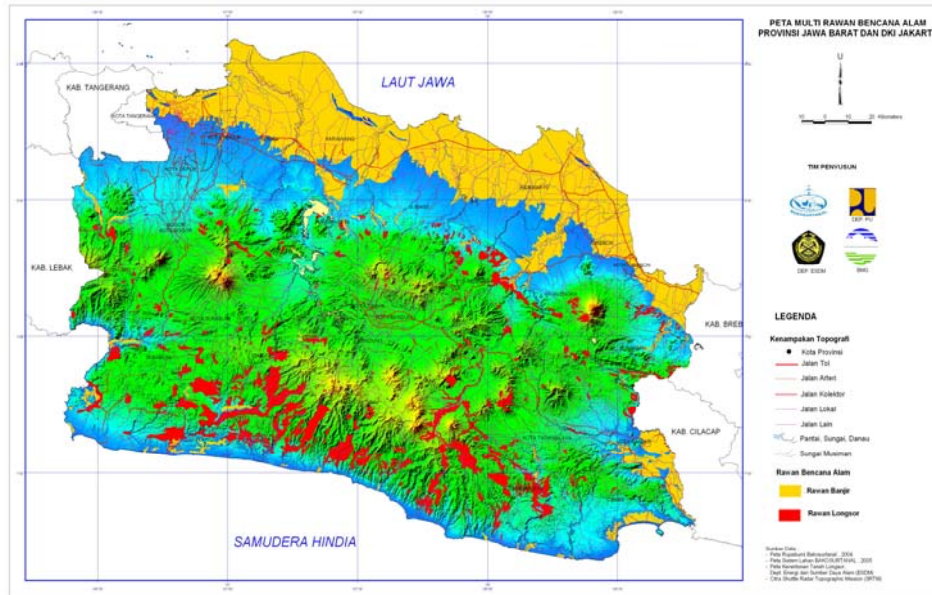
Beberapa jenis data yang dibutuhkan untuk membuat peta Potensial Bencana telah dibahas dalam Workshop Multihazard Mapping di Banda Aceh, Desember 2006.

Jenis Bencana	Data yang dibutuhkan	Sumber data
EQ (gempa)	- episentrum dan kekuatannya - kondisi soil - kondisi bangunan	Pusat Gempa, BMG Geoteknologi Departemen PU
TS (tsunami)	- episentrum gempa di laut - kontur 1 m kawasan pantai - kondisi pantai (Bakau, pemukiman)	Pusat Gempa, BMG Bakosurtanal DKP
VO (vulkanik)	- sebaran gunung berapi - kontur 5 m & sungai sekitar gunung - jaringan jalan, kondisi jalan	Vulkanologi Bakosurtanal Bakosurtanal, PU
SL (longsor)	- kontur 10 m, jaringan sungai - vegetasi - kondisi lahan pertanian, hutan	Bakosurtanal Bakosurtanal, LAPAN Kehutanan, Pertanian
FL (banjir)	- kontur 1 m, jaringan sungai - curah hujan - kondisi bangunan drainase	Bakosurtanal BMG PU
WV (abrasi)	- kontur 1 m kawasan pantai - peta arus - peta angin	Bakosurtanal DKP, Dishidros BMG
WF (kebakaran)	- vegetasi - iklim, curah hujan - kondisi hutan, lahan gambut	Bakosurtanal, LAPAN BMG Kehutanan
DR (kekeringan)	- vegetasi - curah hujan - lahan basah, soil	Bakosurtanal, LAPAN BMG Pertanian
ST (topan)	- cuaca, angin - pemukiman, vegetasi	BMG Bakosurtanal, LAPAN

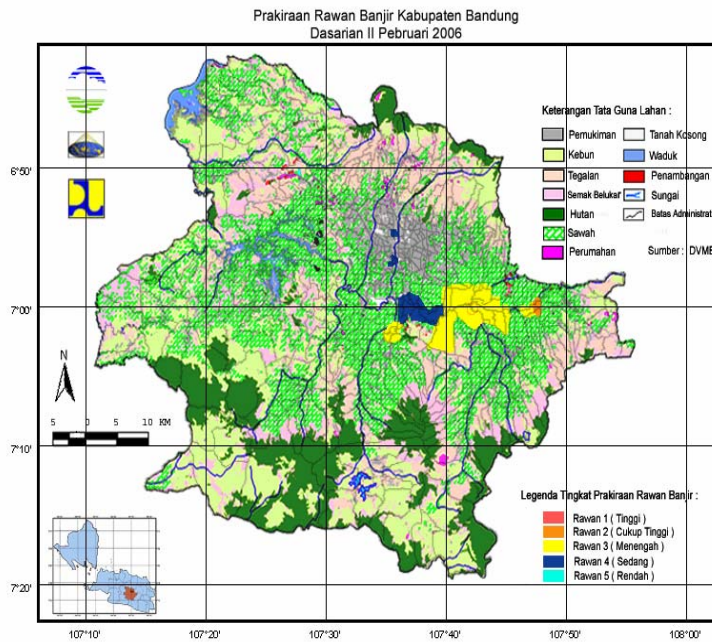
Untuk melakukan sintesis dengan akurat, beberapa sintesis (seperti banjir atau tsunami) perlu dilakukan dengan *dynamic-system modeling*, dan tidak semata-mata diturunkan dari elevasi. Dengan pemodelan dinamis sistem ini dapat diprediksi tinggi genangan dengan asumsi curah hujan tertentu atau debit buangan air tertentu.



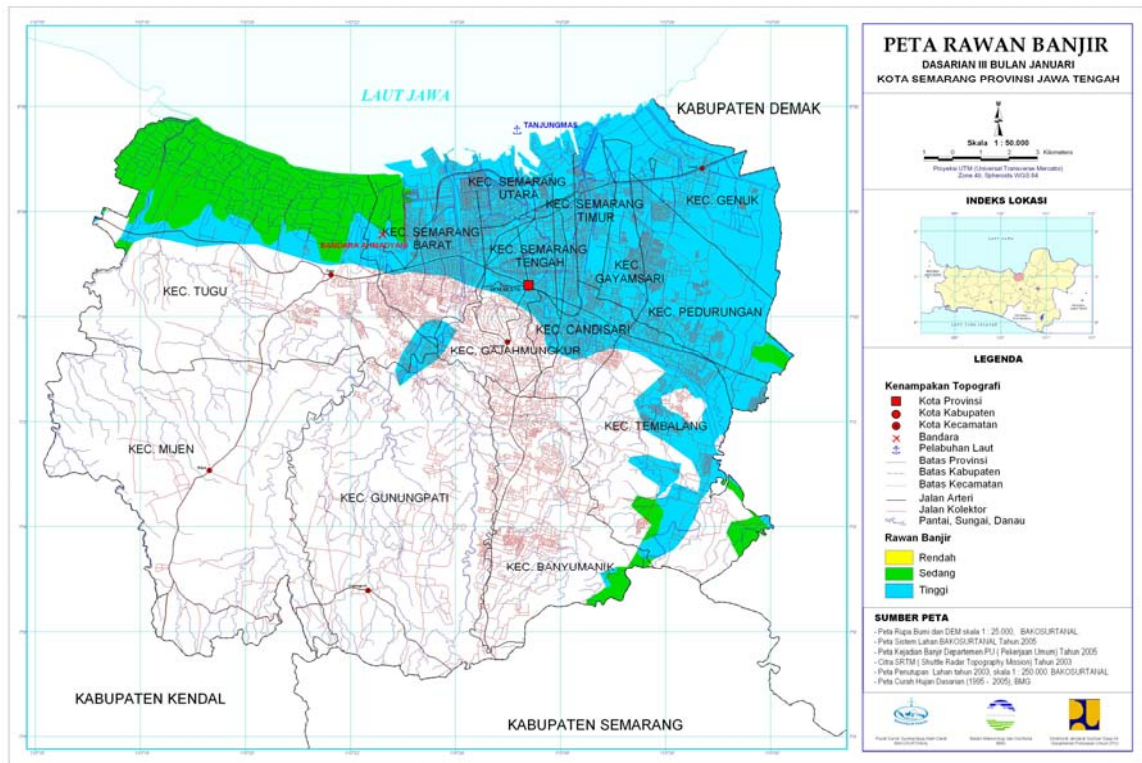
Gambar 4.6. Peta daerah bahaya vulkanik (peta potensi bencana vulkanik)



Gambar 4.7. Peta potensi bencana banjir dan longsor di DKI dan Jawa Barat. Peta ini dihasilkan antara lain dari data RBI skala 1:25.000 (kontur 12.5 m), sehingga untuk prediksi banjir menjadi kurang teliti. Hasilnya: seakan-akan seluruh pantura akan banjir, sementara di Bandung seakan-akan tidak ada kawasan langganan banjir Citarum



Gambar 4.8. Peta rawan banjir daerah Bandung untuk durasi tertentu.



Gambar 4.9. Peta rawan banjir yang lebih detail

Peta potensi bencana ini dapat dicross-check dengan peta sejarah bencana, untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang perlu diedukasi lebih banyak.

Pada tahap yang lebih lanjut, peta-peta ini bisa dilengkapi dengan rute evakuasi, tempat-tempat yang dapat dipakai untuk mengungsi dan sebagainya.

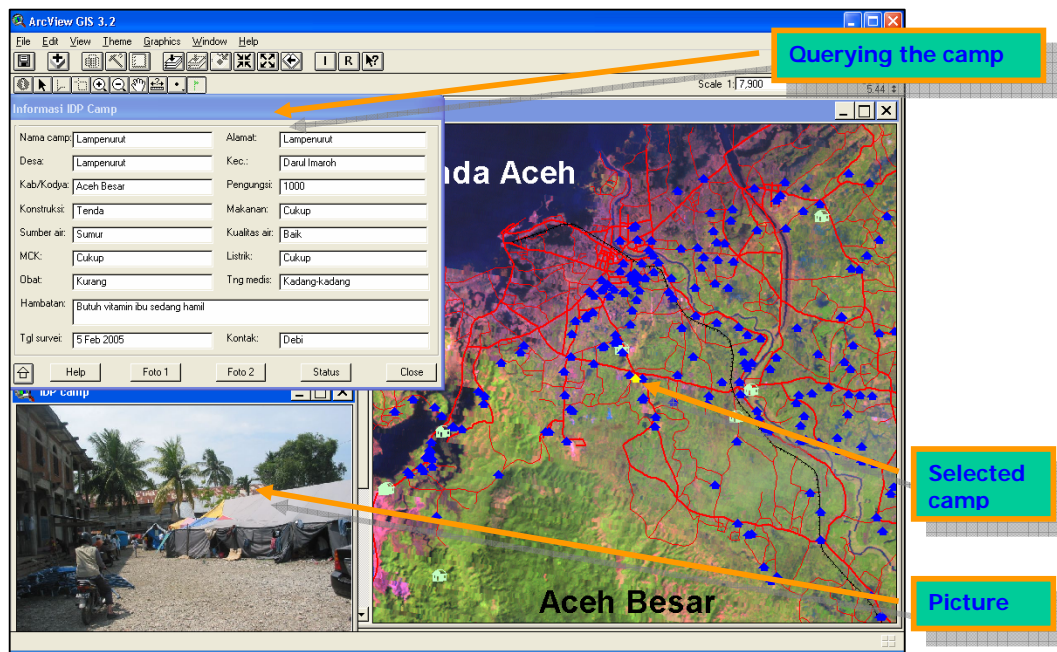
4.2 Peta untuk Tanggap Darurat (On-Disaster Map)

Peta on-disaster dipakai untuk membantu semua aktivitas tanggap darurat. Peta ini memberi petunjuk bagi tim evakuasi pengungsi, tim yang mengurus korban luka-luka atau tim yang menguburkan jenazah, juga tim yang membagikan logistik (dapur umum, BBM) maupun persediaan lainnya (tenda, alat penjernihan air, genset, alat berat) dan sebagainya. Untuk keperluan tanggap darurat itu diperlukan dua jenis peta yaitu peta pertolongan dan peta pencegahan penularan bencana.

4.2.1 Peta untuk Pertolongan (Evacuation Map)

Peta on disaster seharusnya berbentuk suatu sistem informasi yang dinamis, karena perubahan kondisi di lapangan dapat berubah dari waktu ke waktu. Posko Bencana harus dengan cepat dapat melihat di mana saja camp pengungsian yang sudah kehabisan logistik dan harus dikirim sebelum persediaan benar-benar habis. Posko juga bertanggungjawab agar bantuan dari sukarelawan (NGO) benar-benar merata.

	Jenis Bencana	Data spesifik yang harus ada di dalam peta pertolongan
	EQ (gempa)	Daerah non sesar yang aman dari reruntuhan dan tidak akan terisolir oleh reruntuhan.
	TS (tsunami)	Daerah yang kering tidak akan terkena tsunami dan gampang dicapai dengan cepat oleh penduduk dalam 15 menit.
	VO (vulkanik)	Daerah yang tidak akan terkena muntahan lava/lahar/awan panas dan dapat dicapai warga dalam 1 jam kalau ada tanda bahaya.
	SL (longsor)	Daerah yang tidak akan terkena longsor dan gampang dicapai dengan cepat oleh penduduk dalam 15 menit.
	FL (banjir)	Daerah kering tidak akan terkena banjir dan gampang dicapai dengan cepat oleh penduduk dalam 30 menit.
	WV (abrasi)	Daerah yang kering tidak akan terkena tsunami dan gampang dicapai dengan cepat oleh penduduk dalam 15 menit.
	WF (kebakaran)	Daerah-daerah aman dari jalaran api dan dapat diakses oleh korban
	DR (kekeringan)	-
	ST (topan)	Daerah yang kering tidak akan terkena tsunami dan gampang dicapai dengan cepat oleh penduduk dalam 15 menit.

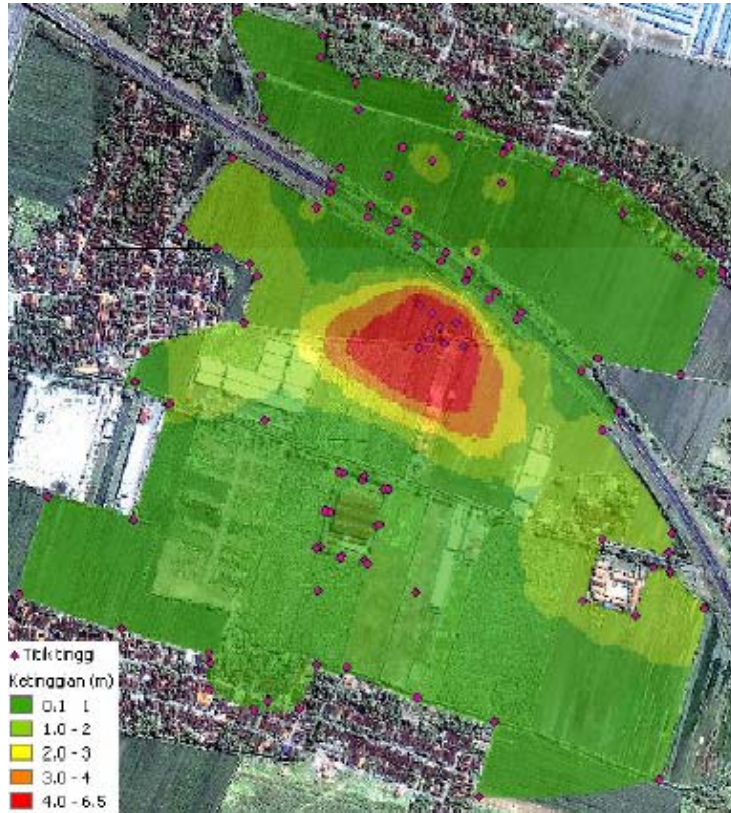


Gambar 4.10. Peta pengungsi (courtesy: Darmawan & Gatot H. Pramono)

4.2.2 Peta untuk Pencegahan Penjalaran Bencana

Selain itu peta on-disaster juga harus mencakup peta yang menunjukkan daerah lain yang akan terimbas oleh bencana, semisal karena longsor menutup akses jalan, maka daerah lain yang sebenarnya tidak terkena bencana secara langsung ikut menderita karena nadi perekonomian terganggu.

	Jenis Bencana	Data yang harus ada dalam peta pencegahan penjalaran
	EQ (gempa)	Daerah yang terhubungkan oleh jalan yang akan terganggu oleh gempa (reruntuhan gedung, jembatan patah). Pemukiman yang akan terganggu dengan putusnya jaringan listrik, air atau bahan bakar.
	TS (tsunami)	Daerah yang terhubungkan oleh jalan yang akan terganggu oleh tsunami (jalan tergerus, jalan penuh sampah berat). Daerah yang terhubungkan dengan angkutan air di mana dermaga akan rusak oleh tsunami.
	VO (vulkanik)	Daerah yang terhubungkan oleh jalan yang akan terganggu oleh material vulkanik. Kota, lahan pertanian atau bandara yang akan terkena hujan abu.
	SL (longsor)	Daerah yang terhubungkan oleh jalan yang longsor atau tertimpa longsor.
	FL (banjir)	Daerah yang terhubungkan jalan yang akan tergenang banjir. Kota yang mendapatkan supply logistik dari industri atau pasar di daerah yang terkena banjir.
	WV (abrasi)	Daerah yang terhubungkan jalan yang akan terkena abrasi.
	WF (kebakaran)	Daerah yang terhubungkan jalan udara yang dilindungi api/asap. Daerah dengan akses bandara yang akan terganggu asap. Daerah yang akan terkena dampak asap → termasuk luar negeri.
	DR (kekeringan)	Daerah yang supply produk pertaniannya (misal pasar pangan) akan terganggu oleh kekeringan yang terjadi.
	ST (topan)	Daerah yang terhubungkan jalan yang akan tertutup oleh atap yang diterbangkan topan atau pohon yang tumbang.



Gambar 4.11. Peta daerah yang terancam oleh lumpur panas Sidoarjo (courtesy Gatot H Pramono)

4.3 Peta Rehabilitasi & Rekonstruksi (Post-Disaster Map)

4.3.1 Peta untuk melokalisir dan menghitung kerusakan

Adalah adalah jenis peta yang paling sering dipublikasikan segera setelah bencana (Fast Mapping System). Pada umumnya peta ini dibuat dengan teknik fotogrametri atau remote sensing, kemudian dilakukan analisis **change detection**, baru kemudian dihitung dimensi kerusakannya.

	Jenis Bencana	Yang dipetakan	
	EQ (gempa)	Bangunan roboh Jalan / Jembatan putus Jaringan air, gas, listrik putus.	
	TS (tsunami)	Bangunan tersapu air Timbunan sampah	
	VO (vulkanik)	Bangunan tertimbun lava atau bahan piroklastik.	
	SL (longsor)	Bangunan roboh Jalan / Jembatan putus	
	FL (banjir)	Bangunan rusak	
	WV (abrasi)	Bangunan rusak	
	WF (kebakaran)	Bangunan terbakar Lahan/Hutan terbakar	
	DR (kekeringan)	Tanah yang retak-retak	
	ST (topan)	Bangunan rusak Pohon tumbang	

Yogyakarta Earthquake



Before

After

Gambar 4.12. Peta "change change detection" dengan citra Ikonos pasca gempa Yogya

4.3.2 Peta perencanaan dan pemantauan pembangunan kembali

Peta perencanaan sebenarnya adalah peta yang lazim dipakai juga dalam kondisi normal. Peta-peta perencanaan pembangunan biasanya cukup banyak. Berbagai daerah menggunakan jenis peta yang berbeda-beda baik dalam judul dan jumlah. Terkadang hal ini tergantung keahlian tenaga planner yang menggunakannya.

Hanya saja untuk pasca bencana, perlu ada perhatian pada daerah-daerah yang rusak, yang mungkin tidak sederhana dalam rekonstruksi. Contoh adalah tanah-tanah yang lenyap atau menjadi lebih rendah dari laut pasca tsunami di Aceh. Atau setidaknya batas-batas tanah yang lenyap dengan lenyapnya bangunan beserta pagar-pagarnya.

Kemudian peta-peta juga perlu dibuat untuk pemantauan proses pembangunan kembali sehingga alokasi sumberdaya dapat dievaluasi efektifitas dan efisiensinya. Misalnya perlu ada peta progress pembangunan rumah, sehingga dapat diperkirakan tingkat kesibukan di setiap lokasi proyek pembangunan ke depan dan prediksi daerah mana yang segera siap dihuni.

5 Visualisasi Peta Multibencana

Peta multibencana dapat divisualisasi secara tergabung, terpisah maupun rinci. Dalam komputer boleh saja hanya ada satu peta dasar, dan segala bencana dipetakan dalam layer-layer. Dalam komputer juga dapat dilakukan analisis antar layer, baik secara statis maupun simulasi dinamis. Namun untuk masyarakat awam maupun petugas di lapangan, tetap diperlukan visualisasi yang dapat dicetak dalam selebar kertas (hardcopy). Dalam praktek ditemukan tiga jenis visualisasi: tergabung, terpisah maupun rinci.

5.1 Visualisasi Tergabung

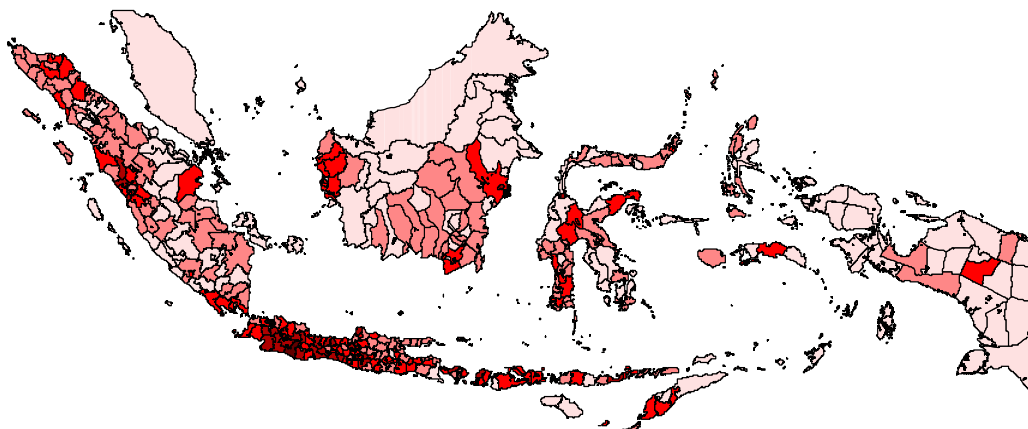
Pada visualisasi tergabung, seluruh potensi bencana di suatu daerah digambar bersama-sama sehingga dapat dilakukan:

(1) Melokalisir daerah-daerah yang memiliki risiko. Pemerintah dapat menggunakan data itu untuk mengetahui risiko di suatu daerah, termasuk mengundang pejabat setempat untuk mengikuti pelatihan manajemen bencana yang sesuai, atau menyiapkan fasilitas antisipasi bencana (preparedness) yang tepat. Fasilitas antisipasi atas bencana banjir tentu sangat berbeda dengan untuk bencana gempa. Untuk banjir diperlukan misalnya peraturan yang lebih ketat atas lahan resapan, pompa, hingga perahu karet untuk evakuasi, sedang untuk gempa diperlukan aturan bangunan (building code) yang lebih ketat.

Lokalisir daerah ber-risiko ini dapat berasal dari sejarah bencana di masa lalu (historical) atau dari analisis potensi. BAKORNAS pada umumnya menyimpan data historis yang dikumpulkan dari SATKORLAK (level Provinsi) dan SATKORLAK dari SATLAK (level Kabupaten / Kota).

(2) perhitungan menyeluruh tingkat risiko bencana di daerah tersebut – dan ini berguna misalnya untuk menghitung pos anggaran kontingensi jika sewaktu-waktu bencana itu benar-benar terjadi;

Agar tidak menjadi rumit, maka deliniasi daerah rawan bencana dalam visualisasi tergabung harus diolah dulu dalam suatu tabel terpisah untuk diberi bobot yang tepat dari tingkat frekuensi dan amplitudo yang diperkirakan. Sebagai contoh bila di suatu daerah ada risiko gempa dan banjir, namun frekuensi gempa besar jauh lebih kecil dari banjir, maka perhatian utama pada banjirnya dulu. Sedang prevensi gempa tetap dilakukan dengan ketentuan bangunan (building code) yang ketat.

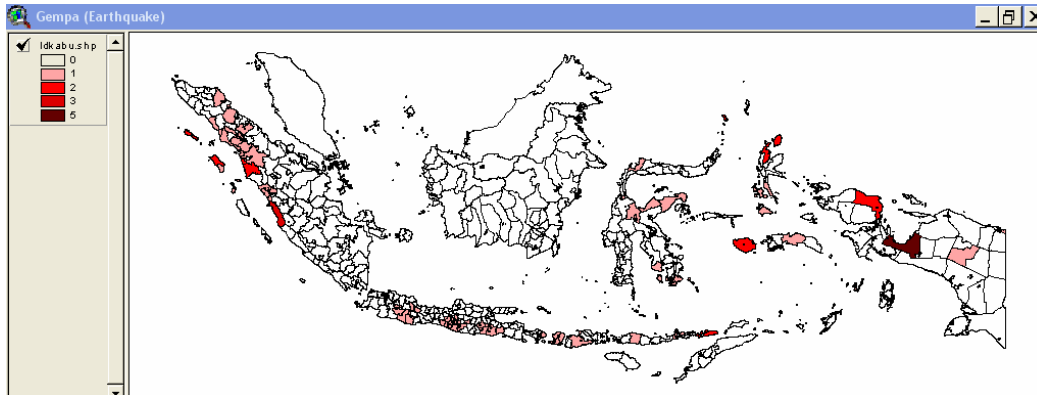


Gambar 5.1. Peta Indonesia dilihat dari jumlah bencana yang dilaporkan tiap-tiap Satlak. Pada peta ini juga dimunculkan simbol yang menyebutkan tipe bencana di tiap kabupaten.

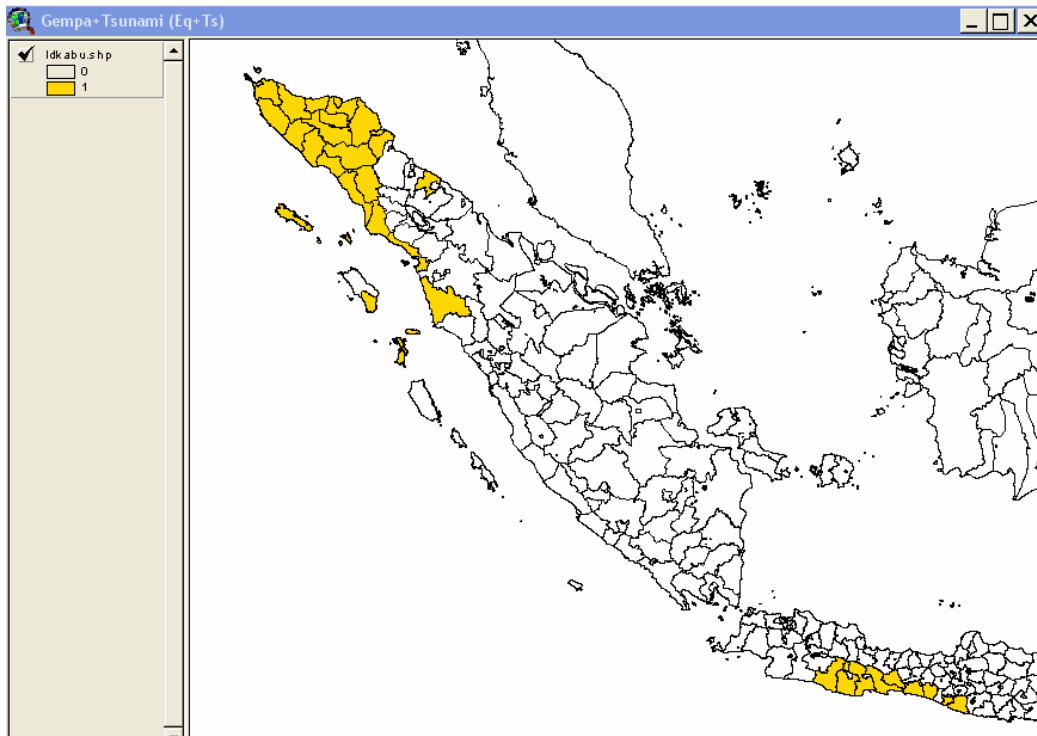
5.2 Visualisasi Terpisah

Pada visualisasi secara terpisah, peta bencana digambarkan untuk masing-masing jenis bencana. Informasi spesifik yang diberikan dapat cukup lengkap sehingga dapat dimanfaatkan untuk keperluan mitigasi. Namun kadang-kadang informasi yang dilaporkan atau diberikan BAKORNAS dicampur-aduk sehingga sulit divisualisasi secara terpisah.

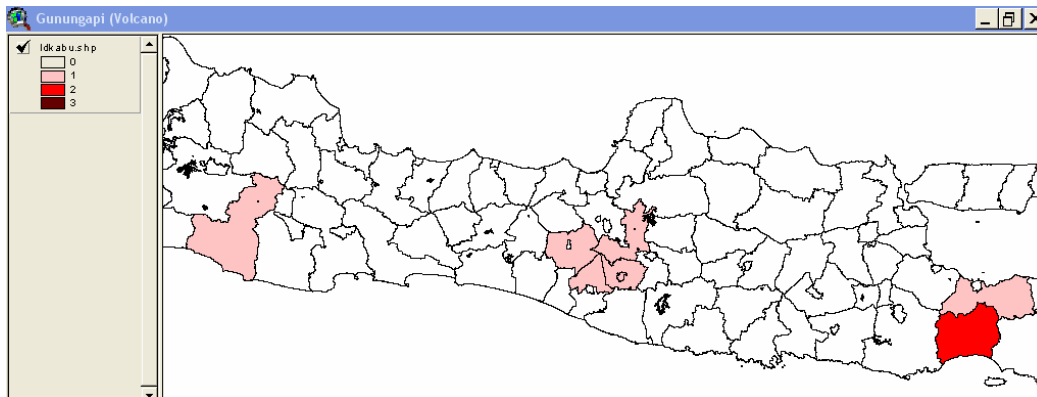
Contoh berikut adalah visualisasi tiap bencana dengan warna sesuai jumlah kejadiannya, untuk level nasional (dalam software ArcView) yang didapat dari BAKORNAS.



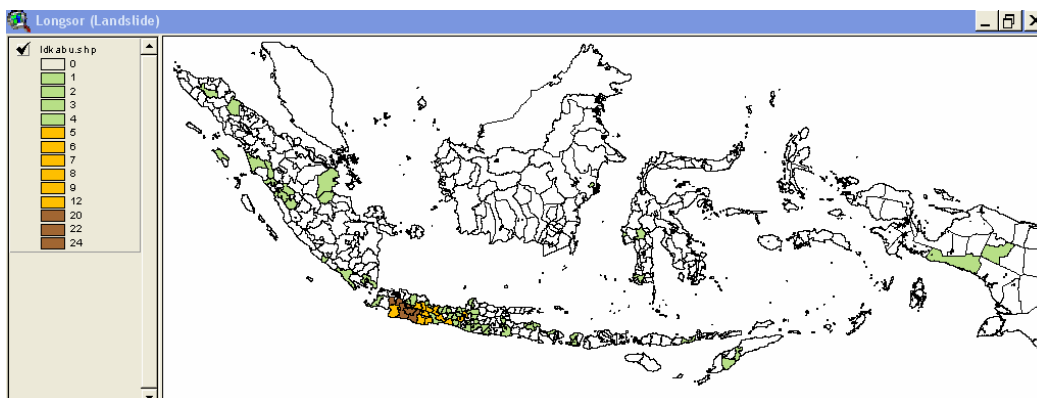
*Gambar 5.2. Peta Gempa Nasional (2002-2006) yang dilaporkan ke BAKORNAS
Perhatikan bahwa di gempa 9.2 skala Richter 26 Desember 2004 di Aceh tidak dicatat
karena dimasukkan ke "gempa+tsunami".*



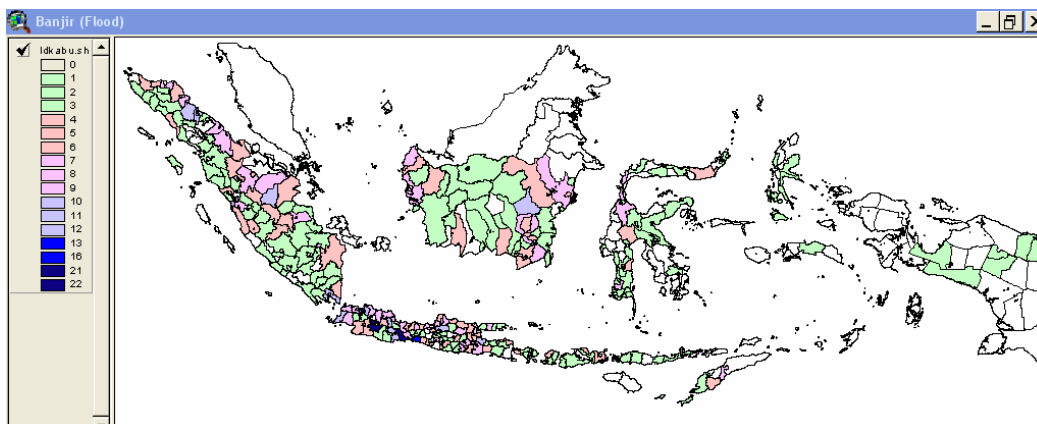
*Gambar 5.3. Peta Gempa dan tsunami (2002-2006) yang dilaporkan ke BAKORNAS
Perhatikan bahwa di gempa 9.2 skala Richter 26 Desember 2004 di Aceh tidak dicatat
karena dimasukkan ke "gempa+tsunami".*



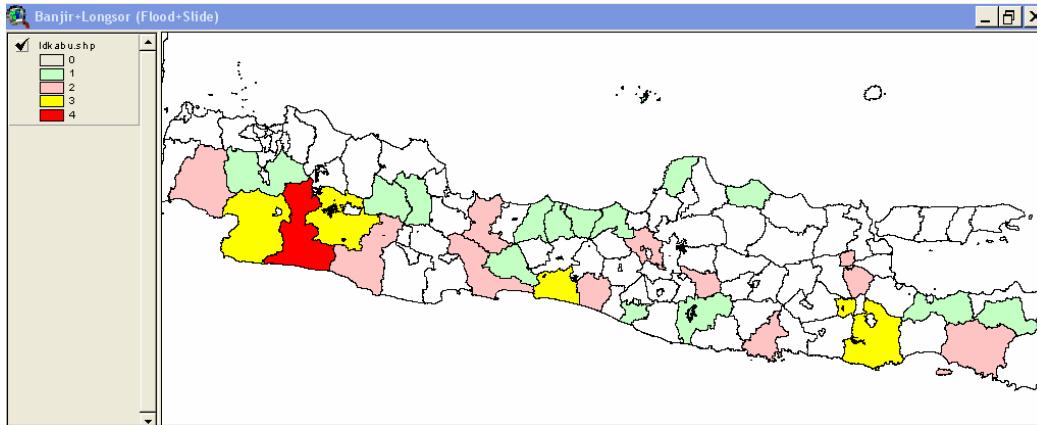
Gambar 5.4. Peta bencana vulkanik (2002-2006) yang dilaporkan ke BAKORNAS
Perhatikan bahwa di P. Jawa praktis hanya gunung Galunggung, Merapi dan Bromo-Semeru
yang menimbulkan masalah dalam kurun waktu tersebut.
Bandingkan dengan peta vulkanik sejak 1900 pada gambar 4.4.



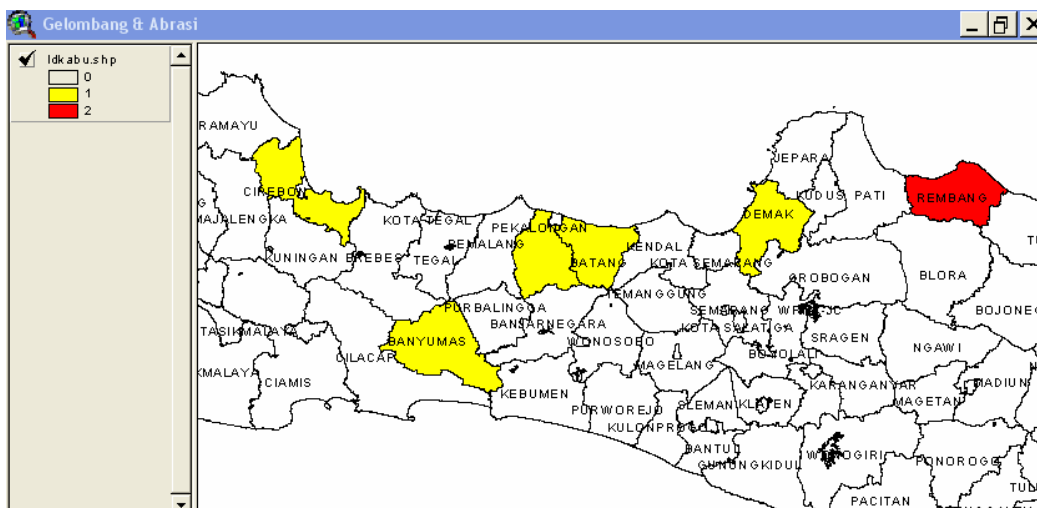
Gambar 5.5. Peta longsor (2002-2006) yang dilaporkan ke BAKORNAS
Benarkah bahwa longsor lebih banyak terjadi di P. Jawa, atau ini hanya yang dilaporkan?



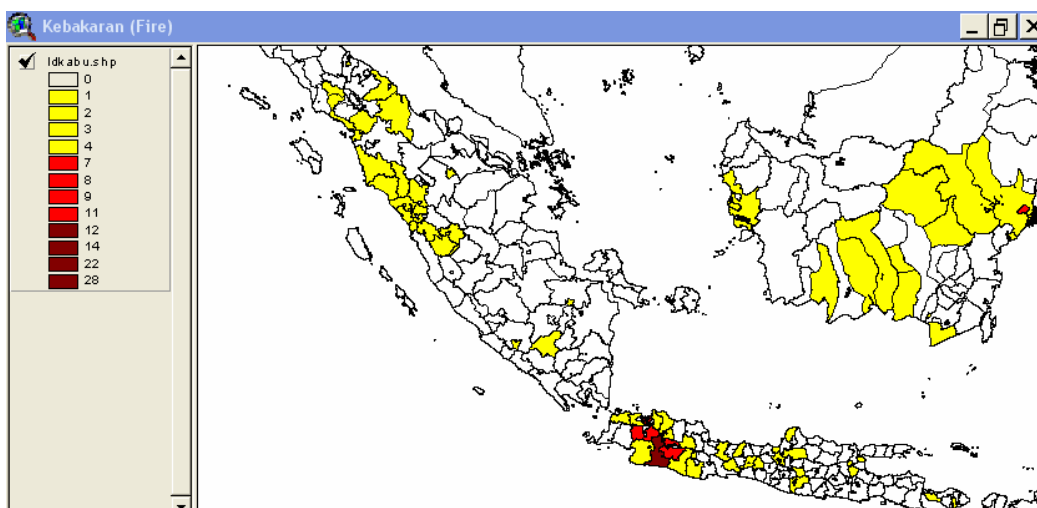
Gambar 5.6. Peta banjir (2002-2006) yang dilaporkan ke BAKORNAS
Benarkah banjir lebih parah di Jawa Barat dibanding di Luar Jawa?



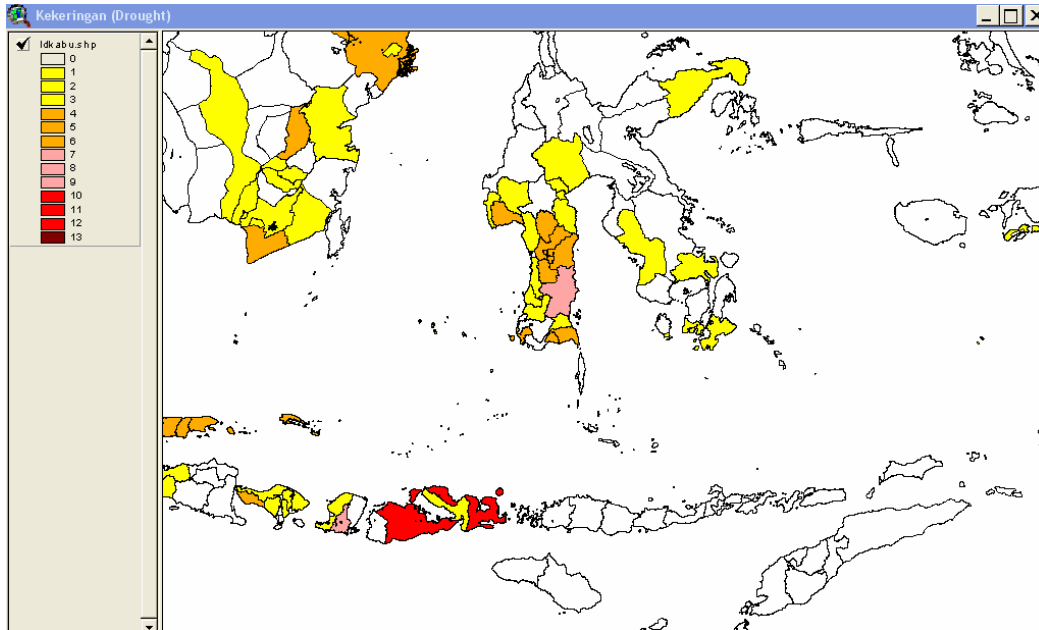
Gambar 5.7. Peta banjir yang disertai longsor (2002-2006) yang dilaporkan ke BAKORNAS



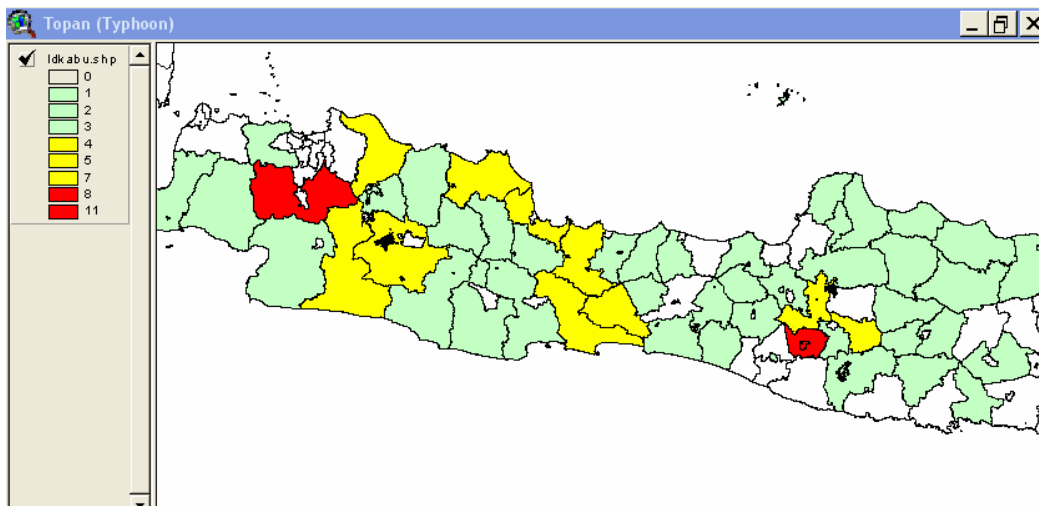
Gambar 5.8. Peta gelombang yang disertai abrasi (2002-2006) yang dilaporkan ke BAKORNAS
Menarik bahwa Kab. Banyumas dilaporkan mengalami abrasi sekalipun tidak ada pantai.



Gambar 5.9. Peta kebakaran liar (2002-2006) yang dilaporkan ke BAKORNAS
Perhatikan bahwa kebakaran seakan-akan justru terbanyak di DKI dan Kab. Cianjur.
Secara jumlah kejadian mungkin benar, namun kebakaran yang serius adalah kebakaran hutan di Kalimantan dan Riau, yang meski hanya sekali, tetapi sangat luas dan lama.



Gambar 5.10. Peta bencana kekeringan di Indonesia dan jumlah kejadiannya. Dapat diperhatikan bahwa di NTT "tidak ada" kekeringan – karena tidak dilaporkan



Gambar 5.11. Peta bencana angin topan / angin puting beliung (2002-2006) Wilayah Jawa Barat dan Yogyakarta termasuk yang dilaporkan paling banyak kejadian..

Semua visualisasi terpisah dapat ditingkatkan kualitasnya dengan: (1) satuan area yang lebih mikro (setingkat desa); (2) latar belakang peta RBI atau citra satelit; (3) simbol-simbol peta potensi bencana.

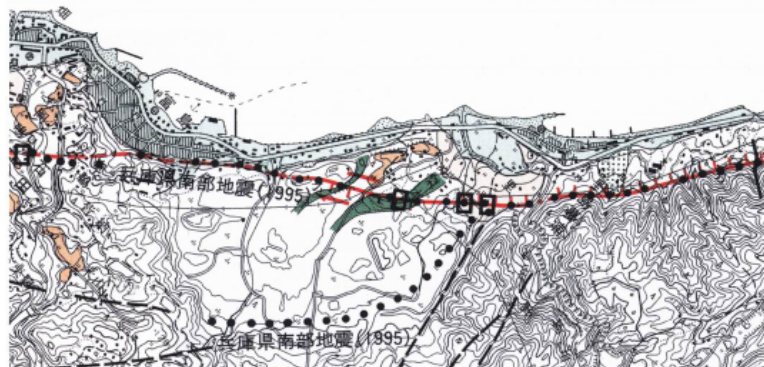
5.3 Visualisasi Rinci

Visualisasi rinci umumnya dibuat terpisah dan menggambarkan peta yang cukup berguna baik untuk pre-disaster, on-disaster maupun post-disaster. Contoh-contoh berikut diambil dari Geographical Survey Institute (GSI) yakni lembaga sejenis Bakosurtanal di Jepang. Bencana yang paling sering terjadi di Jepang adalah (1) gempa bumi, (2) erupsi vulkanik, (3) banjir oleh badai topan, dan (4) gelombang pasang baik oleh tsunami maupun badai topan.

Contoh:

(1) peta daerah rawan gempa

Section of the "Akashi" Active Fault Map in Urban Area



Legenda peta daerah rawan gempa

	Active Fault		Earthquake Fault
	Active Fault (site indistinct)		Trench Survey Site
	Active flexure	野島断層 (例)	Name of Active Fault
	Active Fault Trace (concealed)		Presumed Active Fault
	Strike Slip		Presumed Active Fault (by prospecting data)
	Dip Slip		Active Fold

Yang didapatkan dalam peta

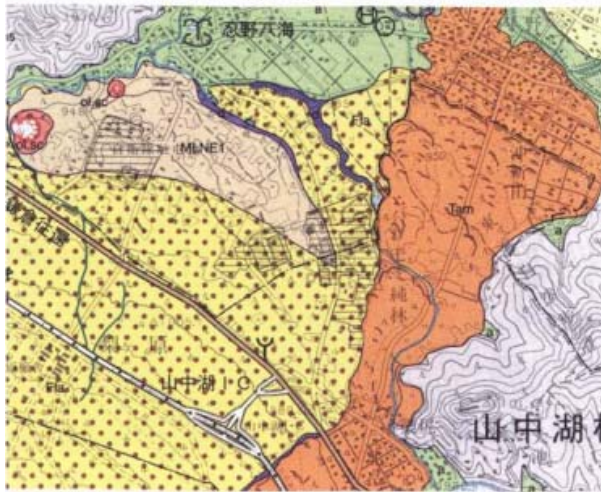
- Panjang dan lokasi patahan (fault) aktif secara presisi.
- Bentuk lahan dan fungsi lahan saat ini.
- Lokasi fasilitas preventasi bencana dan pengungsi serta tempat yang layak untuk itu

Area penggunaan

- Langkah-langkah preventif dan perencanaan evakuasi.
- Prediksi kerusakan dan investigasi kondisi dasar
- Informasi dasar untuk kompilasi dan penilaian peta bencana gempa

(2) peta daerah rawan erupsi gunung api

A section of the “Fuji San” Condition Map of Volcano



Legenda peta daerah rawan erupsi gunung api

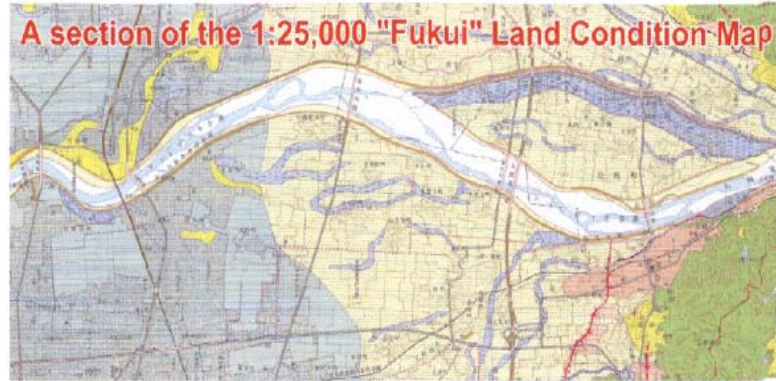
New lava flow		Gotemba mudflow (secondary depositional area)	
Old lava flow		Old Fuji San mud flow accumulation	
Lava microtopography		Yukishiro depositional area	
Spatter sedimentary area		Talus	
New scoria cone		Debris flow deposits	
Old scoria cone		Old alluvial fan at the foot of a volcano (Holocene)	
Old Fuji San volcano slope		Alluvial fan at the foot of a volcano	
Lava caves and cavities		Dike or dike group	

Yang didapatkan dalam peta

- Lokasi dari kawah-kawah sebelumnya, aliran lava, aliran lumpur, semburan awan panas dan abu.
- Prediksi dari jalur aliran material piroklastik selama erupsi (interval kontur 5 meter)
- Lokasi fasilitas prevensi bencana dan pengungsi serta tempat yang layak untuk itu
- Langkah-langkah preventif dan perencanaan evakuasi.
- Prediksi kerusakan dan investigasi kondisi dasar
- Informasi dasar untuk kompilasi dan penilaian peta bencana erupsi
- Penyediaan informasi untuk hidup bersama gunung api

Area penggunaan

(3) peta daerah rawan banjir



Legenda peta daerah rawan banjir

	Lower surface (terrace and table land)		Valley plain /flood plain
	Talus		Coastal plains/delta
	Colluvial slope		Back marsh
	Sedimented ravine		Former river bed
	Alluvial fan		Raised bed river
	Gentle frontage of fan		High-water channel
	Natural levee		Low-water bed, shore

Yang didapatkan dalam peta

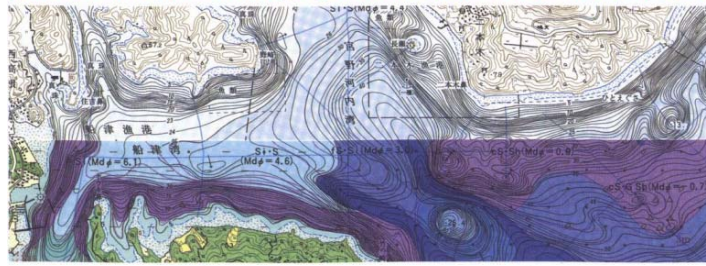
- Garis kontur 1 meter yang menunjukkan area dan kedalaman daerah genangan selama banjir (topografi mikro).
- Klasifikasi bentuk lahan dari dataran rendah yang rentan rusak.
- Lokasi fasilitas prevensi bencana dan pengungsi serta tempat yang layak untuk itu.

Area penggunaan

- Langkah-langkah preventif dan perencanaan evakuasi.
- Prediksi kerusakan dan investigasi kondisi dasar
- Informasi dasar untuk kompilasi dan penilaian peta bencana tsunami atau gelombang pasang.

(4) peta daerah rawan tsunami dan gelombang pasang

Section of "Central Amakusa" Land Condition Map of Coastal Area (bottom half) and Topographical Map of Coastal Area (top half)



Legenda peta daerah rawan tsunami dan gelombang pasang

	Mainly offing of river mouth	Mainly offing of coastal plain	Mainly offing of rocky coast/straits
Coast/Inter tidal zone	Tidal flat	Shore	Tide rock Wave cut bench
Extremely shallow sea	Topset flat Foreset flat	Upper slope Middle slope Lower slope	Abrasion platform
	Transition zone		
Shallow sea	Erosion sea floor surface (Bottomset bed)		Outcropping basement Valley walls of caldron/submarine valley Step-like topography Valley bottom of caldron/submarine valley
		Seabottom sand bank Seabottom sand bank slope	

Yang didapatkan dalam peta

- Informasi pada topografi yang rentan oleh tsunami atau gelombang pasang didasarkan pada garis kontur 1 meter serta klasifikasi bentuk lahan di daerah pantai.
- Lokasi fasilitas prevensi bencana dan pengungsi serta tempat yang layak untuk itu.
- Langkah-langkah preventif dan perencanaan evakuasi.
- Prediksi kerusakan dan investigasi kondisi dasar
- Informasi dasar untuk kompilasi dan penilaian peta bencana tsunami atau gelombang pasang.

Area penggunaan

Meski tiga tahun terakhir bencana-bencana besar yang melanda Indonesia adalah gempa yang diikuti tsunami Aceh (2004), gempa Yogyakarta (2005) dan banjir besar Jakarta (2007), dan ini semua sudah ada contoh peta visualisasi terpisahnya, namun kita masih memerlukan peta-peta sejenis untuk bencana lain yang juga sering terjadi di Indonesia, meski dimensinya lebih kecil. Peta-peta yang dimaksud adalah untuk: (5) peta rawan daerah rawan longsor, (6) peta daerah rawan kekeringan, dan (7) peta daerah rawan kebakaran hutan.

6 Referensi

Untuk Standardisasi banyak terdapat [spesifikasi dari BAKOSURTANAL](#), baik spesifikasi geometri peta rupabumi, basis data (termasuk koding) dan visualisasi. Yang paling mutakhir spesifikasi ini telah diperluas untuk pembangunan peta-peta dan basis data Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW).

Untuk Standardisasi Metodologi, [workshop Multihazard di Banda Aceh Desember 2006](#) telah mengumpulkan sejumlah besar algoritma – yang sayang belum ada kesepakatan antar mereka pada algoritma atau metode mana yang akan diadopsi untuk semua.

Data catatan bencana bersumber dari [BAKORNAS – Penanganan Bencana](#) (data dari Pusat Informasi BAKORNAS / Dr. Priyadi Kardono).

Data bencana geologis dan meteorologis pada umumnya bersumber dari Badan [Meteorologi dan Geofisika \(BMG\)](#) dan [Departemen Energi & Sumber Daya Mineral](#). Data dari institusi ini selain merekam catatan sejak awal abad 20 juga ada data analisis yang meramalkan bencana di masa depan.

Peta untuk melokalisir dan menghitung kerusakan banyak berasal dari komunitas peduli bencana, termasuk forum Remote Sensing & GIS ([RSGIS](#))

Peta perencanaan dan pemantauan pembangunan kembali ada banyak diimprovisasi sesuai kebutuhan pengguna oleh [Satuan Tugas Geospasial BRR-Bakosurtanal](#) di Banda Aceh (Dr. Mulyanto Darmawan).

Rujukan untuk visualisasi rinci adalah [Geographical Survei Institute \(GSI\)](#) Jepang: Geographic Information for Disaster Prevention for Creating Hazard Map