

Panduan

**Pemetaan Bahaya Tsunami
untuk Tingkat Kabupaten**



Proyek “Peningkatan Kapasitas di Komunitas Lokal” yang dilaksanakan oleh GTZ IS (German Technical Cooperation International Services) adalah bagian dari German-Indonesian Cooperation for a Tsunami Early Warning System (GITEWS). Proyek ini bekerja sama dengan mitra di tingkat pusat dan di daerah percontohan GITEWS Bali, Padang, dan Jawa, mendukung pelaksanaan Indonesian Tsunami Early Warning System (InaTEWS) sejak 2006 hingga 2010. Berbagai perangkat telah dikembangkan untuk membantu komunitas pesisir menghubungkan dengan sistem peringatan dan mempersiapkan masyarakat menghadapi tsunami. TSUNAMIKit berisi keluaran proyek, dapat diakses di: www.gitews.org/tsunami-kit. Tautan di dalam dokumen ini menghubungkan pembaca ke isi spesifik TSUNAMIKit.

Panduan

Pemetaan Bahaya Tsunami
untuk Tingkat Kabupaten



2009

Kerjasama Indonesia-Jerman untuk
Sistem Peringatan Dini Tsunami (GITEWS)
Peningkatan Kapasitas Masyarakat di Daerah

GTZ-International Services
Menara BCA, 46th floor
Jalan MH Thamrin No 1
Jakarta 10310
Indonesia
Ph +6221 23587571
F +6221 23587570
www.gitews.org
www.gitews.org/tsunami-kit
www.gtz.de

Penerjemah :
Erich Ekoputra, Tito Raditya Arya Wicaksono

Desain & Tata letak:
Adriani S Soemantri, Adhika YSS,
Macan Wigit, dan Wisnu Pramarta
(MAKATA)

Terima Kasih Kepada:

Anggota Kelompok Kerja dari Daerah Percontohan di
Jawa: Kabupaten Bantul,
Kebumen dan Cilacap
Kementerian Kelautan dan Perikanan
Pusat Studi Bencana Alam -
Universitas Gajah Mada Yogyakarta
Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta

Penulis:

Michael W. Hoppe (GTZ IS) dan Harald Spahn (GTZ IS)

Sumbang Saran dari :

Abdul Muhari (DKP), Estuning Tyas Wulan Mei (UGM),
Benny Usdianto (GTZ IS)

Ditinjau oleh:

Russell Arthurton (UNDP consultant), Stefan Leschka
(DHI-WASY), Yuichi Ono (UN-ISDR)



ISI

Pengantar	01
Maksud Panduan Ini	01
Petunjuk untuk Proses Pemetaan dan Penggunaan Panduan	02
Lesson Learned	03
Metodologi Langkah demi Langkah untuk Pemetaan Bahaya Tsunami	05
Langkah 1: Memulai	06
Langkah 2: Perkenalan, Rencana Kerja, dan Kunjungan Lapangan	07
Langkah 3: Pengembangan Peta Dasar untuk Pemetaan Bahaya	11
Langkah 4: Pengembangan Peta Bahaya Tsunami Berzona	23
Lampiran	29
Daftar Pustaka	31

Pengantar

Maksud Panduan Ini

Memahami bahaya tsunami dan mengkaji dampaknya pada masyarakat di daerah rawan tsunami adalah prasyarat bagi otoritas dan pemangku kepentingan di daerah untuk bersiap menghadapi tsunami di masa datang. Pengetahuan tentang bahaya tsunami lokal penting untuk pengurangan risiko bencana karena risiko menguraikan hubungan antara bahaya tsunami, kerentanan masyarakat, dan kerugian jiwa atau harta akibat tsunami. Peta bahaya tsunami menjadi dasar pembuatan rencana evakuasi. Peta dengan berbagai zona bahaya tsunami ini adalah sumber informasi untuk menentukan prioritas tindakan evakuasi dan dasar perancangan mekanisme pelaksanaan peringatan dini tsunami di daerah.

Beberapa prakarsa dari lembaga di Indonesia dan internasional sedang dilaksanakan untuk pengembangan *modelling* dan peta yang dapat digunakan untuk memperkirakan rambatan gelombang tsunami dan dampaknya di daratan. Dalam kerangka proyek, telah dihasilkan peta bahaya tsunami skala besar, 1:100.000, untuk pesisir Samudera Indonesia yaitu di Pulau Sumatera, Jawa, dan Bali. Namun, peta multi-skenario ini belum cukup detil untuk digunakan dalam perencanaan evakuasi daerah karena skalanya yang besar dan data penginderaan jauh yang belum terkoreksi.



- **Peta Bahaya Tsunami untuk Indonesia**
- **Peta Bahaya Tsunami untuk Bali**

Sebagian besar masyarakat hanya memiliki sedikit informasi mengenai bahaya tsunami. Metode baku untuk pemetaan bahaya tsunami di Indonesia juga belum tersedia. Demikian pula metode umum untuk pengkajian bahaya tsunami di tingkat kabupaten. Sementara di negara lain, upaya mengkaji bahaya tsunami di pesisir dilakukan secara soliter menggunakan berbagai pendekatan dan metodologi.

Tsunami lokal merupakan ancaman untuk sebagian besar pantai di Indonesia. Dengan data histori tsunami di Indonesia yang masih sangat terbatas dan perulangan kejadian tsunami yang sangat jarang, sulit menentukan peluang terjadinya tsunami di suatu daerah, sementara upaya membangun kesiapsiagaan tsunami mensyaratkan perkiraan bahaya tsunami dan dampaknya. Untuk menghadapi keadaan ini, diperlukan langkah-langkah awal untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai kemungkinan dampak tsunami dan metode yang digunakan dengan cara sederhana dan praktis.

Melihat situasi di atas, proyek memutuskan untuk mengembangkan dan mengujicoba sebuah metodologi pemetaan bahaya tsunami yang partisipatif, sederhana, dan berteknologi rendah untuk diterapkan di tingkat kabupaten. Metodologi ini memungkinkan peningkatan pemahaman mengenai bahaya tsunami bagi pemangku kepentingan di daerah sekaligus landasan untuk meningkatkan kesiapsiagaan menghadapi tsunami di masa datang. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengembangkan

metodologi dan menghasilkan pembelajaran dari implementasi yang dilakukan oleh perwakilan otoritas daerah (anggota kelompok kerja kabupaten yang ditunjuk untuk kesiapsiagaan tsunami) dengan pakar-pakar dari pusat.

Pelaksanaan pemetaan bahaya tsunami melibatkan tim yang terdiri dari pakar berbagai lembaga yaitu: Kementerian Kelautan dan Perikanan (DKP), Pusat Studi Bencana Alam - Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta. Tim ini bekerjasama dengan perwakilan Pemerintah Daerah (Pemda) dan kelompok masyarakat yang menjadi anggota kelompok kerja yang telah ditunjuk untuk meningkatkan kesiapsiagaan dan peringatan dini tsunami di tingkat daerah.

Pelaksanaan Pemetaan Bahaya Tsunami di Kabupaten Bantul, Kebumen, dan Cilacap berlangsung pada bulan Oktober 2007. Kegiatan tersebut melibatkan serangkaian konsultasi dan lokakarya yang diikuti semua kabupaten hingga Juni 2008. Hasil utama proses ini adalah peta dasar dan peta bahaya tsunami untuk masing-masing kabupaten yang menjadi dasar pengembangan strategi perencanaan evakuasi dan peringatan dini. Proses pemetaan telah meningkatkan pengetahuan dan kesadaran anggota tim mengenai bahaya tsunami di sepanjang pesisir selatan Jawa sekaligus membangun kapasitas kesiapsiagaan terhadap tsunami.



Di manakah Daerah Aman? Pengalaman Pemetaan Bahaya Tsunami di Daerah Percontohan Jawa

02

Pengalaman pemetaan telah didokumentasikan dan dibagikan kepada lembaga-lembaga yang terlibat dalam pengkajian bahaya tsunami di Indonesia juga lembaga-lembaga lainnya untuk meninjau kembali metodologi yang diterapkan. Dokumentasi ini juga telah menerima masukan lebih lanjut dari para pakar.

Pengalaman serta masukan yang diterima dari berbagai lembaga digunakan untuk menyusun metodologi pemetaan bahaya tsunami yang disajikan dalam panduan ini.

Panduan ini berisi pendekatan langkah demi langkah yang digunakan dalam keseluruhan proses pemetaan. Contoh dari pelaksanaan pemetaan di tiga kabupaten di Jawa menggambarkan hasil yang dicapai dari setiap langkah.

Metodologi ini dirancang sebagai alternatif untuk daerah yang belum memiliki peta bahaya tsunami atau telah mempunyai peta bahaya tidak berdasar pada pemahaman tsunami yang solid.

Metodologi pemetaan bahaya ini menggabungkan pengetahuan lokal dan masukan dari pakar. Pelaksanaannya perlu dipandu oleh tim yang beranggotakan pakar di bidangnya. Sebelum menerapkan metodologi ini, pengguna perlu menetapkan cara menghadirkan pakar yang dibutuhkan dan orang yang akan memimpin proses.

Digitalisasi peta dasar dan peta bahaya memerlukan keahlian dalam bidang *Geographical Information System* (GIS) yang sering kali tidak tersedia di tingkat daerah. Penggunaan GIS bersifat pilihan karena peta dapat digambar secara manual dengan tangan.

**Petunjuk untuk
Proses
Pemetaan dan
Penggunaan
Panduan**

Lessons learned

Pelaksanaan pemetaan menyediakan kesempatan kolaborasi antara pakar dan perwakilan di daerah. Proses ini tidak hanya menghasilkan peta bahaya tsunami untuk kabupaten tertentu sebagai produk akhirnya, namun juga memberikan kesempatan bagi semua peserta untuk belajar. Butir-butir berikut menyoroti pengalaman dari penerapan metode yang digunakan di tiga kabupaten di Jawa:

- **Memanfaatkan hasil dari proses yang ada** mengenai bahaya tsunami, mengumpulkan semua informasi yang tersedia, dan **melibatkan para pakar dan pemangku kepentingan di daerah**
- Mempromosikan **kerjasama antara Pemda dan pakar** yang menyediakan masukan teknis dan keahlian. Pemetaan hanya dapat dilakukan dengan pengetahuan dan kepakaran yang solid
- Proses kerjasama memerlukan **kepemimpinan dan fasilitasi** guna menjaga prosesnya tetap berjalan
- **Evaluasi** bersama di setiap langkah metodologi yang telah dilakukan akan membantu pemantauan kemajuan dan kebutuhan serta perbaikan metodologi
- **Penjelasan tentang metodologi** secara berulang-ulang di setiap langkah proses akan membantu menjaga partisipasi peserta. Proses dan diskusi sama pentingnya dengan keluaran karena mendukung **alih pengetahuan** dan menciptakan **kesadaran**. Pertanyaan dan diskusi tentang istilah serta konsep disambut baik
- **Kunjungan lapangan** sebelum (pengenalan area) dan sesudah pemetaan (pemeriksaan di lapangan untuk verifikasi informasi) menjadi bagian penting dari metodologi
- **Peta bahaya adalah “dokumen hidup”** yang perlu diperbarui sesuai dengan perubahan kondisi yang sebenarnya, misalnya: perkembangan fitur dinamis (seperti bukit pasir) atau pembangunan pelindung pantai
- Jika **hasil pemetaan oleh organisasi lain tersedia**, peta bahaya tsunami yang dihasilkan dari metodologi ini perlu dibandingkan dengan peta-peta yang ada tersebut. Setiap kabupaten harus memiliki dan hanya memerlukan satu peta bahaya tsunami resmi. **Koordinasi** menjadi tanggung jawab Pemda



POLISI
POLICE

ADVENTUR
DIVE & WATER SPORT

PIB

KEPOLISAN DAERAH BALI
DIREKTORAT POLISI PERAIRAN
POST TUNJANG

Metodologi Langkah demi Langkah untuk Pemetaan Bahaya Tsunami

Metodologi ini memiliki 4 (empat) langkah besar yang dibagi menjadi beberapa kegiatan, sebagaimana ditunjukkan pada tabel di bawah:

Tabel 1: Langkah-langkah dalam Metodologi Pemetaan Bahaya Tsunami

No.	Langkah	Kegiatan	Keluaran
1.	Memulai	<ul style="list-style-type: none"> a. Penyiapan tim pakar b. Persiapan bersama perwakilan kabupaten c. Pengaturan logistik untuk pelaksanaan pemetaan 	<ul style="list-style-type: none"> a. Rencana kerja yang disetujui b. Daftar peserta c. Kompilasi semua informasi/ data relevan (termasuk peta)
2.	Perkenalan, Rencana Kerja, dan Kunjungan Lapangan	<ul style="list-style-type: none"> a. Rapat perkenalan di kabupaten b. Kunjungan lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> a. Rencana kerja yang telah dipastikan b. Uraian singkat dan foto fitur relevan dari area pemetaan
3.	Pengembangan Peta Dasar untuk Pemetaan Bahaya	<ul style="list-style-type: none"> a. Memperjelas proses kerja, masukan, dan keluaran b. Menyusun data bahaya tsunami dari berbagai sumber informasi c. Menentukan dan menggambarkan jarak horisontal dari pantai dan sungai d. Menggambarkan komponen vertikal: garis kontur dan titik ketinggian e. Menguraikan dan memetakan fitur geomorfologis, antropogenik, dan vegetasi f. Menggabungkan fitur geomorfologis dengan data ketinggian dan jarak horisontal dari garis pantai serta tepian sungai g. Menampilkan secara visual hasil zonasi pada peta dasar 	<ul style="list-style-type: none"> a. Matriks yang menggabungkan fitur geomorfologis, data ketinggian, dan jarak horisontal b. Dokumen yang menggambarkan proses pemetaan dan argumen dari penggambaran peta tersebut c. Peta dasar
4.	Pengembangan Peta Bahaya Tsunami Berzona	<ul style="list-style-type: none"> a. Merangkum kemajuan, menjelaskan proses kerja, masukan, dan keluaran lebih jauh b. Membahas dan menentukan skenario c. Mengenali area geografis yang terkena dan membuat peta-peta bahaya tsunami skenario tunggal d. Membuat peta bahaya multi-skenario 	<ul style="list-style-type: none"> a. Dokumen yang menggambarkan parameter skenario dan taksiran bahaya yang mungkin terjadi b. Peta Bahaya Skenario Tunggal Berzona c. Peta Bahaya Multi-skenario Berzona

Langkah1: Memulai

a. **Penyiapan tim pakar mencakup kegiatan berikut:**

- Memperjelas dan menyepakati tujuan, metodologi, dan jadwal pelaksanaan pemetaan
- Menentukan dan memastikan peserta
- Berkoordinasi dengan pemangku kepentingan di tingkat kabupaten dan masyarakat
- Mengatur rencana pelaksanaan kunjungan lapangan dan mengundang anggota yang mengetahui kondisi di daerah untuk menyertai kunjungan lapangan
- Menyiapkan semua sumber daya untuk pelaksanaan pemetaan (lihat Lampiran)
- Mengumpulkan data yang tersedia mengenai bahaya tsunami lokal, regional, dan nasional
- Mendokumentasikan semua informasi yang masih dibutuhkan (termasuk peta topografis dan peta tematis, data GIS, dll.)
- Mengatur logistik untuk pelaksanaan pemetaan (termasuk transportasi, rapat di tingkat kabupaten, dan kunjungan lapangan)

b. **Persiapan bersama perwakilan kabupaten perlu membahas poin berikut:**

- Mengundang otoritas dan pemangku kepentingan lainnya, seperti: narasumber dan anggota lembaga pemerintah atau organisasi masyarakat yang terlibat dalam kesiapsiagaan dan penanggulangan bencana (termasuk orang-orang yang ahli dalam pemetaan) pada rapat perkenalan dan pelaksanaan pemetaan
- Memaparkan tujuan keseluruhan dan menyepakati jadwal pelaksanaan pemetaan
- Menyiapkan semua sumber daya (lihat Lampiran) dan meninjau semua data yang tersedia bersama pemangku kepentingan di daerah
- Mengumpulkan data tambahan (sebagaimana disebutkan di atas) dari Pemerintah Kabupaten (Pemkab) dan sumber lain
- Meminta data yang belum ada untuk disusun sampai dengan rapat perkenalan di tingkat kabupaten

c. **Pengaturan logistik untuk pelaksanaan pemetaan meliputi:**

- Sumber daya keuangan
- Angkutan
- Tempat rapat
- Penginapan (dll.)

CATATAN:

Sebagian besar kabupaten di Indonesia tidak memiliki tim ahli/kepakaran yang diperlukan untuk melakukan sendiri Pemetaan Bahaya Tsunami. Pembentukan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) baru saja dimulai, serta Penanggulangan Bencana dan Pengurangan Risiko merupakan bidang baru bagi sebagian besar Pemda. Kapasitas dalam kesiapsiagaan tsunami –dan pemetaan bahaya– sangatlah terbatas. Meski demikian, penyediaan peta bahaya tsunami resmi tingkat kabupaten merupakan tanggung jawab Pemda, dan memerlukan kepakaran yang mencukupi. Pengkajian bahaya dan pemetaan yang menggunakan pendekatan berbasis masyarakat sepenuhnya (tanpa masukan dari luar) kurang memadai, karena umumnya tidak menyertakan kepakaran teknis dan/atau sedikitnya pengalaman kejadian tsunami. Pada pelaksanaan pemetaan yang terdokumentasi di Jawa, prakarsa datang dari proyek pengembangan kapasitas yang sudah memiliki kerjasama dengan pemangku kepentingan di daerah dan lembaga pusat. Tim eksternal dibentuk yang menggabungkan pakar dengan perwakilan daerah yang ditunjuk untuk pengembangan kesiapsiagaan tsunami.

Pendekatan yang digunakan dalam pemetaan bahaya lainnya bergantung pada kondisi masing-masing daerah. Dorongan untuk melakukan pemetaan bahaya bisa datang dari pemerintah dan/atau Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) daerah (atau pemangku kepentingan lainnya) yang kemudian meminta bantuan dari lembaga pusat atau lembaga daerah (misalnya universitas) untuk memberikan kepakaran; atau bisa datang dari pemangku kepentingan daerah dan lembaga (nasional) yang mengambil prakarsa dan mendekati para pelaku di kabupaten. Dalam kedua keadaan di atas, metodologi yang disajikan di sini dapat menjadi panduan upaya membuat peta bahaya tsunami. Lampiran dokumen ini memaparkan lembaga-lembaga di Indonesia yang dapat memberikan dukungan.

- a. **Rapat perkenalan di kabupaten antara pakar serta pemangku kepentingan di daerah untuk persiapan dasar dan pembahasan poin berikut:**
 - Memaparkan, membahas, dan menyepakati tujuan serta rencana kerja
 - Membahas dan bertukar pengetahuan dasar tentang bahaya tsunami, yang mencakup konsep dan definisi serta tujuan pemetaan bahaya tsunami
 - Menyediakan uraian yang merinci langkah-langkah metodologi untuk pelaksanaan pemetaan, dll
 - Meninjau semua data
 - Melibatkan narasumber yang dapat menyediakan informasi dan keahlian tambahan mengenai bahaya tsunami
 - Memastikan peserta yang akan mengikuti pelaksanaan pemetaan, dengan menekankan pentingnya keikutsertaan dari awal hingga akhir
 - Memastikan kunjungan lapangan dan menegaskan kembali dengan perwakilan masyarakat

Langkah 2: Perkenalan, rencana kerja, dan kunjungan lapangan

Menentukan sifat bahaya tsunami dan membahas konsep dasar:

Pemahaman yang sama tentang sifat bahaya tsunami penting untuk dimiliki peserta, sehingga dibutuhkan definisi yang jelas mengenai sifat bahaya tsunami. Aspek-aspek berikut berguna sebagai masukan untuk diskusi awal tentang bahaya tsunami secara umum dan bahaya tsunami di Indonesia secara khusus:

- **Mekanisme pemicu tsunami** (dipicu oleh gempa, pengangkatan tektonik, dan seterusnya)
- **Sifat gelombang tsunami** di laut lepas serta di perairan dangkal (tinggi, kecepatan, dan energi)
- **Faktor-faktor yang mempengaruhi rambatan tsunami di laut** (batimetri, pulau, terumbu karang, dsb.) **dan dekat pantai** (arah dan struktur pantai, dsb.) serta **dampak tsunami di daratan** (topografi, dsb.)
- **Peluang dan frekuensi** kejadian tsunami
- **Area sumber tsunami** di Indonesia
- **Tsunami lokal** dan waktu kedatangan gelombang

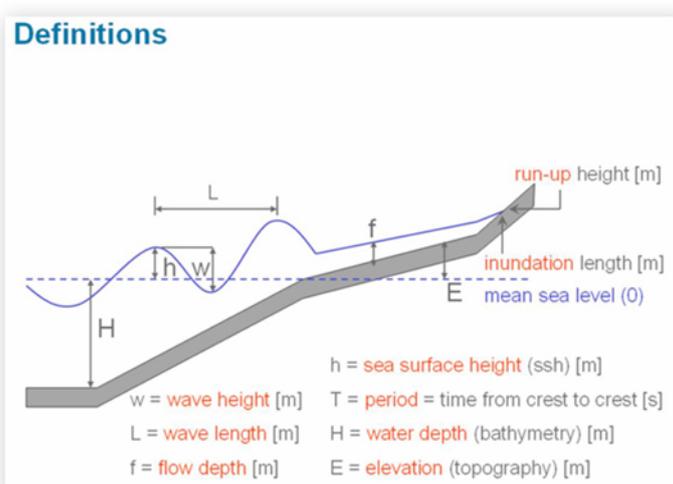


- **Pengantar Pengetahuan tentang Risiko**
- **Pengantar Pemantauan dan Layanan Peringatan**
- **Pengantar Penyebaran dan Komunikasi**
- **Pengantar Kapasitas Respon**

Pemetaan bahaya mensyaratkan pemahaman beberapa istilah dan konsep teknis yang digunakan untuk menguraikan sifat gelombang dan rambatan tsunami di daratan. Guna menciptakan pemahaman umum di kalangan peserta, konsep dasar ini harus dipaparkan dan dibahas.

CATATAN:

Walaupun Indonesia pernah mengalami bencana tsunami yang paling menghancurkan dalam sejarah baru-baru ini, pengetahuan detil mengenai bahaya tsunami masih terbatas. Proses pemetaan bahaya tsunami menjadi kesempatan untuk menciptakan pemahaman dan kesadaran yang lebih baik tentang sifat tsunami. Disarankan agar disediakan waktu yang cukup untuk penjelasan lengkap dan diskusi mengenai sifat tsunami.



Gambar 1:
Definisi dan Istilah-istilah Dasar Sesuai dengan Tsunami Glossary UNESCO-IOC (Sumber: AWI 2007)



Gambar 2:
Garis yang Menunjukkan Ketinggian
Gelombang Tsunami di Banda Aceh

Gambar 1 menunjukkan istilah-istilah penting mengenai parameter gelombang tsunami. Empat di antaranya: *wave height*, *inundation*, *flow depth*, *run up*, dijelaskan secara lebih rinci di bawah:

- ***Inundation*** merupakan jarak horisontal hempasan gelombang ke daratan dalam kejadian tsunami, biasanya diukur secara tegak lurus dengan garis pantai. *Inundation* maksimum adalah jarak paling jauh capaian gelombang pada suatu kejadian tsunami
- ***Flow Depth*** merupakan ketinggian genangan air laut di darat pada suatu kejadian tsunami, disebut juga ketinggian *inundation*. Semakin jauh masuk ke daratan, *flow depth* akan semakin menurun
- ***Run up*** adalah batas tertinggi yang dicapai air laut pada saat masuk di darat. Batas ini diukur secara vertikal di atas permukaan air laut. Kadang istilah tinggi tsunami digunakan dengan arti yang sama dengan *run up*
- **Tinggi gelombang tsunami (di pantai)** diukur dari bukit gelombang ke lembah gelombang dari (satu) gelombang tsunami

Inundation, *flow depth*, dan *run up* melukiskan jangkauan horisontal dan vertikal akibat gelombang tsunami saat bergerak masuk ke daratan. Ketiga istilah ini adalah parameter penting yang disajikan dalam metodologi ini.

b. Kunjungan lapangan menyediakan kesempatan untuk mengkaji bersama-sama area pemetaan, mendapatkan kesan langsung tentang sifat-sifat bahaya tsunami, dan melibatkan narasumber dengan pengetahuan lokal:

- Melakukan kunjungan lapangan ke daerah pantai, dapat dilakukan dengan berjalan kaki atau berkendaraan. Bergerak tegak lurus dari garis pantai akan memungkinkan untuk mengenali berbagai fitur bentang-lahan (fitur geografis) secara melintang; pilihlah area yang memungkinkan untuk mengkaji langsung contoh dari semua fitur bentang-lahan
- Kenali fitur geomorfologis, antropogenik, dan vegetasi di area pemetaan (selain itu, identifikasi kondisi pemukiman dan aset penduduk, infrastruktur, dll.)

- Biarkan perwakilan di daerah memandu dan berbicara kepada masyarakat di lokasi, atau perwakilan masyarakat di daerah, atau penduduk (misalnya, nelayan yang merupakan pakar di daerah tentang pantai dan laut di tempat tersebut) menjelaskan tentang hal-hal seperti sifat gelombang pasang, geomorfologi pantai (dinamika bukit pasir dan dinding pasir), batimetri, data histori tsunami dan dampaknya, dan hal-hal lain yang relevan
- Bahaslah segi-segi menarik dengan anggota tim
- Gunakan peta untuk mencari lokasi fitur geomorfologis
- Dokumentasikan kunjungan lapangan dengan foto (lihat Gambar 3) dan buat catatan



Gambar 3:
Foto-foto Kunjungan Lapangan di Kabupaten Bantul dan Kebumen



Langkah 3: Pengembangan peta dasar untuk pemetaan bahaya

a. Memperjelas proses kerja, masukan, dan keluaran

Metodologi yang dipaparkan memerlukan kerjasama di kalangan peserta, termasuk didalamnya pakar yang biasanya memimpin proses. Sebelum memulai masing-masing langkah, diperlukan penjelasan yang meliputi hal yang perlu dilakukan dan masukan yang dibutuhkan. Kegiatan berikutnya dari 3b sampai 3g di bawah ini akan menjelaskan pengembangan peta dasar untuk pemetaan bahaya.



b. Menyusun data bahaya tsunami dari berbagai sumber informasi

Sebelum pelaksanaan dimulai, pertama-tama kumpulkan semua data tentang bahaya tsunami. Metodologi ini menggunakan data tentang *inundation* dan *run up* untuk memperkirakan bahaya tsunami di area pemetaan. Data tersebut mencakup data bahaya tsunami lokal (jika ada). Kedua, hasil *modelling* di lokal (jika ada) dapat dipertimbangkan. Ketiga, mempertimbangkan data rambatan tsunami di daratan dari data histori tsunami di Indonesia. Data rujukan ini adalah masukan utama untuk keseluruhan proses pemetaan bahaya tsunami.

Sumber informasi

horizontal

Vertikal

Data (ditempat)
historis

3 km maximum
inundasi: mungkin
(palpatsum) (?)
Penelitian 1981
LIPI
survey 2 km

Cilacap 2006:
100 sampai 500 m

run-up
Teluk Penyu
2,3 ~~1.5~~ m

run-up
Widarapayung
4m

Gambar 4:
Data Riwayat Kejadian Tsunami
Tahun 2006 di Kabupaten Cilacap

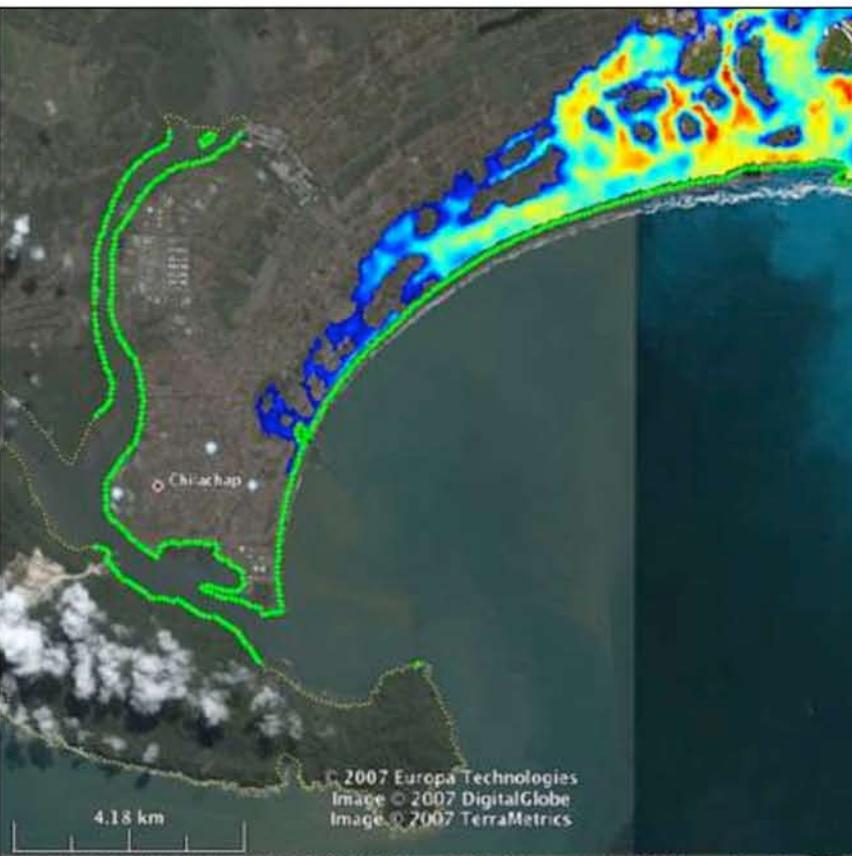
- Catatan data riwayat daerah tentang kejadian tsunami sebelumnya

Sumber informasi ini mencakup data mengenai *inundation* dan *run up*, dikumpulkan dari data histori tsunami di daerah yang sedang dipetakan. Data ini bergantung pada mutu kajian dampak tsunami (yang dilakukan di Indonesia hanya sejak tahun 1980-an). Sementara tim pakar menyumbangkan rujukan dari survei ilmiah, pemangku kepentingan di daerah dapat menambahkan berdasarkan pengetahuan setempat. Untuk mendorong kerjasama tim yang efektif, informasi yang tersedia ditampilkan secara visual kepada semua peserta.

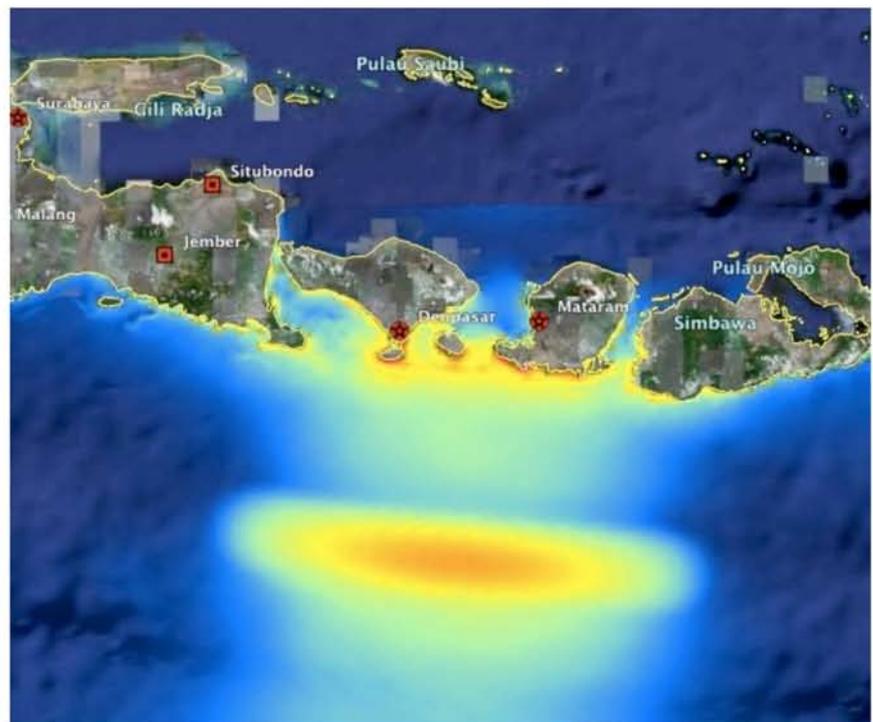
- Hasil pemodelan tsunami untuk area pemetaan

Hingga kini, hasil pemodelan untuk *inundation* tsunami di daratan sudah tersedia untuk sebagian pantai Indonesia. Beberapa lembaga pusat (misalnya, ITB, BPPT, LIPI, dan DKP) telah melakukan *modelling* tsunami untuk beberapa area di Indonesia. DKP misalnya, memusatkan perhatian pada fasilitas perikanan. Proyek memfokuskan pada pemodelan tsunami di sepanjang Palung Sunda, dari Sumatera hingga Bali. Secara khusus, bagian timur Indonesia masih sangat kurang terwakili. Sebagian pendekatan menggunakan model-model untuk menyajikan secara visual garis pantai yang terpengaruh, namun hanya beberapa lembaga yang melakukan *modelling* dampak di daratan.

Jika data *modelling* tersedia di area pemetaan maka data tersebut perlu digunakan. Namun, janganlah percaya pada model saja! Koreksi kualitas data, skala, dan pendekatan *modelling* masih harus dilakukan. Hasil-hasil dari *modelling* akan baik apabila datanya juga baik. Selain itu, perlu diingat bahwa model merupakan penyederhanaan sehingga tidak pernah mewakili kenyataan.



Gambar 5:
 Contoh Hasil Modelling yang Menggambarkan
 Daerah Terkena Tsunami (kiri)
 dan Dampak pada Daratan (kanan)
 (Sumber: AWI-GITEWS)



• **Data rujukan dari data histori tsunami di lokasi lain**

Tabel di bawah adalah contoh kompilasi data dari berbagai bencana tsunami yang pernah terjadi di Indonesia. Karena panjangnya frekuensi di antara kejadian tsunami, informasi di daerah tentang *inundation* dan *run up* menjadi terbatas. Karena itu, data dari lokasi lain juga berguna sebagai data rujukan mengenai kemungkinan kejadian mendatang dan dapat digunakan sebagai masukan selama pelaksanaan pemetaan.

Tabel 2: Contoh Data Rujukan dari 5 Kejadian Tsunami di Indonesia

Tanggal	Magnitudo (SR)	Kedalaman Pusat Gempa (km)	Run up Maksimum (meter)	Inundation Maksimum (meter)	Jumlah Korban (Akibat Tsunami)	Area Bencana (Indonesia)
12 Sep, 2007	7.9	10	3.6	Tdk tercatat	-	Bengkulu dan Sumatera Barat
17 Juni, 2006	7.7	6	7.6	500	668	Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta
26 Des, 2004	9.3	30	34	5.000	> 210.000 (seluruh lautan)	Aceh dan Sumatera Utara
17 Feb, 1996	8.2	32	13.7	Tdk tercatat	107	Biak, Papua
12 Des, 1992	7.8	36	26.2	Tdk tercatat	-2.000	Pulau Babi, Flores

Sumber utama: Subandono Diposaptono dan Budiman (2008)



Data riwayat tsunami di Indonesia dapat ditemukan di: Hamzah Latief et al: Tsunami Catalog and Zones in Indonesia. Journal of Natural Disaster Science, Vol. 22, No.1, Tahun 2000

Perangkat 1 (di bawah) menunjukkan contoh matriks yang menggabungkan berbagai sumber data. Perangkat ini merupakan hasil inventarisasi data bahaya tsunami dan menyorot unsur terpenting yaitu: jangkauan horisontal (*inundation*) dan vertikal (*run up*) kejadian tsunami di daratan. Ini merupakan alat dokumentasi sekaligus visualisasi:

Perangkat 1 Matriks: Ikhtisar Data Rujukan yang Tersedia untuk Bahaya Tsunami (Cilacap)

Sumber Informasi	Horizontal (<i>inundation</i>)		Vertical (<i>run up</i>)	
	Panjang (m)	Lokasi dan sumber data	Tinggi (m)	Lokasi dan sumber data
1. Data riwayat daerah tentang kejadian tsunami sebelumnya	100-500 m	Kabupaten Cilacap, Tsunami 2006	2-4 m	Rentang yang diperoleh dari beberapa lokasi di pesisir Kabupaten Cilacap (sumber: kajian tsunami lokal)
2. Pemodelan hasil untuk area pemetaan	Hingga 4.000 m	<i>Inundation</i> maksimum di sisi timur Kabupaten Cilacap (sumber: AWI, gempa berkekuatan 8,5)	-	-
3. Data rujukan dari kejadian tsunami sebelumnya di lokasi lain	Hingga 5.000 m	<i>Inundation</i> maksimum Tsunami Aceh di pesisir barat	Hingga 34 m	<i>Run up</i> maksimum Tsunami Aceh di pesisir barat

Selain data yang dikumpulkan dari sumber-sumber di atas, data statistik juga dapat digunakan sebagai rujukan. Informasi lebih jauh tentang data riwayat dapat ditemukan di Katalog Tsunami karya Latief dkk (2000) atau Subandono dan Budiman (2008).

Sebagai kaidah praktis, dapat merujuk pada data riwayat kejadian tsunami. Data tersebut menunjukkan bahwa "rata-rata" tsunami merusak di Indonesia tidak melebihi *inundation* maksimum 500 meter. *Run up* rata-rata adalah antara 5 hingga 10 meter.

c. Menentukan dan menggambarkan jarak horisontal dari pantai dan sungai

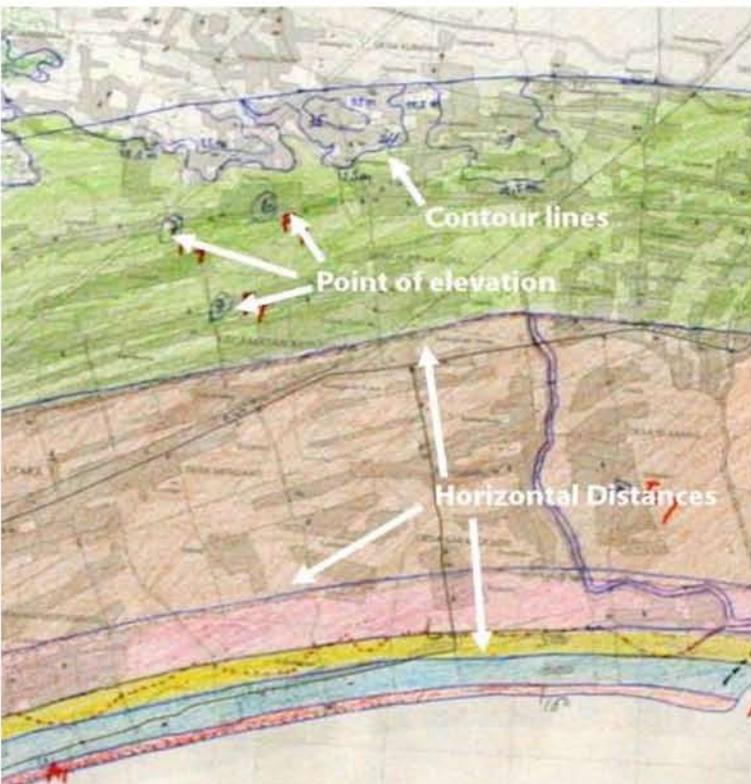
Guna memudahkan pemetaan serta diskusi kelompok, salinan peta topografis (sumber: BAKOSURTANAL) dapat digunakan. Sebagai langkah pertama proses pemetaan, tim menggambarkan garis pada jarak horisontal tertentu dari garis pantai pada satu salinan peta topografis. Disarankan untuk memulai dengan garis 500 meter yang mewakili rata-rata area *inundation* tsunami, dan garis 4.000 meter yang merujuk pada *inundation* maksimum Tsunami Aceh. Garis-garis lainnya yang dibuat adalah pada jarak 1.000 dan 2.000 meter yang dapat digunakan untuk membuat zonasi yang lebih rinci. Garis-garis ini ditarik sejajar dengan garis pantai, menunjukkan jarak daratan yang dapat dicapai pada kejadian tsunami tertentu (lihat Gambar 6 di bawah). Tim dapat memutuskan untuk menggambarkan jarak horisontal tambahan dari pantai dengan Perangkat 1 sebagai rujukan.



Gambar 6:
Pemetaan di Cilacap dan Kebumen



16



Gambar 7:
Peta Dasar Awal dengan
Jarak Horisontal dan Ketinggian
(Garis Kontur)

Sebagai langkah kedua, menentukan dan memetakan jarak horisontal dari pantai ke daratan pada badan sungai. Sungai mempermudah gelombang tsunami melaju makin jauh ke daratan dibandingkan pada permukaan tanah. Karena pada saat gelombang berjalan di badan air, gesekan yang terjadi lebih kecil jika dibandingkan dengan gerakan di permukaan tanah. Tembok tsunami merupakan bagian depan gelombang tsunami yang curam, berpusar, dan bergerak cepat, biasanya terjadi di mulut atau muara sungai. Selama pemetaan, faktor sungai dipertimbangkan untuk menggambarkan jarak tsunami yang bergerak ke daratan pada badan sungai yaitu 2 kali lebih besar jika dibandingkan dengan rambatan di tanah (misalnya: rambatan 500 meter di tanah = 1.000 meter di sungai).

Tepian sungai dan dataran banjir yang berdekatan dengan sungai adalah zona bahaya. Jarak horisontal (di kiri dan kanan) dari sungai ditarik sejajar dengan tepian sungai yang menunjukkan daerah potensi banjir pada saat kejadian tsunami. Data rujukan tentang kejadian banjir pada tepian sungai (dataran banjir di tepi sungai) pada saat kejadian tsunami sangat terbatas. Pada pelaksanaan pemetaan, area banjir diperkirakan pada jarak 200 meter dari sungai (di sisi kiri dan kanan sungai).

d. Menggambarkan komponen vertikal: garis kontur dan titik ketinggian

Penggambaran jarak horisontal (berdasarkan potensi *inundation* tsunami) pada peta topografis merupakan masukan penting pertama guna pembuatan peta dasar untuk pemetaan bahaya. Pada langkah selanjutnya, ditambahkan aspek vertikal. Tim perlu memperhatikan garis kontur dan titik ketinggian (lihat Gambar 6). Tingkat perincian garis vertikal bergantung pada data yang tersedia di peta topografis. Peta topografis (sumber: BAKOSURTANAL) untuk pemetaan menyediakan garis kontur dengan interval 12,5 meter sekaligus menunjukkan beberapa titik ketinggian di bawah 12,5 meter. Garis kontur 37,5 meter digunakan sebagai ketinggian maksimum gelombang tsunami yang mungkin terjadi, merujuk pada *run up* maksimum yang tercatat pada Tsunami Aceh.

Peta kini memiliki zonasi awal, menunjukkan jarak (horisontal) yang sama dari pantai dan area berketinggian (vertikal) sama.

e. Menguraikan dan memetakan fitur geomorfologis, antropogenik, dan vegetasi

Dengan melihat pada peta, citra satelit (misalnya: Google Earth), foto-foto kunjungan lapangan, dan informasi yang relevan lainnya (misalnya: kejadian banjir), maka fitur geomorfologis (misalnya: bukit pasir, sungai, dan dataran banjir), fitur antropogenik (misalnya: tanggul dan bendungan), serta vegetasi yang relevan (misalnya: hutan bakau dan sabuk hijau) dapat dikenali dan diuraikan. Pengetahuan lokal mengenai daerah pemetaan perlu disertakan pula di dalamnya. Fitur-fitur yang terdapat di pantai sangatlah dinamis. Narasumber dari daerah dapat menyediakan informasi terbaru tentang perubahan bentang-lahan pantai sehingga hasil pemetaan lebih akurat. Tim mendata dan menguraikan fitur-fitur di atas menggunakan Perangkat 2 dan menggambarkannya pada salinan peta topografis. Kolom paling kanan matriks digunakan untuk menunjukkan fitur berpotensi mengurangi energi tsunami atau tidak (lihat Perangkat 2).

Vegetasi seperti hutan pantai atau bakau, berpotensi mengurangi *flow depth* dan *inundation*. Penelitian menunjukkan bahwa setiap 200 meter lebar hutan pantai mengurangi panjang *inundation* sebanyak 50% (Harada dkk., 2004). Hal tersebut akan diperhitungkan setelah area yang terkena dampak dikenali, guna menghasilkan peta skenario tunggal (Langkah 4c).



Gambar 8:
Kebun Kelapa (Sumber: Google Earth 2008)



Bukit Pasir di Kebumen (Diambil Sewaktu Kunjungan Lapangan Tahun 2007)

Perangkat 2 Matriks: Uraian Fitur Geomorfologis, Antropogenik, dan Vegetasi (contoh: Daerah Percontohan Jawa)

Fitur: - geomorfologis - antropogenik - vegetasi	Uraian (panjang, tinggi, dan sifat lainnya)	Pengaruh pada dampak tsunami (mengurangi/ tidak mengurangi)
Dataran banjir	Sering tergenang selama musim hujan (Bantul)	Tidak mengurangi energi tsunami selama musim hujan
Bukit pasir	6-10 meter di atas muka air selama pasang surut dan 3-7 meter selama pasang naik (Kebumen)	Mengurangi energi tsunami
Bendungan	Panjang 5 km, tinggi 2 meter (Cilacap, Tegal Kamulyan – PLTU)	Mengurangi energi tsunami
Sabuk hijau	Sabuk pohon kelapa yang mengelilingi pemukiman; hampir sepanjang pesisir, mulai pada jarak sekitar 1 hingga 1,5 km dari laut (Kebumen)	Mengurangi energi tsunami

f. Menggabungkan fitur geomorfologis dan data ketinggian dengan jarak horisontal dari garis pantai dan tepian sungai

Langkah penting guna menyelesaikan peta dasar untuk pemetaan bahaya tsunami adalah menggabungkan hasil kegiatan-kegiatan sebelumnya dalam satu matriks seperti terlihat pada Perangkat 3 (lihat Perangkat 3 di bawah). Matriks ini menggabungkan berbagai parameter yang menggambarkan kondisi area pemetaan. Matriks menunjukkan kondisi geografis dari fitur geomorfologis pada ketinggian tertentu dan kaitan dengan jarak horisontal dari garis pantai. Matriks menggunakan alur pemikiran berikut:

- Kolom paling kiri menunjukkan kelas ketinggian berdasarkan garis kontur pada peta topografis, titik ketinggian, dan nilai ketinggian yang merupakan hasil interpolasi
- Fitur geomorfologis dikelompokkan menurut kelas ketinggiannya (kolom kedua dari kiri) dan dinomori (dari 1 hingga ...)
- Garis-garis horisontal yang dibuat (menghasilkan zona, misalnya <500 meter dan seterusnya) dicatat dan diberi huruf (dari A hingga ...)
- Sebagai langkah akhir, setiap area yang dihasilkan (fitur geomorfologis pada setiap kelas ketinggian dengan jarak horisontal) diberi kode dengan menggabungkan kode dari setiap parameter (misalnya: A1, C3)

Catatan:

Karena kurangnya data ketinggian yang lebih detil pada peta topografis, maka data ketinggian harus diinterpolasikan. Perwakilan daerah melakukan pemeriksaan lapangan dan memberikan masukan penting untuk verifikasi data.

Perangkat 3 Matriks: Menggambarkan Area Geografis Unik yang Dibentuk oleh: (1) Ketinggian yang dikombinasikan dengan, (2) Fitur Geomorfologis, (3) Zona Jarak Horisontal dari Garis Pantai (contoh: Kabupaten Bantul)

Ketinggian (m)	Fitur geomorfologis	No.	Jarak horisontal dari garis pantai (m)			
			<500 m	500 - 1.000 m	1.000 - 2.000 m	2.000 - 4.000 m
			A	B	C	D
0.5	Tepian sungai	1	A1	B1	C1	D1
	Bukit pasir	2	A2	B2	C2	-
	Dataran banjir (sungai)	3	-	B3	C3	D3
	Dataran banjir (hujan)	4	-	B4	C4	D4
	Dataran	5	A5	B5	C5	D5
5-12.5	Tepian sungai	6	A6	B6	-	D6
	Bukit pasir	7	A7	B7	C7	-
	Dataran banjir (sungai)	8	-	B8	-	D8
	Dataran banjir (hujan)	9	-	-	-	D9
	Dataran	10	A10	B10	C10	D10
12.5-20	Tepian sungai	11	-	-	-	D11
	Bukit pasir	12	A12	B12	C12	-
	Dataran banjir (sungai)	13	A13	B13	C13	D13
	Dataran banjir (hujan)	14	-	-	-	D14
20-25	Bukit pasir	15	-	B15	-	-
	Dataran	16	A16	B16	C16	-
25-37.5	Dataran	17	A17	B17	C17	D17
>37.5	Daerah perbukitan	18	A18	B18	C18	D18

g. Menampilkan secara visual hasil zonasi pada peta dasar

Seperti dinyatakan sebelumnya, matriks di atas menunjukkan kondisi geografis dari fitur geomorfologis pada ketinggian tertentu dan kaitan dengan jarak horisontal dari garis pantai. Karena menunjukkan area tertentu pada peta, informasi tersebut dapat ditampilkan secara visual dengan memberikan kode hasil penggabungan (misalnya: A1 hingga D18 untuk Kabupaten Bantul). Hal ini dapat dilakukan pada salinan peta topografis atau secara digital dengan GIS.

Perlu ditekankan bahwa peta dasar tematis ini belum menunjukkan perkiraan bahaya tsunami. Hasil tersebut masih merupakan peta dasar tematis yang menggabungkan rujukan dari kejadian tsunami yang pernah dialami dalam bentuk informasi horisontal dan vertikal (sebagaimana yang disusun dalam Perangkat 1) dari peta topografis area pemetaan untuk menetapkan kerangka acuan dalam perkiraan bahaya tsunami lokal.

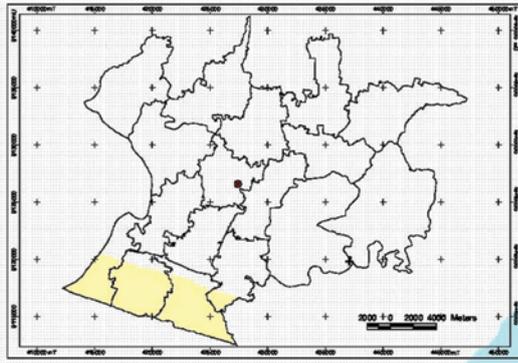
Matriks kombinasi maupun peta dasar yang telah dibuat, kemudian digunakan untuk menghasilkan peta bahaya tsunami. Bagian selanjutnya (Langkah 4) menjelaskan tata cara pembuatan peta bahaya tsunami.

Catatan:

Minimnya keahlian GIS sering menjadi hambatan dalam teknis pemetaan di daerah. Selama persiapan pemetaan, dianjurkan agar tim melibatkan lembaga (lebih dianjurkan lembaga daerah) yang dapat menyediakan dukungan teknis.

Apabila dukungan ini tidak ada atau tidak sinambung, metodologi ini juga dapat digunakan tanpa GIS. Gunakan salinan peta topografis.





KABUPATEN KULONPROGO

Sungai Progo

KABUPATEN BANTUL

Samudera Hindia

MATRIK ZONASI UNTUK PETA DASAR
(Kombinasi Ketinggian, Ciri Geomorfologi, dan Jarak Horizontal dari Pantai)

Jarak vertikal	Kode	Jarak horizontal (Meter)			
		0-500	500-1000	1000-2000	2000-4000
0-5 M		A	B	C	D
Daerah Kiri-Kanan Sungai	1	A1	B1	C1	D1
Gumuk pasir 0-5 M	2	A2	B2	C2	D2
Daerah banjir sungai	3		B3	C3	D3
Daerah banjir hujan	4		B4	C4	D4
Dataran	5	A5	B5	C5	D5
5-12.5 M					
Daerah Kiri-Kanan Sungai	6	A6	B6		D6
Gumuk pasir 5-12.5 M	7	A7		C7	
Daerah banjir sungai	8		B8		D8
Daerah banjir hujan	9			C9	
Dataran	10	A10	B10	C10	D10
12.5-20 M					
Daerah Kiri Kanan Sungai	11				D11
Gumuk pasir 12.5-20 M	12	A12	B12	C12	
Dataran	13	A13	B13	C13	D13
Daerah banjir hujan	14				D14
20-25 M					
Gumuk Pasir 20-25 M	15		B15		
Dataran	16	A16	B16	C16	
25-37.5 M					
Dataran 25-37.5 M	17	A17	B17	C17	D17
>37.5 M					
Bukit >37.5 M	18	A18	B18	C18	D18



Skala 1 : 25.000
(Pada ukuran 70 x 50 cm)

Proyeksi : Transverse Mercator
 Sistem Grid : Grid Universal Transverse Mercator
 Datum Horizontal : Datum Geodesi Nasional (DGN-90)
 Datum Vertikal : Muka Laut di Tanjungpilik, Jakarta
 Satuan Tinggi : Meter
 Zona : 49 S
 Sumber : 1. Peta Topografi Bakosurtanal Skala 1:25.000 Tahun 1999
 2. Data Survei Team Kota Bantul (2007)

LEGENDA:

- Sungai
- Dataran 0-5 meter
- Dataran 5-12.5 meter
- Dataran 12.5-20 meter
- Dataran 20-25 meter
- Dataran 25-37.5 meter
- Bukit >37.5 meter
- Daerah Banjir Hujan 0-5 meter
- Daerah Banjir Hujan 5-12.5 meter
- Daerah Banjir Hujan 12.5-20 meter
- Daerah Banjir Sungai 0-5 meter
- Daerah Banjir Sungai 5-12.5 meter
- Daerah Kiri Kanan Sungai 0-5 meter
- Daerah Kiri Kanan Sungai 5-12.5 meter
- Daerah Kiri Kanan Sungai 12.5-20 meter
- Gumuk Pasir 0-5 meter
- Gumuk Pasir 5-12.5 meter
- Gumuk Pasir 12.5-20 meter
- Gumuk Pasir 20-25 meter
- Laut
- Kabupaten Bantul
- Kabupaten Lain



PETA DASAR UNTUK BAHAYA TSUNAMI KABUPATEN BANTUL PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA



Gambar 9:
Contoh Peta Dasar (dengan Matriks) untuk
Pemetaan Bahaya Tsunami di Kabupaten Bantul

Langkah 4: Pengembangan Peta Bahaya Tsunami berzona

Catatan:

Karena kurangnya pengetahuan mengenai skenario tsunami di tingkat daerah, pakar perlu memimpin diskusi mengenai skenario tsunami dan melibatkan secara aktif pemangku kepentingan di daerah.

a. Merangkum kemajuan, menjelaskan proses kerja, masukan, dan keluaran lebih jauh

Sebelum memulai langkah pengembangan peta bahaya tsunami, terlebih dahulu rangkum hasil kegiatan yang telah dilakukan. Kemudian jelaskan kepada tim kegiatan selanjutnya (4b hingga 4d) yaitu perkiraan dan pemetaan bahaya tsunami.

b. Membahas dan menentukan skenario kejadian tsunami sebagai masukan untuk klasifikasi dan zonasi bahaya

Skenario tsunami perlu dibahas untuk mendapatkan gambaran tentang dampak dari berbagai kemungkinan kejadian tsunami. Diskusi mengenai skenario tsunami dalam metodologi ini menggunakan dua parameter untuk menggambarkan kemungkinan kejadian tsunami, yaitu '*inundation* maksimal dan *flow depth* maksimal'. Tim pemetaan dapat menggunakan dua skenario tsunami dengan dampak yang bervariasi untuk menggambarkan kemungkinan kejadian tsunami (lihat Tabel 3 dan 4). Tim memutuskan untuk menggunakan dua skenario, skenario I dan II:

Tabel 3 Perkiraan Rambatan Tsunami di Daratan Menurut Skenario I

Parameter:	Perkiraan <i>inundation</i> maksimal	Perkiraan <i>flow depth</i> maksimal
Nilai	500 m	5 m

Tabel 4 Perkiraan Rambatan Tsunami di Daratan Menurut Skenario II

Parameter:	Perkiraan <i>inundation</i> maksimal	Perkiraan <i>flow depth</i> maksimal
Nilai	4.000 m	10 m (< 1.000 m) 5 m (> 1.000 m)

- **Skenario I** menggambarkan kejadian tsunami dengan tingkat merusak 'sedang' (atau rata-rata). Skenario ini berdasarkan pada perhitungan statistik kejadian tsunami yang terjadi setiap dua sampai tiga tahun terakhir di sepanjang garis pantai Indonesia, yang mewakili sebagian besar tsunami di Indonesia (tidak melebihi *inundation* maksimum 500 meter, atau tinggi tsunami rata-rata antara 5 dan 10 meter). Diperkirakan dari data *run up* bahwa *flow depth* dari kejadian semacam ini tidak lebih dari 5 meter.
- **Skenario II** menggambarkan 'kasus terburuk', yang sepadan dengan kejadian Tsunami Aceh.

c. Mengenali area geografis yang terkena dampak dan membuat peta-peta bahaya tsunami skenario tunggal

Data di atas tentang *flow depth* dan *inundation* memberikan rujukan untuk mengenali area dari peta dasar yang terkena dampak pada masing-masing skenario. Perangkat 3 (matriks kombinasi) memungkinkan untuk menggolongkan secara sistematis fitur-fitur geografis (yang diuraikan dengan kode-kode seperti A1, C3, D8, dst) yang dapat terkena dampak. Untuk menerapkan pendekatan

baku untuk pengenalan daerah yang terkena menurut masing-masing skenario, aturan-aturan yang dibuat sebagai berikut:

Tabel 5 : Aturan Menyeluruh untuk Mengenal Area Geografis yang Terkena Dampak

1.	Semua daerah dengan jarak 500 meter dari pantai dipandang sebagai bagian zona bahaya jika ketinggiannya kurang dari 25 meter.
2.	Hanya daerah yang terpengaruh langsung oleh genangan digolongkan sebagai bagian zona bahaya.
3.	Semua zona lain di dalam matriks yang tidak terkena dampak dibiarkan kosong.
4.	Genangan maksimum di sungai (dan di sepanjang tepiannya) dua kali lebih besar dari genangan di daratan.
5.	Pada setiap 200 meter lebar hutan pantai akan mengurangi panjang genangan sebesar 50% di daerah belakangnya.

Pertama, tim menghasilkan matriks untuk Skenario I dan Skenario II. Kedua matriks digunakan untuk menghasilkan peta bahaya skenario tunggal. Dengan mengingat aturan-aturan sebelumnya (Tabel 2, 3, dan 4) pertanyaan selanjutnya yang mengemuka adalah:

Area geografis mana (sebagaimana yang diuraikan dalam Perangkat 3) yang terkena inundation tsunami untuk masing-masing skenario?

Hasil analisis tersebut berdasarkan **Skenario I** dan **Skenario II** dengan contoh hasil analisis dari Kabupaten Bantul dapat dilihat pada matriks di bawah:

Perangkat 4 Matriks: Bahaya yang Menunjukkan Area Geografis yang Terkena inundation pada **Skenario I** (contoh: Kabupaten Bantul)

Ketinggian (m)	Fitur geomorfologis	No.	Jarak horisontal dari garis pantai (m)			
			< 500 m	500 - 1.000 m	1.000 - 2.000 m	2.000 - 4.000 m
			A	B	C	D
0.5	Tepian sungai	1	A1	B1	C1	D1
	Bukit pasir	2	A2	B2	C2	-
	Dataran banjir (sungai)	3	-	B3	C3	D3
	Dataran banjir (hujan)	4	-	B4	C4	D4
	Dataran	5	A5	B5	C5	D5
5-12.5	Tepian sungai	6	A6	B6	-	D6
	Bukit pasir	7	A7	B7	C7	-
	Dataran banjir (sungai)	8	-	B8	-	D8
	Dataran banjir (hujan)	9	-	-	-	D9
	Dataran	10	A10	B10	C10	D10
12.5-20	Tepian sungai	11	-	-	-	D11
	Bukit pasir	12	A12	B12	C12	-
	Dataran banjir (sungai)	13	A13	B13	C13	D13
	Dataran banjir (hujan)	14	-	-	-	D14
20-25	Bukit pasir	15	-	B15	-	-
	Dataran	16	A16	B16	C16	-
25-37.5	Dataran	17	A17	B17	C17	D17
>37.5	Daerah perbukitan	18	A18	B18	C18	D18

Perangkat 5 Matriks: Bahaya yang Menunjukkan Area Geografis yang Terkena pada Skenario II (Contoh: Kabupaten Bantul)

Ketinggian (m)	Fitur geomorfologis	No.	Jarak dari garis pantai (m)			
			<500 m	500 - 1.000 m	1.000 - 2.000 m	2.000 - 4.000 m
			A	B	C	D
0.5	Tepian sungai	1	A1	B1	C1	D1
	Bukit pasir	2	A2	B2	C2	-
	Dataran banjir (sungai)	3	-	B3	C3	D3
	Dataran banjir (hujan)	4	-	B4	C4	D4
	Dataran	5	A5	B5	C5	D5
5-12.5	Tepian sungai	6	A6	B6	-	D6
	Bukit pasir	7	A7	B7	C7	-
	Dataran banjir (sungai)	8	-	B8	-	D8
	Dataran banjir (hujan)	9	-	-	-	D9
	Dataran	10	A10	B10	C10	D10
12.5-20	Tepian sungai	11	-	-	-	D11
	Bukit pasir	12	A12	B12	C12	-
	Dataran banjir (sungai)	13	A13	B13	C13	D13
	Dataran banjir (hujan)	14	-	-	-	D14
20-25	Bukit pasir	15	-	B15	-	-
	Dataran	16	A16	B16	C16	-
25-37.5	Dataran	17	A17	B17	C17	D17
>37.5	Daerah perbukitan	18	A18	B18	C18	D18

d. Pembuatan peta bahaya multi-skenario

Tujuan akhir metodologi ini adalah menghasilkan peta bahaya tsunami multi-skenario. Untuk mencapai tujuan tersebut, hasil dari matriks kedua skenario kemudian digabungkan ke dalam satu matriks dan satu peta. Langkah ini menggunakan aturan bahwa semua zona yang terkena dampak Skenario I juga terkena dampak Skenario II. Sehingga hasil dari kedua skenario akan bertumpang tindih di area-area yang terkena dampak dalam Skenario I. Selanjutnya area-area tersebut mempertahankan warna merah seperti pada matriks bahaya pertama (skenario tunggal). Zona bahaya yang tersisa pada Skenario II yang tidak bertumpang tindih dengan Skenario I diberi warna jingga. Sehingga zona bahaya Skenario II diuraikan dengan warna merah dan jingga, sementara zona bahaya Skenario I hanya berwarna merah. Area yang tidak terkena dampak dari kedua skenario dibiarkan kosong dan dianggap sebagai zona tidak bahaya (lihat Tabel 6).

Tabel 6: Pelekatan Bahaya Sesuai dengan Skenario I & II

	Berpotensi terkena dampak dalam kejadian tsunami Skenario I
	Berpotensi terkena dampak dalam kejadian tsunami Skenario II
	Tidak terkena dampak dalam kedua skenario

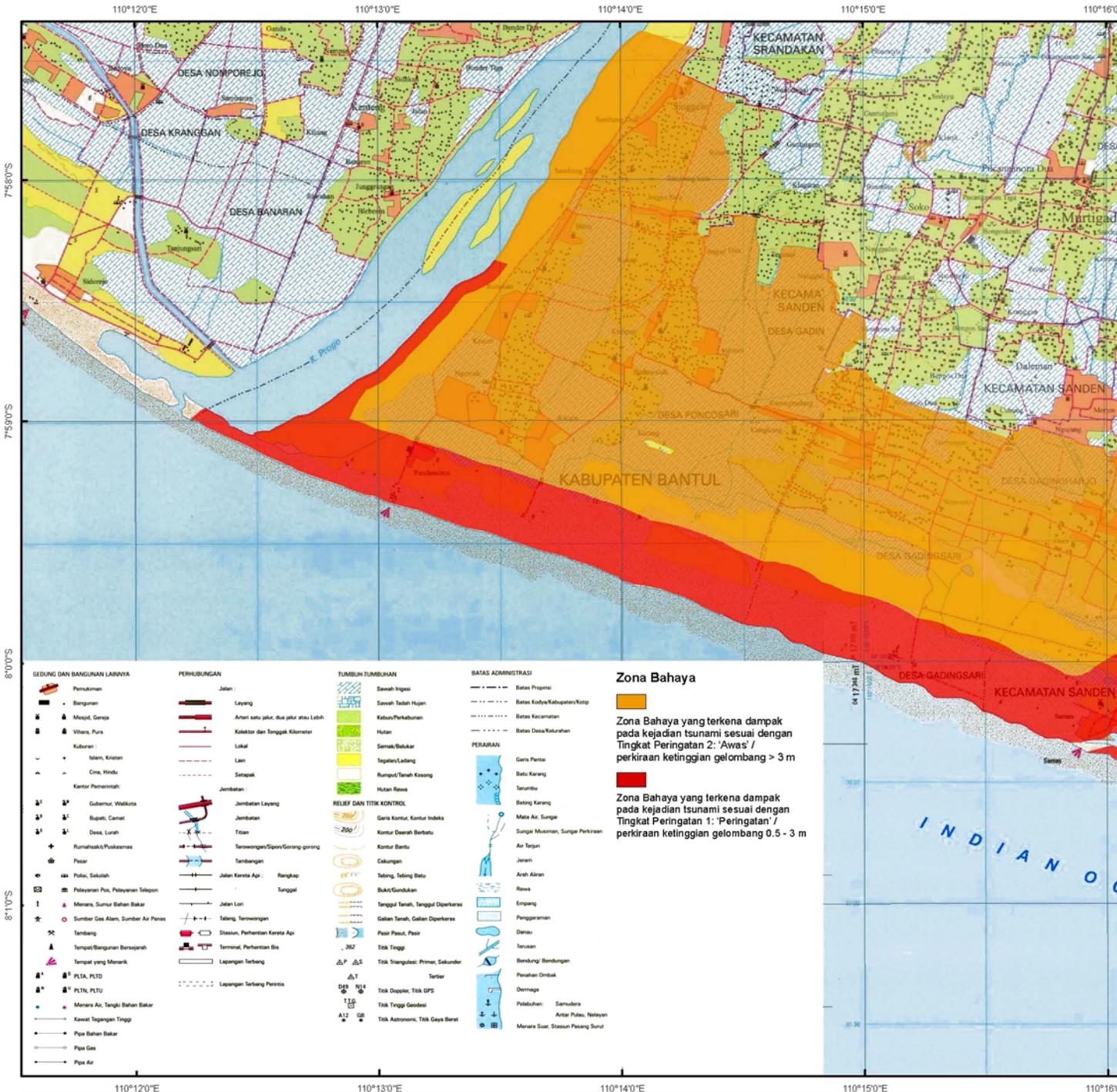
Matriks bahaya akhir yang dihasilkan untuk peta bahaya tsunami multi-skenario seperti tercantum di bawah ini. **Peta Bahaya Tsunami Multi-skenario Berzona** (lihat contoh dari Kabupaten Bantul di bawah) dihasilkan dengan cara menggambarkan hasil matriks bahaya (matriks hasil penggabungan) ke dalam peta dasar. Area-area di dalam peta dasar yang terkena dampak diklasifikasikan sebagai zona bahaya (dengan warna merah dan jingga) sesuai dengan matriks bahaya (matriks hasil penggabungan).

Perangkat 6 Matriks: Bahaya yang Menunjukkan Area Geografis yang Terkena pada Skenario II (Contoh: Kabupaten Bantul)

Ketinggian (m)	Fitur geomorfologis	No.	Jarak dari garis pantai (m)			
			-500 m	500 - 1.000 m	1.000 - 2.000 m	2.000 - 4.000 m
			A	B	C	D
0.5	Tepian sungai	1	A1	B1	C1	D1
	Bukit pasir	2	A2	B2	C2	-
	Dataran banjir (sungai)	3	-	B3	C3	D3
	Dataran banjir (hujan)	4	-	B4	C4	D4
	Dataran	5	A5	B5	C5	D5
5-12.5	Tepian sungai	6	A6	B6	-	D6
	Bukit pasir	7	A7	B7	C7	-
	Dataran banjir (sungai)	8	-	B8	-	D8
	Dataran banjir (hujan)	9	-	-	-	D9
	Dataran	10	A10	B10	C10	D10
12.5-20	Tepian sungai	11	-	-	-	D11
	Bukit pasir	12	A12	B12	C12	-
	Dataran banjir (sungai)	13	A13	B13	C13	D13
	Dataran banjir (hujan)	14	-	-	-	D14
20-25	Bukit pasir	15	-	B15	-	-
	Dataran	16	A16	B16	C16	-
25-37.5	Dataran	17	A17	B17	C17	D17
>37.5	Daerah perbukitan	18	A18	B18	C18	D18



PETA BAHAYA TSUNAMI PROPINSI D.I. Y



Metodologi dan Informasi Peta Bahaya

Peta bahaya ini dikembangkan berbasis pada peta dasar zonasi. Zona-zona pada penggenangan (*inundation*) dan ciri-ciri geomorfologis pada tingkatan ketinggian

Dengan menggunakan peta dasar zonasi ini, potensi dampak di daratan diperkirakan 'Peringatan', dengan perkiraan ketinggian gelombang 0,5 - 3 m. Untuk perkiraan Indonesia) untuk Tingkat Peringatan 1. Skenario II disesuaikan dengan Tingkat maksimum 4000 m (penggenangan maksimum dari Tsunami-Aceh).

Dampak yang diperkirakan di daratan dari kedua skenario ini digabungkan ke dalam tsunami sesuai dengan Tingkat Peringatan 1, sementara area yang diwarnai or

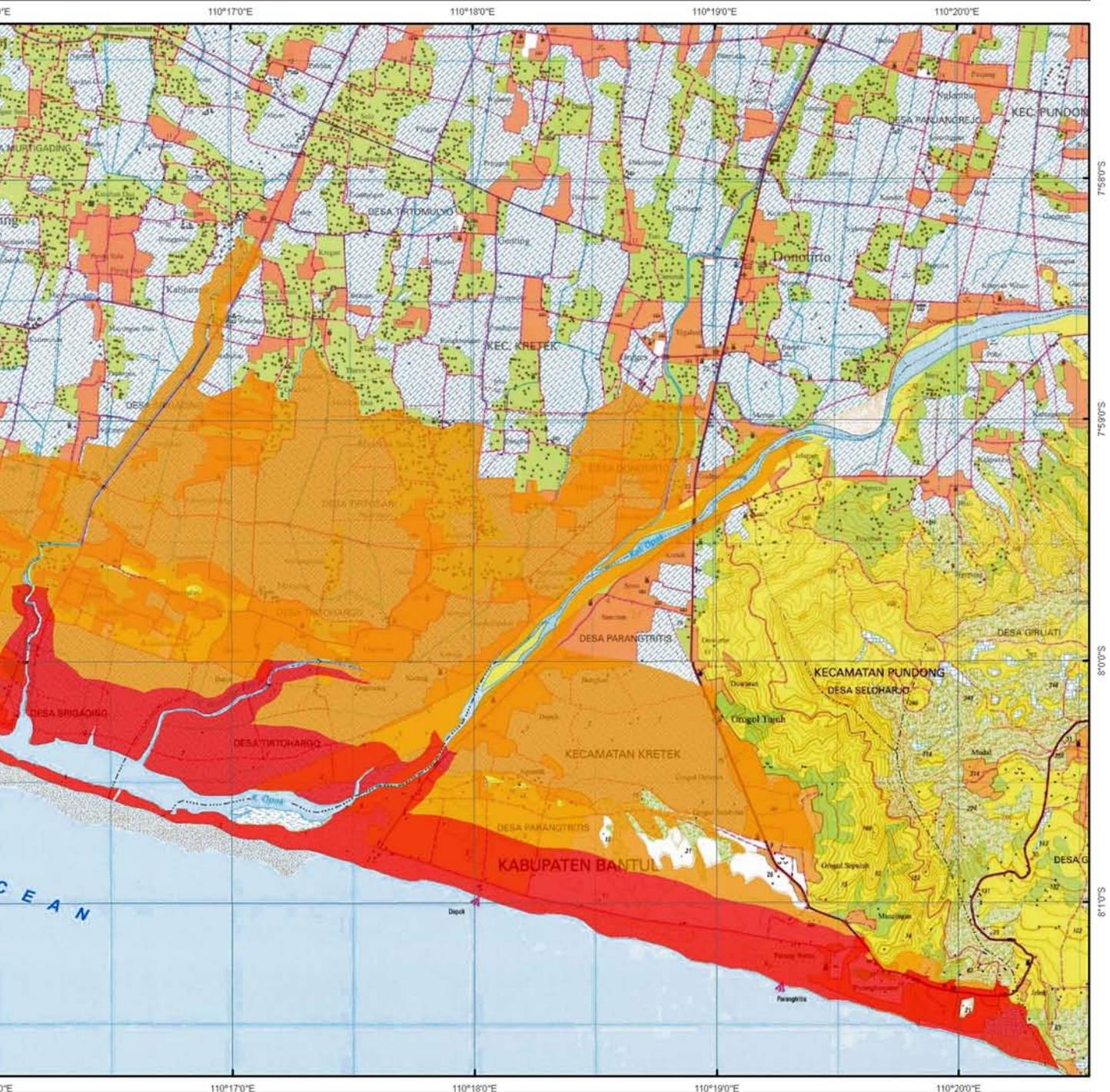
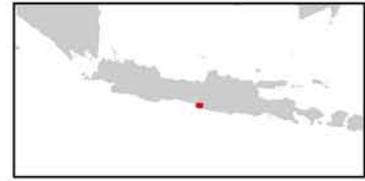


Skala 1 : 25.000
(Pada ukuran 70 x 50 cm)

Proyeksi : Geographic
Datum : WGS - 84
Satuan grid : Lintang/Bujur
Pembuatan peta hazard : Juni 2008

Peta topografis :
Rupa Bumi Indonesia (RBI), Skala 1:25.000,
BAKOSURTANAL, 1999

KABUPATEN BANTUL YOGYAKARTA



da peta dasar merupakan hasil-hasil gabungan antara jarak kejauhan dari pantai yang menggambarkan data sejarah yang berbeda yang diambil dari peta topografis.

akan ke dalam dua skenario yang berbeda. Skenario I menunjukkan Tingkat Peringatan Tsunami 1 dari BMG: dampak di daratan, digunakan penggenangan maksimum 500 m (rata-rata penggenangan tsunami maksimum di Peringatan 2 dari BMG: 'Awas', dengan perkiraan ketinggian gelombang > 3 m dan perkiraan penggenangan

alam satu peta bahaya tsunami ini. Seluruh area yang diwarnai merah berpotensi terkena dampak pada kejadian anye berpotensi terkena dampak pada kejadian tsunami sesuai dengan Tingkat Peringatan 2.

Kerjasama antara :



PSBA FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS GADJAH MADA

Gambar 10:
Peta Tsunami Multi-skenario untuk Kabupaten Bantul

Sumber Daya yang Diperlukan dalam Pemetaan Bahaya Tsunami

Beberapa sumber daya diperlukan untuk pemetaan bahaya tsunami yang dipaparkan di atas. Peserta, pakar, dan perwakilan daerah perlu memastikan bahwa sumber daya berikut tersedia untuk pelaksanaan pemetaan:

- Semua peta topografi yang tersedia dengan skala 1:25.000 dan 1:5.000 (dan 1:1.000 jika ada) serta data GIS
- Informasi dan peta bahaya tsunami yang ada
- Peta bahaya dan tematis lainnya, seperti peta bahaya banjir
- Fotokopi peta yang berguna sebagai alat penggambaran dan pemetaan utama, pelaksanaan pemetaan menggunakan peta topografi Rupa Bumi Indonesia (RBI) berskala 1:25.000 yang dibuat BAKO-SURTANAL di tahun 1999
- Citra satelit yang diplot atau dicetak (jika ada, misalnya dari Google Earth)
- Krayon aneka warna, mistar
- *Flip chart*, papan pin dan kartu, papan putih (bergantung pada ketersediaan)
- Kamera

Tim yang melakukan pemetaan bahaya sebaiknya terdiri dari pakar dari lembaga pusat dan pemangku kepentingan di daerah (perwakilan Pemda, organisasi masyarakat, pakar di daerah, dan narasumber lainnya).

Lembaga di Indonesia yang terlibat dalam Kajian dan Pemetaan Bahaya Tsunami

Lembaga	Alamat dan Website
Badan Nasional Penanggulangan Bencana, (BNPB)	Jl. Ir. H. Juanda No. 36 Jakarta Pusat T: +62-21-3458400 F: +62-21-3458500 Email : posko @ bnpb.go.id www.bnpb.go.id
Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional, (BAKOSURTANAL)	Jl. Raya Jakarta - Bogor KM. 46 Cibinong 16911 T: +62-21-875 3155 F: +62-21-875 2062-63 ext 3608, 3609, 3611 and 3103 www.bakosurtanal.go.id
Badan Pengkajian dan Pengembangan Teknologi, (BPPT)	Jl. M.H Thamrin 8, Jakarta 10340 T: +62-21-316 8200 F: +62-21-316 8219, +62-21-319 24319 http://portal.bppt.go.id
Kementerian Kelautan dan Perikanan, (DKP)	Jl. Medan Merdeka Timur No.16, Gedung DKP Lt.10 Jakarta Pusat 10110 T: +62-21-351 9070 F: +62-21-352 2059 www.dkp.go.id
Kementerian Energi dan Sumber daya Mineral, (ESDM)	Jl. Medan Merdeka Selatan No.18, DKI Jakarta 10110 T : +62-21-351 9881 F : +62-21-351 9881 www.esdm.go.id
Institut Teknologi Bandung, (ITB)	Kantor: Jl. Tamansari 64, Bandung 40116 Kampus: Jl. Ganesha 10, Bandung 40132 T : +62-22-250 0935 F : +62-22-250 0935 www.itb.ac.id
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, (LIPI)	Jl. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710 T: +62-21-522 5711 F: +62-21-526 0804 www.lipi.go.id
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, (LAPAN)	Jl. Pemuda Persil No.1, Jakarta 13220 T: +62-21-489 2802 F: +62-21-489 2815 www.lapan.go.id
Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi	Diponegoro 57, Bandung 40122 T: +62-22-727 2606 F: +62-22-720 2761 http://portal.vsi.esdm.go.id/joomla
Universitas Andalas, (UNAND)	Kampus Limau Manis, Padang 25163 T: +62-2751-711 81 F: +62-0751-71508 www.unand.ac.id

- Abe, Y. and Imamura, F.: Workshop Making Regional Tsunami Hazard Map with Coastal Residents. Asian and Pacific Coasts, 2005
- Alfred Wegener Insitut (AWI): Tsunami Project Documentation Document No. 015 - Inundation Maps for Padang, 2007
- Amin Budiarto: Evacuation Shelter Building Planning for Tsunami-prone Area - a Case Study of Meulaboh City, Indonesia, 2006
- ITIC: Tsunami Newsletter, Volume XXXVIII, Number 3
- Hamzah Latief et al: Tsunami Catalog and zones in Indonesia. Journal of Natural Disaster Science, Vol 22, No.1, 2000
- Harada K. and Kawata Y.: Study on effect of Coastal Forest to Tsunami Reduction. Annuals of Disas. Prev. Res. Institut, Kyoto University, No 47 C, 2004
- Jose C. Borrero, Costas E. Synolakis, and Hermann Fritz: Northern Sumatra Field Survey after the December 2004 Great Sumatra Earthquake and Indian Ocean Tsunami. Earthquake Spectra, Volume 22, No. S3, pages S93-S104, June 2006
- Lavigne, F.; Gomez, C.; Giffo, M.; Wassmer, P.; Hoebreck, C.; Mardiat-no, D.; Priyono, J. and Paris, R.: Field observations of the 17 July 2006 Tsunami in Java. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 7, 177-183, 2007
- Maramai A. and Tinti S.: The 3rd June 1994 Java Tsunami: A Post-Event Survey of the Coastal Effects. Natural Hazards, 15, 31-49, 1997
- Soloviev, S. L.: Tsunamis. The assessment and the mitigation of earth-quake and risk. UNESCO, 118-143, 1978
- Subandono Diposaptono and Budiman: Hidup akrab dengan gempa dan tsunami. Bogor : Penerbit Buku Ilmiah Populer, Bogor 2008
- Timothy J. Walsh, Vasily V. Titov, Angie J. Venturato, Harold O. Mofjeld, and Frank I. Gonzalez: Tsunami Hazard Map of the Elliott Bay Area, Seattle, Washington. Modeled Tsunami Inundation from a Seattle Fault Earthquake, 2003
- Tsuji, Y., Matsutomi, H., Imamura, F., Takeo, M., Kawata, Y., Matsuyama, M., Takahashi, T., and Harjadi, P.: Damage to coastal villages due to the 1992 Flores Island earthquake tsunami. Pure and Applied Geophysics, 144, 3/4, 481-524, 1995
- UNESCO-IOC: Tsunami Glossary. IOC information document 1221, Paris 2006
- USGS: Surviving a Tsunami - Lessons from Chile. Hawaii and Japan, 1999



GTZ Office Jakarta
Menara BCA 46th Floor
Jl. M.H. Thamrin No.1
Jakarta 10310
T: +62-21-2358 7111
F: +62-21-2358 7110
E: gtz-indonesien@gtz.de
I: www.gtz.de/indonesia
www.gitews.org/tsunami-kit



German - Indonesian Cooperation for a
Tsunami Early Warning System



Federal Ministry
of Education
and Research