Pengantar

InaTEWS-Pengawasan dan Layanan Peringatan

GITEWS

gtz IS International Services

InaTEWS-PENGAWASAN dan LAYANAN PERINGATAN

Penulis:

Harald Spahn

Penyunting:

Joan Suyenaga

Penerjemah dan penyunting bahasa Indonesia:

Evie Chandra, Erlinda M. Panisales,
Erma Maghfiroh, Adriani S. Soemantri

Desain & tata letak:

Adriani S. Soemantri, Rummy Iqbal,
Wisnu Pramarta
(MAKATA)

Rujukan:

Isi dan struktur Daftar Periksa diadaptasi dari
"Developing Early Warning Systems:
A Checklist" - UN/ISDR, 2006,
www.unisdr.org/ppew/ppew-index.htm

Copyright © 2010 by GTZ IS-GITEWS

Diterbitkan oleh:

German-Indonesian Cooperation for a
Tsunami Early Warning System (GITEWS)
Capacity Building in Local Communities

Deutsche Gesellschaft für Technische
Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

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

Isi

Layanan Pemantauan dan Peringatan – proses *upstream* 01

Pemantauan Gempa– acuan pertama untuk peringatan dini tsunami 05

Pemantauan Samudera – penegasan atau pembatalan? 07

Global Positioning System (GPS) – sudah ada pergerakan? 09

Sistem Komunikasi – real time! 10

Sistem Simulasi – melengkapi seluruh sistem 11

Decision Support System – saat respon cepat dibutuhkan 13

Layanan Pemantauan dan Peringatan – pengaturan skala internasional 15

Layanan Pemantauan dan Peringatan – proses *upstream*

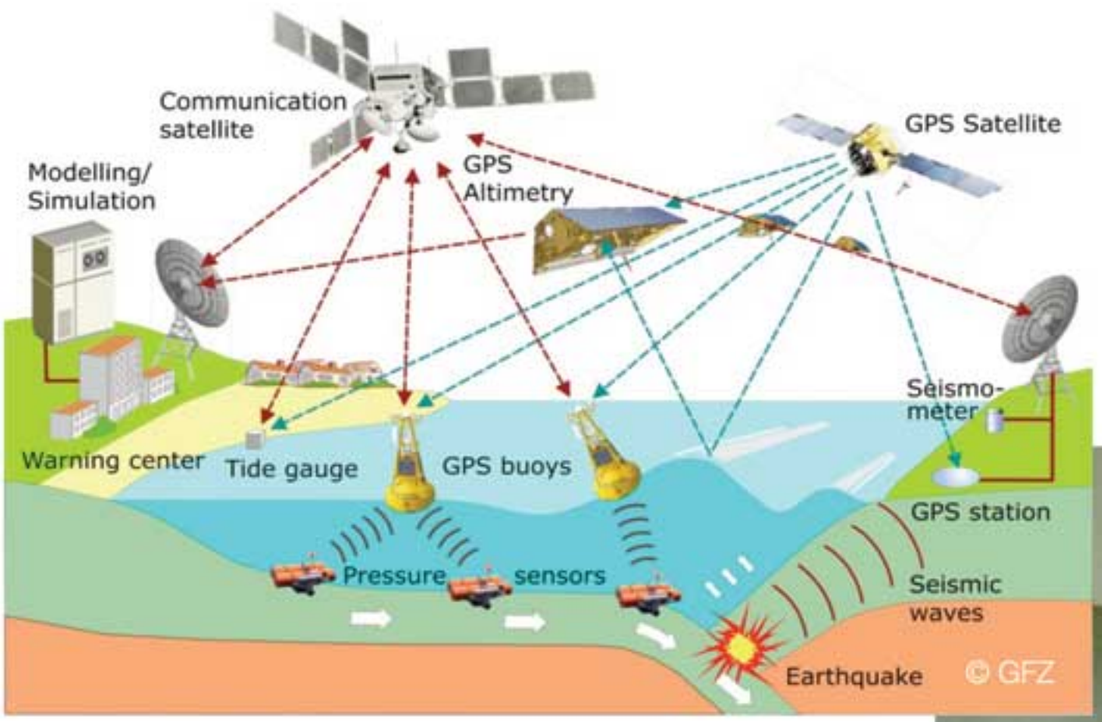
Pemantauan gempa secara terus menerus diperlukan untuk peringatan dini tsunami. Ketika gempa kuat terdeteksi oleh *Indonesian Tsunami Early Warning System* (InaTEWS), maka peralatan pemantauan samudera dan deteksi deformasi daratan diaktifkan guna memastikan tsunami terpicu.

Kerjasama dan koordinasi internasional diperlukan untuk membangun dan memelihara jaringan pengamatan yang mencakup seluruh wilayah samudera.

Semua data masuk ke *National Tsunami Warning Center* (NTWC). Proses ini dinamakan proses *upstream*. NTWC dioperasikan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Jakarta. Untuk mendapatkan data *real time*, dibangun sebuah jaringan dengan basis komunikasi satelit. Di NTWC, semua data yang masuk dianalisis dan dibandingkan dengan database tsunami untuk menilai ancaman tsunami dan memutuskan perlunya menyebarkan pesan peringatan. *Decision Support System* (DSS) dibangun untuk mem bantu personel di NTWC menilai situasi dan mengambil keputusan secepat mungkin.

Begitu NTWC memutuskan untuk mengeluarkan peringatan tsunami, proses *downstream* dimulai. Dari NTWC, informasi peringatan mengalir ke lembaga perantara, Pemerintah Daerah (Pemda), media, dan masyarakat berisiko. Setelah menerima peringatan, masyarakat, lembaga, dan sektor swasta perlu menerjemahkan peringatan secara efektif menjadi respon.

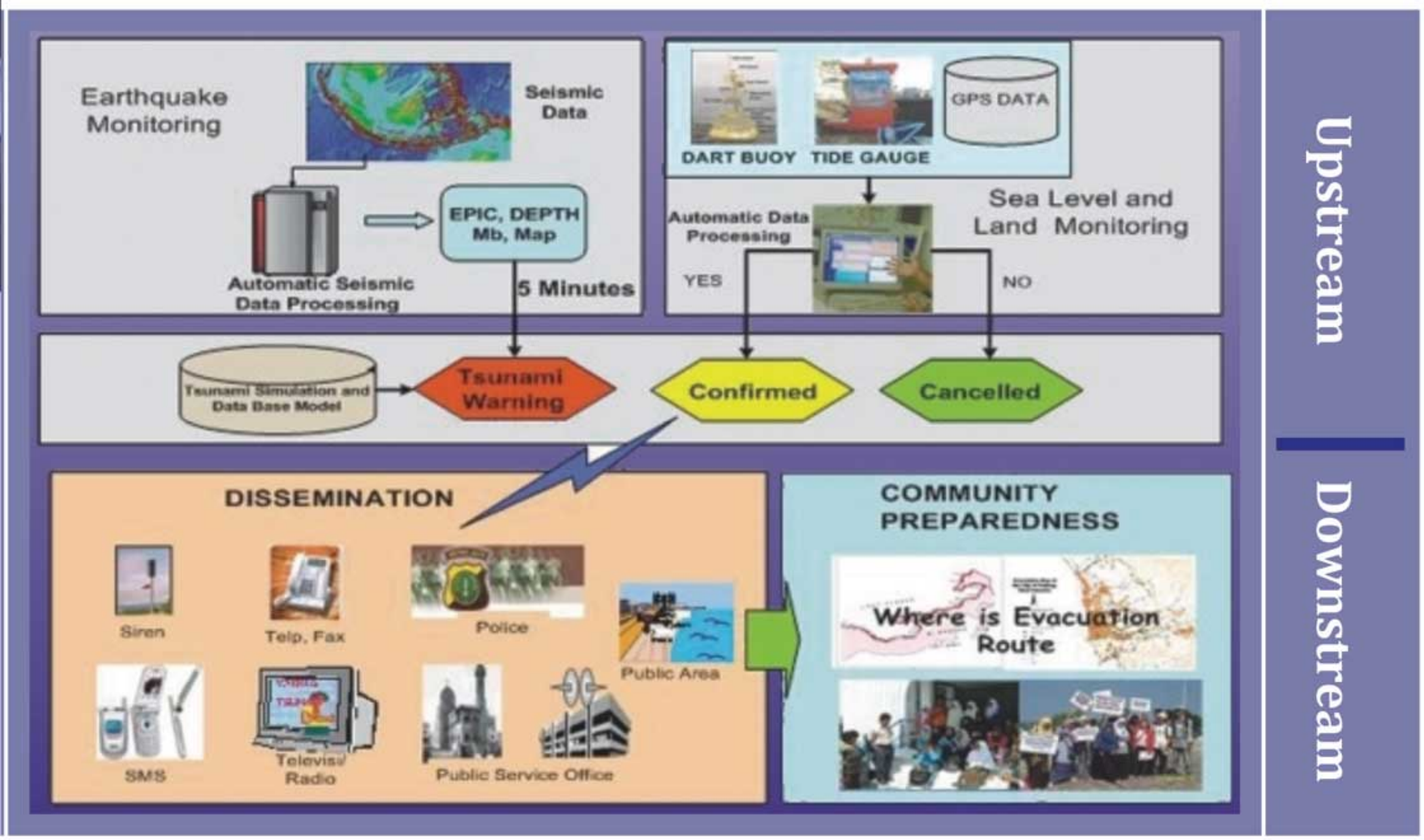
Sejak 2007, NTWC beroperasi dan mengeluarkan peringatan dini tsunami jika ada ancaman tsunami. Peringatan dikirimkan dalam 5 menit setelah gempa besar terjadi.



Konsep Keseluruhan

NTWC di BMKG Jakarta

DSS

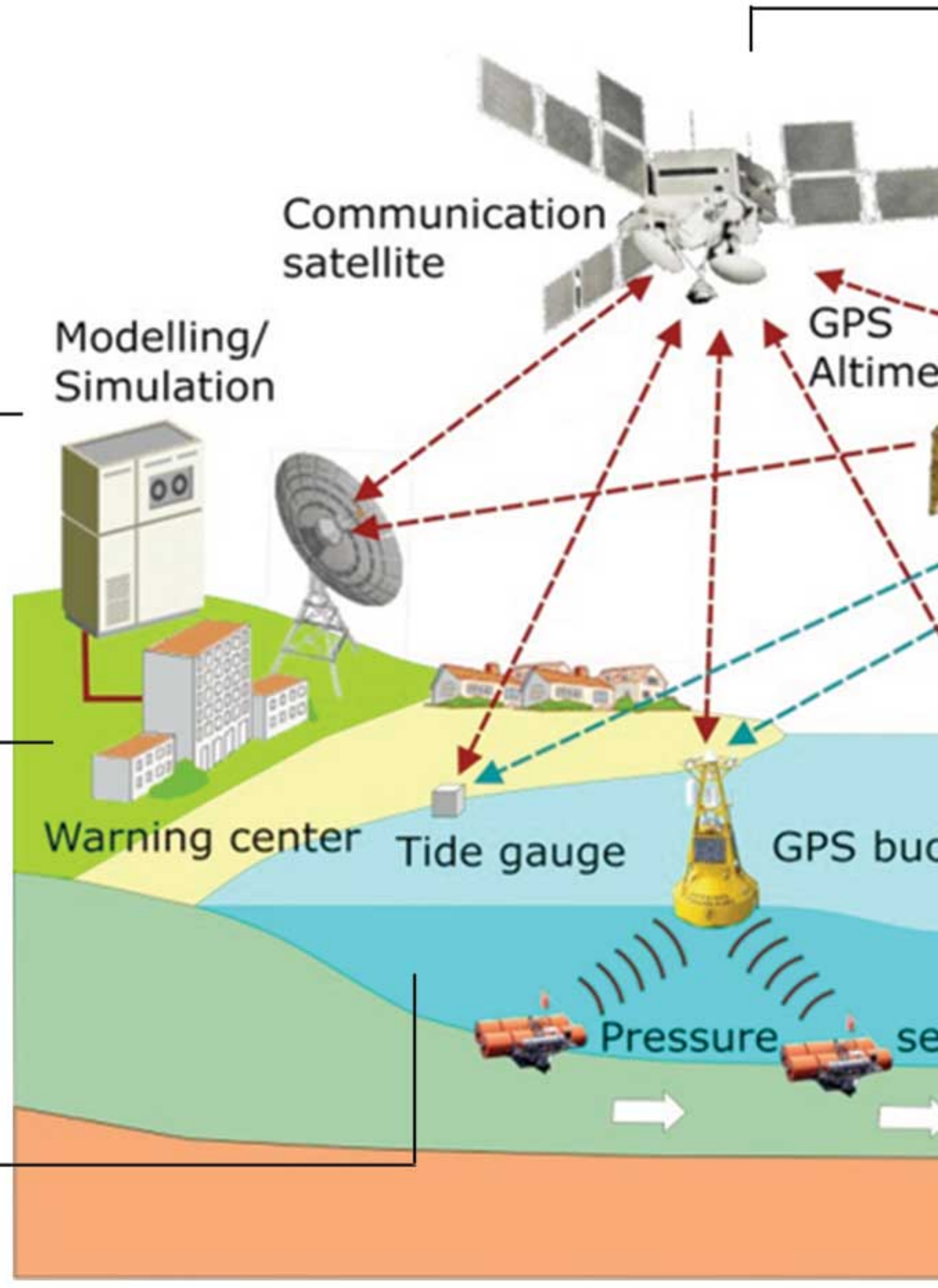


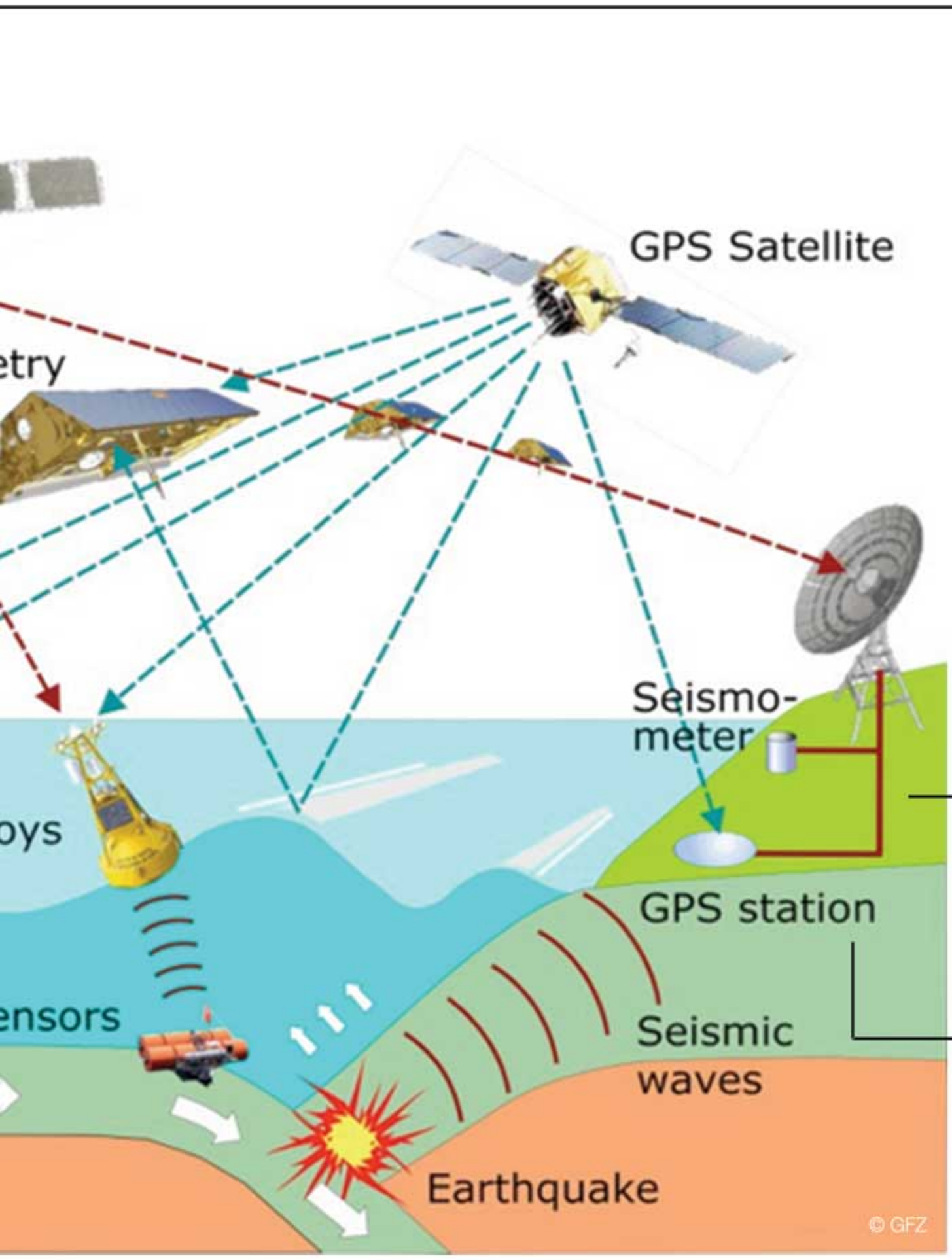
InaTEWS – proses *upstream*

Semua data pengamatan dibandingkan dengan skenario prahitung untuk menentukan daerah terkena dan tingkat dampak
Halaman 11

DSS di NTWC membantu personel menilai situasi dan memutuskan penerbitan peringatan
Halaman 13

Buoy, *OBU*, dan Tide Gauge digunakan untuk memastikan tsunami terpicu
Halaman 7





Komunikasi satelit digunakan untuk menyalurkan semua data secara *real time* ke NTWC
Halaman 10

Seismometer memberikan informasi lokasi, magnitudo, dan kedalaman gempa untuk menilai gempa berpotensi tsunami
Halaman 5

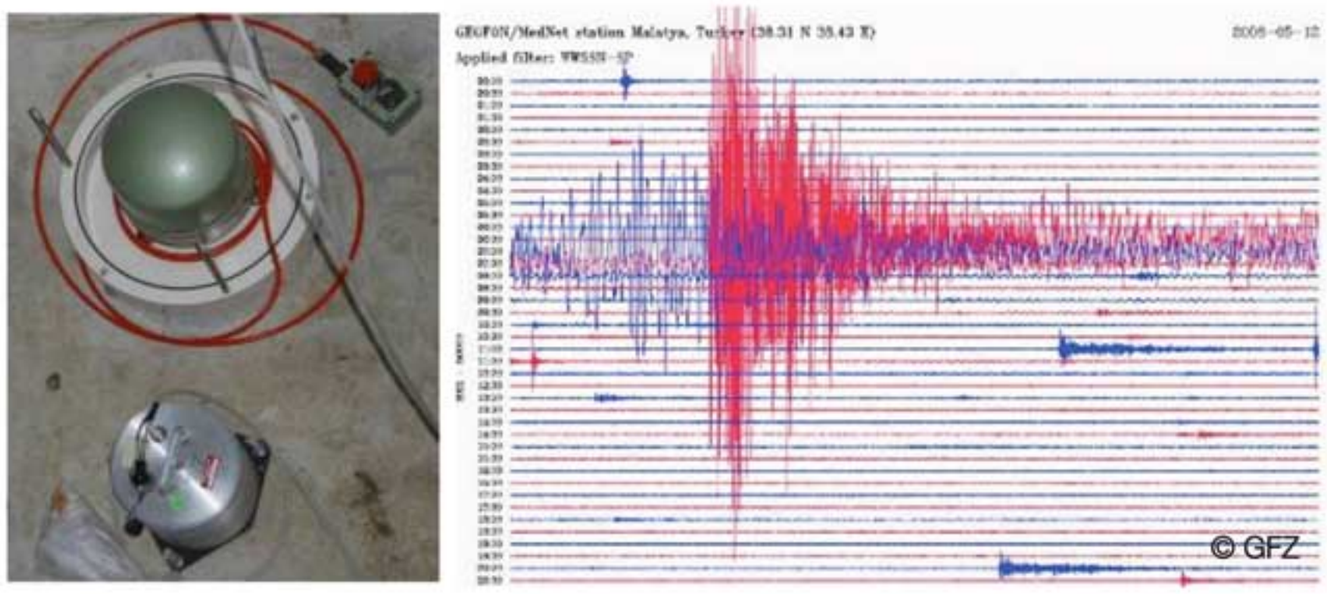
Stasiun GPS memberikan informasi pengangkatan vertikal permukaan tanah akibat gempa
Halaman 9

Pemantauan Gempa – acuan pertama untuk peringatan dini tsunami

Lebih dari 90% tsunami diakibatkan oleh gempa yang kuat dan dangkal. Karena itu, pemantauan gempa memainkan peran utama dalam peringatan dini tsunami.

Namun, tidak semua gempa memicu tsunami. Gempa diperkirakan berpotensi tsunami jika berlokasi di bawah laut, dengan kedalaman kurang dari 70 – 100 km dengan magnitudo lebih besar dari 7 Skala Richter (SR).

Inilah alasan pentingnya penentuan parameter gempa (lokasi, magnitudo, dan kedalaman) yang cepat dan akurat. Untuk itu, seismometer digunakan. Instrumen ini mampu mengukur gelombang seismik.

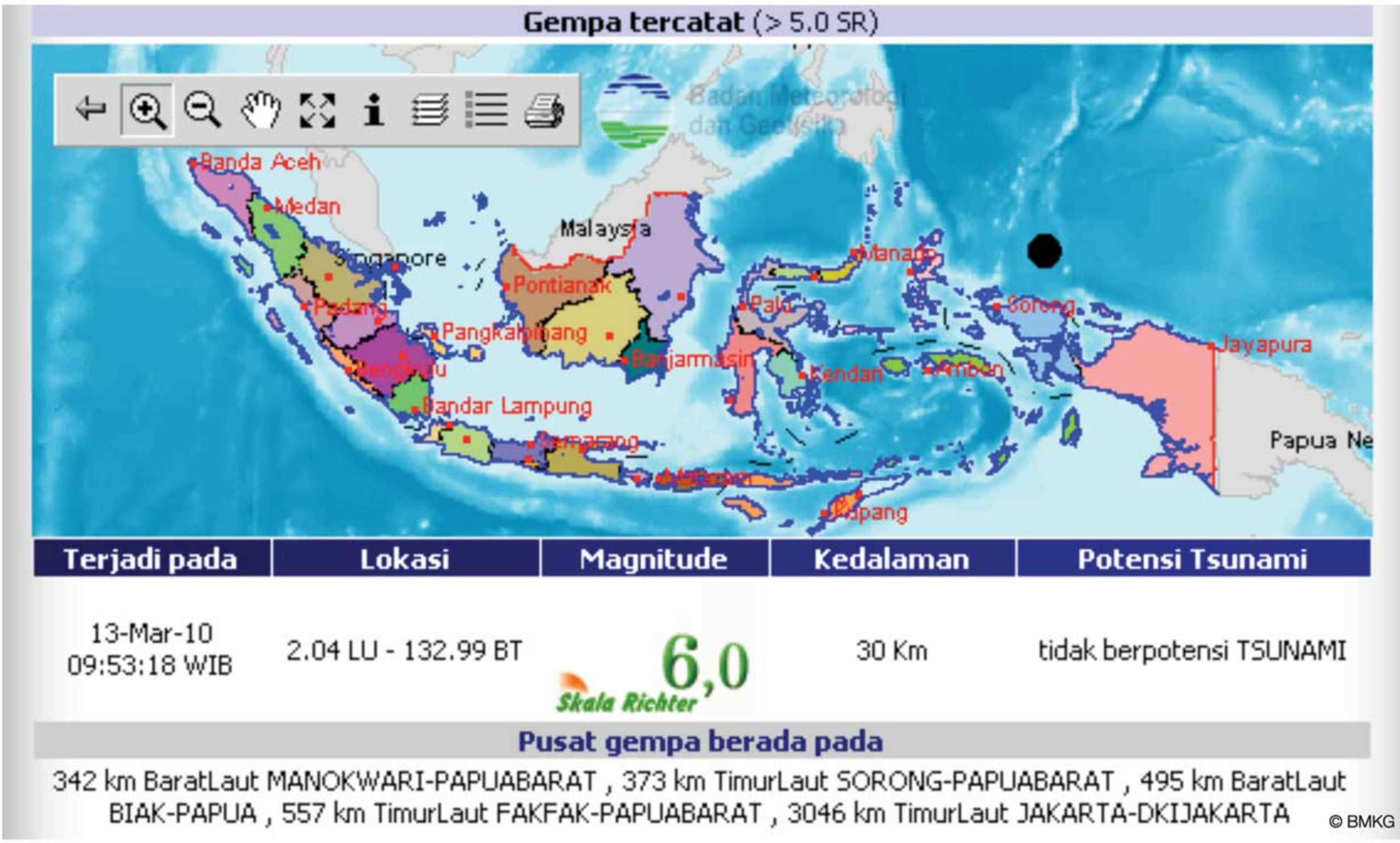


Seismometer & Seismogram

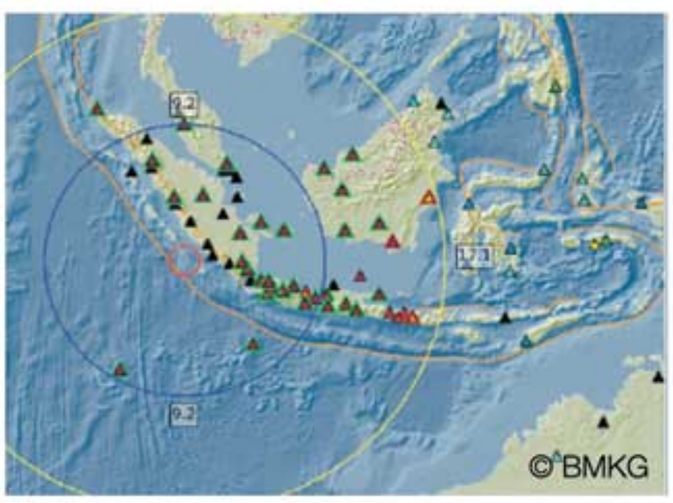
Data dari beberapa seismometer dapat menentukan lokasi, waktu, kedalaman, dan magnitudo suatu gempa. Untuk itu, jaringan seismometer telah dipasang di Indonesia dan negara anggota ASEAN yang terhubung dengan NTWC melalui satelit.

Perangkat lunak khusus (SeisComp3) dikembangkan untuk mengolah semua data yang masuk dalam waktu sesingkat mungkin. Saat ini, NTWC mampu menyediakan informasi gempa yang dapat diandalkan dalam 5 menit setelah kejadian gempa.

Untuk setiap gempa dengan magnitudo lebih besar dari 5 SR, BMKG mengirimkan informasinya melalui *Short Message Service* (SMS) ke lembaga terpilih. Informasi gempa juga dapat diperoleh dari website BMKG: www.bmkg.go.id



Informasi Gempa di Website BMKG



Jaringan Seismometer

Hasil Pemantauan Gempa

Informasi Gempa melalui SMS kepada Otoritas

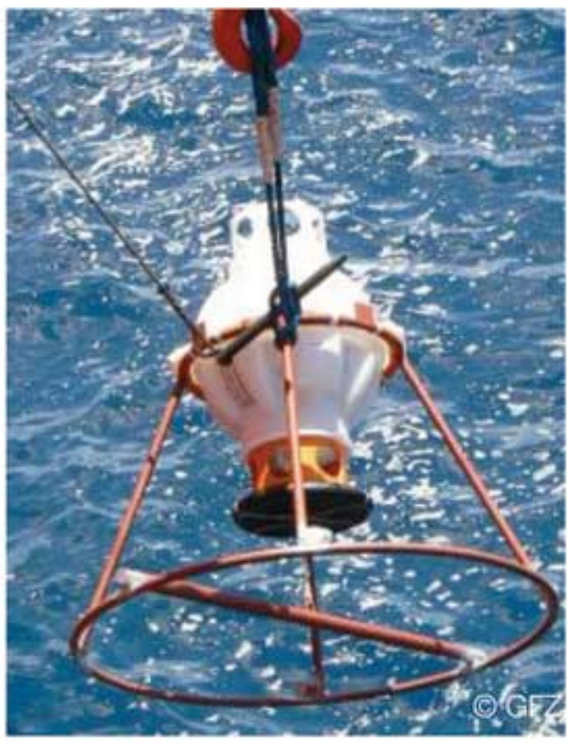
Informasi lebih lanjut:

Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)
Jl. Angkasa 1 No.2, Kemayoran,
Jakarta 10720
Telp.+62-21 4246321
Fax: +62-21 6546316
www.bmkg.go.id

Pemantauan Samudera – penegasan atau pembatalan?

Sekalipun gempa memenuhi parameter (lokasi, kedalaman, dan magnitudo) dan berpotensi memicu tsunami, tidak berarti tsunami benar-benar terbentuk.

Karena itu, komponen pengamatan kedua dari InaTEWS dibangun untuk memantau permukaan samudera guna memastikan terbentuknya tsunami. Beberapa instrumen digunakan untuk mencapai sasaran tersebut:



Ocean Bottom Unit dan Buoy

Ocean Bottom Unit (OBU) dipasang di dasar samudera. Unit pengukuran bawah air ini mampu mendeteksi perubahan tekanan air saat dilewati gelombang tsunami. Begitu mendeteksi gelombang tsunami, OBU mengirimkan data ke *buoy*, yang mengapung di permukaan samudera.

Buoys mengirimkan data dari OBU ke NTWC melalui satelit. Selain itu, *buoy* juga dilengkapi dengan unit GPS presisi tinggi, yang mengukur gerakan permukaan laut dan mampu mendeteksi gelombang tsunami yang lewat.

Tide Gauges terletak di pesisir dan pulau untuk mendeteksi gelombang tsunami sebelum mencapai daratan. *Tide gauge* mengukur perubahan permukaan laut dan dapat mencatat air surut beberapa menit sebelum gelombang tsunami tiba.

Jika tidak ada gelombang tsunami yang terdeteksi, peringatan akan dibatalkan. *Tide Gauge* juga memainkan peran penting dalam mengukur ketinggian gelombang tsunami.

Tide gauge

Buoy yang Rusak

Poster dari BPPT tentang Buoy

Buoy tsunami dan nelayan setempat

Buoy tsunami menjadi tempat favorit untuk menambat kapal penangkap ikan. Sayangnya, tiang *buoy* yang dilengkapi dengan GPS, sensor meteor, dan panel surya – tidak mampu menahan tegangan mekanis dari penambatan sehingga alat ini rusak, dan mengakibatkan hilangnya data.

Kini, *buoy* telah dirancang ulang dan memiliki *hand rail* guna menghindari penambatan. Sebaiknya kapal ikan menjaga jarak dari *buoy* untuk menghindari jaringnya tersangkut selagi menambat. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) membuat dan menyebarkan poster untuk memberitahu nelayan setempat tentang *buoy*.

Informasi lebih lanjut:

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
Jl. M.H. Thamrin No.8
Jakarta Pusat
Telp +62 21 316 9478
Fax: +62-21 3100415
www.bppt.go.id

Global Positioning System (GPS) – sudah ada pergerakan?

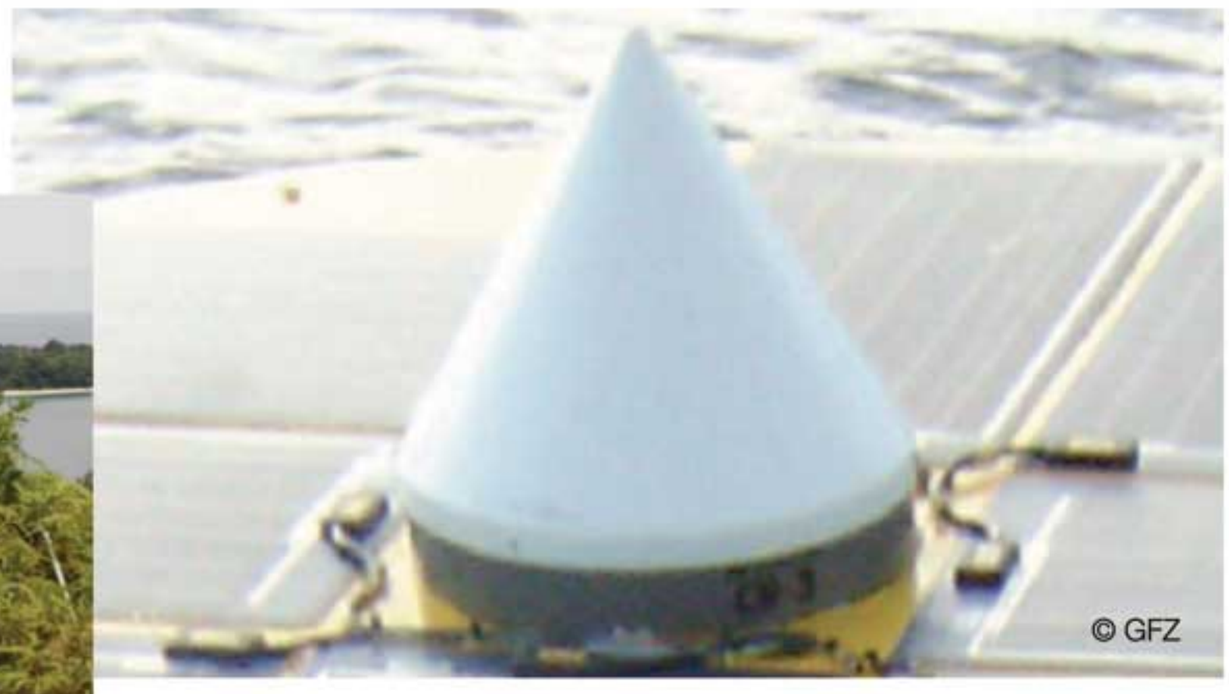
Gempa di laut yang menyebabkan perubahan bentuk pada daratan berbahaya karena gerakan vertikal permukaan bumi sering kali menjadi pemicu tsunami. Deteksi gerakan ini memberikan informasi berharga bagi NTWC untuk menilai gempa memicu tsunami.

Pengukuran perubahan bentuk permukaan bumi dicatat oleh GPS. Teknologi tersebut menggunakan sinyal dari satelit yang terekam oleh sensor GPS. Sinyal ini berisi data yang memungkinkan penentuan posisi sensor.

Dalam kerangka InaTEWS, beberapa stasiun sensor GPS di daratan telah dipasang untuk mendeteksi gerakan tanah akibat gempa.

Sensor GPS pada *Tide Gauge* juga mencatat gerakan tanah. Sensor ini juga membantu menafsirkan data permukaan laut dari masing-masing *Tide Gauge*. Sensor dapat menentukan lokasi *Tide Gauge* terpengaruh gempa.

Gerakan permukaan air laut juga dapat dipantau dengan teknologi GPS. Itulah alasan sensor GPS dipasang di *Buoy*. Karena *Buoy* bergerak bersama gelombang, sensor GPS yang terpasang didalamnya merekam gerakan itu. Perangkat lunak khusus diterapkan untuk membedakan antara gelombang normal (pasang-surut atau dorongan angin) dan gelombang tsunami.



GPS Sensor pada Buoy

Stasiun Sensor GPS di Daratan

GPS Sensor pada Tide Gauge

Informasi lebih lanjut:

Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL)
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46
16911 Bogor (Cibinong)
Tel: +62 21 875 3067
Fax: +62 21 875 2064
www.bakosurtanal.go.id

Sistem Komunikasi – real time!

Semua data yang dibutuhkan untuk kajian situasi dan pengambilan keputusan di NTWC harus tersedia secara *real time*.

Karena itu, dibangun jaringan komunikasi yang andal dalam keadaan darurat.

Karena fasilitas komunikasi publik mungkin tidak berfungsi akibat gempa kuat, jaringan satelit telah disiapkan guna menyediakan komunikasi yang andal dan tidak bergantung pada internet.

Penerima Satelit di BMKG

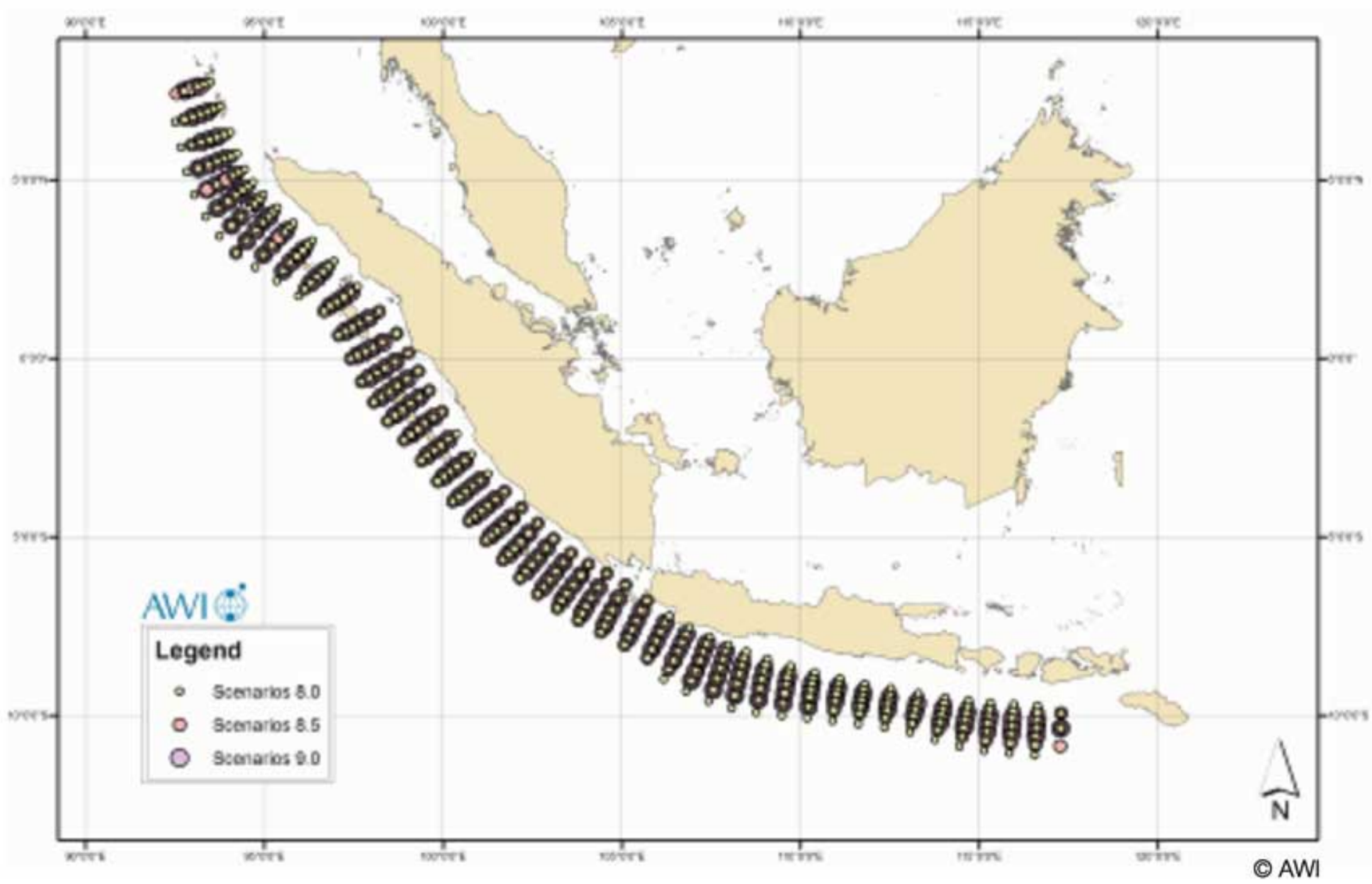
Data dari sistem pengamatan gempa dan samudera, serta dari GPS, menghasilkan informasi parameter gempa, gerakan vertikal permukaan tanah, dan bahkan mungkin penegasan terbentuknya gelombang tsunami.

Namun, gambaran utuh tentang daerah terkena dan perkiraan tinggi gelombang belum tersedia.

Di sini, sistem simulasi mulai berfungsi. Sistem menyediakan skenario prahitung yang menunjukkan pergerakan gelombang tsunami dari pusat gempa ke daerah pantai yang mungkin terkena. Sistem memberikan informasi perkiraan waktu kedatangan dan tinggi gelombang pertama.

Bagaimana sistem simulasi bekerja?

Pada dasarnya, sistem simulasi adalah sekumpulan skenario prahitung yang mewakili sejumlah besar gempa yang mungkin terjadi beserta tsunami yang ditimbulkannya.



© AWI

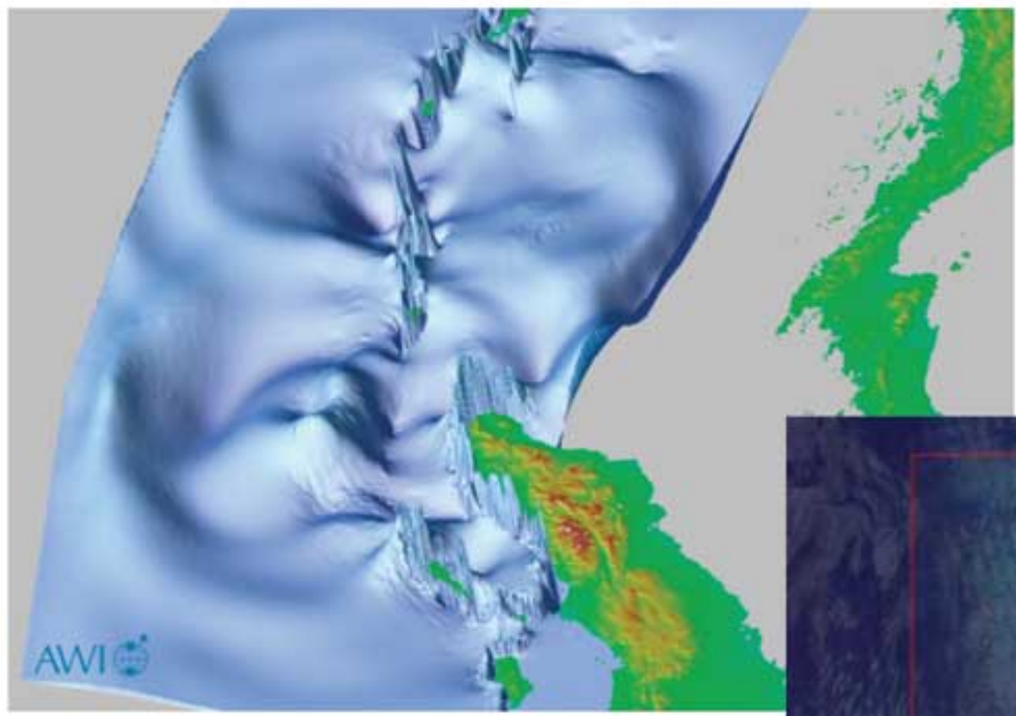
Lokasi Episenter Skenario Prahitung

Sistem simulasi membandingkan data yang masuk dari sistem pengamatan gempa dan samudera dengan data skenario yang tersimpan di *database*. Sistem memilih skenario dengan kecocokan tertinggi dan menampilkan kemungkinan kejadian kepada personel.

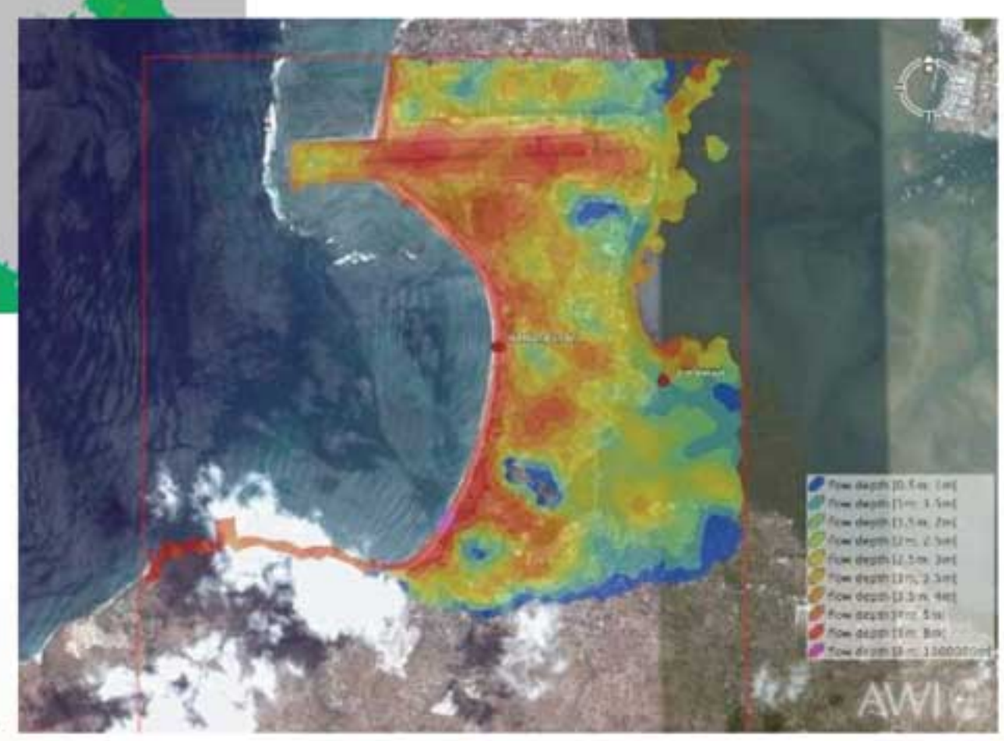
Sistem menggunakan skenario prahitung karena waktunya terlalu pendek untuk memulai perhitungan skenario seketika setelah data masuk dari sistem pengamatan. Perhitungan skenario menghabiskan beberapa jam, sementara waktu peringatan biasanya hanya beberapa menit.

Sistem simulasi tidak hanya penting bagi penerbitan peringatan, tapi juga digunakan sebagai masukan utama dalam pengembangan peta bahaya tsunami dan peta inundasi. Peta-peta ini menjadi dasar kesiapsiagaan dan perencanaan mitigasi daerah, serta digunakan dalam rencana evakuasi tsunami.

Ingatlah selalu bahwa simulasi hanya perkiraan, bukan kenyataan.

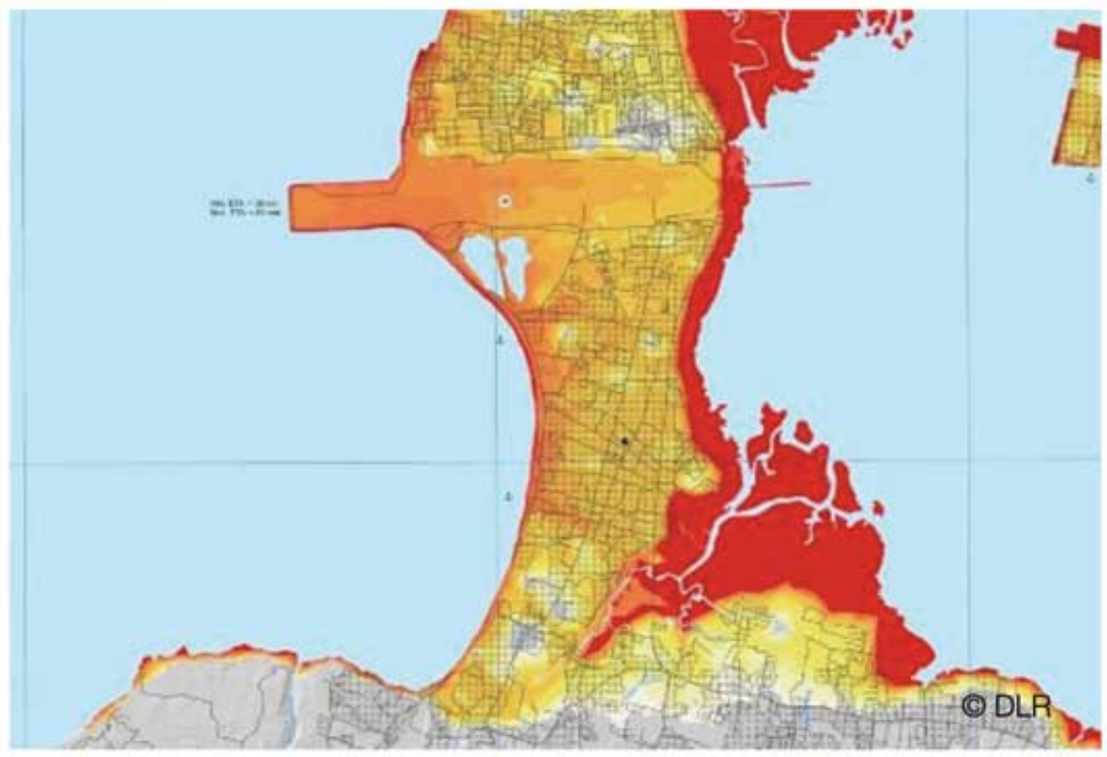


Simulasi Profil Gelombang Tsunami
Aceh 2004



Simulasi Inundasi di Area Selatan Bali untuk
Skenario Tsunami

Waktu Tempuh Gelombang Tsunami



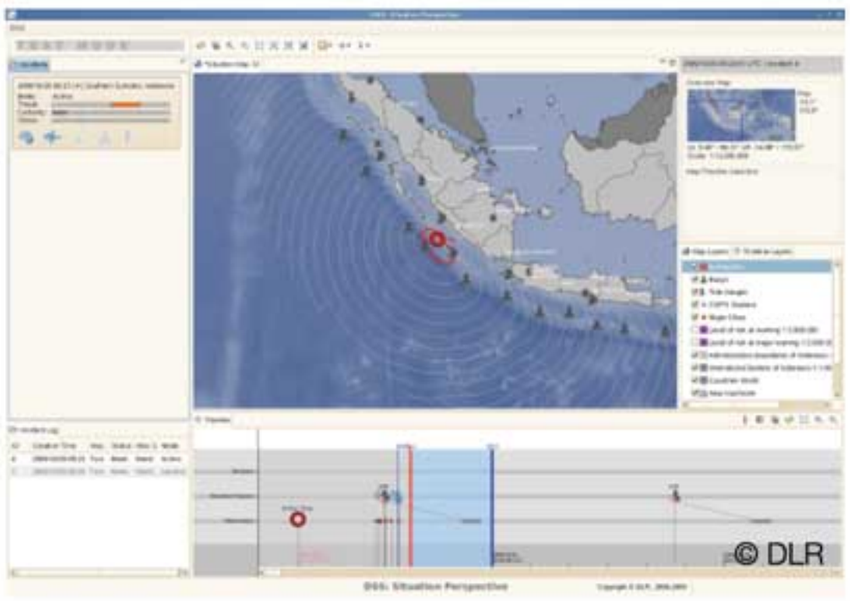
Peta Bahaya Tsunami Multi-Skenario

Decision Support System – saat respon cepat dibutuhkan

Sumber gempa kuat di dasar laut yang berpotensi tsunami berhubungan dengan zona subduksi Lempeng Indo-Australia ke bawah Lempeng Erasia. Zona ini memanjang dari Sumatera Utara ke Busur Banda di Indonesia timur. Karena garis pantai berjarak dekat dengan 'sabuk aktivitas gempa', waktu tempuh tsunami berkisar antara 20 dan 40 menit. Akibatnya, waktu untuk mengirimkan peringatan ke masyarakat di pesisir sangatlah singkat.

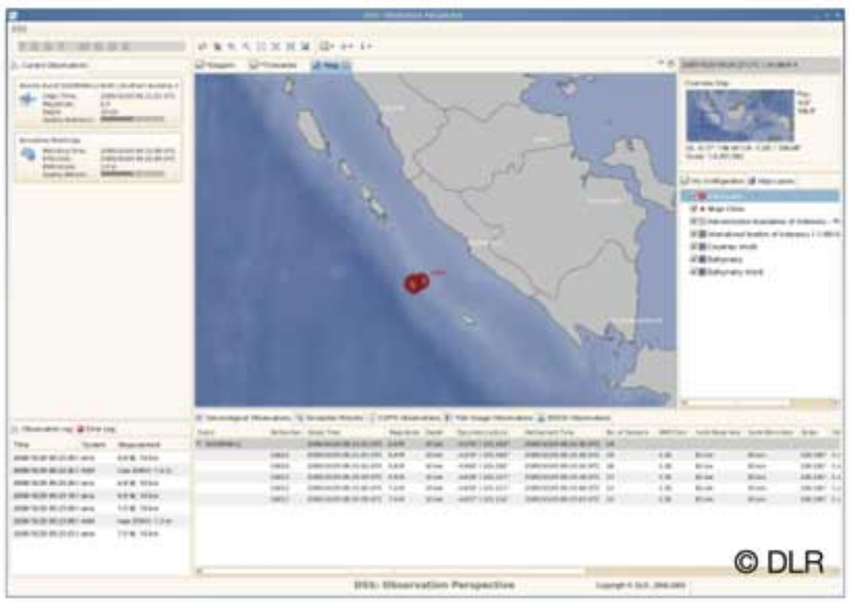
Inilah tantangan besar untuk para personel NTWC. Personel harus mengkaji situasi dalam waktu sesingkat mungkin dan kemudian memutuskan perlunya mengirimkan peringatan tsunami.

DSS dikembangkan untuk membantu personel melaksanakan tugas berat ini. DSS adalah perangkat terkomputerisasi yang menyediakan semua informasi relevan bagi personel NTWC untuk mengkaji situasi dan membantu proses pengambilan keputusan. DSS menayangkan informasi pada empat layar:



1. Ikhtisar situasi

DSS memberikan ikhtisar situasi geografis dan kerangka waktu. Sebuah peta menunjukkan perkiraan penyebaran gelombang tsunami sesuai dengan skenario prahitung dan menunjukkan posisi *Buoy* dan *Tide Gauge*, yang berada dalam jangkauan gelombang tsunami.

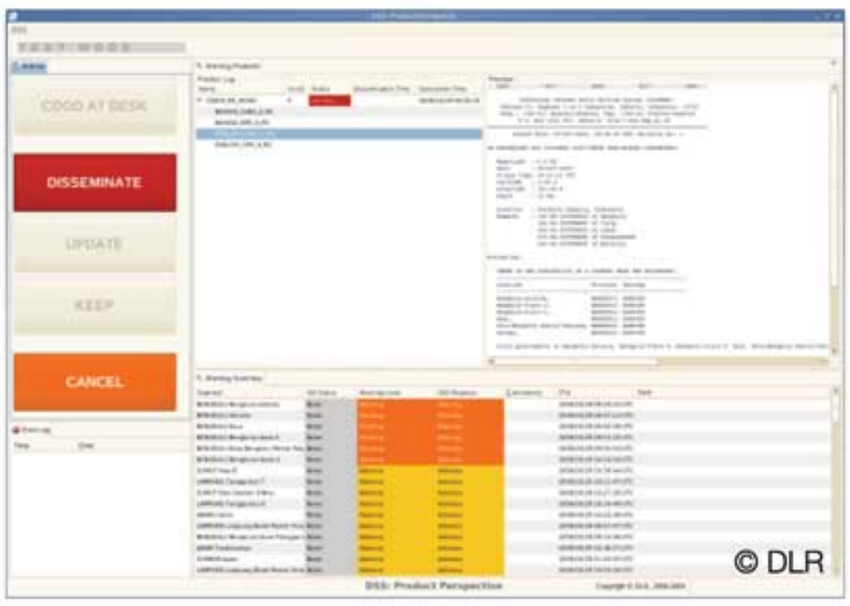


2. Informasi sensor

Pada layar kedua, tersedia tampilan yang lebih detil hasil pengukuran yang masuk dari berbagai sensor (seismometer, GPS, OBU, *Buoy*, dan *Tide Gauge*) dan data simulasi.

3. Pengambilan keputusan

Evaluasi situasi ditayangkan di layar ketiga. DSS menetapkan sebuah tingkat peringatan untuk setiap kabupaten yang terkena dampak dan menyarankan pilihan untuk pengambilan keputusan.



4. Penyebaran peringatan

Di samping satu tombol untuk memicu atau membatalkan peringatan, layar keempat juga menyediakan ringkasan peringatan dan pra tinjau pesan-pesan peringatan. Begitu peringatan diaktifkan oleh petugas jaga, DSS mengirimkan pesan ke sistem penyebaran BMKG.

Layanan Pemantauan dan Peringatan – pengaturan skala internasional

Layanan pemantauan dan peringatan dini tsunami memerlukan kerjasama dan koordinasi internasional dari berbagai kelompok, perseorangan, dan lembaga di tingkat internasional, pusat, dan daerah.

Sistem end to end

Koordinasi internasional

Intergovernmental Oceanographic Comission (IOC), yang didirikan tahun 1960, adalah komisi untuk ilmu layanan samudera, serta menjembatani kerjasama internasional. IOC dikoordinasikan oleh United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) dan bekerjasama dengan World Meteorological Organization (WMO), United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), dan mitra kunci lainnya yang menyumbangkan kepakaran, pertukaran data, dan pengetahuan di antara masing-masing negara dan kawasan. International Coordination Group (ICG) sebagai badan bawahan UNESCO-IOC mempromosikan, mengorganisasikan, dan mengoordinasikan layanan mitigasi tsunami, termasuk didalamnya penerbitan peringatan.

Kerjasama internasional

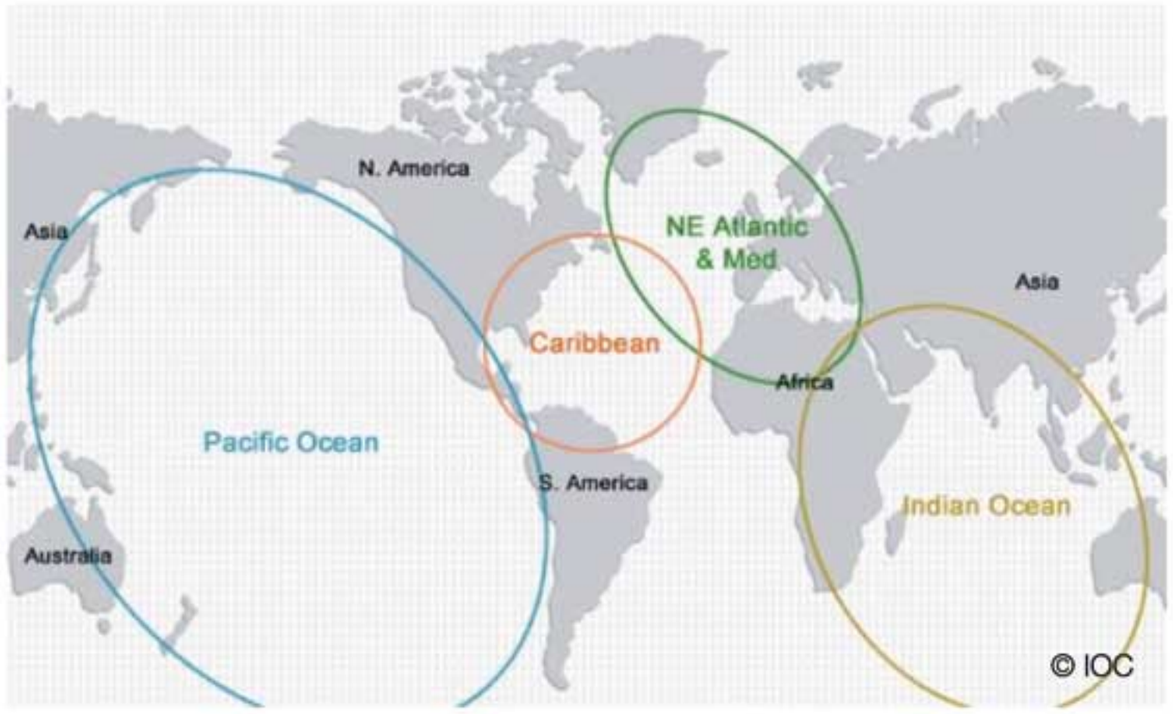
Kerjasama internasional mendukung Indonesia dengan nasihat, bantuan teknis, serta dukungan kebijakan dan kelembagaan untuk mengembangkan InaTEWS dan memperkuat kapasitas lembaga yang terlibat dalam pengoperasian sistem.

Jaringan pengamatan

Pemantauan gempa dan samudera memerlukan jaringan dan kerjasama internasional. Beberapa negara dan lembaga internasional, seperti United States Geological Survey (USGS), Japan Meteorological Agency (JMA), dan German Geoscience Research Center Potsdam (GFZ) terlibat.

Regional Tsunami Watch Provider (RTWP)

BMKG adalah *National Tsunami Watch Provider* (NTWP) untuk Indonesia. Di tingkat regional, RTWP didirikan guna menyediakan layanan peringatan dini tsunami. JMA dan *Pacific Tsunami Warning Center* (PTWC) menyediakan layanan peringatan untuk Samudera Pasifik dan, secara temporer, untuk Samudera Hindia. Saat ini, Indonesia, India, dan Australia sedang bersiap mengambil alih tugas itu untuk Kawasan Samudera Hindia.



Koordinasi Internasional

Jaringan Seismografik Regional untuk Samudera Hindia

BMKG sebagai NTWP untuk Indonesia

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

RISTEK

German - Indonesia Cooperation for a
Tsunami Early Warning System

Federal Ministry
of Education
and Research