

## PENGINDERAAN JAUH UNTUK PENANGGULANGAN BENCANA

*Priyadi Kardono, Sridewanto Edi P\**

Priyadi Kardono, Sridewanto Edi P (2010), Penginderaan Jauh Untuk Penanggulangan Bencana, *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, Vol. 1, No. 2, Tahun 2010, hal 63-75, 6 gambar, 2 tabel.

### **Abstract**

*Indonesia is a wide country with many islands that have different topographies. Conditions of geography and topography of Indonesia become one of obstacles in capturing impacted situations of a site after being struck by a disaster. As a disaster occurs, the data is an important component needed to overcome affected people and areas. Decision making based on data that is accurate and rapid is required in immediate time when disasters occur. So that, obtaining data are important steps in order to support in decision making process.*

*Meanwhile, conditions in field sometimes do not allow for accessing directly whole data taken from the disaster sites. One of reasons is that distances between decision makers and the sites are possibly considered as barrier. Whereas the data needed covers disaster sites, scope of damages, landscapes, and etc.*

*Related with this background, a technology is required in order to make decision that can be conducted quickly without observing directly in the fields. Remote sensing as a science and technology has proven that it is capable to provide needs on capturing situations in remote affected areas.*

*Remote sensing data can also be utilized for the implementation of disaster preparedness or early warning, and in time of disaster, emergency response until the stages of rehabilitation and reconstruction. Besides, benefit of remote sensing is to provide precision and accuracy of data. The data can be compared with the previous data based on time (temporal). So that organizations related with disaster management can take decisions based on the availability of the obtained data.*

**Key Words :** *data, disaster management, remote sensing*

### **1. PENDAHULUAN**

Indonesia memiliki posisi yang unik dipandang dari sudut geografis. Letaknya sungguh strategis untuk pelayaran niaga antar bangsa. Dari posisi geopolitik, negara adidaya Amerika pun mewaspadai perkembangan politik sekecil apa pun di Indonesia. Apa yang disebutkan terdahulu tersebut, di satu sisi

bisa menimbulkan keuntungan, namun di sisi lain ada pula kerugiannya. Perompak banyak ditemukan di Selat Malaka yang merupakan jalur perdagangan antar bangsa. Turut campur Amerika pun disinyalir terjadi dalam kehidupan politik dalam negeri Indonesia.

Selain posisi, Indonesia pun sangat luas wilayahnya. Luasnya Republik ini berarti juga banyaknya perbedaan terjadi. Ragam perbedaan di Indonesia bisa terjadi baik dalam hal karakteristik penduduknya, cuaca, jenis bencana dan hal lain. Tersebutlah bencana sebagai akibat ulah manusia dalam bentuk

---

\* Deputi Bidang Survey dan Sumberdaya Bakosurtanal, Jl. Raya Jakarta – Bogor Km. 46 Cibinong 16911, Indonesia

konflik sosial yang terjadi di beberapa penjuru Indonesia. Ragam suku bangsa, budaya dan agama menjadi pemicunya.

Tak kalah banyak, ialah bencana karena peristiwa alam yang terjadi di seantero Indonesia. Sekali lagi, karena posisi dan luas negeri ini, maka akan ditemukan ragam bencana dengan corak yang berbeda-beda antara satu lokasi dengan lokasi yang lain.

Sebuah daerah bisa saja rawan gempa bumi dan tsunami apabila terletak dekat dengan zona patahan lempeng dan laut. Tak cukup hanya itu, daerah tersebut bisa pula memiliki kerawanan akan gerakan tanah dan tanah longsor. Rupanya beberapa bencana itu saja masih kurang, karena terkadang ancaman banjir, gunung api dan kekeringan bisa juga mengancam daerah yang sama. Sebagai contoh daerah tersebut adalah Provinsi Sumatera Barat. Dengan posisi dan karakteristik wilayahnya, maka provinsi ini sungguh rawan akan terjadinya bencana.

Di lain sisi, daerah di Pulau Kalimantan relatif aman dari ancaman gempa bumi dan tsunami. Kendati begitu, jangan lupakan banjir yang mengancam setiap saat karena penggundulan hutan dan tambang yang marak terjadi di sana. Pula, bagaimana kebakaran hutan dan asapnya yang sangat mengganggu, bahkan sampai ke negeri tetangga.

Mengenai banjir, pemanasan global dan fenomena La Nina telah menyebabkan jenis bencana satu ini menjadi berlipat ganda. Naiknya permukaan laut memicu rob yang terjadi di kota-kota pantai seperti Semarang. La Nina yang menyebabkan pembentukan awan hujan di atas wilayah Indonesia pada akhirnya menyebabkan banjir terjadi di mana-mana. Tak boleh dilupakan, petani dan usaha lain yang bergantung cuaca pun sangat terpengaruh dengan kondisi ini. Petani kebingungan karena masa tanam tidak menentu. Sewaktu mestinya musim kemarau datang, justru hujan terus tercurah. Banyak sawah tergenang, padi yang gagal panen dan ancaman kelaparan.

Aneka ragam persoalan bencana sebagai akibat posisi negeri ini, luasnya dan fenomena

lain yang terjadi ujungnya meminta kiprah dari semua pihak untuk terlibat dalam penanggulangan bencana di Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tak mampu bekerja sendiri tanpa keterlibatan badan atau institusi lain dan terutama masyarakat dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Instrumen yang ada di BNPB perlu menguatkan dirinya sendiri dan bersama-sama dengan lembaga/institusi/masyarakat bahu membahu menanggulangi bencana.

Penyelenggaraan penanggulangan bencana di Indonesia semenjak berdirinya BNPB menjadi tanggung jawab dari badan ini. Kendati demikian, usia BNPB yang masih muda menyebabkan sumber daya, perangkat dan teknologi yang dimilikinya masih terbatas.

Upaya penanggulangan bencana di masa sekarang pun mengalami perubahan paradigma, yakni dari reaktif ke preventif. Perubahan ini berarti upaya tanggap darurat dan rehabilitasi rekonstruksi pasca bencana terjadi tak begitu mendapat porsi perhatian yang besar.

Adalah usaha kesiapsiagaan penanggulangan bencana dan peringatan dini yang mendapat dukungan dan perhatian yang besar dari kementerian/badan dan masyarakat. Apabila perhatian dirasa kurang, maka upaya-upaya untuk kesiapsiagaan menghadapi bencana dan peringatan dini digalakkan besar-besaran di berbagai lini penyelenggaraan penanggulangan bencana. Kegiatan penyusunan Rencana Aksi Daerah Pengurangan Risiko Bencana (RAD PRB) digiatkan di berbagai provinsi. Demikian juga dengan program pembuatan skenario manakala bencana terjadi (contingency plan) dan gladi penanggulangan bencana begitu marak dilakukan di mana-mana.

Aneka rupa kegiatan dan program untuk kesiapsiagaan penanggulangan bencana tersebut di atas tentu perlu disambut baik. Hal ini agar dicapai muaranya, yaitu penanganan bencana yang baik, pengurangan risiko bencana dan pada akhirnya minimalisasi korban dan kerusakan akibat bencana.

Pengurangan risiko bencana melalui

kesiapsiagaan menghadapi bencana dan peringatan dini membutuhkan sumber daya yang tak sedikit. Di antaranya ialah teknologi yang mumpuni untuk melakukan kegiatan ini.

Sebagai contoh, alat pendeteksi gempa bumi dan tsunami yang berfungsi dengan baik. Itu saja belum cukup, karena alat tersebut harus terhubung dengan mekanisme diseminasi informasi yang bekerja dengan baik pula agar masyarakat bisa mengetahui secara dini apabila ada ancaman tsunami pasca gempa terjadi. Contoh lainnya ialah integrasi di antara teknologi untuk pantauan tinggi muka air yang bisa memberikan peringatan dini sebelum banjir terjadi.

Apa yang terjadi di lapangan sayangnya tak selalu seperti yang diharapkan. Di sinilah masalah terjadi. Manakala alat pendeteksi gempa di sebuah wilayah dicuri, ada alat yang tidak dirawat hingga mengalami kerusakan dan gangguan-gangguan lain. Hal yang disebutkan terdahulu ‘hanya’ terjadi pada satu alat. Sementara apabila informasi akan disampaikan ke masyarakat perlu mekanisme penyebarluasan informasi yang baik dan dipahami oleh masyarakat. Ini berarti aneka rupa alat dan teknologi akan terhubung. Masalahnya ialah, bagaimana memastikan di antara berbagai alat tersebut bisa bekerja sama dan berdaya guna?

Melihat dari aneka rupa persoalan di atas, simpulan sementara ialah: penyelenggaraan penanggulangan bencana bukan tanggung jawab BNPB an sich. Perlu adanya keterlibatan berbagai pihak, ketersediaan teknologi yang baik dus kegiatan penanganan bencana pun akan berhasil.

## 2 PENGINDERAAN JAUH

Penginderaan jauh ialah ilmu untuk mengindera obyek di permukaan bumi tanpa bersentuhan langsung dengan obyek tersebut. Medianya adalah data-data penginderaan jauh yang berupa citra satelit atau foto udara.

Penggunaan data penginderaan jauh sendiri secara luas telah menyentuh berbagai bidang

kehidupan. Di kalangan militer, penginderaan jauh digunakan untuk menentukan kondisi dan lokasi musuh, analisa sumberdaya yang dimiliki musuh dan penentuan jalur-jalur penyerangan. Data penginderaan jauh juga mampu menentukan kondisi geologi dan geomorfologi suatu wilayah. Hal ini berguna untuk industri pertambangan, perkebunan dan lainnya.

Dewasa ini, bahkan dimungkinkan orang tak sadar apabila sedang memanfaatkan data penginderaan jauh. Semenjak perusaan internet raksasa Google meluncurkan Google Earth dan Google Maps, mungkin saja orang tak paham bahwa apa yang tersaji dalam layanan itu ialah berjuta data penginderaan jauh yang ‘dianyam’ menjadi satu. Layanan ini pun telah memungkinkan orang ‘bersentuhan’ dan ‘berjalan-jalan’ ke berbagai belahan bumi yang jauh dengan melihat-lihat citra satelit yang ada di sana.

Ini membuktikan penggunaan penginderaan jauh untuk berbagai kepentingan dan telah menyentuh kehidupan sehari-hari yang sederhana. Kendati begitu, untuk tujuan khusus dan ‘serius’ pemenuhan kebutuhan menggunakan data penginderaan jauh tidak melulu dengan data-data penginderaan jauh yang ada. Perlu dukungan kemampuan interpretasi dan analisa yang tepat serta data-data pendukung lain.

Foto udara, citra satelit dan data penginderaan jauh lainnya baru bisa ‘berbunyi’ apabila sudah dilakukan interpretasi terhadapnya. Analisa yang memadai dan akurat akan lebih lengkap bila data ini ditumpangsusunkan dengan data lain menggunakan sistem informasi geografi. Tersebutlah beberapa di antaranya ialah data statistik dari BPS, data peta dasar dan data-data lain yang bisa menunjang interpretasi termasuk di dalamnya survey lapangan.

### 2.1 Penginderaan Jauh dalam Penanggulangan Bencana

Manakala bencana terjadi perlu diambil keputusan yang cepat dan tepat untuk penanggulangannya. Keputusan yang diambil pun tentu tak boleh serampangan yang justru akan

menggagalkan upaya penanggulangan bencana itu sendiri. Oleh karena itu, pada saat pengambilan keputusan perlu dasar-dasar yang kuat.

Dasar pengambilan keputusan di antaranya adalah terkait data-data kebencanaan. Data tersebut dapat berupa: lokasi bencana, luas cakupan kerusakan yang ditimbulkan, karakteristik masyarakat terdampak dan paling penting ialah kebutuhan korban bencana.

Kondisi di lapangan terkadang tak memungkinkan semua data tersebut bisa diakses langsung dari lokasi bencana. Jarak yang jauh antara pengambil keputusan dengan lokasi bencana adalah satu di antara banyak alasan. Di samping itu, apabila lokasi bencana mencakup daerah yang luas, tentu saja tak mungkin mendatangi satu demi satu korban.

Hal-hal di atas pada akhirnya membutuhkan sebuah teknologi yang memungkinkan pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan cepat sonder melakukan peninjauan langsung ke lokasi bencana. Penginderaan jauh sebagai ilmu dan teknologi terbukti telah mampu memenuhi kebutuhan akan hal tersebut.

Tahapan penyelenggaraan penanggulangan bencana yang dimulai dari kesiapsiagaan dan peringatan dini, saat terjadi bencana, masa tanggap darurat, sampai tahap rehabilitasi dan rekonstruksi dapat memanfaatkan data penginderaan jauh. Tentu saja informasi yang diambil dari data penginderaan jauh disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing tahapan.

Keuntungan penggunaan data penginderaan jauh untuk berbagai tahap penyelenggaraan penanggulangan bencana tersebut masih dilengkapi dengan beberapa hal lain. Beberapa di antaranya: ketepatan dan akurasi data akan memungkinkan keputusan penyelenggaraan penanggulangan bencana diambil dengan cepat. Dapat dibandingkannya data yang memiliki perbedaan waktu (temporal) dengan mudah. Data penginderaan jauh dapat dibaca dan dimanfaatkan dengan mudah oleh berbagai pihak yang berbeda-beda. Tukar menukar informasi antara instansi yang satu dengan lain bisa dilakukan dengan cepat. Yang tidak boleh dilupakan ialah kemudahan untuk pembaruan (updating) data.

Pemanfaatan data penginderaan jauh memungkinkan dilakukannya analisis spasial/ keruangan terhadap lokasi suatu bencana. Di samping itu, karena data penginderaan jauh menampilkan hampir semua hal yang tampak di permukaan bumi, maka data ini bisa juga digunakan untuk melakukan analisis fisik alam dan buatan. Bagaimana kondisi kerusakan pada kedua fisik kenampakan tersebut bisa diindera dari data penginderaan jauh.

Terkadang pengambil keputusan mengalami kesulitan tatkala harus memutuskan tingkat bencana suatu daerah. Dengan data penginderaan jauh, setelah mengetahui luas cakupan dampak bencana dan kerusakan yang terjadi, bisa dengan mudah ditentukan tingkatan bencana tersebut.

Tabel 1. Data Spasial untuk Management Bencana (USAID)

Physical	Economic	Societal	Environment
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrastructure, eg. Roads, railway, bridges, harbour, airport, etc.</li> <li>• Critical facilities, eg. Emergency shelters, schools, hospital, nursing homes, fire brigades, police, etc.</li> <li>• Utilities</li> <li>• Services : transport, communications, etc</li> <li>• Government service: all levels – national,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Business and trade activities</li> <li>• Access to work</li> <li>• Agricultural land</li> <li>• Impact on work force</li> <li>• Productivity and opportunity cost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerable age categories</li> <li>• Low-income group people</li> <li>• Landless/homeless</li> <li>• Disabled</li> <li>• Gender</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Environmental resources air, water, fauna, flora</li> <li>• Biodiversity</li> <li>• Landspace</li> </ul>

Penyelenggaraan penanggulangan bencana pun perlu diarsipkan, dibuat basis datanya sebagai bahan pembelajaran di masa yang akan datang. Selain data-data tabular mengenai kerusakan, korban dan upaya yang dilakukan, penyajian data dalam bentuk peta di atas data penginderaan jauh akan lebih elok.

Di samping itu, kemampuan data penginderaan jauh untuk menampilkan kenampakan permukaan bumi sampai dengan level satuan bangunan bisa untuk antisipasi dan perencanaan penanggulangan bencana. Contoh mudah dalam hal ini ialah, penguatan konstruksi bangunan-bangunan yang ada di jalur patahan, di lokasi rawan banjir, di daerah yang berpotensi terkena tsunami dan lain-lain.

Kendati demikian, dalam penggunaan data penginderaan jauh untuk penanggulangan bencana ada beberapa permasalahan yang mengemuka. Di antaranya ialah:

1. Apakah data spasial diperlukan dalam kegiatan penanggulangan bencana?

Hal ini karena belum banyak pihak mengetahui keandalan data penginderaan jauh khususnya untuk penyelenggaraan penanggulangan bencana. Hal ini mengakibatkan sumber daya yang dialokasikan untuk penyediaan data jenis ini belum maksimal.

2. Perlu spesifikasi khusus data yang sesuai mengenai waktu, tema dan skala.

Seperti dikemukakan terdahulu, banyak ragam data penginderaan jauh dengan spesifikasi yang berbeda-beda. Hal ini menyangkut di antaranya waktu perekaman, tema data yang ada dan skala data yang diperlukan. Idealnya data yang digunakan tidak jauh waktu perekamannya dengan saat terjadinya bencana, sehingga bisa didapatkan data yang aktual dan sesuai dengan kondisi saat bencana tersebut terjadi.

Beberapa data penginderaan jauh tak selalu sesuai untuk kebutuhan penanggulangan bencana. Misalnya saja, data citra SRTM yang menonjolkan kontur

cocok untuk penanganan bencana banjir namun kurang sesuai untuk data penanganan gempa bumi.

Skala data pun perlu diperhatikan agar informasi yang didapat bisa maksimal. Penanganan gempa bumi di Nabire hendaknya menjadi pelajaran. Manakala terjadi pembengkakan data korban dan kerusakan rumah, data penginderaan jauh dengan skala besar dan resolusi spasial yang tinggi mestinya bisa mengklarifikasi kesenjangan antara data yang diajukan pemerintah daerah dan kondisi sebenarnya di lapangan.

Tak boleh dilupakan, data penginderaan jauh sangat rentan terhadap gangguan atmosfer terutama cuaca. Perlu diperhatikan waktu perekaman, sehingga data yang ada bisa menggambarkan permukaan bumi dengan jelas bukannya menampilkan awan.

3. Siapa yang berkewajiban menyediakannya?

Ketersediaan data penginderaan jauh sangat penting. Siapa yang berkewajiban menyediakan data penginderaan jauh hendaknya diperjelas. Hal ini mengingat bencana terjadi sewaktu-waktu dan tidak bisa diprediksi sebelumnya. Adanya aktor penyedia ini akan memberikan jaminan ketersediaan data bila sewaktu-waktu data tersebut diperlukan.

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) bisa menyediakan citra-citra satelit sebagai data awal. Manakala diperlukan perekaman khusus menggunakan pesawat udara bisa juga dilakukan mengingat jajaran pemetaan di TNI AD memiliki teknologi untuk perekaman udara ini. Hal yang tersisa tinggalah bagaimana standard operating procedur (SOP)-nya dan kerjasama antara BNPB dengan lembaga-lembaga penyedia data tersebut di atas.

4. Siapa pengguna data penginderaan jauh?

Jawaban dari pertanyaan ini mudah, pengguna dari data penginderaan jauh tentu

saja BNPB yang akan mengambil keputusan bagaimana upaya penyelenggaraan penanggulangan bencana dilakukan. Namun, mengingat upaya penanggulangan bencana bukan kerja BNPB semata, maka akan banyak sekali pihak yang terlibat.

Di antara berbagai elemen dalam penanggulangan bencana tersebut, bagaimana caranya agar setiap pihak memperoleh data yang tepat? Hal ini penting agar data yang ada dapat dimaksimalkan penggunaannya, tepat manfaat dan berhasil baik dalam penggunaannya.

Pengguna dan data yang tepat juga dimaksudkan untuk menghindari pihak yang akan mengambil keuntungan di tengah upaya penyelenggaraan penanggulangan bencana, mencegah kebingungan penggunaan data dan kekeliruan lain yang mungkin muncul. Dalam masa-masa darurat pasca bencana, banyak hal yang mesti dihindari, misalnya tumpang tindih penerima bantuan, bantuan yang salah sasaran dan seterusnya. Oleh karena itu, dengan data penginderaan jauh yang diberikan kepada pengguna yang tepat harapannya kekeliruan yang acap terjadi pada upaya penyelenggaraan bencana tidak terjadi lagi.

## 2.2 Penginderaan Jauh dan Mitigasi Bencana

Upaya mitigasi bencana semakin giat dilakukan seiring dengan perubahan paradigma penanggulangan bencana dari yang semula reaktif menjadi preventif. Di antara upaya tersebut adalah: pembuatan Rencana Aksi Daerah Pengurangan Risiko Bencana (RAD PRB), penyusunan contingency plan dan gladi penanggulangan bencana.

Di dalam penyusunan RAD PRB, salah satu syaratnya ialah adanya peta rawan bencana. Dari mana peta ini didapat? Jawaban dari pertanyaan ini bisa beragam. Namun, satu hal yang pasti, bahwa untuk menyusun peta jenis ini perlu adanya data penginderaan jauh.

Peta Rupa Bumi bisa digunakan sebagai peta dasar. Informasi kontur yang ada di sana pun bisa berguna untuk mengetahui kondisi bentang lahan suatu daerah. Namun, itu saja belum cukup. Hal ini mengingat parameter yang digunakan untuk menyusun peta rawan bencana sangatlah banyak. Kondisi bentang lahan hanyalah satu faktor, ada pula kondisi tanah, geologi, geomorfologi jumlah penduduk dan lain-lain.

Data penginderaan jauh digabung dengan sistem informasi geografis mampu untuk menyediakan aneka ragam komposit data tersebut. Sebuah citra penginderaan jauh, sebutlah Landsat ETM+ bisa menampilkan aneka macam informasi.

Citra satelit yang memiliki 7 saluran (band) saat perekamannya tersebut dapat 'diutak-atik' komposisi salurannya agar menampilkan data yang diinginkan. Dari kenampakan asli muka bumi sampai dengan secara khusus menonjolkan, pola aliran sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS), kondisi geologi dan geomorfologi dapat dihasilkan dari paduan saluran-saluran di citra Landsat yang tepat. Tak cukup hanya itu, Landsat juga bisa menonjolkan obyek vegetasi atau tutupan lahan. Apabila untuk pantauan kebakaran hutan, dengan adanya saluran inframerah thermal yang peka terhadap suhu, maka citra ini pun dapat digunakan.

Selain menggunakan Landsat, citra radar SRTM juga bisa digunakan untuk keperluan mitigasi bencana. Informasi kontur yang ada di citra ini sungguh beragam. Dengan itu, dapat diketahui dengan lebih jelas bagaimana bentang lahan suatu wilayah. Kelebihan ini, tentu akan sangat berguna untuk mitigasi gerakan tanah, longsor dan banjir.

Semua citra yang telah disebutkan di atas sayangnya memiliki resolusi spasial yang rendah. Landsat sebagai contoh, memiliki resolusi spasial 30 meter. Hal ini menyulitkan untuk digunakan di wilayah perkotaan di mana satuan bangunan menjadi penting. Sebabnya ialah, citra ini tidak bisa menonjolkan satuan bangunan dengan jelas. Permukiman hanya

akan disajikan sebagai area-area yang berbeda warnanya dengan hutan atau tutupan lahan di sekitarnya. Tentu saja, karena kelemahannya ini pula, maka citra-citra terdahulu tidak bisa digunakan untuk pencegahan atau mitigasi kebakaran gedung dan permukiman.

Jalan keluar yang dapat ditempuh ialah dengan menggunakan citra dengan resolusi spasial yang lebih baik. Contoh citra jenis ini ialah Ikonos dan Quickbird. Kedua citra dilengkapi dengan resolusi spasial sampai dengan 1,1 meter dan 60 centimeter. Apabila menggunakan citra jenis ini, maka akan dapat dilihat satuan-satuan bangunan yang berada dalam sebuah kota. Bagaimana gang-gang yang ada di sebuah blok permukiman dapat juga diketahui. Sesuatu yang sangat bermanfaat apabila akan menentukan jalur bagi pasukan pemadam kebakaran.

Secara khusus, untuk keperluan gladi penanggulangan bencana misalnya, maka pemotretan udara dapat juga dilakukan oleh Distopad TNI AD atau TNI AU. Hal ini berguna untuk memotret kondisi di sekitar lokasi gladi pada waktu yang berdekatan dengan tanggal dilakukannya gladi. Informasi yang didapat tentu saja akan melengkapi dan meningkatkan kualitas gladi penanggulangan bencana yang dilakukan.

### **2.3 Penginderaan Jauh pada Masa Tanggap Darurat**

Masa tanggap darurat ialah 3 sampai dengan 7 hari pasca bencana atau bahkan bisa lebih bergantung pada tingkat bencana yang terjadi. Di masa ini, fokus penanggulangan adalah bagaimana menyelamatkan/evakuasi korban yang barangkali masih tertimbun, hilang atau hanyut. Di samping itu, perhatian besar juga ditujukan pada distribusi bantuan kepada para pengungsi korban bencana. Masa tanggap darurat juga ditandai dengan adanya upaya kaji cepat untuk mengetahui status bencana di suatu daerah.

Terbentuknya Satuan Reaksi Cepat Penanggulangan Bencana (SRC-PB) sangat

berarti untuk masa-masa tanggap darurat. Salah satu bidang di dalam SRC-PB adalah adanya bidang kaji cepat. Bidang ini bertugas untuk melakukan kajian secara cepat mengenai dampak bencana, status bencana tersebut apakah bencana nasional atau daerah. Bidang kaji cepat juga mengkaji kerusakan infrastruktur vital yang akan menghambat laju distribusi bantuan. Laporan hasil kajian pada akhirnya akan diserahkan kepada bidang perencanaan.

Apabila mengikuti alurnya, maka dari bidang perencanaan ini akan diputuskan seberapa banyak bantuan akan diberikan, apa jenis bantuannya dan posisi korban penerima bantuan tersebut. Ditambah lagi, perbaikan darurat terhadap infrastruktur vital juga akan dilakukan. Pelaksana semua hal ini, akan dilakukan oleh bidang sumberdaya.

Dalam masa tanggap darurat, ada yang disebut *golden moment*, ialah masa-masa berharga karena pada saat ini yang tertimbun masih bisa ditolong, yang hilang masih bisa ditemukan. Tim kaji cepat harus bisa memanfaatkan *golden moment* yang biasanya dalam hitungan detik sampai dengan jam ini dengan baik. Tujuannya adalah menyelamatkan korban sebanyak-banyaknya.

Singkat cerita, pada masa tanggap darurat perlu langkah-langkah yang cepat dan tepat untuk menyelamatkan korban. Kunci dipegang oleh tim kaji cepat yang akan menentukan langkah operasi tanggap darurat selanjutnya. Oleh karena itu, tim kaji cepat perlu dilengkapi dengan teknologi canggih untuk bisa mengkaji suatu lokasi bencana dengan cepat.

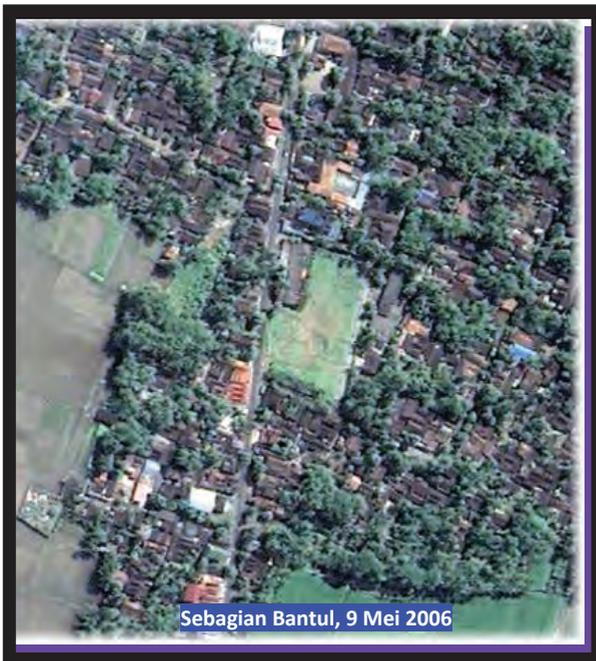
Teknologi penginderaan jauh ialah jawaban tepat bagi persoalan yang dihadapi tim kaji cepat. Pemotretan udara, pemanfaatan citra satelit resolusi tinggi dan penggunaan data penginderaan jauh lainnya akan sangat mendukung kerja tim kaji cepat ini.

Dengan penginderaan jauh, lokasi pengungsian bisa diketahui dengan mudah. Bagaimana upaya distribusi bantuan akan

dilakukan, bisa direncanakan dengan melihat data penginderaan jauh. Sampai dengan di mana kerusakan infrastruktur vital terjadi pun bisa diindera dari data yang sama.



Sebagian Bantul, 9 Mei 2006



Sebagian Bantul, 9 Mei 2006

Gambar 1. Citra Ikonos sebelum terjadi gempa dan sesudah terjadi gempa di sebagian Kabupaten Bantul

Pada akhirnya, dengan menggunakan data yang tepat, yakni data penginderaan jauh resolusi tinggi, upaya-upaya yang dilakukan pada masa tanggap darurat akan lebih maksimal.

Selanjutnya, diharapkan banyak korban bencana akan bisa terselamatkan.

Dua citra Ikonos di samping ini merekam lokasi yang sama, namun perekaman dilakukan pada waktu yang berbeda. Dari kedua citra bisa dilihat perbedaannya dengan jelas. Citra pertama direkam sebelum gempa bumi melanda Yogyakarta pada 26 Mei 2006.

Di situ bisa dilihat bagaimana satuan-satuan bangunan yang berada di sana. Bagaimana pola permukiman di kampung-kampung Jawa, yang terpisah-pisah oleh lahan pertanian. Tampak pula betapa vegetasi berada di sesela bangunan. Dan sebuah lapangan, terletak berdekatan dengan bangunan sekolah.

Kondisi yang berbeda dapat kita temukan pada gambar ke dua. Di situ tampak lapangan tak lagi kosong, namun telah berdiri tenda-tenda pengungsian. Rupanya di situ menjadi lokasi pengungsi setelah gempa terjadi.

Dari situ, bisa ditentukan di mana bantuan akan diberikan kepada korban bencana. Jalur distribusi bantuan pun dapat ditentukan dengan melihat pola jalan. Ini penting, mengingat banyak gangguan selama proses distribusi bantuan, yang pada akhirnya bantuan dapat salah sasaran dan terjadi penumpukan bantuan di suatu lokasi.

Melihat bagaimana pengungsi terpusat di lapangan, tentu akan memudahkan distribusi bantuan, bagaimana bila pengungsi tidak berada di satu lokasi? Hal ini bukan masalah besar apabila lokasi pengungsian diketahui. Bekerjasama dengan perangkat desa sampai dengan tingkat RT, maka distribusi bantuan pun tetap bisa dilakukan dengan sasaran yang tepat. Lagi-lagi data penginderaan jauh menunjukkan

kualitasnya. Di dua gambar berikut, dapat dilihat bagaimana sebaran pengungsi yang umumnya berdekatan dengan rumah-rumah mereka.

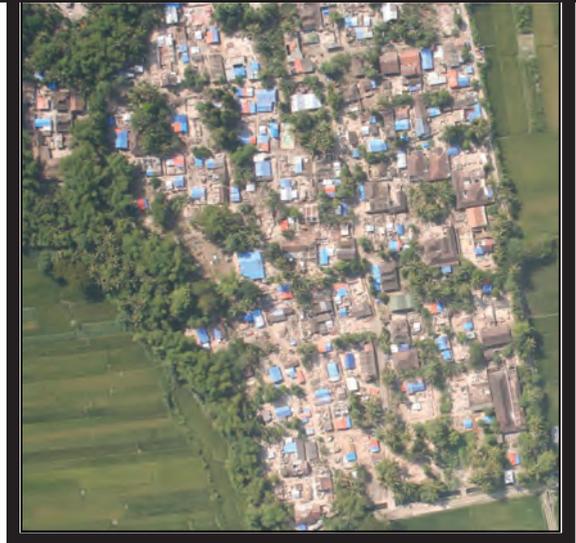
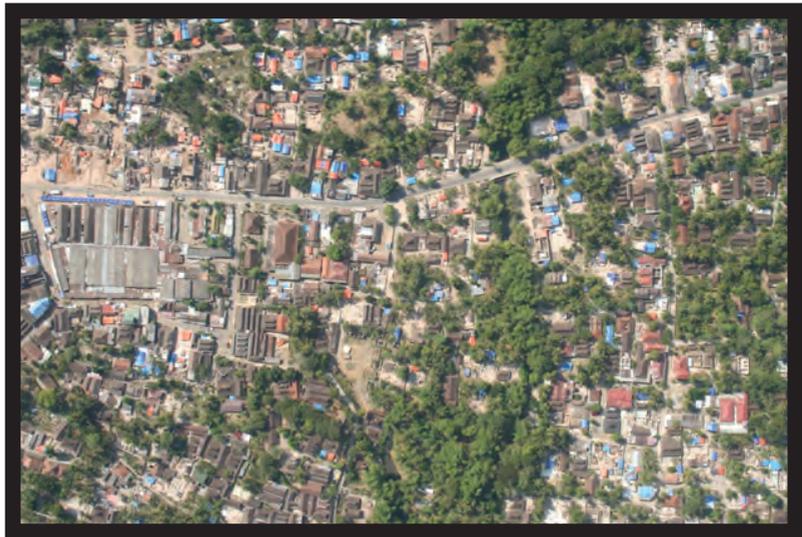
Apa yang tampak dengan warna biru ialah tenda-tenda pengungsian yang didirikan di dekat rumah korban bencana. Kendati letaknya tersebar di kawasan permukiman tersebut, namun bisa diketahui dengan jelas satuan-satuan bangunannya.

Pengetahuan satuan bangunan penting pada masa tanggap darurat dalam hubungannya untuk distribusi bantuan. Hal yang paling dihindari pada tahap ini adalah penumpukan bantuan di satu keluarga dan kekurangan di keluarga lain.

Menggunakan data penginderaan jauh, masing-masing satuan bangunan tersebut dapat diberikan identitas yang unik dan berbeda satu dengan yang lain. Usaha ini, diharapkan dapat meminimalkan kesalahan penerima bantuan dan tumpang tindih bantuan di satu lokasi.

Nantinya, dengan pemberian identitas (id) yang unik dan berbeda satu dengan yang lain akan berguna pula untuk tahap penanggulangan bencana berikutnya, yaitu masa rehabilitasi dan rekonstruksi.

Metode pemberian bantuan pada masa tanggap darurat dilakukan dengan metode 3C. Metode ini bertujuan untuk memetakan kebutuhan korban bencana, mendistribusikan bantuan ke korban dengan tepat sasaran, sampai dengan melihat kesenjangan antara kebutuhan dan pemenuhannya. Mendasarkan pengalaman dari penanggulangan bencana gempa bumi di Yogyakarta, kebutuhan korban dapat diketahui dari media massa, baik elektronik maupun cetak.



Gambar 2. Citra Quickbird di sebagian Kabupaten Bantul

Korban bencana biasanya akan menelepon radio dan melaporkan kebutuhannya. Laporan ini kemudian dikompilasi dan dipetakan. Dari situ, akhirnya akan didapat peta kebutuhan korban bencana.

Banyak instansi atau lembaga yang kemudian memanfaatkan peta kebutuhan ini. Apabila distribusi bantuan sudah dilakukan, maka mereka pun akan melaporkan kembali ke media massa. Laporan ini, nantinya akan menghasilkan peta distribusi bantuan.

Melihat dari berbagai peta, yaitu kebutuhan korban dan distribusi bantuan, maka ujung-ujungnya akan diketahui daerah yang sudah terpenuhi dan daerah yang belum terpenuhi kebutuhannya. Alur metode 3C adalah sebagai berikut:

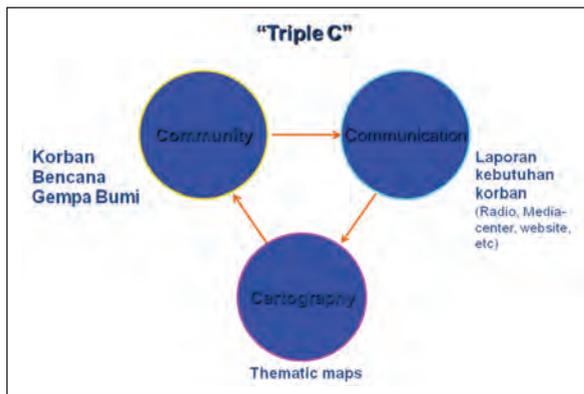
## 2.4 Penginderaan Jauh pada Masa Rehabilitasi dan Rekonstruksi

Setelah selesainya masa tanggap darurat, tahap penanggulangan bencana selanjutnya ialah masa rehabilitasi dan rekonstruksi. Tahap ini berupaya untuk merekonstruksi bangunan yang rusak dan merehabilitasi penghidupan penduduk.

Rehabilitasi dilakukan dengan mengembalikan mata pencaharian penduduk yang terpengaruh karena bencana. Sawah yang terendam, alat-alat produksi yang rusak, kios tempat berjualan yang rata dengan tanah adalah salah satu contoh yang harus direhabilitasi. Tujuan akhirnya adalah mengembalikan kehidupan korban bencana seperti sediakala sebelum bencana terjadi.

Masa rehabilitasi dan rekonstruksi diawali dengan melakukan *damage and loss assesment* (DALA) atau analisis kerusakan dan kerugian korban bencana. Analisis perlu dilakukan karena akan memengaruhi jumlah bantuan yang akan didistribusikan kepada masyarakat. DALA kemudian menjadi pondasi bagi tahap rehabilitasi dan rekonstruksi. Mengingat pentingnya DALA, maka proses paling awal ini mesti dilakukan dengan benar karena proses-proses selanjutnya akan bergantung pada DALA tersebut.

Kerugian mata pencaharian bisa diketahui dengan melakukan pendataan detil kepada korban bencana. Menggunakan tabel isian atau kuisioner, wawancara dilakukan kepada korban dan akan diketahui kerugian ekonomis korban. Data sekunder dari dinas atau instansi terkait juga dapat digunakan untuk DALA kendati masih perlu dilakukan survey pada praktiknya di lapangan.



Gambar 3. Diagram Alur Metode Triple C

Seluruh kerepotan DALA demi merehabilitasi kerugian ekonomi korban tersebut, perlu dilakukan agar dapat diketahui berapa besar bantuan yang harus didistribusikan kepada korban. Di samping itu, seringkali bantuan tak hanya berbentuk uang, namun dapat juga penggantian alat produksi, peningkatan ketrampilan, peningkatan kapasitas dan lain-lain. Upaya yang dilakukan pun beragam sifatnya. Di antaranya ialah pengorganisasian masyarakat yang memiliki keahlian khusus dan sama, pendampingan terus menerus selama proses rehabilitasi dan usaha lainnya.

Upaya rehabilitasi seringkali berlangsung dalam masa yang lama karena berbarengan dengan dilakukannya upaya rekonstruksi. Titik perhatian utama pada masa ini ialah perbaikan kerusakan bangunan, dalam hal ini, yaitu dengan membangun kembali rumah-rumah para korban yang rusak. Proses yang seiring ini di satu sisi akan menyibukkan masyarakat, sehingga masyarakat tidak akan terlampaui berduka karena kehilangan, kerugian, bahkan mungkin ada korban jiwa atau cacat. Sayangnya, di sisi yang lain upaya yang sejalan ini dapat saling menghambat satu dengan yang lainnya.

Bagaimanapun, korban bencana biasanya akan berkonsentrasi pada satu tahap terlebih dahulu baru memikirkan tahap yang lain. Sebagai contoh mudah, rekonstruksi biasanya akan dilakukan lebih dahulu daripada upaya rehabilitasi. Dengan adanya tempat bernaung,

yakni ditandai dengan kembali berdirinya rumah-rumah para korban, maka proses lainnya akan lebih mudah.

Perbaikan kembali bangunan atau proses rekonstruksi ini menyita banyak perhatian. Hal ini mengingat begitu banyaknya bantuan yang harus didistribusikan. Lebih lagi, bantuan yang berupa uang rawan disalahgunakan. Pada proses pendistribusiannya sangat dimungkinkan terjadinya penyelewengan, salah sasaran dan hal lain yang mungkin terjadi.

Seperti telah disebutkan terdahulu, DALA akan dilakukan pada proses rehabilitasi dan rekonstruksi. Khusus untuk proses rekonstruksi, lagi-lagi DALA memegang peranan penting. Data DALA akan memengaruhi besaran bantuan yang diterima oleh seseorang. Besar bantuan tentu saja mendasarkan pada kerusakan yang diderita korban. Mereka yang mengalami kerusakan rumah berat, niscaya akan memperoleh bantuan yang lebih besar daripada mereka yang mengalami kerusakan rumah ringan atau sedang.

Bagaimana memperoleh data kerusakan rumah rusak berat, sedang dan ringan tersebut?

Pelaporan dari masyarakat adalah salah satu sumber data yang bisa didapatkan dengan cepat. Survey lapangan juga bisa melihat dampak bencana kepada rumah-rumah warga. Permasalahan muncul di sini dalam bentuk laporan yang tidak sesuai dengan kondisi di lapangan, survey yang memakan banyak waktu sementara korban sudah menunggu-nunggu bantuan dan kendala-kendala lain.

Kondisi inilah kemudian yang menyebabkan perlunya data penginderaan jauh sebagai jalan keluar. Pada kasus kerusakan rumah, dari data penginderaan jauh dapat dilihat bagaimana intensitas kerusakan yang dialami oleh korban. Dengan begitu, kemudian dapat pula digunakan

untuk memverifikasi data laporan kerusakan dari para korban.

Jalan keluar lain ialah dengan langsung menghitung kerusakan rumah dari data penginderaan jauh yang dimiliki. Sebagai contoh adalah apa yang tersaji dalam gambar berikut.



Gambar 4. Citra Ikonos yang memperlihatkan kerusakan bangunan akibat gempa bumi di sebagian Kabupaten Bantul

Selain tenda pengungsian, dari gambar di atas juga bisa didapatkan informasi mengenai kondisi kerusakan bangunan. Citra penginderaan jauh, dalam hal ini Ikonos seperti yang digunakan di atas mampu membedakan bangunan yang mengalami kerusakan parah dan ringan. Proses interpretasi atau pengenalan kerusakan obyek tersebut, akan lebih baik bila ada data pembandingan sebelum terjadinya bencana untuk daerah yang sama. Nantinya, data yang didapat akan lebih lengkap dengan melihat kenampakan yang ada pada citra dan melakukan perbandingan dengan citra sebelum terjadi bencana.

Parameter yang dilihat dari citra selain mengenai tingkat kerusakan juga informasi berkaitan dengan fungsi bangunan. Apakah bangunan yang mengalami kerusakan tersebut rumah warga, bangunan sekolah, sarana peribadatan atau kesehatan bisa juga dibedakan dari citra. Dengan menumpangsusunkan citra dan peta dasar, maka akan diketahui lokasi administrasi di mana kerusakan terjadi. Akhirnya, karena tampak per bangunan, maka data penghuni pun bisa didapatkan.

Gambar di samping kanan atas menunjukkan kemampuan citra penginderaan jauh untuk membedakan level kerusakan yang dialami oleh suatu bangunan. Titik merah, kuning dan hijau adalah penanda tingkat kerusakan pada bangunan.

Untuk melengkapi data, survey lapangan dilakukan agar setiap titik memiliki identitas



Gambar 5. Kemampuan Citra Ikonos untuk membedakan level kerusakan suatu bangunan di sebagian Kabupaten Bantul

husus. Berikutnya ialah upaya memberikan identitas pada setiap bangunan dengan informasi yang dipandang perlu. Terutama mengenai lokasi bangunan, nama pemilik bangunan dan jenis kerusakan. Kendati begitu, untuk keperluan di masa yang akan datang, tim yang bekerja di lapangan juga dilengkapi dengan kuesioner yang berisi isian untuk mengetahui fungsi bangunan, jumlah lantai, struktur bangunan dan jenis atap.

Gambar di samping kiri menunjukkan identitas yang ada pada setiap bangunan. Identitas dalam bentuk angka ini, nantinya akan berguna untuk pendataan guna menghindari duplikasi dan memudahkan proses pemetaan apabila data akan diolah dengan sistem informasi geografis.

Tabel berikut ini ialah contoh data tabular yang didapatkan selama survey di lapangan. Begitu lengkap informasi yang diperoleh, bahkan sampai dengan koordinat tiap titik dan nomor RT/RW.

Data ini sangat berguna untuk fungsi kontrol apabila pemberian bantuan akan dan sudah dilakukan. Nama penerima bantuan yang diketahui, lokasi yang dimengerti, jenis kerusakan yang sesuai dan pada akhirnya jumlah bantuan yang tepat. Angka bantuan yang mencapai misalnya 20 juta rupiah



Gambar 6. Citra Ikonos yang menggambarkan kerusakan bangunan daerah Karang Ploso Kabupaten Bantul

Tabel 2. Data Tabular yang didapatkan dari survey lapangan

ID_FIELD	<b>351</b>
SHEET	<b>0310</b>
ID_BLD	<b>101</b>
X_COORD	<b>431905,23438</b>
Y_COORD	<b>9129131,16824</b>
OWNER/TENANT	<b>HERI SANTOSO</b>
DUSUN	<b>PONGGOK II</b>
RT	<b>4</b>
RW	<b>0</b>
VILLAGE	<b>TRIMULYO</b>
DISTRICT	<b>JETIS</b>
FUNCTION	<b>HOUSE</b>
FLOOR	<b>1</b>
BLD_STRUCTURE	<b>BRICK</b>
ROOF	<b>TILED ROOF (CLAY)</b>
DAMAGE	<b>HIGH</b>
DATE	<b>15 JUNE 2006</b>

tiap keluarga tentu saja sangat menyulitkan bila sampai salah sasaran. Namun dengan menggabungkan data penginderaan jauh dan sistem informasi geografis, diharapkan kesalahan penerimaan manfaat tidak sampai terjadi.

Pemberian bantuan semestinya bukanlah tahap akhir. Dengan mengetahui lokasi suatu bangunan, maka dapat diketahui pula struktur bangunan apa yang paling tepat untuk lokasi tersebut.

Apabila sebuah bangunan terletak di jalur patahan, niscaya memerlukan penguatan-penguatan dan struktur khusus yang khas agar tahan terhadap goncangan gempa bumi. Dalam skala yang lebih luas, bisa pula digunakan untuk menyusun rencana tata ruang wilayah.

### 3. PENUTUP

Semua contoh yang dipakai di sini adalah pengalaman penanganan gempa bumi di Yogyakarta. Menyadari kemampuan data penginderaan jauh untuk identifikasi satuan bangunan seperti di atas, sudah sewajarnya bila pemanfaatan data penginderaan jauh bukan hanya digunakan untuk bencana gempa bumi semata.

Identifikasi satuan bangunan dengan citra yang tepat bisa juga digunakan untuk bencana seperti kebakaran gedung dan permukiman, banjir, angin topan dan tanah longsor. Membandingkan dua citra dengan perekaman yang berbeda sesaat setelah bencana terjadi dan sebelum bencana terjadi bisa digunakan untuk melakukan kaji cepat kerusakan.

Harapannya kemudian, upaya penanganan darurat bisa lebih cepat dilakukan. Hal ini berarti bisa menyelamatkan lebih banyak nyawa dengan memberikan bantuan yang tepat, dalam hal jumlah dan penerima manfaatnya.

Hal yang sama juga berlaku pada masa rehabilitasi dan rekonstruksi. Pengetahuan mengenai korban yang berhak menerima manfaat tentu disesuaikan dengan jenis kerusakan atau kerugian yang dialami. Pun langkah antisipasi ke depan dapat diambil selepas melihat letak, kondisi dan ancaman bencana yang mungkin dihadapi sebuah bangunan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Drs. Suharyadi, M.Sc, staff pengajar di Fakultas Geografi UGM untuk Tim Teknis Nasional, yang berjudul '*Data Spasial dan Penanganan Bencana Alam, Suatu Gagasan*'.
- Dr. Suratman Woro Suprodjo, staff pengajar di Fakultas Geografi UGM dan anggota IGI yang berjudul '*Aspek Spasial dalam Penanganan Bencana di Provinsi DI Yogyakarta dan Jawa Tengah*'.