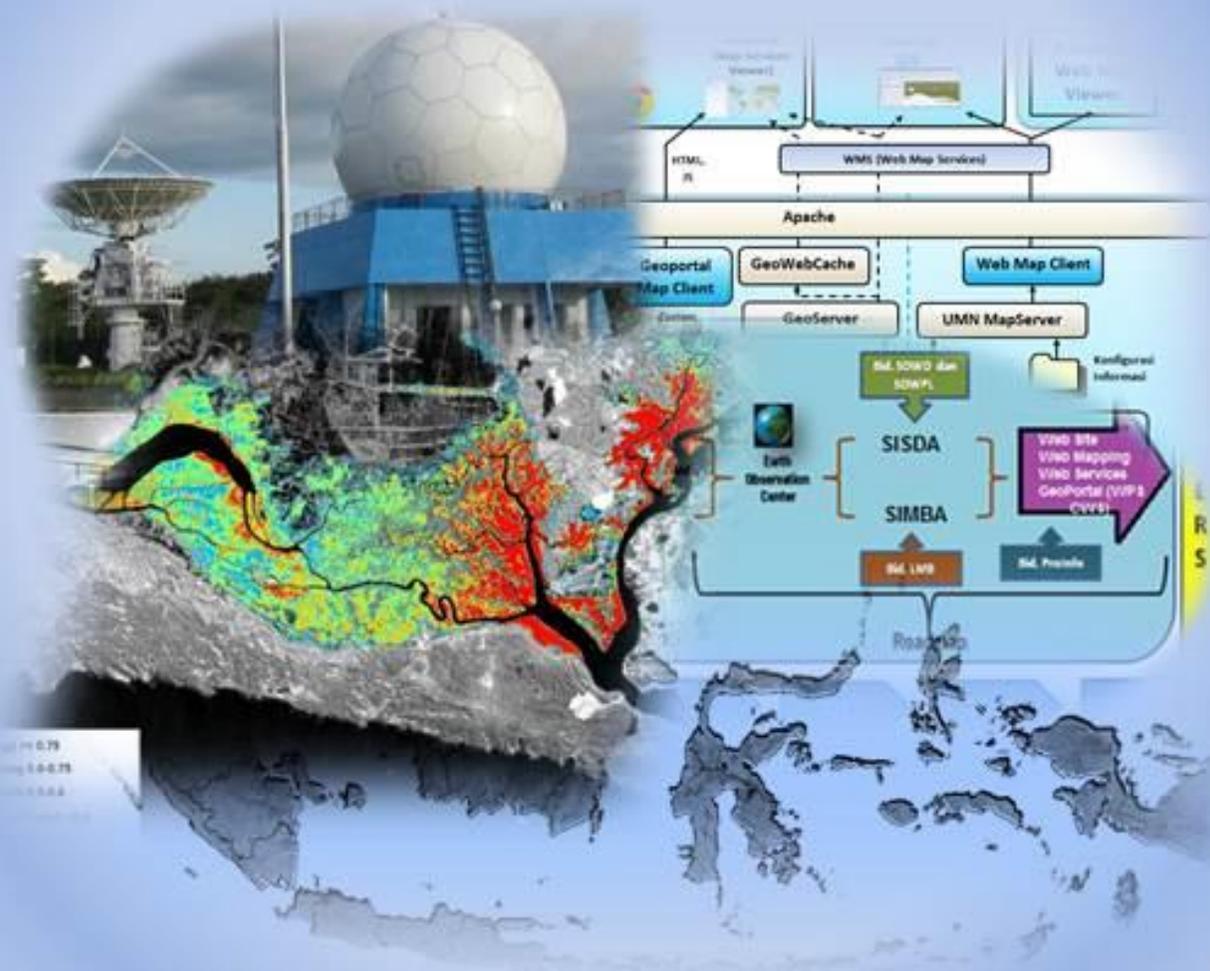


SISTEM PEMANTAUAN BUMI NASIONAL



PUSAT PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH
LEMBAGA PENERBANGAN DAN ANTARIKSA NASIONAL
JL. Kalisari. No. 8, Pekayon- Pasar Rebo, Jakarta 13710, Indonesia

ISBN xxx-xxx-xxxxx-x-x

SISTEM PEMANTAUAN BUMI NASIONAL

**PUSAT PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH
LEMBAGA PENERBANGAN DAN ANTARIKSA NASIONAL
2015**

SISTEM PEMANTAUAN BUMI NASIONAL

Pengarah:

Dr. Orbita Roswintiarti

Penanggung Jawab:

Dr. M. Rokhis Khomarudin

Editor, Penyunting, Desain, dan Layout:

Dr. M. Rokhis Khomarudin, Dr. Bambang Trisakti,
Syarif Budhiman, M.Sc, Parwati, M.Sc.,
Winanto, S.T, Noersyamsu, S.Sos.,
Muhammad Priyatna, S.Si., MTI.

Cetakan Pertama:

April 2015

ISBN xxx-xxx-xxxxx-x-x

Dicetak dan diterbitkan oleh:

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang mengutip atau memperbanyak
Sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa seizin penerbit

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2012 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau member izin untuk itu, dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PENGANTAR PENERBIT

Puji syukur di panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan rahmat-Nya lah buku bunga rampai “**Sistem Pemantauan Bumi Nasional**” ini dapat dirampungkan. Buku buku ini lahir sebagai manifestasi dari pelaksanaan tugas dan fungsi Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh (Pusfatja) dalam mendukung penyelenggaraan kegiatan penelitian dan pengembangan model pemanfaatan penginderaan jauh untuk pemantauan sumberdaya alam dan lingkungan menggunakan data penginderaan jauh.

Terbitnya buku ini turut andil dalam memperkaya referensi dalam upaya mengatasi berbagai persoalan dalam wahana untuk memantau kondisi sumberdaya alam dan lingkungan dengan menggunakan data penginderaan jauh di beberapa wilayah Indonesia. Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada pada peneliti dan penelaah Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, dan seluruh pihak yang telah mencurahkan energi dan waktunya dalam penulisan dan penyusunan buku ini sehingga dapat menjadi alternatif solusi bagi pemecahan masalah-masalah dalam wahana untuk memantau kondisi sumberdaya alam dan lingkungan dengan menggunakan data penginderaan jauh di Indonesia

Penerbit

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb. dan salam sejahtera bagi kita semua. Sebagai salah satu negara yang sering mengalami berbagai bencana serta persoalan lingkungan, pemanfaatan data penginderaan jauh dirasakan sangat diperlukan. Oleh karena itu, perkembangan teknologi wahana untuk memantau kondisi sumberdaya alam dan lingkungan dengan menggunakan data penginderaan jauh di Indonesia yang makin pesat saat ini menjadi salah satu alternatif solusi bagi pemecahan masalah-masalah dalam mendukung tatakelola dan infrastruktur teknologi informasi.

Kemajuan teknologi satelit penginderaan jauh yang dapat menghasilkan data dan informasi yang relatif realtime (*up to date*) dengan cakupan yang luas dan data histori yang baik memungkinkan LAPAN untuk berkontribusi dalam upaya memantau kondisi sumberdaya alam dan lingkungan dengan menggunakan data penginderaan jauh di wilayah Indonesia.

Berkaitan dengan hal tersebut, maka perlu dibuat suatu referensi terkait Sitem Pemantauan Bumi Nasional yang akan dibangun dengan tujuan utamanya adalah sebagai dasar untuk mengembangkan pedoman dan kerangka acuan dalam membangun infrastruktur teknologi informasi, regulasi, dan pengelolaan di masa yang akan datang.

Berbagai hasil kegiatan terkait dengan penelitian dan kajian pemanfaatan penginderaan jauh untuk mendukung wahana memantau kondisi sumberdaya alam dan lingkungan dengan menggunakan data penginderaan jauh di wilayah Indonesia yang telah dan akan terus dilaksanakan diuraikan dalam buku ini. Kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan tidak hanya bagi upaya penyempurnaan penulisan buku serupa di masa yang akan datang, tetapi juga bagi penentuan arah kebijakan Pusfatja pada tahun-tahun berikutnya.

Pada kesempatan ini saya menyampaikan penghargaan kepada semua pihak, khususnya para peneliti dari Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, dan para penelaah, yang telah berupaya keras untuk menyusun dan menerbitkan buku ini.

Jakarta, April 2015

Dr. M. Rokhis Khomarudin

Kepala Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN

Daftar Isi

	Hal.
Penyusun.....	ii
Pengantar Penerbit.....	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi.....	vi
Daftar Gambar.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
II. PERAN LAPAN DALAM TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH .	3
III. SISTEM PEMANTAUAN BUMI NASIONAL (SPBN).....	8
1. Lahan hutan dan non-hutan seluruh Indonesia.....	13
2. Fase Pertumbuhan Padi	13
3. Sumberdaya Air Danau	13
4. Pemetaan Objek Pajak.....	14
5. Zona Potensi Penangkapan Ikan	22
6. Mangrove	25
7. Terumbu Karang.....	25
8. Potensi Banjir Harian.....	28
9. Sistem Peringkat Bahaya Kebakaran.....	31
10. Titik Panas dan Kebakaran Lahan/Hutan	34
11. Tingkat Kekeringan Lahan.....	34
12. Respon Bencana.....	38
13. Gunung Api.....	38
IV. MANFAAT EKONOMI.....	42
V. PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN BUMI NASIONAL.	43
VI. PENUTUP.....	47

Daftar Gambar

		Hal.
Gambar 1	Salah satu aset nasional, stasiun bumi Lapan Parepare dengan variasi antenna untuk dapat menerima data satelit resolusi tinggi serta sistem penyimpanan data dan ruang kontrol akuisisi data satelit penginderaan jauh.....	5
Gambar 2	Kemampuan rancangbangun Pesawat Tanpa Awak (PTA) untuk pemotretan udara oleh LAPAN dan BPPT, serta contoh produk informasi dari PTA untuk aplikasi menghitung pohon perkebunan dan volume tambang oleh kalangan dunia usaha..	6
Gambar 3	Alur rangkaian proses dari Sistem Pemantauan Bumi Nasional, diawali dengan dukungan ketersediaan data, regulasi, dan beberapa masukan sebagai modalitas pada tahun-tahun sebelumnya, dan dilanjutkan dengan proses pengembangan kapasitas yang akan dibangun, selanjutnya menjadikan SPBN berjalan secara optimal dalam memberikan pelayanan kepada pengguna.....	9
Gambar 4	Rancangan konseptual SPBN yang terintegrasi dengan geospasial web services dengan website dan mapping/services system, sehingga tampak keterhubungan berbagai aplikasinya.....	10
Gambar 5	Overview dari topologi diagram network SPBN antara side internal user dengan side eksternal user melalui media internet, dengan dukungan beberapa perangkat keras server/storage dan perangkat lunak, serta system proteksi keamanan terhadap system dalam mengidentifikasi, mengumpulkan, menganalisis, dan menyebarkan informasi.....	11
Gambar 6	Hasil pemetaan lahan hutan dan perubahannya selama periode 2000-2009. Secara visual wilayah Indonesia masih didominasi dengan pemetaan lahan hutan non fureal.....	15
Gambar 7	Hasil pemantauan fase pertumbuhan padi Pulau Jawa dan Bali	16
Gambar 8	Contoh peta fase pertumbuhan padi sawah irigasi bulan Juli 2014 yang dibuat oleh Balitbang Kementan dengan memanfaatkan data dari LAPAN.....	17
Gambar 9	Contoh sebaran fase pertumbuhan tanaman padi pada sawah rawan kekeringan di Pulau Jawa, yang digabungkan dengan data prediksi curah hujan (Sumber: Balitbang	18

	Kementan).....	
Gambar 10	Hasil pemantauan DTA dan Danau Kerinci	19
Gambar 11	Contoh hasil pemetaan objek pajak di perkotaan..	20
Gambar 12	Hasil pemantauan perubahan objek pajak.....	21
Gambar 13	Hasil Pemantauan Zona Potensi Penangkapan Ikan.....	23
Gambar 14	Pemanfaatan Informasi ZPPI oleh MRCC/RCC Bakorkamla untuk Pemantauan Kapal Ikan Asing dan Lokal.....	24
Gambar 15	Hasil pemantauan kerapatan mangrove di Segara Anakan.....	26
Gambar 16	Citra Komposit dan Kenampakan Obyek di Lapangan (atas) dan Hasil Updating Informasi Terumbu Karang Pulau Bali 2011 (bawah)	27
Gambar 17	Tabel pemantauan daerah potensi banjir di Jawa untuk tanggal 18 Januari 2014.....	28
Gambar 18	Hasil pemantauan daerah-daerah potensi banjir..	29
Gambar 19	Hasil pemantauan daerah potensi banjir di Jawa untuk tanggal 18 Januari 2014.....	30
Gambar 20	Tabel pemantuan SPBK perpropinsi untuk tanggal 15 Februari 2014.....	31
Gambar 21	Hasil pemantuan SPBK di wilayah Indonesia untuk bulan Februari 2014.....	32
Gambar 22	Hasil pemantuan SPBK, terkait indeks cuaca kebakaran tanggal 15 Februari 2014.....	33
Gambar 23	Contoh hasil informasi titik panas beserta sebaran kabut asap dan area terbakar	35
Gambar 24	Hasil pemantauan kekeringan meteorologis yang dilakukan oleh LAPAN	36
Gambar 25	Hasil pemantauan kekeringan yang dilakukan oleh LAPAN	37
Gambar 26	Hasil pengolahan citra satelit untuk tanggap darurat bencana, banjir Jakarta	39
Gambar 27	Hasil pengamatan kejadian erupsi vulkanik pada Gunung Sinabung di Indonesia.....	40
Gambar 28	Hasil pengamatan kejadian erupsi vulkanik pada Gunung Kelud di Indonesia.....	41
Gambar 29	Wilayah strategis daerah perbatasan di Entikong (kiri) dan wilayah perkotaan di Klaten (kiri) menggunakan data SPOT-6.....	46

I. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai wilayah yang sangat luas, dengan posisi geografis yang terbentang di sepanjang garis khatulistiwa dan terletak diantara dua benua dan dua samudra. Posisi geografis ini menjadikan Indonesia dianugrahi dengan potensi kekayaan sumberdaya alam yang melimpah (baik dari sektor pertanian, kehutanan, kelautan dan perikanan, energi dan sumberdaya mineral), tetapi juga sebagai negara dengan kejadian bencana alam yang tinggi. Saat ini berbagai permasalahan juga terjadi di wilayah Indonesia, seperti semakin berkurangnya luasan hutan, degradasi lahan di daerah aliran sungai, penurunan kualitas air, pencemaran lingkungan, dan masalah lainnya yang diakibatkan oleh pengelolaan sumberdaya alam yang tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu sangat dibutuhkan suatu teknologi yang dapat memantau kondisi sumberdaya alam, lingkungan, dan perubahannya secara periodik yang dapat dijadikan sebagai dasar dalam menentukan metode pengelolaan sumberdaya alam yang paling tepat dan berkelanjutan.

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah salah satu teknologi keantariksaan yang dapat diandalkan untuk mendukung pengelolaan sumberdaya alam dan pelestarian lingkungan, melalui wahana satelit atau pesawat yang dipergunakan untuk pemantauan permukaan bumi. Teknologi ini memiliki cakupan pengamatan yang luas, informasi yang aktual, waktu perolehan yang cepat, dan memiliki data historis yang sangat baik. Saat ini teknologi penginderaan jauh dengan wahana satelit telah berkembang dengan pesat, dengan resolusi spasial tinggi mencapai 0.5 m (mampu mengidentifikasi objek dipermukaan bumi yang berukuran 0.5 X 0.5 m). Satelit dengan resolusi spasial rendah, digunakan untuk pemantauan skala nasional, dapat merekam data setiap hari, bahkan untuk satelit pengamatan cuaca dapat diterima setiap setengah jam sekali.

Teknologi penginderaan jauh satelit mulai berkembang pesat sejak tahun 1970-an, yaitu dengan digunakannya wahana satelit untuk melakukan kegiatan penginderaan/pemotretan dari jauh. Pada saat itu mulai dioperasikan satelit-satelit seri *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) untuk keperluan lingkungan dan cuaca. Satelit NOAA 1 diluncurkan pada tahun 1970 dan berlanjut sampai NOAA 19 yang diluncurkan pada tahun 2005. Selanjutnya satelit sumberdaya alam yang pertama diluncurkannya adalah satelit *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS) pada tahun 1972, satelit ini berubah nama menjadi Landsat 1 yang merupakan satelit pertama dari satelit-satelit seri Landsat. Pada saat ini teknologi penginderaan jauh sudah sangat berkembang, dimana ratusan satelit penginderaan jauh berbagai jenis beredar di angkasa luar, mulai dari satelit penginderaan jauh resolusi spasial rendah, resolusi spasial menengah, dan satelit dengan resolusi spasial tinggi. Dengan beragamnya resolusi spasial satelit penginderaan jauh, maka pemanfaatan data satelit penginderaan jauh dan produk turunannya makin luas di berbagai sektor pembangunan, seperti yang digunakan

untuk inventarisasi sumber daya alam (kehutanan, pertanian, perkebunan, sumber daya air, energi dan mineral, kelautan dan perikanan, dll.), pemantauan lingkungan (kebakaran hutan, longsor, banjir, dll), prediksi cuaca dan iklim, prediksi masa tanam untuk tanaman pangan, serta pembuatan informasi tematik untuk perencanaan pembangunan.

II. PERAN LAPAN DALAM TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH

Sejarah kegiatan penginderaan jauh di Indonesia sudah cukup lama, yaitu dimulai oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) dalam rangka menumbuhkan dan mengembangkan kemampuan nasional di bidang penginderaan jauh satelit melalui pembangunan Stasiun Bumi Satelit Lingkungan dan Cuaca (SBSLC) yang pertama di Jakarta pada tahun 1967/70. Program tersebut menjawab program satelit lingkungan NASA, dimana NASA dalam kurun 1960 hingga tahun 1965 mengorbitkan 10 kali satelit lingkungan *Television Infrared Observation Satellite* (TIROS) yang sejak pada tahun 1978 dikenal menjadi Satelit *National Oceanic Atmospheric Administrations* (NOAA). Selanjutnya Lapan melakukan pengembangan stasiun bumi satelit sumberdaya alam yang dioperasikan tahun 1984 untuk menerima data satelit Landsat. Stasiun bumi satelit lingkungan dan cuaca dan Stasiun bumi satelit sumberdaya alam terus dikembangkan untuk menerima satelit-satelit generasi berikut yang mempunyai berbagai keunggulan dibandingkan dengan satelit-satelit sebelumnya. Pada kurun waktu 1990-2013, Lapan telah menerima, merekam dan memanfaatkan antara lain data satelit penginderaan jauh Landsat-5,7, SPOT 2,3, ERS-1 dan JERS-1.

Pada tahun 2013, Lapan telah meningkatkan kapasitas stasiun bumi dan menerima (akuisisi) data satelit resolusi rendah, menengah dan tinggi untuk seluruh Indonesia seperti: MTSAT, NOAA, Terra/Aqua, NPP, Feng Yung, Metop, Landsat-7, LDCM, SPOT-5, dan SPOT-6 melalui stasiun bumi satelit penginderaan jauh Parepare (Gambar 1), Pekayon dan Rumpin. Pengalaman panjang Lapan dalam pengoperasian stasiun bumi, telah memberikan kapasitas kemampuan penguasaan pengembangan stasiun bumi dan pengoperasiannya secara mandiri dan menjadi bekal dalam pengembangan sistem stasiun bumi untuk dapat senantiasa secara terus menerus menjamin ketersediaan data satelit penginderaan jauh dari berbagai satelit generasi yang terbaru yang diperlukan berbagai sektor-sektor pembangunan.



Gambar 1. Salah satu aset nasional, stasiun bumi Lapan Parepare untuk menerima data satelit resolusi tinggi serta sistem penyimpanan data dan ruang kontrolnya.

Sementara itu untuk mendapatkan informasi penginderaan jauh yang cepat dan rinci, sudah mulai banyak dikembangkan sistem penginderaan jauh dengan menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), seperti yang dilakukan Lapan, TNI, BPPT, perguruan tinggi maupun kalangan dunia usaha. Dimana saat ini data penginderaan jauh dengan UAV di Indonesia sudah mulai dimanfaatkan untuk pemantauan perkebunan, infrastruktur jalan, daerah pertambangan dan kebencanaan (Gambar 2).



Gambar 2. Kemampuan rancangbangun PTA untuk pemotretan udara oleh LAPAN dan BPPT, serta contoh produk informasi dari PTA untuk menghitung pohon perkebunan dan volume tambang oleh kalangan dunia usaha.

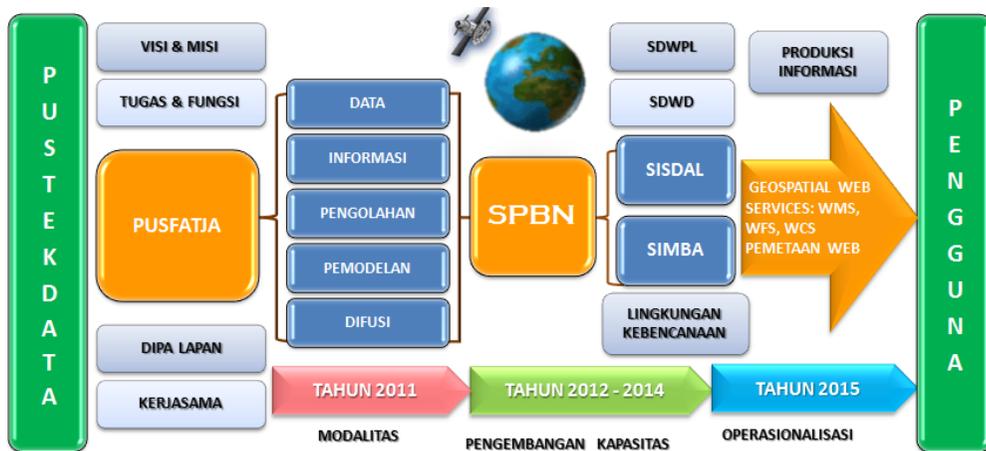
Lapan telah memanfaatkan data satelit penginderaan jauh untuk mendukung berbagai kepentingan sektor-sektor pembangunan nasional. Data dan informasi yang dihasilkan telah disampaikan kepada berbagai kementerian, lembaga dan pemerintah daerah provinsi/kabupaten/kota di seluruh Indonesia. Untuk menjamin kontinuitas ketersediaan informasi yang dibutuhkan berbagai pengguna, Lapan mengembangkan Sistem Pemantauan Bumi Nasional (SPBN), yang terdiri dari Sistem Informasi Mitigasi Bencana Alam (SIMBA) dan Sistem Inventarisasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan (SISDAL) untuk menyediakan informasi terkait mitigasi bencana dan sumber daya alam. Selain itu, infrastruktur SPBN pada tahun 2013 dapat dimanfaatkan untuk mendukung operasi *Regional Support Office (RSO) - Indonesia, United Nations Space based Information for Disaster Emergency and Reduction (UNSPIDER)*. Indonesia telah menjadi RSO UN SPIDER sejak tanggal 19 Februari 2013 dengan ditandatanganinya nota kesepahaman antara Lapan dengan *United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA)*.

Pengalaman dan peran yang telah dicapai Lapan dalam pengembangan teknologi penginderaan jauh dan pemanfaatannya di Indonesia sampai dengan tahun 2014 telah cukup banyak. Namun Lapan harus terus meningkatkan kemampuan SDM dan infrastruktur karena pada tahun – tahun mendatang tuntutan oleh berbagai pihak (pemerintah, masyarakat, perguruan tinggi dan dunia usaha/swasta) semakin meningkat antara lain penyediaan data satelit resolusi tinggi untuk seluruh kementerian, lembaga dan pemerintah daerah sesuai dengan amanat Inpres No. 6

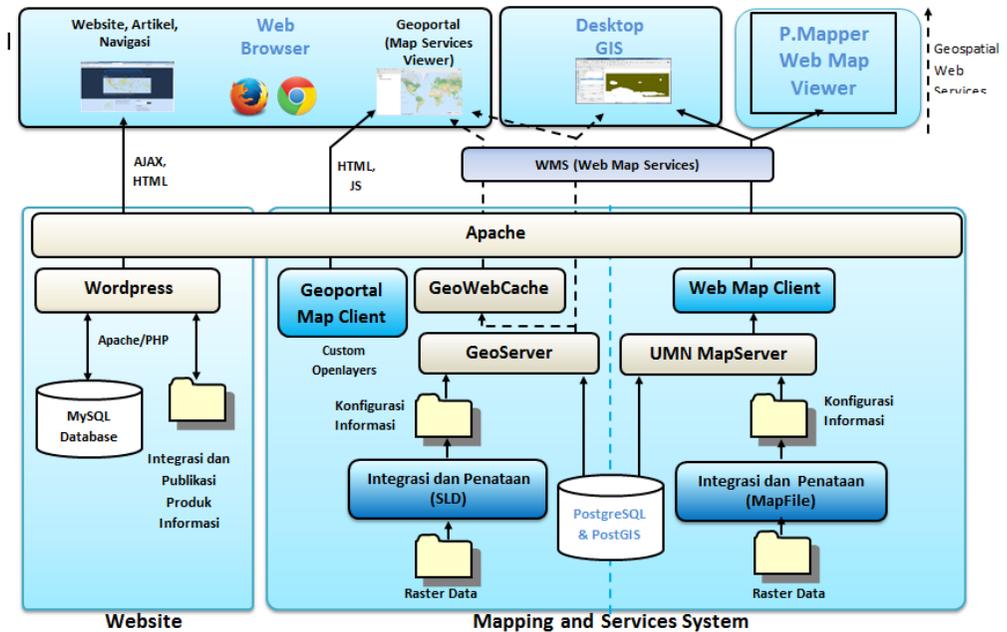
tahun 2012 tentang Penyediaan, Pengendalian Kualitas, Pengolahan dan Distribusi Data Satelit Resolusi Tinggi, serta tugas Lapan sebagai Bank Data Penginderaan Jauh Nasional (BDPJN) serta menyediakan metode standar pengolahan data satelit yang dapat digunakan oleh oleh berbagai pihak yang menggunakan data satelit penginderaan jauh sesuai dengan amanat UU. No.21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan.

III. SISTEM PEMANTAUAN BUMI NASIONAL (SPBN)

SPBN dicanangkan oleh Lapan sejak tahun 1990-an yang saat itu diberi nama Proyek Pemantauan Bumi. Pada program ini terdapat beberapa kegiatan yang penting dan berskala nasional yang antara lain: pemantauan liputan awan, pemantauan titik api kebakaran lahan dan hutan, pemantauan tingkat kekeringan lahan, dan pemantauan penutup dan penggunaan lahan. Secara khusus program ini dimunculkan kembali secara lebih komprehensif mulai tahun 2011 dengan mempertimbangkan pada modalitas kekuatan litbang dan informasi yang dihasilkan oleh Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh (Pusfatja). Sistem ini ditargetkan dapat beroperasi pada tahun 2015. Saat ini sudah terdapat 12 informasi yang dapat dioperasionalkan melalui SPBN, yang seperti disebutkan di atas terdiri dari dua sistem yaitu SIMBA dan SISDAL. Gambar 3 menampilkan alur kerja SPBN yang telah direncanakan pada tahun 2011 hingga tahun 2015.



Gambar 3. Rangkaian Sistem Pemantauan Bumi Nasional.



Gambar 4. Perancangan konseptual system.

SPBN didukung oleh sistem data, sistem pengolahan, dan sistem diseminasi informasi yang menjadi satu rangkaian yang mendukung SISDAL dan SIMBA (Gambar 4). Solusi tantangan sistem kebumiharian bangsa Indonesia dalam beberapa dekade mendatang memerlukan informasi yang beranekaragam. Informasi hasil pemanfaatan penginderaan jauh dibutuhkan untuk memberikan layanan solusi yang dapat diakses dan digunakan baik oleh pemerintah maupun masyarakat umum. Sistem Pemantauan Bumi Nasional (SPBN) mampu memberikan dukungan untuk mengidentifikasi, mengumpulkan, menganalisis, dan menyebarkan informasi tersebut bagi pengambil keputusan dalam persiapan dan respon terhadap keadaan darurat kebencanaan. SPBN diharapkan dapat mendukung kesinambungan produksi, diseminasi dan kemudahan akses informasi tersebut, yang pada akhirnya dapat meningkatkan pemanfaatan penginderaan jauh untuk mendukung pengelolaan sumberdaya alam, lingkungan dan mitigasi bencana dalam rangka mendukung pembangunan nasional berkelanjutan. SIMBA telah beroperasi 24 jam 7 hari, dan setiap terjadi bencana langsung bergerak sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan. Duabelas informasi pemantauan bumi yang sudah beroperasi adalah perubahan lahan hutan non-hutan dari tahun 2000 hingga 2012, fase pertumbuhan padi di lahan sawah, sumberdaya air danau, zona potensi

penangkapan ikan, mangrove, terumbu karang, potensi banjir harian, sistem peringat bahwa kebakaran, titik api dan kebakaran lahan/hutan, tingkat kekeringan lahan, respon bencana, dan gunung api. Berikut ini adalah contoh informasi yang telah dihasilkan oleh Sistem Pemantauan Bumi Nasional.

1. Lahan hutan dan non-hutan seluruh Indonesia

Lapan terlibat dalam project *Indonesia National Carbon Accounting System* (INCAS) untuk pemetaan lahan hutan seluruh Indonesia. Pemetaan hutan telah dilakukan setiap tahun selama periode 2000-2012. Informasi spasial hutan yang dihasilkan telah dimanfaatkan oleh Kemenhut, UKP4 dan berbagai institusi pemerintah lainnya.

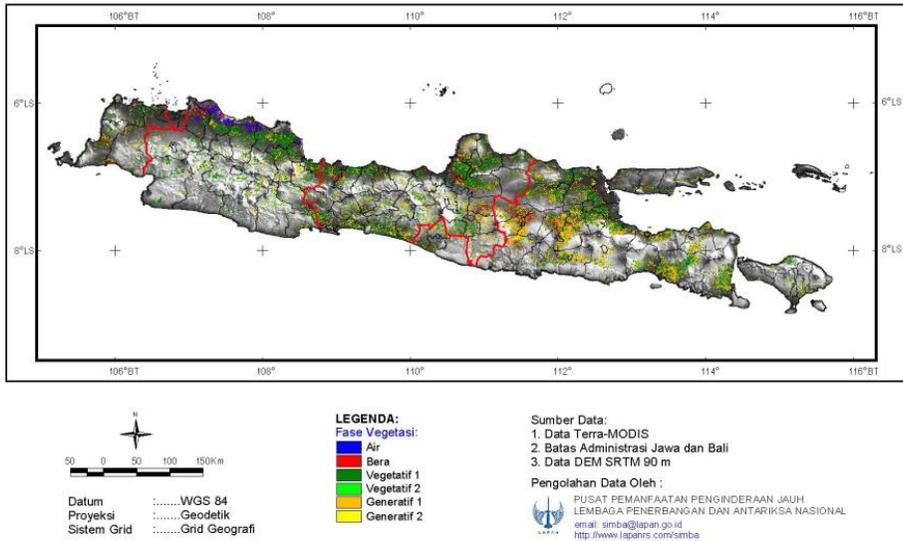


Gambar 5. Hasil pemetaan lahan hutan dan perubahannya selama periode 2000-2009.

2. Fase Pertumbuhan Padi

Lapan melakukan pemantauan fase pertumbuhan padi setiap 8 hari, serta informasi kondisi kebanjiran/kekeringan lahan sawah. Informasi ini telah dimanfaatkan oleh BPS dan Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) – Kementerian Pertanian.

FASE TANAMAN PADI SAWAH DI PULAU JAWA BALI
PERIODE 20 - 27 JULI 2014



Gambar 6. Hasil pemantauan fase pertumbuhan padi Pulau Jawa dan Bali.

BBSDLP Kementerian Pertanian telah memanfaatkan informasi spasial fase pertumbuhan padi sawah dan informasi spasial kondisi kebanjiran/kekeringan lahan sawah untuk melakukan estimasi masa tanam, estimasi produksi pertanian dan rekomendasi untuk pendistribusian sarana produksi yang harus disiapkan (Gambar 6). dan pemanfaatan lebih lanjut dengan menggabungkan informasi spasial fase pertumbuhan padi, rawan kekeringan lahan sawah dan data prediksi curah hujan dari BMKG untuk memberikan rekomendasi kondisi tingkat kekeringan sawah yang mempengaruhi produksi padi nasional (Gambar 7).



Gambar 7. Contoh peta fase pertumbuhan padi sawah irigasi bulan Juli 2014 yang dibuat oleh Balitbang Kementan dengan memanfaatkan data dari LAPAN

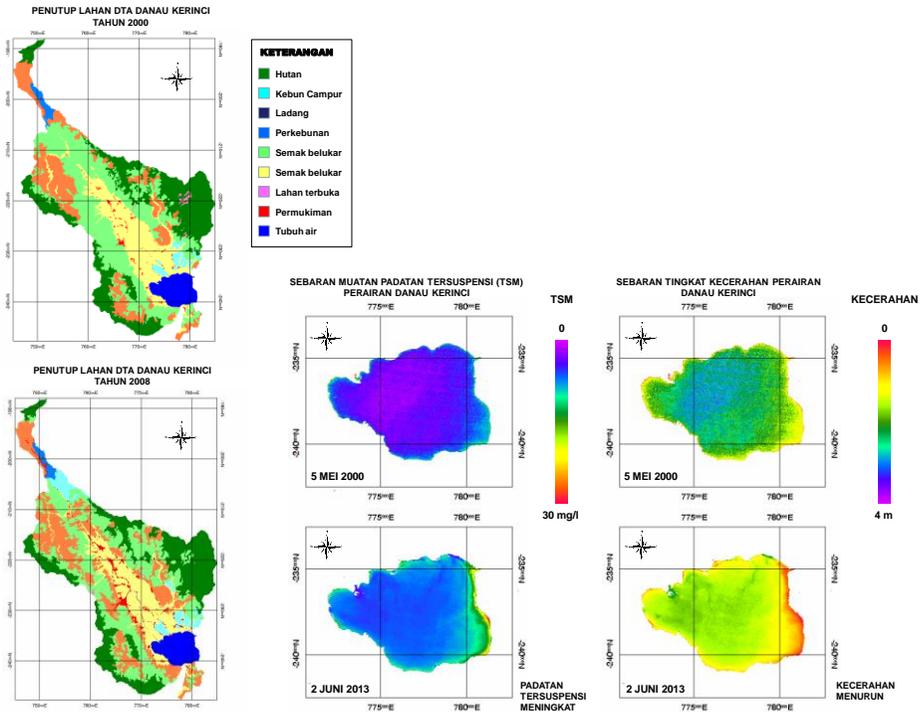


Metode: Overlay peta: (1) Lahan Sawah, (2) Data historikal kekeringan untuk Padi tahun 1989 – 2013, (3) Prediksi MK II 2014 per ZOM, dan (4) Data *standing crop* MODIS

Gambar 8. Contoh sebaran fase pertumbuhan tanaman padi pada sawah rawan kekeringan di Pulau Jawa, yang digabungkan dengan data prediksi curah hujan (Sumber: Balitbang Kementan)

3. Sumberdaya Air Danau

Pemantauan ini dilakukan setiap 3-6 bulan sekali, yang memberi informasi mengenai kualitas DTA dan perairan danau, khususnya danau yang termasuk dalam 15 danau prioritas di Indonesia. Informasi dapat dimanfaatkan oleh Puslitbang Air Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.



Gambar 9. Hasil pemantauan DTA dan Danau Kerinci

4. Pemetaan Objek Pajak

Data satelit resolusi tinggi dapat mengidentifikasi berbagai objek pajak di suatu wilayah secara akurat dan memberikan informasi mengenai lokasi, luas tanah, luas bangunan dan jenis penggunaan objek pajak tersebut. Pemanfaatan data satelit yang berlainan waktu dapat digunakan untuk memantau perubahan yang terjadi pada objek pajak dari waktu ke waktu secara akurat, seperti contoh: pembukaan kawasan, pembangunan bangunan baru, perluasan pembangunan. Hal ini sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan melakukan update terhadap data base objek pajak yang dimiliki oleh Dirjen Pajak atau dinas pajak di setiap daerah. Berbagai objek pajak dapat dipetakan dengan menggunakan data satelit penginderaan jauh seperti: objek pajak pertanian dan perkebunan (areal sawah, kebun sawit, karet dll), objek kehutanan, objek permukiman dan perkotaan (kawasan industri, kawasan perumahan, perkantoran dll), dan objek pertambangan.



Kiri atas : Kawasan Industri
 Kiri bawah : Kawasan perumahan
 Kanan atas: Kawasan perdagangan dan jasa (mall)

Gambar 10. Contoh hasil pemetaan objek pajak di perkotaan



Kota Semarang, IKONOS: 22 Juli 2007

Kota Semarang, PLEIADES: 06 Maret 2013

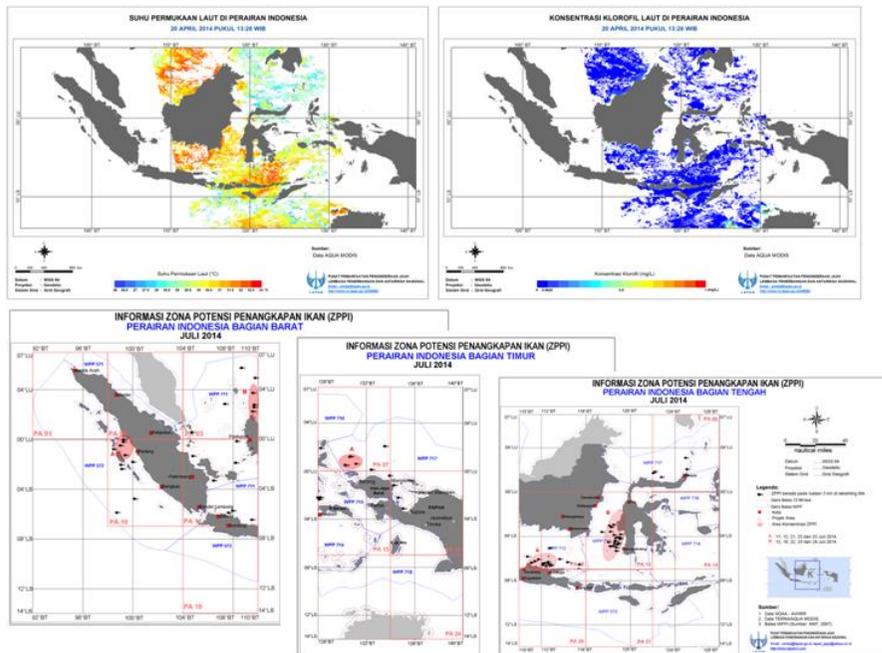
Pendirian bangunan

Peningkatan bangunan

Gambar 11. Hasil pemantauan perubahan objek pajak

5. Zona Potensi Penangkapan Ikan

Produksi informasi Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI) dilakukan secara harian dengan menghasilkan informasi Suhu Permukaan Laut (SPL), klorofil a dan ZPPI yang dibagi menjadi 24 *project area*. Informasi SPL harian, klorofil-a harian dan ZPPI bulanan di upload di website resmi Pusfatja, sedangkan informasi ZPPI harian di email langsung kepada -pengguna seperti Dinas Kelautan Perikanan untuk selanjutnya disebarluaskan kepada nelayan setempat

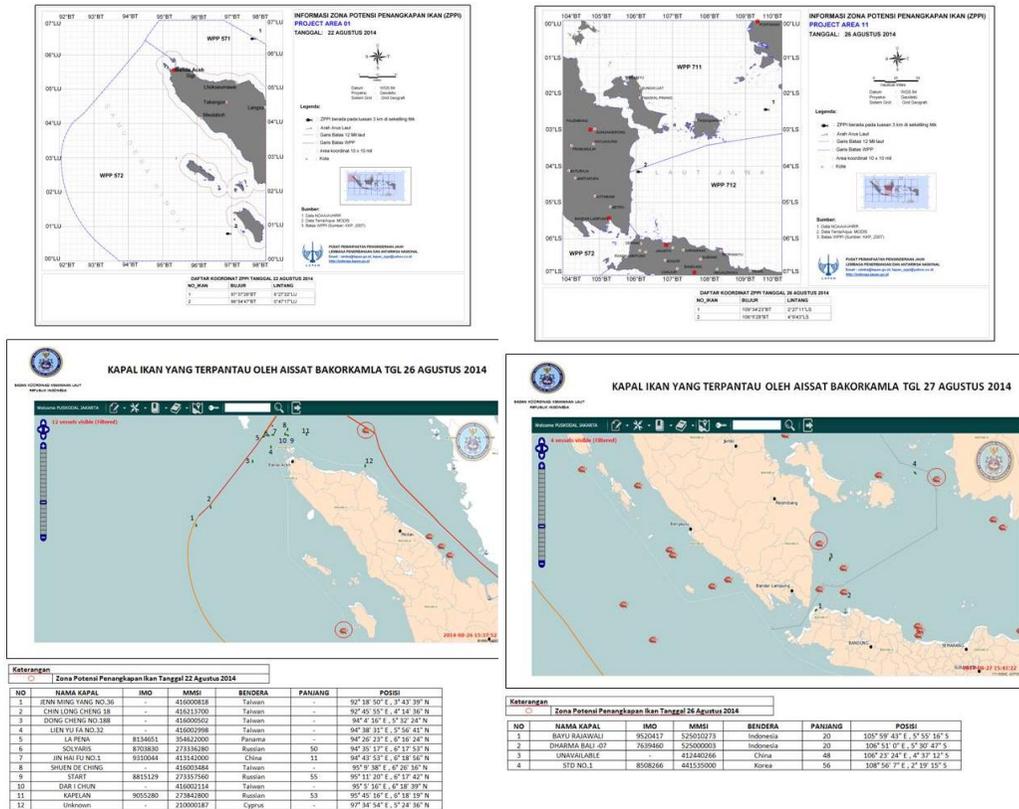


Gambar 12. Hasil Pemantauan Zona Potensi Penangkapan Ikan.

Informasi SPL dan Klorofil-a harian serta ZPPI bulanan diunggah dalam website resmi Pusfatja, sedangkan informasi ZPPI harian didiseminasikan melalui email secara langsung kepada pengguna seperti Nelayan dan Juragan Kapal, Dinas Kelautan Perikanan Kab./Kota, Guskamla (Gugus Keamanan Laut) dan Dispamal (Dinas Pengamanan Angkatan Laut) TNI-AL serta Bakorkamla (Badan Koordinasi Keamanan Laut).

Informasi ZPPI selanjutnya digunakan oleh nelayan dalam menentukan daerah penangkapan ikan di laut. Pemanfaatan informasi ini bertujuan untuk membantu meningkatkan hasil produksi tangkapan serta meningkatkan efektifitas dan efisiensi (dapat mengurangi waktu dan biaya operasional penangkapan ikan) operasi penangkapan ikan. Selain dirasakan oleh nelayan di beberapa wilayah di Indonesia, pemanfaatan informasi ZPPI ini juga sangat membantu dalam operasi pengamanan sumber daya ikan dan penegakan hukum di laut dari kegiatan illegal fishing. Informasi ZPPI dijadikan sebagai

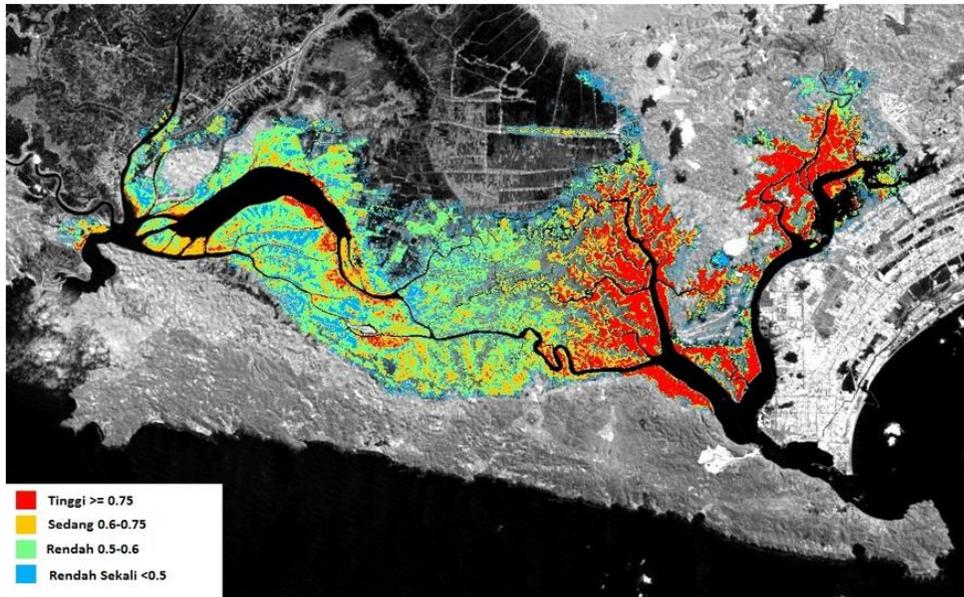
masuk dan acuan dalam memanta keberada dan pergerakan kapal-kapal penangkap ikan lokal dan asing, seperti yang telah diterapkan oleh MRCC (Maritime Regional Control Center) dan RCC (Regional Control Center) Bakorkamla.



Gambar 13. Pemanfaatan Informasi ZPII oleh MRCC/RCC Bakorkamla untuk Pemantauan Kapal Ikan Asing dan Lokal

6. Mangrove

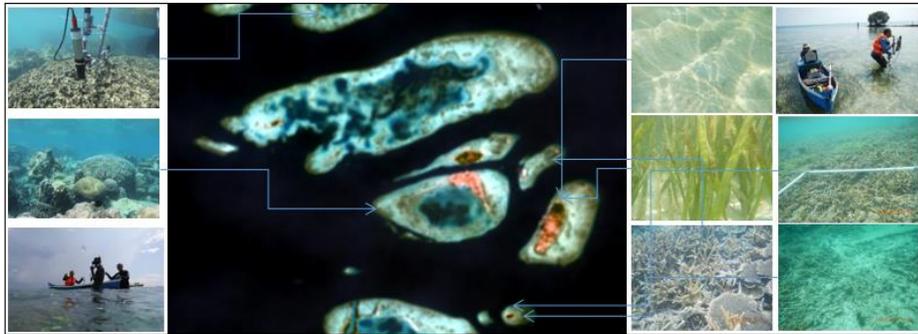
Pemantauan mangrove telah dilakukan oleh Lapan bekerjasama dengan Ditjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan Departemen Kehutanan dan Fakultas Kehutanan IPB Bogor pada tahun 1997. Penelitian dan pengembangan selanjutnya dilakukan bekerjasama dengan Kemenhut, BIG, KKP, KLH dalam satu wadah "One Map Mangrove". Selain itu kegiatan litbang mangrove berkoordinasi dengan Space Application for Environment (SAFE) Project dalam Asian Pasific Remote Sensing Forum (APRSF) juga dilakukan untuk mawadahi kebutuhan litbang penghitungan biomasa.



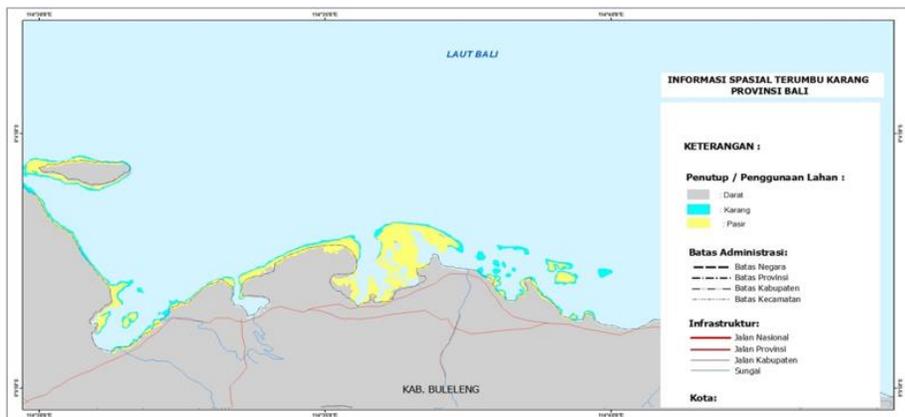
Gambar 14. Hasil pemantauan kerapatan mangrove di Segara Anakan.

7. Terumbu Karang

Penelitian dan pengembangan data penginderaan jauh untuk ekstraksi informasi terumbu karang sudah dilakukan sejak tahun 1998, dan pada tahun 2001 telah dihasilkan Peta Terumbu Karang seluruh Indonesia dengan data Landsat 5 dan Landsat 7 melalui kerjasama dengan *Coral Reef Rehabilitation and Management Project* LIPI. Saat ini dengan tersedianya data Landsat 8, SPOT 5/6 dan data resolusi tinggi lainnya, maka perlu dilakukan penelitian pengembangan ekstraksi informasi spasial terumbu karang yang lebih detail.



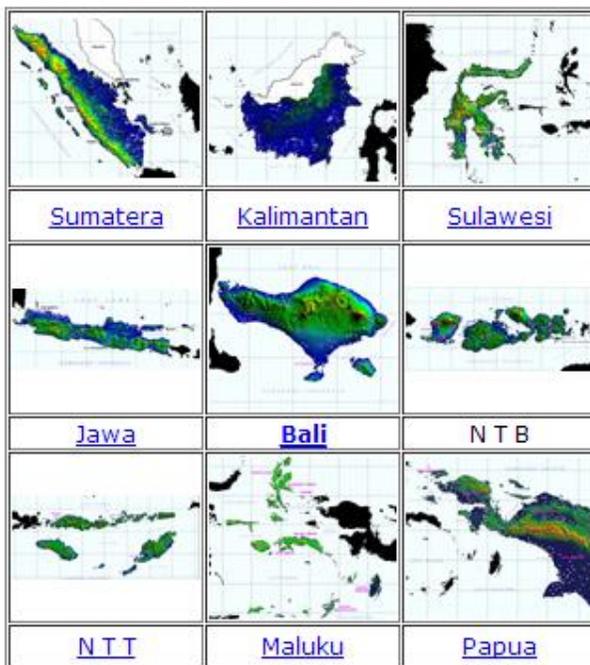
Komposit 432 (RGB) Data Landsat-8 dan Kenampakan di Lapangan



Gambar 15. Citra Komposit dan Kenampakan Obyek di Lapangan (atas) dan Hasil Updating Informasi Terumbu Karang Pulau Bali 2011 (bawah).

8. Potensi Banjir Harian

Pemantauan Potensi banjir harian yang dilakukan oleh LAPAN mempergunakan data curah hujan yang dianalisis dari *Multi-functional Transport Satellite – 2R* (MTSAT-2R). Informasi curah hujan kemudian dikompilasikan dengan informasi daerah potensi tergenang, sehingga menghasilkan daerah berpotensi terjadi banjir untuk setiap harinya di wilayah Indonesia. Dalam penyajiannya, daerah pantauan disusun menjadi sembilan wilayah, yaitu Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Jawa, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Maluku dan Papua.



Gambar 16. Hasil pemantauan daerah-daerah potensi banjir.



Gambar 17. Hasil pemantauan daerah potensi banjir di Jawa untuk tanggal 18 Januari 2014.

DAERAH POTENSI BANJIR DI JAWA

Tanggal 18 Januari 2014

Berdasarkan data MTSAT-2 tanggal 17 Januari 2014 pukul 00.00 - 23.00 UTC

NO	KABUPATEN	PROPINSI
1	Lebak	BANTEN
2	Pandeglang	BANTEN
3	Bantul	DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
4	Gunung Kidul	DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
5	Kota Yogyakarta	DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
6	Kulon Progo	DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
7	Sleman	DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
8	Cianjur	JAWA BARAT
9	Garut	JAWA BARAT
10	Sukabumi	JAWA BARAT

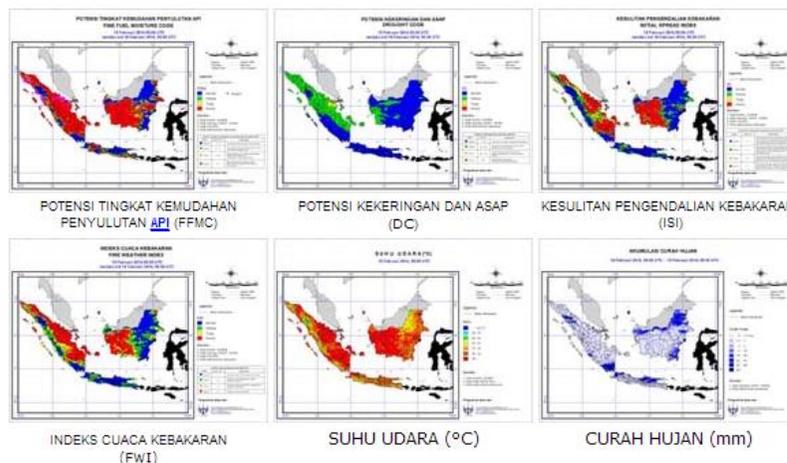
Gambar 18. Tabel pemantauan daerah potensi banjir di Jawa untuk tanggal 18 Januari 2014.

9. Sistem Peringkat Bahaya Kebakaran

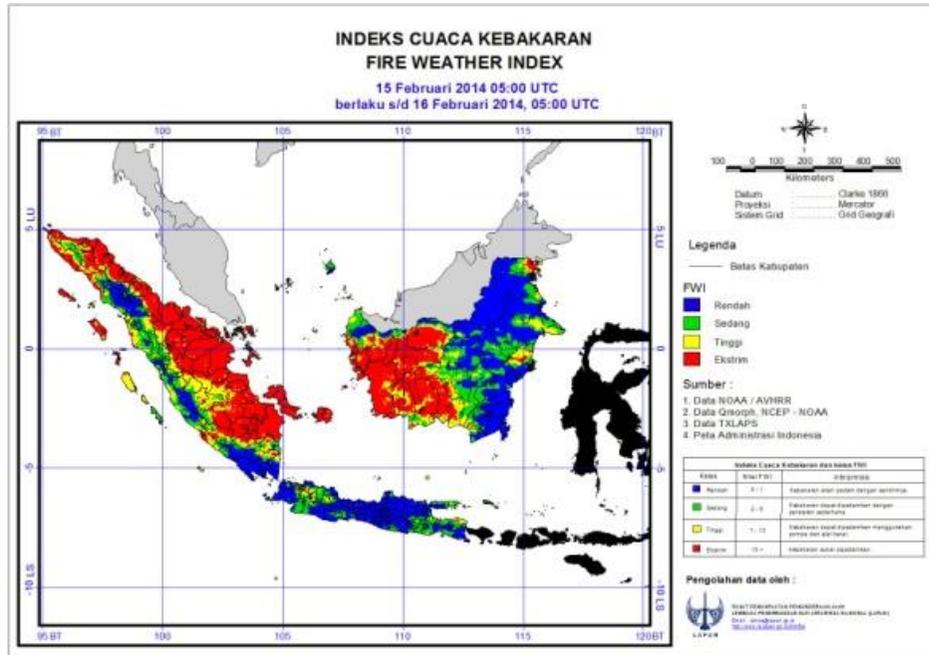
Sistem Peringkat Bahaya Kebakaran (SPBK) telah dikembangkan dan dioperasionalkan secara harian oleh LAPAN dengan basis data penginderaan jauh. SPBK tersebut dikembangkan berdasarkan indeks cuaca kebakaran (*Fire Weather Index*), yaitu indeks yang menggunakan indikator kebakaran di atas lahan berdasarkan cuaca, yang meliputi kode-kode kelembaban bahan bakaran (*Fuel Moisture Code*) dan indeks perilaku api (*Fire Behaviour Index*). Sampai saat ini, fokus pemantauan adalah wilayah yang sering mengalami atau rawan kebakaran, khususnya di Sumatera, Kalimantan serta Jawa.

Informasi Daerah Peringkat Bahaya Kebakaran [Februari 2014](#) - Seluruh Indonesia

SISTEM PERINGATAN DINI BAHAYA KEBAKARAN HUTAN/LAHAN
BERBASISKAN DATA PENGINDERAAN JAUH



Gambar 19. Hasil pemantauan SPBK di wilayah Indonesia untuk bulan Februari 2014.



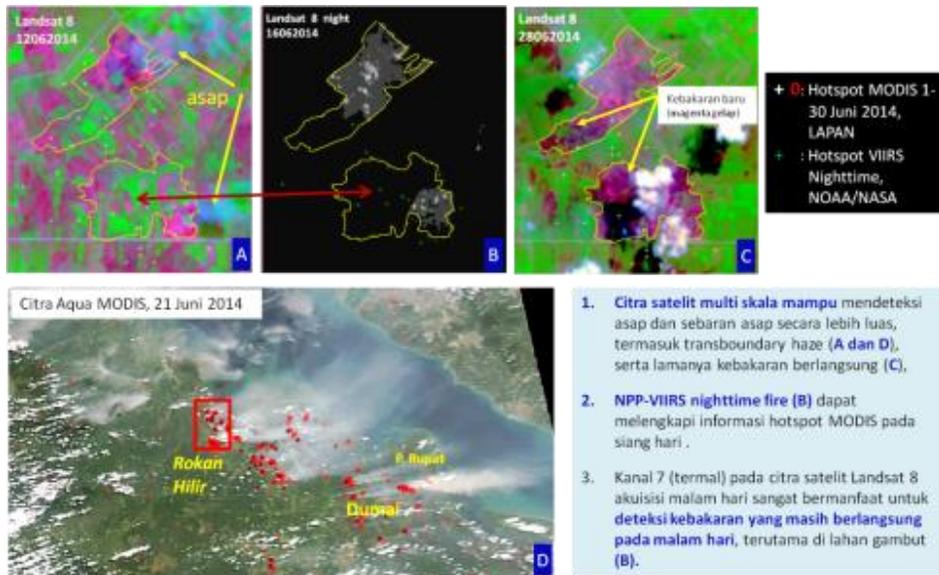
Gambar 20. Hasil pemantauan SPBK, terkait indeks cuaca kebakaran tanggal 15 Februari 2014.

	D	E	F	G	H	I	J
1	KECAMATAN	KABUPATEN	PROPINSI	WD150214	CH150214	SUHU1502	RH150214
2	Alaban	Aceh Selatan	Aceh	8.3	1.6	32.0	63.2
3	Aleukuyun	Aceh Barat	Aceh	9.3	0.0	31.4	65.5
4	Aleupendeung	Aceh Barat	Aceh	9.3	0.0	31.7	64.3
5	Alue Dawah	Aceh Selatan	Aceh	9.2	1.0	31.4	65.6
6	Aluejamuk	Aceh Barat	Aceh	9.3	0.0	31.6	64.7
7	Angkeuw	Aceh Barat	Aceh	9.0	0.0	31.8	63.8
8	Angkup	Aceh Tengah	Aceh	9.3	0.0	26.9	84.0
9	Asan Kumbang	Pidie	Aceh	9.3	0.0	31.9	63.4
10	Awao	Aceh Tengah	Aceh	9.3	0.0	31.9	63.6

Gambar 21. Tabel pemantauan SPBK perpropinsi untuk tanggal 15 Februari 2014.

10. Titik Panas dan Kebakaran Lahan/Hutan

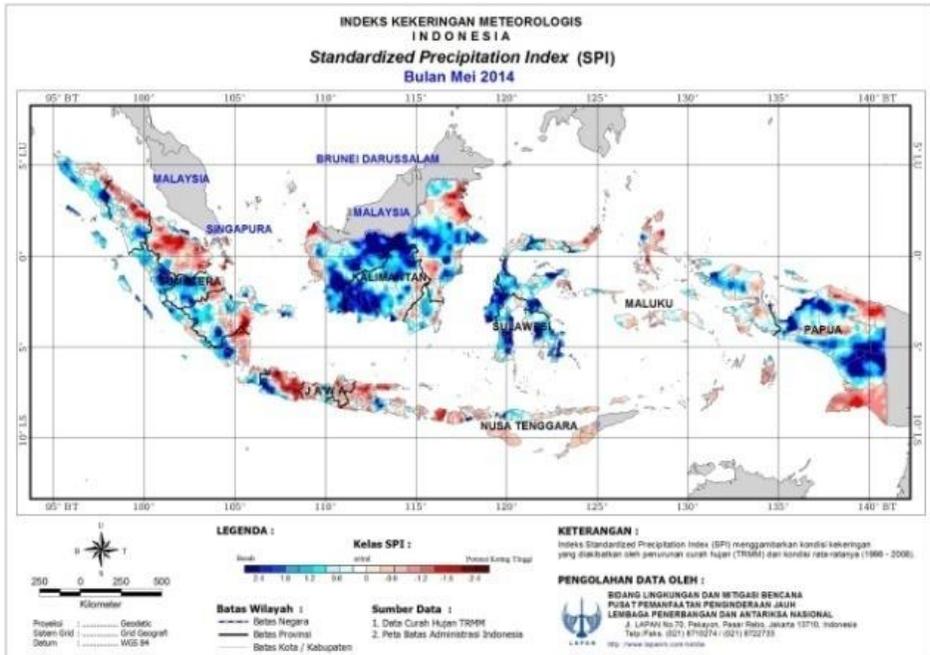
Informasi hotspot diolah dan diinformasikan secara harian untuk seluruh wilayah Indonesia. Informasi kabut asap diolah khususnya pada momen terjadinya kebakaran hutan/lahan yang luas dan membesar. Informasi lahan terbakar dihasilkan terkait dengan adanya kejadian kebakaran hutan/lahan yang luas dan membesar tersebut.



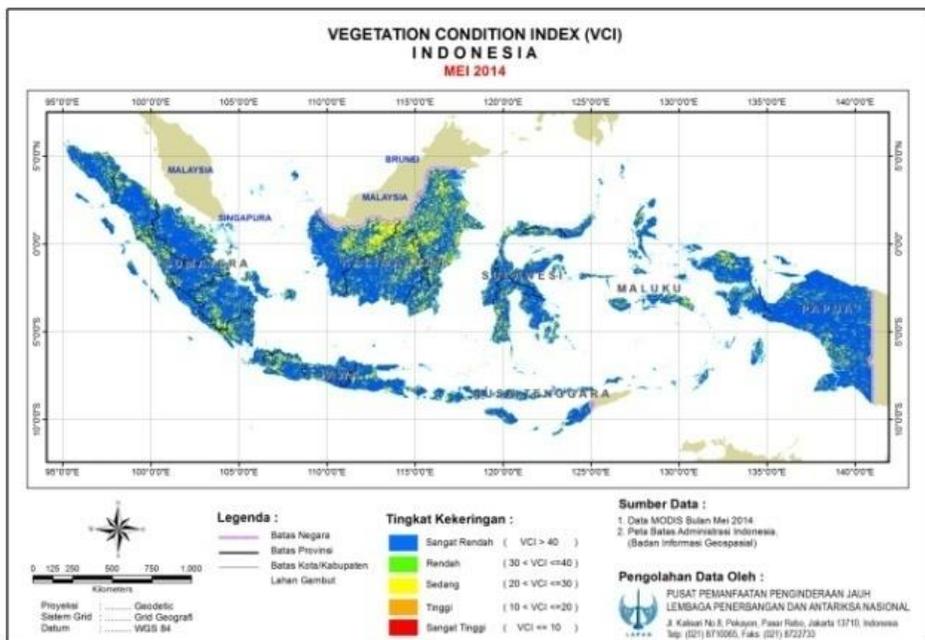
Gambar 22. Contoh hasil informasi titik panas beserta sebaran kabut asap dan area terbakar.

11. Tingkat Kekeringan Lahan

Pemantauan tingkat kekeringan yang dilakukan oleh LAPAN meliputi kekeringan meteorologis dan kekeringan agronomis. Informasi kekeringan meteorologis diolah dari data curah hujan dari TRMM untuk menghasilkan *Standardized Precipitation Index* (SPI). Informasi SPI tersebut merupakan representasi dari kondisi kekeringan secara meteorologis. Sementara kekeringan agronomis dapat dianalisis berdasarkan indeks vegetasi yaitu *Vegetation Condition Index* (VCI) dari data satelit MODIS. VCI ini dapat digunakan sebagai alat untuk mengukur kondisi kadar air pada vegetasi. Menurunnya kadar air pada vegetasi akan menggambarkan kondisi kekeringan yang terjadi.



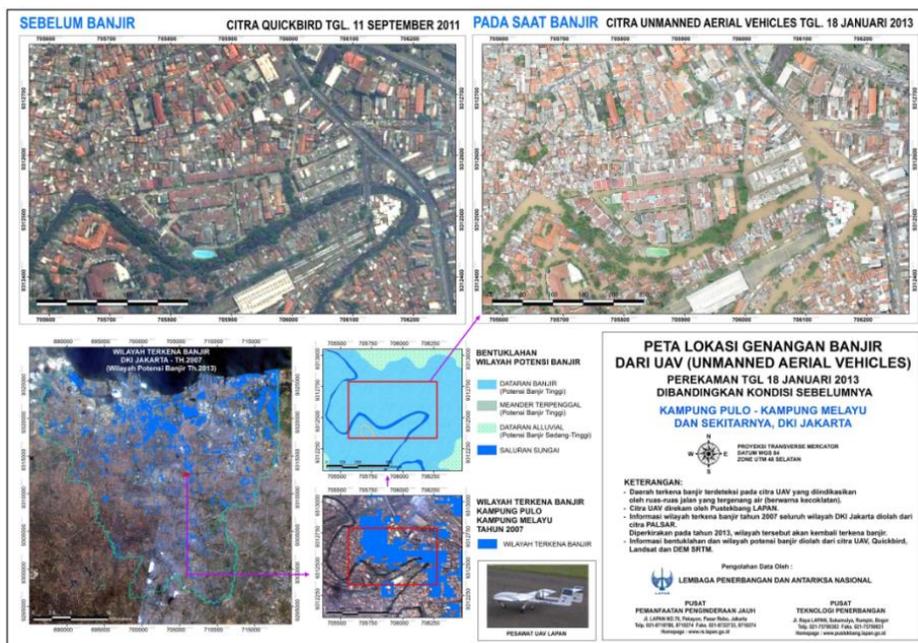
Gambar 23. Hasil pemantauan kekeringan meteorologis yang dilakukan oleh LAPAN.



Gambar 24. Hasil pemantauan kekeringan yang dilakukan oleh LAPAN.

12. Respon Bencana

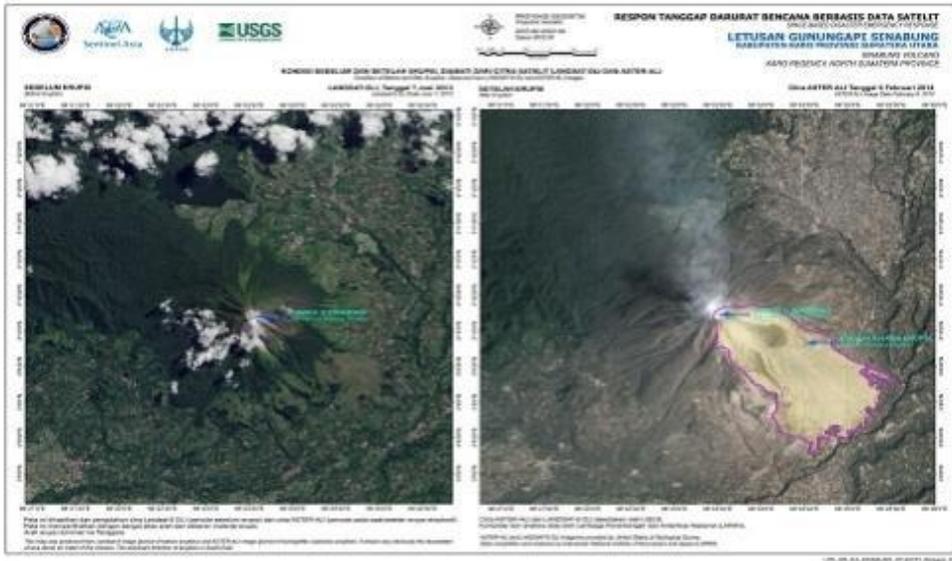
Dalam konteks tanggap darurat bencana, Lapan ikut berperan aktif dengan menyediakan informasi berbasis data satelit pada lokasi kejadian bencana. Fokus skala bencana yang menjadi prioritas adalah untuk skala nasional dan provinsi. Jenis-jenis bencana yang dipantau mencakup gempa bumi, tsunami, tanah longsor, banjir, dan erupsi gunungapi. Selain itu juga kekeringan serta kebakaran hutan/lahan. Dalam respon bencana ini, dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa data citra (muti-resolusi dan multisensor), sesuai dengan kondisi ketersediaan data yang ada. Bergabungnya LAPAN dalam wadah Sentinel Asia dan *International Charter* memudahkan Lapan dalam mengakses data-data (terutama resolusi spasial tinggi dan *near realtime*) yang dibutuhkan dalam respon bencana.



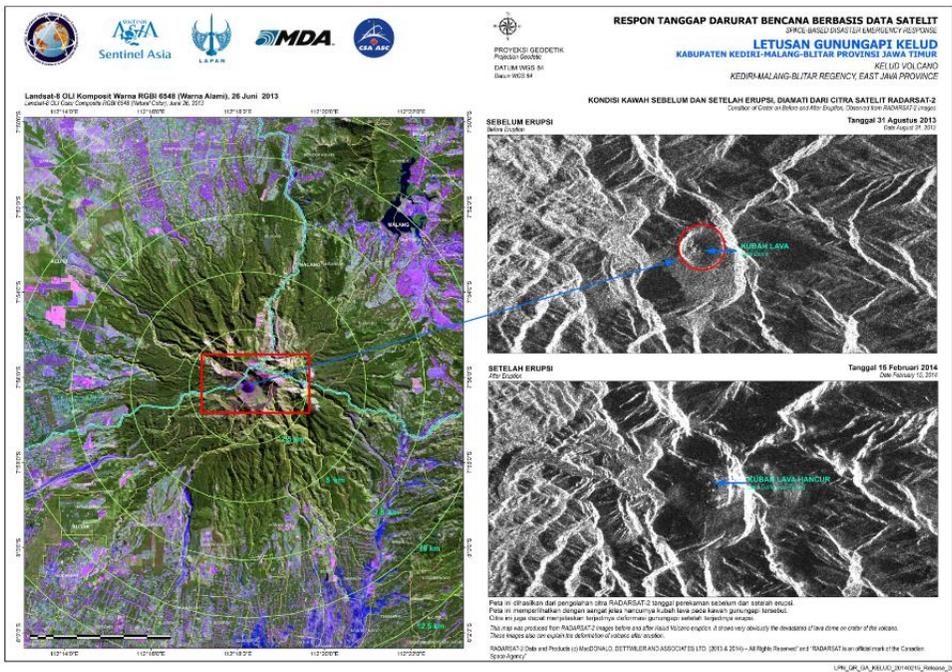
Gambar 25. Hasil pengolahan citra satelit untuk tanggap darurat bencana, banjir Jakarta.

13. Gunung Api

Peristiwa erupsi vulkanik yang intens menjadi pertimbangan bagi LAPAN bahwa gunungapi merupakan obyek khusus yang perlu dipantau dari citra satelit. Pada tahun 2014 ini saja, tiga erupsi dahsyat telah terjadi di G. Sinabung, G. Kelud dan G. Sangeang Api. LAPAN telah melakukan pengamatan kejadian erupsi pada ketiga gunungapi tersebut.



Gambar 26. Hasil pengamatan kejadian erupsi vulkanik pada Gunung Sinabung di Indonesia.



Gambar 27. Hasil pengamatan kejadian erupsi vulkanik pada Gunung Kelud di Indonesia.

IV. MANFAAT EKONOMI

Secara ekonomi pemanfaatan penginderaan jauh akan meningkatkan pendapatan bagi pemerintah ataupun masyarakat. Beberapa umpan balik dari para pengguna informasi yang dihasilkan mengatakan bahwa informasi berasal yang dihasilkan dari data satelit penginderaan jauh bermanfaat untuk meningkatkan ekonomi Indonesia. Sebagai contoh adalah umpan balik dari Kantor Wilayah (Kanwil) Pajak Jawa Tengah, mengatakan bahwa informasi yang dihasilkan oleh Sistem Pemantauan Bumi Nasional dan kerjasama dengan Pusfatja meningkatkan pendapatan pajak hingga 30 Milyar rupiah. Keuntungan ekonomi ini baru pada satu Kantor Wilayah saja, jika ada 10 Kanwil yang memakai informasi ini, maka diperkirakan dapat meningkatkan pendapatan pajak hingga 300 Milyar rupiah. Hal ini dapat dimengerti karena data satelit dapat mengidentifikasi perubahan yang disebabkan pembangunan gedung/bangunan di suatu wilayah, dan menghitung luasan bangunan secara akurat, sehingga dapat meningkatkan jumlah dan luas objek pajak.

Selain informasi tersebut penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengidentifikasi fase pertumbuhan padi. Informasi ini digunakan untuk pembuatan rekomendasi distribusi pupuk maupun alat dan mesin pertanian. Suatu wilayah yang memiliki fase padi air atau bera memerlukan alat dan mesin pertanian untuk pengolahan sawah, sedangkan wilayah yang fase pertumbuhannya vegetative memerlukan pasokan pupuk. Informasi ini akan menyebabkan distribusi yang cepat, tepat dan juga meningkatkan efisiensi biaya distribusi alat dan mesin pertanian dan pupuk. Sehingga akan meningkatkan produktivitas tanaman padi secara keseluruhan. Jika produktivitas meningkat sekitar 0.5 ton/ha dan luas sawah di Indonesia sebesar 8 juta hektare, maka dalam sekali tanam, produksi bisa meningkat sebesar 4 juta ton. Jika harga gabah sebesar 5000 rupiah, maka negara akan memperoleh untung sebesar 20 Milyar rupiah dalam sekali tanam. Jika penanaman dilakukan dua kali dalam setahun, maka keuntungan secara ekonomi bisa bertambah sebesar 40 Milyar rupiah/tahun.

Informasi yang juga memiliki manfaat ekonomi adalah informasi zona potensi penangkapan ikan (ZPPI). Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik di kapal di Indramayu, penggunaan informasi ZPPI dapat menghemat waktu dalam melaut, dimana waktu penangkapan ikan yang biasanya 28 hari menjadi hanya 14 hari sehingga mengefisienkan pemakaian bahan bakar kapal untuk menangkap ikan. Oleh karena itu dapat dihitung berapa jumlah bahan bakar yang dapat di hemat untuk menangkap ikan dengan hasil tangkapan yang sama. Informasi lain yang tidak bisa dihitung secara ekonomi namun bermanfaat adalah informasi terkait dengan kebencanaan. Belum lagi informasi sumberdaya alam yang dapat dihasilkan dari data penginderaan jauh akan membantu dalam eksploitasi sumberdaya alam yang berwawasan lingkungan.

V. PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN BUMI NASIONAL (SPBN)

Saat ini, beberapa informasi yang disampaikan masih belum mencakup seluruh wilayah Indonesia seperti informasi fase pertumbuhan padi yang hanya mencakup Pulau Jawa dan Bali, terumbu karang dan mangrove masih berkisar di Kepulauan Seribu, gunung api hanya per kasus kejadian letusan gunung api, dan belum semua danau dari target 15 danau prioritas dapat dikerjakan.

Kemampuan stasiun bumi Lapan dalam menerima data SPOT-6 dan SPOT-7 yang mempunyai resolusi spasial mencapai 1.5 m merupakan tantangan tersendiri untuk mengembangkan SPBN. Sebagai contoh untuk memantau wilayah strategis perbatasan dan perkotaan sangat dibutuhkan satelit dengan tingkat ketelitian yang tinggi (Gambar 27). Setiap tahun satelit ini dapat mengamati wilayah Indonesia, dan diprediksikan dalam 3 tahun dapat diperoleh data bebas awan dari data ini di seluruh Indonesia.



Gambar 28. Wilayah strategis daerah perbatasan di Entikong (kiri) dan wilayah perkotaan di Klaten (kiri) menggunakan data SPOT-6.

Dengan perkembangan ini, SPBN akan lebih jelas menggambarkan profil sumberdaya alam dan lingkungan seluruh Indonesia secara detail, termasuk perubahannya. Pemanfaatan data satelit penginderaan jauh multi resolusi akan meningkatkan kemampuan SPBN di Lapan. Keberadaan SPBN akan dapat mengefisienkan anggaran yang ada di Kementerian dan Lembaga yang terkait, dimana efisiensi tersebut akan jauh lebih besar daripada anggaran yang dibutuhkan untuk membangun SPBN.

Saat ini, pengguna aktif dari informasi yang dihasilkan oleh SPBN adalah Kementerian Pertanian terkait dengan fase pertumbuhan padi di lahan sawah, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan terkait dengan perubahan lahan hutan, informasi titik kebakaran dan luas kebakaran, perubahan kualitas danau, ruang terbuka hijau, dan informasi lingkungan lainnya, Kementerian Kelautan dan Perikanan terkait dengan zona potensi penangkapan ikan, mangrove, dan terumbu karang, serta Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) terkait dengan informasi kebencanaan.

Untuk masa mendatang, informasi yang akan dilengkapi dalam SPBN adalah informasi mangrove dan terumbu karang skala nasional, informasi fase pertumbuhan padi skala nasional, informasi 15 danau prioritas, informasi 30 Pulau-pulau kecil di perbatasan, dan Informasi 22 gunung aktif di Indonesia. Sedangkan, informasi yang sudah ada saat ini akan ditingkatkan melalui penelitian dan pengembangan dengan membuat pilot-pilot project di daerah. Harapannya semua dari data hingga menghasilkan informasi dapat dilakukan secara otomatis.

VI. PENUTUP

SPBN yang dikembangkan oleh Lapan telah beroperasi sejak awal tahun 2014 dan sudah diuji coba penggunaannya walau secara sistem masih perlu dilakukan pembenahan dalam rangka pengembangan sistem dan tambahan dukungan infrastruktur perangkat secara *hardware* dan *software*. Masih diperlukan pengembangan untuk lebih meningkatkan jumlah dan kualitas informasi yang dihasilkan dan juga pengembangan sumberdaya manusia. Otomatisasi proses dari data hingga informasi merupakan suatu tahap pengembangan SPBN lebih lanjut.

ORGANISASI IMU DAN SISTEM PEMANTAUAN

