

KEBIJAKAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH DALAM UPAYA Mendukung PENANGANAN KARHUTLA (Studi Kasus : Kalimantan Barat)

Nata Miharja

Balai Pengamatan Antariksa dan Atmosfer Pontianak
nata.miharja@lapan.go.id

ABSTRAK— Penguasaan teknologi Penginderaan Jauh di Indonesia meningkat secara signifikan. Teknologi ini mampu menyediakan data serta informasi karhutla yang digunakan untuk mengetahui banyaknya *hotspot*. Penanganan karhutla saat ini hanya sebatas pada sebaran banyaknya *hotspot* (titik panas) yang dibuat secara spasial sehingga sering menimbulkan penafsiran yang salah dan berbeda karena banyaknya *hotspot* diidentikkan banyak kejadian karhutla namun untuk pengecekan di lapangan menjadi berbeda dengan posisi hotspot yang menimbulkan ketidakjelasan keberadaannya. Penggunaan teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan sensor-sensor satelit memberikan informasi cara kerja sistem deteksi *hotspot* sehingga bisa dipahami dan diketahui fungsi dan kemampuannya sebagai informasi deteksi yang cepat, akurat, dan menyeluruh. Perpaduan penggunaan teknologi penginderaan jauh dengan pengamatan atmosfer permukaan dalam bentuk Indeks Standar Pencemaran Udara menghasilkan output data dan informasi secara real time dan dapat diimplementasikan dalam bentuk spasial dan temporal pada kondisi pra, saat dan pasca karhutla di wilayah Kalimantan Barat. Pemanfaatan kedua teknologi ini perlu mendapat dukungan secara politis dan kelembagaan dengan regulasi yang ada dan dapat dilakukan dengan cara terpadu, konsisten dan berkesinambungan. Penanganan karhutla digunakan untuk menjaga kesehatan dan ekonomi masyarakat.

Kata Kunci : hotspot, karhutla, penginderaan jauh, satelit, spasial

ABSTRACT,-- Mastery of Remote Sensing technology in Indonesia has increased significantly. This technology is able to provide data and information on forest and land fires which are used to determine the number of hotspots. Handling of forest and land fires is currently only limited to the distribution of the number of hotspots (hotspots) that are spatially created so that they often lead to wrong and different interpretations because the number of hotspots identifies many forest and land fires incidents but for checking in the field it is different from the hotspot position which causes unclear whereabouts. The use of remote sensing technology by utilizing satellite sensors provides information on how the hotspot detection system works so that it can be understood and its functions and capabilities can be understood as fast, accurate, and comprehensive detection information. The combination of the use of remote sensing technology with the observation of the surface atmosphere in the form of the Air Pollution Standard Index produces data and information output in real time and can be implemented in spatial and temporal forms in pre, during and after forest and land fires in West Kalimantan. The use of these two technologies needs to be supported politically and institutionally by the existing regulations and can be carried out in an integrated, consistent and sustainable manner. Handling of forest and land fires is used to maintain the health and economy of the community.

Keyword : hotspot, forest and land fire, remote sensing, satellite, spatial.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi suatu daerah yang baik ditandai dengan meningkatnya kualitas hidup masyarakat sedangkan peningkatan lingkungan hidup ditandai dengan selalu mempertimbangkan batas kemampuan alam untuk mampu menyediakan kebutuhan masyarakat di masa depan. Keduanya membutuhkan keterlibatan seluruh elemen masyarakat dan peningkatan sumber daya manusia. Berdasarkan kondisi perekonomian, Indonesia merupakan negara yang kaya sumber daya alam, seperti barang tambang, perkebunan, pertanian dan perikanan.

Sedangkan dari sisi lingkungan hidup sebagai negara yang memiliki kawasan lingkungan hidup yang luas dan besar.

Pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungan membutuhkan perlindungan dan pengawasan. Pemerintah pusat dan daerah telah banyak melakukan upaya-upaya tersebut, diantaranya dengan membuat regulasi, kelembagaan dan kebijakan. Sinergitas dan peran yang lebih intensif terus ditingkatkan sehingga dapat terjalin informasi dan komunikasi yang baik antara pemerintah, dunia usaha dan masyarakat. Namun itu semua masih belum bisa mengatasi permasalahan sehingga sering terjadi permasalahan baru, seperti terjadinya kerusakan lingkungan yang mengakibatkan bencana. Upaya-upaya yang lebih intensif terus dilakukan agar kerusakan lingkungan tidak mengakibatkan bencana yang besar.

Kerusakan lingkungan yang mengakibatkan bencana diantaranya kebakaran hutan dan lahan (karhutla). Hampir setiap tahun peristiwa ini selalu terjadi dan wilayah yang terdampak juga luas serta memiliki keterkaitan dengan anomali atau penyimpangan iklim setiap tahun, seperti *El Nino Southern Oscillation* (ENSO). Menurut (BNPB, 2019) daerah-daerah yang rentan terbakar diantaranya Provinsi Riau, Jambi, Sumatera Selatan (Sumsel), Kalimantan Barat (Kalbar), Kalimantan Tengah (Kalteng), dan Kalimantan Selatan (Kalsel) yang mencapai lahan terbakar 16-23 persen dari keseluruhan area dan provinsi-provinsi tersebut ditetapkan sebagai daerah darurat asap. Karhutla juga memicu munculnya asap pekat yang menyebar hingga negara-negara tetangga, seperti Malaysia, Singapura dan Brunei Darusalam.

Menurut (BNPB, 2019), penanganan karhutla tahun 2019 menggunakan Anggaran Pendapatan Belanja Negara (APBN) yang cukup besar dibandingkan pada tahun-tahun sebelumnya. Biaya penanganan karhutla mencapai Rp 2,5 triliun hingga Rp 3 triliun. Dampak karhutla juga cukup luas, menurut Bank Dunia, 2019, dampak karhutla terluas terjadi di Provinsi Riau yang mencapai luas hingga 49.266 ha kemudian Kalteng seluas 44.769 ha, Kalbar seluas 25.900 ha, Sumsel seluas 11.426 ha, dan Jambi seluas 11.022 ha. Berdasarkan data Bank Dunia tahun 2019, total kerugian Indonesia akibat karhutla mencapai US\$5,2 miliar atau setara Rp72,95 triliun. Angka ini setara dengan 0,5% dari Produk Domestik Bruto Indonesia.

Berdasarkan Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, pemerintah pusat dan daerah mempunyai tugas menyusun, menetapkan, dan menginformasikan bencana sebagai acuan dalam pengambilan keputusan oleh pemangku kepentingan. Pada rencana nasional tahun 2015-2019, telah dibuat Rencana Aksi Nasional Pengurang Resiko Bencana (RAN-PRB). Sehingga kebijakan pemerintah dalam mengatasi karhutla tidak terlepas dari rencana nasional dan daerah yang difokuskan pada upaya pengurangan resiko, penanganan kedaruratan yang efektif, efisiensi dalam rehabilitasi rekonstruksi, akuntabilitas dan transparansi tata kelola di daerah. Strategi kebijakan dilakukan diantaranya kemitraan, pencegahan dan mitigasi, kesiapsiagaan dan kedaruratan dan pemulihan dengan melakukan sinkronisasi kebijakan vertikal (pusat dan daerah),

Karhutla yang terjadi di Provinsi Kalbar tahun 2015 dan 2019 merupakan kejadian terbesar dalam kurun waktu lima tahun terakhir. Penyebab terjadinya karhutla karena adanya pembukaan lahan pertanian dan perkebunan tidak terkendali hingga mengakibatkan kebakaran besar. Hal ini menandakan bahwa manusia merupakan salah satu faktor yang menyebabkan karhutla. Pembukaan lahan ini juga didukung dengan kondisi cuaca, yaitu musim kemarau yang lama sebagai dampak elnino di Laut Samudera Pasifik. Dibidang ekonomi, kerugian ini menyebabkan daerah menjadi terganggu aktifitas di pelayanan transportasi udara, air (sungat dan laut) serta darat sebagai jalur distribusi barang dan orang antar pulau maupun wilayah.

Provinsi Kalbar merupakan daerah yang cukup luas dengan resiko tinggi terhadap kejadian karhutla. Kondisi tersebut membutuhkan suatu sistem yang dapat digunakan sebelum (pra), tanggap (saat) dan sesudah (pasca) terjadi karhutla. Upaya sebelum karhutla lebih dikenal dengan istilah peringatan dini atau *Early Warning System* (EWS), saat kejadian dikenal dengan sebutan tanggap darurat sedangkan kejadian dikenal dengan sebutan rehabilitasi dan rekonstruksi. Ketiga upaya ini membutuhkan suatu sistem yang satu, terintegrasi, akurat, cepat dan memiliki tingkat kepercayaan yang baik sebagai manajemen pengelolaan karhutla sehingga dibutuhkan langkah teknokratik dalam bentuk penggunaan teknologi keantariksaan, seperti Penginderaan Jauh (PJ).

PJ menjadi suatu kebutuhan karena pada sistem ini terkait dengan penggunaan sensor-sensor satelit yang terdiri dari beberapa parameter yang digunakan untuk menghasilkan suatu objek spasial dan temporal. Sensor-sensor parameter satelit yang digunakan sesuai dengan peruntukannya dalam menentukan suatu kriteria terhadap objek yang direkam atau ditangkap pada suatu wilayah dapat difungsikan menjadi objek spasial, seperti pembuatan peta kebencanaan. Penyajiannya bersifat dinamis, akurat, dan berkelanjutan dengan memberikan informasi yang jelas dan tepat sesuai dengan aksesibilitas dan sumber daya yang ada di lapangan. Teknologi PJ dapat digunakan dengan menggunakan beberapa satelit, seperti satelit Himawari, NOAA, *Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), LANDSAT dan *Satellite Pour l'Observation de la Terre* (SPOT). Kemampuan satelit-satelit tersebut dapat dipadukan pengolahannya menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG) dengan fungsi-fungsinya seperti pemodelan, pengukuran, pengawasan dan pemetaan. Melalui teknologi satelit, kemampuan hasil data spasial dan temporal dapat diperoleh secara *real time* dan digunakan dengan kondisi dan pengecekan di lapangan. Pemanfaatannya perlu mendapat dukungan secara politis dan kelembagaan sehingga bisa berkesinambungan. Dukungan politis diperlukan dalam penyusunan regulasi dan penganggaran sedangkan kelembagaan yaitu adanya perangkat organisasi daerah yang ada di tingkat provinsi dan kabupaten/kota.

1.2. Permasalahan

Penggunaan PJ untuk mendukung penanganan karhutla belum memiliki keseriusan dan keinginan kuat pada pemerintahan di daerah. Penanganan karhutla saat ini hanya sebatas pada sebaran banyaknya *hotspot* (titik panas) yang dibuat secara spasial sehingga ketika dalam implementasinya sering menimbulkan penafsiran yang salah dan berbeda. Sebagai salah satu contoh tentang banyaknya *hotspot* yang diidentikkan banyak kejadian karhutla namun bila dilakukan pengecekan di lapangan menjadi berbeda hal yang sama dengan posisi hotspot berada yang menimbulkan ketidakjelasan keberadaannya. Belum maksimal organisasi perangkat daerah sebagai salah satu bagian dari pemerintahan yang menangani karena tidak adanya payung hukum, sdm dan kajian sehingga PJ dapat mendukung dalam menangani karhutla.

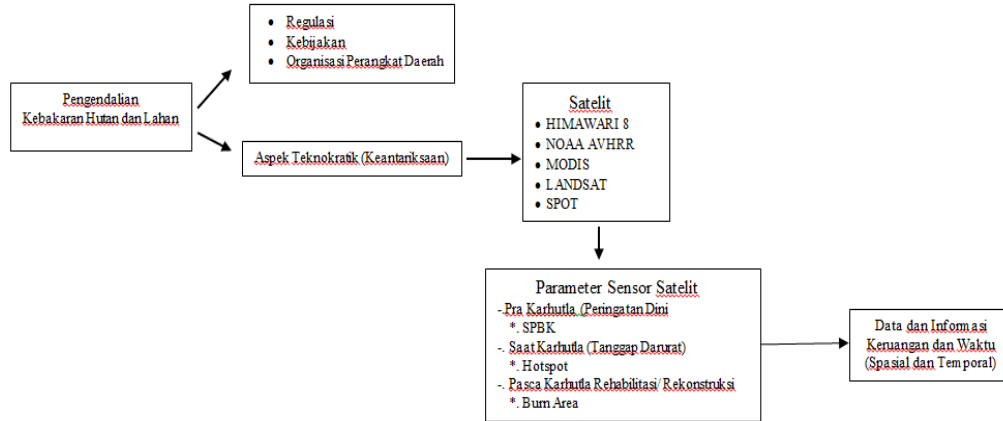
1.3. Tujuan

Penelitian ini mencoba memberikan solusi tentang pemanfaatan teknologi PJ dalam upaya mendukung penanganan karhutla. Diantara teknologi PJ tersebut, seperti sensor-sensor satelit sebagai informasi cara kerja sistem deteksi *hotspot* yang hanya diketahui oleh institusi tertentu bisa dipahami dan diketahui fungsi dan kemampuannya. Kemudian penggunaan beberapa satelit inderaja, seperti satelit HIMAWARI untuk EWS, NOAA, MODIS, SPOT dan LANDSAT beserta orbitnya yang dapat digunakan pada kondisi pra, saat dan pasca karhutla yang terjadi di Kalbar sehingga dapat mendukung pengolahan data spasial dan temporal dalam peta rawan bencana.

1.4. Metodologi

Penanganan karhutla di wilayah Provinsi Kalbar sebagai salah satu daerah yang rawan terbakar perlu didukung dengan memadukan dari regulasi yang ada dan berlaku, organisasi perangkat daerah dan kemampuan SDM dengan pendekatan yang bersifat teknokratik. Pendekatan tersebut digunakan untuk memahami parameter sensor-sensor satelit mengidentifikasi objek secara temporal dan spasial yang dapat diinterpretasikan menjadi kegunaan tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan kebijakan yang ada dalam bentuk regulasi dan kebutuhan pengguna (user), seperti peringatan dini, tanggap darurat dan pasca kebakaran.

Metode yang digunakan dengan mengklasifikasikan beberapa satelit, seperti Himawari, MODIS dan SPOT yang dipadukan dengan beberapa hasil yang sudah dilakukan. Alat dan bahan yang digunakan menggunakan data inderaja LAPAN dan aplikasi SIG serta data pendukung kualitas udara. Implementasi penggunaan teknologi keantariksaan diuraikan sesuai regulasi yang merupakan pondasi menjaga teknologi keantariksaan dapat terus berlangsung digunakan untuk penanganan karhutla. Hasil yang diperoleh dari teknologi ini dikembangkan menjadi data dan informasi keruangan secara tematik atau pengembangan data digital pembangunan sistem informasi daerah. Diagram alir penelitian ini seperti terlihat pada gambar 1.1 di bawah ini.

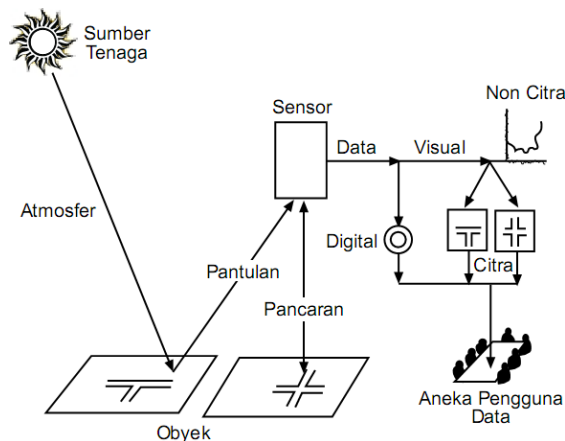


Gambar 1.1. Diagram Alir Penelitian
Sumber: penulis (2020)

2. LANDASAN TEORI

Rencana pembangunan daerah Pemerintah Provinsi Kalbar yang tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) tahun 2018-2023. RPJMD tersebut telah ditetapkan dengan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Barat Nomor 2 Tahun 2019 yang menyatakan bahwa kebijakan Gubernur dan Wakil Gubernur berkewajiban mengarahkan pelaksanaan RPJMD dengan menggerakkan semua potensi daerah secara optimal. Kebijakan kepala daerah sangat diperlukan dalam memanfaatkan teknologi PJ dalam penanganan karhutla dengan menggunakan langkah teknokratik. Langkah tersebut diantaranya dengan pemanfaatan PJ menggunakan sensor-sensor satelit sebagai salahsatu upaya menanggulangi karhutla pada kondisi sebelum, saat dan sesudah area hutan dan lahan terbakar.

Penggunaan PJ juga sejalan dengan misi dan *payload* (muatan) serta orbit satelit. Pemahaman tentang proses perekaman objek (sebelum, saat dan sesudah area hutan dan lahan) terbakar. PJ diperoleh melalui komponen dasar yaitu objek (area sebelum, saat dan sesudah) terbakar, sumber energi, atmosfer, interaksi antara tenaga dengan benda di permukaan bumi, sensor satelit, sistem pengolahan data dan pengguna. Ilustrasi komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1. Energi berinteraksi dengan objek yang sekaligus berfungsi sebagai media perantara untuk meneruskan informasi dari objek ke sensor satelit. Sensor merupakan sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik dan selanjutnya mengirimkan hasil perekaman sebagai data yang dikirimkan ke penerima (stasiun bum) dan diproses menjadi data dengan format tertentu dalam bentuk citra sehingga dapat digunakan oleh pengguna.



Gambar 2.1. Sistem PJ Perekaman Data Hingga Pengguna
Sumber: Sutanto (2004)

Berdasarkan gambar 2.1. PJ merupakan teknik dan ilmu untuk mendapatkan data dan informasi objek permukaan bumi pada kasus karhutla menggunakan alat yang tidak langsung berhubungan dengan objek. PJ memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik atau spektrum energi lain, sumber radiasi, objek, atmosfer, dan sensor untuk memahami, merumuskan, dan mengatur strategi memecahkan masalah karhutla secara spasial dan kewilayahan.

Objek diperoleh melalui proses penampakan nyata berupa gambar atau citra melalui proses manual (analog) menjadi elektronik (digital). Penangkapan objek merupakan informasi pantulan atau pancaran gelombang elektromagnetik dari suatu permukaan secara tidak serentak yang direkam oleh sensor satelit secara berurutan sebagai fungsi waktu. Proses ini selanjutnya dicatat oleh komputer sebagai satu objek yang terdiri atas sel-sel penyusun gambar yang disebut piksel (*pixel*, yaitu *picture element*). Tiap piksel mewakili satu luasan tertentu dan tiap piksel punya nilai pantulan tertentu.

Sensor satelit bekerja dalam satuan bit (*binary digit*) yang merupakan satuan terkecil informasi sebagai gambaran ada tidaknya arus yang menggunakan basis bilangan yang dipakai adalah basis biner (0 dan 1). Nol dapat berarti tidak ada arus masuk dan 1 dapat berarti ada arus. Artinya sistem bit dapat memperoleh jumlah tertentu terhadap seperti $2^2 = 4$; sedangkan pada sistem 1 bit, $2^1 = 2$. Pada sistem 8 bit terdapat $2^8 (=256)$ jumlah informasi pada tiap referensi permukaan (datum). Maka dalam satu himpunan piksel hasil akan terdapat banyak nilai piksel dengan nilai dari 0 (gelap) sampai 255 (sangat cerah).

Penyimpanan hasil PJ disebut dengan sistem raster, yaitu tiap unsur data (yang disebut piksel) disimpan menurut alamat dan posisinya. Beberapa metode penyimpanan hasil PJ sebagai berikut :

- *Band Sequential* (BSQ), objek PJ setiap kanal disimpan dalam bentuk file yang terpisah;
- *Band Interleaved by Line* (BIL), data citra pada n saluran akan disimpan sebagai satu berkas;
- *Band Interleaved by Pixel* (BIP), data citra pada n saluran disimpan sebagai satu berkas;
- *Run Length Encoding* (RLE), jumlah byte citra dapat dimampatkan, tanpa mengurangi kandungan informasinya.

Gelombang elektromagnetik memiliki panjang gelombang yang disebut dengan spektrum elektromagnetik berdasarkan cakupan kisaran energi. Sehingga apabila gelombang elektromagnetik mengenai suatu objek di muka bumi, terdapat tiga kemungkinan interaksi tenaga dengan benda yaitu dipantulkan, diserap atau di transmisikan. Dengan menggunakan hukum kekekalan energi, hubungan tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan 2.1.

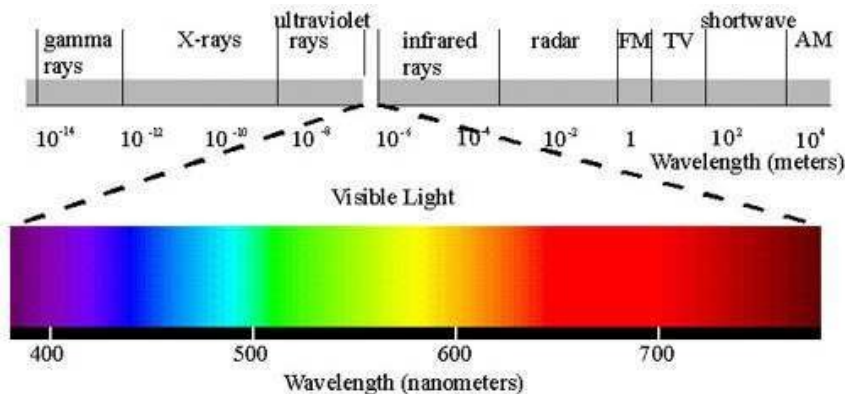
$$E_I(\lambda) = E_R(\lambda) + E_A(\lambda) + E_T(\lambda) \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana : E_I = tenaga yang mengenai benda E_R = tenaga yang dipantulkan

E_A = tenaga yang diserap

E_T = tenaga yang ditransmisikan

Gelombang elektromagnetik digambarkan seperti terlihat pada gambar 2.2. dan tabel di bawah



Gambar 2.2. Spektrum Gelombang Elektromagnetik
Sumber: Satimagingcorp(2020)

Tabel 2.1. Gelombang Elektromagnetik Yang Digunakan Satelit Inderaja

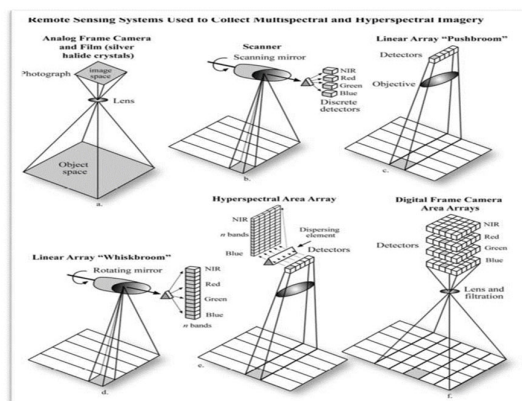
Spektrum/Kanal	Panjang Gelombang (λ)	Keterangan
Gamma (γ)	0,03 nm	Diserap oleh atmosfer
X	0,03 – 3 nm	Diserap oleh atmosfer
Ultraviolet (UV) UV fotografik	3 nm – 0,4 μ m 0,3 – 0,4 μ m	0,3 μ m diserap oleh atmosfer Hamburan atmosfer berat
Tampak Biru Hijau Merah Infra Merah (IM)	0,4 – 0,7 μ m 0,4 – 0,5 μ m 0,5 – 0,6 μ m 0,6 – 0,7 μ m 0,7 – 1,000 μ m	Jendela atmosfer terpisah oleh saluran absorpsi
IM pantulan IM fotografik	0,7 – 3 μ m 0,7 – 0,9 μ m	Media khusus yang dapat merekam hingga panjang gelombang hampir 1,2 μ m
IM thermal	3 – 5 μ m	Jendela-jendela atmosfer
Gelombang Mikro	8 – 14 μ m	Gelombang panjang yang mampu menembus awan, citra dapat dibuat dengan pasif dan aktif
Radar Ka K Ku X C S L P Radio	0,3 – 300 cm 0,3 – 300 cm 0,8 – 1,1 cm 1,1 – 1,7 cm 1,7 – 2,4 cm 2,4 – 3,8 cm 3,8 – 7,5 cm 7,5 – 15 cm 15 – 30 cm 30 – 100 cm	Penginderaan jauh sistem aktif Tidak digunakan dalam penginderaan jauh

Sumber: Paine (1981) dalam Meurah et al (2012)

Sensor PJ terdiri dari sensor aktif dan pasif. Jenis sensor yang banyak digunakan adalah sensor sistem pasif, yaitu hanya menangkap pantulan atau pancaran gelombang elektromagnetik dari objek merupakan kombinasi optik dan elektronik. Ada macam sensor PJ, yaitu

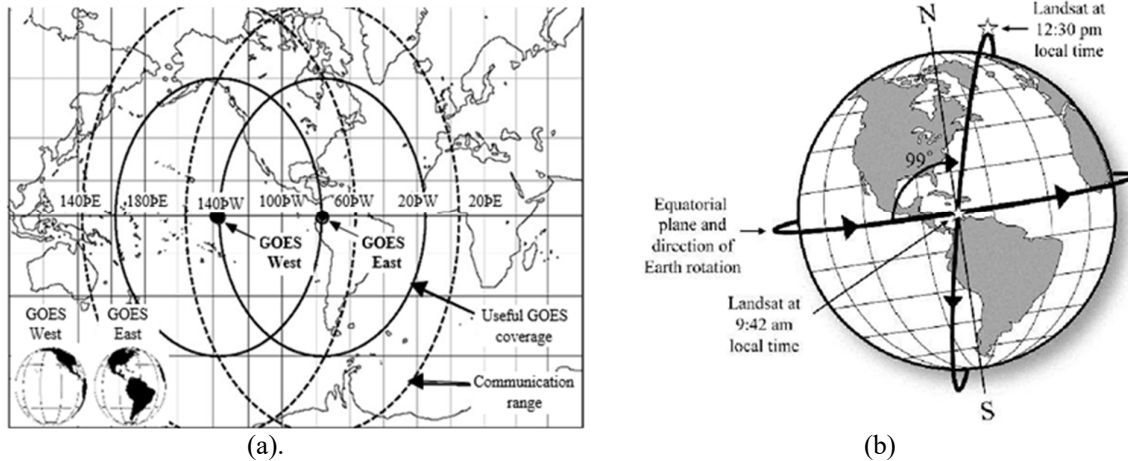
- multispektral yang beroperasi menyapu secara melintang (*whiskbroom*), (NOAA, dan Landsat)
- scanner deret linier (*liniar array scanner*) yang beroperasi seperti sapu dorong (*pushbroom*), SPOT
- scanner deret dua dimensional (*area array/ electronic framing camera*, seperti pada satelit Landsat .

Ketiga macam sensor tersebut seperti terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Jenis Scanner Sensor Satelit.
Sumber: Jensen (2004)

Berdasarkan cara pengorbitannya, satelit PJ dibagi atas satelit geostasioner dan satelit sinkron matahari (*sun-synchronous satellite*). Satelit geostasioner berada pada ketinggian 36.000 km di atas bumi dengan posisi geostasioner, artinya posisi ini pengaruh gravitasi dan sentrifugal bumi kurang lebih sama, sehingga satelit yang ada di posisi ini tidak tertarik ke bumi atau terlempar ke luar orbit, seperti : Himawari. Satelit *sun-synchronous* berada pada orbit polar, yaitu mengorbit hampir melewati kutub memotong arah rotasi bumi. Ketinggian orbit satelit ini berkisar antara 600 – 1000 km, seperti ; Landsat, SPOT, NOAA, dan MODIS. Orbit satelit ini seperti terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. (a). Orbit Geostasioner (b), Orbit Sun Synchronous
Sumber: Jensen (2004)

Berdasarkan objek, gelombang elektromagnetik, sensor, orbit, beberapa satelit PJ yang digunakan untuk penanganan karhutla dapat digunakan dalam kondisi pra, saat dan pasca, yaitu : satelit Himawari, NOAA, MODIS, Landsat dan SPOT.

▪ **Kondisi Pra**

Menghadapi ancaman karhutla, pencegahan dan kesiapsiagaan pada kondisi pra karhutla menjadi kunci pengurangan dampak terhadap perekonomian daerah dan kesehatan masyarakat. Kondisi pra merupakan kondisi dengan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengantisipasi melalui pengorganisasian serta melalui langkah yang tepat guna dan berdaya guna. Penggunaan PJ pada kondisi pra dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa satelit, diantaranya:

- **Satelit Himawari**

Satelit Himawari digunakan mendeteksi karhutla merupakan pengganti satelit *Multifunctional Transport Satellites (MTSAT)*. Satelit ini diluncurkan pada tahun 2014 dan beroperasi tahun 2015. Satelit ini dioperasikan oleh *Japan Meteorology Agency (JMA)*, Badan Meteorologi Jepang dengan orbit *geostationary* (geostasioner) dengan ketinggian 35.791 km. Satelit ini membawa sensor *Advanced Himawari Imager (AHI)*. Metode perekaman data satelit ini menggunakan metode komposit RGB dengan pola spectral adalah 16 saluran (kanal) dengan 3 kanal *Near Infra Red/NIR* (infra merah dekat), 10 kanal *Infra Red /IR* (infra red) dan 3 kanal *visible* (tampak). Resolusi spasial data satelit yaitu 0.5 km, 1 km, dan 2 km, seperti terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Pemanfaatan Kanal Satelit Himawari

Kanal	Penamaan	Panjang Gelombang	Resolusi Spasial
3	VS	0,63 – 0,66	0,5 km
4	N1	0,85 – 0,87	1 km
6	N3	2,25 – 2,27	2 km
7	I4	3,74 – 3,96	2 km

13	IR	10,3 – 10,6	2 km
----	----	-------------	------

Sumber: Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol.20 No.2, 2019

▪ Kondisi Saat

Menghadapi ancaman bencana akibat karhutla, keadaan darurat saat bencana merupakan kondisi atau keadaan ketika ancaman karhutla terjadi dan telah mengganggu kehidupan dan penghidupan sekelompok orang/masyarakat. Kondisi saat merupakan kondisi dengan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk melakukan segala upaya cepat dan tanggap melalui langkah mobilisasi sumber daya yang tersedia dan koordinasi lintas sektor dalam menghadapi bencana akibat karhutla. Penggunaan PJ pada kondisi saat dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa satelit, diantaranya :

- Satelit NOAA

Satelit NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) merupakan satelit milik pemerintah Amerika Serikat. Satelit ini mempunyai orbit polar, dua kali sehari melintasi equator. Satelit NOAA menggunakan dua sensor, yaitu *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) dengan 5 spektrum (Spektrum tampak, inframerah dekat dan inframerah termal dan *Tiros Operational Vertical Sounder* (TOVS). Memiliki resolusi 1,1 km *local area coverage/LAC* (liputan area local) dan 4 km *global area coverage/GAC* (liputan global). Karakteristik dan panjang gelombang satelit ini terdapat pada tabel 2.3 dan 2.4. di bawah ini.

Tabel 2.3. Karakteristik Kanal AVHRR

Band	Bandwidth (µm)	Tipe
1	0,580-0,680	Visible
2	0,725-1,110	Near-IR
3A	1,580-1,640	Near-IR
3B	3,550-3,930	Near-IR
4	10,300-11,300	Thermal IR
5	11,500-12,500	Thermal IR

Sumber: Pustekdata (2019)

Tabel 2.4. Kanal, Panjang Gelombang dan Spektrum Satelit NOAA

Saluran	Panjang Gelombang (µm)	Daerah Spektrum	Pengamatan
1	0,56 – 0,68	Tampak	- pemetaan awan - Pemantauan salju, es dan cuaca
2	0,73 – 1.10	Tampak sampai inframerah dekat	- Pemantauan perkembangan tumbuhan
3	3,55 – 3,93	Inframerah tengah	- Pemetaan awan malam hari - Pengukuran temperatur permukaan - Membedakan daratan dan lautan - Pemantauan aktifitas vulkanik - Pemantauan penyebaran debu vulkanik
4	10,5 – 11,5	Inframerah jauh	- Pemetaan awan siang dan malam - Pengukuran temperatur permukaan laut - Pemantauan air tanah untuk pertanian
5	11,5 – 12,5	Inframerah jauh	- Pemetaan siang dan malam - Pengukuran temperatur permukaan laut - Pemantauan air tanah dan pertanian

Sumber: Situs NOAAASIS

- Satelit MODIS

Satelit ini terdiri dari satelit *Terra* yang melintas dari utara ke selatan katulistiwa dan *Aqua* melintas dari selatan ke utara katulistiwa yang mengorbit bumi secara polar (arah utara selatan) pada ketinggian 705 kilometer. Disebut satelit MODIS karena membawa misi dengan sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* sehingga disebut satelit MODIS. Satelit *Terra* diluncurkan pada tahun 1999 sedangkan satelit *Aqua* diluncurkan pada tahun 2002. Kedua satelit ini menggunakan salah satu sensor yang dimiliki oleh *Earth Observing System* (EOS). Sensor ini merupakan misi utama dari *Earth Science* NASA.

Pada pengamatan karhutla, informasi titik-titik panas sebagai titik-titik pada citra dalam pixel atau sub pixel dengan suhu tinggi dan berhubungan dengan nyala api di permukaan bumi sedangkan suhunya berdasarkan suhu kecerahannya. Satelit MODIS mampu mendeteksi karhutla dengan sensor-sensor kanal tertentu sehingga mampu mendeteksi distribusi radiasi panas objek melalui perubahan gelombang elektromagnetiknya dengan informasi dengan tingkat kepercayaan lokasi titik panas paling tinggi dan tepat dan pemantauan kebakaran hutan secara multitemporal. Sensor-sensor satelit MODIS seperti terlihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Kanal MODIS Untuk Mendeteksi Karhutla

Band	Panjang Gelombang (μm)	Kegunaan Saluran
1	0,620 – 0,670	Memisahkan pixel yang terpengaruh pantulan matahari dan air (<i>sun glint</i> dan <i>coastal false alarm</i>)
2	0,841 – 0,876	Memisahkan pixel yang terpengaruh pantulan matahari dan air (<i>bright surface</i> , <i>sun glint</i> dan <i>coastal false alarm</i>) serta masking awan
7	2,105 – 2,155	Sun glint dan coastal false alarm rejection
20	3,660 – 3,840	Saluran jangkauan untuk deteksi kebakaran aktif (330^0 Kelvin)
21	3,929 – 3,989	Kanal untuk deteksi kebakaran <i>active fire</i> (high range)
22	3,929 – 3,989	Kanal untuk deteksi kebakaran (low range)
31	10,780 – 11,280	Deteksi kebakaran dan masking awan
32	11,770 – 12,270	Masking awan

Sumber : Giglio et al (2003); Justice et al., (2002)

Berdasarkan tabel 2.5. sensor ini memantulkan gelombang elektromagnetik sebanyak 36 kanal dengan panjang gelombang dari 0,620 hingga 14,385 μm . Suhu kecerahan menggunakan kanal 21 atau 22 dan kanal 31. Kanal 32 untuk masking awan, suhu kecerahan untuk mendeteksi lokasi dan distribusi titik panas.

MODIS memiliki 36 spektral band yang pendek dan menghasilkan standar data yang banyak, seperti suhu tanah dan permukaan laut, seperti terlihat pada tabel 2.6. Satelit ini memiliki resolusi spasial 250 m untuk band tampak hingga 1000 m untuk band thermal.

Tabel 2.6. Kanal Spektral MODIS

Gelombang Reflektif		
Band	Panjang Gelombang (μm)	Penggunaan
1, 2	0.645, 0.865	Vegetasi darat atau batas awan

3, 4	0.470, 0.555	Darat atau properti awan
5 - 7	1.24, 1.64, 2.13	Darat atau properti awan
8 - 10	0.415, 0.443, 0.490	Warna laut atau klorofil
11 - 13	0.531, 0.565, 0.653	Warna laut atau klorofil
14 - 16	0.681, 0.75, 0.865	Warna laut atau klorofil
17 - 19	0.905, 0.936, 0.940	Penguapan air atmosfer
26	1.375	Awan cirrus

Sumber: NASA (2020)

▪ Kondisi Pasca

Tahap pasca karhutla bencana meliputi usaha rehabilitasi dan rekonstruksi sebagai upaya mengembalikan keadaan daerah dan masyarakat pada daerah yang terbakar ke dalam situasi yang kondusif, sehat, dan layak sehingga daerah dan masyarakat dapat hidup seperti sedia kala. Penggunaan teknologi PJ dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa satelit, diantaranya :

- LANDSAT

Landsat merupakan program pemerintah Amerika Serikat yang berjalan paling lama dan tertua sejak tahun 1972 digunakan merekam citra permukaan bumi dan digunakan untuk pemantauan sumber daya alam. Satelit ini dikenal sebagai satelit sumber daya *Land Satellite* (Landsat) yang dikembangkan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), Amerika Serikat dan diberi nama *Earth Resources Technology Satellite 1* (ERTS_1). Pada peluncuran seri yang kedua diberi nama *Land Satellite* (Landsat). Nama satelit ERTS_1 berganti nama menjadi landsat_1. Tabel 2.7 berikut adalah daftar satelit Landsat yang telah diluncurkan.

Tabel 2.7. Daftar Satelit Landsat

Satelit	Tahun Peluncuran	Tidak Aktif	Sensor
Landsat 1	23 Juli 1972	6 Januari 1978	MSS dan RBV
Landsat 2	22 Januari 1975	25 Februari 1982	MSS dan RBV
Landsat 3	5 Maret 1978	31 Maret 1983	MSS dan RBV1
Landsat 4	16 Juli 1982	*	TM dan MSS
Landsat 5	1 Maret 1984	**	TM dan MSS
Landsat 6	5 Oktober 1993	Gagal orbit	ETM
Landsat 7	15 April 1999		ETM+
Landsat 8 LDCM	11 Februari 2013		OLI dan TIRS

Keterangan:

- MSS: Multi Spectral Scanner
- RBV: Return Beam Vidicom
- TM : Thematic Mapper
- ETM: Enhanced Thematic Mapper
- OLI : Operasional Land Imager
- TIRS: Thermal Infra Red Sensor
- LDCM: Landsat Data Continuity Mission

Sumber: Lillesand, et al.(2004)

Berdasarkan tabel 2.6. Landsat 8 Data Continuity Mission (LDCM) dengan ketinggian orbit 705 km dengan 2 sensor, yaitu OLI (*Operational Land Imager*) dengan 9 saluran (*visible, NIR, SWIR*) dan resolusi spasial 30 meter kecuali saluran 8 pankromatik dengan spasial 15 meter. Sensor kedua TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) dengan 2 saluran (TIR) dengan resolusi spasial 100 m. Lebar liputan mencapai 185 km x 180 km.

- SPOT

Satelit SPOT merupakan singkatan dari *Satellite Pour l'Observation de la Terre* dijalankan oleh Spot Image yang berada di Negara Perancis. Satelit ini dibentuk pada tahun 1978 oleh badan luar angkasa milik Perancis. Satelit SPOT merupakan satelit observasi bumi yang menggunakan sensor optis dengan resolusi tinggi. Orbit satelit ini adalah orbit polar, circular, sun synchrouous dengan ketinggian 832 km. Sama halnya dengan satelit Landsat, SPOT juga merupakan satelit series yang hingga kini sudah ada 6 satelit.

Satelit ini dibuat untuk pengetahuan dan pengelolaan kebumihan melalui eksplorasi sumber daya bumi, mendeteksi fenomena-fenomena klimatologi, oseanografi, dan fenomena alam. Panjang gelombang dan resolusi

spektral menggunakan instrumen High Resolution Stereoschopic (HRS) yang dioperasikan dalam mode pancromatic sehingga resolusi dapat mencapai 2.5 meter. Tabel 2.8. merupakan band dan panjang gelombang yang digunakan satelit SPOT.

Tabel 2.8. Band, Panjang Gelombang dan Spektral Satelit SPOT

Band	Panjang Gelombang	Resolusi Spektral
B1	0,50 – 0,59 μm	10m x 10m
B2	0,61 – 0,68 μm	10m x 10m
B3	0,79 – 0,89 μm	10m x 10m
SW IR	1,58 – 1,75 μm	20m x 20m

sumber: <https://sellquickbird.wordpress.com/spot/>, (2020)

3. FAKTA DAN DATA

Sebagai daerah yang rawan terbakar, Provinsi Kalbar mendapat penguatan dengan regulasi dan kelembagaan. Berdasarkan regulasi yang ada dan masih berlaku diantaranya:

- Undang-undang RI Nomor 18 Tahun 2004 tentang Perkebunan;
- Undang-undang RI Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH);
- Undang-Undang RI Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

Secara kelembagaan dalam menangani karhut, Pemprov Kalbar juga telah diberikan payung hukum dalam pembentukan Organisasi Pemerintah Daerah (OPD). Payung hukum tersebut diantaranya:

- Peraturan Pemerintah RI Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana;
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 46 Tahun 2008 tentang Pedoman Organisasi Dan Tata Kerja Badan Penanggulangan Bencana Daerah

Pemprov Kalbar membentuk OPD yang menangani karhutla berdasarkan Peraturan Gubernur Kalimantan Barat Nomor 102 Tahun 2019 tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Nomor 127 Tahun 2016 tentang Kedudukan, Susunan Organisasi, Tugas Dan Fungsi, Serta Tata Kerja Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Kalimantan Barat agar dapat menjalankan rencana aksi menangani daerah rawan terbakar diantaranya:

- Peraturan Pemerintah RI Nomor 4 Tahun 2001 tentang Pengendalian Kerusakan Dan Atau Pencemaran Lingkungan Hidup Yang Berkaitan Dengan Kebakaran Hutan Dan Atau Lahan;
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, Dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota;
- Instruksi Presiden RI Nomor 11 Tahun 2015 tentang Peningkatan Pengendalian Kebakaran Hutan Dan Lahan;
- Instruksi Presiden RI Nomor 03 Tahun 2020 tentang Penanggulangan Kebakaran Hutan Dan Lahan.

Rencana aksi sebagai wujud nyata bahwa karhutla perihal yang sangat serius untuk ditangani, yaitu dengan ditetapkannya Peraturan Gubernur Kalimantan Barat Nomor 39 Tahun 2019 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran Hutan dan Lahan sedangkan peran dan fungsi Lembaga Penerbangan dan Antariksa untuk membantu daerah-daerah yang rawan terbakar sebagai acuan bersama menggunakan regulasi sebagai payung hukum, diantaranya:

- Undang-undang RI Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan;
- Instruksi Presiden RI Nomor 6 Tahun 2012 tentang Penyediaan, Penggunaan, Pengendalian Kualitas, Pengolahan Dan Distribusi Data Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi.

Pada sektor bidang ekonomi menurut (Bank Indonesia, 2020) dalam Laporan Perekonomian Provinsi Kalimantan Barat Triwulan 1, 27 Mei 2020, Pontianak, Provinsi Kalbar memiliki pertumbuhan ekonomi yang stabil. Tahun 2019 berdasarkan data Bank Indonesia (BI) pertumbuhan ekonomi provinsi ini setiap triwulan berada pada angka 5,07 %. Salah satu penggerak penjaga laju pertumbuhan ekonomi adalah kelompok

transportasi (laut, sungai, udara dan darat) dan distribusi barang. Adanya karhutla menyebabkan pelayanan transportasi terganggu akibat jarak pandang yang terbatas dan kemampuan alat transportasi yang tidak bisa melewati jalur atau jalan. Distribusi barang yang merupakan kebutuhan pokok masyarakat dan lainnya menjadi terhambat sehingga perekonomian cukup terganggu.

Sedangkan pada sektor kesehatan dengan jumlah penduduk sebanyak 3.947.691 jiwa yang tersebar di 14 kabupaten/kota. Jumlah penderita penyakit ISPA menurut Dinas Kesehatan Provinsi Kalbar yang merupakan salah satu penyakit yang terjadi saat karhutla pada tahun 2019 berjumlah 6.025 jiwa. Jumlah ini cukup besar bila dibandingkan dengan tidak adanya karhutla. Hal ini bisa dilihat dari indeks kualitas udara dalam Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Tahun 2019 hasil pengamatan Dinas Lingkungan Hidup Kota Pontianak pada bulan Maret, April berada pada kondisi tidak sehat, Agustus kondisi sangat tidak sehat dan September berada pada kondisi berbahaya, sebagaimana terlihat pada tabel di bawah ini.

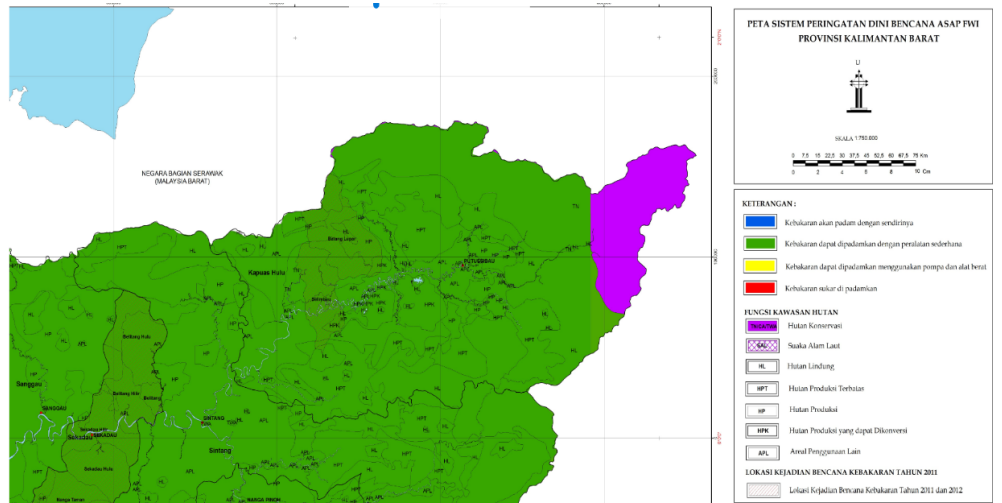
Tabel 3.1. ISPU Parameter PM10 Tahun 2019

Data Kadar Ambien Parameter PM10			
Tahun 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Bulan	Hasil		
	Min	Mean	Max
Januari	5,7	16,66	43,54
Februari	4,2	10,59	46,92
Maret	14,3	40,28	181,06
April	6,72	43,85	203,39
Mei	5,86	17,93	55,39
Juni	4,90	15,12	47,20
Juli	9,48	39,87	130,04
Agustus	29,39	113,00	374,93
September	39,28	140,85	460,03
Oktober	2,15	13,67	45,15
November	4,52	22,80	59,52
Desember	2,04	10,21	76,49

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Pontianak (2019)

4. ANALISA

Analisis visual objek asap dan non asap pada karhutla menggunakan sensor AHI Himawari 8 menggunakan metode komposit RGB dan dioverlay. Nilai reflektansi asap berada di antara objek air dan vegetasi serta awan tebal yaitu kisaran 0.31 – 0.37 (kanal 1), 0.29- 0.36 (kanal 2), dan 0.25-0.34 (kanal 3). Reflektansi memiliki nilai yang hampir berhimpitan dengan awan tipis. Pola spektral pada siang hari hampir sama pagi hari, yaitu nilai reflektansi objek terpisah dan berhimpitan dengan awan tipis. Selanjutnya hasil ekstraksi nilai *Brightness Temperature* asap pada beberapa objek dapat dilihat bahwa pola dan nilai BT objek asap sangat mirip dengan objek vegetasi dan air tapi berbeda dengan objek awan, karena objek asap memiliki nilai BT lebih tinggi dibandingkan awan di seluruh kanal, maka nilai BT cenderung memiliki pola dan nilai yang sama. Pemanfaatan hasil ini dapat dibuat dalam peringatan bahaya kebakaran kondisi pra karhutla seperti terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Data Spasial dan Temporal Penggunaan Teknologi PJ Pra Karhutla Wilayah Kalbar.
 Sumber:BPBD Provinsi Kalbar (2012)

Kondisi saat karhutla, penentuan *hotspot* yang terjadi menjadi acuan dalam penanganan yang membutuhkan sumber daya seperti manusia, sarana dan penggunaan anggaran. Pemanfaatan PJ saat karhutla dengan menggunakan satelit MODIS dan sangat membantu mendeteksi banyak dan keberadaannya hotspot. Hotspot dihitung berdasarkan kanal termal dengan panjang gelombang $4 \mu\text{m}$ dan $11 \mu\text{m}$, yang terdapat pada kanal 21, 22 dan 31. Spesifikasi kanal yang digunakan dalam algoritma *hotspot* seperti ditunjukkan pada Tabel 2.5. Hotspot ditentukan berdasarkan kriteria yang telah dibangun oleh Giglio *et al* (2003) sebagai berikut:

- Kriteria *bukan hotspot* :
 - $T4 < 310^\circ \text{K}$, $\Delta T < 10^\circ \text{K}$, dan $\rho_{0.86} > 0.3$ pada siang hari atau
 - $T4 < 305^\circ \text{K}$, $\Delta T < 10^\circ \text{K}$, malam hari
- Kriteria *hotspot* :
 - $T4 > 360^\circ \text{K}$ (pada siang hari), atau 320°K (pada malam hari) atau
 - $\{(\Delta T > \Delta T + 3.5 \delta \Delta t) - (T4 > T4 + 3\delta 4) \text{ dan } [(T11 > T11 + \delta 11 - 4K) \text{ atau } (\delta'4 > 5K)]\}$, untuk siang hari
 - $\{(\Delta T > \Delta T + 3.5 \delta \Delta t) - (T4 > T4 + 3\delta 4) \text{ untuk malam hari}$

Informasi hotspot memiliki selang kepercayaan sebagai tanda adanya karhutla dengan ciri-ciri:

- bergerombol, karena efek panasnya menyebar;
- timbul asap, dalam sensor RGB citra yang bersangkutan sehingga dapat diketahui;
- tidak terjadi berulang.

Adapun kesalahan-kesalahan dalam menginterpretasi hotspot, diantaranya:

- koordinat hotspot sebagai lokasi karhutla, jika hasil resolusi spasial satelit NOAA maupun MODIS $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ (bagian tengah), maka pada bagian sisi, resolusi tersebut menjadi $2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$, sehingga kesalahan lokasi mencapai maksimal 2 km . Jadi seharusnya dipahami bahwa koordinat hotspot adalah titik tengah dari piksel citra satelit tersebut sehingga sumber kebakaran diidentifikasi sebagai hotspot;
- banyaknya hotspot adalah jumlah karhutla yang terjadi di lapangan, hal ini berbeda jika terdapat dua kejadian yang masih dalam radius sama dideteksi sebagai satu hotspot;
- pada kejadian besar hotspot dapat dideteksi lebih dari 2 hotspot bahkan bisa satu karena kebakaran kecil panas yang ditimbulkan sangat tinggi dapat menghasilkan lebih dari 2 hotspot.
- banyaknya hotspot dapat dikonversi menjadi luas kebakaran, hal ini disampaikan untuk menghitung luas karhutla menggunakan satelit resolusi lebih tinggi seperti Landsat atau SPOT.
- perdebatan penggunaan satelit NOAA dan MODIS dengan saling memuji satu sama lain, hal ini dapat dijelaskan jika kedua satelit digunakan, maka akan diperoleh informasi yang lebih baik karena penggunaan kedua satelit akan memperbanyak jumlah lintasan satelit dan hotspot akan terpantau lebih baik.



Gambar 4.2. Penggunaan Satelit Modis Mendeteksi Asap dan Hotspot

Sumber: Prosiding Seminar Pemanfaatan Penginderaan Jauh Mendukung Pembangunan Nasional (2015)

Kondisi pasca karhutla dilakukan setelah terjadinya karhutla pada area terbakar (*burned area*) yang diartikan sebagai daerah yang telah mengalami peristiwa terbakar akibat proses alami atau buatan (manusia) secara sengaja atau tidak. Kondisi ini merupakan interpretasi sebagai daerah tersebut sebelumnya merupakan lahan oleh tutupan vegetasi hutan maupun non hutan (semak belukar atau tegalan). Pada kondisi saat karhutla daerah terbakar memiliki suhu relatif tinggi dibandingkan sekitarnya yang merupakan indikasi berpotensi akan terjadi, sementara *burned area* merupakan kebakaran nyata yaitu daerah bekas terbakar.

Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil identifikasi daerah bekas terbakar (*estimated burned area*) dengan data daerah sebagai referensi bekas terbakar (*referenced burned area*). Hasil keduanya dapat dihitung berdasarkan data valid (data *estimated burned area* sesuai dengan *referenced burned area*), omisi *burned area* (pada estimasi) yang dinyatakan sebagai *non-burned area* (pada referensi), dan komisi (*non-burned area* pada estimasi). Satelit PJ yang digunakan diantaranya SPOT.



Gambar 4.3. Penggunaan Satelit SPOT Mendeteksi Hutan dan Lahan Yang Telah Terbakar

Sumber: Prosiding Seminar Pemanfaatan Penginderaan Jauh Mendukung Pembangunan Nasional (2015)

Penggunaan PJ pada tiga kondisi tersebut diatas untuk menangani daerah-daerah rawan terbakar yang diinterpretasi dengan aplikasi lain seperti Sistem Informasi Geografi (SIG). Proses ini tentunya telah melewati tahapan proses PJ menjadi data informasi yang diintegrasikan atau dipadukan menjadi data keruangan (spasial). Pemrosesan data spasial seperti dapat dilakukan dengan overlay (tumpang susun), interpolasi, clip dan intersection (pemotongan area), buffer (penambahan area), query (seleksi berdasarkan kriteria), union, merge dan dissolve (penggabungan).

Proses ini dapat membantu daerah rawan terbakar untuk menanggulangi karhutla. Penggunaan teknologi PJ dalam mendukung penanganan karhutla dapat mengurangi dampak ekonomi dan sosial. Pada sektor perekonomian, teknologi PJ dapat meminimalkan penurunan output produksi yang berpengaruh langsung dari sektor kehutanan dan perkebunan akan berkurang. Sehingga dengan pemanfaatan

teknologi penginderaan jauh dapat membantu mengatasi hal tersebut tentunya seberapa besar pengaruhnya harus dihitung kemudian.

5. PENUTUP

Karhutla yang terjadi di Provinsi Kalimantan Barat hampir setiap tahun selalu menimbulkan dampak terganggunya aktivitas ekonomi dan kesehatan masyarakat. Kejadian karhutla yang terjadi pada tahun 2015 dan 2019 merupakan kejadian terbesar karena adanya pembukaan lahan pertanian dan perkebunan. Karhutla dapat dideteksi dengan menggunakan data beberapa satelit secara real time yang dipadukan dengan data Indeks Standar Pencemaran Udara menghasilkan output data dan informasi dalam bentuk spasial dan temporal. Adanya regulasi dan peran kelembagaan daerah sebagai dasar pelaksanaan penanganan karhutla secara menyeluruh dapat digunakan menjaga pertumbuhan ekonomi daerah dan kesehatan masyarakat Provinsi Kalbar.

Penanganan karhutla menggunakan teknologi PJ pada daerah-daerah rawan terbakar dapat dipadukan dengan menggunakan aplikasi SIG. Sistem ini membantu mengatasi seberapa besar pengaruhnya terhadap beberapa kondisi pra, saat dan pasca. Proses ini dapat dilakukan secara konsisten berkesinambungan dengan dukungan regulasi dan peran kelembagaan pemerintah daerah.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Pada akhir penelitian ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Kepala BPAA Pontianak yang telah menyediakan sarana dan prasarana serta dukungan lainnya dalam kegiatan ini, Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Pontianak yang telah membantu kemudahan akses mengolah data serta staff ASN BPAA Pontianak dalam memberikan masukan, saran dan bantuan lainnya.

7. DAFTAR ACUAN

- Bank Dunia, 2019, Kerugian Indonesia Dampak Karhutla 2019 Capai Rp72,95 Triliun, www.mongabay.co.id, 16 Desember 2019, Jakarta.(diakses pada 19 September 2020).
- Bank Indonesia, 2020, Laporan Perekonomian Provinsi Kalimantan Barat Triwulan 1, 27 Mei 2020, Pontianak.
- BNPB, 2019, Biaya Penanganan Karhutla 2019 Jauh Lebih Besar Dibanding Sebelumnya, nasional.kompas.com, 11 Desember 2019, Jakarta.
- BPS Provinsi Kalimantan Barat, 2020, Kalbar Dalam Angka Tahun 2020, Pontianak.
- BPPT, Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca Vol.20 No.2, 2019, Jakarta.
- Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Pontianak, 2020, Data Indeks Standar Pencemaran Udara.
- Giglio, L., Descloitres, J., Justice, C.O. & Kaufman, Y.J, 2003, *An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS*, Remote Sensing of Environment, 87, 272-282.
- Jensen, 2004. Remote Sensing and Digital Image Processing. Department of Geography University of South Carolina. Columbia.
- Justice, C., Giglio, L., Boschetti L., Roy, D., Csiszar, I., Morisette, J & Kaufman, Y. 2006. *MODIS Fire Products*, Algorithm Technical Background Document, Version 2.3.
- Kaufman, Y and Justice, C. 1998. *MODIS Fire Products*, Algorithm Technical Background Document, Version 2.2.

- LAPAN, Prosiding Seminar Pemanfaatan Penginderaan Jauh Mendukung Pembangunan Nasional, 2015, Jakarta.
- Meurah, C., Raharjo, E., Budiastati, U. 2012. Penginderaan Jauh. Geografi.
- Prasasti, I., Sambodo, K.A., Carolita, I. 2007, Pengkajian Pemanfaatan Data Terra-Modis untuk Ekstraksi Data Suhu Permukaan Lahan (SPL) Berdasarkan Beberapa Algoritma, Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital, Vol 4, No.1
- Price, J. C., 1982, *On the Use of Satellite Data to Infer Surface Fluxes at Meteorological Scales. Journal of Applied Meteorology*, 21, 1111–1122.
- Solichin 2004. Hotspot Tidak Selalu Titik Kebakaran (Mengenal Hotspot Bagian 1). Palembang: South Sumatera Forest Fire Management Project (SSFFMP) Newsletters Hotspot. Februari 2004; 1: 2-3.
- Soewarsono 2003. Penyusunan Pencegahan Kebakaran Hutan Rawa Gambut dengan Menggunakan Model Prediksi. [Disertasi] Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (tidak dipublikasi).
- Sutanto, 1994, Penginderaan Jauh, Yogyakarta: Penerbit Gadjah Mada *University*.
- Thoha, A.S, 2008, Penggunaan Data Hotspot Untuk Monitoring Kebakaran Hutan dan Lahan Di Indonesia, Karya Tulis, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Thoha, A.S, 2006, Application of Remote Sensing On Peat Fire Detection In Bengkalis District Riau Province, *Peronema Forestry Science Journal*, Vol.2, No.2, ISSN. 1829 6343.
- Tjahjaningsih, A., Sambodo, K,A, & Prasasti I. 2005. Analisis Sensitivitas Kanal-Kanal Modis Untuk Deteksi Titik Api dan Asap Kebakaran, Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2004, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2004 Tentang Perkebunan, 11 Agustus 2004, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 85, Jakarta.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2007, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, 26 April 2007, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 66, Jakarta.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2009, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 03 Oktober 2009, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Jakarta.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2013, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 Tentang Keantariksaan, 6 Agustus 2013, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 133, Jakarta.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2008, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2008 Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana, 28 Februari 2008, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 42, Jakarta.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2001, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2001 Tentang Pengendalian Kerusakan Dan Atau Pencemaran Lingkungan Hidup Yang Berkaitan Dengan Kebakaran Hutan Atau Lahan, 05 Februari 2001, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 10, Jakarta.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2007, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2007 Tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintah Daerah Provinsi Dan

- Pemerintah Daerah Kabupaten / Kota, 09 Juli 2007, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 82, Jakarta.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2012, Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 06 Tahun 2012 Tentang Penyediaan, Penggunaan, Pengendalian Kualitas, Pengolahan Dan Distribusi Data Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi, 08 Mei 2012, Jakarta.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2007, Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2015 Tentang Peningkatan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan, 24 Oktober 2015, Jakarta.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2020, Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 03 Tahun 2020 Tentang Penanggulangan Kebakaran Hutan dan Lahan, 28 Februari 2020, Jakarta.
- Kementerian Dalam Negeri RI, 2008, Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 46 Tahun 2008 Tentang Pedoman Organisasi Dan Tata Kerja Badan Penanggulangan Bencana Daerah, 22 Oktober 2008, Jakarta.
- Pemerintah Provinsi Kalimantan Barat, 2019, Peraturan Gubernur Kalimantan Barat Nomor 102 Tahun 2019 Tentang Kedudukan, Susunan Organisasi, Tugas Dan Fungsi Serta Tata Kerja Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Kalimantan Barat, 12 Desember 2019. Berita Daerah Provinsi Kalimantan Barat Tahun 2019 Nomor 103. Pontianak.
- Pemerintah Provinsi Kalimantan Barat, 2020, Peraturan Gubernur Kalimantan Barat Nomor 97 Tahun 2020 Tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Nomor 39 Tahun 2019 Tentang Pencegahan Dan Penanggulangan Kebakaran Hutan dan Lahan, 30 Juni 2019. Berita Daerah Provinsi Kalimantan Barat Tahun 2019 Nomor 97. Pontianak.
- <http://modis.gsfc.nasa.gov>, (2020)
- http://www.satimagingcorp.com/characterization_of_satellite_remote_sensing_systems.html, (2020)
- <https://sellquickbird.wordpress.com/spot/>, (2020)