



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMANFAATAN DATA
MODIS (*MODERATE RESOLUTION IMAGING SPECTRORADIOMETER*)
UNTUK MENDETEKSI HOT SPOT (KEBAKARAN HUTAN)
DALAM RANGKA MONITORING BENCANA ALAM**

SKRIPSI

**YUSUF PIRDAUS
0706200075**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JUNI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMANFAATAN DATA
MODIS (*MODERATE RESOLUTION IMAGING SPECTRORADIOMETER*)
UNTUK MENDETEKSI HOT SPOT (KEBAKARAN HUTAN)
DALAM RANGKA MONITORING BENCANA ALAM**

**SKRIPSI
SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**YUSUF PIRDAUS
0706200075**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JUNI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Yusuf Pirdaus
NPM : 0706200075
Tanda Tangan :
Tanggal : 17 Juni 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PEMANFAATAN DATA MODIS (*MODERATE RESOLUTION IMAGING SPECTRORADIOMETER*) UNTUK MENDETEKSI HOT SPOT (KEBAKARAN HUTAN) DALAM RANGKA MONITORING BENCANA ALAM

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia dan disetujui untuk diajukan dalam presentasi skripsi.

Depok, 17 Juni 2009
Dosen Pembimbing,

(Dr. Ir. Dodi Sudiana, M.Eng.)
NIP. 131 944 413

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Yusuf Pirdaus
NPM : 0706199546
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi :

PEMANFAATAN DATA MODIS (*MODERATE RESOLUTION IMAGING SPECTRORADIOMETER*) UNTUK MENDETEKSI HOT SPOT (KEBAKARAN HUTAN) DALAM RANGKA MONITORING BENCANA ALAM.

Telah berhasil dipertahankan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Dodi Sudiana, M.Eng (.....)
Penguji : Dr. Ir Arman Djohan, M.Eng (.....)
Penguji : Dr. Ir Retno Wigajatri P., MT (.....)

Ditetapkan di : Universitas Indonesia
Tanggal : 23 Juni 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT, karena berkat rahmat dan anugerahnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini

,Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Dodi Sudiana sebagai dosen pembimbing,yang telah memberikan waktu dan bimbingannya untuk terwujudnya skripsi ini. Tidak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak pihak yang telah ikut membantu terwujudnya skripsi ini yang antara lain

1. Kedua orang tuaku yang yang tidak henti hentinya memberi doa dan dorongan selama ini
2. Kedua adik ku tercinta yang selalu membantu penulis selama ini
3. Teman teman satu kelas jurusan elektro ekstensi 2007 yang sangat membantu dalam terwujudnya skripsi ini
4. Staff pengajar departemen elektro universitas Indonesia
5. Serta teman teman Di LAPAN yang telah banyak memberi dukungan

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan yang harus diperbaiki, untuk itu penulis berharap tugas akhir ini dapat dikembangkan dan menjadi lebih sempurna penyusunannya. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Depok, 17 Juni 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yusuf Pirdaus

NPM : 0706200075

Program Studi : Teknik Elektro

Departemen : Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberika kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalti-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PEMANFAATAN DATA MODIS (*MODERATE RESOLUTION IMAGING SPECTRORADIOMETER*) UNTUK MENDETEKSI HOT SPOT (KEBAKARAN HUTAN) DALAM RANGKA MONITORING BENCANA ALAM

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 17 Juni 2009

Yang menyatakan

(Yusuf Pirdaus)

ABSTRAK

Nama : Yusuf pirdaus
Program Studi : Teknik Elektro
Judul :

Pemanfaatan data MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) untuk mendeteksi hot spot (kebakaran hutan) dalam rangka monitoring bencana alam.

Kebakaran hutan merupakan salah satu bencana alam yang memiliki faktor kerugian yang sangat banyak di Indonesia mulai dari segi ekonomi, politik sosial serta dari sisi lingkungan hidup sendiri. Satelit TERRA/AQUA yang membawa sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) merupakan satelit penginderaan jauh yang digunakan untuk beberapa penelitian, salah satu yang dapat digunakan adalah untuk ekstraksi data suhu permukaan yang bersifat regional. Dengan wilayah cakupan yang luas yakni 2330 km dan resolusi spasial 250 m serta resolusi spektral yang tinggi yakni 36 kanal maka diharapkan MODIS mampu untuk menampilkan citra satelit untuk wilayah yang luas dan waktu pengamatan yang maksimal. Selanjutnya data citra MODIS diekstraksi sehingga didapatkan nilai dari jumlah hot spot yang akan digunakan untuk mengetahui pola persebaran titik *hot spot* yang terjadi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pola persebaran titik hot spot yang terjadi selama 5 tahun, antara tahun 2004 sampai 2008 pada pulau Sumatera dan Kalimantan sedangkan kanal yang digunakan adalah kanal 31 dan 32. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan peta persebaran data hot spot pulau Kalimantan dan Sumatera. Selain itu data persebaran hot spot yang terjadi di daerah Kalimantan dan Sumatera ternyata berkaitan erat dengan grafik curah hujan dan grafik perkembangan el-nino. Berdasarkan hal hal tadi dapat disimpulkan bahwa satelit TERRA/AQUA yang membawa sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) merupakan contoh satelit penginderaan jauh yang datanya dapat dimanfaatkan untuk mengetahui persebaran titik hot spot yang dapat digunakan untuk memonitoring bencana kebakaran hutan.

Kata kunci : *hot spot*, modis ,kebakaran hutan,kanal

ABSTRACT

Forest fire is a natural disaster that has a loss factor which is very lot in Indonesia in terms of economic, political, social and environmental side of their own.

Terra satellite / sensor AQUA bring Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) is a satellite remote sensing used for some research, one that can be used is to extract surface temperature data that are regional. With a wide coverage area of 2330 km and 250 m spatial resolution and high resolution Spectral channel 36 that is then expected to be able to show the MODIS satellite imagery for the region and a broad maximum observation time. Next MODIS image data obtained so that the value extracted from a hot spot that will be used to know distribution pattern a hot spot happened. This research was conducted to know the distribution pattern of hot spot point going for 5 years, between the years 2004 until 2008 on Sumatra and Kalimantan island ,with the channel 31 is used and results obtained 32. Based on map data distribution hot spot island and Kalimantan Sumatera. Selain the hot spot data distribution that occurred in the area of Kalimantan and Sumatra was closely associated with rainfall graphs and charts the development of El Nino . Based on the case before it can be concluded that satellite Terra / AQUA bring the sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) satellite is an example remote sensing data can be used for the distribution point hot spot that can be used for forest fire disaster monitor.

Key word : *hot spot*, modis ,forest fire,channel

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
I.1. LATAR BELAKANG	1
I.2. TUJUAN	2
I.3. BATASAN MASALAH	2
I.4. SISTEMATIKA MASALAH	3
BAB 2. TEORI PENUNJANG	4
2.1. KEBAKARAN HUTAN	4
2.1.1. Definisi Kebakaran Hutan	4
2.1.2. Tipe Kebakaran Hutan	4
2.1.3. Faktor Yang Mempengaruhi Kebakaran Hutan	5
2.2. APLIKASI PENGINDERAAN JAUH UNTUK DETEKSI KEBAKARAN HUTAN	8
2.2.1. Penginderaan Jauh	9
2.2.1.1. Sistem Satelit	10
2.2.1.2. Radiasi Elektromagnetik	10
2.2.1.3. Sensor	12
2.2.1.4. Revolusi Sensor	13

2.2.1.5. Karakteristik Citra	14
2.2.2.SATELIT UNTUK PEMANTAUAN TITIK PANAS (<i>HOT SPOT</i>)	16
2.2.2.1. Sensor Satelit MODIS	15
2.2.2.2. Titik Panas (<i>Hot Spot</i>)	17
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. TAHAPAN PENELITIAN	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. TITIK PANAS (<i>HOT SPOT</i>)	25
4.1.1. Data tahun 2008	25
4.1.2. Data tahun 2007	26
4.1.2. Data tahun 2006	27
4.1.2. Data tahun 2005	29
4.1.2. Data tahun 2004	31
BAB 5. ANALISA DAN PEMBAHASAN	
5.1 Analisa Pengolahan Data Hot Spot Pada Tahun 2008	34
5.2 Analisa Pengolahan Data Hot Spot Pada Tahun 2007	35
5.3 Analisa Pengolahan Data Hot Spot Pada Tahun 2006	36
5.4 Analisa Pengolahan Data Hot Spot Pada Tahun 2005	37
5.5 Analisa Pengolahan Data Hot Spot Pada Tahun 2004	38
5.6 Analisa Pengolahan Data Hot Spot keseluruhan 5 Tahun	42
BAB IV. KESIMPULAN	45
DAFTAR ACUAN	46
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Komponen Dasar Penginderaan Jauh	9
Gambar 2.2 Interaksi Energi dengan Atmosfer	11
Gambar 2.3 Interaksi Energi dengan Permukaan Bumi	12
Gambar 2.4 Hubungan DN dengan Derajat Keabuan	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 5.1 Data Hasil Pengolahan Yang Rusak	32
Gambar 5.2 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2008 di pulau Sumatera	33
Gambar 5.3 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2008 di pulau Kalimantan	33
Gambar 5.4 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2008 di pulau Sumatera dan Kalimantan.	34
Gambar 5.5 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2007 di pulau Kalimantan	34
Gambar 5.6 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2007 di pulau Sumatera	35
Gambar 5.7 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2007 di pulau Sumatera dan Kalimantan.	35
Gambar 5.8 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2006 di pulau Kalimantan	36
Gambar 5.9 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2006 di pulau Sumatera	36
Gambar 5.10 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2006 di pulau Sumatera dan Kalimantan.	37
Gambar 5.11 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2005 di pulau Kalimantan	37
Gambar 5.12 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2005 di pulau Sumatera	38
Gambar 5.13 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2005 di pulau Sumatera	38
Gambar 5.14 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2004 di pulau Kalimantan	39
Gambar 5.15 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2004 di pulau Sumatera	39
Gambar 5.16 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2004 di pulau Sumatera	40
Gambar 5.17 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2004 sampai 2008 di Pulau Sumatera.	41
Gambar 5.18 Grafik pola jumlah hotspot tahun 2004 sampai 2008 di Pulau Kalimantan.	42

- Gambar 5.19** Grafik pola jumlah hotspot tahun 2004 sampai 2008 di Pulau Kalimantan dan Sumatera. 42
- Gambar 5.20** Pola Curah Hujan di Kalimantan menurut Society Earth Institute, University of Columbia 43
- Gambar 5.21** Grafik pola jumlah hotspot tahun 2004 sampai 2008 di Pulau Kalimantan. 43
- Gambar 5.22** Grafik temperature anomaly pada SOI tahun 2005 hingga 2008. 44
- Gambar 5.23** Grafik pola jumlah hotspot tahun 2004 sampai 2008 di Pulau Kalimantan dan Sumatera. 44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Karakteristik masing-masing band citra MODIS	16
Tabel 2.2 Algoritma untuk mendapatkan titik panas pada citra MODIS	18
Tabel 4.1 Jumlah hot spot di pulau Sumatera tahun 2008	25
Tabel 4.2 Jumlah hot spot di pulau Kalimantan tahun 2008	26
Tabel 4.3 Jumlah hot spot di pulau Sumatera dan Kalimantan tahun 2008	26
Tabel 4.4 Jumlah hot spot di pulau Kalimantan tahun 2007	27
Tabel 4.5 Jumlah hot spot di pulau Sumatera tahun 2007	27
Tabel 4.6 Jumlah hot spot di pulau Sumatera dan Kalimantan tahun 2007	28
Tabel 4.7 Jumlah hot spot di pulau Kalimantan tahun 2006	29
Tabel 4.8 Jumlah hot spot di pulau Sumatera tahun 2006	30
Tabel 4.9 Jumlah hot spot di pulau Sumatera dan Kalimantan tahun 2006	31
Tabel 4.10 Jumlah hot spot di pulau Kalimantan tahun 2005	31
Tabel 4.11 Jumlah hot spot di pulau Sumatera tahun 2005	32
Tabel 4.12 Jumlah hot spot di pulau Sumatera dan Kalimantan tahun 2005	32
Tabel 4.13 Jumlah hot spot di pulau Kalimantan tahun 2004	33
Tabel 4.14 Jumlah hot spot di pulau Sumatera tahun 2004	33
Tabel 4.15 Jumlah hot spot di pulau Sumatera dan Kalimantan tahun 2004	33

DAFTAR SINGKATAN

HTI	Hutan Tanaman Industri
Inderaja	Penginderaan Jauh
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer
DN	Digital Number
ATBD-LST	Algorithm Theoretical Basic Document-LST

ABSTRAK

Nama : Yusuf pirdaus
Program Studi : Teknik Elektro
Judul :

Pemanfaatan data MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) untuk mendeteksi hot spot (kebakaran hutan) dalam rangka monitoring bencana alam.

Kebakaran hutan merupakan salah satu bencana alam yang memiliki faktor kerugian yang sangat banyak di Indonesia mulai dari segi ekonomi, politik sosial serta dari sisi lingkungan hidup sendiri. Satelit TERRA/AQUA yang membawa sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) merupakan satelit penginderaan jauh yang digunakan untuk beberapa penelitian, salah satu yang dapat digunakan adalah untuk ekstraksi data suhu permukaan yang bersifat regional. Dengan wilayah cakupan yang luas yakni 2330 km dan resolusi spasial 250 m serta resolusi spektral yang tinggi yakni 36 kanal maka diharapkan MODIS mampu untuk menampilkan citra satelit untuk wilayah yang luas dan waktu pengamatan yang maksimal. Selanjutnya data citra MODIS diekstraksi sehingga didapatkan nilai dari jumlah hot spot yang akan digunakan untuk mengetahui pola persebaran titik *hot spot* yang terjadi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pola persebaran titik hot spot yang terjadi selama 5 tahun, antara tahun 2004 sampai 2008 pada pulau Sumatera dan Kalimantan sedangkan kanal yang digunakan adalah kanal 31 dan 32. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan peta persebaran data hot spot pulau Kalimantan dan Sumatera. Selain itu data persebaran hot spot yang terjadi di daerah Kalimantan dan Sumatera ternyata berkaitan erat dengan grafik curah hujan dan grafik perkembangan el-nino. Berdasarkan hal hal tadi dapat disimpulkan bahwa satelit TERRA/AQUA yang membawa sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) merupakan contoh satelit penginderaan jauh yang datanya dapat dimanfaatkan untuk mengetahui persebaran titik hot spot yang dapat digunakan untuk memonitoring bencana kebakaran hutan.

Kata kunci : *hot spot*, modis ,kebakaran hutan,kanal

ABSTRACT

Forest fire is a natural disaster that has a loss factor which is very lot in Indonesia in terms of economic, political, social and environmental side of their own.

Terra satellite / sensor AQUA bring Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) is a satellite remote sensing used for some research, one that can be used is to extract surface temperature data that are regional. With a wide coverage area of 2330 km and 250 m spatial resolution and high resolution Spectral channel 36 that is then expected to be able to show the MODIS satellite imagery for the region and a broad maximum observation time. Next MODIS image data obtained so that the value extracted from a hot spot that will be used to know distribution pattern a hot spot happened. This research was conducted to know the distribution pattern of hot spot point going for 5 years, between the years 2004 until 2008 on Sumatra and Kalimantan island ,with the channel 31 is used and results obtained 32. Based on map data distribution hot spot island and Kalimantan Sumatera. Selain the hot spot data distribution that occurred in the area of Kalimantan and Sumatra was closely associated with rainfall graphs and charts the development of El Nino . Based on the case before it can be concluded that satellite Terra / AQUA bring the sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) satellite is an example remote sensing data can be used for the distribution point hot spot that can be used for forest fire disaster monitor.

Key word : *hot spot*, modis ,forest fire,channel

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Beberapa tahun belakangan, Indonesia sering diguncang berbagai bencana alam hampir di seantero negeri, mulai dari tsunami, banjir, tanah longsor, gempa, gunung meletus, dan masih banyak lagi. Beragam teori diajukan untuk dijadikan penyebab lahirnya bencana tersebut, mulai dari penggundulan hutan, penyalahgunaan lahan, sampai *global warming*

Sejak tahun 1900, bencana alam telah menewaskan lebih dari 62 juta orang. Sekitar 85% di antaranya terjadi antara tahun 1900 dan 1950—dipicu juga oleh peperangan, wabah penyakit, maupun kelaparan. Namun sejak tahun 1990 terjadi peningkatan dimana lebih dari 1 juta orang meninggal dalam bencana alam. Pada tahun 2005, Palang Merah Internasional mencatat negara-negara yang mengalami banyak bencana alam antara lain Kosta Rika, El Savador, Guatemala, India, Meksiko, Nikaragua, Pakistan, Paraguay, Republik Afrika Tengah, Romania, Sudan, dan tentu saja, Indonesia.

Salah satu bencana alam yang memiliki dampak yang sangat banyak adalah kebakaran hutan. Kebakaran hutan dan lahan merupakan peristiwa yang dapat terjadi secara alamiah ataupun dipicu oleh kegiatan manusia [1]. Penggunaan api dalam upaya pembukaan hutan dan lahan untuk (HTI) Hutan Tanaman Industri, perkebunan, pertanian, pembalakan liar dan lain-lain merupakan penyebab terjadinya kebakaran hutan oleh manusia. Secara alamiah kebakaran diperparah dengan meningkatnya pemanasan global yang seringkali dikaitkan dengan pengaruh iklim El Niño, memberikan kondisi ideal untuk terjadinya kebakaran hutan dan lahan.

Namun apapun faktor pemicunya, kebakaran hutan dan lahan menimbulkan kerugian yang tidak kecil. Kebakaran hutan merupakan salah satu permasalahan yang serius dan berpengaruh terhadap keseimbangan hutan yang berdampak sangat merugikan baik segi ekonomi maupun politik. Dari sisi ekonomi berakibat pada hilang dan rusaknya sumberdaya hutan yang sangat besar dan terganggunya keseimbangan ekologi hutan. Di bidang politik dapat mengganggu hubungan dengan negara-negara tetangga akibat kabut asap

kebakaran hutan. Selain itu, asap kebakaran yang ditimbulkan dapat mengganggu lalu lintas transportasi udara dan pencemaran udara.

Oleh sebab itu, untuk mengantisipasi dini terjadinya dan makin meluasnya kerusakan sumberdaya hutan tersebut akibat kebakaran hutan diperlukan suatu upaya pemantauan adanya titik-titik api (*hot spots*), khususnya dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh (inderaja). Pemanfaatan teknologi inderaja tersebut diharapkan mampu memberikan informasi yang lebih akurat, mencakup wilayah yang luas dan relatif cepat.

Dengan telah diluncurkannya satelit TERRA (yang beroperasi pada siang hari) dan AQUA (beroperasi pada malam hari) yang membawa sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) diharapkan dapat memberikan kemampuan yang relatif lebih baik dari NOAA-AVHRR. Hal ini dikarenakan, MODIS memiliki cakupan lebih luas, yakni 2330 km dengan resolusi spasial yang relatif lebih baik, yakni 250 m (kanal 1 dan 2), 500 m (kanal 3 sampai dengan 7) dan 1000 m (kanal 8 sampai dengan 36) serta resolusi temporal 1 – 2 hari. Selain itu, MODIS mempunyai jendela/kanal spektral yang lebih sempit dan beragam. Namun demikian, satelit ini dalam operasi dan aplikasi datanya masih relatif baru, khususnya deteksi titik api sebagai indikator adanya kebakaran hutan untuk wilayah Indonesia. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu pengkajian untuk mengaplikasikan datanya.

1.2 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh data persebaran titik kebakaran yang terjadi di Pulau Kalimantan dan Sumatera dalam kurun waktu tertentu sehingga dapat dianalisa dan diteliti dan dipersiapkan pencegahannya.

1.3 BATASAN MASALAH

Penelitian ini dilakukan untuk memetakan daerah-daerah yang berpotensi mengalami kebakaran hutan atau lahan di Pulau Kalimantan dan Sumatera menggunakan teknologi penginderaan jauh. Metode yang digunakan adalah pendeteksian titik panas dan pemantauan suhu permukaan daratan. Penelitian dilakukan pada citra yang dihasilkan oleh sensor satelit AQUA/TERRA yaitu

MODIS. Data yang dianalisis adalah selama periode 2004 tahun 2008 dari data 8 harian MODIS dan diakumulasi menjadi data jumlah hotspot bulanan.

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang penulisan, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Memuat penjelasan tentang konsep dan prinsip dasar dari kebakaran hutan, penginderaan jauh, algoritma titik panas (*hot spot*)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Memuat uraian tentang bahan dan alat yang digunakan, tahapan dari penelitian yang dilakukan mulai dari data awal hingga diperoleh sebaran titik panas di Kalimantan dan Sumatera

BAB 4 HASIL PENGOLAHAN DATA

Bab ini memuat hasil uji coba dari algoritma titik panas beserta data yang didapatkan

BAB 6 ANALISA DATA

Bab ini memuat analisa data yang telah diolah beserta petanya dalam format sebaran dan jumlah titik api (*hotspot*).

BAB 5 KESIMPULAN

Dalam bab ini dirumuskan kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian dalam tugas akhir ini.

BAB 2

TEORI PENUNJANG

Di dalam bab ini akan dijelaskan mengenai kerangka teoritis yang menunjang penelitian terkait dengan kebakaran hutan yang sering melanda Indonesia. Pembahasan diawali dengan definisi kebakaran hutan, jenis, penyebabnya. Selain itu akan dijelaskan mengenai penginderaan jauh beserta teknologi dan penerapannya dalam mendeteksi, memantau dan memetakan kawasan yang dilanda bencana kebakaran.

2.1 KEBAKARAN HUTAN

Kebakaran hutan merupakan salah satu bencana alam atau faktor non-alam dengan efek kerusakan yang sangat hebat. Di Indonesia, penyebabnya sangat beragam, mulai dari faktor alam hingga akibat ulah manusia. Jumlah korban tak terhitung banyaknya disertai dengan kerugian cadangan kekayaan alam berupa hutan yang sangat vital perannya sebagai paru-paru dunia.

2.1.1 Definisi Kebakaran Hutan

Kebakaran hutan didefinisikan sebagai pembakaran yang tidak tertahan dan menyebar secara bebas serta mengkonsumsi bahan bakar yang tersedia di hutan, yang antara lain terdiri dari serasah, rumput, cabang kayu yang sudah mati, patahan kayu, batang kayu, tunggak, daun-daunan dan pohon-pohon yang masih hidup [3].

2.1.2 Tipe Kebakaran Hutan

Dilihat dari bahan bakar yang terbakar dan cara penjalaran api, kebakaran hutan dapat digolongkan dalam 3 tipe [5], yaitu:

1. Kebakaran Bawah (*Ground Fire*)

Merupakan kebakaran yang membakar bahan-bahan organik di bawah permukaan tanah yang meliputi bahan organik yang sedang membusuk, humus dan lapisan tanah bagian atas. Penjalaran api lambat tapi terus

berlanjut dan tidak menampilkan nyala api, sehingga sulit diketahui. Arah kebakaran ke segala arah sehingga kebakaran bawah berbentuk lingkaran.

2. Kebakaran Permukaan (*Surface Fire*)

Kebakaran jenis ini terjadi di lantai hutan, bahan bakarnya antara lain berupa serasah dan tumbuhan bawah yang ada dilantai hutan. kebakaran ini dapat menjalar pada vegetasi yang lebih tinggi dan penjarannya dimulai dari permukaan lantai hutan. Penjalaran api berbentuk lonjong atau elips karena mendapat pengaruh angin.

3. Kebakaran Atas (*Crown Fire*)

Kebakaran atas disebut pula kebakaran tajuk. Kebakaran tajuk dapat terjadi karena adanya kebakaran permukaan yang menjalar ke arah tajuk pohon, atau sebaliknya. Biasanya kebakaran jenis ini mempercepat terjadinya kebakaran dan berkembang dari tajuk suatu pohon ke tajuk pohon lainnya.

Ketiga tipe kebakaran tersebut dapat terjadi secara bersamaan. Kebakaran permukaan dapat menjalar menjadi kebakaran tajuk atau sebaliknya, api dari tajuk jatuh ke permukaan tanah dan mengakibatkan kebakaran permukaan dan kebakaran permukaan juga dapat menyebabkan kebakaran bawah.

2.1.3 Faktor yang memengaruhi Kebakaran Hutan

Beberapa faktor penting yang memengaruhi kebakaran hutan secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Jenis Bahan Bakar

Klasifikasi bahan bakar berdasarkan potensinya dalam menimbulkan kebakaran dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu [6]:

- a. Pohon hidup yang menyusun hutan
- b. Semak belukar
- c. Rumput dan tanaman penutup tanah
- d. Serasah dan humus yang tidak terdekomposisi
- e. Dahan mati dan lumut yang terdapat pada pohon hidup
- f. Pohon mati yang masih berdiri
- g. Sisa pembalakan

Sedangkan klasifikasi bahan bakar berdasarkan lokasi bahan bakar tersebut di dalam hutan, sebagai berikut [3]:

a. Bahan Bakar Bawah (*Ground Fuels*)

Merupakan bahan bakar serasah (di bawah permukaan tanah), akar pohon, bahan organik yang membusuk, gambut dan batu bara.

b. Bahan Bakar Permukaan (*Surface Fuels*)

Merupakan bahan bakar yang berada di lantai hutan, antara lain berupa serasah, log-log sisa tebangan, tunggak pohon dan tumbuhan bawah yang berada di lantai hutan.

c. Bahan Bakar Atas (*Aerial Fuels*)

Disebut juga *crown fuels* atau bahan bakar tajuk, yaitu bahan bakar yang berada diantara tajuk tumbuhan bawah sampai tajuk tumbuhan tingkat tinggi. Contohnya antara lain: cabang-cabang pohon, daun pohon dan semak, pohon mati yang masih berdiri.

2. Topografi

Ketinggian tempat, letak, lereng dan kondisi permukaan tanah berpengaruh pada penjalaran dan kekerasan kebakaran. Pada daerah yang tidak rata dimana frekuensi dan variasi dari topografi cukup besar, maka penyebaran kebakaran tidak teratur [6]. Pada lereng yang curam, api membakar dan menghabiskan dengan cepat tanaman yang dilaluinya dan api akan menjalar lebih cepat kearah atas lereng. Sebaliknya api yang menjalar ke bawah lereng akan mati jika melalui daerah lembab yang mempunyai kadar air yang tinggi.

3. Iklim Mikro dalam Hutan

Musim kemarau yang panjang menyebabkan berkurangnya kelembaban vegetasi, sehingga pemasukan panas yang rendah pun dapat menyebabkan kebakaran hutan yang hebat. Pemanasan menyebabkan evaporasi, mengeringnya material tanaman, meningkatnya suhu serta terbentuknya gas-gas yang mudah terbakar dan kebakaran akan meningkat secara cepat karena adanya panas yang dilepaskan dari kebakaran serasah .

4. Waktu Terjadinya Kebakaran Hutan

Pada pagi hari dengan suhu yang relatif rendah (18° - 22° C), kelembaban relatif tinggi (95-100%), maka tingkat kadar air bahan bakar juga akan relatif tinggi ($>40\%$), sehingga api sukar untuk menjalar bila kebakaran berlangsung. Selain itu pola kebakaran yang terjadi relatif tidak berubah dari bentuk lingkaran, ini karena kecepatan angin relatif stabil atau boleh dikatakan tidak terlalu berpengaruh. Sementara itu pada siang hari dengan suhu udara yang relatif tinggi sekitar 35° C, kelembaban relatif 70-80%, kecepatan angin sekitar 60m/menit, dan kadar air bahan bakar yang relatif rendah ($<30\%$), membuat proses pembakaran relatif cepat dengan berubah-ubah arah, intensitas kebakaran yang tinggi membuat bentuk kebakaran menjadi tidak beraturan. Bagi bahan bakar yang mengandung kadar air cukup tinggi ($>30\%$), maka relatif memerlukan energi panas yang cukup tinggi guna mencapai temperatur penyalaan [8].

5. Pembalakan Liar (*Illegal logging*)

Pembalakan liar telah menyebabkan hutan terbuka dan terakumulasinya limbah hasil pembalakan yang menjadi sumber bahan bakar. Kebakaran hutan juga bisa terjadi akibat kelalaian dari para pembalak. Sebagai contoh percikan api dari saluran gas buangan/*knalpot chain saw* jatuh mengenai bahan bakar yang berada di lantai hutan.

6. Ladang Berpindah

Peladangan berpindah (*slash and burn system*) telah dilakukan peladang berpindah berabad-abad lalu. Namun, peladang berpindah tradisional mempunyai kearifan ekologi. Mereka menebang hutan pada akhir musim hujan. Daun dan ranting disebar di hutan yang dibuka guna menutupi tanah yang terbuka. Dengan cara ini laju evapotranspirasi hutan turun saat hujan mulai berkurang. Daun-daunan yang menutupi permukaan tanah juga mengurangi penguapan air dari tanah. Dengan berkurangnya laju evapotranspirasi dan penguapan air, kehilangan air dari tanah pada musim kemarau amat dikurangi. Inilah kearifan ekologi tradisional peladang berpindah untuk konservasi air tanah.

Pada akhir musim kemarau, sisa penebangan dibakar. Abu ditebar di tempat yang akan ditanami, menyusul penanaman. Hujan baru sedikit yang turun, intensitasnya pun rendah. Namun, biji dapat tumbuh karena

kesuburan tanah cukup tinggi. Saat intensitas hujan naik, tanaman cukup besar sehingga tidak mengalami kerusakan. Perlindungan juga diperoleh dari batang-batang pohon yang diletakkan melintang sejajar kontur tanah membentuk sengkedan. Hutan yang dibuka tidak luas. Mengingat kepadatan penduduk rendah, ladang terpecah di antara bentangan hutan luas [9].

Perladangan berpindah yang dilakukan oleh suku pendatang di beberapa daerah tertentu, dimana mereka tidak memiliki sistem pertanian yang benar-benar memiliki wawasan dan pengetahuan asli terhadap kelanjutan proses perkembangan alam dan lingkungan seperti yang dilakukan oleh suku-suku tradisional. Selain itu juga motivasi mereka jauh berbeda dengan yang dilakukan oleh masyarakat asli. Sebagai contoh masyarakat pendatang mengusahakan suatu lahan pertama sekali selain untuk kebutuhan ekonomi juga ingin menguasai lahan dan pada tahap berikutnya mengelolanya untuk mencari keuntungan sebanyak-banyaknya tanpa memperhatikan sistem yang berkelanjutan.

7. Ragam Konversi Hutan

Konversi hutan untuk HTI (Hutan Tanaman Industri), perkebunan, budidaya pertanian lainnya, pertambangan, pemukiman, tempat usaha, dan sebagainya merupakan salah satu penyebab berkurangnya kemampuan hutan mendaur materi dan menjaga kesuburan tanah. Berkurangnya kemampuan hutan mendaur materi mengakibatkan berkurangnya fungsi hutan sebagai penyangga kehidupan.

Pembersihan lahan (*land clearing*) untuk konversi hutan sering dilakukan dengan cara pembakaran karena biaya yang dibutuhkan lebih murah daripada menggunakan alat-alat mekanis. Proses pembakaran tersebut dapat berubah menjadi kebakaran yang tak terkendali.

8. Tumbuhan Mudah Terbakar

Jenis tumbuhan yang menyusun hutan juga dapat meningkatkan potensi terjadinya kebakaran pada hutan tersebut. Ada beberapa jenis tumbuhan yang mempunyai sifat mudah terbakar. Jenis tumbuhan seperti Pinus lebih peka terhadap api karena batangnya mengandung resin.

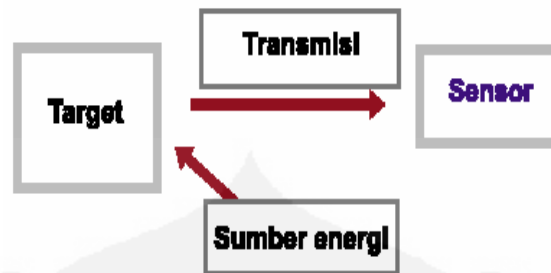
2.2 APLIKASI PENGINDERAAN JAUH UNTUK DETEKSI KEBAKARAN HUTAN

Salah satu metode untuk mengetahui peluang terjadinya kebakaran adalah pemantauan titik panas. Pemantauan titik panas dilakukan dengan teknologi penginderaan jauh menggunakan satelit. Data titik panas dapat dijadikan sebagai salah satu indikator tentang kemungkinan terjadinya kebakaran, sehingga perlu dilakukan analisa, pemantauan dan terkadang perlu dilakukan cek LAPAN gan (*ground truthing*) untuk mengetahui apakah diperlukan tindakan penanggulangan dini khususnya pada saat musim kemarau dimana penyebaran api akan sangat cepat. Satelit yang dapat digunakan untuk pemantauan titik panas adalah satelit NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) melalui sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) dan sensor satelit MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectro-Radiometer*) yang dibawa oleh satelit TERRA/AQUA.

2.2.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah pengambilan atau pengukuran data atau informasi mengenai sifat dari sebuah fenomena, objek atau benda dengan menggunakan sebuah alat perekam tanpa berhubungan langsung dengan objek atau benda tersebut [10].

Empat komponen dasar dari sistem penginderaan jauh adalah target, sumber energi, alur transmisi dan sensor. Komponen ini bekerja bersama untuk mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh objek tersebut. Sumber energi yang memancarkan energi elektromagnetik pada target mutlak diperlukan. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. Sensor adalah sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik. Setelah dicatat, data akan dikirim ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap dipakai, diantaranya berupa citra. Citra ini kemudian diinterpretasikan untuk menyarikan informasi mengenai target [10].



Gambar 2.1 Komponen dasar penginderaan jauh [10].

2.2.1.1 Sistem Satelit

Sistem satelit dalam penginderaan jauh tersusun dari penyiam (*scanner*) dengan dilengkapi sensor pada wahana (*platform*) satelit. Sensor tersebut dilengkapi oleh detektor. Untuk lebih jelasnya dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Penyiam merupakan sistem perolehan data secara keseluruhan termasuk sensor dan detektor.
- b. Sensor dipergunakan untuk menangkap energi dan mengubahnya dalam bentuk sinyal dan menyajikannya ke dalam bentuk yang sesuai dengan informasi yang diinginkan.
- c. Detektor merupakan alat pada sistem sensor yang merekam radiasi elektromagnetik.

Sinyal radiasi elektromagnetik yang sampai ke sensor direkam dalam pita magnetik untuk diproses menjadi data visual atau digital yang dapat diolah komputer. Pilihan untuk menyajikan data pada citra satelit akan memberikan kesempatan pada pengguna untuk melakukan pengambilan informasi dengan berbagai cara sesuai dengan kebutuhannya.

2.2.1.2 Radiasi Elektromagnetik

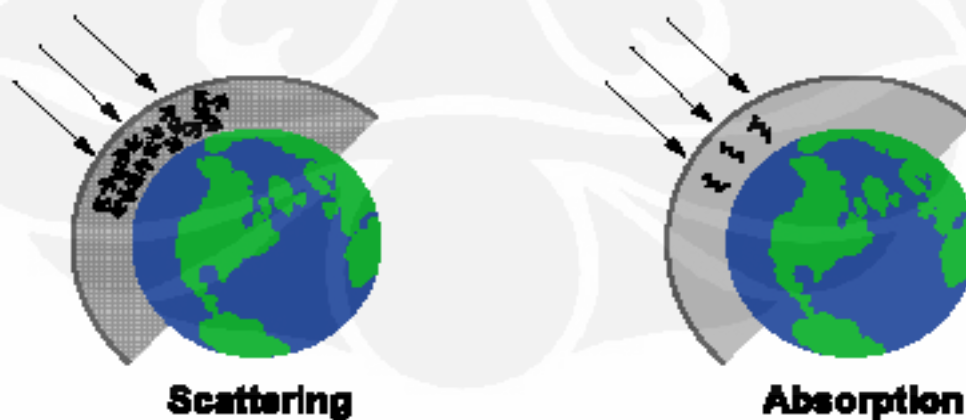
Energi elektromagnetik adalah sebuah komponen utama dari kebanyakan sistem penginderaan jauh untuk lingkungan hidup, yaitu sebagai medium untuk pengiriman informasi dari target kepada sensor [10]. Energi elektromagnetik merambat dalam gelombang dengan beberapa karakter yang bisa diukur, yaitu: panjang gelombang (*wavelength*), frekuensi, amplitudo. Frekuensi tergantung dari kecepatan merambatnya gelombang. Karena kecepatan energi elektromagnetik adalah konstan (kecepatan cahaya), panjang gelombang dan frekuensi berbanding

terbalik. Semakin panjang suatu gelombang, semakin rendah frekuensinya, dan semakin pendek suatu gelombang semakin tinggi frekuensinya.

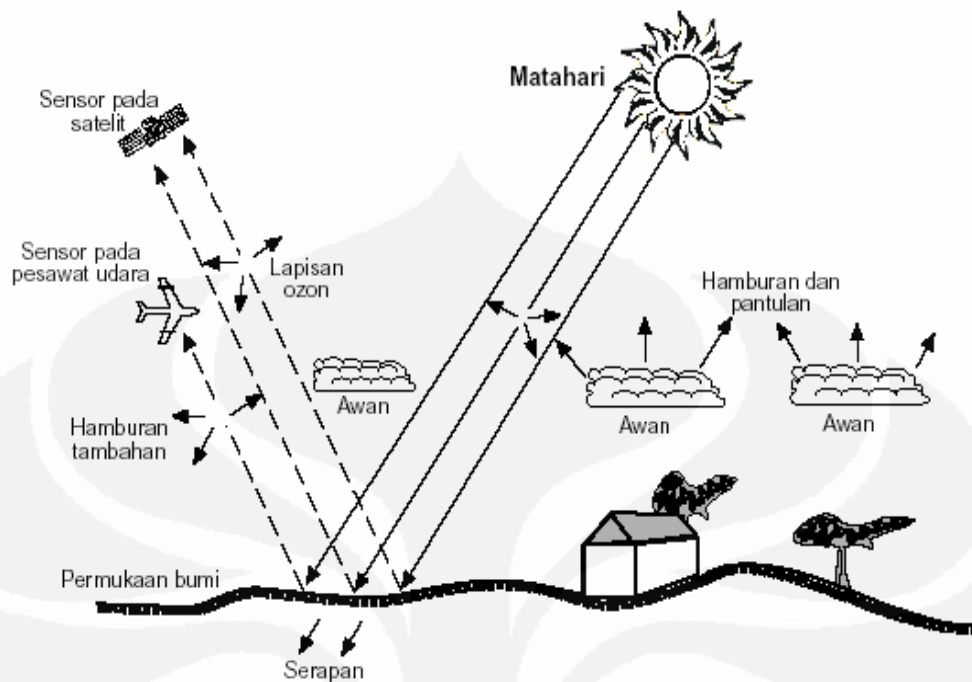
Energi elektromagnetik dipancarkan, atau dilepaskan, oleh semua masa di alam semesta pada tingkatan yang berbeda-beda. Semakin tinggi energi yang dipancarkan suatu sumber energi, semakin rendah panjang gelombang dari energi yang dihasilkan, dan semakin tinggi frekuensinya. Perbedaan karakteristik energi gelombang digunakan untuk mengelompokkan energi elektromagnetik.

Susunan semua bentuk gelombang elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya disebut spektrum elektromagnetik [10]. Gambar 2.3 memperlihatkan spektrum elektromagnetik yang disusun berdasarkan panjang gelombang (diukur dalam satuan μm) mencakup kisaran energi yang sangat rendah, dengan panjang gelombang tinggi dan frekuensi rendah, seperti gelombang radio sampai ke energi yang sangat tinggi, dengan panjang gelombang rendah dan frekuensi tinggi seperti radiasi X-Ray dan Gamma.

Gelombang elektromagnetik yang dihasilkan matahari dipancarkan dan masuk ke dalam atmosfer bumi. Interaksi antara radiasi dengan partikel atmosfer bisa berupa penyerapan (*absorption*), penyebaran (*scattering*) atau pemantulan kembali (*reflectance*). Sebagian besar radiasi dengan energi tinggi diserap oleh atmosfer dan tidak pernah mencapai permukaan bumi. Bagian energi yang bisa menembus atmosfer adalah yang *transmitted*. Semua masa dengan suhu lebih tinggi dari 0 Kelvin (-273 C) mengeluarkan radiasi gelombang elektromagnetik.



Gambar 2.2. Interaksi energi dengan atmosfer [10]



Gambar 2.3 Interaksi energi dengan permukaan bumi [11]

2.2.1.3 Sensor

Radiometer adalah alat pengukur *level* energi dalam kisaran panjang gelombang tertentu, yang disebut *channel*. Penginderaan jauh multispektral menggunakan sebuah radiometer yang berupa deretan dari banyak sensor, yang masing masing peka terhadap sebuah *channel* atau *band* dari panjang gelombang tertentu. Data spektral yang dihasilkan dari suatu target berada dalam kisaran *level* energi yang ditentukan.

Radiometer yang dibawa oleh pesawat terbang atau satelit mengamati bumi dan mengukur besarnya radiasi yang dipantulkan atau dipancarkan dari benda-benda yang ada di permukaan bumi dan atmosfer. Karena masing masing jenis permukaan bumi dan tipe partikel pada atmosfer mempunyai karakteristik spektral yang khusus (*spectral signature*) maka data ini bisa dipakai untuk menyediakan informasi mengenai sifat target. Pada permukaan yang rata, hampir semua energi dipantulkan dari permukaan pada suatu arah, sedangkan pada permukaan kasar, energi dipantulkan hampir merata ke semua arah.

Ada dua tipe deteksi yang dilakukan oleh sensor: deteksi pasif dan aktif. Banyak bentuk penginderaan jauh yang menggunakan deteksi pasif, dimana

sensor mengukur level energi yang secara alami dipancarkan, dipantulkan, atau dikirimkan oleh target. Sensor ini hanya bisa bekerja apabila terdapat sumber energi yang alami, pada umumnya sumber radiasi adalah matahari, sedangkan pada malam hari atau apabila permukaan bumi tertutup awan, debu, asap dan partikel atmosfer lain, pengambilan data dengan cara deteksi pasif tidak bisa dilakukan dengan baik.

Sedangkan pada deteksi aktif, penginderaan jauh menyediakan sendiri sumber energi untuk menyinari target dan menggunakan sensor untuk mengukur refleksi energi oleh target dengan menghitung sudut refleksi atau waktu yang diperlukan untuk mengembalikan energi. Keuntungan menggunakan deteksi aktif adalah pengukuran bisa dilakukan kapan saja. Akan tetapi sistem aktif ini memerlukan energi yang cukup besar untuk menyinari target.

2.2.1.4 Resolusi sensor

Rancangan dan penempatan sebuah sensor terutama ditentukan oleh karakteristik khusus dari target yang ingin dipelajari dan informasi yang diinginkan dari target tersebut. Setiap aplikasi penginderaan jauh mempunyai kebutuhan khusus mengenai luas cakupan area, frekuensi pengukuran dan tipe energi yang akan dideteksi. Oleh karena itu, sebuah sensor harus mampu memberikan resolusi spasial, spektral dan temporal yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

a. Resolusi Spasial

Resolusi spasial menunjukkan level dari detail yang ditangkap oleh sensor. Semakin detail informasi yang ingin didapat semakin tinggi resolusi spasial yang diperlukan. Sebagai contoh, pemetaan penggunaan lahan memerlukan resolusi spasial yang lebih tinggi dari pada sistem pengamatan cuaca berskala besar. Bila sebuah sensor memiliki resolusi spasial 20 m citra yang dihasilkannya ditampilkan dengan resolusi penuh, maka setiap pixel mewakili luasan 20 x 20 m di LAPAN gan. Semakin tinggi resolusinya, maka semakin kecil area yang dapat dicakupnya

b. Resolusi Spektral

Resolusi spektral merupakan interval panjang gelombang khusus pada spektrum elektromagnetik yang direkam oleh sensor. Semakin sempit lebar interval spektrum elektromagnetik, resolusi spektral akan menjadi semakin tinggi.

c. Resolusi Temporal

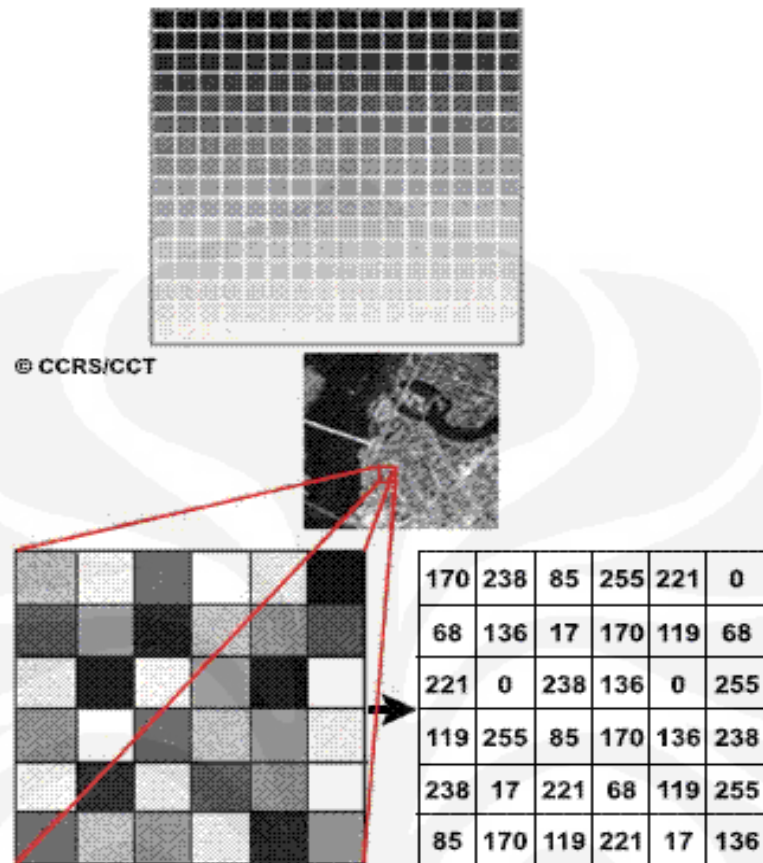
Menunjukkan interval waktu antar pengukuran. Contoh: citra Landsat TM melewati satu daerah yang sama sebanyak 16 hari sekali, sedang NOAA dapat 2 kali sehari melewati daerah yang sama. Oleh karena itu resolusi temporal NOAA lebih tinggi dari pada Landsat.

2.2.1.5 Karakteristik Citra

Setelah data dikumpulkan dan dikirimkan ke stasiun penerima, data tersebut diproses dan diubah ke dalam format yang bisa diinterpretasi oleh pengguna. Untuk itu data harus diproses, dipertajam dan dimanipulasi menggunakan teknik-teknik yang disebut pengolahan citra [10].

Data citra satelit dikirim ke stasiun penerima dalam bentuk format digital mentah merupakan sekumpulan data numerik. Unit terkecil dari data digital adalah bit, yaitu angka biner, 0 atau 1. Kumpulan dari data sejumlah 8 bit data adalah sebuah unit data yang disebut byte, dengan nilai dari 0 – 255. Dalam hal citra digital nilai level energi dituliskan dalam satuan byte. Kumpulan byte ini dengan struktur tertentu bisa dibaca oleh software dan disebut citra digital 8-bit.

Pixel (*picture element*) adalah titik yang merupakan elemen paling kecil pada citra satelit [10]. Angka numerik (1 byte) dari pixel disebut *digital number* (DN). DN bisa ditampilkan dalam warna kelabu, berkisar antara putih dan hitam (*gray scale*) tergantung level energi yang terdeteksi. Pixel yang disusun dalam order yang benar akan membentuk sebuah citra. Kebanyakan citra satelit yang belum diproses disimpan dalam bentuk *gray scale* yang merupakan skala warna dari hitam ke putih dengan derajat keabuan yang bervariasi.



Gambar 2.4. Hubungan DN dengan derajat keabuan [10]

Resolusi dari sebuah citra menunjukkan *level* kedetailan yang dimiliki oleh sebuah citra. Resolusi didefinisikan sebagai area dari permukaan bumi yang diwakili oleh sebuah pixel sebagai elemen terkecil dari sebuah citra [10]. Pada satelit pemantau cuaca yang mempunyai resolusi 1 km, masing-masing pixel mewakili rata-rata *brightness* dari sebuah area berukuran 1 x 1 km. Resolusi adalah hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam rangka pemilihan citra yang akan digunakan terutama dalam hal aplikasi, waktu, biaya, ketersediaan citra dan fasilitas komputasi.

2.2.2 SATELIT UNTUK PEMANTAUAN TITIK PANAS (*HOT SPOT*)

2.2.2.1 Sensor Satelit MODIS

MODIS adalah sistem instrumen sensor yang terpasang pada satelit TERRA/AQUA. Satelit Terra mengorbit dari utara ke selatan melewati garis ekuator pada pagi hari sedangkan satelit Aqua mengorbit dari selatan ke utara

melewati ekuator pada sore harinya. MODIS dapat mengamati tempat yang sama di permukaan bumi setiap hari. Pantulan gelombang elektromagnetik yang diterima sensor MODIS sebanyak 36 band (36 panjang gelombang). Satu elemen citranya memiliki resolusi 250 m (band 1-2), 500 m (band 3-7) dan 1000 m (band 8-36). Karakteristik dari masing-masing band dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Karakteristik masing-masing band citra MODIS [16]

Kegunaan	Band	Bandwidth
Batas awan /daratan/awan	1	620-670
Aerosol	2	841-876
Karakteristik awan/	3	459-479
Daratan/aerosol	4	545-565
	5	1230-1250
	6	1628-1652
	7	2105-2155
Warna laut/fitoplankton/	8	405-420
biokimia	9	438-448
	10	483-493
	11	526-536
	12	546-556
	13	662-672
	14	673-683
	15	743-753
	16	862-877
Uap air/atmosfir	17	890-920
	18	931-941
	19	915-965
	20	3.660-3.840
	21	3.929-3.989
	22	3.929-3.989
	23	4.020-4.080
Suhu awan	24	4.433-4.498
	25	4.482-4.549
Awan sirus/uap air	26	1.360-1.390
	27	6.535-6.895
	28	7.175-7.475
Karakteristik awan	29	8.400-8.700
Ozon	30	9.580-9.880
Lapisan/suhu awan	31	10.780-11-280
	32	11.770-12.270
Ketinggian awan	33	13.185-13.485
	34	13.485-13.785
	35	13.785-14.085
	36	14.085-14.385

2.2.2.2 Titik Panas (*Hot Spot*)

Deteksi titik api dengan data MODIS dapat dilakukan dengan memanfaatkan kanal-kanal yang mempunyai panjang gelombang $4\mu\text{m}$ dan $11\mu\text{m}$, sedangkan kanal yang beresolusi 250 m dapat dipergunakan untuk mengestimasi luas kebakaran yang aktif dan bekas kebakaran. Penelitian ini merupakan hasil kajian yang mencoba untuk ekstraksi data titik-titik api dengan menerapkan beberapa model dan kanal MODIS. Akan tetapi, hasil dari ekstraksinya belum divalidasi di LAPAN gan atau dibandingkan dengan data hasil ekstraksi dari jenis satelit yang lain.

Titik-titik api didefinisikan sebagai titik-titik pada citra (pixel atau sub-pixel) yang mempunyai suhu sangat tinggi dan berhubungan dengan *active fire* (*Kobaran Api*) di permukaan bumi. Menurut hukum pergeseran WIEN'S, suhu tersebut berkisar antara 400 K sampai dengan 700 K, di permukaan bumi. Sementara itu, suhu titik api tersebut dapat dihasilkan berdasarkan nilai suhu kecerahannya (*Temperature Brightness=Tb*), yang bisa diturunkan berdasarkan persamaan yang dikembangkan oleh D'Souza (1993).

Tabel 2.2. Algoritma untuk mendapatkan titik panas pada citra MODIS

Siang Hari		Malam Hari	
<i>Contextual Algorithm</i>	<i>Absolute Algorithm</i>	<i>Contextual Algorithm</i>	<i>Absolute Algorithm</i>
$T_4 > T_{4b} + 4 \delta T_{4b}$ atau $T_4 > 320\text{K}$	$T_4 > 360^\circ\text{K}$	$T_4 > T_{4b} + 4 \delta T_{4b}$ atau $T_4 > 315\text{K}$	$T_4 > 330\text{K}$
$\Delta T_{41} > \Delta T_{41b} + 4\delta\Delta T_{41b}$ atau $\Delta T_{41} > 20\text{K}$		$\Delta T_{41} > \Delta T_{41b} + 4\delta\Delta T_{41b}$ atau $\Delta T_{41} > 10\text{K}$	

dimana:

$$\Delta T_{41} = T_4 - T_{11}$$

T_{4b} = Suhu kenampakan latar belakang (background temperature) kanal $4\mu\text{m}$, yaitu suhu kenampakan dari pixel-pixel sekitarnya (21 x 21 pixel)

δT_{4b} = Standard deviasi suhu kenampakan latar belakang kanal $4\mu\text{m}$

$$\Delta T_{41b} = T_{4b} - T_{11b}$$

Suhu kecerahan dari kanal 21 dan kanal 31 pada citra sensor MODIS didapat dengan algoritma sebagai berikut:

$$T = \frac{C_2/\lambda}{\ln\left(\frac{C_1/\lambda}{(\lambda^5 \cdot B) + 1}\right)} \quad (2.7)$$

dimana:

- T = Brightness temperature (K)
- C_1 = Konstanta radiasi pertama
 $= 2 hc^2 = 1,1910439 \times 10^{-16} \text{ Wm}^{-2}$
- C_2 = Konstanta radiasi kedua
 $= hck^{-1} = 1,4387686 \times 10^{-2} \text{ mK}$
- B = Radiance ($\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}.\text{m}^{-1}$)
- λ = Median panjang gelombang dari kanal (m)
- h = Konstanta Plank (Joule second)
- c = Kecepatan cahaya (m/s)
- k = Konstanta Boltzman (Joule/Kelvin)

Perhitungan nilai radiansi spektral dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$B_i = \alpha_i \times (DN_i - \beta_i) \quad (2.8)$$

dimana:

- B_i = Radiasi spektral kanal ke i ($\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}.\text{m}^{-1}$)
- α_i = Nilai gain kanal ke i ($\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{count}^{-1}$)
- β_i = Nilai offset kanal ke i ($\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}.\text{m}^{-1}$)
- DN_i = Nilai digital kanal ke i (count)

BAB 3

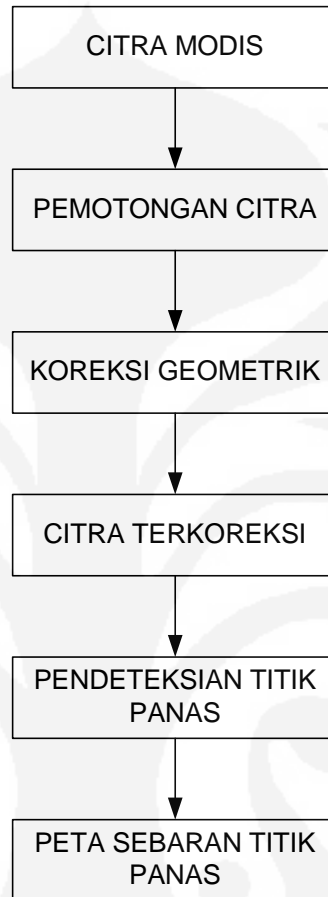
METODOLOGI PENELITIAN

Satelit TERRA/AQUA yang membawa sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) dapat digunakan untuk mendeteksi temperatur dengan menggunakan kanal 31 dengan *bandwidth* sekitar 10.780 - 11.280 μm dan kanal 32 dengan *bandwidth* 11.770-12.270 μm . Kanal 31 dan kanal 32 ini diambil dari data level 1 data MODIS. Kemudian dengan memberikan formula dari metode-metode yang sudah dikembangkan berdasarkan ATBD-LST (*Algorithm Theoretical Basic Document-LST*) yang dipilih maka akan didapatkan nilai titik hot spot yang dikehendaki. Data yang sudah diberi formula yang kemudian disebut data level 2.

Citra satelit MODIS diperoleh dari Pusat Data Penginderaan Jauh LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional). Selain data dari LAPAN juga digunakan beberapa data level 1 dari NASA dengan *men-download* dari website www.eOdps01u.ecs.nasa.gov dikarenakan pada beberapa waktu tidak tersedia data dari LAPAN. Daerah yang menjadi pusat perhatian dalam penelitian disini adalah Pulau Sumatera dan Kalimantan karena di kedua pulau tersebut tempat sering terjadinya titik hot spot di Indonesia.

3.1 TAHAPAN PENELITIAN

Diagram alir dari tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

1. Citra MODIS

Data yang diterima dari sensor satelit harus melalui beberapa tahapan pemrosesan awal hingga didapatkan data level 1B yang telah siap untuk diolah. Tahapan pemrosesan dari data level 0 hingga data level 1B adalah sebagai berikut:

a. Data Level 0

Data masih berupa data keluaran dari sensor satelit yang belum terproses. Data tersebut masih mempunyai resolusi penuh, yaitu resolusi analog.

b. Data Level 1A

Data sudah berupa data digital dan sudah terintegrasi beberapa informasi seperti referensi waktu, koefisien kalibrasi dan informasi geometris.

c. Data Level 1B

Data sudah berupa data digital dan sudah dilengkapi beberapa file yang berupa data lokasi geometris, koefisien untuk kalibrasi.

Data level 1B dari citra AVHRR dan MODIS merupakan data satelit yang sudah berformat *computer-friendly*. Dengan kata lain, data tersebut sudah siap untuk diolah menggunakan berbagai macam algoritma sehingga menghasilkan informasi yang diinginkan. Data level 1B untuk MODIS mempunyai format file dengan ekstensi ".hdf".

2. Pemotongan Citra

Pemotongan citra (cropping) merupakan salah satu tahap pra pengolahan citra yang dilakukan untuk membatasi citra sesuai dengan daerah penelitian, yaitu: Kalimantan. Koordinat geografis pulau tersebut adalah antara 9.33° LU ; 106.67° BT hingga 4.76° LS ; 120.67° BT.

3. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan untuk memperbaiki kesalahan geometrik pada citra penginderaan jauh yang terjadi pada saat proses perekaman. Kesalahan tersebut terjadi akibat pengaruh dari rotasi bumi yang menyebabkan citra berbentuk miring dan juga disebabkan oleh bentuk permukaan bumi yang tidak rata melainkan berbentuk kurva yang melengkung. Proses koreksi geometrik akan menghasilkan citra yang sesuai dengan koordinat peta dunia yang sesungguhnya.

Koreksi geometrik merupakan proses memposisikan citra sehingga cocok dengan koordinat peta dunia yang sesungguhnya. Pada penelitian ini, koreksi geometrik dilakukan dengan cara merekonstruksi kembali *geolocation data* dari citra yang akan diolah. Hal-hal yang perlu diketahui untuk melakukan rekonstruksi adalah:

- a. Jarak antara garis lintang adalah 111.2 km.
- b. Jarak antara garis bujur adalah $111.2 \text{ km} \times \cos \phi$
- c. ϕ adalah sudut sebesar 34,86 derajat
- d. Ukuran terkecil piksel suatu citra satelit yang memiliki resolusi spasial sebesar 1 km adalah luasan $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$

Dengan mengetahui jarak antara garis lintang dan jarak antara garis bujur, maka sebuah grid bisa direkonstruksi berdasarkan nilai maksimum garis lintang dan

garis bujur yang diperoleh dari *geolocation data*. Setiap piksel akan memiliki tinggi

$$\left(1111.2 \frac{km}{deg}\right)^{-1} \cdot 1 \frac{km}{pixel} = 0.0089928 \frac{deg}{pixel} \quad (3.1)$$

dan lebar

$$\left(1111.2 \frac{km}{deg}\right)^{-1} \cdot 1 \frac{km}{pixel} \cos \phi = 0.010959 \frac{deg}{pixel} \quad (3.2)$$

Nilai tersebut tidak sama untuk setiap titik dipermukaan bumi, tetapi tingkat akurasi cukup baik untuk digunakan pada penelitian ini.

4. Pendeteksian titik panas (hotspot)

Algoritma untuk mendeteksi adanya titik panas tidak dapat langsung diterapkan terhadap nilai radiasi. Nilai radiasi harus dirubah terlebih dahulu menjadi suhu kecerahan (*brightness temperature*). Suhu kecerahan adalah suhu yang dipancarkan setiap objek terhadap radiasi yang diterimanya. Untuk merubah nilai radiasi menjadi suhu kecerahan dengan menggunakan *invers* dari *Plank's function*, yaitu: untuk sensor MODIS

$$T = \frac{C_2 / \lambda}{\ln \left(\frac{C_1 / (\lambda^5 \cdot B) + 1}{\lambda} \right)} \quad (3.3)$$

Setelah diperoleh suhu kecerahan dari setiap kanal, berupa suhu kecerahan kanal 3 dan kanal 4 untuk sensor AVHRR dan suhu kecerahan kanal 21 dan 31 untuk sensor MODIS, maka langkah selanjutnya adalah *land masking* dan *cloud detection*.

Land masking untuk sensor MODIS sudah tersedia pada *geolocation data*, sedangkan untuk *cloud detection* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{band10} > 0.95 \times \max(\text{band10})$$

$$\text{band11} > 0.95 \times \max(\text{band11})$$

$$\text{band12} > 0.95 \times \max(\text{band12})$$

Dengan ketentuan tidak ada titik panas pada piksel yang telah dideteksi sebagai awan.

Di dalam LAPAN untuk menentukan lokasi dan distribusi titik panas harian menggunakan data MODIS dengan memanfaatkan data suhu kenampakan kanal 21 atau 22 ($T_4, \lambda = 4 \mu m$) dan kanal 31 ($T_{11}, \lambda = 11 \mu m$). Adapun kriteria yang digunakan adalah sebagai berikut:

Dikatakan bukan hot spot apabila

$T_4 < 315K$ (305K pada malam hari) atau $\Delta T_{41} < 5K$ (3K pada malam hari)

Dikatakan hot spot jika memenuhi 5 kriteria berikut

$[(T_4 > T_{4b} + 4 \delta T_{4b}) \text{ atau } T_4 > 320K \text{ (315K pada malam hari) }] \text{ dan}$
 $[(\Delta T_{41} > \Delta T_{41b} + 4\delta\Delta T_{41b}) \text{ atau } \Delta T_{41} > 20K \text{ (10K pada malam hari)}] \text{ } \text{ atau}$
 $- \{T_4 > 360K \text{ (330K pada malam hari) } \}$

dimana $\Delta T_{41} = T_4 - T_{11}$

T_{4b} = suhu kenampakan latar belakang (background temperature) kanal $4 \mu m$,
 yaitu suhu kenampakan dari pixel-pixel sekitarnya (21 x 21 pixel)

δT_{4b} = standard deviasi suhu kenampakan latar belakang kanal $4 \mu m$

$\Delta T_{41b} = T_{4b} - T_{11b}$

BAB 4

HASIL PENGOLAHAN DATA

4.1 Data hot spot

Berdasarkan hasil data yang diadaptasi dari LAPAN selama tahun 2004 sampai 2008 maka dapat diklasifikasikan data sebagai berikut

4.1.1 Data tahun 2008

Hasil dari proses pengolahan data jumlah untuk tahun 2008 terdapat 46 data delapan harian tabel 4.1 dan 4.2 yang diperoleh merupakan penjumlahan titik berdasarkan data yang diperoleh dari modis selama tahun 2008 untuk Tabel 4.1 untuk pulau Sumatra dan 4.2 untuk Kalimantan.

Tabel 4.1 Jumlah hot spot di Pulau Sumatra tahun 2008

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	10
Februari	33
Maret	14
April	35
Mei	256
Juni	20
Juli	30
Agustus	181
September	1139
Oktober	21
November	35
Desember	31

Dari data jumlah masing masing pulau, keduanya dapat dijumlahkan sehingga diperoleh penjumlahan hotspot yang terjadi di Pulau Kalimantan dan Sumatera selama tahun 2008 seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3

Tabel 4.2. Jumlah hot spot di Pulau Kalimantan tahun 2008

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	14
Februari	10
Maret	12
April	14
Mei	100
Juni	22
Juli	24
Agustus	988
September	96
Oktober	50
November	34
Desember	20

Tabel 4.3. Jumlah hot spot yang terjadi selama tahun 2008 di Pulau Sumatera dan Kalimantan

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	24
Februari	33
Maret	26
April	11
Mei	156
Juni	42
Juli	54
Agustus	1169
September	1598
Oktober	71
November	69
desember	51

Dari tabel 4.3 diatas dapat diketahui bahwa puncak terjadinya hot spot terjadi pada bulan September diikuti bulan Agustus dan ketiga terjadi di bulan Mei.

4.1.2 Hasil pengolahan data tahun 2007

Hasil dari proses pengolahan data jumlah hot spot untuk tahun 2007 terdapat 44 data delapan harian. Berdasarkan data yang di dapat dapat dilihat bahwa pada tahun 2007 tidak terlalu banyak hot spot yang dideteksi di Pulau Kalimantan.

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	4
Februari	13
Maret	5
April	18
Mei	21
Juni	17
Juli	10
Agustus	41
September	39
Oktober	21
November	22
Desember	11

Tabel 4.4 Jumlah hot spot di Pulau Kalimantan tahun 2007

Sedangkan untuk Pulau Sumatera tahun 2007 cukup banyak ditemukan titik hot spot yang terjadi pada bulan September diikuti Agustus dan Mei.

Tabel 4.5 Jumlah hot spot di Pulau Sumatera tahun 2007

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	18
Februari	30
Maret	12
April	60
Mei	12
Juni	16
Juli	13
Agustus	400
September	997
Oktober	423
November	50
Desember	32

Sedangkan untuk Sumatera dominasi hot spot masih berada di propinsi Riau dan diikuti oleh Sumatera Selatan. Berikut data penjumlahan hot spot Pulau Sumatera dan Kalimantan tahun 2007.

Tabel 4.6 Nilai hot spot bulanan untuk Sumatera dan Kalimantan tahun 2007

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	22
Februari	43
Maret	17
April	23
Mei	78
Juni	33
Juli	23
Agustus	441
September	1036
Oktober	444
November	72
Desember	43

Dari Tabel 4.6. dapat diketahui bahwa puncak terjadinya hot spot untuk Pulau Sumatera dan Kalimantan terjadi pada bulan September, Oktober dan Agustus.

4.1.3 Hasil pengolahan data tahun 2006

Hasil dari proses pengolahan data jumlah untuk tahun 2006 terdapat 46 data delapan harian puncak terjadinya hot pot yang terjadi di Pulau Sumatera terjadi pada bulan September, Oktober dan Agustus.

Tabel 4.7 Nilai hot spot bulanan untuk Sumatera 2006

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	123
Februari	90
Maret	104
April	23
Mei	27
Juni	19
Juli	121
Agustus	116
September	1143
Oktober	444
November	72
Desember	43

Sedangkan untuk Pulau Kalimantan puncak hot spot terjadi pada bulan September Oktober dan Agustus.

Tabel 4.8 Nilai hot spot bulanan untuk Kalimantan 2006

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	19
Februari	11
Maret	17
April	15
Mei	23
Juni	33
Juli	61
Agustus	384
September	172
Oktober	235
November	54
Desember	43

Tabel 4.9 Nilai hot spot bulanan untuk Sumatera dan Kalimantan tahun 2006

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	142
Februari	101
Maret	121
April	38
Mei	50
Juni	80
Juli	182
Agustus	500
September	1318
Oktober	679
November	126
Desember	66

Dari Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa puncak terjadinya hot spot untuk Pulau Sumatera dan Kalimantan terjadi pada bulan September, Oktober dan Agustus tahun 2006.

4.1.4 Hasil pengolahan data tahun 2005

Hasil dari proses pengolahan data jumlah untuk tahun 2005 terdapat 44 data delapan harian. Berdasarkan tabel 4.10 dapat diketahui bahwa ada fenomena yang berbeda di Pulau Sumatera untuk tahun 2005 terjadinya titik puncak hot spot sempat terjadi pada bulan Februari dan Maret lalu diikuti bulan Agustus.

Tabel 4.10 Nilai hot spot bulanan untuk Sumatera 2005

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	159
Februari	673
Maret	458
April	133
Mei	34
Juni	33
Juli	102
Agustus	987
September	97
Oktober	45
November	65
Desember	43

Sedangkan untuk Pulau Kalimantan puncak terjadi pada bulan Oktober, Agustus dan September dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Nilai hot spot bulanan untuk Kalimantan 2005

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	27
Februari	31
Maret	27
April	42
Mei	25
Juni	33
Juli	96
Agustus	224
September	145
Oktober	444
November	25
Desember	24

Pada Tabel 4.12. ditunjukkan jumlah hot spot di Pulau Sumatera dan Kalimantan pada tahun 2005.

Tabel 4.12 Nilai hot spot bulanan untuk Sumatera dan Kalimantan tahun 2005

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	186
Februari	704
Maret	485
April	175
Mei	59
Juni	66
Juli	198
Agustus	1211
September	242
Oktober	489
November	90
Desember	67

Dari Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa puncak terjadinya hot spot untuk Pulau Sumatera dan Kalimantan terjadi pada bulan Agustus – Oktober. Sedangkan untuk bulan Februari merupakan kontribusi dari Pulau Sumatera yang memiliki titik hot spot pada bulan Februari.

4.1.5 Hasil pengolahan data tahun 2004

Hasil dari proses pengolahan data jumlah untuk tahun 2004 terdapat 40 data delapan harian.

Tabel 4.12 Nilai hot spot bulanan untuk Sumatera 2004

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	112
Februari	103
Maret	74
April	45
Mei	433
Juni	544
Juli	58
Agustus	345
September	258
Oktober	256
November	29
Desember	61

Pada Tabel 4.12 adalah jumlah hot spot yang ditemukan pada Pulau Sumatera tahun 2004. Sedangkan Tabel 4.13 menunjukkan jumlah hot spot yang ditemukan pada Pulau Kalimantan tahun 2004.

Tabel 4.13 Nilai hot spot bulanan untuk Kalimantan 2004

BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	22
Februari	32
Maret	33
April	23
Mei	27
Juni	19
Juli	121
Agustus	886
September	675
Oktober	1045
November	45
Desember	43

Tabel 4.14. menunjukkan jumlah hot spot di Pulau Sumatera dan Kalimantan pada tahun 2005.

Tabel 4.14 Nilai hot spot bulanan untuk Sumatera dan Kalimantan tahun 2004

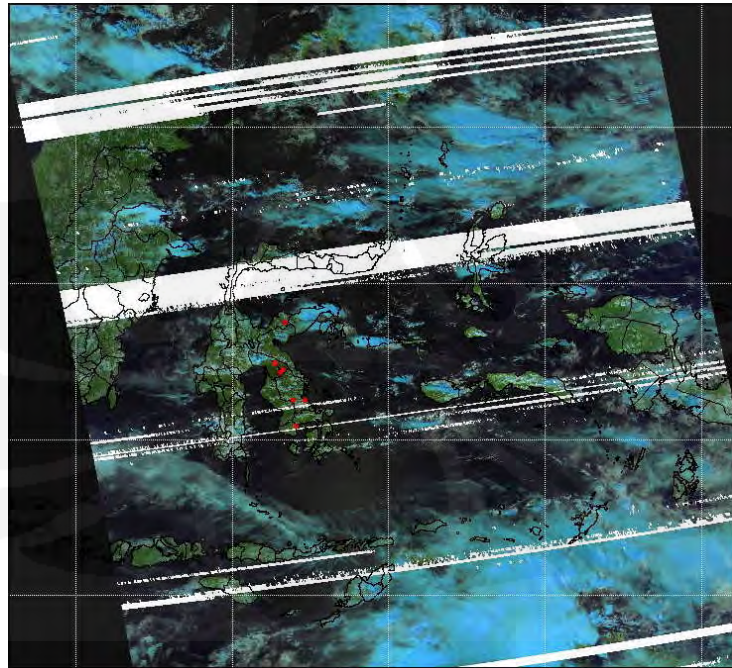
BULAN	JUMLAH HOT SPOT
Januari	134
Februari	135
Maret	107
April	68
Mei	460
Juni	563
Juli	179
Agustus	1231
September	933
Oktober	1301
November	74
Desember	104

BAB 5

ANALISA HASIL PERCOBAAN

Hasil dari proses pengolahan data yang telah dilakukan, di dapatkan 40 data delapan harian tahun 2004, 44 data delapan harian tahun 2005, 46 data delapan harian tahun 2006, 44 data delapan harian tahun 2007 dan 46 data delapan harian tahun 2008. Selanjutnya data delapan harian dilakukan rata-rata yang kemudian menjadi data bulanan untuk setiap tahun. Beraneka-ragamnya jumlah data delapan harian pada setiap tahun disebabkan karena kerusakan data sehingga tidak bisa diproses, tidak lengkapnya data, dan juga karena daerah pengamatan yang tidak dilintasi oleh satelit MODIS. Catatan penting lain dari hasil pengolahan pada bab sebelumnya adalah ketika kota yang diamati tertutup oleh awan maka pada kota tersebut tidak bisa diketahui jumlah hot spot yang terjadi, ataupun tidak akurat.

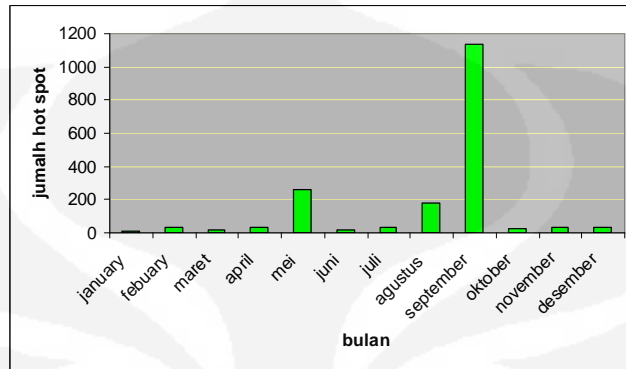
Berikut adalah salah satu contoh data yang rusak sehingga kebenaran data yang di dapat bisa dipertanyakan kebenarannya..Dapat terlihat pada gambar 5.1



Gambar 5.1 data hasil pengolahan yang rusak

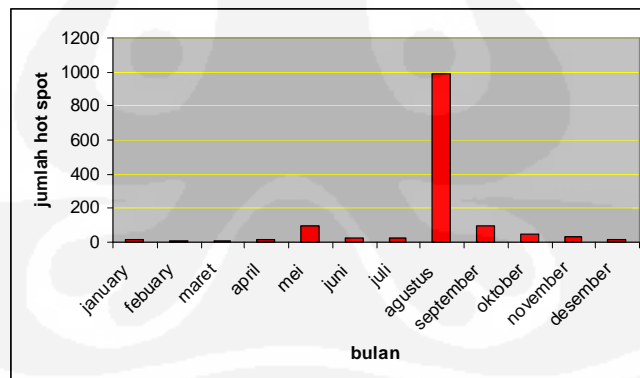
5.1 Analisa Pengolahan Data Hot Spot Pada Tahun 2008

Berdasarkan data yang di deperoleh pada tahun 2008 , dapat dituangkan ke dalam grafik berikut ini



Gambar 5.2 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2008 di Pulau Sumatera

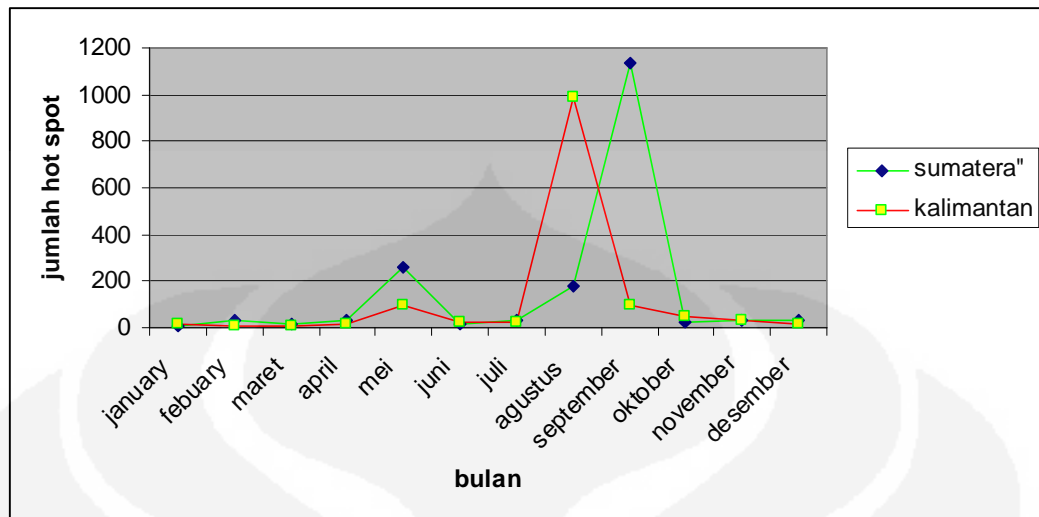
Berdasarkan hasil yang dperoleh dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Sumatera terjadi pada bulan Sepetember, Mei dan Agustus. Pada bulan September terjadi 1139 titik hot spot, kemudian menurun pada Mei menjadi 256 titik dan menurun lagi pada Agustus menjadi 181 titik hot spot



Gambar 5.3 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2008 di Pulau Kalimantan

Berdasarkan hasil yang dperoleh dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Kalimantan terjadi pada bulan Agustus sebanyak 988 titik hot spot lalu diikuti bulan Mei sebanyak 100 titik dan September 96 titik hot spot

Berdasarkan data hot spot Kalimantan dan Sumatera yang telah diolah dapat dipetakan pola terjadinya hot spot di Sumatera dan Kalimantan sebagaimana terlihat pada Gambar 5.3.

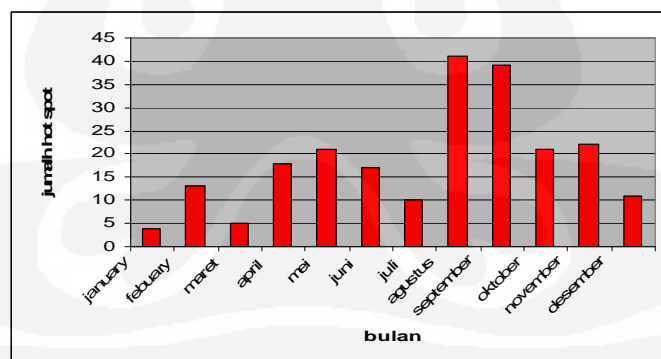


Gambar 5.4 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2008 di Pulau Sumatera dan Kalimantan

Dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Sumatera pada tahun 2008 terjadi pada bulan September sedangkan untuk Kalimantan terjadi pada bulan Agustus, hal ini cukup normal karena pada saat itu terjadi musim kemarau.

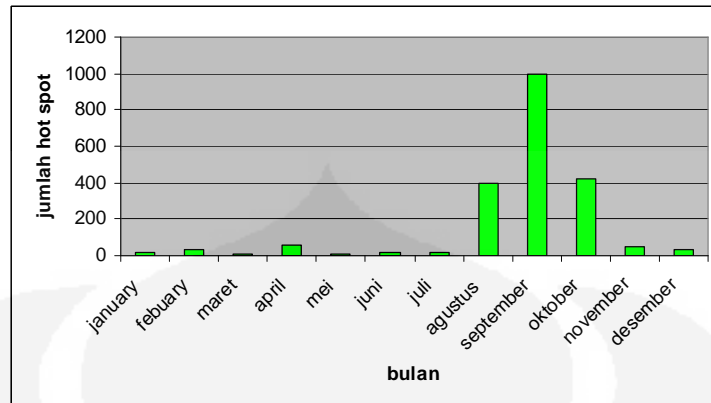
5.2 Analisa Pengolahan Data Hot Spot Pada Tahun 2007

Berdasarkan data yang di diperoleh pada tahun 2007, grafik pada Gambar 5.4. menunjukkan distribusi jumlah hot spot pada tahun tersebut di Pulau Kalimantan.



Gambar 5.5 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2007 di Pulau Kalimantan

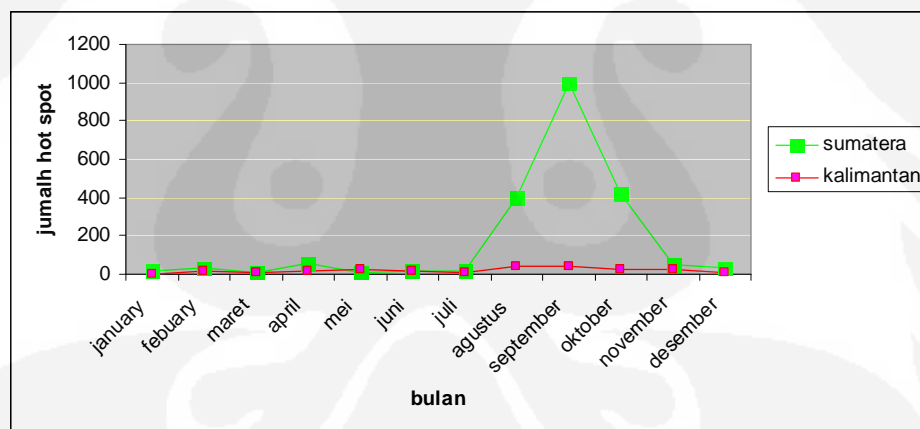
Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Kalimantan terjadi pada bulan Mei sebanyak 21 hot spot lalu Agustus 41 hot spot. Pada bulan September terjadi 39 titik hot spot



Gambar 5.6 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2007 di Pulau Sumatera

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Sumatera terjadi pada bulan Agustus sebanyak 400 titik hot spot lalu diikuti bulan Oktober 423 titik.

Berdasarkan data hot spot Kalimantan dan Sumatera tahun 2007 yang telah diolah dapat dideskripsikan pola terjadinya hot spot di Sumatera dan Kalimantan seperti terlihat pada Gambar 5.7.

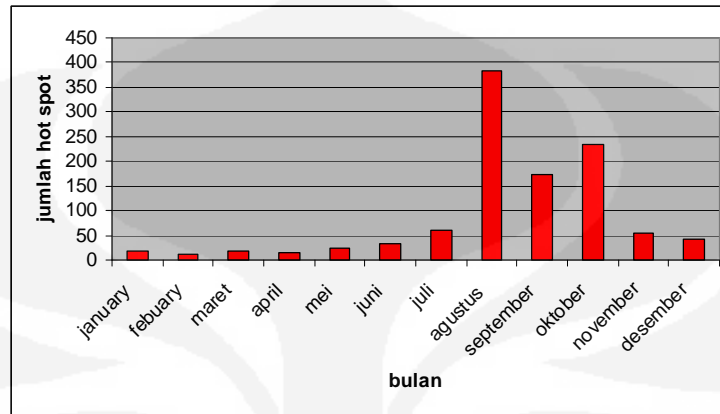


Gambar 5.7 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2007 di Pulau Sumatera dan Kalimantan

Dari Gambar 5.7. dapat disimpulkan puncak terjadinya hot spot di Sumatera pada tahun 2007 terjadi pada bulan September sedangkan untuk Kalimantan relatif stabil untuk perbulannya.

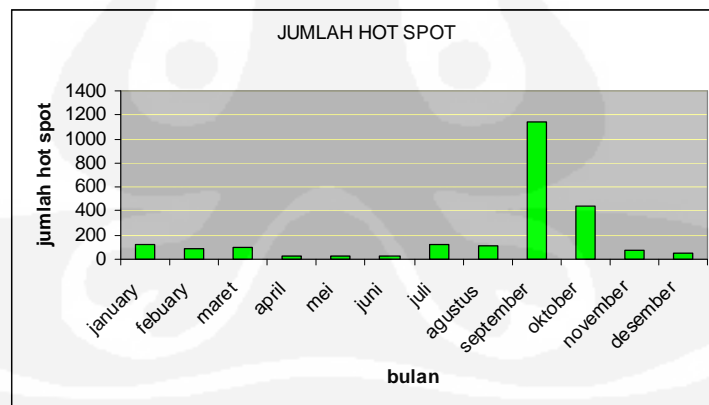
5.3 Analisa Pengolahan Data Hot Spot Pada Tahun 2006

Berdasarkan hasil analisa yang diperoleh pada tahun 2006, dapat digambarkan sebaran hotspot pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2006 di Pulau Kalimantan

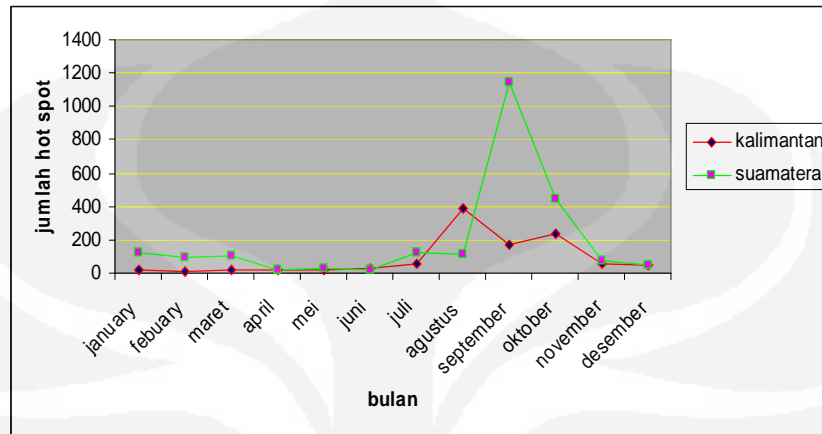
Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Kalimantan terjadi pada bulan Agustus 384, menurun pada September sebanyak 172 hot spot, lalu meningkat lagi pada Oktober menjadi 235 titik.



Gambar 5.9 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2006 di Pulau Sumatera

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Sumatera terjadi pada bulan September sebanyak 1143 titik hot spot lalu diikuti bulan Oktober 444 titik dan 116 pada November.

Berdasarkan data hot spot Kalimantan dan Sumatera tahun 2006 yang telah diolah dapat digambarkan pola terjadinya hot spot di Sumatera dan Kalimantan terlihat pada Gambar 5.10.

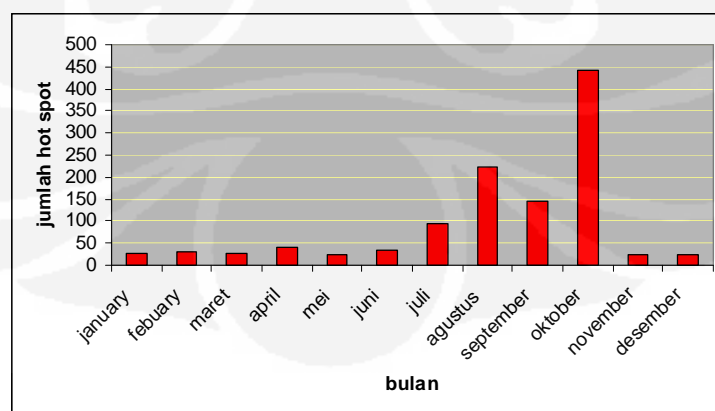


Gambar 5.10 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2006 di Pulau Sumatera dan Kalimantan

Dapat disimpulkan bahwa puncak terjadinya hot spot di Sumatera pada tahun 2006 terjadi pada bulan september dibandingkan dengan Kalimantan jumlah titik hot spot yang terjadi di Sumatera sangat banyak.

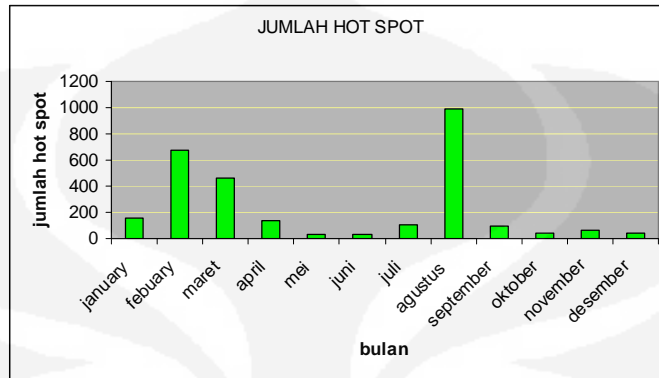
5.4 Analisa Pengolahan Data Hot Spot Pada Tahun 2005

Berdasarkan data yang di diperoleh pada tahun 2005, dapat dijabarkan ke dalam grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2005 di Pulau Kalimantan

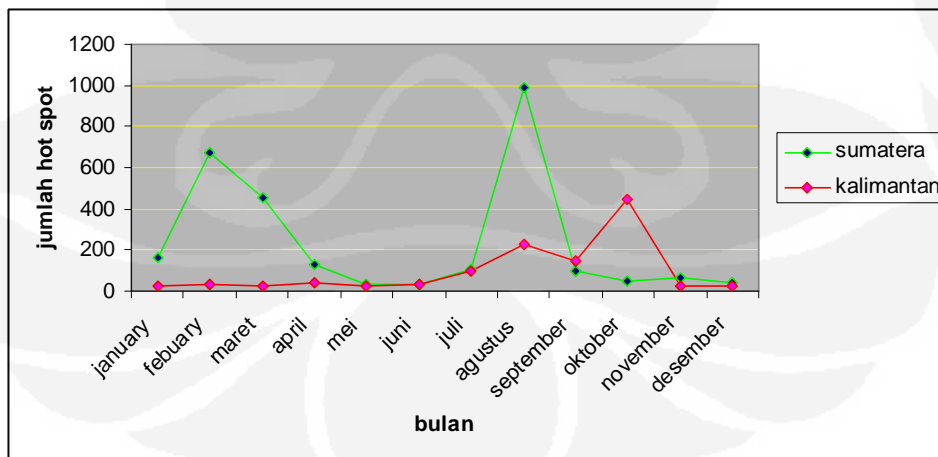
Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Kalimantan terjadi pada bulan Oktober 444, September sebanyak 145 hot spot lalu Agustus 224 titik hot spot.



Gambar 5.12 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2005 Pulau Sumatera

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Sumatera terjadi pada bulan Agustus sebanyak 987 titik hot spot lalu diikuti bulan Oktober 444, dan Agustus sebanyak 224 titik hot spot.

Berdasarkan data hot spot Kalimantan dan Sumatera tahun 2005 yang telah diolah dapat digambarkan pola terjadinya hot spot di Sumatera dan Kalimantan terlihat pada Gambar 5.13.



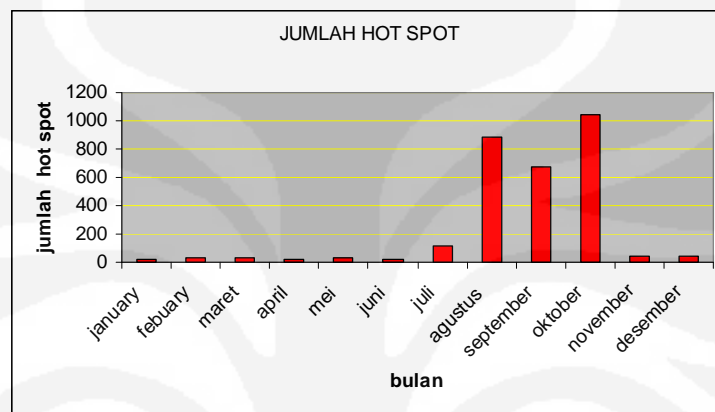
Gambar 5.13 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2005 di Pulau Sumatera

Dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Sumatera pada tahun 2005 terjadi pada bulan Februari lalu bulan Maret. Hal ini cukup berbeda dengan

tahun-tahun sesudahnya, sedangkan untuk Kalimantan puncak terjadi pada bulan November.

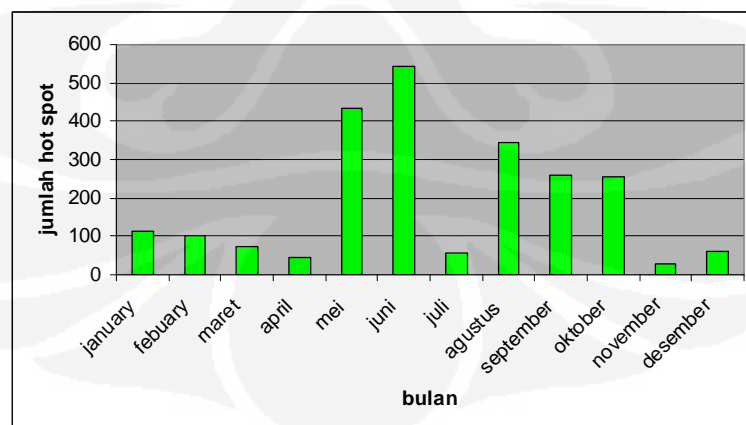
5.5 Analisa Pengolahan Data Hot Spot Pada Tahun 2004

Berdasarkan data yang di diperoleh pada tahun 2004, jumlah dan sebaran hot spot dapat dituangkan ke dalam grafik pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2004 di Pulau Kalimantan

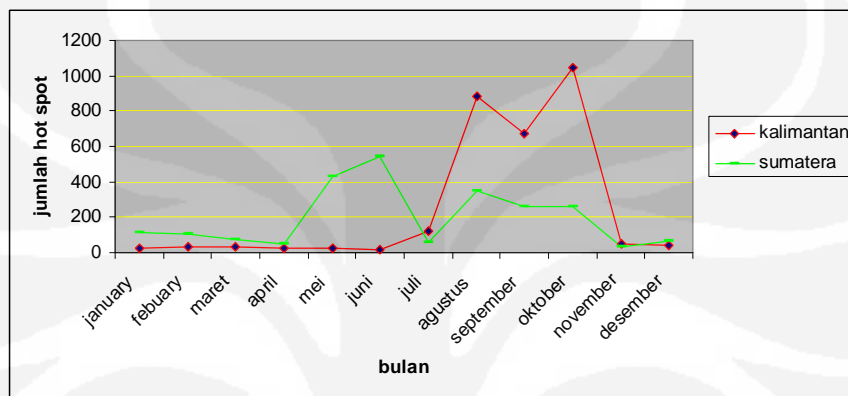
Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Kalimantan terjadi pada bulan oktober 1045, September sebanyak 675 hot spot lalu Agustus 886 titik hot spot.



Gambar 5.15 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2004 Pulau Sumatera

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa puncak terjadinya hot spot di Sumatera terjadi pada bulan Agustus sebanyak 345 titik hot spot lalu diikuti bulan Oktober 256, dan Agustus sebanyak 345 titik hot spot lalu bulan Mei 453.

Berdasarkan data yang di diperoleh pada tahun 2004, untuk Pulau Kalimantan dan Sumatera, jumlah dan sebaran hot spot dapat dituangkan ke dalam grafik pada Gambar 5.16.



Gambar 5.16 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2004 di Pulau Sumatera

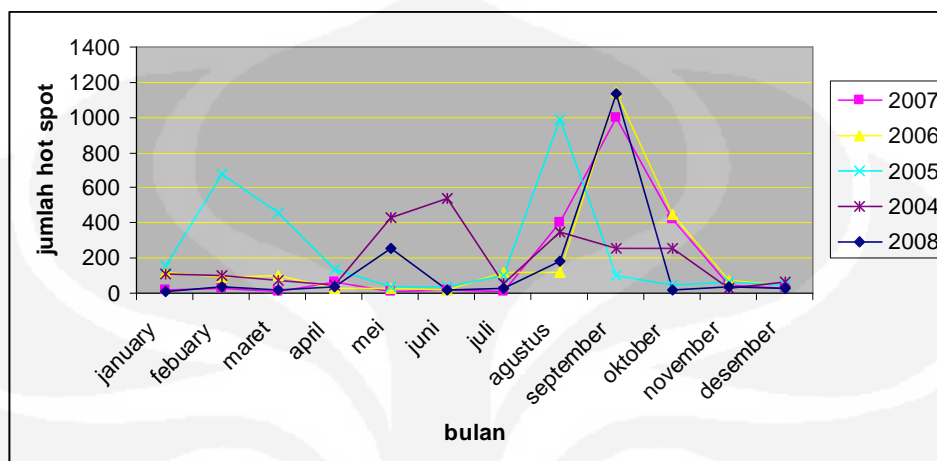
Tampak bahwa puncak terjadinya hot spot di Sumatera pada tahun 2004 terjadi merata di bulan Mei, Agustus, September dan Oktober. Sedangkan Pulau Kalimantan memiliki jumlah hot spot yang sangat banyak pada bulan Agustus, September dan Oktober.

5.6 Analisa Pengolahan Data Hot Spot keseluruhan 5 Tahun

Berdasarkan data yang telah diperoleh dapat digambarkan pola terjadinya hot spot di Sumatera dan Kalimantan secara keseluruhan selama 5 tahun.

5.6.1 Pola penyebaran hot spot yang terjadi di Sumatera selama 5 tahun

Selama periode 2004-2008, telah terjadi sejumlah kasus kebakaran hutan di Sumatera dan hasil analisis selama periode tersebut digambarkan pada Gambar 5.17.

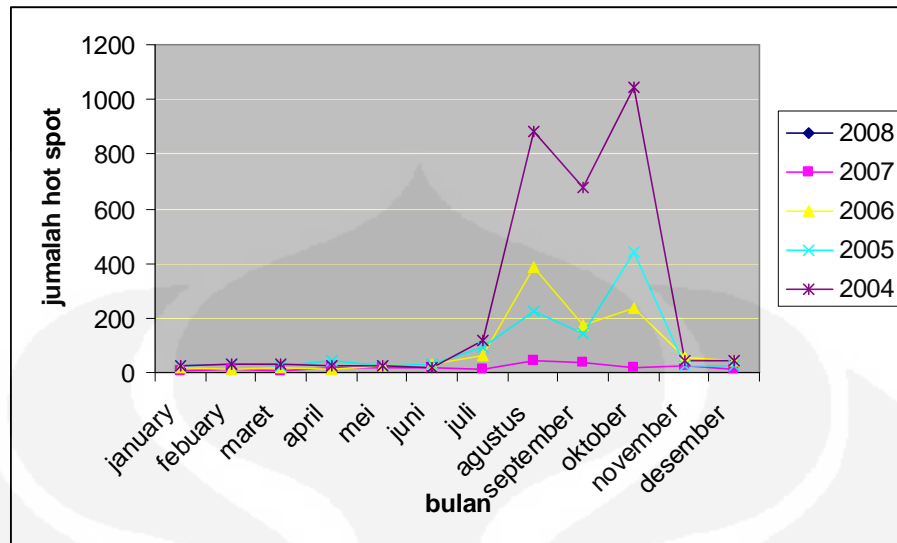


Gambar 5.17 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2004 sampai 2008 di Pulau Sumatera

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.16. terdapat dapat dilihat pola terjadinya hot spot selama 5 tahun di Sumatera, dapat dilihat bahwa rata-rata dalam 5 tahun bahwa hot pot terjadi sangat banyak pada bulan Agustus sampai Oktober. Fakta ini cukup relevan karena pada saat itu musim kemarau sedang melanda Indonesia. Sedangkan untuk tahun 2005 puncak kebakaran terjadi pada bulan Maret dan Februari dimana terjadinya hot spot lebih banyak disebabkan pembukaan ladang perkebunan kelapa sawit yang sedang marak pada saat itu.

5.6.2 Pola penyebaran hot spot yang terjadi di Kalimantan selama 5 tahun

Selama periode 2004-2008, telah terjadi sejumlah kasus kebakaran hutan di Kalimantan dan hasil analisis selama periode tersebut digambarkan pada Gambar 5.18.

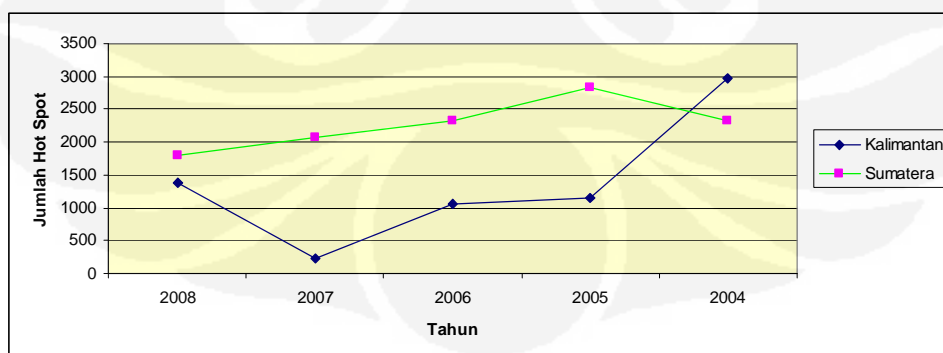


Gambar 5.18 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2004 sampai 2008 di Pulau Kalimantan

Berdasarkan data grafik diatas dapat dilihat pola persebaran titik hot spot di pulau Kalimantan selama 5 tahun dapat dilihat bahwa selama 5 tahun puncak hot spot terjadi pada bulan Agustus sampai November, hal ini cukup wajar karena pada rentan waktu itu musim kemarau selalu terjadi.

5.6.3 Pola penyebaran hot spot yang terjadi di Sumatera dan Kalimantan selama 5 tahun

Selama periode 2004-2008, telah terjadi sejumlah kasus kebakaran hutan di Sumatera dan Kalimantan dan hasil analisis selama periode tersebut digambarkan pada Gambar 5.19.



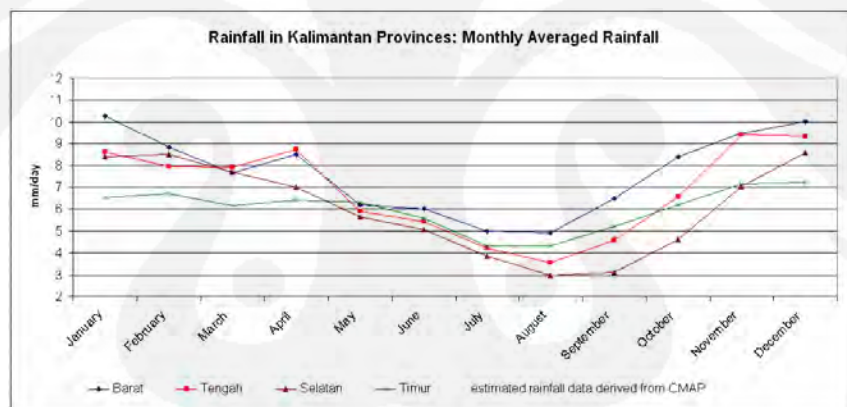
Gambar 5.19 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2004 sampai 2008 di Pulau Kalimantan dan Sumatera

Berdasarkan data grafik diatas dapat dilihat pola persebaran titik hot spot di Pulau Kalimantan dan Sumatera cukup tinggi selama 5 tahun terakhir dapat dilihat bahwa selama 5 tahun, puncak hot spot mulai terjadi pada tahun 2004 lalu naik pada tahun 2005. Disini dapat dilihat bahwa jumlah hot spot yang terjadi di Sumatera lebih besar dari Kalimantan.

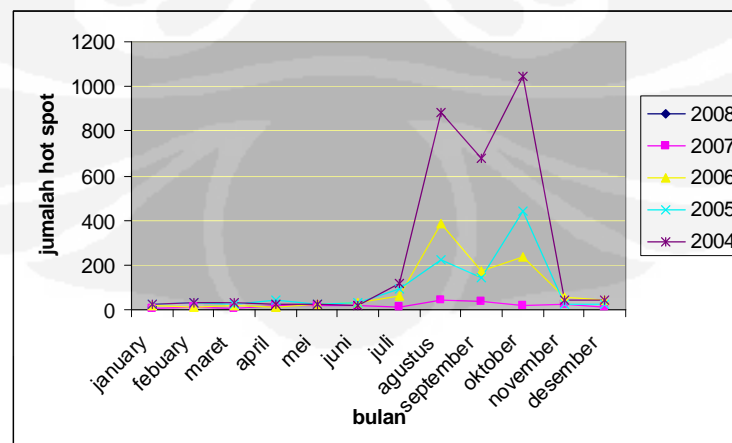
5.6.4 Analisa Hot Spot berdasarkan IKLIM

Iklm sangat berpengaruh pada terjadinya hot spot hal ini terkait dengan curah hujan yang terjadi di daerah atau pulau. sebagai contoh dapat dibandingkan bagaimana curah hujan berpengaruh pada terjadinya hot spot.

Data yang diambil adalah data dari International Researc institute for Climate and Sociaty Earth Institute University of Colombia mengenai curah hujan di Kalimantan.



Gambar 5.20 Pola Curah hujan di Kalimantan menurut Society Earth Institute, University of Colombia

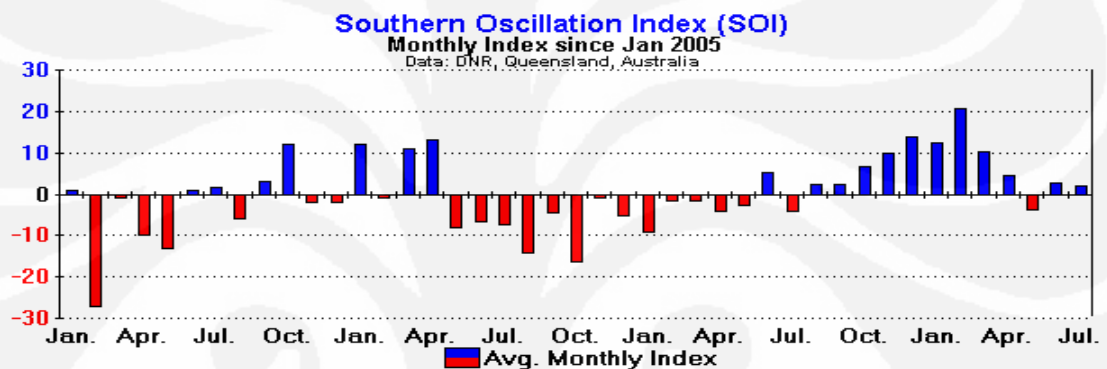


Gambar 5.21 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2004 sampai 2008 di Kalimantan

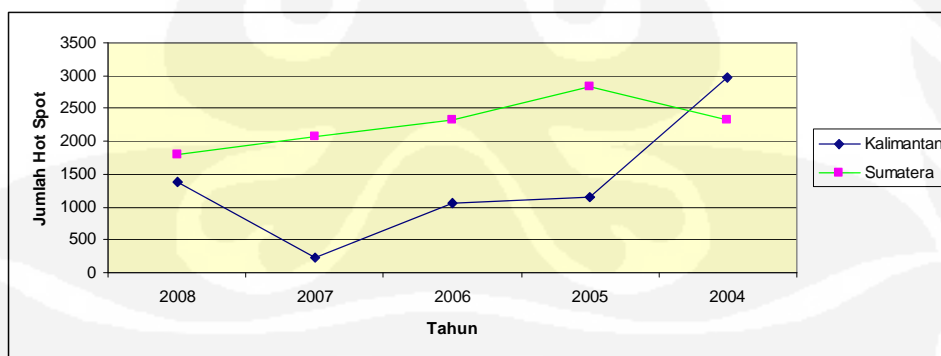
Berdasarkan dua grafik di atas dapat dilihat bahwa curah hujan menurun pada bulan Juni hingga Oktober terjadinya peningkatan hot spot yang cukup signifikan.

5.6.5 Analisa Hot Spot berdasarkan El NINO

ElNino juga cukup berpengaruh terhadap terjadinya hot spot, berikut dibandingkan data el nino dengan data hot spot yang terjadi selama 5 tahun di Sumatera dan Kalimantan.



Gambar 5.22 Grafik *temperature anomaly* pada SOI tahun 2005 hingga 2008



Gambar 5.23 Grafik pola atau trend jumlah hot spot tahun 2004 sampai 2008 di Pulau Kalimantan dan Sumatera

Dari hasil perbandingan dua tabel diatas dapat dilihat bahwa trend suhu bumi selalu naik. Hal ini dapat dilihat dari data grafik hot spot Pulau Sumatera dan Kalimantan yang selalu tinggi pertahunnya. Berdasarkan hal tadi dapat dianalisa bahwa jika grafik elnino meningkat akan diikuti oleh meningkatnya jumlah hot spot yang terjadi.

BAB 6

KESIMPULAN

Pengamatan yang telah dilakukan pada sebaran titik panas dengan menggunakan sensor MODIS memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dapat ditarik beberapa pola mengenai terjadinya hot spot yang terjadi di Sumatera dan Kalimantan dalam rentan 5 tahun yaitu dari tahun 2004 sampai tahun 2008, hot spot rawan terjadi di bulan Agustus sampai oktober, hal ini disebabkan oleh faktor iklim yang pada saat itu kemarau sedang terjadi, yang mengakibatkan curah hujan menurun
2. Daerah yang rawan kebakaran baik Sumatera dan Kalimantan adalah daerah yang masuk dalam daerah yang digunakan untuk pembukaan lahan pertanian dan perkebunan, hal ini mengindikasikan bahwa faktor kebakaran hutan juga diliputi faktor manusia juga, hal ini terbukti pada tahun 2005 pada bulan Februari
3. Pulau Sumatera memiliki jumlah nilai hot spot yang lebih tinggi dari Pulau Kalimantan dalam rentan 5 tahun, hal ini dapat dibuktikan melalui jumlah data yang diolah selama 5 tahun
4. Pengaruh fenomena curah hujan sangat besar terhadap terjadinya titik hot spot.
5. Terjadinya hot spot di daerah Kalimantan dan Sumatera lebih banyak terjadi di daerah yang memiliki lahan gambut dan areal perkebunan.
6. Data MODIS dapat digunakan untuk mendeteksi adanya titik hot spot yang dapat digunakan untuk membantu memonitoring terjadinya bencana alam termasuk terjadinya bencana kebakaran hutan.

DAFTAR ACUAN

- [1] Erna (2003). *Model Prediksi Dampak El-Nino/La-Nina untuk Mitigasi Bencana Kebakaran Hutan*. Diakses 12 April 2007. <http://www.lapans.com/inovs/>
- [2] “Kebakaran Hutan Menghantui”. *Kompas*, Sabtu 22 Januari 2000.
- [3] Brown, A. A and K. P. Davis., *Forest Fire Control and Use* (USA: Mc Graw Hill Book Company, Inc., 1973).
- [4] “Fire Triangle”. Diakses 20 Desember 2007
<http://www.state.sc.us>
- [5] Davis, K. P., *Forest Fire Control and Use* (New York: Mc Graw Hill Book Company, Inc., 1959)
- [6] Hawley, R.C and P.W.stickel., *Forest Protection* (New York: John Willey and Sons, Inc., 1948)
- [7] Nao, T.V., *Forest Fire Prevention and Control* (United Nation Economic Comission for Europe: Martinus Nijhoff Dr. W. Junk Publisher., 1982)
- [8] Saharjo, B. H. (1999). *Perilaku Api*. Report Basic Training For Forest Fire Management Trainers. Addendum to ITTO Project PD. 12/93 Rev. 3(F) Integrated Forest Fire Management in Indonesia-Phase I National Guidelines on The Protection of Against Fire. Volume II Course Materials and Field Work Guidelines. ITTO.PHPA.IPB. Bogor.
- [9] “Asap dan Pseudo Protokol Kyoto”. *Kompas*, 12 Oktober 2006. Diakses 20 Agustus 2007
<http://www.kompas.com/kompas-cetak/0610/12/opini/3021438.htm>
- [10] Puntodewo, A dan Tarigan, J., (2003) *Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. (Bogor: CIFOR).
- [11] Ivan P. Anderson, Ifran D. Imanda and Muhnandar (1999). *Vegetation Fires in Indonesia: The Interpretation of NOAA Derived Hot spot Data*. Diakses 5 Desember 2007, dari Forest Fire Prevention and Control Project.
<http://www.dephut.go.id/>
- [12] *NOAA KLM User's Guide*. Diakses 12 November 2007.
<http://www2.ncdc.noaa.gov/docs/klm/>
- [13] *Laporan Pemantauan Bencana Alam (Kebakaran Hutan/Lahan) Bulan Agustus 2007*. Diakses 30 Oktober 2007 dari Pusat Pengembangan dan Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional (LAPAN).
http://www.pirba.ristek.go.id/str/perpus/LaporanBencanaAlam_Kebakaran_Hutan_Lahan_Agustus2007.pdf
- [14] *Distribusi Titik Panas*. Diakses 12 November 2007.

<http://lapanrs.com/SMBA/smba.php?hal=3&kat=hs&per=bl&drh=kal>

[15] *Advanced Very High Resolution Radiometer – AVHRR*. Diakses 30 Oktober 2007.
<http://www.noaasis.noaa.gov/NOAASIS/ml/avhrr.html>

[16] MODIS Specifications <http://www.modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>



DAFTAR PUSTAKA

Campbell, James B., *Introduction to Remote Sensing* (New York: The Guilford press New York., 1996)

Lillesand, T.M. and R.W. Keifer, *Remote Sensing and Image Interpretation* (New York: John Wiley and Sons, 1979)

Sutanto, *Penginderaan Jauh* (Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 1987)

Giglio, Louis and Descloitres, J (2003). "An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS". *Journal Remote sensing of enviroment*, 87, 273-282. Diakses 7 November 2007 dari Sciencedirect. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/>