



**PEMBANGUNAN *SPATIOTEMPORAL DATA MODEL* PADA DATA  
*HOTSPOT* DENGAN KONSEP *EVENT-BASED SPATIOTEMPORAL DATA*  
*MODEL (ESTDM)***

**YURIDHIS KURNIAWAN**



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2011**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## ABSTRACT

YURIDHIS KURNIAWAN. Spatiotemporal Data Model Development on Hotspot Data with an Event-based Spatiotemporal Data Model (ESTDM) Concept. Supervised by ANNISA.

Hotspot data that has been existed all this time is still in the form of usual spatial data which is not enough to keep temporal information and information about how a hotspot evolved. There are so many disadvantages in keeping the hotspot data. Therefore a data model that can keep enough information to represent the hotspot evolution is needed, and also can handle the lack of keeping the previous hotspot data. An Event-based Spatiotemporal Data Model (ESTDM) concept is propose to overcome this problem. Appearance and disappearance process that occurs on hotspot will be used as base for spatiotemporal data model development on hotspot data. This research aims to implement an Event-based Spatiotemporal Data Model (ESTDM) concept into PostgreSQL. As a result, we can get the informations about spatial information and temporal information about geographical information changes to represent hotspot evolution from spatiotemporal query such as show hotspot that reappear after experience disappearance before. These queries make analyze a hotspot easier. The result of these queries can be visualized in a Indonesian map then with histories about period of appearance and disappearance of hotspot.

*Keywords: hotspot evolution, appearance, disappearance, spatiotemporal data model, Event-based Spatiotemporal Data Model (ESTDM)*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

**PEMBANGUNAN *SPATIOTEMPORAL DATA MODEL* PADA DATA  
*HOTSPOT* DENGAN KONSEP *EVENT-BASED SPATIOTEMPORAL DATA*  
*MODEL (ESTDM)***

**YURIDHIS KURNIAWAN**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Komputer pada  
Departemen Ilmu Komputer**

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2011**



Judul : Pembangunan *Spatiotemporal Data Model* Pada Data *Hotspot* Dengan Konsep *Event-based Spatiotemporal Data Model (ESTDM)*  
Nama : Yuridhis Kurniawan  
NRP : G64070029

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Menyetujui:  
Pembimbing

Annisa, S.Kom., M.Kom.  
NIP. 19790731 200501 2 002

Mengetahui:  
Ketua Departemen Ilmu Komputer,

Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc.  
NIP. 19601126 198601 2 001

Tanda Tangan Lulus :

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pamekasan pada tanggal 24 agustus 1989 dari pasangan Suharto dan Samaniyah. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara.

Tahun 2007 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Pamekasan dan pada tahun yang sama penulis diterima di Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB, dan pada tahun 2008 diterima menjadi mahasiswa di Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Pada bulan Juli-Agustus 2010 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan di PT. Telekomunikasi Indonesia Divisi *Business Service*. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Praktikum Penerapan Komputer pada Tahun 2010. Penulis juga pernah menjadi asisten Praktikum Organisasi Komputer pada Tahun 2011.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul: Pembangunan *Spatiotemporal Data Model* Pada Data *Hotspot* Dengan Konsep *Event-based Spatiotemporal Data Model* (ESTDM). Penulis ini dilaksanakan mulai Februari 2011 sampai dengan Juni 2011, bertempat di Departemen Ilmu Komputer Institut Pertanian Bogor.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini antara lain:

1. Bapak dan Ibu Annisa, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dengan sabar kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak dan Ibu tercinta, kakakku tersayang Yenny Yulia, dan sahabatku tercinta Mosleh yang tiada henti-hentinya memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan kepada penulis.
3. Bapak Hari Agung Adrianto, S.Kom., M.Si dan Bapak Toto Haryanto, S.Kom., M.Si selaku dosen penguji.
4. Bapak Ahmad Ridha, S.Kom., MS selaku dosen pembimbing akademik selama penulis kuliah di Departemen Ilmu Komputer IPB.
5. Yoga Permana, Fani Wulandari, Dhieka Avrilia Lantana, Ayi Imaduddin, Remarchtito Heyziputra, Dedek Apriyani, Muhammad Arif Fauzi dan Hidayat sebagai teman satu bimbingan yang selalu memberikan masukan, saran, dan semangat kepada penulis.
6. Dewi Dian Pramana Putra, Ade Fruandta, Arif Nofyansyah, dan Fadly Hilman atas segala bantuan dan ilmu yang diberikan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.
7. Panny Risnuraini, Laras Mutiara Diva, Ira Nurazizah, Tri Setiowati, Isna Mariam, Rani Dwijayanti, Ni Made Febryantini, Aprilia Ramadhina, Fani Valerina, Ria Astriratma, dan Teguh Cipta Pramudia sebagai *partner in crime* penulis dalam menjalani kehidupan yang indah selama menjadi mahasiswa.
8. Rekan-rekan ilkomerz 44 atas segala kebersamaan, bantuan, dan motivasi, dan kenangan indah yang tidak akan pernah terlupakan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat.

Bogor, Juli 2011

Yuridhis Kurniawan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
PENDAHULUAN	
Latar Belakang .....	1
Tujuan Penelitian .....	1
Ruang Lingkup .....	1
Manfaat Penelitian .....	1
TINJAUAN PUSTAKA	
<i>Spatiotemporal Data</i> .....	1
<i>Spatiotemporal Database</i> .....	2
Tipe Bitemporal .....	3
Konsep <i>Event-based Spatiotemporal Data Model (ESTDM)</i> .....	4
Hotspot (Titik Panas) .....	5
METODE PENELITIAN	
Data .....	6
Metodologi .....	6
Perancangan Konseptual .....	7
Perancangan Logika .....	9
Perancangan Fisik Atau Implementasi .....	9
Analisis dan Kueri .....	11
HASIL DAN PEMBAHASAN	
<i>Pra-processing Data</i> .....	11
Model Data .....	12
Proses Modifikasi .....	14
Analisis dan Kueri .....	17
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan .....	19
Saran .....	19
DAFTAR PUSTAKA .....	20
LAMPIRAN .....	21





1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1 Deskripsi Data <i>Spatiotemporal</i> untuk Kasus Persebaran <i>Hotspot</i> .....	2
2 Proses-proses <i>Spatiotemporal</i> .....	4
3 <i>Event-based Spatiotemporal Data Model</i> (ESTDM) dengan Elemen Primer dan Struktur Pointer .....	5
4 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	7
5 Model Data <i>Spatiotemporal</i> dengan Konsep <i>Event-based Spatiotemporal Data Model</i> (ESTDM) .....	8
6 Schema Data Relasional dengan Konsep <i>Event-based Spatiotemporal</i> .....	9
7 Visualisasi <i>Hotspot</i> ke Peta Indonesia Beserta Informasi Spasial dan Temporal .....	10
8 Schema Model Data <i>Spatiotemporal</i> beserta Ilustrasi Persebaran <i>Hotspot</i> dengan Konsep ESTDM .....	13
9 Diagram Alir Proses <i>Insert</i> .....	15
10 Diagram Alir Proses <i>Update</i> .....	16
11 Visualisasi <i>Hotspot</i> pada Tahun 2005 yang Paling Banyak Mengalami Proses <i>Disappear</i> .....	18

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1 Tabel <i>Rollback</i> .....	3
2 Tabel Historis.....	3
3 Tabel Bitemporal. ....	3
4 Modifikasi pada Model Data <i>Event-based Spatiotemporal</i> .....	10
5 Contoh Data Tabel <i>Hotspot</i> . ....	10
6 Contoh Data Tabel Geografis_info .....	10
7 Contoh Data <i>Hotspot</i> Sebelum Mengalami <i>Pra-processing</i> Data.....	11
8 Contoh Data <i>Hotspot</i> Setelah Mengalami <i>Pra-processing</i> Data.....	12
9 Contoh Data <i>Hotspot</i> . ....	13
10 Contoh Tabel <i>Hotspot</i> Sebelum Proses <i>Insert</i> dan <i>Update</i> .....	16
11 Contoh Data <i>Hotspot</i> yang Akan Dimasukkan ke Tabel <i>Hotspot</i> .....	16
12 Contoh Tabel <i>Hotspot</i> Setelah Proses <i>Insert</i> dan <i>Update</i> . ....	17
13 Hasil Kueri.....	17

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Penjelasan Atribut dan Tipe Data. ....	22
2 Hasil Kueri.....	23



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pada umumnya data *hotspot* yang ada selama ini masih berupa data spasial yang belum cukup menyimpan informasi temporal dan informasi tentang bagaimana suatu *hotspot* berevolusi. Berdasarkan data *hotspot* tahun 1997 sampai tahun 2005 yang awalnya didapatkan dari Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan (DPKH) Departemen Kehutanan RI, data tersebut memuat atribut tanggal, bulan dan tahun kemunculan *hotspot*, lokasi spasial (lintang dan bujur) serta lokasi munculnya *hotspot* (kabupaten dan provinsi). Informasi yang didapat dengan penyimpanan data seperti itu hanya sebatas jumlah *hotspot* yang muncul pada periode waktu tertentu saja. Kekurangan lainnya adalah kita hanya dapat melihat kapan suatu *hotspot* muncul (*appear*) tanpa mengetahui secara pasti kapan *hotspot* tersebut hilang (*disappear*) sehingga durasi kemunculan suatu *hotspot* tidak dapat diketahui. Selain itu, data tersebut kurang memberikan *history* suatu *hotspot*, misalnya penyimpanan informasi tentang *hotspot* yang hilang kemudian muncul lagi di kemudian hari. Oleh karenanya dibutuhkan suatu model data yang dapat menyimpan cukup informasi untuk merepresentasikan evolusi *hotspot* tersebut.

Pembuatan model data *spatiotemporal* dengan konsep *event-based spatiotemporal data model* (ESTDM) pernah dikembangkan pada penelitian sebelumnya oleh Mirna Siti Maryam pada tahun 2009. Pada penelitian tersebut data yang digunakan adalah data *dummy* (data contoh) dengan input proses yang terjadi pada objek geografis dilakukan secara manual. Pada penelitian ini, konsep ESTDM tersebut akan dipakai untuk memodelkan data *real* berupa *point* yaitu data *hotspot* dengan otomatisasi proses yang terjadi pada *hotspot*. Dalam proses evolusinya suatu *hotspot* hanya mengalami dua jenis proses, yaitu muncul (*appear*) dan hilang (*disappear*).

Proses *appearance* dan *disappearance* yang terjadi pada *hotspot* akan dijadikan suatu data dalam pembangunan *spatiotemporal data model* dengan menggunakan konsep ESTDM pada data *hotspot*. Model data tersebut dibangun agar dapat menyimpan cukup informasi untuk merepresentasikan evolusi suatu *hotspot*. Model data tersebut juga dapat mengatasi kekurangan penyimpanan data *hotspot* sebelumnya seperti menyediakan informasi tentang waktu *appearance* dan *disappearance* *hotspot*, durasi kemunculan

*hotspot*, *history* evolusi suatu *hotspot* misalnya penyimpanan informasi tentang *hotspot* yang hilang kemudian muncul lagi di kemudian hari, dan visualisasi *hotspot* ke dalam peta beserta *history* evolusi *hotspot* tersebut.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan konsep *event-based spatiotemporal data model* (ESTDM) dalam pembangunan *spatiotemporal data model* pada data *hotspot* yang dapat menyimpan cukup informasi spasial dan temporal dari evolusi suatu *hotspot* di daerah tertentu.

### Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan berupa *point*, yaitu data *hotspot* tahun 1997 sampai tahun 2005 yang awalnya didapatkan dari Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan (DPKH) Departemen Kehutanan RI.
2. Pemodelan data *hotspot* terutama digunakan untuk mengatasi kekurangan dari penyimpanan data *hotspot* sebelumnya.

### Manfaat Penelitian

Setelah menerapkan konsep *event-based spatiotemporal data model* (ESTDM) untuk pembangunan data *spatiotemporal data model* pada data *hotspot*, diharapkan model ini dapat mengatasi kekurangan dari penyimpanan data *hotspot* sebelumnya seperti menyediakan informasi durasi kemunculan dan *history* evolusi suatu *hotspot*.

Model data yang dibangun juga diharapkan dapat dipakai dalam proses pengembangan aplikasi GIS selanjutnya seperti analisis kueri temporal, *indexing* dan *retrieving spatiotemporal data*, *updating* dan *mining spatiotemporal data*, serta pembangunan *spatiotemporal datawarehouse*.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Spatiotemporal Data*

Data *spatiotemporal* adalah data spasial yang berubah seiring waktu (Rahim 2006). Jadi, data *spatiotemporal* adalah data spasial yang memiliki elemen temporal. Sedangkan data spasial adalah data yang memiliki referensi ruang kebumihan (*georeference*) dimana berbagai data atribut terletak dalam berbagai unit spasial (tidak memiliki aspek temporal). Ketika suatu ruang berubah seiring dengan waktu, maka data spasial akan berubah menjadi data spasial yang memiliki unsur temporal.

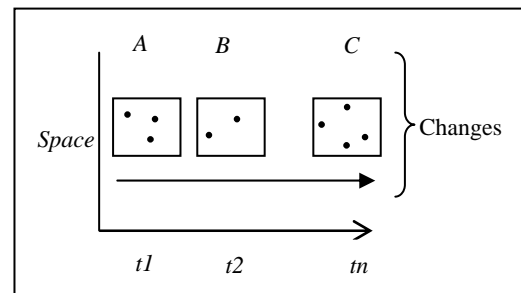
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Format data spasial dapat berupa vektor maupun raster. Model data vektor menampilkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik-titik, garis-garis atau poligon beserta atribut-atributnya. Model data raster menampilkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan struktur matriks atau piksel yang membentuk grid. Objek geografis dengan tipe data garis (*line*) dan poligon (*polygon*) dapat mengalami berbagai proses dalam evolusinya akibat adanya suatu hal. Proses-proses itu antara lain :

1. *Expansion*: proses perubahan ukuran objek menjadi lebih besar/panjang.
2. *Contraction*: proses perubahan ukuran objek menjadi lebih kecil/pendek.
3. *Appearance*: Proses kemunculan suatu objek baru.
4. *Disappearance*: Proses hilangnya suatu objek.
5. *Split*: proses objek terbagi menjadi beberapa objek lagi. Proses ini diikuti dengan proses *appearance* karena proses ini selalu menghasilkan objek baru.
6. *Union*: proses dua atau lebih objek bersatu menjadi suatu objek. Proses ini diikuti dengan proses *disappearance* karena salah satu objek menghilang akibat bersatu dengan objek lainnya.
7. *Stability*: objek berada dalam keadaan yang sudah stabil (Maryam 2010).

Sedangkan objek geografis dengan tipe data titik (*point*) hanya mengalami proses berupa *appearance* dan *disappearance* dalam proses evolusinya.

Gambar 1 menjelaskan deskripsi dari data *spatiotemporal* untuk kasus persebaran *hotspot*. Pada gambar 1 dapat dilihat objek geografis A dengan tiga buah *hotspot* pada waktu  $t_1$ . Akibat sesuatu hal *hotspot* pada geografis A tersebut berubah menjadi dua buah dengan pola persebaran yang berbeda yaitu dalam objek geografis B di waktu  $t_2$ , kemudian objek B dengan persebaran *hotspot* sebanyak dua buah berubah lagi menjadi objek C di waktu  $t_n$  dengan jumlah *hotspot* empat buah. Objek terus berubah tergantung pada situasi dan skenario. Data *spatiotemporal* adalah serangkaian data spasial yang telah berubah. Perubahan akan terjadi sampai waktu ke  $n$ , yaitu akhir dari proses perubahan (Rahim 2006).



Gambar 1 Deskripsi Data *Spatiotemporal* untuk Kasus Persebaran *Hotspot*

Data *spatiotemporal* adalah bagian dari perubahan informasi geografis. Informasi geografis terdiri dari informasi ruang, informasi atribut dan informasi waktu. Ruang menggambarkan lokasi dan bentuknya. Atribut menggambarkan jenis *feature*, nama dan informasi yang berhubungan dengan objek geografis yang menjadi objek studi. Atribut waktu tidak hanya menjelaskan suatu perubahan yang penting tetapi juga menggambarkan perubahan perilaku dan perubahan waktu itu sendiri, apakah perubahan tersebut terjadi secara terus menerus (*continous*), bersiklus (*cyclical*) atau intermitten (*intermittent*) (Rahim 2006).

### *Spatiotemporal Database*

*Spatiotemporal database* berasal dari *spatial database*. *Spatial database* adalah *database* yang menyimpan data yang berhubungan dengan ruang (Han & Kamber 2001). *Spatiotemporal database* juga berasal dari *temporal database* yang menyediakan dukungan khusus untuk dimensi waktu. *Temporal database* menyediakan fasilitas khusus untuk menyimpan, melakukan kueri, dan memperbaharui data lampau atau data mendatang.

Sistem *database* pada umumnya bersifat non temporal yang hanya menyimpan data saat ini (*current date*) (Date et al. 2003). Terdapat dua dimensi waktu pada *temporal database*. Pertama adalah *valid time* yaitu waktu yang merujuk pada waktu saat suatu fakta terjadi sebenarnya dalam dunia nyata. Kedua adalah *transaction time* yang merujuk pada saat data disimpan ke dalam *database* atau waktu saat perubahan disimpan dalam *database*. *Database* yang menggunakan *valid time* dan *transaction time* adalah *database* dengan tabel *bitemporal* (Gunting & Scheneider 2001).

Pada *database* temporal terdapat istilah *NOW* dan *UC*. *NOW* adalah waktu yang digunakan untuk *valid time end* jika data tersebut masih valid di dunia nyata sampai saat ini, sedangkan *UC* (*Until Change*) adalah nilai dari *transaction time end* yang menjadi tanda jika data pada *tuple* tersebut masih berlaku atau benar.

Pada *temporal database* dapat digambarkan perkembangan dari data sepanjang waktu. Oleh karena itu pada *spatiotemporal database* tidak hanya menyimpan keadaan saat ini dari data spasial tetapi menyimpan juga seluruh sejarah dari perkembangan data spasial tersebut (Guting & Schneider 2001).

### Tabel Bitemporal

Tabel bitemporal adalah tabel yang menggabungkan kemampuan tabel *rollback* dan tabel historis. Tabel *rollback* menyimpan informasi waktu ketika setiap informasi disimpan dalam *database*. Waktu saat informasi disimpan dalam *database* disebut sebagai *transaction time*. Adanya waktu transaksi dimaksudkan untuk mempertahankan status

sebelumnya. Tabel historis menyimpan informasi waktu berlakunya suatu informasi di dalam dunia nyata. Hanya *tuple* yang berlaku (memiliki informasi yang benar) yang disimpan dalam tabel historis dan tidak mencatat aktivitas data seperti tabel *rollback* (Annisa 2002). Waktu saat informasi terjadi di dunia nyata disebut sebagai *valid time*.

Terdapat dua jenis *tuple* pada tabel bitemporal berdasarkan hubungannya dengan *valid time* dan *transaction time*, yaitu *retroactive* dan *proactive*. *Retroactive* adalah suatu *tuple* yang validitasnya berlaku sebelum pencatatan dalam *database*. Pada *proactive*, validitas *tuple* baru terjadi di masa yang akan datang sedangkan *tuple* tersebut telah tercatat di dalam *database*. Tabel *rollback* memandang *tuple* berlaku ketika tercatat di dalam *database*, sedangkan tabel historis memandang *tuple* berlaku periode *valid time* tertentu. Tabel bitemporal memandang *tuple* dari kedua sudut pandang tersebut. Tabel 1 di bawah adalah contoh tabel *rollback*, Tabel 2 adalah tabel historis dan Tabel 3 adalah contoh tabel bitemporal.

Tabel 1 Tabel Rollback

Nama	Divisi	Ts (Transaction Start)	Te (Transaction End)
Alice	Pemasaran	05/01/1990	UC
Johan	Produksi	30/05/1990	25/07/1994
Johan	Distribusi	25/07/1994	UC
Mary	Distribusi	30/06/1994	UC

Tabel 2 Tabel Historis

Nama	Divisi	Vs (Valid Start)	Ve (Valid End)
Alice	Pemasaran	15/01/1990	09/09/1993
Johan	Produksi	01/05/1990	03/08/1994
Johan	Distribusi	03/08/1994	NOW
Mary	Distribusi	23/06/1994	NOW

Tabel 3 Tabel Bitemporal

Nama	Divisi	Vs (Valid Start)	Ve (Valid End)	Ts (Transaction Start)	Te (Transaction End)
Alice	Pemasaran	15/01/1990	09/09/1993	05/01/1990	UC
Johan	Produksi	01/05/1990	03/08/1994	30/05/1990	25/07/1994
Johan	Distribusi	03/08/1994	NOW	25/07/1994	UC
Mary	Akunting	14/02/1990	23/06/1994	24/06/1990	30/06/1994
Mary	Distribusi	23/06/1994	NOW	30/06/1994	UC



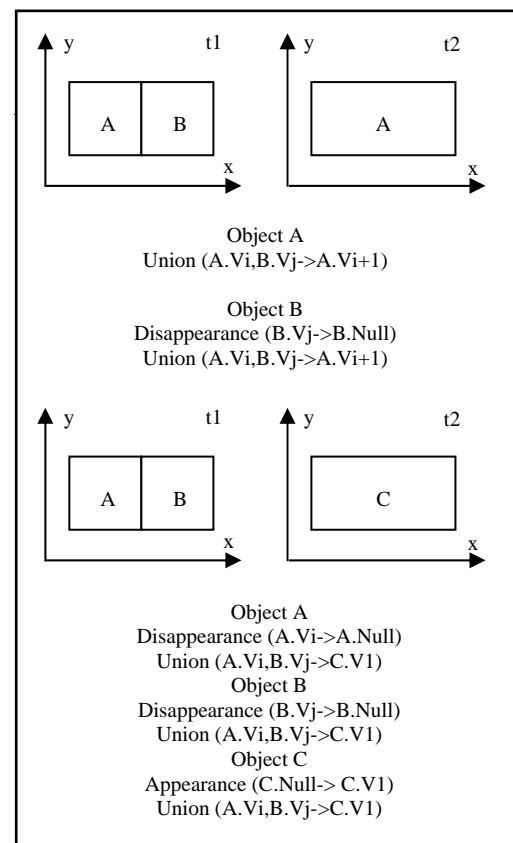
## Konsep Event-Based Spatiotemporal Data Model (ESTDM)

Model data *spatiotemporal* dengan pendekatan *event-based* menekankan pada tiga hal penting seperti *version*, proses dan *event*. *Version* atau versi sebelumnya digunakan untuk merepresentasikan suatu objek yang menyusun suatu keadaan (*state*). Proses adalah aksi yang dilakukan suatu objek selama atau setelah kejadian (*event*) yang terjadi pada objek tersebut. Terdapat dua kelas dari proses *spatiotemporal* dasar yaitu :

- Evolusi dari *single* objek yang merepresentasikan perubahan dasar seperti *appearance*, *disappearance*, *contraction*, *expansion*, dan perubahan tematik objek.
- Evolusi antara *multiple* objek yang melibatkan interaksi proses *spatiotemporal* dari beberapa objek seperti *union*, *split*, dan *placement*. Proses-proses ini dapat diikuti dengan *appearance* dan *disappearance* (Wang et al. 2004).

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, perubahan suatu objek geografis dapat terjadi karena adanya suatu kejadian (*event*). *Event* menyebabkan objek berubah menjadi versi lain bahkan menjadi objek lain. *Event* juga menyebabkan adanya satu atau beberapa proses pada suatu objek geografis. Konsep *version* tidak digunakan dalam pemodelan data *hotspot* karena proses yang terjadi pada *hotspot* hanya berupa *appearance* dan *disappearance* saja. Jadi tidak dimungkinkan adanya perubahan versi dari suatu *hotspot*.

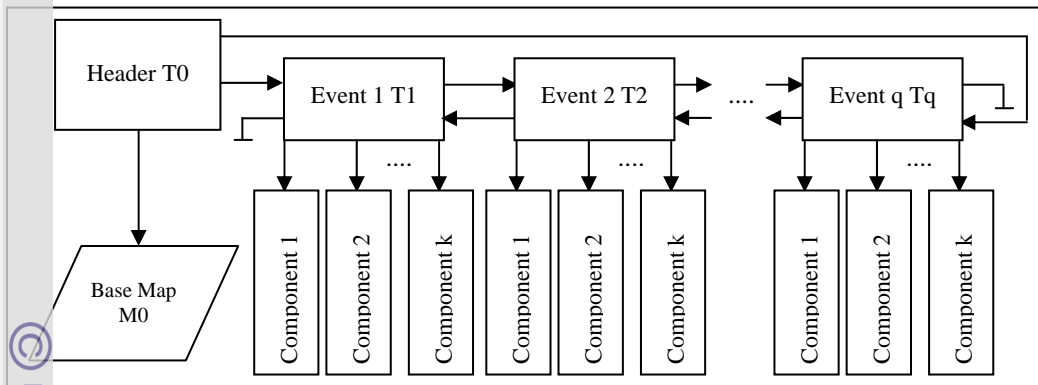
Gambar 2 menjelaskan contoh proses-proses *spatiotemporal* akibat adanya suatu *event*. Pada Gambar 2 terdapat objek A dan objek B pada t1. Akibat suatu *event* yang terjadi, kedua objek tersebut menjadi bersatu pada t2. Pada gambar bagian atas waktu t2, objek B menyatu dengan A dan menjadi objek A dengan versi yang baru dan objek B hilang. Pada gambar di bawah, objek A dan B bersatu menjadi objek C pada t2. Akibat adanya suatu *event* tertentu, objek A dan B hilang dan diganti dengan munculnya objek baru. Proses berlaturnya kedua objek tersebut digambarkan dengan proses *union* yang melibatkan dua objek berlaturnya sedangkan untuk proses hilangnya objek A dan B juga munculnya objek C digambarkan dengan proses *disappearance* dan *appearance* yang hanya melibatkan objek itu sendiri. Dalam hal ini, objek A dan B mengalami *disappearance* dan objek C mengalami *appearance*.



Gambar 2 Proses-proses *Spatiotemporal* (Sumber: Wang et al. 2005).

Konsep *event-based spatiotemporal data model* (ESTDM) didasarkan pada waktu sebagai dasar pembangunan yang dimaksudkan untuk memudahkan analisis hubungan temporal dan pola perubahan sepanjang waktu (Peuquet 1995). Model ini memungkinkan *query* yang berbasis temporal yang berhubungan dengan lokasi dapat diimplementasikan secara langsung dan efisien.

Struktur data *event-based spatiotemporal data model* (ESTDM) terdiri dari *header*, peta dasar (*base map*) yang mendefinisikan kondisi awal untuk seluruh wilayah geografis untuk T0, dan daftar kejadian (daftar *event*) dengan seperangkat komponen yang melekat pada entri kejadian tertentu dalam daftar kejadian. Komponen yang melekat pada daftar *event* berisi proses dan kejadian dari suatu objek akibat adanya *event* tersebut. Model data ESTDM diimplementasikan dalam Pemrograman Bahasa C. Sebuah file berformat ESTDM tunggal yang merepresentasikan dinamika *spatiotemporal* dari domain tematik tunggal untuk wilayah geografis tertentu, setara dengan satu layer peta tematik, disebut ESTseries (Peuquet 1995).



Gambar 3 Event-based Spatiotemporal Data Model (ESTDM) dengan Elemen Primer dan Struktur Pointer (Sumber: Peuquet 1995)

Pada Gambar 3 di atas terdapat *header* yang berisi nama dari domain tematik yang *pointer* ke *base map*, nama *base map*, *time-stamp* dari nilai waktu awal yang terkait dengan *base map*, dan *pointer* ke elemen pertama dan terakhir dari daftar kejadian (daftar *event*). *Base map* terdiri dari gambar *snapshot run-length-encoded raster* lengkap dari seluruh wilayah geografis yang direpresentasikan. Setiap entri dalam daftar kejadian berisi *time-stamp* (waktu terjadinya *event*), daftar *pointer* yang menunjuk ke setiap komponen akibat adanya *event*, dan sebuah *pointer*, *previous* dan *next*, yang merujuk ke elemen sebelumnya dan berikutnya dalam daftar *event*. *Pointer* sebelumnya pada elemen pertama kembali ke *header* dan *pointer* selanjutnya pada elemen terakhir pada daftar kejadian diberi nilai NULL. Daftar kejadian yang demikian dibangun sebagai *doubly-linked list* (Peuquet 1995).

Penggunaan *pointer* untuk menghubungkan entri yang berdekatan pada daftar *event* memungkinkan *event* baru yang terjadi dalam waktu berjalan dapat dengan mudah ditambahkan. Model konseptual ini memungkinkan penambahan yang mudah terhadap *event* baru ke akhir daftar kejadian karena urutan temporalnya. Penggunaan *pointer* mundur memungkinkan daftar kejadian yang akan dicari dalam urutan terbalik akan sama baiknya dengan urutan maju. Penambahan daftar kejadian baru (*event* yang telah terjadi dengan waktu yang lebih baru dari *event* terakhir yang sudah ada dalam daftar *event*) memerlukan penyesuaian *pointer* seperti berikut:

1. Ubah *pointer* selanjutnya dari entri terakhir dalam daftar kejadian dari NULL ke penyimpanan lokasi dari kejadian baru yaitu *timestamp* dengan komponen yang terkait).

2. Menetapkan lokasi dari entri terakhir dalam daftar kejadian sebagai nilai dari *pointer* selanjutnya dari kejadian yang baru.
3. Tetapkan *pointer* selanjutnya dari kejadian baru dengan nilai NULL.
4. Kemudian kejadian baru menjadi kejadian terakhir dalam daftar kejadian yang telah diperbaharui.

### Hotspot (Titik Panas)

*Hotspot* merupakan titik-titik di permukaan bumi dimana titik-titik tersebut merupakan indikasi adanya kebakaran hutan dan lahan (Ratnasari 2000). Indikasi yang dimaksud adalah suhu panas hasil kebakaran hutan yang naik ke atas atmosfer (suhu yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan suhu sekitarnya) dan ditangkap oleh satelit serta didefinisikan sebagai *hotspot* berdasarkan ambang batas suhu (*threshold*) tertentu.

Satelit yang biasa digunakan adalah satelit NOAA (*National Ocean and Atmospheric Administration*) melalui sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) karena sensor tersebut dapat membedakan suhu permukaan di darat dan laut. Satelit ini mendeteksi objek di permukaan bumi yang memiliki suhu relatif lebih tinggi dibandingkan sekitarnya. Suhu yang dideteksi berkisar antara 210 K (37°C) untuk malam hari dan 315 K (42°C) untuk siang hari.

Satelit NOAA mengelilingi bumi setiap 100 menit di ruang angkasa sejauh 850 km. Satelit NOAA dapat mengunjungi tempat yang sama dua kali sehari, yaitu siang dan malam. Hal ini dibuktikan dengan adanya pencatatan kembali *hotspot* yang sama dalam satu hari. Data dari NOAA dapat diterima hampir setiap hari pada waktu tertentu. AVHRR akan mendeteksi suhu permukaan tanah menggunakan sinar infra merah pendek utama.

Ukuran kebakaran yang luasannya kurang dari 1.21 km<sup>2</sup> akan dipresentasikan sebagai satu *pixel* dan yang lebih dari 1.21 km<sup>2</sup> akan dipresentasikan sebagai 2 *pixel*. Luas areal minimum yang mampu dideteksi sebagai 1 *pixel* diperkirakan seluas 0.15 ha (Albar 2002).

Metode *hotspot* dapat dideteksi dengan satelit NOAA yang dilengkapi sensor AVHRR. Dalam mendeteksi kebakaran hutan dengan satelit NOAA adalah tidak mendeteksi kebakaran secara langsung. Parameter ini sudah digunakan secara meluas di berbagai negara untuk memantau kebakaran hutan dan lahan dari satelit. Cara pendugaan bahaya kebakaran yang lebih menjurus menunjukkan akan atau terjadinya kebakaran hutan adalah dengan metode *hotspot*.

Sebuah *hotspot* dapat mencerminkan sebuah areal yang mungkin terbakar sebagian atau seluruhnya, dan karena itu tidak menunjukkan secara pasti seberapa besar areal yang terbakar. Jumlah *hotspot* dapat sangat bervariasi dari satu pengukuran selanjutnya tergantung dari waktu pengukuran (aktivitas *hotspot* berkurang pada malam hari dan paling tinggi pada sore hari), cuaca (sensor yang digunakan tidak dapat menembus awan dan asap) dan organisasi apa yang memberikan data tersebut (tidak terdapat standar ambang batas temperatur/suhu untuk mengidentifikasi *hotspot*) (Fire Fight South East Asia 2002 dalam Wardani 2004). Kelemahan satelit NOAA yang tidak bisa menembus awan dan asap tersebut akan sangat merugikan bila kebakaran besar terjadi sehingga wilayah tersebut tertutup asap. Kejadian seperti itu sangat sering sekali terjadi di musim kebakaran, sehingga jumlah *hotspot* yang terdeteksi jauh lebih rendah dari yang seharusnya.

## METODE PENELITIAN

### Data

Data yang digunakan dalam pembangunan *spatiotemporal data model* pada *hotspot* dengan menerapkan konsep *event-based spatiotemporal data model* (ESTDM) adalah data *hotspot* kebakaran hutan di seluruh wilayah Indonesia dari tahun 1997 hingga tahun 2005. Berdasarkan penelitian sebelumnya, data tersebut diperoleh dari Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan (DPKH) Departemen Kehutanan Republik Indonesia dalam bentuk *excel* (.xls) dan *text* (.txt). Data tersebut dapat diakses juga pada situs [www.indofire.org](http://www.indofire.org), situs resmi DPKH tentang kebakaran hutan. Atribut-atribut yang terdapat dalam data *hotspot* yaitu tahun, bulan, tanggal, waktu, NOAA (satelit),

bujur, lintang, provinsi, dan kabupaten. Data spasial dan atribut wilayah administrasi Indonesia yang meliputi kode provinsi, nama provinsi, kode kabupaten, dan nama kabupaten diperoleh dari [www.inigis.info](http://www.inigis.info) dalam format .shp dengan skala 1: 25.000. Dalam format ini, peta Indonesia terdiri atas 30 provinsi dan 440 kabupaten/kota. Penulis mendapatkan data *hotspot* sudah dalam format .shp (sudah terdapat atribut spasial).

Data *hotspot* yang akan dimodelkan mempunyai atribut berupa gid, lintang, bujur, date, month, year, time, NOAA, id\_kabupaten, nama\_kab, id\_provinsi, nama\_prop dan geometry. Atribut gid merupakan *auto increment number* sebagai penomoran *record* data. Atribut lintang dan bujur berisi koordinat *hotspot* dimana *hotspot* tersebut muncul, sedangkan atribut date, month, year dan time masing-masing berisi tanggal, bulan, tahun dan waktu kemunculan *hotspot*. Atribut nama\_kab dan nama\_prop merepresentasikan nama Kabupaten dan Provinsi tempat *hotspot* tersebut muncul, sedangkan atribut id\_kab dan id\_prop berisi nomor yang merepresentasikan identitas Kabupaten dan Provinsi yang bersesuaian. Atribut yang terakhir adalah the\_geom yang berisi geometri masing-masing *hotspot* yang digunakan untuk proses *mapping hotspot* tersebut ke dalam peta Indonesia.

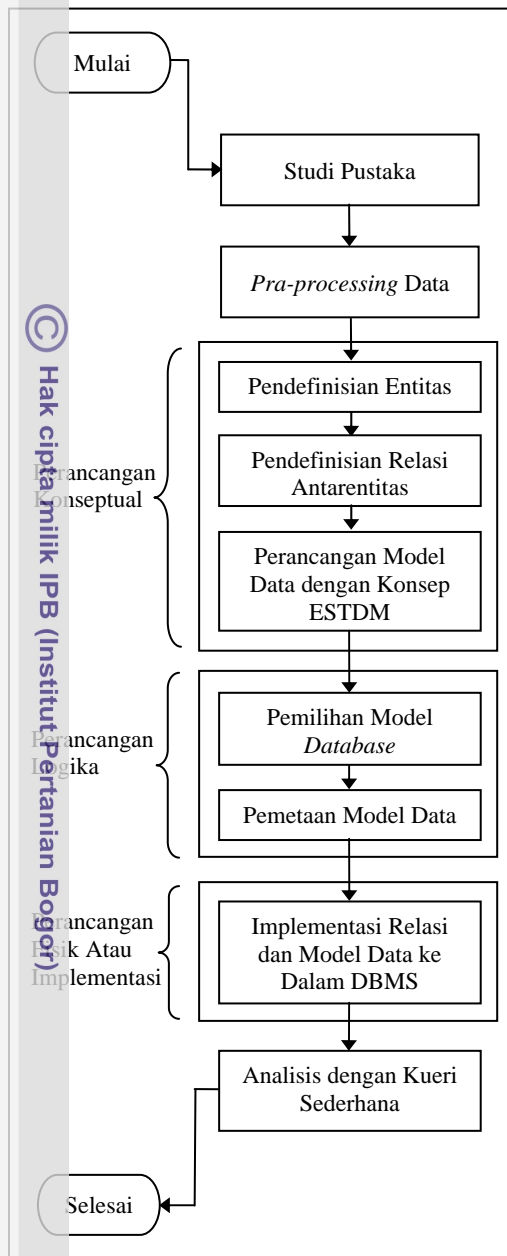
Dalam proses pemodelan, data *hotspot* yang telah didapatkan tersebut tidak bisa langsung digunakan. Diperlukan adanya *pra-processing* data terlebih dahulu untuk memudahkan dalam proses pemodelan nantinya. *Pra-processing* data pada *hotspot* dilakukan dengan membuang atribut yang dianggap tidak perlu, menghapus *record* data yang dicatat berulang (mempunyai nilai yang sama untuk semua atribut) dan melakukan penyeragaman tipe data.

### Metodologi

Tahapan-tahapan penelitian dalam pembangunan *spatiotemporal data model* mirip dengan pembangunan *database*. Tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah yang merupakan diagram alir untuk pembangunan *spatiotemporal data model* pada data *hotspot* dengan konsep ESTDM.

Langkah dimulai dengan studi pustaka, melakukan *pra-processing* data, merancang model konseptual, kemudian dilanjutkan dengan merancang model logika, implementasi, dan kemudian terakhir melakukan analisis hasil dengan menggunakan kueri.





Gambar 4 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Tujuan dari perancangan secara konseptual adalah menghasilkan *conceptual schema* untuk *database* tanpa tergantung pada sebuah DBMS yang spesifik. Sering menggunakan sebuah *high-level data model* seperti ER/EER model selama fase ini.

Dalam pembangunan *spatiotemporal data model* pada data *hotspot*, hanya terdapat satu entitas utama yaitu entitas *Hotspot* itu sendiri. Penjelasan mengenai definisi entitas tersebut:

- Hotspot

Entitas *Hotspot* merupakan kumpulan *hotspot* pada daerah tertentu di Indonesia dari waktu ke waktu. *Hotspot* mempunyai informasi spasial berupa lintang, bujur dan geometri serta informasi temporal berupa waktu kemunculan *hotspot* tersebut.

Setelah entitas didefinisikan, langkah selanjutnya adalah merancang hubungan antarentitas dan merepresentasikan dengan relasi-relasi. Oleh karena dalam pemodelan data *hotspot* hanya terdiri atas satu entitas utama, maka tidak ada representasi hubungan entitas dalam bentuk *Entity Relationship Diagram* (ERD).

Langkah selanjutnya adalah melakukan perancangan model data. Model data yang dibangun diadopsi dari konsep *event-based spatiotemporal data model* (ESTDM) seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Model data *spatiotemporal* untuk menangani data *hotspot* dibuat dengan memodifikasi ESTDM tanpa menghilangkan tujuan dan ide dasar dari ESTDM itu sendiri. Modifikasi tersebut dimaksudkan untuk menyesuaikan dengan karakteristik data yang akan dimodelkan, yaitu data *hotspot*.

Struktur model data pada data *hotspot* dengan menerapkan konsep *event-based spatiotemporal data model* (ESTDM) terlihat pada Gambar 5 di bawah. Secara garis besar, model data pada Gambar 5 mirip dengan ESTDM yang telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya. Pada Gambar 5 di bawah terdapat *header* yang berisik nama domain tematik pointer ke *base map*, waktu awal pencatatan dan waktu akhir pencatatan. *Base map* berisi daftar *hotspot* saat waktu  $T_0$ , dimana pada *base map* diasumsikan tidak ada satupun *hotspot* di semua daerah di Indonesia. Pada model data ESTDM yang sudah dikembangkan sebelumnya, terdapat *event* yang menyebabkan suatu objek geografis berevolusi. Tetapi pada model data *spatiotemporal* yang sedang dikembangkan sekarang ini, entri *event* tersebut digantikan dengan entri *record time*. Penggantian entri *event* dengan entri *record time* disebabkan *event* yang menyebabkan suatu *hotspot* mengalami evolusi tidak dapat diketahui secara jelas mengingat cepatnya evolusi *hotspot* tersebut. Data *hotspot* tergolong data yang cepat berubah setiap harinya. Entri *record time* adalah entri waktu pencatatan *hotspot* yang dilakukan setiap hari dimulai dari tanggal 1 bulan 1, tanggal 2 bulan 1 sampai tanggal 31 bulan 12.



Pada model data ESTDM yang sudah dikembangkan sebelumnya, pada entri daftar *event* melekat komponen-komponen sebagai akibat dari *event* yang terjadi. Akan tetapi pada model data untuk menangani data *hospot*, komponen-komponen tersebut digantikan dengan sebuah tabel yang mencatat keadaan *hotspot* setiap harinya. Bentuk tabel dan mekanisme pencatatan *hotspot* yang dilakukan setiap hari didasarkan pada sebuah mekanisme pencatatan *indexing spatiotemporal* data pada sebuah *paper* dengan judul “*Spatiotemporal Indexing Mechanism Based on Snapshot-Increment*” dengan pengarang L. Lin, Y. Z. Cai dan Z. Xu dari Universitas Wuhan, China. Pada *paper* tersebut dijelaskan bahwa tabel *indexing* yang digunakan dalam pencatatan secara umum terdiri dari featureID yang menyimpan ID dari suatu wilayah geografis, operType yaitu keterangan yang menyatakan *appearance* atau *disappearance* suatu wilayah dan operTime yang menunjukkan waktu kejadian, yang terdiri dari startTime dan endTime.

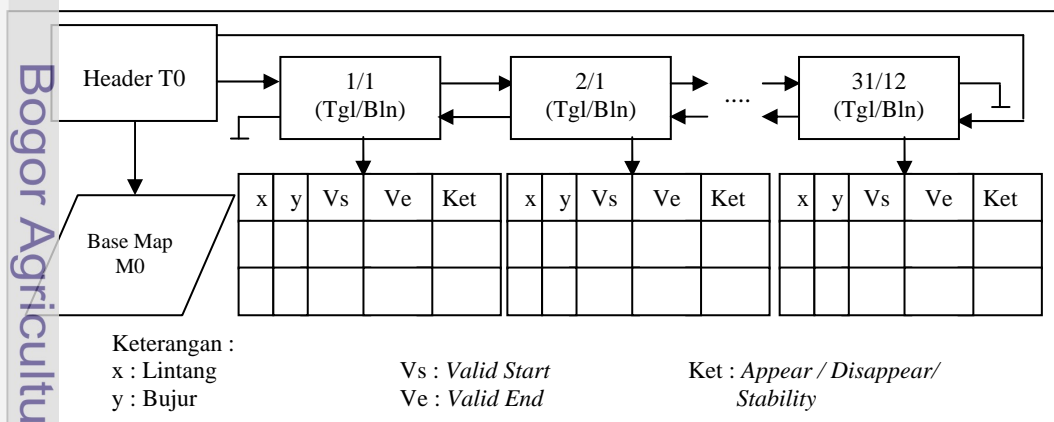
Tabel pencatatan *hotspot* yang digunakan pada penelitian ini mencatat beberapa atribut *hotspot* antara lain x (lintang), y (bujur), Vs (*validTime start*), Ve (*validTime end*) dan keterangan. Atribut Lintang dan Bujur digunakan sebagai ID. Selain lintang dan bujur, Ve juga dijadikan sebagai ID (*primary key*) karena dimungkinkan ada *hotspot* yang sama (lintang dan bujurnya sama) tetapi periode kemunculannya berbeda. Aspek temporal yang digunakan dalam tabel pencatatan terdiri dari Vs sebagai waktu awal munculnya *hotspot* (waktu saat *appear*) dan Ve sebagai akhir dari kemunculan *hotspot* (waktu saat *disappear*). Penambahan konsep temporal pada tabel pencatatan dimaksudkan agar informasi yang dihasilkan tentang suatu *hotspot* dapat lebih

banyak. Atribut keterangan berisi *appear* jika *hotspot* tersebut baru muncul, *disappear* kalau *hotspot* tersebut menghilang dan *stability* jika *hotspot* tersebut adalah *hotspot* yang sama yang ada pada tanggal sebelumnya.

Aspek waktu *Transaction Time* tidak disertakan dalam tabel pencatatan karena data *hotspot* cepat berubah setiap harinya sehingga pencatatan data dilakukan saat itu juga atau pada waktu *hotspot* berlangsung di dunia nyata (saat *hotspot* tertangkap oleh satelit). Oleh karena tabel pencatatan hanya menyertakan aspek waktu *Valid Time*, maka tabel pencatatan tersebut adalah sebuah tabel historis.

Pada mekanisme pencatatan *hotspot*, data *hotspot* yang baru masuk dan tidak ada di tanggal sebelumnya dicatat lintang, bujur, Ve=NOW, keterangan=*appear* dan Vs sesuai dengan tanggal pencatatan. Kemudian dilihat apakah *hotspot* pada tanggal sebelumnya ada pada data sekarang. Jika ada maka *hotspot* tersebut dicatat lagi pada tanggal sekarang dengan keterangan *stability*, yang artinya *hotspot* tersebut sama dengan tanggal sebelumnya. Jika tidak ada maka *hotspot* yang sebelumnya dicatat kembali dengan mengganti nilai Ve dengan tanggal pencatatan dan keterangan *disappear*.

Tanda panah (pada ESTDM disebut *pointer*) untuk menghubungkan entri yang berdekatan pada waktu pencatatan berdasar apa yang ada pada ESTDM. Maksudnya tetap sama yaitu memungkinkan pencatatan baru yang terjadi dalam waktu berjalan dapat dengan mudah ditambahkan. Penggunaan tanda panah maju dan mundur (pada ESTDM disebut *double linked list*) juga dimaksudkan untuk kemudahan dalam pencarian (analisis kueri) baik dalam urutan maju maupun dalam urutan mundur.

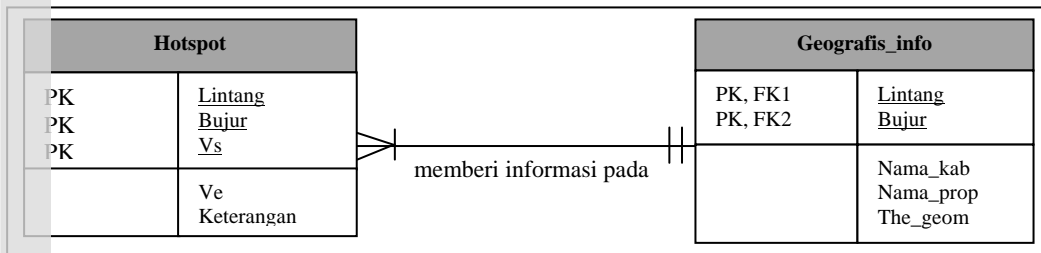


Gambar 5 Model Data *Spatiotemporal* dengan Konsep *Event-based Spatiotemporal Data Model* (ESTDM)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 6 Skema Data Relasional dengan dengan Konsep *Event-based Spatiotemporal*

## Perancangan Logika

Perancangan logika merupakan tahapan untuk memetakan model konseptual ke model *database* yang akan di pakai (model relasional, model hirarki, atau model jaringan). Pada pembangunan *spatiotemporal data model* pada *hotspot* dengan menerapkan konsep ESTDM, penulis menggunakan model *database* relasional.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, hanya terdapat satu entitas utama yang muncul pada pemodelan data *hotspot*, yaitu Hotspot. Tabel pencatatan *hotspot* pada perancangan konseptual yang terdiri atribut lintang, bujur, Vs, Ve dan keterangan sebenarnya sudah cukup untuk memodelkan data *hotspot*. Akan tetapi data *hotspot* yang sudah dimodelkan perlu divisualisasikan ke peta Indonesia sehingga diperlukan penyimpanan atribut geometri, nama Kabupaten dan Nama Provinsi tempat *hotspot* tersebut muncul. Jadi untuk memudahkan pemodelan dan penyimpanan informasi, entitas utama Hotspot di *drill down* menjadi dua tabel yaitu tabel Hotspot dan tabel Geografis\_info. Tabel Hotspot berisi informasi temporal dan Tabel Geografis\_info berisi informasi spasial suatu *hotspot*. Pada Gambar 6 digambarkan skema data relasional yang menjelaskan hubungan antartabel dan juga atribut-atributnya.

## Perancangan Fisik Atau Implementasi

Perancangan Fisik atau Implementasi dilakukan dengan mengimplementasikan semua relasi dan model data yang telah dibuat di atas ke dalam DBMS relasional yaitu PostgreSQL, Geoserver sebagai perangkat lunak untuk memvisualisasikan *hotspot* ke dalam peta Indonesia, Windows 7 sebagai sistem operasi dan PHP sebagai bahasa pemrograman untuk pengembangan sistem.

Tabel-tabel yang dihasilkan dan perancangan masing-masing atributnya beserta tipe datanya dapat dilihat pada Lampiran 1. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing tabel berserta beberapa hal penting yang harus diperhatikan.

### Hotspot

Pada Tabel Hotspot terdapat Vs dan Ve yang merupakan nilai *valid time* awal dan *valid time* akhir dengan satuan waktu yang digunakan adalah hari. Satuan waktu terkecil yang digunakan dalam hari dianggap cukup merepresentasikan keadaan objek pada waktu tertentu, meskipun data *hotspot* cenderung sangat cepat berubah. Adapun beberapa hal penting dari Tabel Hotspot antara lain :

- Atribut keterangan pada Tabel Hotspot berisi *appear* dan *disappear*. *Appear* berarti hotspot baru muncul dan *disappear* berarti hotspot sudah hilang.
- Vs juga dijadikan *primary key* karena dimungkinkan ada dua *hotspot* dengan lintang dan bujur yang sama, tetapi nilai Vs-nya berbeda. Ini adalah contoh kasus untuk *hotspot* yang muncul kembali setelah sebelumnya hilang.

### Geografis\_info

Pada Tabel Geografis\_info terdapat lintang dan bujur yang merupakan koordinat dari *hotspot* untuk mewakili nilai lokasi. Selain itu terdapat atribut Nama\_kab dan Nama\_prop untuk memberikan informasi mengenai lokasi dari *hotspot* berdasarkan koordinat lintang dan bujurnya. Pada tabel Geografis\_info juga terdapat atribut The\_geom yang menyimpan nilai geometri suatu *hotspot* untuk keperluan proses *mapping hotspot* tersebut ke dalam peta Indonesia.

Pada tabel yang mengandung aspek waktu berupa *valid time* dan *transaction time* terdapat beberapa modifikasi dalam proses *insert*, *delete* dan *update*. Proses *delete* tidak disertakan dalam proses modifikasi karena pada tabel temporal, proses *delete* akan membuat data menjadi tidak sinkron. Proses *delete* sudah diwakili oleh proses *update*. Pada Tabel 4 terdapat keterangan mengenai modifikasi yang dilakukan pada tabel temporal.

Tabel 4 Modifikasi pada Model Data *Event-based Spatiotemporal*

Tabel Temporal	Hotspot
<i>Insert</i>	Dilakukan jika lintang dan bujur belum ada dalam tabel atau sudah ada tetapi <i>Ve</i> bukan <i>NOW</i>
<i>Update</i>	Dilakukan jika <i>Ve record</i> terakhir sama dengan <i>NOW</i> dan <i>record</i> terakhir dengan <i>Ve = NOW</i> tersebut nilai lintang dan bujurnya tidak ada pada data baru yang akan masuk.

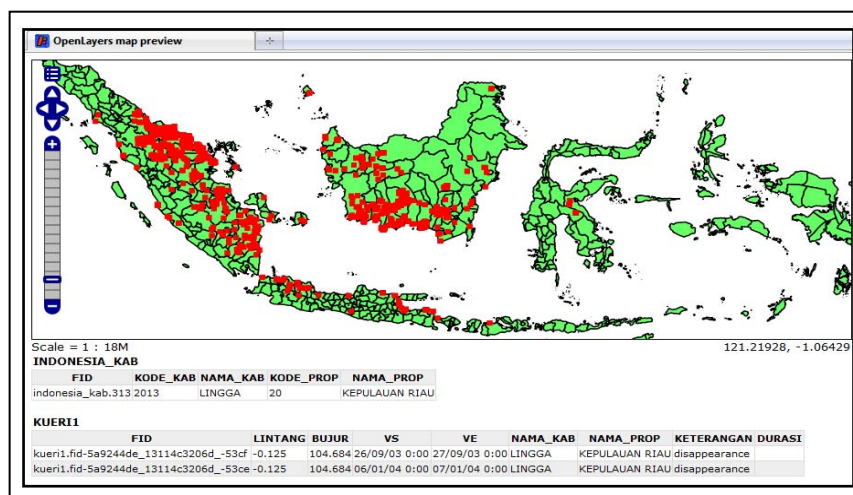
Berikut diberikan contoh data dari masing-masing tabel untuk kasus *appearance* dan *disappearance hotspot*. Tabel 5 adalah Tabel *Hotspot* dan Tabel 6 adalah Tabel *Geografis\_info*.

Tabel 5 Contoh Data Tabel *Hotspot*

Lintang	Bujur	Vs	Ve	Keterangan
-7.574	110.777	2005-01-01	2005-01-02	<i>Disappear</i>
1.55	101.567	2005-01-02	2005-01-03	<i>Disappear</i>
-8,107	115,078	2005-01-02	2005-01-04	<i>Disappear</i>
-8.115	112.911	2005-01-03	2005-01-04	<i>Disappear</i>
1.55	101.567	2005-01-04	9999-12-31	<i>Appear</i>

Tabel 6 Contoh Data Tabel *Geografis\_info*

Lintang	Bujur	Nama_kab	Nama_prop	The_geom
-7.574	110.777	Surakarta (Kota)	Jawa Tengah	01010000007D3F355
1.55	101.567	Dumai (Kota)	Riau	01010000003F355EB
-8.107	115.078	Buleleng	Bali	01000000A245B6F3F
-8.115	112.911	Malang	Jawa Timur	0101000000FCA9F1D



Gambar 7 Visualisasi *Hotspot* ke Peta Indonesia Beserta Informasi Spasial dan Temporal



## Analisis dan Kueri

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap *hotspot* dari aspek spasial dan aspek temporalnya dengan menggunakan kueri sederhana yang diterapkan pada model data yang telah dibuat. Contoh-contoh kueri yang dapat digunakan antara lain :

1. Mendaftar *hotspot* tertentu pada waktu ke waktu.
2. Mendaftar *hotspot* tertentu yang memiliki periode (durasi) kemunculan tertentu.
3. Mendaftar *hotspot* yang muncul kembali setelah sebelumnya mengalami *dissappear*.
4. Mendaftar *hotspot* yang paling lama dan lama singkat bertahan sebelum mengalami *sappear*.
5. Mendaftar hari dengan *hotspot* terbanyak.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pra-processing Data

Data *hotspot* yang aslinya didapatkan dari Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan (DPKH) Departemen Kehutanan RI dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2005 ternyata bukanlah data yang siap pakai. Setelah dilakukan pengolahan data pada penelitian sebelumnya dengan menambahkan elemen spasial, data *hotspot* yang didapatkan penulis sudah dalam format *Shapefile* (.shp). Dalam implementasinya data *hotspot* yang dimodelkan hanya dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2005. Hal ini dimaksudkan untuk membatasi ukuran *database* untuk memaksimalkan kinerja sistem. Setelah semua data *hotspot* tersebut di-load ke PostgreSQL, data *hotspot* ternyata tidak bisa langsung dimodelkan karena ditemukan banyak kendala. Kendala yang pertama adalah ditemukan banyaknya redudansi data, contohnya pada *hotspot* tahun 2005 banyak dijumpai beberapa data yang diulang artinya

terdapat banyak *record* dengan nilai yang sama. Solusi dari masalah ini adalah dilakukan pembersihan data untuk membuang data *hotspot* yang dicatat berulang.

Kendala yang kedua adalah adanya perbedaan tipe data pada atribut yang sama di setiap data *hotspot* per tahunnya. Misalnya atribut lintang pada Tabel tahun 2005 dan Tabel tahun 2004 mempunyai tipe data *smallint*, tapi pada Tabel tahun 2003 dan tahun 2002 atribut lintang mempunyai tipe data *characteristic varying*. Hal ini berpengaruh pada proses *insert* karena proses *insert* data dari tabel satu ke tabel yang lain bisa dilakukan jika mempunyai tipe data yang sama. Oleh karena itu dilakukan konversi tipe data pada atribut Tabel tahun 2003 dan tahun 2002 untuk menyesuaikan dengan tipe data pada atribut Tabel tahun 2004 dan 2005.

Selain itu, dilakukan pemangkasan atribut yang tidak perlu untuk memudahkan pemodelan. Data *hotspot* yang didapatkan dari Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan (DPKH) Departemen Kehutanan RI terdiri dari 13 atribut antara lain *gid*, *lintang*, *bujur*, *tanggal*, *bulan*, *year*, *time*, *noaa*, *id\_kabupaten*, *nama\_kab*, *id\_provinsi*, *nama\_prop* dan *geometry*. Setelah dilakukan penghapusan terhadap atribut yang tidak perlu, maka data *hotspot* yang dimodelkan mempunyai atribut *lintang*, *bujur*, *date*, *month*, *year*, *nama\_kab*, *nama\_prop* dan *the\_geom*. Tabel 7 adalah contoh data *hotspot* sebelum mengalami *pra-processing* data dan Tabel 8 adalah data *hotspot* setelah dilakukan *pra-processing* data. Tabel 7 memiliki 13 atribut dan ditemui redundansi data didalamnya, artinya terdapat banyak *record* dengan nilai semua atributnya sama. Setelah dilakukan *pra-processing data* berupa pembuangan atribut yang dianggap tidak perlu dan penghapusan *record* yang memiliki nilai yang sama maka hasilnya terdapat pada Tabel 8.

Tabel 7 Contoh Data *Hotspot* Sebelum Mengalami *Pra-processing* Data

Gid	Lintang	Bujur	Date	Month	Time	Noaa	Kode_kab	Nama_kab	Kode_prop	Nama_prop	The_geom
	-7,574	110,777	1	1	10	13	3372	Surakarta (Kota)	33	Jawa Tengah	0101000000
	-8,107	115,078	2	1	6	16	5108	Buleleng	51	Bali	0100000A
	1.55	101.567	2	1	10	13	1473	Dumai (Kota)	14	Riau	0101000000
	1.55	101.567	2	1	10	13	1473	Dumai (Kota)	14	Riau	0101000000

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Gid	Lintang	Bujur	Date	Month	Time	Noaa	Kode_kab	Nama_kab	Kode_prop	Nama_prop	The_geom
5	1.55	101.567	2	1	10	13	1473	Dumai (Kota)	14	Riau	0101000000
6	-8,107	115,078	3	1	6	16	5108	Buleleng	51	Bali	01000000A
7	-8.115	112.911	3	1	10	13	3507	Malang	35	Jawa Timur	0101000000
8	-8.115	112.911	3	1	10	13	3507	Malang	35	Jawa Timur	0101000000
9	1.55	101.567	2	1	10	13	1473	Dumai (Kota)	14	Riau	0101000000
10	1.55	101.567	2	1	10	13	1473	Dumai (Kota)	14	Riau	0101000000

Tab 8 Contoh Data *Hotspot* Setelah Mengalami *Pra-processing* Data

Lintang	Bujur	Date	Month	Year	Nama_kab	Nama_prop	The_geom
-7.74	110.777	1	1	2005	Surakarta (Kota)	Jawa Tengah	01010000007D3F355
-8.07	115.078	2	1	2005	Buleleng	Bali	01000000A245B6F3F
-8.15	101.567	2	1	2005	Dumai (Kota)	Riau	01010000003F355EB
-8.07	115.078	3	1	2005	Buleleng	Bali	01000000A245B6F3F
-8.15	112.911	3	1	2005	Malang	Jawa Timur	0101000000FCA9F1D
-8.15	101.567	4	1	2005	Dumai (Kota)	Riau	01010000003F355EB

## Model Data

Data yang dibuat pemodelannya dengan konsep *Event-based Spatiotemporal Data Model* (ESTDM) adalah data spasial berupa data *hotspot* di wilayah di Indonesia yang berubah dari waktu ke waktu. Hasil dari pemodelan data tersebut adalah sebuah *database* relasional yang dapat menyimpan cukup informasi spasial dan temporal dari evolusi suatu *hotspot* di daerah tertentu yang terdiri dari Tabel *Hotspot* dan Tabel *Geografis\_info*. Pada Tabel *Hotspot* terdapat atribut lintang dan bujur suatu *hotspot* beserta *valid time* awal dan *valid time* akhir dari *hotspot* tersebut. Penyimpanan *valid time* awal dan *valid time* akhir digunakan untuk identifikasi lamanya periode suatu *hotspot*. Selain itu disimpan juga informasi spasial berupa nama Kecamatan dan nama Provinsi tempat munculnya *hotspot* berdasarkan lintang dan bujur yang terdapat pada Tabel *Geografis\_info*. Pada Tabel *Geografis\_info* juga disimpan atribut *the\_geom* yang berisi geometri masing-masing *hotspot* yang digunakan untuk masing-masing *hotspot* tersebut ke dalam peta Indonesia. Tabel *Hotspot* dan Tabel *Geografis\_info* berelasi satu sama lain.

Data tentang proses yang terjadi pada *hotspot* juga disimpan dalam Tabel *Hotspot*. Proses tersebut berupa *appear*, *disappear* dan *stability*. *Appear* maksudnya *hotspot* tersebut muncul, *disappear* artinya *hotspot* tersebut menghilang dan *stability* jika *hotspot* tersebut adalah *hotspot* yang sama yang ada pada tanggal sebelumnya. Pencatatan proses *stability* hanya dilakukan pada perancangan konseptual. Hal ini dimaksudkan agar gambaran *hotspot* pada pencatatan per hari bisa terlihat jelas tentang *hotspot* yang muncul, yang hilang atau yang masih sama dengan tanggal sebelumnya. Sedangkan pada langkah implementasi, hanya dilakukan penyimpanan proses *appear* dan *disappear* karena proses *stability* bisa diwakili dengan rentang *valid time* awal dan *valid time* akhir.

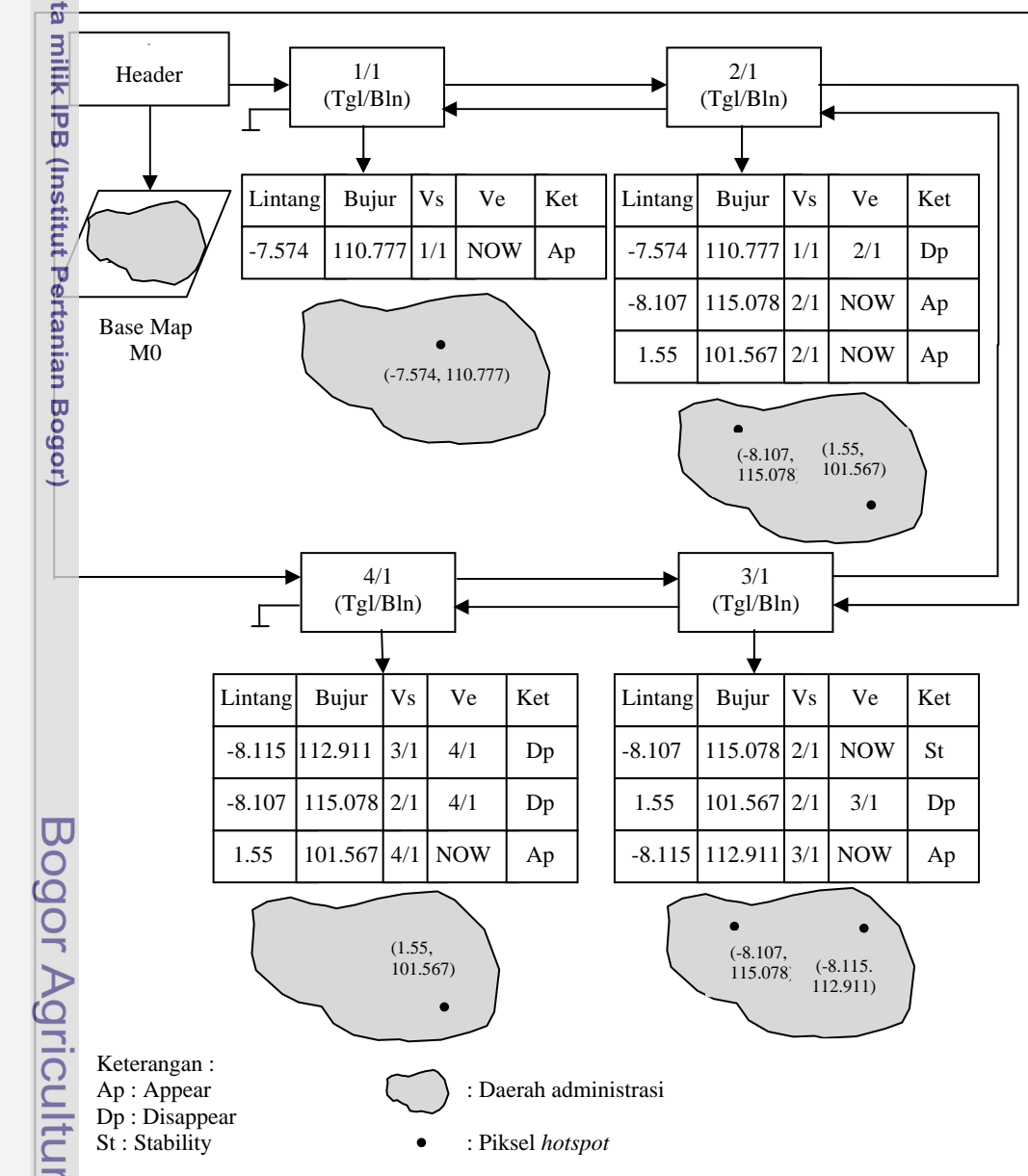
Seperti yang dijelaskan pada langkah rancangan konseptual, model data yang dibangun pada penelitian ini berdasarkan ESTDM yang telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya. Akan tetapi terdapat beberapa modifikasi untuk menyesuaikan dengan data yang digunakan, yaitu data *hotspot*. Gambaran model data *spatiotemporal* pada data *hotspot* dengan konsep ESTDM beserta skema

pencatatan setiap harinya terdapat pada Gambar 8. Tabel 9 adalah contoh data asli *hotspot*

(setelah mengalami *pra-processing* data) yang akan dimodelkan.

Tabel 9 Contoh Data *Hotspot*

Lintang	Bujur	Date	Month	Year	Nama_kab	Nama_prop	The_geom
-7.574	110.777	1	1	2005	Surakarta (Kota)	Jawa Tengah	01010000007D3F355
-8.107	115.078	2	1	2005	Buleleng	Bali	01000000A245B6F3F
1.55	101.567	2	1	2005	Dumai (Kota)	Riau	01010000003F355EB
-8.107	115.078	3	1	2005	Buleleng	Bali	01000000A245B6F3F
-8.115	112.911	3	1	2005	Malang	Jawa Timur	0101000000FCA9F1D
1.55	101.567	4	1	2005	Dumai (Kota)	Riau	01010000003F355EB



Gambar 8 Skema Model Data *Spatiotemporal* beserta Ilustrasi Persebaran *Hotspot* dengan Konsep ESTDM



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 9 berisi contoh daftar *hotspot* yang ada di wilayah tertentu di Indonesia dari tanggal 1 sampai tanggal 4 yang akan dimodelkan. Gambar 8 berisi ilustrasi pencatatan model data *spatiotemporal* pada data *hotspot* yang ada pada Tabel 9. Pencatatannya dilakukan setiap hari. Model data seperti pada Gambar 8 adalah hasil dari perancangan konseptual yaitu berupa skema pencatatan model data *spatiotemporal* pada data *hotspot* yang nantinya dijadikan dasar pada tahap implementasi.

Pada Gambar 8 terdapat sebuah *header* yang *pointer* ke *base map*. *Base map* berisi daftar *hotspot* pada suatu daerah saat waktu T0, dimana pada *base map* diasumsikan tidak ada satu pun *hotspot* di semua wilayah di Indonesia. Pada Gambar 8, tidak terdapat *hotspot* pada daerah *base map*. *Header* juga *pointer* ke tanggal pencatatan pertama yaitu tanggal 1 bulan 1 dan tanggal pencatatan terakhir yaitu tanggal 4 bulan 1. Gambaran contoh persebaran *hotspot* setiap hari pada suatu daerah juga digambarkan pada Gambar 8 di atas.

Pada tanggal 1 dicatat sebuah *hotspot* dengan lintang dan bujur masing-masing -7.574 dan 110.777 dengan *valid time* awal 1/1 dan *valid time* akhir *NOW* karena *hotspot* tersebut memang masih ada di dunia nyata. Keterangan untuk *hotspot* tersebut adalah Ap (*Appear*) karena baru muncul. Kemudian pada tanggal pencatatan kedua tanggal 2 bulan 1, *hotspot* yang ada pada tanggal 1 tidak muncul sehingga pada tanggal 2 dicatat *hotspot* dengan lintang -7.574 dan bujur 110.777 dengan *valid time* awal 1/1, *valid time* akhir 2/1 dan keterangan *disappear*. Pada tanggal 2 tersebut muncul dua *hotspot* baru karena tidak ada di tanggal sebelumnya dengan lintang dan bujur masing-masing -8.107 dan 115.078 serta 1.55 dan 101.567. Kedua *hotspot* tersebut dicatat *valid time* awal 2/1, *valid time* akhir *NOW* dan keterangan *appear*.

Pada tanggal 3 terdapat dua *hotspot* dimana satu titik merupakan *hotspot* yang sama pada tanggal 2 dan titik yang lainnya merupakan *hotspot* baru. *Hotspot* dengan lintang -8.107 dan bujur 115.078 yang muncul pada tanggal 2 ternyata masih bertahan pada tanggal 3 sehingga dilakukan pencatatan terhadap *hotspot* tersebut dengan *valid time* awal 2/1, *valid time* end *NOW* dan keterangan *Stability* yang artinya *hotspot* tersebut adalah *hotspot* yang sama dengan tanggal sebelumnya. *Hotspot* dengan lintang -8.115 dan bujur 112.911 yang merupakan *hotspot* baru dicatat *valid time* awal 3/1, *valid time* akhir

*NOW* dan keterangan *appear*. Selain itu satu *hotspot* yang ada pada tanggal 2 dengan lintang dan bujur masing-masing 1.55 dan 101.567 tidak muncul lagi di tanggal 3 sehingga dilakukan pencatatan dengan *valid time* awal 2/1, *valid time* akhir 3/1 dan keterangan *disappear*.

Pada tanggal 4 muncul sebuah *hotspot* baru yang ternyata pernah muncul sebelumnya setelah sempat mengalami *disappear*. Hal ini bisa diketahui dari lintang dan bujur yang sama dengan *hotspot* sebelumnya yang sempat *disappear* tersebut. *Hotspot* tersebut dicatat dengan lintang dan bujur -8.107 dan 115.078, *valid time*-nya 2/1, *valid time* akhir *NOW* dan keterangan *appear*. Selain itu dua *hotspot* yang ada pada tanggal sebelumnya mengalami *disappear* (tidak muncul lagi di tanggal 4) sehingga pada tanggal 4 dicatat *hotspot* dengan lintang dan bujur -8.115 dan 112.911 dengan *valid time* awal 3/1, *valid time* akhir 4/1, keterangan *disappear* dan *hotspot* dengan lintang -8.107 dan bujur 115.078 dengan *valid time* awal 2/1, *valid time* akhir 2/1 dan keterangan *disappear*.

Skema pencatatan tersebut berlaku hingga tanggal pencatatan selanjutnya sampai tanggal 31/12. Hanya saja penulis mengambil contoh data *hotspot* dari tanggal 1 sampai tanggal 4 sehingga pemodelan data *hotspot*-nya pun dicatat dari tanggal 1 sampai dengan tanggal 4.

Seperti dijelaskan sebelumnya, implementasi pencatatan model data seperti ini tidak akan persis sama pada pencatatan dengan DBMS relasional nanti yang dalam hal ini PostgreSQL. Pada tahap implementasi sehingga dihasilkan Tabel *Hotspot* dan Tabel *Geografis\_info*, hanya dilakukan penyimpanan terhadap keterangan proses *appear* dan *disappear*, karena proses *stability* bisa diwakili dengan rentang *valid time* awal dan *valid time* akhir. Sebagai contoh hasil implementasi, data yang ada pada Tabel 9 setelah data *hotspot* dimodelkan seperti pada Gambar 8, maka hasil implementasinya dalam *database* akan seperti Tabel 5 dan Tabel 6.

### Proses Modifikasi

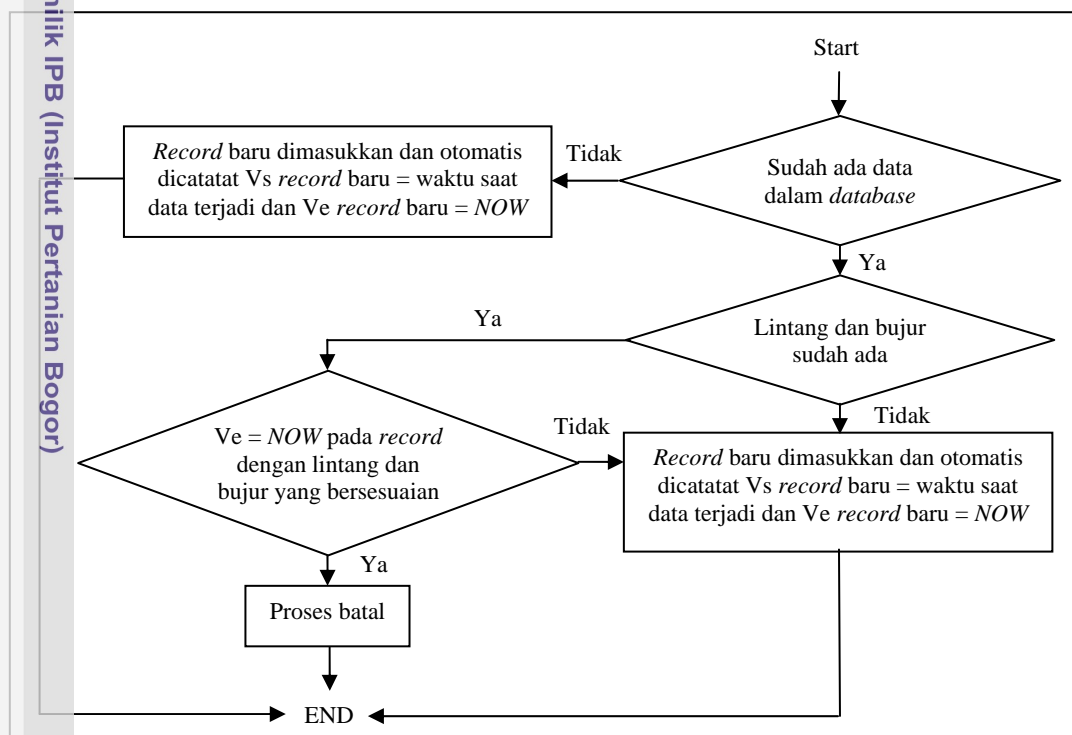
Pada tabel yang mengandung aspek waktu berupa *valid time* dan *transaction time* (tabel *bitemporal*) terdapat beberapa modifikasi pada perancangan relasi-relasi. Modifikasi dilakukan pada saat *insert*, *delete* dan *update* data. Pada pembangunan *spatiotemporal data model* pada data *hotspot*, proses yang berlaku hanya proses *insert* dan *update*. Proses *delete* tidak disertakan



dalam proses modifikasi karena pada Tabel Hotspot yang merupakan tabel historis, proses *delete* akan membuat data menjadi tidak sinkron (terjadi kesenjangan data). Proses *delete* sudah diwakili oleh proses *update*.

Gambar 9 menjelaskan tentang proses *insert*. Pada proses *insert* data, pada saat data baru akan dimasukkan akan di periksa terlebih dahulu keadaan *database* apakah sudah ada data atau belum. Jika belum ada data dalam *database* maka data langsung dimasukkan dan sistem otomatis memasukkan Vs (*valid time start*) pada saat data terjadi dan Ve (*valid time end*) bernilai NOW. Akan tetapi jika sudah ada data dalam *database* maka akan diperiksa apakah lintang dan bujur pada data baru sudah ada

dalam *database*. Jika sudah ada maka akan dicek lagi apakah Ve pada *record* dengan lintang dan bujur yang sama tersebut bernilai NOW. Jika ya maka proses *insert* data baru batal karena data baru tersebut sudah ada dalam *database* dan masih *valid*. Kemudian jika Ve tidak bernilai NOW pada *record* dengan lintang dan bujur yang sama maka data langsung dimasukkan dan sistem otomatis memasukkan Vs (*valid time start*) pada saat data terjadi dan Ve (*valid time end*) bernilai NOW. Pada proses *insert* data jika lintang dan bujur pada data baru tidak ada dalam *database*, maka data akan dimasukkan dan sistem otomatis memasukkan Vs (*valid time start*) pada saat data terjadi dan Ve (*valid time end*) bernilai NOW.

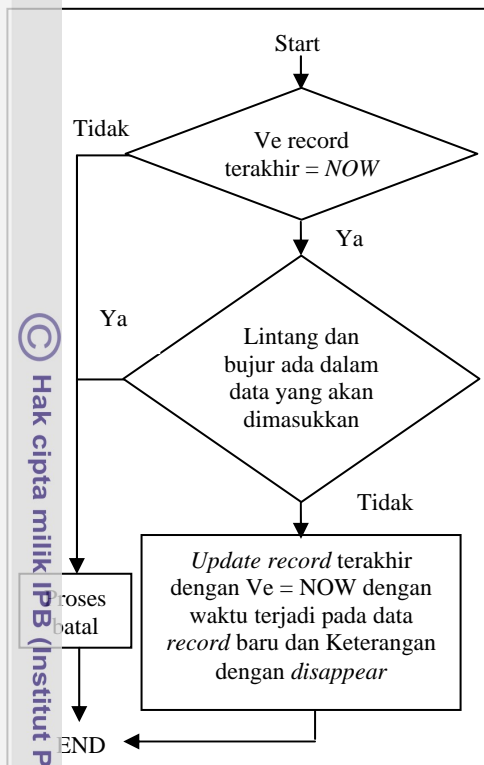


Gambar 9 Diagram Alir Proses *Insert*

Proses *update* dilakukan untuk mengganti nilai *valid time* akhir suatu *hotspot* yang sudah mengalami *disappear* yang diketahui saat ada data baru yang akan masuk. Gambar 10 menjelaskan tentang proses *update*. Pada proses *update* data, terlebih dahulu diperiksa apakah *record* mempunyai nilai Ve = NOW, jika tidak maka proses batal. Jika ya, maka akan diperiksa lagi apakah *record* dengan Ve bernilai NOW tersebut nilai lintang dan bujurnya ada dalam data yang akan dimasukkan. Jika ada maka proses *update* data gagal karena ternyata *tuple* masih *valid*. Akan tetapi jika *record* dengan Ve bernilai NOW tersebut nilai lintang dan

bujurnya tidak ada dalam data yang akan dimasukkan, maka dilakukan proses *update* data dengan mengganti *record* terakhir dengan Ve bernilai NOW tersebut dengan waktu terjadi pada data baru yang masuk.

Pada implementasinya, nilai UC maupun NOW tidak terdapat pada tipe data *date and time* dalam *database* relasional. Oleh karena itu nilai nilai UC maupun NOW tadi dikonversi ke nilai 9999/12/31. Nilai tersebut dianggap mewakili nilai nilai UC dan NOW karena sama-sama dapat mewakili nilai sekarang sampai batas waktu yang tidak ditentukan nilainya (Annisa 2002).



Gambar 10 Diagram Alir Proses Update

Proses insert dan update yang telah dijelaskan diatas adalah inti dari kerja sistem dalam pembuatan database berdasarkan model data yang telah dibuat dalam perancangan konseptual. Contoh ilustrasi proses insert dan update pada Tabel Hotspot digambarkan dengan Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12 di bawah.

Tabel 10 di bawah adalah Tabel Hotspot yang berisi data hotspot pada tanggal 1 dan 2

Tabel 10 Contoh Tabel Hotspot Sebelum Proses Insert dan Update

Lintang	Bujur	Vs	Ve	Keterangan
-7.574	110.777	2005-01-01	2005-01-02	Disappear
1.333	102.465	2005-01-01	2005-01-02	Disappear
1.55	101.567	2005-01-02	NOW	Appear
-8.107	115.078	2005-01-02	NOW	Appear

Tabel 11 Contoh Data Hotspot yang Akan Dimasukkan ke Tabel Hotspot

Lintang	Bujur	Date	Month	Year
-8.107	115.078	3	1	2005
-8.115	112.911	3	1	2005
-7.574	110.777	3	1	2005

Januari 2005, Tabel 11 adalah data hotspot pada tanggal 3 Januari yang akan dimasukkan ke dalam Tabel Hotspot, sedangkan Tabel 12 adalah contoh tabel Hotspot setelah mengalami proses insert dan proses update. Mekanisme update pada Tabel Hotspot dimulai dengan memeriksa apakah record dengan nilai  $Ve=NOW$  di database lintang dan bujurnya ada pada data baru yang akan masuk. Ternyata hotspot dengan lintang 1.55 dan bujur 101.567 yang ada di dalam database tidak ada pada data baru sehingga  $Ve$  dari record tersebut diganti dengan tanggal pada saat data baru masuk yaitu 2005-01-03 dan keterangan diganti dengan disappear. Akan tetapi record dengan nilai  $Ve=NOW$  lainnya yang ada dalam database lintang dan bujurnya ada pada data baru yang akan masuk sehingga proses update tidak dilakukan.

Proses insert dimulai dengan memeriksa apakah data hotspot yang akan dimasukkan sudah ada dalam database apa tidak (dengan melihat lintang dan bujurnya). Hotspot dengan lintang -8.115 dan bujur 112.911 serta lintang -7.145 dan bujur 110.715 yang ada pada tanggal 3 belum ada di dalam database. Ternyata satu dari tiga hotspot tersebut yaitu lintang -8.107 dan bujur 115.078 sudah ada dalam database yang mempunyai valid time akhir NOW sehingga hotspot tersebut tidak dimasukkan ke dalam database lagi. Hotspot dengan lintang -8.115 dan bujur 112.911 serta lintang -7.145 dan bujur 110.715 yang ada pada tanggal 3 belum ada di dalam database sehingga data tersebut langsung dimasukkan dengan valid time awal bernilai 2005-01-03, valid time akhir bernilai NOW, dan keterangan bernilai appear.

Tabel 12 Contoh Tabel Hotspot Setelah Proses *Insert* dan *Update*

<u>Lintang</u>	<u>Bujur</u>	<u>Vs</u>	<u>Ve</u>	Keterangan
-7.574	110.777	2005-01-01	2005-01-02	<i>Disappear</i>
1.333	102.465	2005-01-01	2005-01-02	<i>Disappear</i>
1.55	101.567	2005-01-02	2005-01-03	<i>Disappear</i>
-8.107	115.078	2005-01-02	NOW	<i>Appear</i>
-8.115	112.911	2005-01-03	NOW	<i>Appear</i>
-7.145	110.715	2005-01-03	NOW	<i>Appear</i>

### Analisis dan Kueri

Data *hotspot* yang telah dimodelkan dengan konsep *Event-based Spatiotemporal Data Model* (ESTDM) ini dapat dianalisis sesuai kebutuhan dengan menggunakan kueri. Pada Tabel 13 dapat dilihat hasil kueri yang dapat digunakan untuk menganalisis suatu *hotspot*. Kueri tersebut adalah untuk mendaftar *hotspot* yang paling banyak mengalami *disappearance* setelah proses *appearance*-nya pada sepanjang Tahun 2005. Kueri bisa digunakan mendaftar *hotspot* yang paling banyak mengalami kombinasi *appear-disappear* terhitung dari 1 Januari 2005 sampai dengan 31 Januari 2005.

Kueri SQL :

```
SELECT a.lintang, a.bujur, a.vs,
a.ve, a.keterangan, d.nama_kab,
d.nama_prop, from geografis_info
as d, hotspot As a
```

```
INNER JOIN (select lintang,
bujur from hotspot where vs >=
```

```
'2005-01-01' and vs <= '2005-12-
31' group by lintang, bujur
having count(lintang) = (select
max(1) from (select lintang,
bujur, count (lintang) as l,
count(bujur) as b from hotspot
where vs >= '2005-01-01' and vs
<= '2005-12-31' group by
lintang, bujur) as a)) as c
```

```
ON a.lintang = c.lintang AND
a.bujur = c.bujur where
a.lintang = d.lintang AND
a.bujur = d.bujur and vs >=
'2005-01-01' and vs <= '2005-12-
31' order by a.lintang, a.vs
```

Pada Tabel 13 hasil kueri tersebut dapat dilihat bahwa terdapat 5 *hotspot* yang paling banyak mengalami *disappearance* setelah proses *appearance*-nya. Kelima *hotspot* tersebut tercatat mengalami proses *disappear* sampai yang ke 3 kali sebelum sampai akhirnya titik tersebut tidak muncul lagi di waktu selanjutnya.

Tabel 13 Hasil Kueri

Lintang	Bujur	Vs	Ve	Keterangan	Nama_kab	Nama_prop
0.297	102.954	2005-02-22	2005-02-23	disappear	PELALAWAN	RIAU
0.297	102.954	2005-03-07	2005-03-08	disappear	PELALAWAN	RIAU
0.297	102.954	2005-03-10	2005-03-11	disappear	PELALAWAN	RIAU
1.219	102.172	2005-03-08	2005-03-09	disappear	SIAK	RIAU
1.219	102.172	2005-03-16	2005-03-17	disappear	SIAK	RIAU
1.219	102.172	2005-03-18	2005-03-21	disappear	SIAK	RIAU
1.558	103.038	2005-05-13	2005-05-16	disappear	TAPANULI SELATAN	SUMATERA UTARA
1.558	103.038	2005-06-02	2005-06-03	disappear	TAPANULI SELATAN	SUMATERA UTARA
1.558	103.038	2005-08-01	2005-08-03	disappear	TAPANULI SELATAN	SUMATERA UTARA

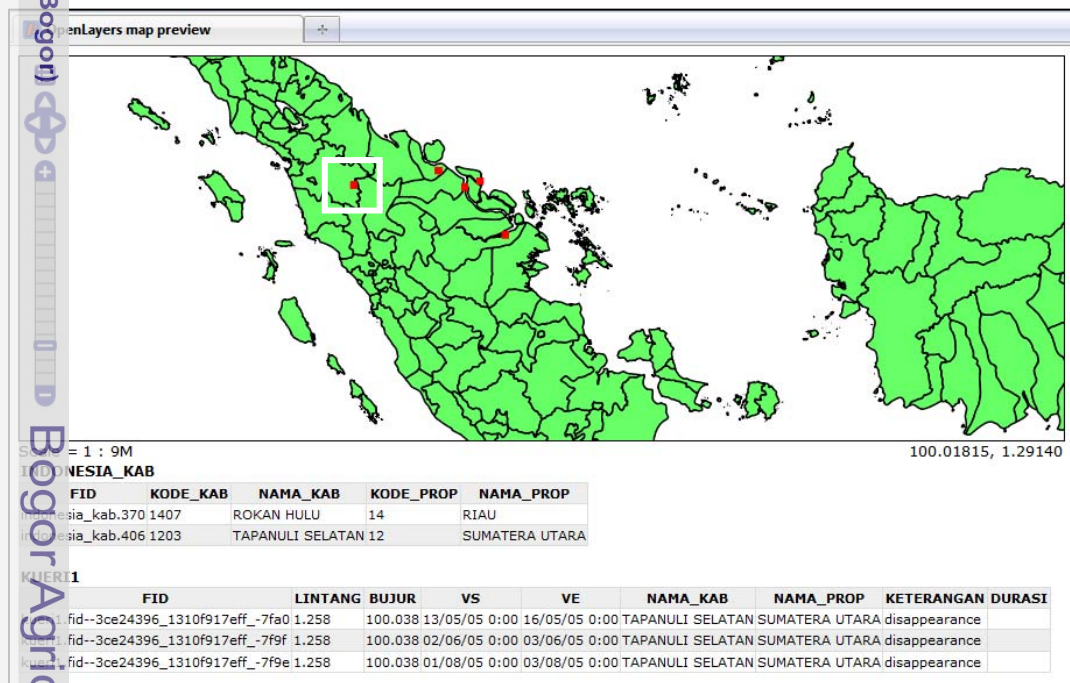


1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lintang	Bujur	Vs	Ve	Keterangan	Nama_kab	Nama_prop
1.333	102.465	2005-02-05	2005-02-06	disappear	BENGKALIS	RIAU
1.333	102.465	2005-02-09	2005-02-10	disappear	BENGKALIS	RIAU
1.333	102.465	2005-02-22	2005-02-23	disappear	BENGKALIS	RIAU
1.536	101.667	2005-02-15	2005-02-16	disappear	DUMAI (KOTA)	RIAU
1.536	101.667	2005-02-22	2005-02-23	disappear	DUMAI (KOTA)	RIAU
1.536	101.667	2005-03-02	2005-03-03	disappear	DUMAI (KOTA)	RIAU

Berdasarkan hasil kueri diatas, contoh *hotspot* yang paling banyak mengalami proses *disappearance* setelah proses *appearance*-nya pada Tahun 2005 adalah *hotspot* dengan lintang 0.297 dan bujur 102.954. Titik tersebut muncul pertama kali pada 2005-02-22 dan mengalami *disappear* pada keesokan harinya yaitu pada 2005-02-23. Kemudian *hotspot* tersebut muncul lagi untuk yang kedua kalinya pada 2005-03-07 dan hilang pada 2005-03-08. *Hotspot* tersebut mengalami *appear* untuk yang ketiga kalinya pada 2005-03-10 dan hilang pada 2005-03-11. Setelah *disappear* pada 2005-03-11, *hotspot* dengan lintang 0.297 dan bujur 102.954 tersebut

tidak pernah muncul lagi di waktu selanjutnya. Kelima *hotspot* yang paling banyak mengalami proses *appear-disappear* tersebut dapat divisualisasikan ke dalam peta dengan bantuan perangkat lunak GeoServer beserta informasi *history* kemunculan serta hilangnya *hotspot* tersebut. Visualisasi gambar *hotspot* yang paling banyak mengalami *disappear* setelah proses *appear*-nya pada Tahun 2005 terdapat pada Gambar 11. Pada gambar tersebut bisa dilihat *hotspot* yang sudah *dimapping* ke peta berdasarkan informasi spasialnya serta dapat dilihat mengenai *history* tentang periode kemunculan dan hilangnya *hotspot* tersebut.



Gambar 11 Visualisasi *Hotspot* pada Tahun 2005 yang Paling Banyak Mengalami Proses *Disappear*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Berikut kueri lain yang dapat digunakan untuk analisis *hotspot*. Hasil dari kueri-kueri tersebut dapat dilihat pada lampiran 2:

- Mendaftar *hotspot* yang bertahan selama waktu tertentu pada periode tertentu.

Kueri:

Daftarkan *hotspot* yang muncul > 10 hari.

- Mendaftar *hotspot* tertentu dari waktu tertentu ke waktu tertentu.

Kueri:

Daftarkan *hotspot* yang muncul dari 4 Mei 2005 sampai dengan 9 Mei 2005.

- Mendaftar hari dengan *hotspot* terbanyak.

Kueri:

Daftarkan Vs dengan *hotspot* yang paling banyak muncul.

- Mendaftar *hotspot* yang mengalami lebih dari satu kali proses *appearance* sebelumnya.

Kueri:

Daftarkan *hotspot* yang muncul lagi setelah mengalami proses *disappearance*

- Mendaftar periode *hotspot* yang paling kecil

Kueri:

Daftarkan paling cepat (dalam hari) suatu *hotspot* dapat bertahan.

- Mendaftar *hotspot* dengan periode kemunculan yang paling lama.

Kueri:

Daftarkan *hotspot* dengan (Vs – Ve) yang paling maksimal

- Mendaftar *hotspot* yang muncul pada waktu tertentu dan muncul lagi pada waktu tertentu.

Kueri:

Daftarkan *hotspot* yang muncul antara 1 Agustus 2002 sampai 1 Januari 2003 dan muncul lagi setelah 1 Agustus 2005.

Berdasarkan kueri-kueri diatas, informasi mengenai bagaimana suatu *hotspot* berevolusi serta periode kemunculan dan hilangnya suatu *hotspot* tersebut bisa didapat. Informasi-informasi ini dapat membantu analisis *hotspot* dari segi spasial dan temporal menjadi lebih mudah.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Penggunaan konsep *Event-based Spatiotemporal Data Model* (ESTDM) yang digunakan untuk pengembangan *spatiotemporal data model* pada data *hotspot* dapat menjawab kebutuhan akan informasi spasial dan temporal dari perubahan informasi geografis untuk menggambarkan evolusi suatu *hotspot* di daerah tertentu di Indonesia. Informasi-informasi ini dapat membuat proses analisis *hotspot* dari segi spasial dan aspek temporalnya menjadi lebih mudah karena informasi bagaimana suatu *hotspot* berevolusi, durasi kemunculan *hotspot*, *history* suatu *hotspot* serta periode kemunculan dan hilangnya suatu *hotspot* tersebut bisa diketahui.

Penerapan konsep *event-based spatiotemporal* untuk pemodelan data *hotspot* dengan menggunakan DBMS PostgreSQL yang sudah bisa menangani tipe data spasial dan aspek temporal juga dapat memvisualisasikan *hotspot* beserta informasi *history* kemunculan serta hilangnya *hotspot* tersebut ke dalam suatu peta dengan bantuan perangkat lunak GeoServer.

### Saran

Saran-saran yang dapat diberikan untuk pengembangan *spatiotemporal data model* dengan konsep *Event-based Spatiotemporal Data Model* (ESTDM) ini agar lebih baik adalah sebagai berikut:

- Penggunaan data dengan tipe lain seperti jenis *polygon* dan *line* dalam pembangunan *spatiotemporal data model* sehingga dapat diketahui data dengan tipe yang seperti apa yang paling bagus dimodelkan dengan pendekatan *event-based spatiotemporal data model* (ESTDM).
- Penggunaan *spatiotemporal data model* dengan konsep *Event-based Spatiotemporal Data Model* (ESTDM) untuk pembangunan *spatiotemporal datawarehouse*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albar, I. 2002. Fenomena El Nino dan *Hotspot*: Pemicu dan Solusi Kebakaran Hutan?. [Makalah]. Jakarta: Direktorat Penanggulangan Kebakaran Hutan, Departemen Kehutanan.
- Annisa. 2002. Penerapan Konsep Basis Data Temporal pada Basis Data Relasional [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Daijie S, Deren LI, Ruiju Z. 2005. *An Object Oriented Spatiotemporal Data Model*. Chongqing: Chongqing Jiaotong University.
- Darwen H, Lorentzos NA. 2003. *Temporal Data and The Relational Model*. Amsterdam: Morgan Kaufmann Publisher.
- Guthrie RH, Schneider M. 2005. *Moving Objects Databases*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publisher.
- Han, Kamber M. 2001. *Data Mining Concept and Design*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publisher.
- Lin L, Cai YZ, Xu Z. 2005. *Spatiotemporal Indexing Mechanism Based on Snapshot-Increment*. Wuhan: Wuhan University.
- Maryam MS. 2009. Pembuatan Database dengan Pendekatan *Event-based Spatiotemporal* [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Michinori H. 2002 *Development of Spatial Temporal GIS Basic System*.
- Nadi S, Delavar MR. 2003. *Spatiotemporal Modeling of Dynamic Phenomena in GIS, ScanGIS 2003 Proceeding*, pp. 215-225.
- Pengent DJ, Duan N. 1995. *An Event-Based spatiotemporal Data Model (ESTDM) for Temporal Analysis of Geographical Data*. Pennsylvania: Taylor & Francis Ltd.
- Rahim, MS. 2006. *The Development of Spatiotemporal Data Model for Dynamic Visualization of Virtual Geographical Information System* [tesis]. Johor: Fakultas Sains Komputer dan Sistem Maklumat, Universitas Teknologi Malaysia.
- Ratnasari E. 2000. Pemantauan Kebakaran Hutan dengan Menggunakan Data Citra NOAA-AVHRR dan Citra Landsat TM: Studi Kasus di Daerah Kalimantan Timur. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wang S, Nakayama K, Kobayashi Y, Maekawa M. 2005. *An Event Based Spatiotemporal Approach*. *ECTI Transaction on Computer and Information Theory*. 1: 15-23.
- Wang X, Lu S. 2000. *Spatiotemporal Data Modeling Management: a Survey, Technology of Object-Oriented Language and System*, 2000. *TOOLS - Asia 200. Proceeding of 36th International Conference of IEEE*, pp. 202-211.
- Wardani, S. F. 2003. Studi Tentang Sebaran Titik Panas (*Hotspot*) Bulan sebagai Penduga Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan di Propinsi Sumatera Selatan. [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## LAMPIRAN

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





## Lampiran 1 Penjelasan Atribut dan Tipe Data

Tabel Hotspot

Field	Keterangan	Tipe Data
Lintang	<i>Primary key</i> dari relasi ini yang berisi koordinat yang menunjukkan lintang suatu <i>hotspot</i>	<i>Double precision</i>
Bujur	<i>Primary key</i> dari relasi ini yang berisi koordinat yang menunjukkan bujur suatu <i>hotspot</i>	<i>Double precision</i>
ValidTime_start	<i>ValidTime start</i> , atau waktu suatu <i>hotspot</i> tersebut mulai berada di dunia nyata (waktu saat suatu <i>hotspot</i> mengalami proses <i>appearance</i> ). Satuan terkecil berupa hari.	<i>Date</i> (yyyy-mm-dd)
ValidTime_end	<i>Primary key</i> dari relasi ini. <i>ValidTime end</i> , atau waktu suatu <i>hotspot</i> tersebut hilang dari dunia nyata (waktu saat suatu <i>hotspot</i> mengalami proses <i>disappearance</i> ). Satuan terkecil berupa hari.	<i>Date</i> (yyyy-mm-dd)
Keterangan	Memberikan informasi proses yang dialami oleh suatu <i>hotspot</i> . Berisi <i>appear</i> atau <i>disapperar</i> .	<i>Character varying</i> (20)

Tabel Geografis\_info

Field	Keterangan	Tipe Data
Lintang	<i>Primary key</i> sekaligus <i>Foreign key</i> dari tabel Hotspot	<i>Double precision</i>
Bujur	<i>Primary key</i> sekaligus <i>Foreign key</i> dari tabel Hotspot	<i>Double precision</i>
Nama_kab	Memberikan informasi lokasi tentang nama Kabupaten tempat suatu <i>hotspot</i> muncul	<i>Character varying</i> (30)
Nama_prop	Memberikan informasi lokasi tentang nama Provinsi tempat suatu <i>hotspot</i> muncul	<i>Character varying</i> (30)
Geom	Berisi nilai geometri suatu <i>hotspot</i> untuk kepentingan proses <i>mapping</i> ke dalam peta	<i>Geometry</i>

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## Lampiran 2 Hasil Kueri

### Hasil Kueri

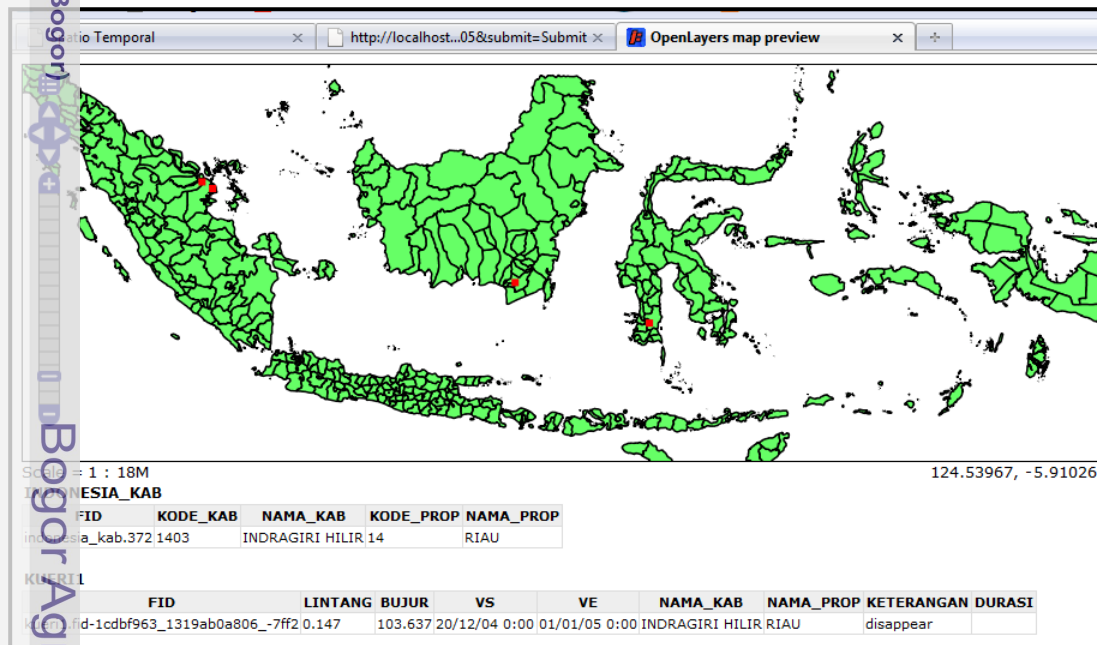
1. Daftarkan *hotspot* yang muncul lebih dari 10 hari pada 1 Januari 2003 sampai dengan 31 Desember 2004.

```
select hotspot.lintang, hotspot.bujur, vs, ve, nama_kab, nama_prop,
keterangan from hotspot, geografis_info where ve-vs > '10' and vs >=
'2003-01-01' and vs <= '2004-12-31' and hotspot.lintang =
geografis_info.lintang and hotspot.bujur = geografis_info.bujur
order by vs
```

Tabl Hasil Kueri 1

Lintang	Bujur	Vs	Ve	Nama_kab	Nama_prop	Keterangan
-4.883	19.97	2003-05-02	2003-05-27	BONE	SULAWESI SELATAN	Disappear
-3.37	14.95	2004-12-20	2005-01-01	BANJAR	KALIMANTAN SELATAN	Disappear
0.447	03.637	2004-12-20	2005-01-01	INDRAGIRI HILIR	RIAU	Disappear
0.95	03.243	2004-12-20	2005-01-01	PELALAWAN	RIAU	Disappear

Gambar Hasil Kueri 1



2. Daftarkan *hotspot* yang muncul pada 4 Mei 2005 sampai 9 Mei 2005.

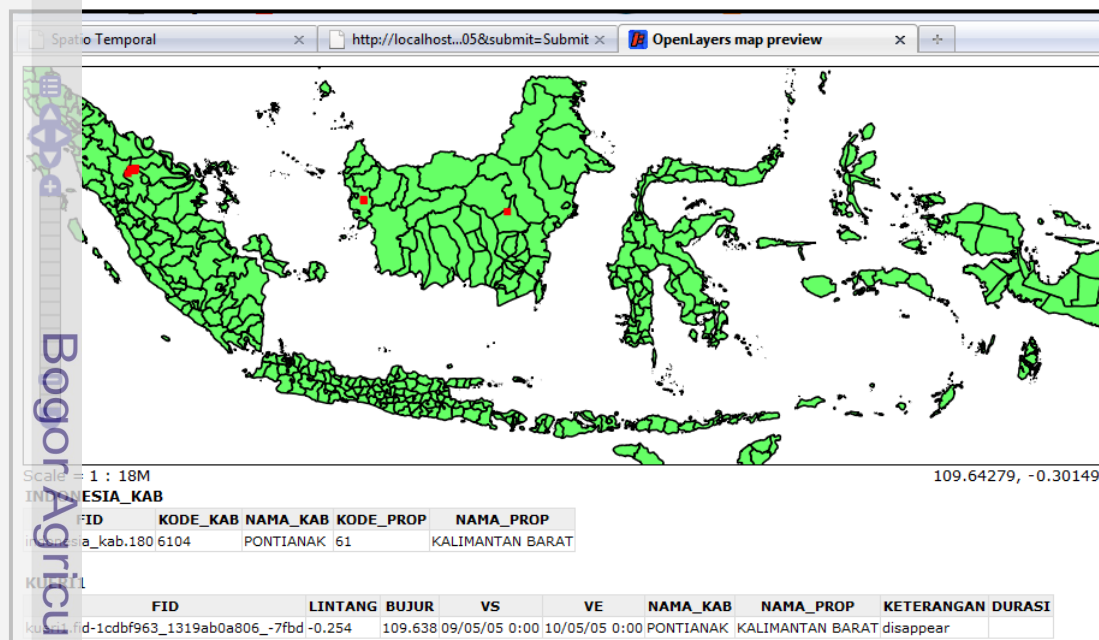
```
select hotspot.lintang, hotspot.bujur, vs, ve, nama_kab, nama_prop,
keterangan from hotspot, geografis_info where vs >= '2005-5-4' and
vs <= '2005-05-09' and hotspot.lintang = geografis_info.lintang and
hotspot.bujur = geografis_info.bujur order by vs
```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel Hasil Kueri 2

Lintang	Bujur	Vs	Ve	Nama_kab	Nama_prop	Keterangan
-0.664	114.996	2005-05-04	2005-05-09	BARITO UTARA	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-0.664	109.638	2005-05-09	2005-05-10	PONTIANAK	KALIMANTAN BARAT	Disappear
-0.666	109.626	2005-05-09	2005-05-10	PONTIANAK	KALIMANTAN BARAT	Disappear
-0.659	100.831	2005-05-09	2005-05-10	KAMPAR	RIAU	Disappear
-0.666	101.069	2005-05-09	2005-05-10	KAMPAR	RIAU	Disappear
-0.668	101.078	2005-05-09	2005-05-10	KAMPAR	RIAU	Disappear
-0.666	100.933	2005-05-09	2005-05-10	KAMPAR	RIAU	Disappear
-0.668	100.942	2005-05-09	2005-05-10	KAMPAR	RIAU	Disappear
-0.666	100.93	2005-05-09	2005-05-10	SIAK	RIAU	Disappear
-0.667	100.94	2005-05-09	2005-05-10	SIAK	RIAU	Disappear
-0.662	101.101	2005-05-09	2005-05-10	SIAK	RIAU	Disappear
-0.664	101.11	2005-05-09	2005-05-10	SIAK	RIAU	Disappear
-0.665	101.12	2005-05-09	2005-05-10	SIAK	RIAU	Disappear

Gambar Hasil Kueri 2



3. Daftarkan hari dimana terdapat *hotspot* terbanyak pada tahun 2002 sampai tahun 2005.

```
select vs, count(vs) as jumlah_hotspot from hotspot where vs >=
'2002-01-01' and vs <= '2005-12-31' group by vs having count(vs) =
(select max(cnt) from (select vs, count(vs) as cnt from hotspot
where vs >= '2002-01-01' and vs <= '2005-12-31' group by vs) as b)
```

Tabel Hasil Kueri 3

Vs	Jumlah Hotspot
2004-09-02	5029

4. Daftarkan *hotspot* yang muncul lagi setelah mengalami *disappearance* sebelumnya pada tahun 1 Januari 2002 sampai dengan 31 Desember 2002.

```
SELECT a.lintang, a.bujur, a.vs, a.ve, a.keterangan, c.nama_kab,
c.nama_prop from geografis_info as C, hotspot As a INNER JOIN
(SELECT lintang , bujur FROM hotspot where vs >= '2002-01-01' and vs
<= '2002-12-31' GROUP BY lintang , bujur HAVING Count(*) >1 ) As b
ON a.lintang = b.lintang AND a.bujur = b.bujur where a.lintang =
c.lintang AND a.bujur = c.bujur order by a.lintang, a.vs
```

Tabel Hasil Kueri 4

Lintang	Bujur	Vs	Ve	Nama_kab	Nama_prop	Keterangan
-3.884	113.939	2002-07-10	2002-07-11	PULANG PISAU	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-3.884	113.939	2002-08-25	2002-08-26	PULANG PISAU	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-2.819	105.721	2002-08-16	2002-08-18	OGAN KOMERING ILIR	SUMATERA SELATAN	Disappear
-2.819	105.721	2002-08-28	2002-08-29	OGAN KOMERING ILIR	SUMATERA SELATAN	Disappear
-2.842	104.09	2002-05-31	2002-06-03	MUSI BANYU ASIN	SUMATERA SELATAN	Disappear
-2.842	104.09	2002-08-08	2002-08-09	MUSI BANYU ASIN	SUMATERA SELATAN	Disappear
-2.578	110.814	2002-08-18	2002-08-19	KETAPANG	KALIMANTAN BARAT	Disappear
-2.578	110.814	2002-08-20	2002-08-22	KETAPANG	KALIMANTAN BARAT	Disappear
-2.576	121.38	2002-01-04	2002-01-07	LUWU TIMUR	SULAWESI SELATAN	Disappear
-2.576	121.38	2002-05-27	2002-05-28	LUWU TIMUR	SULAWESI SELATAN	Disappear
-2.887	112.5	2002-07-14	2002-07-15	KOTAWARINGIN TIMUR	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-2.887	112.5	2002-07-27	2002-07-28	KOTAWARINGIN TIMUR	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-2.885	114.528	2002-08-25	2002-08-26	KAPUAS	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-2.885	114.528	2002-08-28	2002-08-29	KAPUAS	KALIMANTAN TENGAH	Disappear



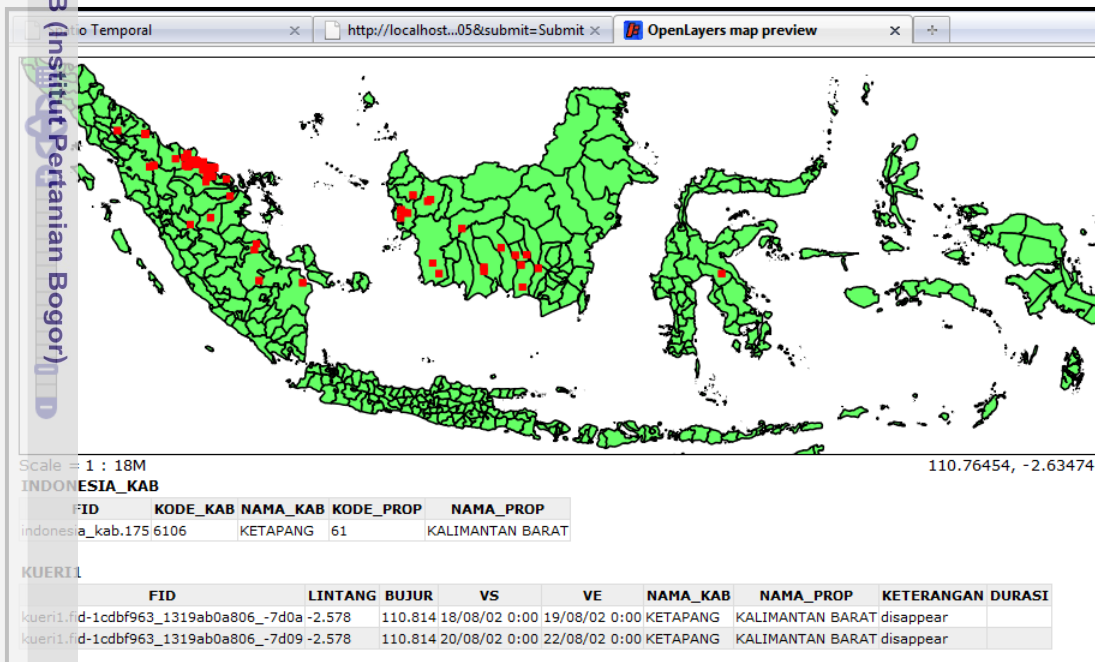
# Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

-2.341	112.498	2002-08-01	2002-08-02	KOTAWARINGIN TIMUR	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-2.341	112.498	2002-08-03	2002-08-04	KOTAWARINGIN TIMUR	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-2.259	113.882	2002-07-28	2002-07-29	PULANG PISAU	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
Lintang	Bujur	Vs	Ve	Nama_kab	Nama_prop	Keterangan
-2.259	113.882	2002-08-09	2002-08-12	PULANG PISAU	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-2.188	110.582	2002-08-04	2002-08-06	KETAPANG	KALIMANTAN BARAT	Disappear
-2.188	110.582	2002-08-25	2002-08-26	KETAPANG	KALIMANTAN BARAT	Disappear

(cont.)

## Gambar Hasil Kueri 4



5. Daftarkan berapa paling cepat (dalam hari) suatu *hotspot* dapat bertahan sebelum mengalami *disappearance* pada tahun 2005.

```
select min(durasi_hotspot) from (select lintang, bujur, vs, ve, ve-  
vs as durasi_hotspot from hotspot where vs >= '2005-01-01' and vs <=  
'2005-12-31' order by ve) as A
```

## Tampilan Hasil Kueri 5



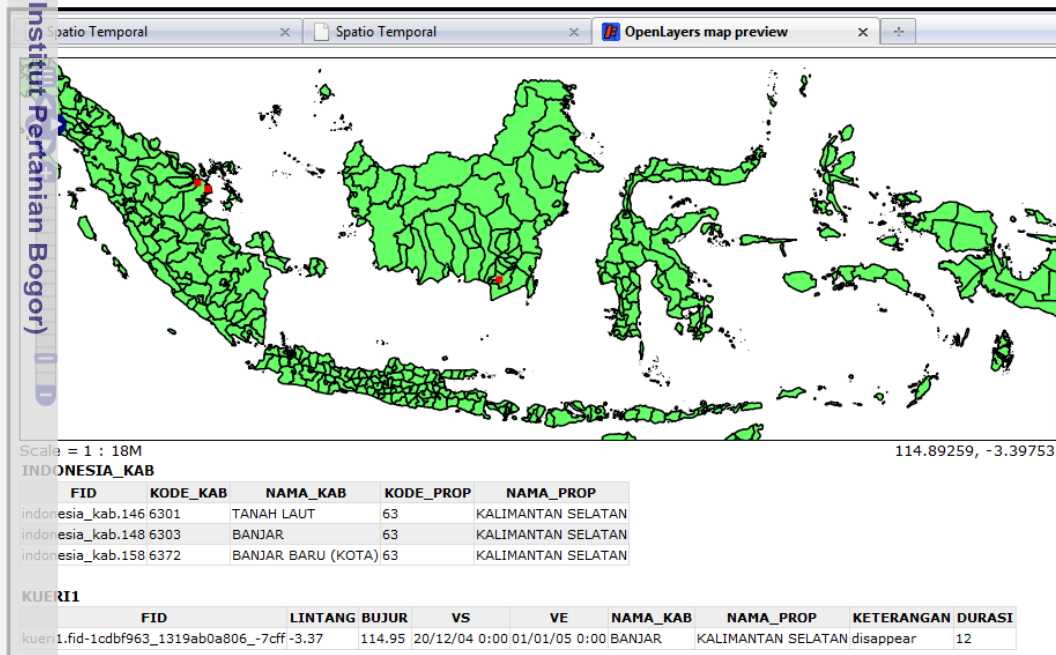
6. Daftarkan *hotspot* yang paling lama muncul (paling lama bertahan sebelum mengalami *disappearance*) pada 1 Januari 2004 sampai dengan 31 Desember 2004.

```
select x.lintang, x.bujur, vs, ve, ve-vs as durasi, nama_kab,
nama_prop, keterangan from hotspot x, geografis_info y where vs
BETWEEN '2004-01-01' and '2004-12-31' and ve-vs = (select
max(durasi) as max from (select lintang, bujur, vs, ve, ve-vs as
durasi from hotspot where vs BETWEEN '2004-01-01' and '2004-12-31')
as g) and x.lintang = y.lintang and x.bujur = y.bujur
```

Tabel Hasil Kueri 6

Lintang	Bujur	Vs	Ve	Nama_kab	Nama_prop	Durasi	Keterangan
3.37	114.95	2004-12-20	2005-01-01	BANJAR	KALIMANTAN SELATAN	12	Disappear
0.47	103.637	2004-12-20	2005-01-01	INDRAGIRI HILIR	RIAU	12	Disappear
0.95	103.243	2004-12-20	2005-01-01	PELALAWAN	RIAU	12	Disappear

Gambar Hasil Kueri 6



7. Daftarkan *hotspot* yang muncul pada 1 Agustus 2002 sampai 1 Januari sampai 2003 dan muncul lagi setelah 1 Agustus 2005.

```
SELECT c.lintang, c.bujur, c.vs, c.ve, c.keterangan, d.nama_kab,
d.nama_prop, from geografis_info as d, hotspot As c INNER JOIN
(select * from hotspot a where vs >= '2002-8-1' and vs <= '2003-1-1'
and not exists (select * from hotspot b where vs > '2005-8-1' and
a.lintang = b.lintang and a.bujur = b.bujur)) as e ON e.lintang =
c.lintang AND e.bujur = c.bujur where e.lintang = d.lintang AND
e.bujur = d.bujur
```

Tabel Hasil Kueri 7

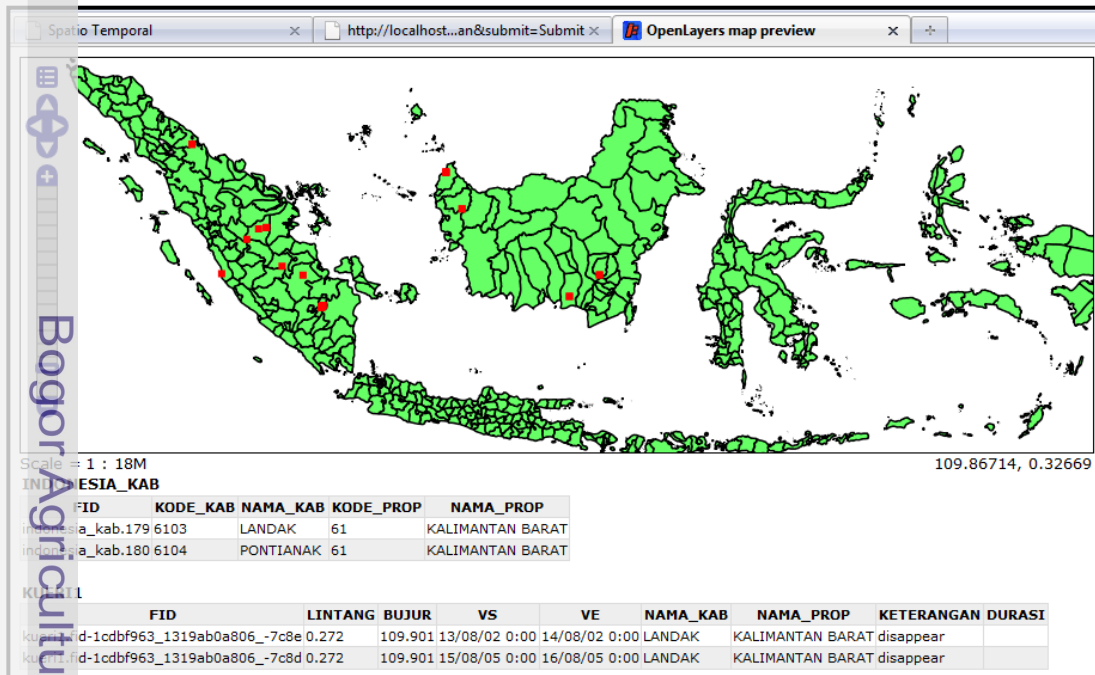
Lintang	Bujur	Vs	Ve	Nama_kab	Nama_prop	Keterangan
---------	-------	----	----	----------	-----------	------------

# Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Di larang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

-2.207	115.053	2005-08-21	2005-08-22	BARITO TIMUR	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-2.207	115.053	2002-08-26	2002-08-27	BARITO TIMUR	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
1.643	109.299	2005-08-09	2005-08-10	SAMBAS	KALIMANTAN BARAT	Disappear
Lintang	Bujur	Vs	Ve	Nama_kab	Nama_prop	Keterangan
1.643	109.299	2002-08-20	2002-08-22	SAMBAS	KALIMANTAN BARAT	Disappear
2.694	99.776	2005-08-12	2005-08-13	ASAHAN	SUMATERA UTARA	Disappear
2.694	99.776	2002-08-16	2002-08-18	ASAHAN	SUMATERA UTARA	Disappear
0.72	109.901	2005-08-15	2005-08-16	LANDAK	"KALIMANTAN BARAT	Disappear
0.72	109.901	2002-08-13	2002-08-14	LANDAK	KALIMANTAN BARAT	Disappear
-3.17	113.929	2005-08-07	2005-08-08	PULANG PISAU	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
-3.17	113.929	2002-08-26	2002-08-27	PULANG PISAU	KALIMANTAN TENGAH	Disappear
1.53	109.297	2005-08-09	2005-08-10	SAMBAS	KALIMANTAN BARAT	Disappear
1.53	109.297	2002-08-20	2002-08-22	SAMBAS	KALIMANTAN BARAT	Disappear

Gambar Hasil Kueri 7







#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Penguji:

1. Hari Agung Adrianto, S.Kom., M.Si
2. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.