



IMPLEMENTASI OPERATOR PERBANDINGAN TEMPORAL DAN OPERATOR SPASIAL PADA DATA *SPATIOTEMPORAL*

DHIEKA AVRILIA LANTANA



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

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural I

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

DHIEKA AVRILIA LANTANA. The Implementation of Temporal Comparison Operator and Spatial Operator in Spatiotemporal Data. Under the supervision of ANNISA.

Spatio-temporal data models and query languages have received much attention in the database research community because of their practical importance and the interesting technical challenges they pose. Much previous work focuses on either temporal information or spatial information. In this research, we will learn about information retrieval using temporal and spatial in spatio-temporal data. The method in this research consists of data model, design temporal operator, design spatial operator, design spatio-temporal operator and testing. Temporal operators that used in this research are before, after, during, precedes, follows, starts, finishes, equal, meet and overlap. While spatial operators that used are equal, overlap, contain, disjoint, meet, adjacent and commonborder. In spatial model, the method use triangles to represent polygons and is called The Directed Triangulation. A polygon having n vertexes can be decomposed into $n-2$ triangles. Decomposing a polygon into a set of triangles makes determine spatial relationships between two polygon can be done more easily. This research concludes that by using spatio-temporal operators, information retrieval will produce more specific information than that of using without spatio-temporal query. Spatial operators can give information about relationship between two region or more and temporal operator can give information about time.

Keywords : Spatiotemporal, spatial relationship, temporal, the directed triangulation

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Repositori Publikasi Ilmiah 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



IMPLEMENTASI OPERATOR PERBANDINGAN TEMPORAL DAN OPERATOR SPASIAL PADA DATA *SPATIOTEMPORAL*

DHIEKA AVRILIA LANTANA

**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**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural I

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.



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.



Judul : Implementasi Operator Perbandingan Temporal dan Operator Spasial pada Data
Spatiotemporal
Nama : Dhieka Avrilia Lantana
NRP : G64070040

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.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Menyetujui:

Pembimbing

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

Mengetahui:
Ketua Departemen Ilmu Komputer
Institut Pertanian Bogor

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

Tanggal Lulus:

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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul Implementasi Operator Perbandingan Temporal dan Operator Spasial pada Data *Spatiotemporal* dengan lancar dan baik. Penelitian ini dilaksanakan mulai Maret 2011 sampai dengan Oktober 2011, bertempat di Departemen Ilmu Komputer.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik yang bersifat moral maupun materi. Atas bantuan tersebut, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayahanda dan ibunda tercinta, serta kakak dan adik atas semua nasehat, kasih sayang, do'a yang tulus, kesabaran, serta kata-kata bijak yang dapat menjadikan motivasi dan inspirasi,
2. Ibu Annisa, S.Kom, M.Kom, selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan dan saran,
3. Bapak Hari Agung Adrianto S.Kom, M.Si dan Bapak Toto Haryanto S.Kom, M.Si selaku penguji yang telah memberi banyak masukan terhadap tugas akhir yang penulis kerjakan,
4. Teman satu Laboratorium SEINS yaitu Yuridhis Kurniawan, Yoga Permana, Fani Wulandari, Ayi Imaduddin, Dedek, Hidayat, Remarchtito dan Muhammad Arif Fauzi. Terima kasih sudah memberi dukungan, perhatian, saran, kerjasamanya, pengertian dan waktunya,
5. Hendra Gunawan, Yulia Kartosiana dan Rozalina. Terima kasih atas pengetian, kasih sayang, saran, kehangatan, kritik, dukungan, perhatian dan waktunya,
6. Windy Wahyu A.I, Fani Valerina, Rilan M. Fiqri, Ella Rizkita, Tri Setiowati, Isna Mariam, Ira Nurazizah, Sulma Mardiah, Dimpy Adira Ratu, dan rekan-rekan ilkomerz 44 atas persahabatan, bantuan, doa, dukungan dan semangat yang selalu diberikan selama kuliah hingga penelitian ini selesai, serta kebersamaan yang diberikan selama 3 tahun ini,
7. Seluruh pihak yang turut membantu dalam penyelesaian penelitian ini baik secara langsung ataupun tidak.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Terima kasih.

Bogor, November 2011

Dhieka Avrilia Lantana



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 12 April 1989 merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari ayahanda bernama Tri Waluyo dan ibunda bernama Romtucha Laila.

Penulis pada tahun 2007 lulus dari Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 39 Jakarta Timur. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur Ujian Seleksi Masuk IPB (USMI) dan diterima sebagai mahasiswi Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Pada tahun 2008 penulis aktif dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FMIPA IPB sebagai staf Departemen Pengembangan Sumberdaya Mahasiswa (PSDM) BEM FMIPA IPB 2008/2009. Penulis pernah menjadi asisten praktikum Metode Kuantitatif pada tahun 2010 dan asisten praktikum Basis Data, asisten Praktikum Data Mining pada tahun 2011. Selain itu, penulis juga mengajar mata kuliah Kalkulus dan Pengantar Matematika pada tempat bimbingan pelajar MSC Education pada tahun 2010. Pada tanggal 28 Juni 2010 sampai tanggal 13 Juli 2010, penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di Badan Penelitian dan Pengembangan (Badan LITBANG) Departemen Pertanian.

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.



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian.....	1
Ruang Lingkup Penelitian.....	1
TINJAUAN PUSTAKA	
<i>Spatiotemporal Data</i>	1
<i>Temporal Data</i>	2
<i>Directed Triangulation</i>	2
Operator Spasial	2
Operator Perbandingan Temporal.....	4
METODE PENELITIAN	
Pemodelan data.....	4
Perancangan Operator Perbandingan Temporal.....	6
Perancangan Operator Spasial	6
Perancangan Operator <i>Spatiotemporal</i>	7
Pengujian.....	7
Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....	7
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Pemodelan Data.....	8
Implementasi Perancangan Operator Perbandingan Temporal	8
Implementasi Perancangan Operator Spasial.....	10
Implementasi Perancangan Operator <i>Spatiotemporal</i>	11
Pengujian.....	14
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	15
Saran	15
DAFTAR PUSTAKA	15
LAMPIRAN	17

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.



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1 Deskripsi data <i>spatiotemporal</i> (Rahim 2006).	2
2 Ilustrasi Perubahan Bentuk Poligon menjadi Segitiga.	2
3 Contoh dari Hubungan antara Segitiga (Cindy & Carlo 2000).	3
4 Tahapan Penelitian.	4
5 Representasi grafik objek spasial h1.	4
6 Representasi grafik objek spasial h1 dan h2.	5
7 Representasi grafik objek spasial h1 dan h2.	5
8 Representasi grafik objek spasial h2 dan h3.	5
9 Representasi grafik objek spasial h2 dan h3 menghilang.	6
10 Operator Perbandingan Temporal.	7
11 Proses <i>Intersection Spatiotemporal</i>	7
12 Interval Waktu <i>After</i> antara h1 dan h2.	9
13 Interval Waktu <i>Equal</i> antara h2 dan h3.	9
14 Interval Waktu <i>During</i> antara h3 dan h4.	10
15 Poligon yang digunakan pada penelitian.	10
16 Visualisasi Operator <i>Equal</i>	10
17 Visualisasi Operator <i>Overlaps</i>	10
18 Visualisasi Operator <i>Contains</i>	10
19 Visualisasi Operator <i>Disjoint</i>	11
20 Visualisasi Operator <i>Disjoint</i>	11
21 Visualisasi Operator <i>Commonborder</i>	11
22 Visualisasi Operator <i>Meets</i>	11
23 Visualisasi Operator Spasial <i>Disjoint</i> dan Operator Perbandingan Temporal <i>Equal</i>	12
24 Visualisasi Operator Spasial <i>Commonborder</i> dan Operator Perbandingan Temporal <i>Overlaps</i>	13
25 Visualisasi Operator Spasial <i>Adjacent</i> dan Operator Perbandingan Temporal <i>After</i>	13
26 Visualisasi menggunakan Operator spasial <i>Disjoint</i> saja.	13
27 Visualisasi menggunakan Operator Spasial dan Temporal.	13
28 Tampilan sistem pada operator spasial (a), Tampilan sistem pada operator temporal (b), dan Tampilan sistem pada operator spatio-temporal (c).	14
29 Uji kueri temporal <i>equal</i> terhadap h1 (a), Uji kueri spasial <i>disjoint</i> terhadap h1 (b), dan Uji kueri <i>spatiotemporal disjoint</i> dan <i>after</i> terhadap h1 (c).	15

DAFTAR TABEL

	Halaman
1 Operator Perbandingan Temporal	4
2 Pemodelan Konseptual Objek h1	5
3 Pemodelan Konseptual Objek h1 dan h2	5
4 Pemodelan Konseptual Objek h1 Menghilang.	5
5 Pemodelan Konseptual Poligon	5
6 Pemodelan Konseptual Objek h2 dan h3 Menghilang.	6
7 Pemodelan Konseptual Segitiga.	6
8 Data Contoh Poligon	8
9 Tabel Segitiga	8
10 Operator Perbandingan Temporal	8
11 Tabel Poligon Data Contoh.	8



- 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.

	Halaman
12 Hasil Kueri Operator Temporal <i>After</i>	9
13 Hasil Kueri Operator Temporal <i>Equal</i>	9
14 Hasil Kueri Operator Temporal <i>During</i>	9
15 Kombinasi Operator perbandingan Temporal dan Operator Spasial	12
16 Hasil Operator Spasial <i>Disjoint</i>	12
17 Hasil Operator Perbandingan Temporal <i>During</i>	12
18 Hasil <i>Spatiotemporal</i> Kombinasi Operator <i>Disjoint</i> dan <i>During</i>	12
19 Hasil Operator Spasial <i>Commonborder</i>	12
20 Hasil Operator Perbandingan Temporal <i>Overlap</i>	12
21 Hasil <i>Spatiotemporal</i> Kombinasi Operator <i>Commonborder</i> dan <i>Overlap</i>	12
22 Hasil Operator Spasial <i>Equal</i>	13
23 Hasil Operator Perbandingan Temporal <i>After</i>	13
24 Hasil <i>Spatiotemporal</i> Kombinasi Operator <i>Equal</i> dan <i>After</i>	13

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Penjelasan Atribut dan Tipe data	18
2 Keseluruhan Data Contoh Poligon	19
3 Keseluruhan Hasil Segitiga	20
4 Contoh Kueri dengan Operator Perbandingan Temporal	21

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pencatatan data dengan memperhatikan aspek waktu berguna untuk penelusuran, prediksi dan bahan pertimbangan pembuatan keputusan bagi organisasi. *Database* relasional yang ada pada saat ini biasanya hanya mencatat data pada saat sekarang (*current data*). Setiap terjadi perubahan data, data yang lama akan diganti bahkan dihapus dari *database*. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian sebelumnya oleh Annisa (2002) telah dapat menerapkan konsep *database* temporal pada *database* relasional. Penelitian tersebut juga telah dapat mengimplementasikan mengenai operator perbandingan temporal pada *temporal database* sehingga dapat mendukung informasi waktu. Penelitian tersebut belum mampu menampilkan informasi wilayah.

Pencatatan data terkadang tidak hanya berfokus pada aspek waktu saja. Objek geografis biasanya memiliki pencatatan terhadap waktu dan spasial yang disebut dengan data *spatiotemporal*. Objek geografis mengalami perubahan dalam berbagai pandangan, baik perubahan pada posisi ataupun luas. Perubahan sebuah objek dapat menciptakan entitas baru atau menghilangkan entitas lama yang berpengaruh pada posisi suatu objek geografis. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Maryam (2009) mengimplementasikan konsep *Event-Based Spatio-temporal* dalam pembuatan *Relational Database*. Penelitian tersebut telah mampu mengembangkan sebuah model untuk menjawab masalah di atas. Selain itu pada penelitian tersebut telah dapat mengimplementasikan operator spasial yang berfokus pada perubahan suatu objek seperti *expansion*, *contraction*, *appearance*, *disappearance*, *split*, *union*, *stability*, dan *thematic changes*. Penelitian tersebut telah dapat mengimplementasikan operator spasial perubahan. Penelitian yang telah dilakukan oleh Sheftian (2011) telah dapat mengimplementasikan mengenai metode *spatial query* pada Sistem Informasi Geografis (SIG). Namun penelitian tersebut hanya mendukung informasi wilayah saja, belum mendukung informasi waktu.

Beberapa penelitian sebelumnya masih menggunakan salah satu aspek saja. Belum ada penelitian yang melibatkan kedua aspek yaitu aspek temporal dan spasial. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dipelajari model

pengambilan data dengan operator perbandingan temporal dan operator spasial pada data *spatiotemporal*. Pada penelitian ini masih digunakan data berupa bentuk geometri sederhana untuk menerapkan operator perbandingan temporal dan operator spasial pada data *spatiotemporal*.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan operator spasial dan perbandingan temporal pada data contoh *spatiotemporal* sehingga mampu menampilkan informasi yang lebih spesifik terhadap waktu dan wilayah.

Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memiliki ruang lingkup sebagai berikut:

1. Operator spasial yang digunakan berfokus pada posisi suatu objek dengan objek lain yang meliputi *equal*, *overlap*, *contain*, *disjoint*, *meet*, *adjacent* dan *commonborder*.
2. Operator perbandingan temporal yang digunakan yaitu *before*, *after*, *during*, *precedes*, *follows*, *starts*, *finishes*, *equal*, *meet* dan *overlap*.
3. Penelitian dilakukan pada data contoh.

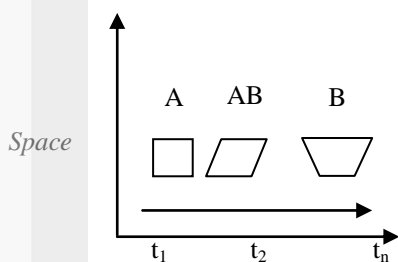
TINJAUAN PUSTAKA

Spatiotemporal Data

Data *spatiotemporal* adalah data spasial yang berubah seiring waktu (Rahim 2006). Jadi, data *spatiotemporal* adalah data spasial yang memiliki elemen temporal. Data spasial adalah data yang memiliki referensi ruang kebumian (*georeference*) dimana berbagai data atribut terletak dalam berbagai unit spasial (tidak memiliki aspek temporal).

Data *spatiotemporal* merupakan data spasial yang nilainya berubah dalam jangka waktu tertentu. Data *spatiotemporal* dapat diilustrasikan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa objek A pada waktu t_1 mengalami perubahan menjadi AB pada waktu t_2 dan berubah menjadi objek B pada waktu t_n . Data *spatiotemporal* akan mengalami perubahan sampai waktu ke- n atau akhir dari sebuah proses perubahan (Rahim 2006).

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.



Gambar 1 Deskripsi data spatiotemporal.

Temporal Data

Temporal data adalah data yang mendukung aspek terhadap waktu. Ada dua aspek waktu yang digunakan pada *temporal data* yaitu *valid time* dan *transaction time*. *Valid time* yaitu waktu yang merujuk pada waktu saat suatu fakta terjadi sebenarnya dalam dunia nyata (Jensen *et al* 1992), sedangkan *transaction time* adalah waktu yang merujuk pada waktu saat data disimpan ke dalam *database* atau waktu saat perubahan disimpan ke dalam *database* (Jensen 1999). *Database* yang menggunakan *valid time* dan *transaction time* adalah *database* dengan tabel bitemporal (Guting & Schneider 2005).

Transaction start (T_s) dan *transaction end* (T_e) merupakan waktu awal dan waktu akhir dari periode waktu pada *transaction time* sedangkan *Valid start* (V_s) dan *valid end* (V_e) merupakan waktu awal dan waktu akhir periode waktu pada *valid time*. Suatu *tuple* bermulai *current* dalam *database* pada periode waktu $[T_s, T_e]$ dan *valid* dalam dunia nyata selama periode waktu $[V_s, V_e]$ (Annisa 2002).

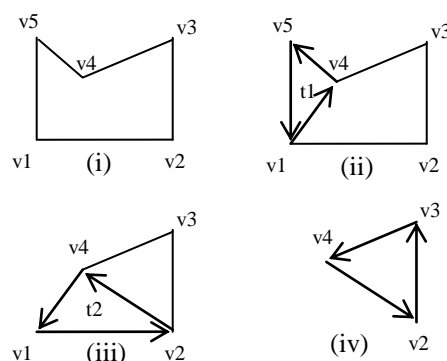
Directed Triangulation

Directed Triangulation merupakan suatu metode untuk mengubah poligon menjadi kumpulan dari segitiga. Terdapat tiga tipe dasar spasial yaitu titik, garis dan wilayah (poligon) yang dapat direpresentasikan dengan segitiga pada level konseptual sebagai berikut (Cindy & Carlo 2000):

- Titik (x, y) : direpresentasikan sebagai $((x, y), (x, y), (x, y))$
- Garis $((x_1, y_1), (x_2, y_2))$: direpresentasikan sebagai $((x_1, y_1), (x_2, y_2), ((x_1+x_2)/2, (y_1+y_2)/2))$, dimana (x_1, y_1) adalah titik awal dan (x_2, y_2) adalah titik akhir, dan $((x_1+y_1)/2, (x_2+y_2)/2)$ adalah pusat massa garis.
- Wilayah $[(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3) \dots, (x_{n-1}, y_{n-1}), (x_n, y_n)]$: direpresentasikan sebagai set dari segitiga, sebagai contoh $[(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3) \dots, (x_{n-2}, y_{n-2})$,

$(x_{n-1}, y_{n-1}), (x_n, y_n)]$. Wilayah direpresentasikan dengan *list* yang saling berhubungan pada level konseptual dimana garis (x_i, y_i) dan (x_{i+1}, y_{i+1}) merupakan sebuah *edge* dari wilayah.

Ilustrasi perubahan poligon menjadi segitiga dapat dilihat pada Gambar 2. Langkah (i) menunjukkan area poligon dengan verteks v_1, v_2, v_3, v_4 dan v_5 . Pada langkah (ii), dimulai dari v_1 yang memiliki nilai x dan y terkecil. Setelah itu definisikan verteks sebelum dan sesudah v_1 .



Gambar 2 Ilustrasi Perubahan Bentuk Poligon menjadi Segitiga.

Verteks setelah v_1 adalah verteks v_2 sedangkan verteks sebelum v_1 adalah verteks v_5 , maka terbentuk segitiga yaitu (v_1, v_2, v_5) . Setelah itu dilakukan pencarian apakah terdapat verteks di dalam segitiga (v_1, v_2, v_5) . Karena v_4 berada di dalam segitiga (v_1, v_2, v_5) , maka verteks awal dimulai kembali dari verteks sebelum v_1 yaitu v_5 . Dengan demikian, didapat v_1 setelah v_5 dan v_4 sebelum v_5 . Karena tidak ada lagi verteks yang berada di dalam segitiga (v_5, v_1, v_4) , maka didapatkan daerah segitiga t_1 yaitu segitiga (v_5, v_1, v_4) . Pada langkah (iii), dimulai dari v_1 , dan didapatkan segitiga (v_1, v_2, v_4) yang diberi nama segitiga t_2 . Langkah terakhir didapatkan segitiga (v_2, v_3, v_4) yang diberi nama t_3 .

Operator Spasial

Operator spasial dapat berupa operator perubahan atau operator posisi. Operator perubahan menurut Maryam (2009) terdiri atas:

- *Expansion* : Proses perubahan ukuran (luas) objek menjadi lebih besar.
- *Contraction* : Proses perubahan ukuran (luas) objek menjadi lebih kecil.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

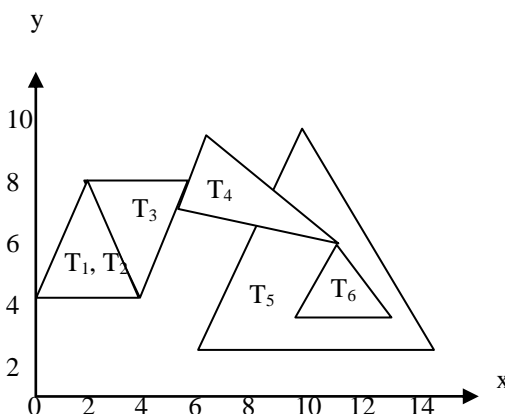
- **Appearance** : Proses kemunculan suatu objek baru dari objek *version* VNull menjadi V1. Proses ini juga menandakan bahwa objek tersebut sebelumnya tidak terdapat pada Basemap.
- **Disappearance** : Proses hilangnya suatu objek dimana suatu objek *version* Vi berubah menjadi VNull.
- **Split** : Proses objek terbagi menjadi beberapa objek lagi. Proses ini diikuti dengan proses **Appearance** karena proses ini selalu menghasilkan objek baru.
- **Union** : Proses dua atau lebih objek bersatu menjadi satu objek. Proses ini diikuti dengan proses **Disappearance** karena salah satu objek menghilang akibat bersatu dengan objek lainnya.
- **Stability** : Objek berada dalam keadaan yang sudah stabil setelah terkena *event* tertentu. Pada saat ini juga tidak ada *event* apapun yang menyebabkan terjadinya suatu proses.
- **Thematic Changes** : Proses perubahan tematik dalam hal ini adalah perubahan tipe tanah.

Operator spasial posisi yang digunakan untuk kueri yaitu (Cindy & Carlo 2000) :

- **Equal (triangle1, triangle2)** adalah jika dan hanya jika semua verteks pada *triangle1* sama dengan *triangle2*.
- **Overlap (triangle1, triangle2)** adalah jika dan hanya jika satu dari verteks *triangle2* berada di dalam (*inside*) *triangle1*.
- **Contain (triangle1, triangle2)** adalah jika dan hanya jika verteks dari *triangle2* semuanya berada di dalam (*inside*) *triangle1*.
- **Disjoint (triangle1, triangle2)** adalah jika dan hanya jika tidak ada verteks dari *triangle1* ada di dalam *triangle2* dan tidak ada garis dari *triangle1* *crosses* dengan garis pada *triangle2*.
- **Adjacent (triangle1, triangle2)** adalah jika dan hanya jika satu garis dari *triangle1* *overlaps* dengan sebuah garis dari *triangle2* dan sedikitnya satu verteks dari *triangle1* tidak berada dalam (*inside*) *triangle2*.
- **Commonborder (triangle1, triangle2)** adalah jika dan hanya jika garis dari *triangle1* adalah *equal* kepada garis dari *triangle2* dan satu dari verteks dari *triangle1* tidak berada dalam (*inside*) *triangle2*.
- **Meet (triangle1, triangle2)** adalah jika dan hanya jika satu verteks dari *triangle1* berada pada *triangle1* dan dua verteks

dari *triangle1* tidak berada dalam (*inside*) *triangle2*.

Gambar 3 memberikan ilustrasi mengenai definisi dari hubungan antara segitiga (Cindy & Carlo 2000). T_1 dan T_2 memiliki semua set verteks yang sama sehingga T_1 dan T_2 dapat disebut **equal** satu sama lain. T_1 dan T_3 menggunakan satu verteks secara bersamaan sehingga hubungan T_1 dan T_3 adalah **commonborder** begitu juga dengan T_2 dan T_3 . T_1 , T_2 , dan T_3 adalah **disjoint** dengan T_5 dan T_6 juga T_1 dan T_2 **disjoint** dengan T_4 . T_3 dan



Gambar 3 Contoh dari Hubungan antara Segitiga.

T_4 adalah **adjacent** karena sebuah *edge* dari T_3 **overlaps** dengan sebuah *edge* dari T_4 dan dua verteks dari T_3 tidak berada dalam T_4 . T_4 **meets** T_6 karena salah satu verteks dari T_4 adalah berada pada *edge* dari T_6 dan dua *edge* lainnya dari T_4 tidak berada dalam T_6 . T_5 **overlaps** T_4 karena satu verteks dari T_4 berada dalam T_5 . T_5 **contains** T_6 karena seluruh verteks T_6 berada dalam T_5 (Cindy & Carlo 2000).

Operator spasial yang telah didefinisikan untuk segitiga dapat digunakan untuk suatu poligon. Misalkan S dan S' merupakan sekumpulan dari segitiga pada dua poligon yaitu poligon $h1$ dan poligon $h2$, sedangkan t dan t' merupakan elemen-elemen dalam S dan S' . Operator spasial antara dua area menurut Cindy dan Carlo (2000) dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. $h1$ **equal** terhadap $h2$ jika $S=S'$.
2. $h1$ **overlaps** $h2$ jika $\exists t \in S, t' \in S'$, dimana t berada di dalam t' .
3. $h1$ **contains** $h2$ jika $\forall t' \in S', \forall$ verteks v dari $t', \exists t \in S$, dimana v berada di dalam t .
4. $h1$ **disjoint** $h2$ jika $\forall t \in S, \neg \exists t' \in S'$, dimana t berada di dalam t' .

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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

5. h_1 **adjacent** h_2 jika $\exists t \in S, \exists t' \in S'$ dimana t menggunakan sebagian sisi dari t' .
6. h_1 **commonborder** h_2 jika $\exists t \in S, \exists t' \in S'$ dimana t dan t' memiliki *edge* yang digunakan bersamaan.
7. h_1 **meets** h_2 jika $\exists t \in S, \exists t' \in S',$ dimana t menggunakan sebagian sisi dari t' dan $\forall t_1 \in S, \forall t_1' \in S', t_1 \neq t, t_1$ tidak melebihi garis dari t_1'

Operator Perbandingan Temporal

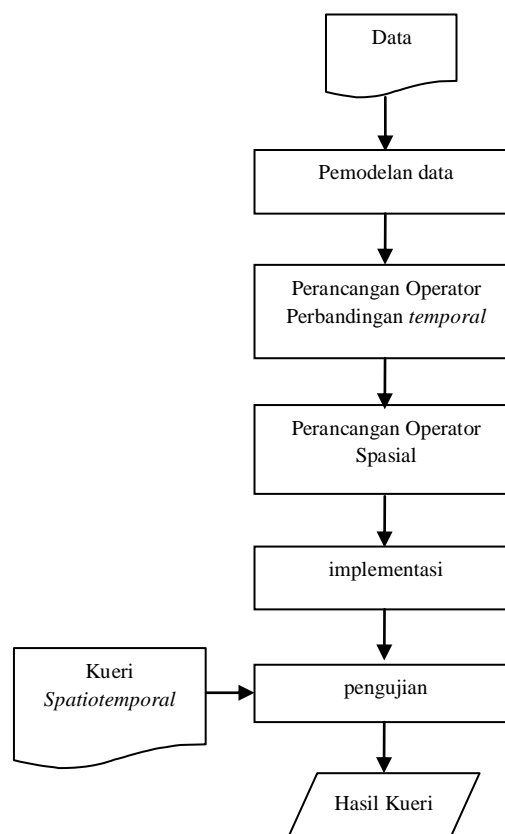
Beberapa operator perbandingan temporal yang digunakan untuk kueri berdasarkan informasi waktu disajikan pada Tabel 1. Semua operasi ini didefinisikan dalam bentuk interval (Allen 1983).

Tabel 1 Operator Perbandingan Temporal

No	Operator	Pictorial Example
1	$X \text{ before } Y$	XXX YYY
2	$X \text{ after } Y$	YYY XXX
3	$X \text{ during } Y$	XXX YYYYYYY
4	$X \text{ equal } Y$	XXX YYY
5	$X \text{ meets } Y$	XXXYYYYY
6	$X \text{ overlaps } Y$	XXXXX YYYYY
7	$X \text{ follows } Y$	YYYXXX
8	$X \text{ precedes } Y$	XXXYYY
9	$X \text{ starts } Y$	XXX YYYYYYY
10	$X \text{ finishes } Y$	XXX YYYYYYY

METODE PENELITIAN

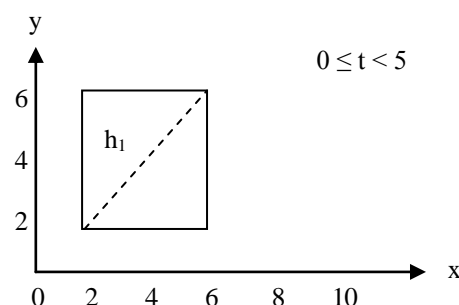
Penelitian akan dilakukan dalam beberapa tahap. Gambar 4 menunjukkan tahapan dari metode penelitian. Secara umum tahapan penelitian terdiri atas pemodelan data, perancangan operator perbandingan temporal, perancangan operator spasial, perancangan operator *spatiotemporal*, visualisasi dan pengujian.



Gambar 4 Tahapan Penelitian.

Pemodelan data

Pemodelan data merupakan tahap pembentukan model data menggunakan *directed triangulation*. Terdapat tiga perubahan operator spasial Maryam (2009) yang dapat dilakukan pada penelitian yaitu *appearance*, *disappearance* dan *stability*. Sebagai contoh pada waktu $t = 0$, terdapat satu objek spasial dalam grafik yaitu h_1 yang dapat dilihat pada Gambar 5. Objek h_1 kemudian disimpan dalam *database* yang dapat dilihat pada Tabel 2.



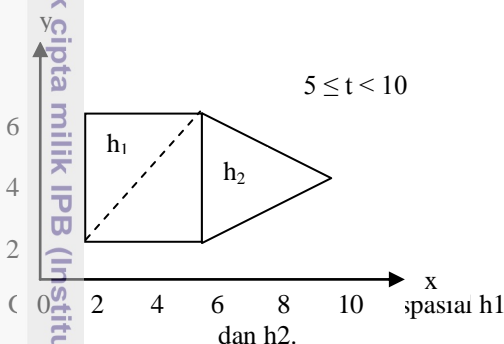
Gambar 5 Representasi grafik objek spasial h_1 .

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.

Tabel 2 Pemodelan Konseptual Objek h1

No	id_poli gon	Id_ve rteks	x	y	vs	ve
1.	h1	v1	2	2	0	<i>now</i>
2.	h1	v2	6	2	0	<i>now</i>
3.	h1	v3	6	6	0	<i>now</i>
4.	h1	v4	2	6	0	<i>now</i>

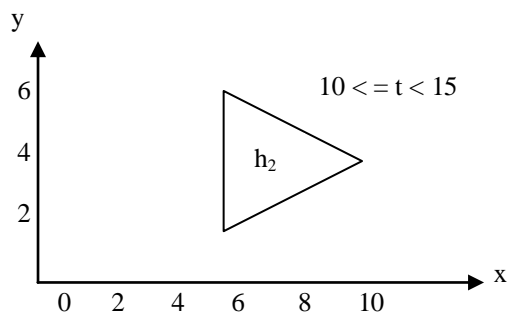
Kemudian pada waktu $t = 5$, h_1 tetap pada bentuk awal (*stability*), sedangkan terjadi kemunculan poligon h_2 (*appearance*) yang dapat dilihat pada Gambar 6. Pencatatan ke dalam *database* dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3 Pemodelan Konseptual Objek h1 dan h2

No	id_poli gon	Id_ve rteks	x	y	vs	ve
1.	h1	v1	2	2	0	now
2.	h1	v2	6	2	0	now
3.	h1	v3	6	6	0	now
4.	h1	v4	2	6	0	now
5.	h2	v1	6	2	5	now
6.	h2	v2	10	4	5	now
7.	h2	v3	6	6	5	now

Pada waktu $t=10$, h_1 menghilang (*disappear*) dan h_2 tetap pada posisinya (*stability*) yang dapat dilihat pada Gambar 7., sedangkan pencatatan ke dalam *database* dapat dilihat pada Tabel 4.

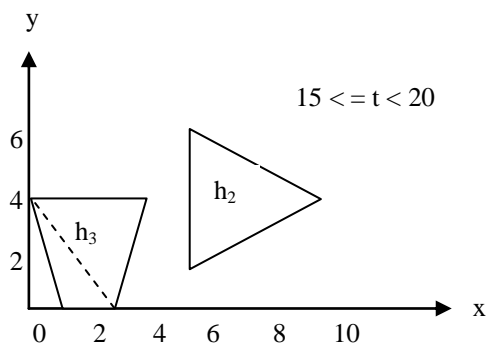


Gambar 7 Representasi grafik objek spasial h1 dan h2.

Tabel 4 Pemodelan Konseptual Objek h1 Menghilang.

No	id_poli gon	Id_ve rteks	x	y	vs	ve
1.	h1	v1	2	2	0	9
2.	h1	v2	6	2	0	9
3.	h1	v3	6	6	0	9
4.	h1	v4	2	6	0	9
5.	h2	v1	6	2	5	now
6.	h2	v2	10	4	5	now
7.	h2	v3	6	6	5	now

Setelah itu ternyata pada waktu $t=15$ terjadi kemunculan h_3 (*appearance*) dan h_2 tetap (*stability*) yang dapat dilihat pada Gambar 8, sedangkan pencatatan ke dalam *database* dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 8 Representasi grafik objek spasial h2 dan h3.

Tabel 5 Pemodelan Konseptual Poligon

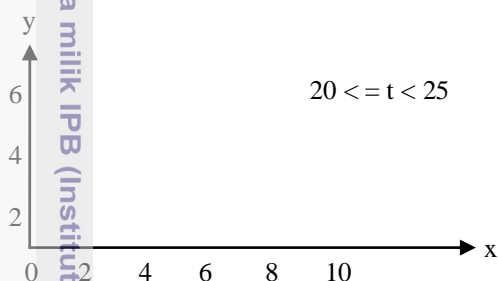
No	id_poli gon	Id_ve rteks	x	y	vs	ve
1.	h1	v1	2	2	0	9
2.	h1	v2	6	2	0	9
3.	h1	v3	6	6	0	9
4.	h1	v4	2	6	0	9

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.

Tabel 5 Pemodelan Konseptual Poligon (Lanjutan)

No	id_poli gon	Id_ve rteks	x	y	vs	ve
5.	h2	v1	6	2	5	now
6.	h2	v2	10	4	5	now
7.	h2	v3	6	6	5	now
8.	h3	v1	1	0	15	now
9.	h3	v2	3	0	15	now
10.	h3	v3	4	4	15	now
11.	h3	v4	0	4	15	now

Pada waktu $t=20$, baik objek h2 dan h3 menghilang yang dapat dilihat pada Gambar 9, sedangkan pencatatan *database* dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 9 Representasi grafik objek spasial h2 dan h3 menghilang.

Tabel 6 Pemodelan Konseptual Objek h2 dan h3 Menghilang

No	id_poli gon	Id_ve rteks	x	y	vs	ve
1.	h1	v1	2	2	0	9
2.	h1	v2	6	2	0	9
3.	h1	v3	6	6	0	9
4.	h1	v4	2	6	0	9
5.	h2	v1	6	2	5	19
6.	h2	v2	10	4	5	19
7.	h2	v3	6	6	5	19
8.	h3	v1	1	0	15	19
9.	h3	v2	3	0	15	19
10.	h3	v3	4	4	15	19
11.	h3	v4	0	4	15	19

Pada data model spasial, digunakan segitiga untuk merepresentasikan poligon. Tabel 7 menunjukkan data poligon yang telah diubah menjadi segitiga.

Tabel 7 Pemodelan Konseptual Segitiga

name	x ₁	y ₁	x ₂	y ₂	x ₃	y ₃
h ₁	2	2	6	2	6	6
h ₁	2	2	6	6	2	6
h ₂	6	2	10	4	6	6
h ₃	3	0	1	0	0	4
h ₃	3	0	4	4	0	4

Tabel-tabel yang dihasilkan dan penjelasan masing-masing atributnya beserta tipe datanya dapat dilihat pada Lampiran 1. Poligon yang awalnya memiliki n verteks dapat dikurangi menjadi $n-2$ segitiga dalam waktu yang linier (Chazelle 1991). Pengubahan poligon menjadi segitiga dapat memudahkan dalam mendefinisikan hubungan antar poligon. Ketiga *edge* dari segitiga merupakan garis yang saling berhubungan sehingga memudahkan untuk mengetahui apakah suatu titik berada di dalam segitiga atau tidak dengan perhitungan yang lebih sedikit dibandingkan menentukan titik pada poligon.

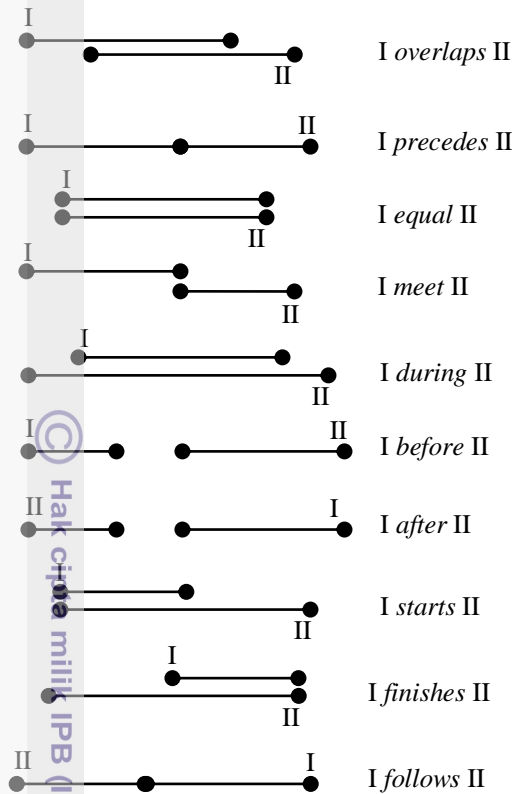
Perancangan Operator Perbandingan Temporal

Perancangan operator perbandingan temporal merupakan tahap merancang operator perbandingan temporal secara matematik. Operator yang akan diimplementasikan pada penelitian ini mencakup seluruh operator pada Allen (1983). Ada sepuluh operator yaitu *before*, *after*, *during*, *equal*, *meets*, *overlaps*, *follows*, *precedes*, *starts* dan *finishes*. Gambar 10 menunjukkan operator perbandingan temporal secara interval.

Perancangan Operator Spasial

Pada tahap ini akan dilakukan implementasi operator spasial ke dalam bahasa pemrograman PHP. Operator spasial yang digunakan pada penelitian ini mencakup keseluruhan operator spasial pada Cindy dan Carlo (2000) yaitu *equal*, *overlap*, *contain*, *disjoint*, *meet*, *adjacent* dan *commonborder*.

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.

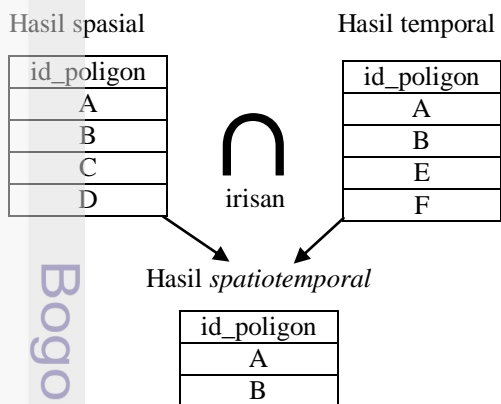


Gambar 10 Operator Perbandingan Temporal.

Perancangan Operator Spatiotemporal

Pada tahap ini akan dilakukan penggabungan operator temporal dan spasial. Hasil spasial yang telah didapat dilakukan *intersection* dengan hasil temporal sehingga didapat hasil *spatiotemporal*. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 11.

Selain itu akan dibuat contoh kueri *spatiotemporal*. Kueri *spatiotemporal* akan mempertimbangkan aspek temporal dan spasial.



Gambar 11 Proses *Intersection Spatiotemporal*.

Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan kueri temporal, kueri spasial, dan kueri *spatiotemporal* yang telah dirancang sebelumnya. Setelah itu akan dianalisis output dari kueri apakah memberikan jawaban yang lebih spesifik atau tidak. Berikut adalah contoh kueri temporal yang dapat digunakan:

- Mendaftar objek spasial yang terbentuk setelah objek spasial tertentu terbentuk.
- Mendaftar objek spasial yang terbentuk selama objek spasial tertentu ada.
- Mendaftar objek spasial yang terbentuk sebelum objek spasial tertentu.

Contoh kueri spasial yang dapat digunakan:

- Mendaftar objek spasial yang tidak bertetanggaan dengan objek spasial tertentu.
- Mendaftar objek spasial yang menggunakan sisi secara bersamaan dengan objek spasial tertentu.
- Mendaftar objek spasial yang berada dalam objek spasial tertentu.

Contoh kueri spatio-temporal yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

- Mendaftar objek spasial yang tidak bertetanggaan dan terbentuk setelah objek spasial tertentu.
- Mendaftar objek spasial yang menggunakan sisinya secara bersamaan dan terbentuk selama objek spasial tertentu ada.
- Mendaftar objek spasial yang berada di dalam objek spasial tertentu dan terbentuk sebelum objek spasial tertentu.

Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Beberapa perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan untuk mengembangkan sistem adalah sebagai berikut:

Perangkat lunak:

- Sistem operasi: Microsoft® Windows Seven Professional
- XAMPP 1.7
- DBMS PostgreSQL
- Bahasa pemrograman PHP 4.4.9
- Web browser Mozilla Firefox 4
- Notepad++
- Adobe Dreamweaver CS5

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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Perangkat keras:

- Processor: Intel®Core™ i3-350M 2.26 GHz
- Memory 1 GB RAM
- Monitor dengan resolusi 1024×768
- Mouse dan keyboard

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Data

Pemodelan data dilakukan dengan perubahan bentuk poligon menjadi segitiga. Tabel data contoh poligon yang dapat dilihat pada Tabel 8. Nilai *vs* dan *ve* pada tabel poligon merupakan waktu suatu *event* terjadi. Keseluruhan data contoh yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 8 Data Contoh Poligon

id poligon	Id_v_rteks	x	y	vs	ve
h1	v1	0	0	2011-1-1	2011-1-4
h1	v2	6	0	2011-1-1	2011-1-4
h1	v3	6	5	2011-1-1	2011-1-4
h1	v4	2	4	2011-1-1	2011-1-4
h1	v5	0	6	2011-1-1	2011-1-4
h2	v1	3	3	2011-1-5	2011-1-9
h2	v2	14	3	2011-1-5	2011-1-9
h2	v3	14	9	2011-1-5	2011-1-9
h2	v4	12	12	2011-1-5	2011-1-9
h2	v5	10	9	2011-1-5	2011-1-9

Poligon-poligon yang tersimpan pada tabel poligon kemudian diubah terlebih dahulu menjadi segitiga. Segitiga-segitiga yang terbentuk disimpan pada Tabel 9. Keseluruhan data segitiga yang telah terbentuk dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 9 Tabel Segitiga

Id_Poligon	x1	y1	x2	y2	x3	y3
h1	0	6	0	0	2	4
h1	0	0	6	0	2	4
h1	2	4	6	0	6	2
h2	12	12	14	3	14	9
h2	3	3	14	3	10	9
h2	10	9	14	3	12	12

Implementasi Perancangan Operator Perbandingan Temporal

Bahasa SQL relasional tidak menyediakan operator perbandingan temporal. Operator perbandingan temporal diterjemahkan menggunakan fungsi matematik yang ada pada bahasa SQL relasional. Definisi dari operator perbandingan temporal pada interval $[a,b]$ dan $[c,d]$ terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10 Operator Perbandingan Temporal

Operator	Fungsi Matematik
$[a,b]$ before $[c,d]$	$b < c$
$[a,b]$ after $[c,d]$	$a > d$
$[a,b]$ during $[c,d]$	$(a \geq c) \ \& \ (b \leq d)$
$[a,b]$ equal $[c,d]$	$(a = c) \ \& \ (b = d)$
$[a,b]$ meets $[c,d]$	$(c - b = 1) \ \ (a - d = 1)$
$[a,b]$ overlaps $[c,d]$	$(a \leq d) \ \& \ (c \leq b)$
$[a,b]$ follows $[c,d]$	$(a - d = 1)$
$[a,b]$ precedes $[c,d]$	$(c - b = 1)$
$[a,b]$ starts $[c,d]$	$(a = c) \ \& \ (b < d)$
$[a,b]$ finishes $[c,d]$	$(a > c) \ \& \ (b = d)$

Data contoh yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Tabel Poligon Data Contoh

No	id_poligon	Vs	Ve
1.	h1	2011-1-1	2011-1-4
2.	h2	2011-1-5	2011-1-9
3.	h3	2011-1-5	2011-1-9
4.	h4	2011-1-4	2011-1-12
5.	h5	2011-1-10	2011-1-14
6.	h6	2011-1-10	2011-1-12
7.	h7	2011-1-15	2011-1-20
8.	h8	2011-1-21	2011-1-24
9.	h9	2011-1-21	2011-1-24
10.	h10	2011-1-25	2011-1-30
11.	h11	2011-1-1	2011-1-4

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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Setelah itu akan dilakukan pengujian yaitu sebagai berikut:

1. Daftarkan poligon yang terbentuk setelah poligon h1 terbentuk?

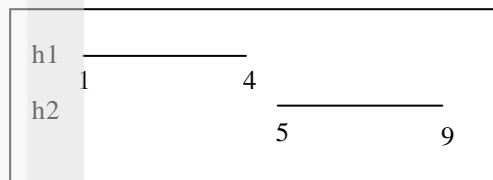
SQL:
SELECT distinct E2.id_poligon
FROM poligon E1, poligon E2
WHERE
 E1.id_poligon='h1' and
 E2.id_poligon<>'h1' and E2.vs >
 E1.ve
ORDER BY E2.id_poligon asc

Pertanyaan di atas dapat dijawab menggunakan fungsi operator *after*. fungsi operator *after* adalah fungsi untuk dapat mencari waktu yang terjadi setelah waktu suatu *event* terjadi. Hasil kueri di atas dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil Kueri Operator Temporal *After*

id_poligon	vs	ve
h10	2011-1-25	2011-1-30
h11	2011-1-1	2011-1-4
h2	2011-1-5	2011-1-9
h3	2011-1-5	2011-1-9
h4	2011-1-4	2011-1-12
h5	2011-1-10	2011-1-14
h6	2011-1-10	2011-1-12
h7	2011-1-15	2011-1-20
h8	2011-1-21	2011-1-24
h9	2011-1-21	2011-1-24

Poligon h1 memiliki vs dan ve yaitu 1-1-2011 dan 4-1-2011. Sebagai contoh adalah poligon h2 yang memiliki waktu vs dan ve yaitu 5-1-2011 dan 9-1-2011. Gambar 12 merupakan interval waktu *after* antara h1 dengan h2.



Gambar 12 Interval Waktu *After* antara h1 dan h2.

2. Daftarkan poligon yang terbentuk bersamaan dengan poligon h2?

SQL:
SELECT distinct E2.id_poligon
FROM poligon E1, poligon E2

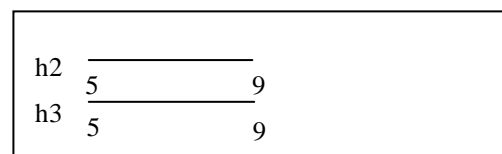
WHERE E1.id_poligon='h2' and
 E2.id_poligon<>'h2' and E2.vs =
 E1.vs and E2.ve = E1.ve
ORDER BY E2.id_poligon asc

Pertanyaan di atas dapat dijawab menggunakan fungsi operator *equal*. Fungsi operator *equal* adalah untuk dapat mencari waktu yang terjadi bersamaan dengan waktu suatu *event* terjadi. Hasil kueri di atas dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Hasil Kueri Operator Temporal *Equal*

id_poligon	Vs	Ve
h3	2011-1-5	2011-1-9

Poligon h2 memiliki vs dan ve yaitu 5-1-2011 dan 9-1-2011. Sebagai contoh adalah poligon h3 yang memiliki waktu vs dan ve yaitu 5-1-2011 dan 9-1-2011. Gambar 13 merupakan interval waktu *equal* antara h2 dengan h3.



Gambar 13 Interval Waktu *Equal* antara h2 dan h3.

3. Daftarkan poligon yang terbentuk selama poligon h4 terbentuk?

SQL:
SELECT distinct E2.id_poligon
FROM poligon E1, poligon E2
WHERE E1.id_poligon='h4' and
 E2.id_poligon<>'h4'
 and E2.vs >= E1.vs and E2.ve <=
 E1.ve
ORDER BY E2.id_poligon asc

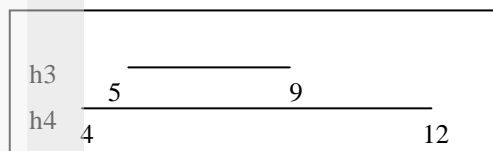
Pertanyaan di atas dapat dijawab menggunakan fungsi operator *during*. Fungsi operator *during* adalah untuk dapat mencari waktu yang terjadi selama waktu suatu *event* terjadi. Hasil kueri di atas dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Hasil Kueri Operator Temporal *During*

id_poligon	Vs	ve
h2	2011-1-5	2011-1-9
h3	2011-1-5	2011-1-9

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.

Poligon h4 memiliki vs dan ve yaitu 4-1-2011 dan 12-1-2011. Sebagai contoh adalah poligon h3 yang memiliki waktu vs dan ve yaitu 5-1-2011 dan 9-1-2011. Gambar 14 merupakan interval waktu *during* antara h4 dengan h3.

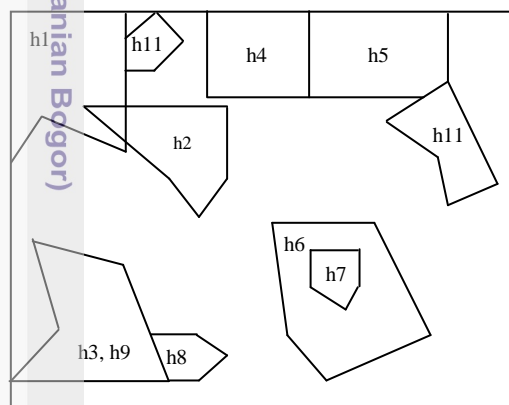


Gambar 14 Interval Waktu *During* antara h3 dan h4.

Dari hasil kueri dapat dilihat bahwa penggunaan bahasa SQL yang ditambah dengan fungsi operator perbandingan temporal dapat menghasilkan data yang sesuai dengan permintaan dan lebih spesifik terhadap waktu. Keseluruhan contoh kueri operator perbandingan temporal dapat dilihat pada Lampiran 4.

Implementasi Perancangan Operator Spasial

Pada tahap ini akan dilakukan implementasi operator spasial. Visualisasi data poligon contoh pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 15.



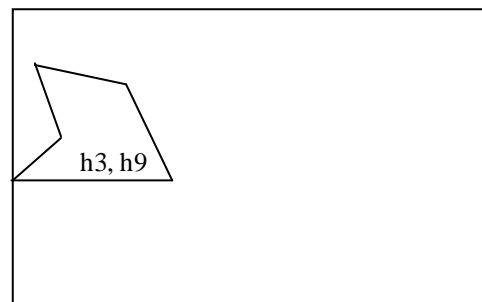
Gambar 15 Poligon yang digunakan pada penelitian.

Berikut adalah pengujian kueri menggunakan operator spasial:

1. *Equal*

Fungsi ini merupakan fungsi untuk menentukan poligon yang berada di wilayah yang sama dengan poligon lain. Sebagai contoh misalnya daftarkan poligon yang berada di tempat yang sama dengan poligon

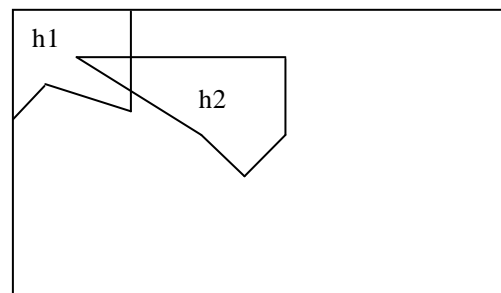
h3?. Visualisasi hasil dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16 Visualisasi Operator *Equal*.

2. *Overlaps*

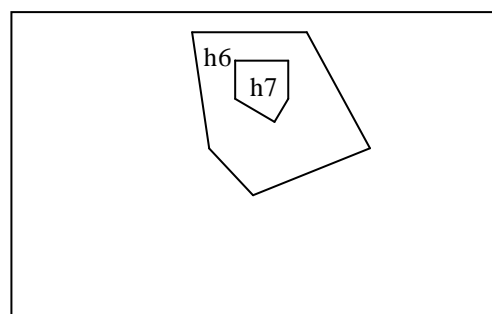
Fungsi ini merupakan fungsi untuk menentukan poligon yang mengalami *overlaps* dengan poligon lain. Sebagai contoh misalnya daftarkan poligon yang wilayahnya masuk ke area poligon h2?. Visualisasi hasil dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17 Visualisasi Operator *Overlaps*.

3. *Contains*

Fungsi ini merupakan fungsi untuk menentukan poligon yang berada di dalam poligon lain. Sebagai contoh misalnya daftarkan poligon yang berada di dalam poligon h6?. Visualisasi hasil dapat dilihat pada Gambar 18.



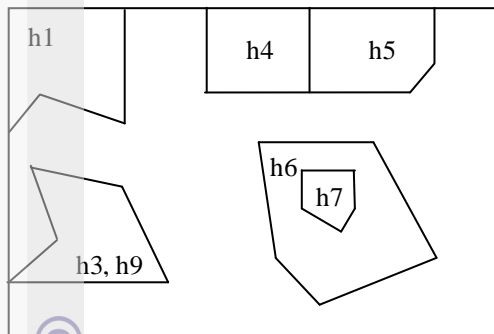
Gambar 18 Visualisasi Operator *Contains*.

4. *Disjoint*

Fungsi ini merupakan fungsi untuk menentukan poligon yang tidak bertetangga dengan poligon lain. Sebagai contoh misalnya daftarkan poligon yang tidak bertetangga

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.

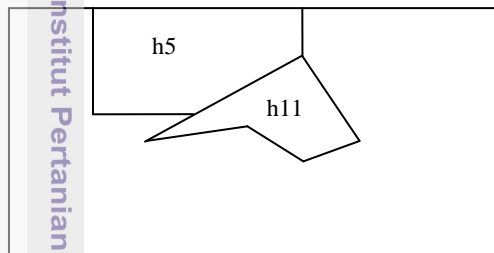
dengan poligon h1?. Visualisasi hasil dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19 Visualisasi Operator *Disjoint*.

5. *Adjacent*

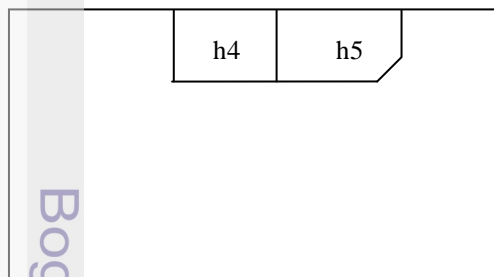
Fungsi ini merupakan fungsi untuk menentukan poligon yang *edge*-nya digunakan bersamaan dengan poligon lain namun mengalami *overlaps*. Sebagai contoh misalnya daftarkan poligon yang bertetangga dengan poligon h5 dimana *edge* yang digunakan bersamaan mengalami *overlaps*?. Visualisasi hasil dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20 Visualisasi Operator *Disjoint*.

6. *Commonborder*

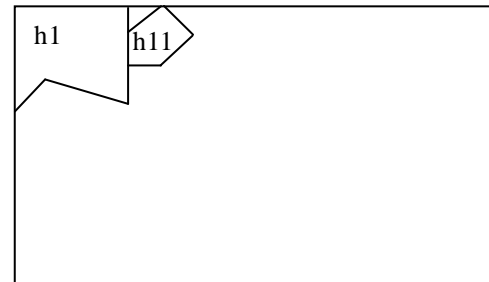
Fungsi ini merupakan fungsi untuk menentukan poligon yang *edge*-nya digunakan bersamaan dengan poligon lain. Sebagai contoh misalnya daftarkan poligon yang bertetangga dengan poligon h4?. Visualisasi hasil dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21 Visualisasi Operator *Commonborder*.

7. *Meets*

Fungsi ini merupakan fungsi untuk menentukan poligon yang *edge*-nya digunakan bersamaan dengan poligon lain namun tidak mengalami *overlaps*. Sebagai contoh misalnya daftarkan poligon yang bertetangga dengan poligon h1 dimana *edge* yang digunakan bersamaan tidak mengalami *overlaps*?. Visualisasi hasil dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22 Visualisasi Operator *Meets*.

Penggunaan operator spasial dapat meningkatkan hasil yang lebih spesifik mengenai suatu wilayah namun belum mempertimbangkan aspek waktu. Penggunaan operator spasial dapat mengetahui mengenai posisi suatu poligon.

Implementasi Perancangan Operator Spatiotemporal

Pada tahap ini dilakukan penggabungan operator perbandingan temporal dengan operator spasial yang disebut operator *spatiotemporal*. Tabel 15 menunjukkan diagram kombinasi operator perbandingan temporal dan spasial yang dapat dilakukan pada penelitian ini.

Berikut adalah contoh penggunaan operator *spatiotemporal* :

1. Daftarkan poligon yang letaknya tidak bersebelahan dengan poligon h1 dan terbentuk bersamaan dengan h1?

Penyelesaian:

Poligon yang letaknya tidak bersebelahan dengan h1 dapat diselesaikan dengan operator spasial *disjoint*, sedangkan poligon yang terbentuk bersamaan dengan poligon h1 dapat diselesaikan dengan operator perbandingan temporal yaitu *equal*. Hasil operator spasial dapat dilihat pada Tabel 16. Hasil operator perbandingan temporal dapat dilihat pada Tabel 17, sedangkan hasil *spatio-temporal* dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 15 Kombinasi Operator perbandingan Temporal dan Operator Spasial

operator	<i>equal</i>	<i>overlaps</i>	<i>contains</i>	<i>disjoint</i>	<i>Adjacent</i>	<i>commonborder</i>	<i>meets</i>
<i>before</i>	√	√	√	√	√	√	√
<i>after</i>	√	√	√	√	√	√	√
<i>during</i>	√	√	√	√	√	√	√
<i>equal</i>	√	√	√	√	√	√	√
<i>meets</i>	√	√	√	√	√	√	√
<i>overlaps</i>	√	√	√	√	√	√	√
<i>follows</i>	√	√	√	√	√	√	√
<i>precedes</i>	√	√	√	√	√	√	√
<i>starts</i>	√	√	√	√	√	√	√
<i>finishes</i>	√	√	√	√	√	√	√

Tabel 16 Hasil Operator Spasial *Disjoint*

id_poligon
h1
h3
h4
h5
h6
h7
h8
h9

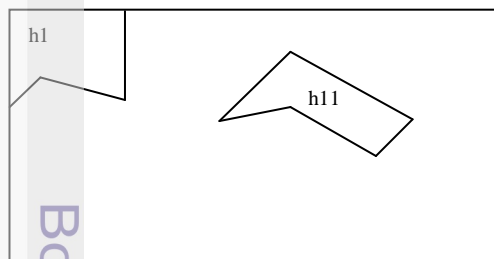
Tabel 17 Hasil Operator Perbandingan Temporal *During*

id_poligon
h1

Tabel 18 Hasil *Spatiotemporal* Kombinasi Operator *Disjoint* dan *During*

id_poligon
h11

Visualisasi hasil *spatiotemporal* kombinasi *disjoint* dan *during* dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23 Visualisasi Operator Spasial *Disjoint* dan Operator Perbandingan Temporal *Equal*.

2. Daftarkan poligon yang bertetangga dengan poligon h4 dan memiliki waktu yang *overlaps* dengan h4?

Penyelesaian:

Poligon yang bertetangga dengan h4 dapat diselesaikan dengan operator spasial *commonborder*. Poligon yang terbentuk yang mengalami waktu *overlap* dengan poligon h4 dapat diselesaikan dengan operator perbandingan temporal yaitu *overlap*. Hasil operator spasial dapat dilihat pada Tabel 19. Hasil operator perbandingan temporal dapat dilihat pada Tabel 20, sedangkan hasil *spatiotemporal* dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 19 Hasil Operator Spasial *Commonborder*

id_poligon
h5

Tabel 20 Hasil Operator Perbandingan Temporal *Overlap*

id_poligon
h1
h2
h3
h5
h6

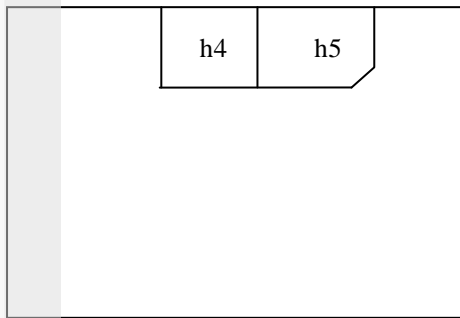
Tabel 21 Hasil *Spatiotemporal* Kombinasi Operator *Commonborder* dan *Overlap*

id_poligon
h5

Visualisasi hasil *spatio-temporal* kombinasi *commonborder* dan *overlaps* dapat dilihat pada Gambar 24.

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.



Gambar 24 Visualisasi Operator Spasial *Commonborder* dan Operator Perbandingan Temporal *Overlaps*.

3. Daftarkan poligon yang terbentuk di tempat yang sama dengan h3 dan terjadi setelah h3?

Penyelesaian:

Poligon yang terbentuk di tempat yang sama dengan h3 dapat diselesaikan dengan operator spasial *equal*, sedangkan poligon yang terbentuk setelah h3 dapat diselesaikan dengan operator perbandingan temporal yaitu *after*. Hasil operator spasial dapat dilihat pada Tabel 22. Hasil operator perbandingan temporal dapat dilihat pada Tabel 23, sedangkan hasil *spatio-temporal* dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 22 Hasil Operator Spasial *Equal*

id_poligon
h9

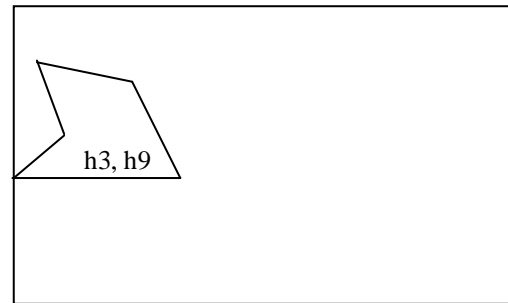
Tabel 23 Hasil Operator Perbandingan Temporal *After*

id_poligon
h9

Tabel 24 Hasil *Spatiotemporal* Kombinasi Operator *Equal* dan *After*

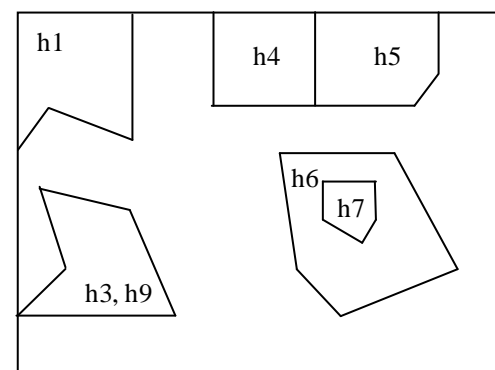
id_poligon
h9

Visualisasi hasil *spatiotemporal* kombinasi *equal* dan *after* dapat dilihat pada Gambar 25.

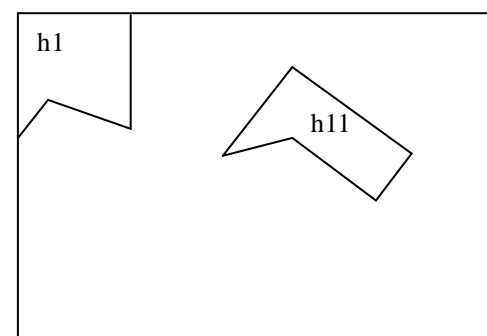


Gambar 25 Visualisasi Operator Spasial *Adjacent* dan Operator Perbandingan Temporal *After*.

Penggunaan operator *spatiotemporal* dapat meningkatkan hasil yang lebih spesifik terhadap hubungan antara poligon dan waktu. Penggunaan operator *spatio-temporal* dapat mempertimbangkan aspek waktu dan posisi suatu poligon. Sebagai contoh jika hanya menggunakan aspek spasial saja menggunakan operator *disjoint* terhadap h1 maka akan dihasilkan informasi pada Gambar 26. Jika menggunakan operator *disjoint* dan *equal* terhadap h1 maka akan dihasilkan informasi yang lebih spesifik seperti pada Gambar 27.



Gambar 26 Visualisasi menggunakan Operator spasial *Disjoint* saja.



Gambar 27 Visualisasi menggunakan Operator Spasial dan 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.

Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat ketika menggunakan aspek spasial saja maka hasilnya adalah seluruh poligon yang *disjoint* terhadap h1 yaitu poligon h3, h4, h5, h6, h7 dan h9. Namun, ketika menggunakan operator spasial dan perbandingan temporal hasilnya adalah poligon h11 yang letaknya *disjoint* dengan h1 dan terbentuk bersamaan dengan h1.

Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sistem. Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP. Adapun format kueri yang digunakan pada sistem ini yaitu sebagai berikut:

- Operator temporal: (x operator-temporal). Sebagai contoh daftarkan objek spasial yang terbentuk setelah objek spasial h1. Maka format untuk dapat menggunakan sistem adalah (h1 *after*).
- Operator spasial: (x operator-spasial). Sebagai contoh daftarkan objek spasial yang bertetangga dengan objek spasial h1. Maka format untuk dapat menggunakan sistem adalah (h1 *commonborder*).
- Operator spatio-temporal: ((x operatorspasial) y operatortemporal)). Sebagai contoh daftarkan objek spasial yang bertetangga dengan objek spasial x dan terbentuk setelah objek spasial h1. Maka format untuk dapat menggunakan sistem adalah (h1 *commonborder* (h1 *after*)).

Berikut tampilan dari sistem disajikan pada Gambar 28.



(a)



(b)



(c)

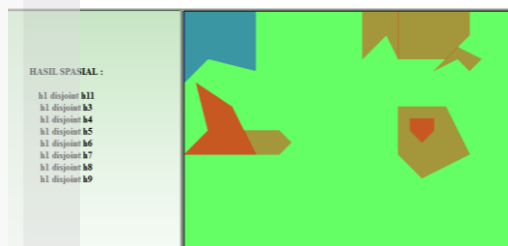
Gambar 28 Tampilan sistem pada operator spasial (a), Tampilan sistem pada operator temporal (b) dan Tampilan sistem pada operator spatio-temporal (c).

Kueri yang digunakan merupakan kueri spasial, temporal dan *spatio-temporal*. Berikut tampilan hasil uji kueri dari sistem disajikan pada Gambar 29.

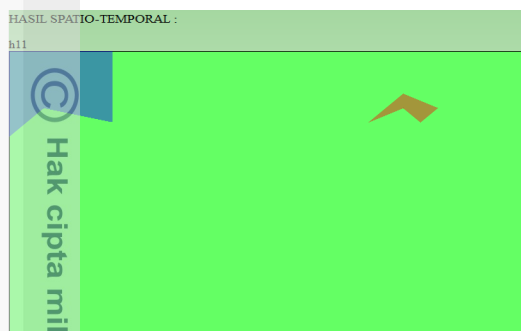


(a)

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.



(b)



(c)

Gambar 29 Uji kueri temporal *equal* terhadap h1 (a), Uji kueri spasial *disjoint* terhadap h1 (b) dan Uji kueri *spatiotemporal disjoint* dan *after* terhadap h1 (c).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan operator perbandingan temporal pada data *spatiotemporal* dapat menjawab kebutuhan informasi mengenai waktu. Di lain pihak penggunaan operator spasial pada data *spatiotemporal* dapat menjawab kebutuhan informasi mengenai posisi suatu objek dengan objek lain. Oleh karena itu, penggunaan operator perbandingan temporal dan operator spasial yang diimplementasikan pada data *spatiotemporal* dapat menjawab kebutuhan informasi akan posisi suatu objek spasial dengan objek spasial lain pada suatu waktu. Data contoh *spatiotemporal* yang dilakukan pada penelitian ini dapat diintegrasikan dengan operator *spatiotemporal*. Dengan demikian, jika ada data real dengan format seperti data contoh, juga pasti dapat diintegrasikan dengan operator *spatiotemporal*.

Saran

Pada penelitian ini masih menggunakan data contoh. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat digunakan data yang sebenarnya seperti data kebakaran hutan atau

data lahan pertanian sehingga mampu menghasilkan informasi. Informasi tersebut antara lain seperti mengetahui mengenai ketetanggaan lahan pertanian. Selain itu visualisasi poligon juga dapat digunakan dengan peta.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, JF. 1983. *Maintaining Knowledge about Temporal Intervals*. Rochester: Computer Science Department, University of Rochester.
- Annisa. 2002. Penerapan Konsep Basis Data *Temporal* pada Basis Data Relasional [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Chazelle, B. 1991. *Triangulating a Simple Polygon in Linear Time*. Princeton: Department of Computer Science, Princeton University.
- Cindy X, Carlo Z. 2000. *SQLst : A Spatiotemporal Data Model and Query Language*. Los Angeles: Computer Science Department, University of California.
- Guting RH, Schneider M. 2005. *Moving Objects Databases*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publisher.
- Jensen, CS. 1999. *Temporal Database Management*. <http://www.cs.auc.dk/~csj/thesis/temporal> DB [3 Oktober 2011].
- Jensen CS, Clifford J, Gadia SK, Segev A & ASnodgrass RT. 1992. A Glossary of Temporal Database Concepts. <http://citesser.nj.nec.com> [3 Oktober 2011].
- Maryam, MS. 2009. Pembuatan Database dengan Pendekatan *Event-Based Spatiotemporal* dalam pembuatan *Relational Database* [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- 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.

Sheftian, B. 2011. Implementasi *Spatial Query* pada Sistem Informasi Geografis (SIG) Studi Kasus Wilayah Kota Bogor [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural I

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.

LAMPIRAN

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural I



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 Poligon

Field	Keterangan	Tipe Data
<u>No</u>	<i>Primary key</i> dari tabel poligon	<i>Integer</i>
id_poligon	Memberikan informasi mengenai nama poligon	<i>Character varying</i>
id_verteks	Memberikan informasi mengenai verteks dari poligon	<i>Character varying</i>
Lat	Memberikan informasi mengenai koordinat <i>latitude</i>	<i>Character varying</i>
long	Memberikan informasi mengenai koordinat <i>longitude</i>	<i>Character varying</i>
vs	<i>ValidTime start</i> , atau waktu objek tersebut mulai berada di dunia nyata. Satuan waktu terkecil berupa hari	<i>Date (yyyy-mm-dd)</i>
ve	<i>ValidTime end</i> , atau waktu objek tersebut berakhir di dunia nyata. Satuan waktu terkecil berupa hari	<i>Date (yyyy-mm-dd)</i>

Tabel Segitiga

Field	Keterangan	Tipe Data
id_poligon	Memberikan informasi mengenai nama poligon	<i>Character varying</i>
x1	Memberikan informasi mengenai koordinat titik x yang pertama	<i>Character varying</i>
y1	Memberikan informasi mengenai koordinat titik y yang pertama	<i>Character varying</i>
x2	Memberikan informasi mengenai koordinat titik x yang kedua	<i>Character varying</i>
y2	Memberikan informasi mengenai koordinat titik y yang kedua	<i>Character varying</i>
x3	Memberikan informasi mengenai koordinat titik x yang ketiga	<i>Character varying</i>
y3	Memberikan informasi mengenai koordinat titik y yang ketiga	<i>Character varying</i>

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
- 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.
 - Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Keseluruhan Data Contoh Poligon

No	id_poligon	Id_verteks	lat	long	vs	ve
1.	h1	v1	0	0	2011-1-1	2011-1-4
2.	h1	v2	6	0	2011-1-1	2011-1-4
3.	h1	v3	6	5	2011-1-1	2011-1-4
4.	h1	v4	2	4	2011-1-1	2011-1-4
5.	h1	v5	0	6	2011-1-1	2011-1-4
6.	h2	v1	3	3	2011-1-5	2011-1-9
7.	h2	v2	14	3	2011-1-5	2011-1-9
8.	h2	v3	14	9	2011-1-5	2011-1-9
9.	h2	v4	12	12	2011-1-5	2011-1-9
10.	h2	v5	10	9	2011-1-5	2011-1-9
11.	h3	v1	1	6	2011-1-5	2011-1-9
12.	h3	v2	4	8	2011-1-5	2011-1-9
13.	h3	v3	6	12	2011-1-5	2011-1-9
14.	h3	v4	0	12	2011-1-5	2011-1-9
15.	h3	v5	2	10	2011-1-5	2011-1-9
16.	h4	v1	15	0	2011-1-4	2011-1-12
17.	h4	v2	18	0	2011-1-4	2011-1-12
18.	h4	v3	18	4	2011-1-4	2011-1-12
19.	h4	v4	17	2	2011-1-4	2011-1-12
20.	h4	v5	15	4	2011-1-4	2011-1-12
21.	h5	v1	18	0	2011-1-10	2011-1-14
22.	h5	v2	24	0	2011-1-10	2011-1-14
23.	h5	v3	24	2	2011-1-10	2011-1-14
24.	h5	v4	22	4	2011-1-10	2011-1-14
25.	h5	v5	18	4	2011-1-10	2011-1-14
26.	h6	v1	18	8	2011-1-10	2011-1-12
27.	h6	v2	22	8	2011-1-10	2011-1-12
28.	h6	v3	24	12	2011-1-10	2011-1-12
29.	h6	v4	20	14	2011-1-10	2011-1-12
30.	h6	v5	18	12	2011-1-10	2011-1-12
31.	h7	v1	19	9	2011-1-15	2011-1-20
32.	h7	v2	21	9	2011-1-15	2011-1-20
33.	h7	v3	21	10	2011-1-15	2011-1-20
34.	h7	v4	20	11	2011-1-15	2011-1-20
35.	h7	v5	19	10	2011-1-15	2011-1-20
36.	h8	v1	5	10	2011-1-21	2011-1-24
37.	h8	v2	8	10	2011-1-21	2011-1-24
38.	h8	v3	9	11	2011-1-21	2011-1-24
39.	h8	v4	8	12	2011-1-21	2011-1-24
40.	h8	v5	6	12	2011-1-21	2011-1-24
41.	h9	v1	1	6	2011-1-21	2011-1-24
42.	h9	v2	4	8	2011-1-21	2011-1-24
43.	h9	v3	6	12	2011-1-21	2011-1-24
44.	h9	v4	0	12	2011-1-21	2011-1-24
45.	h9	v5	2	10	2011-1-21	2011-1-24
46.	h10	v1	7	0	2011-1-25	2011-1-30
47.	h10	v2	8	1	2011-1-25	2011-1-30
48.	h10	v3	7	2	2011-1-25	2011-1-30
49.	h10	v4	6	2	2011-1-25	2011-1-30
50.	h10	v5	6	1	2011-1-25	2011-1-30
51.	h11	v1	23	3	2011-1-1	2011-1-4

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 mengumpukan 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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Lanjutan

No	id_poligon	Id_verteks	latitude	longitude	vs	ve
52.	h11	v2	25	4	2011-1-1	2011-1-4
53.	h11	v3	24	5	2011-1-1	2011-1-4
54.	h11	v4	23	4	2011-1-1	2011-1-4
55.	h11	v5	21	5	2011-1-1	2011-1-4

Lampiran 3 Keseluruhan Hasil Segitiga

id_poligon	x1	y1	x2	y2	x3	y3
h1	0	6	0	0	2	4
h1	0	0	6	0	2	4
h1	2	4	6	0	6	5
h2	3	3	14	3	10	9
h2	3	3	14	3	10	9
h2	12	12	14	3	14	12
h3	2	10	4	8	6	12
h3	1	6	4	8	2	10
h3	0	12	2	10	6	12
h4	17	2	18	0	18	4
h4	15	4	18	0	17	2
h4	15	0	18	0	15	4
h5	22	4	24	0	24	2
h5	18	4	24	0	22	4
h5	18	0	24	0	18	4
h6	20	14	22	8	24	12
h6	18	8	22	8	18	12
h6	18	12	22	8	20	14
h7	19	9	21	9	19	10
h7	20	11	21	9	21	10
h7	19	10	21	9	20	11
h8	5	10	8	10	6	12
h8	6	12	8	10	8	12
h8	8	10	9	11	8	12
h9	0	12	2	10	6	12
h9	2	10	4	8	6	12
h9	1	6	4	8	2	10
h10	7	0	8	1	7	2
h10	6	2	7	0	7	2
h10	6	1	7	0	6	2
h11	21	5	23	3	23	4
h11	23	3	25	4	23	4
h11	23	4	25	4	24	5

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 4 Contoh Kueri dengan Operator Perbandingan Temporal

1. Daftarkan poligon yang terbentuk sebelum poligon h8 terbentuk? (*before*)

Kueri Temporal:

```
SELECT distinct E2.id_poligon
FROM poligon E1, poligon E2
WHERE E1.id_poligon='h8' and E2.id_poligon<>'$selected_radio' and
E2.ve < E1.vs
ORDER BY E2.id_poligon asc
```

Tabel Hasil Kueri 1

id_poligon	vs	Ve
h1	2011-1-1	2011-1-4
h2	2011-1-5	2011-1-9
h3	2011-1-5	2011-1-9
h4	2011-1-4	2011-1-12
h5	2011-1-10	2011-1-14
h6	2011-1-10	2011-1-12
h7	2011-1-15	2011-1-20
h11	2011-1-1	2011-1-4

2. Daftarkan poligon yang terbentuk overlaps dengan poligon h4 terbentuk? (*overlaps*)

Kueri Temporal:

```
SELECT distinct E2.id_poligon
FROM poligon E1, poligon E2
WHERE E1.id_poligon='h4' and E2.id_poligon<>'$selected_radio' and
E2.vs <= E1.ve and E1.vs <= E2.ve
ORDER BY E2.id_poligon asc
```

Tabel Hasil Kueri 2

id_poligon	vs	Ve
h1	2011-1-1	2011-1-4
h2	2011-1-5	2011-1-9
h3	2011-1-5	2011-1-9
h5	2011-1-10	2011-1-14
h6	2011-1-10	2011-1-12
h11	2011-1-1	2011-1-4

3. Daftarkan poligon yang terbentuk mengikuti waktu pada saat poligon h3 terbentuk? (*follows*)

Kueri Temporal:

```
SELECT distinct E2.id_poligon
FROM poligon E1, poligon E2
WHERE E1.id_poligon='h3' and E2.id_poligon<>'$selected_radio' and
(E2.vs-E1.ve=1)
ORDER BY E2.id_poligon asc
```

Tabel Hasil Kueri 3

id_poligon	vs	Ve
h5	2011-1-10	2011-1-14
h6	2011-1-10	2011-1-12

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Contoh Kueri dengan Operator Perbandingan Temporal (Lanjutan)

4. Daftarkan poligon yang terbentuk yang memiliki waktu awal sama dengan waktu awal dari poligon h5? (*starts*)

Kueri Temporal:

```
SELECT distinct E2.id_poligon
FROM poligon E1, poligon E2
WHERE E1.id_poligon='h5' and E2.id_poligon<>'$selected_radio' and
E2.vs = E1.vs and E2.ve < E1.ve
ORDER BY E2.id_poligon asc
```

Tabel Hasil Kueri 4

id_poligon	vs	Ve
h6	2011-1-10	2011-1-12

5. Daftarkan poligon yang waktu akhirnya sama dengan poligon h4? (*finishes*)

Kueri Temporal:

```
SELECT distinct E2.id_poligon
FROM poligon E1, poligon E2
WHERE E1.id_poligon='h4' and E2.id_poligon<>'$selected_radio' and
E2.vs > E1.vs and E2.ve = E1.ve
ORDER BY E2.id_poligon asc
```

Tabel Hasil Kueri 5

id_poligon	vs	Ve
h6	2011-1-10	2011-1-12

6. Daftarkan poligon yang terbentuk ketika poligon h3 menghilang selisih 1 hari? (*meets*)

Kueri Temporal:

```
SELECT distinct E2.id_poligon
FROM poligon E1, poligon E2
WHERE E1.id_poligon='h4' and E2.id_poligon<>'$selected_radio' and
((E1.vs-E2.ve=1) or (E2.vs-E1.ve=1))
ORDER BY E2.id_poligon asc
```

Tabel Hasil Kueri 6

id_poligon	vs	Ve
h1	2011-1-1	2011-1-4
h5	2011-1-10	2011-1-14
h6	2011-1-10	2011-1-12
h11	2011-1-1	2011-1-4

7. Daftarkan poligon yang terbentuk sebelum poligon h2 terbentuk selisih 1 hari? (*precedes*)

Kueri Temporal:

```
SELECT distinct E2.id_poligon
FROM poligon E1, poligon E2
WHERE E1.id_poligon='h2' and E2.id_poligon<>'$selected_radio' and
(E1.vs-E2.ve=1)
ORDER BY E2.id_poligon asc
```

Tabel Hasil Kueri 7

id_poligon	vs	Ve
h1	2011-1-1	2011-1-4
h11	2011-1-1	2011-1-4



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.