

**POLA SUHU PERMUKAAN KOTA SEMARANG
TAHUN 2001 DAN 2006**

SKRIPSI

**TRİYANTI
0303060564**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA & ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN GEOGRAFI
DEPOK
JULI 2008**

**POLA SUHU PERMUKAAN KOTA SEMARANG
TAHUN 2001 DAN 2006**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

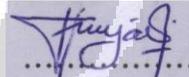
**TRİYANTI
0303060564**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA & ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN GEOGRAFI
DEPOK
JULI 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Triyanti
NPM : 0303060564
Tanda Tangan : 
Tanggal : 17 Juli 20008

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Triyanti
NPM : 0303060564
Program Studi : Geografi
Judul Skripsi : Pola Suhu Permukaan Kota Semarang
Tahun 2001 dan 2006

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.rer.nat. Eko Kusratmoko, MS (.....)

Pembimbing : Dr. Rokhmatulloh , M.Eng (.....)

Penguji : Dra MH Dewi Susilowati, M.S. (.....)

Penguji : Dra. Widyawati, M.SP (.....)

Penguji : Drs. Tjong Giok Pin (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 17 Juli 2008

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala kemudahanNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pola Suhu Permukaan Kota Semarang Tahun 2001 dan 2006“ dengan baik. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Departemen Geografi pada Fakultas MIPA Universitas Indonesia.

Dalam pembuatan skripsi ini, tentunya saya tak pernah lepas dari berbagai bantuan. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

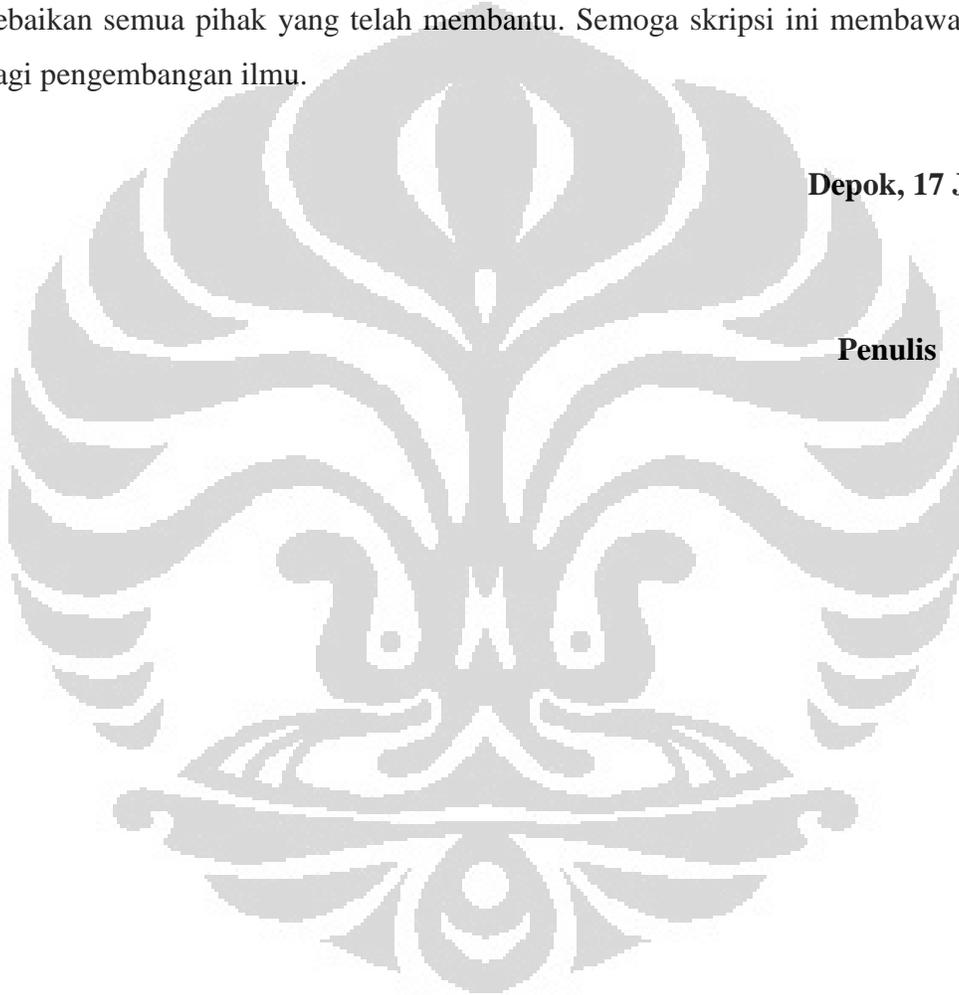
- (1) Dr. rer.nat. Eko Kusratmoko, MS dan Dr. Rokhmatullah, M.Eng selaku pembimbing I dan II yang senantiasa membimbing, mengarahkan dan membantu penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
- (2) Dra Dewi Susilowati M.S. selaku ketua sidang, Dra. Widyawati, M.SP, Drs. Tjiong Giok Pin, M.Si, selaku penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam proses perbaikan penulisan ini;
- (3) Drs. Sobirin, M.Si yang membantu penulis dalam memberikan masukan beserta data citranya
- (4) Kedua orang tua yang selalu mendoakan, membantu, dan memahami keluh kesah penulis serta adikku yang selalu menemani penulis dalam keadaan apapun. Semoga Allah senantiasa melindungi semuanya;
- (5) Keluarga besar Geografi baik para dosen maupun staf administrasi yang telah membantu baik moril maupun materil selama penulis belajar di kampus ini;
- (6) Tim Survey Ario, Bonge di Semarang dan Heru
- (7) Para Senior yang telah membantu Bembenk, Sapta, dan terutama Sony yang telah banyak membantu penulis
- (8) Geografi Angkatan 2003 atas bantuan dan persahabatan selama ini, terutama Mila, Dana, Bayu, Eza, Heri, Dharma atas kecanggihan power pointnya.

- (9) Geografi 2004, Geografi 2005 dan Geografi 2006 atas doa, semangat dan dukungannya; dan
- (10) Serta semua pihak yang telah banyak membantu namun tak memungkinkan untuk menuliskannya satu persatu.

Akhir kata, saya berharap semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 17 Juli 2008

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Triyanti
NPM : 0303060564
Program Studi : Sarjana S1
Departemen : Geografi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

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

Pola Suhu Permukaan Kota Semarang Tahun 2001 dan 2006

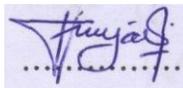
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 17 Juli 2008

Yang menyatakan



(Triyanti)

ABSTRAK

Nama : Triyanti
Program Studi : Geografi
Judul : Pola Suhu Permukaan kota Semarang Tahun 2001 dan 2006

Peralihan Tutupan lahan dan perubahan kerapatan vegetasi yang cukup luas terjadi di Kota Semarang akan berdampak pada pola Suhu permukaannya. Penelitian pola suhu permukaan Kota Semarang tahun 2001 dan 2006 bertujuan untuk mengetahui pola spasial suhu permukaan Kota Semarang pada tahun 2001 dan 2006 serta hubungannya dengan perubahan kerapatan vegetasi dan tutupan lahan berdasarkan hasil interpretasi citra. Langkah analisis dilakukan dengan teknik *superimposed* peta untuk masing-masing variabel dan analisis statistik dengan regresi linier berganda. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata suhu permukaan di Kota Semarang pada tahun 2006 lebih tinggi (22,76 °C) dibandingkan pada tahun 2001 (19,39 °C). Pola spasial suhu permukaan terpanas (>25 °C) pada tahun 2001 maupun 2006 menunjukkan pola spasial yang sama sesuai dengan perkembangan daerah urban di bagian timur Kota Semarang (kearah selatan dan barat wilayah urban). Secara keseluruhan, variasi spasial dari suhu permukaan di Kota Semarang dipengaruhi signifikan oleh kerapatan vegetasi dan tutupan lahan dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 53,1 % (tahun 2001) dan 54,7% (tahun 2006). Sementara variasi spasial dari suhu permukaan pada kerapatan vegetasi dan tutupan lahan yang sama dipengaruhi jenis penggunaan tanahnya. Selain itu dengan menggunakan persamaan regresi berganda tahun 2001 dan 2006 dapat memperkirakan suhu permukaan yang akan datang.

Kata Kunci :
Suhu permukaan, kerapatan vegetasi, tutupan lahan

ABSTRAC

Name : Triyanti
Study Program : Geografi
Title : Land Surface Temperature Pattern in Semarang city in year 2001
and 2006

The land surface transition and the change of vegetation density that have a wide range was happened in Semarang city, will be impact to the condition of land surface temperature it self. This research intent on knowing the related of land surface temperature and the change of vegetation density and also from land cover it self based on landsat image interpretation. The method of this research is by sumperimposed the map for each variable and doing multiple linear regression analysis. The result of this research is indicate the average of land surface temperature in Semarang city in year 2006 (22,76 °C) is higher than year 2001 (19,39 °C). The warmest temperature of the land surface temperature pattern (>25 °C) either in year 2001 or 2006 is showing that there are sameness between the spatial pattern and the development of urban area on the east side of Semarang (direction to south and west from urban area). As a whole, the variant pattern of land surface temperature in Semarang city significantly influenced by vegetation density and land cover it self with coefficient (R^2) approximatelly 53,1% (2001) and 54,7% (2006). Meanwhile the variant pattern of the land surface temperature from same vegetation density and land cover will be influenced by the land used. Estimating land surface temperature in the forthcoming future can be approximate using the multiple regression that used in this research.

Key Word :
Land surface temperature, Vegetation density, Land cover

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR PETA	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR FOTO	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Operasional	4
1.5. Metode Penelitian	5
1.5.1. Data	5
1.5.2. Cara Memperoleh Data	5
1.5.3. Analisis Data.....	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Kota	13
2.1.1. Definisi Kota	13

2.1.2.	Tutupan Lahan.....	13
2.1.3.	Penggunaan Lahan.....	14
2.1.4.	Iklm Perkotaan	15
2.2.	Kutub-kutub panas kota (Urban Heat island)	16
2.3.	Penginderaan Jauh	18
2.3.1	Citra Landsat 7 ETM+	19
2.3.2	Level Pemrosesan Data Landsat	20
2.3.3	SLC – off (Scan Line Corrector – off)	21
2.4.	Land Surface Temperature (LST)	22
2.5.	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).....	24
2.6.	Citra Ikonos.....	24
2.7.	Penelitian-penelitian Terkait.....	25
BAB III.GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN		27
3.1.	Letak Daerah Penelitian	27
3.2.	Topografi.....	28
3.3.	Kondisi Iklm.....	28
3.4.	Kondisi Penduduk	29
3.5.	Tutupan Lahan Tahun 2001 dan 2006	30
3.6.	Kerapatan Vegetasi Tahun 2001 dan 2006.....	31
BAB IV.HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1.	Suhu Permukaan tahun 2001 dan 2006.....	33
4.1.1.	Suhu permukaan tahun 2001.....	34
4.1.2.	Suhu permukaan tahun 2006.....	36
4.2.	Variasi Suhu Permukaan Berdasarkan Kerapatan Vegetasi.....	38
4.2.1.	Variasi suhu permukaan berdasarkan kerapatan vegetasi tahun 2001.....	39

4.2.2.	Variasi suhu permukaan berdasarkan kerapatan vegetasi tahun 2006.....	40
4.2.3.	Perbandingan pola suhu permukaan Kota Semarang tahun 2001 dan 2006 Berdasarkan Kerapatan Vegetasi.....	41
4.3.	Variasi Suhu Permukaan Berdasarkan Tutupan Lahan.....	43
4.3.1	Variasi suhu permukaan berdasarkan tutupan lahan tahun 2001.....	44
4.3.2	Variasi suhu permukaan berdasarkan tutupan lahan tahun 2006	45
4.3.3	Perbandingan pola suhu permukaan Kota Semarang tahun 2001 dan 2006 berdasarkan Tutupan Lahan.....	46
4.4.	Analisis Statistik.....	48
4.4.1.	Analisis Statistik Tahun 2001.....	49
4.4.2.	Analisis Statistik Tahun 2006.....	51
BAB V.	KESIMPULAN	53
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bagan alir pengolahan citra Landsat 7 ETM+	6
Gambar 2. Alur Penelitian.....	11
Gambar 3. Alur Kerja Penelitian.....	12
Gambar 4. Profil Urban Heat Island.....	16
Gambar 5. Grafik Kaitan antara Suhu Permukaan dan Tutupan Lahan.....	18
Gambar 6. Pola Perekaman Citra Landsat.....	21
Gambar 7. Citra Landsat 7 ETM+ Tahun 2006.....	22
Gambar 8. Isoterm tahun 2001.....	35
Gambar 9. Suhu Terendah Pada Tanggal 1 Juli 2001	36
Gambar10. Isotherm pada tahun 2006.....	38
Gambar11. Peta Kerapatan Vegetasi Kota Semarang Tahun 2001-2006....	42
Gambar12. Grafik Luas Kerapatan Vegetasi Tahun 2001 dan 2006.....	43
Gambar13. Peta Suhu Permukaan Kota Semarang Tahun 2001 dan 2006.	46
Gambar14. Peta Tutupan Lahan Kota Semarang Tahun 2001 dan 2006....	47
Gambar15. Grafik Luas Tutupan Lahan Tahun 2001 dan 2006.....	48
Gambar16. Grafik Distribusi Normal.....	49
Gambar17. Grafik Suhu Permukaan dengan kerapatan vegetasi Tahun 2001	50
Gambar18. Grafik Suhu Permukaan dengan kerapatan vegetasi Tahun 2006	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Panjang Gelombang yang Digunakan pada Setia Saluran Landsat	20
Tabel 2. Panjang Gelombang yang Digunakan pada Setiap Saluran Ikonos	25
Tabel 3. Luas Masing-masing Kecamatan Kota Semarang.....	28
Tabel 4. Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kota Semarang Tahun 2001 dan 2006.....	30
Tabel 5. Luas dan Persentase Tutupan Lahan di Kota Semarang Tahun 2001 dan 2006.....	31
Tabel 6. Luas dan Persentase Kerapatan Vegetasi di Kota Semarang Tahun 2001 dan 2006.....	32
Tabel 7. Suhu Permukaan Tahun 2001 Untuk Masing-masing Kelas.....	34
Tabel 8. Luas Wilayah Dirinci Berdasarkan Kelas Suhu Permukaan Di Kota Semarang.....	37
Tabel 9. Rata-rata Suhu Permukaan Berdasarkan Kerapatan Vegetasi Tahun 2001	39
Tabel 10. Rata-rata Suhu Permukaan Berdasarkan Kerapatan Vegetasi Tahun 2006.....	41
Tabel 11. Rata-rata Suhu Permukaan Berdasarkan Tutupan Lahan Tahun 2001.....	44
Tabel 12. Rata-rata Suhu Permukaan Berdasarkan Tutupan Lahan Tahun 2006.....	45

DAFTAR PETA

- Peta 1. Daerah Penelitian Kota Semarang
- Peta 2. Citra Landsat Tahun 2001 Kota Semarang
- Peta 3. Citra Landsat Tahun 2006 Kota Semarang
- Peta 4. Tutupan Lahan Tahun 2001 Kota Semarang
- Peta 5. Tutupan Lahan Tahun 2006 Kota Semarang
- Peta 6. Indeks Kerapatan Vegetasi Tahun 2001 Kota Semarang
- Peta 7. Indeks Kerapatan Vegetasi Tahun 2006 Kota Semarang
- Peta 8. Suhu Permukaan Tahun 2001 Kota Semarang
- Peta 9. Suhu Permukaan Tahun 2006 Kota Semarang
- Peta 10. Arah Perubahan Suhu Permukaan Tahun 2001 dan 2006
- Peta 11. Daerah Penelitian Kota Semarang (dalam bentuk grid sampel)

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Luas Area Kelas Suhu Permukaan Berdasarkan Kerapatan Vegetasi
- Lampiran 2. Luas area kelas suhu permukaan berdasarkan tutupan lahan
- Lampiran 3. Hasil SPSS Regresi Linier Berganda Tahun 2001
- Lampiran 4. Hasil SPSS Regresi Linier Berganda Tahun 2006
- Lampiran 5. Jumlah sample pada tutupan lahan Tahun 2001 Dan 2006
- Lampiran 6. Jumlah sample pada kerapatan vegetasi Tahun 2001 Dan 2006
- Lampiran 7. Foto Hasil Survei
- Lampiran 8. Isoterm Kota Semarang
- Lampiran 9. Lokasi Pengamatan Survei

DAFTAR FOTO

- Foto 1. Kawasan Industri dengan pabrik yang beratapkan seng.
(lokasi di BSB kecamatan Mijen)
- Foto 2. Pabrik yang beratapkan seng (lokasi di Kecamatan Tugu)
- Foto 3. Lahan terbangun (lokasi di Kecamatan Gayamsari)
- Foto 4. Permukiman (lokasi di Kecamatan Gunungpati)
- Foto 5. Pertanian Lahan Basah (lokasi di Kecamatan Tugu)
- Foto 6. Pertanian Lahan Basah (lokasi di kecamatan Gunungpati)
- Foto 7. Pertanian Lahan Kering (lokasi di Kecamatan Ngaliyan)
- Foto 8. Pertanian Lahan Kering (lokasi di Kecamatan Ngaliyan)
- Foto 9. Hutan jati (lokasi di Kecamatan Ngaliyan)
- Foto 10. Vegetasi hutan (lokasi di Kecamatan Tugu)
- Foto 11. Vegetasi non hutan (lokasi di Kecamatan Mijen)
- Foto 12. Vegetasi non hutan (lokasi di Kecamatan Mijen)
- Foto 13. Lahan terbuka (lokasi di Kecamatan Tembalang)
- Foto 14. Lahan terbuka (lokasi di Kecamatan Pedurungan)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lingkungan berperan besar terhadap keberlangsungan hidup setiap makhluk hidup di Bumi. Seluruh makhluk hidup di Bumi, secara langsung maupun tidak langsung, pasti membutuhkan sesuatu di luar dirinya, seperti air, udara, tanah, keberadaan makhluk hidup lain, dan sebagainya. Keterlibatan atau Ketergantungan dengan lingkungan, baik fisik maupun nonfisik, dialami pula oleh manusia.

Kota secara umum merupakan lingkungan yang dimanfaatkan manusia untuk bermukim, bekerja atau berkegiatan ekonomi, pusat pemerintahan, dan pusat kegiatan lain yang berperan besar dalam kehidupan manusia. Masyarakat perkotaan setiap hari melakukan perpindahan (pergerakan) secara aktif dalam menjalani aktivitasnya sehari-hari. Bahkan, masyarakat di luar perkotaan atau yang dikenal sebagai *penglaju* juga melakukan pergerakan/perpindahan menuju ke kota untuk bekerja.

Peningkatan jumlah penduduk bisa disebabkan oleh dua hal, yaitu pertumbuhan alami penduduk kota itu sendiri dan/atau peningkatan migrasi penduduk yang masuk ke kota secara permanen (urbanisasi). Secara umum telah dipahami bahwa penduduk bersifat dinamis sedangkan lingkungan (ruang) kota yang statis atau tidak bertambah.

Peningkatan jumlah penduduk perkotaan akan berdampak terhadap peningkatan kebutuhan hidup. Selain itu, corak kehidupan sosial-ekonomi penduduk kota yang heterogen dapat membentuk berbagai macam perilaku dalam usaha memenuhi kebutuhannya. Tuntutan pemenuhan kebutuhan hidup penduduk perkotaan yang jumlahnya semakin bertambah dan beragam dapat mengarah kepada peningkatan kegiatan masyarakat perkotaan yang bersifat eksploratif dan destruktif (negatif). Contoh perubahan lingkungan yang berdampak buruk antara

lain pencemaran lingkungan, peralihan tata guna lahan hutan menjadi lahan terbangun, dan sebagainya.

Kota Semarang merupakan kota terpadat ketiga di Pulau Jawa (setelah Kota Jakarta dan Surabaya) yang memiliki kawasan hutan seluas 1.515,7 ha (Kota Semarang dalam Angka, 2005). Tutupan lahan berupa hutan di Kota Semarang tersebut luasnya masih lebih besar daripada luas kawasan hutan di Kota Surabaya dan Jakarta yang masing-masing hanya seluas ± 50 ha. Namun demikian, data BPS (Kota Semarang dalam angka, 2001 dan 2002) menunjukkan fakta bahwa dalam kurun waktu satu tahun (2001 hingga 2002) telah terjadi peningkatan luas wilayah terbangun di Kota Semarang, yaitu sebesar 317 ha. Pada kurun waktu yang sama, lahan terbangun di Kota Semarang tersebut meningkat luasnya hampir dua kali lipat lebih besar daripada peningkatan luas wilayah terbangun yang terjadi di Kota Jakarta yang hanya seluas 174 ha.

Peralihan tutupan lahan bervegetasi (seperti vegetasi hutan) menjadi lahan non vegetasi (seperti lahan terbangun) yang terjadi cukup luas di Kota Semarang akan berdampak terhadap naiknya suhu permukaan di kota itu sendiri. Peralihan fungsi tutupan lahan yang terjadi di Kota Semarang tersebut, apabila tidak mempertimbangkan aspek ekologi, pada akhirnya akan berdampak pada penurunan daya dukung lingkungan kota (degradasi lingkungan). Selain itu, beban lingkungan Kota Semarang pun semakin berat.

Sebagai salah satu kota utama di Pulau Jawa dengan kawasan vegetasi hutan terluas, peralihan tutupan lahan di Kota Semarang (terutama lahan vegetasi hutan) akan berdampak luas terhadap kehidupan, terutama terhadap perubahan suhu permukaannya. Hal ini disebabkan karena suhu adalah salah satu komponen lingkungan abiotik yang berpengaruh besar terhadap kelangsungan hidup setiap makhluk hidup, tidak terkecuali manusia.

Perubahan suhu permukaan yang semakin meningkat justru akan menyebabkan ketidaknyamanan kehidupan manusia, sehingga manusia membutuhkan pendingin seperti AC, kipas angin yang berdampak pemborosan energi listrik dan polusi (Tursilowati, 2008).

Peralihan tutupan lahan dan perubahan kerapatan vegetasi yang cukup luas terjadi di Kota Semarang akan berdampak pada pola suhu permukaannya.

Beranjak dari fakta inilah, pola suhu permukaan di Kota Semarang menjadi penting untuk diidentifikasi dan dikaji demi kelangsungan hidup setiap makhluk hidup dan kelestarian lingkungan. Identifikasian suhu permukaan di Kota Semarang dilakukan dengan menggunakan data penginderaan jauh.

Penggunaan data penginderaan jauh dalam identifikasi suhu permukaan memberikan kemudahan untuk menghasilkan identifikasi dengan wilayah yang luas, biaya relatif murah, dan waktu singkat. Lain halnya jika dibandingkan dengan penggunaan data identifikasi suhu yang dihasilkan secara manual (pengukuran suhu langsung) lebih memerlukan waktu lama, biaya besar.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola spatial suhu permukaan di Kota Semarang pada tahun 2001 dan 2006 serta hubungannya dengan perubahan tutupan lahan dan kerapatan vegetasinya. Berdasarkan hasil interpretasi citra.

1.3. Perumusan Masalah

Sebagai kota yang mengalami perkembangan, Kota Semarang memiliki perubahan tutupan lahan yang cenderung meningkat, terutama peningkatan kawasan terbangun. Berangkat dari hal tersebut, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pola spatial suhu permukaan Kota Semarang tahun 2001 dibanding tahun 2006?
2. Bagaimana hubungan kerapatan vegetasi dan tutupan lahan dengan suhu permukaan ?

1.4. Batasan Operasional

Daerah penelitian mencakup Kota Semarang yang terletak di $6^{\circ} 5' \text{ LS} - 7^{\circ} 24' \text{ LS}$ dan $109^{\circ} 35' \text{ BT} - 110^{\circ} 50' \text{ BT}$.

Suhu permukaan lahan atau *land surface temperature (LST)* adalah suhu kulit permukaan bumi yang merupakan hasil pancaran suhu dari permukaan objek yang terekam oleh citra satelit pada waktu tertentu (Maik et al, 2004). Dalam penelitian ini suhu permukaan dihitung dari hasil pengolahan citra Landsat 7 ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) dengan menggunakan saluran 6 (saluran termal) tanggal 1 Juli 2001 dan 29 Juni 2006. Pengambilan data pada tanggal yang berdekatan dilakukan dengan alasan dalam satu musim yang sama yaitu musim kemarau, karena pengambilan data citra pada musim ini meminimalisir bias dengan kelembaban udara.

Pola suhu permukaan dalam penelitian ini adalah sebaran suhu permukaan dalam muka bumi berdasarkan tutupan lahan dan kerapatan vegetasi.

Tutupan lahan adalah perwujudan secara fisik (visual) dari vegetasi, benda alam, dan unsur-unsur budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan kegiatan manusia terhadap obyek tersebut (Townshend dan Justice, 1981 dalam Hartanto, 2006). Tutupan lahan Kota Semarang diklasifikasikan ke dalam tujuh jenis, yaitu lahan terbangun, tanah terbuka, vegetasi hutan, vegetasi non hutan, perairan, pertanian lahan basah, dan pertanian lahan kering.

Kerapatan vegetasi adalah luasan tutupan vegetasi dalam tiap satuan luas pengukuran. Kerapatan vegetasi yang digunakan dalam penelitian berasal dari nilai perhitungan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) yang dilihat dalam satuan piksel (30mx30m).

NDVI adalah nilai atau indeks dari kondisi vegetasi/tumbuhan di suatu wilayah (Chilar, 1991). Nilai NDVI diperoleh dari hasil pengolahan saluran 3 dan 4 dari citra Landsat 7 ETM+ tahun 2001 dan 2006.

Tingkat kerapatan vegetasi adalah nilai NDVI yang telah diklasifikasikan atas 4 (empat) kelas, yaitu (a) Non vegetasi: kurang dari 0,2; (b)

NDVI rendah: 0,2 – 0,35; (c) NDVI sedang: 0,36 – 0,5; serta (d) NDVI tinggi: lebih dari 0,5.

1.5. Metode Penelitian

1.5.1. Data

Penelitian ini menggunakan empat jenis data sebagai variabel penelitian. Data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Data suhu permukaan

Diperoleh dari pengolahan citra Landsat 7 ETM+ tertanggal 1 Juli 2001 dan 29 Juni 2006 dengan menggunakan saluran termal (saluran 6)

2. Data kerapatan vegetasi

Diperoleh dari pengolahan citra Landsat 7 ETM+ tertanggal 1 Juli 2001 dan 29 Juni 2006 dengan menggunakan saluran 3 dan saluran 4

3. Data tutupan lahan

Diperoleh dari pengolahan citra dengan menggunakan komposisi saluran 3, saluran 4, dan saluran 5

4. Data penggunaan lahan

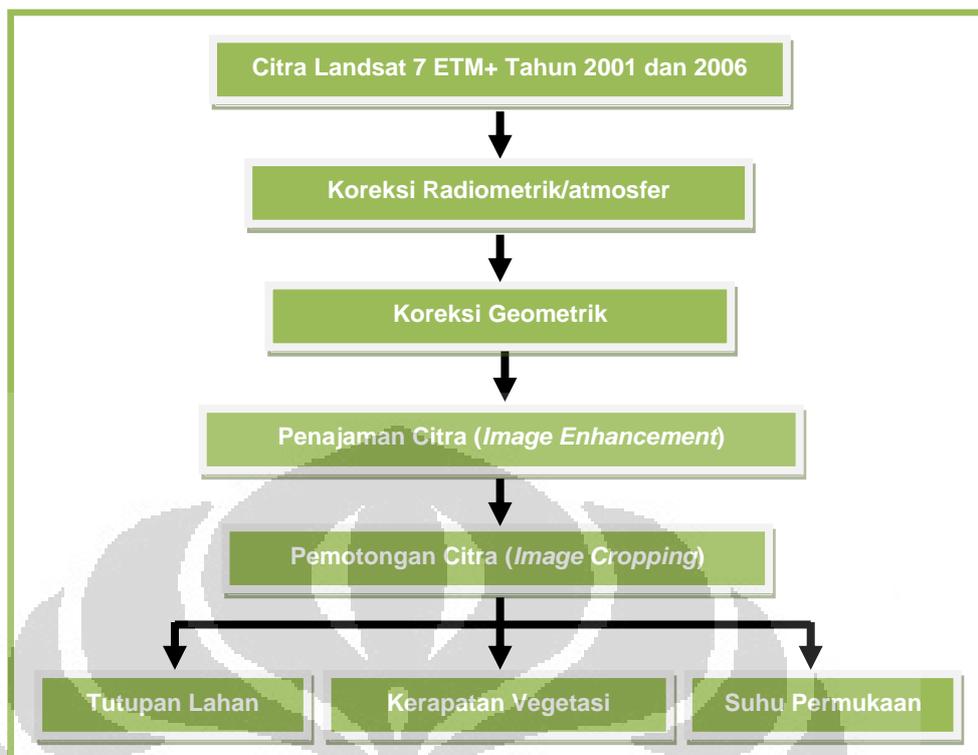
Diperoleh dari interpretasi citra ikonos tahun 2006 dan survei lapang.

1.5.2. Cara Memperoleh Data

A. Suhu Permukaan

Secara umum pengolahan citra digambarkan pada gambar 1, proses penajaman citra (*Image enhancement*), yaitu untuk memperjelas kenampakan (visualisasi) citra agar dapat diinterpretasi.

Pemotongan citra dilakukan dengan memotong citra menggunakan acuan daerah administrasi dari daerah penelitian.



Gambar 1. Bagan alir pengolahan citra Landsat 7 ETM+

Proses pengolahan data setelah pemotongan citra dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

➤ Suhu permukaan

Penghitungan suhu permukaan terdiri dari dua tahapan sebagai berikut.

- ◆ Mengubah nilai berupa nomor digital (*digital number*) menjadi spektral radiasi (*radiance spectral*) dengan menggunakan rumus berikut:

$$L_{\lambda} = L_{\min_{\lambda}} + \left\{ \frac{L_{\max_{\lambda}} - L_{\min_{\lambda}}}{QCAL_{\max}} \right\} QCAL \dots\dots\dots (1.1)$$

Keterangan:

L_{λ} : Spektral radiasi atau *spectral radiance* (watt/m²*ster*μm).

QCAL : Nomor digital (*digital number*).

QCAL_{min} : 1.

QCAL_{max} : 255.

$L_{\min_{\lambda}}$ dan $L_{\max_{\lambda}}$: Spektral radiasi untuk saluran termal (saluran 6) pada nomor digital 1-255.

- ◆ Menghitung suhu permukaan berdasarkan nilai radiasi spektral dengan asumsi tingkat penyinaran bernilai 1 (satu) atau *emissivity*

=1. Berikut rumus perhitungan suhu permukaan (USGS dalam Chen et al, 2001).

$$T = \left\{ \frac{K_2}{\ln(K_1/L_\lambda + 1)} \right\} - 273 \dots\dots\dots (1.2)$$

Keterangan:

T : Suhu permukaan (°C).

K1 : Konstanta untuk kalibrasi 1 (watt/meter persegi*ster*µm), yaitu 666,09 untuk Landsat ETM+.

K2 : Konstanta untuk kalibrasi 2 (Kelvin), yaitu 1.282,71 untuk Landsat ETM+.

L_λ : Spektral radiasi atau *spectral radiance* (watt/m²*ster*µm).

B. Kerapatan vegetasi

Kerapatan vegetasi di dapat dari nilai NDVI tahun 2001 dan 2006 dari citra Landsat 7 ETM+ saluran 3 dan 4. Rumus untuk menghitung nilai NDVI (sobrino et al,2001)

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \dots\dots\dots (1.3)$$

Keterangan:

NDVI : *Normalized Difference Vegetation Index* atau nilai/indeks dari kondisi vegetasi/tumbuhan di suatu wilayah.

NIR : *Near Infrared Reflectance (band 4)* atau pantulan sinar inframerah dekat (saluran 4).

RED : *Red Reflectance (band 3)* atau pantulan sinar merah (saluran 3).

C. Tutupan lahan

Tutupan lahan di dapat dari pengolahan citra Landsat 7 ETM+ dengan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Menurut Lillesand dan Kiefer (1979 dalam Hartanto,2006) tutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi, sedangkan penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada obyek tersebut. tutupan lahan adalah perwujudan secara fisik (visual) dari vegetasi, benda alam, dan unsur-unsur budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan kegiatan manusia

terhadap obyek tersebut (Townshend dan Justice, 1981_Hartanto,2006). Atas dasar pengertian tersebut tutupan lahan dalam penelitian ini dibagi menjadi 7 kelas yaitu:

- ◆ Lahan terbangun
- ◆ Tanah terbuka
- ◆ Vegetasi hutan
- ◆ Vegetasi non hutan
- ◆ Perairan
- ◆ Pertanian lahan basah
- ◆ Pertanian lahan kering

D. Penggunaan lahan

Citra ikonos 2006 digunakan untuk mengidentifikasi tutupan lahan lebih lanjut (penggunaan lahan). Selain itu dilakukan survei lapang (*ground check*) sebagai verifikasi data.

1.5.3 Analisis data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan yaitu: (1) tahap analisis deskriptif kausal dan (2) tahap analisis deskriptif komparatif.

Pada tahapan ini, dilakukan pemaparan korelasi dari variabel-variabel penyebab (tutupan lahan dan kerapatan vegetasi) yang bermuara kepada akibat (suhu permukaan). Untuk mengetahui besar dan arah korelasi antar variabel tersebut, selanjutnya dilakukan analisis statistik dengan menggunakan persamaan regresi berganda (lihat persamaan 1.5). Hasil perhitungan korelasi dengan persamaan regresi berganda akan menunjukkan arah kausal (berlawanan atau berbanding lurus) serta kekuatan korelasi antara variabel bebas dan variabel terikat.

Setelah melakukan analisis deskriptif-kausal, selanjutnya dilakukan analisis deskriptif-komparatif, yakni dengan membandingkan pola suhu permukaan Kota Semarang pada tahun 2001 dan 2006.

Setelah melakukan kedua tahap analisis itu, selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan atas persamaan dan perbedaan pola suhu permukaan Kota Semarang tahun 2001 dan 2006.

Untuk menjawab pertanyaan kedua, maka metode penelitian yang digunakan adalah pengolahan statistik dengan metode regresi linier berganda memberikan informasi tentang besarnya pengaruh hubungan antara x terhadap y serta dapat memperkirakan secara sistematis tentang apa yang mungkin terjadi di masa akan datang berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki (x dan y).

Variabel yang digunakan adalah tutupan lahan (x_1) dan kerapatan vegetasi (x_2), terhadap suhu permukaan (\hat{Y}) Kota Semarang tahun 2001 dan 2006 dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (1.4)$$

$$b = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (1.5)$$

Keterangan :

- \hat{Y}_{2001} : Variabel terikat, yakni suhu permukaan tahun 2001 ($^{\circ}\text{C}$).
- a : Nilai konstanta harga \hat{Y} (jika $X=0$).
- b : Nilai arah sebagai penentu ramalan (prediksi), yaitu menunjukkan peningkatan (+) atau penurunan (-) variabel \hat{Y} .
- N : Banyaknya data/kelas.
- x_1 : Variabel bebas pertama, yakni tutupan lahan tahun 2001.
- x_2 : Variabel bebas kedua, yakni nilai NDVI tahun 2001.

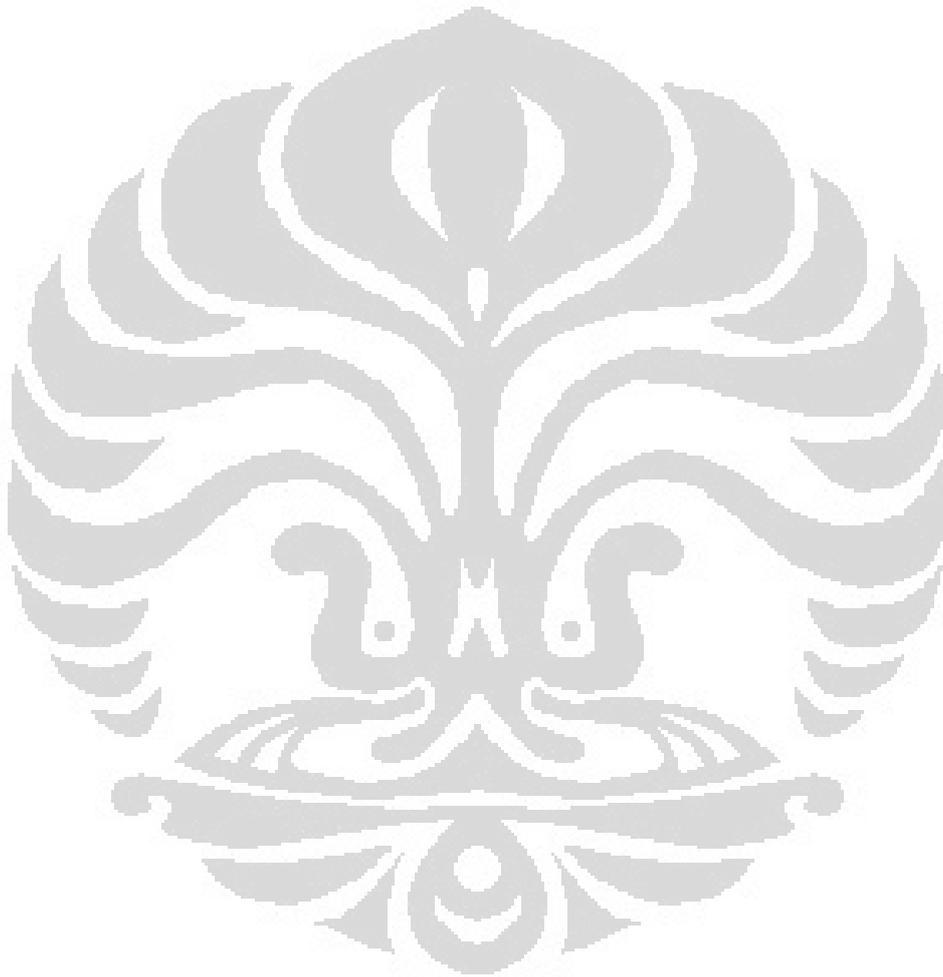
Hasil persamaan regresi berganda kemudian digunakan untuk menghitung nilai atau koefisien determinasi (R^2). Koefisien determinasi menunjukkan besar atau kekuatan korelasi antarvariabel. Berikut rumus untuk menghitung koefisien determinasi (R^2).

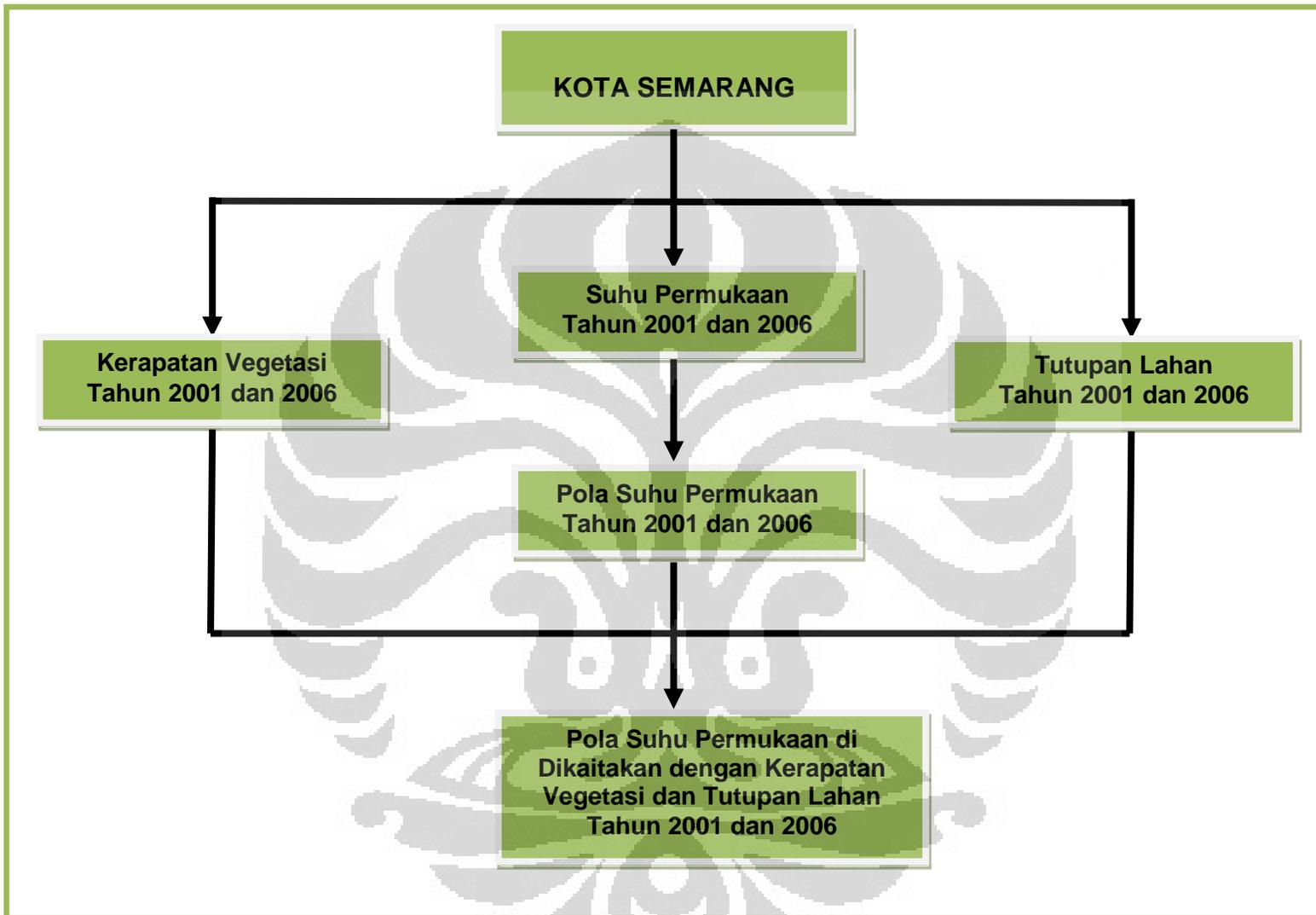
$$R^2 = \pm \frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{\sum (X - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (1.6)$$

Keterangan :

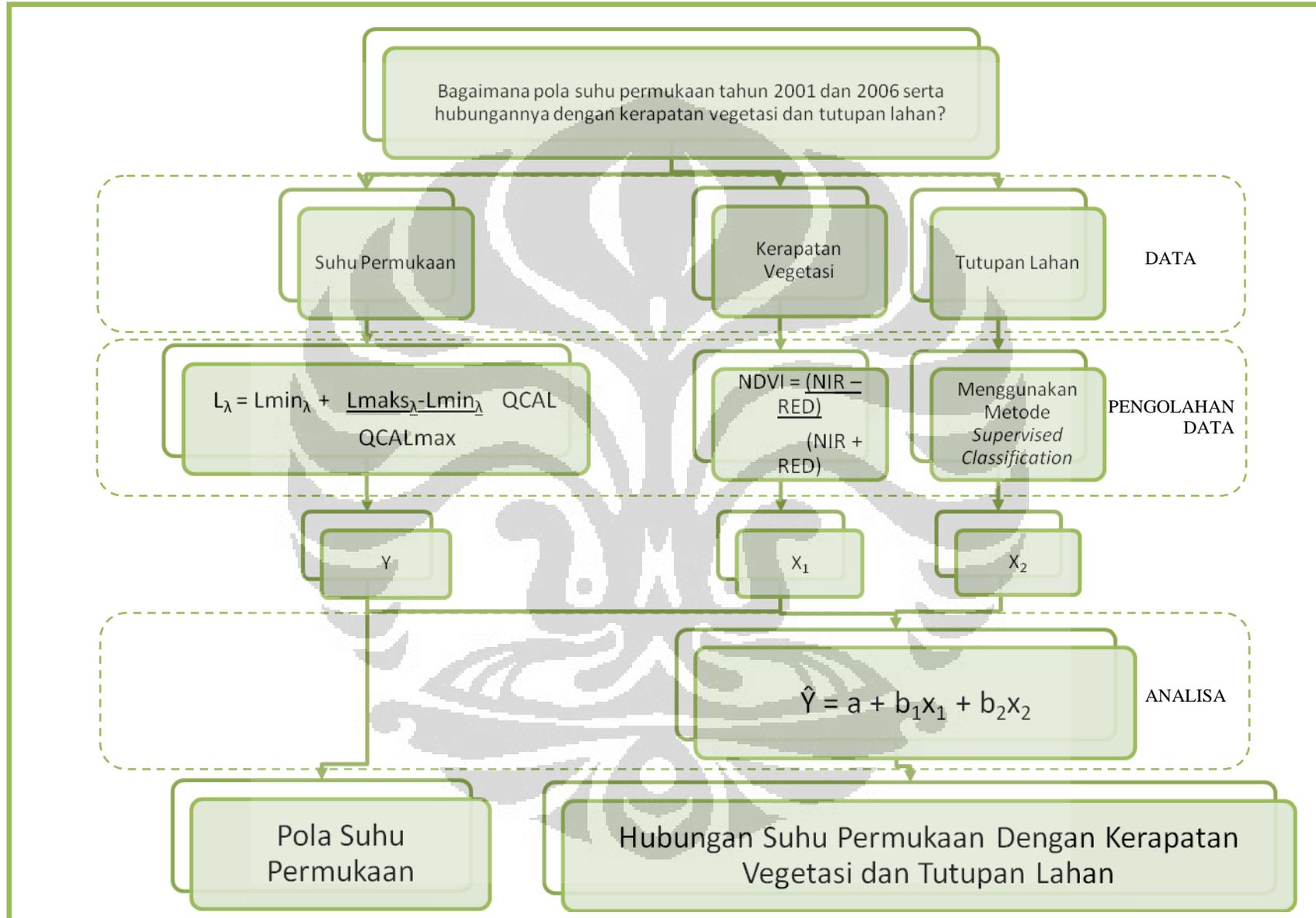
- R^2 : Koefisien determinasi.
 X : Variabel bebas (tutupan lahan/nilai NDVI)
 \bar{X} : Nilai rata-rata variabel bebas
 Y : Nilai variabel terikat (suhu permukaan)
 \bar{Y} : Nilai rata-rata variabel terikat (suhu permukaan)

Alur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.





Gambar 2. Alur Penelitian



Gambar 3. Alur Kerja Penelitian

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kota

2.1.1 Definisi Kota

Negara Indonesia adalah negara berkembang yang sekaligus berperan sebagai negara agraris. Sebagai negara agraris, sebagian besar penduduk Indonesia bertempat tinggal di pedesaan dan beratapencarian di sektor agraris/pertanian. Dalam perkembangannya, kemajuan Indonesia sebagai negara agraris pun tidak terlepas dari potensi yang dimiliki oleh kota.

Kota merupakan pusat berbagai kegiatan penduduk terjadi (seperti pusat pemerintahan, perkantoran, perindustrian, dan sebagainya) dan juga sekaligus dimanfaatkan penduduk sebagai permukiman. Adapun Bintarto (*dalam* Daldjoeni, 1992) mengartikan sebuah kota dari aspek geografisnya, yakni sebagai suatu bentang budaya akibat unsur-unsur alami dan nonalami dengan adanya gejala kepadatan penduduk yang tinggi dan corak kehidupan yang heterogen dan bersifat materialistis.

Definisi lain mengenai kota dikemukakan oleh Sudewo (2001 *dalam* Hendro et al, 2001) mengartikan kota sebagai pusat dari segala kegiatan manusia, yaitu kegiatan ekonomi, pemerintahan, politik, dan sosial yang mengakibatkan perkembangan di segala bidang seperti pembangunan fisik kota (misalnya bangunan-bangunan dengan fungsi tertentu) dan pembangunan manusianya.

2.1.2 Tutupan Lahan

Land cover (tutupan lahan) dan land use (penggunaan lahan) merupakan dua istilah yang sering digunakan untuk kajian permukaan bumi. Beberapa sumber

memisahkan dengan tegas batasan keduanya. Lillesand dan Kiefer (1979 *dalam* Hartanto, 2006) tutupan lahan berkaitan dengan jesis kenampakan yang ada di permukaan bumi, sedangkan penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada obyek tersebut.

Pendapat Townshend dan Justice (1981 *dalam* Hartanto,2006) mengenai penutupan lahan, yaitu penutupan lahan adalah perwujudan secara fisik (visual) dari vegetasi, benda alam, dan unsur-unsur budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan kegiatan manusia terhadap obyek tersebut.

Barret dan Curtis (1982 *dalam* Hartanto,2006) mengatakan bahwa permukaan bumi sebagian terdiri dari kenampakan alamiah (penutupan lahan) seperti vegetasi, salju, dan lain sebagainya. Dan sebagian lagi berupa kenampakan hasil aktivitas manusia (penggunaan lahan).

2.1.3 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan (*land use*) adalah wujud dari kegiatan atau usaha penduduk untuk memanfaatkan tanah untuk memenuhi kebutuhan, baik materiil maupun spiritual, secara tetap atau berkala oleh instansi badan hukum atau perorangan (BPN, 2004). Adapun Sandy (1995:37) mengartikan penggunaan lahan sebagai cerminan hasil kegiatan masyarakat di muka bumi.

Pada umumnya, daerah perkotaan dihuni oleh banyak penduduk pada ruang dengan luas yang relatif terbatas dan tetap. Seiring perjalanan waktu, suatu kota dapat berkembang akibat pertambahan penduduk, perubahan sosial-ekonomi dan budaya, serta interaksinya dengan kota-kota lain atau daerah di sekitarnya. Secara fisik, perkembangan suatu kota dapat dicirikan dari jumlah penduduknya yang semakin bertambah dan padat, wilayah terbangun semakin luas, serta semakin lengkapnya fasilitas yang dapat mendukung kegiatan penduduknya.

Perkembangan kota pada akhirnya akan bermuara kepada perubahan penggunaan lahannya. Peningkatan jumlah penduduk perkotaan akan berdampak pada semakin meningkatnya permintaan penduduk terhadap lahan untuk tempat tinggal atau melakukan kegiatan ekonomi. Permintaan tersebut pada akhirnya mengakibatkan pemanfaatan ruang (lahan) perkotaan untuk wilayah terbangun semakin meluas. Jika tidak terkendali, pada suatu waktu, sebuah kota dapat menuju ke arah degradasi lingkungan.

2.1.4 Iklim Perkotaan

Kota dengan penduduknya yang padat pasti berdampak pada tingginya pemanfaatan lahan kota untuk permukiman. Wayne (*dalam* Adiyanti, 1993) mengemukakan data bahwa pada tahun 1920, hanya sekitar 14% penduduk dunia hidup di kota. Enam puluh tahun kemudian (tahun 1980), jumlah penduduk dunia yang hidup di kota sebesar 40%.

Pemusatan penduduk di perkotaan dengan jumlah yang begitu besar dan padat (ruang kota yang terbatas) dapat menimbulkan masalah lingkungan hidup. Hal ini disebabkan karena kota menjadi pusat segala kegiatan penduduknya. Oleh karena itu, transportasi, mesin rumah tangga atau industri, dan sebagainya dapat menyebabkan pencemaran atau kerusakan lingkungan.

Peningkatan suhu udara perkotaan adalah salah satu permasalahan terpenting bagi perkotaan. Adapun iklim perkotaan termasuk ke dalam iklim yang bersifat mikro (*micro climate*). Perkotaan dengan tingkat kepadatan penduduk atau tingkat urbanisasi yang tinggi memiliki peranan yang lebih besar untuk mengubah iklim mikro di kota tersebut.

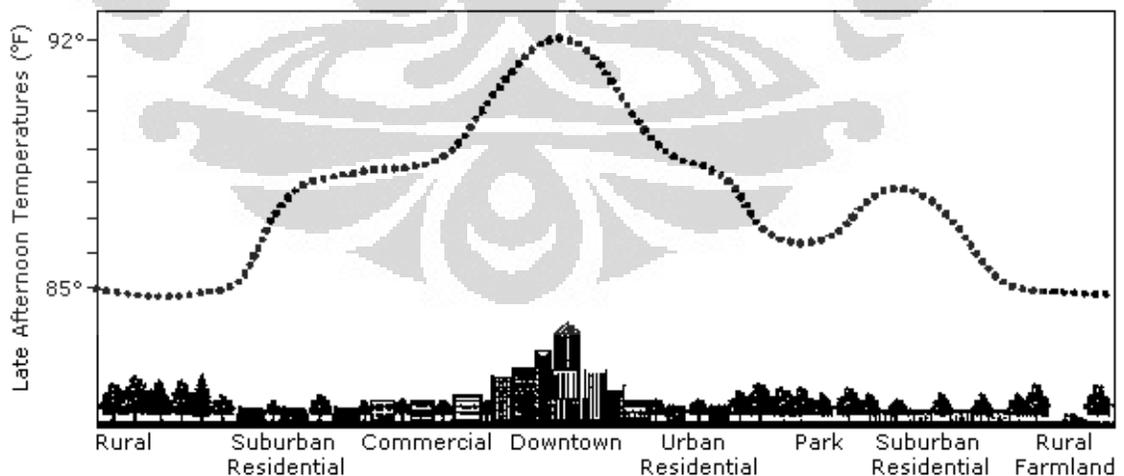
Kepadatan penduduk atau urbanisasi merupakan salah satu faktor yang dapat digunakan sebagai indikasi kepada hal bahwa semakin banyaknya penduduk di perkotaan yang mengubah permukaan fisik tanah dengan bangunan (permukiman, perkantoran, mall, dan sejenisnya) dan pengerasan (sarana transportasi seperti jalan,

rel, lahan parkir pakiran dan sejenisnya). Kondisi demikian tentu saja berpengaruh terhadap sirkulasi air, udara, dan panas.

Penduduk kota dalam aktivitasnya sehari-hari memproduksi sejumlah panas (Adiyanti, 1993). Sebagai contoh, peningkatan alat serta sarana transportasi dan industri di perkotaan akan menghasilkan sejumlah partikel yang merupakan polutan ke udara. Selain itu, penutupan sebagian besar lahan perkotaan dengan gedung-gedung, jalan, dan permukaan yang tidak tembus air (*impervious surface*) menyebabkan lahan memiliki daya serap, kapasitas, dan konduktifitas yang lebih tinggi. Sifat lahan perkotaan demikian cenderung mengakibatkan suhu permukaan yang lebih tinggi (panas) daripada pedesaan (Weng, 2001). Hal ini disebabkan karena panas diserap di siang hari dan kemudian dilepaskan di malam hari.

2.2 Kutub-kutub Panas Kota (*Urban Heat Island*)

Perbedaan temperatur antara daerah rural yang temperaturnya lebih rendah daripada daerah urban mengidentifikasi adanya kutub-kutub panas kota (Alan & Arthur, 2002). Perhatikan penampang urban heat island di Washington DC pada Gambar 4. berikut ini.



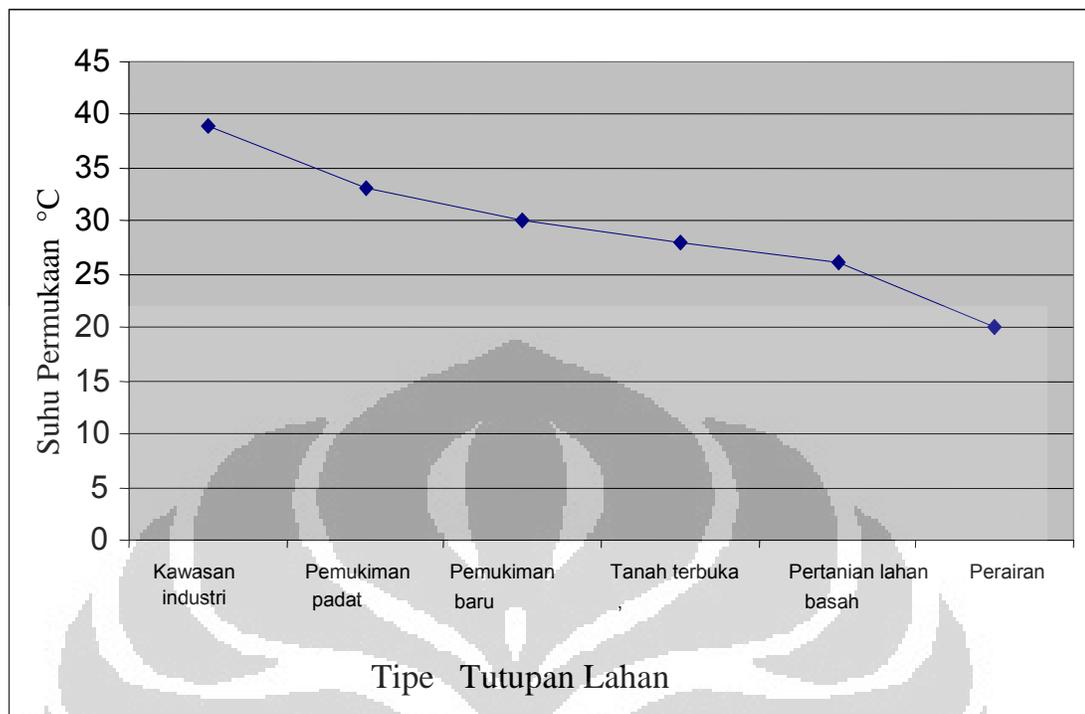
Gambar 4 : Profil Urban Heat Island (Sumber: Paul R. Baumann, 2001)

Penampang Gambar 4, memperlihatkan peningkatan suhu dari bagian rural (pedesaan) ke arah *downtown* (pusat kota) dan mengalami penurunan kembali ke arah pertanian pedesaan (*rural farmland*)

Perbedaan suhu udara di pusat kota dengan di daerah pedesaan melebihi 5.5°C pada banyak Negara. Di San Fransisco dan Singapura, perbedaan mencapai 11.1°C (Sani, 1987 dalam Adiyanti, 1993). Peningkatan suhu udara yang signifikan ini salah satu faktornya adalah konsentrasi penduduk yang tinggi di pusat kota dengan berbagai aktifitasnya. Penyerapan sinar matahari di perkotaan lebih besar daripada pedesaan. Hal ini disebabkan oleh karena sebagian besar tutupan lahan di perkotaan sebagian besar telah mengalami pengerasan, seperti aspal berwarna hitam atau bahan lain yang berwarna gelap, yang menyebabkan penyerapan sinar matahari lebih cepat.

Evapotranspirasi di perkotaan lebih kecil daripada pedesaan. Hal ini dikarenakan laju aliran hujan di perkotaan bertambah karena adanya pengerasan tanah yang dapat meningkatkan aliran permukaan. Akibatnya, uap air yang diperlukan untuk proses evapotranspirasi juga tidak tersedia. Proses evapotranspirasi dapat membuang panas dari udara dengan efisien sekitar 600 kalori untuk setiap satu gram air yang mengalami evapotranspirasi (Sani, 1980 dalam Adiyanti, 1993).

Penelitian *urban heat island* dengan menggunakan sistem penginderaan jauh dari inframerah termal, telah diterapkan pada Kota Ho Chi Minh. Hasil menunjukkan perbedaan berbagai macam penggunaan lahan, seperti zona industri, wilayah hunian dengan kepadatan tinggi, wilayah hunian dengan kebun buah, lahan kering, lahan basah, hutan, dan perairan. Respon dari energi panas dari landform yang berbeda pada area studi (Ho Chi Minh) menandai adanya perbedaan suhu permukaan dari saluran termal pada citra Landsat. Daerah industri memiliki temperatur yang lebih tinggi. Adapun vegetasi dan perairan memiliki temperatur yang lebih rendah. Jumlah bangunan dan luas lahan terbangun merupakan satu faktor yang turut berperan dalam peningkatan temperatur perkotaan dibandingkan daerah pengembangan. Kaitan antara temperatur dan jenis tutupan lahan ditunjukkan grafik berikut.



Gambar 5. Grafik Kaitan antara Suhu Permukaan dan Tutupan Lahan

(sumber: Van,T.T 2007)

2.3. Penginderaan Jauh

Informasi mengenai kenampakan bumi semakin dibutuhkan manusia. Akibatnya, media penyajian informasi muka bumi pun semakin berkembang, mulai dari peta, disket, dan CD-ROM, hingga ke citra satelit yang menggunakan teknologi penginderaan jauh. Di era ini, penginderaan jauh sangat berperan dalam menyajikan informasi permukaan bumi, mulai dari kondisi udara atau atmosfer, lingkungan daratan, maupun lautan. Penginderaan jauh yang dalam bahasa asingnya disebut "*Remote Sensing*" (Inggris) atau "*Teledetection*" (Perancis), "*Fernerkundung*" (Jerman), "*Sensoriamento Remota*" (Portugis), "*Perception Remote*" (Spanyol), dalam bahasa Indonesia istilah yang digunakan adalah "Penginderaan Jauh" yang sering disingkat "Inderaja".

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh

dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan, objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1994). Proses interpretasi biasanya berupa gabungan antara visual dan otomatis dengan bantuan komputer dan perangkat lunak pengolahan citra. Citra satelit merupakan variabel penting untuk mengetahui dengan tepat isi informasi yang diperoleh dari citra dan bagaimana mereka berinteraksi pada permukaan bumi (Voogt dan Oke,2003).

Sistem peneinderaan jauh dapat bersifat aktif dan pasif. Penginderaan jauh sistem pasif, apabila sumber tenaga yang digunakan berasal dari matahari atau sumber lain di luar sensor (alat perekam data). Penginderaan jauh sistem aktif, apabila sumber tenaga dibangkitkan sendiri oleh sensornya, yaitu menggunakan generator atau pembangkit tenaga.

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen , meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan obyek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data, dan berbagai penggunaan data. Purwadhi (1990) menggambarkan konsep dasar sistem penginderaan jauh dimulai dari perekaman obyek permukaan bumi. Tenaga elektromagnetik bagi sistem pasif berasal dari matahari, perjalanan tenaga melalui atmosfer, dan berinteraksi dengan benda di permukaan bumi . pantulan dan atau pancaran permukaan bumi direkam oleh sensor penginderaan jauh. Sensor tersebut dapat dipasang dalam wahana pesawat terbang maupun satelit. Sensor satelit merekam permukaan bumi, dikirimkan ke stasiun penerima data di bumi. Stasiun bumi menerima data permukaan bumi dari satelit dan direkam dalam pita magnetik dalam entuk dijital. Rekaman data diproses di laboratorium pengolahan data dan didistribusikan ke berbagai pengguna.

2.3.1. Citra Landsat 7 ETM+

Landsat merupakan Satelit Sumber daya Bumi yang awalnya bernama ERTS-1 (*Earth Resources Technology*) dan pertama kali diluncurkan tanggal 23 Juli 1972. Sensor Landsat 1 , 2 , dan 3 mempunyai lebar cakupan rekaman 185 Km dengan ketinggian orbit 920 Km. Landsat 1 dan 2 membawa sensor RBV (*Return Beam*

Vidicon) dan *MSS (Multispektral Scanner)*. Landsat 3 ditambah saluran termal (10.4-12.6) μm . Generasi selanjutnya Landsat 4 dan 5 disamping empat sensor *MSS* ditambah sensor *TM (Thematic Mapper)*, dan *ETM (Enhance Thematic Mapper)* untuk Landsat 6 dengan menambahkan saluran termal (10.4-12.6) μm . Ketinggian orbit mengalami perubahan menjadi 705 Km.

Landsat ETM+ memiliki panjang gelombang yang cakupannya luas, termasuk sinar tampak, sinar infrared, dan band thermal. Band thermal meliputi band 6A dan band 6B yang dapat mendeteksi suhu permukaan di bumi.

Tabel 1. Panjang Gelombang yang Digunakan pada Setiap Saluran Landsat

Saluran/band	gelombang	Panjang gelombang (μm)	Fungsi
Saluran 1	Gelombang biru	0.45-0.52	Membedakan kejernihan air dan membedakan antara tanah dengan tanaman
Saluran 2	Gelombang hijau	0.52-0.60	Mendeteksi tanaman
Saluran 3	Gelombang merah	0.63-0.69	Membedakan tipe tanaman lebih dari band 1 dan 2
Saluran 4	Gelombang inframerah dekat	0.76-0.90	Meneliti biomas tanaman, dan membedakan batas tanah-tanaman dan daratan-a air
Saluran 5	Gelombang inframerah pendek	1.55-1.75	Menunjukkan kandungan air tanaman dan tanah, berguna untuk membedakan tipe tanaman dan kesehatan tanaman, serta membedakan antara awan, salju, dan es
Saluran 6	Gelombang inframerah termal	10.40-12.50	Bergunan untuk mencari lokasi kegiatan geothermal, mengukur tingkat stress tanaman, kebakaran, dan kelembaban tanah
Saluran 7	Gelombang inframerah pendek	2.08-2.35	Berhubungan dengan mineral, ratio antara band 5 dan 7 berguna untuk mendeteksi batuan dan deposit mineral

(Sumber: Purwadhi, 2001)

2.3.2 Level Pemrosesan Data Landsat

Data Landsat dapat diperoleh dari instansi-instansi yang memiliki lisensi atas kerjasama dengan pihak yang memiliki fasilitas data Landsat, data tersebut tersedia dalam tiga jenis proses data (Prahasta, 2008), antara lain:

1. Level 0 Reformatted (0R,RAW)

Jenis data pada tingkatan ini, pixel yang terdapat di citra belum mengalami resampling dan koreksi, sehingga pixel yang ada tidak teratur mengikuti garis siamnya. Setiap artefak geometrik seperti bising implus, bising koheren, efek memori dan sebagainya masih ditemui pada citra tingkatan ini. Data citra pada tingkatan ini memang ditujukan untuk konsumen yang mampu melakukan seluruh koreksi peta secara mandiri.

2. Level 1 terkoreksi radiometrik (1R, RADCOR)

Pada tingkatan ini data yang tersedia sudah di koreksi radiometrik, dan peningkatan proses banding, striping, dan drop line atau pixel, dan juga mengalami koreksi warna.

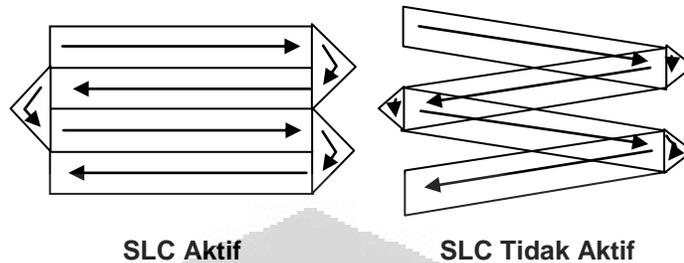
3. Level 1 terkoreksi sistematik (1G)

Citra tingkatan ini sudah mengalami koreksi radiometrik dan geometrik sesuai pengguna spesifik, termasuk user specified parameter, termasuk output map projection, orientasi sistem UTM dan WGS 84, dan algoritme resampling. Citra ini bebas dari distorsi yang terkait dengan sensor, satelit, atau geometrik bumi. Produk ini belum mengalami koreksi atmosferik dan tidak memiliki ground control untuk menjamin akurasinya sehingga memerlukan peolahan citra lebih lanjut.

2.3.3 Scan Line Corrector – off (SLC – off)

Pada tanggal 31 Mei 2003 Landsat 7 ETM+ mengalami gangguan pada alat perekam, yang disebabkan oleh tidak aktifnya *The Scan Line Corrector* (SLC), yang berdampak pada gerakan dari satelit. Tanpa mengoperasikan SLC, perekaman

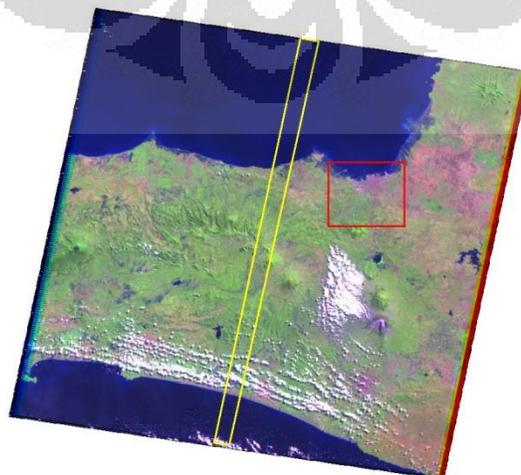
menghasilkan pola zigzag (gambar 6) sehingga terdapat duplikat pada gambar yang meningkatkan sudut gambar.



Gambar 6. Pola Perekaman Citra Landsat

Landsat 7 ETM+ tetap mampu untuk mendapatkan data citra walaupun dengan kondisi SLC off. Pada bagian tengah scene (sekitar 22 km dengan kondisi level 1 geometrik (L1G) hanya mengalami sedikit kehilangan data dan daerah ini memiliki kualitas yang sama seperti image data landsat 7 sebelumnya (SLC on). Total luas data image yang hilang diestimasikan sekitar 22% dari seluruh bagian scene yang dihasilkan. Lebar maksimum gab data sepanjang sudut citra akan didapat sepanjang 1 (satu) garis penyiaman sekitar 390 – 450m.

Citra yang digunakan pada penelitian ini pada saat SLC off dapat diilustrasikan gambar 7. Daerah yang dibatasi oleh garis kuning merupakan data yang hilang atau rusak karena SLC off, sedangkan daerah yang dibatasi oleh garis merah merupakan daerah penelitian sehingga data yang dipergunakan pada penelitian ini tidak terpengaruh adanya SLC off dan dapat diolah lebih lanjut.



Gambar 7. Citra Landsat 7 ETM+ Tahun 2006

2.4 Land Surface Temperature (LST)

Data yang ada pada citra Landsat dapat menghasilkan suhu permukaan (Land Surface Temperature). LST diperoleh dari koreksi band 6 (TIR) dengan panjang gelombang 10.40-12.50 μm . Band 6 atau disebut dengan band termal ini memiliki resolusi spasial 60 m dan image termal dari landsat 7 umumnya telah dikalibrasi dengan kondisi dilapang sesungguhnya (Arvison, 2002 dalam Weng, 2003). Deteksi satelit untuk mengukur pemanasan daratan dengan menggunakan sensor panas inframerah (*thermal infrared*) telah menunjukkan bahwa intensitas optimum permukaan terjadi saat siang hari dan pada musim panas serta di akhir malam hari (subuh) (Weng, 2003).

Suhu permukaan yang didapat dari citra satelit diolah dengan menggunakan beberapa tahapan. Untuk mengkonversi digital number (DN) dari landsat band 6 menjadi radiance spectral, dengan persamaan sebagai berikut.

$$L_{\lambda} = L_{\text{MIN}\lambda} + \left\{ \frac{L_{\text{MAX}\lambda} - L_{\text{MIN}\lambda}}{\text{QCALMAX}} \right\} \text{QCAL} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

L_{λ} = spectral radiance

QCALMIN = 1

QCALMAX = 255

QCAL = Digital Number

$L_{\text{MIN}\lambda}$ dan $L_{\text{MAX}\lambda}$ = *spectral radiance* untuk band 6 (*thermal*) pada nilai digital number 1 -255

Atau $L_{\lambda} = 3.2 + 0.0370588 \times \text{DN}$

Langkah selanjutnya adalah mengkonversi radiance spectral ke temperatur kecerahan satelit (*satellite brightness temperature*). Dengan asumsi keseragaman emisivitas, dengan persamaan berikut:

$$T_B = \frac{K_2}{\ln(K_1/L_\lambda + 1)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana T_B adalah temperatur efektif pada satelit dalam Kelvin, bila dikonversikan ke Celcius menjadi:

$$T = \left\{ \frac{K_2}{\ln(K_1/L_\lambda + 1)} \right\} - 273 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dan K_1/K_2 merupakan konstanta pre-levner calibration. Untuk landsat 7 ETM+ nilai $K_1 = 666.09 \text{ mWcm}^{-2}\text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ dan $K_2 = 1282.71 \text{ K}$

2.5 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Normalized Difference Vegetation Index dalam pengolahan citra memanfaatkan band 3 (band merah), dan band 4 (band infra merah). Band 3 dan band 4 digunakan karena zat hijau daun (klorofil) pada vegetasi menunjukkan nilai reflektan yang bervariasi. Suhu permukaan dan fraksi tutupan vegetasi dapat memberikan informasi tentang vegetasi yang terdapat suatu tempat.

Secara nyata, suhu permukaan dapat meningkat secara cepat karena pengaruh tekanan pada tajuk pohon (Goetz, 1997 dalam Sandolth, 2002). Keberadaan tumbuhan merupakan faktor penting, yang digunakan untuk mengestimasi suhu permukaan.

Fraksi vegetasi dapat dihubungkan dengan indeks vegetasi spektral, merupakan suatu hal yang sederhana, namun dalam perubahannya tidak selalu linier. Demikian juga fraksi tutupan vegetasi mempengaruhi beberapa dari lapisan tanah dan tanaman yang terlihat oleh sensor dan perbedaan-perbedaan dalam temperatur radiasi antara tanah dan tutupan vegetasi akan mempengaruhi sebaran nilai suhu permukaan.

2.6 Citra Ikonos

Ikonos adalah satelit milik Space Imaging (USA) yang diluncurkan bulan 24 September 1999 di pangkalan udara Vandenberg, California, USA. Mengorbit pada *sun-synchronous*, sudut inklinasi 98,1 derajat dengan kecepatan orbit 7,5 Km/detik. Periode orbit 98 menit, ketinggian orbit 681 Km, *revisit time* 1 sampai 3 hari, memiliki resolusi spasial yang bervariasi (di nadir: citra multispectral 3,2 m pankromatik 0,82 m, di luar nadir: citra multispectral 4,0 m pankromatik 1,0 m), dan masa operasional 8,5 tahun.

Data untuk tujuan komersial tersedia pada awal 2000. Ikonos adalah satelit dengan resolusi spasial tinggi yang merekam data multispektral 4 saluran pada resolusi 4 m (citra berwarna) dan sebuah saluran pankromatik dengan resolusi 1 m (hitam-putih). Ini berarti Ikonos merupakan satelit komersial pertama yang dapat membuat image beresolusi tinggi.

Tabel 2. Panjang Gelombang yang Digunakan pada Setiap Saluran Ikonos

Band	Keterangan	Domain Spektral	Resolusi Spasial
Panchromatic	VNIR	0.45 - 0.90 μ m	1 meter
Band 1	Biru	0.45 - 0.52 μ m (blue)	4 meter
Band 2	Hijau	0.51 - 0.60 μ m (green)	4 meter
Band 3	Merah	0.63 - 0.72 μ m (red)	4 meter
Band 4	NIR	0.76 - 0.85 μ m (near infra-red)	4 meter

Sumber: Prahasta, 2008

Aplikasi dari *output* satelit ini mencakup pemetaan sumber daya dan bencana alam di perkotaan dan pedesaan, pemetaan perpajakan, analisis pertanian dan kehutanan, pertambangan, rekayasa dan konstruksi, serta deteksi perubahan.

2.7 Penelitian-penelitian Terkait

- 1). Tursilowati (2008), peneliti di pusat pemanfaatan sains atmosfer dan iklim LAPAN ini, dalam tulisannya berjudul "Urban heat island dan kontribusinya pada

perubahan iklim dan hubungannya dengan perubahan lahan” yang menggunakan data Landsat TM dan ETM, menyatakan bahwa daerah penyebaran *Urban Heat Island* (UHI) terletak dipusat Kota Bandung, Semarang, dan Surabaya. UHI di pusat Kota Bandung (2001), Semarang (2002), dan Surabaya (2002) semakin melebar dibanding dengan tahun 1994. Adanya kecenderungan pemanasan yang makin tinggi ini akan berkontribusi pada pemanasan global.

Tingginya laju urbanisasi yang ditandai dengan meningkatnya lahan terbangun (pemukiman dan industri) menjadi salah satu penyebab meluasnya UHI yaitu bertambah luasnya area yang bersuhu tinggi (di atas 30°C). Faktor yang disebabkan oleh ulah manusia ini disebut sebagai anthropogenic.

- 2). Hidayat (2006), penelitiannya yang berjudul ”Distribusi Suhu Permukaan di Kota Bandung tahun 1991 dan 2001” menggunakan citra landsat yang berbeda yaitu landsat TM untuk tahun 1991 dan landsat ETM+ tahun 2001, hasil penelitiannya menyatakan bahwa distribusi cukup tinggi yaitu diatas 23 °C tersebar merata pada bagian tengah daerah penelitian baik itu tahun 1991 maupun 2001 dengan jenis tutupan lahan berupa lahan terbangun dan lahan yang termasuk kelas kerapatan non vegetasi. Sedangkan suhu yang lebih rendah sebarannya pada bagian utara, timur, dan selatan dengan jenis tutupan lahan selain lahan terbangun dan lahan yang termasuk kelas kerapatan jarang hingga sangat rapat.

BAB 3

GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN

3.1 Letak Daerah Penelitian

Daerah penelitian secara geografis terletak pada koordinat antara $6^{\circ} 5'$ – $7^{\circ} 24'$ Lintang Selatan dan $109^{\circ} 35'$ – $110^{\circ} 50'$ Bujur Timur, dengan batas wilayah administratif sebagai berikut:

Sebelah Utara	: Laut Jawa
Sebelah Barat	: Kabupaten Kendal
Sebelah Selatan	: Kabupaten Semarang
Sebelah Timur	: Kabupaten Demak

Luas wilayah Kota Semarang $373,70 \text{ Km}^2$ terbagi menjadi tiga wilayah pembantu walikota, 16 Kecamatan dan 177 Kelurahan. Dari 16 Kecamatan yang ada, kecamatan yang mempunyai wilayah terluas yaitu kecamatan Mijen (62.15 Km^2) terletak dibagian selatan, sedangkan Kecamatan yang mempunyai luas terkecil adalah Gayamsari ($5,18 \text{ Km}^2$).

Tabel 3. Luas Masing-masing Kecamatan Kota Semarang

No	Kecamatan	Luas (km ²)
1	Mijen	62,15
2	Gunungpati	53,99
3	Banyumanik	25,13
4	Gajah Mungkur	7,65
5	Semarang Selatan	8,48
6	Candisari	5,56
7	Tembalang	44,2
8	Pedurungan	20,72
9	Genuk	27,39
10	Gayamsari	5,18
11	Semarang Timur	7,7
12	Semarang Utara	11,33
13	Semarang Tengah	6,05
14	Semarang Barat	23,87
15	Tugu	31,29
16	Ngaliyan	33,01
	Jumlah	373,7

3.2 Topografi

Kota Semarang sangat dipengaruhi oleh keadaan alamnya yang membentuk suatu kota yang mempunyai ciri khas, yaitu kota atas (pegunungan bagian Selatan) dan kota bawah (pantai bagian Utara). Dibagian Utara yang merupakan pantai dan dataran rendah memiliki kemiringan 0-2 %, sedang ketinggian ruang bervariasi antara 0,75 - 3,5 mdpl. Di bagian Selatan merupakan daerah perbukitan, dengan kemiringan 2 - 40% dan ketinggian antara 90 – 359 mdpl.

3.3 Kondisi Iklim

Semarang memiliki iklim tropis dengan dua musim yaitu, musim kemarau dan musim penghujan dengan siklus pergantian \pm 6 bulan. Hujan sepanjang tahun, dengan curah hujan tahunan yang bervariasi dari tahun ke tahun rata-rata 2.215

mm sampai dengan 2.183 mm dengan maksimum bulanan terjadi pada bulan Desember sampai bulan Januari. Temperatur udara berkisar antara 25,8 °C sampai dengan 29,3 °C, kelembaban udara rata-rata bervariasi dari 62 % sampai dengan 84 %. Arah angin sebagian besar bergerak dari arah Tenggara menuju Barat Laut dengan kecepatan rata-rata berkisar antara 5,7 km/jam.

3.4 Kondisi Penduduk

Pertambahan jumlah penduduk baik alamiah ataupun migrasi, akan berpengaruh pada tutupan lahan di suatu wilayah. Pada range tahun 2001-2006 penduduk Kota Semarang mengalami pertambahan penduduk yang cukup drastis. Secara keseluruhan jumlah penduduk meningkat hampir sebesar 80 ribu jiwa (BPS, 2006).

Kota Semarang dengan cakupan 16 Kecamatan memiliki luas 373,7 Km². Komposisi penduduk Kota Semarang terbesar terdapat di Kecamatan Semarang Barat dengan jumlah penduduk 146.651 Jiwa tahun 2001 dan 151.759 Jiwa tahun 2006. Sedangkan Komposisi penduduk terkecil berada di Kecamatan Tugu dengan jumlah penduduk 24.145 Jiwa tahun 2001 dan 24.593 Jiwa tahun 2006.

Kepadatan penduduk merupakan perbandingan antara jumlah penduduk dengan luas masing-masing Kecamatan yang ada Di Kota Semarang. Kepadatan penduduk tertinggi berada di Kecamatan Candisari dengan nilai 13.978 Jiwa/Km² tahun 2001 meningkat menjadi 14.608 Jiwa/Km² tahun 2006. Sedangkan Kepadatan penduduk terendah berada di kecamatan yang memiliki wilayah terluas yaitu Kecamatan Mijen dengan kepadatan 610 Jiwa/Km² tahun 2001 meningkat menjadi 682 Jiwa/Km² tahun 2006.

**Tabel 4. Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kota Semarang
Tahun 2001 dan 2006**

Kecamatan	Luas Km ²	Jumlah Penduduk		Kepadatan Penduduk	
		2001	2006	2001	2006
Mijen	62,15	37.927	42.380	610	682
Gunungpati	53,99	57.485	61.062	1.065	1.131
Banyumanik	25,13	104.578	109.681	4.161	4.365
Gajah Mungkur	7,65	57.550	59.605	7.523	7.792
Semarang Selatan	8,48	78.036	85.997	9.202	10.141
Candisari	5,56	77.719	81.220	13.978	14.608
Tembalang	44,20	103.343	113.852	2.338	2.576
Pedurungan	20,72	137.784	148.556	6.650	7.170
Genuk	27,39	62.996	69.504	2.300	2.538
Gayamsari	5,18	63.142	67.522	12.190	13.035
Semarang Timur	7,70	81.816	83.733	10.625	10.874
Semarang Utara	11,33	122.736	124.273	10.833	10.968
Semarang Tengah	6,05	77.210	76.026	12.762	12.566
Semarang Barat	23,87	146.651	151.759	6.144	6.358
Tugu	31,29	24.145	24.593	772	786
Ngaliyan	33,01	89.202	97.625	2.702	2.957
Jumlah	373,70	1.322.320	1.397.388	3538	3739

Sumber : Kota Semarang dalam Angka tahun 2005 dan BPS 2006

3.5 Tutupan Lahan Tahun 2001 dan 2006

Klasifikasi tutupan lahan Kota Semarang dibagi menjadi 7 (tujuh) yaitu lahan terbangun, pertanian lahan basah, pertanian lahan kering, vegetasi hutan, vegetasi non hutan, tanah terbuka, badan air. Dari hasil pengolahan citra data yang diperoleh sebagai berikut:

Berdasarkan tabel 3 tutupan lahan yang mendominasi di Kota Semarang di kedua tahun pengamatan tidaklah sama, pada tahun 2001 tutupan lahan yang mendominasi adalah pertanian lahan basah sebesar 38 % dari total luas Kota Semarang. Sedangkan pada tahun 2006 didominasi dengan tutupan lahan yaitu lahan terbangun sebesar 37% dari total luas wilayah Kota Semarang, hal ini mengindikasikan perkembangan kota yang cukup besar. Perkembangan lahan

terbangun cenderung berkembang di kecamatan Semarang Barat, Pedurungan, dan Genuk.

Tabel 5. Luas dan Persentase Tutupan Lahan di Kota Semarang Tahun 2001 dan 2006

Tutupan Lahan	Tahun 2001		Tahun 2006	
	Luas (Ha)	Persentase	Luas (Ha)	Persentase
Lahan Terbangun	11.474	30%	13.866	37%
Pertanian Lahan Basah	14.482	38%	10.411	28%
Pertanian Lahan Kering	3.679	10%	4.930	13%
Vegetasi Non Hutan	1.005	3%	1.003	3%
Vegetasi Hutan	3.698	10%	2.592	7%
Perairan	2.366	6%	1.901	5%
Lahan Terbuka	1.084	3%	3.062	8%
Jumlah	37.789	100%	37.765	100%

Sumber Pengolahan Data 2008

Tutupan lahan lainnya yang mengalami penambahan yang besar selama kurun waktu lima tahun yaitu lahan terbuka dengan besaran penambahan luas sekitar 5%, dari luas 1.084 ha menjadi 3.062 ha. Tutupan lahan ini banyak terdapat di bagian timur di Kecamatan Tembalang.

Sebaliknya tutupan lahan yang mengalami penurunan antara lain lahan basah dan vegetasi hutan. Lahan basah mengalami penurunan luas sebesar 10%, pada tahun 2001 sebesar 14.482 ha menjadi 10.411 ha pada tahun 2006. Sedangkan vegetasi hutan mengalami penurunan 3% yang pada tahun 2001 3.698 ha menjadi 2.592 ha. Proporsi Vegetasi hutan lebih dominan di bagian Selatan yang merupakan wilayah tertinggi dari Kota Semarang.

3.6 Kerapatan Vegetasi Tahun 2001 dan 2006

Kerapatan vegetasi diklasifikasi menjadi 4 (empat) yaitu non vegetasi, vegetasi jarang, vegetasi sedang, dan vegetasi rapat. Hasil pengolahan citra dapat dilihat dari tabel berikut:

**Tabel 6. Luas dan Persentase Kerapatan Vegetasi di Kota Semarang
Tahun 2001 dan 2006**

Kerapatan Vegetasi	Tahun 2001		Tahun 2006	
	Luas (Ha)	Persentase	Luas (Ha)	Persentase
Non Vegetasi	12.905	34%	15.989	42%
Vegetasi Jarang	7.890	21%	9.390	25%
Vegetasi Sedang	13.439	36%	10.301	27%
Vegetasi Rapat	3.555	9%	2.085	6%
Jumlah	37.789	100 %	37.765	100 %

Sumber : Pengolahan data 2008

Seperti terlihat pada tabel 4 kerapatan vegetasi dominan terdapat di region vegetasi sedang (nilai NDVI 0.35-0.5) pada tahun 2001, terkonsentrasi pada bagian barat termasuk dalam kecamatan Mijen dan Ngaliyan.

Sedangkan pada tahun 2006 kerapatan vegetasi yang mendominasi adalah region non vegetasi yang menandakan adanya pertambahan wilayah terbangun, dengan luas sebesar 12.905 ha tahun 2001 menjadi 15.989 ha tahun 2006. Region non vegetasi ini terkonsentrasi pada di bagian Utara dari Semarang.

Region yang menduduki peringkat ketiga pada ke dua tahun adalah kerapatan vegetasi jarang dengan nilai NDVI 0,2 – 0,35, dengan luas yang relatif kecil region ini tersebar merata di seluruh wilayah Kota Semarang

Region terakhir adalah vegetasi sangat rapat dengan nilai NDVI terbesar (>0,5) terdapat di bagian barat mencakup wilayah kecamatan Mijen dan Gunung Pati dengan total luasan 3.555 ha pada tahun 2001 menurun hingga menjadi 2.085 ha pada tahun 2006.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Suhu Permukaan tahun 2001 dan 2006

Hasil pengolahan data citra Landsat 7 ETM+ memperlihatkan periode tahun 2001 dan 2006 bahwa rata-rata suhu permukaan Kota Semarang mengalami perubahan. Pada tahun 2006 rata-rata suhu permukaan sebesar 22 °C, dan tahun 2001 sebesar 19 °C.

Berdasarkan sebaran suhu permukaan yang dihasilkan dari pengolahan citra Landsat 7 ETM+ dapat dibuat 8 (delapan) kelas suhu permukaan dengan menggunakan rumus statistik sebagai berikut.

$$\text{Interval } T = \left\{ \frac{T_{\text{maks}} - T_{\text{min}}}{8} \right\} \dots\dots\dots (4.1)$$

Keterangan:

- T : Suhu permukaan (°C).
- Tmax : Nilai suhu permukaan tertinggi (°C).
- Tmin : Nilai suhu permukaan terendah (°C).

Kelas suhu permukaan, yaitu:

- ♦ Suhu I : < 10 °C.
- ♦ Suhu II : 10 – 12 °C.
- ♦ Suhu III : 13 – 15 °C.
- ♦ Suhu IV : 16 – 18 °C.
- ♦ Suhu V : 19 – 21 °C.
- ♦ Suhu VI : 22 – 24 °C.
- ♦ Suhu VII : 25 – 27 °C.
- ♦ Suhu VIII : > 28 °C

4.1.1 Suhu permukaan tahun 2006

Pada tahun 2001 suhu permukaan di Kota Semarang, didominasi oleh region dengan suhu permukaan antara 19 - 21 °C, dengan luas 17.849 ha yang terkonsentrasi pada bagian Timur Semarang.

Suhu permukaan dengan luas tertinggi kedua berada pada region 16 - 19 °C dengan luas sebesar 15.657 atau 41% dari luas wilayah Kota Semarang. Suhu di bawah 16 °C dengan luas 751 ha yang terletak di bagian Barat dari daerah penelitian.

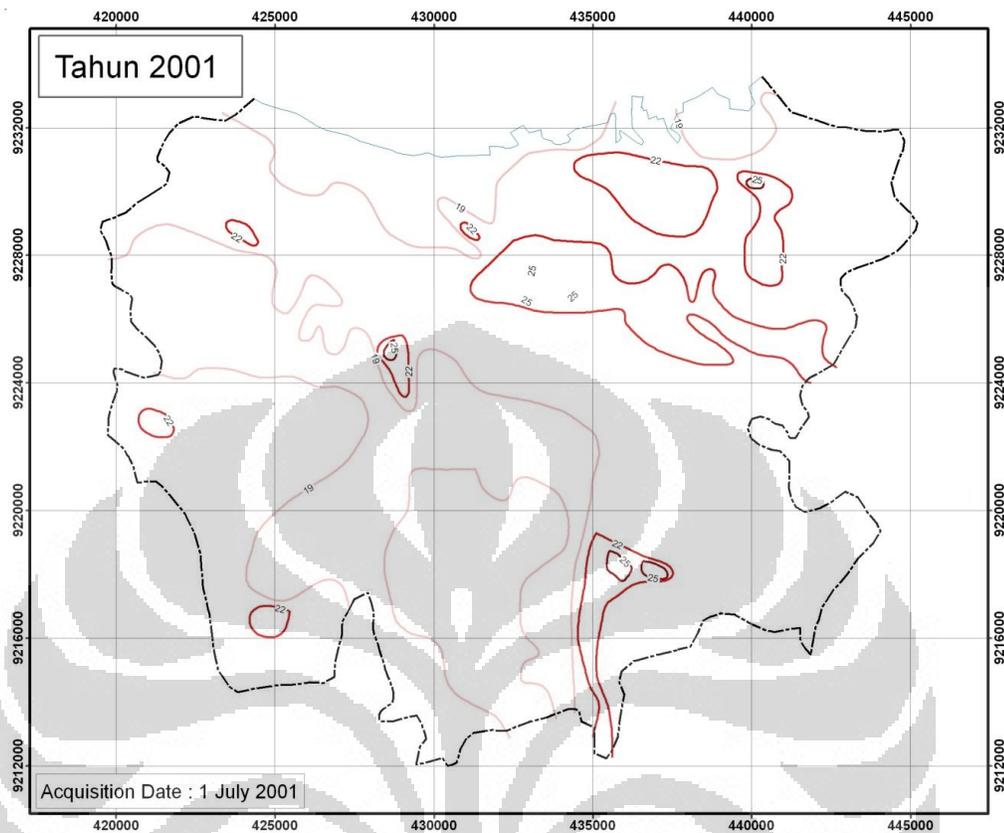
Sedangkan region dengan suhu permukaan 25 - 27°C dan 28 - 30°C berada pada bagian pusat pertumbuhan kota dengan luas wilayah kecamatan yang kecil seperti Semarang Utara, Semarang Selatan, Gayamsari, Semarang Tengah, dan Semarang Timur.

Tabel 7. Suhu Permukaan Tahun 2001 Untuk Masing-masing Kelas

Suhu Permukaan (°C)	Luas (Ha)	Persentase
< 10	33	0,09%
10-12	30	0,08%
13-15	688	1,82%
16-18	15.657	41,43%
19-21	17.849	47,23%
22-24	3.393	8,98%
25-27	137	0,36%
28-30	2	0,01%
Jumlah	37.789	100%

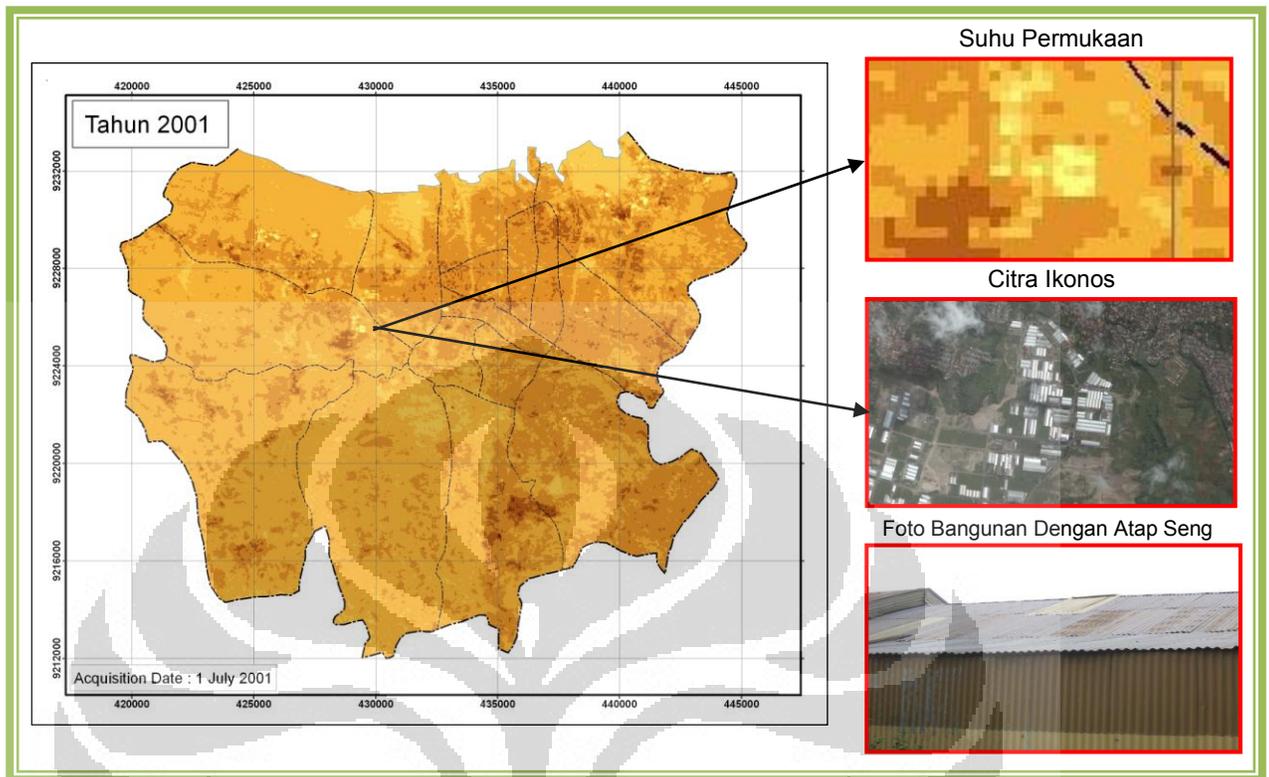
Sumber: Pengolahan data 2008

Secara sederhana suhu permukaan pada tahun 2001 dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Isoterm tahun 2001

Gambar 9, merupakan sampel dari area yang memiliki suhu minimum/rendah. Region yang menunjukkan suhu terendah (berwarna kuning muda), digambarkan pada citra Ikonos suhu minimum tersebut merupakan bangunan dengan atap metalik, sehingga menghasilkan suhu permukaan rendah (Short, 2008). Persebaran suhu permukaan tahun 2001 dapat dilihat pada peta 8.



Gambar 9. Suhu Terendah Pada Tanggal 1 Juli 2001

4.1.2 Suhu permukaan tahun 2006

Suhu permukaan pada tahun 2006 memiliki Tujuh kelas suhu permukaan, di tahun ini tidak ada region dengan suhu permukaan $<10^{\circ}\text{C}$. Region dengan suhu permukaan antara $10-12^{\circ}\text{C}$ dan $13-15^{\circ}\text{C}$ mengalami penurunan luas antara $\pm 20-590$ ha, wilayah dengan region suhu ini terdapat pada bagian utara yang bisa ditemukan di kecamatan Tugu, Ngaliyan, dan Genuk.

Region dengan suhu permukaan $19 - 21^{\circ}\text{C}$ memiliki luas 15.233 ha, dan sebagian besar berada di bagian barat dan selatan dari daerah penelitian yang termasuk dalam Kecamatan Tugu, Ngaliyan, Mijen, dan Gunung Pati. Dibanding dengan tahun 2001 region ini meningkat luasnya sebesar 424 ha.

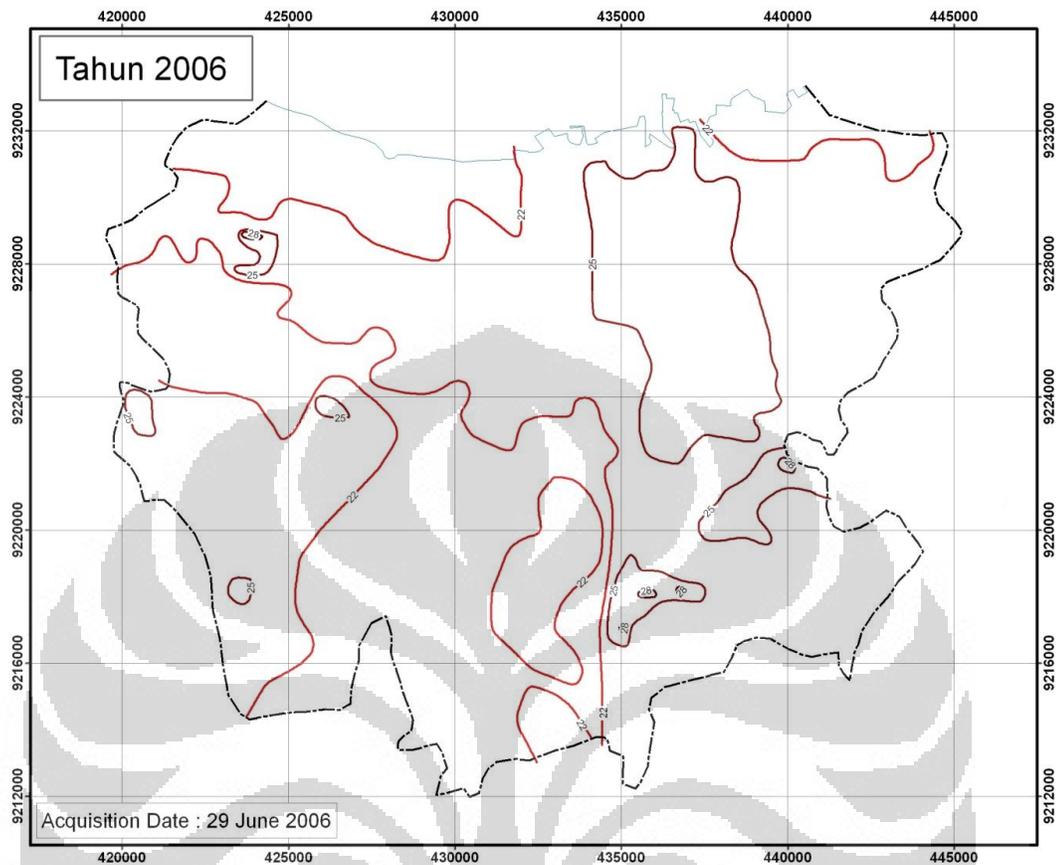
Tabel 8. Luas Wilayah Dirinci Berdasarkan Kelas Suhu Permukaan Di Kota Semarang

Suhu Permukaan (°C)	Luas (Ha)	Persentase
< 10	0	0,00%
10-12	1	0,00%
13-15	10	0,03%
16-18	95	0,25%
19-21	15.233	40,33%
22-24	18.922	50,10%
25-27	3.495	9,25%
28-30	11	0,03%
JUMLAH	37.765	100%

Sumber: Pengolahan Data 2008

Suhu permukaan yang mengalami pertambahan luas sebesar 3 % dari sebelumnya adalah region suhu 22-24 °C. Sedangkan region suhu yang memiliki pertambahan luasan tertinggi terjadi di region dengan suhu permukaan antara 25-27°C dengan luas 18.922 ha atau pertambahannya sebesar 9 %, dari luas region suhu yang sama pada tahun 2001.

Secara sederhana suhu permukaan tahun 2006 dapat digambarkan dengan *isotherm* pada gambar 10.



Gambar 10. Isotherm pada tahun 2006

4.2 Variasi Suhu Permukaan Berdasarkan Kerapatan Vegetasi

Hasil pengolahan citra Landsat 7 ETM+ diperoleh data kerapatan vegetasi yang diklasifikasi ke dalam empat kelas sebagai berikut (Sobrino et al, 2001).

- ◆ Non vegetasi : kurang dari 0,2
- ◆ Kerapatan vegetasi rendah : 0,2 – 0,35
- ◆ Kerapatan vegetasi sedang : 0,36 – 0,5
- ◆ Kerapatan vegetasi tinggi : lebih dari 0,5

4.2.1 Variasi suhu permukaan berdasarkan kerapatan vegetasi tahun 2001

Secara umum, rata-rata suhu permukaan di Kota Semarang berdasarkan kerapatan vegetasinya ditunjukkan pada tabel 9. Tabel 9 memperlihatkan bahwa, semakin rapat vegetasi, nilai rata-rata suhu permukaan semakin menurun.

Peta suhu permukaan di *superimposed* dengan kerapatan vegetasi maka menghasilkan:

Tabel 9. Rata-rata Suhu Permukaan Berdasarkan Kerapatan Vegetasi Tahun 2001

NDVI	Tahun 2001					
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Range</i>	<i>*CV</i>
Non Vegetasi	19,39	2,09	2,16	29,03	26,86	10,80%
Vegetasi Jarang	18,77	1,82	4,36	29,03	24,67	9,69%
Vegetasi Sedang	18,04	1,55	4,90	28,15	23,25	8,56%
Vegetasi Rapat	17,73	1,23	12,19	25,49	13,30	6,93%

*CV = *Coefisien Varian*

Berdasarkan tabel 9 ditemukan bahwa variasi suhu permukaan dipengaruhi penggunaan tanah. Hal tersebut terlihat pada region non vegetasi perbedaan nilai suhu minimum (2,09 °C) dan suhu maksimum (29,03 °C) sebesar (26,86°C). Menunjukkan bahwa dengan region yang sama (non vegetasi) memiliki variasi suhu yang berbeda.

Pada setiap kelas kerapatan vegetasi terdapat variasi suhu permukaan yang ditunjukkan oleh nilai CV (coefisien varian). Coefisien varian terbesar (10,8%) terdapat di non vegetasi berarti region ini memiliki data suhu permukaan lebih bervariasi dibanding dengan region lain.

Nilai standar deviasi mulai dari kelas vegetasi rapat hingga non vegetasi menunjukkan peningkatan.

Suhu permukaan diatas 19 °C dengan kelas non vegetasi berada dibagian timur Kota Semarang. Kecamatan dengan kondisi seperti ini berada di Kecamatan Semarang Timur, Semarang Tengah, Semarang Selatan, Gajah Mungkur, Candisari dengan luas 6.337 ha.

Region dengan suhu permukaan antara 16 – 19 °C di region non vegetasi terdapat pada bagian utara. Terdapat di Kecamatan Tugu dan Semarang Barat dengan luas 3.190 ha.

Luas region vegetasi jarang dengan suhu permukaan antara 16 – 22 °C sebesar 7.456 ha. Wilayah dengan pola tersebut tersebar merata pada daerah penelitian.

Region dengan suhu permukaan antara 16 – 18 °C dan 19 - 21 °C di kelas vegetasi sedang terdapat di bagian selatan dengan luas 12.677 ha. Pola ini termasuk di Kecamatan Ngaliyan, Kecamatan Mijen, Kecamatan Gunung Pati

Region dengan suhu permukaan antara 16 – 19 °C di kelas kerapatan vegetasi rapat dengan luas 2.863 ha tersebar di bagian selatan. Termasuk dalam Kecamatan Gunung Pati dan Kecamatan Mijen. (lihat Lampiran 1)

4.2.2 Variasi suhu permukaan berdasarkan kerapatan vegetasi tahun 2006

Region non vegetasi dengan suhu permukaan 22 – 24 °C memiliki luas 9.661 ha, terbesar dari region suhu permukaan lain. Pola ini tersebar di bagian timur termasuk pada Kecamatan Semarang Utara, Semarang Tengah, Semarang Selatan, dan Genuk.

Region dengan vegetasi jarang yang memiliki luas 4.873 ha dan 4.568 ha dengan suhu permukaan 19 – 21 °C dan 22 – 24 °C tersebar merata di wilayah penelitian.

Region dengan kerapatan vegetasi sedang dan suhu permukaan 19 – 22 °C memiliki luas terbesar 8.803 ha di bagian barat daya wilayah penelitian.

Region dengan vegetasi rapat dan suhu permukaan 19 – 22 °C merupakan area terluas (1.946 ha) dibanding dengan kelas suhu permukaan lain. Wilayah dengan pola ini terdapat di bagian barat. (lihat Lampiran 1)

Peta suhu permukaan di *superimposed* dengan kerapatan vegetasi maka menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 10. Rata-rata Suhu Permukaan Berdasarkan Kerapatan Vegetasi Tahun 2006

NDVI	Tahun 2006					
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Range</i>	<i>*CV</i>
Non Vegetasi	22,76	1,60	11,02	28,29	17,27	7,03%
Vegetasi Jarang	21,85	1,29	13,78	27,08	13,30	5,89%
Vegetasi Sedang	20,67	1,08	16,47	26,67	10,20	5,22%
Vegetasi Rapat	19,99	0,81	17,36	25,44	8,08	4,06%

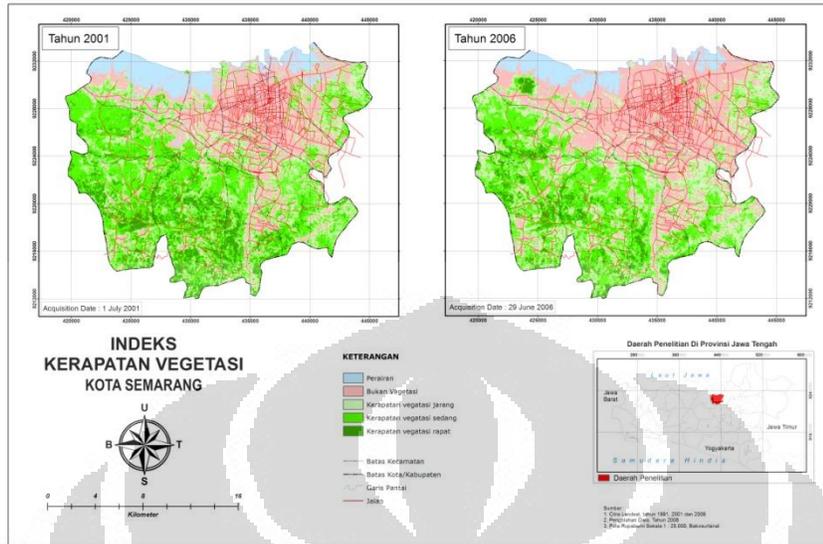
*CV = *Coefisien Varian*

Sumber: pengolahan data

Tabel 11 memperlihatkan semakin rapat kelas kerapatan vegetasi semakin rendah suhu permukaan. Nilai standar deviasi dari suhu permukaan tahun 2006 memiliki pola yang sama dengan tahun 2001 yaitu menunjukkan nilai standar deviasi yang semakin bertambah dari vegetasi rapat menuju non vegetasi. Kelas non vegetasi memiliki data yang lebih bervariasi (heterogen) karena mempunyai nilai *coefisien varian* terbesar 7,03 % dengan perbedaan suhu permukaan (*range*) sebesar 17,27 °C.

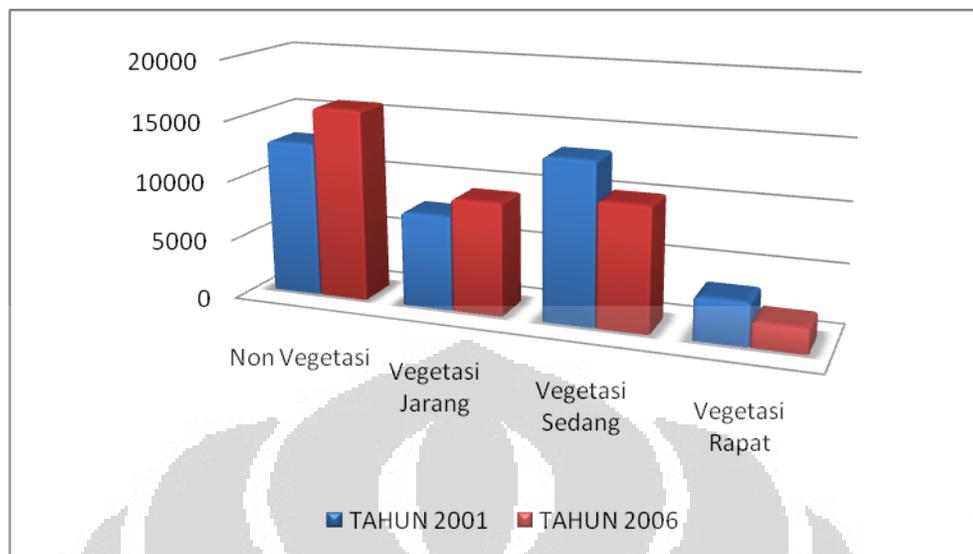
4.2.3 Perbandingan pola suhu permukaan Kota Semarang tahun 2001 dan 2006 Berdasarkan Kerapatan Vegetasi

Data citra Landsat 7 ETM+ yang digunakan dalam penelitian ini direkam pada tanggal 1 Juli 2001 dan 29 Juni 2006, yang termasuk periode catur wulan kedua (Mei – Agustus) yang merupakan periode berkurangnya curah hujan di daerah yang memiliki iklim musiman (musoon) sehingga berpotensi untuk mengalami kekeringan. Kondisi kekeringan maupun berkurangnya areal vegetasi ditunjukkan oleh berkurangnya nilai indeks vegetasi (kerapatan vegetasi) (lihat gambar 11)



Gambar 11. Peta kerapatan vegetasi Kota Semarang tahun 2001-2006

Dari Gambar 12 terlihat bahwa ada perluasan kelas non vegetasi, dengan penambahan luas sebesar 3084 ha. Sedangkan kerapatan vegetasi yang mengalami penurunan adalah kerapatan vegetasi sedang dan kerapatan vegetasi rapat dengan penurunan area sebesar 3.138 ha dan 1.470 ha. Berkurangnya kerapatan vegetasi sedang dan rapat menjadi non vegetasi berdampak pada peningkatan suhu permukaan.



Gambar 12. Grafik luas kerapatan vegetasi tahun 2001 dan 2006

4.3 Variasi Suhu Permukaan Berdasarkan Tutupan Lahan

Berdasarkan hasil pengolahan citra Landsat 7 ETM+ tutupan lahan di klasifikasi menjadi:

- ◆ Lahan terbangun
- ◆ Tanah terbuka
- ◆ Vegetasi hutan
- ◆ Vegetasi non hutan
- ◆ Perairan
- ◆ Pertanian lahan basah
- ◆ Pertanian lahan kering

4.3.1 Variasi suhu permukaan berdasarkan tutupan lahan tahun 2001

Hubungan antara suhu permukaan dengan tutupan lahan yaitu suhu minimum terdapat di lahan terbangun dan nilai maksimum berada pada tutupan lahan pertanian lahan basah. Namun rata-rata suhu permukaan tertinggi berada pada tutupan lahan terbangun dengan nilai suhu permukaan terendah pada tutupan lahan perairan.

Peta suhu permukaan di *superimposed* dengan kerapatan vegetasi maka menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 11 . Rata-rata Suhu Permukaan Berdasarkan Tutupan Lahan Tahun 2001

Tutupan Lahan	Tahun 2001					
	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Range</i>	<i>*CV</i>
Lahan terbangun	19,93	1,92	2,16	27,27	25,11	9,65%
Pertanian Lahan Basah	17,93	1,47	4,90	29,03	24,13	8,19%
Pertanian Lahan Kering	17,61	1,06	14,19	28,15	13,97	6,02%
Tanaman Hutan	17,76	1,10	12,69	24,13	11,44	6,20%
Tanaman Non Hutan	18,30	1,42	14,19	26,83	12,64	7,77%
Perairan	16,46	1,42	9,64	24,58	14,94	8,61%
Tanah Terbuka	19,62	1,86	5,97	27,27	21,30	9,49%

*CV = *Coefisien Varian*

Sumber: Pengolahan Data 2008

Nilai *coefisien varian* tertinggi 9,65 % berada di tutupan lahan terbangun yang menunjukkan bahwa nilai suhu permukaannya lebih bervariasi (heterogen), dengan perbedaan suhu permukaan (*range*) sebesar 25,11 °C. Sedangkan yang terendah adalah tutupan lahan pertanian lahan kering dengan *coefisien varian* sebesar 6,02 % dan perbedaan suhu permukaan (*range*) sebesar 13,97 °C yang menunjukkan bahwa suhu permukaannya kurang bervariasi (homogen).

suhu permukaan minimum pada tahun 2001 sebesar (2,16°C) merupakan dengan menggunakan bantuan interpretasi citra ikonos merupakan bangunan dengan atap metalik, sehingga menghasilkan suhu permukaan rendah (Short, 2008). Persebaran suhu permukaan tahun 2001 dapat dilihat pada peta 8

4.3.2 Variasi suhu permukaan berdasarkan tutupan lahan tahun 2006

Suhu permukaan maksimum dan rata-rata suhu permukaan maksimum pada tahun 2006 berada di tutupan lahan terbangun. Tabel 12, memperlihatkan nilai koefisien varian besar terdapat pada pertanian lahan basah dan lahan terbangun dengan nilai 6.83% dan 6.34 % yang berarti ke dua tutupan lahan tersebut memiliki data suhu permukaan yang lebih bervariasi (heterogen) daripada tutupan lahan lain. Rata-rata suhu permukaan pada tahun 2006 sebesar 22,74 (°C) terdapat pada lahan terbangun.

Peta suhu permukaan di *superimposed* dengan kerapatan vegetasi maka menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 12. Rata-rata Suhu Permukaan Berdasarkan Tutupan Lahan Tahun 2006

Tutupan Lahan	Tahun 2006					
	Mean	SD	Min	Max	Range	*cv
Lahan terbangun	22,74	1,44	11,02	28,29	17,27	6,34%
Pertanian Lahan Basah	20,98	1,43	13,32	27,48	14,16	6,83%
Pertanian Lahan Kering	20,58	1,09	17,36	26,67	9,31	5,31%
Tanaman Hutan	21,21	1,21	15,58	26,26	10,68	5,70%
Tanaman Non Hutan	20,74	0,92	17,80	25,44	7,64	4,44%
Perairan	19,26	0,63	16,03	26,26	10,23	3,30%
Tanah Terbuka	22,68	1,41	12,87	27,48	14,62	6,24%

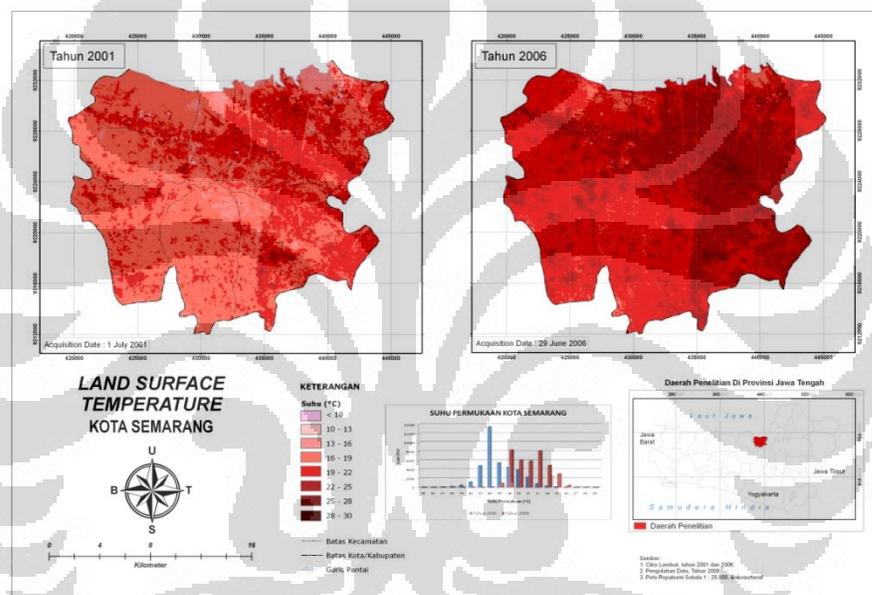
*CV = Coefisien Varian

Sumber: Pengolahan Data

Suhu permukaan minimum pada tahun 2006 terdapat di region non vegetasi. Dari hasil analisis data dan survei lapang yang dilakukan dengan bantuan data IKONOS didapatkan bahwa suhu minimum yang dijumpai ini adalah pabrik atau bangunan dengan atap metalik (seng) yang masuk dalam region non vegetasi.

4.3.3 Perbandingan pola suhu permukaan Kota Semarang tahun 2001 dan 2006 berdasarkan Tutupan Lahan

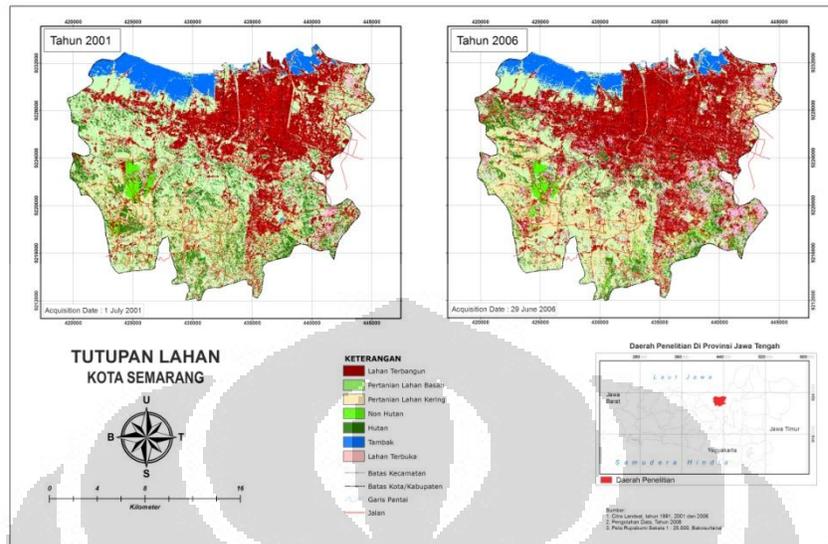
Suhu permukaan merefleksikan tutupan lahan yang ada. Secara umum, berdasarkan suhu permukaan tahun 2001 hingga 2006 hubungan antara suhu permukaan dan kerapatan vegetasi memiliki pola yang sama yaitu penambahan luas area selalu terjadi di suhu permukaan lebih dari 22 °C di semua tutupan lahan tetapi mengalami penurunan pada suhu permukaan di bawah 22 °C.



Gambar 13. Peta suhu permukaan Kota Semarang tahun 2001-2006

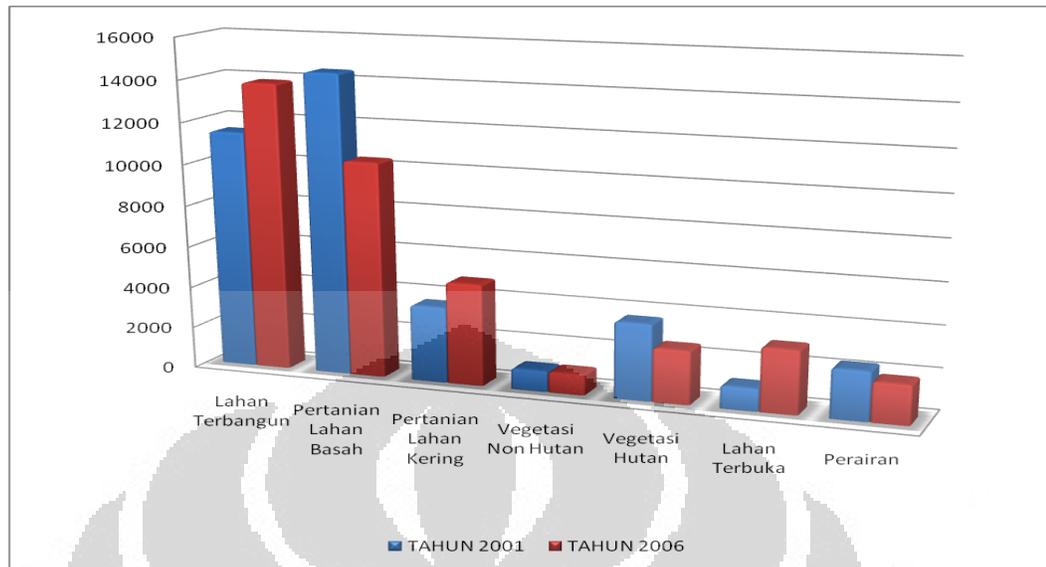
Gambar 13 memperlihatkan suhu permukaan pada tahun 2001 dan 2006. Dari pengamatan secara spasial terlihat adanya peningkatan suhu permukaan semakin tinggi ke arah pusat kegiatan Kota Semarang yang berada di Semarang Tengah, Semarang Utara, Semarang Timur, Semarang Selatan, dan Gajah Mungkur.

Luas yang mengalami peningkatan suhu permukaan tertinggi adalah lahan terbangun pada region suhu permukaan 22-25 °C dengan luasan yang bertambah sebesar 8.759 ha.



Gambar 14. Peta tutupan lahan Kota Semarang tahun 2001 dan 2006

Gambar 14 menunjukkan peta spasial tutupan lahan Kota Semarang tahun 2001 dan 2006 yang diklasifikasi dari data satelit Landsat 7 ETM+. Dari gambar tersebut terlihat adanya perluasan tutupan lahan terbangun sebesar 2.392 ha, sedangkan tutupan lahan vegetasi hutan mengalami penurunan sebesar 1.106 ha, serta penurunan luas tertinggi pada tutupan pertanian lahan basah dengan nilai penurunan sebesar 4.672 ha. Perluasan tutupan lahan terbangun inilah yang merupakan salah satu penyebab meningkatnya suhu permukaan.



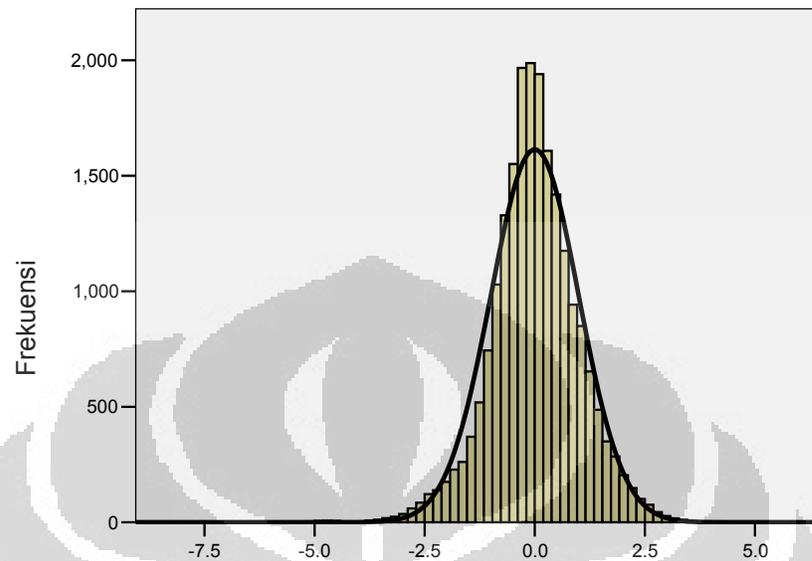
Gambar 15. Grafik luas tutupan lahan tahun 2001 dan 2006

4.4 Analisis Statistik

Analisis statistik digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh variabel kerapatan vegetasi dan tutupan lahan terhadap suhu permukaan. Berdasarkan variabel tersebut metode regresi linier berganda selain untuk mengetahui besarnya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dapat juga memperkirakan secara sistematis tentang apa yang mungkin terjadi di masa akan datang berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki (x dan y).

Pengolahan citra Landsat 7 ETM+ menghasilkan data kerapatan vegetasi, tutupan lahan, dan suhu permukaan. Data-data tersebut merupakan data dengan distribusi normal. Terbukti memenuhi syarat distribusi normal yaitu (Irianto, 2004):

- ◆ Bentuk kurva simetri dengan sumbu x



Gambar 16. Grafik distribusi normal

- ◆ Ujung-ujung grafiknya hanya mendekati sumbu x atau dengan kata lain tidak akan bersinggungan maupun berpotongan dengan sumbu x.

Karena data kerapatan vegetasi, tutupan lahan, suhu permukaan tahun 2001 dan 2006 merupakan data dengan distribusi normal maka bisa menggunakan metode regresi linier berganda.

4.4.1 Analisis Statistik Tahun 2001

Hasil analisa antara variabel diperoleh persamaan regresi berganda antara suhu permukaan dengan kerapatan vegetasi dan tutupan lahan tahun 2001:

$$y = 20,293 - 9,390x_1 + 0,034x_2$$

dengan y = Suhu permukaan

x_1 = Kerapatan vegetasi

$x_2 = \text{DN Tutupan Lahan}$

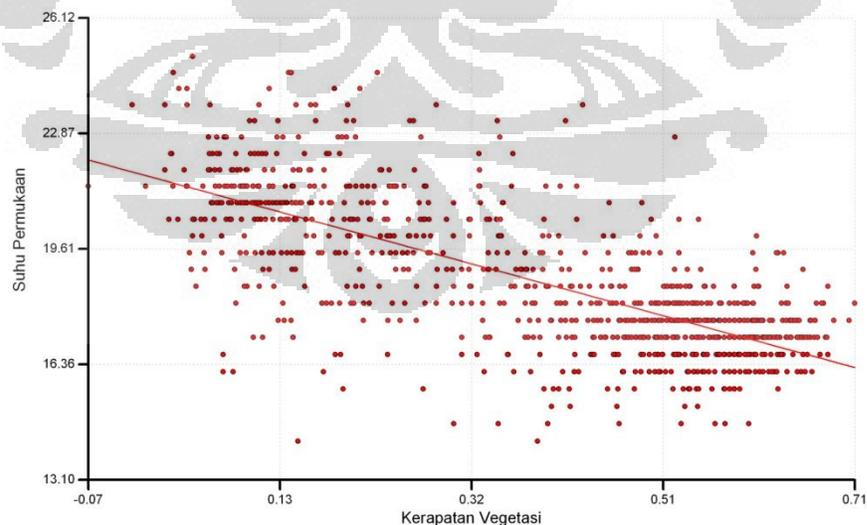
$n = 21043$

$R^2 = 0,531$

Bila variabel X_2 tidak ada atau sama dengan 0 maka akan menunjukkan hubungan antara suhu permukaan dengan kerapatan vegetasi tahun 2001.

Sumbu y pada Gambar 17, menunjukkan nilai suhu permukaan. Adapun sumbu x_1 menunjukkan nilai kerapatan vegetasi. Sampel yang diambil berbentuk grid digambarkan oleh point. Nilai negatif (-) di depan koefisien dari variabel x_1 (kerapatan vegetasi) menunjukkan bahwa suhu permukaan berbanding terbalik terhadap kerapatan vegetasi.

Hasil analisa korelasi antara variabel suhu permukaan, kerapatan vegetasi, dan tutupan lahan diperoleh angka korelasi (r) sebesar $-0,728$ (signifikan pada $\alpha=0,05$), dengan nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar $0,531$ menunjukkan bahwa suhu permukaan dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi dan tutupan lahan sebesar $53,1\%$ dan $46,9\%$ dipengaruhi faktor lain. Koefisien determinasi tersebut memperlihatkan bahwa pengaruh kerapatan vegetasi dan tutupan lahan terhadap suhu permukaan cukup besar.



Gambar 17. Grafik suhu permukaan dengan kerapatan vegetasi tahun 2001

4.4.2 Analisis Statistik Tahun 2006

Persamaan regresi berganda suhu permukaan dengan kerapatan vegetasi dan tutupan lahan tahun 2006 adalah sebagai berikut:

$$y = 23,354 - 7,407x_1 + 0,01x_2$$

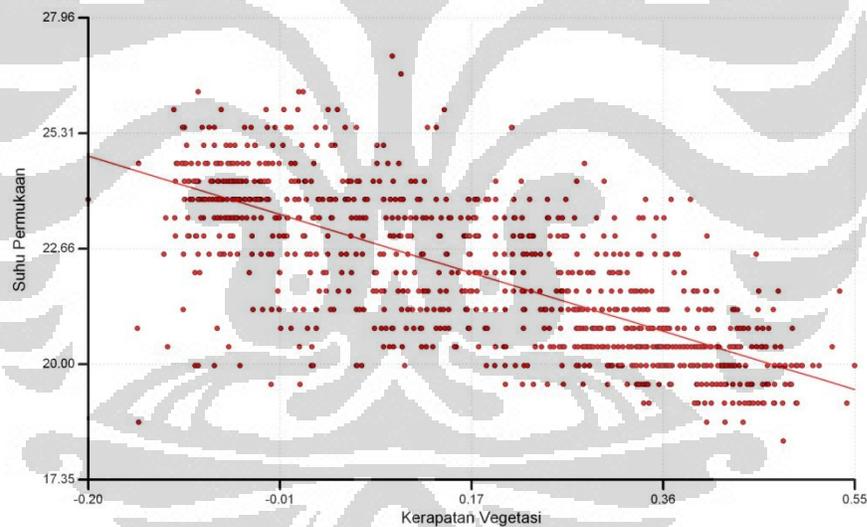
dengan y = Suhu permukaan

x_1 = Kerapatan vegetasi

x_2 = DN Tutupan Lahan

$n = 21043$

$R^2 = 0,547$



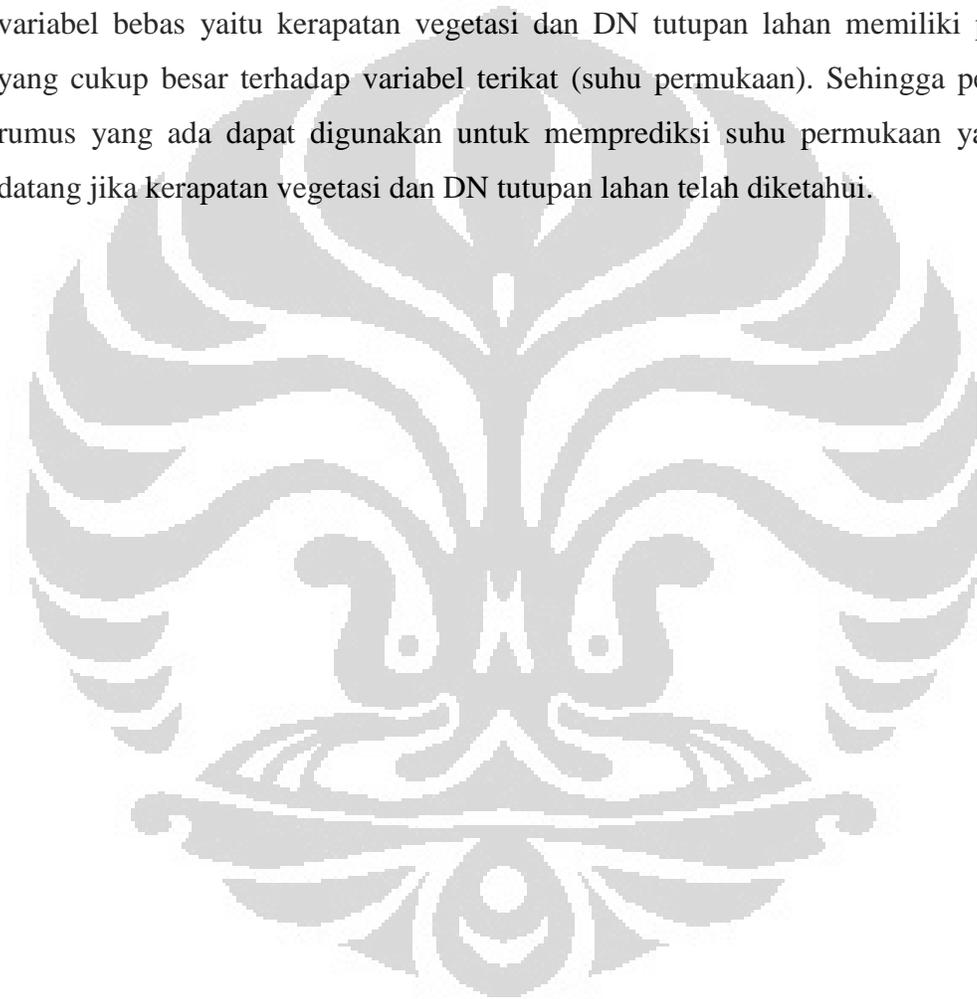
Gambar 18. Grafik suhu permukaan dengan kerapatan vegetasi tahun 2006

Pada tahun 2006, nilai negatif pada variabel kerapatan vegetasi (x_1) akan menentukan nilai besarnya pengurangan nilai (x_1) yang dapat meningkatkan nilai y . Koefisien regresi x_1 sebesar 7,407 menyatakan bahwa setiap pengurangan (karena tanda -) 1 % kerapatan vegetasi akan meningkatkan suhu sebesar 7,407 %.

Hasil analisis korelasi antara variabel suhu permukaan, kerapatan vegetasi, dan tutupan lahan diperoleh koefisien angka korelasi (r) sebesar -0,739 (signifikan

pada $\alpha=0,05$), koefisien determinasi pada tahun 2006 (R^2) memiliki nilai 54,6 % yang menunjukkan besar pengaruh kerapatan vegetasi dan tutupan lahan terhadap suhu permukaan sebesar nilai tersebut, sedangkan 45,4% dipengaruhi faktor lain.

Dari hasil koefisien determinasi (R^2) pada kedua tahun, pengaruh kerapatan vegetasi dan tutupan lahan terhadap suhu permukaan diatas 50% yang berarti kedua variabel bebas yaitu kerapatan vegetasi dan DN tutupan lahan memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap variabel terikat (suhu permukaan). Sehingga persamaan rumus yang ada dapat digunakan untuk memprediksi suhu permukaan yang akan datang jika kerapatan vegetasi dan DN tutupan lahan telah diketahui.



BAB 5

KESIMPULAN

Rata-rata suhu permukaan di Kota Semarang pada tahun 2006 lebih tinggi (22,76 °C) dibandingkan pada tahun 2001 (19,39 °C). Pola spasial suhu permukaan terpanas (>25 °C) pada tahun 2001 maupun 2006 menunjukkan pola spasial yang sama sesuai dengan perkembangan daerah urban di bagian timur Kota Semarang (kearah selatan dan barat wilayah urban).

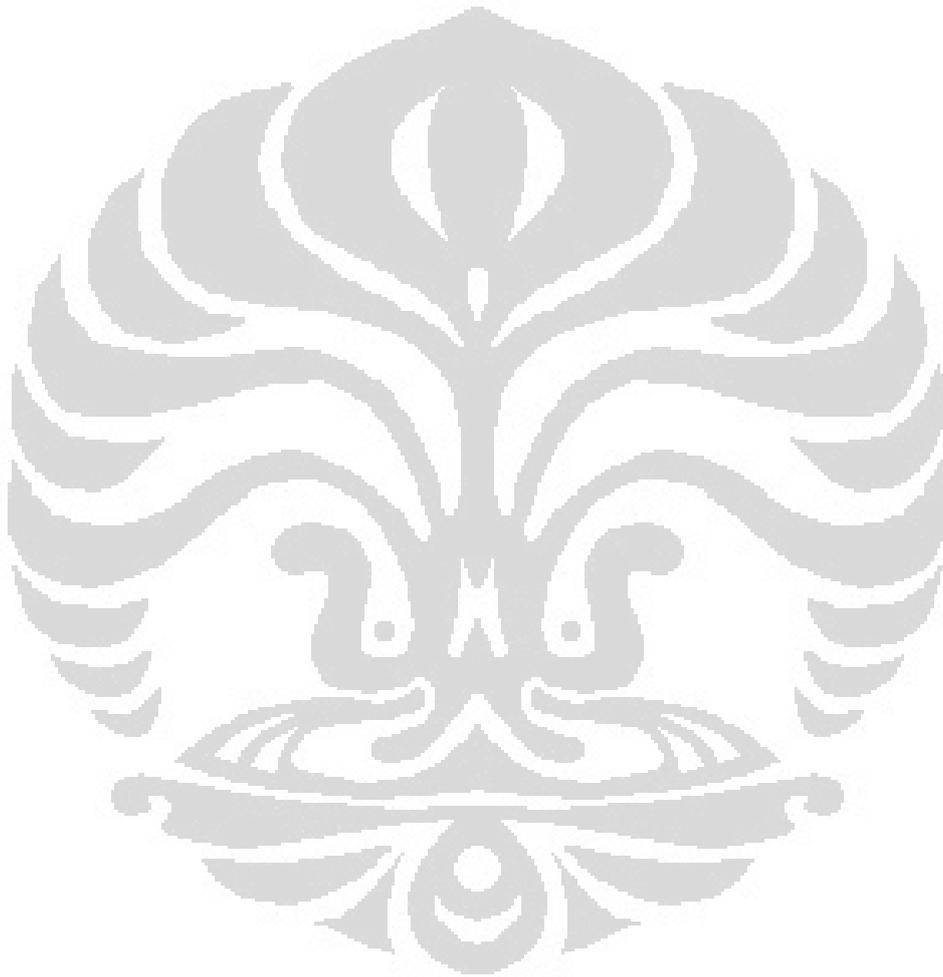
Secara keseluruhan, variasi spasial dari suhu permukaan di Kota Semarang dipengaruhi signifikan oleh kerapatan vegetasi dan tutupan lahan dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 53,1 % (tahun 2001) dan 54,7% (tahun 2006). Sementara variasi spasial dari suhu permukaan pada kerapatan vegetasi dan tutupan lahan yang sama dipengaruhi jenis penggunaan tanahnya. Selain itu dengan menggunakan persamaan regresi berganda tahun 2001 dan 2006 dapat memperkirakan suhu permukaan yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanti, S. (1993). Kutub – Kutub Panas Kota di Jakarta. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia. Depok
- Adiyanti, S. (1997). Studi Tentang Kutub Panas Kota di Jakarta Pada Tahun 1992. Jurnal lingkungan dan pembangunan, LIPI
- Baumann, P.R. (2001). *An Urban Heat Island: Washington D.C.* Mei 28, 2008
<http://www.mech.tohoku.ac.jp/mech-labs/tssaitoh/E-HI1.html>
- Chen,P.S.C.Liew & L.K.Kwoh. (2001). Dependence of Urban Temperature Elevation on Landcover Types. The 22nd Asian Conference on Remote Seneing,5-9November 2001,Singapore
- Cihlar, J. L. St-Laurent, and Dyer, J.A. (1991). Relation between the normalized vegetation index and ecological variables. *Remote Sensing of Environment* 35: 279-298.
- Daldjoeni, N. (1992). Geografi Baru: Organisasi Keruangan dalamTeori dan Praktek. Bandung: Penerbit Alumni
- Firman, T. (1995). Urban Restructuring in Jakarta metropolitan Region: an Integration into a System of Global Cities.Proceeding of the Conference on Cities and the New Global Economy, the Government of Australia and OECD, 20-23 November 1994. Melbourne
- Hartanto. (2006). Landuse and land cover. Agustus 24, 2008.
<http://www.hartanto.wordpress.com>
- Hidayat, H. (2006). Distribusi Suhu Permukaan di Kota Bandung. Skripsi Sarjana Departemen Geografi FMIPA UI. Depok
- Hendro K, Raldi. (2001). Dimensi Keruangan Kota Teori dan Kasus.Jakarta:Penerbit Universita Indonesia
- Norman, J.R. (1974). Microclimate. John Wiley & sons, Inc : Massachussts
- Lillesand, T.M. and Kiefer R, W. (1994). Remote Sensing and Image Interpretation.Third Edition.John Wiley & Son, Inc. New York
- Maik, Z.H, W.G.Bastiaansseen, I.A.M.V.Lieshout and N.A.Mughal. (2004). Estimating Surface Temperature from satellite Data. Journal of Applied Sciences.Vol (4). No.1, 126-129

- Marbun, B.N. (1990). Kota Indonesia Masa Depan (Masalah dan Prospek). Penerbit erlangga: Jakarta
- Moeliono, A.m. (1988). Kamus Bahasa Indonesia. Balai Pusaka:Jakarta
- Prahasta, E. (2008). Remote Sensing: Praktis Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Dijital dengan Perangkat Lunak ER Mapper. Informatika: Bandung
- Purwadhi, Sri. (2001). Interpretasi Citra Dijital. Grasindo:Jakarta
- Sandolth, I., Kjeld R., and Jane A. (2002). Simple Interpretation of the Surface Temperature/Vegetation Index Space for Assessment of Surface Moisture Status. *Remote Sensing Environment*. Volume 79.213-224
- Short, N. M. (2008). Remote Sensing Tutorial. Juni 2, 2008. <http://rst.gsfc.nasa.gov>
- Serrano, S.M.V, X. P-Fernandez and Cuadrat-P, J.M. (2004). Mapping Soil Moisture in the Central Ebro River Valley (northeast Spain) with Landsat and NOAA Satellite Imagery: comparison with meteorological data. *International Journal of Remote Sensing*, 25, 4323-4347
- Sobrino, J.A, J.C.Jimenez-Munoz and L.Paolini. (2004). Land Surface Temperature Retrieval from Landsat TM5. *Remote Sensing of Environment*, Vol.(90). Hal 434-440
- Strahler, A dan A.Strahler. (2002). *Introducing Physical Geography*. John Wiley & sons, Inc : Massachussts
- Tursilowati, L. (2008). Urban Heat Island dan Kontribusinya Pada Perubahan Iklim dan Hubungannya dengan Perubahan Lahan.Prosiding Seminar Nasional Pemanasan dan Perubahan Global-Fakta, Mitigasi, dan Adaptasi Universitas Indonesia. (2008). Pedoman Teknis Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa
- Usman, H. (2006). Pengantar Statistika. Penerbit bumi aksara: Jakarta
- Van, T.T. (2007). Relationship Between Surface Temperature With Land Cover Types Using Thermal Infrared Remote Sensing, in Case of HoChiMinh City. April 25, 2007. <http://sol.oc.ntv.edu.tw/omisar/wksp.mtp>
- Voogt, J.A dan TR.Oke. (2003).Thermal Remote Sensing of Urban Climates. *Remote Sensing of Environment*, Vol.(86) Hal 370-384

- Weng, Q. (2001).A Remote Sensing-GIS Evaluation of Urban Expansion and its Impact on Surface Temperture in the Zhujiang Delta, China.*International Journal Remote Sensing*, Vol (22).No.10, 1999-2014
- Weng, Q, Dengsheng L, Jacquelyn S. (2003). Estimation of Land Surface Temperature Vegetation Abundance Relationship for Urban Heat Island Studies.*Remote Sensing of Environment*, 89.467-483





Lampiran 1. Luas Area Kelas Suhu Permukaan Berdasarkan Kerapatan Vegetasi

suhu (°C)	perairan		non vegetasi		jarang		sedang		rapat	
	2001	2006	2001	2006	2001	2006	2001	2006	2001	2006
<10	4	0	18	0	9	0	3	0	0	0
10 -13	16	1	30	3	11	0	6	0	0	0
13 - 16	565	3	408	13	250	0	528	0	69	0
16 -19	1558	501	3190	166	3876	38	9177	172	2863	105
19 - 22	297	1399	5631	3387	3580	4873	3500	8803	600	1946
22 -25	50	40	687	9661	264	4568	188	1383	20	58
25 - 28	4	4	19	847	9	96	5	12	1	0
28 - 30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	2493	1947	9984	14078	8000	9575	13406	10371	3554	2109

Lampiran 2. Luas area kelas suhu permukaan berdasarkan tutupan lahan

suhu (°C)	Lahan Terbangun (ha)		Lahan basah (ha)		Lahan kering (ha)		Hutan (ha)		perairan (ha)		Lahan Terbuka (ha)		Non Hutan (ha)	
	2001	2006	2001	2006	2001	2006	2001	2006	2001	2006	2001	2006	2001	2006
<10	31.32	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00
10 -13	48.06	3.06	3.96	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	8.64	0.00	3.15	0.18	0.00	0.00
13 - 16	178.65	14.40	821.07	0.45	66.42	0.00	80.19	0.18	681.12	0.00	22.23	1.62	10.17	0.00
16 -19	2391.48	99.27	9893.97	222.57	3138.75	98.01	2969.82	20.70	1692.45	516.60	306.81	17.01	703.26	10.08
19 - 22	7880.40	3481.20	3815.91	7809.66	525.96	4256.46	638.64	1882.44	39.51	1376.10	674.73	828.45	271.08	883.62
22 -25	1022.58	9781.74	1.26	2481.66	4.59	618.84	2.61	693.99	0.54	8.82	74.43	2051.55	18.63	110.16
25 - 28	33.75	672.39	0.63	108.00	0.45	4.68	0.00	8.91	0.00	0.09	1.44	165.69	0.54	0.45
28 - 30	0.00	0.36	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jumlah	11586	14052	14538	10622	3736	4978	3691	2606	2422	1902	1084	3065	1004	1004

Lampiran 3. Hasil SPSS Regresi Linier Berganda Tahun 2001

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Suhu_Pemukaan	18.703066 23	2.058152352	21043
Kerapatan_Vegetasi	.384156	.1943418	21043
DN_Landcover	59.472413 63	12.111591710	21043

Correlations

		Suhu_Pemukaan	Kerapatan_Vegetasi	DN_Landcover
Pearson Correlation	Suhu_Pemukaan	1.000	-.720	-.539
	Kerapatan_Vegetasi	-.720	1.000	.833
	DN_Landcover	-.539	.833	1.000
Sig. (1-tailed)	Suhu_Pemukaan	.	.000	.000
	Kerapatan_Vegetasi	.000	.	.000
	DN_Landcover	.000	.000	.
N	Suhu_Pemukaan	21043	21043	21043
	Kerapatan_Vegetasi	21043	21043	21043
	DN_Landcover	21043	21043	21043

Variables Entered/Removed(a)

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Kerapatan_Vegetasi		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).
2	DN_Landcover		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a Dependent Variable: Suhu_Pemukaan

Model Summary(c)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.720(a)	.519	.519	1.427477167
2	.729(b)	.531	.531	1.409265453

a Predictors: (Constant), Kerapatan_Vegetasi

b Predictors: (Constant), Kerapatan_Vegetasi, DN_Landcover

c Dependent Variable: Suhu_Pemukaan

ANOVA(c)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	46258.667	1	46258.667	22701.512	.000(a)
	Residual	42875.058	21041	2.038		
	Total	89133.725	21042			
2	Regression	47347.672	2	23673.836	11920.186	.000(b)
	Residual	41786.053	21040	1.986		
	Total	89133.725	21042			

a Predictors: (Constant), Kerapatan_Vegetasi

b Predictors: (Constant), Kerapatan_Vegetasi, DN_Landcover

c Dependent Variable: Suhu_Pemukaan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	21.634	.022		992.403	.000		
	Kerapatan_Vegetasi	-7.629	.051	-.720	-150.670	.000	1.000	1.000
2	(Constant)	20.293	.061		331.670	.000		
	Kerapatan_Vegetasi	-9.390	.090	-.887	-104.007	.000	.307	3.261
	DN_Landcover	.034	.001	.200	23.417	.000	.307	3.261

a. Dependent Variable: Suhu Pemukaan

Excluded Variables^b

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics		
						Tolerance	VIF	Minimum Tolerance
1	DN_Landcover	.200 ^a	23.417	.000	.159	.307	3.261	.307

a. Predictors in the Model: (Constant), Kerapatan_Vegetasi

b. Dependent Variable: Suhu_Pemukaan

Collinearity Diagnostics^a

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions		
				(Constant)	Kerapatan_Vegetasi	DN_Landcover
1	1	1.892	1.000	.05	.05	
	2	.108	4.192	.95	.95	
2	1	2.882	1.000	.00	.01	.00
	2	.111	5.102	.09	.34	.00
	3	.008	19.219	.91	.66	1.00

a. Dependent Variable: Suhu_Pemukaan

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	16.22560	23.44276	18.70307	1.500050252	21043
Std. Predicted Value	-1.652	3.160	.000	1.000	21043
Standard Error of Predicted Value	.010	.063	.016	.004	21043
Adjusted Predicted Value	16.22551	23.44695	18.70307	1.500067830	21043
Residual	*****	*****	*****	1.409198477	21043
Std. Residual	-5.713	4.919	.000	1.000	21043
Stud. Residual	-5.715	4.920	.000	1.000	21043
Deleted Residual	*****	*****	*****	1.409394515	21043
Stud. Deleted Residual	-5.719	4.922	.000	1.000	21043
Mahal. Distance	.002	41.515	2.000	1.965	21043
Cook's Distance	.000	.010	.000	.000	21043
Centered Leverage Value	.000	.002	.000	.000	21043

a. Dependent Variable: Suhu_Pemukaan

Lampiran 4. Hasil SPSS Regresi Linier Berganda Tahun 2006

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Suhu_Permukaan	21.97749170	1.802389599	21043
Kerapatan_Vegetasi	.19166274	.184848659	21043
DN_Landcover	59.473018	12.0579138	21043

Correlations

		Suhu_Permukaan	Kerapatan_Vegetasi	DN_Landcover
Pearson Correlation	Suhu_Permukaan	1.000	-.737	-.203
	Kerapatan_Vegetasi	-.737	1.000	.352
	DN_Landcover	-.203	.352	1.000
Sig. (1-tailed)	Suhu_Permukaan	.	.000	.000
	Kerapatan_Vegetasi	.000	.	.000
	DN_Landcover	.000	.000	.
N	Suhu_Permukaan	21043	21043	21043
	Kerapatan_Vegetasi	21043	21043	21043
	DN_Landcover	21043	21043	21043

Variables Entered/Removed(a)

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Kerapatan_Vegetasi	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).
2	DN_Landcover	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a Dependent Variable: Suhu_Permukaan

Model Summary(c)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.737(a)	.543	.543	1.218618428
2	.739(b)	.547	.547	1.213740680

a Predictors: (Constant), Kerapatan_Vegetasi

b Predictors: (Constant), Kerapatan_Vegetasi, DN_Landcover

c Dependent Variable: Suhu_Permukaan

ANOVA(c)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	37110.681	1	37110.681	24989.838	.000(a)
	Residual	31246.535	21041	1.485		
	Total	68357.215	21042			
2	Regression	37361.793	2	18680.897	12680.778	.000(b)
	Residual	30995.422	21040	1.473		
	Total	68357.215	21042			

a Predictors: (Constant), Kerapatan_Vegetasi

b Predictors: (Constant), Kerapatan_Vegetasi, DN_Landcover

c Dependent Variable: Suhu_Permukaan

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	23.354	.012		1929.891	.000		
	Kerapatan_Vegetasi	-7.184	.045	-.737	-158.082	.000	1.000	1.000
2	(Constant)	22.821	.043		536.070	.000		
	Kerapatan_Vegetasi	-7.407	.048	-.760	-153.148	.000	.876	1.142
	DN_Landcover	.010	.001	.065	13.056	.000	.876	1.142

a Dependent Variable: Suhu_Permukaan

Excluded Variables(b)

Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics			
					Tolerance	VIF	Minimum Tolerance	
1	DN_Landcover	.065(a)	13.056	.000	.090	.876	1.142	.876

a Predictors in the Model: (Constant), Kerapatan_Vegetasi

b Dependent Variable: Suhu_Permukaan

Collinearity Diagnostics(a)

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions		
				(Constant)	Kerapatan_Vegetasi	DN_Landcover
1	1	1.720	1.000	.14	.14	
	2	.280	2.477	.86	.86	
2	1	2.642	1.000	.01	.05	.00
	2	.340	2.789	.02	.88	.01
	3	.019	11.927	.97	.07	.98

a Dependent Variable: Suhu_Permukaan

Residuals Statistics(a)

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	18.98716736	25.16543770	21.97749170	1.332509607	21043
Std. Predicted Value	-2.244	2.392	.000	1.000	21043
Standard Error of Predicted Value	.008	.038	.014	.004	21043
Adjusted Predicted Value	18.98711205	25.16857338	21.97749770	1.332516643	21043
Residual	-8.661094666	5.768861771	.000000000	1.213682997	21043
Std. Residual	-7.136	4.753	.000	1.000	21043
Stud. Residual	-7.137	4.754	.000	1.000	21043
Deleted Residual	-8.664848328	5.770618916	.000005997	1.213866567	21043
Stud. Deleted Residual	-7.146	4.756	.000	1.000	21043
Mahal. Distance	.000	19.161	2.000	1.614	21043
Cook's Distance	.000	.007	.000	.000	21043
Centered Leverage Value	.000	.001	.000	.000	21043

a Dependent Variable: Suhu_Permukaan

Lampiran 5. Jumlah sample pada tutupan lahan Tahun 2001 Dan 2006

Tutupan Lahan	Tahun 2001		Tahun 2006	
	total pixel	sampel pixel	total pixel	sampel pixel
lahan terbangun	127496	7018	154072	7018
lahan basah	160915	7003	115674	6997
lahan kering	40877	1804	54776	1801
hutan	41090	3015	28805	3015
lahan terbuka	12043	988	34022	991
non hutan	11163	1215	11142	1221
perairan	26289		21225	
jumlah	419873	21043	419716	21043

Lampiran 6. Jumlah sample pada kerapatan vegetasi Tahun 2001 Dan 2006

Kerapatan Vegetasi	Tahun 2001		Tahun 2006	
	total pixel	sampel pixel	total pixel	sampel pixel
non vegetasi	112109	7468	156082	8851
vegetasi jarang	87667	3297	104338	4647
vegetasi sedang	149318	7675	114453	6120
vegetasi rapat	39503	2603	23169	1425
perairan	31276		21574	
jumlah	419873	21043	419616	21043

Lampiran 7. Foto Hasil Survei



Foto 1. Kawasan Industri dengan pabrik yang beratapkan seng di BSB Kec. Mijen.
(Dok. Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 2. Pabrik yang beratapkan seng Kec. Tugu (Dok. Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 3. Lahan terbangun di Kec. Gayamsari (Dok. Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 4. Permukiman di Kec. Gunungpati (Dok. Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 5. Pertanian Lahan Basah di Kec. Tugu (Dok. Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 6. Pertanian Lahan Basah di Kec. Gunungpati (Dok. Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 7. Pertanian Lahan Kering
di Kecamatan Ngaliyan
(Dok.Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 8. Pertanian Lahan Kering
di Kecamatan Ngaliyan
(Dok.Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 9. Hutan jati
di Kecamatan Ngaliyan
(Dok.Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 10. Vegetasi hutan
di Kecamatan Tugu
(Dok.Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 11. Vegetasi non hutan
di Kecamatan Mijen
(Dok.Triyanti 9 Juni 2008)



Foto 12. Vegetasi non hutan
di Kecamatan Mijen
(Dok.Triyanti 9 Juni 2008)

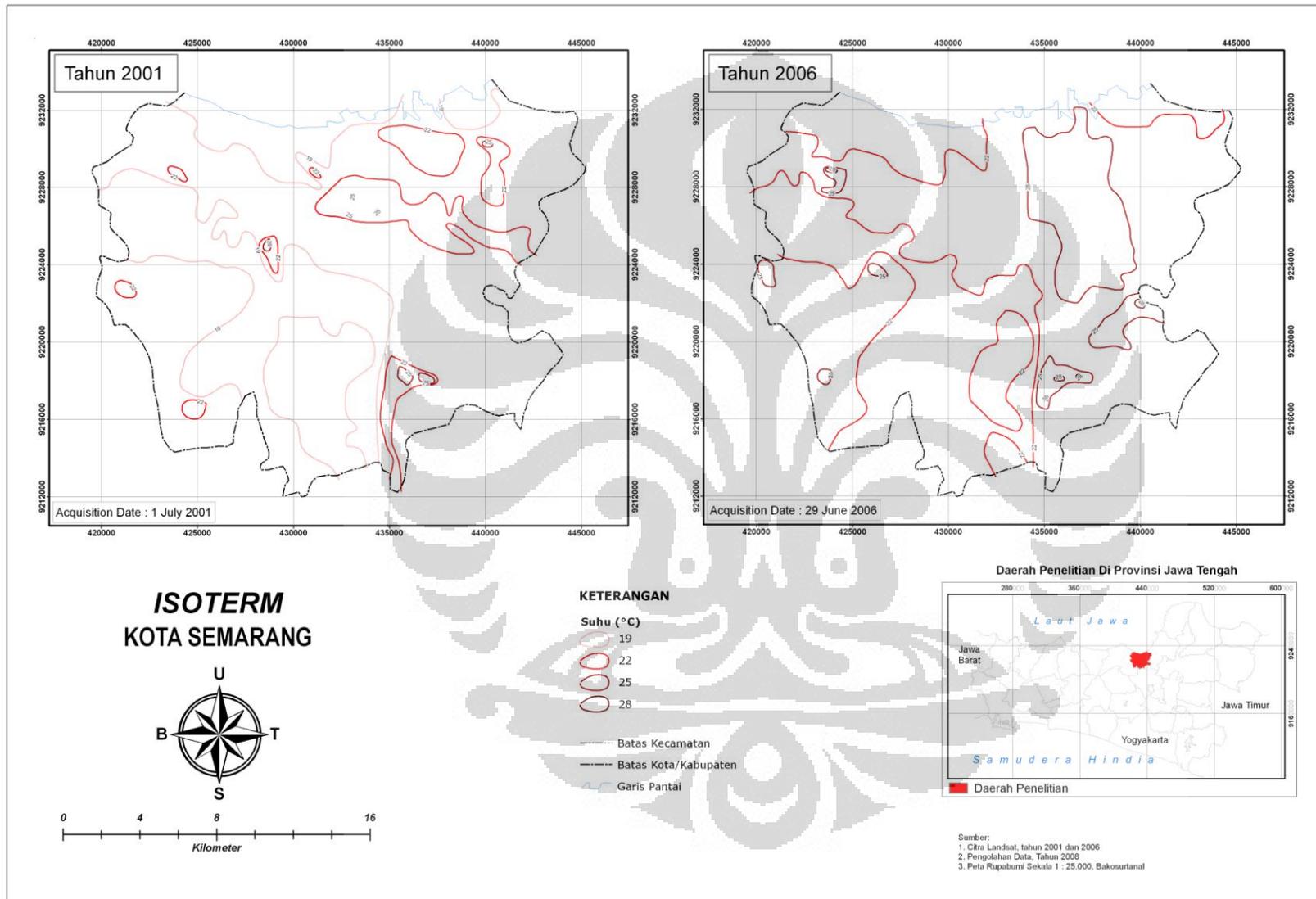


Foto 13. Lahan terbuka
di Kecamatan Tembalang
(Dok.Triyanti 9 Juni 2008)

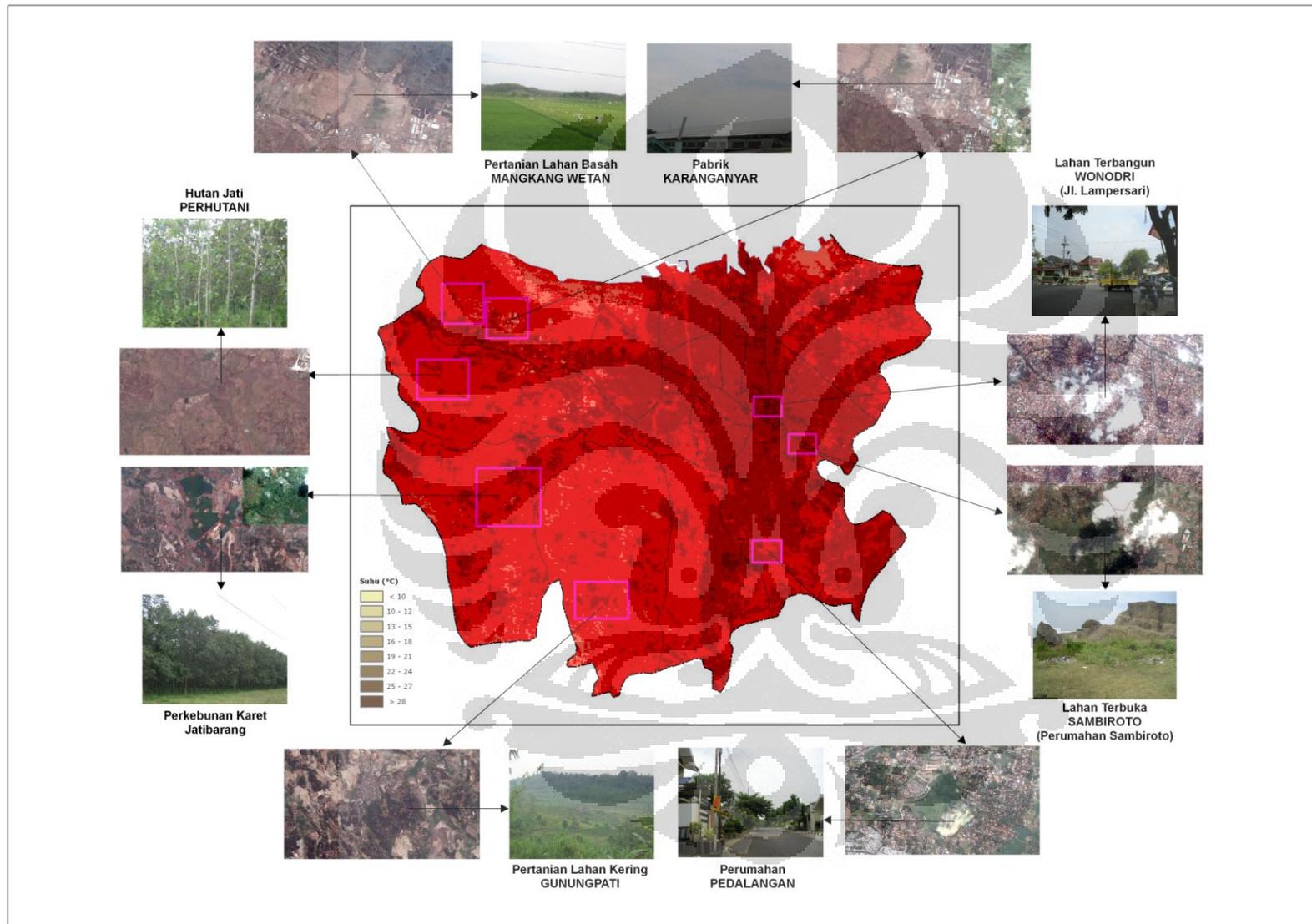


Foto 14. Lahan terbuka
di Kecamatan Pedurungan
(Dok.Triyanti 9 Juni 2008)

Lampiran 8. *Isoterm Kota Semarang*



Lampiran 9. Lokasi Pengamatan Survei





PETA

