

***URBAN HEAT ISLAND* DI KOTA PANGKALPINANG  
TAHUN 2000 DAN 2006**

**SKRIPSI**

**PASKA ARIANDY ISWANTO**

**0304060576**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN GEOGRAFI  
DEPOK  
DESEMBER 2008**

***URBAN HEAT ISLAND* DI KOTA PANGKALPINANG  
TAHUN 2000 DAN 2006**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
(S.Si)**

**PASKA ARIANDY ISWANTO**

**0304060576**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN GEOGRAFI  
DEPOK  
DESEMBER 2008**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama** : Paska Ariandy Iswanto

**NPM** : 0304060576

**Tanda Tangan** : 

**Tanggal** : 13 Januari 2009

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Paska Ariandy Iswanto

NPM : 0304060576

Program Studi : Geografi

Judul Skripsi : *Urban Heat Island* di Kota Pangkalpinang Tahun 2000 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

Ketua Sidang : Drs. Hari Kartono, MS

(.....)

Pembimbing : Drs. Sobirin, MSi

(.....)

Pembimbing : Drs. Cholifah Bahaudin, MA

(.....)

Penguji : Dr. Djoko Harmantyo, MS

(.....)

Penguji : Drs. Tjiong Giok Pin, MKom, MSi

(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 23 Desember 2008

## KATA PENGANTAR / UCAPAN TERIMA KASIH

Setelah sekian lama berlutat dengan pemilihan dan penggantian tema skripsi bahkan penggantian pembimbing, akhirnya penulis memutuskan untuk melakukan penelitian mengenai *Urban Heat Island* yang dilakukan di kota kelahiran dan tempat dibesarkannya penulis sendiri, Kota Pangkalpinang di Pulau Bangka, Indonesia. Maksud penulis melakukan penelitian ini adalah untuk setidaknya berguna bagi pengembangan Kota Pangkalpinang yang berkelanjutan dan juga dapat menjadi referensi bagi studi-studi klimatologi urban selanjutnya meskipun penulis sadar skripsi ini masih jauh dari sempurna.

Skripsi ini tidak akan bisa terwujud tanpa bantuan dari berbagai pihak yang penulis sangat berhutang budi padanya. Oleh karena itu, perlulah penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Papaku Johannes Iswanto (吳木兇), Mamaku Katarina Lo Tjhun Kim (陳春金) dan Adikku Classica Rossary. Merekalah sumber inspirasi penulis, sumber dana, sumber dukungan moril, dan hampir tiada kata yang dapat menuliskan seberapa besar dukungan mereka *Pa, Ma, Bem sinmung kek galin a. Dakde ikak ku dak akan pacak jadi cemni.*
2. Pembimbing skripsi penulis Pak Sobirin dan Pak Cholifah Bahaudin yang dengan sabar dan tekun membimbing penulis melewati semua rintangan dalam penyusunan skripsi. Terima kasih Pak! Rasanya kata terima kasih pun tidak cukup apabila melihat jasa-jasa bapak-bapak dosen kepada saya.
3. Penguji, Ketua Sidang dan Penilai Skripsi penulis Pak Rokhmatuloh, Pak Djoko Harmantyo, Pak Djamang Ludiro, Pak Hari Kartono, dan Pak Tjiong Giok Pin atas masukan dan kritik yang diberikan sehingga penulis dapat membuat skripsi ini lebih baik lagi.
4. Pembimbing Akademis Bu Tuty Handayani yang selalu *men-support* penulis untuk secepatnya menyelesaikan studi, seluruh dosen-dosen di Geografi yang telah memberi ilmu kepada penulis terutama Bu Dewi Susilowati atas konsultasi statistiknya, serta tidak lupa pada Bu Widyawati yang pernah menjadi pembimbing penulis sebelum penulis memutuskan mengganti tema penelitian. Terima kasih juga kepada Bu Ratna Saraswati dan Bu Dewi Susiloningtyas yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari penyelenggaraan seminar dan sidang penulis. Juga Kepada Pak Eko Koesratmoko sebagai Ketua Jurusan Geografi UI selama penulis melaksanakan dan menyelesaikan kuliah.
5. Instansi-instansi yang sangat membantu penulis untuk mendapatkan data dengan mudah dan lancar : BMG Wilayah II Ciputat, BPN Pusat, BPN Pangkalpinang, Bappeda Pangkalpinang, BPS Pusat, BPS Pangkalpinang, Stasiun Klimatologi Bandara Depati Amir Pangkalpinang, Seameo-Biotrop Bogor, serta pada Kesbanglinmas Depok.
6. Teman-temanku se-Geografi dan se-MIPA baik adik kelas maupun kakak kelas terima kasih atas dukungan kalian semua terutama kepada Angkatan seperjuanganku Angkatan 2004 dan Angkatan 2003. Rasa terima kasih ini terutama kutujukan pada : Peny'03 dan Nina'03 atas pinjaman GPS-nya yang sangat berguna, Yanti '03 atas referensinya yang sangat banyak (bisa jadi perpustakaan), Frengky'04, Yansen'03, Rio'04, Eva'04 (temen seperjuangan saat proposal awal) Marwah '04 dan Puji'04 ( teman seperjuangan penulis saat draft), Yoga'03, Octavia'05, Diah'05, Ramones'05, Rino'05, Nita(Ngasirah)'05, Casmito'05, Prima'03 Asti'04, Yudhi'04, dan Habibie'04 (teman KL2 yang sangat berkesan), Putri '04 atas print SIAK-nya, Aldi'04 dan Ilmi'04 atas pinjaman laptopnya, Daniel'04, Evry'04, Iqbal'04, Weling'04, Corry'04,

Ranum'04, Puspita'04, Diana'04, Dery'04, Arie'04, Arif'04, Dimas'04, Bajok'04, Fauziah'04 atas peta-petanya, Agung'04, Yayan'04, Comenk'04, Sandya'04, Mulia'04, Rois'01, Dolly'01, Indah'02, teman-teman GMC teman-teman KSG, teman-teman KMK dan MIPA.

7. Sahabat-sahabatku terutama Yudha (Krim'04), Nia (Fils'04), Leo (Univ. Binas), Sebastian (Monash Univ), Hendri (Univ. Gunadarma). Juga pada Teman-teman WALHI, para editor dan korektor bagian IPS dan Bahasa di Erlangga, teman-teman dan bapak kos baik di Kapuk, maupun Yahya Nuih, guru-guru dan teman-teman dari Budi Mulia, SMA 1 Pkp maupun Bintang Kejora terutama Bu Pauline (TK Budi Mulia), Bu Serpi Pakpahan (SMP Budi Mulia), Pak Haryadi A. (SMP Budi Mulia), dan Pak Johakim (SMA 1 Pangkalpinang) yang selalu menyemangati penulis.
8. Staf-staf Departemen Geografi, MIPA, dan UI terutama Bu Mae, Catur, Pak Karjo, Mas Karno, Mas Damon, Bu Lis, Pak Wahidin, Mbak Ola, dll.
9. Keluarga besar penulis yang sangat berperan besar dalam kelancaran studi penulis selama berada di Jakarta dan pada waktu penulis melakukan survey terutama Thaiji Ni, Suk Khiau yang sudah penulis anggap sebagai orang tua sendiri selama penulis berada di Jakarta, juga pada Thaiji Lian, Thaiji Fa, Thaiku Khiun, Khiu Sen, Jiji Li, Khiu Ngiat, Thaiku Lim, Ku Kim, Alm.a Jipho Ngui Kap Liong, Thaijichong Sen, Alm. Thaijichong San, Jichong Budjang, Khiume Noni, Khiume Ti, Pakme Mi Fa, Ji Mi Yun dan sepupu-sepupuku yang sangat berarti terutama Welly, Sui Han (谢谢,我的非常好妹妹!), Andri, Gita, Wawan, Denny dan Dennis, Queen, Rico, Muk Hon, Ko Yung, Ko Siong, Ce Mei Ling, Lia, Heri, Merry, Ce Yenny, Ko Muk, Ko Hiung, Ko Bun, Aso Siat Li, Aso A Jiu.

Masih banyak orang yang ingin penulis ucapkan terima kasih, karena sangat banyak orang yang telah berjasa bagi hidup penulis dan bagi skripsi penulis. *Last but not least*, skripsi ini penulis persembahkan kepada Almarhumah Pho Pho (Nenek Penulis) Lo Sak Fo (羅石火) yang dengan kasih sayang telah merawat penulis dari kecil sampai dewasa dan sangat mendukung penulis di setiap segi kehidupan. 婆,承蒙多多!

Depok, Desember 2008

Penulis

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

---

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

Nama : Paska Ariandy Iswanto  
NPM : 0304060576  
Program Studi : Geografi  
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 :

***Urban Heat Island di Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir 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 : 19 Januari 2009

Yang menyatakan



**(Paska Ariandy Iswanto )**

## Abstrak

Nama : Paska Ariandy Iswanto

Program Studi : Geografi

Judul : *Urban Heat Island* di Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006

Pembangunan kota memicu kontrasnya suhu antara daerah rural dan urban yang dikenal sebagai efek *Urban Heat Island* (UHI). Mengambil studi kasus pada Kota Pangkalpinang yang perkembangannya sangat pesat, studi ini menggunakan citra Landsat untuk mengetahui pola spasial suhu permukaan di Pangkalpinang pada tahun 2000 dan 2006 dan hubungan suhu permukaan dengan tutupan lahan, kerapatan vegetasi (NDVI) dan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka (NDBI). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terjadi pertambahan wilayah UHI, tutupan lahan urban dan lahan terbuka mempunyai suhu permukaan tertinggi, antara suhu permukaan dengan kerapatan vegetasi berkorelasi negatif, dan antara suhu permukaan dengan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka berkorelasi positif.

Kata Kunci : *urban heat island*, suhu permukaan, Landsat, Pangkalpinang, pola spasial, tutupan lahan, NDVI, NDBI.

## Abstract

Name: Paska Ariandy Iswanto

Study Program: Geography

Title: Urban Heat Island in Pangkalpinang City in Years 2000 and 2006

Urbanization can induce the urban-rural contrast in temperature. This phenomenon is known as Urban Heat Island (UHI) effect. Taking Pangkalpinang City as a case study due to its rapid development, this study utilized Landsat images to analyze the spatial patterns of surface temperatures for years 2000 and 2006 and surface temperature - land cover, vegetation density (NDVI), built-up and/or bare land density (NDBI) relationships. The results showed that UHI regions increased, urban and bare land had the highest mean surface temperatures, vegetation density and surface temperature correlated negatively, and built-up and/or bare land density and surface temperature correlated positively.

Keywords: urban heat island, surface temperature, Landsat, Pangkalpinang, spatial pattern, land cover, NDVI, NDBI.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR / UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS - AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR FOTO	xii
DAFTAR PETA	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pertanyaan Penelitian	3
1.3. Batasan	3
1.4. Metodologi Penelitian	4
1.4.1. Metode Pendekatan	4
1.4.2. Data dan Alat	6
1.4.3. Pengolahan Data	7
1.4.4. Analisis Data	10
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Penginderaan Jauh	13
2.1.1. Konsep Dasar Penginderaan Jauh	13
2.1.2. Citra Landsat	14
2.1.3. Aplikasi Penginderaan Jauh	15
2.1.3.1. Derivasi Tutupan Lahan, NDVI, dan NDBI	15
2.1.3.2. Derivasi Suhu Permukaan	17
2.2. Pengaruh Kegiatan Manusia terhadap Atmosfer	19
2.3. <i>Urban Heat Island</i>	20
2.3.1. Tipe dan Karakteristik Spasiotemporal <i>Urban Heat Island</i>	20
2.3.2. Sebab-Sebab dan Dampak <i>Urban Heat Island</i>	24
2.4. Penelitian Terdahulu	
2.4.1. Pola Spasial Suhu Permukaan dan Perbedaannya	26
2.4.2. Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Tutupan Lahan	27
2.4.2.1. Penelitian Menggunakan Pengukuran Langsung	27
2.4.2.2. Penelitian Menggunakan Satelit Landsat	27
2.4.3. Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan NDVI & NDBI	29

<b>BAB 3. KONDISI KOTA PANGKALPINANG</b>	31
3.1. Wilayah Administrasi Kota Pangkalpinang	31
3.2. Morfologi	34
3.3. Iklim dan Cuaca	35
3.4. Penduduk	38
3.5. Penggunaan Tanah dan Jaringan Jalan	40
<b>BAB 4. <i>URBAN HEAT ISLAND</i> DI KOTA PANGKALPINANG</b>	42
4.1. Suhu Permukaan Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006	42
4.2. Tutupan Lahan Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006	42
4.3. Kerapatan Vegetasi dan Kerapatan Lahan Terbangun dan /atau Lahan Terbuka Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006	44
4.4. Pola Spasial Suhu Permukaan di Kota Pangkalpinang	47
4.4.1. Pola Spasial Suhu Permukaan Tahun 2000	47
4.4.2. Pola Spasial Suhu Permukaan Tahun 2006	50
4.4.3. Perbedaan Pola Spasial Suhu Permukaan	52
4.5. Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Tutupan Lahan Tahun 2000 dan 2006	56
4.6. Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Kerapatan Vegetasi Tahun 2000 dan 2006	59
4.7. Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Kerapatan Lahan Terbangun dan/atau Lahan Terbuka Tahun 2000 dan 2006	61
<b>BAB 5. KESIMPULAN</b>	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	64

## DAFTAR TABEL

- Tabel 1. Hasil Koefisien Korelasi Penelitian Terdahulu Antara Nilai Suhu Permukaan dengan NDVI dan NDBI
- Tabel 2. Keadaan Cuaca Kota Pangkalpinang Tanggal 14 April 2000 dan 30 September 2006
- Tabel 3. Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kota Pangkalpinang Tahun 1961, 1971, 1980, 1990, 2000-2006
- Tabel 4. Distribusi Penduduk Per-kecamatan di Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006 dan Pertambahannya
- Tabel 5. Penggunaan Tanah Kota Pangkalpinang Tahun 2001
- Tabel 6. Luas Tiap Tipe Tutupan Lahan Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006
- Tabel 7. Nilai NDVI dan NDBI Tahun 2006 dan Hasil Survey Lapangan
- Tabel 8. Kategorisasi Suhu Permukaan Tahun 2000
- Tabel 9. Kategorisasi Suhu Permukaan Tahun 2006
- Tabel 10. Tabel Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Tutupan Lahan Tahun 2000
- Tabel 11. Tabel Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Tutupan Lahan Tahun 2006

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Alur Pikir Penelitian

Gambar 2. Profil Suhu Udara Diukur di dalam UCL (*Urban Canopy Layer*) (Garis Bersambung) dan Suhu Permukaan (Garis Putus-putus) dalam Kondisi Heat Island Optimum Selama (i) Malam Hari, dan (ii) Siang hari (Voogt, 2002).

Gambar 3. Model Pola Spasial Suhu Udara Kota pada Malam Hari (Voogt, 2002)

Gambar 4. Curah Hujan Bulanan di Kota Pangkalpinang (a) Tahun 2000 dan (b) Tahun 2006

Gambar 5. Suhu Rata-Rata Bulanan di Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006

Gambar 6. Kelembaban Rata-Rata Bulanan di Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006

Gambar 7. Profil Suhu Permukaan pada (a) Transek A-B, (b) Transek C-D, dan (c) Transek E-F

Gambar 8. Hubungan Antara Rata-Rata Suhu Permukaan dengan Tutupan Lahan, (a) Tahun 2000 dan (b) Tahun 2006

Gambar 9. Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Nilai NDVI, (a) Tahun 2000, (b) Tahun 2006

Gambar 10. Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Nilai NDBI, (a) Tahun 2000, (b) Tahun 2006

## DAFTAR FOTO

Foto 1. Contoh Kenampakan Masing-Masing Tutupan Lahan

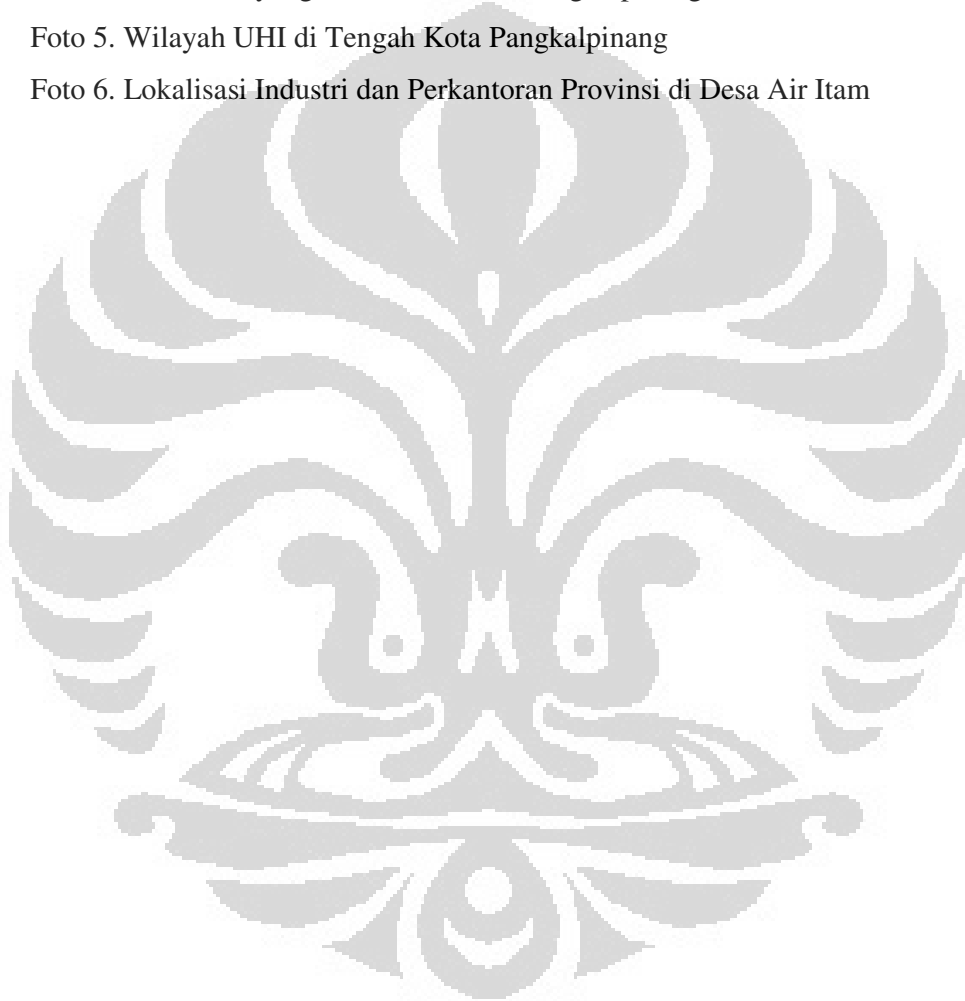
Foto 2. Lokasi Pengambilan Sampel

Foto 3. Perbukitan di Selatan Kota Pangkalpinang

Foto 4. Badan Air yang Membelah Kota Pangkalpinang

Foto 5. Wilayah UHI di Tengah Kota Pangkalpinang

Foto 6. Lokalisasi Industri dan Perkantoran Provinsi di Desa Air Itam



## DAFTAR PETA

- Peta 1. Administrasi Kota Pangkalpinang Tahun 2000
- Peta 2. Penggunaan Tanah Kota Pangkalpinang Tahun 2001
- Peta 3. Jaringan Jalan Kota Pangkalpinang Tahun 2001
- Peta 4. Titik Pengambilan Sampel Kota Pangkalpinang
- Peta 5. Suhu Permukaan Kota Pangkalpinang 14-04-2000 Pkl 09.58
- Peta 6. Suhu Permukaan Kota Pangkalpinang 30-09-2006 Pkl. 09.58
- Peta 7. Tutupan Lahan Kota Pangkalpinang Tahun 2000
- Peta 8. Tutupan Lahan Kota Pangkalpinang Tahun 2006
- Peta 9. NDVI Kota Pangkalpinang Tahun 2000
- Peta 10. NDVI Kota Pangkalpinang Tahun 2006
- Peta 11. NDBI Kota Pangkalpinang Tahun 2000
- Peta 12. NDBI Kota Pangkalpinang Tahun 2006

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Sampel Analisis Korelasi dan Regresi Tahun 2000

Lampiran B. Sampel Analisis Korelasi dan Regresi Tahun 2006

Lampiran C. Rumus – Rumus Statistik

Lampiran D. Peta Departemen Kehutanan

Lampiran E. Google Earth Kota Pangkalpinang



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam tahun-tahun belakangan ini, semakin besar perhatian dunia tertuju pada efek-efek antropogenik terhadap lingkungan. Urbanisasi yang berasosiasi dengan penambahan penduduk dan ekonomi merupakan penyebab utama terjadinya perubahan penggunaan tanah atau tutupan lahan. Pembangunan kota biasanya membawa perubahan yang sangat besar bagi permukaan bumi, di mana vegetasi alami digantikan oleh permukaan yang sulit berevaporasi dan bertranspirasi seperti logam, aspal, dan beton. Keadaan seperti ini akan mempengaruhi redistribusi radiasi matahari, dan memicu kontrasnya radiansi permukaan dan suhu udara antara daerah rural dan urban (Weng, 2004). Perbedaan suhu udara antara daerah urban dan daerah rural yang mengelilinginya dikenal sebagai efek *Urban Heat Island* (UHI). Di Indonesia, fenomena kelebihan panas yang tidak merata ini lebih dikenal dengan istilah Kutub Panas Kota (Adiyanti, 1993).

Studi iklim perkotaan telah lama mengkaji besarnya perbedaan suhu udara antara kota dan daerah rural yang mengelilinginya. Secara tradisional, studi mengenai *Urban Heat Island* diukur dengan menggunakan pengukuran in situ di lokasi yang kecil. Terdapat dua metode pengukuran temperatur yang dilakukan studi-studi tentang *Urban Heat Island* yaitu : 1) *Urban Canopy Layer* (UCL) *Heat Island* yang mengukur suhu udara di antara dua elemen kasar dengan batas atas di bawah atap, contohnya di antara bangunan dan kanopi tumbuhan dan 2) *Urban Boundary Layer* (UBL) *Heat Island* yang mengukur suhu udara di atas UCL di mana batas bawahnya subjek untuk dipengaruhi oleh permukaan urban. Munculnya teknologi satelit penginderaan jauh telah memungkinkan studi *Urban Heat Island* untuk dilakukan pada wilayah yang lebih luas.

Studi mengenai *Urban Heat Island* dengan menggunakan satelit baru berkembang dalam 3 dekade belakangan ini seiring dengan ditemukannya metode ekstraksi suhu permukaan dari data termal inframerah. Awalnya kebanyakan



studi-studi ini menggunakan satelit NOAA AVHRR. Pada tahun 1990-an para peneliti iklim perkotaan mulai marak menggunakan band inframerah satelit Landsat *Thematic Mapper* (TM) dan pada awal abad ke-21 *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) untuk mengetahui efek UHI. Studi-studi dengan menggunakan satelit Landsat telah diterapkan di berbagai belahan dunia dan tidak sedikit diterapkan di daerah tropis seperti Singapura (Nichol, 1996), Cyberjaya (Asmat, Mansor, & Wong, 2003), Bandung (Hidayat, 2006), dan Ho Chi Minh City (Tanh, 2005). Lebih lanjut Nichol (1996) menyimpulkan bahwa nilai suhu permukaan dari satelit Landsat mencerminkan suhu udara yang sebenarnya pada UCL sehingga satelit dapat dijadikan data yang cukup akurat untuk kota tropis basah.

*Urban Heat Island* dipengaruhi oleh pola perubahan tutupan lahan, contohnya komposisi vegetasi, air, lahan terbangun dan perubahannya. Studi kualitatif mengenai relasi antara pola tutupan lahan dengan suhu permukaan akan membantu kita dalam perencanaan penggunaan tanah. Telah diketahui bahwa beberapa indeks vegetasi yang didapat dari penginderaan jauh dapat digunakan dalam penilaian tutupan vegetasi secara kuantitatif dan kualitatif seperti NDVI. Untuk lahan terbangun dan/atau lahan terbuka, indeks NDBI juga telah dikembangkan. Kedua indeks inipun telah umum digunakan di berbagai daerah untuk mendelineasi tutupan lahan. Oleh karena itu, penggunaan NDVI dan NDBI dapat mewakili tipe tutupan lahan secara kuantitatif sehingga hubungan antara indeks-indeks tersebut dengan suhu dapat dilakukan dalam penelitian-penelitian UHI (Chen dkk., 2005).

Studi mengenai *Urban Heat Island* kebanyakan mengambil studi kasus pada kota-kota besar dan kota-kota metropolitan. Namun, bukan berarti bahwa *Urban Heat Island* hanya terjadi pada kota-kota besar dan kota-kota metropolitan. Penelitian yang dilakukan oleh Kopec (1970) di kota kecil (Chapel Hill, North Carolina, Amerika Serikat) berpenduduk 24.000 jiwa dengan luas 13 mil<sup>2</sup> (33,7 km<sup>2</sup>) menemukan adanya perbedaan suhu yang cukup signifikan dalam *range* 11 – 16°F (± 4 - 5° C) antara CBD dan daerah rural di sekelilingnya. Begitu juga dengan penelitian Unger dkk. (2001) pada kota sedang (Szeged, Hungaria) dengan penduduk 160.000 jiwa dengan luas 281 km<sup>2</sup> juga menemukan fenomena yang

serupa yang mencatat perbedaan suhu sampai 3°C. Semua kota apapun ukurannya membentuk iklim tersendiri berbeda dengan iklim makro regional di mana kota itu berada, meskipun karakteristik iklim mikro urban tergantung pada iklim yang lebih besar (Kopec, 1970).

Kota Pangkalpinang merupakan kota sedang (berdasarkan BPS) dengan luas 89,4 km<sup>2</sup>. Sebagai ibukota propinsi, kota ini juga merupakan kota terbesar di propinsi Kepulauan Bangka Belitung. Perubahan status Kota Pangkalpinang yang sebelum tahun 2002 masih berstatus sebagai salah satu kota Propinsi Sumatera Selatan diikuti pula oleh penambahan penduduk yang sangat pesat. Dari tahun 2000 sampai tahun 2006 saja jumlah penduduk melonjak dari 125.774 jiwa hingga 150.668 jiwa atau kurang lebih 19,79% dari total populasi dengan rata-rata pertumbuhan 3,30% setiap tahunnya. Hal ini sangat kontras dengan pertumbuhan penduduk Kota Pangkalpinang 5 tahun sebelum tahun 2000 yang hanya rata-rata kenaikannya 0,86% setiap tahunnya. Hal ini ikut pula berdampak pada perubahan tutupan lahan yang cukup drastis. Berdasarkan BPS Kota Pangkalpinang & Bappeda Kota Pangkalpinang (2007), pertumbuhan pada sektor bangunan selalu positif dan sangat tinggi karena adanya pembangunan perkantoran untuk pemerintahan provinsi. Di samping itu, proyek pembangunan/perbaikan jalan, jembatan, waduk, perumahan penduduk dan bangunan lainnya makin bertambah jumlahnya seiring dengan Kota Pangkalpinang sebagai ibukota propinsi baru.

## **1.2. Pertanyaan penelitian**

1. Bagaimana pola spasial suhu permukaan di Kota Pangkalpinang pada tahun 2000 dan 2006 serta perbedaannya?
2. Bagaimana hubungan antara suhu permukaan dengan tutupan lahan, kerapatan vegetasi dan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka di Kota Pangkalpinang pada tahun 2000 dan 2006?

## **1.3. Batasan**

1. Daerah penelitian adalah Daerah Tingkat II Kota Pangkalpinang, Propinsi Kepulauan Bangka Belitung, Indonesia.

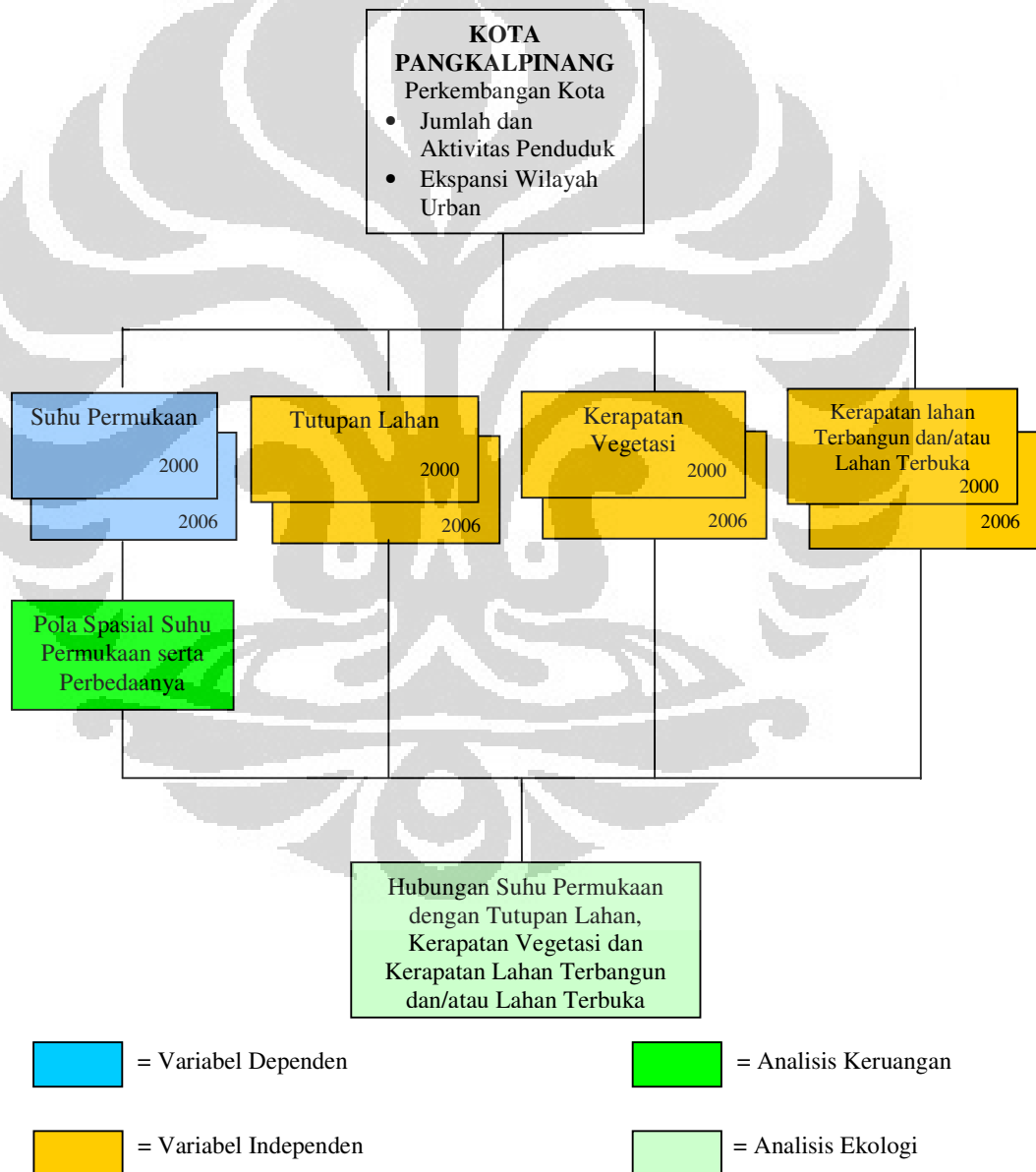
2. *Urban Heat Island* (UHI) adalah lebih tingginya suhu udara pada lapisan dekat-permukaan atmosfer di dalam kota relatif bagi desa-desa di sekelilingnya dan pola isoterm membentuk pola seperti pulau (Voogt, 2002). Dalam penelitian ini UHI yang diamati adalah UHI suhu permukaan (SUHI) (Voogt dan Oke, 2003).
3. Suhu permukaan (*surface temperature*) adalah suatu indeks rata-rata energi kinetik objek permukaan bumi yang dipantulkan dan terekam oleh sensor satelit (Aguado & Burt, 2001; Hidayat, 2006). Suhu permukaan memodulasi suhu udara pada lapisan paling dekat dengan permukaan, penting bagi keseimbangan energi permukaan, membantu menentukan iklim internal bangunan, dan mempengaruhi pertukaran energi yang mempengaruhi kenyamanan penduduk kota (Voogt dan Oke, 2002)
4. Tutupan Lahan (*Land Cover*) adalah permukaan fisik dari bumi, termasuk berbagai kombinasi tipe vegetasi, tanah, batuan, dan badan air, juga elemen-elemen antropogenik, seperti lahan pertanian dan lahan terbangun. Kelas tutupan lahan dipisahkan melalui penginderaan jauh menurut klasifikasi dari Anderson dkk. (1976).
5. NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) adalah suatu algoritma yang diterapkan pada citra multisaluran untuk mengidentifikasi kerapatan vegetasi.
6. NDBI (*Normalized Difference Built-up/Barren Index*) adalah suatu algoritma yang diterapkan pada citra multisaluran untuk mengidentifikasi kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka.

## **1.4. Metodologi Penelitian**

### **1.4.1. Metode Pendekatan**

Pendekatan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan analisis keruangan (spasial) dan pendekatan analisis ekologi yang dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis keruangan adalah analisis mengenai perbedaan lokasi mengenai sifat-sifat penting atau seri sifat-sifat penting dan analisis ekologi adalah analisis interaksi antara variabel manusia dan lingkungannya untuk dipelajari kaitannya (Bintarto & Hadisumarno, 1991).

Untuk menganalisis pola spasial suhu permukaan serta perbedaannya digunakan pendekatan analisis keruangan. Untuk menganalisis hubungan antara suhu permukaan dengan tutupan lahan, kerapatan vegetasi dan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka digunakan pendekatan analisis ekologi. Variabel dependen dalam hal ini adalah suhu permukaan, sedangkan variabel independen adalah tutupan lahan, kerapatan vegetasi, dan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alur Pikir Penelitian

#### 1.4.2. Data dan Alat

Data yang menjadi bahan pengolahan data dalam penelitian ini adalah :

1. Citra Landsat 7 ETM+ path 123 row 62 tanggal 14 April 2000 pukul 09.58 WIB dari Global Land Cover Facility, Earth Science Data Interface, University of Maryland Institute for Advance Computer Study.
2. Citra Landsat 5 TM path 123 row 61 tanggal 30 September 2006 pukul 09.58 WIB dari Geo-Informatics and Space Technology Development Agency, Ministry of Science and Technology, Thailand.
3. Peta Administrasi, Penggunaan Tanah dan Jaringan Jalan Kota Pangkalpinang Skala 1:25000 Tahun 2001 dari Badan Pertanahan Nasional.
4. Peta Penutupan Lahan Provinsi Bangka Belitung Skala 1 : 250.000 Tahun 2005 dari Departemen Kehutanan.
5. Google Earth (Hasil Komposit dari Digital Globe Tahun 2008).
6. Hasil pengecekan lapangan. Pengecekan lapangan bertujuan untuk menguji reliabilitas data tutupan lahan hasil klasifikasi serta NDVI dan NDBI sebagai substitusi untuk kerapatan vegetasi dan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka. Sampel diambil secara *random* sebanyak 30 buah dengan mempertimbangkan berbagai kenampakan yang berbeda. Verifikasi kerapatan vegetasi dilakukan dengan parameter proporsi kanopi dan kerapatan tajuk, sedangkan verifikasi kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka dilakukan dengan parameter proporsi lahan terbangun dan/atau lahan terbuka. Proporsi kanopi, kerapatan tajuk, dan proporsi lahan terbangun dan/atau lahan terbuka diberi skala dari 1-5 atau setara dengan sangat jarang – sangat rapat yang diamati dalam luas 30m x 30 m sesuai dengan luas pixel pada citra Landsat yang digunakan.

Data lainnya yang mendukung penelitian ini antara lain data-data dari Badan Meteorologi dan Geofisika, Badan Pusat Statistik, Badan Pertanahan Nasional serta pustaka-pustaka sebelumnya (lihat Daftar Pustaka).

Alat untuk mengolah data pada penelitian ini antara lain *software* ArcView 3.2 (ekstensi Geoprocessing, Graticules and Measured Grids, Image Analysis, Profile Extractor 6.0 for Spatial Analyst, Simple Random Sampling (1.0), Spatial Analyst, Projection Utility Wizard), ERMapper 7.0, Microsoft Office Word dan

Excel 2003, SPSS 15.0, dan untuk melakukan survey lapang digunakan GPS Garmin-12-XL dan kamera digital Samsung Digimax A503.

### **1.4.3. Pengolahan Data**

Pada proses awal pengolahan citra, citra terlebih dahulu harus dikoreksi. Terdapat dua koreksi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

#### **1. Koreksi Radiometrik**

Kesalahan atau cacat radiometrik, yaitu kesalahan yang berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar (pixel) pada citra, agar mendekati harga yang seharusnya (Purwadhi, 2001). Kesalahan radiometrik dapat disebabkan kesalahan pada sistem optik, kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari. Koreksi ini bertujuan untuk membuat nilai-nilai pada citra tersebut berada pada kondisi idealnya, sehingga dapat digunakan untuk analisis baik visual maupun matematis. Metode koreksi radiometrik dalam penelitian ini menggunakan metode penyesuaian histogram. Metode sederhana ini didasarkan pada kenyataan bahwa data inframerah kebanyakan bersih dari efek-efek pembauran atmosferik dibandingkan dengan data sinar tampak (Joddk., 2001). Contohnya, misal pada citra terdapat perairan, sedangkan apabila melihat pola tanggapan spektral air memiliki nilai 0 sedangkan nilai terendah pada citra yang dikaji adalah 25, maka diasumsikan bahwa nilai 25 itu merupakan gangguan atmosferik (Sobirin dkk., 2007). Untuk band 6, koreksi yang dilakukan merupakan proses yang tidak terpisahkan dari derivasi suhu permukaan.

#### **2. Koreksi Geometrik**

Orbit satelit sangat tinggi dan medan pandangannya kecil, maka terjadi distorsi geometrik. Berdasarkan sumbernya, distorsi atau kesalahan geometrik dapat dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu kesalahan internal dan kesalahan eksternal (Purwadhi, 2001).

Data citra harus dikoreksi geometrik terhadap sistem koordinat bumi, supaya semua informasi data citra telah sesuai keberadaannya di bumi. Pada proses koreksi geometrik ini terdapat dua tahapan. Tahap pertama adalah relokasi

pixel ke posisi seharusnya dan proses resampling nilai pixel (Sobirin dkk, 2007).

Dalam melakukan koreksi geometrik, hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan titik kontrol (GCPs = *Ground Control Points*), kemudian setelah itu melakukan proses koreksi geometrik. Titik kontrol ini berupa objek yang terlihat pada citra sekaligus terlihat pada peta rujukan yang digunakan dalam koreksi geometrik. Titik kontrol ini bisa berupa persilangan antara sungai dengan jalan ataupun persimpangan jalan dan beberapa objek lain yang tampak dengan jelas di citra maupun peta rujukan. Sebenarnya kedua citra telah terkoreksi geometrik, namun karena ketidaksesuaian koreksi antar citra dan banyaknya distorsi yang terjadi, oleh karena itu koreksi kedua citra didasarkan pada peta rujukan. Peta rujukan dalam penelitian ini adalah Peta dari BPN dengan proyeksi WGS 84 SUTM Zona 48. Titik –titik diambil sebanyak 15 buah untuk setiap citra dengan RMS kurang dari 0,5.

Setelah citra terkoreksi baik radiometrik dan geometrik, maka citra akan dipotong sesuai dengan *Area of Interest*.

Proses pengolahan citra adalah sebagai berikut :

1. Suhu permukaan didapat dari hasil perhitungan suhu kecerahan satelit (*brightness temperature*). Dalam metode ini, diasumsikan bahwa kandungan air pada atmosfer adalah konstan untuk wilayah yang kecil, sehingga kondisi atmosfer dapat dianggap seragam, dan pengaruh kondisi atmosfer pada *radiance temperature* dapat diabaikan (Chen dkk., 2005).
- a. Pengambilan nilai suhu permukaan dari citra Landsat 5.

Chen Y., Wang J., dan Li X. pada tahun 2002 mengembangkan metode untuk mendapatkan suhu kecerahan dengan 2 cara :

Pertama, Digital Number (DN) band 6 dikonversikan menjadi *radiation luminance* ( $R_{TM6}$ ,  $mW\ cm^{-2}\ sr^{-1}$ ) dengan formula :

$$R_{TM6} = \frac{V}{255}(R_{max} - R_{min}) + R_{min}$$

di mana: V mewakili DN band 6

$$R_{max} = 1.896\ (mW\ cm^{-2}\ sr^{-1})$$

$$R_{min} = 0.1534\ (mW\ cm^{-2}\ sr^{-1})$$

Lalu *radiation luminance* dikonversikan menjadi suhu kecerahan satelit dalam Kelvin, T(K), dengan persamaan :

$$T = \frac{K1}{\ln(K2/R_{TM6}/b) + 1}$$

di mana, K1 = 1260.56 K dan K2 = 60.766 (mW cm<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>μm<sup>-1</sup>) yang merupakan konstanta kalibrasi; b mewakili *range* spektral efektif, ketika respon sensor melebihi 50%, b=1.239 (μm).

- b. Pengambilan nilai suhu permukaan dari Citra Landsat 7.

Landsat 7 mempunyai 2 band thermal yaitu band 6 *low gain* dan band 6 *high gain*. Band 6 *low gain* akan dianalisis dalam hal ini mengacu pada formula yang telah ditetapkan oleh USGS dalam Landsat 7 User's Handbook.

Pertama, Digital Number (DN) band 6 dikonversikan menjadi radiansi dengan formula berikut :

$$\text{Radiansi} = \text{gain} * \text{DN} + \text{offset}$$

yang dapat diekspresikan menjadi :

$$\text{Radiansi} = \frac{L_{MAX} - L_{MIN}}{Q_{CALMAX} - Q_{CALMIN}} * (Q_{CAL} - Q_{CALMIN}) + L_{MIN}$$

Di mana Q<sub>CALMIN</sub> = 1, Q<sub>CALMAX</sub> = 255, Q<sub>CAL</sub> = DN, dan L<sub>MAX</sub> dan L<sub>MIN</sub> adalah radiansi spektral dari band 6 pada digital number 1 dan 255 (didapatkan dari *header file* citra).

Lalu, suhu kecerahan satelit dapat diambil dari nilai radiansi spektral di atas dengan persamaan berikut ini :

$$T = \frac{K2}{\ln(K1/L_{\lambda} + 1)}$$

di mana T adalah suhu kecerahan satelit efektif dalam Kelvin; K1 = 666.09 (watts/(meter squared\*ster\* μm)) dan K2 = 1282.71 (Kelvin) yang merupakan konstanta kalibrasi; dan L<sub>λ</sub> adalah radiansi spektral dalam watts/(meter squared\*ster\* μm).

Temperatur dalam derajat Kelvin ini kemudian diubah ke dalam bentuk derajat Celcius dengan rumus:

$$\text{Temperatur Celcius} = \text{Temperatur Kelvin} - 273.15.$$



2. Pengekstraksian tutupan lahan dari citra akan dilakukan dengan menggunakan klasifikasi tak terselia. Klasifikasi tak terselia menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah besar pixel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan nilai digital citra. (Purwadhi, 2001). Tutupan Lahan dibagi menjadi 7 kelas (dari 30 kelas klasifikasi) yaitu badan air, lahan basah, hutan, pertanian lahan kering, rumput, lahan terbuka, dan urban (lahan terbangun). Verifikasi akan dilakukan dengan cara membandingkan dengan hasil survey lapang, peta-peta dari BPN, peta Departemen Kehutanan dan Google Earth.

3. Untuk mendapatkan nilai NDVI, digunakan rumus yang dikembangkan oleh J.W. Rouse, R. H. Haas, J. A. Schell, dan D. W. Deering pada tahun 1973 yaitu:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$
 yang diaplikasikan pada satelit Landsat TM dan ETM+

menjadi :

$$NDVI = \frac{\text{Band 4} - \text{Band 3}}{\text{Band 4} + \text{Band 3}}$$

4. Untuk mendapatkan nilai NDBI, digunakan rumus yang dikembangkan oleh Zha Y., Gao J., dan Ni. S. pada tahun 2003 yaitu:

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$$
 yang diaplikasikan pada satelit Landsat TM dan

ETM+menjadi :

$$NDBI = \frac{\text{Band 5} - \text{Band 4}}{\text{Band 5} + \text{Band 4}}$$

5. Data yang diperoleh dari hasil pengolahan citra dan survey lapang akan dikategorisasikan atau diklasifikasikan berdasarkan kebutuhan analisis data dan sebaran nilai data tersebut.

6. Membuat peta, membuat tabel, dan membuat grafik sesuai dengan kebutuhan penyajian data.

#### 1.4.4. Analisis Data

Sebelum menjawab pertanyaan penelitian, data suhu permukaan, hasil survey lapang, tutupan lahan, kerapatan vegetasi, dan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka dijelaskan menggunakan statistik deskriptif. Selain itu

reliabilitas nilai NDVI dan NDBI dengan survey lapang akan diuji menggunakan koefisien korelasi *Spearman rank* dan uji signifikan ( $r$  tabel = 0,432,  $p$ '=99%)

Dalam menganalisis pola spasial suhu permukaan serta perbedaannya, fokus studi tidak akan diberikan pada nilai absolut temperatur, karena tidak mungkin untuk membandingkan secara langsung citra yang diambil pada tahun yang berbeda dan keadaan cuaca yang berbeda pula (Zhang, 2007). Oleh karena itu, suhu permukaan akan dikategorisasikan menjadi 4 kategori berdasarkan nilai standar deviasinya seperti yang pernah dilakukan oleh Weng (2004) dan Xiao dkk. (2005). Data kategori 1 adalah lebih dari 1 standar deviasi di bawah rata-rata. Kategori 2 adalah rata-rata dikurang 1 standar deviasi. Kategori 3 adalah rata-rata ditambah 1 standar deviasi. Kategori 4 yaitu lebih dari 1 standar deviasi di atas rata-rata merupakan wilayah *Urban Heat Island* (UHI). Selain itu, dibuat 3 buah profil yang masing-masing memanjang arah Utara-Selatan, BaratLaut-Tenggara, dan BaratDaya-TimurLaut untuk memvisualisasikan penampang melintang suhu permukaan di Kota Pangkalpinang. Ketiga sampel bertemu di dekat CBD kota Pangkalpinang yang merupakan pertemuan Jalan Jenderal Sudirman (menuju Sungailiat), Jalan Mentok (menuju Mentok), dan Jalan Mayor Syafrie Rahman/Soekarno-Hatta (menuju Koba dan Toboali).

Dalam menganalisis hubungan antara suhu permukaan dengan tutupan lahan, kerapatan vegetasi, dan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka, selain dengan metode *visual map comparison* juga digunakan metode analisis statistik yaitu :

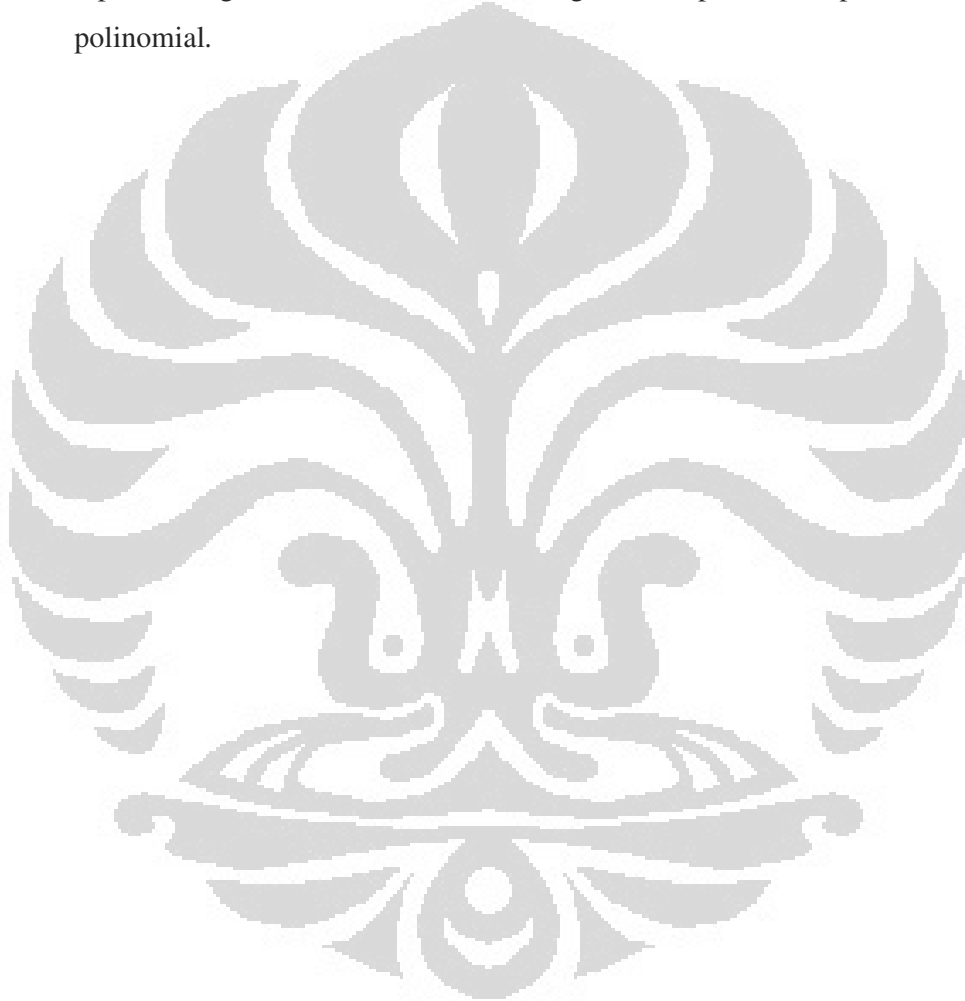
1. Untuk tutupan lahan

Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata suhu permukaan berdasarkan tiap-tiap tipe tutupan lahannya.

2. Untuk kerapatan vegetasi dan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka

Analisis dilakukan dengan menggunakan analisis korelasi dan analisis regresi. Sampel yang akan diambil sebanyak 1000 buah di mana berdasarkan penelitian terdahulu asumsi normalitas dapat diabaikan. Sampel diambil secara random (acak) dengan ekstensi pada *software* ArcView 3.2.

- a. Formula yang digunakan untuk mendapatkan angka hasil korelasi adalah koefisien korelasi *Product Moment*. Hasil ini akan diuji signifikansinya dengan uji t dengan  $t_{tabel} = 2,33$  ( $p' = 99\%$ ).
- b. Metode regresi yang digunakan adalah metode regresi *least square*. Garis regresi dipilih berdasarkan hasil pengamatan terhadap persebaran data dan melihat nilai koefisien determinansinya. Macam-macam garis regresi yang dipertimbangkan antara lain linear, logaritmik, power, eksponensial, dan polinomial.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penginderaan Jauh

##### 2.1.1. Konsep Dasar Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah 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).

Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindera atau alat pengumpul data yang disebut sensor. Berbagai sensor pengumpul data dari jarak jauh, umumnya dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, balon, satelit, atau wahana lainnya. Objek yang diindera adalah objek yang terletak di permukaan bumi, di atmosfer (dirgantara) dan di antariksa. Pengumpulan data dari jarak jauh tersebut dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, sesuai dengan tenaga yang digunakan. Tenaga yang digunakan dapat berupa variasi distribusi daya, distribusi gelombang bunyi, atau distribusi energi elektromagnetik. Data penginderaan jauh dapat berupa citra (*imagery*), grafik, dan data numerik.

Data penginderaan jauh dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah, atau fenomena yang diindera atau diteliti. Proses penerjemahan data menjadi informasi disebut analisis atau interpretasi data. Apabila proses penerjemahan tersebut dilakukan secara digital dengan bantuan komputer disebut interpretasi digital. Analisis data penginderaan jauh memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik, dan data lapangan. Hasil analisis yang diperoleh berupa informasi mengenai bentang lahan, jenis penutup lahan, kondisi lokasi, dan kondisi sumberdaya daerah yang diindera. Informasi tersebut bagi para pengguna dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan dalam mengembangkan daerah tersebut. Keseluruhan proses mulai dari pengambilan data, analisis data hingga penggunaan data disebut Sistem Penginderaan Jauh (Purwadhi, 2001).

### 2.1.2. Citra Landsat

Program Landsat adalah program akuisisi gambar bumi dari angkasa yang paling lama berjalan. Pada awalnya Landsat bernama ERTS-1 (*Earth Resource Technology Satellite*) yang diluncurkan pertama kalinya pada tanggal 23 Juli 1972 yang mengorbit hingga 6 Januari 1978 tepat sebelum peluncuran ERTS-B. Tanggal 22 Juli 1975, NASA secara resmi menangani program ERTS menjadi program Landsat sehingga ERTS-1 dan ERTS-B menjadi Landsat 1 dan Landsat 2. Landsat 3 diluncurkan pada tanggal 5 Maret 1978. Landsat 2 dan Landsat 3 masing-masing berhenti beroperasi pada tahun 1981 dan 1983. Landsat 1 dan Landsat 2 membawa 2 sensor yaitu RBV (*Return Beam Vidicon*) dan MSS (*Multispectral Scanner*). Landsat 3 terdapat dua perubahan besar pada rancang bangunnya yaitu tambahan saluran termal (10-12,6) mm pada sensor MSS dan resolusi spasial sistem RBV ditingkatkan dengan menggunakan sistem dua kamera lebar. Sayangnya saluran termal pada Landsat 3 MSS mengalami kegagalan.

Landsat 4 diluncurkan pada Juli 1982 dan Landsat 5 diluncurkan pada Maret 1984. Landsat 4 dan 5 merupakan pengembangan sensor pada sistem Landsat 1, 2, dan 3 dengan peningkatan resolusi spasial, kepekaan radiometrik, laju pengiriman datanya lebih cepat dan fokus penginderaan informasi yang berkaitan dengan vegetasi. Pada Landsat 4 dan 5 selain ada empat sensor MSS juga ditambah sensor TM (*Thematic Mapper*). Pada Landsat 6 dan 7 TM ditambah lagi menjadi *Enhanced Thematic Mapper* dan *Enhanced Thematic Mapper Plus*. Landsat 4 telah berhenti beroperasi sejak 1993 dan Landsat 6 gagal mencapai orbit yang diluncurkan pada tanggal 5 Oktober 1993. Landsat 7 diluncurkan pada tanggal 15 April 1999, namun pada tahun 2003, *Scan Line Corrector* pada instrumen ETM+ menyebabkan adanya *gap* atau daerah yang tidak terliput oleh citra. NASA dan USGS yang menganalisis masalah ini mengatakan bahwa kerusakan ini adalah permanen.

Landsat 5 dan Landsat 7 sangat identik kecuali keberadaan 2 *setting* band thermal pada Landsat 7 yaitu *low gain* dan *high gain* dan adanya 1 band pankromatik pada Landsat 7. Kedua satelit mempunyai orbit mengelilingi bumi selaras matahari pada ketinggian 705 km dengan waktu melintasi khatulistiwa

sekitar pukul 10.00 pagi dan berulang setiap 16 hari dengan lebar cakupan 185 km. Karakteristik saluran spektral pada Landsat 5 dan Landsat 7 dalam  $\mu\text{m}$  adalah sebagai berikut: Band 1 = 0.45 – 0.52, Band 2 = 0.52 – 0.60, Band 3 = 0.63 – 0.69, Band 4 = 0.76 - 0.90 , Band 5 = 1.55 – 1.75, Band 6 = 10.40. – 12.50, Band 7 = 2.08 – 2.35, dan Band 8 pada Landsat 7 = 0.5 - 0.9. Secara umum, band 1 adalah band biru, band 2 adalah band hijau, band 3 adalah band merah, band 4 adalah band inframerah dekat, band 5 dan 7 adalah band infra merah gelombang pendek, band 6 adalah band termal, dan band 8 adalah band pankromatik. Resolusi spasial untuk band 1- 5 dan 7 adalah 30 m. Band 6 pada Landsat 5 mempunyai resolusi spasial 120 m, pada Landsat 7 resolusi ditingkatkan menjadi 60 m. Band 8 pada Landsat 7 mempunyai resolusi spasial 15 m.

### 2.1.3. Aplikasi Penginderaan Jauh

Foto udara dan citra satelit adalah bentuk data penginderaan jauh secara pasif, yang berarti bahwa sensornya memonitor dan merekam radiasi elektromagnetik (REM) dari sumber lain (seperti permukaan bumi dan matahari) daripada memproduksi tenaga sendiri (seperti radar dan sonar). REM adalah energi yang ditransmisikan melalui ruang, dengan arah tegak lurus menuju arah perambatan, dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang berbeda-beda dalam karakteristik pentingnya. Baik gelombang listrik maupun magnetik berjalan dalam pola sinusoidal yang harmonis pada kecepatan cahaya di mana frekwensi ( $f$ ) gelombang – jumlah puncak yang melintasi titik tetap pada ruang per unit waktu ( $\text{s}^{-1}$ ) bertolakbelakang secara proporsional dengan panjang gelombangnya ( $\lambda$ ) – jarak antara puncak gelombang yang berturut-turut. Secara khusus,

$$C = f * \lambda$$

di mana  $c$  = kecepatan waktu,  $2.998 * 10^8 \text{m s}^{-1}$ . (Hardegree, 2006)

#### 2.1.3.1. Derivasi Tutupan Lahan, NDVI dan NDBI

Dalam penginderaan jauh, cara paling mudah untuk membedakan gelombang elektromagnetik adalah dengan panjang gelombangnya. Spektrum elektromagnetik (SEM)) mewakili kontinuitas REM dari panjang gelombang terpendek hingga terpanjang. Panjang gelombang diukur dalam mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) ( $1 \mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ ). Semua tipe tutupan lahan (tipe batuan, badan air, vegetasi, struktur buatan manusia, dll) menyerap REM sepanjang porsi tertentu pada SEM.

Oleh karena itu, setiap tutupan lahan mempunyai karakteristik REM tersendiri. Setiap wahana penginderaan jauh dirancang untuk memonitor REM pada porsi spesifik SEM.

Radiasi insiden ( $E_I$ ) adalah total kepadatan fluks energi (dalam  $Wm^{-2}$ ) yang menyentuh permukaan bumi. Ketika REM berinteraksi dengan permukaan bumi, satu dari tiga reaksi muncul, REM direfleksikan ( $P_\lambda$ ), diserap ( $\alpha_\lambda$ ), atau ditransmisikan ( $T_\lambda$ ). Oleh karena itu,

$$(E_I) = P_\lambda + \alpha_\lambda + T_\lambda$$

Untuk membedakan tipe tutupan lahan pada data citra, sangat penting untuk mengetahui bagaimana vegetasi, tanah, air, dan tutupan lahan lainnya merefleksikan dan menyerap REM. Perbedaan jumlah refleksi dan absorpsi membuat mungkin untuk mengidentifikasi dan menilai kenampakan permukaan dan kondisinya. Ketika sinar matahari menyentuh target, panjang gelombang yang tidak diserap dan tidak ditransmisikan dipantulkan kembali kepada sensor. Nilai reflektansi gelombang pendek tersebut dilaporkan sebagai nilai digital diskrit yang terekam oleh sensor dan mewakili derajat efisiensi refleksi dari objek asal. Nilai keabuan ini menempati julat bit tertentu, seperti 0-255, pada data 8 bit. Penggunaan citra SWIR untuk diskriminasi target, apakah targetnya mineral, vegetasi, kultural, maupun atmosfer sendiri, didasarkan pada spektrum reflektansi material tersebut. Setiap material mempunyai karakteristik spektrum berdasarkan komposisi kimia material tersebut (Hardegree, 2006).

NDVI biasanya diaplikasikan untuk mengetahui kerapatan vegetasi, kapasitas fotosintesis, absorpsi energi oleh kanopi tumbuhan, dll. Rasional pemakaian NDVI untuk mengetahui kerapatan vegetasi adalah sebagai berikut. Tumbuhan hijau hidup menyerap radiasi matahari pada region spektral *photosynthetically active radiation* (PAR). Sel daun juga berubah menjadi merefleksikan dan mentransmisikan radiasi matahari pada region spektral inframerah dekat, karena level energi foton pada region itu tidak cukup untuk mensintesa molekul organik, absorpsi yang kuat akan mengakibatkan pemanasan tumbuhan yang berlebihan dan mungkin merusak jaringannya. Oleh karena itu, tumbuhan hijau hidup tampil relatif gelap pada PAR (400-700nm) dan relatif terang pada inframerah dekat (NIR).

NDBI yang disebut juga *Normalized Difference Built-up (Barren) Index* merupakan indeks yang sangat sensitif terhadap lahan terbangun/lahan terbuka. NDBI dibuat dengan tujuan untuk memudahkan pemetaan daerah urban melalui satelit Landsat TM. Band 4 (NIR) pada satelit Landsat TM/ETM+ sangat sensitif untuk mendeteksi vegetasi, sedangkan reflektansi untuk lahan terbuka dan lahan terbangun sangat rendah. Band 5 (SWIR) pada satelit Landsat TM/ETM+, dapat mencerminkan kandungan kelembaban pada berbagai penggunaan tanah. Oleh karena itu NDBI memanfaatkan kedua band ini.

### 2.1.3.2. Derivasi Suhu Permukaan

Ketika objek menyerap energi, suhu objek akan meningkat dan akan meradiasikan REM gelombang panjang ke atmosfer. Wahana penginderaan jauh yang dapat menangkap gambar inframerah gelombang panjang dapat mengukur energi yang dikeluarkan objek dan merekamnya dalam nilai digital. Semua zat pada temperatur yang lebih besar dari 0 absolut ( 0 Kelvin, -273.15°C, atau -459.69°F), mengeluarkan REM secara terus menerus.

Badan hitam adalah objek yang dapat menyerap dan mengeluarkan REM secara sempurna. Bagaimanapun juga, derajat sebuah objek bersifat sebagai badan hitam bergantung pada panjang gelombangnya. Semua REM insiden pada badan hitam dikeluarkan kembali menuju atmosfer. Karena hukum Kirchoff menyatakan bahwa penyerap yang sempurna juga merupakan emiter yang sempurna pula, maka terdapat hubungan langsung antara suhu sebuah badan hitam dengan intensitas REM yang dikeluarkan. Hukum Radiasi Planck memberikan radiansi spektral sebuah badan hitam ( $E_{\lambda B}$ ) sebagai fungsi suhu :

$$E_{\lambda B} = \frac{c_1}{\lambda^5 (\exp \frac{c_2}{\lambda T} - 1)}$$

di mana :  $c_1 = 3.74 * 10^8 \text{ Wm}^{-2} \mu\text{m}^4$ , yang mana merupakan dua kali nilai produk konstanta Planck dan kuadrat kecepatan cahaya.

$c_2 = 1.44 * 10^4 \text{ K } \mu\text{m}$ , yang mana merupakan produk konstanta Planck dan kecepatan cahaya, dibagi dengan konstanta Stefan-Boltzmann

T adalah suhu Kelvin

Dan  $E_{\lambda B}$  dalam  $\text{Wm}^{-2}$  pada panjang gelombang (dalam  $\mu\text{m}$ )



Oleh karena itu, teknik penginderaan jauh dapat menggunakan radianansi atau irradianansi untuk menduga suhu badan hitam. Berdasarkan Hukum Radiasi Stefan-Boltzman, total jumlah energi yang diemisikan dari badan hitam ( $E_B$ ) meningkat secara cepat berbanding dengan suhu badan hitam :

$$E_B = \int E_{\lambda B} d\lambda = \sigma T^4$$

di mana  $E_B$  = spektrum penuh emitan badan hitam ( $Wm^{-2}$ )

$$\sigma = \text{konstanta Stefan-Boltzmann } 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ m}^{-2} \text{K}^{-4}$$

$T$  = Suhu Kelvin

Oleh karena itu, emitansi spektrum penuh dari badan hitam dapat digunakan untuk menduga suhu permukaan dari suatu badan. Ketika kebanyakan permukaan tidak merupakan emiter badan hitam, pada setiap panjang gelombang mereka mengeluarkan beberapa fraksi jumlah radiasi termal di mana badan hitam akan mengeluarkannya. Rasio antara emitansi dari objek dalam hubungannya dengan emitansi dari objek badan hitam pada suhu yang sama dikenal dengan nama emisivitas ( $\epsilon$ ). Oleh karena itu, emiter badan hitam mempunyai  $\epsilon$  sama dengan 1 pada panjang gelombang di mana mereka berperilaku sebagai badan hitam, dan objek lainnya mempunyai  $0 \leq \epsilon \leq 1$ . Karena Hukum Radiasi Stefan-Boltzmann hanya benar untuk badan hitam, ekstensi dari persamaan diperlukan untuk mengoreksi untuk objek-objek lain. Secara khusus,

$$M = \epsilon \sigma T^4$$

di mana  $M$  mewakili total emitansi radian non-badan hitam (dalam  $Wm^{-2}$ )

Penginderaan jauh termal merekam  $M$ , dan oleh karena itu secara tidak langsung mengukur suhu radian objek. Untuk mengkonversi suhu radian ( $T_{rad}$ ) menjadi suhu kinetik (internal) ( $T_{kin}$ ), ekstensi Hukum Radiasi Stefan-Boltzmann umumnya diwakili sebagai :

$$T_{kin} = T_{rad} \epsilon^{\frac{1}{4}}$$

Ketika inframerah gelombang panjang (LWIR) diemisikan ke atas oleh bumi berjalan melalui atmosfer, beberapa energi seluruhnya diserap oleh gas atmosferik dan beberapa lagi berjalan melalui atmosfer tanpa terganggu. Region panjang gelombang SEM di mana menjauh dari absorpsi band oleh gas atmosferik adalah yang paling berguna untuk mengukur emisi permukaan. Wilayah

transparan ini disebut jendela atmosferik. Region 8 - 13  $\mu\text{m}$  SEM adalah yang paling diminati karena tidak hanya mempunyai sebuah jendela atmosferik, namun juga mempunyai puncak emisi energi untuk kebanyakan kenampakan permukaan. Emisivitas dianggap konstan pada region ini (Hardegree, 2006).

## **2.2. Pengaruh Kegiatan Manusia terhadap Atmosfer**

Kegiatan manusia mengubah keadaan atmosfer dengan tiga cara : (1) mengubah sifat permukaan bumi; (2) menambahkan energi ke dalam atmosfer dari sumber buatan; dan (3) menambahkan zat bahan ke dalamnya. Perubahan permukaan mempengaruhi cara sinaran matahari diserap dan dipancarkan kembali ke atmosfer, dan mengubah tahanan gesek terhadap angin. Perubahan itu juga mempengaruhi penyerapan atau pelimpasan hujan dan salju yang meleleh, dan penguapan pemeluhan air ke udara. Penggantian hutan dan padang rumput dengan tanaman budidaya atau bangunan, pengeringan rawa, pembendungan sungai untuk membuat danau buatan dan waduk, dan pengairan daerah kering mempengaruhi penguapan air dan penghantaran panas, dan dengan demikian mengubah kelembapan dan suhu. Pembakaran bahan bakar fosil (batu bara, hasil minyak bumi, dan gas alam) akan memanaskan udara dan menambahkan pencemar berbentuk zarah dan gas. Demikian pula reaktor nuklir menambahkan panas dan pencemar ke dalam udara. Banyak lagi kegiatan pertanian, industri, niaga, dan rumah tangga yang memasukkan pencemar ke dalam atmosfer.

Pada zaman dahulu, ketika manusia masih hidup dari berburu binatang dan mengumpulkan biji-bijian dan buah-buahan, pengaruh tersebut masih sangat kecil, dan hanya terbatas pada lingkungan di sekitar api yang dinyalakan untuk menghangatkan badan dan memasak. Dengan bermulanya pertanian 8.000 – 10.000 tahun yang lalu, pengaruhnya mulai meluas, baik karena digantikannya padang alami dan hutan dengan tanaman budidaya, dan juga karena pesatnya pertambahan jumlah penduduk, yang dimungkinkan karena adanya pertanian. Pengaruh pertanian tentunya hanya dirasakan terutama di sekitar daerah yang berubah. Akan tetapi, karena hutan dibabat dalam daerah yang sangat luas, maka perubahan pertukaran panas, lengas, dan pusa yang terjadi antara tanah dan atmosfer skalanya menjadi sangat besar. Karena perubahan tersebut kebanyakan

terjadi sebelum dimulainya pengamatan bersistem, maka besarnya perubahan pada cuaca yang dihasilkan tidak diketahui.

Meluasnya area pertanian diikuti oleh peningkatan aktivitas perdagangan/niaga, yang menyebabkan perkembangan kota menjadi semakin besar dan semakin besar, memiliki pengaruh khasnya sendiri terhadap cuaca. Revolusi industri mempercepat pemusatan penduduk di kota-kota, dan peningkatan penggunaan bahan bakar fosil memperburuk pengaruh kota terhadap atmosfer. Karena sebagian besar pertumbuhan kota terjadi sejak dimulainya pencatatan cuaca, dan karena pengaruh kota itu terhadap cuaca dapat diperkirakan secara membandingkan dengan daerah pedesaan di sekitarnya, maka besarnya pengaruh cukup baik diketahui (Neiburger, Edinger, dan Bonner, 1995).

### **2.3. Urban Heat Island**

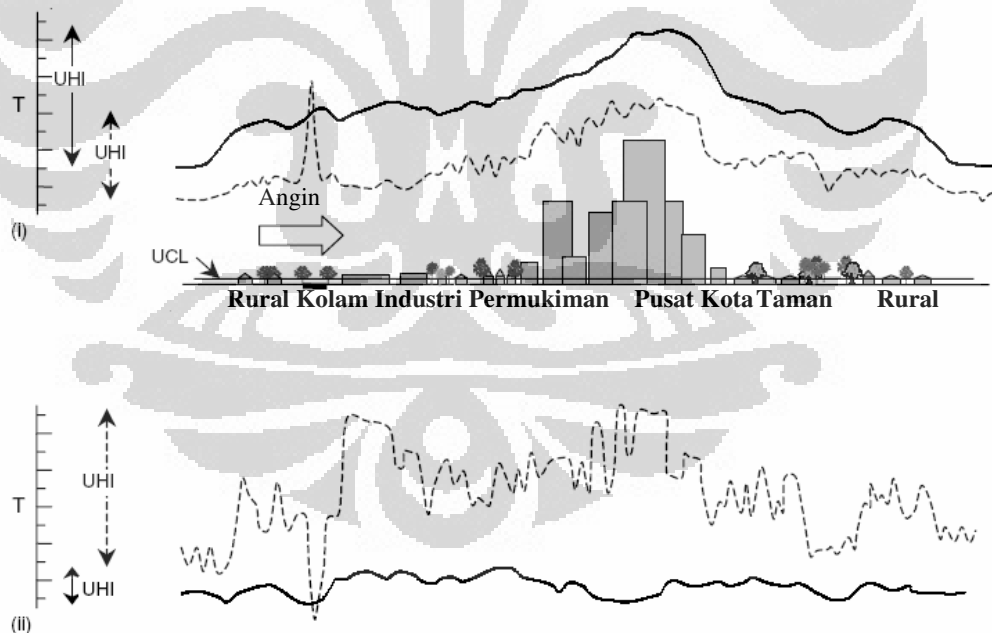
*Urban Heat Island* (UHI) adalah karakteristik panasnya daerah urban dibandingkan dengan daerah non urban. Secara umum, UHI mengacu pada pertambahan suhu udara, tetapi juga bisa mengacu pada panas relatif permukaan atau material sub permukaan. UHI adalah perubahan iklim akibat ketidakhatian karena modifikasi atmosfer dan permukaan pada daerah urban. UHI mempunyai implikasi penting bagi kenyamanan manusia, polusi udara urban, manajemen energi, dan perencanaan kota. UHI di kota beriklim panas sangat tidak menguntungkan karena menyebabkan makin banyaknya energi yang habis untuk mendinginkan, meningkatkan ketidaknyamanan manusia, dan meningkatkan konsentrasi polusi udara. Tingkat urbanisasi yang tinggi di negara-negara berkembang berarti bahwa jumlah manusia yang akan dipengaruhi oleh UHI akan semakin bertambah (Voogt, 2002).

#### **2.3.1. Tipe dan Karakteristik Spasiotemporal Urban Heat Island**

UHI sering diartikan sebagai peningkatan suhu udara pada lapisan dekat-permukaan atmosfer di dalam kota relatif bagi desa-desa di sekelilingnya. Observasi kebanyakan UHI diambil dari pengukuran suhu udara yang dibuat dalam lapisan atmosfer urban di bawah atap bangunan-bangunan dan pohon-pohon, dikenal sebagai *Urban Canopy Layer* (UCL). Observasi-observasi ini

dapat dilakukan dengan menggunakan jaringan stasiun-stasiun yang tetap atau dari stasiun bergerak, contohnya kendaraan yang ditempelkan termometer.

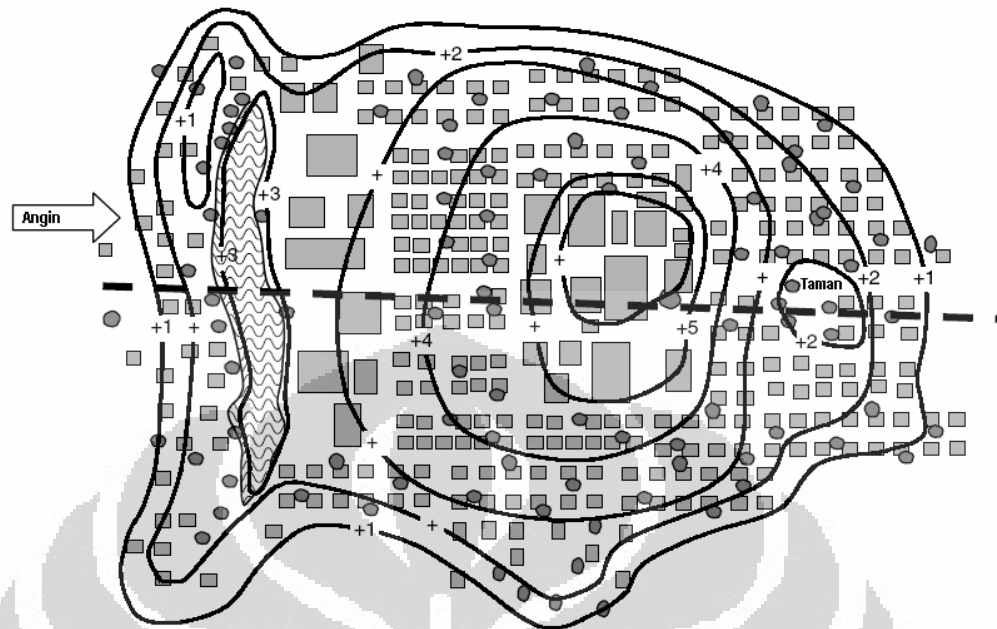
Sekarang, sensor penginderaan jauh yang beroperasi dalam wilayah panjang gelombang inframerah termal telah digunakan untuk mengamati UHI permukaan, dengan resolusi spasial yang tinggi. Sensor ini mendeteksi radiasi yang dipancarkan dan dipantulkan oleh permukaan, bukan suhu secara langsung., maka outputnya adalah suhu permukaan yang nyata. Temperatur ini mungkin cukup berbeda dengan suhu permukaan yang sebenarnya karena masalah letak penyiaman permukaan horizontal, transmisi radiasi yang berkurang pada sensor karena atmosfer, dan reflektivitas permukaan dalam band gelombang sensor. Suhu permukaan sangat sensitif pada perubahan kondisi permukaan, dan oleh karena itu menampilkan lebih banyak perbedaan variabilitas spasial dan variasi temporal pada siang dan malam. Meskipun *Heat Island* permukaan dan udara berhubungan, mereka tidaklah sama, dan perhatian harus ditekankan untuk membedakannya (Voogt, 2002) (Gambar 2).



**Gambar 2. Profil Suhu Udara Diukur di Dalam UCL (*Urban Canopy Layer*) (garis bersambung) dan Suhu Permukaan (garis putus-putus) Dalam Kondisi Heat Island Optimum Selama (i) Malam Hari, dan (ii) Siang Hari (Voogt, 2002).**

Istilah UHI timbul karena pola isotherm membentuk pola seperti pulau. Pola aktual untuk kota tertentu tergantung pada konfigurasi daerah urban, tetapi biasanya gradien besar temperatur udara terbentuk dekat batas urban-rural diikuti dengan pertambahan yang gradual menuju pusat kota. Perbedaan suhu antara urban dan desa di sekelilingnya dapat sangat dramatis mencapai 12°C pada kota-kota metropolitan (Aguado & Burt, 2001). Dalam daerah urban, pola ini juga dipengaruhi secara lokal oleh adanya taman, badan air, dan banyak sedikitnya wilayah terbangun (Voogt, 2002).

Pola spasial isotherm biasanya mengikuti daerah terurbanisasi, tetapi dapat juga ditransportasikan menurut jurusan angin (Gambar 3). *Setting* topografi kota (pesisir atau lokasi lembah) juga dapat menambah kompleksitas kepada karakteristik spasial UHI karena efek topografi berinteraksi dengan efek urban. Di London, bentuk pulau panas dipengaruhi oleh badan air dan ruang terbuka sepanjang Lembah Lee dan keberadaan Taman Royal menuju barat pusat kota, tetapi polanya berbeda-beda tergantung pada musim. Di Melbourne, ruang terbuka, seperti sektor taman Lembah Sungai Yarra, secara lokal menimbulkan reduksi yang nyata intensitas UHI (Douglas, 1983). Pengukuran seluruhnya dari tingkatan *heat island* adalah intensitas *heat island*; perbedaan antara suhu udara rural dan suhu tertinggi di daerah urban (Voogt, 2002).



**Gambar 3. Model Pola Spasial Suhu Udara Kota pada Malam Hari (Voogt, 2002)**

Suhu lebih tinggi pada pusat kota berasosiasi dengan aliran udara daerah urban yang berbeda yang mana dibentuk pada hari ketika sirkulasi regional umum lemah. Sekitar pertengahan pagi ketika suhu mulai meningkat seiring dengan makin tingginya matahari, udara panas mulai naik ke atas dari pusat kota. Udara yang naik itu digantikan oleh aliran udara dari daerah rural dan secara bertahap sirkulasi udara urban terbangun. Sirkulasi ini melemah ketika daerah rural menjadi lebih panas ketika sinar matahari menjadi semakin vertikal menuju tengah hari dan awal sore. Sirkulasi ini intensif lagi ketika sudut matahari berkurang (Douglas, 1983).

Intensitas *heat island* maksimum biasanya terjadi beberapa jam setelah matahari terbenam, sebagai hasil dari cepatnya pendinginan rural. Lebih lanjut lagi, pada malam harinya tingkat pendinginan urban melebihi rural dan perbedaan antara suhu udara urban dan rural menurun. Setelah fajar, daerah rural yang memiliki banyak vegetasi, dengan kapasitas termal yang rendah lebih cepat panas daripada jalan-jalan di kota, yang akan lebih lanjut menurunkan perbedaan suhu urban dan rural. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya hal ini adalah bayangan dari bangunan-bangunan tinggi, dan melemahnya sinar matahari karena lapisan

polusi yang terangkat (Hartshorn, 1992). Pada lintang rendah, efek ini dapat saja memproduksi *urban cool island* di mana daerah rural lebih panas daripada daerah urban (Voogt, 2002).

### **2.3.2. Sebab-Sebab dan Dampak *Urban Heat Island***

Voogt (2002) mengatakan bahwa formasi *Urban Heat Island* dipengaruhi oleh karakteristik permukaan dan kondisi atmosferik. Tambahan panas langsung kepada atmosfer melalui aktivitas manusia, yang dikenal sebagai panas antropogenik dapat memainkan peran penting dalam pembentukan UHI. Penyebab-penyebab itu secara lebih rinci sebagai berikut.

1. Geometri Permukaan. Geometri permukaan berarti penghalangan langit oleh bangunan dan objek-objek lain pada permukaan urban yang diekspresikan sebagai *sky view factor*. Penambahan geometri permukaan dan terperangkapnya radiasi matahari oleh pemantulan berganda memicu pemanasan karena absorpsi sinar matahari yang lebih besar. Selain itu, bangunan yang letaknya berdekatan mengurangi *sky view factor* dan mengurangi kehilangan panas radiatif, terutama pada malam hari. Geometri permukaan juga dapat menimbulkan *sheltering effect* yang mengurangi kehilangan panas konvektif dari permukaan dan udara di dekat permukaan.
2. Properti termal permukaan. Material bangunan urban adalah penyimpan panas yang lebih baik. Material yang padat dan basah seperti metal, batu, tanah lempung jenuh, sangat mudah untuk mengabsorpsi dan melepaskan panas ( $\mu$  besar). Material ini memiliki kapasitas panas yang lebih tinggi dan pemasukan termal permukaan yang lebih besar. Material yang kering dan kurang padat dengan kemampuan isolator yang baik seperti kayu, pasir atau beton berongga mempunyai nilai  $\mu$  yang lebih kecil. Simulasi model dan observasi menyatakan bahwa *heat island* pada kota tropis basah diperkirakan akan kecil karena besarnya nilai  $\mu$  pada daerah rural, sedangkan pada kota tropis kering mempunyai *heat island* yang lebih besar.
3. Kondisi permukaan (kekeringan, tutupan salju). Bangunan urban yang tahan air dan pengaspalan mengurangi evaporasi; energi lebih banyak diarahkan pada panas sensibel yang dapat memanaskan udara daripada panas laten (panas yang diambil untuk evaporasi air). Selama periode tutupan salju,

pencangkulan permukaan kota dan penambahan tanah pada tutupan salju urban dapat meningkatkan absorpsi radiasi pada kota.

4. Panas Antropogenik. Panas yang dilepaskan oleh energi urban yang digunakan pada bangunan dan kendaraan dan juga dari manusia.
5. Efek Rumah Kaca Urban. Atmosfer urban yang terpolusi dan lebih panas mengeluarkan radiasi termal berlebih ke arah bawah menuju permukaan kota. Kelembaban kota yang bertambah juga dapat berkontribusi pada efek ini.
6. Angin dan Awan. UHI yang paling kuat dapat diamati ketika langit cerah dan angin tenang. Langit yang cerah meningkatkan pendinginan rural dengan memudahkan kehilangan panas radiatif menuju langit malam yang relatif dingin. Ketika kecepatan angin meningkat, percampuran turbulen secara berlipat ganda mengurangi perbedaan suhu pada udara dekat permukaan. Kelembaban atmosferik bertindak seperti awan dengan mengurangi pendinginan radiatif potensial permukaan. Kelembaban atmosferik yang tinggi akan mengurangi intensitas *heat island*; kelembaban yang lebih rendah memudahkan pendinginan radiatif.
7. Adveksi. Adveksi skala lokal yang dipelopori oleh sirkulasi pulau panas dapat memodifikasi suhu lokal dan kelembaban dan mengubah tingkat pendinginan.

UHI dapat menimbulkan dampak positif dan negatif bagi kota. Untuk kota beriklim hangat, atau kota iklim *temperate* pada musim panas, UHI meningkatkan penggunaan energi untuk pendingin udara (AC). Peningkatan permintaan akan energi dapat berbalik meningkatkan emisi gas rumah kaca yang digunakan untuk menyalakan listrik, yang lebih jauh meningkatkan keinginan untuk pendinginan, dan mendegradasikan kualitas udara. Suhu urban yang makin tinggi dapat memicu terbentuknya kabut urban karena emisi polutan dan reaksi fotokimia atmosferik. Panasnya suhu kota juga dapat menyebabkan penyebaran penyakit *vector-borne*.

Pada iklim yang lebih dingin, UHI dapat memberikan efek positif seperti pengurangan penggunaan energi pada musim dingin, mengurangi panjangnya tutupan salju, dan masa tumbuh tanaman yang lebih lama. UHI tidak bertanggungjawab terhadap pemanasan global. UHI adalah modifikasi iklim lokal. Dampak UHI pada skala global terbatas pada catatan suhu jangka panjang karena stasiun-stasiun tersebut sudah menjadi subjek dari urbanisasi sehingga



kemampuan untuk mendeteksi iklim global lebih sulit karena superposisi dengan efek iklim lokal.

## **2.4. Penelitian Terdahulu**

### **2.4.1. Pola Spasial Suhu Permukaan dan Perbedaannya**

Weng (2004) dalam penelitiannya di Guangzhou yang membandingkan 3 data suhu permukaan pada 13 Desember 1989, 3 Maret 1996, dan 29 Agustus 1997 menemukan bahwa perbedaan suhu antara urban dan rural semakin melebar setiap tahunnya. Namun, ia juga mengatakan bahwa hal ini mungkin saja terjadi karena perbedaan musim yang jauh antara keduanya. UHI besar ditemukan muncul pada daerah sekitar stasiun kereta api dan bandara serta Bukit Baiyun yang merupakan daerah *urban sprawl*. Di sepanjang jalan layang terdapat garis putus-putus UHI yang semakin besar dan semakin membentuk koridor setiap tahunnya. Pengalihan fungsi pertanian lahan basah menjadi pertanian lahan kering juga ditemukan dapat meningkatkan suhu. Dari ketiga profil yang dibuatnya, Weng (2004) menyimpulkan bahwa setiap tahun profil (dimensi fraktal) suhu udara semakin kompleks.

Chen dkk. (2005) menemukan bahwa pola UHI di Delta Sungai Mutiara berubah dari pola acak pada tahun 1990 (tanah kosong, semi tanah kosong, dan urban lebih panas dari daerah lain) menjadi pola kontinu pada tahun 2000, karena ekspansi sistem urban regional. Lebih lanjut, ia juga mengatakan bahwa intensitas UHI tidak selalu mempunyai garis linier dengan ekspansi daerah urban. Intensitas UHI diukur dari pengurangan suhu rata-rata daerah terbangun dengan suhu rata-rata tipe tutupan lahan lainnya. Hal ini dibuktikan di mana intensitas UHI pada 13 Oktober 1990 lebih besar dibandingkan UHI pada 29 Oktober 1994 dan 3 Maret 1996. Dari berkurangnya intensitas UHI ini, Chen dkk. (2005) menyimpulkan bahwa intensitas UHI berhubungan dengan kerapatan vegetasi, kelembaban daerah studi, juga aktivitas pertanian.

Hidayat (2006) di Kota Bandung menemukan bahwa distribusi suhu permukaan cukup tinggi yaitu di atas 23°C tersebar merata pada bagian tengah daerah penelitian baik pada tahun 1991 maupun 2001. Sedangkan suhu yang lebih rendah sebarannya pada bagian utara, timur, dan selatan daerah penelitian.

Zhang dkk. (2007) dalam penelitiannya yang membandingkan data satelit Landsat di Beijing tahun 1987, 1994, dan 2001 menemukan bahwa wilayah kutub panas kota relatif sama dengan ekspansi daerah terbangun. Wilayah terbangun yang tidak berubah cenderung tidak mengalami perubahan UHI, begitu juga dengan daerah berkurangnya daerah terbangun yang telah berubah menjadi tipe tutupan lahan lainnya. Hal yang menarik adalah pada periode ke-2, ekspansi urban sangat drastis dibandingkan pada periode 1, namun daerah UHI malah meningkat lebih cepat pada periode ke-1. Hal ini dianalisis karena pada periode ke-2, pertumbuhan urban telah terencana dengan baik, sehingga fungsi ruang terbuka hijau telah ditingkatkan, dan penduduk lebih memberi perhatian pada lingkungan kota, semuanya itu membantu mengatasi kemunduran lingkungan termal di Beijing.

#### **2.4.2. Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Tutupan Lahan**

##### **2.4.2.1. Penelitian Menggunakan Pengukuran Langsung**

Adiyanti (1993) dalam penelitiannya di Jakarta menemukan bahwa profil suhu udara di Jakarta menunjukkan nilai suhu udara yang tertinggi di daerah CBD dan profil suhu udara di Jakarta menunjukkan adanya pengaruh jenis penggunaan tanah, vegetasi, dan kerapatan bangunan. Lebih lanjut ia menyimpulkan bahwa waktu yang baik untuk mengamati kutub panas Kota Jakarta adalah pukul 23.00-01.00. Penelitian Widyawati, Nurlambang, dan Adiyanti (1996) di Surabaya menemukan bahwa kutub panas kota terjadi pada daerah dengan kerapatan bangunan yang tinggi dan tidak memiliki pohon serta badan air menunjukkan kemampuannya dalam meredam panas.

Putri (2007) pada koridor jalan di Jakarta Selatan menemukan bahwa suhu udara terendah pada setiap periode pengukuran terjadi pada lokasi dengan penggunaan tanah ruang terbuka hijau berupa hutan kota. Putri (2007) juga menyatakan bahwa pada periode yang sama, selain dipengaruhi oleh jenis penggunaan tanah, suhu udara permukaan juga dipengaruhi oleh kepadatan bangunan.

##### **2.4.2.2. Penelitian Menggunakan Satelit Landsat**

Penelitian Jo dkk. (2001) di Daegu, Korea Selatan menemukan bahwa distrik industri, daerah komersial, dan pemukiman padat serta daerah dekat

bandara mempunyai suhu permukaan yang tingginya di atas rata – rata. Asmat, Mansor, dan Wong (2003) di Cyberjaya, Malaysia menemukan bahwa suhu udara tertinggi didapat pada klasifikasi penggunaan tanah urban diikuti oleh area pembangunan, pertanian, hutan, dan badan air. Weng (2004) menemukan bahwa distribusi UHI sangat berasosiasi dengan penggunaan tanah industri, tidak dengan permukiman.

Penelitian Tanh (2005) di Ho Chi Minh City, Vietnam yang juga membuat profil suhu berdasarkan tipe penggunaan lahan menemukan bahwa zona industri memiliki suhu paling tinggi diikuti oleh pusat kota dengan kepadatan tinggi, permukiman baru dibuka, daerah permukiman dengan tanah kosong yang basah, sawah dan vegetasi pada lahan basah, dan air. Hidayat (2006) di Bandung menemukan bahwa areal lahan terbangun dan pertanian lahan kering cenderung memiliki suhu permukaan yang lebih tinggi dibandingkan jenis tutupan lahan lainnya. Sedangkan jenis tutupan lahan yang sama dan terletak pada wilayah yang lebih tinggi maka akan memiliki suhu permukaan yang lebih rendah dibandingkan jika terletak pada wilayah yang ketinggiannya lebih rendah.

Penelitian Xiao dkk. (2005) di Beijing menemukan hasil yang sedikit berbeda dengan penelitian-penelitian di atas di mana UHI tidak muncul di CBD, namun pada tanah kosong di sekitar tempat pembuangan sampah. Hal ini juga terjadi di Shenzhen dalam penelitian Chen dkk. ( 2005), di mana selisih suhu antara daerah terbangun dan tanah kosong cenderung negatif untuk tahun-tahun tertentu.

Penelitian Munier dan Burger (2001) yang menggunakan data satelit Landsat pada siang hari dan malam hari menemukan bahwa pada siang hari daerah komersial/industrial juga permukiman dan pertanian lahan kering cenderung mempunyai nilai suhu permukaan tertinggi, hutan dan badan air adalah yang paling rendah. Tutupan lahan pertanian mengalami kontras suhu yang tinggi antara siang dan malam hari, permukiman, industri, dan komersial menunjukkan nilai kontras skala menengah, dan air dan hutan yang mempunyai nilai kontras terkecil.

### 2.4.3. Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan NDVI dan NDBI

Penelitian terdahulu mengenai hubungan antara vegetasi dengan temperatur telah menyusun suatu metode yang dinamakan *triangle method* yaitu vegetasi, ketersediaan kelembaban permukaan, dan suhu. Chen dkk (2005) mengatakan bahwa NDWI dapat digunakan sebagai pengganti ketersediaan kelembaban permukaan, dan NDVI untuk banyaknya vegetasi. Begitu pula dengan penemuan NDBI telah memudahkan untuk mengetahui hubungan suhu dan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka secara kuantitatif dan lebih akurat dibandingkan dengan metode rasio wilayah terbangun seperti yang dilakukan oleh Unger (2001) dan Xiao dkk. (2005). NDBI dan NDWI didapatkan menggunakan band-band yang sama hanya saling bertolakbelakang sehingga hasil keduanya pun akan dapat ditebak dengan hanya menggunakan 1 indeks saja. Oleh karena itu, dalam penelitian ini hanya NDBI saja yang akan dianalisis.

Hampir semua studi menemukan hubungan negatif antara suhu permukaan dengan NDVI. Sebaliknya dengan hubungan suhu permukaan dengan NDBI yang selalu menunjukkan hubungan positif seperti terlihat pada Tabel 1. Hal ini juga ditunjukkan pada hubungan antara suhu permukaan dengan *built-up ratio* yaitu 0.900 pada penelitian Unger (2001) dan 0.784 pada penelitian Xiao dkk. (2005).

Selain dengan koefisien korelasi, beberapa peneliti pun menggunakan regresi dan menghasilkan persamaan yang menyatakan hubungan antara suhu permukaan dengan NDVI dan NDBI. Persamaan-persamaan tersebut antara lain :

1. Jo dkk. (2001) :  $T = -0.0632NDVI + 35.162$ ,  $T = -0.0624NDVI + 36.613$ ,  $T = -0.0616NDVI + 35.106$

2. Serrano, Prats, dan Sánchez (2003) :  $T = a + bNDVI^{0.5}$

3. Chen dkk. (2005) :

a.  $T = -11.0039NDVI^2 + 1.8511 NDVI + 22.8865$  ( $0 < NDVI < 0.59$ ),  $T = 9.2727 NDVI + 14.7147$  ( $NDVI > 0.59$ )

b.  $T = 8.6854NDBI + 21.4420$

**Tabel 1. Hasil Koefisien Korelasi Penelitian Terdahulu Antara Nilai Suhu Permukaan dengan NDVI dan NDBI**

Peneliti	Lokasi Penelitian	Nilai r NDVI	Nilai r NDBI
Jo dkk.(2001)	Daegu Korea Selatan	-0.8339 -0.8553 -0.9038	-
Munier dan Burger (2001)	Berlin Jerman	-0.69 (Siang) -0.73 (Siang) -0.38 (Malam) -0.42 (Malam)	-
Serrano, Prats, dan Sánchez (2003)	Zaragoza Spanyol	-0,60	-
Xiao dkk (2005)	Beijing Cina	-0,943	-
Chen dkk. ( 2005)	Shenzhen Cina	-0.9645 (0<NDVI<0.59) 0.9914 (NDVI>0.59)	0.9928

*Sumber : Berbagai Peneliti*

## BAB 3

### KONDISI KOTA PANGKALPINANG

#### 3.1. Wilayah Administrasi Kota Pangkalpinang

Kota Pangkalpinang merupakan salah satu wilayah otonomi yang letaknya di Pulau Bangka. Kota ini berada pada garis  $106^{\circ}2'24''$  sampai dengan  $106^{\circ}10'48''$  Bujur Timur dan garis  $2^{\circ}4'12''$  sampai dengan  $2^{\circ}9'36''$  Lintang Selatan dengan luas wilayah seluruhnya  $89,40 \text{ km}^2$  (berdasarkan PP No. 12 Tahun 1984). Kota Pangkalpinang terletak pada bagian timur Pulau Bangka dengan batas-batas sebagai berikut :

- Di sebelah utara berbatasan dengan Desa Selindung Lama, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah
- Di sebelah selatan berbatasan dengan Desa Dul, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah
- Di sebelah timur berbatasan dengan Laut Cina Selatan
- Di sebelah barat berbatasan dengan Desa Air Duren, Kecamatan Mendo Barat, Kabupaten Bangka.

Sebagai pusat pengembangan wilayah Bangka Belitung dalam perkembangannya selama beberapa tahapan pembangunan, Kota Pangkalpinang telah mengalami beberapa kemajuan yang cukup pesat sehingga untuk mengatasi kebutuhan akan tanah perkotaan, daerah seluas  $31,70 \text{ km}^2$ , sejak tahun 1984 telah dikembangkan menjadi  $89,40 \text{ km}^2$ . Wilayah yang sebelum tahun 2000 hanya 4 kecamatan dengan 55 kelurahan dan 3 desa telah berkembang menjadi 5 kecamatan dengan 35 kelurahan.

Pembagian wilayah administrasi pada tahun 2000 (Peta1) adalah sebagai berikut (yang akan dijadikan acuan dalam analisis data mengingat peta batas administrasi terbaru belum *ter-update*):

##### 1. Kecamatan Taman Sari :

- Kelurahan Kejaksaan
- Kelurahan Gedung Nasional I
- Kelurahan Pelipur
- Kelurahan Gedung Nasional II

- Kelurahan Jalan Jenderal Sudirman
- Kelurahan Jalan Jenderal Achmad Yani
- Kelurahan Kacang Pedang I
- Kelurahan Bukit Merapin
- Kelurahan Bukit Lama
- Kelurahan Batin Tikal
- Kelurahan Raden Abdullah
- Kelurahan Depati Barin
- Kelurahan Belakang Tangsi
- Kelurahan Jalan Balai
- KelurahanKacang Pedang II
- Desa Tua Tunu
- Kelurahan Bukit Tani
- Kelurahan Sisingamangaraja
- Kelurahan Trem Seberang
- Kelurahan R.E. Martadinata
- Kelurahan Mantri Urip
- Kelurahan Bukit Baru

#### 2. Kecamatan Pangkalbalam:

- Kelurahan Air Selan
- Kelurahan Sumberjo
- Kelurahan Rangkui
- Kelurahan Pangkalarang
- Kelurahan Lontong Pancur
- Kelurahan Gabek II
- Kelurahan Selindung Baru
- Kelurahan Lembawai
- Kelurahan Bogorejo
- Kelurahan Ampui Meleset
- Kelurahan Pangkalbalam
- Kelurahan Pasir Garam
- Kelurahan Gabek I

#### 3. Kecamatan Rangkui :

- Kelurahan Asam
- Kelurahan Bintang Dalam
- Kelurahan Gudang Padi
- Kelurahan Komplek Pasar
- Kelurahan Melintang
- Kelurahan Pintu Air Atas
- Kelurahan Masjid Jamik
- Kelurahan Parit Lalang
- Kelurahan Bintang
- Kelurahan Pasir Putih
- Kelurahan Mayor H. Muhidin
- Kelurahan Keramat
- Kelurahan Pintu Air Bawah

#### 4. Kecamatan Bukit Intan:

- Kelurahan Sriwijaya
- Kelurahan Semabung Baru II
- Kelurahan Bukit Intan II
- Kelurahan Semabung Baru I
- Desa Bacang
- Kelurahan Bukit Besar I
- Kelurahan Bukit Besar II,
- Kelurahan Bukit Intan I
- Kelurahan Semabung Lama
- Desa Air Itam

Pembagian wilayah administrasi pada tahun 2006 adalah sebagai berikut :

1. Kecamatan Taman Sari:

- Kelurahan Opas Indah
- Kelurahan Batin Tikal
- Kelurahan Gedung Nasional
- Kelurahan Rawa Bangun

2. Kecamatan Gerunggang:

- Kelurahan Taman Bunga
- Kelurahan Kejaksanaan
- Kelurahan Tua Tunu
- Kelurahan Bukit Merapin,
- Kelurahan Bukit Sari
- Kelurahan Kacang Pedang

3. Kecamatan Pangkalbalam:

- Kelurahan Selindung Baru
- Kelurahan Gabek II
- Kelurahan Lontong Pancur
- Kelurahan Ampui
- Kelurahan Rejosari
- Kelurahan Gabek I
- Kelurahan Pasir Garam
- Kelurahan Ketapang
- Kelurahan Air Salemba

4. Kecamatan Rangkui:

- Kelurahan Pintu Air
- Kelurahan Pasar Padi
- Kelurahan Masjid Jamik
- Kelurahan Melintang
- Kelurahan Keramat
- Kelurahan Bintang
- Kelurahan Pasir Putih
- Kelurahan Asam
- Kelurahan Parit Lalang

5. Kecamatan Bukit Intan:

- Kelurahan Bukit Intan
- Kelurahan Semabung Baru
- Kelurahan Sriwijaya
- Kelurahan Air Itam.
- Kelurahan Bukit Besar
- Kelurahan Semabung Lama
- Kelurahan Bacang

Kota Pangkalpinang merupakan wilayah yang strategis ditinjau dari sudut geografisnya, dalam kaitannya dengan pembangunan nasional dan pembangunan daerah di propinsi baru. Hal ini dikarenakan Kota Pangkalpinang sebagai ibukota propinsi mempunyai fungsi sebagai pusat pembangunan di Propinsi Kepulauan Bangka Belitung yang meliputi :

- Pusat pemerintahan dan pemukiman penduduk
- Pusat perdagangan dan Industri



- Pusat pelayanan sosial (pendidikan dan kesehatan) serta distribusi barang dan jasa
- Pusat administrasi penambangan timah
- Pusat lembaga keuangan.

### 3.2. Morfologi

Secara umum morfologi Kota Pangkalpinang berbentuk cekung di bagian pusat kota yang berada di daerah rendah. Daerah-daerah yang berbukit mengelompok di bagian barat dan selatan. Beberapa bukit yang utama adalah Bukit Girimaya dan Bukit Menara.

Ketinggian Kota Pangkalpinang pada umumnya didominasi oleh ketinggian 7-25 m dpl (53,06% dari daerah penelitian). Di dekat sepanjang aliran sungai dan di bagian timur Kota Pangkalpinang, ketinggian berkisar antara 0-7 m dpl (35,97% dari daerah penelitian). Ketinggian antara 25 – 100 m dpl meliputi 4,30 % dari daerah penelitian, tersebar di bagian barat dan selatan daerah penelitian.

Kelerengan Kota Pangkalpinang didominasi oleh kelerengan 0 – 2% (40,18%). Kelerengan 2-5% dan 5-8% masing-masing dijumpai pada 25,82% dan 25,64% dari daerah penelitian. Di bagian barat, kedua kelas kelerengan ini dijumpai saling berselingan membentuk topografi yang berombak/bergelombang. Di bagian barat laut dan selatan daerah penelitian, lereng dijumpai semakin curam yaitu 15-25 % (1,46% dari daerah penelitian) dan 25-40% (0,23% dari daerah penelitian)

Di wilayah Kota Pangkalpinang terdapat beberapa sungai. Sungai Baturusa terletak di bagian timur laut daerah penelitian yang berfungsi sebagai tempat masuknya kapal dari Laut Cina Selatan menuju Pelabuhan Pangkalbalam. Ke arah selatan dari Sungai Baturusa (bersambung dengan Sungai Baturusa) mengalir Sungai Rangkui yang merupakan muara dari sungai-sungai kecil dari perbukitan di selatan kota. Salah satu sungai penting yang bermuara ke Sungai Rangkui adalah Sungai Pedindang. Sungai-sungai kecil lainnya antara lain Sungai Pasir Padi di bagian timur yang langsung bermuara ke laut, dan Sungai Selindung di barat laut yang juga bersambung dengan Sungai Baturusa. Kolong-kolong

(danau-danau bekas penambangan timah) penting di antaranya Kolong Kacang Pedang, Kolong Kompleks Pasar, dan Kolong Teluk Bayur.

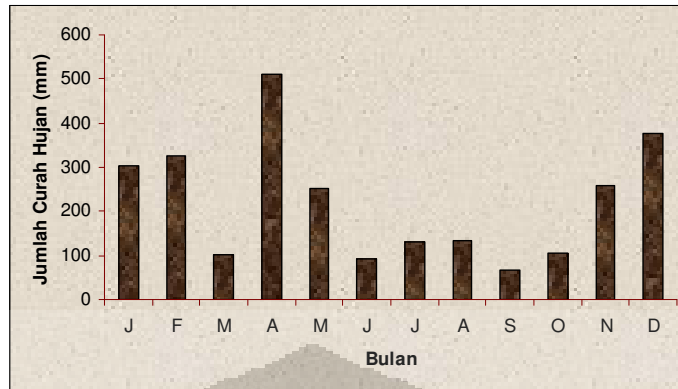
Pusat Kota Pangkalpinang yang berbentuk seperti cawan dan dibelah oleh Sungai Rangkui seringkali menimbulkan dampak negatif, yaitu rawan banjir terutama pada musim hujan atau pengaruh pasang surut air laut. Adapun daerah yang tidak pernah tergenang terletak di sebelah utara, barat, dan selatan kota, sedangkan daerah timur yang berbatasan dengan Sungai Rangkui dengan Laut Cina Selatan dan bagian tengah kota yang dilalui oleh Sungai Rangkui sering tergenang oleh air pasang. Daerah yang tergenang tersebut terutama Kecamatan Rangkui, Pangkalbalam, dan Tamansari.

Mengingat keadaan morfologi Kota Pangkalpinang yang cukup datar dan tidak melebihi 100m dpl, pengaruh topografi terhadap suhu permukaan diabaikan dalam penelitian ini.

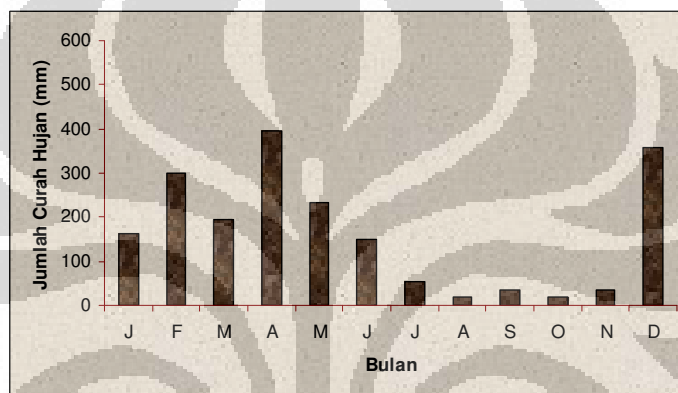
### **3.3. Iklim dan Cuaca**

Iklim Kota Pangkalpinang tergolong tropis basah tipe Af menurut klasifikasi Köppen. Iklim ini tidak mempunyai periode kering karena posisinya yang dekat dengan garis khatulistiwa sehingga pengaruh DKAT sangat besar. Karena alasan ini, hujan di Bangka sepenuhnya adalah hujan konveksi (Sandy, 1987), dengan pemanasan matahari yang kuat dapat menyebabkan hujan badai yang singkat namun banyak pada siang hari sampai sore hari (Aguado dan Burt, 2001).

Berdasarkan data curah hujan di Kota Pangkalpinang tahun 1961-1990, Hamada dkk. (2002) menyimpulkan bahwa siklus tahunan curah hujan di Pangkalpinang lebih dominan dibandingkan dengan siklus semi-tahunan, dengan curah hujan maksimum muncul selama periode September-Januari. Musim hujan di Pangkalpinang secara normal dimulai pada awal November hingga pertengahan Mei, namun dengan adanya efek El Niño dan La Niña, siklus tersebut dapat berubah. El Niño dapat memperlambat dan mempersingkat musim hujan, sedangkan La Niña sebaliknya. Gambar 5 memperlihatkan curah hujan bulanan di Kota Pangkalpinang pada tahun 2000 (La Niña lemah) dan tahun 2006 (El Niño sedang).



(a)



(b)

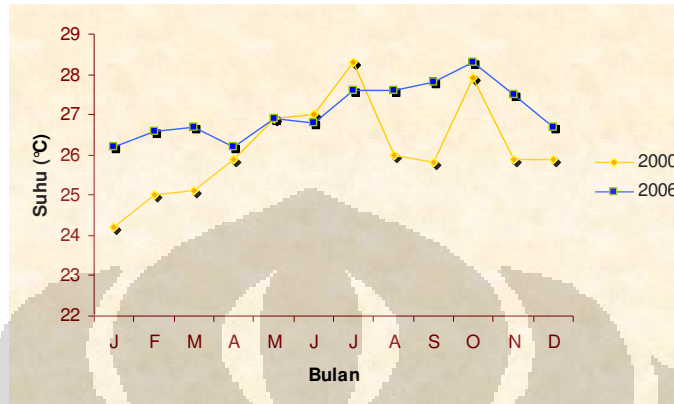
Sumber : Badan Meteorologi dan Geofisika Wilayah II, Stasiun Klimatologi Pangkalpinang

**Gambar 4. Curah Hujan Bulanan di Kota Pangkalpinang (a) Tahun 2000 dan (b) Tahun 2006**

Meskipun suhu sering tinggi sepanjang tahun, iklim ini bukan merupakan iklim dengan suhu tertinggi di muka bumi. Hal ini disebabkan karena ketersediaan kelembaban permukaan (Aguado dan Burt, 2001). Bagi wilayah Indonesia, tidak terasa adanya pergiliran dalam pemanasan muka bumi. Suhu antar musim pun hampir tidak ada (Sandy, 1987). Suhu udara rata-rata bulanan dan kelembaban udara rata-rata bulanan di Pangkalpinang dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

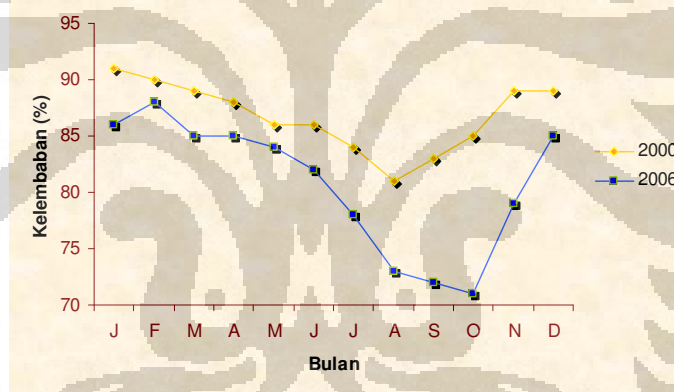
Kondisi atmosfer di Kota Pangkalpinang dipengaruhi oleh laut, baik angin maupun kelembabannya. Angin bergerak setiap hari dengan arah dari timur pada siang hari dan dari barat pada malam hari. Rata-rata kecepatan angin dan arah angin sangat bervariasi setiap bulannya. Keadaan cuaca pada hari peliputan kedua

citra Landsat yang digunakan dalam penelitian ini (diukur di Bandara Depati Amir Pangkalpinang) disajikan pada Tabel 2.



Sumber : Badan Meteorologi dan Geofisika Wilayah II, Stasiun Klimatologi Pangkalpinang

Gambar 5. Suhu Rata-Rata Bulanan di Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006



Sumber : Badan Meteorologi dan Geofisika Wilayah II, Stasiun Klimatologi Pangkalpinang

Gambar 6. Kelembaban Rata-Rata Bulanan di Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006

**Tabel 2. Keadaan Cuaca Kota Pangkalpinang Tanggal 14 April 2000 dan 30 September 2006**

Unsur Iklim/Cuaca	14 April 2000	30 September 2006
Suhu pukul 07.00	24.7°C	24.1°C
Suhu pukul 13.00	32.0°C	33.7°C
Suhu pukul 18.00	26.3°C	30°C
Kelembaban pukul 07.00	93%	87%
Kelembaban pukul 13.00	63%	42%
Kelembaban pukul 18.00	84%	60%
Kecepatan angin rata-rata	1 knot	6 knot
Kecepatan angin maksimum	8 knot	14 knot
Arah angin terbanyak	Timur	Selatan
Tekanan udara rata-rata	1008 mb	1012 mb
Curah hujan	0.8 mm	0 mm
Curah hujan 5 hari sebelumnya	40 mm	0 mm

*Sumber : Badan Meteorologi dan Geofisika Wilayah II, Stasiun Klimatologi Pangkalpinang*

### **3.4. Penduduk**

Kota Pangkalpinang yang lahir pada tahun 1956 dan merupakan gabungan dari Gementee Pangkalpinang dan Gementee Gabek, telah berubah status beberapa kali antara lain Kota Kecil (1956-1959), Kotapraja (1959-1967), Kotamadya (1965-1984), Kotamadya Daerah Tingkat II (1984-1999), dan Kota (1999 – sekarang). Hal ini ikut pula berakibat pada meningkatnya jumlah penduduk. Seperti terlihat pada Tabel 3, jumlah penduduk Kota Pangkalpinang cenderung meningkat, namun tidak dengan kepadatan penduduknya. Kepadatan penduduk pada tahun 1961, 1971, dan 1980 umumnya lebih tinggi daripada kepadatan penduduk tahun-tahun setelahnya. Hal ini disebabkan oleh terjadinya pemekaran wilayah administrasi Kota Pangkalpinang pada tahun 1984 dengan masuknya 3 desa dari Kabupaten Bangka. Dalam kurun waktu tahun 2000 – 2006, peningkatan jumlah penduduk yang paling besar terjadi pada periode 2001 – 2002 mencapai 6.005 jiwa. Kemungkinan besar hal ini dikarenakan adanya migrasi penduduk dari luar Pangkalpinang yang memanfaatkan peluang perubahan status kota Pangkalpinang menjadi ibukota propinsi. Pertumbuhan

penduduk setelah tahun 2000 umumnya tergolong cukup pesat jika dibandingkan dengan pertumbuhan penduduk pada tahun 1990-an.

**Tabel 3. Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kota Pangkalpinang Tahun 1961, 1971, 1980, 1990, 2000-2006**

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/km <sup>2</sup> )	Pertambahan Penduduk (jiwa/tahun)
1961*	60.283	1.902	-
1971*	74.367	2.346	1.408
1980*	90.068	2.841	1.745
1990*	113.129	1.265	2.306
2000**	125.774	1.407	1.265
2001**	128.732	1.440	2.958
2002**	134.737	1.507	6.005
2003**	137.582	1.539	2.845
2004**	141.556	1.583	3.974
2005**	146.161	1.635	4.605
2006**	150.668	1.685	4.507

Sumber : \* = Hasil Sensus Penduduk BPS; \*\*= Hasil Registrasi Penduduk BPS

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa pada tahun 2000, Kecamatan Rangkui mempunyai jumlah penduduk terbanyak, namun pada tahun 2006 posisi ini digantikan oleh Kecamatan Bukit Intan yang juga mempunyai persentase pertambahan penduduk terbesar jika dibandingkan dengan kecamatan-kecamatan lainnya. Persentase pertambahan penduduk yang besar juga dialami oleh Kecamatan Pangkalbalam. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pengembangan kedua kecamatan tersebut masing-masing sebagai pusat pemerintahan propinsi dan pusat perdagangan regional berorientasi pelabuhan. Kecamatan Taman Sari (juga Kecamatan Gerunggang pada tahun 2006) mengalami pertumbuhan penduduk yang relatif sangat kecil jika dibandingkan dengan ketiga kecamatan lainnya.

**Tabel 4. Distribusi penduduk Per-kecamatan di Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006 dan Pertambahannya**

Nama Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)		Pertambahan Penduduk (jiwa)	Presentase Pertambahan Penduduk
	2000	2006		
Kecamatan Taman Sari (+ Gerunggang)	36.964	38.301	1.337	3.62%
Kecamatan Pangkalbalam	25.939	33.656	7.717	29.75%
Kecamatan Rangkui	32.538	39.205	6.667	20.49%
Kecamatan Bukit Intan	30.333	39.506	9.173	30.24%
<b>Total</b>	<b>125.774</b>	<b>150.668</b>	<b>24.894</b>	<b>19.79%</b>

*Sumber : Hasil Registrasi Penduduk BPS*

### 3.5. Penggunaan Tanah dan Jaringan Jalan

Data dari Badan Pertanahan Nasional berupa peta untuk Kota Pangkalpinang (Peta 2 dan Peta 3) belum diperbarui lagi setelah tahun 2001. Dari Tabel 6, penggunaan tanah dengan luas terbesar adalah hutan belukar (28,27%), diikuti kebun campuran (22,88%), perkebunan rakyat (22,14%), perumahan/permukiman (16,13%), sungai/kolong/danau (6,67%), industri (1,16%), tegalan/ladang (1,04%), lapangan olahraga (0,75%), hutan sejenis (0,60%), dan dengan luas wilayah yang paling kecil adalah penggunaan tanah jasa (0,37%). Jaringan jalan di Kota Pangkalpinang umumnya bertemu di pusat kota dari segala arah dan terdapat jalan aspal yang menghubungkan dengan pusat-pusat kelurahan/desa. Pada daerah yang tidak dilalui jalan aspal umumnya sudah terhubung dengan jalan batu atau jalan tanah atau jalan setapak.

Penggunaan tanah perumahan/permukiman ditemukan dominan di bagian utara, tengah, dan selatan daerah penelitian dengan pola yang sangat linier mengikuti jaringan jalan (Peta 3). Lapangan olahraga ditemukan tersebar tidak merata namun 2 lapangan olahraga dengan luas yang besar ditemukan di selatan daerah penelitian. Penggunaan tanah jasa umumnya ditemukan di dekat pertemuan 3 jalan utama Kota Pangkalpinang yang menghubungkan Pangkalpinang dengan ibukota Kabupaten Bangka (Sungailiat) di sebelah utara, ibukota Kabupaten Bangka Tengah dan Kabupaten Bangka Selatan (Koba dan Toboali) di sebelah selatan, dan Ibukota Kabupaten Bangka Barat (Mentok) di

sebelah barat daya. Penggunaan tanah jasa juga ditemukan di dekat Sungai Baturusa yang merupakan Pelabuhan Pangkalbalam. Penggunaan tanah industri umumnya tersebar mengikuti jaringan jalan dan berada dekat di sekitar penggunaan tanah permukiman.

Penggunaan tanah kebun campuran memiliki luas wilayah yang cukup besar, dijumpai dekat pada permukiman yang tidak mempunyai jaringan jalan yang padat. Penggunaan tanah tegalan/ladang yang mempunyai luas wilayah yang kecil umumnya dijumpai dikelilingi oleh penggunaan tanah kebun campuran dan/atau penggunaan tanah perkebunan rakyat. Penggunaan tanah perkebunan rakyat sangat dominan pada bagian barat daerah penelitian dan bagian timur sepanjang garis pantai dan muara Sungai Baturusa. Perkebunan rakyat juga terdapat di bagian selatan daerah penelitian. Penggunaan tanah hutan belukar umum dijumpai dekat dengan aliran sungai dan pada daerah berbukit. Penggunaan tanah ini dominan pada bagian barat dan timur daerah penelitian. Penggunaan tanah hutan sejenis terdapat sedikit di bagian utara, tengah, dan selatan daerah penelitian. Di Pangkalpinang tidak ditemui sawah, karena tanah di daerah Kota Pangkalpinang yang kurang subur untuk ditanami padi yang rata-rata pH-nya dibawah 5. Palawija, lada, dan karet adalah tanaman pertanian lahan kering yang umumnya ada di Kota Pangkalpinang.

**Tabel 5. Penggunaan Tanah Kota Pangkalpinang Tahun 2001**

<b>Penggunaan Tanah</b>	<b>Luas (Ha)</b>
Perumahan/ Permukiman	1.423,36
Lapangan Olahraga	65,78
Jasa	32,35
Industri	102,52
Kebun Campuran	2.019,49
Tegalan/Ladang	91,44
Perkebunan Rakyat	1.954,47
Hutan Belukar	2.495,00
Hutan Sejenis	53,23
Sungai/Kolong/Danau	588,40
Total	8.826,04

*Sumber: Peta Penggunaan Tanah Kota Pangkalpinang BPN Tahun 2001 Skala 1:25.000*



## BAB 4

### *URBAN HEAT ISLAND DI KOTA PANGKALPINANG*

#### **4.1. Suhu Permukaan Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006**

Dari pengolahan citra satelit tanggal 14 April 2000 peliputan pukul 09.58 WIB, ditemukan suhu permukaan terendah adalah  $19,7^{\circ}\text{C}$  dan suhu permukaan tertinggi adalah  $30,3^{\circ}\text{C}$ . Rata-rata suhu permukaan adalah  $23,6^{\circ}\text{C}$  dengan nilai standar deviasi  $1,4^{\circ}\text{C}$ . Koefisien variasi adalah  $5,95\%$ .

Pada citra satelit tanggal 30 September 2006 peliputan pukul 09.58 WIB, rata-rata nilai suhu permukaan relatif lebih tinggi dibandingkan pada tahun 2000 di mana mempunyai standar deviasi suhu yang lebih besar pula. Suhu permukaan terendah adalah  $21,3^{\circ}\text{C}$  dan suhu permukaan tertinggi adalah  $34,6^{\circ}\text{C}$ . Rata-rata suhu permukaan adalah  $27,5^{\circ}\text{C}$  dengan nilai standar deviasinya  $2,1^{\circ}\text{C}$  dan koefisien variasinya sebesar  $7,58\%$ .

Hasil yang diperoleh baik pada tahun 2000 maupun pada tahun 2006 konsisten dengan data dari BMG pada Tabel 2 di mana suhu rata-rata pada tahun 2006 lebih tinggi, dengan kelembaban yang lebih rendah. Selain itu, pada tahun 2006, kelembaban permukaannya juga lebih kering di mana tidak ada hujan selama 5 hari sebelumnya mengingat bulan September masih masuk ke dalam musim kemarau sedangkan bulan April adalah musim hujan di Kota Pangkalpinang (Hamada dkk.,2002). Melihat nilai hasil perhitungan koefisien variasi, variasi suhu yang terjadi pada tahun 2006 juga lebih besar dibandingkan variasi suhu pada tahun 2000. Variasi-variasi yang cukup besar ini terjadi pada pukul 09.58 WIB di mana menurut teori, UHI sedang lemah, maka diperkirakan *range* suhu akan semakin meningkat pada waktu malam harinya.

#### **4.2. Tutupan Lahan Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006**

Survey tutupan lahan dilakukan pada bulan Agustus 2008 dengan membandingkan dengan hasil klasifikasi citra tahun 2006. Survey dilakukan dengan mengelilingi sebagian besar wilayah administrasi Kota Pangkalpinang yang telah ada jaringan jalannya. Beberapa contoh kenampakan masing-masing tutupan lahan dapat terlihat pada Foto 1.



*Sumber : Dokumentasi Paska Ariandy Iswanto*

**Foto 1. Contoh Kenampakan Masing-Masing Tutupan Lahan (dari kiri ke kanan, atas ke bawah: Badan Air di Muara Sungai Baturusa, Hutan di Desa Tuatunu, Lahan Basah di Desa Air Itam, Lahan Terbuka di Desa Air Itam, Pertanian Lahan Kering di Kelurahan Selindung Baru, Rumput di Kelurahan Semabung Lama, Urban di Kelurahan Komplek Pasar)**

Hasil klasifikasi tutupan lahan dari citra tahun 2000 dan 2006 secara tak terselia dan hasil perhitungan luasannya disajikan pada Tabel 6 (Peta 7 dan 8). Pada tahun 2000 ditemukan bahwa pertanian lahan kering mempunyai luas terbesar diikuti oleh luas tutupan lahan hutan, urban, rumput, lahan terbuka, dan lahan basah. Badan air memiliki luas yang paling kecil. Di tahun 2006, terlihat terjadi penambahan luas pada tutupan lahan urban dan lahan terbuka. Ekspansi urban ini mengakibatkan berkurangnya luas tutupan lahan pertanian lahan kering dan rumput. Luas badan air serta hutan relatif tidak banyak berubah. Pada tahun ini, tutupan lahan didominasi oleh urban, diikuti oleh hutan, pertanian lahan kering, lahan terbuka, rumput, lahan basah, dan badan air.

**Tabel 6. Luas Tiap Tipe Tutupan Lahan Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006**

Tipe Tutupan Lahan	Luas Tahun 2000		Luas Tahun 2006	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Badan Air	3,80	4,31	3,75	4,25
Hutan	22,07	25,01	21,09	23,90
Lahan Basah	7,24	8,20	5,09	5,77
Lahan terbuka	7,71	8,73	10,99	12,45
Pertanian Lahan Kering	22,30	25,27	14,97	16,96
Rumput	9,51	10,78	6,65	7,54
Urban	15,62	17,70	25,71	29,13

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

#### **4.3. Kerapatan Vegetasi dan Kerapatan Lahan Terbangun dan/atau Lahan Terbuka Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006**

Dalam penelitian ini, kerapatan vegetasi diwakili oleh nilai yang didapatkan dari hasil perhitungan NDVI. Citra tahun 2000 mempunyai rentang nilai NDVI yang cukup jauh yaitu antara -0,93 sampai dengan 0,99 dengan rata-rata 0,49 dan standar deviasi 0,27 (Peta 8). Citra tahun 2006 menunjukkan hal yang berbeda, di mana rentang nilai NDVI pada citra tahun ini lebih pendek yaitu antara -0,44 sampai 0,89 dengan rata-rata 0,47 dan standar deviasi 0,23 (Peta 9). Meskipun rata-rata dan standar deviasi NDVI untuk kedua tahun tampak tidak berbeda jauh, rentang antara kedua tahun sangat berbeda. Hal ini mengindikasikan pada tahun 2006 tidak terdapat kerapatan vegetasi yang sangat jarang. Namun, hal ini juga dapat disebabkan oleh efek-efek seperti efek atmosferik, efek awan, efek tanah (kandungan air), efek anisotropik, dan efek spektral.

Nilai NDBI dalam penelitian ini digunakan sebagai substitusi kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka. Untuk citra tahun 2000, nilai NDBI berkisar antara -0,94 sampai dengan 0,75 dengan rata-rata -0,010 dan standar deviasinya 0,156 (Peta 10). Citra tahun 2006 mempunyai rentang NDBI yang lebih kecil yaitu antara -0,73 sampai dengan 0,63 dengan rata-rata 0,117 dan standar deviasinya 0,178 (Peta 11). Berbeda dengan pada NDVI, rata-rata nilai

NDBI cukup berbeda yang mengindikasikan semakin meluasnya lahan terbangun dan/atau lahan terbuka.

Untuk menguji reliabilitas NDVI dan NDBI, maka data NDVI dan NDBI tahun 2006 dibandingkan dengan data hasil verifikasi lapangan (Peta 4). Hal ini disajikan pada Tabel 7 dan beberapa contoh titik pada Foto 2.

**Tabel 7. Nilai NDVI dan NDBI Tahun 2006 dan Hasil Survey Lapangan**

No	NDVI	NDBI	Proporsi Kanopi	Kerapatan Tajuk	Proporsi Lahan Terbangun dan / atau Terbuka
1	0.84	-0.13	5	5	1
2	0.82	-0.06	4	3	2
3	0.68	0.04	2	1	2
4	0.09	0.13	1	1	5
5	0.58	-0.2	5	4	1
6	-0.03	0.13	3	3	2
7	0.49	0.22	2	1	3
8	0.07	-0.5	2	1	3
9	0.17	0.35	2	1	3
10	0.04	0.34	1	1	5
11	0.37	0.31	3	4	3
12	0.22	0.26	3	3	3
13	0.65	0.17	5	5	1
14	0.28	0.25	3	3	4
15	0.3	0.21	4	3	4
16	0.38	0.14	3	3	1
17	0.28	0.34	1	2	5
18	0.29	0.25	3	2	5
19	0.23	0.28	2	2	5
20	0.27	0.27	3	3	3
21	0.41	0.35	4	3	1
22	0.21	0.27	3	2	4
23	0.72	-0.02	3	3	2
24	0.18	0.08	1	1	2
25	0.06	0.37	1	1	5
26	0.17	0.04	3	2	2
27	0.59	0.06	4	4	2
28	0.42	0.23	3	3	2
29	0.19	0.28	3	3	4
30	0.76	-0.07	4	4	2

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*



*Sumber : Dokumentasi Paska Ariandy Iswanto*

**Foto 2. Lokasi Pengambilan Sampel (dari kiri ke kanan, atas ke bawah : no.2 (Desa Tutunu), no.8 (Desa Air Itam), no.27 (Desa Air Itam), no.22 (Kelurahan Gabek II))**

Secara teoritis, reflektansi radiasi matahari dalam bentuk gelombang elektromagnetik (GEM) yang mengenai pepohonan dipengaruhi oleh karakteristik tajuknya, dalam hal ini kerapatan tajuk, ketebalan tajuk dan persentase kerapatan kanopinya (Sobirin, 2001) . Atas dasar itu, dilakukan analisis korelasi nilai NDVI dengan kerapatan tajuk dan proporsi kanopinya. Dengan koefisien korelasi Spearman didapatkan hasil 0,65 untuk hubungan NDVI dengan proporsi kanopi dan 0,61 untuk hubungan NDVI dengan kerapatan tajuk, keduanya signifikan pada  $\alpha=0,01$ . Hal ini berarti bahwa terdapat hubungan positif antara NDVI dengan proporsi kanopi dan kerapatan tajuk di lapangan sehingga nilai NDVI dapat mencerminkan proporsi kanopi dan kerapatan tajuk yang sebenarnya. Nilai NDVI yang paling tinggi berasosiasi dengan vegetasi hutan dan pertanian lahan kering, diikuti oleh rumput dan lahan basah. Lahan Terbuka dan urban mempunyai nilai NDVI di bawah nilai NDVI rumput dan lahan basah. Nilai NDVI terendah (umumnya mempunyai angka di bawah 0) dijumpai pada badan air.

Sama seperti NDVI, NDBI juga dipengaruhi oleh pantulan radiasi matahari yang mengenai tutupan lahan urban ataupun lahan terbuka. Hal ini diuji dengan membandingkan nilai NDBI tahun 2006 dengan hasil survey lapang tahun 2008 yang menemukan terdapat hubungan positif yang signifikan pada  $\alpha=0,01$

antara nilai NDBI dengan proporsi lahan terbangun dan/atau lahan terbuka dengan koefisien korelasi Spearman 0,56. Jadi, NDBI juga dapat dijadikan acuan untuk meneliti kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka di Kota Pangkalpinang. Nilai NDBI tertinggi ditemukan pada tutupan lahan urban dan lahan terbuka. Lahan basah dan rumput umumnya mempunyai nilai NDBI yang tidak terlalu jauh berbeda mendekati 0, sedangkan hutan, pertanian lahan kering, dan badan air mempunyai nilai NDBI di bawah 0.

#### 4.4. Pola Spasial Suhu Permukaan di Kota Pangkalpinang

##### 4.4.1. Pola Spasial Suhu Permukaan Tahun 2000

Dari nilai suhu permukaan yang telah diperoleh, suhu permukaan dikategorisasikan menjadi 4 bagian seperti terlihat pada Tabel 8 dan Peta 5. Wilayah suhu kategori 2 menempati 55,75% dari total luas Kota Pangkalpinang. Hal ini diikuti oleh kategori 3 yang menempati 23,36%, kategori 4 (wilayah UHI) 13,13% dan wilayah dengan luas yang paling kecil adalah kategori 1 yang menempati 7,76% wilayah penelitian.

**Tabel 8. Kategorisasi Suhu Permukaan Tahun 2000**

Kategori	Suhu permukaan (°C)	Luas (km <sup>2</sup> )
1	19,7 – 22,2	6,85
2	22,2 – 23,5	49,20
3	23,6 – 24,9	20,62
4	25,0 – 30,3	11,59

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

Wilayah suhu permukaan kategori 1 dijumpai dominan pada bagian utara dan timur laut Desa Air Itam, bagian timur laut Kelurahan Pasir Putih, bagian barat daya Desa Tua Tunu dan ditemukan berbentuk titik-titik pada bagian tengah Desa Tua Tunu dan perbatasan selatan antara Kelurahan Asam dan Kelurahan Bukit Besar I yang merupakan wilayah perbukitan (Foto3).



*Sumber : Dokumentasi Paska Ariandy Iswanto*

### **Foto 3. Perbukitan di Selatan Kota Pangkalpinang**

Wilayah suhu permukaan kategori 2 terlihat sangat dominan pada bagian barat dan timur wilayah penelitian, juga terlihat jelas di bagian utara dan selatan. Berdasarkan batasan administrasi, wilayah suhu permukaan ini dapat dijumpai pada mayoritas Desa Tua Tunu, mayoritas Desa Air Itam, mayoritas Kelurahan Kacang Pedang I, bagian barat, timur dan utara Kecamatan Pangkalbalam (tepatnya di barat Kelurahan Rangkui, mendominasi Kelurahan Selindung Baru, utara Kelurahan Gabek II dan Kelurahan Pasir Garam, dan bagian timur Kelurahan Pangkalarang dan Kelurahan Pangkalbalam), mayoritas Kelurahan Pasir Putih, bagian timur dan selatan Desa Bacang, bagian selatan Kelurahan Asam dan Kelurahan Bukit Besar I, bagian selatan Kelurahan Kejaksaan dan bagian barat Kelurahan Bukit Tani dan Bukit Lama.

Wilayah suhu permukaan kategori 3 umum dijumpai mengelilingi suhu permukaan kategori 4 yang dominan di bagian tengah dan memanjang ke arah barat dan arah tenggara dan adanya titik-titik region suhu yang tidak beraturan. Pada bagian tengah Desa Tua Tunu dan Desa Air Itam, wilayah suhu ini berbentuk memanjang. Di Desa Air Itam, wilayah suhu ini ditemukan juga pada bagian tenggara desa yang dekat dengan garis pantai. Di Desa Tua Tunu juga terdapat wilayah suhu kategori 3 mengelilingi wilayah suhu kategori 4 di bagian barat. Selain itu, wilayah suhu ini juga tampak mendominasi bagian tengah dan timur Kecamatan Pangkalbalam (dominan pada timur Kelurahan Rangkui, mayoritas Kelurahan Gabek I, bagian barat Kelurahan Selindung Baru, dan bagian utara Kelurahan Pasir Garam dan Kelurahan Lontong Pancur). Wilayah suhu ini di Kecamatan Rangkui umumnya terdapat di bagian selatan Kelurahan Pasir Putih, utara Kelurahan Asam, dan selatan Kelurahan Keramat dan Kelurahan Parit

Lalang. Selain pada Desa Tua Tunu dan Desa Bacang yang telah dibahas di atas, pada Kecamatan Taman Sari dan Kecamatan Bukit Intan, wilayah suhu ini dominan pada Kelurahan Bukit Lama, Kelurahan Bukit Merapin, Kelurahan Bukit Tani, Desa Bacang, Kelurahan Semabung Baru I, Kelurahan Semabung Baru II, dan Kelurahan Bukit Besar I.

Wilayah UHI (suhu permukaan kategori 4) dengan pola kontinu terdapat pada bagian tengah kota, Ditemukan juga *heat island* berbentuk strip-strip pada Desa Tua Tunu dan Desa Air Itam. Di barat Desa Tua Tunu terdapat UHI yang terpisah dari UHI-UHI lainnya. Wilayah UHI di bagian tengah kota dominan pada Kelurahan Lembawai, Kelurahan Sumberjo, Kelurahan Bogorejo, Kelurahan Ampui Meleset, bagian tengah dan selatan Kelurahan Lontong Pancur, Pangkalbalam, dan Pangkalarang, barat daya dan tengah Kelurahan Gabek II dan Pasir Garam, Kelurahan Mantri Urip, Kelurahan Depati Barin, Kelurahan Raden Abdullah, Kelurahan R.E. Martadinata, Kelurahan Air Selan, Kelurahan Belakang Tangsi, Kelurahan Batin Tikal, Kelurahan Sisingamangaraja, Kelurahan Jalan Balai, Kelurahan Ahmad Yani, Kelurahan Kacang Pedang II, bagian utara Kelurahan Kejaksaan, Kelurahan Gedung Nasional I, Kelurahan Pelipur, Kelurahan Gedung Nasional II, Kelurahan Jalan Jenderal Sudirman, Kelurahan Trem Seberang, Kelurahan Komplek Pasar, bagian barat daya Kelurahan Pasir Putih, Kelurahan Gudang Padi, Kelurahan Mayor H. Muhidin, Kelurahan Masjid Jamik, Kelurahan Bintang Dalam, Kelurahan Bintang, Kelurahan Pintu Air Atas, Kelurahan Pintu Air Bawah, Kelurahan Melintang, bagian utara Kelurahan Sriwijaya, Kelurahan Bukit Intan I, Kelurahan Bukit Intan II, Kelurahan Semabung Baru II, bagian barat dan tengah Kelurahan Semabung Baru I, dan bagian tengah dan timur Kelurahan Bukit Merapin, Bukit Tani, dan Bukit Lama .

Secara umum pola spasial suhu permukaan pada tahun 2000 adalah wilayah dengan suhu terpanas umumnya terdapat di bagian tengah kota secara kontinu. Selain itu terdapat pulau panas dalam luasan yang kecil di bagian barat kota. Juga ditemukan wilayah UHI yang berbentuk seperti garis putus-putus yang memanjang dari bagian tengah kota ke berbagai arah. Suhu terendah dominan di timur laut dan pada badan air yang membelah kota



#### 4.4.2. Pola Spasial Suhu Permukaan Tahun 2006

Berdasarkan hasil pengolahan data, suhu permukaan dikategorisasikan menjadi 4 bagian seperti terlihat pada Tabel 9 dan Peta 6. Wilayah suhu kategori 3 menempati 33,28% dari total luas Kota Pangkalpinang. Hal ini diikuti oleh kategori 2 yang menempati 29,23%, kategori 1 18,75% dan wilayah dengan luas yang paling kecil adalah kategori 4 (wilayah UHI) yang menempati 18,73% wilayah penelitian.

**Tabel 9. Kategorisasi Suhu Permukaan Tahun 2006**

Kategori	Suhu permukaan (°C)	Luas (km <sup>2</sup> )
1	21,3 – 25,4	16,55
2	25,5 – 27,5	25,80
3	27,6 – 29,6	29,37
4	29,7 – 34,6	16,54

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

Wilayah suhu permukaan kategori 1 pada tahun 2006 umumnya terkonsentrasi pada bagian barat dan timur kota. Suhu kategori ini dapat ditemui memanjang arah barat daya-timur laut di Desa Tua Tunu, bagian utara dan barat daya Desa Air Itam, bagian timur Kelurahan Pangkalarang dan Kelurahan Pangkalbalam serta meliputi bagian barat dan utara Kelurahan Pasir Putih.

Wilayah suhu permukaan kategori 2 ditemukan membentuk pola yang kurang beraturan pada Desa Tua Tunu. Selain itu, wilayah suhu ini juga ditemukan dominan pada bagian tengah Desa Air Itam, Kelurahan Semabung Lama, bagian barat Kelurahan Rangkui, bagian barat, utara dan timur Desa Bacang, bagian selatan Kelurahan Semabung Baru II, bagian barat Kelurahan Kacang Pedang I, bagian tengah Kelurahan Pangkalbalam dan Pangkalarang, bagian utara dan timur Kelurahan Pasir Putih, bagian tengah Kelurahan Bukit Besar I, serta pada perbatasan Kelurahan Kejaksanaan dan Kelurahan Pintu Air Bawah.

Wilayah suhu permukaan kategori 3 sangat berasosiasi dengan wilayah suhu kategori 4 di mana wilayah suhu kategori 3 ditemukan selalu mengelilingi wilayah suhu kategori 4. Wilayah suhu ini sangat luas, mendominasi hampir

semua kelurahan di Kota Pangkalpinang kecuali pada kelurahan-kelurahan yang terletak di tengah yang mendekati pusat kota.

Wilayah UHI yang paling luas terdapat di tengah kota memanjang dari utara ke selatan terutama pada timur laut Kelurahan Rangkui, Kelurahan Gabek II, Kelurahan Gabek I, bagian selatan Kelurahan Pasir Garam dan Lontong Pancur, Kelurahan Lembawai, Kelurahan Air Selan, Kelurahan Raden Abdullah, Kelurahan R.E. Martadinata, Kelurahan Depati Barin, Kelurahan Mantri Urip, Kelurahan Belakang Tangsi, Kelurahan Bukit Baru, Kelurahan Sisingamangaraja, Kelurahan Batin Tikal, Kelurahan Jalan Balai, Kelurahan Ahmad Yani, Kelurahan Kacang Pedang II, Kelurahan Gedung Nasional I, Kelurahan Pelipur, Kelurahan Gedung Nasional II, Kelurahan Jalan Jenderal Sudirman, Kelurahan Trem Seberang, bagian utara Kelurahan Kejaksaan, bagian tengah Kelurahan Bukit Merapin, Kelurahan Bukit Tani, dan Kelurahan Bukit Lama, Kelurahan Gudang Padi, Kelurahan Komplek Pasar, Kelurahan Mayor H. Muhidin, Kelurahan Masjid Jamik, Kelurahan Melintang, bagian selatan Kelurahan Pintu Air Atas, Pintu Air Bawah dan Keramat, bagian tengah Kelurahan Kacang Pedang I, bagian utara Kelurahan Parit Lalang, Kelurahan Bintang Dalam, dan Kelurahan Bintang, bagian utara dan barat daya Kelurahan Asam, bagian barat dan timur laut Kelurahan Semabung Baru I, bagian utara Kelurahan Semabung Baru I, Kelurahan Bukit Besar II, Kelurahan Bukit Intan II, Kelurahan Bukit Intan I, bagian timur Kelurahan Sriwijaya, dan bagian selatan Kelurahan Bukit Besar I. Wilayah UHI juga ditemukan pada bagian barat dan selatan Desa Tua Tunu dengan adanya titik-titik UHI di bagian tengahnya. Selain itu, di bagian tengah Desa Bacang dan Desa Air Itam, juga terdapat beberapa wilayah UHI yang saling terpisah satu sama lain.

Secara umum pola spasial suhu permukaan pada tahun 2006 adalah suhu terpanas umumnya ditemukan dalam wilayah yang kontinu pada bagian tengah kota. Di bagian barat dan timur kota terdapat banyak wilayah UHI dengan luas yang kecil yang saling bebas satu sama lain. Suhu terendah ditemukan pada bagian timur laut dan barat kota, serta pada badan air yang membelah kota (Foto 4) .



*Sumber : Dokumentasi Paska Ariandy Iswanto*

**Foto 4. Badan Air yang Membelah Kota Pangkalpinang**

#### **4.4.3. Perbedaan Pola Spasial Suhu Permukaan**

Dari Tabel (8&9) dan Peta (5&6), terlihat terjadi perubahan luas suhu yang cukup besar untuk setiap kategori, juga terjadi perbedaan pola spasial yang cukup nyata antara kedua tahun. Suhu kategori 1 pada tahun 2006 ditemukan semakin meluas terutama terlihat di Desa Tua Tunu. Suhu kategori 2 mengalami penurunan luas wilayah yang besar (hampir 50%) sedangkan suhu kategori 3 umumnya semakin meluas dan memiliki pola spasial yang tidak terlalu jauh berbeda kecuali terjadi penambahan wilayah di bagian timur. Wilayah UHI di bagian tengah kota umumnya tidak jauh berbeda (Foto 5), namun terlihat beberapa pulau panas yang tidak ditemukan pada tahun 2000 muncul di Desa Air Itam dalam luas wilayah yang lebih besar. Tejadinya penambahan wilayah UHI ini dianalisis sebagai akibat adanya pembukaaan jalan aspal dan penempatan lokalisasi industri serta pembabatan hutan untuk proyek pembangunan perkantoran dan perumahan pemerintahan propinsi Kepulauan Bangka Belitung di Desa Air Itam (Taman Kota) (Foto 6).



*Sumber : Dokumentasi Paska Ariandy Iswanto*

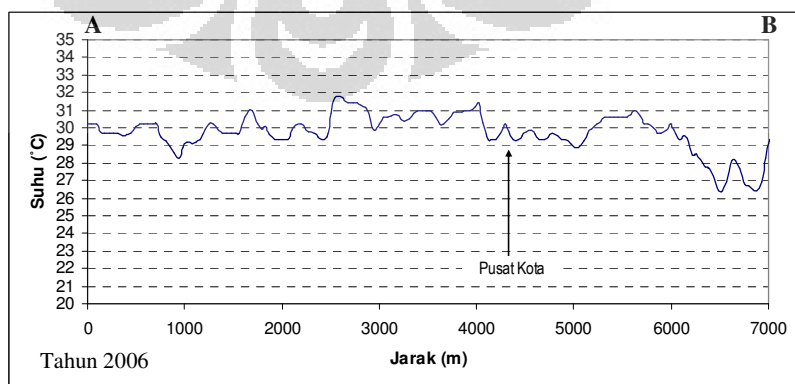
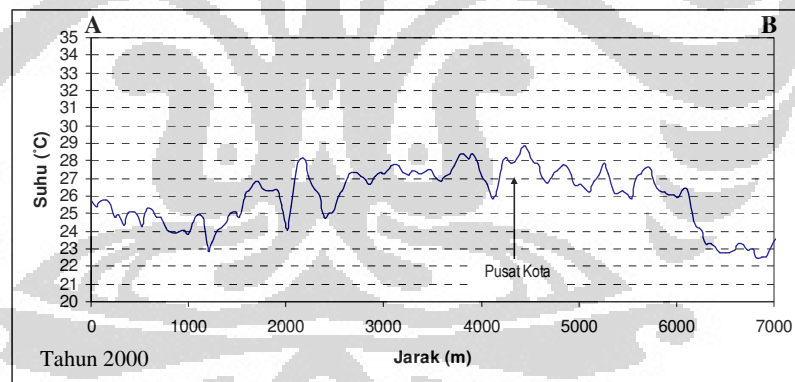
**Foto 5. Wilayah UHI di Tengah Kota Pangkalpinang**



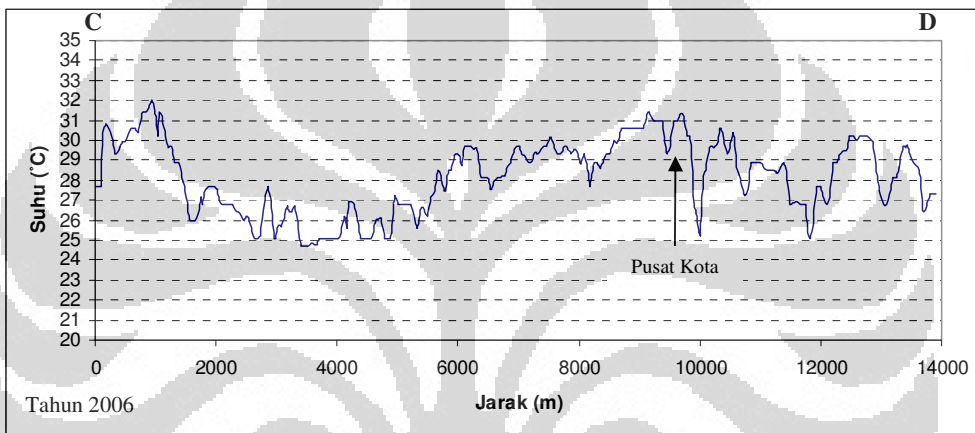
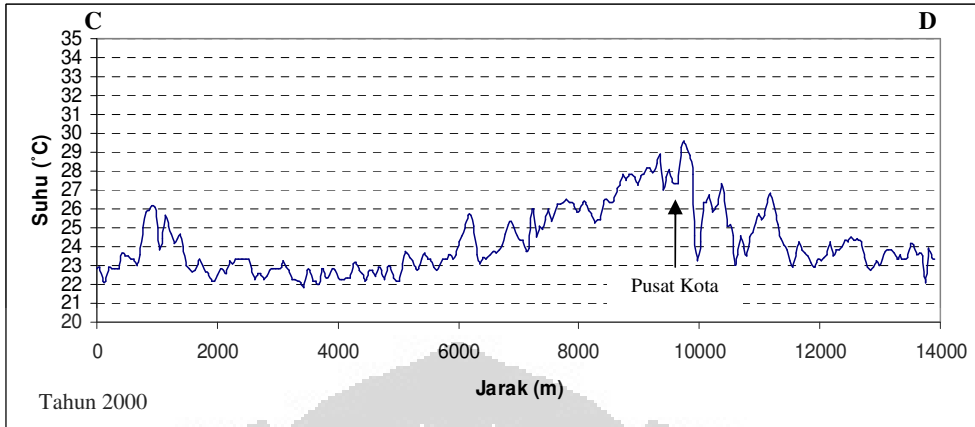
Sumber : Dokumentasi Paska Ariandy Iswanto

**Foto 6. Lokalisasi Industri dan Perkantoran Provinsi di Desa Air Itam**

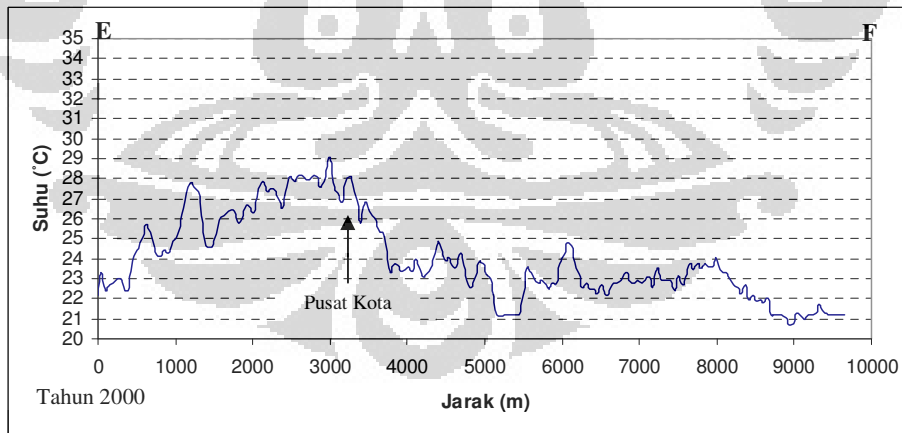
Untuk lebih memperjelas perbedaan pola spasial suhu permukaan di Pangkalpinang, dibuatlah profil suhu permukaan pada 3 transek yang memotong Kota Pangkalpinang (Peta 4). Transek A-B memotong dari utara ke selatan mengikuti Jalan Jenderal Sudirman Kota Pangkalpinang hingga berakhir pada perbukitan di selatan Kota Pangkalpinang. Transek C-D memotong arah Barat Laut – Tenggara mulai dari Desa Tuatunu hingga Desa Air Itam. Transek E-F memotong arah Barat Daya – Timur Laut yang berawal dari sekitar Jalan Mentok menuju garis pantai di timur Kota Pangkalpinang.

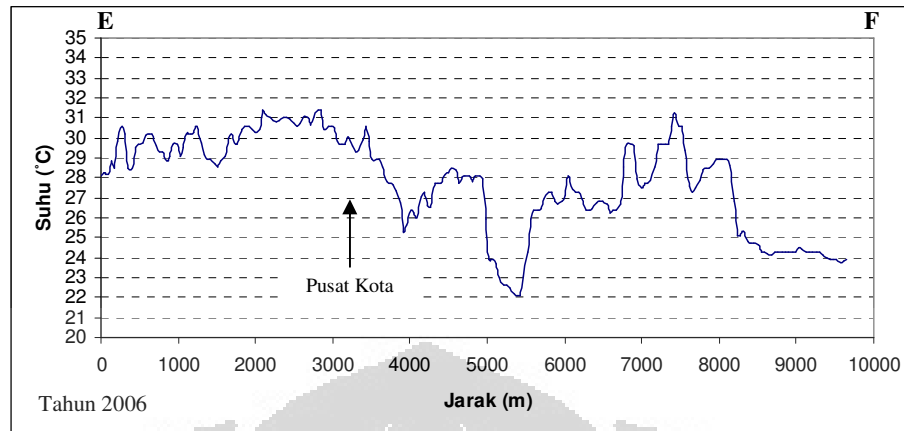


(a)



(b)





(c)

**Gambar 7. Profil Suhu Permukaan pada (a) Transek A-B, (b) Transek C-D, dan (c) Transek E-F**

Pada Gambar 7, terlihat bahwa terjadi perbedaan yang nyata antara profil suhu permukaan pada tahun 2000 dan 2006 pada setiap transek. Pada transek A-B, perbedaan terlihat di bagian utara daerah penelitian. Pada tahun 2000 suhu permukaan daerah ini masih lebih rendah dari suhu di pusat kota, namun pada tahun 2006 suhu permukaannya sudah hampir sama dengan suhu di pusat kota. Transek C-D menunjukkan perbedaan suhu permukaan yang serupa di mana bagian barat laut dan tenggara mengalami kenaikan suhu permukaan sehingga suhu permukaannya hampir sama dengan suhu di pusat kota. Hal ini berulang lagi terjadi pada transek E-F yang terlihat mengalami perubahan pola pada bagian barat daya dan timur laut sekitar kilometer 7 – 8 yang merupakan kawasan industri smelter timah yang dibangun setelah tahun 2000.

Perubahan-perubahan pada setiap profil yang dibuat pada umumnya disebabkan oleh adanya pembangunan-pembangunan baik itu pembangunan untuk permukiman, perkantoran, industri, dan sebagainya. Profil suhu permukaan pada tahun 2006 agak berbeda dengan profil suhu permukaan yang umum dijumpai contohnya seperti pada Gambar 2 di mana profil suhu membentuk pola seperti dome pada pusat kota. Hal ini diakibatkan oleh pembangunan-pembangunan yang dilakukan pemerintah di daerah rural sedangkan daerah pusat kota relatif tidak berubah.

Dalam membandingkan kedua tahun ini, terdapat kelemahan yaitu tingkat resolusi yang berbeda pada band 6 kedua citra. Citra tahun 2000 mempunyai resolusi spasial yang lebih tinggi yaitu 60mx60m dibandingkan dengan citra tahun 2006 yang hanya 120mx120m. Hal ini menyebabkan hasil yang didapatkan pada tahun 2006 lebih umum dibandingkan dengan hasil dari citra tahun 2000 yang lebih detail dan kompleks.

#### **4.5. Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Tutupan Lahan Tahun 2000 dan 2006**

Analisis dengan metode *visual map comparison* yaitu antara Peta 5 & 7 dan Peta 6 & 8 menemukan bahwa wilayah suhu kategori 3 & 4 sangat berasosiasi dengan tutupan lahan urban dan lahan terbuka. Wilayah suhu terendah (kategori 1) cukup konsisten ditemukan sejalan dengan bentukan sungai (tutupan lahan badan air). Hutan, pertanian lahan kering, rumput, dan lahan basah umumnya berada pada wilayah suhu kategori 1 maupun 2. Tutupan lahan hutan adalah yang paling sering dijumpai berada pada wilayah suhu terendah terutama pada tutupan lahan hutan di bagian timur laut daerah penelitian yang berbatasan langsung dengan Laut Cina Selatan. Pada tahun 2006 juga dapat terlihat jelas bahwa tutupan lahan hutan yang memanjang arah barat daya – timur laut di Desa Tuatunu masuk dalam wilayah suhu kategori 1.

Statistik deskriptif pada Tabel 10 memperlihatkan bahwa hampir setiap tipe tutupan lahan mempunyai rentang suhu yang cukup jauh antara nilai maksimum dan minimumnya. Hal ini disebabkan karena perbedaan resolusi spasial pixel untuk band tutupan lahan dan pixel band suhu permukaan sehingga kemungkinan suhu-suhu terlalu tergeneralisir. Variasi suhu permukaan untuk setiap tutupan lahan berkisar antara 3,73% untuk rumput sampai pada 6,09% untuk lahan basah.

**Tabel 10. Tabel Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Tutupan Lahan Tahun 2000**

<b>Tipe Tutupan Lahan</b>	<b>Min (°C)</b>	<b>Max (°C)</b>	<b>Range (°C)</b>	<b>Mean (°C)</b>	<b>SD (°C)</b>	<b>CV (%)</b>
Badan Air	19,7	29,2	9,5	22,64	1,37	6,05
Hutan	20,2	28,2	8,0	23,19	0,96	4,14
Lahan Basah	20,7	29,2	8,5	23,49	1,43	6,09
Lahan Terbuka	20,7	30,2	9,5	24,22	1,22	5,04
Pertanian Lahan Kering	20,2	27,3	7,1	23,31	0,87	3,73
Rumput	20,7	28,2	7,5	23,73	0,94	3,96
Urban	20,7	30,2	9,5	24,65	1,39	5,64

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

Sama seperti pada tahun 2000, rentang suhu antara suhu permukaan maksimum dengan suhu permukaan minimum pada tahun 2006 juga cukup jauh yang dianalisis sebagai akibat perbedaan resolusi spasial antara kedua hal yang dibandingkan (Tabel 11). Variasi suhu yang terjadi pada tahun 2006 untuk setiap tutupan lahan berkisar antara 4,59% untuk rumput hingga 7,83% untuk lahan basah. Pada kedua tahun, terlihat bahwa lahan basah umumnya mempunyai nilai standar deviasi dan koefisien variasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe tutupan lahan lainnya.

**Tabel 11. Tabel Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Tutupan Lahan Tahun 2006**

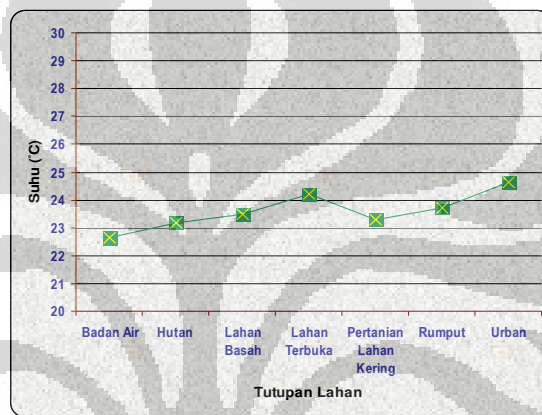
<b>Tipe Tutupan Lahan</b>	<b>Min (°C)</b>	<b>Max (°C)</b>	<b>Range (°C)</b>	<b>Mean (°C)</b>	<b>SD (°C)</b>	<b>CV (%)</b>
Badan Air	21,3	31,8	10,5	24,97	1,48	5,93
Hutan	22,1	34,6	12,5	27,24	1,64	6,02
Lahan Basah	21,7	34,6	12,9	27,21	2,13	7,83
Lahan Terbuka	23,4	34,6	11,2	28,45	1,39	4,89
Pertanian Lahan Kering	22,6	34,6	12,0	27,07	1,41	5,21
Rumput	22,6	33,0	10,4	27,86	1,28	4,59
Urban	22,1	34,6	12,5	28,44	1,52	5,34

*Sumber : Hasil Pengolahan Data*

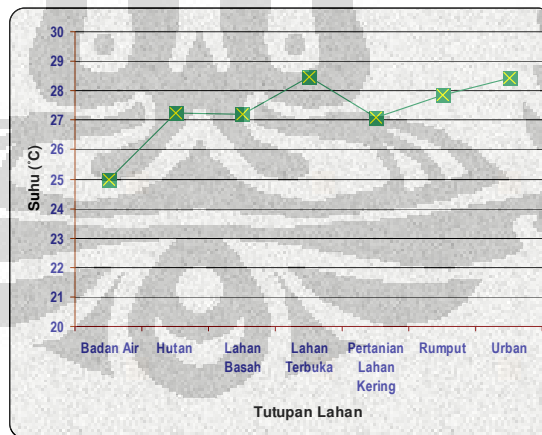
Apabila rata-rata suhu tiap tipe tutupan lahan dibandingkan, terlihat bahwa suhu permukaan tertinggi pada tahun 2000 terdapat pada tipe tutupan lahan urban, menyusul lahan terbuka, rumput, lahan basah, pertanian lahan kering, hutan, serta



badan air (Gambar 8a). Gambar 8b menunjukkan bahwa pada tahun 2006, suhu tertinggi ditemui pada tipe tutupan lahan lahan terbuka, diikuti oleh urban, rumput, hutan, lahan basah, pertanian lahan kering, dan badan air yang konsisten mempunyai suhu rata-rata terendah. Baik pada tahun 2000 maupun 2006, terlihat bahwa tutupan lahan urban dan lahan terbuka umumnya mempunyai suhu rata-rata yang tidak terlalu jauh berbeda. Begitu pula dengan hutan, pertanian lahan kering, dan lahan basah yang mempunyai suhu rata-rata yang tidak berbeda jauh.



(a)



(b)

Sumber : Hasil Pengolahan Data

**Gambar 8. Hubungan Antara Rata-Rata Suhu Permukaan dengan Tutupan Lahan, (a) Tahun 2000 dan (b) Tahun 2006**

Tutupan lahan urban dan lahan terbuka umumnya mempunyai nilai suhu permukaan rata-rata yang paling tinggi. Hal ini menunjukkan kekonsistenan dengan teori yang menyatakan bahwa material seperti metal, batu, tanah lempung, dsb yang membentuk material-material urban dan lahan terbuka memiliki kapasitas panas yang lebih tinggi dan pemasukan termal yang lebih besar dibandingkan material-material seperti kayu (vegetasi). Seperti pada penelitian-penelitian terdahulu, badan air mempunyai suhu yang paling rendah di mana pada siang hari badan air banyak berevaporasi akibat penyinaran matahari sehingga panas yang diserap diubah menjadi panas laten, bukan panas sensibel. Hal ini sesuai dengan yang ditunjukkan oleh teori pada Gambar 2 dan profil pada Gambar 7 yang menunjukkan bahwa pada siang hari badan air cenderung mempunyai suhu yang lebih rendah dan sangat kontras dibandingkan dengan tutupan lahan lainnya.

Hutan yang mempunyai suhu terendah di antara ketiganya pada tahun 2000 berbalik memiliki suhu paling tinggi pada tahun 2006. Hal ini pulalah yang mendasari pernyataan Chen dkk. (2005) pada penelitian UHI-nya di Region Delta Sungai Mutiara (Cina) mengatakan bahwa perbedaan temperatur antara hutan dan pertanian lahan kering sangatlah kecil sehingga dapat diabaikan terutama ketika lahan pertanian sedang ditutupi oleh tanaman pangan yang subur dan rimbun. Di antara tutupan lahan vegetasi, rumput konsisten mempunyai suhu tertinggi.

#### **4.6 Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Kerapatan Vegetasi Tahun 2000 dan 2006**

Dengan membandingkan Peta 5 & Peta 9 serta Peta 9 & 10 terlihat bahwa pada umumnya angka NDVI yang semakin besar berasosiasi pula dengan wilayah suhu yang makin besar pula pada nilai NDVI yang positif. Namun, pada nilai NDVI yang negatif terdapat anomali seperti contohnya pada peta-peta tahun 2000 di mana Nilai NDVI pada pusat kota dan pada badan air hampir sama, namun suhunya berbeda jauh. Pada pusat kota suhunya berada pada wilayah UHI sedangkan badan air masuk ke dalam wilayah suhu terendah.

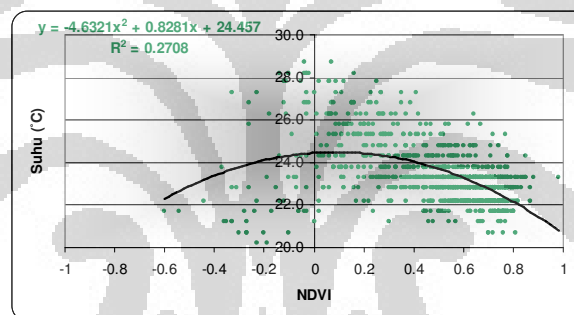
Analisis dengan menggunakan koefisien korelasi *Product Moment* digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan negatif antara suhu permukaan dengan kerapatan vegetasi seperti yang didapatkan pada penelitian-

penelitian terdahulu. Hasil perhitungan menemukan angka koefisien korelasi yang menyatakan hubungan kecil sampai menengah yaitu -0.433 untuk tahun 2000 dan -0.319 untuk tahun 2006. Angka ini sangat kecil bila dibandingkan dengan angka-angka yang didapat dari penelitian terdahulu seperti pada Tabel 1. Uji signifikansi dengan uji t ditemukan bahwa t hitung untuk tahun 2000 adalah 15,193 dan untuk tahun 2006 adalah 10,619. t hitung untuk kedua tahun lebih besar daripada t tabel yang mengindikasikan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima yang berarti bahwa terdapat hubungan negatif antara suhu permukaan dengan kerapatan vegetasi.

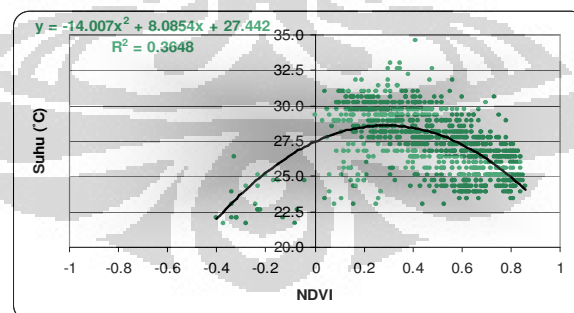
Untuk dapat memprediksi suhu permukaan berdasarkan nilai NDVI, maka diperlukanlah analisis regresi. Persamaan regresi ditemukan sebagai berikut :

1. Tahun 2000 :  $Suhu = -4,6321NDVI^2 + 0,8281NDVI + 24,457$  ( $r^2=0,2708$ )

2. Tahun 2006 :  $Suhu = -14,007NDVI^2 + 8,054NDVI + 27,442$  ( $r^2=0,3648$ )



(a)



(b)

Sumber : Hasil Pengolahan Data

**Gambar 9.** Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Nilai NDVI, (a) Tahun 2000, (b) Tahun 2006

Pada kedua garis regresi, NDVI masing-masing dapat menerangkan 27,08% (Tahun 2000) dan 36,48% (Tahun 2006) suhu permukaan pada Kota Pangkalpinang. Meskipun dari hasil uji korelasi dinyatakan bahwa hubungan antara suhu permukaan dengan NDVI adalah negatif, terlihat bahwa hubungan NDVI dengan suhu lebih menyerupai bentuk parabola, bukan linier (Gambar 9). Nilai NDVI lebih kurang di atas nol cenderung mempunyai hubungan negatif dengan suhu permukaan, namun pada nilai NDVI negatif (badan air) suhu cenderung menurun. Hal ini dikarenakan badan air mempunyai suhu terendah, namun badan air umumnya mempunyai kerapatan vegetasi (nilai NDVI) yang paling rendah pula. Penelitian-penelitian terdahulu, contohnya seperti pada penelitian Munier dan Burger (2001), Serrano, Prats, dan Sánchez (2003), dan Chen dkk. (2005) hanya mengambil NDVI untuk nilai di atas nol dan penelitian Xiao dkk. (2005) menggeneralisir suhu permukaan dan NDVI pada level *township*, oleh karena itulah penelitian-penelitian mereka menemukan nilai koefisien korelasi yang lebih kuat daripada penelitian ini.

#### **4.7 Hubungan Antara Suhu Permukaan dengan Kerapatan Lahan Terbangun dan/atau Lahan Terbuka Tahun 2000 dan 2006**

Analisis secara tradisional dengan membandingkan Peta 5 & Peta 11 serta Peta 6 dan Peta 12 baik pada tahun 2000 maupun 2006 menemukan bahwa pola spasial suhu permukaan dan pola spasial nilai NDBI memperlihatkan pola yang tidak terlalu jauh berbeda. Semakin tinggi nilai NDBI, pada umumnya juga semakin tinggi nilai suhu permukaan, begitu juga sebaliknya.

Pernyataan analisis dengan metode *visual map comparison* di atas perlu diperkuat dengan metode statistik. Hipotesis alternatif yang disusun mengenai hubungan antara suhu permukaan dengan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka adalah terdapat hubungan positif antara suhu permukaan dengan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka. Analisis dengan koefisien korelasi *Product Moment* menemukan hubungan linier yang substansial antara suhu permukaan dengan nilai NDBI. Nilainya masing-masing adalah 0,628 untuk tahun 2000 dan 0,727 untuk tahun 2006.  $t$  hitung untuk tahun 2000 adalah 25,519, sedangkan  $t$  hitung yang didapatkan untuk tahun 2006 ialah 33,420. Jadi, dengan

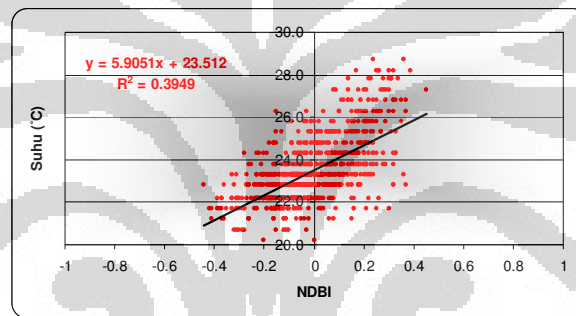
membandingkan t hitung dengan t tabel, Ho ditolak dan H1 diterima. Hubungan antara suhu permukaan dengan kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka adalah positif dan sangat signifikan.

Dari hasil analisis regresi, didapat persamaan sebagai berikut :

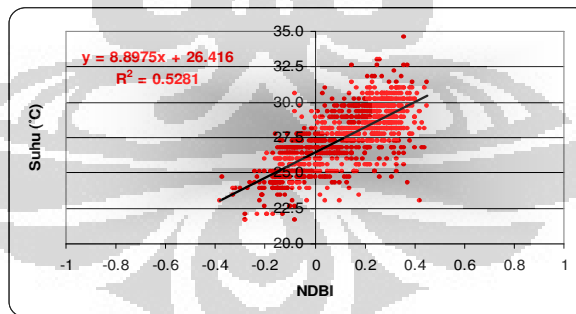
1. Tahun 2000 :  $Suhu = 5,9051NDBI + 23,512$  ( $r^2=0,3949$ )

2. Tahun 2006 :  $Suhu = 8,8975NDBI + 26,416$  ( $r^2=0,5281$ )

Koefisien determinansi untuk kedua garis regresi adalah 0,3949 untuk tahun 2000 dan 0,5281 untuk tahun 2006. Garis regresi pada tahun 2000 mempunyai lebih banyak residual dibandingkan dengan garis regresi pada tahun 2006. Pada Gambar 10 dengan jelas terlihat bahwa terdapat hubungan linier positif antara suhu permukaan dengan NDBI.



(a)



(b)

Sumber : Hasil Pengolahan Data

**Gambar 10. Hubungan Antara Suhu Permukaan Dengan Nilai NDBI, (a) Tahun 2000, (b) Tahun 2006**

## BAB 5

### KESIMPULAN

1. Wilayah UHI baik pada tahun 2000 maupun pada tahun 2006 mempunyai pola kontinu pada bagian tengah kota. Pada tahun 2006, wilayah UHI bertambah luas dengan pola acak di bagian barat dan timur Kota Pangkalpinang karena adanya perluasan wilayah urban. Wilayah suhu terendah dijumpai pada timur laut, dan pada sungai dan kolong di tengah Kota Pangkalpinang. Wilayah suhu terendah bertambah luas di bagian barat pada tahun 2006. Profil suhu permukaan pada tahun 2006 menunjukkan bahwa pembangunan daerah rural di Kota Pangkalpinang mengakibatkan suhu permukaan daerah rural dapat menyamai bahkan melebihi suhu permukaan di pusat kota.
2.
  - a. Suhu permukaan tertinggi terdapat pada tipe tutupan lahan urban dan lahan terbuka dan suhu permukaan terendah pada badan air. Hutan, pertanian lahan kering, lahan basah, dan rumput umumnya mempunyai suhu permukaan yang tidak berbeda jauh dengan rumput konsisten mempunyai suhu tertinggi.
  - b. Semakin tinggi suhu permukaan maka akan semakin rendah pula kerapatan vegetasinya terkecuali pada tutupan lahan badan air.
  - c. Semakin tinggi suhu permukaan maka akan semakin tinggi pula kerapatan lahan terbangun dan/atau lahan terbuka.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanti, S. (1993). *Kutub-Kutub Panas Kota di Jakarta*. Tesis Magister Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana, Universitas Indonesia.
- Aguado, E. & J. E. Burt. (2001). *Understanding Weather and Climate*. 2<sup>nd</sup> edition. Upper Saddle River: Prentice Hall, Inc.
- Anderson, J. R., E. E. Hardy, J. T. Roach, & R. E. Witmer. (1976). *A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data*. Geological Survey Professional Paper 964. Washington: United States Government Printing Office.
- Asmat, A., S. Mansor, & Wong T. H. (2003). *Rule Based Classification for Urban Heat Island Mapping*. Proceeding of the 2<sup>nd</sup> Fédération Internationale des Géomètres Regional Conference. Marrakech, Morocco, December 2-5.
- Bintarto, R. & S. Hadisumarno (1991). *Metode Analisa Geografi*. Cetakan ke-4. Jakarta: LP3ES.
- BPS Kota Pangkalpinang & Bappeda Kota Pangkalpinang. (2001). Pangkalpinang dalam Angka 2000. Propinsi Sumatera Selatan, Indonesia.
- BPS Kota Pangkalpinang & Bappeda Kota Pangkalpinang. (2007). Pangkalpinang dalam Angka 2006. Propinsi Kepulauan Bangka Belitung, Indonesia.
- Chen, X., Zhao H., Li. P., & Yin Z. (2005). Remote Sensing Image-Based Analysis of the Relationship Between Urban Heat Island and Land Use/Land Cover Changes. *Remote Sensing of Environment*, 104, 133-146.
- Douglas, I. (1983). *The Urban Environment*. London: Edward Arnold Ltd.
- Hamada, J., M. D. Yamanaka, J. Matsumoto, S. Fukao, P. A. Winarso, & T. Sribimawati. (2002). Spatial and Temporal Variations of the Rainy Seasons over Indonesia and their Link to ENSO. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 80(2), 285-310.
- Hammond, R. & P. MCGullach (1991). *Quantitative Techniques in Geography: An Introduction*. 2<sup>nd</sup> edition. Oxford: Clarendon.
- Hardegree, L. C. (2006). *Spatial Characteristics of The Remotely Sensed Surface Urban Heat Island in Baton Rouge, LA*. Master's Thesis of Department of

Geography and Anthropology, Graduate Faculty of Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.

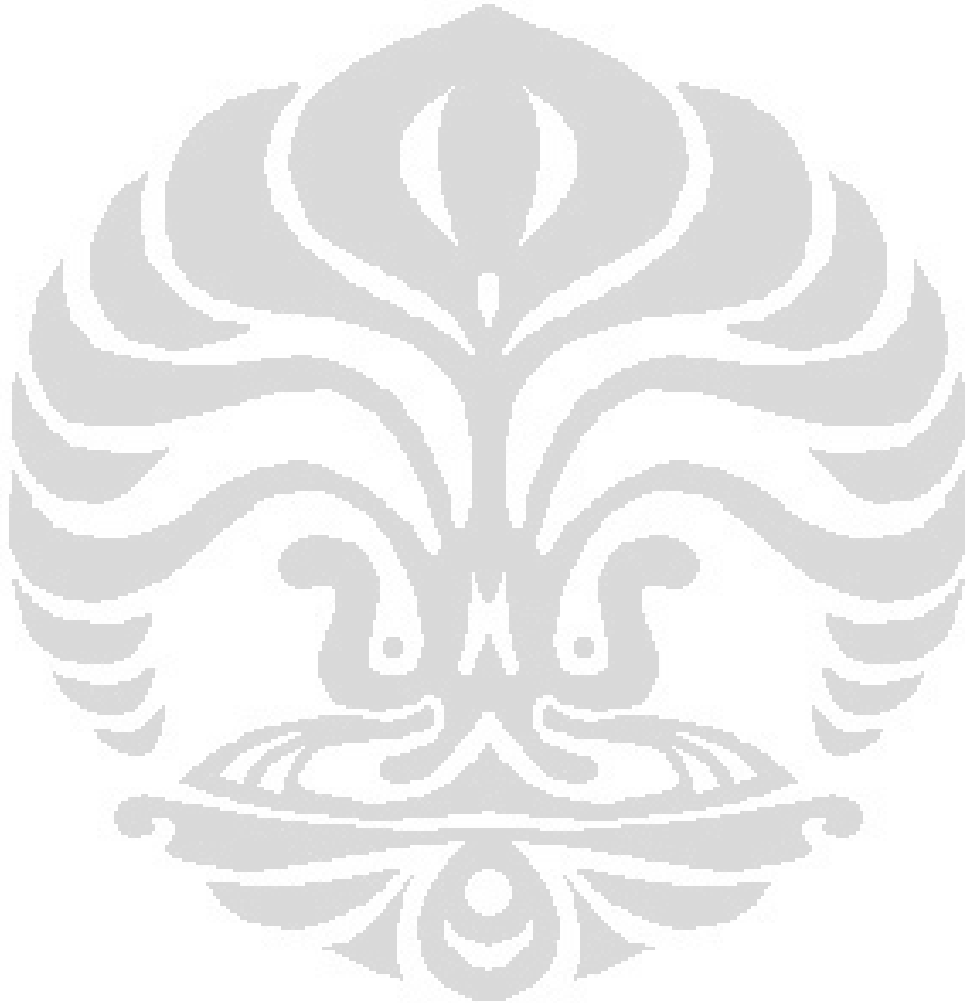
- Harstshorn, T. A. (1992). *Interpreting The City: An Urban Geography*. 2<sup>nd</sup> edition. Toronto: John Wiley and Sons, Inc.
- Hidayat, H. (2006). *Distribusi Suhu Permukaan Kota Bandung*. Skripsi Sarjana Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Jo, M., K. Lee, B. Jun, B. Kwon, & Y. Jo. (2001). *The Spatial Topographic Analysis of Urban Surface Temperature using Remotely Sensed Data and GIS*. Proceeding of the 22<sup>nd</sup> Asian Conference on Remote Sensing. Singapore, 5 – 9 November.
- Kopec, R. J. (1970). Further Observation of the Urban Heat Island in a Small City. *Bulletin of American Meteorological Society*, 51(7), 602-606.
- Lillesand, T. M. & R. Kiefer. (1994). *Remote Sensing and Image Interpretation*. 3<sup>rd</sup> edition. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Munier, K & H. Burger. (2001) *Analysis of Land Use Data and Surface Temperature Derived from Satellite Data for the Area of Berlin*. Proceeding of 2<sup>nd</sup> Symposium Remote Sensing of Urban Areas. Regensburg, Germany June , 22 – 23.
- Neiburger, M., J. G. Edinger, & W. D. Bonner. (1995). *Memahami Lingkungan Atmosfer Kita* (Penerjemah: A. Purbo). Bandung: Penerbit ITB.
- Nichol, J. E. (1996). High-Resolution Surface Temperature Patterns Related to Urban Morphology in a Tropical City: A Satellite-Based Study. *Journal of Applied Meteorology*, 35, 135-146.
- Putri, H. P. (2007). *Variasi Suhu Udara Permukaan pada Penggunaan Tanah Perkotaan (Studi Kasus: Koridor Jalan Haji Rangkyo Rasuna Said-Lenteng Agung, Jakarta Selatan)*. Skripsi Sarjana Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Purwadhi, S. F. (2001). *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Sandy, I. M. (1987). *Iklm Regional Indonesia*. Jakarta: Jurusan Geografi FMIPA – Universitas Indonesia.

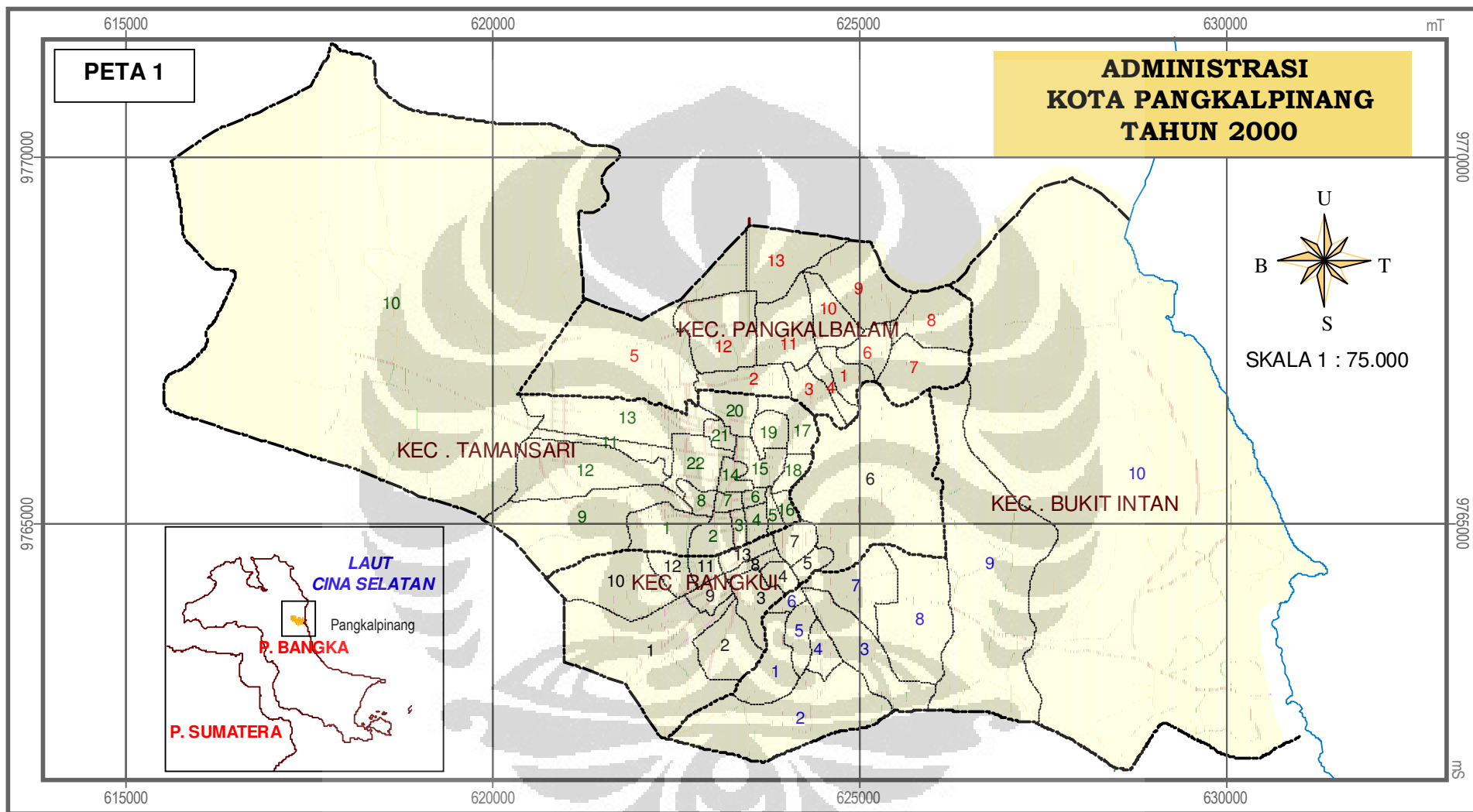


- Serrano, S. M. V., J. M. C. Prats, & M. A. S. Sánchez. (2003). *Topography and Vegetation Cover Influence on Urban Heat Island of Zaragoza, Spain*. Proceeding of 5<sup>th</sup> International Conference on Urban Climate. Łódź, Poland, September 1 – 5.
- Sobirin. (2001). *Analisis Distribusi dan Kebutuhan Ruang Hijau di DKI Jakarta*, Tesis Magister Ilmu Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Sobirin, R. Hernina, D. I. Sari, & Suprayogi. (2007). *Modul Praktikum Interpretasi Citra Digital (Menggunakan ER. Mapper 6.4.)*. Depok: Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Tanh, T. V. (2005). *Relationship Between Surface Temperature and Land Cover Types Using Thermal Infrared Remote Sensing, in case of Ho Chi Minh City*. Proceeding of the 16<sup>th</sup> Workshop of Ocean Model and Information System for APEC Region. Ho Chi Minh City, Vietnam, November 1-4.
- Unger, J., Z. Sümeqhy, A. Gulyás, Z. Bottyán, & L. Musci. (2001). Land-use and Meteorological Aspects of the Urban Heat Island. *Meteorological Application*, 8, 189-194.
- Voogt, J. A. (2002) Urban Heat Island, In: Douglas, I. (ed) Volume 3, Causes and Consequences of Global Environmental Change ), In: Munn, T. (ed). *Encyclopedia of Global Environmental Change*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. 600-666
- Voogt, J. A. & T. R. Oke. (2003). Thermal Remote Sensing of Urban Climates. *Remote Sensing of Environment*, 86, 370-384.
- Weng, Q. (2003). Fractal Analysis of Satellite-Detected Urban Heat Island Effect. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69(5), 555-566.
- Widyawati, T. Nurlambang, & S. Adiyanti. (1996). *Fluktuasi Suhu Harian Kota di Surabaya*. Laporan Akhir Penelitian Universitas Indonesia.
- Xiao, R., Z. Ouyang, X. Wang, & W. Li. (2005). *Detecting and Analyzing Urban Heat Island Patterns in Beijing, China*. Proceeding of International Society of Photogrammetry and Remote Sensing Joint Conference (3<sup>rd</sup> International Symposium Remote Sensing and Data Fusion Over Urban Areas and 5<sup>th</sup>

International Symposium Remote Sensing of Urban Areas. Tempe, Arizona, USA, March 14 – 16.

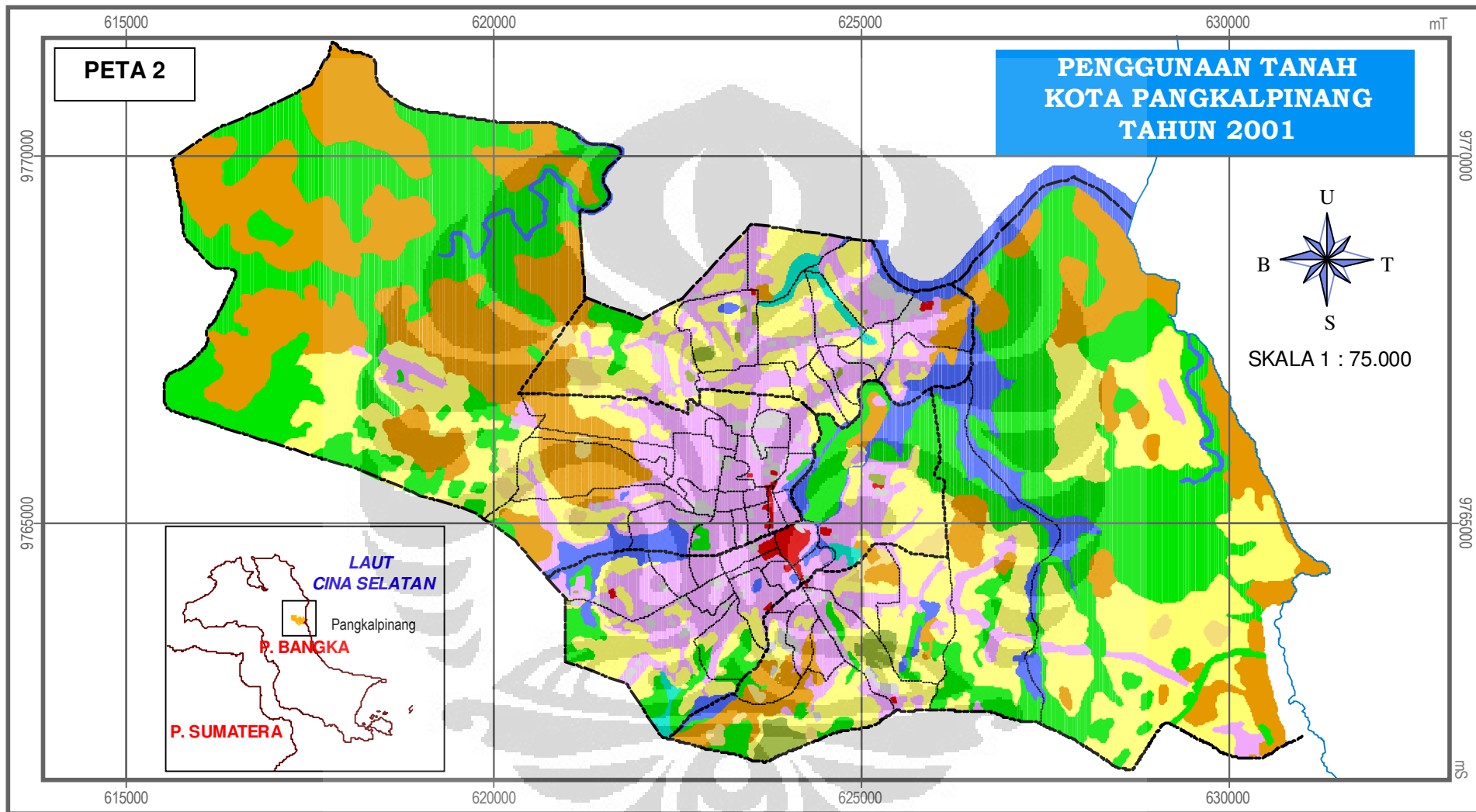
Zhang, Z., He G., Xiao R., Wang W., & Ouyang Z. Y. (2007). *A Study of Urban Heat Island Changes in Beijing Based on Satellite Remote Sensing*. Proceeding of the 28<sup>th</sup> Asian Conference on Remote Sensing. Kuala Lumpur, Malaysia, November 12-16.





LEGENDA	
— Batas Kab./Kota	Kec. Tamansari :
— Batas Kec.	1. Kel. Kejaksaan
— Batas Kel.	2. Kel. Gdg Nasional I
— Garis Pantai	3. Kel. Pelipur
	4. Kel. Gdg Nasional II
	5. Kel. Jl. Jend. Sdrmn
	6. Kel. Jalan Balai
	7. Kel. Jalan A. Yani
	8. Kel. Kacang Pedang II
	9. Kel. Kacang Pedang I
	10. Ds. TuaTunu
	11. Kel. Bukit Merapin
	12. Kel. Bukit Tani
	13. Kel. Bukit lama
	14. Kel. S'mangaraja
	15. Kel. Batin Tikal
	16. Kel. Trem Seberang
	17. Kel. Raden Abdullah
	18. Kel. R.E. Martadinata
	19. Kel. Depati Barin
	20. Kel. Mantri Urip
	21. Kel. Belakang Tangsi
	22. Kel. Bukit Baru
	Kec. Pangkalbalam:
	1. Kel. Air Selan
	2. Kel. Lembawai
	3. Kel. Sumberjo
	4. Kel. Bogorejo
	5. Kel. Rangkui
	6. Kel. Ampui Meleset
	7. Kel. Pangkalarang
	8. Kel. Pangkalbalam
	9. Kel. Lontong Pancur
	10. Kel. Pasir Garam
	11. Kel. Gabek II
	12. Kel. Gabek I
	13. Kel. Selindung Baru
	Kec. Rangkui:
	1. Kel. Asam
	2. Kel. Parit Lalang
	3. Kel. Bintang Dalam
	4. Kel. Bintang
	5. Kel. Gudang Padi
	6. Kel. Pasir Putih
	7. Kel. Komplek Pasar
	8. Kel. Mayor H. Mhdn
	9. Kel. Melintang
	10. Kel. Keramat
	11. Kel. Pnt Air Ats
	12. Kel. Pnt Air Bwh
	13. Kel. Masjid Jamik
	Kec. Bukit Intan:
	1. Kel. Sriwijaya
	2. Kel. Bukit Besar I
	3. Kel. Smbg Baru II
	4. Kel. Bukit Besar II
	5. Kel. Bukit Intan II
	6. Kel. Bukit Intan I
	7. Kel. Smbg Baru I
	8. Kel. Smbg Lama
	9. Ds. Bacang
	10. Ds. Air Itam

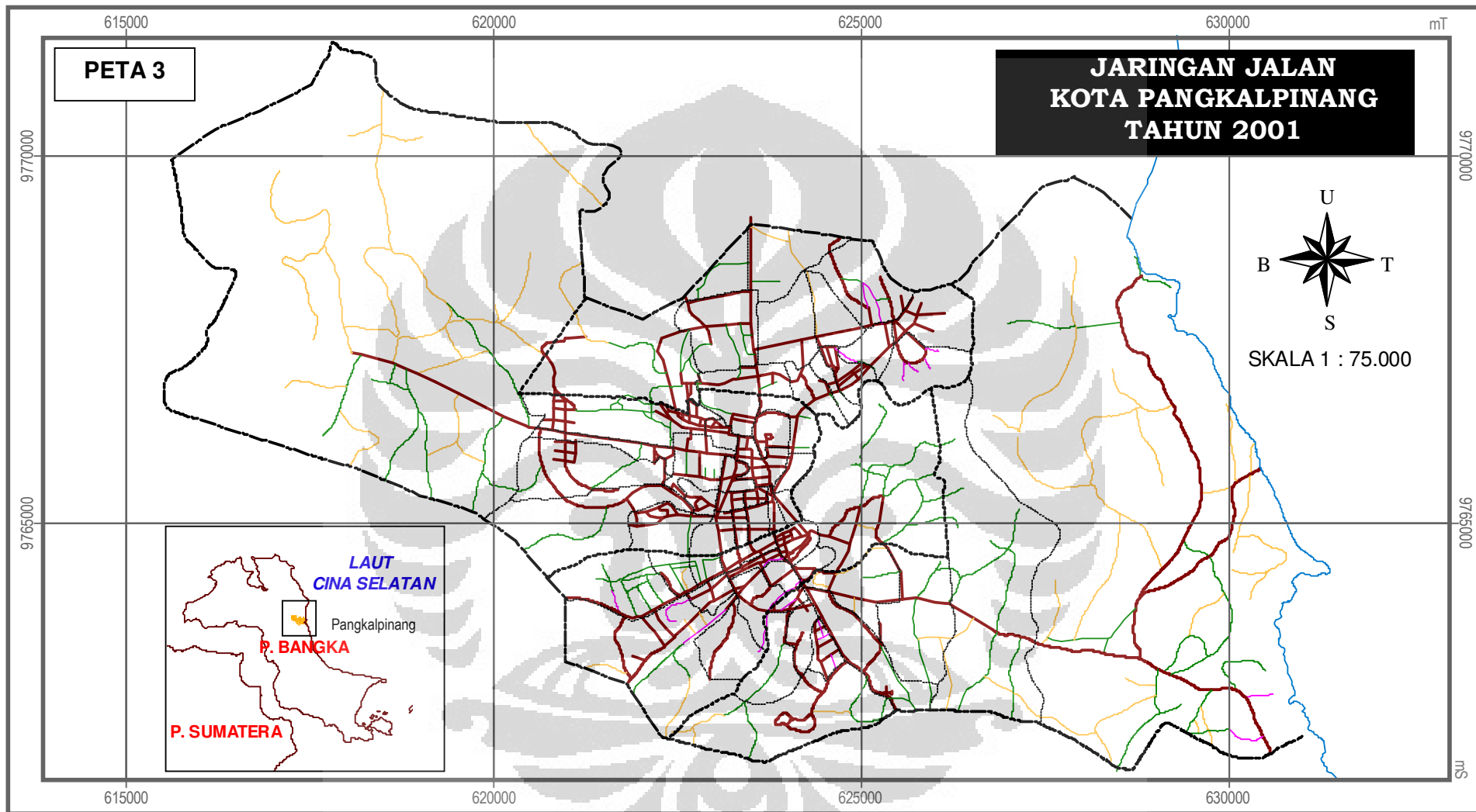
Sumber Peta : BPN



**LEGENDA**

—————	Batas Kab./Kota	■	Perumahan/Permukiman	■	Tegalan/Ladang	■	Hutan Sejenis
—————	Batas Kec.	■	Lapangan Olahraga	■	Kebun Campuran	■	Badan Air
—————	Batas Kel.	■	Jasa	■	Perkebunan Rakyat	■	
—————	Garis Pantai	■	Industri	■	Hutan Belukar		

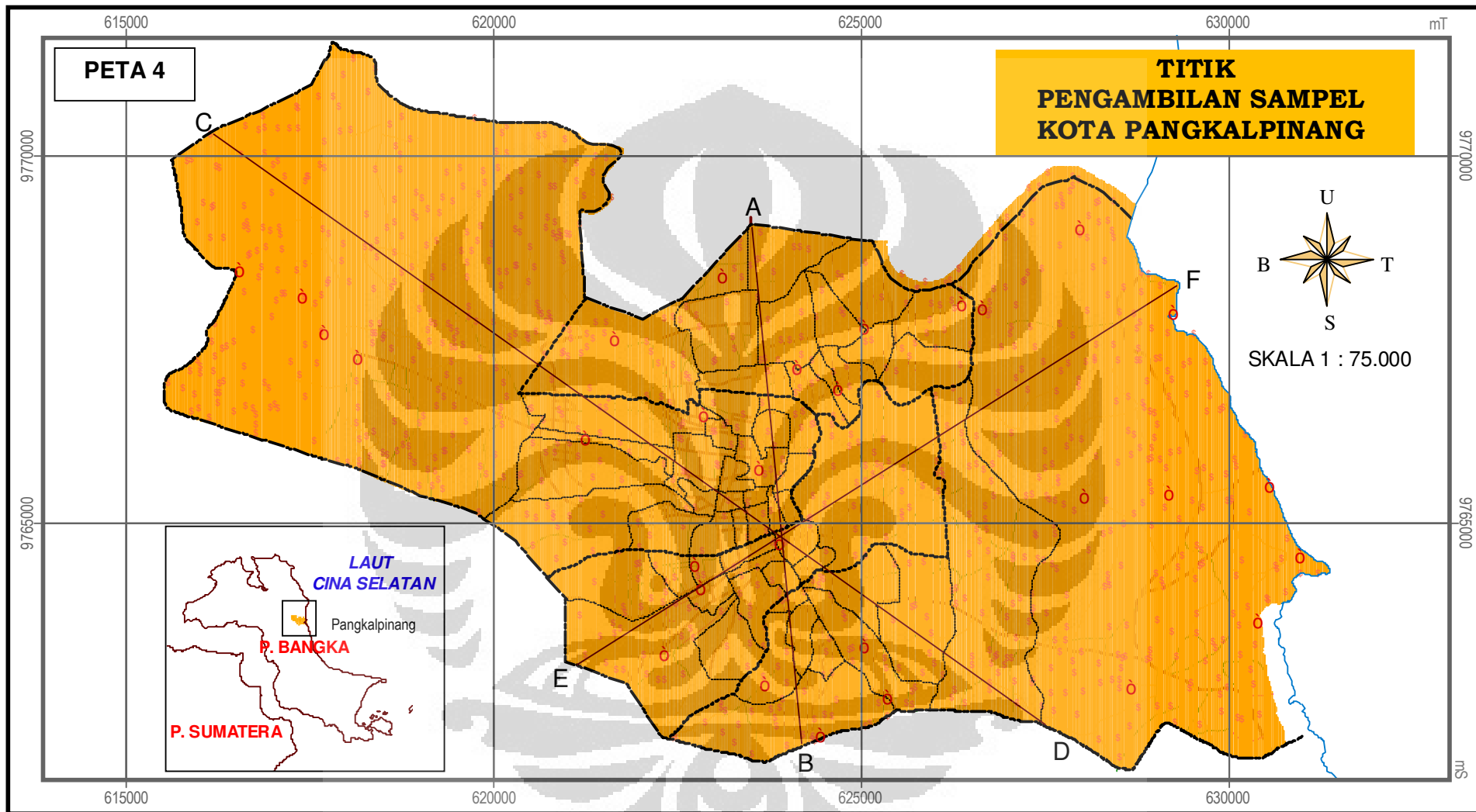
Sumber Peta : BPN



**LEGENDA**

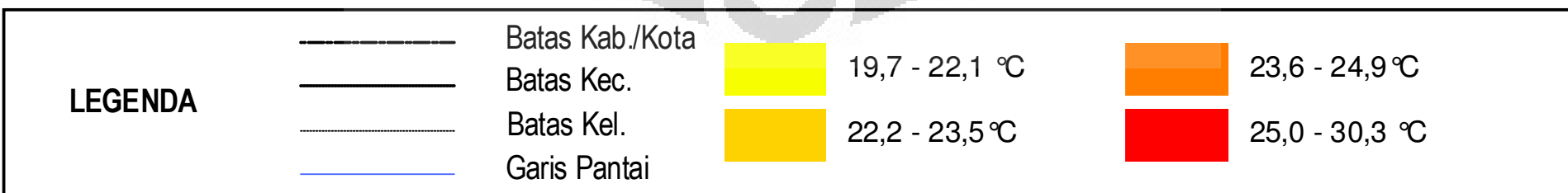
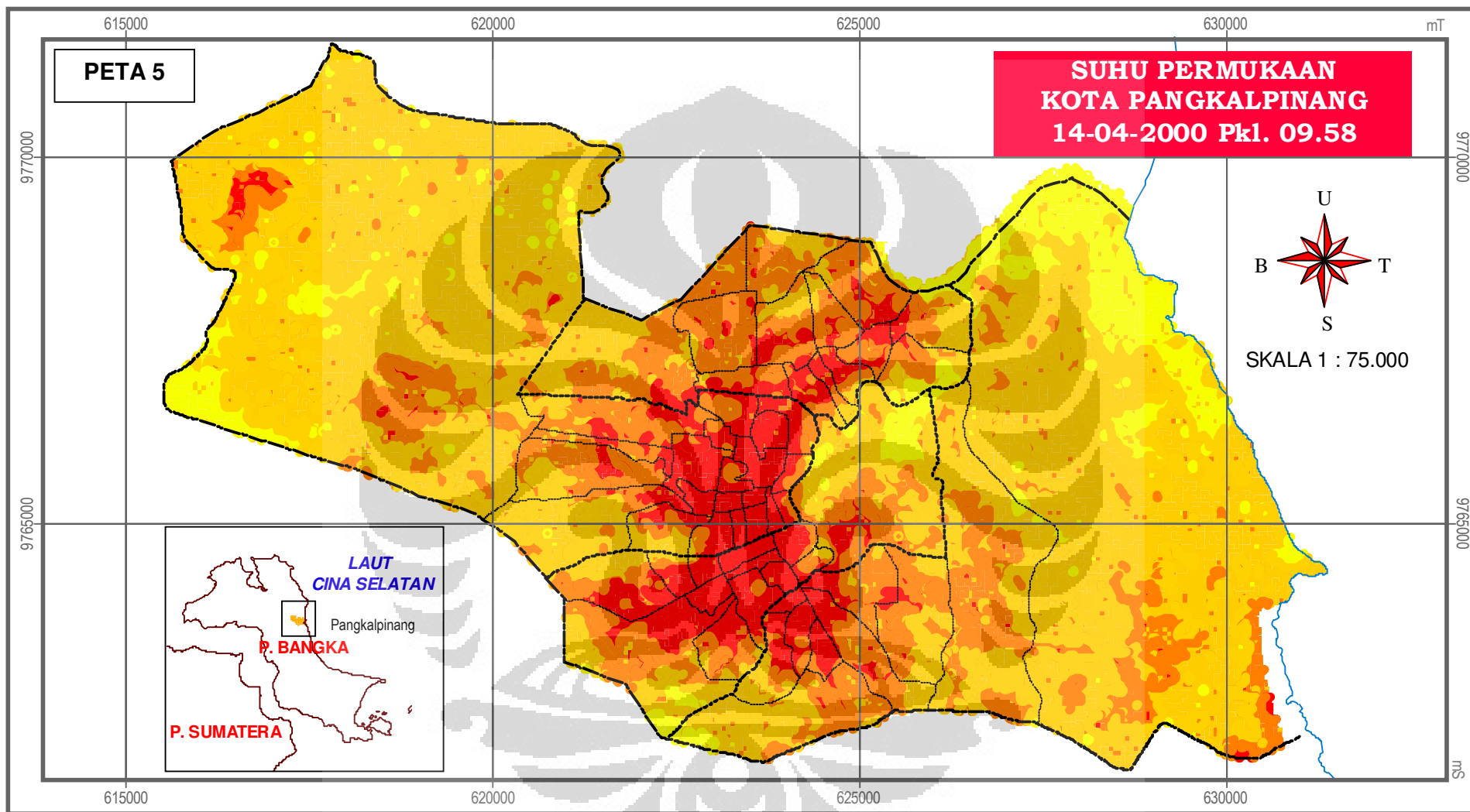
	Batas Kab./Kota		Batas Kel.		Jalan Aspal		Jalan Tanah
	Batas Kec.		Garis Pantai		Jalan Batu		Jalan Setapak

Sumber Peta : BPN



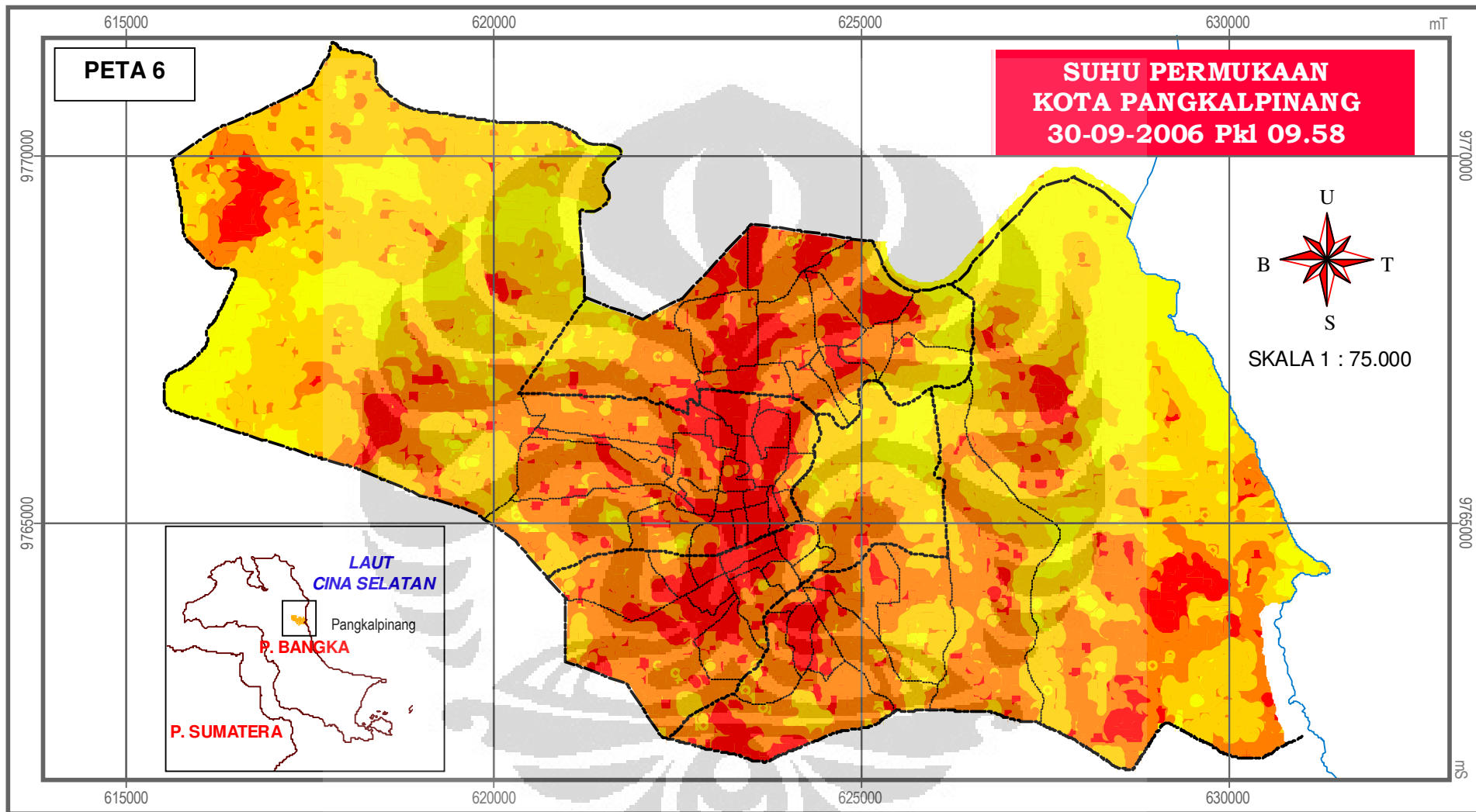
LEGENDA	
	Batas Kab./Kota
	Batas Kec.
	Batas Kel.
	Garis Pantai
	Sampel Pengecekan Lapangan
	Sampel Korelasi dan Regresi
	Garis Transek

Sumber Peta : BPN, Hasil Survey Lapangan (GPS Garmin 12 XL), Ekstensi Simple Random Sampling ArcView 3.2, Hasil Analisis Transek Urban heat..., Paska Ariandy Iswanto, FMIPA UI, 2008







Sumber : BPN, Hasil Pengolahan Citra Landsat 7 ETM+ path/row 123/62 14 April 2000

Urban heat..., Paska Ariandy Iswanto, FMIPA UI, 2008



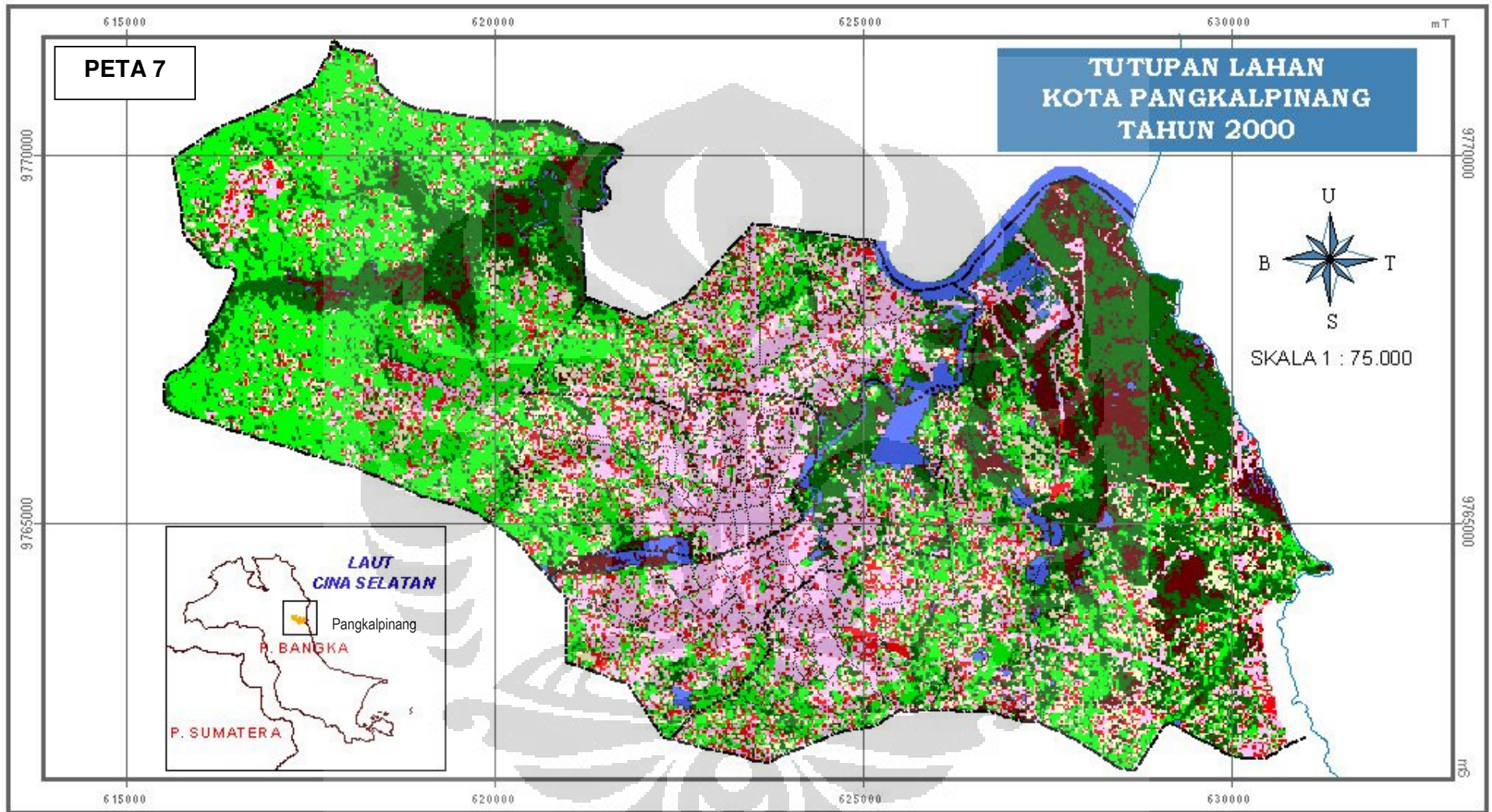
**LEGENDA**

—————	Batas Kab./Kota		21,3 - 25,4 °C		27,6 - 29,6 °C
—————	Batas Kec.		25,5 - 27,5 °C		29,7 - 34,6 °C
.....	Batas Kel.				
—————	Garis Pantai				

Sumber Peta : BPN, Hasil Pengolahan Citra Landsat 5 TM path/row 123/61 30 September 2006

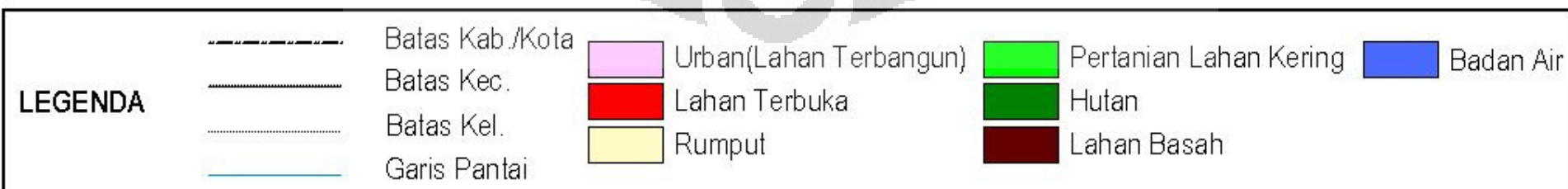
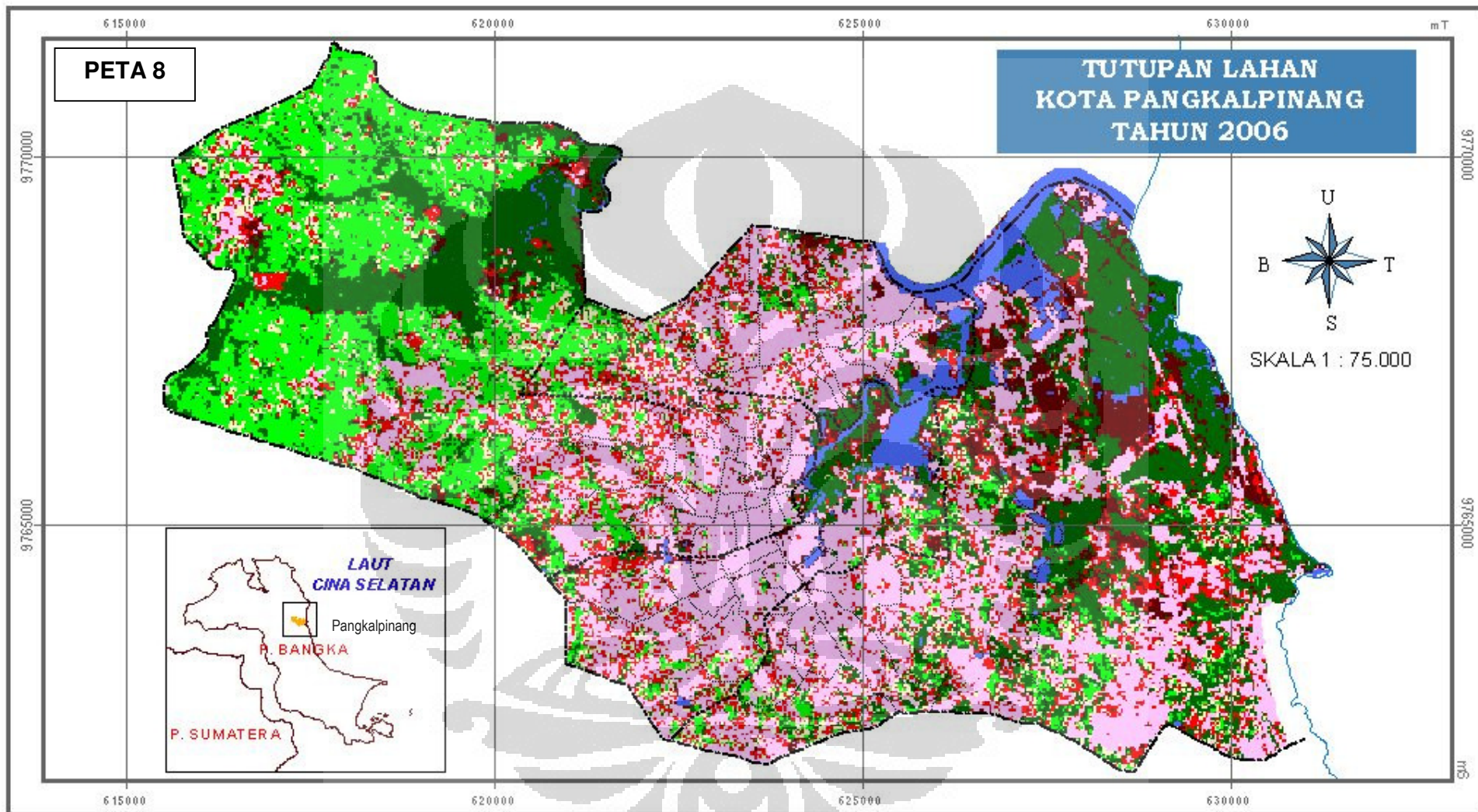
Urban heat..., Paska Ariandy Iswanto, FMIPA UI, 2008



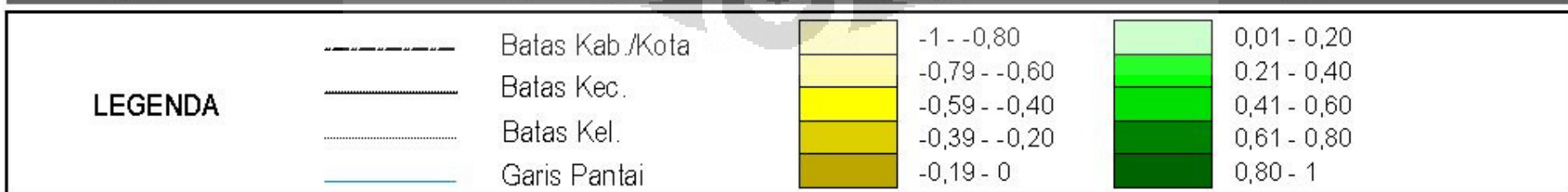
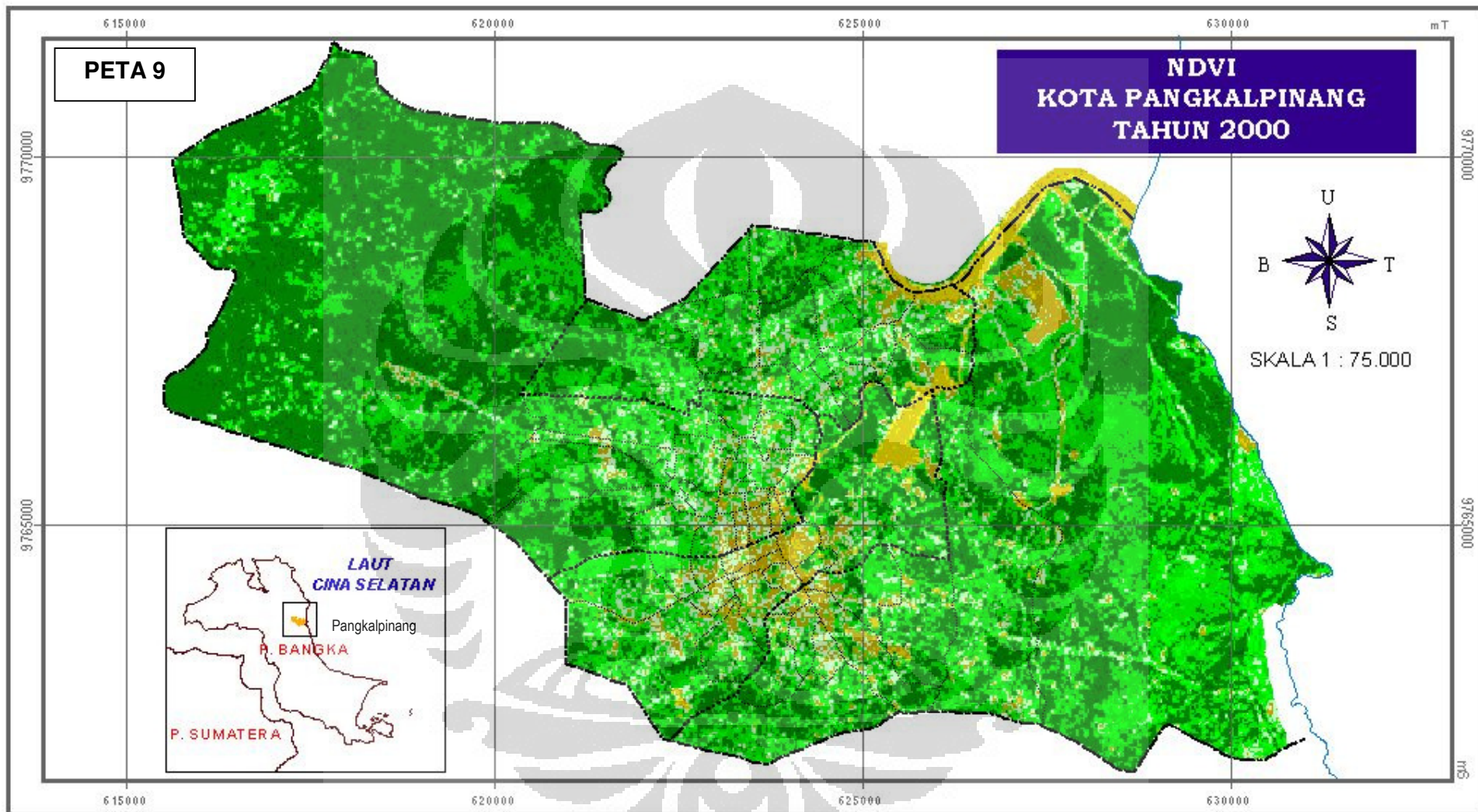


LEGENDA	
-----	Batas Kab./Kota
-----	Batas Kec.
-----	Batas Kel.
-----	Garis Pantai
■ (Pink)	Urban(Lahan Terbangun)
■ (Red)	Lahan Terbuka
■ (Yellow)	Rumput
■ (Green)	Pertanian Lahan Kering
■ (Dark Green)	Hutan
■ (Brown)	Lahan Basah
■ (Blue)	Badan Air

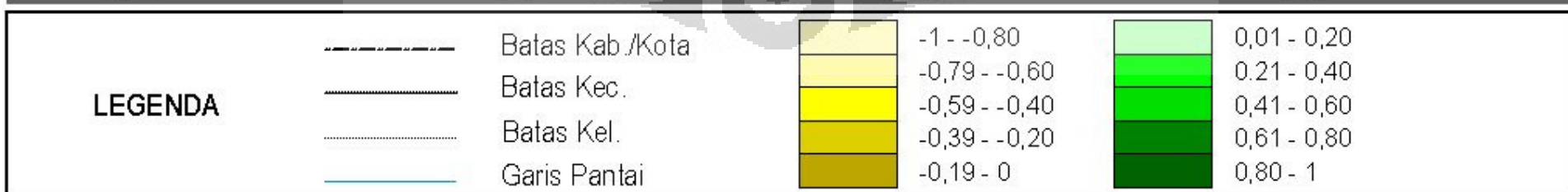
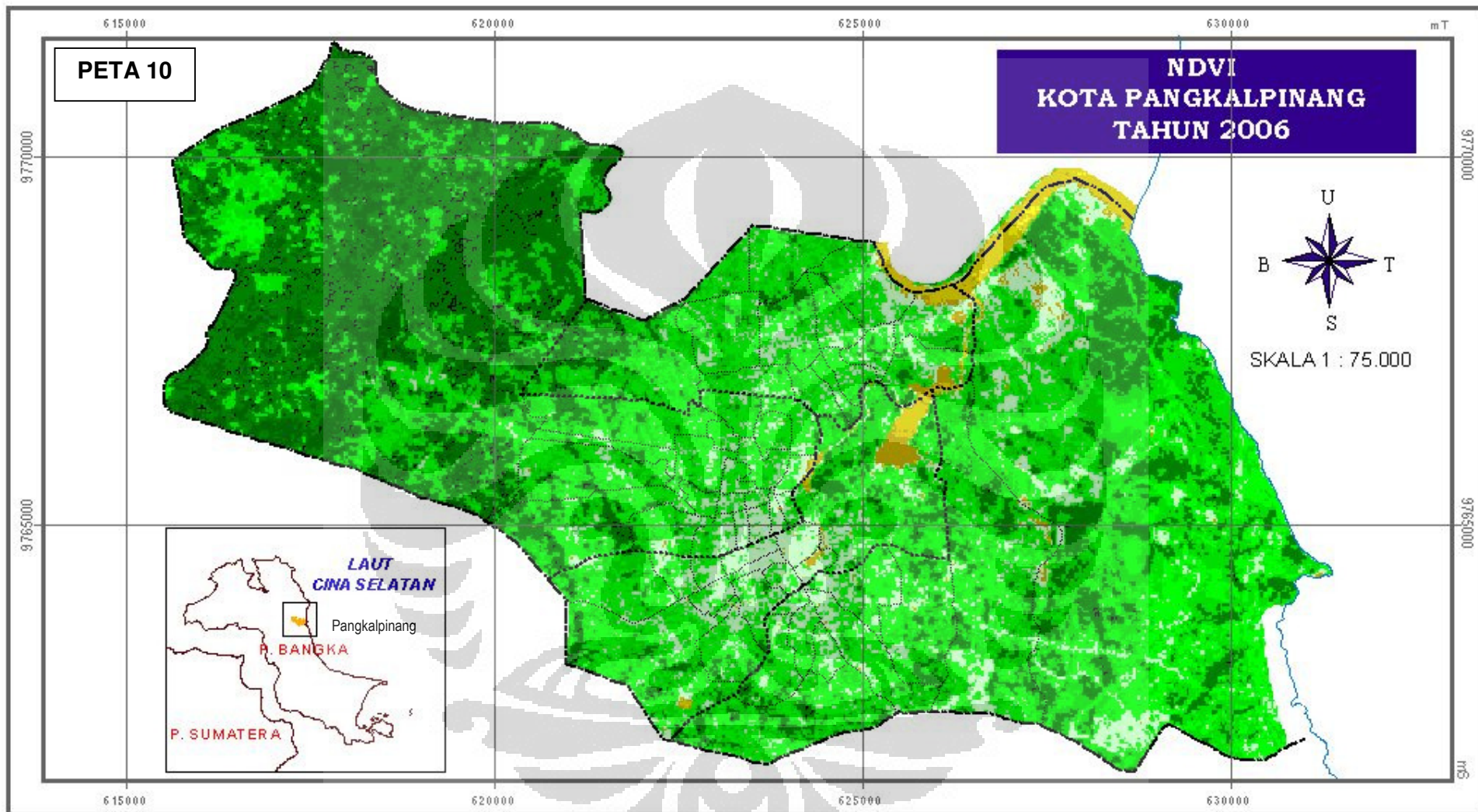
Sumber Peta : BPN, Hasil Pengolahan Citra Landsat 7 ETM+ path/row 123/62 14 April 2000



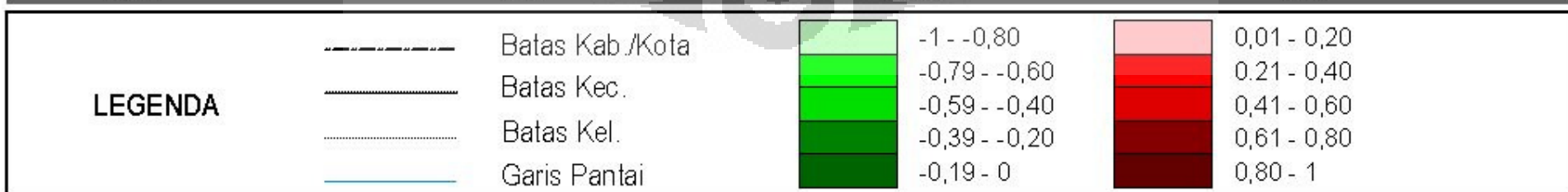
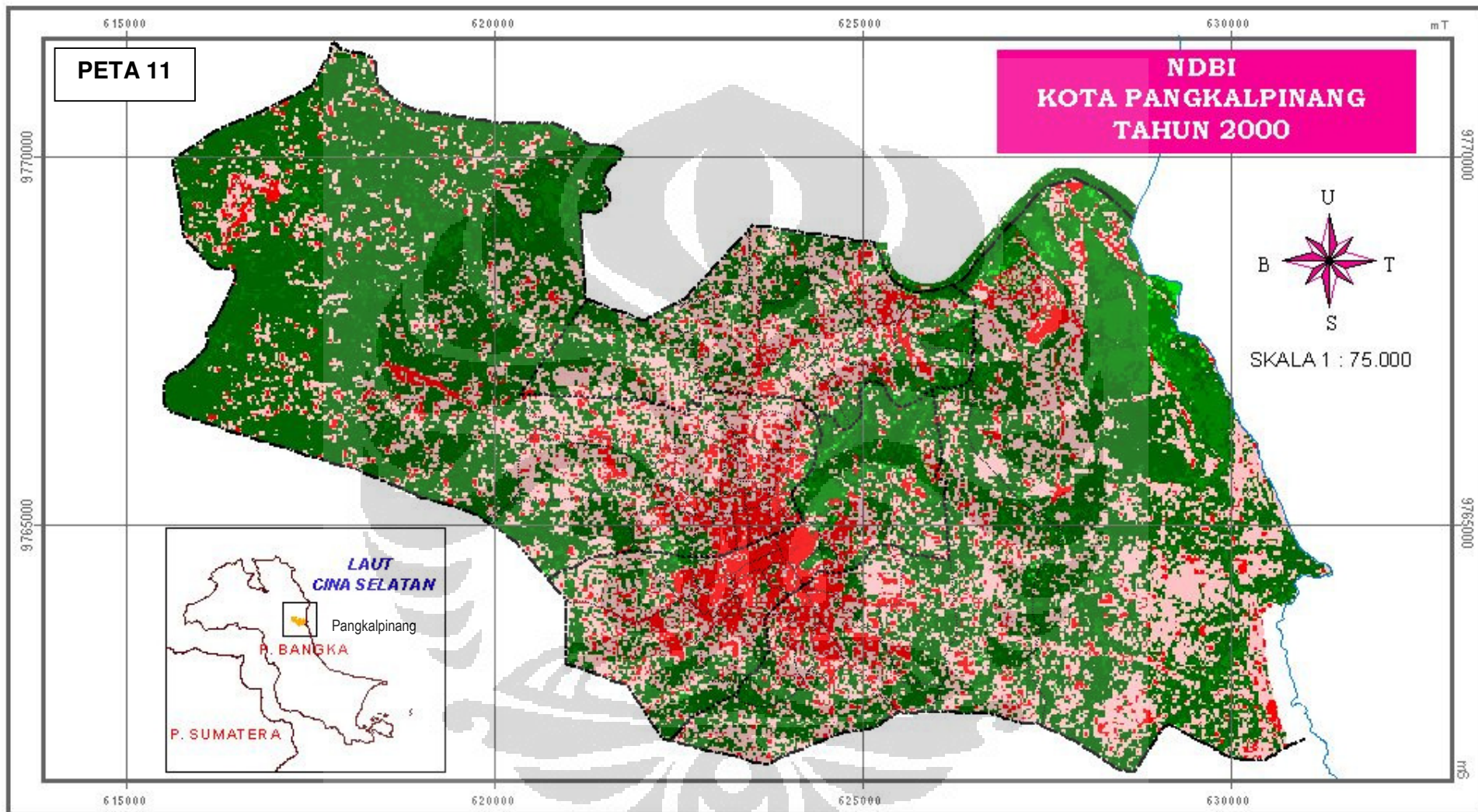
Sumber Peta : BPN, Hasil Pengolahan Citra Landsat 5 TM path/row 123/61 30 September 2006



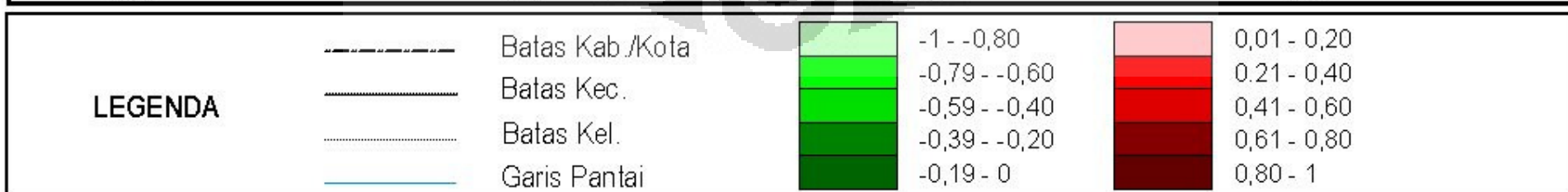
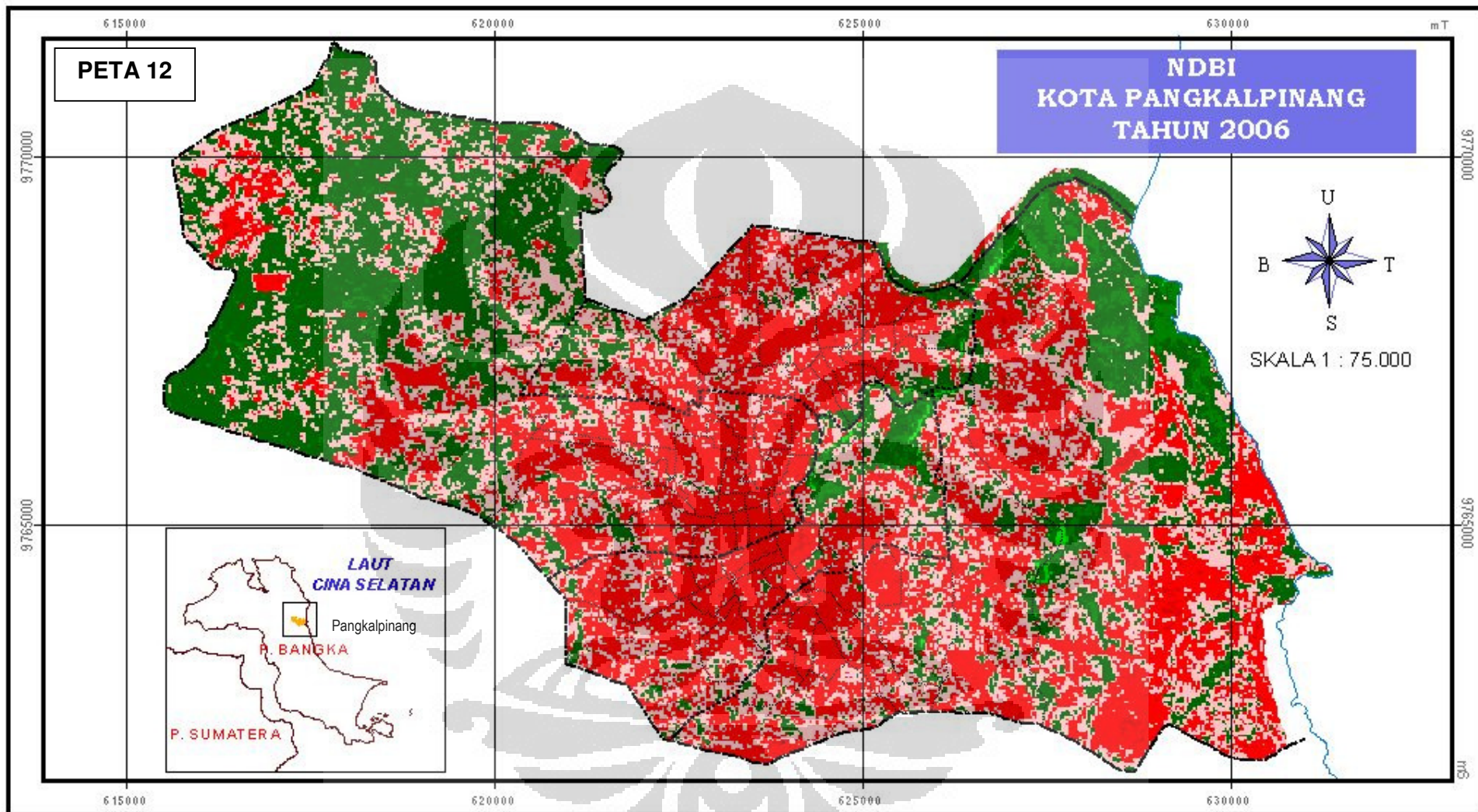
Sumber Peta : BPN, Hasil Pengolahan Citra Landsat 7 ETM+ path/row 123/62 14 April 2000



Sumber Peta : BPN, Hasil Pengolahan Citra Landsat 5 TM path/row 123/61 30 September 2006



Sumber Peta : BPN, Hasil Pengolahan Citra Landsat 7 ETM+ path/row 123/62 14 April 2000



Sumber Peta : BPN, Hasil Pengolahan Citra Landsat 5 TM path/row 123/61 30 September 2006

## Lampiran A. Sampel Analisis Korelasi dan Regresi Tahun 2000

No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI
1	23,3	0,56	-0,09	51	22,8	0,77	-0,15	101	24,8	0,58	0,02	151	23,3	0,42	0,06
2	22,8	0,72	-0,16	52	20,7	-0,27	-0,03	102	23,3	0,65	-0,03	152	21,2	-0,33	-0,04
3	22,8	0,55	0,10	53	24,8	0,37	0,12	103	21,2	0,46	0,06	153	22,2	0,75	-0,10
4	22,8	0,66	-0,12	54	23,3	0,71	-0,14	104	20,7	0,72	-0,32	154	22,2	0,57	-0,06
5	22,2	0,67	-0,02	55	22,8	0,44	0,01	105	23,3	0,85	-0,17	155	22,2	0,73	-0,20
6	22,8	0,73	-0,14	56	21,7	-0,04	0,21	106	21,7	0,68	-0,17	156	22,2	0,61	-0,09
7	22,2	0,64	-0,08	57	21,2	-0,36	-0,02	107	21,7	0,63	-0,13	157	22,2	0,74	-0,14
8	22,2	0,64	-0,08	58	24,8	0,63	-0,18	108	22,8	0,73	-0,26	158	24,8	0,64	-0,16
9	22,8	0,69	0,00	59	23,3	0,72	-0,08	109	22,8	0,77	-0,12	159	24,8	0,64	-0,16
10	21,7	0,71	-0,14	60	22,8	0,59	-0,13	110	22,2	0,59	-0,13	160	22,8	0,74	-0,06
11	22,8	0,55	0,01	61	20,2	-0,19	0,00	111	21,2	-0,27	-0,26	161	23,3	0,84	-0,23
12	22,8	0,71	-0,03	62	22,2	0,72	-0,06	112	20,2	-0,23	-0,20	162	23,3	0,68	-0,03
13	22,2	0,69	-0,08	63	22,8	0,65	-0,03	113	21,2	0,66	-0,26	163	22,8	0,68	-0,17
14	23,3	0,65	-0,09	64	25,3	0,18	0,33	114	23,8	0,51	-0,03	164	23,3	0,52	0,06
15	22,2	0,73	-0,16	65	23,3	0,50	0,14	115	23,8	0,44	0,14	165	24,3	0,33	0,18
16	22,8	0,74	-0,06	66	22,8	0,73	-0,02	116	22,8	0,57	0,02	166	23,3	0,55	0,03
17	22,8	0,68	-0,04	67	22,2	0,80	-0,14	117	22,8	0,64	-0,08	167	22,8	0,74	-0,09
18	22,8	0,66	-0,06	68	22,2	0,70	-0,20	118	22,2	0,55	-0,06	168	22,8	0,67	-0,11
19	22,8	0,70	-0,20	69	22,2	0,61	0,01	119	22,2	0,57	-0,05	169	22,2	0,67	-0,06
20	22,2	0,57	-0,02	70	21,2	-0,35	-0,05	120	22,2	0,20	0,22	170	21,2	0,30	0,08
21	22,8	0,57	-0,04	71	22,2	0,78	-0,25	121	22,8	0,52	0,08	171	22,2	0,44	0,02
22	22,2	0,74	-0,12	72	23,3	0,64	-0,21	122	22,2	0,76	-0,18	172	20,7	0,70	-0,28
23	22,8	0,35	0,18	73	22,8	-0,31	0,15	123	23,3	0,78	-0,03	173	21,7	0,62	-0,16
24	22,8	0,79	-0,12	74	22,2	0,30	0,16	124	23,3	0,59	0,03	174	22,2	0,56	0,07
25	22,8	0,65	-0,10	75	23,8	0,70	-0,12	125	21,7	0,65	-0,14	175	22,2	0,64	-0,08
26	23,3	0,52	0,05	76	23,3	0,63	-0,02	126	21,7	0,67	-0,19	176	22,2	0,56	-0,01
27	21,7	0,76	-0,10	77	22,8	0,53	0,01	127	24,3	0,48	0,09	177	22,8	0,42	-0,06
28	22,2	0,67	-0,08	78	22,8	0,12	0,32	128	23,3	0,63	-0,05	178	22,2	0,52	-0,04
29	23,3	0,64	-0,02	79	22,2	0,62	-0,02	129	22,8	0,69	-0,08	179	22,8	0,42	0,04
30	22,2	0,77	-0,13	80	23,3	0,37	0,03	130	24,3	0,55	-0,06	180	22,8	0,68	-0,11
31	23,3	0,56	-0,04	81	27,3	0,23	0,29	131	23,8	0,44	0,15	181	22,8	0,52	-0,04
32	22,2	0,77	-0,08	82	22,2	0,76	-0,17	132	22,8	0,67	-0,10	182	23,3	0,54	0,02
33	22,2	0,74	-0,22	83	20,7	-0,27	-0,11	133	22,8	0,75	-0,21	183	23,3	0,56	-0,07
34	22,2	0,72	-0,14	84	23,8	0,38	0,18	134	22,2	0,74	-0,19	184	21,7	0,76	-0,15
35	22,2	0,61	-0,08	85	22,8	0,69	-0,11	135	23,3	0,41	0,16	185	21,7	0,74	-0,08
36	23,3	0,48	0,03	86	22,8	0,69	-0,11	136	22,8	0,63	0,02	186	23,3	0,59	-0,12
37	22,8	0,69	-0,13	87	22,8	0,64	-0,05	137	24,3	0,30	0,07	187	23,3	0,61	-0,04
38	23,3	0,53	0,02	88	22,2	0,17	0,06	138	21,7	-0,03	-0,13	188	24,8	0,26	0,21
39	23,3	0,81	-0,20	89	22,2	0,73	-0,31	139	20,7	-0,30	-0,30	189	22,8	0,18	-0,26
40	23,3	0,40	0,03	90	22,8	0,75	-0,17	140	22,2	0,31	0,02	190	22,8	0,73	-0,27
41	22,8	0,52	-0,08	91	22,8	0,67	-0,09	141	22,8	0,49	0,08	191	22,8	0,73	-0,27
42	22,8	0,78	-0,24	92	20,7	-0,20	-0,10	142	22,8	0,78	-0,10	192	21,7	0,02	0,02
43	23,3	0,73	-0,19	93	22,8	0,73	-0,14	143	22,8	0,77	-0,10	193	22,2	0,69	-0,30
44	22,8	0,77	-0,05	94	20,7	-0,10	-0,12	144	23,8	0,40	0,05	194	21,7	0,67	-0,05
45	24,8	0,50	0,09	95	21,7	-0,17	0,30	145	23,3	0,64	-0,10	195	24,3	0,38	0,09
46	22,8	0,49	0,04	96	21,2	0,48	-0,11	146	23,8	0,11	0,21	196	24,3	-0,05	0,20
47	21,7	0,53	-0,10	97	21,2	0,00	0,15	147	22,2	0,75	-0,10	197	21,7	0,68	-0,30
48	23,3	0,54	0,01	98	22,8	0,69	-0,16	148	22,8	0,73	-0,13	198	22,8	0,44	0,09
49	21,7	0,74	-0,17	99	22,8	0,49	0,08	149	22,2	0,65	-0,12	199	24,3	0,56	-0,04
50	22,8	0,77	-0,15	100	22,8	0,67	-0,12	150	22,8	0,57	-0,14	200	25,3	0,16	0,27

No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI
201	21,7	0,76	-0,13	251	24,3	0,47	0,03	301	22,2	0,73	-0,15	351	22,8	0,69	-0,04
202	23,8	0,66	-0,11	252	23,8	0,08	0,18	302	23,3	0,62	0,00	352	22,8	0,75	-0,13
203	22,8	0,63	-0,22	253	22,8	0,72	-0,15	303	24,8	0,57	0,00	353	23,3	0,79	-0,09
204	22,2	0,02	-0,05	254	22,8	-0,15	0,32	304	23,3	0,12	0,10	354	23,8	0,13	0,20
205	24,3	0,28	0,24	255	20,7	0,76	-0,31	305	23,3	0,73	-0,05	355	21,7	0,80	-0,41
206	24,3	0,55	-0,05	256	21,2	0,75	-0,41	306	23,3	0,85	-0,19	356	21,7	0,72	-0,16
207	23,3	0,76	-0,03	257	23,3	0,68	-0,06	307	24,3	0,36	0,11	357	22,8	0,80	-0,09
208	22,2	0,51	0,01	258	23,8	0,52	-0,04	308	25,3	0,11	0,20	358	23,3	0,32	0,12
209	22,8	0,65	-0,11	259	23,3	0,75	-0,07	309	23,3	0,76	-0,19	359	22,2	0,74	-0,08
210	22,8	0,51	0,05	260	25,3	0,19	0,14	310	22,2	0,70	-0,37	360	26,8	0,15	0,24
211	22,8	0,59	-0,10	261	23,3	0,57	-0,03	311	22,8	0,61	-0,07	361	24,8	0,55	-0,05
212	24,3	0,49	0,02	262	22,8	0,72	-0,09	312	22,8	0,87	-0,24	362	23,3	0,72	-0,08
213	22,2	0,71	-0,29	263	24,3	0,62	-0,07	313	23,8	0,30	0,21	363	22,2	0,61	-0,02
214	23,8	0,37	0,05	264	23,3	0,64	-0,09	314	22,8	0,71	-0,03	364	22,8	0,72	-0,11
215	22,2	0,53	0,01	265	24,8	0,63	0,06	315	23,3	0,74	-0,08	365	26,3	0,27	0,19
216	22,8	-0,07	0,19	266	24,3	0,30	0,13	316	23,8	0,13	0,23	366	25,3	0,42	0,01
217	21,7	-0,06	0,16	267	23,3	0,27	0,17	317	22,2	0,77	-0,20	367	22,8	0,63	-0,16
218	21,7	-0,06	0,16	268	25,8	0,53	-0,03	318	22,8	0,73	-0,13	368	22,2	0,74	-0,24
219	22,2	0,76	-0,17	269	23,3	-0,19	0,36	319	22,8	0,55	0,04	369	22,2	0,67	-0,23
220	22,2	0,78	-0,18	270	23,3	0,59	-0,01	320	22,8	0,73	-0,08	370	22,2	0,81	-0,39
221	21,2	-0,33	-0,07	271	25,3	0,24	0,10	321	22,8	0,61	0,02	371	22,2	0,66	-0,04
222	21,7	0,78	-0,28	272	22,8	0,54	-0,02	322	26,3	0,26	0,10	372	23,3	0,63	-0,07
223	21,2	0,57	-0,16	273	22,2	0,62	-0,09	323	25,8	0,10	0,21	373	25,3	0,36	0,10
224	21,7	0,50	0,03	274	23,3	0,27	0,09	324	23,3	0,58	-0,07	374	22,8	0,41	0,07
225	23,8	0,65	-0,26	275	21,7	0,75	-0,38	325	22,8	0,33	0,08	375	23,3	0,52	0,08
226	21,7	-0,28	-0,06	276	20,7	0,70	-0,29	326	21,7	0,71	-0,15	376	23,3	0,73	-0,15
227	21,7	-0,24	-0,24	277	21,2	0,77	-0,36	327	22,2	0,57	0,08	377	23,3	0,11	0,20
228	25,8	0,45	0,00	278	22,8	0,62	-0,06	328	22,2	0,74	-0,18	378	22,2	0,53	-0,07
229	24,3	-0,14	0,15	279	24,3	0,30	0,10	329	25,3	0,30	0,03	379	22,8	0,36	0,15
230	21,7	0,78	-0,35	280	22,8	0,72	-0,21	330	24,3	0,57	0,01	380	21,7	0,74	-0,31
231	21,7	0,73	-0,19	281	22,8	0,78	-0,10	331	22,2	0,71	-0,27	381	21,7	0,76	-0,10
232	21,7	0,50	0,04	282	22,8	0,77	-0,11	332	22,2	0,72	-0,07	382	22,2	0,69	-0,15
233	22,2	0,74	-0,13	283	23,3	0,77	-0,10	333	22,2	0,75	-0,12	383	22,2	0,77	-0,14
234	25,3	0,44	0,02	284	22,8	0,75	-0,07	334	22,2	0,73	-0,13	384	23,3	0,71	-0,12
235	23,3	0,11	0,09	285	23,8	0,54	0,04	335	22,8	0,69	-0,08	385	25,8	0,14	0,21
236	24,3	0,02	0,13	286	24,3	0,11	0,28	336	24,3	0,71	-0,20	386	23,3	0,69	-0,15
237	23,8	0,15	-0,05	287	22,8	0,68	-0,02	337	25,3	0,77	-0,13	387	22,8	0,70	-0,13
238	22,2	0,54	0,03	288	22,2	0,76	-0,12	338	22,8	0,67	-0,21	388	22,8	0,74	-0,05
239	22,8	0,54	-0,01	289	23,3	0,60	-0,05	339	23,3	0,56	-0,01	389	22,8	0,76	-0,16
240	23,3	0,57	0,01	290	23,3	0,59	-0,01	340	23,3	0,75	-0,12	390	23,3	0,44	0,04
241	23,3	0,70	-0,09	291	23,3	0,37	-0,07	341	23,8	0,48	0,05	391	23,3	0,54	-0,03
242	24,8	0,37	0,01	292	23,3	0,51	-0,02	342	24,8	0,57	-0,03	392	25,8	0,20	0,16
243	21,7	0,76	-0,29	293	21,7	0,67	-0,37	343	23,3	0,69	-0,17	393	23,3	0,69	0,04
244	22,2	0,58	-0,14	294	22,2	0,71	-0,07	344	21,7	0,77	-0,12	394	25,3	0,29	0,06
245	22,2	0,54	-0,01	295	22,8	0,80	-0,06	345	23,8	0,72	-0,11	395	21,7	0,79	-0,31
246	22,2	0,62	-0,05	296	23,3	0,75	-0,11	346	24,8	0,24	0,19	396	22,2	0,68	-0,14
247	23,3	0,42	0,09	297	23,8	0,44	0,04	347	26,3	0,06	0,25	397	22,2	0,77	-0,15
248	23,3	0,60	-0,01	298	23,3	0,54	0,07	348	23,3	0,49	0,08	398	24,8	0,64	-0,09
249	22,8	-0,33	-0,44	299	22,2	0,74	-0,10	349	23,3	0,62	-0,06	399	24,3	0,50	0,08
250	21,2	0,75	-0,26	300	23,3	0,72	-0,06	350	22,2	0,78	-0,23	400	23,8	0,70	-0,13



No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI
401	23.3	0.55	-0.02	451	24.8	0.60	-0.06	501	23.8	0.68	-0.11	551	22.8	0.69	-0.15
402	21.7	0.72	-0.15	452	23.8	0.65	-0.07	502	22.2	0.68	-0.18	552	22.2	0.48	0.00
403	22.2	0.74	-0.13	453	24.8	0.45	-0.03	503	22.2	0.59	-0.01	553	21.7	0.51	-0.02
404	22.8	0.79	-0.10	454	25.3	0.11	0.15	504	24.3	0.21	0.20	554	23.3	0.63	-0.04
405	22.2	0.79	-0.06	455	23.8	0.77	-0.13	505	25.8	0.19	0.14	555	23.3	0.79	-0.21
406	25.8	0.43	0.07	456	23.3	0.78	-0.16	506	26.8	0.07	0.37	556	26.3	0.26	0.20
407	24.8	0.27	0.24	457	23.8	0.38	0.09	507	25.8	0.22	0.14	557	26.3	0.31	0.10
408	22.2	0.57	-0.06	458	21.7	0.67	-0.19	508	26.3	0.21	0.15	558	22.2	0.82	-0.12
409	22.8	0.76	-0.12	459	22.2	0.60	-0.13	509	24.8	0.53	-0.04	559	22.8	0.68	-0.09
410	23.8	0.53	-0.02	460	22.2	0.68	-0.20	510	24.3	0.63	-0.28	560	23.8	0.18	0.29
411	23.3	0.66	-0.05	461	22.2	0.78	-0.37	511	23.3	0.56	0.02	561	24.3	0.21	0.18
412	22.2	0.75	-0.22	462	22.2	0.77	-0.30	512	24.8	0.45	0.03	562	22.8	0.57	-0.03
413	21.7	0.54	-0.08	463	21.7	0.77	-0.16	513	28.2	-0.04	0.30	563	21.7	0.63	-0.10
414	21.7	0.78	-0.39	464	20.7	0.81	-0.15	514	27.3	0.09	0.20	564	23.3	0.63	-0.07
415	22.8	0.63	-0.07	465	23.8	0.40	0.11	515	22.8	0.79	-0.01	565	22.8	0.68	-0.09
416	22.8	0.12	-0.07	466	23.3	0.76	-0.07	516	21.2	0.54	-0.12	566	24.3	0.36	0.12
417	22.2	0.65	-0.17	467	25.3	0.16	0.16	517	21.2	0.68	-0.16	567	25.3	0.31	0.08
418	21.7	0.77	-0.23	468	21.2	0.74	-0.12	518	23.3	0.44	0.03	568	23.8	0.57	-0.10
419	22.2	0.70	-0.18	469	22.8	0.72	-0.15	519	23.3	0.65	-0.07	569	21.7	-0.54	-0.33
420	23.3	0.70	-0.06	470	25.8	0.13	0.24	520	22.2	0.55	-0.05	570	22.2	0.46	-0.10
421	22.2	0.71	-0.09	471	22.2	0.77	-0.31	521	22.2	0.47	-0.02	571	22.8	0.65	-0.01
422	22.2	-0.14	-0.17	472	21.2	0.67	-0.37	522	25.3	0.41	0.17	572	22.8	0.80	-0.11
423	22.8	0.31	-0.02	473	21.7	0.44	-0.28	523	25.8	0.32	0.20	573	24.3	0.40	0.13
424	23.3	0.55	0.01	474	22.2	0.78	-0.33	524	23.8	0.52	0.08	574	22.8	0.76	-0.21
425	21.7	0.80	-0.42	475	21.7	0.80	-0.15	525	22.2	-0.44	-0.33	575	22.8	0.83	-0.26
426	22.2	0.73	-0.23	476	21.7	0.74	-0.13	526	24.3	-0.03	0.32	576	23.3	0.50	-0.02
427	24.8	0.74	-0.09	477	22.2	0.82	-0.14	527	22.8	0.40	0.10	577	22.8	0.56	0.02
428	24.8	0.37	0.09	478	23.8	0.10	0.28	528	22.8	0.04	0.09	578	22.8	0.62	-0.05
429	21.7	0.73	-0.10	479	22.8	0.74	-0.13	529	23.3	0.67	-0.08	579	22.8	0.67	-0.03
430	21.7	0.74	-0.15	480	25.3	-0.09	0.27	530	22.8	0.65	-0.12	580	27.8	0.02	0.30
431	24.3	0.78	-0.22	481	23.3	0.83	-0.17	531	23.8	0.50	-0.06	581	21.7	-0.60	0.25
432	23.8	0.18	0.21	482	25.3	0.18	0.13	532	23.3	0.74	-0.18	582	22.8	0.50	-0.04
433	24.3	0.52	0.10	483	24.8	0.33	0.18	533	22.8	0.40	-0.02	583	22.8	0.54	-0.07
434	24.8	0.52	0.00	484	22.8	0.63	-0.01	534	22.2	0.68	-0.09	584	25.8	0.22	0.35
435	24.3	0.85	-0.23	485	24.3	0.48	0.05	535	22.8	0.61	-0.04	585	22.8	0.56	-0.04
436	23.3	0.66	-0.12	486	23.3	0.52	-0.01	536	22.8	0.50	0.02	586	23.8	0.69	-0.09
437	22.8	0.74	-0.15	487	23.3	0.43	0.12	537	26.3	0.01	-0.37	587	23.3	0.71	-0.09
438	22.2	0.22	-0.12	488	24.3	0.42	0.09	538	23.8	0.77	-0.21	588	26.8	0.15	0.12
439	22.8	0.57	0.05	489	23.8	0.78	-0.10	539	22.2	0.62	-0.06	589	26.3	-0.11	0.27
440	22.8	0.04	0.18	490	22.2	0.31	0.26	540	22.2	0.56	-0.13	590	22.2	0.60	-0.04
441	22.2	0.62	-0.20	491	23.3	0.78	-0.11	541	22.8	0.81	-0.11	591	23.8	0.58	-0.04
442	21.7	0.80	-0.15	492	24.3	0.04	0.33	542	24.3	0.39	0.05	592	23.8	0.23	0.17
443	24.8	0.52	0.01	493	23.3	0.67	-0.04	543	23.8	0.72	-0.15	593	22.8	0.35	0.14
444	24.8	0.40	0.09	494	23.8	0.60	0.03	544	22.8	0.45	0.06	594	23.3	0.52	0.00
445	22.8	0.77	-0.13	495	22.2	0.37	0.15	545	24.8	0.37	0.02	595	22.2	0.66	-0.15
446	21.7	0.44	-0.07	496	23.3	0.58	0.03	546	25.8	0.24	0.08	596	22.8	0.30	0.06
447	23.3	0.49	0.12	497	24.8	0.21	0.19	547	23.3	0.65	-0.18	597	23.8	0.29	0.16
448	22.8	0.48	0.07	498	23.3	0.45	0.14	548	22.2	0.62	-0.12	598	23.8	0.62	-0.01
449	21.7	0.76	-0.13	499	23.3	0.73	-0.16	549	23.3	0.71	-0.19	599	22.2	-0.23	-0.02
450	23.3	0.88	-0.09	500	27.3	0.41	0.18	550	23.3	0.52	0.06	600	22.8	-0.26	-0.36

No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI
601	22.8	0.49	0.07	651	22.8	0.68	0.00	701	22.8	0.68	-0.23	751	22.8	0.64	-0.18
602	23.8	0.53	-0.01	652	26.8	0.39	0.15	702	22.8	0.67	-0.10	752	23.3	0.36	-0.21
603	22.2	-0.12	-0.02	653	22.8	0.69	-0.13	703	23.8	0.47	0.07	753	23.3	0.67	-0.18
604	22.2	0.73	-0.18	654	23.3	0.61	-0.02	704	22.2	0.57	-0.12	754	22.8	0.64	-0.01
605	22.2	0.47	0.04	655	23.3	0.67	-0.05	705	22.8	0.67	-0.01	755	23.8	0.01	0.32
606	23.8	0.72	-0.02	656	22.8	0.52	0.04	706	25.8	0.12	0.22	756	22.8	0.73	-0.13
607	23.3	0.54	-0.07	657	23.3	0.75	-0.31	707	24.3	0.41	0.02	757	23.3	0.71	-0.11
608	22.8	0.71	-0.11	658	22.8	0.66	-0.09	708	23.8	0.36	0.05	758	22.8	0.26	-0.11
609	22.8	0.73	-0.16	659	26.8	-0.03	0.32	709	28.2	0.16	0.17	759	22.8	0.32	-0.21
610	23.8	0.64	-0.08	660	23.3	0.71	-0.04	710	23.8	0.59	0.09	760	28.2	-0.14	0.39
611	26.3	0.37	0.10	661	22.8	0.39	0.09	711	25.3	0.72	-0.15	761	23.3	0.26	0.17
612	25.8	0.54	-0.01	662	22.8	0.64	-0.04	712	24.3	0.09	0.24	762	23.3	0.18	0.19
613	26.3	0.14	0.18	663	22.2	0.71	-0.14	713	22.8	0.33	0.11	763	22.8	0.44	0.10
614	26.8	0.16	0.22	664	28.2	-0.03	0.26	714	22.8	0.33	0.11	764	22.8	0.53	0.05
615	23.3	0.44	-0.09	665	26.8	0.08	0.32	715	23.3	0.29	0.17	765	25.3	0.52	-0.01
616	23.8	0.64	-0.25	666	21.7	0.45	-0.17	716	22.2	0.59	-0.16	766	22.2	0.63	-0.03
617	23.3	0.39	0.08	667	23.3	0.71	-0.20	717	21.7	0.24	-0.12	767	23.3	0.02	0.24
618	22.8	0.44	0.08	668	22.8	0.58	0.05	718	26.8	0.16	0.19	768	23.8	0.33	0.01
619	23.3	0.46	0.12	669	22.8	0.47	-0.02	719	28.7	-0.04	0.36	769	28.2	-0.02	0.32
620	22.8	0.56	-0.08	670	22.2	0.58	-0.07	720	27.8	-0.05	0.34	770	22.8	0.52	0.02
621	23.8	0.64	-0.05	671	24.3	0.56	-0.03	721	27.8	-0.11	0.28	771	22.2	0.64	-0.12
622	25.3	0.14	0.20	672	22.8	0.56	0.02	722	27.8	0.06	0.22	772	23.3	0.25	-0.07
623	24.8	0.05	0.20	673	22.8	-0.03	0.18	723	26.3	0.06	0.24	773	22.8	0.68	-0.17
624	23.8	0.75	-0.16	674	23.3	-0.07	0.21	724	24.3	0.12	0.17	774	23.3	0.56	-0.07
625	27.3	0.35	0.09	675	22.2	0.71	-0.22	725	22.8	0.55	-0.26	775	23.8	0.45	0.04
626	24.8	0.10	0.13	676	22.8	0.60	-0.01	726	24.3	0.65	-0.05	776	27.8	0.25	0.14
627	22.8	0.69	-0.10	677	22.8	0.61	-0.10	727	27.3	-0.23	0.30	777	22.8	0.63	0.02
628	22.8	0.66	-0.07	678	22.8	0.62	-0.01	728	23.3	0.61	0.02	778	25.8	-0.26	0.29
629	23.3	0.63	-0.02	679	26.3	-0.03	0.32	729	23.3	0.64	-0.04	779	23.8	0.42	0.07
630	23.3	0.52	0.00	680	23.8	0.13	0.11	730	22.2	0.69	-0.21	780	22.2	0.63	-0.08
631	25.3	0.39	0.06	681	23.3	0.65	-0.06	731	26.3	0.09	0.26	781	22.2	0.74	-0.19
632	21.7	0.73	-0.23	682	23.3	0.69	-0.02	732	22.8	0.70	-0.09	782	23.3	0.41	0.10
633	22.8	0.63	-0.03	683	22.8	0.50	0.00	733	22.2	0.76	-0.16	783	24.8	0.44	-0.01
634	23.3	0.59	-0.08	684	22.8	0.32	0.18	734	22.8	0.72	-0.05	784	27.8	0.06	0.31
635	23.8	0.64	-0.05	685	22.8	0.70	-0.02	735	23.3	0.55	0.04	785	26.3	0.19	0.21
636	23.8	-0.37	0.24	686	23.8	0.62	-0.10	736	24.3	0.48	-0.08	786	27.3	-0.03	0.27
637	22.8	0.65	-0.06	687	24.3	0.20	0.18	737	26.8	-0.26	0.33	787	23.8	0.27	0.06
638	22.8	0.63	0.01	688	23.3	0.56	0.03	738	22.8	0.48	-0.32	788	24.8	0.71	-0.15
639	22.8	0.72	-0.11	689	22.8	0.76	-0.07	739	24.3	0.23	0.15	789	27.8	-0.12	0.31
640	23.3	0.32	0.10	690	22.8	0.78	-0.07	740	22.8	0.54	-0.11	790	23.3	0.38	0.13
641	23.3	0.28	0.10	691	23.3	0.68	-0.08	741	22.8	0.62	-0.02	791	23.3	0.56	0.00
642	22.8	0.06	0.09	692	22.8	0.73	-0.10	742	23.3	0.63	-0.03	792	26.3	0.33	0.04
643	22.2	0.87	-0.03	693	23.3	0.65	0.10	743	23.3	0.68	-0.12	793	23.8	0.64	0.01
644	23.8	0.54	0.07	694	25.3	0.28	0.08	744	23.8	0.59	-0.02	794	22.2	0.63	-0.09
645	23.8	0.49	0.06	695	23.3	0.35	0.07	745	23.8	0.74	-0.15	795	23.3	0.77	-0.23
646	26.3	0.42	-0.03	696	22.2	0.60	-0.08	746	23.8	0.20	0.25	796	27.8	0.09	0.23
647	28.2	-0.10	0.25	697	23.8	0.48	0.11	747	23.8	0.39	0.20	797	24.8	0.54	0.04
648	23.3	0.32	0.22	698	27.3	0.27	0.14	748	23.8	0.33	0.16	798	26.8	-0.04	0.35
649	23.3	0.47	0.04	699	22.8	0.57	-0.01	749	23.8	0.11	0.19	799	25.3	0.09	0.23
650	22.8	0.77	-0.11	700	26.8	0.22	0.14	750	23.3	0.43	-0.05	800	22.8	0.82	-0.19

No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI
801	22.2	0.72	-0.19	851	25.3	0.47	-0.02	901	25.3	0.27	0.15	951	24.3	0.78	-0.19
802	26.8	0.15	0.22	852	24.8	0.03	0.22	902	23.3	0.20	0.12	952	22.8	0.69	-0.11
803	23.3	0.67	-0.06	853	22.8	0.51	-0.02	903	22.8	0.54	-0.02	953	22.8	0.50	0.09
804	22.8	0.78	-0.27	854	23.3	0.26	0.06	904	22.8	0.78	-0.11	954	23.3	0.73	-0.20
805	23.3	0.69	-0.20	855	22.8	0.56	-0.02	905	24.8	0.11	0.21	955	26.8	0.35	0.14
806	24.8	0.51	0.05	856	23.3	0.58	0.01	906	23.3	0.41	0.07	956	26.3	0.64	-0.15
807	25.3	0.29	0.01	857	23.3	0.41	-0.01	907	22.8	0.62	-0.03	957	26.3	-0.18	0.30
808	26.8	-0.12	0.29	858	23.8	0.33	0.11	908	23.3	-0.10	0.23	958	22.8	0.68	-0.03
809	25.8	0.20	0.18	859	24.3	0.20	0.13	909	26.8	-0.02	0.25	959	23.3	0.37	0.10
810	26.3	0.28	0.18	860	23.3	0.55	-0.02	910	23.3	0.68	-0.15	960	22.8	0.74	-0.13
811	27.3	0.00	0.28	861	22.2	0.74	-0.16	911	23.3	0.74	-0.09	961	23.3	0.77	-0.16
812	25.3	0.01	0.24	862	25.3	0.08	0.21	912	24.3	0.60	-0.11	962	23.3	0.52	-0.01
813	27.3	-0.33	0.45	863	23.3	0.63	-0.09	913	23.8	0.08	0.15	963	22.2	0.71	-0.08
814	25.3	0.17	0.07	864	23.3	0.82	-0.08	914	22.8	0.58	0.02	964	24.8	0.65	-0.09
815	25.3	0.36	0.05	865	23.8	0.28	0.18	915	23.8	0.08	0.05	965	24.8	0.54	0.00
816	24.3	-0.07	0.33	866	23.8	0.29	0.12	916	23.3	0.58	-0.04	966	23.3	0.73	-0.04
817	24.3	0.56	-0.01	867	25.8	0.34	0.02	917	22.8	0.71	-0.07	967	24.3	0.58	-0.03
818	25.8	0.14	0.16	868	25.3	0.39	0.05	918	22.8	0.68	-0.16	968	22.2	0.70	-0.09
819	22.8	0.39	0.06	869	25.3	0.28	0.09	919	23.3	0.44	-0.09	969	22.8	0.65	0.02
820	24.3	0.38	0.12	870	26.3	0.17	0.25	920	22.8	0.04	0.37	970	23.3	0.46	-0.03
821	28.7	0.07	0.24	871	24.3	0.46	0.07	921	22.8	0.54	-0.04	971	22.8	0.76	-0.06
822	26.3	0.07	0.17	872	22.8	0.64	-0.07	922	23.8	0.53	-0.01	972	22.8	0.63	0.04
823	23.3	0.55	0.01	873	23.3	0.48	0.06	923	23.8	0.40	0.11	973	23.8	0.38	0.11
824	27.8	0.12	0.31	874	22.8	0.75	-0.17	924	23.3	0.73	-0.12	974	23.8	0.56	0.01
825	26.8	0.25	0.11	875	22.8	0.62	0.01	925	22.8	0.77	-0.13	975	22.2	0.73	-0.12
826	23.8	0.44	-0.08	876	22.8	0.65	-0.06	926	23.3	0.26	0.03	976	23.3	0.23	0.11
827	23.3	0.61	-0.12	877	22.2	0.61	-0.11	927	22.8	0.16	0.11	977	23.3	0.56	-0.01
828	23.3	0.38	-0.07	878	24.3	0.37	0.07	928	23.3	0.73	-0.12	978	23.3	0.70	0.02
829	23.3	0.60	-0.08	879	23.3	0.29	0.01	929	23.3	0.78	-0.20	979	24.3	0.54	-0.01
830	26.3	0.07	0.19	880	23.3	0.98	-0.33	930	23.3	0.55	-0.03	980	23.3	0.24	0.23
831	25.8	0.67	-0.04	881	23.3	0.33	-0.16	931	24.3	0.27	0.16	981	23.3	0.66	-0.06
832	22.8	0.63	-0.15	882	23.8	0.48	0.06	932	23.3	0.33	0.06	982	24.8	0.20	0.19
833	23.3	0.65	-0.08	883	25.3	0.22	0.21	933	22.8	0.73	-0.10	983	23.3	0.25	0.15
834	26.3	0.05	0.18	884	25.8	0.12	0.21	934	23.3	0.72	-0.13	984	22.8	0.71	-0.18
835	26.8	0.23	0.19	885	24.3	0.06	0.22	935	22.8	0.58	-0.06	985	23.8	0.64	-0.05
836	28.2	-0.03	0.26	886	22.8	0.56	-0.02	936	24.3	0.34	0.07	986	21.7	0.47	0.09
837	25.8	0.09	0.25	887	22.8	0.79	-0.15	937	25.3	0.23	0.07	987	21.7	0.52	0.03
838	27.3	0.11	0.21	888	22.8	0.68	-0.08	938	24.3	0.46	0.14	988	23.3	0.51	-0.06
839	23.3	0.81	-0.27	889	22.8	0.64	-0.15	939	22.8	0.71	-0.11	989	22.8	0.37	0.14
840	26.3	0.28	0.10	890	22.8	0.77	-0.17	940	22.8	0.44	0.01	990	22.8	0.59	0.00
841	25.8	0.47	-0.01	891	24.3	0.09	0.25	941	24.3	0.40	0.06	991	23.3	0.64	-0.08
842	23.3	0.59	-0.03	892	25.3	0.06	0.31	942	23.8	0.53	0.01	992	23.3	0.60	-0.08
843	25.3	0.51	-0.06	893	24.3	0.45	0.15	943	22.8	0.56	0.00	993	24.3	0.41	0.09
844	27.3	0.27	0.08	894	25.3	0.52	-0.01	944	23.3	-0.08	0.17	994	24.3	0.39	0.16
845	23.3	0.53	0.06	895	25.8	0.20	0.15	945	23.3	0.75	-0.14	995	23.3	0.73	-0.23
846	23.3	0.39	0.11	896	25.8	0.62	-0.09	946	22.2	0.66	-0.05	996	23.3	0.30	0.09
847	25.8	0.15	0.23	897	24.8	0.29	0.15	947	22.8	0.74	-0.08	997	23.3	0.59	-0.02
848	25.3	0.21	0.18	898	22.8	0.60	-0.03	948	22.8	0.60	-0.11	998	22.8	0.58	0.05
849	24.3	0.03	0.22	899	23.3	0.58	0.06	949	23.3	0.65	-0.14	999	23.3	0.71	-0.08
850	23.8	0.52	0.03	900	23.3	0.56	-0.04	950	23.3	0.45	0.11	1000	22.8	0.51	0.11

## Lampiran B. Sampel Analisis Korelasi dan Regresi Tahun 2006

No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI
1	26.8	0.78	-0.02	51	25.1	0.83	-0.13	101	33.0	0.35	0.25	151	30.2	0.35	0.22
2	27.3	0.40	0.38	52	23.9	0.06	0.05	102	25.1	0.81	-0.10	152	23.0	-0.34	-0.03
3	27.3	0.62	0.08	53	26.4	0.61	0.15	103	26.4	0.42	0.05	153	26.4	0.78	-0.11
4	28.5	0.56	0.20	54	26.4	0.63	0.15	104	26.4	0.47	-0.03	154	25.1	0.74	-0.13
5	27.3	0.78	-0.13	55	28.5	0.40	0.43	105	26.0	0.80	-0.12	155	25.1	0.70	-0.15
6	25.6	0.77	-0.04	56	22.6	-0.23	-0.10	106	26.4	0.44	0.34	156	25.1	0.72	-0.16
7	27.3	0.53	0.21	57	22.6	-0.23	-0.10	107	25.6	0.68	-0.09	157	26.4	0.79	-0.10
8	27.3	0.52	0.16	58	30.6	0.73	-0.08	108	25.6	0.69	-0.06	158	26.8	0.67	0.06
9	26.8	0.83	-0.10	59	25.6	0.78	-0.06	109	26.4	0.76	-0.05	159	28.5	0.64	0.08
10	27.7	0.71	0.00	60	26.0	0.66	-0.04	110	24.7	0.56	0.06	160	26.4	0.75	0.02
11	24.7	0.78	-0.16	61	24.3	-0.28	-0.14	111	23.9	-0.34	0.14	161	26.4	0.82	-0.08
12	27.3	0.57	0.13	62	26.4	0.79	-0.17	112	22.1	-0.40	-0.17	162	26.4	0.69	0.08
13	26.4	0.75	-0.05	63	26.0	0.74	-0.09	113	23.9	0.62	-0.20	163	27.3	0.66	0.03
14	27.3	0.58	0.08	64	31.0	0.37	0.33	114	32.6	0.35	0.25	164	26.0	0.72	-0.07
15	25.1	0.82	-0.14	65	26.8	0.79	-0.08	115	32.6	0.48	0.15	165	28.5	0.30	0.28
16	26.8	0.81	-0.12	66	26.8	0.80	-0.08	116	25.6	0.67	0.11	166	25.1	0.80	-0.14
17	26.8	0.70	-0.02	67	24.7	0.80	-0.16	117	23.9	0.70	-0.09	167	26.4	0.78	-0.12
18	26.8	0.80	-0.08	68	23.9	0.77	-0.13	118	23.9	0.66	-0.06	168	29.7	0.52	0.14
19	26.0	0.71	-0.02	69	24.7	0.68	0.12	119	24.3	0.62	-0.10	169	24.3	0.16	0.13
20	26.8	0.74	-0.09	70	24.3	-0.23	-0.14	120	25.1	0.52	-0.06	170	24.3	0.50	-0.09
21	26.8	0.77	-0.03	71	25.6	0.72	-0.05	121	26.8	0.81	-0.07	171	24.3	0.56	-0.15
22	25.1	0.74	0.07	72	25.6	0.65	0.02	122	34.6	0.41	0.36	172	24.3	0.60	-0.18
23	26.4	0.65	0.01	73	27.3	0.16	0.28	123	27.3	0.70	0.00	173	24.3	0.61	-0.18
24	26.8	0.68	0.04	74	25.6	0.84	-0.10	124	26.0	0.58	0.13	174	24.3	0.43	0.10
25	28.9	0.58	0.06	75	26.8	0.82	-0.08	125	24.7	0.61	-0.01	175	24.3	0.63	-0.09
26	27.3	0.65	0.15	76	26.8	0.52	0.07	126	24.7	0.62	-0.02	176	24.3	0.68	-0.07
27	26.0	0.81	-0.10	77	24.3	0.69	-0.10	127	28.9	0.50	0.15	177	28.1	0.28	0.25
28	27.7	0.66	0.05	78	25.6	0.12	0.20	128	26.4	0.80	-0.07	178	26.8	0.61	0.17
29	26.4	0.66	0.01	79	25.6	0.15	0.28	129	26.4	0.81	-0.11	179	25.1	0.73	-0.07
30	26.8	0.52	0.05	80	26.4	0.51	-0.01	130	30.2	0.41	0.16	180	25.1	0.78	-0.09
31	25.1	0.60	0.05	81	31.8	0.56	0.21	131	32.6	0.30	0.37	181	25.1	0.72	-0.07
32	25.6	0.81	-0.10	82	24.3	0.77	-0.13	132	25.1	0.77	-0.13	182	26.8	0.60	0.07
33	24.3	0.81	-0.17	83	22.1	-0.32	-0.13	133	25.1	0.74	-0.15	183	26.8	0.65	-0.02
34	27.3	0.61	-0.05	84	27.3	0.70	0.06	134	31.0	0.42	0.17	184	26.0	0.84	-0.16
35	27.3	0.60	-0.09	85	27.3	0.62	0.19	135	28.9	0.78	0.00	185	26.0	0.81	-0.07
36	30.2	0.52	0.25	86	27.3	0.52	0.30	136	26.4	0.76	-0.05	186	26.8	0.57	0.15
37	25.1	0.73	-0.05	87	25.6	0.75	-0.10	137	30.6	0.24	0.29	187	25.1	0.72	-0.09
38	29.3	0.65	0.22	88	25.1	0.06	0.33	138	24.3	0.17	0.37	188	29.3	0.25	0.42
39	26.8	0.66	-0.11	89	25.1	0.18	0.24	139	21.7	-0.28	-0.28	189	24.7	-0.15	0.26
40	26.8	0.75	-0.11	90	25.1	0.73	-0.04	140	25.1	0.60	-0.15	190	23.4	0.62	-0.21
41	25.6	0.47	0.36	91	25.1	0.63	-0.04	141	29.7	0.54	0.21	191	23.4	0.62	-0.21
42	25.1	0.67	-0.06	92	22.1	-0.34	-0.28	142	25.1	0.84	-0.14	192	23.0	0.08	0.04
43	25.1	0.65	-0.07	93	28.1	0.46	0.19	143	25.1	0.81	-0.12	193	23.9	0.65	-0.30
44	27.7	0.72	0.10	94	26.4	-0.33	0.36	144	30.2	0.40	0.21	194	24.7	0.80	-0.14
45	27.3	0.57	0.01	95	24.7	0.15	-0.13	145	29.7	0.42	0.25	195	28.1	0.49	0.21
46	28.1	0.72	0.03	96	24.7	0.56	-0.02	146	29.7	0.18	0.32	196	28.1	0.16	0.29
47	25.1	0.71	-0.04	97	28.1	0.11	0.44	147	26.8	0.80	-0.13	197	23.4	0.67	-0.33
48	26.8	0.48	0.26	98	26.8	0.74	-0.07	148	25.6	0.65	0.05	198	25.1	0.80	-0.17
49	25.1	0.78	-0.07	99	25.1	0.67	-0.01	149	23.9	0.70	-0.15	199	30.2	0.17	0.36
50	25.1	0.76	-0.11	100	25.1	0.71	-0.01	150	23.9	0.66	-0.11	200	30.2	0.24	0.40

No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI
201	28.1	0.51	0.31	251	28.5	0.40	0.26	301	25.1	0.76	-0.02	351	26.4	0.75	-0.05
202	29.3	0.32	0.22	252	27.7	0.23	0.34	302	27.3	0.67	0.16	352	24.7	0.80	-0.10
203	23.0	0.16	0.10	253	27.7	0.67	-0.07	303	30.6	0.16	0.35	353	24.7	0.83	-0.14
204	23.0	-0.24	0.42	254	27.7	0.24	0.38	304	26.0	0.21	0.29	354	28.9	0.31	0.21
205	26.8	0.61	0.13	255	24.7	0.57	-0.07	305	24.7	0.81	-0.07	355	24.3	0.62	-0.16
206	28.9	0.34	0.27	256	23.9	0.68	-0.33	306	27.3	0.70	-0.09	356	23.9	0.80	-0.21
207	30.6	0.60	0.14	257	26.8	0.74	-0.11	307	29.3	0.22	0.32	357	26.4	0.79	-0.10
208	24.7	0.72	-0.14	258	27.3	0.44	0.22	308	29.3	0.46	0.14	358	25.6	0.46	0.18
209	24.7	0.77	-0.23	259	29.3	0.47	0.07	309	28.1	0.64	-0.01	359	25.1	0.80	-0.12
210	24.7	0.75	-0.12	260	29.7	0.35	0.26	310	23.9	0.65	-0.27	360	29.7	0.22	0.30
211	24.3	0.70	-0.10	261	25.6	0.74	-0.09	311	26.4	0.84	-0.13	361	29.3	0.31	0.25
212	27.7	0.54	0.24	262	28.1	0.62	0.06	312	27.7	0.74	-0.11	362	26.0	0.76	-0.06
213	23.4	0.59	-0.14	263	28.9	0.54	0.07	313	27.3	0.37	0.34	363	26.8	0.65	0.03
214	25.6	0.40	0.22	264	29.3	0.06	0.34	314	27.7	0.58	0.07	364	26.8	0.71	-0.03
215	25.6	0.69	0.00	265	27.7	0.67	0.07	315	25.6	0.66	0.02	365	30.2	0.23	0.28
216	24.7	0.20	0.13	266	27.7	0.50	0.27	316	27.3	0.56	0.11	366	29.7	0.22	0.27
217	23.4	0.11	0.02	267	27.3	0.46	0.19	317	23.9	0.79	-0.15	367	26.0	0.61	0.02
218	23.4	0.04	0.18	268	30.2	0.21	0.29	318	26.8	0.56	0.22	368	23.9	0.63	-0.16
219	25.1	0.75	0.01	269	26.0	0.12	0.33	319	26.4	0.70	0.10	369	23.9	0.60	-0.12
220	25.1	0.78	-0.16	270	31.0	0.40	0.35	320	26.4	0.52	0.04	370	26.4	0.51	0.06
221	21.7	-0.37	-0.08	271	30.6	0.31	0.22	321	26.4	0.73	0.05	371	24.7	0.82	-0.13
222	24.7	0.53	0.04	272	31.0	0.55	0.04	322	30.6	0.15	0.28	372	28.1	0.59	0.15
223	23.9	0.67	-0.15	273	24.7	0.77	-0.14	323	30.6	0.21	0.34	373	28.9	0.33	0.20
224	24.3	0.77	-0.09	274	27.3	0.50	0.15	324	26.0	0.38	0.26	374	27.7	0.44	0.15
225	28.5	0.36	0.14	275	24.3	0.59	-0.22	325	25.6	0.14	0.33	375	27.7	0.54	0.15
226	22.1	-0.32	-0.19	276	24.3	0.52	0.08	326	23.9	0.62	-0.11	376	28.1	0.55	0.00
227	22.1	-0.32	-0.19	277	24.3	0.47	0.07	327	24.3	0.82	-0.16	377	28.1	0.23	0.33
228	31.8	0.30	0.27	278	25.1	0.74	-0.07	328	24.3	0.76	-0.20	378	28.1	0.48	0.17
229	22.1	-0.13	-0.23	279	29.7	0.21	0.27	329	29.7	0.24	0.27	379	28.1	0.56	0.10
230	23.9	0.61	-0.17	280	24.3	0.86	-0.24	330	28.5	0.41	0.18	380	24.7	0.52	0.05
231	24.3	0.78	-0.17	281	24.3	0.81	-0.17	331	24.3	0.70	-0.26	381	23.9	0.84	-0.13
232	23.9	0.79	-0.17	282	26.4	0.74	-0.09	332	26.4	0.70	0.09	382	23.9	0.80	-0.15
233	23.9	0.78	-0.17	283	26.4	0.65	0.09	333	25.1	0.79	-0.08	383	24.3	0.81	-0.16
234	29.7	0.29	0.19	284	26.4	0.66	0.02	334	25.1	0.85	-0.15	384	31.0	0.20	0.21
235	24.7	-0.17	0.00	285	26.4	0.66	0.03	335	27.3	0.64	0.12	385	29.7	0.22	0.23
236	25.1	0.11	0.24	286	28.9	0.23	-0.27	336	31.0	0.29	0.24	386	28.1	0.60	0.03
237	26.8	0.18	0.01	287	24.7	0.84	-0.06	337	26.8	0.57	0.07	387	29.3	0.26	0.18
238	25.1	0.71	-0.11	288	24.7	0.85	-0.17	338	25.6	0.53	0.01	388	26.0	0.72	0.02
239	25.1	0.73	-0.03	289	28.1	0.68	0.04	339	29.3	0.32	0.31	389	27.3	0.80	-0.08
240	26.0	0.75	-0.12	290	26.8	0.66	0.00	340	25.6	0.77	-0.10	390	27.3	0.69	0.02
241	26.0	0.74	-0.04	291	25.6	0.37	0.00	341	28.1	0.49	-0.01	391	28.9	0.30	0.15
242	28.1	0.54	0.11	292	26.8	0.09	0.40	342	27.3	0.62	-0.01	392	30.2	0.27	0.36
243	28.5	0.55	0.03	293	25.1	0.59	-0.22	343	29.7	0.48	0.18	393	28.5	0.28	0.29
244	24.3	0.74	-0.16	294	26.4	0.70	0.08	344	25.6	0.75	-0.14	394	28.1	0.24	0.24
245	24.3	0.80	-0.15	295	26.4	0.84	-0.10	345	28.5	0.32	0.30	395	24.3	0.54	-0.06
246	24.3	0.75	-0.17	296	27.3	0.76	-0.07	346	30.2	0.23	0.36	396	23.4	0.80	-0.15
247	26.0	0.80	-0.11	297	27.3	0.41	0.27	347	28.5	0.22	0.26	397	23.4	0.81	-0.12
248	28.1	0.33	0.25	298	27.3	0.69	0.00	348	27.3	0.65	0.04	398	29.3	0.45	0.08
249	25.1	-0.20	0.05	299	25.1	0.66	0.00	349	26.4	0.60	0.10	399	29.3	0.50	0.11
250	24.3	0.64	-0.17	300	25.1	0.71	-0.07	350	25.6	0.80	0.02	400	29.3	0.38	0.10

No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI
401	28.1	0.39	0.16	451	30.2	0.50	0.20	501	27.3	0.31	0.32	551	27.7	0.45	0.16
402	23.0	0.53	-0.09	452	29.3	0.34	0.31	502	27.7	0.34	0.17	552	25.1	0.50	0.16
403	28.1	0.61	0.05	453	30.6	0.37	0.37	503	27.7	0.43	0.26	553	25.1	0.42	0.16
404	25.1	0.77	-0.13	454	29.3	0.38	0.22	504	29.7	0.46	0.24	554	29.3	0.75	-0.08
405	25.1	0.76	-0.09	455	27.7	0.67	-0.02	505	28.1	0.45	0.13	555	26.0	0.80	-0.12
406	29.3	0.58	0.18	456	27.3	0.72	-0.06	506	30.2	0.27	0.35	556	30.2	0.35	0.20
407	29.3	0.41	0.21	457	27.3	0.45	0.22	507	30.2	0.32	0.27	557	30.2	0.38	0.22
408	29.7	0.38	0.18	458	25.6	0.15	0.21	508	30.2	0.16	0.33	558	25.1	0.83	-0.18
409	26.0	0.74	0.00	459	25.6	0.56	0.25	509	29.3	0.27	0.25	559	28.1	0.64	0.06
410	28.1	0.53	0.18	460	25.6	0.32	0.21	510	29.3	0.36	0.19	560	29.7	0.42	0.30
411	28.5	0.47	0.23	461	24.7	0.48	0.03	511	27.7	0.54	0.18	561	29.7	0.24	0.31
412	24.3	0.66	-0.16	462	24.7	0.49	0.04	512	30.2	0.41	0.29	562	29.3	0.41	0.30
413	24.3	0.53	-0.09	463	24.7	0.78	-0.10	513	31.8	0.17	0.35	563	26.4	0.44	0.20
414	27.3	0.56	0.13	464	24.7	0.79	-0.11	514	31.4	0.30	0.33	564	30.6	0.41	0.22
415	26.0	0.83	-0.15	465	29.3	0.41	0.26	515	28.9	0.28	0.26	565	27.3	0.77	-0.06
416	25.1	-0.23	0.24	466	26.8	0.81	-0.09	516	24.7	0.45	0.14	566	29.3	0.36	0.25
417	24.7	0.62	-0.06	467	29.7	0.23	0.31	517	26.8	0.82	-0.14	567	28.5	0.32	0.25
418	24.7	0.62	-0.02	468	26.4	0.77	-0.11	518	26.8	0.62	0.09	568	26.4	0.22	0.32
419	24.7	0.66	-0.15	469	26.4	0.80	-0.08	519	30.2	0.47	0.24	569	25.1	0.31	0.06
420	26.4	0.70	0.01	470	29.7	0.25	0.26	520	28.5	0.40	0.16	570	24.7	0.61	0.02
421	24.7	0.80	-0.12	471	23.9	0.59	-0.15	521	30.2	0.35	0.26	571	28.5	0.46	0.31
422	22.6	-0.22	-0.20	472	23.9	0.49	-0.17	522	31.0	0.31	0.31	572	28.5	0.61	0.15
423	28.5	0.27	0.26	473	23.9	0.63	-0.32	523	31.0	0.29	0.31	573	28.1	0.34	0.23
424	27.3	0.60	-0.05	474	23.9	0.57	-0.14	524	29.3	0.32	0.25	574	26.8	0.69	-0.10
425	26.8	0.56	0.04	475	26.0	0.81	-0.14	525	25.1	0.21	0.08	575	26.4	0.40	-0.02
426	24.3	0.57	-0.16	476	26.0	0.82	-0.15	526	28.1	0.16	0.37	576	27.3	0.40	0.19
427	28.5	0.46	0.04	477	26.0	0.65	0.09	527	29.7	0.48	0.09	577	28.9	0.22	0.28
428	28.1	0.28	0.34	478	27.7	0.75	-0.06	528	25.6	0.31	0.18	578	26.8	0.20	0.43
429	25.6	0.66	-0.04	479	27.7	0.69	-0.03	529	28.9	0.55	0.26	579	28.1	0.37	0.36
430	25.6	0.77	-0.13	480	29.7	0.39	0.25	530	26.8	0.30	0.26	580	30.6	0.22	0.27
431	26.0	0.56	0.01	481	28.9	0.64	0.13	531	26.8	0.57	0.01	581	22.6	-0.07	-0.08
432	26.4	0.68	0.10	482	29.7	0.27	0.22	532	25.1	0.66	-0.20	582	23.9	0.60	-0.02
433	26.4	0.58	0.20	483	29.7	0.44	0.17	533	25.1	0.46	0.02	583	23.9	0.60	-0.03
434	28.9	0.36	0.22	484	33.0	0.31	0.26	534	25.1	0.60	-0.24	584	29.3	0.49	0.29
435	28.9	0.54	-0.13	485	30.2	0.33	0.40	535	29.7	0.34	0.26	585	30.2	0.48	0.28
436	27.3	0.45	0.21	486	28.1	0.48	0.20	536	28.9	0.40	0.24	586	29.7	0.67	-0.06
437	26.8	0.54	0.10	487	28.1	0.46	0.23	537	30.6	0.13	0.33	587	26.8	0.72	0.09
438	23.0	0.44	-0.22	488	27.7	0.29	0.23	538	26.4	0.45	0.07	588	30.6	0.37	0.21
439	29.7	0.05	0.28	489	27.3	0.43	0.28	539	26.8	0.41	0.21	589	31.0	0.19	0.44
440	32.6	0.34	0.36	490	24.7	0.66	-0.04	540	26.8	0.54	0.20	590	25.1	0.55	0.16
441	25.1	0.63	-0.14	491	28.1	0.43	0.29	541	25.1	0.83	-0.10	591	31.4	0.30	0.45
442	26.8	0.83	-0.15	492	27.7	0.75	-0.11	542	31.8	0.47	0.23	592	29.3	0.56	0.23
443	28.9	0.58	0.08	493	28.1	0.68	0.06	543	28.1	0.50	0.31	593	28.5	0.32	0.34
444	28.9	0.33	0.21	494	26.4	0.39	0.15	544	27.3	0.62	0.03	594	29.7	0.32	0.45
445	27.3	0.62	0.00	495	28.1	0.37	0.29	545	29.7	0.34	0.16	595	24.3	0.62	-0.07
446	28.9	0.42	0.22	496	28.1	0.46	0.35	546	31.8	0.19	0.24	596	26.8	0.29	0.09
447	27.7	0.71	0.02	497	27.7	0.56	0.15	547	26.8	0.12	0.36	597	29.7	0.15	0.39
448	25.1	0.41	0.17	498	27.7	0.53	0.14	548	28.5	0.60	0.01	598	28.1	0.59	0.11
449	25.1	0.78	-0.13	499	29.3	0.65	-0.01	549	30.2	0.70	0.07	599	24.7	0.18	-0.12
450	26.8	0.45	0.21	500	31.4	0.26	0.30	550	29.7	0.61	0.11	600	24.7	0.20	-0.16

No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI
601	29.3	0.16	0.42	651	29.7	0.34	0.32	701	24.3	0.70	-0.17	751	28.1	0.29	0.20
602	28.1	0.48	0.18	652	29.7	0.30	0.34	702	27.3	0.42	0.18	752	26.8	0.40	0.11
603	23.9	0.27	-0.22	653	25.1	0.41	0.09	703	28.9	0.24	0.30	753	24.7	-0.04	-0.37
604	26.0	0.63	-0.05	654	28.5	0.48	0.16	704	25.6	0.52	0.17	754	24.3	0.39	-0.04
605	26.4	0.55	0.03	655	26.4	0.63	0.08	705	28.5	0.16	0.24	755	28.1	0.38	0.32
606	27.3	0.81	-0.14	656	26.4	0.70	-0.03	706	28.1	0.27	0.33	756	26.8	0.72	-0.08
607	28.1	0.57	0.26	657	25.1	0.67	-0.20	707	28.1	0.50	0.07	757	26.0	0.71	-0.03
608	26.8	0.55	0.10	658	26.4	0.22	0.10	708	29.3	0.34	0.32	758	28.1	0.41	0.29
609	24.7	0.66	-0.05	659	29.7	0.19	0.31	709	31.0	0.04	0.34	759	28.1	0.36	0.29
610	30.2	0.42	0.22	660	28.1	0.24	0.35	710	29.3	0.36	0.31	760	30.2	0.12	0.37
611	29.7	0.36	0.27	661	28.1	0.17	0.12	711	29.3	0.44	0.05	761	30.2	0.43	0.27
612	29.7	0.27	0.30	662	28.1	0.17	0.31	712	29.7	0.23	0.30	762	30.2	0.41	0.28
613	29.7	0.28	0.23	663	24.7	0.61	-0.04	713	27.7	0.24	0.39	763	27.7	0.27	0.28
614	29.7	0.35	0.20	664	30.2	0.09	0.36	714	27.7	0.31	0.34	764	27.7	0.47	0.16
615	26.0	0.65	-0.14	665	30.2	0.14	0.31	715	28.5	0.30	0.40	765	27.7	0.61	0.11
616	26.8	0.14	0.44	666	26.4	0.24	-0.19	716	26.0	0.40	0.19	766	27.3	0.65	-0.01
617	28.1	0.42	0.23	667	25.6	0.32	0.18	717	23.0	0.25	-0.38	767	28.1	0.40	0.24
618	28.1	0.49	0.29	668	27.3	0.66	-0.02	718	30.6	0.22	0.27	768	27.3	0.14	0.23
619	28.1	0.42	0.24	669	27.3	0.56	0.04	719	30.6	0.15	0.22	769	31.0	0.14	0.39
620	28.9	0.39	0.20	670	27.3	0.55	0.01	720	30.6	0.16	0.29	770	30.6	0.43	0.23
621	29.7	0.38	0.23	671	29.7	0.58	0.12	721	30.6	0.16	0.29	771	27.3	0.31	0.25
622	29.3	0.31	0.19	672	24.3	0.61	-0.10	722	30.6	0.23	0.27	772	21.7	-0.08	-0.28
623	29.7	0.41	0.15	673	26.8	0.12	0.27	723	30.6	0.23	0.32	773	25.1	0.67	-0.16
624	29.7	0.30	0.27	674	26.8	0.21	0.35	724	28.9	0.10	0.33	774	28.5	0.48	0.20
625	30.2	0.30	0.31	675	26.8	0.36	0.10	725	23.4	0.26	-0.21	775	30.6	0.37	0.29
626	30.2	0.30	0.12	676	27.7	0.43	0.20	726	30.6	0.37	0.38	776	30.2	0.13	0.27
627	28.1	0.29	0.42	677	28.9	0.58	0.09	727	30.2	0.10	0.27	777	26.4	0.54	0.15
628	26.8	0.73	0.05	678	28.1	0.29	0.30	728	28.9	0.26	0.30	778	28.9	0.34	0.35
629	26.8	0.78	-0.06	679	29.3	0.29	0.19	729	29.3	0.15	0.29	779	29.3	0.33	0.36
630	26.8	0.68	-0.07	680	27.7	0.51	0.15	730	25.1	0.66	-0.08	780	28.9	0.52	0.15
631	28.5	0.18	0.32	681	28.9	0.53	0.22	731	30.2	0.22	0.30	781	28.9	0.52	0.03
632	25.6	0.59	-0.09	682	27.3	0.64	0.01	732	26.4	0.52	0.11	782	29.7	0.29	0.35
633	28.9	0.50	0.11	683	28.1	0.58	0.14	733	30.2	0.32	0.30	783	28.5	0.29	0.26
634	27.7	0.41	0.24	684	26.8	0.34	0.32	734	30.2	0.28	0.32	784	31.0	0.14	0.33
635	27.7	0.48	0.17	685	27.7	0.78	-0.05	735	27.7	0.61	0.03	785	31.0	0.11	0.34
636	24.7	0.33	0.31	686	27.7	0.65	-0.05	736	28.1	0.37	0.10	786	31.0	0.12	0.38
637	31.0	0.36	0.22	687	29.7	0.22	0.37	737	29.7	0.14	0.38	787	28.9	0.33	0.18
638	29.3	0.44	0.30	688	28.5	0.55	0.19	738	27.3	0.20	0.28	788	29.3	0.25	0.32
639	28.1	0.46	0.17	689	27.3	0.69	0.14	739	28.9	0.23	0.32	789	29.7	0.13	0.32
640	26.8	0.28	0.31	690	28.9	0.59	0.18	740	25.6	0.50	0.17	790	29.3	0.60	0.05
641	26.8	0.41	0.21	691	27.3	0.62	0.02	741	26.8	0.60	-0.01	791	32.2	0.38	0.32
642	27.7	0.42	0.13	692	27.7	0.68	0.10	742	28.9	0.09	0.19	792	30.2	0.35	0.20
643	27.7	0.22	0.13	693	27.7	0.53	0.25	743	28.9	0.67	-0.05	793	27.7	0.50	0.25
644	28.9	0.15	0.33	694	27.7	0.26	0.23	744	28.9	0.47	0.15	794	27.7	0.46	0.23
645	28.9	0.31	0.26	695	27.7	0.19	0.24	745	29.7	0.52	0.12	795	27.7	0.46	0.18
646	31.0	0.25	0.33	696	26.0	0.53	0.15	746	29.7	0.23	0.22	796	30.6	0.18	0.25
647	31.0	0.10	0.33	697	28.1	0.48	0.22	747	29.7	0.17	0.35	797	30.2	0.36	0.18
648	27.3	0.26	0.33	698	30.2	0.29	0.24	748	29.7	0.15	0.31	798	30.2	0.20	0.29
649	27.3	0.45	0.18	699	26.8	0.68	-0.09	749	29.3	0.35	0.26	799	30.2	0.27	0.29
650	27.3	0.64	0.08	700	28.9	0.26	0.22	750	27.3	0.64	0.07	800	25.6	0.45	0.03

No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI	No.	Suhu	NDVI	NDBI
801	24.3	0.62	-0.14	851	30.2	0.41	0.30	901	28.9	0.08	0.25	951	28.5	0.56	0.14
802	29.3	0.22	0.33	852	29.3	0.34	0.35	902	29.3	0.11	0.25	952	26.4	0.70	-0.14
803	26.0	0.68	-0.10	853	29.3	0.41	0.23	903	27.7	0.57	0.09	953	26.8	0.64	0.00
804	26.8	0.57	0.09	854	26.8	0.69	0.06	904	25.1	0.60	0.11	954	28.1	0.57	0.10
805	26.8	0.64	0.01	855	27.7	0.50	0.12	905	29.7	0.27	0.31	955	29.7	0.16	0.31
806	28.1	0.39	0.26	856	28.1	0.46	0.26	906	28.1	0.51	0.11	956	29.7	0.34	0.22
807	28.5	0.46	0.23	857	28.1	0.60	0.06	907	28.1	0.27	0.36	957	29.7	0.22	0.30
808	28.9	0.23	0.27	858	28.9	0.35	0.20	908	28.1	0.31	0.31	958	29.7	0.28	0.24
809	28.9	0.03	0.31	859	28.9	0.39	0.25	909	30.6	0.13	0.28	959	29.3	0.34	0.29
810	28.9	0.36	0.20	860	28.5	0.23	0.35	910	28.9	0.47	0.12	960	30.2	0.45	0.24
811	29.7	0.15	0.17	861	28.1	0.54	0.04	911	29.7	0.34	0.23	961	29.3	0.63	0.01
812	29.3	0.00	0.25	862	28.9	0.22	0.29	912	28.9	0.32	0.24	962	28.9	0.46	0.17
813	29.3	0.16	0.30	863	27.3	0.69	0.03	913	29.3	0.20	0.21	963	28.1	0.36	0.25
814	28.5	0.28	0.25	864	28.9	0.24	0.24	914	26.4	0.57	0.06	964	27.3	0.70	-0.07
815	28.5	0.17	0.31	865	28.9	0.30	0.31	915	28.9	0.52	0.13	965	27.3	0.53	0.23
816	29.3	0.13	0.24	866	29.3	0.27	0.31	916	25.1	0.61	-0.01	966	26.4	0.64	0.09
817	29.7	0.41	0.21	867	29.7	0.56	0.08	917	26.8	0.61	0.13	967	26.8	0.64	0.08
818	30.2	0.25	0.31	868	29.7	0.34	0.16	918	25.6	0.62	0.22	968	29.7	0.45	0.04
819	27.7	0.29	0.26	869	29.7	0.30	0.23	919	30.2	0.41	0.33	969	28.5	0.48	0.10
820	28.9	0.33	0.20	870	30.2	0.18	0.27	920	30.2	0.10	0.39	970	28.9	0.30	0.40
821	31.0	0.10	0.33	871	27.7	0.45	0.13	921	27.3	0.55	0.15	971	26.8	0.38	0.01
822	29.7	0.20	0.34	872	27.7	0.51	0.25	922	30.2	0.20	0.38	972	26.8	0.33	0.31
823	26.0	0.51	0.17	873	28.1	0.42	0.23	923	27.7	0.35	0.31	973	26.8	0.47	0.21
824	30.2	0.09	0.34	874	24.7	0.63	-0.05	924	28.1	0.48	0.15	974	31.0	0.22	0.36
825	30.2	0.10	0.30	875	28.5	0.59	0.22	925	26.0	0.56	0.07	975	25.1	0.59	-0.05
826	26.4	0.68	-0.09	876	26.4	0.51	0.06	926	27.7	0.68	-0.07	976	26.8	0.34	0.18
827	25.6	0.56	-0.08	877	28.9	0.35	0.32	927	27.7	0.69	-0.16	977	29.3	0.31	0.37
828	25.6	0.53	-0.08	878	27.7	0.40	0.14	928	25.6	0.66	-0.06	978	29.3	0.29	0.17
829	27.7	0.47	0.18	879	27.7	0.31	0.15	929	25.6	0.64	0.01	979	28.1	0.46	0.21
830	30.6	0.19	0.31	880	27.7	0.44	0.13	930	27.7	0.62	-0.05	980	29.7	0.33	0.37
831	28.9	0.08	0.36	881	27.3	0.38	0.33	931	28.5	0.36	0.21	981	28.9	0.50	0.40
832	26.0	0.70	-0.20	882	28.9	0.40	0.19	932	27.3	0.42	0.25	982	27.7	0.47	0.12
833	26.8	0.75	-0.05	883	28.9	0.12	0.31	933	26.8	0.50	0.09	983	26.4	0.57	0.02
834	30.6	0.52	0.03	884	28.9	0.14	0.35	934	27.7	0.59	0.09	984	26.4	0.41	0.12
835	30.6	0.40	0.19	885	29.7	0.40	0.17	935	25.6	0.65	-0.02	985	26.8	0.47	0.10
836	30.6	0.24	0.41	886	26.8	0.54	-0.02	936	27.7	0.51	0.07	986	27.7	0.72	-0.04
837	28.9	0.23	0.32	887	27.7	0.66	-0.07	937	28.1	0.32	0.28	987	27.7	0.69	0.03
838	29.3	0.28	0.23	888	27.7	0.34	0.32	938	28.1	0.39	0.29	988	27.3	0.70	0.01
839	26.4	0.41	0.13	889	27.7	0.05	0.38	939	28.1	0.68	-0.04	989	28.9	0.62	0.02
840	29.3	0.34	0.19	890	27.7	0.60	0.01	940	27.7	0.31	0.18	990	29.7	0.09	0.31
841	28.9	0.25	0.19	891	28.5	0.32	0.28	941	28.5	0.33	0.15	991	28.1	0.45	0.22
842	31.4	0.34	0.23	892	28.5	0.24	0.30	942	28.5	0.07	0.30	992	30.2	0.12	0.38
843	29.7	0.30	0.25	893	28.5	0.20	0.33	943	28.1	0.49	0.10	993	28.1	0.25	0.33
844	29.7	0.23	0.28	894	28.1	0.62	0.10	944	29.7	0.30	0.29	994	28.1	0.29	0.33
845	27.7	0.45	0.18	895	29.7	0.38	0.21	945	30.6	0.49	0.27	995	28.1	0.27	0.27
846	29.3	0.42	0.20	896	28.1	0.58	0.03	946	25.6	0.52	-0.02	996	28.1	0.19	0.28
847	29.3	0.28	0.23	897	28.5	0.25	0.24	947	26.4	0.64	0.06	997	31.4	0.30	0.39
848	29.7	0.47	0.20	898	28.5	0.25	0.28	948	26.4	0.40	0.09	998	31.0	0.37	0.22
849	27.3	0.35	0.23	899	31.0	0.25	0.36	949	30.6	0.26	0.30	999	26.8	0.60	0.15
850	31.4	0.34	0.15	900	27.7	0.62	0.09	950	28.9	0.39	0.19	1000	25.6	0.74	-0.06



## Lampiran C. Rumus – Rumus Statistik

### Rumus Koefisien Korelasi *Product Moment*

$$r = \frac{\sum (y - \bar{y})(x - \bar{x})}{\sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 \sum (x - \bar{x})^2}}$$

### Rumus Uji-t Koefisien Korelasi *Product Moment*

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

### Rumus Koefisien Korelasi *Spearman's Rank*

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n^3 - n}$$

$d_i$  = perbedaan peringkat antara pasangan  $i$

### Rumus Koefisien Determinansi

$$r^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

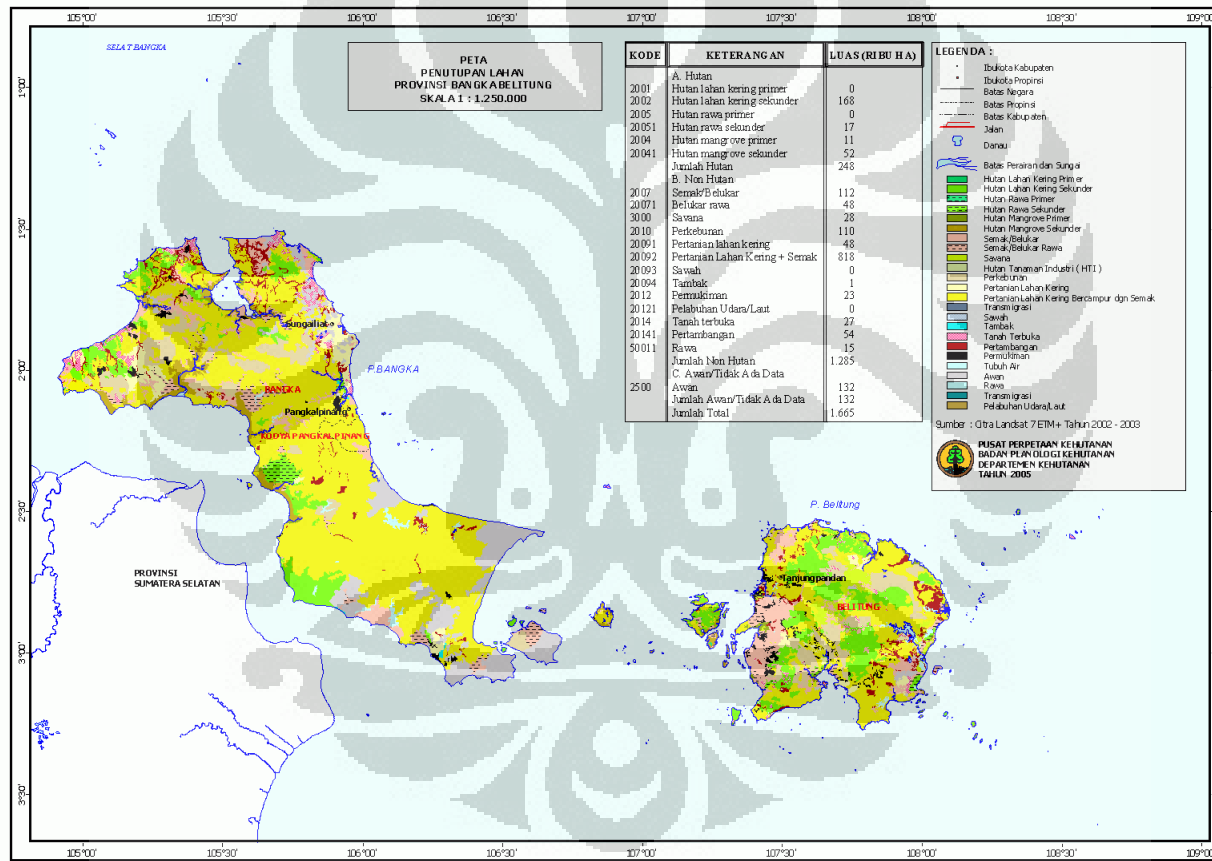
$$SSE = \sum (y_j - \hat{y}_j)^2$$

$$SST = \sum (y_j)^2 - \frac{(\sum y_j)^2}{n}$$

### Persamaan-Persamaan Garis Regresi

1. linear :  $y = mx + b$
2. logaritmik :  $y = c \ln x + b$
3. power :  $y = cx^b$
4. eksponensial  $y = ce^{bx}$
5. polinomial:  $y = b + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3 + \dots + c_6x^6$

## Lampiran D. Peta Departemen Kehutanan



Skala Cocok Untuk Kertas Ukuran A3 (Gambar Telah Mengalami Pengecilan 40%)

## Lampiran E. Google Earth Kota Pangkalpinang

