



UNIVERSITAS INDONESIA

**KETERKAITAN POLUTAN UDARA DAN SUHU
PERMUKAAN DARATAN SERTA DISTRIBUSINYA
DI DKI JAKARTA**

SKRIPSI

NURKHAMILA RISALAH

0706265711

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

DEPARTEMEN GEOGRAFI

DEPOK

JULI 2011



UNIVERSITAS INDONESIA

**KETERKAITAN POLUTAN UDARA DAN SUHU
PERMUKAAN DARATAN SERTA DISTRIBUSINYA
DI DKI JAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains

NURKHAMILA RISALAH

0706265711

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

DEPARTEMEN GEOGRAFI

DEPOK

JULI 2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Nurkhamila Risalah

NPM : 07062658711

Tanda Tangan : 

Tanggal : 8 Juli 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Nurkhamila Risalah
NPM : 0706265711
Program Studi : Geografi
Judul Skripsi : Keterkaitan Polutan Udara dan Suhu Permukaan
Serta Distribusinya di DKI Jakarta

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 : Dr. Djoko Harmantyo, M.S



Pembimbing : Drs. Sobirin, M.Si



Pembimbing : Adi Wibowo S.Si, M.Si



Penguji : Dr. Rokhmatuloh, M.Eng



Penguji : Drs. Tjiong Giok Pin, M.Si



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 8 Juli 2011

UCAPAN TERIMAKASIH

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam yang atas izin-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Keterkaitan Polutan Udara dan Suhu Permukaan Daratan serta Distribusinya di DKI Jakarta” tepat pada waktunya. Enam bulan terakhir yang dilalui penuh dengan perjuangan dan tantangan dalam rangka menyelesaikan skripsi ini telah memberikan begitu banyak pengalaman berharga bagi penulis.

Skripsi ini selesai pada waktunya karena kuasa Allah SWT dan dukungan dari berbagai pihak, dalam rangka mengucapkan syukur atas selesainya skripsi ini, maka penulis berkenan mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ketua Departemen Geografi FMIPA UI, Bapak Dr.rer.nat. Eko Kusratmoko, M.S, atas kesediaannya yang tidak pernah bosan memberikan kesempatan berupa goresan tanda tangan kepada mahasiswa sehingga penulis berkesempatan melaksanakan penelitian ini;
2. Drs. Sobirin, M.Si selaku Pembimbing I dan Adi Widowo S.Si, M.Si selaku Pembimbing II, atas kesabarannya selama ini dalam membimbing dengan pengorbanan waktu, tenaga dan pikirannya kepada penulis. Terima kasih atas segala ilmu yang diberikan, kritik dan saran, serta solusi-solusi cemerlang sehingga penulis lebih terarah dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Dr. Djoko Harmantyo, M.S, Drs. Tjong Giok Pin, M.Si, dan Dr. Rokhmatullah, M.Eng selaku Penguji, atas segala kritik dan saran yang sangat membangun untuk penelitian ini, sehingga wawasan penulis menjadi lebih terbuka dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Dra. Ratna Saraswati M.S selaku Pembimbing Akademik, terima kasih telah mengurus keperluan akademik penulis dan anak didik lainnya dan dengan penuh perhatian memantau perkembangan akademis anak-anak didiknya;
5. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Geografi, atas ilmu-ilmu bermanfaat yang telah diberikan dalam perkuliahan kepada penulis selama masa empat tahun berada di bangku kuliah;

6. Dr. Ibnu Sofian, peneliti BAKOSURTANAL yang telah bersedia membagi ilmunya, membimbing penulis dalam mengolah dan menganalisis data sehingga menambah wawasan baru bagi penulis. Terima kasih telah memberikan inspirasi dan motivasi kepada penulis dengan sikap *easy going*, penuh canda, dan mengkontaminasi penulis agar membeli *Mac Book* supaya proses pengolahan data semakin mudah (mudah-mudahan kebeli ya pak);
7. BPLHD Jakarta, khususnya Pak Prihatma dan Ibu Mus (Kualitas Udara) yang telah berkenan memberikan data yang diperlukan penulis dan memberi kesempatan bagi penulis untuk ikut survey dan melihat langsung beberapa lokasi alat pemantau kualitas udara;
8. BMKG Pusat khususnya Bapak Nuryadi (Klimatologi), Bapak Arief, dan Bapak Edison (Kualitas Udara), serta BMKG Ciputat (Ibu Sri dan Bapak Trimu) yang telah berkenan memberikan data yang diperlukan bagi penelitian ini dan berdiskusi tentang penelitian yang penulis kerjakan.
9. Mas Jarot Semedi (Lab. SIG) yang telah banyak membantu penulis dalam memperoleh data peta digital Jakarta, memberikan informasi-informasi yang berkaitan dengan penelitian penulis, diskusi, dan memberikan motivasi bagi penulis;
10. Sinta Lestari yang selalu menjadi teman diskusi, selalu bersama ketika semangat sedang naik maupun turun dalam melewati tantangan menyelesaikan skripsi ini. Irma dan Adit yang selalu kompak, selalu bersama penulis dalam mengurus keperluan skripsi. Fikriyah, si “Cing sayang” yang selalu memberikan motivasi, cerita-cerita inspiratif, berbagi kesengan dan kesedihan bersama, thanks ya Cing. Ababil’s, Banduningsih, GengGong, dan Hore, terima kasih telah memberikan kenangan tersendiri bagi penulis dan memberikan warna-warni bagi keseharian penulis;
11. Teman-teman Geografi 2007 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas do’a dan dukungannya kepada penulis. Untuk Tim 9 terus semangat, semoga dimudahkan segala urusannya dan semoga cita-cita kita semua semuai tercapai;

12. Anindito Adi Nugroho, yang senantiasa berbagi saat suka maupun duka dengan pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran. Terima kasih telah berkenan berbagi ilmu dengan penulis, *sharing* berbagai hal, memberikan semangat yang tak pernah padam, memberikan ketenangan dan kesenangan tersendiri bagi penulis. Semoga semuanya menjadi keberkahan di kemudian hari dan cita-cita kita mendapat keridhoan-Nya;
13. Keluarga tercinta: Bapak dan Mama yang tak pernah putus bangun tiap 1/3 malam untuk mendo'akan keselamatan dan keberhasilan anak-anaknya, menjadi tempat untuk belajar ilmu kehidupan, tempat curhat paling mujarab terutama Mama. Binti Fikriyati Wulandari, si Mbak yang terus menyemangati penulis dan selalu berbagi kesenangan, Amma' Syaifullah, si Mas yang selalu humoris membuat penulis melupakan sejenak kepenatan yang ada, dan Andalusia Awais, si Adik yang "spesial" selalu rajin menelpon untuk menanyakan kabar penulis dan cerita berbagai hal. Ciut-ciut, keponakanku tercinta, M. Djenfik Cordova dan Mulki Djenfik Dzulkarnain selalu membuat kangen penulis dan penghilang kepenatan penulis. Aku sayang kalian semua, semoga Alloh senantiasa melimpahkan kasih sayang-Nya kepada kami;
14. Sahabatku Septya Indah yang selalu menyemangati penulis, Eka Vikrustiandini (Teknik Fisika UGM) teman yang saling memberi semangat, dan Mas Agus yang selalu megirim semangat dari Surabaya. Teman-teman penulis dari TK hingga sekarang yang telah banyak membantu, terima kasih atas do'a dan dukungan kalian semua;
15. Staff dan karyawan Departemen Geografi: Mas Damun, Mas Catur, Om Karno, dan lainnya, terima kasih karena kalian selalu direpotkan oleh mahasiswa, semoga Alloh SWT membalas kebaikan dan keikhlasan kalian;
16. Kepada seluruh pihak yang mungkin tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, namun tak mengurangi rasa hormat dan terima kasih penulis kepada kalian semua atas bantuan dan doa yang telah diberikan demi kelancaran penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

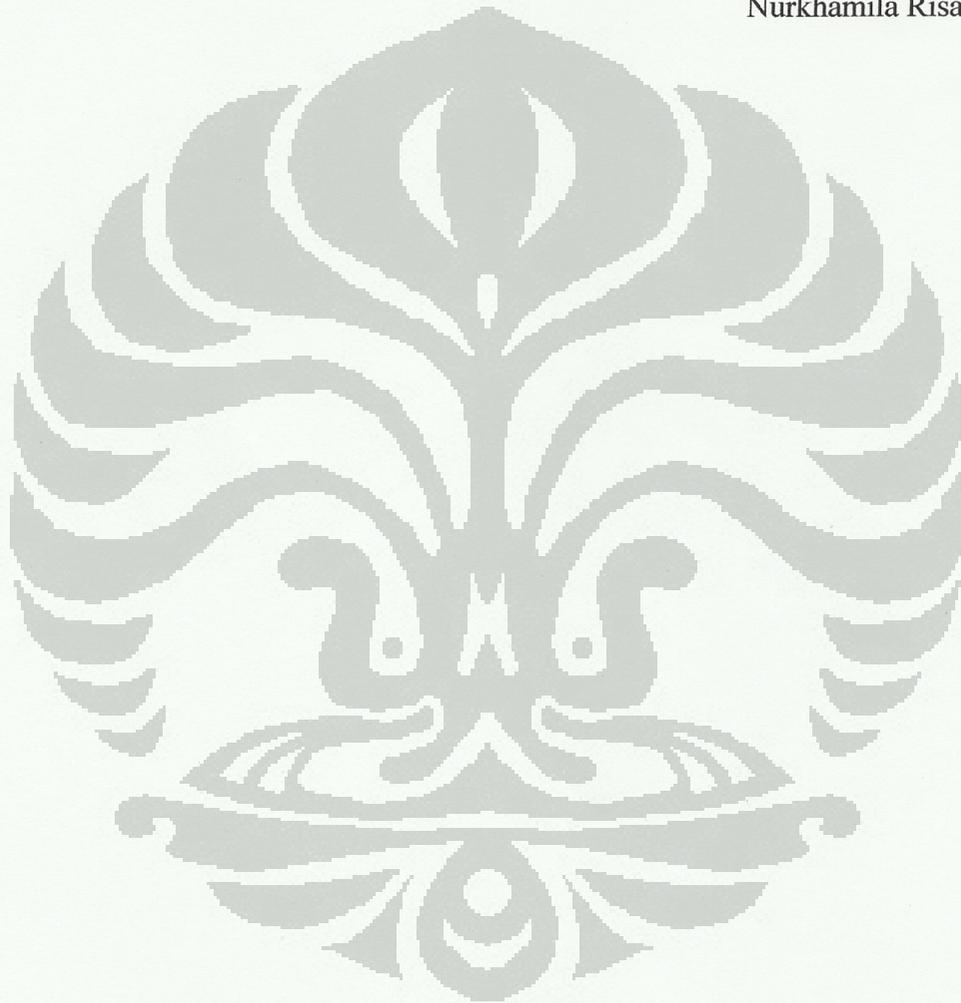
Akhir kata, penulis hanya bisa memanjatkan doa dalam membalas jasa yang telah diberikan. Semoga Allah SWT memberikan jalan yang terbaik untuk kalian semua dan semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu dan berbagai pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Depok,

2011

Nurkhamila Risalah



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

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

Nama : Nurkhamila Risalah
NPM : 0706265711
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:

Keterkaitan Polutan Udara dan Suhu Permukaan Daratan serta Distribusinya di DKI Jakarta

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 8 Juli 2011
Yang menyatakan


(Nurkhamila Risalah)

ABSTRAK

Nama : Nurkhamila Risalah
Program Studi : Geografi
Judul : Keterkaitan Polutan Udara dan Suhu Permukaan Daratan serta Distribusinya di DKI Jakarta

Peningkatan temperatur global terbentuk dari pemanasan lokal, salah satunya adalah fenomena pulau panas perkotaan. Peningkatan temperatur tersebut disinyalir disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat berbagai aktivitas manusia, terutama di wilayah perkotaan seperti DKI Jakarta. Penggunaan tanah sebagai representasi jumlah penduduk dan aktivitas manusia yang menjadi sumber polutan udara, dapat mempengaruhi pola distribusi suhu permukaan daratan (SPD) yang diperoleh melalui pengolahan citra MODIS Terra. Dengan melakukan analisis spasial uji korelasi antara polutan udara (NO_2 , SO_2 , dan TSP) dengan SPD, dapat diketahui hubungan antara polutan udara dan SPD yang menjadi tujuan dari penelitian ini. Kemudian dibuat model spasial distribusi polutan untuk mengetahui sebaran polutan udara menurut variasi nilai SPD. Hasil analisis menunjukkan bahwa korelasi konsentrasi NO_2 dan SO_2 dengan SPD memiliki hubungan sebesar 0,289 dan 0,246. Model distribusi spasial konsentrasi NO_2 dan SO_2 menurut SPD menunjukkan pola yang tersebar hampir di seluruh wilayah DKI Jakarta terutama pada SPD yang relatif tinggi dan pada penggunaan tanah permukiman, industri dan jasa/komersial. Pola distribusi SPD hasil pengolahan citra MODIS Terra di DKI Jakarta dapat digunakan untuk memprediksi pola distribusi konsentrasi NO_2 dan SO_2 di udara.

Kata kunci : MODIS Terra, distribusi spasial, polutan udara, konsentrasi NO_2 dan SO_2 , dan suhu permukaan daratan

xv+67 halaman; 28 gambar; 17 tabel
Daftar Pustaka : 31 (1977 2010)

ABSTRACT

Name : Nurkhamila Risalah
Program Study : Geografi
Title : The Relationship Between Air Pollutant and Land Surface Temperature and It's Distribution in Jakarta

Increase the global temperature is formed by local heated, one of the phenomenon is urban heat island. Increase of the temperature approximately caused by the rise of green house gases concentration due to human activities, particularly in urban area such as Jakarta. Landuse as a representation of human activities become a source of air pollution and can be used as an illustration to analyze the pattern of land surface temperature distribution. With the statistical method correlation between air pollutant and the land surface temperature (*MODIS Terra LST* result processing) might be known the relationship between air pollutant and the land surface temperature, which is the objective of this study. Then create a model of the pollutant spatial distribution to determine the pollutant spatial distribution on the land surface temperature variance. The result shows that the NO₂ and SO₂ have a relationship with the land surface temperature, with each correlation value (r) 0,289 and 0,246. Spatial distribution of NO₂ and SO₂ are spread in almost the whole Jakarta, particularly on high land surface temperature relatively and on the land-use of residential, industrial area and service / commercial area.

Keyword : MODIS Terra, spatial distribution, air pollutant, NO₂ and SO₂ concentration, and land surface temperature

xv+67 pages; 28 pictures; 17 tables
Bibliography : 31 (1977 2010)

DAFTAR ISI

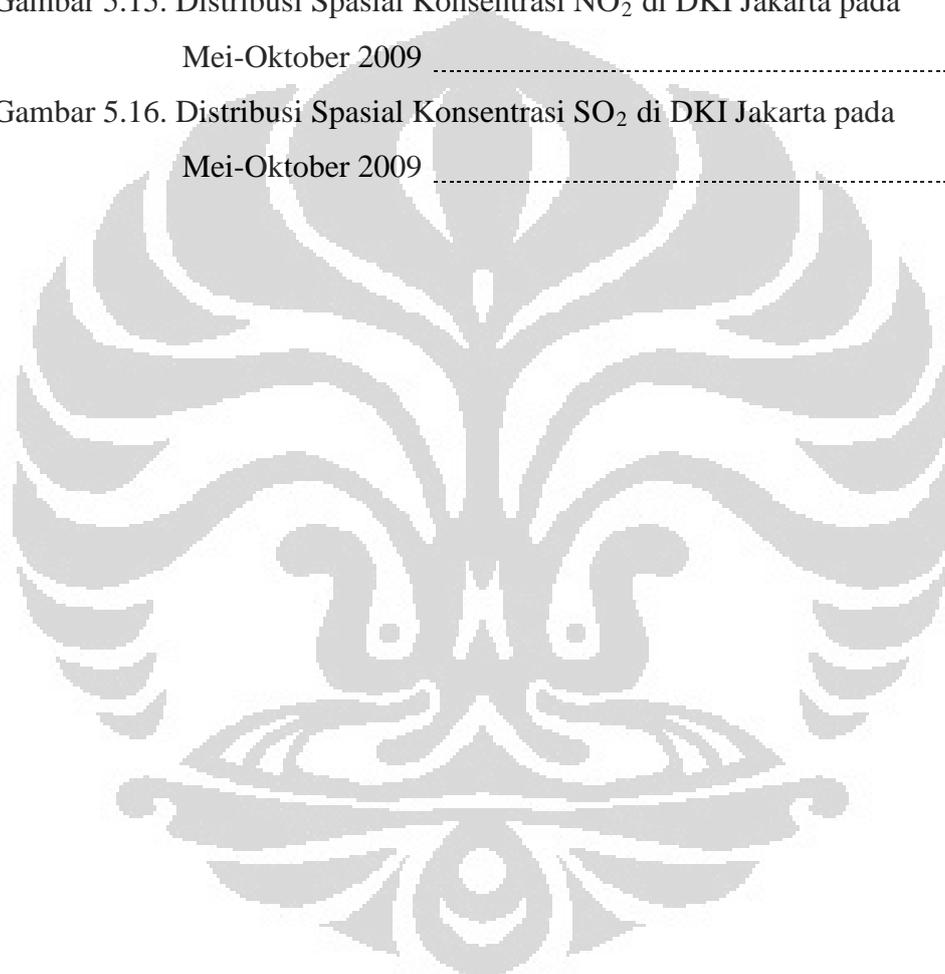
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Masalah Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
BAB 2 TINJAUAN PUTAKA	4
2.1 Penggunaan Tanah	4
2.2 Suhu Permukaan Daratan	5
2.3 Kualitas Udara	8
2.4 Polutan Pencemar Udara	10
2.4.1 Nitrogen Oksida (NO ₂)	10
2.4.2 Sulfurdioksida (SO ₂)	10
2.4.3 <i>Total Suspended Particles</i> (TSP)	11
2.5 Teknologi Penginderaan Jauh	11
2.6 Citra MODIS	12
2.7 Pemanfaatan Citra MODIS untuk Suhu Permukaan Daratan	14
2.7.1 Emisivitas Permukaan	16
2.8 Peranan Curah Hujan terhadap Kualitas Udara	17
2.9 Peranan Angin terhadap Kualitas Udara	17
2.10 Pembuatan Model Spasial	18
2.10.1 Interpolasi <i>IDW</i> (<i>Inverse Distance Weighted</i>)	18

2.10.2 Analisis Grid	19
2.11 Penelitian- penelitian Sebelumnya	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Wilayah Penelitian.....	22
3.2 Metode Pendekatan	22
3.3 Metode Pengumpulan Data	23
3.4 Metode Pengolahan Data	24
3.5 Metode Analisis Data	28
BAB 4 GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN	30
4.1 Letak Geografis dan Administrasi	30
4.2 Kondisi Fisik	32
4.3 Distribusi Penduduk	34
4.3 Jaringan Jalan dan Penggunaan Tanah	35
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
5.1 Distribusi NO ₂ , SO ₂ , dan TSP	37
5.1.1 Distribusi NO ₂	37
5.1.2 Distribusi SO ₂	41
5.1.3 Distribusi TSP	45
5.2 Distribusi Suhu Permukaan	49
5.3 Konsentrasi Polutan Udara dan Curah Hujan.....	54
5.4 Hubungan Polutan Udara dengan Suhu Permukaan	57
5.4.1 Hubungan NO ₂ dengan Suhu Permukaan	57
5.4.2 Hubungan SO ₂ dengan Suhu Permukaan	59
5.4.3 Hubungan TSP dengan Suhu Permukaan	60
5.5 Model Spasial Distribusi Polutan Udara	61
5.5.1 Model Spasial Distribusi NO ₂	61
5.5.2 Model Spasial Distribusi SO ₂	62
BAB 6 KESIMPULAN	65
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Fenomena <i>Urban Heat Island</i>	6
Gambar 2.2. Suhu Permukaan Kota Delhi, India, Tahun 2008	8
Gambar 2.4. Interpolasi <i>IDW</i> (3D)	19
Gambar 2.5. Perbedaan Objek <i>feature</i> Berbasis Vektor (kiri) dan Grid Berbasis Raster (kanan)	20
Gambar 3.1. Alur Pikir Penelitian	23
Gambar 3.2. <i>MODIS Reprojection Tool</i>	26
Gambar 3.3. Diagram Alur Kerja	27
Gambar 4.1 Administrasi DKI Jakarta dan Titik Lokasi Alat Pemantau Kualitas Udara	32
Gambar 4.2. Curah Hujan Bulanan DKI Jakarta Tahun 2009	34
Gambar 4.3. Kondisi Jaringan Jalan DKI Jakarta Tahun 2009	35
Gambar 4.4. Penggunaan Tanah DKI Jakarta Tahun 2009	36
Gambar 5.1. Lokasi Pemantauan Kualitas Udara dan Penggunaan Tanahnya	39
Gambar 5.2. Distribusi NO_2 di DKI Jakarta Tahun 2009	40
Gambar 5.3. Grafik Konsentrasi Rata-rata Bulanan NO_2 di DKI Jakarta Tahun 2009	41
Gambar 5.4. Lokasi Pemantauan Kualitas Udara dan Penggunaan Tanahnya	43
Gambar 5.5. Distribusi SO_2 di DKI Jakarta Tahun 2009	44
Gambar 5.6. Konsentrasi Rata-rata Bulanan SO_2 di DKI Jakarta Tahun 2009	45
Gambar 5.7. Lokasi Pemantauan Kualitas Udara dan Kenampakan Penggunaan Tanahnya melalui Citra IKONOS	47
Gambar 5.8. Distribusi TSP di DKI Jakarta Tahun 2009	48
Gambar 5.9. Konsentrasi Rata-rata Bulanan TSP di DKI Jakarta Tahun 2009	49
Gambar 5.10. (a). Suhu Permukaan DKI Jakarta pada Mei-Oktober Tahun 2009, (b) Penggunaan Tanah DKI Jakarta Tahun 2009	51

Gambar 5.11. Suhu Permukaan Bulanan DKI Jakarta Tahun 2009	53
Gambar 5.12. Konsentrasi NO ₂ dan Curah Hujan di DKI Jakarta Tahun 2009	55
Gambar 5.13. Konsentrasi SO ₂ dan Curah Hujan Bulanan di DKI Jakarta Tahun 2009	56
Gambar 5.14. Konsentrasi TSP dan Curah Hujan Bulanan di DKI Jakarta Tahun 2009	57
Gambar 5.15. Distribusi Spasial Konsentrasi NO ₂ di DKI Jakarta pada Mei-Oktober 2009	62
Gambar 5.16. Distribusi Spasial Konsentrasi SO ₂ di DKI Jakarta pada Mei-Oktober 2009	64



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik MODIS Terra Aqua	13
Tabel 2.2. Spesifikasi Band EOS MODIS	16
Tabel 4.1 Pembagian Wilayah DKI Jakarta	30
Tabel 4.2 Lokasi Alat Pemantau Kualitas Udara di DKI Jakarta	31
Tabel 4.3. Kondisi Iklim DKI Jakarta Tahun 2009	33
Tabel 4.4. Jumlah dan Kepadatan Penduduk DKI Jakarta	35
Tabel 4.5. Luasan Penggunaan Tanah DKI Jakarta Tahun 2009	36
Tabel 5.1 Konsentrasi Nilai NO ₂ di DKI Jakarta Tahun 2009	38
Tabel 5.2. Konsentrasi Nilai SO ₂ di DKI Jakarta Tahun 2009	42
Tabel 5.3. Konsentrasi Nilai TSP di DKI Jakarta Tahun 2009	46
Tabel 5.4. Suhu Permukaan Bulanan DKI Jakarta Tahun 2009	52
Tabel 5.5. Suhu Permukaan di Tiap Lokasi Pemantau Kualitas Udara	54
Tabel 5.6. Output Korelasi NO ₂ dan Suhu Permukaan	58
Tabel 5.7. Output Regresi NO ₂ dan Suhu Permukaan	58
Tabel 5.8. Output Korelasi SO ₂ dan Suhu Permukaan	59
Tabel 5.9. Output Regresi SO ₂ dan Suhu Permukaan	60
Tabel 5.10. Output Korelasi TSP dan Suhu Permukaan	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terjadi kecenderungan peningkatan temperatur global terbentuk dari pemanasan lokal, salah satunya dari fenomena pulau panas perkotaan atau *Urban Heat Island (UHI)*. *Intergovernmental Planetary Climate Change (IPCC)* mengklaim bahwa atmosfer mengalami pemanasan sebesar $0,6^{\circ}\text{C}$ sampai $0,8^{\circ}\text{C}$ sejak era abad 20 dan memprediksi bahwa secara umum suhu udara permukaan bumi pada tahun 2100 akan lebih panas $1,4^{\circ}\text{C}$ hingga $5,8^{\circ}\text{C}$ dibandingkan suhu tahun 1990, selain itu juga disimpulkan bahwa, sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia (IPCC, 2007). Kegiatan manusia dari berbagai kegiatan industri, di lapangan (seperti deforestasi) atau yang berkaitan dengan transportasi atau rumah tangga menghasilkan gas yang jumlahnya terus meningkat. Setiap tahunnya emisi tersebut menambah jumlah karbon dioksida (CO_2) yang telah ada di atmosfer sekitar tujuh ribu juta ton, yang umumnya akan tetap tinggal di atmosfer selama ratusan tahun atau lebih (Houghton, 2004).

Penyimpangan musim dalam beberapa tahun terakhir yang terjadi di Indonesia merupakan dampak dari pemanasan global yang disebabkan oleh meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer. Karbon dioksida (CO_2) dan Metan (CH_4) merupakan gas rumah kaca yang mempunyai kontribusi paling besar terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Pemantauan yang dilakukan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di stasiun pengamat atmosfer global Kototabang, di Sumatera Barat, menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata tahunan CO_2 meningkat dari 373 ppm (*part particulate meter*) pada tahun 2004 dan menjadi 377 ppm pada tahun 2007. Demikian juga konsentrasi rata-rata tahunan CH_4 , meningkat dari 1.805 ppm pada tahun 2004 menjadi 1.809 ppm pada tahun 2007 (BMKG, 2007).

Sebagai ibukota negara Indonesia dan pusat kegiatan ekonomi, DKI Jakarta terus mengalami peningkatan jumlah penduduk tiap tahunnya. Hingga Oktober 2010 tercatat 8.528.301 jiwa mendiami wilayah DKI Jakarta (Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil DKI Jakarta, 2010). Hal tersebut diikuti dengan peningkatan jumlah kendaraan bermotor, baik kendaraan umum maupun kendaraan pribadi. Berdasarkan data Komisi Kepolisian Indonesia, jumlah kendaraan di DKI Jakarta mencapai 9.993.867 buah hingga Juni 2009 dan sepeda motor menempati urutan teratas dengan jumlah 7.084.753 buah (Komisi Kepolisian Indonesia, 2009).

Masih terbatasnya informasi spasial yang menggambarkan kaitan peningkatan kadar polutan udara terhadap suhu permukaan daratan dan sebarannya di DKI Jakarta, menjadi alasan dilakukannya penelitian ini, sehingga diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru bagi akademisi dan pihak-pihak pengambil keputusan dalam membuat rencana pembangunan DKI Jakarta.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keterkaitan konsentrasi polutan udara dengan suhu permukaan daratan dan mengetahui distribusi spasial polutan udara dengan membuat model spasial distribusi polutan udara di DKI Jakarta.

1.3 Masalah Penelitian

1. Bagaimana korelasi pola distribusi polutan udara dan pola distribusi suhu permukaan daratan di DKI Jakarta?
2. Bagaimana model spasial distribusi konsentrasi polutan udara di DKI Jakarta?

1.4 Batasan Penelitian

1. Suhu permukaan daratan adalah panas permukaan bumi menyentuh di lokasi tertentu (dari titik pandang satelit, permukaan adalah apa saja yang dilihatnya ketika itu terlihat melalui atmosfer ke tanah, berupa rumput di halaman rumput, atap bangunan, atau daun-daun pada kanopi tanaman hutan). Dengan demikian, suhu permukaan tanah tidak sama dengan suhu udara yang disertakan dalam laporan cuaca harian. (*Earth Observatory NASA, 2000*). Dalam penelitian ini suhu permukaan daratan diperoleh dari data *MODIS Terra LST/Emissivity 8 Daily Level 3 Global 1 km SIN Grid V005/day time*.
2. Polutan udara adalah suatu zat atau substansi yang menyebabkan terjadinya polusi udara. Dalam penelitian ini zat yang diukur adalah konsentrasi nitrat (NO_2), sulfat (SO_2), dan *total suspended particles* (TSP).
3. Penggunaan tanah adalah wujud tutupan permukaan bumi, baik yang merupakan bentukan alami maupun buatan manusia (Badan Pertanahan Nasional, 2004). Dalam penelitian ini penggunaan tanah diklasifikasikan menjadi: permukiman, jasa/komersial, industri, pertanian, ruang terbuka, dan tanah kosong.
4. Model spasial adalah penggambaran atau penyederhanaan fakta lapangan secara spasial. Model spasial polutan dalam penelitian ini adalah penyederhanaan fakta lapangan secara spasial dari konsentrasi polutan yang diperoleh melalui korelasi antara konsentrasi polutan dan suhu permukaan daratan di DKI Jakarta.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penggunaan Tanah

Penggunaan tanah adalah wujud dari kegiatan manusia atau usaha penduduk untuk memanfaatkan tanah untuk memenuhi kebutuhan, baik materiil maupun spiritual, secara tetap atau berkala oleh instansi badan hukum atau perorangan (Badan Pertanahan Nasional, 2004).

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

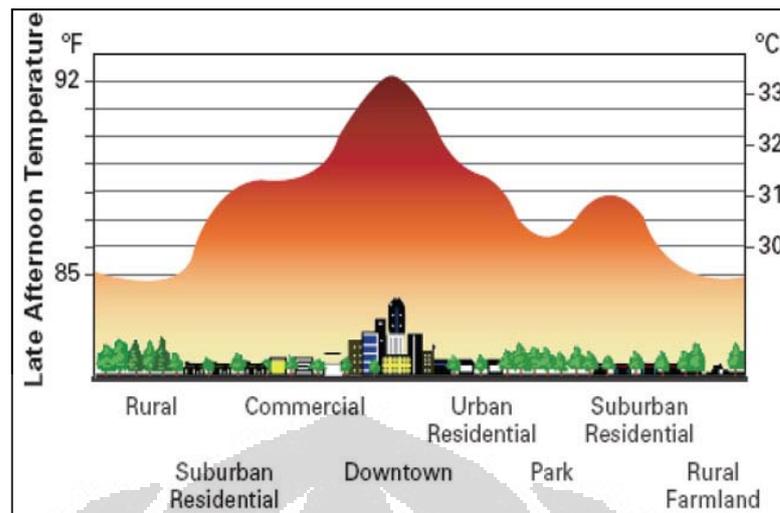
Pola penggunaan tanah di Jakarta sangat bervariasi, hal ini mengindikasikan keanekaragaman aktivitas penduduknya. Keberadaan bangunan yang terdapat di daerah sekitar maupun di daerah penerima pencemaran udara memiliki peranan dalam mempengaruhi proses dispersi zat pencemar udara. Bangunan dapat mempengaruhi jalur aliran aerodinamika angin. Ketika aliran angin bergerak mengalirkan zat polutan terhadap suatu bangunan maka aliran angin tersebut akan berputar di sekitar bangunan membuat sirkulasinya sendiri dan sebagian lainnya ada yang diteruskan. Turbulensi akibat pengaruh bangunan dapat menyebabkan terkumpulnya polutan pada suatu tempat. Bangunan merupakan salah satu rintangan yang dapat mempengaruhi arah dan kecepatan angin yang dapat mengakibatkan terkumpulnya polutan dekat bangunan serta dapat mempengaruhi stabilitas udara sebagai fungsi angin dan radiasi matahari (Bakar, 2006).

2.2 Suhu Permukaan Daratan

Suhu permukaan daratan/*land surface temperature (LST)* adalah bagaimana panas permukaan bumi menyentuh di lokasi tertentu (dari titik pandang satelit, permukaan adalah apa saja yang dilihatnya ketika itu terlihat melalui atmosfer ke tanah, berupa rumput di halaman rumput, atap bangunan, atau daun-daun pada kanopi tanaman hutan) (*Earth Observatory NASA, 2000*). Suhu diukur pada tingkat permukaan dan dapat dianggap sebagai suhu kulit tanah. Namun, permukaan bumi masih jauh dari permukaan yang homogen, permukaan bumi terdiri dari bahan yang berbeda dan geometri yang bervariasi, yang merumitkan estimasi *LST* (Becker dan Li 1995, Qin dan Karnieli 1999).

LST, dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, keadaan atmosfer, sifat termal dari permukaan, dan media bawah permukaan, merupakan faktor paling penting pengendalian fisik, kimia, dan proses biologis dari bumi (Becker dan Li, 1990). *LST* bervegetasi padat adalah suhu permukaan vegetasi kanopi sedangkan untuk daerah jarang bervegetasi itu adalah suhu rata-rata kanopi vegetasi, tubuh vegetasi, dan tanah. Selain itu, permukaan biasanya sangat tidak homogen pada resolusi spasial satelit. Oleh karena itu, *LST* didefinisikan sebagai rata-rata suhu jenis permukaan di setiap pixel, dihitung dengan tutupan bobot mereka (Kerr et al., 1992).

Kota dengan penduduknya yang padat pasti berdampak pada lahan kota untuk permukiman, sehingga suhu permukaan perkotaan cenderung lebih tinggi dibandingkan daerah pedesaan Wayne (dalam Adiyanti, 1993), lihat Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Fenomena *Urban Heat Island*

Menurut Lowry dan Griffith (dalam Wardhana 2003), terjadinya perbedaan suhu permukaan antara daerah perkotaan dengan pedesaan disebabkan oleh lima sifat fisik permukaan bumi:

1. Bahan Penutup Permukaan

Permukaan daerah perkotaan terdiri dari beton dan semen yang memiliki konduktivitas kalor sekitar tiga kali lebih tinggi dari pada tanah berpasir yang basah. Keadaan ini akan menyebabkan permukaan kota menerima dan menyimpan energi yang lebih banyak daripada pedesaan.

2. Bentuk dan Orientasi Permukaan

Bentuk dan orientasi permukaan kota lebih bervariasi daripada daerah pinggir kota atau pedesaan, sehingga energi matahari yang datang akan dipantulkan berulang kali dan akan mengalami beberapa kali penyerapan serta disimpan dalam bentuk panas (*heat*). Sebaliknya di daerah pinggir kota atau pedesaan yang menerima pancaran adalah lapisan vegetasi bagian atas. Selain itu, padatnya bangunan di perkotaan juga dapat mengubah pola aliran udara yang bertindak sebagai perombak dan meningkatkan turbulensi.

3. Sumber Kelembaban

Di perkotaan air hujan cenderung menjadi aliran permukaan akibat adanya permukaan semen, parit, selokan, dan pipa-pipa saluran drainase. Di

daerah pedesaan sebagian besar air hujan meresap ke dalam tanah sehingga tersedia cadangan air untuk penguapan yang dapat menyejukkan udara. Selain itu, air menyerap panas lebih banyak sebelum suhu menjadi naik 10 °C, dan memerlukan waktu yang lama untuk melepaskannya. Hal ini berarti bahwa pohon-pohon yang banyak di pedesaan akan menyerap air dalam jumlah yang banyak dan melepaskannya ke atmosfer sehingga menjaga suhu udara tetap sejuk, serta menyerap lebih banyak panas, dan melepaskannya dalam jangka waktu yang lebih panjang.

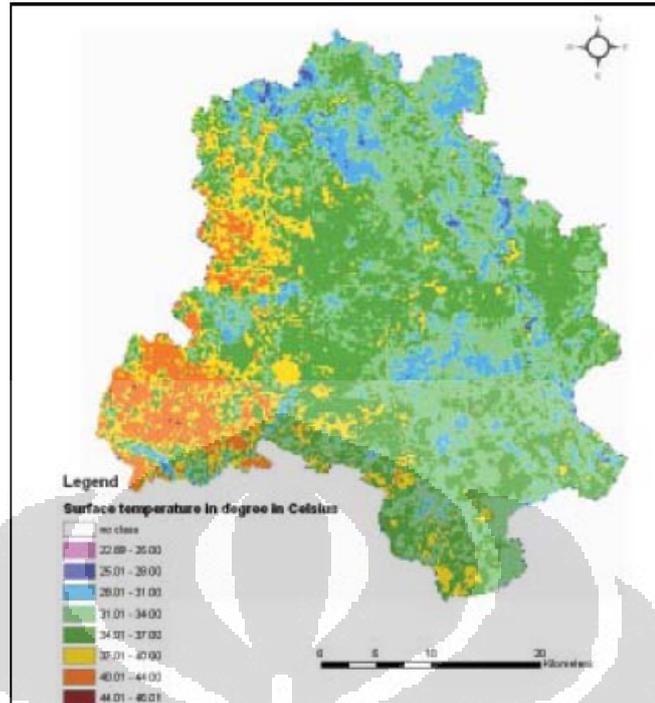
4. Sumber Kalor

Kepadatan penduduk kota yang lebih tinggi akan mengakibatkan bertambahnya sumber kalor sebagai akibat dari aktivitas dan panas metabolisme penduduk.

5. Kualitas Udara

Udara perkotaan banyak mengandung bahan-bahan pencemaran yang berasal dari kegiatan industri dan kendaraan bermotor, sehingga mengakibatkan kualitas udaranya menjadi lebih buruk bila dibandingkan dengan kualitas udara di pedesaan.

Sebagai contoh di Kota Delhi (India), 45 – 55 % penggunaan tanahnya berupa permukiman, (lihat Gambar 2.2) dengan menggunakan data Landsat 7 ETM+ didapatkan suhu permukaan di Kota Delhi pada tahun 2008 mencapai suhu permukaan maksimum sebesar 46,01 °C dan dengan suhu permukaan terendah sebesar 22 °C (Mallick, et. al, 2008).



Gambar 2.2. Suhu Permukaan Kota Delhi, India, Tahun 2008

2.3 Kualitas Udara

Kualitas udara khususnya di perkotaan merupakan komponen lingkungan yang sangat penting, karena akan berpengaruh langsung terhadap kesehatan masyarakat maupun kenyamanan kota. Limbah gas buang di DKI Jakarta yang merupakan penyebab penurunan kualitas udara digolongkan ke dalam sumber tidak bergerak (kegiatan industri, rumah tangga dan pembakaran sampah) dan sumber bergerak (kegiatan transportasi) (BPLHD, 2008).

Potensi limbah berupa debu (total partikel) terbesar berasal dari sumber tidak bergerak yaitu industri sebesar 56.653,09 ton pertahun (70,37%); SO₂ tertinggi berasal dari sumber tidak bergerak yaitu 403.523,25 ton pertahun (78,32%); NO_x tertinggi dari sumber bergerak yaitu 27.079,72 ton pertahun (62,2%) dan CO terbesar dari sumber bergerak sebesar 589.167,92 ton pertahun (25,786%). Dari fakta tersebut dapat disimpulkan bahwa sumber bergerak yaitu kendaraan bermotor merupakan penyebab pencemaran untuk parameter NO_x dan CO. Sedangkan sumber tidak bergerak merupakan penyebab pencemaran untuk

parameter SO₂ dan debu (Laporan Status Lingkungan Hidup BPLHD Provinsi DKI Jakarta, 2008).

Berdasarkan SK Gubernur DKI Jakarta No. 587 Tahun 1980 tentang Penetapan Kriteria Ambien Kualitas Udara dan Kriteria Ambien Bising dalam wilayah DKI Jakarta, dan Peraturan pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, nilai baku mutu beberapa parameter kualitas udara antara lain:

- Sulfur Dioksida (SO₂) = 0,1 ppm (260 µg/m³)
- Nitrogen Oksida (NO₂) = 0,05 ppm (92,5 µg/m³)
- Debu (TSP) = 0,026 mg/m³ (230 µg/m³)

Umumnya sebagian besar zat-zat polutan udara ini langsung mempengaruhi sistem pernafasan dan pembuluh darah. Meningkatnya angka kesakitan dan kematian dan adanya gangguan fungsi paru-paru dikaitkan dengan kenaikan konsentrasi zat SO₂, TSP, NO₂ dan O₃ yang juga mempengaruhi sistem pernafasan. Pemaparan yang akut dapat menyebabkan radang paru sehingga respon paru kurang *permeable*, fungsi paru menjadi berkurang dan menghambat jalan udara. Ozon dapat mengiritasi mata, hidung dan tenggorokan dan penyebab sakit kepala. CO *beraffianitas* tinggi terhadap Hb sehingga mampu mengganti O₂ dalam darah yang menuju ke sistem pembuluh darah dan jantung serta persarafan (Yusad, 2003).

Kualitas udara perkotaan umumnya cenderung memiliki kondisi yang cukup memprihatinkan, permasalahan lingkungan ini tidak terpisahkan dari kehidupan kota-kota seluruh dunia. Angka yang didapat dari kota-kota yang sedang berkembang dan umumnya banyak diantara mereka tidak ada ukuran pengontrol polusi, kemungkinan akan terjadi pencemaran bagi buruh, dan kualitas hidup sebagian besar penduduk kota akan semakin memburuk. Walaupun beberapa kemajuan telah dicapai dalam pengendalian polusi udara dinegara-negara industri lebih dari dua dekade terakhir ini, kualitas udara terutama di kota-kota besar negara sedang berkembang lebih buruk (Yusad, 2003). Berikut beberapa contoh kondisi kualitas udara di beberapa kota besar di dunia.

1. Beijing ; dalam musim dingin yang berat, dimana sumber polusi udara berasal dari pemanasan rumah – rumah, dengan penduduknya yang sangat

padat (27.000/km² ditahun 1990) sebagai bahan bakar utama adalah arang batubara yang mempunyai konsentrasi SO₂, SPM, dan CO yang tinggi.

2. Pemantauan kualitas udara di India yang dipantau oleh jaringan NEER (*National Environmental Engineering Research Institute*), sebagai parameter adalah ; SPM, SO₂, NO₂, HS, dan O₃ yang berasal dari daerah – daerah industri.
3. Los Angeles ; lalu lintas dan kabut asap dengan estimasi penduduk tahun 2000 sebesar 10,91 juta, mempunyai iklim mediteranian dikelilingi oleh pegunungan. Hanya sedikit industri berat yang dijumpai, sebab baja dan pabrik pembuatan mobil terdapat di daerah – daerah. Mobil dan kendaraan bermotor merupakan sumber berpolusi utama ; asap kendaraan, O₃ yang dibentuk oleh fotokimia dari kendaraan bermotor, NO dan NO₂ serta VOCs (*Global Environment Monitoring System*, 2002 dalam Yusad, 2003)

2.4 Polutan Pencemar Udara

2.4.1 Nitrogen Oksida (NO₂)

Kadar NO₂ di perkotaan biasanya 10-100 kali lebih tinggi dari pada udara di pedesaan. Kadar NO₂ dapat mencapai 0,5 ppm. Seperti halnya CO, emisi NO₂ dipengaruhi oleh kepadatan penduduk karena sumber utama NO₂ yang diproduksi manusia adalah dari pembakaran dan kebanyakan pembakaran disebabkan oleh kendaraan bermotor, produksi energi, dan pembuangan sampah. Sebagian besar emisi NO₂ buatan manusia berasal dari pembakaran arang, minyak, gas, dan bensin (Saputra, 2008).

2.4.2 Sulfurdioksida (SO₂)

Gas sulfurdioksida (SO₂) adalah gas yang tidak berbau bila berada pada konsentrasi rendah tetapi akan memberikan bau yang tajam pada konsentrasi pekat. Sulfurdioksida berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti minyak bumi dan batubara. Pembakaran batubara pada pembangkit listrik adalah sumber

utama pencemaran SO₂. Selain itu berbagai proses industri seperti pembuatan kertas dan peleburan logam-logam dapat mengemisikan SO₂ dalam konsentrasi yang relatif tinggi.

SO₂ adalah kontributor utama hujan asam. Di dalam awan dan air hujan SO₂ konversi menjadi sulfur dan aerosol sulfat di atmosfer. SO₂ pada saat ini baru bisa teramati secara lokal di sekitar sumber-sumber titik yang besar, seperti pembangkit listrik dan industri, meskipun sulfur adalah salah satu senyawa kimia yang terkandung di dalam bensin dan solar (Saputra, 2008).

2.4.3 Total Suspended Particles (TSP)

TSP merupakan total butiran debu yang berasal dari berbagai macam sebab seperti, proses alami (tanah, garam laut, aktifitas gunung berapi dan sebagainya) dan hasil perbuatan manusia (gas buangan pabrik, kendaraan bermotor dan sebagainya). Partikel debu yang berukuran lebih kecil dari 10 µm akan melewati rongga hidung dan masuk hingga batang tenggorokan atau gelembung paru-paru. Butiran yang diakibatkan oleh pembakaran minyak tanah atau batubara sebagian besar berukuran di bawah 2,5 µm, yang berakibat mampu masuk hingga bagian dalam paru-paru. Sebagian besar butiran-bituran ini mengandung bahan yang berbahaya (Saputra, 2008).

2.5 Teknologi Penginderaan Jauh

Teknologi penginderaan jauh dengan satelit merupakan penginderaan jauh non-fotografik, yang merupakan pengembangan dari penginderaan jauh fotografik atau fotogrametri. Sebelum tahun 1960 penginderaan jauh fotografik dikenal dengan istilah foto udara (FU), dan digunakan istilah penginderaan jauh karena sudah merambah ke penginderaan jauh di luar sistem fotografik (Sutanto, 1982).

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen, meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan objek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data, dan berbagai penggunaan data. Sistem penginderaan jauh dimulai dari perekaman objek permukaan bumi. Tenaga dalam

penginderaan jauh merupakan tenaga penghubung yang membawa data tentang objek ke sensor dapat berupa bunyi, daya magnetik, gaya berat, dan tenaga elektromagnetik, namun tenaga yang digunakan dalam penginderaan jauh untuk mengindera bumi adalah tenaga elektromagnetik. Tenaga elektromagnetik bagi sistem pasif berasal dari matahari, perjalanan radiasi matahari melalui atmosfer, dan berinteraksi dengan benda di permukaan bumi. Tenaga radiasi matahari tidak semua sampai di permukaan bumi karena sebagian diserap, dihamburkan di atmosfer. Tenaga yang sampai ke permukaan bumi sebagian dipantulkan dan atau dipancarkan oleh permukaan bumi, dan direkam oleh sensor penginderaan jauh. Sensor tersebut dapat dipasang dalam wahana pesawat terbang maupun satelit. Sensor satelit merekam permukaan bumi, dikirimkan ke stasiun penerima data di bumi. Stasiun menerima data permukaan bumi dari satelit dan direkam dalam pita magnetik dalam bentuk digital. Rekaman data diproses di laboratorium pengolahan data hingga berbentuk citra penginderaan jauh dan didistribusikan ke berbagai pengguna (Purwadhi dan Sanjoto, 2008)

Penelitian ini menggunakan data citra bersifat digital yang direkam dalam bentuk elemen-elemen gambar (*pixel = picture element*) yang menyatakan tingkat keabuan atau tingkat warna yang terekam pada citra. Informasi yang terkandung dalam *pixel* tersebut bersifat diskrit (atau dengan ukuran presisi tertentu). Diskrit dalam pengolahan data nilai keabuan dan titik-titik koordinat dinyatakan dengan presisi angka terhingga. Penelitian ini menggunakan citra *MODIS* untuk memperoleh besaran dan distribusi suhu permukaan daratan di DKI Jakarta (Purwadhi, 2001).

2.6 Citra MODIS

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) adalah satu instrumen (milik Amerika Serikat) yang diletakkan pada Satelit Terra (Jepang), yang diluncurkan 18 Desember 1999, sedangkan Satelit Aqua tanggal 4 Mei 2002. Algoritma data *MODIS* sudah disiapkan sebelumnya oleh NASA untuk seluruh dunia (*Global Standard*). Aplikasi data *MODIS* bervariasi sesuai panjang

gelombang dalam perekaman datanya. Karakteristik MODIS Terra dan Aqua terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Karakteristik MODIS Terra Aqua

Kriteria	Karakteristik
Ketinggian orbit	705 km
Lebar sapuan	2330 km
Resolusi temporal	4 kali sehari
Jumlah spektral 36 band dengan resolusi spasial	Band 1 dan 2 resolusi 250 m
	Band 3-7 resolusi 500 m
	Band 8-36 resolusi 1000 m (1 km)
Kegunaan	Band 1, 2 untuk analisis batas tanah atau awan
	Band 3-7 untuk analisis kandungan tanah atau awan
	Band 8-16 untuk analisis warna laut, plankton
	Band 17-19 untuk analisis uap air atmosfer
	Band 20-23 untuk analisis suhu permukaan atau awan
	Band 24-25 untuk analisis suhu atmosfer
	Band 26 untuk analisis awan Cirrus
	Band 27-29 untuk analisis uap air
	Band 30 untuk analisis ozon
	Band 31, 32 untuk analisis suhu permukaan atau awan
Band 33-36 untuk analisis ketinggian puncak awan	

[Sumber: Purwadhi, 2008]

Satelit MODIS memiliki wilayah cakupan yang cukup luas, yakni 2330 km dengan resolusi spasial 250 km (band 1 dan 2) dan resolusi spektral yang tinggi (36 band) serta resolusi temporal yang kurang lebih sama dengan satelit NOAA-AVHRR, yakni 1-2 hari serta menggunakan data 12 bit pada semua band (Wan, 1999). Selain itu, satelit MODIS berfungsi sebagai penyedia data untuk proses-proses pengkajian global rentang atmosfer, daratan dan lautan (Salomonson *et al*, 1989 dalam Wan, 1999)

2.7 Pemanfaatan Citra MODIS untuk Suhu Permukaan Daratan

Teori algoritma dasar untuk *MODIS land surface temperature (LST)* level 3 dan level 2 memasukkan dua parameter yaitu *Land_sfc Temperatur* dan *Land_sfc Emissivity*. LST diusulkan oleh MODIS sebagai produk harian siang dan malam dengan resolusi spasial global 1 km, dan termasuk produk derivatif pada frekuensi temporal dan resolusi spasial yang lebih rendah. Inframerah yang diterima oleh satelit ditentukan oleh suhu permukaan, emisivitas permukaan/reflektifitas, dan emisi atmosfer, penyerapan dan hamburan atas radiasi termal dari permukaan. LST akan diambil dari data saluran termal MODIS untuk permukaan tanah seluruh bumi termasuk hutan hijau dan semak-semak, hutan gugur dan semak belukar, tanaman dan padang rumput, badan air, salju dan es, tanah tandus, batu, dan wilayah perkotaan (Wan, 1999).

Berdasarkan simulasi database, tampilan tabel dan skema interpolasi telah dikembangkan untuk studi komprehensif pengaruh suhu permukaan dan emisivitas, uap air atmosfer, dan profil suhu pada pancaran band termal MODIS, dan untuk pengembangan dan analisis error dari algoritma LST untuk situasi tanah yang berbeda dengan tingkat akurasi LST 1° K. Emisi spektral material daratan yang terukur menunjukkan bahwa rata-rata emisivitas MODIS band 31 dan 32 relatif stabil dan dapat diketahui dalam waktu kurang dari 0,01 untuk beberapa jenis tutupan lahan hijau termasuk kanopi lebat, permukaan danau, salju, dan tanah. Pandangan sudut tergantung *split-window* algoritma LST yang telah dikembangkan untuk mengoreksi efek atmosfer dan emisivitas jenis tutupan lahan (Prasasti, 2007).

Beberapa metode telah dikembangkan oleh para peneliti, yang kesemuanya dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga), yaitu (1) metode kanal tunggal, (2) metode multiangular, dan (3) metode multi-kanal (*split-window*) (Becker dan Li, 1990 dalam Vogt, 1996). Metode *split-window* merupakan metode yang sering digunakan. Konsep ini berdasarkan metode Anding dan Kauth (1970, dalam Vogt, 1996), yakni didasarkan pada sifat transmitansi atmosfer yang berbeda pada dua jarak spektral dekat jendela inframerah. Pada data MODIS band-band yang dapat

digunakan untuk menurunkan data suhu permukaan adalah band 31 (10,780 – 11,280 μm) dan band 32 (11,770 – 12,270 μm).

Salah satu algoritma yang diajukan oleh Price (1984) yang merupakan algoritma *split-window* yang telah memasukkan faktor koreksi terhadap pengaruh emisivitas. Kajian dari model Price mampu mendeteksi suhu permukaan dengan ketepatan hingga $\pm 3^\circ \text{K}$. Persamaan yang diajukan Price ini dapat mencapai suhu permukaan sekitar 300°K (27°C). Berikut adalah persamaan Price (1984):

$$SP = Tb_{31} + 3,33 (Tb_{31} - Tb_{32}) * ((5,5 - \epsilon_{31})/4,5) + 0,75 Tb_{31} (\epsilon_{31} - \epsilon_{32})$$

Menurut Wan (1999), untuk data MODIS besarnya emisivitas band 31 adalah 0,989 dan band 32 = 0,988. Sementara itu, nilai emisivitas rata-rata permukaan bervegetasi adalah 0,97. Algoritma ini telah digunakan secara luas dan telah memasukkan faktor koreksi adanya pengaruh uap air atmosfer dengan memasukkan fraksi perbedaan suhu kecerahan (Tb) yang berasal dari band 4 dan 5 data NOAA-AVHRR (pada data MODIS band 31 dan 32). Bahkan dengan nilai emisivitas dugaan yang kasar sekalipun. Algoritma Price telah membuktikan dapat menghasilkan nilai suhu permukaan yang cukup rasional, khususnya pada lingkungan atmosfer tropis yang lembab (Cooper dan Asrar, 1989; Vidal, 1991 dalam Vogt, 1996).

Tabel 2.2. Spesifikasi Band EOS MODIS

Band	Bandwidht (nm)	IFOV	Primary use	Band	Bandwidht (μm)	IFOV	NE Δ T ($^{\circ}\text{K}$)	Primary use
1	620-670	250m	L	20	3.660-3.840	1km	0,05	O, L
2	841-876	250m	A, L	21	3.929-3.989	1km		fire,
3	459-479	500m	L	22	3.929-3.989	1km	0,07	volcanoe
4	545-565	500m	L	23	4.020-4.080	1km	0,07	A, L
5	1230-1250	500m	L	24	4.433-4.498	1km	0,25	A, L
6	1628-1652	500m	A, L	25	4.482-4.549	1km	0,25	A
7	2105-2155	500m	A, L	27	6.535-6.895	1km	0,25	A
8	405-420	1km	O	28	7.175-7.475	1km	0,25	A
9	438-448	1km	O	29	8.400-8.700	1km	0,05	A
10	483-493	1km	O	30	9.580-9.880	1km	0,25	L
11	526-536	1km	O	31	10.780-	1km	0,05	ozone
12	546-556	1km	O	32	11.280	1km	0,05	A, L
13	662-672	1km	O	33	11.770-	1km	0,25	A, L
14	673-683	1km	O	34	12.270	1km	0,25	A, L
15	743-753	1km	O	35	13.185-	1km	0,25	A
16	862-877	1km	O	36	13.485	1km	0,35	A
17	890	1km	A		13.485-			A
18	931-941	1km	A		13.785			
19	915-965	1km	A		13.785-			
26	1360-1390	1km	cirrus		14.085			
					14.085-			
					14.385			

Keterangan: A-studi atmosfer; L-studi permukaan/tanah (*land*); O-studi kelautan (*ocean*)

[Sumber: Wan, 1999]

2.7.1 Emisivitas Permukaan

Emisivitas adalah besaran yang menunjukkan besarnya pancaran radiasi kalor suatu benda dibandingkan dengan besar pancaran radiasi benda hitam sempurna. Emisivitas tidak mempunyai satuan. Permukaan benda yang sangat hitam, seperti batubara, mempunyai emisivitas mendekati 1. Permukaan benda yang sangat terang mempunyai emisivitas mendekati 0. Harga emisivitas ini juga tergantung pada suhu (Ruwanto, 2011).

Diketahui bahwa sifat variasi permukaan menyebabkan variasi dalam emisi radiasi dari permukaan alami. Salah satu sumber utama variasi tersebut adalah karena sifat struktural permukaan dan hal tersebut mempengaruhi efisiensi emisi dan refleksi radiasi termal dari permukaan.

Ada variasi substansial dalam emisivitas permukaan lebih global. Nilai terendah terjadi di daerah berpasir, dengan emisivitas dapat serendah 0,92 di 11 μm (Sutherland, 1979). Permukaan yang tertutup vegetasi sangat luas (misalnya tertutup tajuk pohon) emisivitas diketahui spektral seragam dan tinggi $\epsilon_{11} > 0,98$. Dalam jenis permukaan tertentu variasi emisivitas tidak dikenal, tetapi pengukuran menunjukkan nilai yang kecil $\approx \pm 0,01$, kecuali bila terjadi perubahan struktural seperti vegetasi semakin berkurang (Prata, 2002).

2.8 Peranan Curah Hujan terhadap Kualitas Udara

Atmosfer berperan sebagai pengencer dan penghalau zat-zat pencemar (polutan), tetapi terkadang atmosfer justru dapat bertindak sebagai sumber kehidupan dari zat-zat pencemar tersebut. Keberadaan polutan terutama gas CO_2 dan debu di atmosfer berperan sebagai inti kondensasi dalam proses pembentukan awan, sehingga keberadaannya di atmosfer juga diperlukan.

Berdasarkan penelitian mengenai kualitas udara di DKI Jakarta tahun 1997 (Rahmawati, 1999), Indeks Polusi Udara (IPU) pada musim hujan jauh lebih kecil dibandingkan pada musim kemarau karena pada umumnya polusi udara ditunjang oleh keadaan cuaca serta kondisi permukaan suatu wilayah. Curah hujan dapat menghilangkan polutan yang ada di atmosfer sebelum terjadi proses dispersi, polutan tercuci di udara melalui dua cara yaitu polutan terkondensasi yang terbentuk sebagai air hujan dan polutan yang akan langsung tercuci oleh air hujan untuk kemudian diendapkan di permukaan (Murdiyarso, 1980)

2.9 Peranan Angin terhadap Kualitas Udara

Angin merupakan massa udara yang bergerak. Angin dapat bergerak secara horizontal maupun secara vertikal dengan kecepatan yang bervariasi dan berfluktuasi secara dinamis. Faktor pendorong Bergeraknya massa udara adalah perbedaan tekanan udara antara satu tempat dengan tempat yang lain. Angin selalu bertiup dari tempat yang bertekanan udara tinggi ke tempat dengan tekanan udara yang lebih rendah. Jika tidak ada gaya lain yang mempengaruhi, maka

angin akan bergerak secara langsung dari udara bertekanan tinggi ke udara bertekanan rendah. Akan tetapi, perputaran bumi pada sumbunya akan menimbulkan gaya yang akan mempengaruhi arah pergerakan angin yang disebut pengaruh coriolis (*coriolis effect*).

Terdapat tiga sifat angin yang dapat dirasakan oleh orang awam (Campbell, 1986), yaitu: (1) angin menyebabkan tekanan terhadap permukaan yang menentang arah angin tersebut, (2) angin mempercepat pendinginan dari benda yang panas, dan (3) kecepatan angin sangat beragam dari tempat ke tempat dan dari waktu ke waktu. Angin memiliki fungsi yang sangat penting dalam mencampur lapisan udara, antara udara lembab dengan udara kering, antara udara yang kaya karbon dioksida dengan udara yang kandungan karbon dioksidanya rendah. Karena fungsi angin yang demikian, maka antara lain maka siklus hidrologi dapat berlangsung dan keracunan karbon dioksida pada pusat perkotaan dan kawasan industri dapat dihindari (Lakitan, 1994).

Angin merupakan faktor utama dalam persebaran zat pencemar udara. Angin dapat mengakibatkan suatu zat berpindah tempat. Arah dan kecepatan angin permukaan berpengaruh atas aliran dan penyebaran polutan udara yang dilepaskan dekat permukaan tanah. Kecepatan angin lebih tinggi pada suatu tempat dekat pembuangan polutan udara, lebih cepat membawa polutan jauh dari sumbernya. Sebaliknya kecepatan angin yang rendah menyebabkan terkonsentrasinya polutan di sekitar sumber pencemar dan dapat berlangsung lebih lama pada daerah yang bersangkutan (Rahmawati, 1999).

2.10 Pembuatan Model Spasial

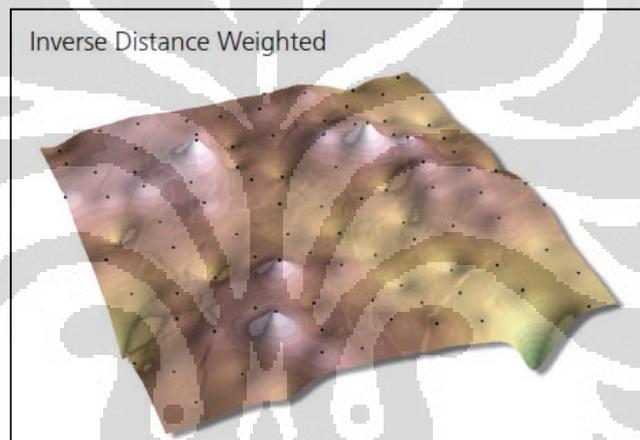
2.10.1 Interpolasi *IDW* (*Inverse Distance Weighted*)

Model pembobotan merupakan model yang relatif paling sederhana dibandingkan dengan dua model lainnya. Model ini mengasumsikan bahwa titik yang nilainya diduga akan dipengaruhi nilainya oleh titik lain yang berdekatan secara spasial. *IDW* mengasumsikan bahwa tiap titik input mempunyai pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Metode ini memberi bobot

lebih tinggi pada sel yang terdekat dengan titik data dibandingkan sel yang lebih jauh. Titik-titik pada radius tertentu dapat digunakan dalam menentukan nilai luaran untuk tiap lokasi. Rumus *IDW* adalah sebagai berikut:

$$\hat{z}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n w_i z_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad w_i = \frac{1}{d_{i0}^2}$$

dimana z_0 merupakan nilai yang diduga dan z_i merupakan sekumpulan nilai penduga. Sedangkan w_i adalah nilai pembobot dalam teknik *IDW*, dimana d_{i0} merupakan jarak antara titik pengamatan i dengan titik yang diduga. Pembobotan nilai dengan melibatkan kuadrat jarak bukanlah ketentuan yang mutlak.

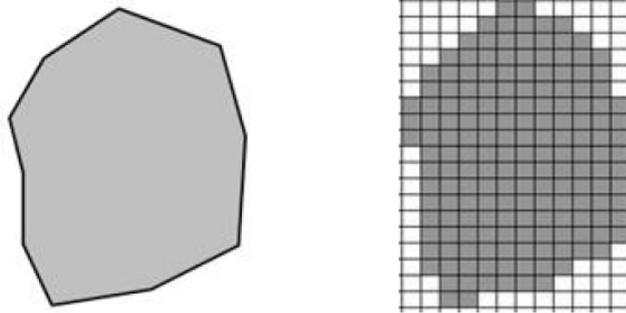


[Sumber: Colin Childs (ESRI), 2004]

Gambar 2.4. Interpolasi IDW (3D)

2.10.2 Analisis Grid

Theme grid adalah layer geografis yang menampilkan kenampakan objek dalam bentuk segi empat (sel) pada view. Setiap sel atau piksel menyimpan nilai numerik yang mengekspresikan informasi geografis yang diwakili. Tergantung dari informasi yang diwakili, nilai theme grid dapat berupa bilangan bulat (integer) atau tidak (floating). Theme grid yang menyimpan nilai integer dapat di-link dengan tabel. Sel yang mempunyai nilai sama akan memiliki nilai atribut yang sama (www.rsandgis.com, 2010).



Gambar 2.5. Perbedaan Objek *feature* Berbasis Vektor (kiri) dan Grid Berbasis Raster (kanan)

2.11 Penelitian- penelitian Sebelumnya

Faktor utama yang menyebabkan terjadinya UHI adalah sifat fisik permukaan kota dan aktivitas di dalamnya. Terkonsentrasinya penduduk di kota, pembuatan jalan-jalan, trotoar, tempat parkir dan gedung-gedung yang menutup permukaan tanah sampai 30%. Adapun faktor lainnya adalah, misalnya kurangnya variasi pergerakan angin dekat permukaan tanah di perkotaan, panas buatan dan pencemaran di perkotaan menambah besarnya panas yang dikandungnya (Tursilowati, 2005).

Sementara, Saputra (2008) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa Fluktuasi Indeks Polutan Udara (IPU) di DKI Jakarta tahun 2001-2006 masuk dalam kategori cukup sehat dan memiliki kecenderungan stabil dari tahun ke tahun. Dari hasil perhitungan statistik diketahui bahwa penggunaan tanah di DKI Jakarta dari tahun ke tahun mempengaruhi nilai IPU, kecuali tahun 2001. Hal tersebut disebabkan oleh faktor curah hujan dan angin.

Berdasarkan penelitian Hashim dan Sultan (2010) yang bertujuan melakukan penilaian kualitas udara Kota Baghdad dengan menentukan konsentrasi polutan udara, kemudian untuk melihat adanya hubungan antara data Landsat ETM 7+ dalam *infrared thermal/TIR6 (land surface temperature)* dan konsentrasi polutan udara yang dicatat di stasiun pemantau kualitas udara dengan menggunakan *Geography Information System (GIS)*. Konsentrasi polutan yang digunakan adalah *total suspended particles (TSP)*, timbal (Pb), karbon oksida

(CO, CO₂), dan sulfur dioksida (SO₂) yang diperoleh dari 22 stasiun pemantau kualitas udara, di mana stasiun diklasifikasikan menjadi penggunaan tanah industri, komersial dan permukiman yang tersebar dalam Kota Baghdad. Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. Polusi udara dengan konsentrasi tinggi tercatat di berbagai wilayah terutama permukiman karena populasi penduduk Kota Baghdad lebih dari enam juta jiwa.
2. Adanya koefisien korelasi (r) hubungan antara suhu permukaan tanah (LST) dan konsentrasi CO, CO₂, TSP, Pb yang diukur dari stasiun pemantau kualitas udara.
3. Distribusi LST di Kota Baghdad terkait dengan tutupan lahan dan penggunaan tanah menunjukkan nilai-nilai yang lebih tinggi di daerah dengan kepadatan penduduk tinggi (permukiman), industri dan komersial dan konsisten dengan hasil pengukuran polutan udara dari stasiun pemantau kualitas udara. Pengetahuan tentang interaksi antara penggunaan tanah, tutupan lahan, polusi udara, dan suhu permukaan daratan (LST) harus diintegrasikan untuk menilai penyebab hubungan antara pengukuran yang diperoleh *remote sensing* dan konsentrasi polutan udara.

BAB 3

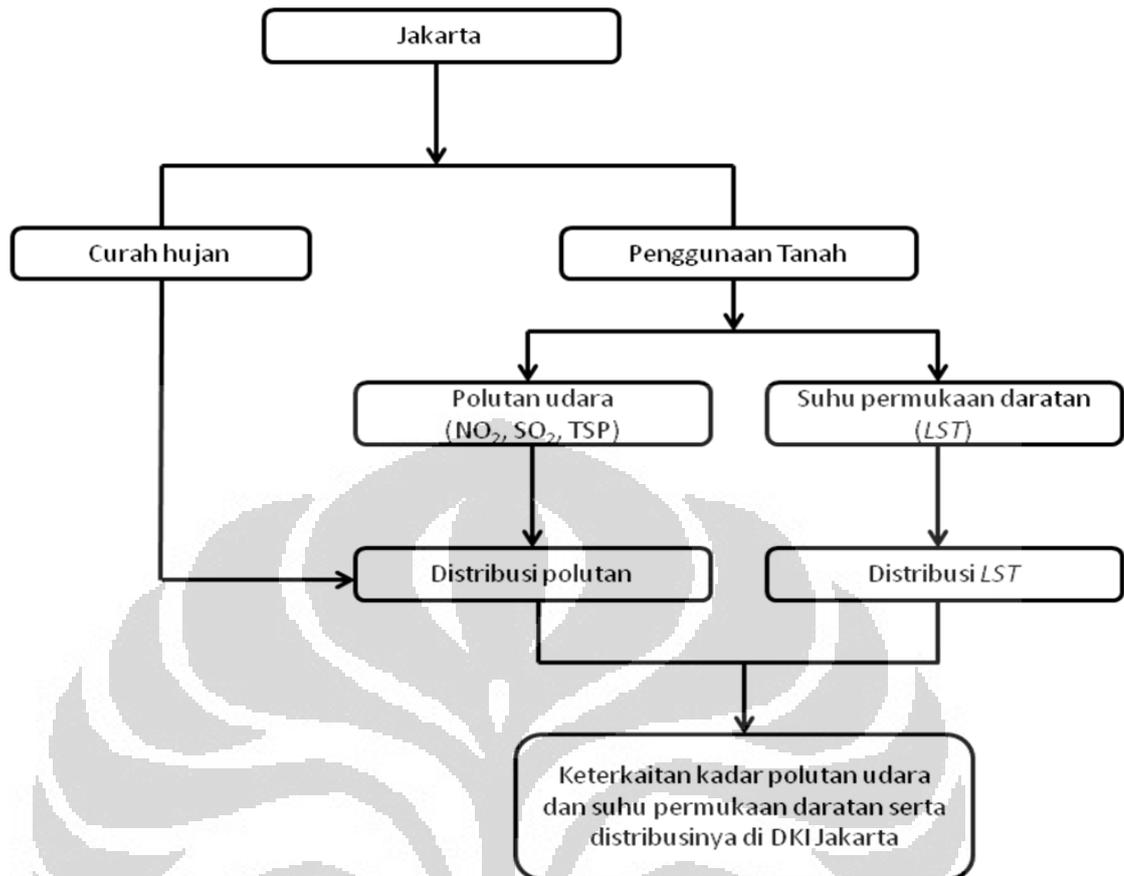
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian adalah meliputi daratan DKI Jakarta, yang terletak pada $5^{\circ}19'12''$ LS – $6^{\circ}23'54''$ dan $106^{\circ}22'42''$ – $106^{\circ}58'18''$ BT. Secara administrasi, wilayah DKI Jakarta meliputi lima kota administrasi yang terbagi atas 42 kecamatan. Semuanya berada pada area yang luasnya kira-kira 650 km^2 atau 65.000 Ha, sehingga wilayah Kepulauan Seribu tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini. (Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 1974)

3.2 Metode Pendekatan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif dengan menerapkan metode analisis spasial, yaitu mendeskripsikan distribusi suhu permukaan yang didapat dari pengolahan Citra MODIS dan konsentrasi polutan (NO_2 , SO_2 , dan TSP) udara dari tiap titik lokasi pemantau kualitas udara. Kondisi cuaca berupa curah hujan, digunakan untuk mendeskripsikan variasi konsentrasi polutan udara, yang selanjutnya dilakukan analisis uji korelasi untuk mengetahui keterkaitan antara suhu permukaan dan konsentrasi polutan udara. Hasil analisis tersebut dijadikan landasan untuk menyusun model distribusi polutan yang menerapkan model spasial berbasis sistem grid. Secara skematis tahapan penelitian ini dapat dilihat pada alur pikir di bawah ini (Gambar 3.1):



Gambar 3.1. Alur Pikir Penelitian

3.3 Metode Pengumpulan Data

Mengacu kepada gambar alur pikir penelitian di atas, maka variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Penggunaan tanah
- 2) Konsentrasi NO₂, SO₂, dan TSP
- 3) Curah hujan
- 4) Suhu permukaan daratan

Data yang dikumpulkan sebagian besar merupakan data sekunder yang diperoleh dari instansi pemerintah terkait melalui teknik studi literatur/instansional. Sedangkan data primer yang dikumpulkan adalah koordinat dari sebagian titik lokasi stasiun pemantau kualitas udara di DKI Jakarta melalui survey lapangan.

Adapun data-data yang dikumpulkan antara lain:

- 1) Peta administrasi, jaringan jalan, dan jaringan sungai DKI Jakarta
- 2) Suhu permukaan daratan DKI Jakarta yang didapat dari citra *MODIS Terra LST/Emissivity 8 Daily Level 3 Global 1 km SIN Grid V005/day time* tahun 2009 dari <http://www.wist.echo.nasa.gov/>
- 3) Data konsentrasi polutan dari tiap-tiap stasiun pemantau kualitas udara milik BPLHD dan BMKG, adapun titik-titik lokasi stasiun pemantau kualitas udara ambien berada di lokasi sebagai berikut:
 1. Kantor BPLHD Jakarta, Kuningan
 2. Masjid Al- Ittihaad, Tebet (milik BPLHD)
 3. PT. JIEP, Pulo Gadung (milik BPLHD)
 4. Masjid Istiqlal, Gambir (milik BPLHD)
 5. Kebun Pembibitan, Ancol (milik BPLHD)
 6. Kantor Kecamatan Cilincing (milik BPLHD)
 7. Lubang Buaya, Pondok Gede (milik BPLHD)
 8. Dinas Pertamanan, Kahfi Cipedak (milik BPLHD)
 9. Masjid Al-Firdaus, Kalideres (milik BPLHD)
 10. Ancol (milik BMKG)
 11. Bandengan (milik BMKG)
 12. Glodok (milik BMKG)
 13. Kemayoran (milik BMKG)
 14. Monas (milik BMKG)
- 4) Data curah hujan DKI Jakarta dari BMKG.
- 5) Luas penggunaan tanah permukiman, industri, jasa/komersial, pertanian, ruang terbuka, dan tanah kosong yang bersumber dari peta penggunaan tanah dari BPN Jakarta tahun skala 1:25.000

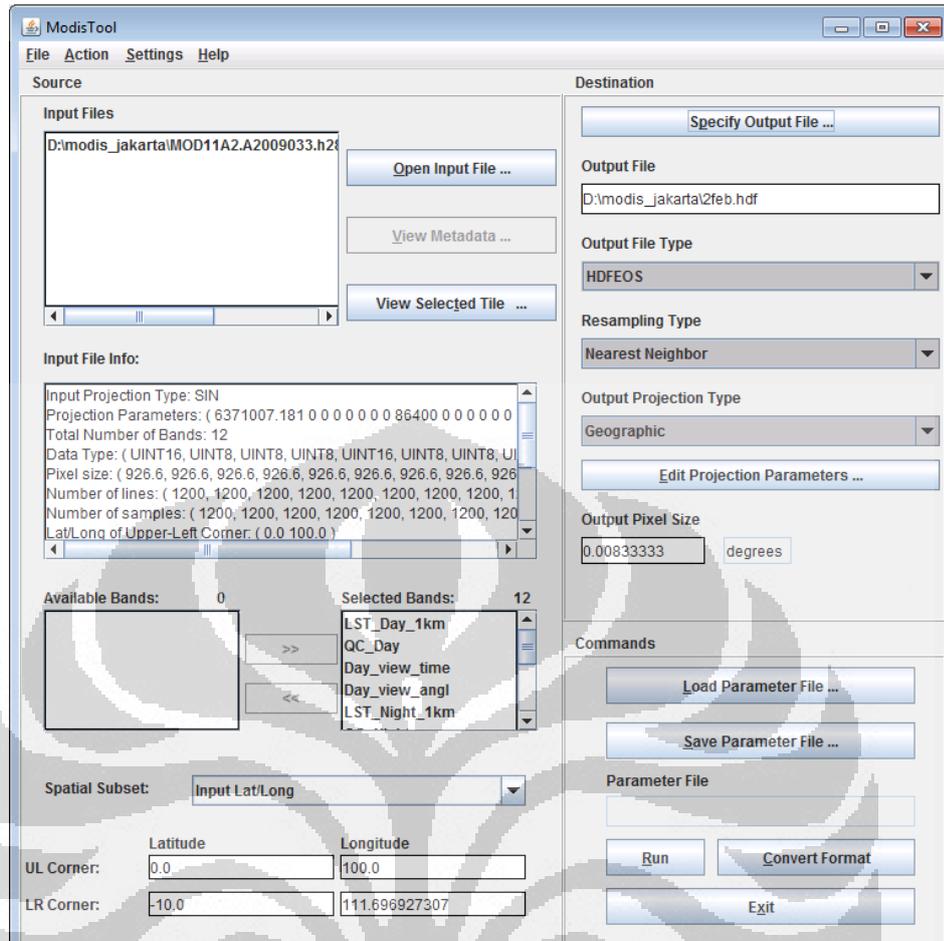
3.4 Metode Pengolahan Data

- 1) Menggabungkan peta administrasi dengan peta jaringan jalan DKI Jakarta yang selanjutnya dijadikan sebagai peta dasar.

- 2) Mengklasifikasi ulang jenis penggunaan tanah di DKI Jakarta menjadi permukiman, jasa/komersial, industri, pertanian, ruang terbuka, dan tanah kosong.
- 3) Menkonversi proyeksi data MODIS dari *sinusoidal* menjadi *geographic* dan merubah format data MODIS berformat *.hdf* menjadi *.nc* dengan beberapa software di antaranya *MODIS Reprojection Tool (MRT)*, *GrADS*, *netcdf tool*, dan *Climate Data Operators (CDO)*.

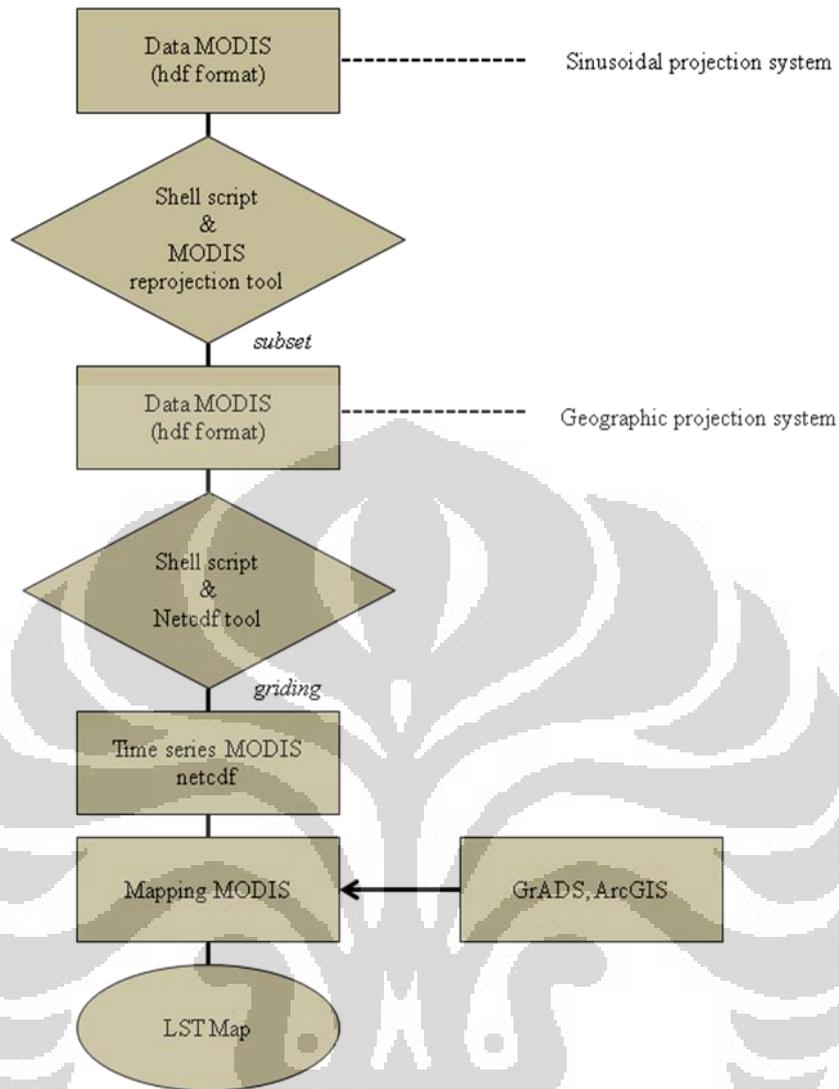
- MRT digunakan untuk membaca data dalam format HDF-EOS (MODIS Level-2G, Level-3, dan Level-4 data daratan), menentukan sebuah subset geografis atau data ilmu spesifik set sebagai masukan untuk pengolahan, melakukan transformasi geografis ke dalam koordinat atau proyeksi yang berbeda, dan menulis output ke format file selain HDF-EOS.
- *The Grid Analysis and Display System (GrADS)* adalah alat desktop interaktif untuk akses mudah, manipulasi, dan visualisasi data ilmu bumi.

Langkah pertama dalam mengolah data *MODIS Terra LST* delapan harian (berformat *hdf*) adalah mengubah sistem proyeksi sinusoidal menjadi sistem proyeksi geografi dengan menggunakan *MODIS Reprojection Tool (MRT)* (lihat Gambar 3.2) dan *shell script* sebagai fasilitas pemrosesan data sehingga dapat dilakukan *subset* (pemotongan) area yang dikehendaki dengan memasukkan koordinat wilayah. Kemudian data MODIS (berformat *hdf*) yang sudah bersistem proyeksi geografis diolah kembali di *shell script* dengan menggunakan *software netcdf tool* untuk melakukan proses *gridding* (membuat grid) dengan ketentuan grid setiap $0,009^0$ atau sebesar 1 km^2 untuk resolusi spasial *MODIS Terra LST*.



Gambar 3.2. MODIS Reprojection Tool

Data suhu permukaan berformat *nc* tersebut dapat diolah kembali dengan menggunakan *software GrADS* untuk membuat data suhu permukaan menjadi *time series*, yaitu menjadi data bulanan sehingga didapat data suhu permukaan selama 12 bulan dalam tahun 2009. Data *nc time series* tersebut dapat diolah oleh *software ArcGIS 9.3* untuk menghasilkan *output* berupa peta suhu permukaan bulanan (pengolahan secara rinci terdapat pada halaman lampiran). Secara sistematis, langkah kerja pengolahan data MODIS hingga menghasilkan peta suhu permukaan di DKI Jakarta dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Diagram Alur Kerja Pengolahan MODIS LST

- 4) Mengolah data curah hujan harian menjadi curah hujan bulanan DKI Jakarta
- 5) Mengkorelasikan data konsentrasi NO_2 , SO_2 , dan TSP di tiap titik stasiun pemantau kualitas udara dengan suhu permukaan di tiap titik tersebut.
- 6) Melakukan uji regresi linear sederhana untuk mendapatkan model spasial konsentrasi polutan yang berkorelasi dengan suhu permukaan

3.5 Analisis Data

1. Melakukan analisa dengan uji korelasi *Person Product Momen* untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi polutan dengan suhu permukaan daratan.

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan :

r_{xy} = koefisien korelasi yang dicari

N = banyaknya subjek

X = nilai variabel 1

Y = nilai variabel 2

2. Melakukan analisa dengan uji regresi sederhana untuk mengetahui keterkaitan suhu permukaan dengan konsentrasi polutan serta memprediksi distribusi polutan, dengan rumus:

$$\hat{y} = a + bx$$

\hat{y} adalah variabel tak bebas (terikat), X adalah variabel bebas, a adalah penduga bagi intersap (α), b adalah penduga bagi koefisien regresi (β), dan α , β adalah parameter yang nilainya tidak diketahui sehingga diduga menggunakan variabel sampel.

Rumus yang dapat digunakan untuk mencari a dan b adalah:

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{N} = \bar{Y} - b\bar{X}$$

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

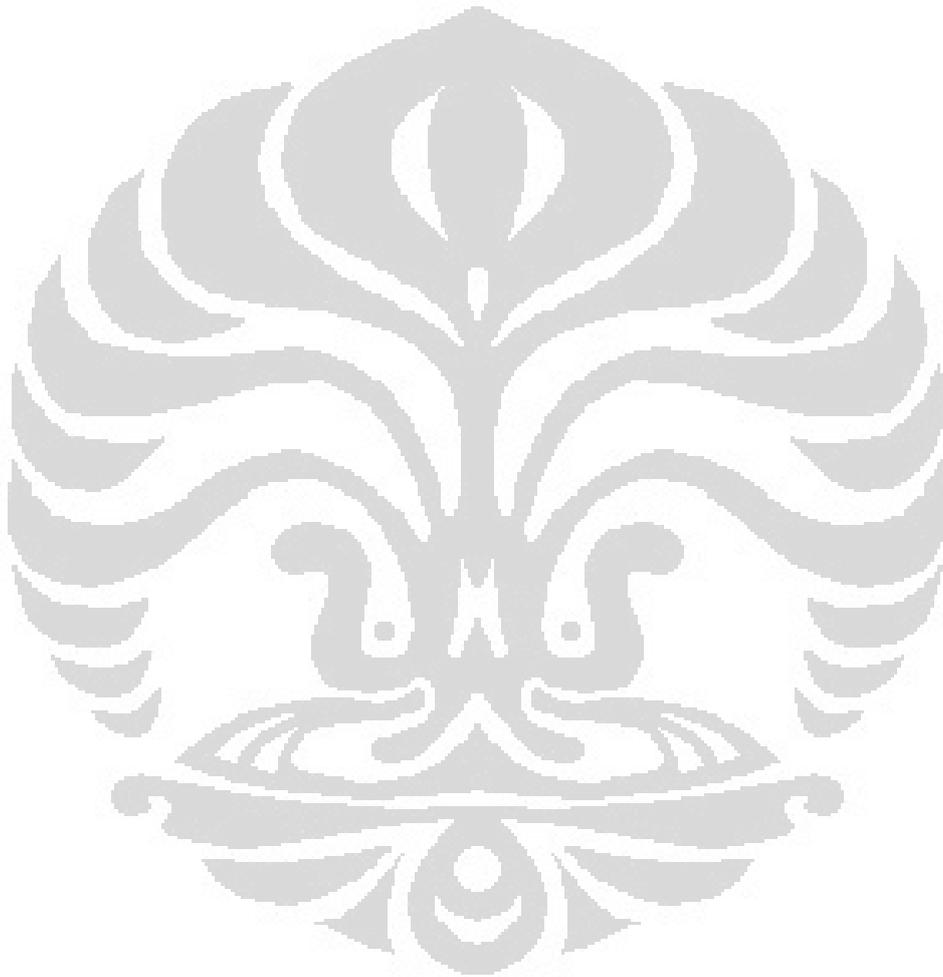
Keterangan :

\bar{X}_i = Rata-rata skor variabel X

\bar{Y}_i = Rata-rata skor variabel Y

3. Melakukan analisa keruangan yang berbasis grid.

Untuk memperoleh pola distribusi polutan dilakukan dengan mengkonversi nilai suhu permukaan daratan tiap pixel menjadi nilai kualitas udara berdasarkan hasil korelasi antara suhu permukaan daratan dan polutan.



BAB 4

GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN

4.1 Letak Geografis dan Administrasi

Daerah penelitian yang termasuk di dalam wilayah Provinsi DKI Jakarta secara geografis terletak pada $5^{\circ}19'12''$ LS – $6^{\circ}23'54''$ dan $106^{\circ}22'42''$ – $106^{\circ}58'18''$ BT serta terbagi menjadi 5 wilayah kota administrasi tanpa menyertakan wilayah kabupaten administratif Kepulauan Seribu, yaitu (lihat Gambar 4.1):

Tabel 4.1 Pembagian Wilayah DKI Jakarta

No.	Wilayah Kota Administratif	Luas Wilayah (km ²)
1.	Jakarta Pusat	47,90
2.	Jakarta Utara	142,20
3.	Jakarta Barat	126,15
4.	Jakarta Selatan	145,73
5.	Jakarta Timur	187,73
Total		649,71

[Sumber: www.jakarta.go.id]

Batas administratif daerah penelitian sebagai berikut

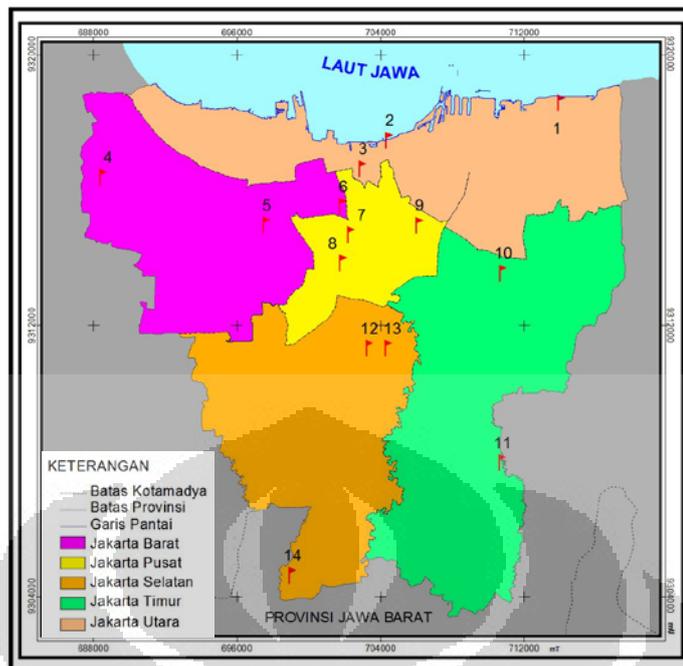
- Sebelah utara : berbatasan dengan Kepulauan Seribu dan Laut Jawa
- Sebelah timur : berbatasan dengan Kota Bekasi dan Kabupaten Bekasi (Provinsi Jawa Barat)
- Sebelah selatan: berbatasan dengan Kota Depok (Provinsi Jawa Barat)
- Sebelah barat : berbatasan dengan Kota Tangerang dan Kabupaten Tangerang (Provinsi Banten)

Berikut ini lokasi alat pemantau kualitas udara yang didapat dari BPLHD dan BMKG DKI Jakarta yang terdiri dari 14 titik (lihat Tabel 4.2 dan Gambar 4.2).

Tabel 4.2 Lokasi Alat Pemantau Kualitas Udara di DKI Jakarta

No	Nama Lokasi	Kota Administrasi	Peruntukan
1	Kantor Kecamatan Cilincing	Jakarta Utara	Industri/Permukiman
2	Kebun Pembibitan, Ancol 1	Jakarta Utara	Rekreasi
3	Ancol 2	Jakarta Utara	Rekreasi
4	Masjid Al-Firdaus, Kalideres	Jakarta Barat	Permukiman
5	Bandengan	Jakarta Barat	Permukiman
6	Glodok	Jakarta Barat	Permukiman
7	Masjid Istiqlal	Jakarta Pusat	Perkantoran
8	Monas	Jakarta Pusat	Perkantoran
9	Kemayoran	Jakarta Pusat	Perkantoran
10	PT. JIEP, Pulo Gadung	Jakarta Timur	Industri
11	Lubang Buaya, Pondok Gede	Jakarta Timur	Permukiman
12	Kantor BPLHD, Kuningan	Jakarta Selatan	Perkantoran
13	Masjid Al-Ittihad, Tebet	Jakarta Selatan	Permukiman
14	Dinas Pertamanan, Kahfi	Jakarta Selatan	Permukiman

[Sumber: BPLHD dan BMKG, 2009]



Gambar 4.1 Administrasi DKI Jakarta dan Titik Lokasi Alat Pemantau Kualitas Udara

Alat pemantau kualitas udara tersebar di lima Kota Administratif DKI Jakarta. Di Jakarta Utara, Jakarta Barat, Jakarta Pusat, dan Jakarta Selatan terdapat tiga stasiun pemantau kualitas udara, sedangkan di Jakarta Timur hanya terdapat dua stasiun pemantau kualitas udara.

4.2 Kondisi Fisik

Keadaan topografi wilayah DKI Jakarta dikategorikan sebagai daerah datar dan landai. Ketinggian tanah dari pantai sampai ke banjir kanal berkisar antara 0 m sampai 10 m di atas permukaan laut diukur dari titik nol Tanjung Priok. Sedangkan dari banjir kanal sampai batas paling selatan dari wilayah DKI Jakarta memiliki ketinggian antara 5 m sampai 50 m di atas permukaan laut. Wilayah DKI Jakarta dialiri 13 sistem daerah aliran sungai (DAS)

Wilayah DKI Jakarta termasuk tipe iklim Afa menurut klasifikasi iklim Koppen dengan curah hujan rata-rata tahunan berkisar antara 1.857 mm di bagian utara hingga 3.167 mm di bagian selatan. Wilayah DKI Jakarta termasuk daerah

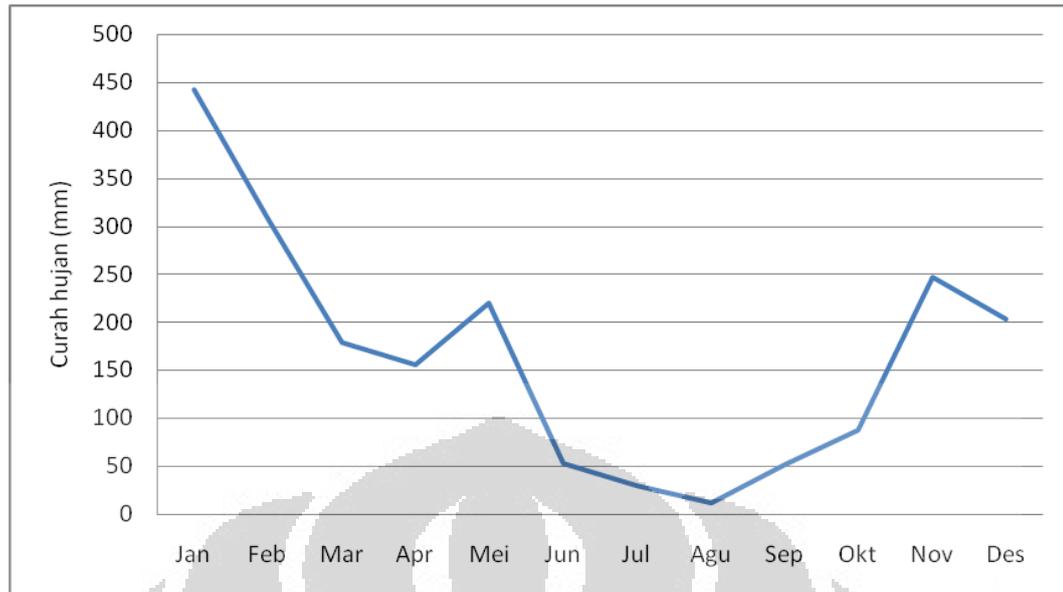
tropis beriklim panas dengan suhu rata-rata per tahun 27°C dengan kelembaban antara 80 % sampai 90 % . Temperatur tahunan maksimum 32°C dan minimum 22°C. Kecepatan angin rata-rata 11,2 km/jam. Data cuaca dari BMKG di lima titik stasiun pemantau cuaca yang mewakili Jakarta yaitu Tanjung Priok, Cengkareng, Halim, Kemayoran, dan Pondok Betung pada tahun 2009 menunjukkan bahwa curah hujan bulanan di DKI Jakarta menunjukkan nilai tertinggi pada bulan Januari yaitu sebesar 531,18 mm dan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus sebesar 23,80 mm. Sedangkan kecepatan angin bulanan cenderung stabil yaitu sebesar 4,9 knot hingga 8,8 knot. (lihat Tabel 4.3).

Tabel 4.2. Kondisi Iklim DKI Jakarta Tahun 2009

Unsur Cuaca	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sept	Okt	Nov	Des
Curah Hujan (mm)	442,2	309,3	178,6	155,3	220	53,5	30,2	12,1	51,5	87,8	247,5	204
Kecepatan Angin (knot)	4,9	8,6	8,5	8,2	6,5	8,5	7,6	6,9	6,7	7,0	8,8	6,8
Suhu Udara (°C)	26,85	26,72	22,42	28,28	28,13	28,45	27,94	28,40	29,08	29,20	28,24	28,35
Arah Angin	Barat	Barat	Barat	Utara	Urara	Timur	Timur	Timur	Timur	Timur	Barat	Barat

[Sumber: BMKG, 2009]

Untuk melihat variasi curah hujan pada tahun 2009 dibuatlah Gambar 4.4. Terlihat bahwa curah hujan pada bulan Januari menunjukkan nilai yang tinggi kemudian semakin menurun hingga bulan Maret kemudian meningkat kembali hingga bulan Mei dan menikuk tajam pada bulan Juni. Pada bulan Juli curah hujan kembali meningkat dan menurun pada bulan Agustus sebagai bulan yang memiliki curah hujan terendah dan meningkat kembali pada bulan-bulan berikutnya.



Gambar 4.2. Curah Hujan Bulanan DKI Jakarta Tahun 2009

4.3 Distribusi Penduduk

Perkembangan penduduk di DKI Jakarta relatif cepat, jumlah penduduk dalam periode 2002-2006 terus mengalami peningkatan. Tahun 2002 jumlah penduduk sekitar 8,50 juta jiwa, tahun 2006 meningkat menjadi 8,96 juta jiwa, dan dalam lima tahun berikutnya jumlahnya mencapai 9,1 juta jiwa. Kepadatan penduduk pada tahun 2002 mencapai 12.664 jiwa/km², tahun 2006 mencapai 13.545 jiwa/km² dan dalam lima tahun berikutnya mencapai 13.756 jiwa/km² (Pemprov. DKI Jakarta, 2008).

Jumlah penduduk DKI Jakarta hingga Maret 2011 berjumlah 8.525.062 jiwa dan tersebar di seluruh kota administratif DKI Jakarta. Pada Tabel 4.4 terlihat bahwa penduduk terbanyak berada di Jakarta Timur dengan jumlah sebesar 2.636.031 jiwa dan luasan sebesar 189,90 km². Sedangkan kota administratif dengan jumlah penduduk terendah terdapat di Jakarta pusat, yaitu sebesar 914.905 jiwa tetapi Jakarta Pusat merupakan wilayah dengan penduduk terpadat hingga 19.408 jiwa/km² karena luas wilayahnya yang kecil (47,14 km²). Kota administrasi dengan kepadatan penduduk terendah adalah Jakarta Utara, yaitu sebesar 10.243 jiwa/km².

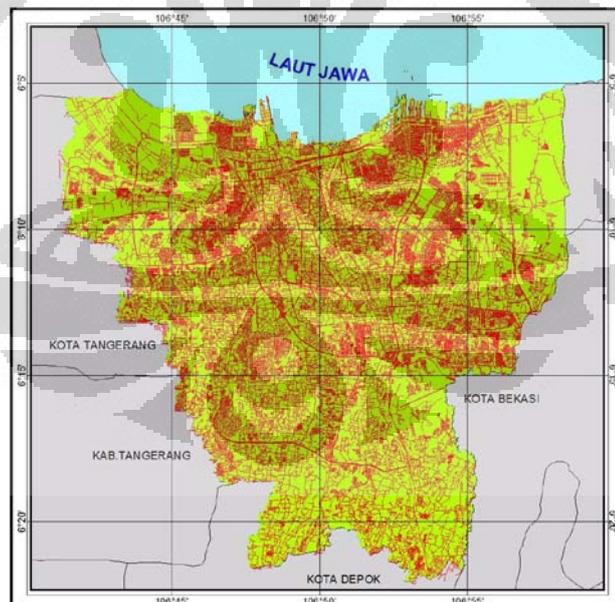
Tabel 4.4. Jumlah dan Kepadatan Penduduk DKI Jakarta

No	Kota Administratif	Jumlah (jiwa)	Luas Wilayah (km ²)	Kepadatan (jiwa/km ²)
1.	Jakarta Pusat	914.905	47,14	19.408
2.	Jakarta Utara	1.424.137	139,03	10.243
3.	Jakarta Barat	1.635.699	125,25	13.060
4.	Jakarta Timur	2.636.031	189,90	13.881
5.	Jakarta Selatan	1.892.197	145,73	12.984

[Sumber: Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Administrasi Jakarta, 2011]

4.4 Jaringan Jalan dan Penggunaan Tanah

Kondisi jaringan jalan DKI Jakarta pada tahun 2009 sangat rapat, tidak hanya sebatas jalan arteri tetapi terdapat pula jalan kereta dan jalan bandara. Bila dilihat dari Gambar 4.3 jaringan jalan DKI Jakarta memiliki kerapatan jaringan yang cukup tinggi di bagian tengah wilayah DKI Jakarta, sedangkan di bagian timur laut, selatan, dan barat laut memiliki kerapatan jaringan jalan yang lebih rendah.



Gambar 4.3. Kondisi Jaringan Jalan DKI Jakarta Tahun 2009

Pola penggunaan tanah di Jakarta sangat bervariasi, hal ini menunjukkan keanekaragaman aktivitas penduduknya. Tabel 4.5 menunjukkan penggunaan

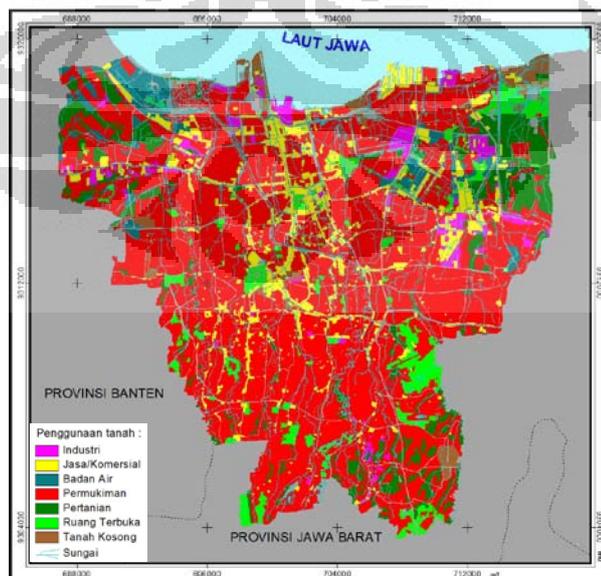
tanah di Jakarta di dominasi oleh permukiman dan tersebar merata di wilayah Jakarta.

Tabel 4.5. Luasan Penggunaan Tanah DKI Jakarta Tahun 2009

No.	Penggunaan Tanah	Luas (ha)	Persen (%)
1	Jasa/komersial	5492,657	9,37
2	Industri	1783,411	3,04
3	Permukiman	39041,525	66,60
4	Pertanian	5191,887	8,86
5	Ruang terbuka	3326,560	5,67
6	Tanah kosong	1863,301	3,18
7	Lain-lain	1919,595	3,27
Jumlah		58618,929	100

[Sumber: Badan Pertanahan Nasional, 2009]

Selain permukiman dengan luas 66,60% dari wilayah DKI Jakarta, terdapat penggunaan tanah berupa jasa/komersial yang penyebarannya sebagian besar berada di bagian utara, timur, tengah, dan barat laut wilayah DKI Jakarta seluas 9,37%. Penggunaan tanah industri memiliki luas 1783,411 ha (3,04%), tersebar di bagian utara, timur, selatan, dan barat laut wilayah DKI Jakarta, sedangkan penggunaan tanah lainnya tersebar di beberapa bagian wilayah DKI Jakarta (lihat Tabel 4.5 dan Gambar 4.5)



Gambar 4.4. Penggunaan Tanah DKI Jakarta Tahun 2009

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pola Distribusi NO₂, SO₂, dan TSP

Parameter kualitas udara yang digunakan pada penelitian ini adalah NO₂, SO₂, dan TSP. Pemantauan kualitas udara ambien yang dilakukan oleh BPLHD dan BMKG menggunakan dua metode pengambilan sampel, yaitu metode sesaat yang menggunakan peralatan manual dan metode kontinyu yang menggunakan peralatan otomatis. Untuk parameter NO₂ dan SO₂ dilakukan metode *Passive Gass* dengan menggunakan alat *Filter Whatman* sedangkan pengukuran TSP dilakukan dengan menggunakan metode *High Volume* dengan menggunakan alat *High Volume Sampler*.

5.1.1 Distribusi NO₂

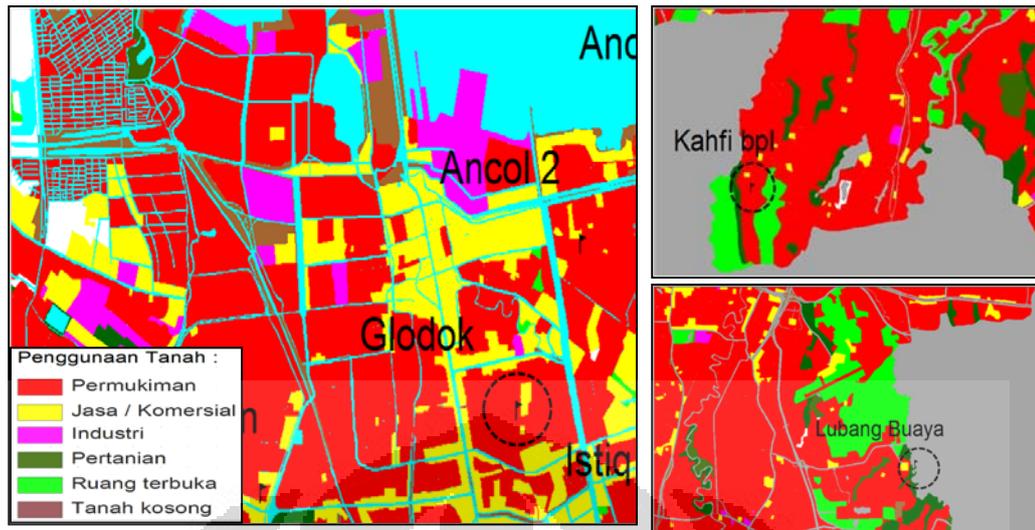
Berdasarkan hasil pemantauan kualitas udara yang dilakukan BPLHD dan BMKG dapat ditampilkan tabel konsentrasi kualitas udara untuk parameter NO₂ (Tabel 5.1).

Tabel 5.1 Konsentrasi Nilai NO₂ di DKI Jakarta Tahun 2009

No.	Nama Lokasi	Konsentrasi NO ₂ (µg/m ³)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sept	Okt	Nov	Des
1	Kuningan	29,50	25,40	68,10	20,60	16,60	63,30	63,30	30,60	13,10	49,60	41,20	113,70
2	Tebet	6,30	6,40	35,40	25,00	37,40	192,10	192,10	47,40	18,90	53,00	33,90	28,20
3	JIEP	4,10	15,00	85,20	15,60	26,20	12,90	12,90	16,70	70,10	16,40	12,40	53,50
4	Istiqlal	22,30	12,20	68,60	19,00	7,00	23,10	23,10	7,00	38,10	16,80	9,40	22,90
5	Ancol	-	12,00	69,10	5,70	10,70	37,70	37,70	-	19,10	14,90	5,60	21,40
6	Cilincing	16,00	5,60	54,20	5,50	143,30	29,70	29,70	12,70	34,20	8,70	32,70	15,60
7	Lubang Buaya	3,70	8,20	51,70	11,20	34,50	9,70	9,70	4,60	14,80	5,00	14,60	56,10
8	Kahfi	3,70	6,10	51,20	4,80	14,10	25,80	25,80	6,20	10,90	5,60	10,90	11,90
9	Kalideres	14,30	7,20	49,10	10,90	15,50	51,40	51,40	36,40	21,40	9,90	19,60	18,10
10	Ancol	46,00	50,10	82,14	84,19	88,71	101,03	142,10	166,33	164,28	73,51	58,73	59,14
11	Bandengan	57,91	54,41	87,48	119,51	115,82	103,50	115,82	134,30	150,93	129,78	117,87	73,10
12	Glodok	88,30	81,73	142,51	144,16	149,50	169,62	178,66	236,98	272,09	160,58	83,37	101,44
13	Kemayoran	54,62	53,39	80,08	83,78	93,02	117,05	96,10	161,82	132,45	112,53	59,14	53,80
14	Monas	51,75	48,05	80,50	81,32	83,78	73,51	128,96	108,83	120,13	124,24	55,85	73,10
	Rata-rata	30,65	27,56	71,81	45,09	59,72	72,17	79,10	74,60	77,18	55,75	39,66	50,14

[Sumber : BPLHD dan BMKG, 2009]

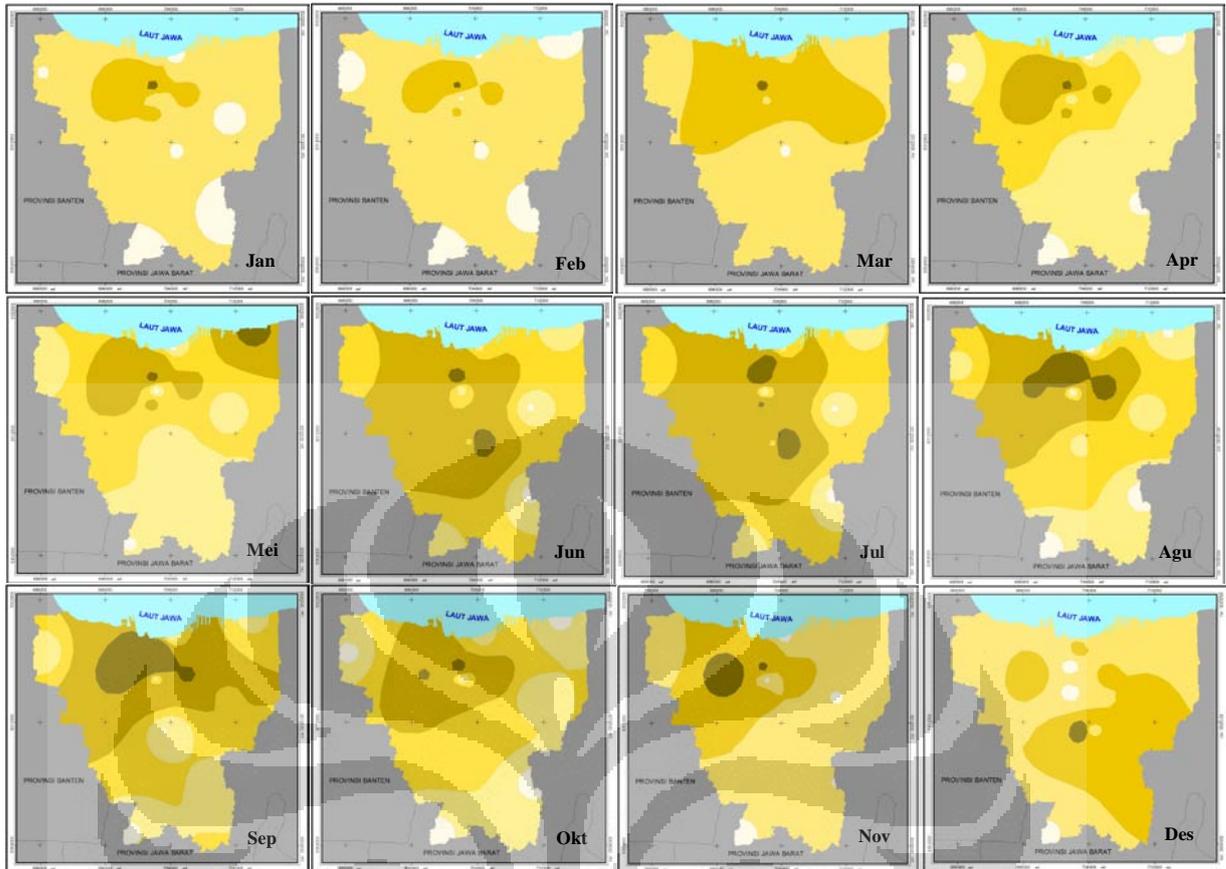
Secara umum pada tahun 2009 nilai NO₂ terendah terjadi pada bulan Januari tepatnya di lokasi Lubang Buaya dan Kahfi dengan nilai 3,70 µg/m³, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada bulan Januari berada di lokasi Glodok dengan nilai 88,30 µg/m³. Nilai tertinggi NO₂ terjadi pada bulan September tepatnya di lokasi Glodok sebesar 272,09 µg/m³ sedangkan nilai terendah pada bulan September berada di lokasi Kahfi sebesar 10,90 µg/m³. Bila dilihat dari hasil klasifikasi penggunaan tanah DKI Jakarta tahun 2009, maka alat pemantau kualitas udara yang terletak di Lubang Buaya dan Kahfi adalah permukiman yang masih terdapat vegetasi/lahan non terbangun di sekitarnya, sedangkan Glodok berada di permukiman yang padat bangunan (lihat Gambar 5.1).



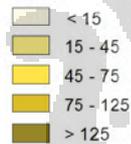
Gambar 5.1. Lokasi Pemantauan Kualitas Udara dan Penggunaan Tanahnya

Data-data konsentrasi NO_2 tersebut kemudian diinterpolasi untuk mendapatkan gambaran spasial distribusi NO_2 di DKI Jakarta dari ke 14 titik alat pemantau kualitas udara milik BPLHD dan BMKG, kemudian di klasifikasikan menjadi lima klasifikasi, yaitu $< 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $15 - 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $45 - 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $75 - 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan $> 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Secara spasial, distribusi NO_2 dengan konsentrasi $< 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cenderung tersebar di bagian selatan, konsentrasi dengan nilai $15 - 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada bulan Januari hingga April tersebar hampir memenuhi wilayah DKI Jakarta kemudian berkurang dari bulan Mei hingga Oktober. Konsentrasi dengan klasifikasi $75 - 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga $> 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tersebar acak di bagian utara dan tengah DKI Jakarta. Konsentrasi NO_2 dengan klasifikasi $45 - 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ semakin meluas distribusinya pada bulan Mei hingga Juli dan cenderung tersebar di bagian utara, barat, timur hingga bagian tengah (lihat Gambar 5.2).

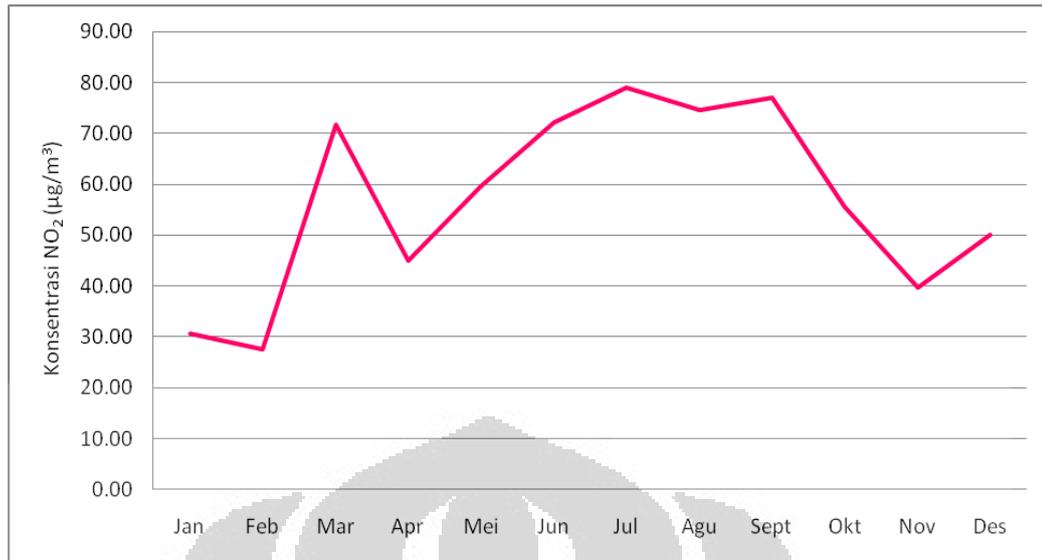


Keterangan gambar : Konsentrasi NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Gambar 5.2. Distribusi NO_2 di DKI Jakarta Tahun 2009

Dari data-data pemantauan kualitas udara tiap stasiun, maka didapatkan nilai rata-rata bulanan NO_2 di DKI Jakarta. Berdasarkan Tabel 5.2 Dapat dilihat bahwa nilai rata-rata bulanan terendah terjadi pada bulan Februari, yaitu sebesar $27,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan nilai rata-rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan Juli sebesar $79,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Fluktuasi nilai rata-rata bulanan NO_2 digambarkan dalam grafik pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3. Konsentrasi Rata-rata Bulanan NO₂ di DKI Jakarta Tahun 2009

Pada Gambar 5.2 terlihat bahwa pada bulan Januari dan Februari nilai rata-rata bulanan NO₂ relatif kecil kemudian meningkat pada bulan Maret dan menurun kembali pada bulan April. Kemudian nilai rata-rata bulanan kembali meningkat secara konstan dari bulan Mei hingga titik tertinggi jatuh pada bulan September dan kembali menurun pada bulan berikutnya.

5.1.2 Distribusi SO₂

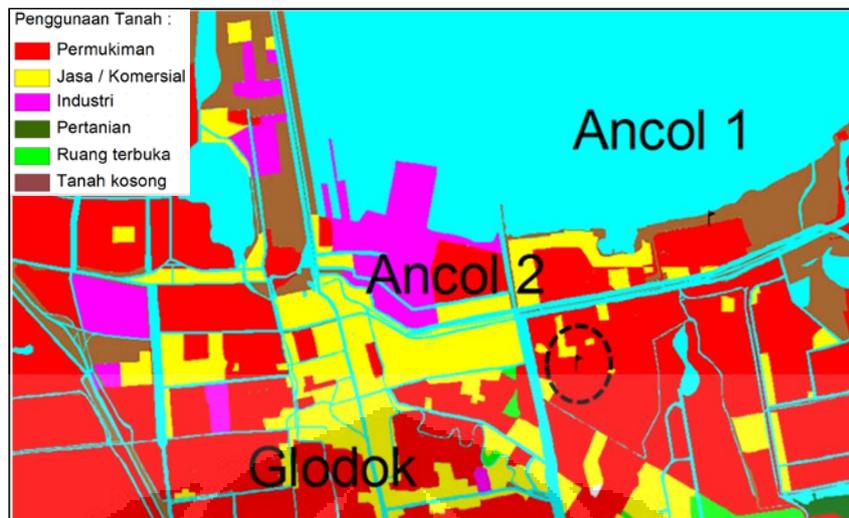
Berdasarkan hasil pemantauan kualitas udara yang dilakukan BPLHD dan BMKG dapat ditampilkan tabel konsentrasi kualitas udara untuk parameter SO₂ sebagai berikut (lihat Tabel 5.2):

Tabel 5.2. Konsentrasi Nilai SO₂ di DKI Jakarta Tahun 2009

No.	Nama Lokasi	Konsentrasi SO ₂ (µg/m ³)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sept	Okt	Nov	Des
1	Kuningan	23.70	11.20	6.90	1.70	5.90	1.80	3.20	0.40	0.20	2.80	2.10	0.50
2	Tebet	32.90	26.70	7.00	2.20	7.10	2.10	7.30	0.40	1.90	3.20	0.30	0.20
3	JIEP	35.30	23.80	37.70	2.40	3.70	0.60	5.60	0.50	1.30	4.20	4.70	0.90
4	Isttiqlal	36.30	26.30	20.50	2.60	3.40	2.70	4.10	0.50	1.20	2.50	5.90	1.00
5	Ancol	-	42.20	22.00	1.40	4.30	0.10	9.40	-	1.00	4.50	5.80	1.60
6	Cilincing	38.80	8.10	20.60	0.50	5.50	2.90	4.80	0.60	1.20	6.20	8.00	1.70
7	Lubang Buaya	7.00	6.40	20.80	1.50	4.80	2.00	4.10	0.70	0.90	2.80	2.60	1.40
8	Kahfi	8.20	20.90	9.30	0.40	5.60	1.60	4.10	0.80	1.00	2.80	1.60	0.50
9	Kalideres	20.40	25.30	5.80	1.50	5.10	1.30	4.40	1.10	1.00	4.30	5.20	2.50
10	Ancol	18.87	10.86	16.58	21.16	24.59	33.74	22.88	37.18	21.45	24.88	18.88	21.16
11	Bandengan	20.59	15.44	29.74	34.31	28.02	22.88	31.46	16.3	17.73	18.3	20.02	26.88
12	Glodok	27.45	24.02	18.30	22.87	25.73	18.304	25.16	14.3	19.16	19.45	18.3	27.46
13	Kemayoran	22.30	11.44	9.72	14.3	21.16	20.59	16.01	15.73	17.73	15.44	17.16	22.88
14	Monas	12.01	14.3	11.44	14.87	19.44	13.72	17.73	19.16	18.59	16.02	14.3	29.17
	Rata-rata	23.37	19.07	16.89	8.70	11.74	7.90	11.45	8.28	7.45	9.10	8.92	9.85

[Sumber : BPLHD dan BMKG, 2009]

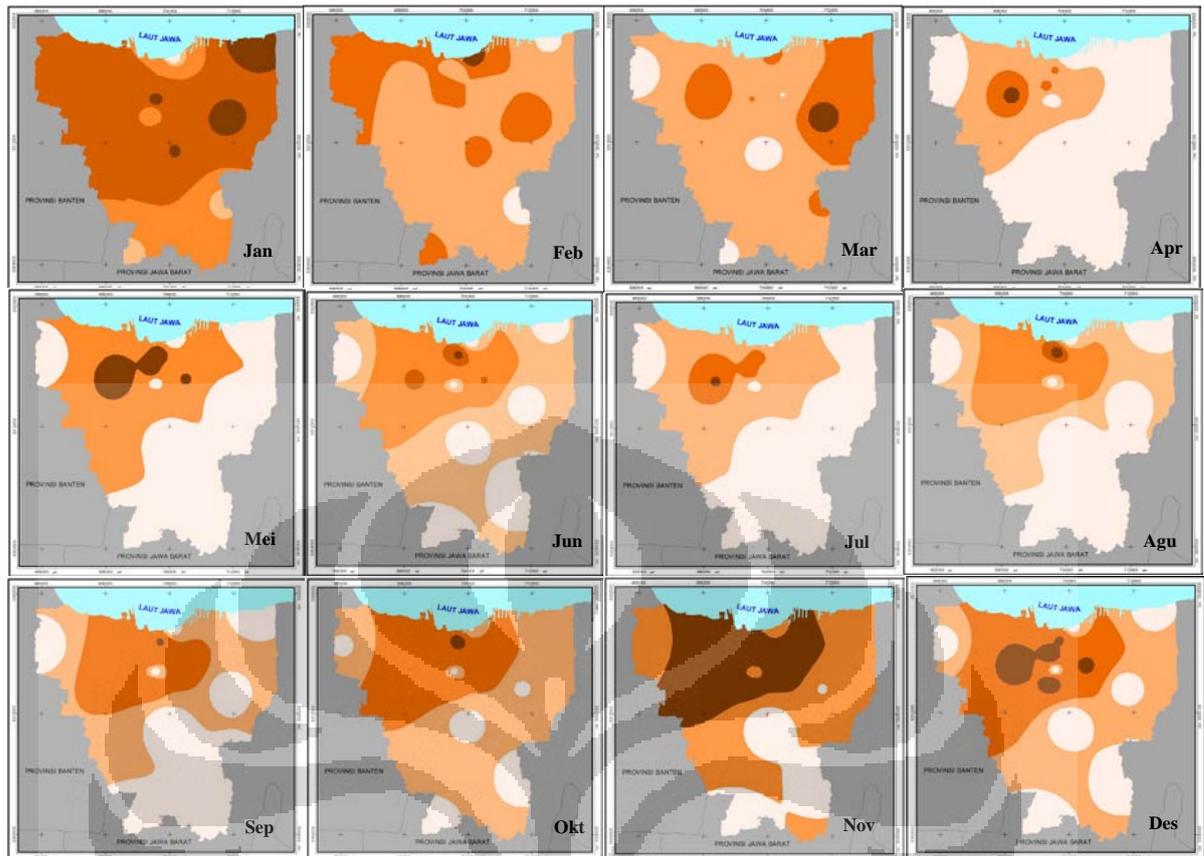
Secara umum pada tahun 2009 nilai SO₂ terendah terjadi pada bulan Juni tepatnya di lokasi Ancol 1 dengan nilai 0,10 µg/m³, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada bulan Juni berada di lokasi Ancol 2 dengan nilai 33,748 µg/m³. Nilai tertinggi SO₂ terjadi pada bulan Februari tepatnya di lokasi Ancol 1 sebesar 42,20 µg/m³ sedangkan nilai terendah pada bulan Februari berada di lokasi Lubang Buaya sebesar 6,40 µg/m³. Bila dilihat dari penggunaan tanah DKI Jakarta tahun 2009, maka alat pemantau kualitas udara yang terletak di Ancol 1 dan Ancol 2 sangatlah berbeda, Ancol 1 terletak ditempatkan di Kebun Pembibitan Taman Impian Jaya Ancol (TIJA) sedangkan Ancol 2 berada di lahan terbangun (permukiman).



Gambar 5.4. Lokasi Pemantauan Kualitas Udara dan Penggunaan Tanahnya

Data-data konsentrasi SO_2 tersebut kemudian diinterpolasi untuk mendapatkan gambaran spasial distribusi SO_2 di DKI Jakarta dari ke 14 titik alat pemantau kualitas udara milik BPLHD dan BMKG, kemudian di klasifikasikan menjadi lima klasifikasi, yaitu $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $5 - 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $10 - 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $20 - 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan $> 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Secara spasial, distribusi SO_2 dengan konsentrasi $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cenderung tersebar di bagian timur laut, timur, selatan hingga barat daya. Konsentrasi dengan klasifikasi $20 - 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga $> 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tersebar acak di bagian utara, barat, timur, dan tengah DKI Jakarta. Konsentrasi SO_2 dengan klasifikasi $10 - 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tersebar hampir di seluruh wilayah DKI Jakarta pada bulan Januari hingga Maret dan bulan November (lihat Gambar 5.4).

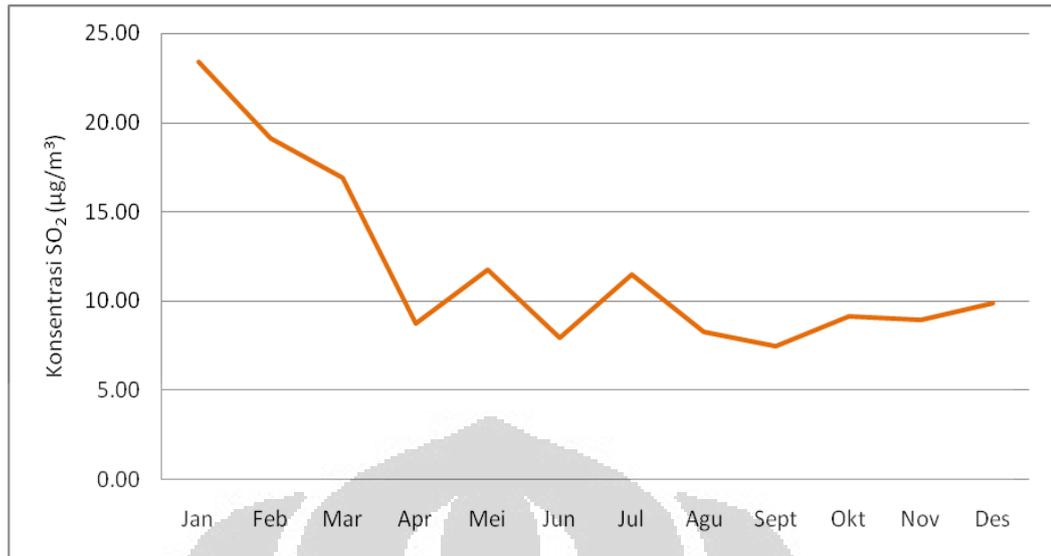


Keterangan gambar: Konsentrasi SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- < 5
- 5 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- > 30

Gambar 5.5. Distribusi SO_2 di DKI Jakarta Tahun 2009

Dari data-data pemantauan kualitas udara tiap stasiun, maka didapatkan nilai rata-rata bulanan SO_2 di DKI Jakarta. Berdasarkan Tabel 8. di atas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata bulanan terendah terjadi pada bulan September, yaitu sebesar $7,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan nilai rata-rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan Desember sebesar $50,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Fluktuasi nilai rata-rata bulanan SO_2 digambarkan dalam grafik berikut.



Gambar 5.6. Konsentrasi Rata-rata Bulanan SO₂ di DKI Jakarta Tahun 2009

Terlihat di grafik bahwa pada bulan Januari hingga April nilai rata-rata bulanan SO₂ menurun dengan teratur dan terjadi sedikit kenaikan pada bulan Mei lalu kembali sedikit menurun pada bulan Juni. Nilai kembali meningkat pada bulan Juli, namun terjadi penurunan pada bulan Agustus-September dan meningkat pada bulan berikutnya.

5.1.3 Distribusi TSP

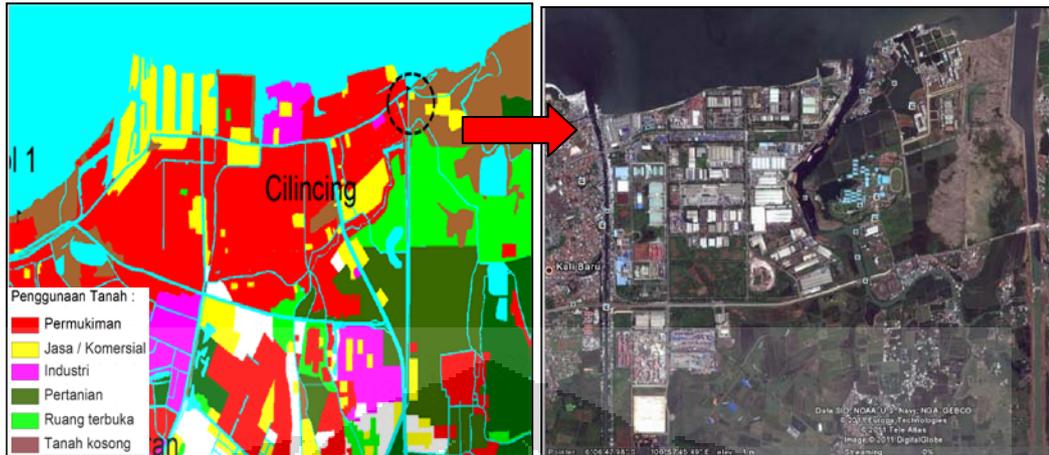
Berdasarkan hasil pemantauan kualitas udara yang dilakukan BPLHD dan BMKG dapat ditampilkan Tabel 5.3 konsentrasi kualitas udara untuk parameter TSP.

Tabel 5.3. Konsentrasi Nilai TSP di DKI Jakarta Tahun 2009

No.	Nama Lokasi	Konsentrasi TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sept	Okt	Nov	Des
1	Kuningan	124.00	11.2	203	154.87	190.78	167.70	151.90	217.00	217.00	214.00	145.00	239.00
2	Tebet	86.00	79.0	190	161.89	197.07	102.40	195.50	203.00	147.00	186.00	124.00	177.00
3	JIEP	242.00	211.3	329	214.31	250.44	196.90	397.00	261.00	221.00	365.00	367.00	502.00
4	Isttiqlal	148.00	75.1	219	12.58	58.25	147.90	207.20	208.00	137.00	222.00	122.00	256.00
5	Ancol		99.7	228	32.57	38.90	198.20	172.80		375.00	302.70	81.00	169.10
6	Cilincing	54.00	243.3	326	204.28	59.85	214.10	406.40	287.00	316.00	614.00	236.00	263.00
7	Lubang Buaya	56.00	21.3	177	145.47	236.43	161.70	307.20	277.00	100.00	201.00	120.00	143.00
8	Kahfi	47.00	52.7	192	97.73	67.90	130.40	190.30	160.00	146.00	37.00	139.00	109.00
9	Kalideres	40.00	85.3	155	124.83	244.39	142.90	249.30	192.00	179.00	184.00	144.00	271.00
10	Ancol	102.58	78.91	103.21	81.19	103.03	135.37	164.98	156.64	134.33	439.09	236.47	147.40
11	Bandengan	94.95	73.67	102.63	122.60	119.48	228.79	222.29	252.06	210.89	272.65	179.08	163.03
12	Glodok	173.80	178.77	172.33	117.69	228.67	324.77	325.23	328.76	294.77	390.64	336.40	279.36
13	Kemayoran	152.44	124.12	125.72	115.23	131.21	198.23	242.16	323.66	215.99	327.25	193.31	104.60
14	Monas	129.70	131.12	163.85	155.95	157.21	231.38	232.06	307.94	167.69	158.94	139.22	182.28
	Rata-rata	111.57	104.68	191.91	124.37	148.83	167.81	247.45	244.16	204.40	279.59	183.03	214.70

[Sumber : BPLHD dan BMKG, 2009]

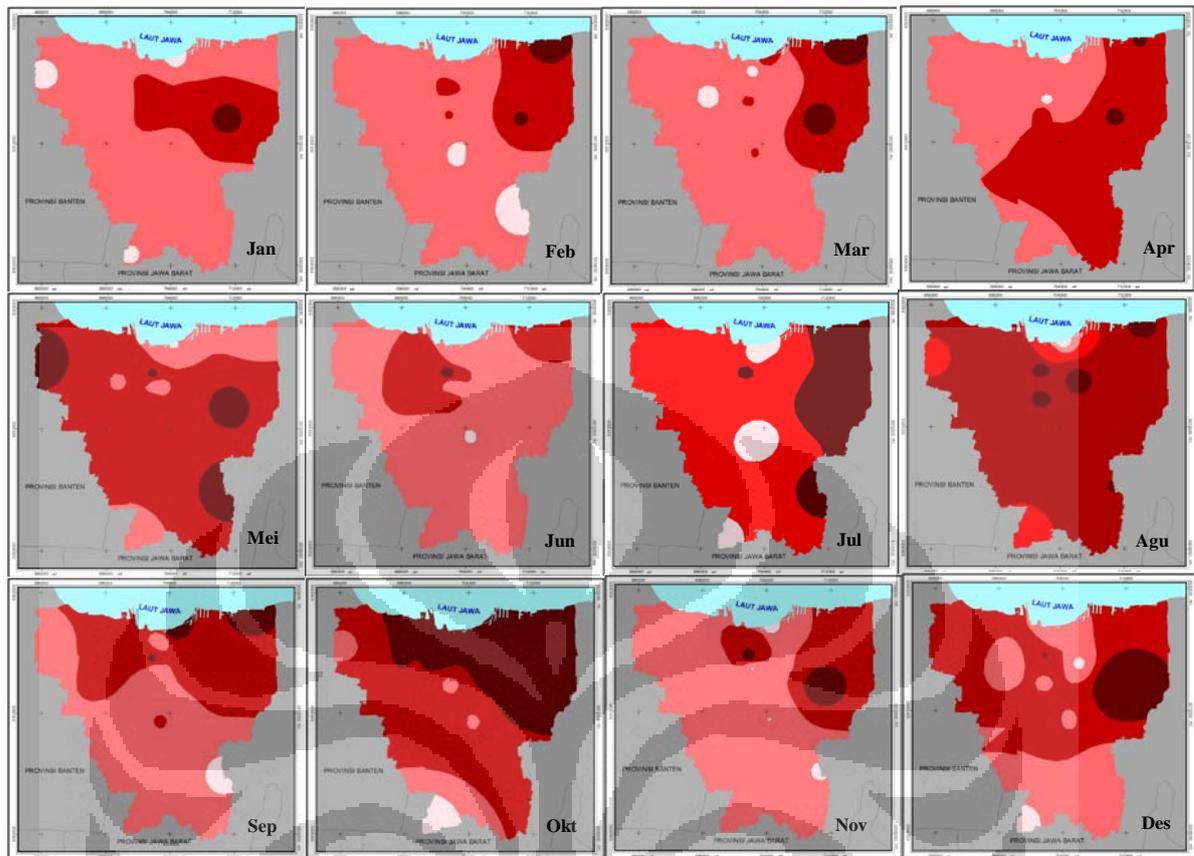
Secara umum pada tahun 2009 nilai TSP terendah terjadi pada bulan Februari tepatnya di lokasi Kuningan dengan nilai $11,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada bulan Februari berada di lokasi Cilincing dengan nilai $243,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai tertinggi TSP terjadi pada bulan Oktober tepatnya di lokasi Cilincing sebesar $614,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan nilai terendah pada bulan Oktober berada di lokasi Kahfi sebesar $37,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bila dilihat lokasi Cilincing terletak di utara bagian timur laut DKI Jakarta yang merupakan kawasan pesisir dan penggunaan tanahnya berupa bangunan-bangunan industri serta permukiman (lihat Gambar 5.7).



Gambar 5.7. Lokasi Pemantauan Kualitas Udara dan Kenampakan Penggunaannya melalui Citra IKONOS

Data-data konsentrasi TSP tersebut kemudian diinterpolasi untuk mendapatkan gambaran spasial distribusi TSP di DKI Jakarta dari ke 14 titik alat pemantau kualitas udara milik BPLHD dan BMKG, kemudian di klasifikasikan menjadi lima klasifikasi, yaitu $< 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $50 - 125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $125 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $200 - 275 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan $> 275 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Secara spasial, distribusi TSP dengan konsentrasi $< 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cenderung tersebar di bagian selatan dan tenggara. Konsentrasi TSP dengan klasifikasi $200 - 275 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga $> 275 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cenderung tersebar di bagian utara, timur, dan tengah DKI Jakarta dan semakin meluas distribusinya pada bulan Agustus. Konsentrasi TSP dengan klasifikasi $125 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cenderung tersebar di bagian barat laut hingga barat dan bagian tengah hingga selatan DKI Jakarta. TSP bersumber dari yang alami (tanah) dan bersumber pula dari yang non alami (transportasi, industri, dan sebagainya), sehingga dihasilkan pola spasial distribusi TSP pada Gambar 5.8.

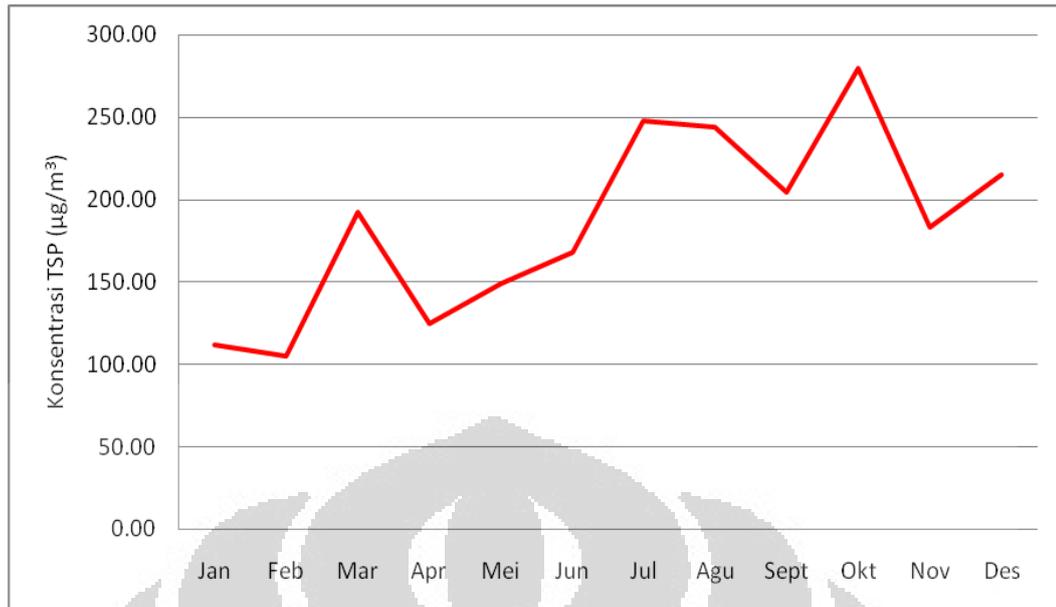


Keterangan gambar: Konsentrasi TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- <math>< 50</math>
- 50 - 125
- 125 - 200
- 200 - 275
- > 275

Gambar 5.8. Distribusi TSP di DKI Jakarta Tahun 2009

Dari data-data pemantauan kualitas udara tiap stasiun, maka didapatkan nilai rata-rata bulanan TSP di DKI Jakarta. Berdasarkan Tabel 9. di atas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata bulanan TSP terendah terjadi pada bulan Februari, yaitu sebesar $104,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan nilai rata-rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan Oktober sebesar $279,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Fluktuasi nilai rata-rata bulanan TSP digambarkan dalam Gambar 5.9.



Gambar 5.9. Konsentrasi Rata-rata Bulanan TSP di DKI Jakarta Tahun 2009

Terlihat di grafik bahwa bulan-bulan yang memiliki nilai TSP tinggi terjadi pada bulan Maret, Juli-Agustus, dan Oktober. Pada bulan April hingga Juni, konsentrasi meningkat secara teratur. Sedangkan pada bulan November konsentrasi menurun cukup ekstrim dan mengalami sedikit peningkatan di bulan Desember.

5.2 Distribusi Suhu Permukaan

Hasil pengolahan data citra *MODIS Terra LST/Emissivity 8 Daily Level 3 Global 1 km SIN Grid V005* diperoleh nilai suhu permukaan daratan delapan harian kemudian diolah kembali menjadi nilai suhu permukaan bulanan, sehingga dihasilkan distribusi suhu permukaan di DKI Jakarta pada tahun 2009. Data suhu permukaan daratan yang dianalisis pada penelitian ini adalah pada bulan Mei, Juni, Juli, Agustus, September, dan Oktober yang merupakan masa peralihan dari musim hujan ke musim kemarau dan musim kemarau ke musim hujan.

Suhu permukaan DKI Jakarta secara spasial dari bulan Mei sampai dengan Oktober 2009 menunjukkan nilai dan distribusi yang berbeda. Suhu permukaan daratan pada bulan Mei dengan nilai 28 - 29 °C tersebar di bagian utara dan timur

laut DKI Jakarta, suhu permukaan daratan dengan nilai 30 – 33 °C tersebar di bagian timur laut, tenggara, dan barat daya DKI Jakarta. Suhu permukaan dengan nilai 34 – 35 °C tersebar secara acak di bagian barat laut, sedikit di bagian tengah dan tenggara DKI Jakarta. Suhu permukaan daratan dengan nilai 36 – 39 °C tersebar di hampir seluruh bagian tengah dan bagian barat DKI Jakarta, sedangkan suhu permukaan daratan dengan nilai > 39 °C tersebar secara acak di beberapa bagian wilayah DKI Jakarta (lihat Gambar 5.10).

Pada bulan Juni bagian tengah, barat hingga barat laut, sedikit di bagian utara dan timur laut memiliki nilai suhu permukaan daratan sebesar 34 – 35 °C. Suhu permukaan daratan dengan nilai 36 – 37 °C tersebar di bagian tengah, sedangkan suhu permukaan daratan dengan nilai 38 – 39 °C tersebar secara acak di bagian tengah, timur laut, dan timur DKI Jakarta. Suhu permukaan dengan nilai 32 – 33 °C tersebar di timur laut, tenggara, barat daya, utara, dan sedikit di bagian tengah. Sedangkan suhu permukaan dengan nilai 28 - 31 °C cenderung berada di bagian tepi utara dan timur laut DKI Jakarta (lihat Gambar 5.10).

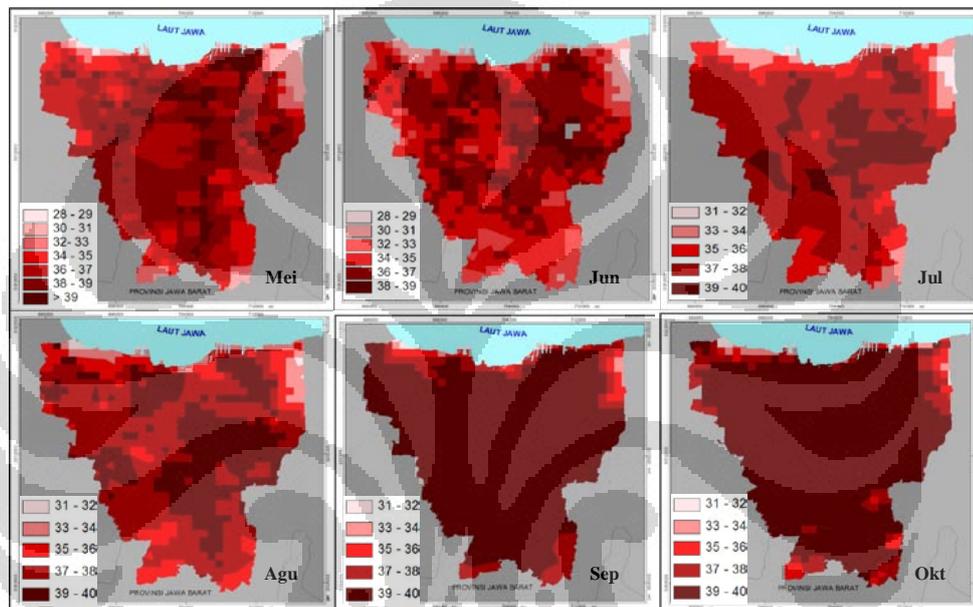
Kemudian pada bulan Juli mengalami peningkatan nilai suhu permukaan daratan, yaitu hampir sebagian besar wilayah DKI Jakarta memiliki suhu permukaan daratan 37 – 38 °C dan suhu permukaan dengan nilai 39 - 40 °C tersebar di bagian tengah, utara dan barat DKI Jakarta. Suhu permukaan dengan nilai 35 - 36 °C tersebar di bagian utara, timur laut, tenggara, dan barat daya, sedangkan suhu permukaan dengan nilai 33 - 34 °C tersebar di bagian utara, timur laut, dan tenggara DKI Jakarta dan sebagian kecil di timur laut memiliki suhu permukaan daratan 31- 32 °C (lihat Gambar 5.10).

Suhu permukaan tertinggi pada bulan Agustus (39 – 40 °C) tersebar bagian utara, timur laut, tengah hingga selatan, barat dan sedikit di bagian barat laut DKI Jakarta. Sedangkan hampir sebagian wilayah DKI Jakarta memiliki suhu permukaan daratan dengan nilai 37 – 38 °C dan suhu permukaan dengan nilai 35 – 36 °C tersebar di bagian utara, timur laut, tenggara, barat daya dan sedikit di bagian tengah. Suhu permukaan daratan dengan nilai 31 – 34 °C berada di bagian tepi utara dan timur laut DKI Jakarta (lihat Gambar 5.10).

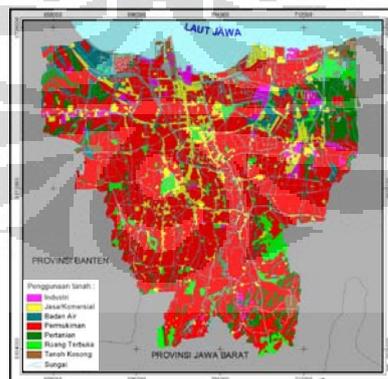
Pada bulan September wilayah DKI Jakarta didominasi oleh suhu permukaan daratan tertinggi yaitu 39 - 40 °C. Bagian tenggara, barat daya, dan

utara hingga timur laut memiliki suhu permukaan daratan sebesar 37 - 38 °C, sedangkan sebagian kecil lainnya memiliki suhu permukaan sebesar 31 - 36 °C.

Pada bulan Oktober distribusi suhu permukaan daratan dengan nilai 39 - 40 °C masih mendominasi sebagian besar wilayah DKI Jakarta. Sedangkan di bagian timur laut, tenggara, barat daya dan barat laut memiliki suhu permukaan daratan dengan nilai 35 - 36 °C dan 37 - 38 °C dan di bagian utara DKI Jakarta memiliki suhu permukaan daratan sebesar 31 - 32 °C dan 33 - 34 °C (lihat Gambar 5.10).



(a)



(b)

Gambar 5.10. (a). Suhu Permukaan DKI Jakarta pada Mei-Oktober Tahun 2009 (Sumber: Pengolahan Data MODIS, 2009), (b) Penggunaan Tanah DKI Jakarta Tahun 2009 [Sumber: Badan Pertanahan Nasional. 2009]

Bila dilihat pola distribusi suhu permukaan daratan berdasarkan penggunaan tanah, maka suhu permukaan daratan dengan nilai yang tinggi cenderung berada pada penggunaan tanah permukiman, industri, dan jasa/komersial yang berupa bangunan. Sedangkan suhu permukaan dengan nilai yang relatif lebih rendah cenderung berada pada penggunaan tanah berupa pertanian, ruang terbuka, dan tanah kosong (lihat Gambar 5.10.b). Hal tersebut menunjukkan bahwa pola distribusi suhu permukaan daratan akan cenderung tinggi pada penggunaan tanah berupa bangunan (permukiman, industri, dan jasa/komersial) dan mengindikasikan adanya aktivitas manusia yang tinggi di dalamnya, kemudian suhu permukaan daratan akan semakin menurun pada penggunaan tanah non bangunan (pertanian, ruang terbuka, dan tanah kosong) dan mengindikasikan adanya aktivitas manusia yang tidak begitu tinggi.

Pada penggunaan tanah yang sama juga terdapat perbedaan pola distribusi suhu permukaan, terutama pada penggunaan tanah berupa bangunan (permukiman, industri, dan jasa/komersial). Hal tersebut dikarenakan tiap permukaan benda memiliki emisivitas atau kemampuan menyimpan dan melepaskan panas yang berbeda-beda, serta hasil dari aktivitas manusia yang berbeda pula (panas yang dihasilkan pada penggunaan tanah industri tidak sama dengan permukiman) sehingga menghasilkan pola distribusi permukaan daratan yang berbeda pula.

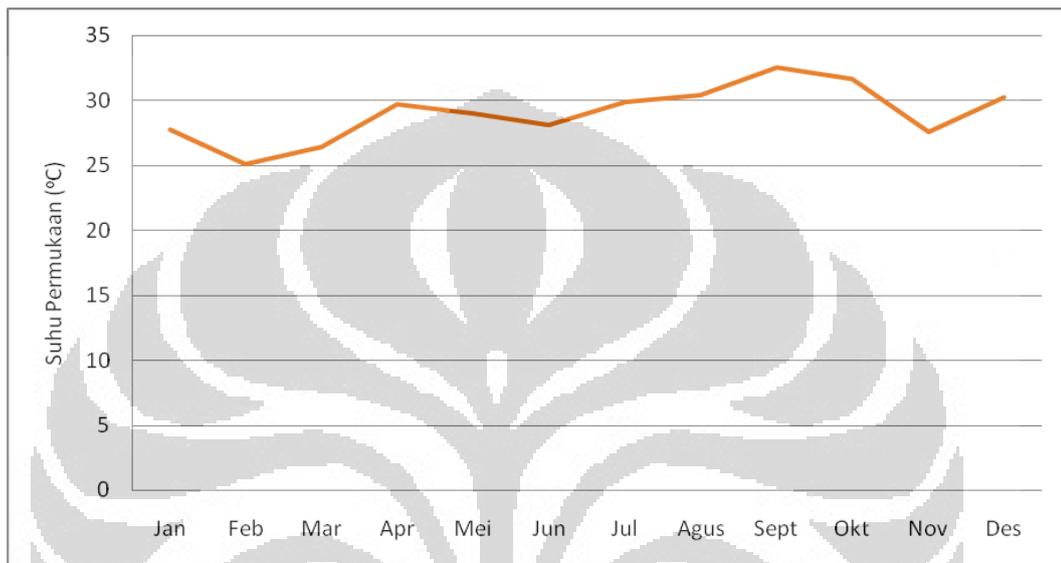
Dari hasil pengolahan data MODIS didapatkan pula nilai suhu permukaan bulanan di DKI Jakarta pada tahun 2009. Pada Tabel 5.3 terlihat bahwa suhu permukaan daratan terendah terjadi pada bulan Februari saat curah hujan memiliki nilai tinggi berturut-turut pada bulan Januari dan Februari di tahun 2009 (lihat Tabel 4.3). Sedangkan suhu permukaan daratan tertinggi terjadi pada bulan September saat curah hujan memiliki nilai rendah berturut-turut pada bulan Agustus dan September di tahun 2009 (lihat Tabel 5.4).

Tabel 5.4. Suhu Permukaan Bulanan DKI Jakarta Tahun 2009

Rata-rata Suhu Permukaan Bulanan (°C)											
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sept	Okt	Nov	Des
27,797	25,136	26,461	29,747	29,057	28,109	29,862	30,466	32,543	31,622	27,622	30,213

(Sumber: Pengolahan Data MODIS, 2009)

Suhu permukaan bulanan pada bulan Januari hingga Maret cenderung rendah dibandingkan bulan-bulan lainnya dengan suhu terendah pada bulan Februari sebesar 25,136 °C, kemudian suhu permukaan mulai meningkat pada bulan April hingga pada bulan September mencapai suhu permukaan tertinggi, yaitu sebesar 32,543 °C. Gambaran variasi suhu permukaan pada tahun 2009 di DKI Jakarta dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11. Suhu Permukaan Bulanan DKI Jakarta Tahun 2009

Suhu permukaan di tiap lokasi pemantau kualitas udara berbeda – beda, baik pada tiap lokasi maupun bulannya. Tabel 5.5 menyajikan suhu permukaan tiap lokasi pemantau kualitas udara pada bulam Mei hingga Oktober tahun 2009.

Tabel 5.5. Suhu Permukaan di Tiap Lokasi Pemantau Kualitas Udara

No.	Nama Lokasi	Suhu Permukaan (°C)					
		Mei	Jun	Jul	Agu	Sept	Okt
1	Kuningan	36,63	33,99	37,57	38,51	40,77	42,93
2	Tebet	37,55	36,33	38,67	38,97	41,29	43,69
3	JIEP	38,19	37,25	37,71	41,63	38,87	43,55
4	Isttiqlal	37,51	35,67	37,17	36,11	40,87	43,29
5	Ancol 1	29,29	29,17	31,31	32,35	31,33	32,45
6	Cilincing	34,37	29,71	33,83	32,79	37,65	33,57
7	Lubang Buaya	36,77	34,49	36,15	37,81	40,01	42,03
8	Kahfi	31,27	32,53	34,37	35,59	37,99	35,45
9	Kalideres	37,09	35,85	36,99	37,99	41,07	36,41
10	Ancol 2	37,75	35,83	36,49	38,37	39,61	42,19
11	Bandengan	38,71	38,45	37,81	38,69	38,61	42,61
12	Glodok	41,75	35,59	37,55	38,27	41,51	44,03
13	Kemayoran	39,01	38,07	38,75	36,93	44,06	44,33
14	Monas	37,33	34,61	37,33	37,81	40,95	42,89

(Sumber : Pengolahan Data MODIS, 2009)

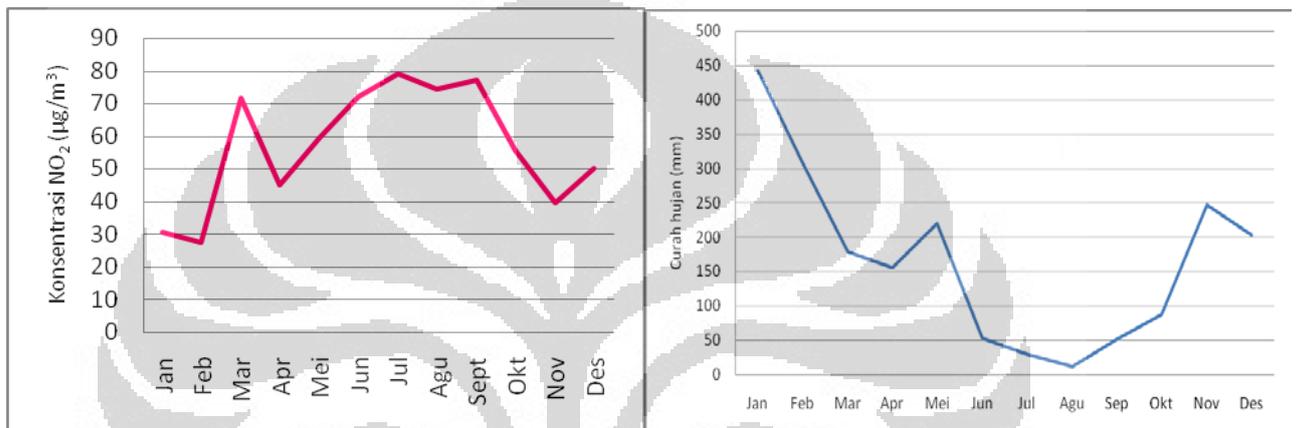
Terlihat pada Tabel 5.5 bahwa suhu permukaan tertinggi berada di lokasi Kemayoran pada bulan Oktober sedangkan suhu permukaan terendah berada di lokasi Ancol 1 pada bulan Juni. Suhu permukaan terus menunjukkan peningkatan pada bulan-bulan Juni hingga September. Bila dilihat secara horisontal, lokasi yang memiliki suhu terendah adalah Ancol 1 dan lokasi yang memiliki suhu-suhu yang tinggi adalah Glodok dan Kemayoran. Bila dilihat kembali nilai konsentrasi NO_2 , SO_2 , dan TSP (Tabel 5.1, 5.2, dan 5.3) di lokasi Ancol memiliki konsentrasi yang cenderung rendah sedangkan lokasi Glodok dan Kemayoran cenderung memiliki konsentrasi NO_2 , SO_2 , dan TSP yang tinggi.

5.3 Konsentrasi Polutan Udara dan Curah Hujan

Curah hujan dapat menghilangkan polutan yang ada di atmosfer sebelum terjadi proses dispersi, polutan tercuci di udara melalui dua cara yaitu polutan terkondensasi yang terbentuk sebagai air hujan dan polutan yang akan langsung tercuci oleh air hujan untuk kemudian diendapkan di permukaan (Murdiyarsa, 1980). Curah hujan bulanan yang terjadi pada tahun 2009 yang berasal dari

beberapa stasiun klimatologi milik BMKG ditampilkan pada Tabel 4.3 dan grafik pada Gambar 4.2.

Terlihat pada Gambar 4.2, curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar 531,18 mm kemudian sedikit menurun pada bulan Februari sebesar 449,14 mm, sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus sebesar 23,480 mm. Selanjutnya akan dijelaskan mengenai hubungan curah hujan terhadap konsentrasi polutan (NO_2 , SO_2 , dan TSP) yang digambarkan pada beberapa grafik berikut ini.

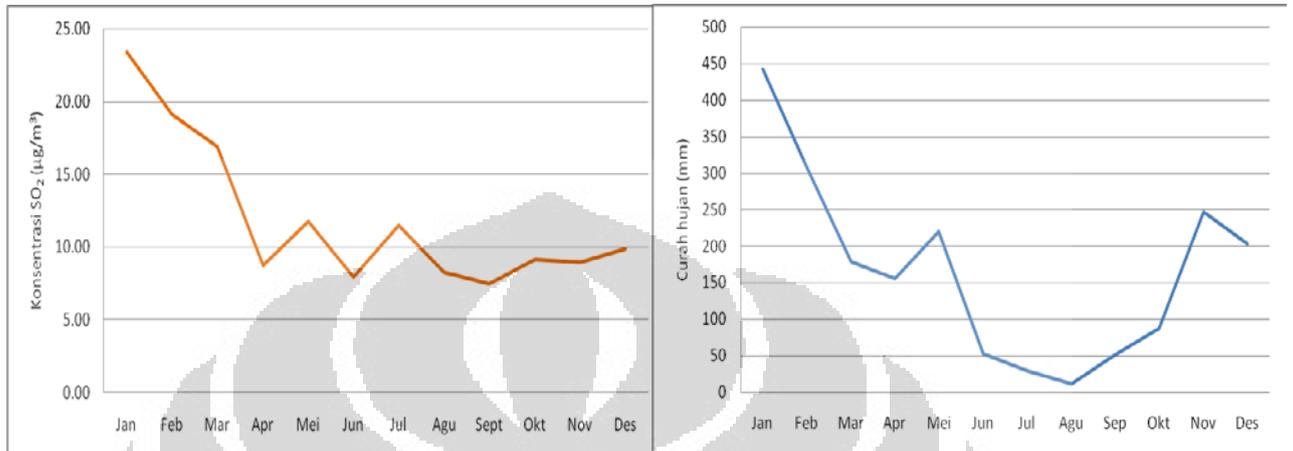


Gambar 5.12. Konsentrasi NO_2 dan Curah Hujan di DKI Jakarta Tahun 2009

Gambar 5.12 menunjukkan saat curah hujan relatif tinggi, nilai NO_2 cenderung menurun sebaliknya saat curah hujan relatif rendah maka nilai NO_2 akan cenderung meningkat. Nilai-nilai rendah NO_2 tersebut disebabkan oleh banyaknya hujan yang turun pada bulan Januari-Februari dan November-Desember sehingga polutan tercuci oleh air hujan dan menyebabkan menurunnya konsentrasi NO_2 . Sedangkan nilai tertinggi NO_2 terjadi karena minimnya hujan yang turun terutama pada bulan September sehingga yang terjadi adalah meningkatnya konsentrasi NO_2 di udara. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara curah hujan dengan NO_2 , yaitu curah hujan menyebabkan menurunnya konsentrasi NO_2 .

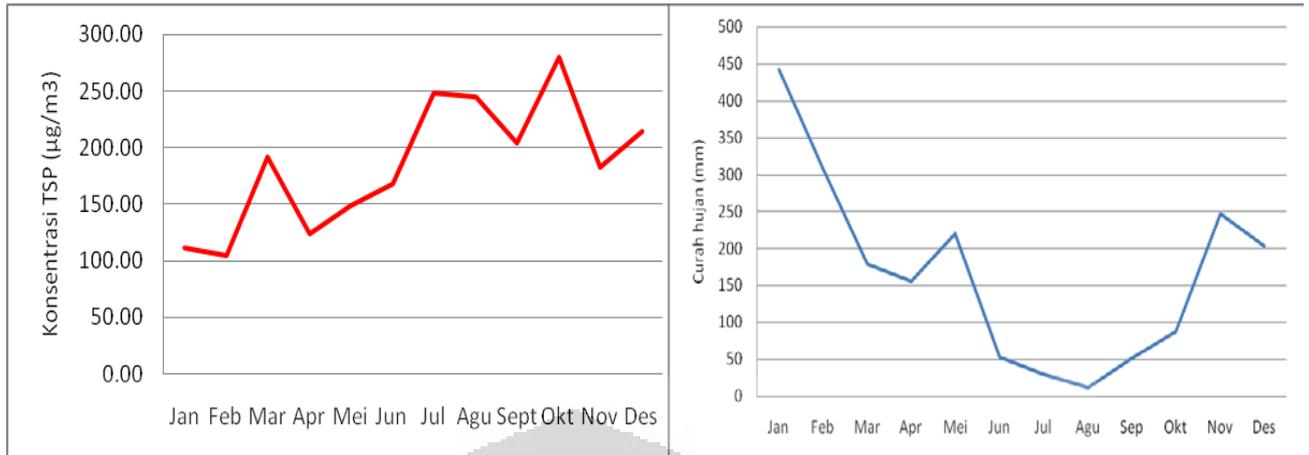
Selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 5.13 yaitu pada saat curah hujan tinggi pada bulan Januari-Februari, konsentrasi SO_2 juga memiliki nilai yang tinggi dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya. Pada saat curah hujan rendah pada

bulan Agustus-September, nilai konsentrasi SO_2 cenderung menurun. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang kuat antara curah hujan dengan SO_2 atau dengan kata lain, hubungan kedua variabel tersebut berbanding lurus.



Gambar 5.13. Konsentrasi SO_2 dan Curah Hujan Bulanan di DKI Jakarta Tahun 2009

Untuk parameter TSP tampak terlihat jelas bahwa pada Gambar 5.14, saat curah hujan menunjukkan angka yang tinggi, maka yang terjadi adalah menurunnya nilai TSP dan bila curah hujan menunjukkan angka yang rendah, nilai TSP mengalami peningkatan. Saat curah hujan tinggi di bulan Januari-Februari, konsentrasi TSP menunjukkan nilai yang paling rendah pada bulan tersebut sebaliknya saat curah hujan rendah pada bulan Agustus-Oktober, konsentrasi TSP menunjukkan nilai yang relatif tinggi. Dari fakta-fakta tersebut dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan yang cukup kuat antara curah hujan dengan TSP atau kedua variabel tersebut berbanding terbalik.



Gambar 5.14. Konsentrasi TSP dan Curah Hujan Bulanan di DKI Jakarta Tahun 2009

5.4 Hubungan Polutan Udara dengan Suhu Permukaan

Untuk melihat hubungan antara polutan (NO_2 , SO_2 , dan TSP) dan suhu permukaan dilakukan uji korelasi *Pearson Product Momen*. Uji korelasi ini dilakukan untuk melihat besarnya pengaruh NO_2 , SO_2 , dan TSP terhadap suhu permukaan. Setelah dilakukan uji korelasi maka dilakukan uji regresi linear sederhana untuk mendapatkan nilai polutan udara sehingga dapat diketahui distribusi polutan udara di DKI Jakarta.

5.4.1 Hubungan Konsentrasi NO_2 dengan Suhu Permukaan

Setelah dilakukan analisis perhitungan dengan menggunakan *software* SPSS 13.0 maka diperoleh *output* korelasi sebagai berikut (lihat Tabel 5.6).

Tabel 5.6. Output Korelasi NO₂ dan Suhu Permukaan

Correlations

		no2	suhu
no2	Pearson Correlation	1	.289**
	Sig. (2-tailed)		.008
	N	83	83
suhu	Pearson Correlation	.289**	1
	Sig. (2-tailed)	.008	
	N	83	83

** . Correlation is significant at the 0.01 level

Berdasarkan tabel output korelasi (Tabel 5.6) diketahui bahwa nilai signifikansi dari variabel NO₂ adalah 0,008, angka tersebut kurang dari taraf kepercayaan (0,005), hal tersebut menunjukkan bahwa variabel NO₂ memiliki korelasi dengan variabel suhu permukaan. Besar nilai korelasi (r) NO₂ dan suhu adalah 0,289 atau sebesar 8,3521%. Hasil korelasi tersebut membuktikan bahwa terdapat asosiasi antara variabel NO₂ dan variabel suhu permukaan daratan. Suhu permukaan dapat dijadikan indikator adanya pencemaran udara di suatu wilayah terutama yang disebabkan oleh NO₂, sebaliknya suatu wilayah yang memiliki konsentrasi NO₂ cukup tinggi mampu memicu suhu permukaan daratan di sekitarnya menjadi semakin tinggi.

Setelah uji korelasi, maka dilakukan uji regresi linear sederhana untuk mendapatkan nilai konsentrasi NO₂ yang nantinya akan dibuat model spasial distribusi konsentrasi NO₂.

Tabel 5.7. Output Regresi NO₂ dan Suhu Permukaan

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-127.103	72.855		-1.745	.085
	suhu	5.225	1.926	.289	2.713	.008

a. Dependent Variable: no2

Dari Tabel 5.7, variabel NO₂ dipengaruhi oleh variabel suhu permukaan, dengan nilai konstanta sebesar -127.103 dan nilai koefisien untuk variabel suhu permukaan adalah 5.225. Koefisien variabel suhu permukaan tersebut menunjukkan angka positif yang berarti bahwa antara variabel suhu permukaan dan variabel NO₂ berbanding lurus, sehingga didapatkan persamaan regresi linear:

$$Y_{(NO_2)} = -127 + 5,225X1_{(suhu)}$$

5.4.2 Hubungan Konsentrasi SO₂ dan Suhu Permukaan

Tabel 5.8. Output Korelasi SO₂ dan Suhu Permukaan

		suhu	so2
suhu	Pearson Correlation	1	.246*
	Sig. (2-tailed)		.025
	N	83	83
so2	Pearson Correlation	.246*	1
	Sig. (2-tailed)	.025	
	N	83	83

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tabel 5.8 menunjukkan nilai signifikansi variabel SO₂ adalah 0.025, angka tersebut kurang dari taraf kepercayaan (0.05), hal tersebut menunjukkan bahwa variabel SO₂ memiliki korelasi terhadap variabel suhu secara signifikan. Besar nilai korelasi (r) SO₂ dan suhu adalah 0,246 atau sebesar 6,0516%. Hasil korelasi tersebut membuktikan bahwa terdapat asosiasi antara variabel SO₂ dan variabel suhu permukaan daratan. Suhu permukaan dapat dijadikan indikator adanya pencemaran udara di suatu wilayah terutama yang disebabkan oleh SO₂, sebaliknya suatu wilayah yang memiliki konsentrasi SO₂ cukup tinggi mampu memicu suhu permukaan daratan di sekitarnya menjadi semakin tinggi.

Setelah uji korelasi, maka dilakukan uji regresi linear sederhana untuk mendapatkan nilai konsentrasi SO₂ yang nantinya akan dibuat model spasial distribusi konsentrasi SO₂.

Tabel 5.9. Output Regresi SO₂ dan Suhu Permukaan

		Coefficients ^a				
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-15.922	11.161		-1.427	.158
	suhu	.675	.295	.246	2.287	.025

a. Dependent Variable: so2

Untuk variabel SO₂ bernilai konstanta sebesar -15,922 dan nilai koefisien untuk variabel suhu adalah 0,675. Koefisien variabel suhu permukaan menunjukkan angka yang positif yang berarti bahwa antara variabel suhu permukaan dan variabel SO₂ berbanding lurus dengan persamaan regresi linear:

$$Y_{(SO_2)} = -15,922 + 0,675X1_{(suhu)}$$

5.4.3 Hubungan Konsentrasi TSP dan Suhu Permukaan

Tabel 5.10. Output Korelasi TSP dan Suhu Permukaan

		Correlations	
		suhu	TSP
suhu	Pearson Correlation	1	.127
	Sig. (2-tailed)		.252
	N	83	83
TSP	Pearson Correlation	.127	1
	Sig. (2-tailed)	.252	
	N	83	83

Berdasarkan tabel output korelasi di atas (Tabel 5.10) diketahui bahwa nilai signifikansi dari variabel TSP adalah 0,252, angka tersebut melebihi taraf kepercayaan (0,005), hal tersebut menunjukkan bahwa variabel TSP tidak memiliki korelasi dengan variabel suhu permukaan.

5.5 Model Spasial Distribusi Polutan Udara

Model spasial distribusi dibuat berdasarkan perhitungan persamaan regresi linear sederhana sebelumnya. Model spasial distribusi NO₂ dan SO₂ dibuat untuk menggambarkan konsentrasi dan distribusinya pada bulan Mei hingga Oktober.

5.5.1 Model Spasial Distribusi NO₂

Pada bulan Mei, konsentrasi NO₂ bernilai < 25 µg/m³ tersebar di bagian tepi utara dan timur laut, sedangkan NO₂ dengan konsentrasi 25 – 45 µg/m³ dan 45 – 60 µg/m³ tersebar di bagian barat hingga timur laut, tenggara, dan barat laut DKI Jakarta. Sebagian besar wilayah DKI Jakarta memiliki konsentrasi NO₂ sebesar 60 - 75 µg/m³, sedangkan NO₂ dengan konsentrasi > 75 µg/m³ tersebar acak terutama di bagian timur laut, tengah, selatan, dan barat DKI Jakarta.

Kemudian pada bulan Juni, hampir seluruh wilayah DKI Jakarta memiliki konsentrasi NO₂ sebesar 45 – 60 µg/m³, selain itu di bagian tengah, timur, dan barat DKI Jakarta memiliki konsentrasi NO₂ sebesar 60 – 75 µg/m³ dan > 75 µg/m³. Bagian tepi utara dan di sebagian kecil tenggara DKI Jakarta memiliki konsentrasi NO₂ sebesar < 25 µg/m³ dan 25 – 45 µg/m³.

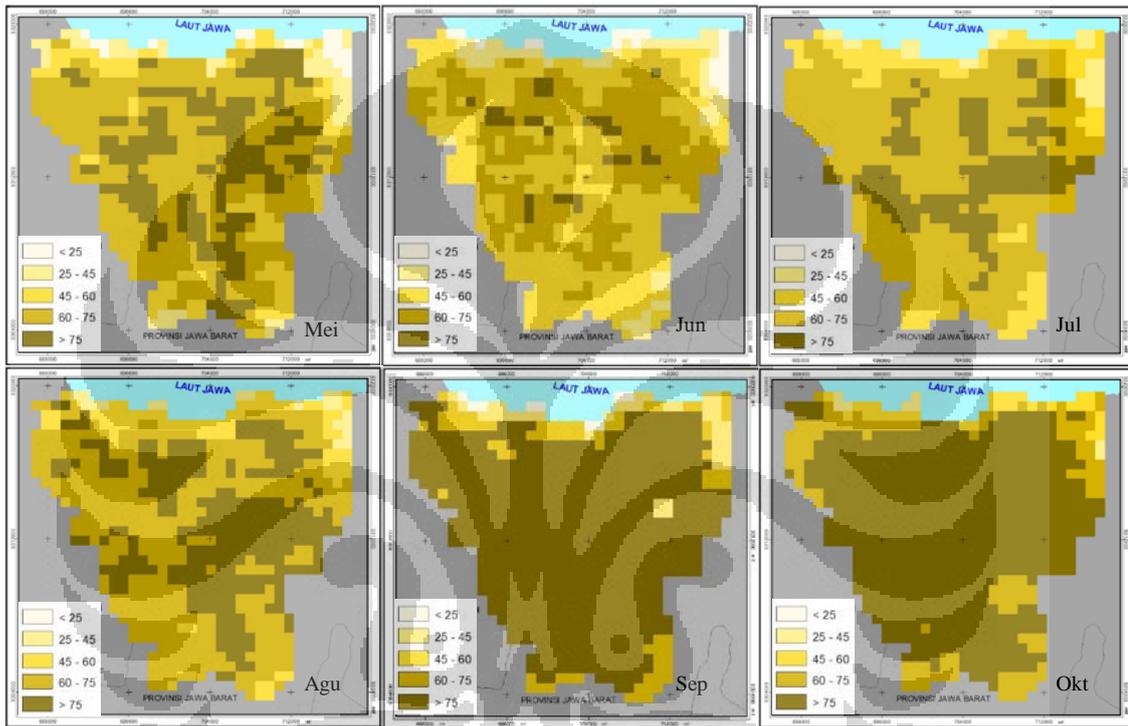
Pada bulan Juli, hampir seluruh wilayah DKI Jakarta memiliki konsentrasi NO₂ 60 – 75 µg/m³, sedangkan di bagian tengah, timur, dan barat memiliki konsentrasi NO₂ yang tinggi yaitu > 75 µg/m³. Konsentrasi NO₂ sebesar 45 – 60 µg/m³ tersebar di bagian utara hingga timur laut, tenggara, dan barat daya sedangkan di bagian tepi utara dan timur laut memiliki konsentrasi NO₂ 25 – 45 µg/m³.

Pada bulan Agustus konsentrasi NO₂ > 75 µg/m³ tersebar hampir di bagian tengah, timur, selatan dan barat DKI Jakarta, sedangkan konsentrasi NO₂ sebesar 60 - 75 µg/m³ tersebar hampir di sebagian besar wilayah DKI Jakarta. Bagian utara dan timur laut memiliki konsentrasi NO₂ sebesar 45 – 60 µg/m³ dan < 25 µg/m³.

Konsentrasi NO₂ dengan nilai > 75 µg/m³ mendominasi wilayah DKI Jakarta pada bulan September. Bagian utara, tenggara, dan barat daya memiliki

konsentrasi sebesar $60 - 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan di bagian tepi utara dan timur laut terdistribusi konsentrasi NO_2 sebesar $45 - 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $25 - 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pada bulan Oktober, konsentrasi NO_2 dengan nilai $> 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tetap mendominasi wilayah DKI Jakarta, sedangkan konsentrasi NO_2 dengan nilai $60 - 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tersebar di bagian barat laut, timur laut, tenggara, dan barat daya DKI Jakarta. Bagian tepi utara dan timur laut memiliki konsentrasi NO_2 sebesar $45 - 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $25 - 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (lihat Gambar 5.15).



Gambar 5.15. Distribusi Spasial Konsentrasi NO_2 di DKI Jakarta pada Mei-Oktober 2009

5.5.2 Model Spasial Distribusi SO_2

Pada bulan Mei, konsentrasi SO_2 dengan nilai $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $5 - 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tersebar di bagian barat laut, utara hingga timur laut, tenggara, dan barat daya DKI Jakarta. Konsentrasi SO_2 dengan nilai $7 - 9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tersebar acak di bagian utara, timur, tengah, tenggara, barat daya, dan barat laut. Bagian tengah, timur, selatan, dan barat dipenuhi SO_2 dengan konsentrasi sebesar $9 - 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan konsentrasi $\text{SO}_2 > 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tersebar acak di bagian tengah (lihat Gambar 5.16).

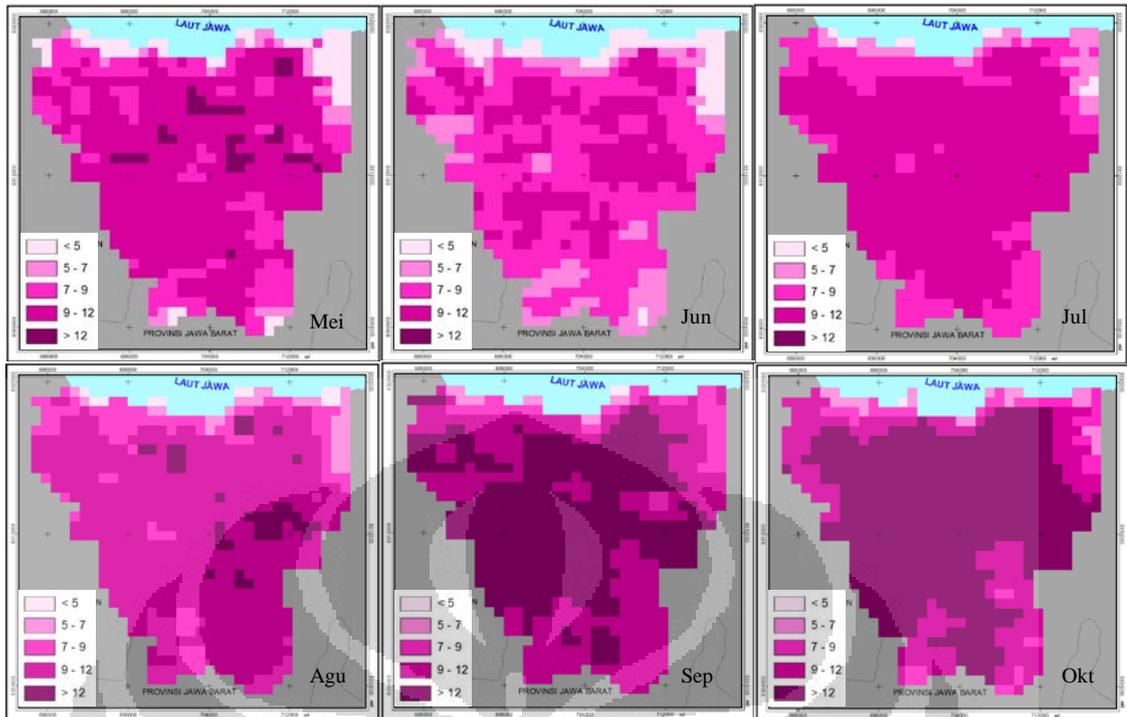
Kemudian pada bulan Juni konsentrasi SO₂ dengan nilai tertinggi, yaitu 9 – 12 µg/m³ tersebar di bagian tengah, sedangkan konsentrasi SO₂ sebesar 7 – 9 µg/m³ tersebar cukup merata di wilayah DKI Jakarta. Bagian tepi utara hingga timur laut, tenggara dan selatan DKI Jakarta memiliki konsentrasi SO₂ sebesar 5 – 7 µg/m³ dan < 5 µg/m³ (lihat Gambar 5.16).

Pada bulan Juli, hampir seluruh wilayah DKI Jakarta memiliki nilai konsentrasi SO₂ 9 – 12 µg/m³. Wilayah dengan konsentrasi SO₂ 7 – 9 µg/m³ berada di bagian utara, tenggara, dan barat daya DKI Jakarta dan sebagian kecil lainnya memiliki konsentrasi 5 – 7 µg/m³ dan < 5 µg/m³ (lihat Gambar 5.16).

Sebagian besar wilayah DKI Jakarta memiliki konsentrasi SO₂ sebesar 9 – 12 µg/m³ pada bulan Agustus, sedangkan konsentrasi SO₂ dengan nilai > 75 µg/m³ tersebar acak di bagian tengah. Bagian barat laut hingga timur laut, tenggara dan selatan memiliki konsentrasi SO₂ sebesar 7 – 9 µg/m³ dan sebagian kecil lainnya memiliki konsentrasi SO₂ sebesar 5 – 7 µg/m³ dan < 5 µg/m³ (lihat Gambar 5.16).

Konsentrasi SO₂ dengan nilai > 12 µg/m³ pada bulan September tersebar lebih meluas jika dibandingkan dengan bulan-bulan sebelumnya, begitu pula dengan konsentrasi SO₂ senilai 9 - 12 µg/m³. Sehingga di bagian-bagian kecil lainnya, terutama di bagian utara hingga timur laut memiliki nilai konsentrasi yang cenderung lebih rendah (lihat Gambar 5.16).

Pada bulan Oktober, konsentrasi SO₂ dengan nilai > 12 µg/m³ semakin meluas dan diikuti oleh SO₂ dengan nilai konsentrasi sebesar 9 – 12 µg/m³. Untuk nilai konsentrasi SO₂ yang lebih kecil tersebar di bagian utara hingga timur laut, tenggara, dan selatan DKI Jakarta (lihat Gambar 5. 6).



Gambar 5.16. Distribusi Spasial Konsentrasi SO₂ di DKI Jakarta pada Mei-Oktober 2009

BAB 6

KESIMPULAN

Pola distribusi polutan dengan konsentrasi tinggi cenderung tersebar di bagian barat, barat laut, utara, timur, dan tengah DKI Jakarta. Sedangkan pola distribusi suhu permukaan daratan yang cenderung tinggi tersebar di bagian barat laut, utara, timur, dan tengah serta semakin meluas pada masa peralihan musim kemarau ke musim hujan (September dan Oktober). Berdasarkan penggunaan tanahnya, maka pola distribusi polutan dan pola distribusi suhu permukaan daratan berada pada penggunaan tanah berupa permukiman, industri dan jasa/komersial.

Korelasi antara polutan (NO_2 dan SO_2) dan suhu permukaan daratan menunjukkan adanya asosiasi di antara keduanya. Suhu permukaan daratan yang tinggi dapat dijadikan indikator adanya pencemaran udara di suatu wilayah, sebaliknya pencemaran udara dapat menjadi salah satu pemicu terjadinya kenaikan suhu permukaan daratan di suatu wilayah.

Model spasial distribusi NO_2 dan SO_2 menunjukkan bahwa konsentrasi NO_2 dan SO_2 dengan nilai tinggi tersebar di bagian utara, timur, dan tengah DKI Jakarta. Model spasial distribusi NO_2 dan SO_2 semakin meluas pada masa peralihan musim kemarau ke musim hujan (September dan Oktober) dan dalam kondisi suhu permukaan daratan yang paling tinggi, sedangkan berdasarkan penggunaan tanahnya konsentrasi NO_2 dan SO_2 tersebar pada penggunaan tanah berupa permukiman, industri dan jasa/komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakar, Abu A.M. (2006). *Persebaran Kualitas Udara Pada Daerah Industri Migas Studi di PT. Pertamina UP VI Balongan*. Depok: Geografi. FMIPA Universitas Indonesia.
- Becker, F. and Z. L. Li. (1990). *Towards a Local Split Window Method Over Land Surfaces*. *Int. J. Remote Sensing*, 11:369-393.
- Becker, F. and Li, Z.-L. (1995). *Surface Temperature and Emissivity at Different Scales: Definition, Measurement and Related Problems*. *Remote Sensing Reviews*, 12, 225-253.
- BPLHD. (2008). *Laporan Status Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta*. Jakarta.
- Campbell, G.S. (1977). *An Introduction to Environmental Biophysics*. Berlin: Springer-Verlag..
- Dash, P., et al. (2001). *Retrieval of Land Surface Temperature and Emissivity from Satellite Data: Physics, Theoretical Limitations and Current Methods*. *Journal of Indian Society of Remote Sensing* Vol. 29 No. 1&2. IIRS campus. Dehra Dun.
- Hashim, B. Mohammed dan Sultan, M. Abdullah. (2010). *Using remote sensing data and GIS to evaluate air pollution and their relationship with land cover and land use in Baghdad City*. *Iranian Journal of Earth Sciences* 2 (2010) / 120-124. Iran: Islamic Azad University Mashhad Branch.
- Houghton, J. (2004). *Global Warming, the Complete Briefing*. 3rd ed, Cambridge Cambridge, UK: University Press.
- IPCC, (2007). *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: University Press
- Kerr, Y. H., Lagouarade, J. P., and Imbernon, J. (1992). *Accurate Land Surface Temperature Retrieval from AVHRR Data With Use of an Improved Split Window Algorithm*. *Remote Sensing of Environment*, 41, 197-209.

- Lakitan, Benyamin. (1994). *Dasar-dasar Klimatologi*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Mallick, et al. (2008). *Estimation of Land Surface Temperature over Delhi Using Landsat-7 ETM+*. Journal of Indian Geophysic Vol.12, No. 3, pp. 131-140.
- Prasasti, I., dkk. (2007). *Pengkajian Pemanfaatan Data Terra-MODIS Untuk Ekstraksi Data Suhu Permukaan Lahan (SPL) Berdasarkan Beberapa Algoritma*. Jurnal Pemanfaatan Penginderaan Jauh. Vol 4 No 1. Penelitian Pusbangja Inderaja. LAPAN
- Prata, F. (2002). *Land Surface Temperature Measurement from Space: AATSR Algorithm Theoretical Basis Document*. Australia: CSIRO Atmospheric Research Aspendale.
- Price, J. C. (1984). *Land Surface Temperature Measurements From the Split Window Channels of the NOAA 7 AVHRR*. Journal of Geophysical Research. 89 (D5).
- Purwadhi, S H. (2001). *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: PT Gramedia Widiasrana Indonesia.
- Purwadhi, S. H. dan Sanjoto, T. B. (2008). *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. Kerjasama Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dengan Universitas Negeri Semarang.
- Qin, Z., and Karnieli, A. (1999). *Progress in Remote Sensing of Land Surface Temperature and Ground Emissivity Using NOAA-AVHRR Data*. International Journal of Remote Sensing, 20, 2367-2393.
- Rahmawati, Farida. (1999). *Kualitas Udara di DKI Jakarta Tahun 1997*. Depok: Jurusan Geografi. FMIPA Universitas Indonesia.
- Ruwanto, Bambang. (2011). *Asas-asas Fisika*. Jakarta: Yudhistira Ghalia Indonesia
- Saputra, Irlan Darma. (2008). *Fluktuasi Indeks Polusi Udara di DKI Jakarta (Studi Kasus Tahun 2001 – 2006)*. Skripsi. Depok: Jurusan Geografi. FMIPA Universitas Indonesia.
- Sutanto. (1982). *Pengetahuan Dasar Fotogrametri*. Yogyakarta: PUSPICS-Fakultas Geografi UGM.

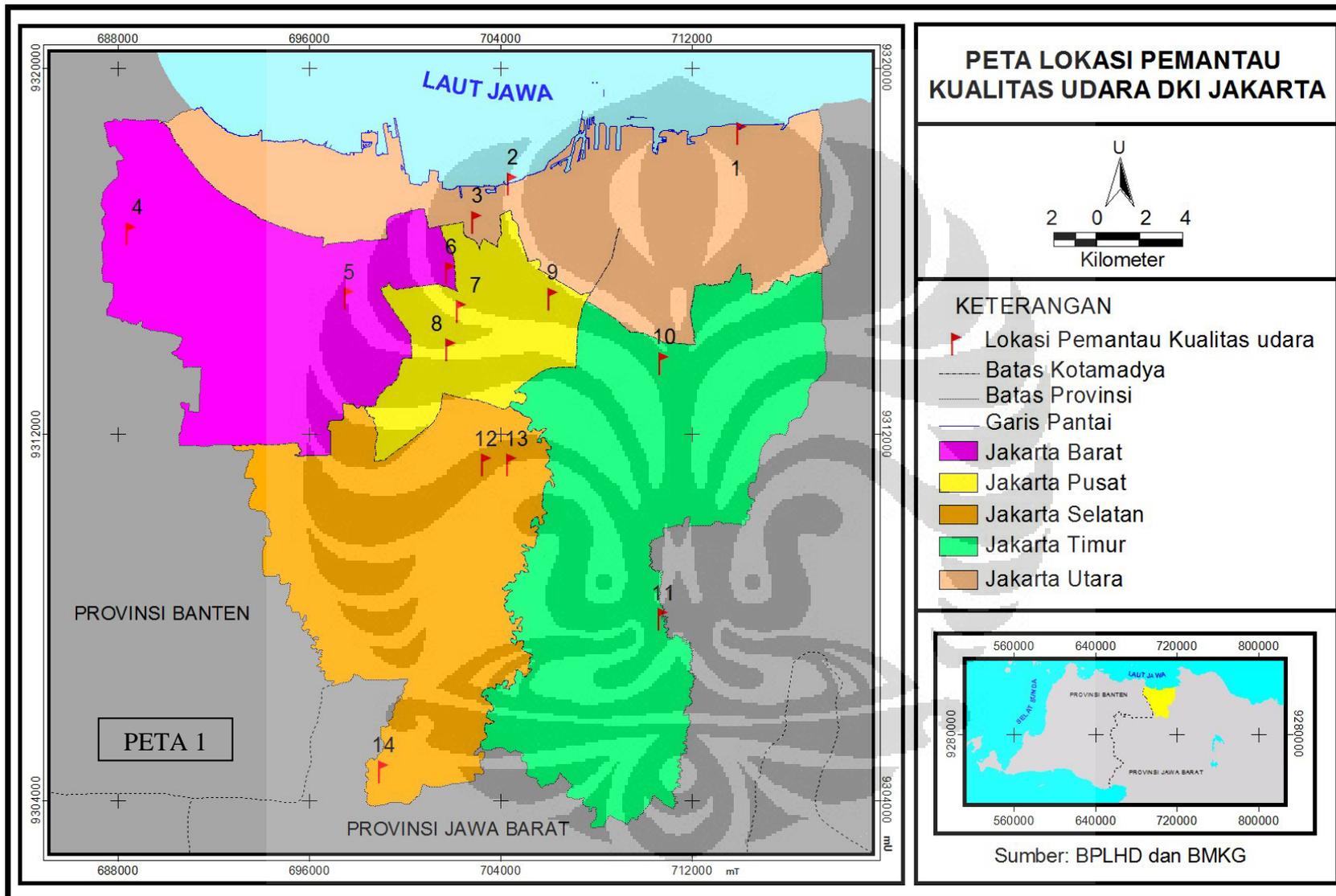
- Triyanti. (2008). *Pola Suhu Permukaan Kota Semarang Tahun 2001 dan 2006*. Skripsi. Depok: Jurusan Geografi. FMIPA Universitas Indonesia.
- Tursilowati, Laras. (2008). *Urban Heat Island Dan Kontribusinya Pada Perubahan Iklim Dan Hubungannya Dengan Perubahan Lahan*. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim. LAPAN.
- Vogt. J. C. (1996). *Land Surface Temperature Retrieval From NOAA AVHRR Data* In D'Souza, A. S. Belward and J. P. Malingreau. (editor) : *Advances in the Use of NOAA AVHRR Data For Land Applications*. Remote Sensing. Vol 5. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. The Netherlands. P: 125-151
- Wan, Zhenming. (1999). *MODIS Land Surface Temperature Algorithm ATBD version 3,3*. Institute for Computational Earth System Science. Santa Barbara, CA: University of California.
- Wardhana, Wisnu, L. D. (2003). *Pengaruh Tipe Penutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan Di Kota Bogor*. Skripsi. Bogor: Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Q Weng. (2001). *A Remote Sensing-GIS Evaluation of Urban Expansion and Its Impact on Surface Temperature in the Zhujiang Delta, China*. International Journal of Remote Sensing, 22(10): 1999-2014.
- Q Weng. (2003). *Fractal Analysis of Satellite-Detected Urban Heat Island Effect*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 69(5): 555-566.
- Q Weng., et al. (2006). *Urban Air Pollution Patterns, Land Use and Thermal Landscape: an Examination of the Linkage Using GIS*. Environmental Monitoring and Assessment, 117 (4), pp.463-489, (2006).
- Yusad, Yusniwarti. (2003). *Polusi Udara di Kota-kota Besar Dunia*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara.
- IPCC.http://www.ipcc.ch/meeting_documentation/meeting_documentation_ipcc_sessions_and_ipcc_wgs_sessions.shtml
- Komisi Kepolisian Indonesia.http://www.komisikepolisianindonesia.com/main.php?page=ar_tikle&id=1187

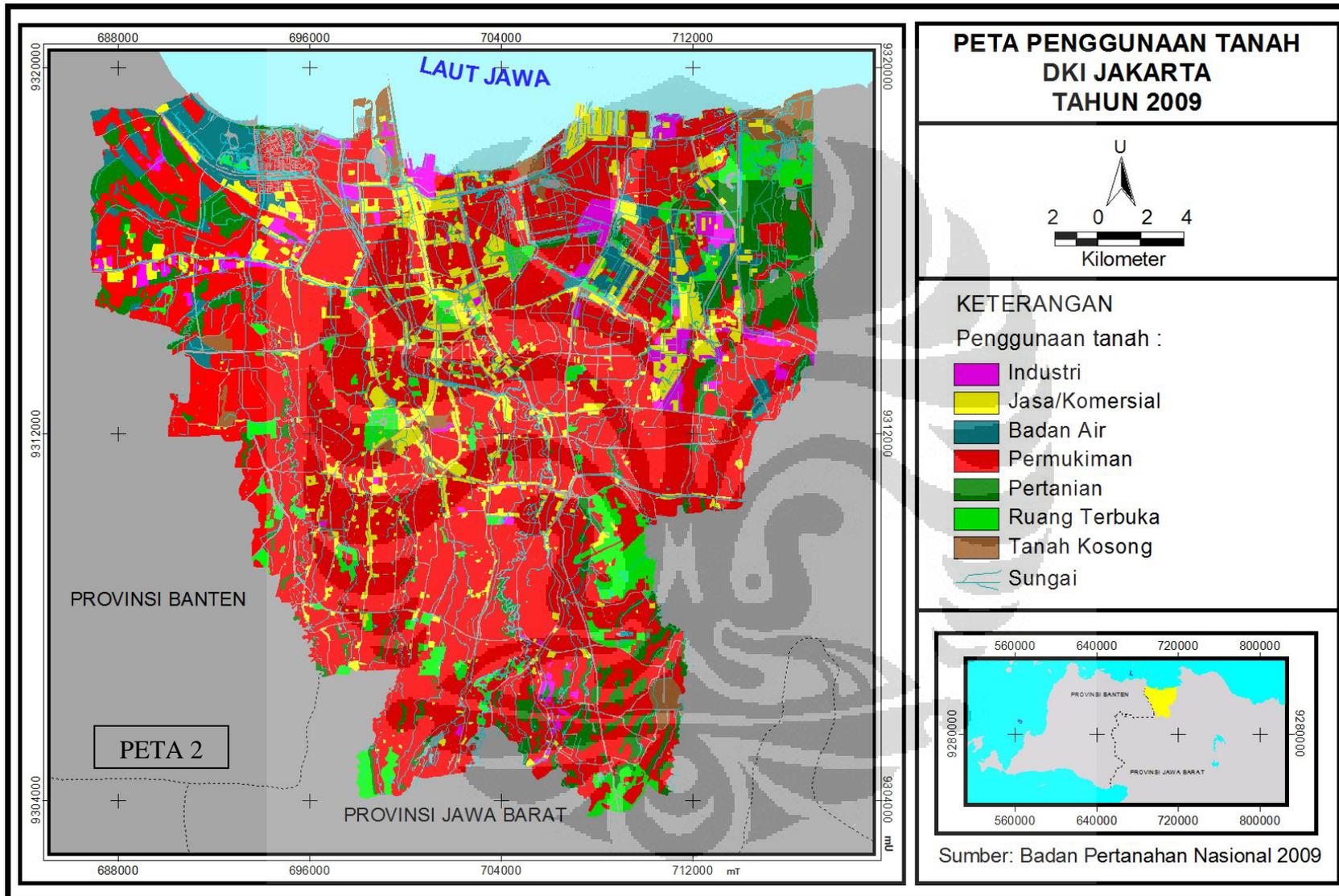
DAFTAR PUSTAKA

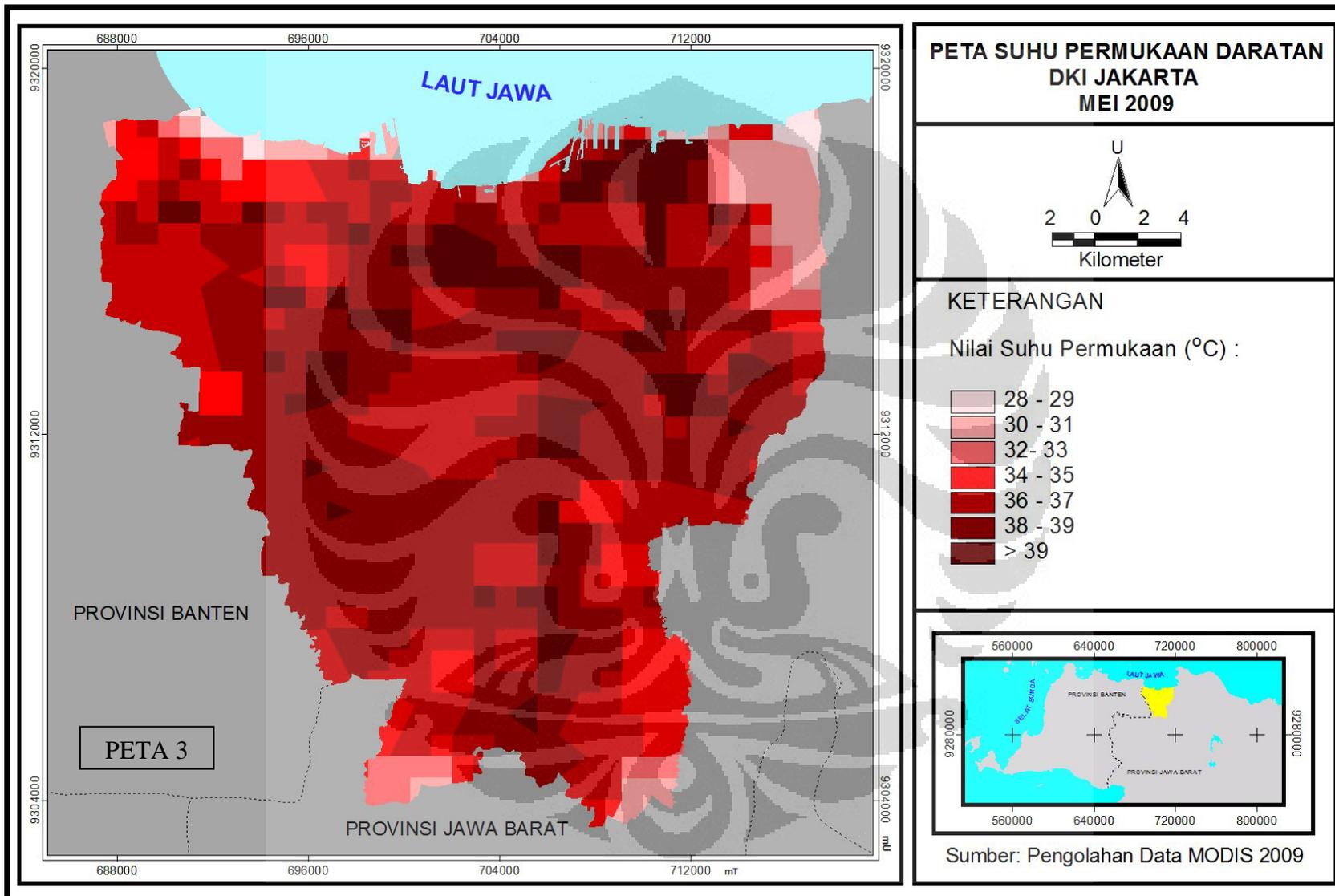
- Bakar, Abu A.M. (2006). *Persebaran Kualitas Udara Pada Daerah Industri Migas Studi di PT. Pertamina UP VI Balongan*. Depok: Geografi. FMIPA Universitas Indonesia.
- Becker, F. and Z. L. Li. (1990). *Towards a Local Split Window Method Over Land Surfaces*. *Int. J. Remote Sensing*, 11:369-393.
- Becker, F. and Li, Z.-L. (1995). *Surface Temperature and Emissivity at Different Scales: Definition, Measurement and Related Problems*. *Remote Sensing Reviews*, 12, 225-253.
- BPLHD. (2008). *Laporan Status Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta*. Jakarta.
- Campbell, G.S. (1977). *An Introduction to Environmental Biophysics*. Berlin: Springer-Verlag..
- Dash, P., et al. (2001). *Retrieval of Land Surface Temperature and Emissivity from Satellite Data: Physics, Theoretical Limitations and Current Methods*. *Journal of Indian Society of Remote Sensing* Vol. 29 No. 1&2. IIRS campus. Dehra Dun.
- Hashim, B. Mohammed dan Sultan, M. Abdullah. (2010). *Using remote sensing data and GIS to evaluate air pollution and their relationship with land cover and land use in Baghdad City*. *Iranian Journal of Earth Sciences* 2 (2010) / 120-124. Iran: Islamic Azad University Mashhad Branch.
- Houghton, J. (2004). *Global Warming, the Complete Briefing*. 3rd ed, Cambridge Cambridge, UK: University Press.
- IPCC, (2007). *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: University Press
- Kerr, Y. H., Lagouarade, J. P., and Imbernon, J. (1992). *Accurate Land Surface Temperature Retrieval from AVHRR Data With Use of an Improved Split Window Algorithm*. *Remote Sensing of Environment*, 41, 197-209.

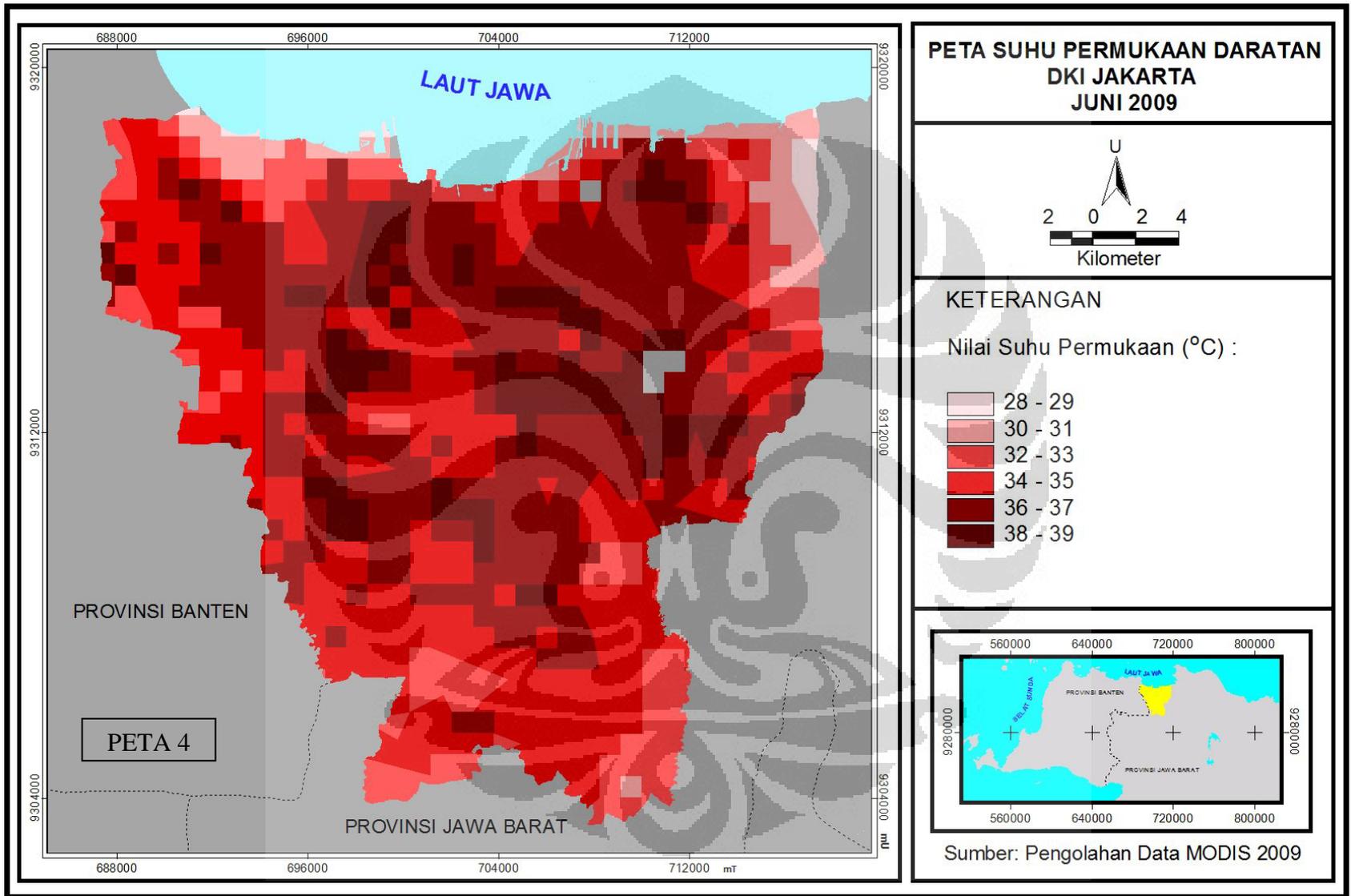
- Lakitan, Benyamin. (1994). *Dasar-dasar Klimatologi*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Mallick, et al. (2008). *Estimation of Land Surface Temperature over Delhi Using Landsat-7 ETM+*. Journal of Indian Geophysic Vol.12, No. 3, pp. 131-140.
- Prasasti, I., dkk. (2007). *Pengkajian Pemanfaatan Data Terra-MODIS Untuk Ekstraksi Data Suhu Permukaan Lahan (SPL) Berdasarkan Beberapa Algoritma*. Jurnal Pemanfaatan Penginderaan Jauh. Vol 4 No 1. Penelitian Pusbangja Inderaja. LAPAN
- Prata, F. (2002). *Land Surface Temperature Measurement from Space: AATSR Algorithm Theoretical Basis Document*. Australia: CSIRO Atmospheric Research Aspendale.
- Price, J. C. (1984). *Land Surface Temperature Measurements From the Split Window Channels of the NOAA 7 AVHRR*. Journal of Geophysical Research. 89 (D5).
- Purwadhi, S H. (2001). *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: PT Gramedia Widiasrana Indonesia.
- Purwadhi, S. H. dan Sanjoto, T. B. (2008). *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. Kerjasama Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dengan Universitas Negeri Semarang.
- Qin, Z., and Karnieli, A. (1999). *Progress in Remote Sensing of Land Surface Temperature and Ground Emissivity Using NOAA-AVHRR Data*. International Journal of Remote Sensing, 20, 2367-2393.
- Rahmawati, Farida. (1999). *Kualitas Udara di DKI Jakarta Tahun 1997*. Depok: Jurusan Geografi. FMIPA Universitas Indonesia.
- Ruwanto, Bambang. (2011). *Asas-asas Fisika*. Jakarta: Yudhistira Ghalia Indonesia
- Saputra, Irlan Darma. (2008). *Fluktuasi Indeks Polusi Udara di DKI Jakarta (Studi Kasus Tahun 2001 – 2006)*. Skripsi. Depok: Jurusan Geografi. FMIPA Universitas Indonesia.
- Sutanto. (1982). *Pengetahuan Dasar Fotogrametri*. Yogyakarta: PUSPICS-Fakultas Geografi UGM.

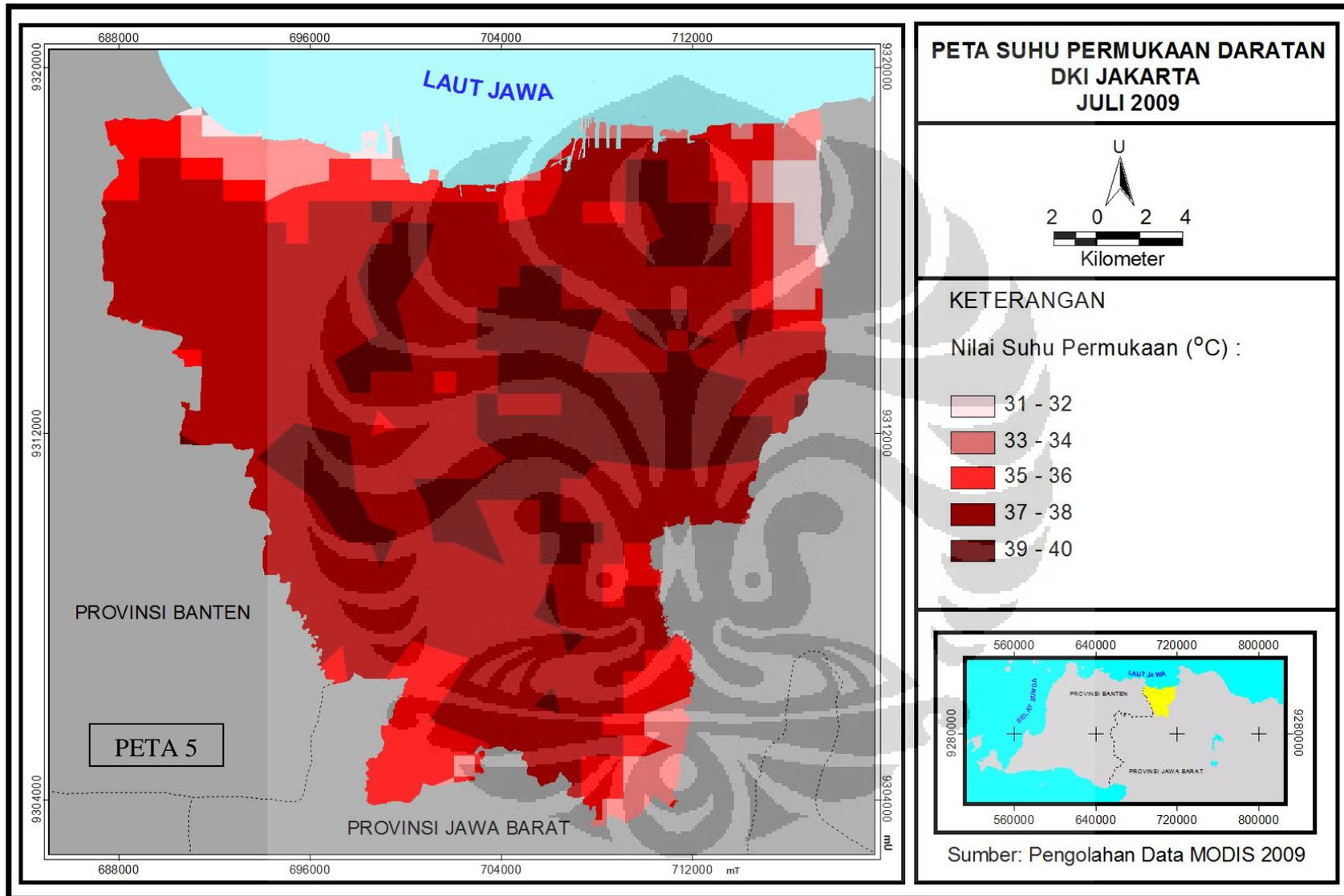
- Triyanti. (2008). *Pola Suhu Permukaan Kota Semarang Tahun 2001 dan 2006*. Skripsi. Depok: Jurusan Geografi. FMIPA Universitas Indonesia.
- Tursilowati, Laras. (2008). *Urban Heat Island Dan Kontribusinya Pada Perubahan Iklim Dan Hubungannya Dengan Perubahan Lahan*. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim. LAPAN.
- Vogt. J. C. (1996). *Land Surface Temperature Retrieval From NOAA AVHRR Data* In D'Souza, A. S. Belward and J. P. Malingreau. (editor) : *Advances in the Use of NOAA AVHRR Data For Land Applications*. Remote Sensing. Vol 5. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. The Netherlands. P: 125-151
- Wan, Zhenming. (1999). *MODIS Land Surface Temperature Algorithm ATBD version 3,3*. Institute for Computational Earth System Science. Santa Barbara, CA: University of California.
- Wardhana, Wisnu, L. D. (2003). *Pengaruh Tipe Penutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan Di Kota Bogor*. Skripsi. Bogor: Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Q Weng. (2001). *A Remote Sensing-GIS Evaluation of Urban Expansion and Its Impact on Surface Temperature in the Zhujiang Delta, China*. International Journal of Remote Sensing, 22(10): 1999-2014.
- Q Weng. (2003). *Fractal Analysis of Satellite-Detected Urban Heat Island Effect*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 69(5): 555-566.
- Q Weng., et al. (2006). *Urban Air Pollution Patterns, Land Use and Thermal Landscape: an Examination of the Linkage Using GIS*. Environmental Monitoring and Assessment, 117 (4), pp.463-489, (2006).
- Yusad, Yusniwarti. (2003). *Polusi Udara di Kota-kota Besar Dunia*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara.
- IPCC.http://www.ipcc.ch/meeting_documentation/meeting_documentation_ipcc_sessions_and_ipcc_wgs_sessions.shtml
- Komisi Kepolisian Indonesia.http://www.komisikepolisianindonesia.com/main.php?page=ar_tikle&id=1187

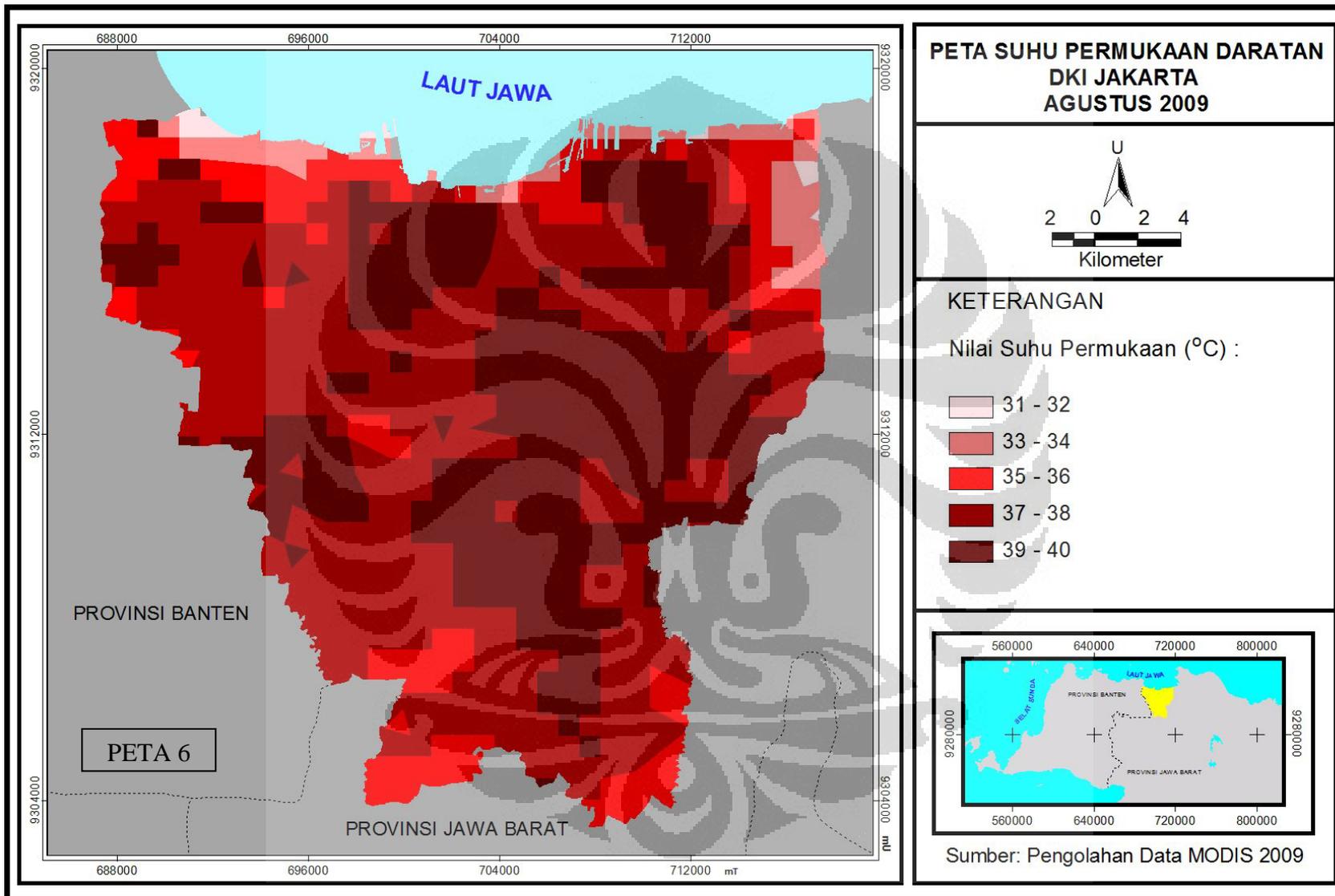


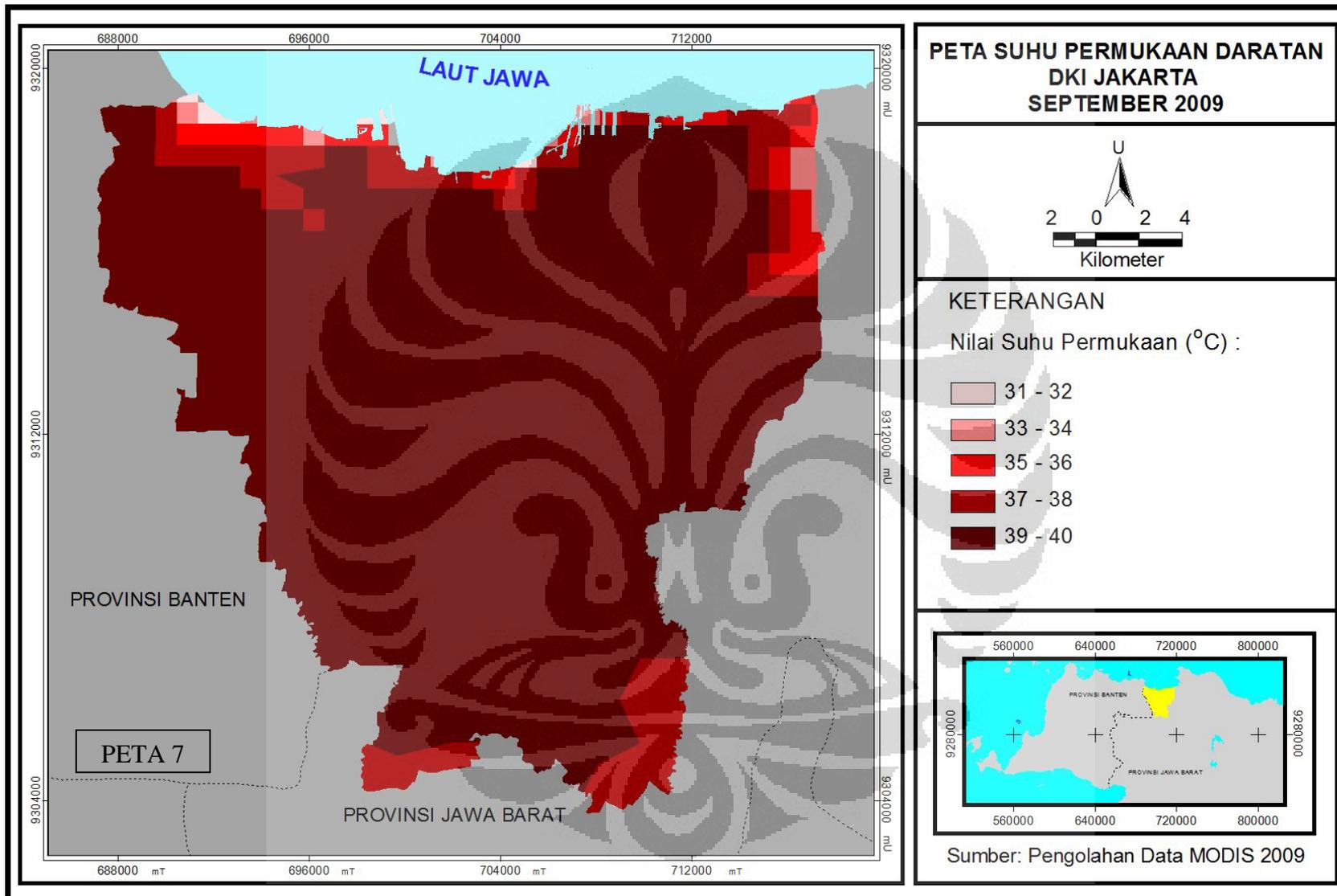


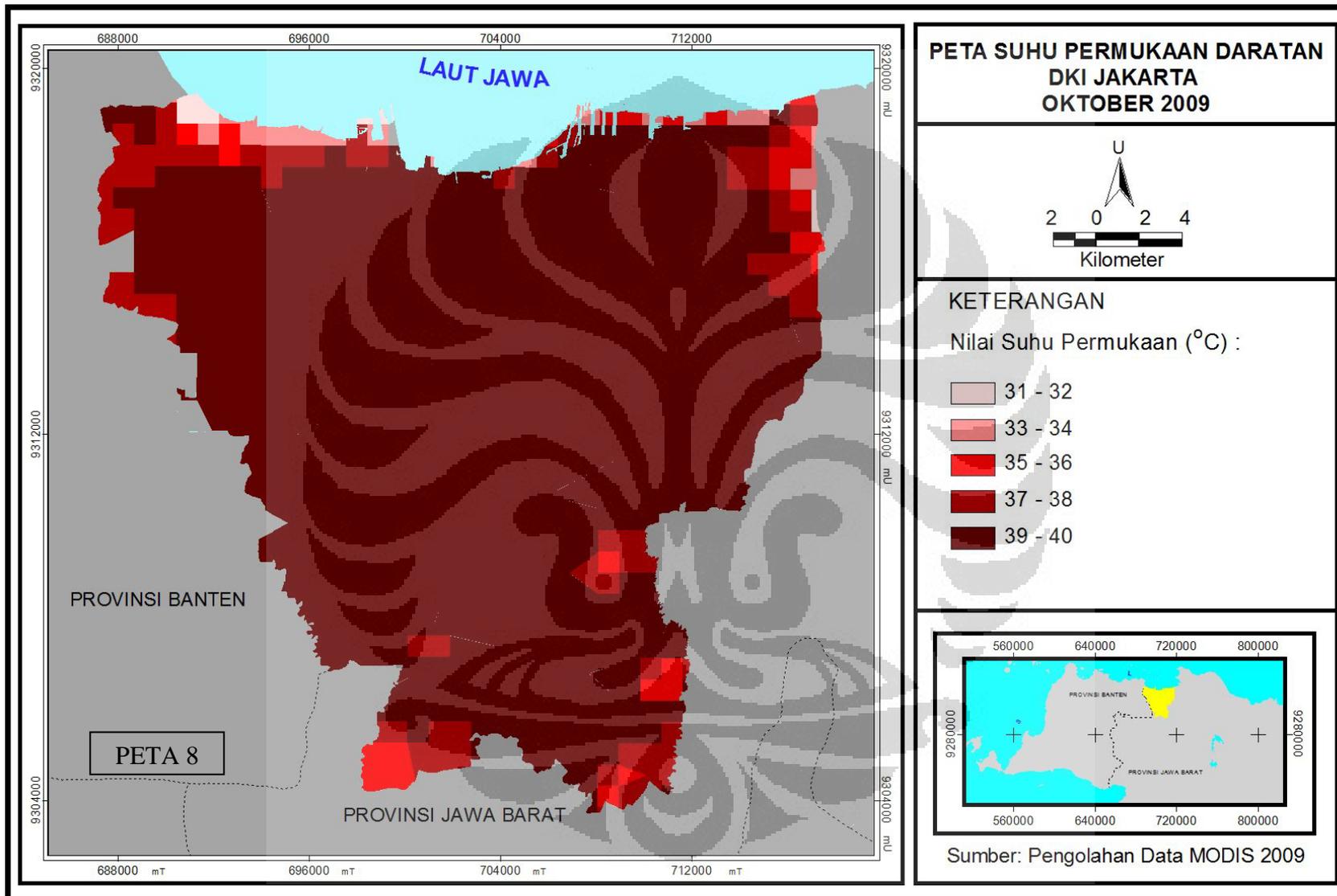


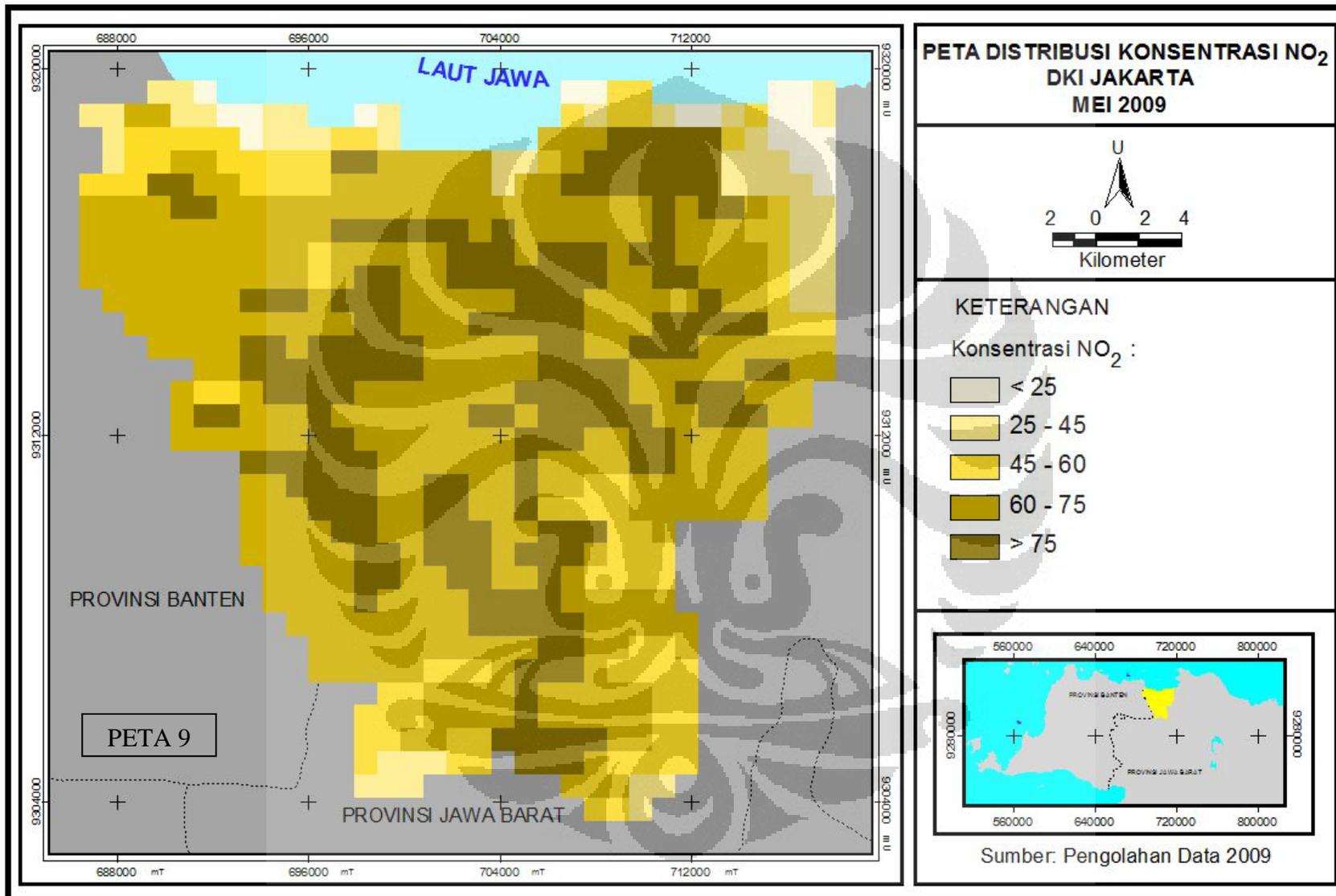


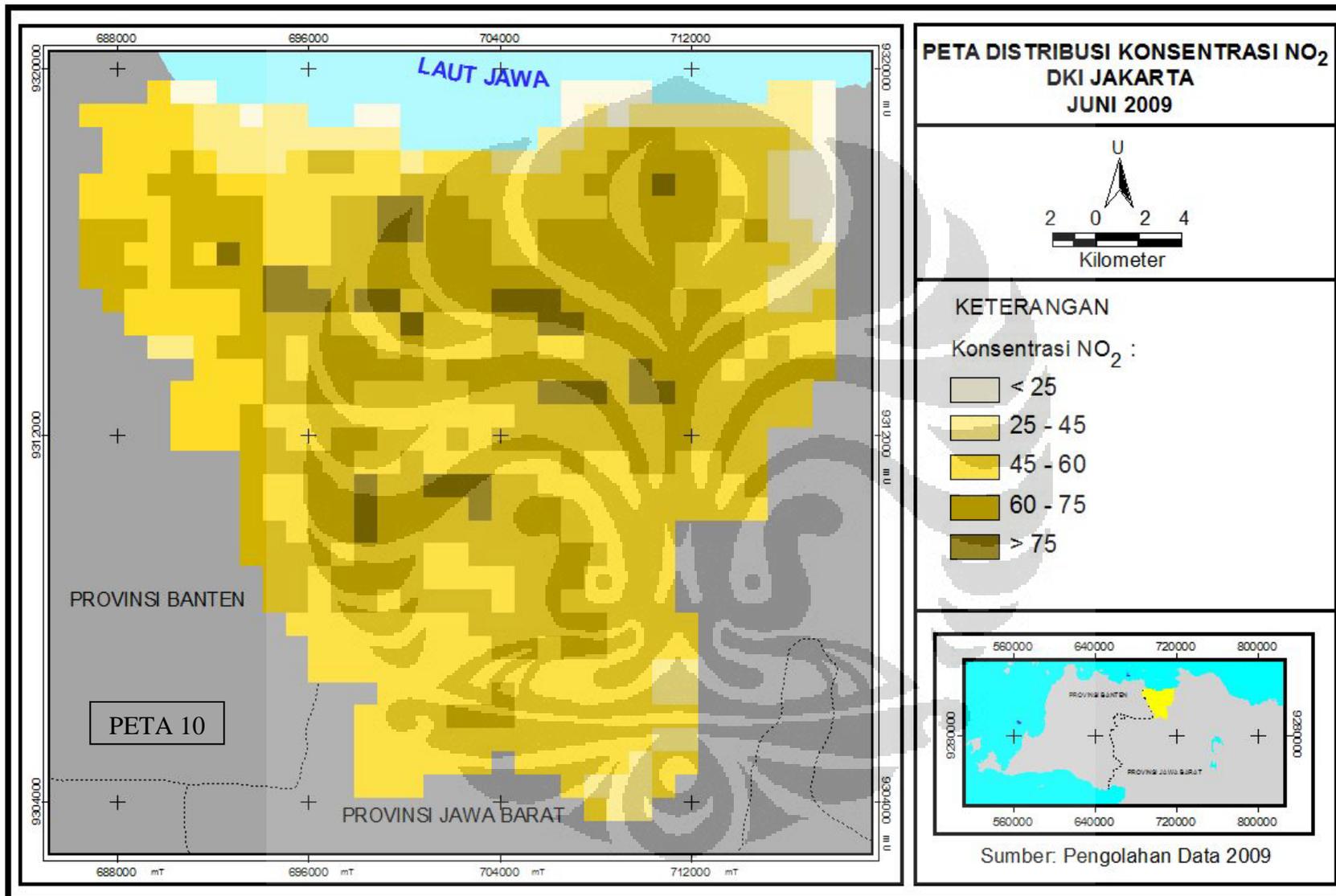


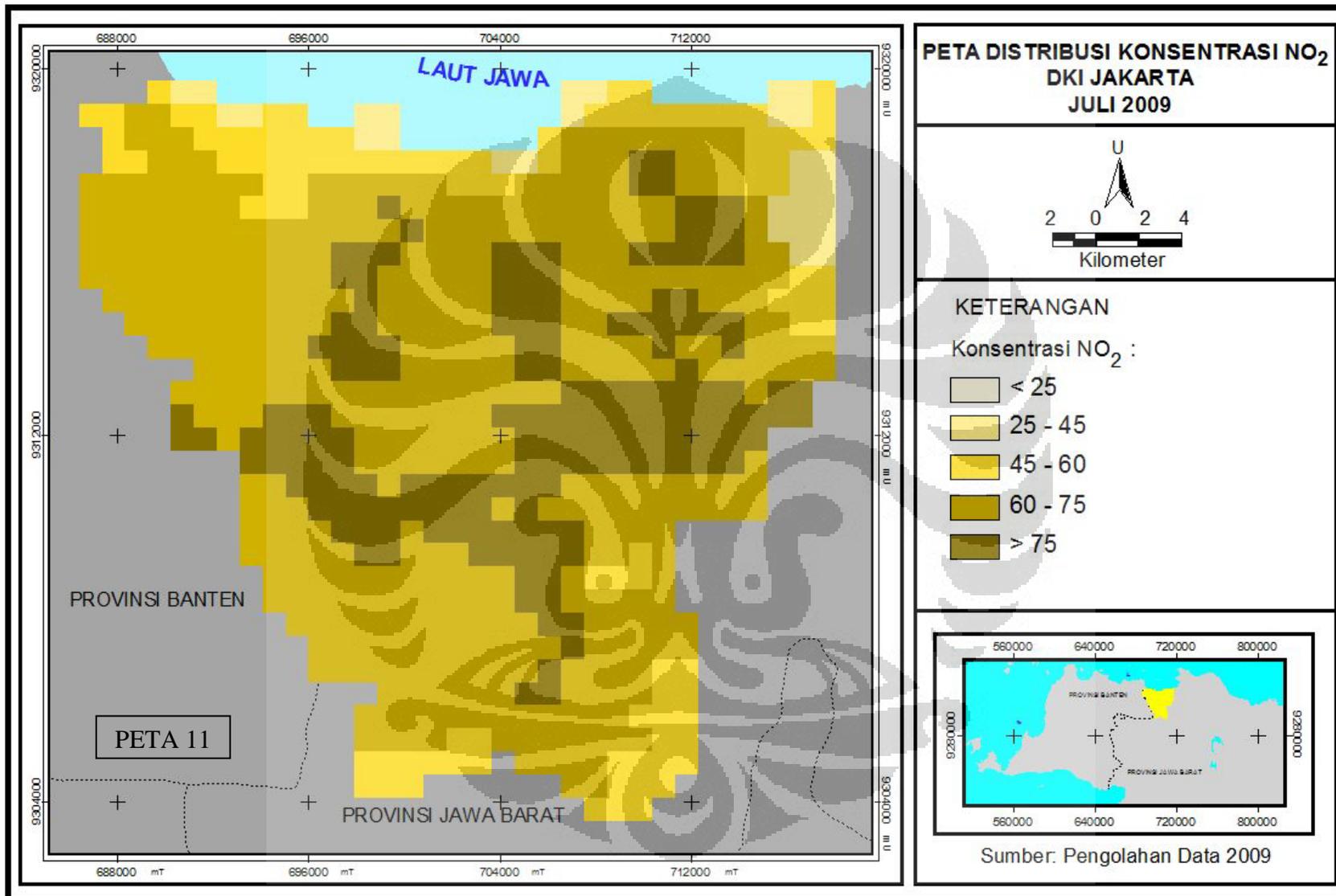


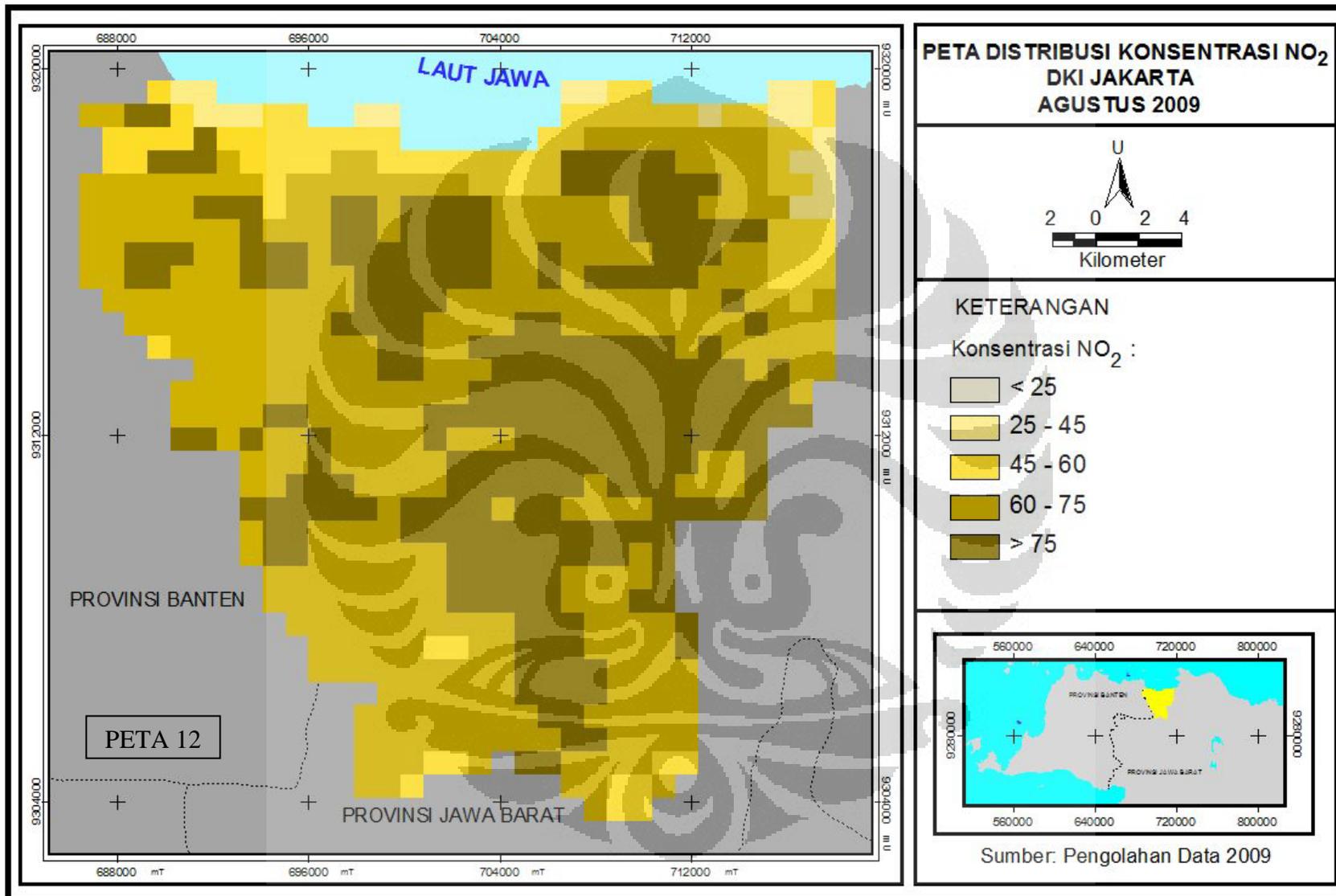


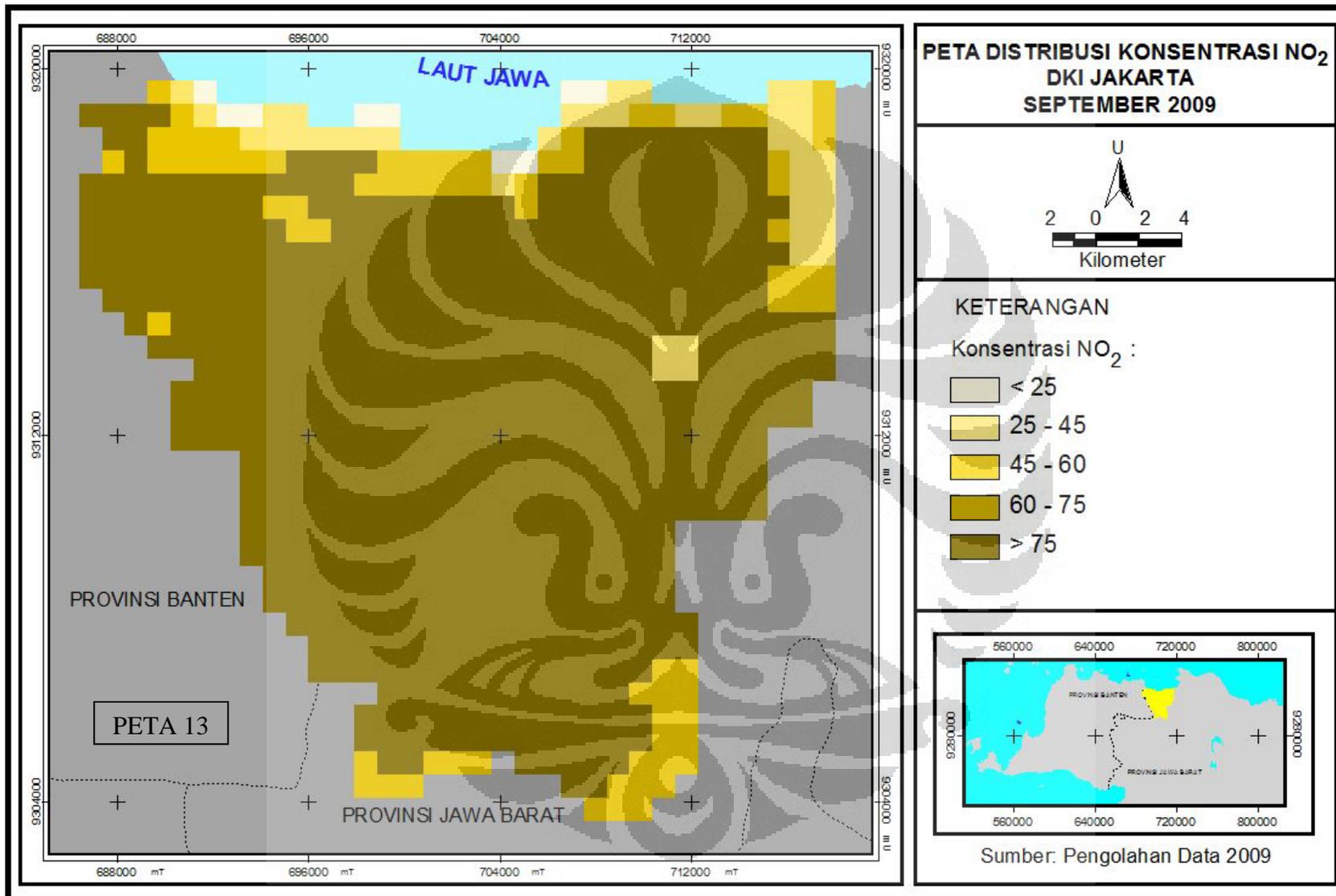


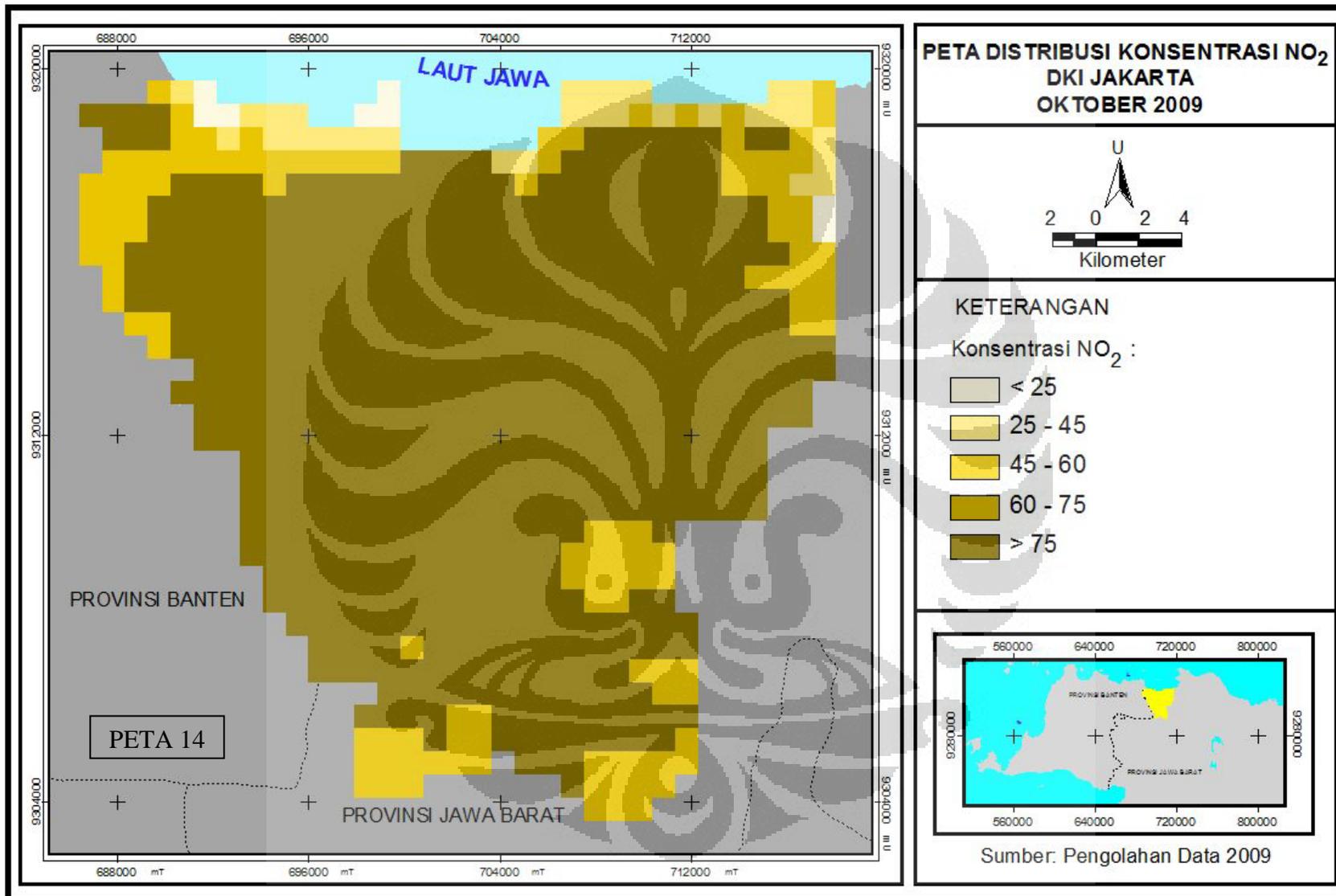


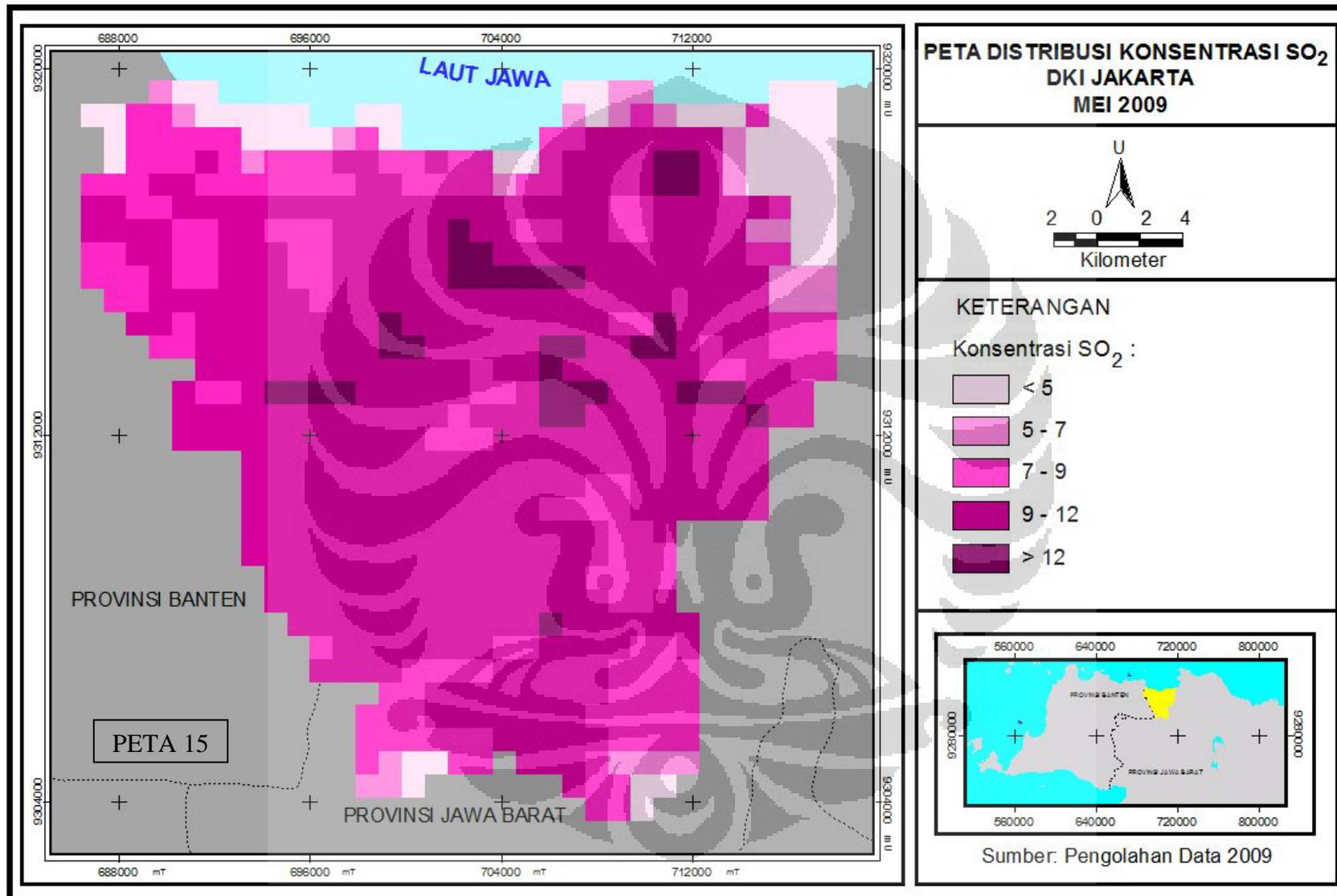


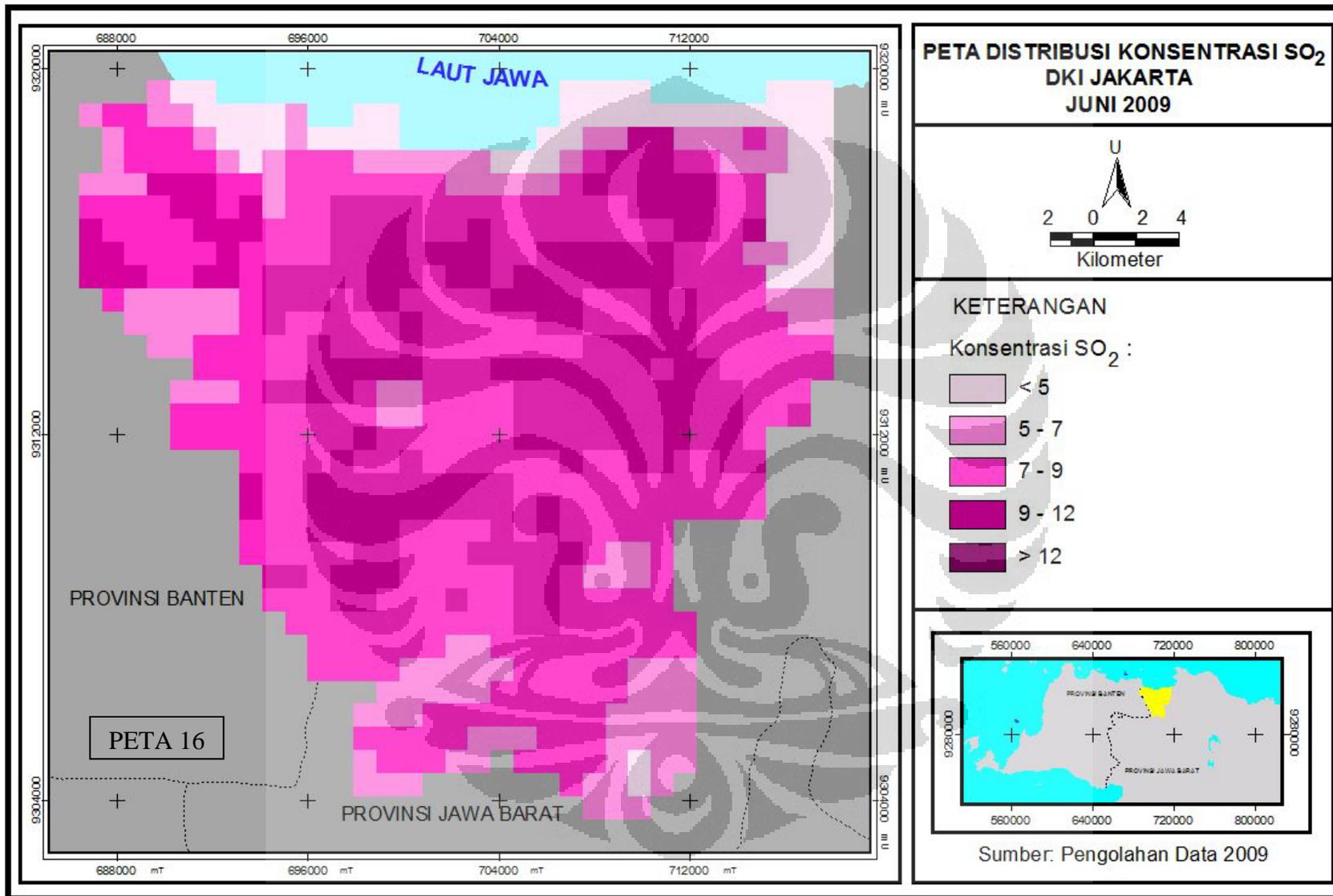


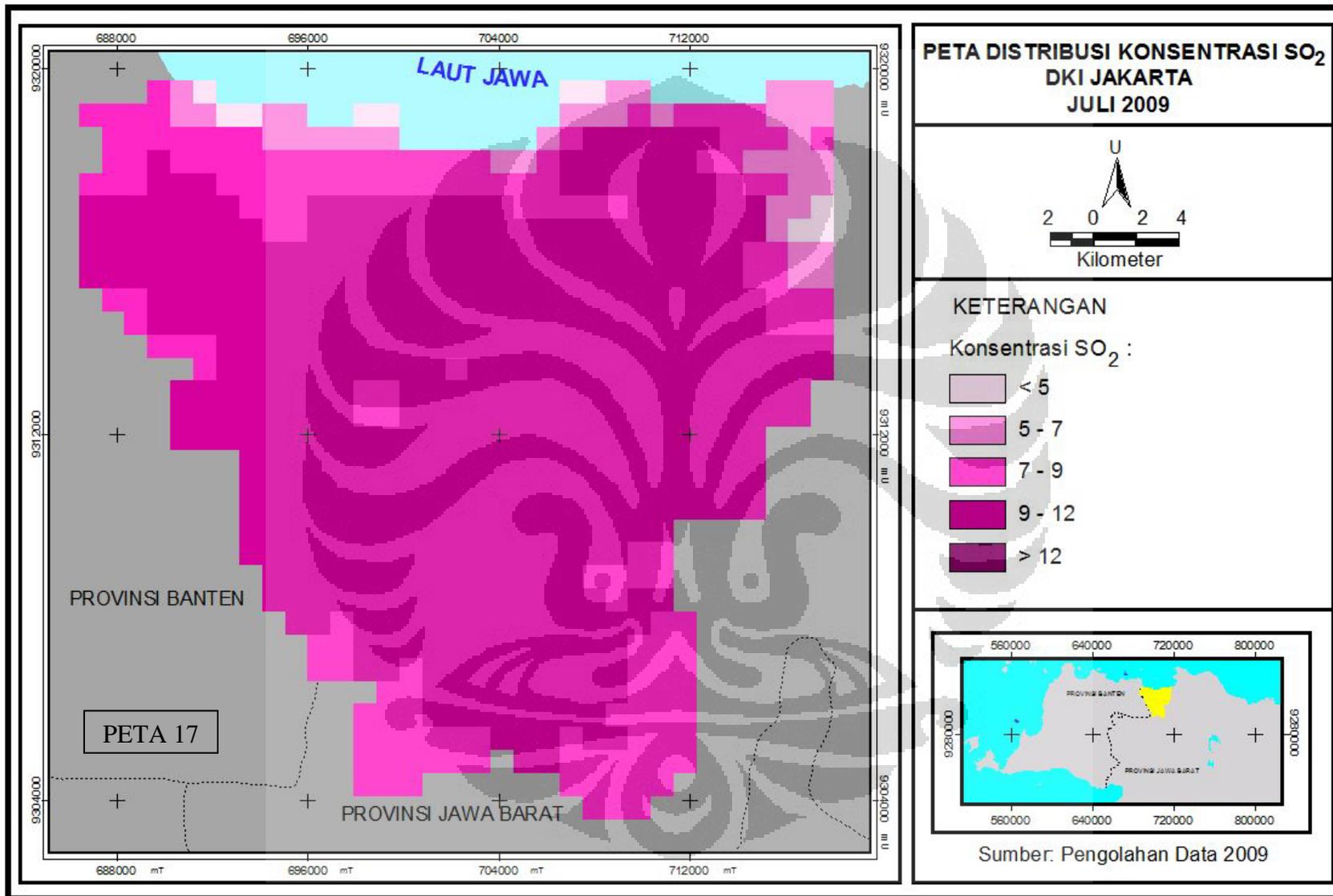


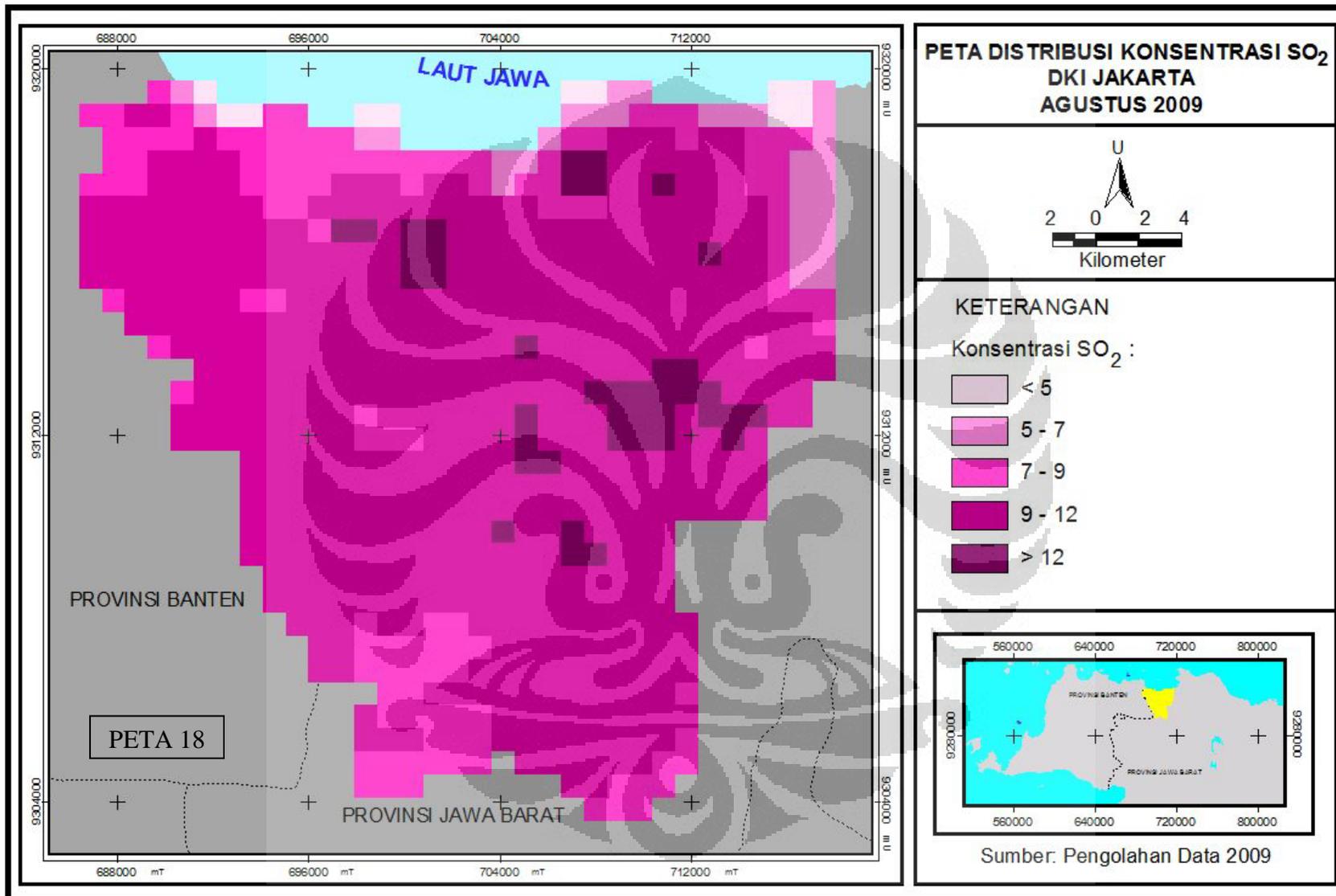


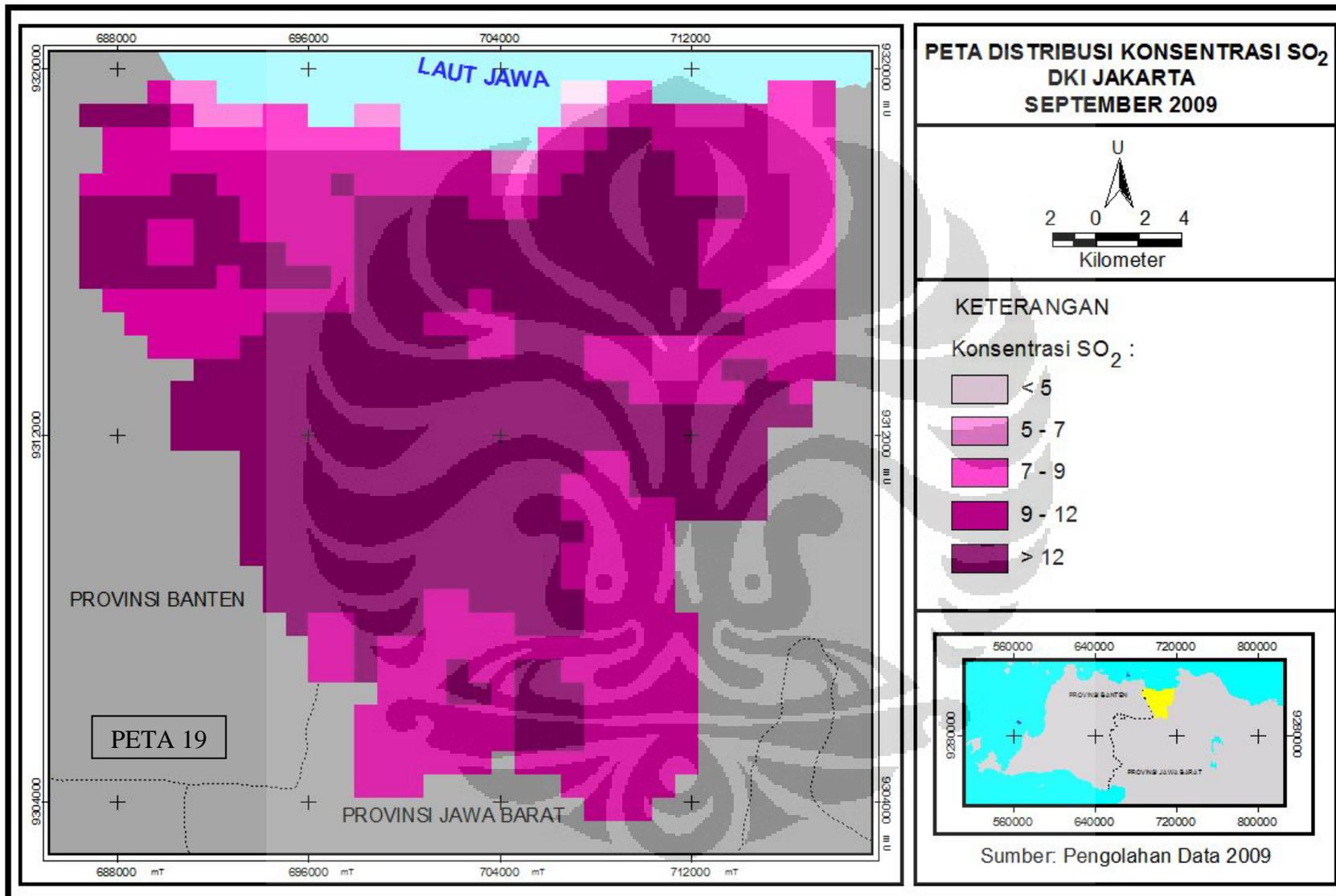


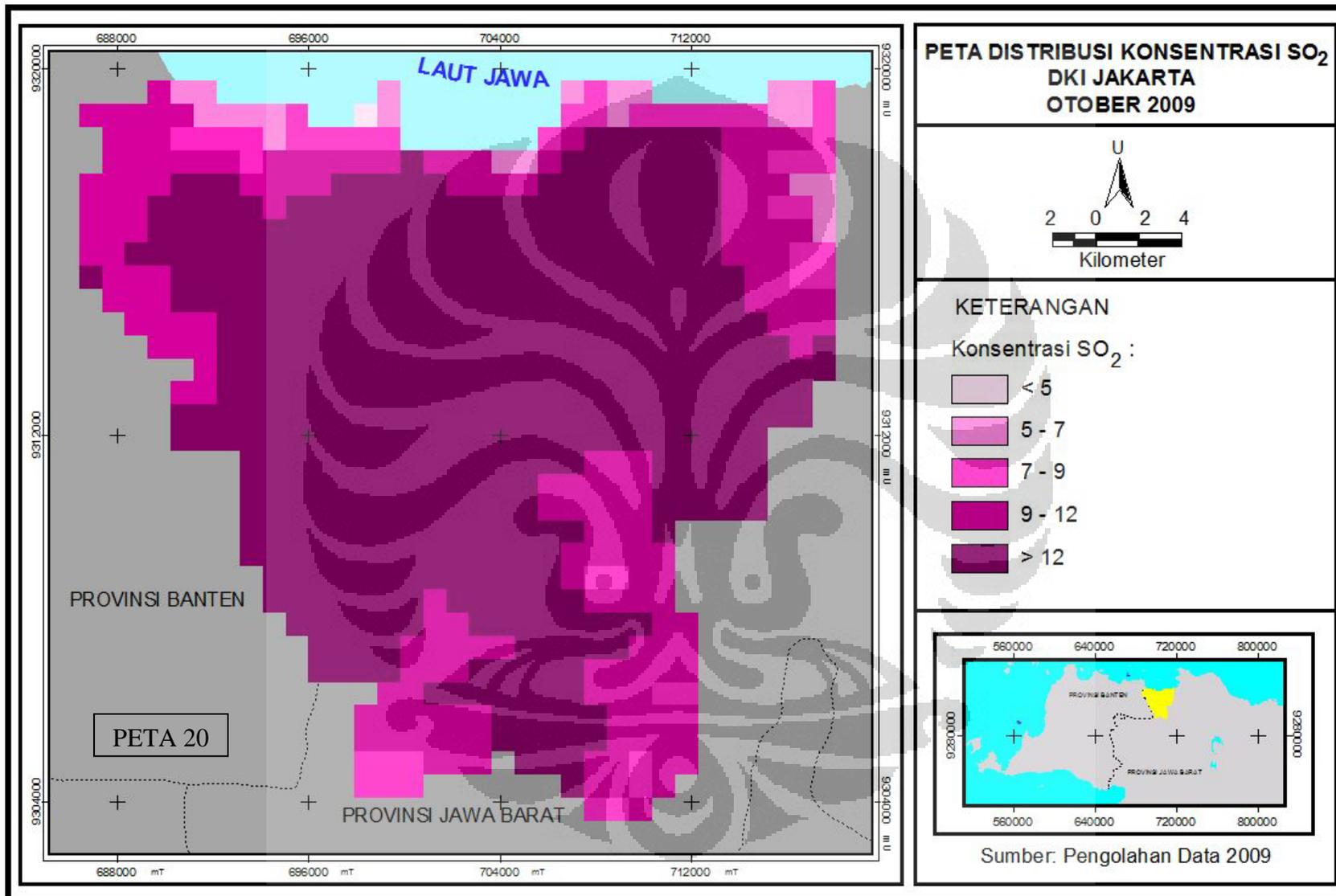












Koordinat Lokasi Alat Pemantau Kualitas Udara

NO.	LOKASI	KOORDINAT	
		X_COORD	Y_COORD
1	Cilincing	714699.62580	9325354.83479
2	Ancol 1	704728.23915	9323177.87946
3	Ancol 2	703172.74405	9321524.21785
4	Kalideres	688116.63688	9321020.92679
5	Bandengan	697626.84548	9318225.05173
6	Glodok	702058.22031	9319316.03962
7	Istiqlal	702495.30299	9317655.54973
8	Monas	702046.85137	9315998.09656
9	Kemayoran	706482.12500	9318194.73358
10	JIEP	711342.77378	9315412.40816
11	Lubang Buaya	711302.68277	9304352.05194
12	Kuningan	703579.18442	9311015.79436
13	Tebet	704685.97010	9311011.92535
14	Kahfi	699106.40663	9297759.42129

Proses Pengolahan Data MODIS pada GrADS (dalam *Notepad++*)

1. Contoh header

```
netcdf air.2m.gauss.1948 {  
dimensions:  
    lon = 192 ;  
    lat = 94 ;  
    time = UNLIMITED ; // (1464 currently)  
variables:  
    float lat(lat) ;  
        lat:units = "degrees_north" ;  
        lat:actual_range = 88.542f, -88.542f ;  
        lat:long_name = "Latitude" ;  
        lat:standard_name = "latitude" ;  
        lat:axis = "Y" ;  
    float lon(lon) ;  
        lon:units = "degrees_east" ;  
        lon:long_name = "Longitude" ;  
        lon:actual_range = 0.f, 358.125f ;  
        lon:standard_name = "longitude" ;  
        lon:axis = "X" ;  
    double time(time) ;  
        time:units = "hours since 1-1-1 00:00:0.0" ;  
        time:long_name = "Time" ;  
        time:actual_range = 17067072., 17075850. ;  
        time:delta_t = "0000-00-00 06:00:00" ;  
        time:avg_period = "0000-00-00 06:00:00" ;  
        time:standard_name = "time" ;  
        time:axis = "T" ;  
    short air(time, lat, lon) ;  
        air:long_name = "4xDaily Air temperature at 2 m" ;
```

```

air:unpacked_valid_range = 150.f, 400.f ;

air:actual_range = 169.9f, 328.3f ;

air:units = "degK" ;

air:add_offset = 477.65f ;

air:scale_factor = 0.01f ;

air:missing_value = 32766s ;

air:precision = 2s ;

air:least_significant_digit = 1s ;

air:GRIB_id = 11s ;

air:GRIB_name = "TMP" ;

air:var_desc = "Air temperature" ;

air:dataset = "NMC Reanalysis" ;

air:level_desc = "2 m" ;

air:statistic = "Mean" ;

air:parent_stat = "Individual Obs" ;

air:valid_range = -32765s, -7765s ;

// global attributes:
:Conventions = "COARDS" ;

:title = "4x daily NMC reanalysis (1948)" ;

:history = "created 99/05/17 by Hoop (netCDF2.3)" ;

:description = "Data is from NMC initialized reanalysis\n",
               "(4x/day). It consists of T62 variables interpolated
to\n",
               "pressure surfaces from model (sigma) surfaces." ;

:platform = "Model" ;

:references =
"http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html" ;

data:

lat = 88.542, 86.6531, 84.7532, 82.8508, 80.9473, 79.0435, 77.1394,
75.2351,

```

73.3307, 71.4262, 69.5217, 67.6171, 65.7125, 63.8079, 61.9033, 59.9986,
58.0939, 56.1893, 54.2846, 52.3799, 50.4752, 48.5705, 46.6658, 44.7611,
42.8564, 40.9517, 39.047, 37.1422, 35.2375, 33.3328, 31.4281, 29.5234,
27.6186, 25.7139, 23.8092, 21.9044, 19.9997, 18.095, 16.1902, 14.2855,
12.3808, 10.47604, 8.57131, 6.66657, 4.76184, 2.8571, 0.952368,
-0.952368, -2.8571, -4.76184, -6.66657, -8.57131, -10.47604, -12.3808,
-14.2855, -16.1902, -18.095, -19.9997, -21.9044, -23.8092, -25.7139,
-27.6186, -29.5234, -31.4281, -33.3328, -35.2375, -37.1422, -39.047,
-40.9517, -42.8564, -44.7611, -46.6658, -48.5705, -50.4752, -52.3799,
-54.2846, -56.1893, -58.0939, -59.9986, -61.9033, -63.8079, -65.7125,
-67.6171, -69.5217, -71.4262, -73.3307, -75.2351, -77.1394, -79.0435,
-80.9473, -82.8508, -84.7532, -86.6531, -88.542 ;

lon = 0, 1.875, 3.75, 5.625, 7.5, 9.375, 11.25, 13.125, 15, 16.875, 18.75,

(dan seterusnya)

time = 17067072, 17067078, 17067084, 17067090, 17067096, 17067102,
17067108,(dan seterusnya)

2. Membuat file *nc*

```
#foreach n (025 033 041 049 057 065 073 081 089 097 105 113 121 129 137 145  
153 161 169 177 185 193 201 209 217 225 233 241 249 257 265 273 281 289 297  
305 313 321 329 337 345 353 361)
```

```
#hdfdump S2009$n.hdf > S2009$n.cdl
```

```
#end
```

```
foreach m (025 033 041 049 057 065 073 081 089 097 105 113 121 129 137 145  
153 161 169 177 185 193 201 209 217 225 233 241 249 257 265 273 281 289 297  
305 313 321 329 337 345 353 361)
```

```
sed -n '1,lp' S2009$m.cdl > test.cdl
```

```
cat header.txt >> test.cdl
```

```
echo " time = $m ; " >> test.cdl
```

```
echo "" >> test.cdl
```

```
cat koor.txt >> test.cdl
```

```
echo "LST = " >> test.cdl
sed -n '678,1000000p' S2009$m.cdl >>test.cdl
ncgen -o test.nc test.cdl
mv test.nc S2009$m.nc
end
```

3. *Command* (membuat *LST* bulanan dan melihat grafik statitiknya pada *GrADS*)

```
ga-> sdfopen lstmonth_2009.nc
Scanning self-describing file:  lstmonth_2009.nc
SDF file lstmonth_2009.nc is open as file 1
LON set to 100.01 110.002
LAT set to -9.99583 -0.004167
LEV set to 0 0
Time values set: 2009:1:25:0 2009:1:25:0
E set to 1 1
ga-> set t 1 last
Time values set: 2009:1:25:0 2009:12:25:0
ga-> define suhul=mean(lst,lon=106,lon=107)
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
MEANing. dim = 0, start = 720, end = 839
```

```
Define memory allocation size = 115200 bytes  
ga-> define suhu2=mean(suhul,lat=-6.5,lat=-5)
```

```
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600  
MEANing. dim = 1, start = 421, end = 600
```

```
Define memory allocation size = 96 bytes
```

```
ga-> d suhu2
```

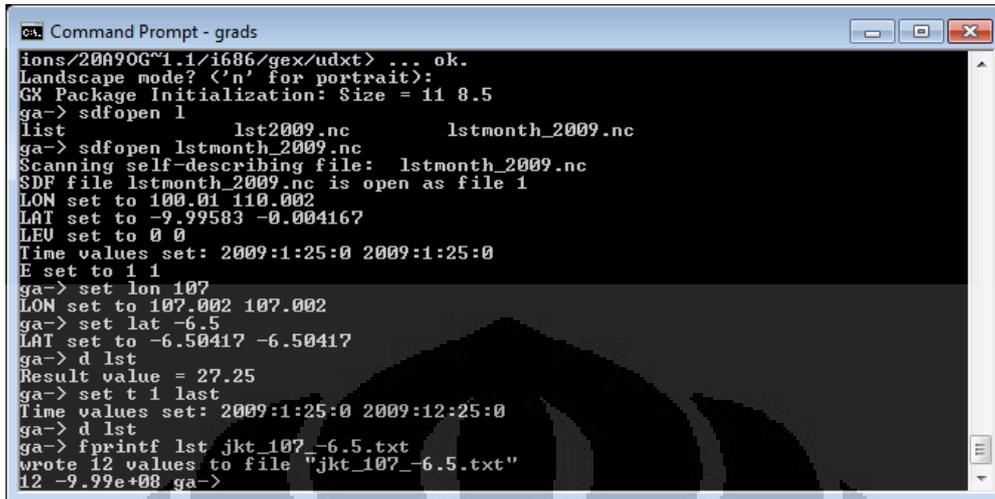
```
Result value = 27.7979  
Result value = 25.1366  
Result value = 26.4619  
Result value = 29.747  
Result value = 29.057  
Result value = 28.1099  
Result value = 29.8626  
Result value = 30.4662  
Result value = 32.5431  
Result value = 31.6264  
Result value = 27.6227  
Result value = 30.213
```

```
ga-> fprintf suhu2 jkt2009.txt
```

```
wrote 1 values to file "jkt2009.txt"
```

```
1 -9.99e+08 ga-> !more jkt2009.txt
```

Gambar 1. Contoh Command Prompt



```
ions/200906~1.1/i686/gex/udxt> ... ok.
Landscape mode? (<'n' for portrait>):
GX Package Initialization: Size = 11 8.5
ga-> sdlopen 1
list          lst2009.nc          lstmonth_2009.nc
ga-> sdlopen lstmonth_2009.nc
Scanning self-describing file: lstmonth_2009.nc
SDF file lstmonth_2009.nc is open as file 1
LON set to 100.001 110.002
LAT set to -9.99583 -0.004167
LEU set to 0 0
Time values set: 2009:1:25:0 2009:1:25:0
E set to 1 1
ga-> set lon 107
LON set to 107.002 107.002
ga-> set lat -6.5
LAT set to -6.50417 -6.50417
ga-> d lst
Result value = 27.25
ga-> set t 1 last
Time values set: 2009:1:25:0 2009:12:25:0
ga-> d lst
ga-> fprintf lst jkt_107_-6.5.txt
wrote 12 values to file "jkt_107_-6.5.txt"
12 -9.99e+08 ga->
```

Foto-foto Survey



(a)

(b)

Gambar 2. Peralatan Pengukur Kualitas Udara (a) Box dan Corong, (b) Tabung Kimia



Gambar 3. Alat Pengukur Kualitas Udara di Tebet (Masjid Al-Ittihad)



Gambar 4. Lokasi Alat Pengukur Kualitas Udara di Masjid Istiqlal