

## PENGARUH PERKEMBANGAN PEMBANGUNAN DAERAH URBAN PADA PERUBAHAN IKLIM DAN LINGKUNGAN DI SEMARANG

### THE INFLUENCE OF URBAN DEVELOPMENT ON THE CHANGES OF CLIMATE AND ENVIRONMENT IN SEMARANG

---

Laras Tursilowati

Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan  
Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN, Semarang  
Email: laras@bdg.lapan.go.id; laras\_lapan@yahoo.com

**Abstrak:** Perubahan penggunaan lahan dalam hal ini adalah pembangunan terutama di kota-kota besar (urban) umumnya sangat pesat, menyebabkan perubahan di segala bidang. Taman-taman kota atau lahan bervegetasi semakin berkurang sehingga fungsi untuk menyegarkan udara kota menjadi berkurang pula. Perkembangan ini mengakibatkan perubahan unsur-unsur iklim terutama di pusat kota akan berbeda dengan wilayah di sekitarnya. Dalam penelitian ini diamati perubahan lahan karena perkembangan pembangunan di kota Semarang dan perubahan iklim maupun lingkungan yang terjadi dengan menggunakan estimasi dari data Satelit Landsat dengan metode klasifikasi tak terbimbing dan metode neraca energi permukaan. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan lahan yang cukup signifikan dalam kurun waktu 1994 sampai 2002 yaitu bertambahnya lahan pemukiman seluas 3606 ha (2,5% dari luas total lahan Semarang), industri 0,3% dan lahan terbuka 37,4%. Sebaliknya daerah yang mengalami pengurangan luasan adalah hutan 2,1%, sawah 2%, perkebunan 1,6%. Penambahan areal non vegetasi dan pengurangan lahan ini mengakibatkan berbagai perubahan pada faktor iklim dan lingkungan yang diindikasikan dengan Suhu Udara dan Indeks Kenyamanan (THI). Suhu Udara yang tinggi di pusat kota disebut sebagai Pulau Panas Perkotaan terlihat di sebagian besar Semarang. Demikian pula telah terjadi pergeseran indeks kenyamanan yang cukup mencolok, yaitu pada tahun 1994 di kota Semarang masih dalam nyaman karena masih dalam daerah THI 20-26, sedangkan pada tahun 2002 hampir sebagian besar THInya diatas 26 yang berarti sudah tidak nyaman lagi.

**Kata kunci:** Perubahan lahan, Urban, UHI, dan THI.

**Abstract:** The Land Use change in this way is development especially in big cities (urban) generally very rapidly, that cause change in all the fields. City gardens or vegetation area decrease then function for refreshing air in city decrease too. This development effect to changes of climates especially in the central of city will be different with area in the surrounding. This research investigate land cover change because of development in Semarang that cause climate change and environment change by using estimation from Landsat Satellite data with unsupervised classification method and surface energy balance method. The result show that was happened significant land use change from 1994 to 2002 there are increase in residence area about 3606 ha (2.5% from area total of Semarang), industry 0.3% and open land 37.4%. Otherwise region with area decrease are forest about 2.1%, paddy field 2%, plantation 1.6%. Increasing of non vegetation area and decrease of vegetation area affect in changes of climate and environment that were indicated by Air Temperature and Temperature Humidity Index (THI). High temperature air is in central of city that called Urban Heat Island showed in almost region of Semarang. Therefore change of temperature humidity index contrast, that is in 1994 in Semarang still have comfort region with THI 20-26, otherwise in 2002 almost region with THI grater than 26 that indicate uncomfot regions.

**Keywords:** landuse change, urban, UHI, and THI.

## PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk di kota-kota besar termasuk di Semarang akan meningkatkan kebutuhan energi dan perubahan lahan. Bertambahnya emisi gas buang di atmosfer akan menyebabkan terhalangnya gelombang panjang yang akan keluar dari atmosfer bumi, sehingga suhu atmosfer bumi semakin panas. Bertambahnya pemukiman dan gedung-

gedung menyebabkan turbulensi yang cukup tinggi sehingga mengakibatkan partikel-partikel terperangkap di lingkungan tersebut, yang pada akhirnya menyebabkan perubahan iklim urban, yaitu suhu udara kota meningkat sehingga terbentuklah pulau panas perkotaan (*Urban Heat Island*).

Keadaan kota yang lebih berbentuk tiga dimensi, karena bangunan-bangunan tinggi, menghasilkan bentuk geometri yang kompleks dalam pertukaran panas. Sisi-sisi vertikal permukaan kota seperti bangunan-bangunan kantor, perumahan-perumahan apartemen, berperan menghalangi hilangnya radiasi termal ke angkasa. Dalam hal ini panas yang tertahan sebagian akan diradiasikan kembali di antara bangunan-bangunan sehingga memperlambat hilangnya panas. Ditambah lagi di kota juga memiliki banyak sumber panas buatan yang berasal dari penggunaan energi seperti pada industri, rumah-rumah tinggal dan kendaraan bermotor yang menjadikan kota lebih panas dari desa.

Faktor iklim lainnya yang berubah adalah kelembaban udara. Dari kedua faktor iklim ini yaitu suhu udara dan kelembaban akan dapat diturunkan juga indeks kenyamanannya atau disebut juga sebagai *Temperature Humidity Index*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati perubahan lahan di Semarang yang berakibat pada perubahan unsur iklim urban diantaranya adalah suhu udara, kelembaban dan indeks kenyamanan. Sedangkan sasaran yang ingin dicapai adalah tersedianya peta spasial klasifikasi lahan, pola spasial distribusi hasil estimasi unsur iklim urban (suhu udara, kelembaban dan indeks kenyamanan) serta analisis perubahannya di kota Semarang.

## LOKASI PENELITIAN

**Semarang** adalah ibukota Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Semarang merupakan salah kota yang dipimpin oleh walikota. Kota ini terletak sekitar 485 km sebelah timur Jakarta, atau 308 km sebelah barat Surabaya. Semarang berbatasan dengan Laut Jawa di utara, Kabupaten Demak di timur, Kabupaten Semarang di selatan, dan Kabupaten Kendal di barat.



**Gambar 1.** Kota Semarang.

Kota Semarang terdiri atas 16 kecamatan, yang terbagi lagi dalam sejumlah kelurahan dan desa, yaitu :

- |                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| 1. Banyumanik   | 9. Pedurungan        |
| 2. Candisari    | 10. Semarang Barat   |
| 3. Gajahmungkur | 11. Semarang Selatan |
| 4. Gayamsari    | 12. Semarang Tengah  |
| 5. Genuk        | 13. Semarang Timur   |
| 6. Gunungpati   | 14. Semarang Utara   |
| 7. Mijen        | 15. Tembalang        |
| 8. Ngaliyan     | 16. Tugu             |



**Gambar 2.** Kabupaten Semarang.

Kabupaten Semarang, adalah sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Tengah. Ibukotanya adalah Ungaran. Kabupaten ini berbatasan dengan Kota Semarang di utara; Kabupaten Demak dan Kabupaten Grobogan di timur; Kabupaten Boyolali di timur dan selatan; serta Kabupaten Magelang, Kabupaten Temanggung, dan Kabupaten Kendal di barat.

Data yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Data landsat (sumber : LAPAN Pekayon) yang mencakup wilayah Semarang tahun 1994 dan 2002.
- b. Peta Rupa Bumi Semarang skala 1:25.000 (sumber : Bakosurtanal).
- c. Peta digital administrasi Semarang.
- d. Peta digital tata guna lahan Kodya Semarang tahun 2000.
- e. Data iklim (suhu udara, radiasi, angin) Semarang dari BMG tahun 1990 - 2001.

## METODE PENELITIAN

### Klasifikasi jenis penutup lahan Semarang

Untuk mengklasifikasi jenis penutup lahan Semarang dari data satelit landsat ini digunakan metode pengklasifikasian tak terbimbing (*unsupervised classification*), yang sebelumnya melalui proses pemulihan citra (*Image Restoration*), penajaman citra (*Image Enhancement*), Cropping wilayah kajian dengan data RBI dan peta administrasi Semarang. Setelah itu dilakukan proses koreksi Geometri dan koreksi Radiometrik. Setelah didapat klasifikasi lahan, kemudian dengan cara *overlay matrix* bisa diamati perubahan lahannya.

### Estimasi Suhu Udara (Ta)

Persamaan pendugaan suhu udara dengan suhu permukaan digunakan persamaan yang diungkapkan oleh Geiger (1959), Campbell (1977), Oke (1978), Arya (1988), dan Monteith & Unsworth (1990). Persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$T(0,t) = \bar{T} + A(0)\sin \omega t \tag{1}$$

$$T(z,t) = \bar{T} + A(0)e^{-z/D} \sin(\omega t - z/D) \tag{2}$$

Dimana  $T(0,t)$  = suhu permukaan pada waktu  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $T(z,t)$  = suhu udara pada ketinggian  $z$  pada waktu  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\bar{T}$  = suhu permukaan rata-rata,  $A(0)$  = amplitudo (jarak suhu maksimum dan minimum terhadap suhu rata-ratanya) ( $T_{\max} = \bar{T} + A(0)$  dan  $T_{\min} = \bar{T} - A(0)$ ) ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\omega$  = fluktuasi sudut getaran ( $\frac{2\pi}{t}$ ) ( $\text{s}^{-1}$ ),  $t$  = waktu getaran (s),  $z$  = ketinggian (m),  $D$  = peredaman kedalaman (*damping depth*) tergantung dari *difusivitas thermal* udara (m).

Untuk menduga suhu udara pada persamaan 1 dan 2 diperlukan nilai amplitudo. Seperti halnya kecepatan angin pada 2 m, nilai amplitudo juga dibedakan untuk pada penggunaan lahan dengan dominasi air, vegetasi, dan tanah (perkotaan). Pada prinsip yang sama, persamaan 1 dirubah menjadi persamaan regresi linear menjadi  $y = a + b x$ , sehingga nilai  $b$  merupakan nilai amplitudo. Pengukuran lapangan untuk menghitung amplitudo dilakukan selama 22 hari pada penggunaan lahan yang berbeda.

### Estimasi Kelembaban Udara (RH)

Kelembaban udara ditentukan oleh jumlah uap air yang terkandung di dalam udara. Data klimatologi untuk kelembaban udara umumnya dinyatakan dengan kelembaban relative (*Relative Humidity*, disingkat RH). RH merupakan perbandingan anatara kelembaban uap aktual ( $e_a$ ) dengan kapasitas udara untuk menampung uap air atau sering disebut tekanan uap jenuh ( $e_s$ ). RH dapat dituliskan dalam persen (%):

$$RH = \frac{e_a}{e_s} \times 100 \quad (3)$$

RH = Kelembaban relatif (%);  $E_a$  = Tekanan uap aktual (Kpa);  $E_s$  = Tekanan uap jenuh (Kpa)

Tekanan uap jenuh  $e_s$  merupakan fungsi dari suhu udara (Tetens, 1930 dan Allen, et., al, 1998) yang secara empiris dapat dituliskan sebagai

$$e_s = 6.1078 \exp \left[ \frac{17.27 T_a}{T_a + 273.3} \right] \quad (4)$$

$T_a$  = Suhu udara ( $^{\circ}\text{C}$ );  $e_s$  = Tekanan uap jenuh (Kpa)

Tekanan uap aktual ( $E_a$ ) dapat dihitung dari titik embun ( $T_d$ ) yang secara empiris dapat dituliskan sesuai dengan persamaan 23, hanya saja untuk  $T_a$  diganti dengan  $T_d$ .

$$e_a = 6.1078 \exp \left[ \frac{17.27 T_d}{T_d + 273.3} \right] \quad (5)$$

### Estimasi Indeks Kenyamanan (THI)

Beberapa ahli telah berusaha untuk menyatakan pengaruh parameter-parameter iklim terhadap kenyamanan manusia dengan bantuan persamaan yang mengandung dua atau lebih parameter iklim. *Temperature Humidity Index* atau dikenal juga dengan Indeks Kelembaban Panas, merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengkaji tingkat kenyamanan di suatu daerah. Metode ini menghasilkan suatu indeks untuk menetapkan efek dari kondisi panas pada kenyamanan manusia yang mengkombinasikan suhu dan kelembababan (Encyclopedia, 2003). Hasil penelitian yang telah dilakukan Mulyana et al, (2003), menyatakan bahwa Indeks Kenyamanan dalam kondisi nyaman berada pada kisaran THI 20 – 26.

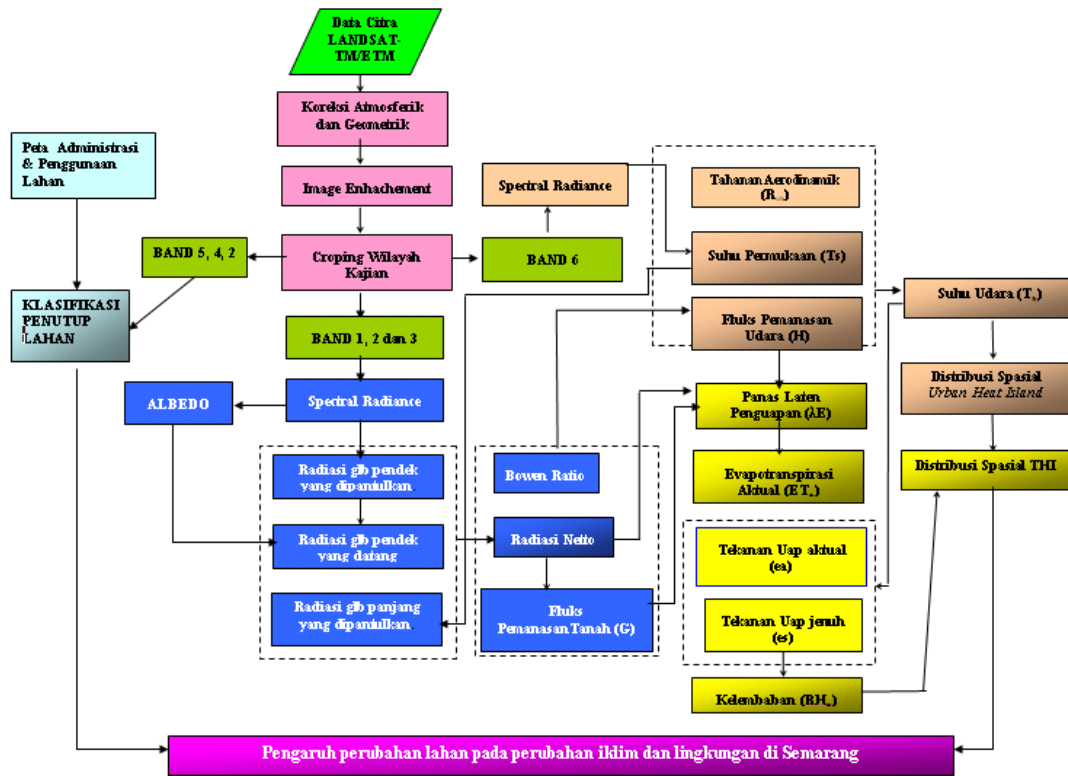
Penentuan THI atau indeks kenyamanan dapat ditentukan dari nilai suhu udara ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan kelembaban (RH) dengan persamaan sebagai berikut (Nieuwolt 1975 dalam D. Murdiyarto dan H. Suharsono 1992):

$$THI = 0,8 T_a + \frac{(RH \times T_a)}{500} \quad (6)$$

THI = *Temperature Humidity Indeks*;  $T_a$  = Suhu Udara ( $^{\circ}\text{C}$ ); RH = Kelembaban Udara (%)

## PENGOLAHAN DATA

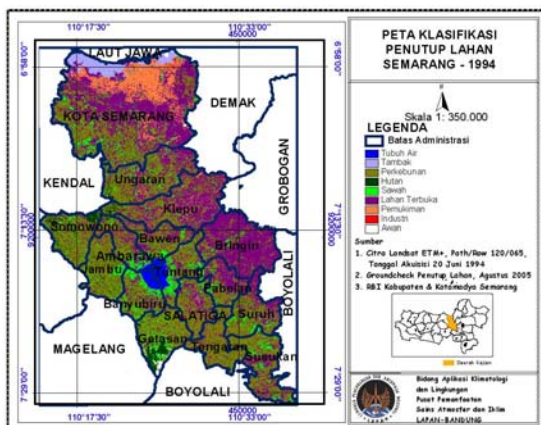
Skema urutan pengolahan datanya adalah sebagai berikut :



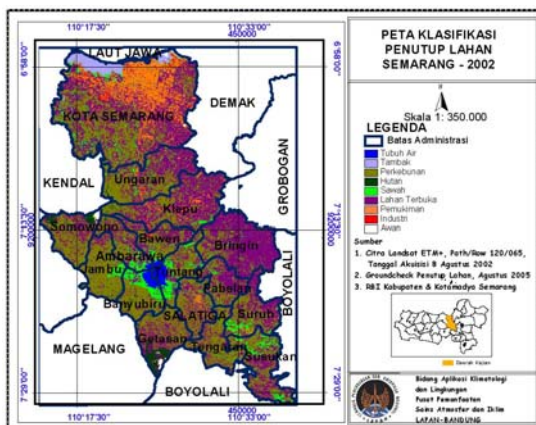
Gambar 3. Skema pengolahan data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

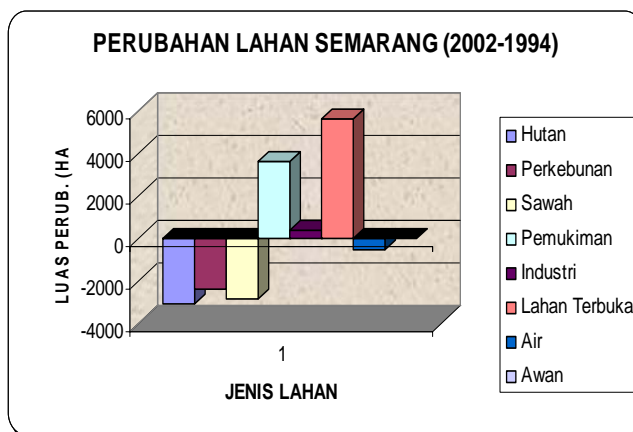
### Perubahan Lahan Semarang



Gambar 4. Klasifikasi lahan Semarang 1994.



Gambar 5. Klasifikasi lahan Semarang 2002.



**Gambar 6.** Grafik perubahan lahan Semarang (2002 – 1994).

**Tabel 1.** Perubahan lahan Semarang.

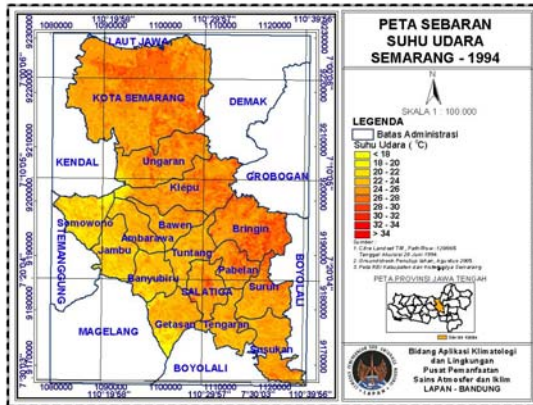
Jenis Lahan Semarang	Luas lahan		Perubahan Lahan	PROSENTASE			
	1994	2002		1994	2002	dr total	dr sblmnya
	(Ha)	(Ha)	(Ha)	(%)	(%)	(%)	(%)
Hutan	5229.6	2174.9	-3054.8	3.7	1.5	-2.1	-58.4
Perkebunan	59400.7	57045.5	-2355.2	42.3	39.6	-1.6	-4.0
Sawah	12303.0	9453.2	-2849.8	8.8	6.6	-2.0	-23.2
Pemukiman	8191.1	11797.7	3606.6	5.8	8.2	2.5	44.0
Industri	355.3	731.5	376.2	0.3	0.5	0.3	105.9
Lahan Terbuka	52533.7	58154.5	5620.8	37.4	40.3	3.9	10.7
Air	2183.3	1651.1	-532.2	1.6	1.1	-0.4	-24.4
Tambak	3625.38	2825.82	-799.6	2.6	2.0	-0.6	-22.1
Awan	312.8	300.0	-12.9	0.2	0.2	0.0	-4.1
JUMLAH	144135.0	144134.2		100	100		

Untuk pengamatan lahan di wilayah Semarang tahun 1994 dan 2002 dapat dilihat pada gambar 4, gambar 5, grafik 6, dan tabel 1. Berdasarkan hasil klasifikasi penggunaan lahan dengan data Landsat tahun 1994, dan 2002 menunjukkan bahwa lahan yang mengalami penambahan luas mulai dari yang terbesar adalah lahan terbuka, pemukiman, dan industri. Sedangkan yang berkurang mulai dari yang terluas adalah hutan, sawah, perkebunan, dan tubuh air.

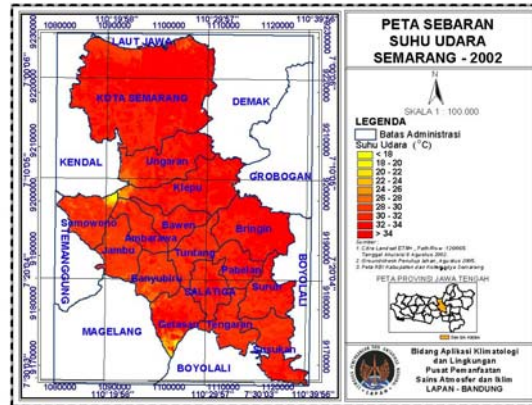
Lahan terbuka mengalami pertambahan luas yang paling besar yaitu dari 52534 Ha (37,4% dari total luas Semarang) pada tahun 1994 menjadi 5621 Ha (40,3% dari total luas Semarang) pada tahun 2002, yang berarti meningkat 3,9% dari total luas Semarang atau meningkat 10,7% dari luas lahan terbuka sebelumnya.

Kemudian lahan pemukiman mengalami kenaikan luas lahan sebesar 3606 ha atau 2,5% dari total luas lahan Semarang. Disusul oleh lahan industri bertambah luasnya sebesar 376 Ha (0,3% dari total luas Semarang). Sedangkan yang mengalami penurunan terbesar adalah hutan dari 5229,6 Ha (3,7% dari total luas Semarang) pada tahun 1994 menjadi 2175 Ha (1,5% dari total luas Semarang) pada tahun 2002 yang berarti turun 2,1% dari total luas Semarang atau berkurang 58,4% dari luas hutan tahun 1994. Kemudian lahan sawah dari 12300 Ha (8,8% dari total luas Semarang) pada tahun 1994 menjadi 9453 Ha (6,6% dari total luas Semarang) pada tahun 2002 yang berarti turun 2% dari total luas Semarang atau 23,2% dari luas sawah 1994. Disusul lahan perkebunan yang mengalami pengurangan luas sebesar 2355 Ha (1,6% dari total luas Semarang atau berkurang 4% dari luas perkebunan tahun 1994). Tambak mengalami pengurangan lahan sebesar 799,6 Ha (0,6% dari total luas Semarang atau 22% dari luas tambak Semarang tahun 1994. Sedangkan tubuh air berkurang 532 Ha yang berarti turun 0,4% dari total luas Semarang atau 24,4% dari luas tubuh air tahun 1994.

Suhu Udara Semarang



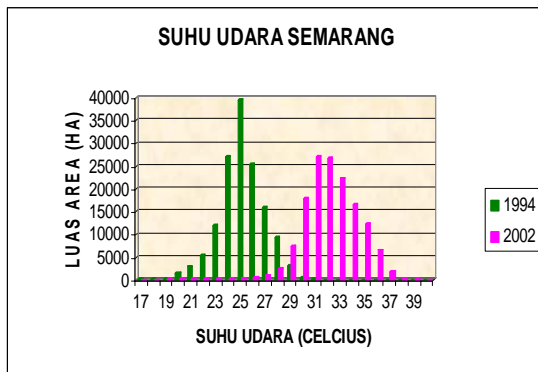
Gambar 7. Suhu udara Semarang 1994.



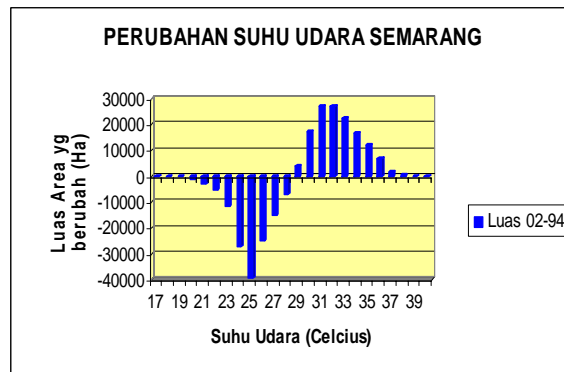
Gambar 8. Suhu udara Semarang

2002.

Dari gambar 7 (1994) dan gambar 8 (2002) terlihat bahwa di Semarang terdapat daerah dengan suhu udara yang tinggi yang menggambarkan adanya Urban Heat Island terdapat di lahan pemukiman, lahan terbuka maupun industri (di sebelah Utara dan Timur), sebaliknya di wilayah Barat, Tengah dan Selatan suhunya relatif lebih rendah. Hal ini terlihat dari pola distribusi spasialnya. Pada gambar 7 (tahun 1994) terlihat distribusi suhu udara yang cenderung makin tinggi dari barat daya (Ambarawa, Salatiga dan sekitarnya) dengan suhu terendah  $17^{\circ}\text{C}$  menuju timur laut (Bringin, Klepu, Ungaran, Kota Semarang dan sekitarnya) dengan suhu tertinggi mencapai  $31^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan gambar 8 (tahun 2002) suhu udara rendah sudah sangat sedikit, bahkan hampir seluruhnya telah didominasi suhu tinggi.



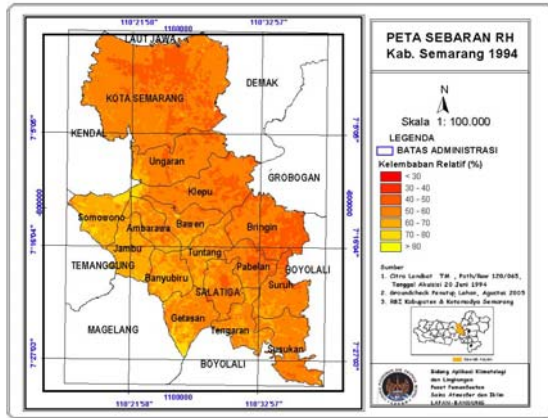
Gambar 9. Grafik Suhu Udara Semarang.



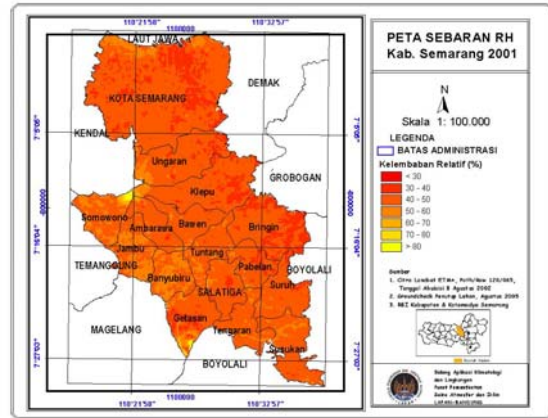
Gambar 10. Grafik Perubahan Suhu Udara Semarang.

Dari gambar 9. dan 10. ditunjukkan bahwa di Semarang terdapat daerah dengan suhu  $17^{\circ}\text{C}$ - $28^{\circ}\text{C}$  mengalami penurunan luas, dan daerah dengan suhu  $29^{\circ}\text{C}$ - $37^{\circ}\text{C}$  mengalami penambahan luas. Ini berarti bahwa di Semarang telah terjadi peningkatan suhu udara akibat adanya perubahan lahan dari lahan bervegetasi menjadi non vegetasi.

**Kelembaban Udara Semarang**

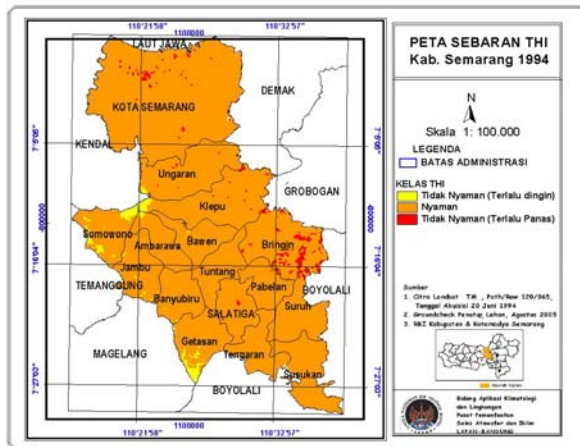


**Gambar 11.** RH Semarang 1994.

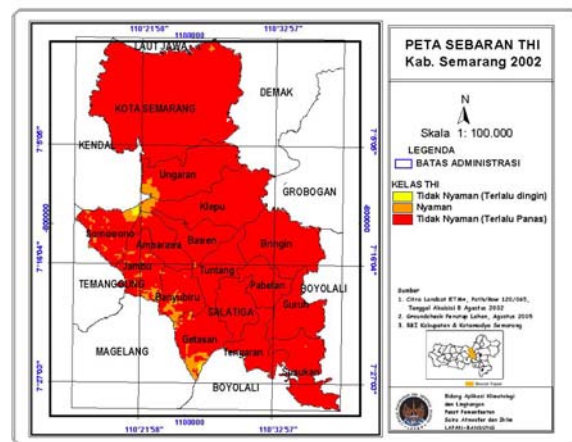


**Gambar 12.** RH Semarang 2002.

**Indeks Kenyamanan Semarang**



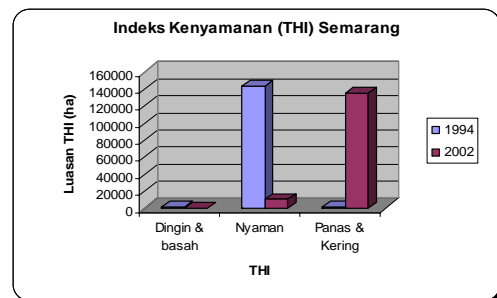
**Gambar 13.** THI Semarang 1994.



**Gambar 14.** THI Semarang 2002.

**Tabel 2.** Luasan THI Semarang.

Selang THI Semarang	Luasan (Ha)		Perubahan Luasan	
	1994	2002	Luasan (Ha)	Persentase
< 20 Dingin & Basah	1527	128	-1399	-91,62
20-26 Nyaman	142787	10299	-132488	-92,79
> 26 Panas & Kering	1134	135005	133871	11805



**Gambar 15.** Grafik THI Semarang.

Distribusi RH dan THI secara spasial untuk wilayah Semarang pada tahun 1994 dan 2002 diperlihatkan pada gambar 11, 12, 13, dan 3.14. Kemudian pada tabel 2. dan gambar 15 diperlihatkan perhitungan statistik dan perbandingan THI Semarang pada tahun 1994 dengan 2002. Terlihat bahwa terjadi pergeseran indeks kenyamanan yang cukup mencolok, yaitu pada tahun 1994 di kota Semarang masih dalam nyaman karena masih dalam daerah THI 20-26, sedangkan pada tahun 2002 hampir sebagian besar THInya diatas 26 yang berarti sudah tidak nyaman lagi.



## **KESIMPULAN**

Klasifikasi lahan di Semarang dengan memakai metode *unsupervised* (tidak terbimbing) dan overlay matrix menunjukkan adanya perubahan lahan dari lahan bervegetasi menjadi lahan non vegetasi sangat signifikan terjadi di tengah kota. Hasil. Sedangkan di wilayah kajian Semarang perubahan lahan didominasi oleh penambahan pemukiman, sedangkan lahan bervegetasi dan tubuh air mengalami pengurangan luas yang cukup besar.

Dampak dari adanya perubahan penggunaan lahan dalam skala yang cukup besar di Semarang akan berakibat pada perubahan variabel iklim yang terjadi. Perubahan variabel iklim yang terjadi diantaranya adalah suhu udara, kelembaban dan Indeks Kenyamanan.

Dari estimasi suhu udara dan kelembaban (RH) bisa dipakai untuk menghitung indeks kenyamanan (THI atau Temperature Humidity Index) suatu daerah. Suatu wilayah dikatakan nyaman apabila berada pada rentang THI 20 sampai 26. Daerah kajian Semarang pada tahun 2002 rentang wilayah nyaman semakin sempit, bahkan di hampir semua daerah merupakan wilayah tidak nyaman (lebih besar dari 26).

Dengan memperhatikan adanya perubahan iklim yang semakin tidak bersahabat dengan kehidupan manusia, maka hal ini bisa menjadi bahan pertimbangan untuk perencanaan tata kota yang lebih memperhatikan aspek iklim dan lingkungan yang mendukung kehidupan makhluk hidup.

## **Daftar Pustaka**

- Arnfield, A.J. "Two decades of Urban Climate Research : A Review of Turbulence, exchanges of Energy and Water, and The Urban Heat Island." *International Journal of Climatology* 23 (2003): 1-26.
- Badarinatsh, K.V.S, B. Gharai and C.B.S. Dutt, Urban Environmental Monitoring using Satellite Data, Forestry & Ecology Division, National Remote Sensing Agency, Hyderabad.
- Dale, V.H. The Relationship Between Land-Use Change and Climate Change, *Inferential Studies of Climate Change, Ecological Application*, 7(3), pp. 753-769, the Ecological Society of America, 1997.
- Fan, Y., and W. Brown. *The Heat Budget for Mt. Hope Bay*, University of Massachusetts Dartmouth, New Bedford, 2003.
- Landsberg, Helmut E. *The Urban Climate*, International Geophysics Series. Vol. 28. Academic Press. New York. 275 Pp, 1981.
- Mattocks, C.A. et al. *Simulations of Anthropogenically Generated Microclimates over the Florida Peninsula and their Impact on the Florida Bay Water Cycle*. University of Miami, Florida, USA, 1999.
- Mossrop, D., D.G. Barber, and J.M. Hanesiak, *The Role of Geomatics in Climate Variability and Change*, Center for Earth Observation Science, University of Manitoba, Department of Geography, Canada.
- Parlow E., *The Importance of Heat Budget Studies for Landscape Processes in Arctic Regions with Respect to Global Change*, *Climate Dynamics and the Global Change Perspective*, Switzerland.
- Pielke, R.A. and R. Avissar. Influence of landscape structure on local and regional climate, *Landscape Ecology* vol. 4 nos. 2/3 pp 133-0155, 1990.
- Tursilowati, L. Impact of Urban Development on the Climate and Environmental change in Surabaya, Indonesia, ICMNS (International Conference on Mathematics and Natural Sciences) Proceeding, Insitute of Bandung Technology, 2006.
- Tursilowati, L. "Indeks Kenyamanan di Bandung dari data satelit Landsat dengan teknik GIS dan model neraca energi." *Jurnal Teknik Lingkungan*, Edisi khusus Agustus 2006 (2006) : hal. 31- 41.
- Tursilowati, L., dkk. "Pemanfaatan Data Satelit Landsat untuk mengamati Fenomena Pulau Panas Perkotaan Cianjur Utara." *Berita Dirgantara* vol. IV, No.7 (2005) : hal. 26-29.
- Tursilowati, L. Analisis Pulau Panas Perkotaan akibat perubahan Tata Guna dan Penutup Lahan di Bogor, Jawa Barat, *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIII HFI Jateng & DIY*, hal. 47-65, 2005.
- Tursilowati, L. "Pulau Panas Perkotaan akibat Perubahan Tata Guna dan Penutup Lahan di Bandung dan Bogor." *Jurnal Sains Dirgantara*, vol. 3 no. 1 (2005) : hal. 43-64.
- Yaoming, MA et al. Remote Sensing Parameterization of Land Surface Heat Fluxes over Arid and Semi-arid Areas, *Advances in Atmospheric Sciences*, Vol. 20, No. 4, pp. 530-539, 2003.

