

# VARIABILITAS TEMPERATUR UDARA PERMUKAAN WILAYAH INDONESIA BERDASARKAN DATA SATELIT AIRS

Lely Qodrita Avia, Indah Susanti, Agung Haryanto  
Pusfatsaklim LAPAN, [lely@bdg.lapan.go.id](mailto:lely@bdg.lapan.go.id)

## Abstract

Air temperature is part of the climate elements. The research about variability of surface air temperature over Indonesia has been done to determine the characteristics of surface air temperature in spatial. The data used in this study were AIRS satellite data (Atmospheric Infrared Sounder) during the period September 2002 to December 2008. The results shows that the characteristic distribution of surface air temperature monthly average seems clearly influenced by the position of the sun and the amount of solar radiation received. This is shown by the regional seas during the rainy season in Indonesia, where the sun is in the southern hemisphere resulted in higher surface air temperature of more than 300K in the southern waters region which seem higher than the northern waters are generally less than 299K. Spatially in the region of Indonesia seems to have a lower variability of surface air temperature in the mainland area, generally ranging from 0.3% to 0.4%, while for the waters are generally appear lower than on the mainland. Effect of topography on surface air temperatures were also seen very significant where it seem the higher regional will be surface air temperature reduction, as seen in the vicinity of Bukit Barisan, East Kalimantan, Central Sulawesi and the highlands of Papua, which generally has a temperature less than 297.5K.

Keywords: AIRS satellite, variability, surface air temperature

## Abstrak

Temperatur udara merupakan bagian dari unsur iklim. Penelitian tentang variabilitas temperatur udara permukaan wilayah Indonesia telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik temperatur udara permukaan wilayah Indonesia secara spasial. Data utama yang digunakan pada penelitian ini adalah data satelit AIRS (Atmospheric Infrared Sounder) selama periode September 2002 sampai Desember 2008. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik distribusi temperatur udara permukaan rata-rata bulanan tampak jelas dipengaruhi oleh posisi matahari dan jumlah radiasi matahari yang diterima. Hal ini ditunjukkan oleh daerah lautan pada musim hujan di Indonesia dimana matahari berada di belahan bumi selatan mengakibatkan temperatur udara permukaan lebih tinggi yaitu lebih dari 300K di daerah perairan bagian selatan yang tampak lebih tinggi dibandingkan dengan perairan bagian utara yang umumnya kurang dari 299K. Secara spasial di wilayah Indonesia tampak memiliki tingkat variabilitas temperatur udara permukaan yang rendah di daerah daratan, umumnya berkisar antara 0.3 % sampai 0.4 %, sedangkan untuk perairan umumnya tampak lebih rendah dari pada daratan. Pengaruh topografi terhadap temperatur udara permukaan juga terlihat sangat signifikan dimana tampak semakin tinggi daerah akan terjadi pengurangan temperatur udara permukaan seperti yang terlihat di sekitar daerah bukit barisan, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah dan dataran tinggi Papua yang umumnya memiliki temperatur kurang dari 297.5K.

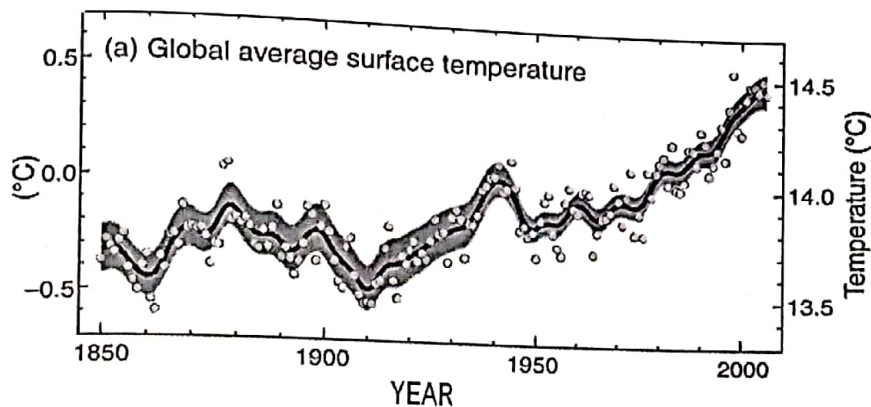
Kata Kunci : satelit AIRS, variabilitas, temperatur udara permukaan

## 1. PENDAHULUAN

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) dalam laporannya menyebutkan bahwa sebelas dari dua belas tahun terakhir (1995-2006) merupakan peringkat di antara dua belas tahun terpanas dalam alat pencatat temperatur permukaan global (sejak 1850). Kecenderungan linier dalam 100 tahun (1906-2005) dari 0,74 [0,56-0,92]°C adalah lebih besar daripada kecenderungan yang sesuai 0,6 [0,4-0,8]°C (1901-

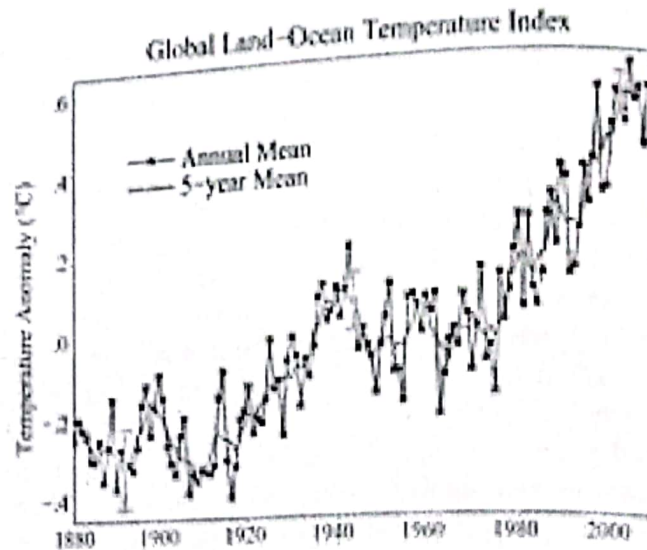
2000) yang dilaporkan pada Third Assessment Report (TAR), sebagaimana yang ditunjukkan oleh gambar 1.1. Kecenderungan linier pemanasan selama 50 tahun (1956-2005)  $0,13 [0,10-0,16]^{\circ}\text{C}$  per dekade hampir dua kali lipat selama 100 tahun (1906-2005, sebagaimana dilaporkan pada WGI 3.2, SPM).

Menurut IPCC, perubahan suhu rata-rata itu dapat mengakibatkan antara lain penurunan produksi pangan sehingga bisa meningkatkan risiko bencana kelaparan, peningkatan kerusakan pesisir akibat banjir dan badai, perubahan pola distribusi hewan dan serangga sebagai vektor penyakit. IPCC menyebutkan pula bahwa masyarakat miskin merupakan kelompok yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim karena kemampuan beradaptasi mereka yang rendah dan minimnya sumberdaya yang mereka miliki, selain karena kehidupan mereka cenderung sangat bergantung pada sumberdaya yang rentan terhadap kondisi iklim. Oleh karena itu IPCC menyarankan agar setiap negara meningkatkan kapasitasnya untuk beradaptasi dengan perubahan iklim tersebut dengan memperhitungkan dampak perubahan iklim ke dalam perencanaan pembangunan serta memasukkan cara-cara untuk menekan kerentanan terhadap perubahan iklim ke dalam strategi penanggulangan bencana.



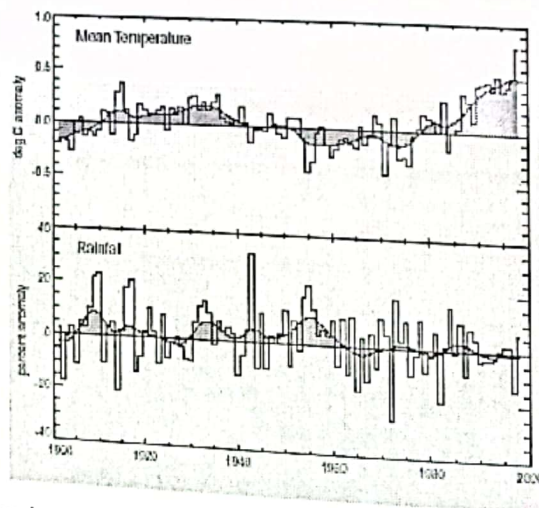
Gambar 1.1. Perubahan yang diamati pada temperatur permukaan rata-rata global (Sumber : IPCC, 2007)

Penelitian dengan analisis yang mirip (GISS, 2010) sebagaimana tampak pada Gambar 1.2 mengemukakan bahwa bahwa tahun 2009 adalah merupakan tahun kedua terpanas dalam catatan modern yang ditunjukkan oleh hasil analisis terbaru untuk temperatur permukaan global oleh NASA. Analisis, yang dilakukan oleh Goddard Institute for Space (GISS) di kota New York, juga menunjukkan bahwa di belahan bumi selatan pada tahun 2009 adalah tahun terpanas sejak pencatatan modern dimulai pada tahun 1880. Meskipun tahun 2008 adalah tahun paling dingin pada dekade ini karena pendinginan yang kuat dari Samudera Pasifik tropis tetapi pada tahun 2009 tampak kembali mendekati data temperatur global.



Gambar 1.2 Timeseries anomaly temperatur udara daratan dan lautan global. (Sumber : <http://data.giss.nasa.gov>)

Analisa GISS menunjukkan adanya variabilitas temperatur permukaan global dari tahun ke tahun yang disebabkan oleh siklus El Nino dan La Nina di daerah tropis. Tapi ketika data temperature permukaan tersebut dirata-ratakan selama lima atau sepuluh tahun untuk mengurangi variabilitas itu ditemukan bahwa pemanasan global terus berlanjut. Januari 2000 sampai Desember 2009 adalah merupakan dekade terpanas. Selama tiga dekade terakhir, catatan temperatur permukaan GISS menunjukkan tren kenaikan dari sekitar 0.2 ° C (0,36 ° F) per dekade. Sejak 1880, tahun dimana instrumentasi ilmiah modern tersedia untuk memonitor temperature secara lebih tepat, jelas terlihat adanya tren pemanasan, meskipun ada periode tidak cenderung naik yaitu antara tahun 1940-an dan 1970-an.



Gambar 1.3 Perubahan temperatur rata-rata tahunan periode 1901-1998 (atas) dan curah hujan tahunan periode 1901-1998 (bawah) untuk Indonesia. (Sumber : Hulme, M and Sheard, N.,1999)

Hulme, M and Sheard, N.,(1999) menyatakan bahwa temperatur rata-rata tahunan telah meningkat sekitar 0,3° C sejak 1900. Tahun 1990-an sebagai decade terhangat pada

abad ini dan 1998 merupakan tahun terpanas yang hampir  $1^{\circ}\text{C}$  di atas rata-rata tahun 1961-1990. Pemanasan ini telah terjadi di semua musim sepanjang tahun. Curah hujan tahunan telah berkurang 2 sampai 3 persen di seluruh Indonesia pada abad ini dengan sebagian besar dari penurunan ini terjadi selama periode musim hujan Desember-Februari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.3. Perubahan adalah dengan melihat pada nilai iklim rata-rata pada periode 1961-1990 masing-masing 2548 mm. dan  $25,5^{\circ}\text{C}$ .

Penelitian ini dilakukan dalam rangka peningkatan kemampuan penguasaan Iptek diatas melatarbelakangi penelitian ini, mengingat wilayah Indonesia yang luas terdiri dari banyak pulau dan memiliki jumlah penduduk yang sangat padat serta tingkat perekonomian penduduk yang umumnya juga masih rendah sehingga dampak perubahan iklim tersebut akan sangat mempengaruhi kestabilan negara Indonesia di segala bidang. Adapun tujuan utama dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana karakteristik variabilitas temperatur udara permukaan wilayah Indonesia secara spasial.

## 2. DATA DAN METODOLOGI

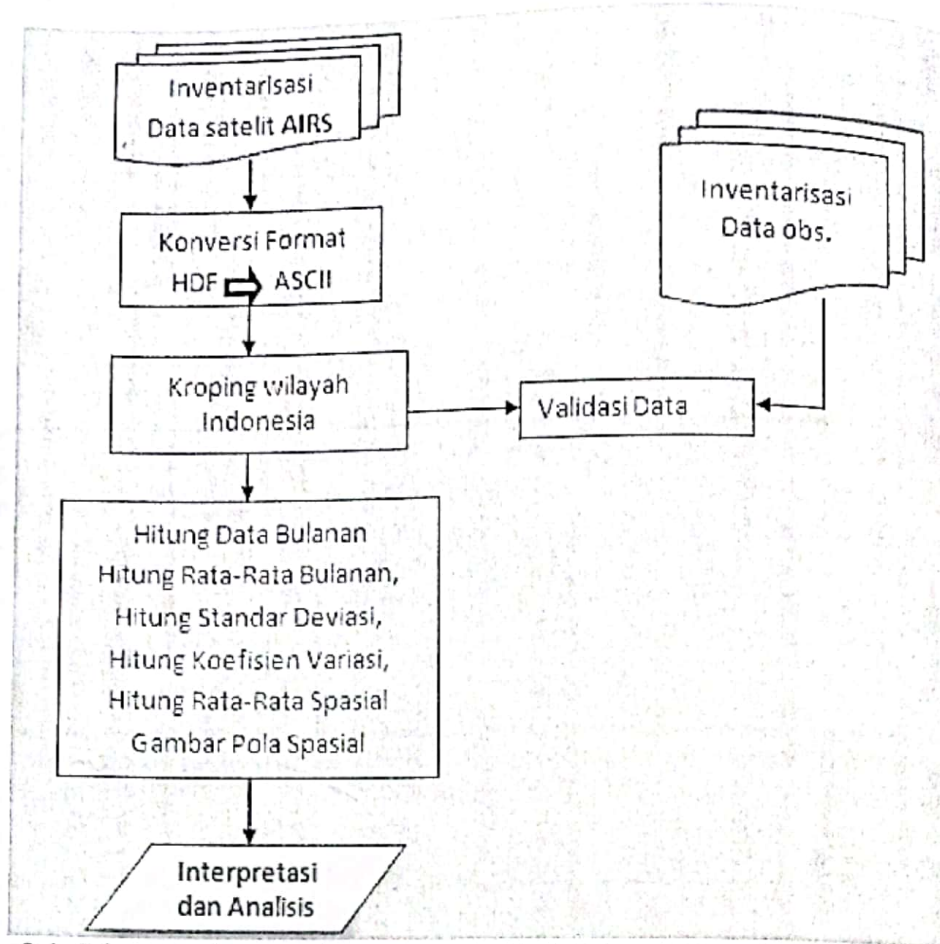
### 2.1 Data

Pada penelitian ini digunakan data grid temperatur udara permukaan bulanan dari satelit AIRS (Atmospheric Infrared Sounder) level L3 versi 005 dimana ukuran grid sel data adalah  $1 \times 1$  derajat lintang bujur. Periode data yang diolah pada penelitian ini adalah dari September 2002 sampai Desember 2008. Sedangkan beberapa data observasi permukaan dari beberapa stasiun observasi BMKG digunakan pada penelitian ini untuk validasi data satelit AIRS. Adapun analisis kajian pada penelitian ini meliputi seluruh wilayah Indonesia dengan batasan geografis  $12^{\circ}\text{LU}$  sampai  $12^{\circ}\text{LS}$  dan  $90^{\circ}\text{BT}$  sampai  $145^{\circ}\text{BT}$ .

### 2.2 Metodologi

Metodologi yang dilakukan penelitian ini adalah dengan melakukan inventarisasi data satelit AIRS untuk dua periode waktu siang dan malam hari. Data dalam format HDF tersebut terlebih dahulu dikonversi menjadi format ASCII untuk memudahkan pengolahan data. Selanjutnya dilakukan kropping data sesuai dengan batasan wilayah penelitian. Data temperatur udara permukaan yang diolah dan dianalisis pada penelitian ini merupakan kondisi rata-rata antara data satelit AIRS untuk periode siang dan malam hari. Kemudian data bulanan yang diperoleh tersebut dilakukan perhitungan secara statistik untuk memperoleh nilai rata-rata, standar deviasi dan koefisien variasi. Selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk mengetahui pola spasialnya.

Hasil data bulanan temperatur udara permukaan rata-rata yang diperoleh dari satelit AIRS tersebut kemudian dilakukan validasi terhadap data observasi permukaan untuk beberapa stasiun observasi. Secara garis besar metodologi yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.

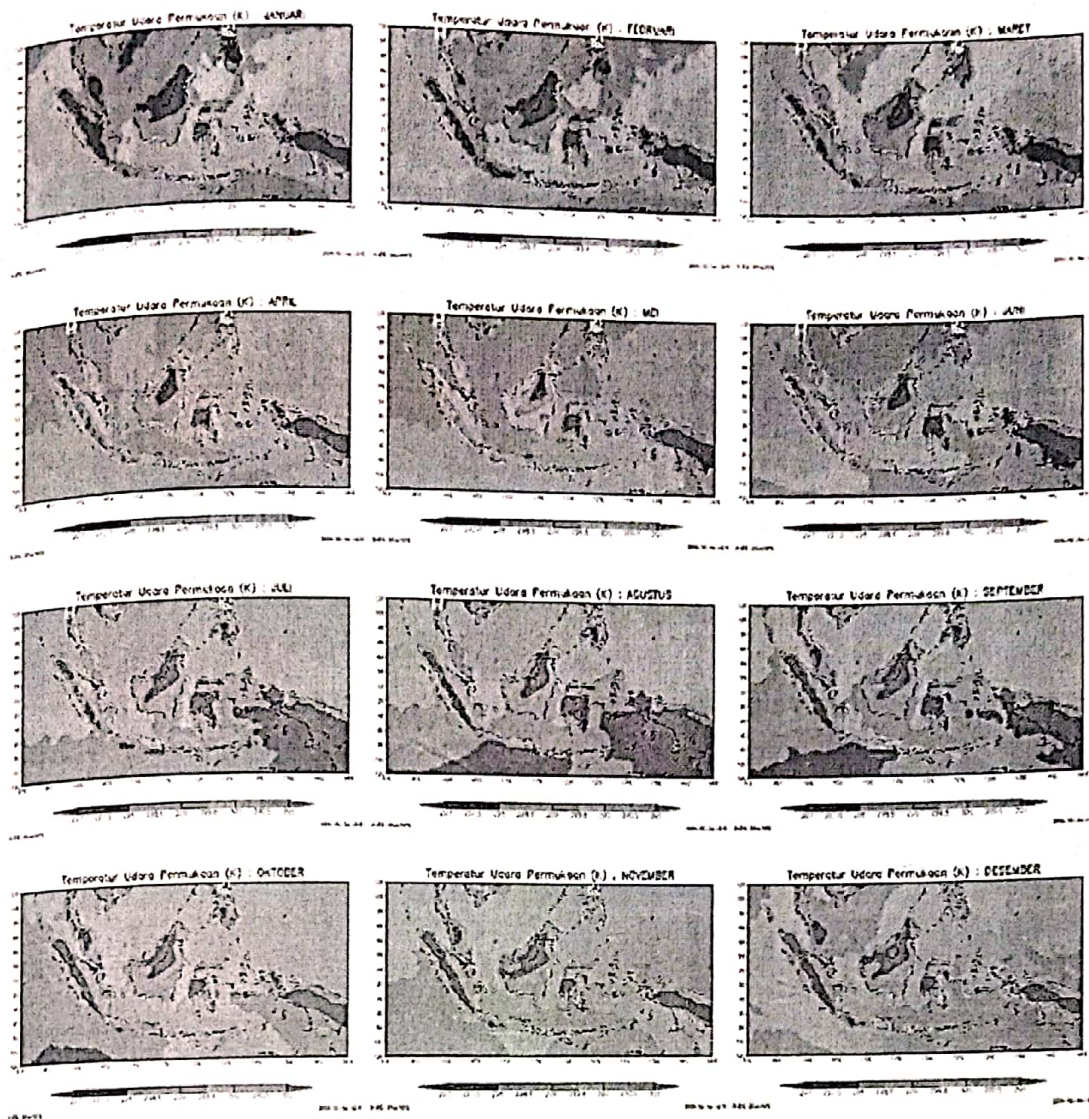


Gambar 2.1. Diagram alir pengolahan data satelit AIRS untuk parameter temperatur udara permukaan wilayah Indonesia.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

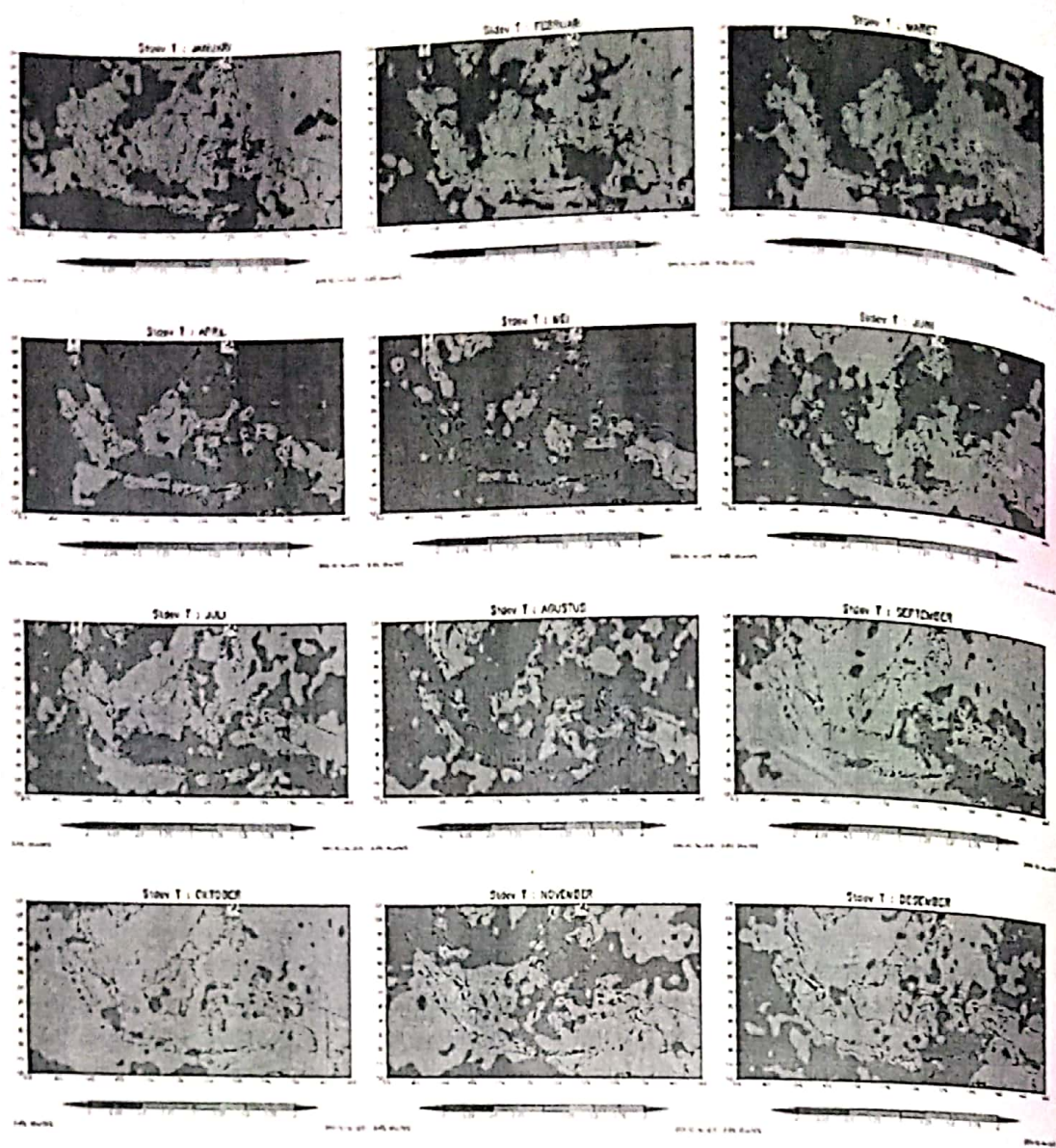
#### 3.1. Karakteristik Rata-Rata Bulanan Temperatur Udara Permukaan

Bagaimana karakteristik data temperatur udara permukaan wilayah Indonesia dapat diketahui dari hasil olahan data yang diperoleh dari satelit AIRS periode September 2002 sampai Desember 2008. Temperatur udara permukaan di daerah lautan menunjukkan adanya pengaruh posisi matahari seperti yang tampak pada gambar 3.1 dimana pada waktu matahari berada di belahan bumi selatan tepatnya ketika itu musim hujan berlangsung di wilayah Indonesia (periode DJF) nilai temperatur udara permukaan tampak umumnya lebih dari 300 K di daerah bagian selatan yang mana ini lebih tinggi dibandingkan daerah bagian utara yang umumnya kurang dari 299 K. Kondisi yang sebaliknya tampak terjadi yaitu pada musim kemarau (periode JJA) dimana ketika itu matahari berada di belahan bumi utara sehingga menyebabkan temperatur udara permukaan umumnya lebih tinggi di daerah bagian utara di banding daerah bagian selatan.



Gambar 3.1 Karakteristik rata-rata bulanan temperatur udara permukaan Indonesia.

Pada Gambar 3.1 tersebut juga tampak jelas adanya pengaruh topografi terhadap temperatur udara permukaan dimana tampak semakin tinggi daerah akan terjadi pengurangan temperatur udara permukaan seperti yang terlihat di sekitar daerah bukit barisan, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah dan dataran tinggi Papua yang umumnya memiliki temperatur kurang dari 297.5 K. Perubahan temperatur udara permukaan dari bulan ke bulannya dalam setahun di daerah daratan tampak tidak terlalu mencolok. Temperatur udara permukaan di sebagian besar perairan wilayah Indonesia tampak sangat tinggi pada waktu peralihan dari musim hujan ke musim kemarau umumnya berkisar antara 300.5 K sampai 302 K

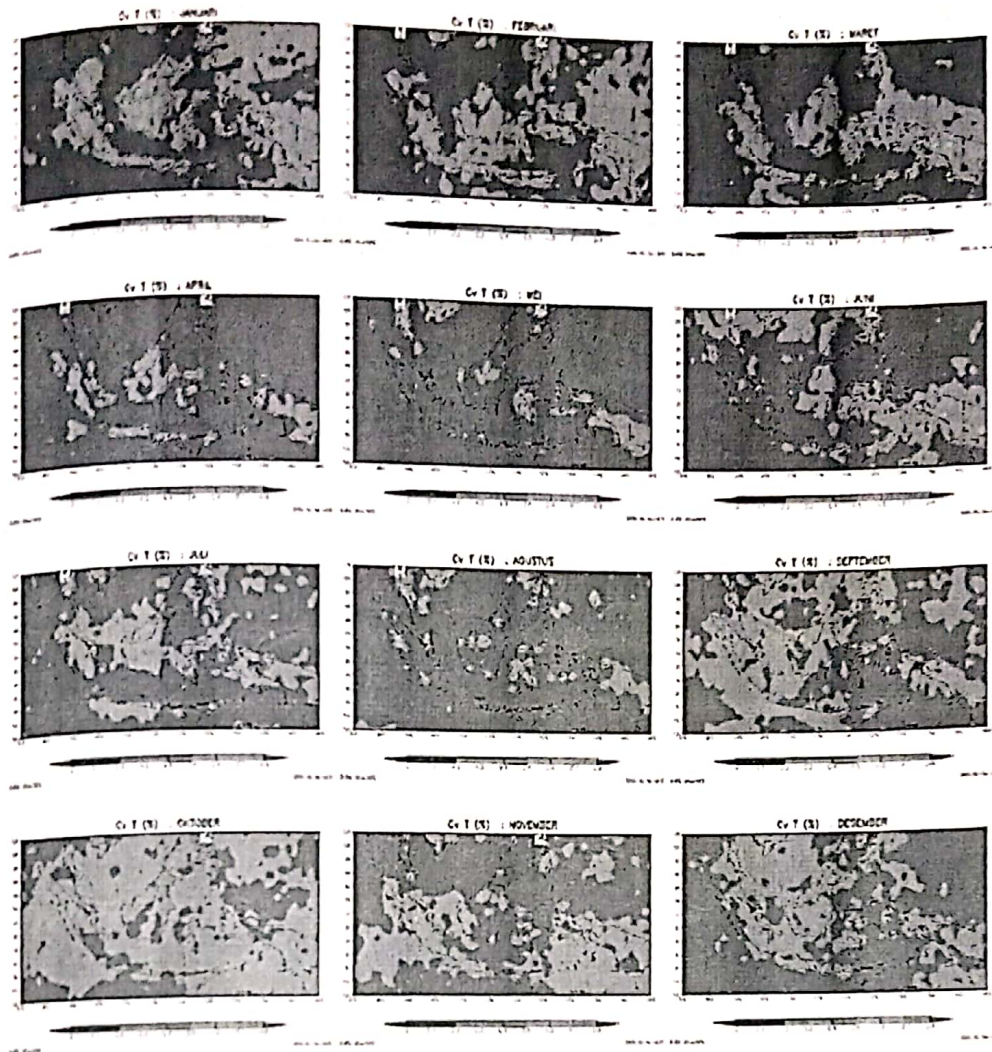


Gambar 3.2 Standar deviasi rata-rata bulanan temperatur udara permukaan Indonesia.

Bagaimana pola standar deviasi untuk temperatur udara bulanan di wilayah Indonesia dapat dilihat pada gambar 3.2. Secara keseluruhan rata-rata standar deviasi temperatur udara permukaan sepanjang tahun untuk daratan tampak lebih tinggi di banding dengan di perairan seperti yang tampak pada gambar 3.2 tersebut. Tampak juga pada Gambar 3.2 tersebut penyimpangan temperatur udara di sebagian besar wilayah Indonesia pada musim hujan lebih tinggi dibanding pada musim kemarau. Simpangan tertinggi mencapai 1.75 K terjadi di daerah papua bulan Maret, di daerah Sumbar pada bulan November, daerah di Jawa Barat bagian selatan dan dekat Madura pada bulan Februari. Pada umumnya di semua pulau Indonesia standar deviasi sekitar 1 K sampai 1.5 K pada musim hujan. Sedangkan pada musim kemarau umumnya di berkisar pada nilai 0.5 K sampai 1K.

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh secara pola spasial tingkat variabilitas temperatur udara di wilayah Indonesia seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.3. Secara keseluruhan tampak pada gambar 3.3 tersebut bahwa untuk wilayah Indonesia tampak memiliki tingkat variabilitas temperatur udara permukaan yang rendah umumnya berkisar

antara 0.3 % sampai 0.4 % di daerah daratan, sedangkan untuk perairan umumnya tampak lebih rendah dari pada daratan.

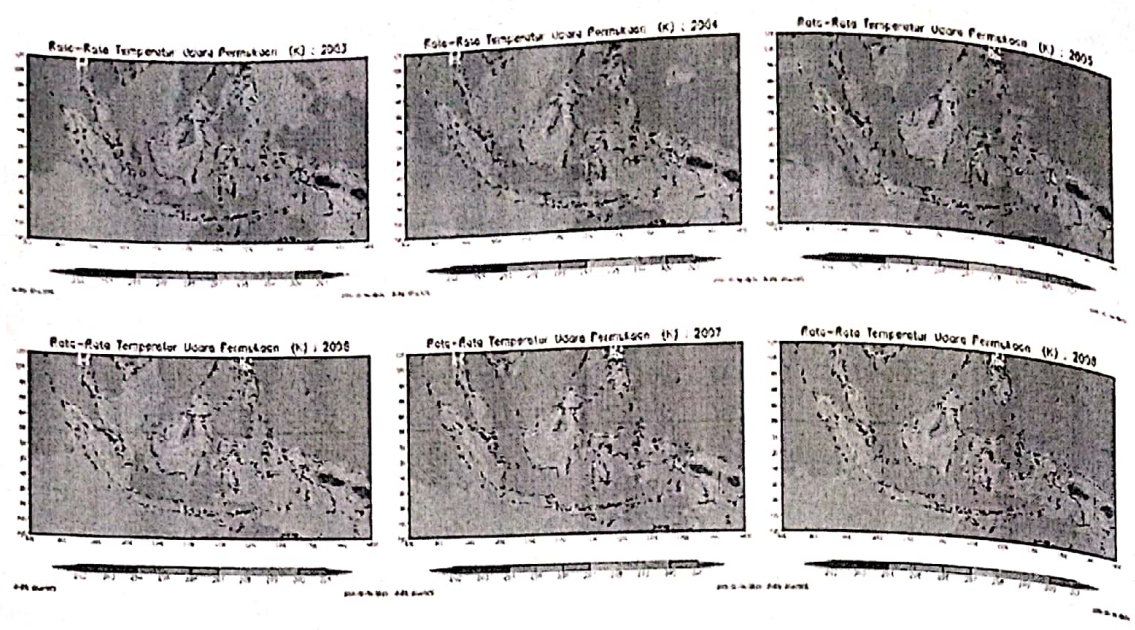


Gambar 3.3 Koefisien variasi rata-rata bulanan temperatur udara Indonesia.

### 3.2. Karakteristik Rata-Rata Tahunan Temperatur Udara Permukaan

Berdasarkan data satelit AIRS selama periode penelitian diperoleh pola rata-rata tahunan temperatur udara permukaan wilayah Indonesia seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.4. Secara umum pada gambar 3.4 tersebut dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2008 tampak adanya kemiripan pola rata-rata tahunan temperatur udara permukaan di wilayah Indonesia dimana terlihat di sekitar perairan Indonesia yaitu sekitar 300 K sampai 301 K dan umumnya lebih tinggi di sebelah utara dari pada sebelah selatan. Sedangkan untuk daratan tampak pada umumnya daerah-daerah yang terletak lebih tinggi dari permukaan laut memiliki temperatur udara permukaan yang lebih rendah dari perairan seperti di sepanjang bukit barisan, sebagian Kaltim, Sebagian Sulteng memiliki temperatur udara permukaan maeneapai 297 K sedangkan daerah sekitar dataran tinggi Papua tampak paling rendah temperatur udara permukaannya yaitu mencapai 293 K.

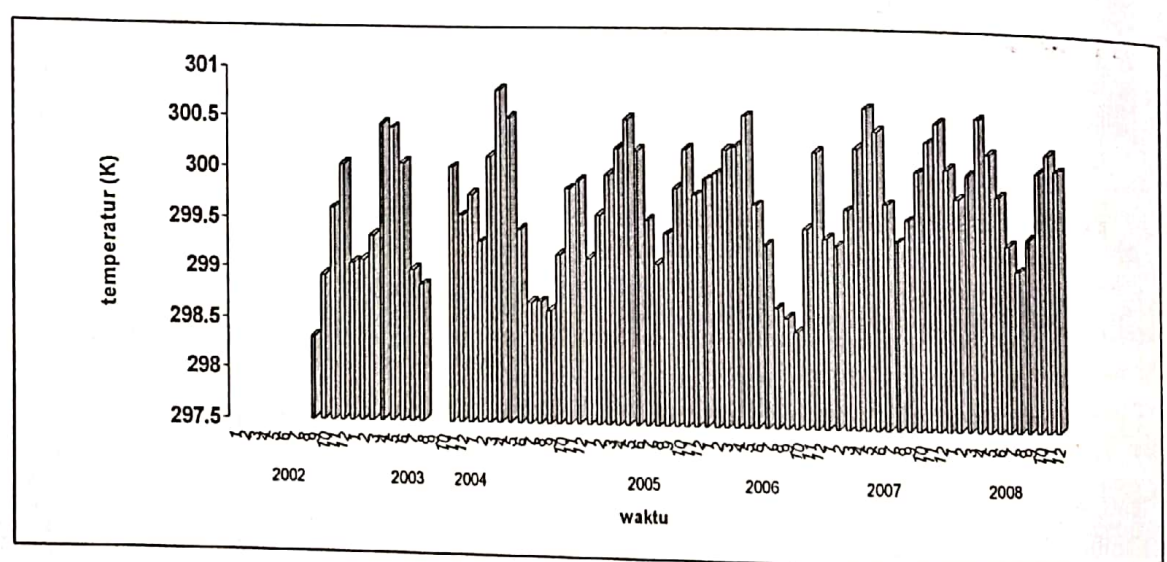




Gambar 3.4 Rata-rata tahunan temperatur udara permukaan di wilayah Indonesia.

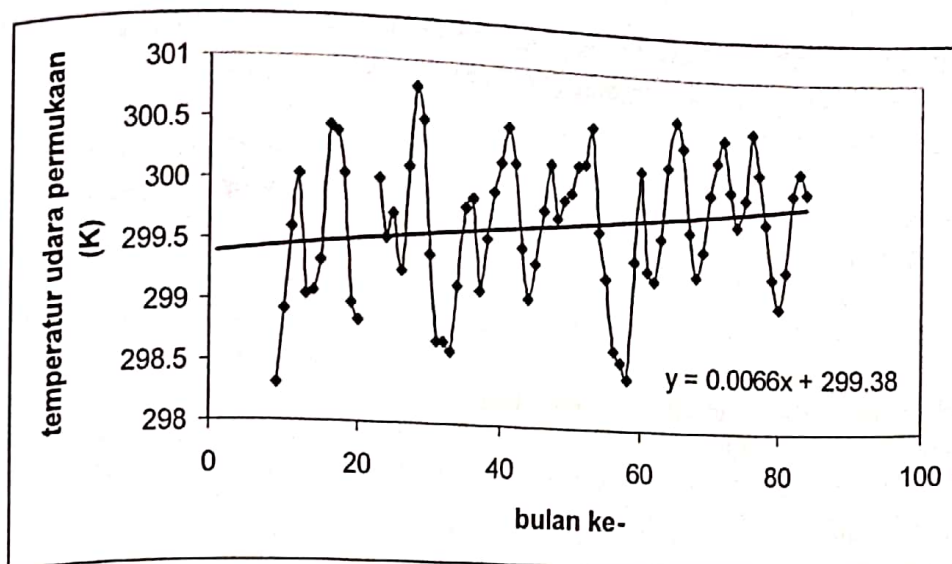
### 3.3. Time Series Rata-Rata Temperatur Udara Permukaan Resolusi Wilayah.

Hasil pengolahan data rata-rata temperatur udara permukaan untuk resolusi wilayah sesuai dengan batasan wilayah penelitian yaitu secara geografis antara 12°LU sampai 12°LS dan 90°BT sampai 145°BT ditunjukkan pada Gambar 3.5. Tampak pada gambar 3.5 tersebut temperatur udara maksimum di wilayah penelitian terjadi pada April 2004 dengan nilai 300.79K, sedangkan temperatur minimum terjadi pada September 2002 dengan nilai 298.31K.



Gambar 3.5 Time series rata-rata temperatur udara permukaan resolusi wilayah.

Secara umum untuk resolusi wilayah penelitian ini tampak variasi temperatur udara rata-rata bulanan menunjukkan kecenderungan meningkat selama periode penelitian dimana tampak pada gambar 3.6 yang menunjukkan garis trend positif dengan persamaan regresi  $y = 0.0066x + 299.38$ .



Gambar 3.6 Trend bulanan rata-rata temperatur udara permukaan resolusi wilayah.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan data satelit AIRS dapat memberikan gambaran karakteristik temperatur udara permukaan di wilayah Indonesia secara spasial. Berdasarkan hasil pembahasan karakteristik bulanan maupun tahunan diatas tampak bahwa distribusi temperatur udara permukaan wilayah Indonesia dipengaruhi oleh posisi matahari, musim yang berlangsung, dan topografi wilayah. Pada penelitian ini dapat juga disimpulkan bahwa tingkat variabilitas temperatur udara permukaan berkisar antara 0.3 % sampai 0.4 % di daerah daratan, sedangkan untuk perairan umumnya tampak lebih rendah dari pada daratan. Untuk resolusi wilayah sesuai dengan batasan wilayah penelitian ini dapat disimpulkan bahwa temperatur minimum terjadi pada September 2002 dengan nilai 298.31K sebaliknya temperatur udara maksimum terjadi pada April 2004 dengan nilai 300.79K. Juga berdasarkan analisis untuk resolusi wilayah dapat disimpulkan pada penelitian ini adanya trend positif dimana temperatur cenderung mengalami peningkatan selama periode penelitian yang ditunjukkan oleh persamaan regresi  $y = 0.0066x + 299.38$ .

#### DAFTAR RUJUKAN

- Avia, L.Q., 2009, Air Temperature Change in The Big Cities of Indonesia, Proceedings of Workshop on Ground-Based Atmosphere Observation Network in Equatorial Asia, Bandung-Indonesia, 2-3 March
- Hulme, M. and Sheard, N.; 1999, Climate Change Scenarios for Indonesia Climatic Research Unit, Norwich, UK, 6pp.
- <http://data.giss.nasa.gov/research>, Diakses Juli 2010.
- IPCC, Climate Change 2007, Synthesis Report.