

ANALISIS SUHU DAN TINGGI TROPOPAUSE DI PULAU JAWA BERBASIS DATA SATELIT AQUA-AIRS

Ninong Komala

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer – LAPAN
ninongk@yahoo.com; ninong@bdg.lapan.go.id

Abstract

Research on the tropopause is usually done by launching radiosondes. To study the long-term and wide area coverage measurements, studies by using radiosonde has many limitations. Analysis of tropopause temperature and tropopause height in Java Island based on AQUA-AIRS data in the period of 2002 to 2011 was carried out as a way to overcome the limitations of the in situ measurements data of atmospheric parameters in Indonesia. The result shows that the spatial average of tropopause temperatures ranging from 190.43 K to 191.08 K. In general, West Java tropopause temperature is relatively ~0.6 K higher compared to temperature of the tropopause in Central Java and East Java. Tropopause height ranged from 18536.8 m to 16596.9 m. Tropopause height in West Java ~60 m lower than in Central Java and East Java. The results of the analysis of temporal variation in the annual pattern of Java tropopause temperature reach a maximum in August and minimum in February. While the annual pattern of tropopause height reaches its maximum in April and a minimum in August. The pattern of annual variation tropopause temperature and tropopause height in Java has a relationship/negative correlation with correlation coefficient of 0.98. More detailed analysis of the character of the temperature and tropopause height in Java Island will be discussed in this paper.

Keywords: : tropopause temperature, tropopause altitude, AQUA-AIRS

Abstrak

Penelitian tentang tropopause biasanya dilakukan dengan meluncurkan radiosonde. Untuk penelitian dalam jangka panjang dan cakupan wilayah pengukuran yang luas, penelitian tropopause dengan menggunakan radiosonde mempunyai banyak keterbatasan. Analisis suhu dan tinggi tropopause di Pulau Jawa berbasis data AQUA-AIRS tahun 2002 sampai dengan tahun 2011 dilakukan sebagai salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan data hasil pengukuran insitu parameter atmosfer di Indonesia. Hasil analisis rata-rata spasial dari data AQUA-AIRS untuk wilayah pulau Jawa menunjukkan suhu tropopause berkisar antara 190,43 K sampai 191,08 K. Secara umum suhu tropopause wilayah Jawa Barat relatif lebih tinggi ~ 0,6 K dibandingkan dengan suhu tropopause Jawa Tengah dan Jawa Timur. Tinggi tropopause berkisar antara 18536,8 m sampai dengan 16596,9 m. Tinggi tropopause di Jawa Barat lebih rendah ~ 60 m dibandingkan dengan di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Hasil analisis variasi temporal pola tahunan suhu tropopause Pulau Jawa mencapai maksimum pada bulan Agustus dan minimum pada bulan Februari. Sedangkan pola tahunan tinggi tropopause mencapai maksimum pada bulan April dan minimum pada bulan Agustus. Pola variasi tahunan suhu tropopause dan tinggi tropopause Pulau Jawa mempunyai hubungan/korelasi negatif dengan koefisien korelasi 0,98. Analisis lebih rinci tentang karakter suhu dan tinggi tropopause di Pulau Jawa akan dibahas dalam makalah ini.

Kata kunci: Suhu tropopause, tinggi tropopause, AQUA-AIRS,

1. PENDAHULUAN

Penelitian tentang tropopause biasanya dilakukan dengan meluncurkan radiosonde, seperti yang dilakukan Dian *et al* (2001) yang melakukan penelitian tentang karakteristik tropopause di daerah tropik dengan menggunakan data radiosonde dari 83 stasiun.

Untuk penelitian dalam jangka panjang dan cakupan wilayah pengukuran yang luas, penelitian tropopause dengan menggunakan data radiosonde mempunyai banyak keterbatasan seperti diperlukannya periode pengamatan yang panjang dan pengukuran insitu yang harus dilakukan di banyak lokasi (stasiun pengamatan). Data profil radiosonde dan ozonesonde di daerah tropik masih sangat jarang, walaupun saat ini ada upaya salah satunya dari Southern Hemisphere Additional Ozonesondes (SHADOZ) program yang melakukan penelitian profil temperatur dan ozon di beberapa stasiun pengamatan di belahan Bumi Selatan [Thompson *et al.*, 2003].

Saat ini penelitian tentang tropopause bisa juga dilakukan dengan instrument yang lain seperti lidar. Data tropopause bisa diperoleh juga dari satelit AQUA-AIRS (http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=AIRS_Level3Month).

Karena adanya keterbatasan cakupan penelitian tropopause dari hasil pengukuran insitu maka data satelit yang menghasilkan data tropopause memegang peranan penting untuk menunjang kelengkapan data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian. Analisis suhu dan tinggi tropopause di Pulau Jawa berbasis data AQUA-AIRS tahun 2002 sampai dengan tahun 2011 dilakukan sebagai salah satu cara untuk memperkaya basis data hasil pengukuran insitu parameter atmosfer di Indonesia yang masih terbatas. Lengkapnya data parameter atmosfer wilayah Pulau Jawa (Indonesia) akan sangat berguna selain bagi basis data juga untuk menunjang studi karakteristik atmosfer Indonesia yang unik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Troposfer adalah lapisan di atmosfer yang terdekat dengan bumi dan mengandung prosentase terbesar (sekitar 80%) dari massa total atmosfer. Temperatur dan kandungan uap air di troposfer menurun secara cepat dengan ketinggian. Uap air memegang peranan utama dalam mengatur temperatur karena uap air mengabsorpsi energi matahari dan radiasi panas dari permukaan planet/bumi. Lapisan troposfer mengandung 99% dari uap air yang ada di atmosfer. Konsentrasi uap air ini bervariasi dengan posisi lintang, konsentrasi uap air tertinggi di atas wilayah tropik yaitu sekitar 3 %, semakin ke arah kutub, konsentrasi uap air semakin menurun. Semua fenomena cuaca terjadi di lapisan troposfer, meskipun turbulensi bisa juga sampai ke bagian bawah lapisan stratosfer. Troposfer berarti juga “daerah percampuran” dan dinamakan seperti itu karena proses

konveksi aktif terjadi di lapisan ini. Lapisan yang lebih tinggi dari troposfer disebut "tropopause" bervariasi dari ketinggian 5 mil (8 km) di dekat kutub dan sampai ketinggian 11 mil (18) km untuk lokasi di atas ekuator. Ketinggian tropopause juga bervariasi dengan musim, tertinggi pada musim panas dan terendah pada musim dingin (di lintang tinggi). Tinggi tropopause tergantung kepada lokasi dalam hal ini tergantung kepada lintang, mempunyai pola tahunan dan tergantung kepada musim (Sturman et al., 1996)

Tropopause adalah batas antara lapisan troposfer dan stratosfer, Tinggi tropopause adalah ketinggian (altitude) dari tropopause di atas suatu lokasi, dan temperatur tropopause adalah suhu atmosfer di atas suatu lokasi (AIRS homepage).

Menurut Thomas Reichler dkk (2001), tropopause diakui sebagai kunci utama dari struktur atmosfer pada semua lintang seperti di kutub, lintang menengah dan di daerah tropik, Lapisan tropopause dapat juga digambarkan sebagai daerah (zona) transisi antara troposfer yang tercampur secara turbulen dan lapisan stratosfer yang mempengaruhi secara dinamik dan kimia.

WMO (1957), mendefinisikan tropopause sebagai "lapisan terendah dimana lapse-rate turun menjadi 2 °C/km atau kurang, Rata-rata lapse rate antara tropopause dan lapisan 2 km di atasnya (lapisan stratosfer) tidak lebih dari 2 °C/km.

Gettelmann *et al* (2004), dari eksperimen generasi baru sensor satelit Atmospheric Infrared Sounder (AIRS) pada satelit AQUA yang mengukur temperatur, uap air dan profil ozon pada resolusi horizontal sampai 50 km dan resolusi vertikal 1-2 km dari permukaan sampai troposfer atas/stratosfer bawah, diperoleh bahwa sensitivitas dan resolusi AIRS bervariasi dengan ketinggian.

3. DATA DAN METODE

3.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data dari satelit AQUA-AIRS berupa data suhu tropopause dan tinggi tropopause dengan periode data tahun 2002 sampai dengan 2011 (http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daacbin/G3/gui.cgi?instance_id=AIRS_Level3_Month). Data suhu tropopause dan tinggi tropopause berupa data bulanan dengan ukuran grid sel 1 derajat lintang x 1 derajat bujur. Satuan untuk suhu tropopause adalah K (Kelvin). Dan satuan untuk tinggi tropopause adalah m (meter).

3.2 Metode

Data yang diperoleh dari AQUA-AIRS adalah data dalam skala global. Data suhu dan tinggi tropopause dengan $1^\circ \times 1^\circ$ grid sel ini cakupannya dari bujur -180.0° sampai $+180.0^\circ$ dan dari lintang -90.0° sampai $+90.0^\circ$, kemudian dilakukan ekstrak data untuk wilayah Pulau Jawa (5,5 LS–8,7 LS dan 105 BT – 117 BT) dengan periode data yang dianalisis adalah data dari tahun 2002 sampai dengan 2011.

Dari data set suhu dan tinggi tropopause untuk Pulau Jawa kemudian dilakukan analisis secara spasial dan temporal dengan menganalisis pola tahunan dan musimannya serta menentukan korelasi antara suhu tropopause dan tinggi tropopause di Pulau Jawa.

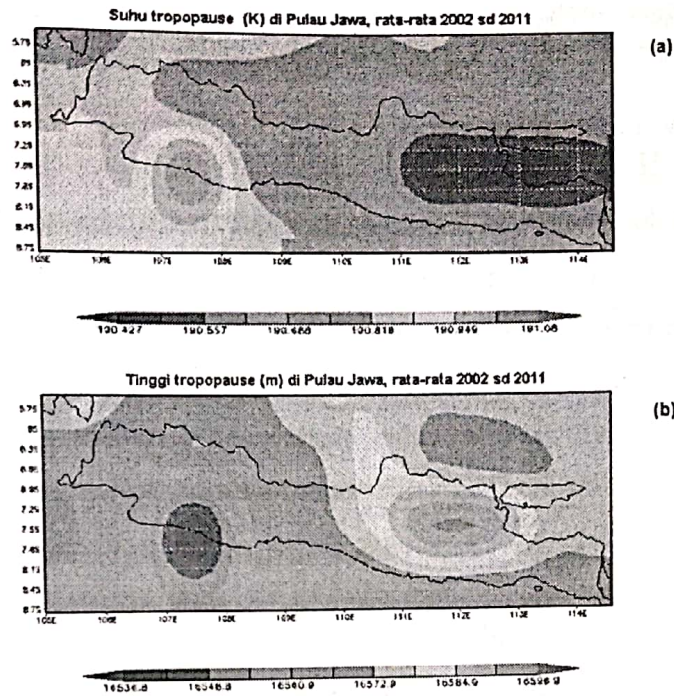
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Variasi Spasial

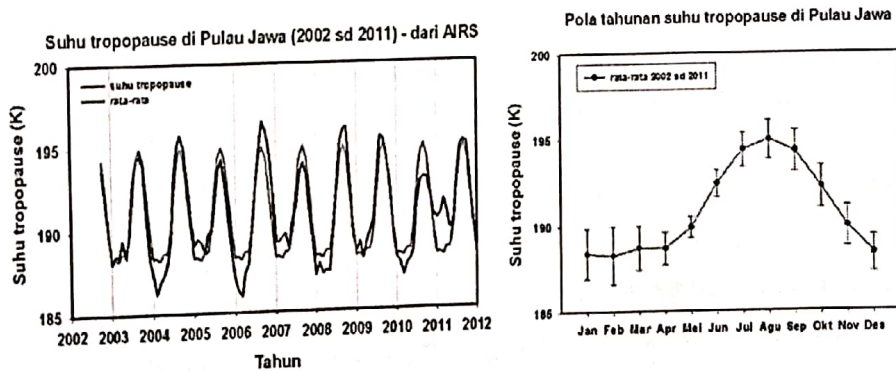
Analisis variasi spasial untuk suhu dan tinggi tropopause Pulau Jawa dilakukan dengan membuat rata-rata spasial data tahun 2002-2011 untuk wilayah Pulau Jawa. Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu tropopause Pulau Jawa pada periode tersebut bervariasi antara 190,43 K~191,08 K. Suhu tropopause di Jawa Barat terdeteksi relatif lebih tinggi $\sim 0,6$ K dibandingkan dengan suhu tropopause di Jawa Tengah dan Jawa Timur seperti dapat dilihat pada Gambar 1 (a). Sedangkan hasil analisis spasial tinggi tropopause Pulau Jawa periode 2002-2011 bervariasi antara 18536,8 m sampai dengan 16596,9 m. Tinggi tropopause di Jawa Barat lebih rendah ~ 60 m dibandingkan dengan tinggi tropopause di Jawa Tengah dan Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 1 (b).

4.1 Variasi Temporal

Analisis variasi temporal untuk suhu dan tinggi tropopause Pulau Jawa dilakukan dengan membuat time series data tahun 2002-2011 yang dapat dilihat pada gambar 2 dan 3. Pada gambar 2 ditampilkan hasil analisis temporal suhu tropopause Pulau Jawa pada periode 2002-2011 dan pola rata-rata tahunan suhu tropopause. Variasi temporal suhu tropopause Pulau Jawa berkisar antara 187 K~197 K dan memperlihatkan adanya pola tahunan. Pola tahunan rata-rata 2002-2011 menunjukkan suhu tropopause di Pulau Jawa mencapai maksimum pada bulan Agustus dan minimum pada bulan Februari.

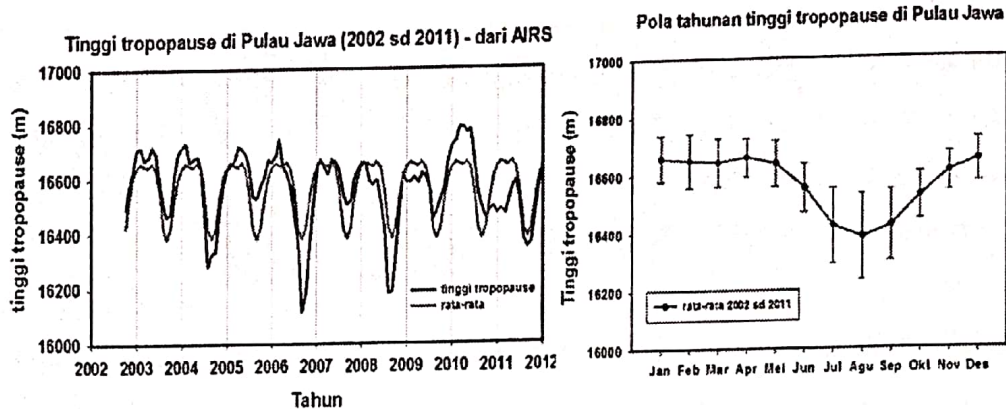


Gambar 1. Analisis rata-rata spasial suhu tropopause (a) dan tinggi tropopause (b) untuk wilayah Pulau Jawa.

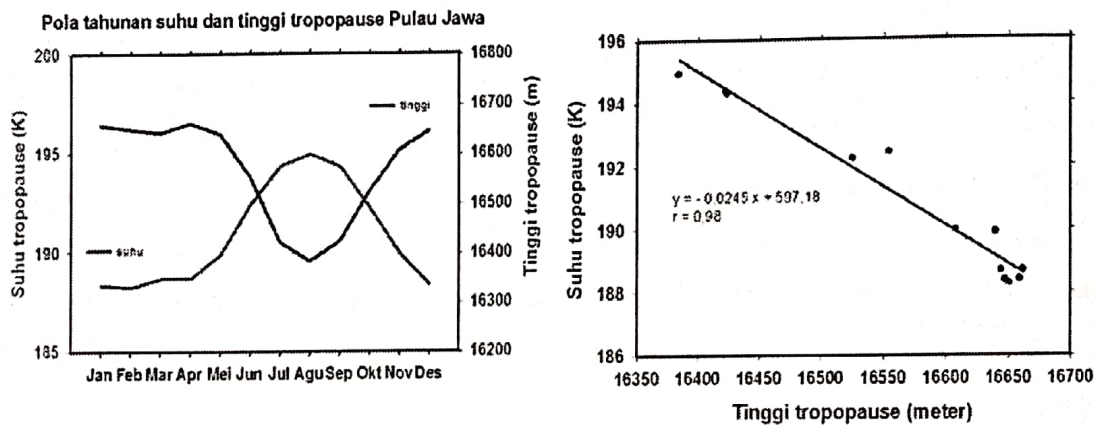


Gambar 2. Variasi temporal suhu tropopause (kiri) dan pola tahunan suhu tropopause di Pulau Jawa.

Pada gambar 3 ditampilkan hasil analisis temporal tinggi tropopause Pulau Jawa pada periode 2002-2011 dan pola rata-rata tahunan tinggi tropopause. Variasi tempotal tinggi tropopause Pulau Jawa adalah antara 16150 m ~ 16800 m dan juga memperlihatkan adanya pola tahunan. Pola tahunan tinggi tropopause rata-rata 2002-2011 memperlihatkan tinggi tropopause di Pulau Jawa mencapai maksimum pada bulan April dan minimum pada bulan Agustus.



Gambar 3. Variasi temporal tinggi tropopause (kiri) dan pola tahunan tinggi tropopause di Pulau Jawa.



Gambar 4. Pola variasi tahunan suhu tropopause dan tinggi tropopause Pulau Jawa (kiri), korelasi suhu dan tinggi tropopause dengan koefisien korelasi 0,98 (kanan)

Variasi tahunan suhu tropopause dan tinggi tropopause Pulau Jawa mempunyai pola yang terbalik seperti dapat dilihat pada gambar 4 (kiri). Keterkaitan antara suhu tropopause dan tinggi tropopause Pulau Jawa pada Gambar 4 (kanan) mempunyai persamaan regresi linier $y = -0,0245x + 587,18$ dengan koefisien korelasi 0,98. Dengan menggunakan persamaan regresi linier yang diperoleh, bila tinggi tropopause naik 50 meter, maka suhu tropopause akan turun $-1,225$. Dengan kata lain antara suhu tropopause dan tinggi tropopause mempunyai korelasi negatif, artinya bila tinggi tropopause meningkat, maka suhu tropopause akan turun.

Hasil analisis ketinggian dan suhu tropopause di Pulau Jawa sesuai dengan yang dinyatakan Sturman et al. (1996) yaitu tergantung kepada lokasi dalam hal ini tergantung kepada lintang, mempunyai pola tahunan dan tergantung kepada musim.

Ketinggian tropopause di Pulau Jawa hasil analisis tahun 2002-2011 bervariasi antara 16150 m ~ 16800 m, sedangkan hasil yang diperoleh Dian et al (2001) tinggi tropopause untuk daerah tropis adalah 16,9 km (16900 m).

Pada makalah ini hanya dibahas hasil analisis data tinggi dan suhu tropopause dari AQUA-AIRS, tidak membandingkan hasil dengan data insitu atau dengan data dari satelit lain.

5. KESIMPULAN

Di Pulau Jawa suhu tropopause berkisar antara 190,43 K sampai 191,08 K. Suhu tropopause di Jawa Barat relatif lebih tinggi $\sim 0,6$ K dibandingkan dengan suhu tropopause Jawa Tengah dan Jawa Timur. Tinggi tropopause berkisar antara 18536,8 m sampai dengan 16596,9 m, di Jawa Barat lebih rendah ~ 60 m dibandingkan dengan di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Pola tahunan suhu tropopause Pulau Jawa mencapai maksimum pada bulan Agustus dan minimum pada bulan Februari. Pola tahunan tinggi tropopause mencapai maksimum pada bulan April dan minimum pada bulan Agustus. Pola variasi tahunan suhu tropopause dan tinggi tropopause Pulau Jawa mempunyai korelasi negatif dengan koefisien korelasi 0,98.

DAFTAR RUJUKAN

- AIRS homepage at JPL (<http://airs.jpl.nasa.gov/>)
- Dian J. Seidel, Rebecca J. Ross, and James K. Angell, Climatological characteristics of the tropical tropopause as revealed by radiosondes, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 106, NO. D8, PAGES 7857–7878, APRIL 27, 2001.
- Gottelman, A., E. M. Weinstock, E. J. Fetzer, F. W. Irion, A. Eldering, E. C. Richard, K. H. Rosenlof, T. L. Thompson, J. V. Pittman, C. R. Webster, and R. L. Herman, Validation of Aqua satellite data in the upper troposphere and lower stratosphere with in situ aircraft instruments, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L22107, doi:10.1029/2004GL020730, 2004.
- Sturman, A.P. & N. Tapper 1996. *The Weather & Climate of Australia and New Zealand* (Oxford) 476pp.
- Thomas Reichler, Martin Dameris and Robert Sausen, Determining the tropopause height from gridded data, *Geophys. Res. Lett.*, VOL. 30, NO. 20, 2042, doi:10.1029/2003GL018240, 2003.
- Thompson, A. M., et al. (2003), The 1998– 2000 SHADOZ tropical ozone climatology: 1. Comparison with TOMS and ground-based measurements, *J. Geophys. Res.*, 108(D2), 8238, doi:10.1029/2001JD000967.
- World Meteorological Organization (WMO), *Meteorology A Three-Dimensional Science: Second Session of the Commission for Aerology*, WMO Bulletin IV(4), WMO, Geneva, 134– 138, 1957.