

## PERUBAHAN POLA KANDUNGAN AIR ATMOSFER (*PRECIPITABLE WATER*) DI PULAU JAWA DAN SUMATRA SERTA KORELASINYA TERHADAP TUTUPAN AWAN SAAT MUSIM DINGIN DI BELAHAN BUMI UTARA

Nurzaman Adikusumah, Didi Satiadi, Dadang Subarna  
Pusat Sains Teknologi atmosfer LAPAN  
nzn@bdg.lapan.go.id

### *Abstract.*

*Winter in the northern hemisphere occurs when the position of the sun is in the southern state usually coincides with the rainy season in southern Indonesia, in December, January and February. Terms for rain is the clouds are mature enough to proceed from the cloud, which is a complex form of water in the form of water droplets and aerosols into the rain. Not all processes on the surface precipitation into rain clouds that sometimes the change process has run down from the height of the water content in an altitude that does not reach the earth's surface. Based on data from the cloud and precipitable water NOAA conducted the study, and will discuss how big clouds into rain in the rainy season, and how its fraction shifted prosentasinya in the next ten years for the islands of Java and Sumatra.*

**Keywords:** *Cloud, 'precipitable water', winter Northern Hemisphere, Java, Sumatra*

### **Abstrak**

Musim dingin di belahan bumi utara terjadi saat posisi matahari berada di selatan biasanya keadaan ini bersamaan dengan musim hujan di selatan Indonesia yaitu pada bulan Desember, Januari dan Februari. Syarat untuk hujan adalah adanya awan yang cukup matang yang merupakan bentuk komposisi kompleks air dalam bentuk tetesan air dan aerosol menjadi hujan. Tidak semua proses presipitasi menjadi hujan di permukaan, adakalanya proses perubahan awan yang turun dari ketinggian telah habis kandungannya di ketinggian sehingga tidak mencapai permukaan bumi. Berdasarkan data awan dan *precipitable water* NOAA dilakukan kajian ini, dan akan dibahas berapa besarkah awan di musim hujan menjadi hujan, dan bagaimana pergeseran prosentasinya dalam kurun sepuluh tahun terakhir untuk pulau Jawa dan Sumatera.

**Kata kunci:** Awan, 'precipitable water', musim dingin Belahan Bumi Utara, Jawa, Sumatera

---

### **1. PENDAHULUAN**

Musim dingin di BBU pada bulan Desember, Januari dan Februari (DJF) ditandai dengan posisi matahari berada di selatan ekuator, sehingga pemanasan intensif terjadi di wilayah ini yang membawa tingginya proses konveksi dan pembentukan awan. Indonesia dengan posisi di sekitar ekuator mengalami musim yang unik. Sebagian besar wilayah pada bulan DJF mengalami musim hujan.

Proses hujan diawali dengan pembentukan awan, dan pada bulan DJF ini pembentukannya paling tinggi ditandai dengan variabilitas awan total, *tcde*, dan *precipitable water*, *pr\_wtr/tpw*, yang tinggi. Hujan akan mengurangi jumlah awan dan dikenali besaran *tpw* yang merupakan jumlah air di atmosfer yang akan menjadi hujan. Data turunan *tpw* ini ternyata tidak seluruhnya menjadi air hujan dipermukaan sebagian hilang dalam perjalanan dari ketinggian sampai permukaan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Iklim Bumi mampu mendukung kehidupan di sebagian besar karena adanya efek rumah kaca di atmosfer dan siklus hidrologi. Air dalam fase gas, uap air, merupakan elemen kunci dalam kedua proses tersebut. Siklus hidrologi menggambarkan gerakan air, dalam ketiga fasenya, di dalam dan di antara atmosfer bumi, di lautan, dan di benua. Pada fase uap, air bergerak cepat melalui atmosfer dan energi mendistribusikan kembali dalam bentuk penguapan dan kondensasi. Gerakan uap air melalui siklus hidrologi sangat berkaitan dengan presipitasi dan kelembaban tanah yang memiliki implikasi praktis yang penting. (Starr, D.O)

Ada banyak gas rumah kaca di atmosfer, sebagian alami dan sebagian dihasilkan dari kegiatan industri, tapi gas rumah kaca yang paling penting adalah uap air. Uap air yang berperan penting dalam siklus umpan balik iklim. Saat suhu permukaan bumi dan atmosfer meningkat, atmosfer mampu menahan uap air lebih banyak. Uap air bertindak sebagai gas rumah kaca dan menyerap energi yang menyebabkan pemanasan lebih lanjut namun dapat pula lepas ke angkasa. Ini gambaran dasar yang rumit oleh interaksi penting antara uap air, awan, gerak atmosfer, dan radiasi dari Matahari dan Bumi. Pemantauan perubahan jangka panjang dalam uap air, yang erat kaitannya dengan variasi iklim dan kecenderungannya, diperlukan untuk memprediksi dan mendeteksi perubahan. Masalah ini menggambarkan sistem pengukuran tradisional dan teknologi baru yang menjanjikan yang bersama-sama dapat memberikan kontinuitas dan kualitas pengamatan yang diperlukan untuk meningkatkan pemahaman kita tentang uap air dalam sistem iklim.

### Uap air dalam Sistem Iklim

Uap air terus mengalami siklus melalui atmosfer, menguap dari permukaan, kondensasi untuk membentuk awan ditiup oleh angin, dan kemudian kembali ke bumi sebagai hujan. Panas dari matahari digunakan untuk menguapkan air, dan panas ini dimasukkan ke udara ketika air mengembun menjadi awan dan menjadi presipitasi. Siklus penguapan-kondensasi ini merupakan mekanisme penting untuk mentransfer energi panas dari permukaan bumi ke atmosfer dan panas dalam bergerak di sekitar Bumi. (Forsythe dkk)

Uap air adalah gas yang paling melimpah pada gas rumah kaca di atmosfer dan yang paling penting dalam iklim bumi. Gas rumah kaca memungkinkan banyak radiasi gelombang pendek matahari melewati, tetapi menyerap atau memerangkap gelombang panjang yaitu radiasi infra merah yang dipancarkan oleh permukaan bumi. Tanpa uap air dan gas rumah kaca lainnya di udara, suhu permukaan udara akan berada jauh di bawah titik beku.

Udara hangat dapat mempertahankan konsentrasi yang lebih tinggi dari uap air dalam udara dingin tanpa menjadi jenuh. Akibatnya, sesaat udara menjadi hangat, karena berbagai alasan, penguapan lebih mungkin terjadi dan konsentrasi uap air dapat meningkat. Peningkatan uap air meningkatkan efek rumah kaca dan menimbulkan pemanasan terus berlangsung. Ini umpan balik positif, pemanasan dari gas rumah kaca menyebabkan peningkatan uap air dan terjadilah lagi peningkatan pemanasannya. Dengan demikian pemahaman tentang mekanisme pendistribusian uap air melalui atmosfer dan efek uap air terhadap radiasi atmosfer dan sirkulasi sangat penting untuk memperkirakan jangka panjang perubahan iklim.

#### **Klimatologi uap air atmosfer**

Bobot uap air di atmosfer hanya menyumbang sekitar seperempat dari satu persen dari semua gas pada tekanan permukaan laut. Jika semua uap air di udara pada waktu tertentu mengembun dan jatuh sebagai hujan, kedalaman genangan hujan hanya sekitar 2,5 cm, inilah yang disebut air yang bersifat presipitable (Precipitable water). (Bruce, J.P.)

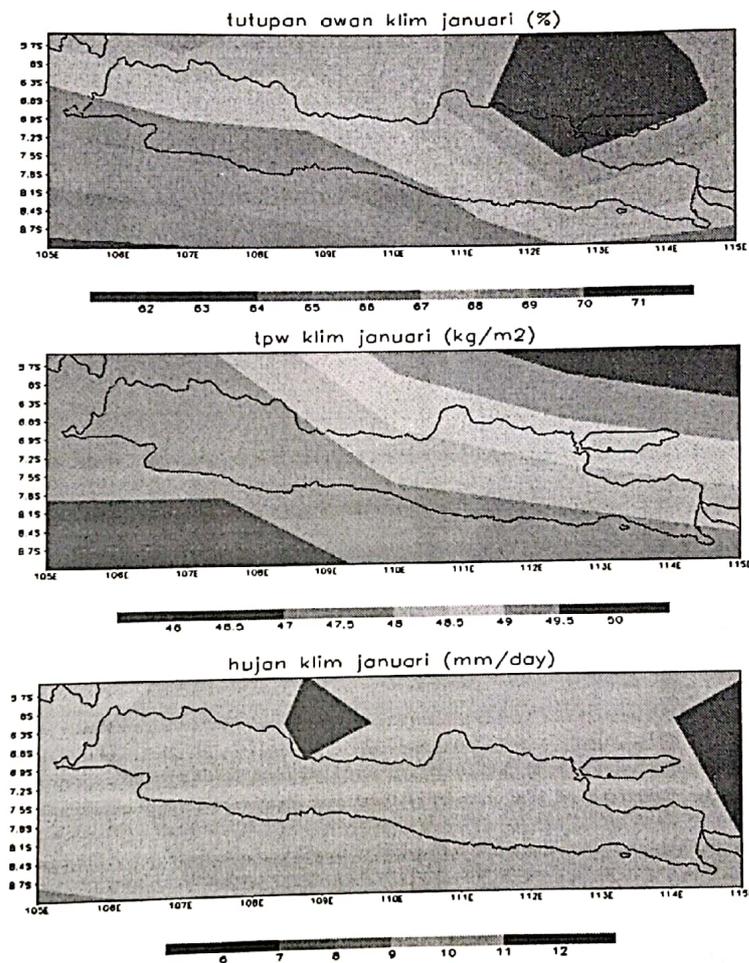
### **3. DATA DAN METODE**

Untuk mendapat gambaran proses dari tutupan awan menjadi hujan dilakukan pengolahan data bulanan tutupan awan tcdc, *precipitable water* dan hujan tahun 2001 sampai 2010 dari ESRL NOAA. Dalam penelitian ini akan dilakukan penghitungan prosentasi dari tpw yang menjadi hujan di permukaan, sehingga untuk pertama dilakukan plotting spasial untuk mendapat gambaran dua dimensi. Kemudian dilakukan perata-rataan besaran yang diamati untuk setiap wilayah dengan dipilih untuk bulan Desember, Januari dan Februari saja yang akan di deret waktukan untuk melihat perbedaan fluktuasinya.

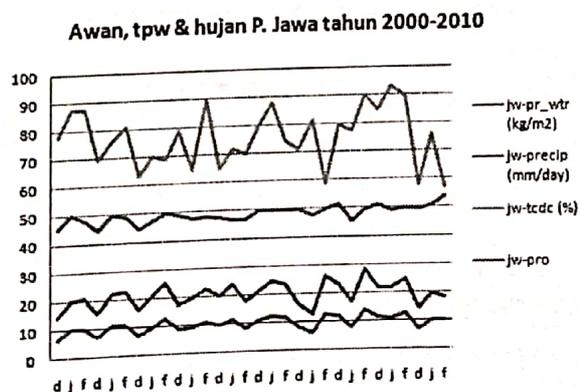
### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada gambar 1 terlihat untuk tutupan awan memiliki pola maksimum di timur laut sekitar Jawa timur dengan tutupan diatas 70 %. Tutupan ini prosentasenya menurun ke arah barat daya. Walaupun pola tpw tidak terlihat serupa degan tutupan awan, namun degradasi nilai tpw ini sesuai dengan pola awan dari timur laut besar ke barat daya mengecil. Pola hujan terlihat menurun dari

timur dengan curah hujan besar ke barat dengan curah hujan lebih kecil. Secara visual perubahan kandungan air tidak dapat dilihat sehingga perlu penghitungan secara langsung untuk dideretkan seperti pada gambar 2.

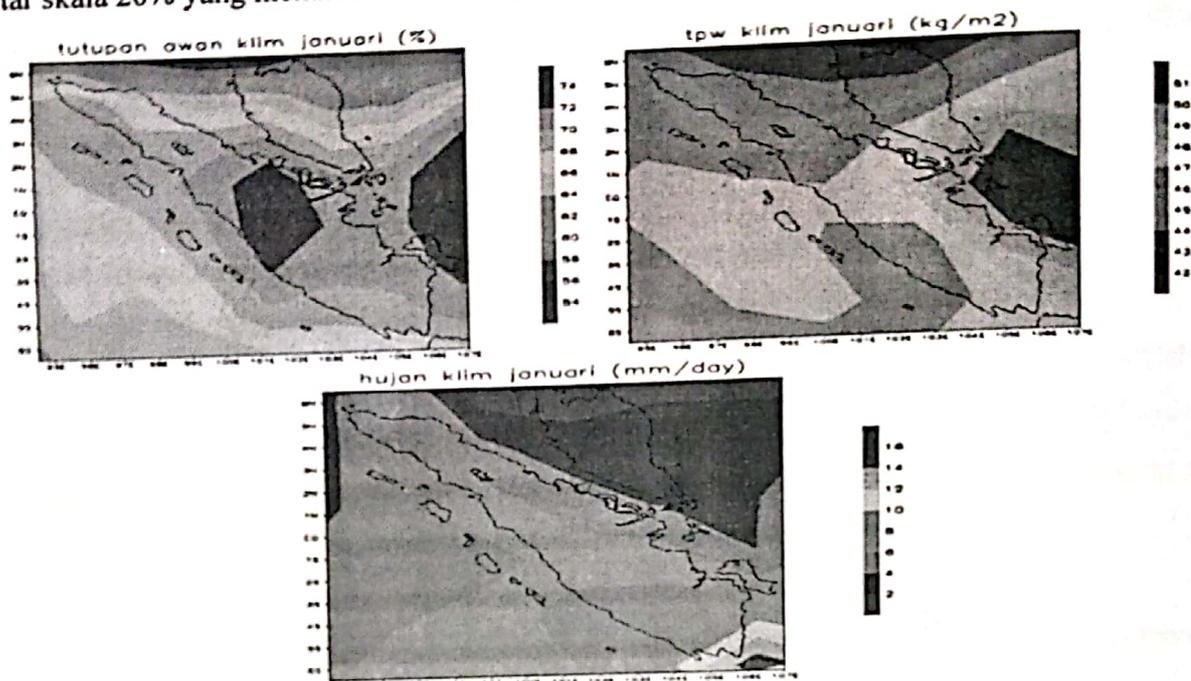


Gambar 1. Pola spasial klimatologis tutupan awan, tpw('precipitable water'), dan hujan dipermukaan di Pulau Jawa bulan Januari.



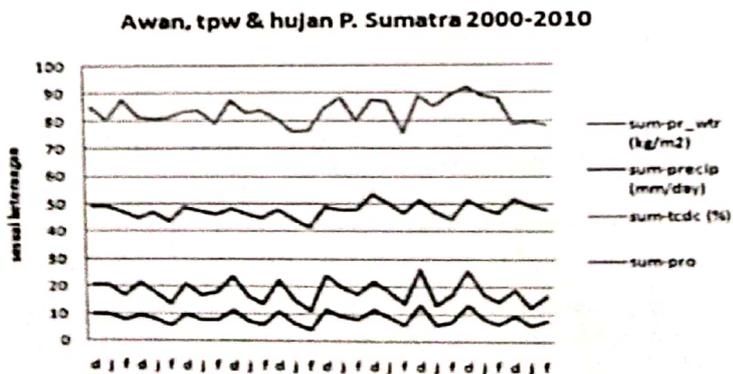
Gambar 2. Kurva tutupan awan(garis hijau), tpw(garis biru), dan hujan permukaan (garis merah) untuk bulan djf(Desember, Januari dan Februari). Garis ungu prosentasi awan menjadi hujan.

Pada gambar 2 di plot ketiga parameter yang diamati yaitu awan (jw-tcdc), tpw (jw-pr\_wtr) dan curah hujan (jw-precip). Prosentasi kandungan air yang menjadi hujan (jw-pro) berada pada sekitar skala 20% yang menandakan besar tpw yang sampai kepermukaan.



Gambar 3. Pola sapsial klimatologis tutupan awan, tpw('precipitable water'), dan hujan dipermukaan di Pulau Sumatra bulan Januari

Pada gambar 3 terlihat untuk tutupan awan memiliki pola maksimum di timur dan di Sumatra barat dengan tutupan diatas 72 %. Tutupan ini prosentasinya menurun kearah utara dan barat daya. Di Sumatra pun pola tpw tidak terlihat serupa degan tutupan awan, namun degradasi nilai tpw ini sesuai dengan pola awan dari timur besar ke utara dan barat daya mengecil. Pola hujan terlihat menurun dari tenggara dengan curah hujan besar ke barat daya dengan curah hujan lebih kecil.



Gambar 4. Kurva tutupan awan(garis hijau), tpw(garis biru), dan hujan permukaan (garis merah) untuk bulan djf(Desember, Januari dan Februari). Garis ungu prosentasi awan menjadi hujan

Pada gambar 4 di plot ketiga parameter yang diamati yaitu awan (sum-tcdc), tpw (sum-pr\_wtr) dan curah hujan (sum-precip). Prosentasi kandungan air yang menjadi hujan (sum-pro) berada pada sekitar skala 20% yang menandakan besar tpw yang sampai kepermukaan. Dari gambar 2 dan gambar 4 pola prosentasi jw-pro dan sum-pro memiliki pola fluktuasi yang sulit dibandingkan secara visual untuk dianalisa namun kisaran nilai yang muncul yaitu sekitar 20%. Jadi kedua area Sumatra dan Jawa mengalami pengurangan dari tpw menjadi curah hujan dengan nilai yang serupa.

## 5. KESIMPULAN

Pola tutupan awan di Sumatra lebih besar di banding dengan di Jawa. Variabilitas awan total di Jawa berfluktuasi lebih tinggi dibanding Sumatra. Prosentasi tpw untuk kedua wilayah pada bulan DJF berkisar 20 %. Perjalanan dari awan ke permukaan menjadi penyebab berkurangnya besar tpw menjadi air hujan dipermukaan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Bruce, J.P., Relationship between precipitation and precipitable water on Canadian prairie, Canada Meteorologie office, 1963
- Forsythe, John M., Jason B. Dodson, Philip T. Partain, Stanley Q. Kidder, Thomas H. Vonder Haar, 2012: *How Total Precipitable Water Vapor Anomalies Relate to Cloud Vertical Structure*. *J. Hydrometeor*, **13**, 709–721.
- Hauschildt, Heike., Macke, Andreas, Precipitable Water in Cloudy area, Leibniz Institut fur Meereswissenschaften, 2004
- Starr, D.O., and S.H. Melfi (Eds.), *The Role of Water Vapor in Climate: A Strategic Research Plan for the Proposed GEWEX Water Vapor Project (GVaP)*, NASA Conf. Publ., CP-3120, 50 pp., 1995.