

PEMODELAN Z_{LCL} DAN Z_{CCL} DENGAN MENGGUNAKAN METODA SKEW-T PLOTTING

Toni Samiaji

Bidang Pengkajian Ozon dan Polusi Udara
Jl. Dr. Djundjuran 133, Bandung Telp. 6037445, Fax. 6037443
E-mail : toni_s@bdg.lapan.go.id

Abstract

Lifting Condensation Level (LCL) and Convective Condensation Level (CCL) altitude modelling has been made by using skew-T plotting. Data that used in this research is radiosonde data for Bandung city in 1992, 1995, 1997 and 1999, which include temperature, pressure, humidity, dew point profile and altitude.

Research result could be said that surface pressure and temperature did not influence altitude either of LCL or CCL, altitude of CCL and LCL could be predicted by using surface humidity data, which it's model formula formed polinomial equation, also the altitude of CCL could be predicted by using surface dew point data, which it's model formula formed linear and inversely proportional.

Abstrak

Telah dilakukan pemodelan tinggi titik jenuh Z_{LCL} dan tinggi titik kondensasi Z_{CCL} dengan menggunakan metoda skew-T plotting. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data radiosonde Kota Bandung tahun 1992, 1995, 1997 dan 1999, yang meliputi profil suhu, tekanan, kelembaban, titik embun dan ketinggian.

Hasil penelitian ini adalah tekanan dan suhu permukaan tidak berpengaruh terhadap tinggi titik jenuh (Z_{LCL}) maupun tinggi titik kondensasi (Z_{CCL}), tinggi titik kondensasi dan tinggi titik jenuh bisa diprediksi dengan memakai data kelembaban permukaan. Perumusan model berbentuk persamaan polinom, sedangkan tinggi titik kondensasi bisa diprediksi pula dengan memakai data titik embun permukaan. Hasil perumusan model tersebut berbentuk linear dan berbanding terbalik.

1. PENDAHULUAN

Suatu parcel ketika ke atas mungkin akan jenuh dengan uap air, mungkin juga tidak (karena parcel tersebut tidak sampai ke titik LCL). Tinggi titik jenuh (Z_{LCL}) adalah saat parcel mulai mengalami jenuh dengan uap air, tetapi belum tentu terjadi kondensasi. Adakalanya suatu parcel mengalami jenuh dan kondensasi yang bersamaan. Ada juga parcel yang mengalami kondensasi terlebih dahulu, baru kemudian mengalami jenuh dengan uap air. Parcel yang mengalami kondensasi lebih dahulu baru jenuh, maka akan timbul awan.

Tinggi titik kondensasi (Z_{CCL}) bisa juga merupakan tinggi dasar awan konvektif. Z_{CCL} ini bisa juga disamakan dengan tinggi lapisan aerosol higroskopik, yang mana aerosol ini merupakan inti kondensasi.

Dalam penelitian ini digunakan metoda skew-T plotting, yang mana metoda ini biasa digunakan dalam dunia penerbangan untuk melihat cuaca khususnya di bandara-bandara. Metoda skew-T ini yaitu merupakan pengeplotan data radiosonde (data suhu dan titik embun) secara vertikal pada kertas aerogram.

Tujuan penelitian ini adalah pembuatan model sederhana untuk memprediksi tinggi titik jenuh dan tinggi titik kondensasi berdasarkan masukan kelembaban permukaan atau titik embun permukaan.

2. DATA DAN PENGOLAHANNYA

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data radiosonde untuk kota Bandung tahun 1992, 1995, 1997 dan 1999, yang meliputi profil suhu, tekanan, kelembaban, titik embun dan ketinggian.

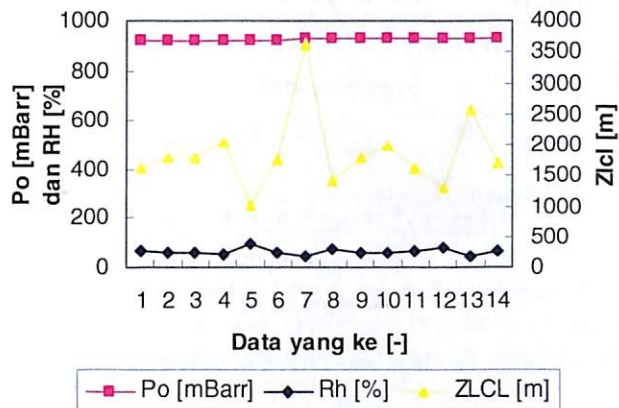
Data profil suhu dan titik embun permukaan diplot di atas kertas aerogram, kemudian dari titik suhu permukaan ditarik garis adiabatik kering sampai memotong garis mixing ratio yang ditarik dari titik embun permukaan. Titik potong ini disebut dengan titik LCL (Lifting Condensation Level) yakni titik dimana parcel menjadi jenuh dengan uap air apabila parcel naik secara adiabatik kering [Unisys, 2004, Roger, 1998 dan TNI AU, 1986]. Pada titik ini bisa dibaca suhu dan tekanannya (otomatis ketinggiannya bisa dicari dari data profil hasil peluncuran radiosonde). Selanjutnya parcel dari titik LCL selama naik mengalami proses adiabatik basah.

Titik CCL (Convective Condensation Level) ditentukan dengan cara memotongkan garis mixing ratio yang ditarik dari titik embun awal (permukaan) sampai memotong profil suhu vertikal [TNI AU, 1986]. Titik CCL merupakan titik kondensasi dimana parcel tersebut mulai mengalami kondensasi ketika naik.

Setelah diperoleh titik CCL dan LCL, kemudian dicari hubungan antara parameter-parameter phisis tersebut dengan excel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalau lihat Gambar 3.1 sepertinya kelembaban udara berbanding terbalik terhadap tinggi titik jenuh (Z_{lcl}), sedangkan dengan tekanan permukaan yang naik Z_{lcl} berfluktuasi.



Gambar 3.1 Hubungan antara tekanan permukaan P_o dan kelembaban R_h terhadap tinggi titik jenuh Z_{lcl}

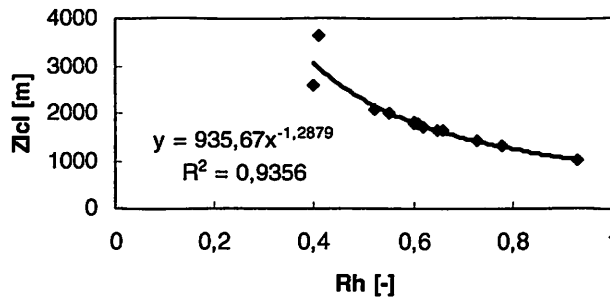
Kalau kita korelasikan R_h terhadap Z_{lcl} maka didapat seperti pada Gambar 3.2. Pada gambar ini nampak dengan R_h yang semakin tinggi maka Z_{lcl} semakin rendah. Dan nampaknya R_h mempunyai korelasi R yang cukup baik terhadap Z_{lcl} yakni sebesar 0,967. Kelembaban (R_h) adalah menunjukkan kandungan uap air dalam udara, bila R_h tinggi maka udara bersifat basah, sebaliknya bila R_h rendah berarti udara bersifat kering. Bila udara bersifat kering, maka masa udara kering tersebut tidak terlalu berat bila

dibandingkan dengan udara basah, hal ini bisa menyebabkan parcel berisi udara kering ke atas untuk menjadi jenuh secara adiabatik menjadi lebih tinggi bila dibanding dengan parcel berisi udara basah.

Mungkin tinggi titik jenuh bisa diprediksi dengan persamaan

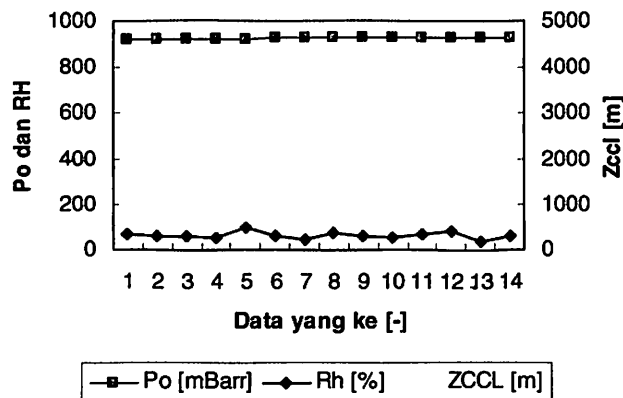
$$Z_{icl} = A(935,67Rh^{-1,2879}) \dots \dots \dots (3.1)$$

di mana Rh di sini tidak berdimensi, jadi jika 60 % dimasukkan ke dalam persamaan tersebut adalah 0,6, sedangkan konstanta A besarnya adalah 1 dan mempunyai satuan meter.



Gambar 3.2 Korelasi Rh terhadap Z_{icl}

Hubungan antara tekanan permukaan dan kelembaban terhadap tinggi titik kondensasi digambarkan pada Gambar 3.3. Pada gambar ini nampak bahwa dengan P_o yang semakin tinggi maka Rh dan Z_{cc1} berfluktuasi, seperti Rh terhadap Z_{cc1} berbanding terbalik, yakni apabila Rh naik, maka Z_{cc1} turun, demikian pula sebaliknya.

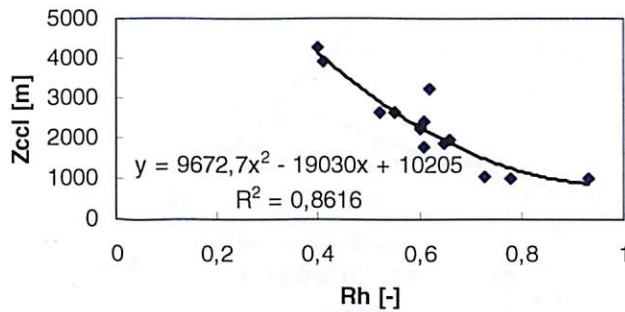


Gambar 3.3 Hubungan tekanan permukaan dan kelembaban terhadap tinggi titik kondensasi

Kalau kita korelasikan Rh terhadap Z_{cc1} maka nampak pada Gambar 3.4. Pada gambar ini nampak dengan Rh semakin besar, maka Z_{cc1} semakin rendah. Hubungan keduanya dikorelasikan dengan persamaan parabola. Rh mempunyai koefisien korelasi R sebesar 0,928. Untuk memprediksi tingginya titik kondensasi bisa didekati dengan persamaan

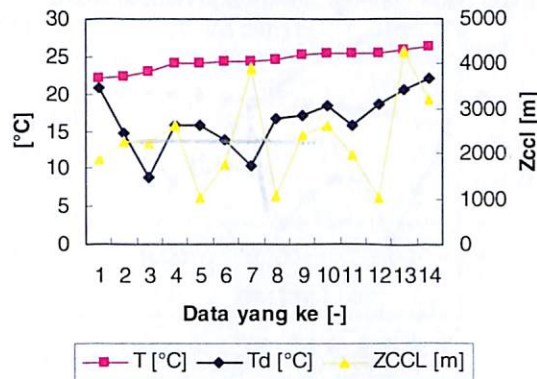
$$Z_{cc1} = A(9672,7Rh^2 - 19030Rh + 10205) \dots \dots \dots (3.2)$$

di mana konstanta A nilainya 1 mempunyai satuan meter, sedangkan Rh tidak mempunyai satuan.



Gambar 3.4 Korelasi Rh terhadap Z_{ccl}

Gambar 3.5 menunjukkan hubungan suhu udara T dan titik embun T_d permukaan terhadap tinggi titik kondensasi Z_{ccl} . Dari gambar ini terlihat dengan suhu yang makin tinggi maka baik titik embun maupun tinggi titik kondensasi berfluktuasi. Jadi nampaknya T tidak berkorelasi terhadap Z_{ccl} , lalu bagaimana hubungan antara T_d terhadap Z_{ccl} ? Pada Gambar 3.6 ditunjukkan korelasi T_d terhadap

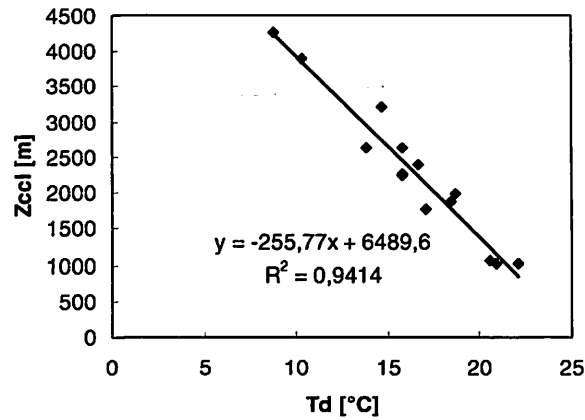


Gambar 3.5 Hubungan suhu udara T dan titik embun T_d permukaan terhadap tinggi titik kondensasi Z_{ccl}

Z_{ccl} , yang mana T_d mempunyai korelasi yang cukup baik dengan koefisien korelasi $R = 0,970$. Pada gambar ini nampak korelasi keduanya berbentuk linear, yang mana dengan T_d semakin tinggi maka Z_{ccl} semakin rendah. Untuk memprediksi Z_{ccl} bisa didekati dengan persamaan

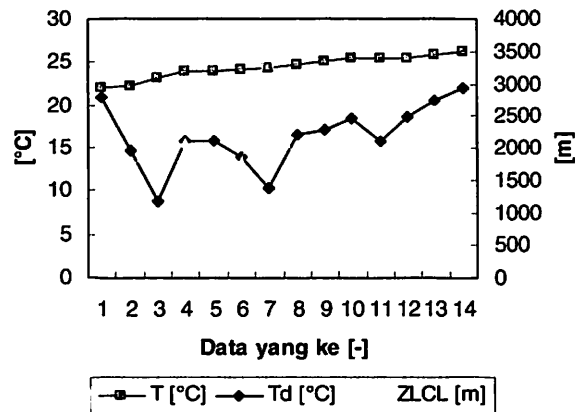
$$Z_{ccl} = - A(255,77T_d) + 6489,6 \text{ meter} \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

Yang mana konstanta A bernilai 1 dan mempunyai satuan meter / °C.



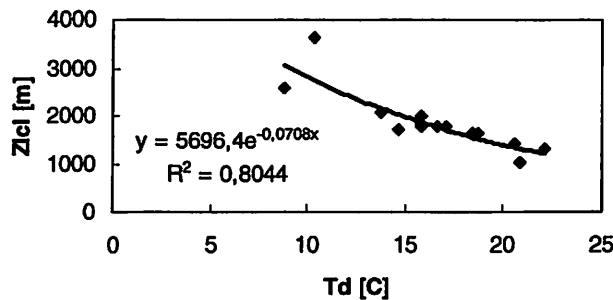
Gambar 3.6 Korelasi T_d terhadap Z_{ccl}

Pada Gambar 3.7 ditunjukkan hubungan suhu dan titik embun terhadap tinggi titik jenuh. Nampak dengan suhu permukaan yang terus naik, maka titik embun dan tinggi titik jenuh berfluktuasi. Sedangkan pada Gambar 3.8 ditunjukkan korelasi



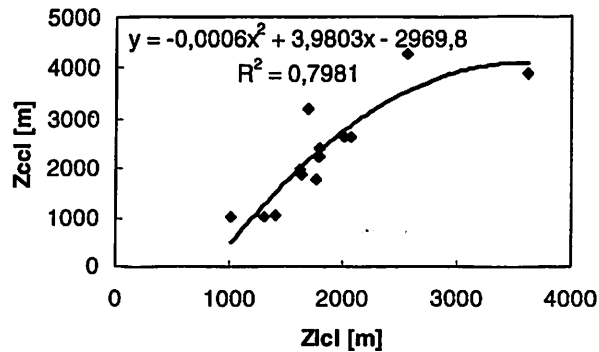
Gambar 3.7 Hubungan suhu T dan titik embun T_d permukaan terhadap tinggi titik jenuh Z_{lcl}

titik embun terhadap tinggi titik jenuh. Nampak korelasinya kurang baik dengan koefisien korelasi $R = 0,897$. Sehingga apabila dibuat persamaan untuk memprediksi tinggi titik jenuh berdasarkan titik embun permukaan maka di khawatirkan errornya terlalu besar. Demikian juga dengan Gambar 3.9 yang menunjukkan korelasi Z_{lcl} terhadap Z_{ccl} ,



Gambar 3.8 Korelasi T_d terhadap Z_{cl}

dengan koefisien korelasi $R = 0,893$, nampaknya korelasinya kurang baik, berarti bila dibuat model non linear untuk penentuan Z_{CCL} dari Z_{LCL} di khawatirkan akan menimbulkan persentase kesalahan yang cukup besar.



Gambar 3.9 Korelasi Z_{cl} terhadap Z_{ccl}

4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tinggi titik jenuh bisa diprediksi berdasarkan kelembaban permukaan dengan persamaan $Z_{cl} = A(935,67Rh^{-1,2879})$
2. Tinggi titik kondensasi bisa diprediksi dengan memakai data kelembaban permukaan dengan persamaan $Z_{ccl} = A(9672,7Rh^2 - 19030Rh + 10205)$
3. Tinggi titik kondensasi bisa diprediksi pula dengan memakai data titik embun permukaan, dengan persamaan $Z_{ccl} = - A(255,77T_d) + 6489,6$ meter

Daftar Pustaka

- Rogers R.R., 1976: A Short course in cloud physics, Pergamon Press, pp. 19-34, Oxford, 1976.
- TNI AU, 1986 : " Petunjuk teknis analisa sounding ", pp. 7-8, Angkatan Bersenjata Republik Indonesia Markas Besar Tentara Nasional Indonesia Angkatan Udara, Jakarta.
- Unisys, 2007 : http://weather.unisys.com/upper_air/skew/details.html, Last modified August 13, 1998, download 12 November 2007.