

PREDIKSI DEBIT ALIRAN DI DAS MUSI (SUMATERA SELATAN)

Sinta Berliana Sipayung¹⁾ dan Nani Cholianawati²⁾
^{1,2) Peneliti Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer}

Email: s_berlianasipayung@yahoo.com; nani.cholianawati@gmail.com

Abstract

This paper describes the main river flow predictions with the data input is the monthly rainfall data average of satellite observations of TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) 3B43 format and evapotranspiration potential average from MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) level-3 MOD-16 resolution 1 km as from 1998 to 2010 in the Watershed (watershed) Musi, South Sumatra. The results show that the monthly rainfall significantly affect the surface flow. Similarly, potential evapotranspiration effect on soil moisture, where the maximum field capacity storage will fill the upper zone and lower zone storage up to the percolation. To get the optimal estimate discharge, performed verification using model parameters that apply to DAS, obtained a correlation coefficient (r^2) of 0.81. Climatic conditions in the Musi river basin shows the correspondence between the pattern of rainfall distribution in flow measurement with r^2 of 0.82. The main thing is permukaan tahun 2010 flow predictions using the ANFIS (*Adaptive Neural Fuzzy Inference Systems*), prediction of the phase-estimation of training had r^2 of 0.81, the prediction of the estimation with r^2 of 0.71. Predicted results show there has been a marked increase in flow rate to the value of a positive presentation in November, December, January, February, March, April, and May. While the deficit occurred in June, July, August, September, and October with a negative percentage value will be described in this paper.

Keywords: ANFIS, hydrometeorology, and satellite

Abstrak

Paper ini utamanya menjelaskan prediksi debit aliran sungai dengan input data curah hujan rata-rata bulanan hasil observasi satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) format 3B43 dan evapotranspirasi potensial rata-rata dari MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) level-3 MOD-16 resolusi 1 km terhitung sejak tahun 1998 hingga 2010 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Musi, Sumatra Selatan. Hasilnya menunjukkan bahwa curah hujan bulanan berpengaruh secara signifikan terhadap debit aliran permukaan. Begitu pula evapotranspirasi potensial berpengaruh terhadap kelembapan tanah (*soil moisture*), dimana pada kapasitas lapang maksimum akan mengisi *storage upper zone* dan *storage lower zone* hingga ke perkolasi. Untuk mendapatkan debit estimasi optimal, dilakukan verifikasi dengan menggunakan parameter model yang berlaku untuk DAS, diperoleh nilai koefisien korelasi (r^2) sebesar 0.81. Kondisi iklim di DAS Musi menunjukkan kesesuaian antara pola distribusi curah hujan dengan debit aliran pengukuran dengan r^2 sebesar 0.82. Hal yang utama adalah prediksi debit aliran permukaan tahun 2010 dengan menggunakan metode ANFIS (*Adaptive Neural Fuzzy Inference Systems*), prediksi terhadap estimasi dengan fase-training mempunyai r^2 sebesar 0.81, prediksi terhadap estimasi dengan r^2 sebesar 0.71. Hasil prediksi menunjukkan telah terjadi peningkatan debit aliran yang ditandai dengan nilai presentasi positif pada bulan November, Desember, Januari, Februari, Maret, April, dan Mei. Sedangkan defisit terjadi pada bulan Juni, Juli, Agustus, September, dan Oktober dengan nilai persentasi negatif akan diuraikan pada makalah ini. **Kata kunci:** ANFIS, hidrometeorologi, dan satelit

1. PENDAHULUAN

Dampak perubahan iklim terhadap semua sektor-sektor sudah banyak mempengaruhi perekonomian Indonesia bahkan berbagai dunia, karena itu Indonesia sebagai negara yang rawan bencana dengan kapasitas adaptasi yang rendah perlu mempersiapkan diri sebagai antisipasi dampak dari perubahan iklim. Variabilitas dan perubahan iklim diakibatkan karena peningkatan konsentrasi gas-gas aktif-radiatif atmosfer dapat merubah distribusi menurut ruang dan waktu terhadap sumberdaya air, lahan, siklus hidrologi, kualitas air, sistem suplai dan kebutuhan air (IPCC, 2007), perubahan iklim dapat merubah karakteristik hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS), dapat juga merubah pola tanam dan kenyamanan terhadap lingkungan sekitarnya.

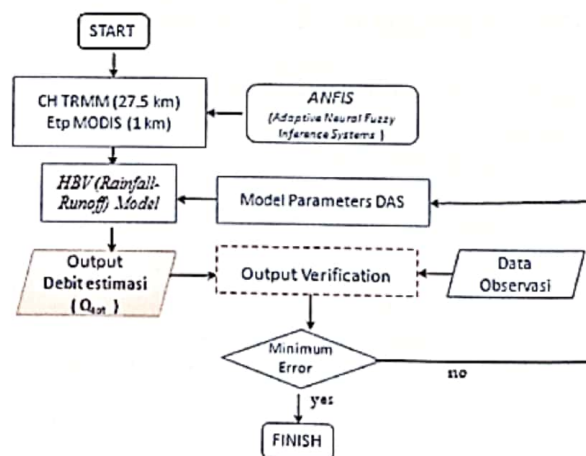
Berbagai metode yang dilakukan untuk mengetahui dampak dari pada perubahan iklim terhadap ketersediaan air khususnya hubungan antara curah hujan dengan runoff. Pada kesempatan ini model HBV (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning/ Bergstrom, 1976, 1992). digunakan untuk mengetahui debit estimasi, yang digunakan sebagai parameter input untuk prediksi beberapa bulan kedepan di DAS Musi Sumatra Selatan. Model HBV ini telah diaplikasikan di DAS Citarum Hulu bahwa estimasi data debit aliran model HBV memiliki pola yang mendekati serupa/mirip dengan data debit aliran observasi dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0.8 (Berliana dkk, 2010).

Pada kesempatan ini akan diterapkan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Musi di Sumatra Selatan adalah salah satu sungai terpanjang dan terbesar di Sumatera yang bagian hilir meliputi zona tengah dan merupakan daerah rawan banjir (Samuel dkk. 2002), namun pada akhir-akhir ini ketersediaan airnya mengalami penurunan ketika musim kemarau dan bebanjiran jika musim penghujantiba. Sungai musu mempunyai panjang 750 km yang terpanjang di Sumatra, yang membelah Kota Palembang menjadi dua bagian. Di tepi Sungai Musi terdapat Pelabuhan Boom Baru dan Museum Sultan

Mahmud Badaruddin II. Sungai Musi berasal dari Bengkulu dan bermuara ke sembilan (9) anak sungai yaitu : sungai Komerang, Rawas, Batang hari, Leko, Lakitan, Kelinci, Lematang, Semangus dan Ogan. Hal yang penting adalah bagaimana prediksi debit aliran di DAS Musi, di tinjau dari debit estimasi hasil perhitungan konsep model HBV berbasis satelit. Metode yang digunakan adalah ANFIS (*Adaptive Neural Fuzzy Inference Systems*, Jang, 1993, 1995).

2. METODOLOGI

Data yang digunakan adalah data terestrial curah hujan (mm) dari satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission, 3B43) dengan resolusi 0.25 derajat (27.5 km) dan Evapotranspirasi dari MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer level – 3 MOD - 16) resolusi 1km dari tahun 2001 s/d 2010. Begitu juga data observasi yang terdiri dari curah hujan debit alirandi DAS Musi (Sumatra Selatan) yang digunakan sebagai validasi model.



Gambar 1: Diagram curah hujan Evapotranspirasi (input) dan debit estimasi (output)

Dengan diketahuinya estimasi debit aliran, kemudian diprediksikan debit aliran dengan menggunakan ANFIS(Adaptive Neural Fuzzy Inference Systems). Pada

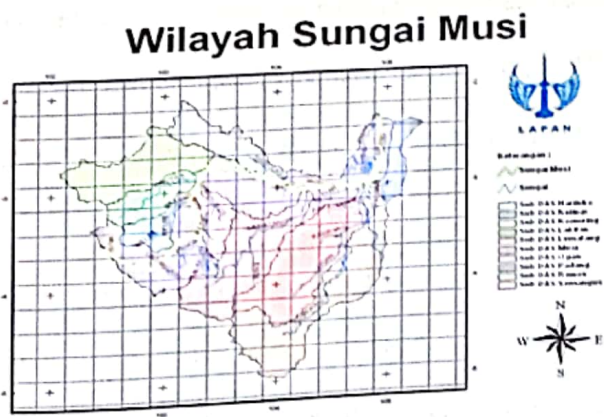
prinsipnya bahwa ANFIS terdiri dari empat layer unit pemrosesan yaitu layer 1, 2, 3 dan 4. Dari input layer 1 mengirimkan data ke layer ke 2, layer 3 akan membaca pola yang dikeluarkan oleh layer 3, dalam hal ini jumlah proses pola sama dengan jumlah kasus dalam himpunan training. Proses pola i mendapatkan data dari proses input dan menghitung output θ_i menggunakan fungsi transfer :

$$\theta_i = e^{-\frac{(x-u_i)^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots (1)$$

dimana X adalah vektor input dari variabel prediktor, U_i adalah vektor training yang direpresentasikan oleh neuron pola i , σ adalah parameter smoothing. Pada penjumlahan layer dimana output dari semua proses pola ditambahkan, sehingga output layer dari semua proses dijumlahkan yaitu dengan tipe penjumlahan aritmatik sederhana dan penjumlahan terboboti. Layer output kemudian membentuk pembagian untuk mendapatkan output regresi : $Y = \frac{\sum \theta_i y_i}{\sum \theta_i}$.

..... (2)

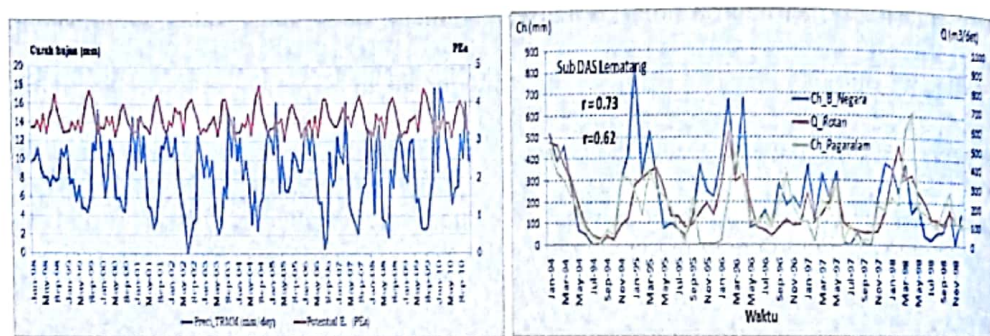
Input layer merupakan vektor input $(x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-p})$ yang terdiri dari p variabel prediktor yang dalam hal ini adalah data debit estimasi merupakan fase training sedangkan output layer Y adalah yang diprediksi oleh ANFIS.



Gambar 2: Lokasi kajian

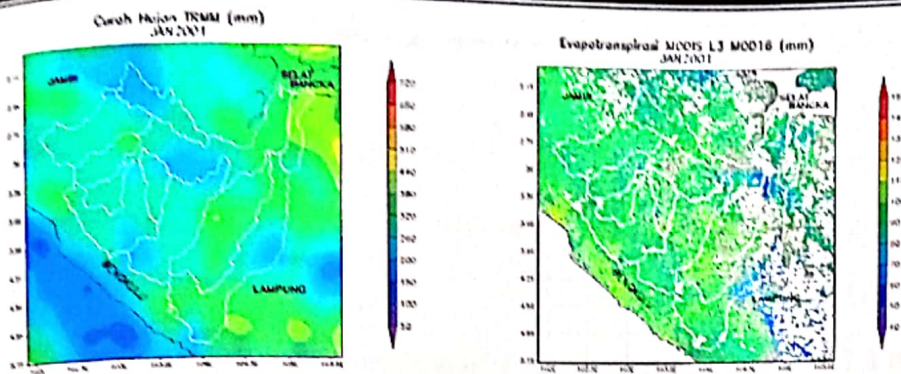
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yang kami lakukan adalah mengetahui hubungan antara curah hujan dan debit di ataskawasan B Negara, Pagar alam dan debit Rotan periode Januari 1994 hingga, November 1998, tampak dengan jelas menunjukkan kesesuaian antara pola distribusi curah hujan dengan debit aliran pengukuran dengan $r^2 = 0,73$ dan mempunyai pola curah hujan yang musunal (Gambar 3). Begitu pula kami menurunkan curah hujan dan evapotranspirasi potensial dari satelit TRMM dan MODIS.



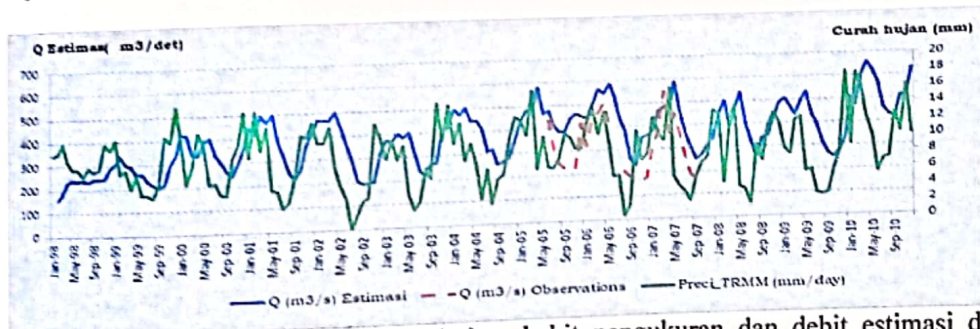
Gambar 3: Perbandingan antar curah hujan observasi dan debit (a) dari satelit TRMM terdiri dari curah hujan dan evaporasi potensial (PEa) (b) di sub DAS Lematang (Sumatra Selatan)

Dari gambar di atas, tampak adanya kesamaan pola yang dihasilkan oleh data satelit TRMM terhadap data observasi in-situ yang ada di B Negara, Pagaralam dan debit Rotan. Jika pada Gambar 3 terlihat jelas adanya kesamaan pola intensitas curah hujan dengan debit aliran 0.73 dan 0.62, maka sebaliknya pada gambar 3-b terdapat perbedaan pola yang dihasilkan oleh curah hujan satelit TRMM dengan evaporasi potensial (PEa) satelit MODIS, perlu dilakukan analisis spasial seperti pada Gambar 4-a dan 4-b berikut ini. Disini terlihat jelas adanya kesamaan pola antara curah hujan yang dihasilkan oleh TRMM dengan evapotranspirasi perbandingan antara data terestrial curah hujan (mm) dari satelit TRMM dengan data evapotranspirasi MODIS bulan Januari 2001.

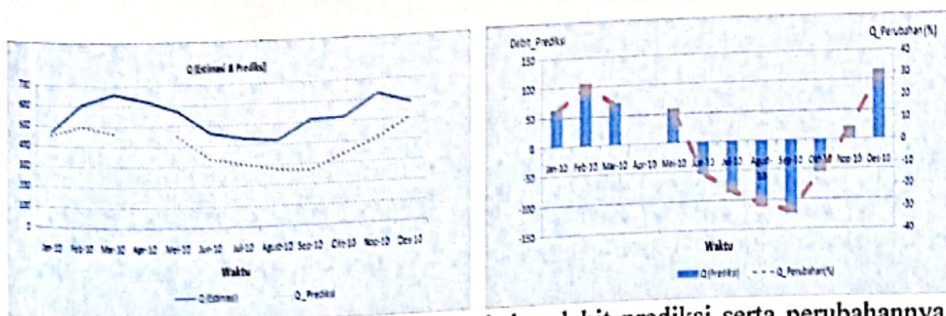


Gambar 4: Perbandingan antara data terestrial curah hujan (mm) dari satelit TRMM dengan data evapotranspirasi MODIS tahun 2001 di Sumatera Selatan (MODIS)

Yang perlu ditekankan disini adalah hubungan antara curah hujan dan debit serta estimasi debit dapat diuraikan seperti pada gambar dibawah ini. Walaupun agak sulit untuk dijelaskan satu per satu, namun hasil akhir yang didapat adalah adanya suatu model estimasi debit DAS Musi berbasis hasil analisis data satelit TRMM dan MODIS seperti Nampak pada Gambar 5.



Gambar 5: Perbedaan antara curah hujan, bebit pengukuran dan debit estimasi di sungai Lematang



Gambar 6: Perbedaan antara debit estimasi dan debit prediksi serta perubahannya di DAS Musi

Hasil prediksi menunjukkan telah terjadi peningkatan debit aliran yang ditandai dengan nilai presentasi positif pada bulan N, D, J, F, M, dan M sedangkan defisit terjadi pada bulan J, J, A, S, dan O dengan nilai persentasi negatif akan diuraikan pada makalah ini.

Tabel 1. Perbedaan debit estimasi dan debit prediksi (ANFIS)

Waktu	$Q_{\text{estimasi}}(\text{m}^3/\text{det})$	$Q_{\text{prediksi}}(\text{m}^3/\text{det})$	Perubahan (%)
Jan-10	470,937	454,7528	16,06915
Feb-10	602,3045	498,0582	27,12223
Mar-10	655,0727	463,8378	18,38795
Apr-10	622,3755	error	-
Mei-10	570,6356	450,5241	14,98983
Jun-10	458,706	336,8417	-14,026
Jul-10	429,2133	303,59	-22,513
Agust-10	416,8496	279,1159	-28,7597
Sep-10	510,3484	267,4561	-31,7357
Okt-10	516,0732	336,9586	-13,9962
Nop-10	627,3518	411,7988	5,105754
Des-10	579,2773	506,8083	29,35557

4. KESIMPULAN

Dengan menggunakan data observasi terlihat jelas adanya kesamaan pola antara curah hujan dan debit. Hasil verifikasi model dengan menggunakan data observasi tahun 1994 s/d 1998 dan 2006, 2007, menunjukkan bahwa pola debit model dan observasi di DAS Musi terlihat mengikuti pola dengan koefisien korelasi 0.7, dan 0.8. Penggunaan metode model HBV ternyata cukup valid digunakan untuk menganalisis keterkaitan antara curah hujan dengan limpasan, khususnya di DAS Musi. Hasil ini nampaknya masih perlu ditindaklanjuti mengingat masih banyak DAS lain yang memiliki keragaman pola curah hujan dan debit yang berbeda-beda. Hasil prediksi debit aliran permukaan tahun 2010 dengan menggunakan metode ANFIS (Adaptive Neural Fuzzy Inference Systems), prediksi terhadap estimasi dengan fase-training mempunyai koefisien korelasi $r = 0.81$, begitu prediksi terhadap estimasi dengan koefisien korelasi

$r=0.71$. Hasil prediksi menunjukkan telah terjadi peningkatan debit aliran yang ditandai dengan nilai presentasi positif pada bulan N, D, J, F, M, dan M sedangkan deficit terjadi pada bulan J, J, A, S, dan O dengan nilai persentasi negatif seperti yang terdapat pada makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bergstrom, S. 1976. Development and application of a conceptual runoff model for Scandinavian Catchments', SMHI Report, RHO No. 7. Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping, Sweden.
- Bergstrom, S. 1992. 'The HBV model its structure and applications', SMHI Report Hydrol., RH No. 4. Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping, Sweden.
- IPCC. "Impacts, Adaptation and Vulnerability". Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press: Cambridge, Climate Change 2007.
- Jang J.S.R. IEEE Trans. Systems, Man, Cybernetics, 23(5/6):665-685, 1993. "ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System"
- Jang J.S.R. and N. Gulley, Natick, MA., 1995: The Fuzzy Logic Toolbox for use with MATLAB, The MathWorks Inc.
- Ruminta (2008). Model Temporal Curah Hujan dan Debit Sungai Berbasis ANFIS, Jurnal Sains Dirgantara, Volume 6 No 2, Juni 2008, ISSN 1412 – 808X).
- Samuel, S. Adjie, dan Subagja. 2002. Inventarisasi dan Distribusi Biota serta Karakteristik Habitat Sungai Musi. Laporan Teknis BWPU Palembang. 32 hal.
- Sinta Berliana Sipayung dan Nani Cholianawati (2010). Analisis Hubungan Curah Hujan dan Limpasan dengan di DAS Citarum Hulu Menggunakan Model HBV. Prosiding Seminar Penerbangan dan Antariksa 2010,. Sub Seminar : Seminar Sains Atmosfer dan Iklim, Graha Widya Bhakti, DRN-Puspitek Serpong, 15 November 2010.