Modifikasi Estimasi Curah Hujan Satelit TRMM Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik Studi Kasus Stasiun Klimatologi Siantan

Fanni Aditya^{1)2)*}, Joko Sampurno²⁾, Andi Ihwan²⁾

¹⁾BMKG Stasiun Klimatologi Siantan

²⁾Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura.

*Email : faud77@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan modifikasi estimasi curah hujan TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) menggunakan data curah hujan observasi bulanan di Stasiun Klimatologi Siantan tahun 2002 s.d 2013. Estimasi ini menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Propagasi Balik dengan arsitektur [45 40 35 30 25 20 15 10 5 1]. Hasil simulasi diperoleh bahwa pada proses pelatihan antara *output* dan *target* menghasilkan koefisien korelasi 0.80 untuk pola data 6 bulanan dan 0.77 untuk pola data tahunan. Hasil pengujian menghasilkan koefisien korelasi 0,73 untuk pola data 6 bulanan dan 0.57 untuk pola data tahunan. Koefisien Korelasi ini menunjukkan pola data 6 bulanan lebih memiliki pola yang mirip dengan data observasi di Stasiun Klimatologi Siantan dibandingkan pola data tahunan. Perbandingan nilai korelasi sebelum dan setelah dimodifikasi menghasilkan nilai korelasi yang lebih tinggi setelah dilakukan modifikasi. Dengan demikian pola data 6 bulanan kedepan bisa digunakan sebagai data pembanding atau pelengkap untuk daerah penelitian.

Kata kunci: *TRMM, curah hujan, propagasi balik, korelasi.*

1. Pendahuluan

Sebagai bagian dari wilayah tropis, Indonesia memiliki kondisi atmosfer yang sangat kompleks. Pemanasan yang tinggi sepanjang tahun mengakibatkan hujan sering terjadi. Pengukuran curah hujan dilakukan sebagai langkah awal mempelajari perilaku curah hujan di Indonesia.

Satelit TRMM adalah sebuah satelit pengamatan bumi yang mengukur distribusi curah hujan tropis. Hal ini memungkinkan pemantauan curah hujan pada wilayah yang luas.

Metode yang dapat digunakan untuk menangani data dalam jumlah besar salah satunya adalah metode jaringan syaraf tiruan (JST). Metode ini memiliki kelebihan yaitu kemampuan metode ini untuk melakukan proses pembelajaran.

Dalam penelitian ini model curah hujan data satelit TRMM dibuat menggunakan data curah hujan observasi di Stasiun Klimatologi siantan sebagai data pembanding. Metode JST telah digunakan untuk memprakirakan tinggi gelombang laut (Bekalani, 2013) serta untuk mengestimasi curah hujan di kota Pontianak menggunakan suhu permukaan laut (Herkulana, 2014).

a. Estimasi Curah Hujan

Hujan yang sampai ke permukaan tanah dapat diukur melalui pengukuran tinggi air hujan. Hasil dari pengukuran tersebut dinamakan curah hujan yang besarnya dalam satuan milimeter. Estimasi curah hujan disebut sebagai usaha penaksiran intensitas curah hujan. Tingkat keakuratan data estimasi curah hujan perlu diuji sebelum digunakan. Curah hujan diamati atau diukur dengan menggunakan alat yang disebut penakar hujan.

b. Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik

JST merupakan suatu sistem jaringan pemroses informasi dengan karakteristik yang menyerupai jaringan syaraf biologi (Siang, 2005). Karena meniru system syaraf biologis maka terdapat tiga karakteristik utama dari JST yakni arsitektur jaringan, algoritma jaringan dan fungsi aktivasi. Secara umum, arsitektur jaringan syaraf tiruan memiliki beberapa lapisan, yaitu lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan keluaran (*output layer*). Arsitektur jaringan tersebut diilustrasikan seperti Gambar 1 berikut ini

Gambar 1. Arsitektur Propagasi Balik (Siang, 2005)

2. Metodologi

a. Pengelompokan Data

Data curah hujan bulanan hasil observasi berasal dari Stasiun Klimatologi Siantan (109°11'24"BT-0°4'30" U) tahun 2002-2013 dan data curah hujan dari satelit TRMM tahun 2002-2013 (sumber : www.mirador.gsfc.nasa.gov). Data satelit tersebut diolah menggunakan perangkat lunak *TRMM viewer* (sumber: www.meteopaloh.com) untuk menghasilkan nilai curah hujan bulanan. Data dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu data pelatihan (tahun 2002-2009) dan data pengujian (tahun 2010-2013) dimana masing-masing kelompok data terdiri dari data *input* dan data *target*.

b. Perancangan Arsitektur JST

Arsitektur JST dibuat dengan menentukan banyaknya *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer* yang akan digunakan dalam pelatihan. Lapisan input terdiri atas 4 *neuron* yang mewakili TRMM 36 bulan, 24 bulan, 12 bulan dan 0 bulan sebelumnya yang akan digunakan pada data tahunan. Proses yang menggunakan data rangkaian waktu enam bulanan pada lapisan input terdiri atas 7 *neuron* yang masing-masing mewakili input data satelit TRMM 36 bulan, 30 bulan, 24 bulan, 18 bulan, 12 bulan, 6 bulan, dan 0 bulan sebelumnya serta data curah hujan observasi digunakan sebagai target. Dalam model ini menggunakan 9 lapisan tersembunyi.

Tabel 1. Arsitektur JST

Lapisan tersembunyi ke-	Neuron	Fungsi Aktivasi
1	45	Sigmoid Bipolar
2	40	Sigmoid Biner
3	35	Sigmoid Biner
4	30	Sigmoid Bipolar
5	25	Sigmoid Biner
6	20	Sigmoid Biner
7	15	Sigmoid Biner
8	10	Sigmoid Biner
9	5	Sigmoid Bipolar

Untuk *output layer* terdapat 1 *neuron* dengan fungsi aktivasi *linier*.

c. Algoritma Pelatihan

Metode penurunan gradien dengan momentum merupakan metode penurunan gradien yang dilakukan dengan menambah momentum. Dengan momentum, perubahan bobot tidak hanya didasarkan atas error yang terjadi pada epoch waktu itu. Perubahan bobot saat ini dilakukan dengan memperhitungkan juga perubahan bobot pada epoch sebelumnya.

d. Pelatihan dan Pengujian Pada JST

1. Pelatihan JST (tahun 2002 s.d 2009)

Tahapan *feedforward* yang merupakan proses pengenalan pola data. Pelatihan JST dilakukan dengan menyesuaikan nilai-nilai bobot yang ditetapkan diawal pelatihan supaya menghasilkan jaringan terlatih. Pelatihan akan dihentikan apabila tercapainya nilai *Mean Square error* (MSE) kurang dari atau sama dengan nilai MSE yang ditetapkan pada awal pelatihan. Tetapi apabila nilai MSE di akhir pelatihan lebih besar dari nilai MSE yang ditetapkan di awal pelatihan, maka proses pelatihan akan dilanjutkan ke tahap propagasi balik sampai mendapatkan nilai MSE yang diinginkan.

2. Pengujian JST (tahun 2010 s.d 2013)

Pengujian dilakukan dengan memberikan input berupa sebagian dari data yang tidak diikutsertakan dalam proses pelatihan. Sebagai pembandingan pada proses validasi, digunakan target pada data observasi.

e. Validasi

Validasi dilakukan dengan mengkorelasikan data curah hujan estimasi TRMM dengan data curah hujan observasi pada tahun 2010 s.d 2013. Jika koefisien korelasi (r) antara data pelatihan dengan data pengujian ≥ 0.6 maka model tersebut dapat mewakili curah hujan yang ada di daerah tersebut.

Tabel 2. Nilai koefisien korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,000 – 0,199	Sangat Rendah
0,200 – 0,399	Rendah
0,400 - 0,599	Sedang
0,600 – 0,799	Kuat
0,800 – 1,000	Sangat Kuat

(Sugijono, 2000)

3. Hasil dan Pembahasan

Beberapa tahap yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi penentuan data, permodelan (pelatihan dan pengujian) serta validasi. Sebelum dimodifikasi menggunakan JST Propagasi Balik (PB) terlebih dahulu dilakukan korelasi awal antara data curah hujan TRMM dan curah hujan observasi. Hasil dari korelasi awal adalah 0,51.

a. Penentuan Data

Data yang digunakan adalah data curah hujan TRMM dan curah hujan bulanan pada tahun 2002 s.d 2013 yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu data pelatihan dan pengujian. Data pelatihan untuk rangkaian waktu tahunan menggunakan data curah hujan TRMM dan curah hujan bulanan dari Januari 2002 sampai Desember 2009. Data pelatihan untuk rangkaian waktu data enam bulanan menggunakan data curah hujan TRMM dan curah hujan bulanan bulan Januari 2002 sampai bulan Juni 2009. Data pelatihan tersebut akan dibagi lagi yaitu curah hujan TRMM sebagai input pada JST dan curah hujan sebagai target. Data pengujian untuk rangkaian waktu tahunan menggunakan data curah hujan TRMM dan curah hujan bulanan dari Januari 2010 sampai Desember 2013. Untuk rangkaian waktu data enam bulanan menggunakan data curah hujan TRMM dan curah hujan bulanan dari Januari 2010 sampai Juni 2013.

b. Pemodelan

Tujuan pelatihan pada JST adalah untuk mengenali pola curah hujan TRMM sebagai input dan curah hujan bulanan sebagai target. Data curah hujan TRMM dan curah hujan bulanan dimasukkan pada *input layer*, kemudian data pada *input layer* tersebut dipropagasi maju ke *hidden layer*. Fungsi *hidden layer* adalah meneruskan sinyal dari *input layer* sehingga menghasilkan *output* pada JST.

Nilai pembobotan pada *hidden layer* menggunakan nilai acak (*random*) dengan batasan antara -0,5 hingga 0,5. Pemberian batas ini dimaksudkan agar tidak terjadi pembobotan yang terlalu besar sehingga dapat menghasilkan nilai keluaran yang bagus dan cenderung stabil. Pada tahap pelatihan ini juga digunakan modifikasi JST dengan menambahkan momentum. Fungsi momentum adalah untuk perbaikan bobot.

Setelah proses propagasi maju dilakukan maka akan diperoleh nilai *output*. Pada tahapan ini nilai *output* dibandingkan dengan target yang harus tercapai. Selisih target yang harus dicapai dengan nilai *output* adalah kesalahan yang terjadi. Langkah selanjutnya yang dilakukan jika *output* tersebut tidak sesuai dengan yang diinginkan maka Jaringan Syaraf Tiruan (JST) akan melakukan tahapan Propagasi Balik (PB).

c. Hasil Pelatihan

1. Proses Pelatihan Pada JST

Untuk data enam bulan, pelatihan berhenti pada iterasi yang ke-10221 dan MSE sebesar 0,349. Sedangkan pada data tahunan pelatihan berhenti pada iterasi yang ke-715 dan MSE sebesar 0,408. Keduanya telah mencapai gradien yang diinginkan walaupun iterasi maksimum yang ditetapkan adalah $1,5 \cdot 10^4$ iterasi.

Pada penelitian ini iterasi berhenti ketika nilai gradien mencapai nilai $1,83 \cdot 10^{-6}$ pada data enam bulan dan $3,49 \cdot 10^{-6}$ pada data tahunan. Perbedaan nilai MSE yang diperoleh pada saat pelatihan menunjukkan terdapat kesalahan pada kedua data. Hal ini bisa terjadi karena adanya perbedaan penyusunan data antara keduanya yang menyebabkan data enam bulanan memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil dibandingkan data tahunan. Hal ini menandakan bahwa data enam bulanan lebih mudah dikenali polanya pada saat pelatihan.

2. Evaluasi Data Pelatihan

Gambar 2. (a) Hasil evaluasi data pelatihan enam bulanan. (b) Hasil evaluasi pada data pelatihan tahunan.

Pada Gambar 2 hasil evaluasi data enam bulanan dan tahunan terlihat bahwa nilai output dan target tidak dalam satu garis lurus. Nilai korelasi untuk data enam bulanan adalah 0,80 sedangkan korelasi untuk data tahunan adalah 0,77. Nilai koefisien korelasi awal pada kedua data menunjukkan proses pengenalan pola pada pelatihan pada data enam bulanan lebih baik bila dibandingkan dengan data tahunan.

3. Simulasi Data Pelatihan

Gambar 3 (a) Hasil simulasi data pelatihan enam bulanan. (b) Hasil simulasi pada data pelatihan tahunan.

Pada Gambar 3 hasil simulasi pelatihan data enam bulan dan tahunan terlihat bahwa masih terdapat banyak data yang tidak sesuai antara *target* (o) dan *output* (*). Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan nilai MSE pada tahap pelatihandan koefisien korelasi awal yang hampir sama.

d. Hasil Pengujian dan Validasi Data

Proses pengujian pada JST bertujuan untuk melihat apakah JST telah mampu mengenali pola *input* data baru yang telah diberikan. Pada proses ini akan terlihat berapa besar korelasi antara hasil data pelatihan dan data pengujian yang diberikan.

1. Evaluasi Data Pengujian

Gambar 4.(a) Nilai koefisien korelasi data pengujian enam bulanan. (b) Nilai koefisien korelasi data pengujian tahunan.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai korelasi pada data baru yang dijadikan sebagai data pengujian pada proses pengujian memiliki korelasi yang lebih kecil daripada korelasi pada proses pelatihan. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh saat pengujian sebesar 0,73 (kategori kuat) untuk pola data enam bulanan dan 0,57 (kategori sedang) untuk pola data tahunan. Perbedaan hasil korelasi kedua data di atas merupakan hasil dari proses pengenalan pada pelatihan yang menunjukkan data enam bulan memiliki kemiripan pola yang lebih baik dibandingkan data tahunan pada lokasi penelitian.

2. Simulasi Data Pengujian

Gambar 5. (a) Hasil simulasi data pengujian enam bulanan. (b) Hasil simulasi pada data pengujian tahunan.

Pada Gambar 5 nilai RMSE untuk pola data enam bulanan adalah 88.37 sedangkan RMSE untuk pola data tahunan adalah 85.11. Nilai RMSE kedua data di atas tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data enam bulan.

Dari keseluruhan proses dari pelatihan hingga pengujian, pola data enam bulanan cenderung lebih stabil saat proses pelatihan. Hal ini terlihat dari korelasi awal yang lebih baik dibandingkan pola data tahunan. Hal tersebut semakin diperkuat pada saat pengujian dengan hasil korelasi yang masuk kategori kuat untuk pola data enam bulanan sedangkan pola data tahunan memiliki korelasi yang lebih rendah. Nilai dari kedua hasil korelasi tersebut menyatakan bahwa pola data enam bulanan lebih memiliki pola yang mirip dengan data observasi di Stasiun Klimatologi Siantan dibandingkan pola data tahunan. Dari hasil modifikasi estimasi curah

hujan TRMM menggunakan metode Propagasi Balik (PB) juga diperoleh nilai korelasi yang lebih tinggi yaitu 0,73 bila dibandingkan dengan tanpa modifikasi oleh JST Propagasi Balik (PB) yaitu 0,51. Nilai korelasi yang lebih tinggi tersebut menyatakan bahwa hasil estimasi curah hujan TRMM yang dimodifikasi menggunakan JST Propagasi Balik (PB) lebih mendekati nilai curah hujan Stasiun Klimatologi Siantan.

4. Kesimpulan

Metode JST Propagasi Balik dengan algoritma pelatihan penurunan gradien dengan momentum dapat memperbaiki estimasi curah hujan satelit TRMM. Koefisien korelasi sebelum di perbaiki adalah 0,51. Koefisien korelasi setelah diperbaiki mencapai 0,73. Dari hasil korelasi kedua jenis data yang digunakan (enam bulanan dan tahunan) menunjukkan bahwa data enam bulanan memiliki kemiripan pola yang lebih baik dengan data observasi di Stasiun Klimatologi Siantan.

Pustaka

- Bekalani, A.I., 2013, *Prediksi Tinggi Signifikan Gelombang Laut di Sebagian Wilayah Perairan Indonesia Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Propagasi Balik*, Prisma Fisika, Pontianak.
- Herkulana, F.A., 2013, *Estimasi Curah Hujan Bulanan Kota Pontianak Dengan Suhu Permukaan Laut Sebagai Estimator Berdasarkan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Propagasi Balik (PB)*, Prisma Fisika, Pontianak
- Siang, J.J., 2005, *Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Dan Pemogramannya Menggunakan Matlab*, Andi, Yogyakarta.
- Sugijono, 2000, *Statistik Dalam Penelitian*, Alfabeta, Bandung.
- <http://www.meteopaloh.com/detail.php?id=68>
diakses pada tanggal 27 Januari 2014
- <http://mirador.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/mirador/presentNavigation.pl?tree=project&dataset=3B43:%20Monthly%200.25%20x%200.25%20degree%20merged%20TRMM%20and%20other%20sources%20estimates&project=TRMM&dataGroup=Gridded&version=007&CGISESSIONID=9507f845fc8857cf50f9678b353a8e26>
26 diakses pada tanggal 27 Januari 2014