

PENGGUNAAN METODE *BACKPROPAGATION* UNTUK PERAMALAN JUMLAH LEDAKAN MATAHARI (*FLARE*)

Yuyun Monita¹, Dian Candra Rini Novitasari^{2*}, Nanang Widodo³, Ahmad Zaenal Arifin⁴
Matematika UIN Sunan Ampel Surabaya^{1,2}
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Pasuruan³
Matematika Universitas PGRI Ronggolawe Tuban⁴
e-mail : diancrini@uinsby.ac.id*

Abstrak – Badai matahari memiliki dampak negatif bagi Bumi seperti terganggunya keadaan ruang angkasa, ionosfer dan atmosfer Bumi, serta sistem teknologi yang berada di luar angkasa. Badai matahari merupakan salah satu peristiwa alam yang disebabkan oleh aktivitas matahari yaitu ledakan matahari (*flare*). *Flare* terjadi akibat terbukanya kumparan medan magnet di permukaan matahari yang dapat memancarkan energi sangat besar. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko dari badai matahari akibat *flare* yaitu dengan peramalan. *Backpropagation* merupakan salah satu algoritma pembelajaran dalam jaringan saraf tiruan yang paling umum digunakan salah satunya untuk peramalan. *Backpropagation* melakukan proses pembelajaran dengan penyesuaian bobot-bobot dari arsitektur jaringan saraf tiruan dengan arah mundur berdasarkan pada nilai *error*. Melihat tingkat urgensi badai matahari yang disebabkan oleh *flare* serta berdasarkan beberapa penelitian terdahulu maka akan dilakukan peramalan *flare* pada satu bulan berikutnya dengan metode *Backpropagation*. Hasil terbaik yang diperoleh yaitu menggunakan arsitektur jaringan 10 unit tersembunyi. Perolehan nilai MAPE pada tahap pelatihan 9,93% dan tahap pengujian 15,98%. Hasil Peramalan yang diperoleh yaitu 0,26 yang berarti bahwa pada Bulan Januari tahun 2009 tidak terjadi ledakan.

Kata Kunci – *Flare*, *Backpropagation*, MAPE, Peramalan

I. PENDAHULUAN

Matahari memiliki pengaruh pada ruang antariksa dalam berbagai macam bentuk dan durasi waktu yang berbeda. Radiasi EM (gelombang radio, infra merah, cahaya, UV, sinar-X) dan partikel bermuatan yang dipancarkan oleh matahari akan berinteraksi dengan medan magnet Bumi, ionosfer dan

atmosfer yang memiliki efek negatif bagi Bumi [1].

Flare merupakan salah satu fenomena cuaca antariksa paling energetik dengan terbukanya kumparan medan magnet yang berada di permukaan matahari. Terbukanya kumparan medan magnet tersebut dapat memancarkan energi yang sangat besar sehingga mempengaruhi lingkungan di sekitar Bumi dan menimbulkan efek tidak langsung pada operasi satelit, komunikasi radio dan jaringan transmisi tenaga listrik [2] [3]. *Flare* terjadi pada daerah bintik matahari (*sunspot*) [3]. *Sunspot* merupakan daerah pada fotosfer yang memiliki temperatur lebih dingin dibandingkan daerah sekitarnya dengan intensitas cahaya yang dipancarkan lebih rendah sehingga tampak lebih gelap daripada bagian matahari lainnya [4].

Badai matahari merupakan contoh dari peristiwa matahari akibat terjadinya *flare* yang kuat sehingga dapat mengakibatkan terganggunya keadaan ruang angkasa, ionosfer dan atmosfer Bumi, serta sistem teknologi yang berada di luar angkasa [5]. Badai matahari pernah terjadi beberapa kali, salah satunya terjadi pada tahun 2000 dan 2003 [6]. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko diatas yaitu dengan antisipasi. Upaya untuk mengantisipasi adanya *flare* sebagai pemicu badai matahari adalah melakukan prakiraan atau peramalan *flare*.

Pada [7] menyatakan bahwa teknik prediksi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) memberikan keunggulan dibandingkan teknik statistik linear pada

umumnya seperti yang dilakukan oleh [8] yang mendapatkan hasil dalam penelitiannya bahwa metode JST lebih baik dibandingkan dengan metode ARMA. Selain itu dalam [9] yang menggunakan metode JST dengan hasil yang diperoleh yaitu persentase MAPE dibawah 10% untuk meramalkan kedatangan turis berdasarkan data *time series*. JST menggunakan algoritma pembelajaran yang memiliki fungsi utama memodifikasi secara teratur bobot dari penghubung setiap unit jaringan [10, 11, 12]. JST berperan sebagai alat yang digunakan untuk menyelesaikan masalah kompleks terutama dengan informasi data yang nonlinear untuk peramalan [13].

Backpropagation merupakan salah satu algoritma pembelajaran dalam JST yang paling umum digunakan dan memiliki keakuratan yang tinggi [14]. Seperti pada [15] yang menggunakan *Backpropagation* pada JST dengan *input* model ARIMA untuk peramalan harga saham memperoleh nilai MAPE pada metode ARIMA sebesar 1,633%, metode JST sebesar 0,834% dan metode *hybrid* ARIMA-JST sebesar 1,621% sehingga metode JST dengan algoritma *Backpropagation* memiliki nilai *error* paling kecil. *Backpropagation* melakukan proses pembelajaran dengan penyesuaian bobot-bobot dari arsitektur JST dengan arah mundur berdasarkan pada nilai *error*. *Backpropagation* bekerja melalui proses iteratif dengan menggunakan sekumpulan data latih lalu membandingkan nilai prediksi dari jaringan yang telah dibangun dengan nilai sesungguhnya [16]. Arsitektur pada *Backpropagation* terdiri dari 3 lapisan yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer* dengan bobot pada masing-masing penghubung. Informasi disalurkan melalui *input layer*, dianalisis di *hidden layer* dan hasilnya dikeluarkan *output layer* [10, 17].

Peramalan menggunakan metode *Backpropagation* telah dilakukan oleh Kusumadewi dalam penelitiannya [18] yang mendapatkan hasil nilai MAPE sebesar 1,8187% pada data latih dan 5,6808% pada data uji. [19] dalam penelitiannya menggunakan *Backpropagation* untuk

peramalan harga beras mendapatkan hasil terbaik menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner dibandingkan dengan fungsi aktivasi sigmoid bipolar.

Melihat risiko yang akan ditimbulkan oleh badai matahari akibat ledakan matahari (*flare*) dan berdasarkan pada beberapa penelitian terdahulu maka akan dilakukan peramalan kejadian ledakan matahari (*flare*) pada satu bulan berikutnya yaitu Bulan Januari tahun 2009 dengan metode *Backpropagation*.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data

Penelitian ini menggunakan data *time series* yang di unduh melalui *website* NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Data berjumlah 264 data yang merupakan data jumlah *flare* selama 264 bulan atau 22 tahun mulai Bulan Januari tahun 1987 hingga Bulan Desember tahun 2008. Data tersebut dibagi untuk data latih dan data uji. Data latih yang akan digunakan berjumlah 216 data yang merupakan data bulanan dari Bulan Januari 1987 hingga Bulan Desember 2004 dan 60 data digunakan untuk data uji yang merupakan data bulanan dari Bulan Januari 2004 hingga Bulan Desember 2008.

B. Tahap Pelatihan dan Tahap Pengujian

Hasil pada tahap pelatihan ditampilkan pada Gambar 1 yang merupakan perolehan nilai MAPE pada beberapa arsitektur yang dibangun. Gambar 1(a) menunjukkan hasil pelatihan dengan menggunakan 5 unit tersembunyi, Gambar 1(b) menunjukkan hasil pelatihan dengan menggunakan 10 unit tersembunyi dan Gambar 1(c) menunjukkan hasil pelatihan dengan menggunakan 20 unit tersembunyi.

Gambar 2 menunjukkan hasil perolehan nilai MAPE pada tahap pengujian. Gambar 2(a) menggunakan 5 unit tersembunyi, Gambar 2(b) menggunakan 10 unit tersembunyi dan Gambar 2(c) menggunakan 20 unit tersembunyi.

Tabel 1: Hasil MAPE tahap pelatihan dan pengujian

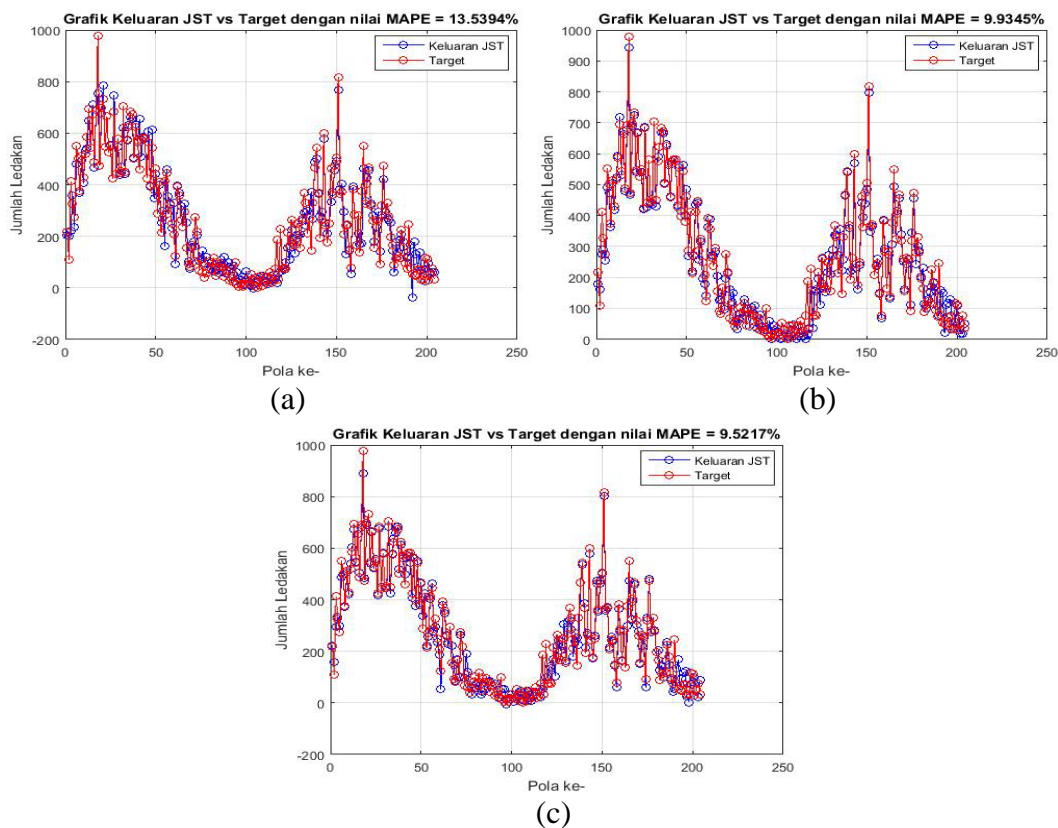
Jumlah Unit Tersembunyi	MAPE	
	tahap latih	tahap uji
5	13,5394%	18,2009%
10	9,9345%	15,9855%
20	9,5217%	17,2066%

Tabel 1 menunjukkan ringkasan hasil dari perolehan MAPE pada tahap pelatihan dan tahap pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa hasil MAPE terkecil yang diperoleh pada tahap pelatihan yaitu pada arsitektur jaringan dengan menggunakan 20 unit tersembunyi dengan persentase sebesar 9,5217%. Pada tahap pengujian hasil MAPE terkecil didapatkan melalui arsitektur jaringan dengan

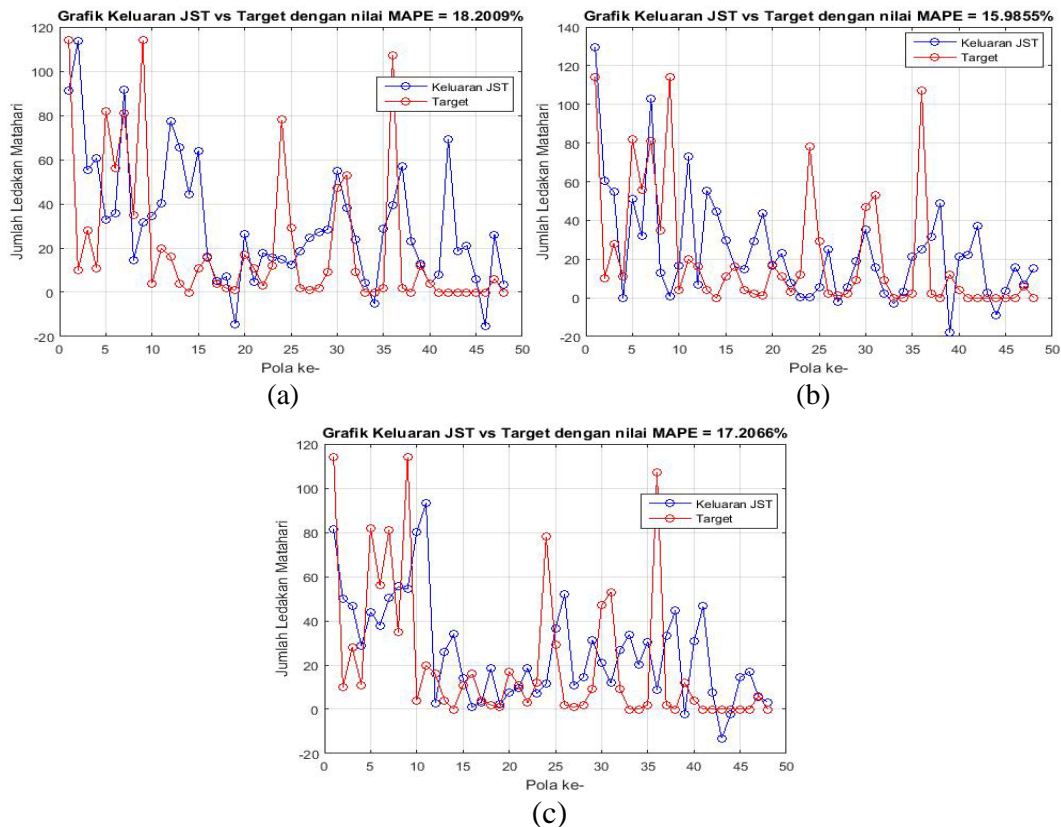
menggunakan 10 unit tersembunyi dengan persentase sebesar 15,9855%.

Nilai MAPE sebesar 15,9855% pada tahap pengujian menunjukkan hasil peramalan yang baik karena berdasarkan kriteria MAPE berada pada rentang nilai 10%–20%. Sehingga jaringan *Backpropagation* yang akan digunakan pada tahap peramalan yaitu arsitektur jaringan dengan jumlah unit tersembunyi sebanyak 10 unit karena memiliki nilai MAPE terkecil pada tahap pengujian.

Pada tahap peramalan hasil yang telah diperoleh yaitu angka 0,26 atau bisa dikatakan tidak ada ledakan. Hal tersebut menunjukkan peramalan pada Bulan Januari 2009 tidak akan terjadi ledakan matahari (*flare*) dengan tingkat kesalahan (*error*) melalui perhitungan MAPE sebesar 15,9855%.



Gambar 1: Hasil MAPE tahap pelatihan. (a) 5 unit tersembunyi. (b) 10 unit tersembunyi. (c) 20 unit tersembunyi



Gambar 2: Hasil MAPE tahap pengujian. (a) 5 unit tersembunyi. (b) 10 unit tersembunyi. (c) 20 unit tersembunyi

III. KESIMPULAN

Dari hasil yang telah diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil peramalan jumlah ledakan matahari (*flare*) menggunakan metode *Backpropagation* dengan data *time series* jumlah ledakan matahari (*flare*) yang diperoleh yaitu pada Bulan Januari 2009 tidak terjadi ledakan matahari (*flare*) dengan arsitektur jaringan menggunakan 10 unit tersembunyi pada lapisan tersembunyi.

Tingkat kesalahan pada peramalan tersebut menghasilkan nilai MAPE sebesar 15,98%. Hal tersebut menunjukkan bahwa model yang dibangun oleh jaringan *Backpropagation* tergolong baik karena nilai *error* berada diantara 10% – 20%.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat dicoba menggunakan data yang lebih banyak dan terbaru sehingga pengenalan pola jaringan bisa lebih optimal serta menggunakan arsitektur jaringan yang berbeda seperti menambah jumlah *hidden*

layer. Selain itu, juga bisa menambah percobaan dengan mengubah fungsi aktivasi pada setiap penghubung.

REFERENSI

- [1] Neflia, "Matahari Sebagai Sumber Cuaca Antariksa," *Berita Dirgantara*, pp. 6-11, - 3 2008.
- [2] J. Uwamahoro, L.-A. McKinnell dan P. Cilliers, "Forecasting Solar Cycle 24 Using Neural Network," *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial*, pp. 569-574, 2009.
- [3] A. E. McCloskey, P. T. Gallagher dan D. S. Bloomfield, "Flare Forecasting Using the Evolution of McIntosh Sunspot classification," -, pp. -, 2018.
- [4] G. M. Spahr, "Fully Automated Sunspot Detection And Classification Using SDO HMI Imagery In Matlab," *Thesis*, pp. -, 2014.

- [5] R. Li dan J. Zhu, "Solar *Flare* Forecasting Based on Sequential Sunspot Data," -, pp. 1118-1126, 2013.
- [6] C. Yatini, Jiyo dan M. Ruhimat, "Badai Matahari dan Pengaruhnya Pada Ionosfer dan Geomagnet di Indonesia," *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara*, pp. 17-24, 1 Maret 2009.
- [7] R. Calvo, H. Navone dan H. Ceccatto, "Neural Network Analysis of Time Series: Applications to Climate Data," *Technical Report*, pp. -, 2000.
- [8] J. Flores, M. Graff dan H. Rodriguez, "Evolutive Design of ARMA and ANN Models for Time Series Forecasting," *Renewable Energy*, pp. 225-230, 2012.
- [9] J. Teixeira dan P. Fernandes, "Tourism Time Series Forecast with Artificial Neural Networks," *Tekhne*, pp. 1-11, 2014.
- [10] R. Hrasko, A. G. Pacheco dan R. Krohling, "Time Series Prediction using Restricted Boltzmann Machines and Backpropagation," *Procedia Computer Science*, pp. 990-999, 2015.
- [11] K. Grolinger, A. L. C. M. A. Heureux dan L. Seewald, "Energy Forecasting for Event Venues: Biig Data and Prediction Accuracy," *Energy and Buildings*, pp. 222-233, 2016.
- [12] L. F. A. M. Gomas, M. A. S. Machado, A. M. Caldeira, D. J. Santos dan W. J. D. d. Nascimento, "Time Series Forecasting with Networks and Choquet Integral," *Procedia Computer Science*, pp. 1119-1129, 2016.
- [13] J. Szoplik, "Forecasting of Natural Gas Consumption with Artificial Neural Network," *Energy*, pp. 208-220, 2015.
- [14] H. H. Orkcu dan H. Bal, "Comparing Performances of Backpropagation and Genetic Algorithms in The Data Classification," *Expert Systems with Applications*, pp. 3703-3709, 2011.
- [15] D. E. Rufiyanti, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dengan Input Model ARIMA untuk Peramalan Harga Saham," *Skripsi*, 2015.
- [16] Kusrini dan E. T. Luthfi, *Algoritma Data Mining*, Yogyakarta : Andi, 2009.
- [17] E. Saloux dan J. A. Candanedo, "Forecasting District Heating Demand using Machine Learning Algorithms," *Energy Procedia*, pp. 59-68, 2018.
- [18] F. Kusumadewi, "Peramalan Harga Emas Menggunakan FeedForward Neural Network dengan Algoritma Backpropagation," *Skripsi*, 2014.
- [19] M. N. D. Sawitri, I. W. Sumarjaya dan N. K. T. Tastrawati, "Peramalan Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network," *E-Jurnal Matematika*, pp. 264-270, 2018.
- [20] Nurfahmi, "Analisis Pergerakan Sunspot Untuk Mengkaji Potensi Terjadinya *Flare* Pada Bulan Maret-Juni 2015," *Tugas Akhir*, pp. -, 2015.