

PERANAN ADAPTIVE LEARNING RATE PADA ALGORITME BACKPROPAGATION UNTUK MELAKUKAN PREDIKSI

Priantama Putra Ramadhani^{1)*}, Putranto Hadi Utomo²⁾, Bowo Winarno³⁾

Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret
 email: ¹⁾priantama42@student.uns.ac.id, ²⁾putranto@staff.uns.ac.id,
³⁾bowowinarno@staff.uns.ac.id

Abstrak

Bagian dalam kecerdasan buatan yang berjalan dengan menggunakan data dan pelatihan untuk menemukan pola atau model yang dapat membantu mesin mengerjakan tugasnya dengan baik sering dikenal dengan istilah *machine learning*. Prediksi merupakan salah satu penyelesaian dari *machine learning* yang digunakan untuk mendapatkan suatu hasil baru di masa mendatang berdasarkan informasi yang mendukungnya. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah salah satu metode yang mampu menyelesaikan suatu prediksi dengan baik, menggunakan algoritmenya yaitu algoritme *backpropagation* yang dapat memperkecil tingkat kesalahan yang terjadi. Namun, algoritme *backpropagation* mempunyai kelemahan dalam mendapatkan nilai prediksi yaitu membutuhkan waktu yang cukup lama dalam proses pembelajaran dikarenakan nilai bobot yang selalu bernilai konstan pada tingkat pembelajarannya. Solusi dari permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan *adaptive learning rate* yang mampu meningkatkan efektifitas dari parameter *learning rate* dimana tingkat pembelajaran dari algoritme *backpropagation* akan meningkat dan memberikan nilai kesalahan yang lebih rendah.

Kata Kunci: *adaptive learning rate, backpropagation, learning rate, Jaringan Syaraf Tiruan, prediksi*

PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan adalah pengembangan dari sistem komputer yang bisa menjalankan tugas yang biasanya dikerjakan oleh manusia. *Machine learning* merupakan salah satu bagian dalam kecerdasan buatan yang bekerja dengan menggunakan data dan pelatihan untuk menemukan suatu pola atau model yang dapat membantu mesin untuk mengerjakan tugasnya dengan baik. Menurut Samuel (1959), *machine learning* didefinisikan sebagai bidang studi yang berjalan dengan memberikan kemampuan pada komputer untuk belajar tanpa diprogram secara eksplisit. *Machine learning* ini dapat digunakan pada permasalahan yang berhubungan dengan data mining. Data mining itu sendiri adalah suatu proses memperoleh informasi yang bermanfaat dari penyimpanan basis data besar, yang juga didefinisikan sebagai penggalian

informasi baru dari gudang basis data besar untuk pengambilan keputusan (Tan, Steinbach, and Kumar, 2006). Pengambilan keputusan tersebut dapat dilakukan dengan salah satunya tekniknya melakukan suatu prediksi yang berguna untuk mengetahui dan memperkirakan data yang akan terjadi kedepan. Prediksi tidak semestinya mempunyai suatu hasil yang tepat, tetapi dengan dilakukannya prediksi dapat meningkatkan persiapan lebih dini untuk merancang suatu rencana dengan baik. Faktor penting di dalam pemilihan metode prediksi adalah dengan melihat keakuratan hasil prediksinya (de M. Neto et al., 2009). Jaringan Syaraf Tiruan (JST) salah satu metode yang mampu melakukan suatu prediksi dengan baik, dikarenakan JST mampu menerima dan mewakili hubungan antara input maupun output yang bernilai kompleks (Abdul Hamid

Norhamreeza and Mohd Nawi, 2011). JST mampu menyelesaikan suatu permasalahan dengan cara meniru cara otak manusia. JST mampu memprediksi output berdasarkan nilai input yang dilatih sebelumnya dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap data yang mengandung noise dan adaptif, dimana jaringan dapat belajar dari data yang dilatihkan kepadanya (Maharani, 2009).

Algoritme backpropagation merupakan salah satu algoritme JST yang biasa digunakan untuk memecahkan masalah yang kompleks berkaitan dengan prediksi, identifikasi, pengenalan pola dan sebagainya (Anwar, 2011). Algoritme backpropagation memiliki kemampuan memperkecil tingkat kesalahan (error) karena adanya lapisan tersembunyi yang memiliki fungsi sebagai tempat untuk memperbarui dan menyesuaikan bobot sehingga diperoleh nilai yang baru dan dapat dilatih mendekati target yang diharapkan. Akan tetapi, algoritme backpropagation mempunyai beberapa kelemahan, yaitu memerlukan waktu yang cukup lama dalam proses pembelajaran dikarenakan nilai bobot yang terjadi selalu bernilai konstan pada tingkat pembelajarannya. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan pengembangan algoritme backpropagation, salah satu pengembangan yang di usulkan adalah penggunaan adaptive learning rate.

KAJIAN LITERATUR

Jaringan Syaraf Tiruan bermula dan diperkenalkan secara sederhana oleh Pitts dan McCulloch pada tahun 1943 (Fausett 1994), Saat itu McCulloch-Pitts memperkenalkan pemodelan matematis neuron dan mengusulkan pemberian bobot yang diatur untuk mengimplementasikan fungsi logika sederhana. Rosenblatt, Minsky, dan Papert mengembangkan model jaringan perceptron pada tahun 1958, dua tahun kemudian tepatnya tahun 1960 Widrow

dan Hoff melakukan pengembangan suatu model perceptron yang akan mengubah bobot jika tidak sesuai dengan hasil yang ditetapkan. Perkembangan selanjutnya pada tahun 1986 Rumelhart memperkenalkan salah satu algoritme yaitu algoritme backpropagation untuk melatih perceptron dengan banyak lapisan (multilayers). Pada tahun 2000, Basheer (2000) menjelaskan tentang kelemahan dari algoritme backpropagation yaitu lamanya waktu pembelajaran serta hasil akurasi yang kurang optimal. Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang kelemahan dari algoritme backpropagation, pada tahun 2009 Maharani mengembangkan algoritme backpropagation momentum dengan adaptive learning rate untuk mengklasifikasi data.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian teori yakni melakukan kajian terhadap teori adaptive learning rate pada algoritme backpropagation. Langkah-langkah yang dilakukan adalah mempelajari kajian dari buku teks, jurnal, dan tulisan lainnya terkait teori tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Melakukan prediksi mempunyai tujuan untuk mendapatkan nilai baru yang dimana nilai tersebut dapat menjadi bahan pertimbangan melakukan persiapan lebih dini dalam merancang strategi dengan baik. Prediksi itu sendiri adalah suatu usaha pendugaan atau memperkirakan sesuatu yang akan terjadi di masa mendatang dengan dukungan informasi-informasi data sebelumnya. Prediksi dapat dilakukan dengan salah satunya menggunakan jaringan syaraf tiruan.

1. Jaringan Saraf Tiruan (JST)

JST yang terinspirasi dari jaringan syaraf manusia, menurut Siang

(2005). JST merupakan representasi dari otak manusia yang akan terus mencoba menstimulasikan prosedur dalam pembelajaran. JST diciptakan sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi dengan asumsi sebagai berikut. a. Pemrosesan informasi terjadi pada sejumlah elemen sederhana yang disebut dengan neuron. b. Sinyal dikirimkan di antara neuron tersebut melalui suatu interkoneksi. c. Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal. d. Dalam menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi yang dikenakan pada jumlah input terbobot yang diterima. Gambar 1 menunjukkan model struktur JST.

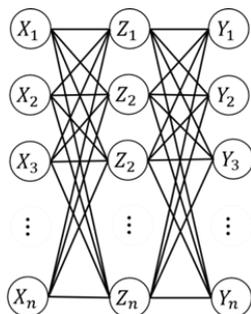


Gambar 1. Struktur JST

Jaringan Syaraf Tiruan bekerja untuk mendapatkan nilai prediksi menggunakan salah satu algoritmenya yaitu algoritme backpropagation.

2. Algoritme backpropagation.

Memiliki arsitektur yang melibatkan input layer (Xn), hidden layer (Zn), dan output layer (Yn) dengan n=1,2,3, ... ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Model JST Backpropagation

Pelatihan *backpropagation* terdiri atas tigatahap, dijelaskan sebagai berikut.

- (1) Propagasi maju (*feedforward*) yakni proses mengirimkan *input* dari *input layer* ke *output layer* sehinggamenghasilkan *output*.

- (2) Propagasi mundur (*backpropagation*) yakni proses memperbarui bobot dan bias dari *output* ke *input layer* berdasarkan *error*.

- (3) Perubahan bobot dan bias.

Algoritme pelatihan *backpropagation* dengan satu *hidden layer* dan fungsi sigmoid biner adalah sebagai berikut (Siang, 2005).

Langkah 1. Menginisialisasi bobot *input* dengan bilangan acak kecil antara -0.5sampai dengan 1.0.

Langkah 2. Jika kondisi penghentian belumterpenuhi lakukan langkah 3-10.

Langkah 3. Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 4-9.

Fase I : Propagasi maju

Langkah 4. Setiap unit *input* menerima sinyal dan diteruskan ke unit tersembunyi.

Langkah 5. Hitung semua keluaran pada unit tersembunyi $z_j (j = 0,1, \dots, n)$.

$$z_j = f(z_{netj}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{netj}}}$$

Langkah 6. Hitung semua keluaran jaringan

di unit $y_k (k = 0,1, \dots, n)$.

$$y_{netk} = w_{0j} + \sum_{i=1}^p z_j v_{jk}$$

$$y_k = f(y_{netk}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{netk}}}$$

Fase II : Propagasi mundur.

Langkah 7. Hitung faktor & unit keluaran berdasarkan kesalahan di setiap unit keluaran $y_k (k = 0,1, \dots, n)$.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{netk}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k)$$

δ_k adalah unit keluaran kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layer dibawahnya (langkah 9). Hitung suku perubahan bobot w_{kj} (yang nantinya untuk merubah bobot w_{kj})

dengan learning rate α .

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k ; k = 0,1, \dots, n ; j = 0,1, \dots, n$$

Langkah 8. Hitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan disetiap unit tersembunyi z_j ($j = 0,1, \dots, n$)

$$\delta_{netj} = \sum_{i=1}^m \delta_k w_{kj}$$

Faktor δ lapisan tersembunyi

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i ; j = 0,1, \dots, n ; i = 0,1, \dots, n$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ji} (yang nantinya dipakai untuk merubah bobot v_{ji}) dengan *learning rate*.

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i ; j = 0,1, \dots, n ; i = 0,1, \dots, n$$

Fase III : Perubahan bobot.

Langkah 9. Hitung semua perubahan bobot. Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran.

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} ;$$

$k = 0,1, \dots, n ; i = 0,1, \dots, n$
Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi.

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} ;$$

$j = 0,1, \dots, n ; i = 0,1, \dots, n$

Langkah 10. Tes kondisi berhenti, apakah jumlah iterasi dan toleransi kesalahan tertentu telah terpenuhi dan jika tidak kembali ke langkah 3. Langkah-langkah yang telah dikerjakan algoritme

backpropagation memiliki kelemahan pada lamanya tingkat pembelajaran, oleh karena itu digunakannya *adaptive Learning Rate* untuk mengatasi masalah tersebut.

Adaptive Learning Rate. *Adaptive learning rate* adalah sebuah proses yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dalam tingkat pembelajaran atau sering dikenal dengan *learning rate*, dimana tingkat pembelajaran menjadi parameter yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan proses

belajar algoritme *backpropagation* (Khairani, 2014). *Adaptive learning rate* ini bermula karena adanya penelitian yang dilakukan pada nilai yang konstan dalam tingkat pembelajaran menyebabkan algoritme *backpropagation* menjadi tidak efektif, dikarenakan bergantung pada nilai tingkat pembelajaran yang dipilih (Khairani, 2014). Ketidaktepatan dalam pemilihan tingkat pembelajaran menyebabkan algoritme menjadi lambat mencapai lokal optimal. Peran *adaptive learning rate* yaitu dengan mengganti nilai *learning rate* pada setiap iterasi saat melakukan *update* bobot yang dapat membuat proses pembelajaran lebih optimal dengan persamaan yang diusulkan oleh Plagianakos (1998) sebagai berikut.

$$w^{t+1} = w^t - \lambda_t \nabla E(w^t)$$

dengan w^{t+1} merupakan bobot baru untuk iterasi selanjutnya, w^t merupakan bobot pada iterasi saat (t), λ_t merupakan *adaptive learning rate*, dan $\nabla E(w^t)$ merupakan fungsi *error* pada **bobot iterasi saat (t)**.

Nilai λ_t diperoleh dari persamaan berikut

$$\lambda_t = \begin{cases} \eta_t, & |\eta_t / \eta_{t-1}| \leq \mu \\ \mu \eta_{t-1}, & \text{kondisi lain} \end{cases}$$

Dimana :

$$\eta_t = \frac{\langle \delta_{t-1}, \delta_{t-1} \rangle}{\langle \delta_{t-1}, \psi_{t-1} \rangle}$$

μ = Faktor pertumbuhan maksimum

Hasil yang akan dilakukan dari penelitian ini, dapat disajikan dalam tabel perbandingan kinerja antara algoritme *backpropagation* dengan algoritme *backpropagation + adaptive learning rate*. Perbandingan tersebut dapat dilihat dari hasil akurasi, validasi, dan error.

KESIMPULAN

Simpulan

Berdasarkan permasalahan dari

penggunaan algoritme backpropagation untuk melakukan prediksi yang membutuhkan waktu cukup lama menuju nilai optimal. Tujuan penelitian ini adalah memberikan peranan adaptive learning rate yang mampu menentukan

learning rate dengan tepat untuk mempercepat tingkat pembelajaran algoritme backpropagation menuju lokal optimal.

REFERENSI

- Abdul Hamid Norhamreezaand Mohd Nawi, Nazriand Ghazali Rozaidaand Mohd Salleh Mohd Najib. (2011). “Accelerating Learning Performanceof Back Propagation Algorithm by Using Adaptive Gain Together with Adaptive Momentum and Adaptive Learning Rate on Classification Problems.” In *Ubiquitous Computing and Multimedia Applications*, edited by Hojjatand Robles Rosslin Johnand Balitanas Maricel Kim Tai- hoonand Adeli, 559–70. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Anwar, Badrul. (2011). “Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dalam Memprediksi Tingkat Suku BungaBank.” *Jurnal SAINTIKOM* 10 (2).
- Basheer, I. (2000). “Selection of Methodology for Modeling Hysteresis Behavior of Soils Using Neural Networks.” *J. Comput.-AidedCivil Infrastruct*, no. Eng.5(6): 445–63.
- Fausett, L. (1994). “Fundamentals of Neural Networks : Architecture, Algorithms, and Applications.” *Prentice Hall Englewood Cliffs*.
- Khairani, W. (2014). “Improvisasi Backpropagation Menggunakan Penerapan Adaptive Learning RateDan Parallel Training.” *TECHSI- Jurnal Teknik Informatika* .
- M. Neto, Paulo S G de, Gustavo G Petry, Rodrigues L J Aranildo, and Tiago A E Ferreira. (2009). “Combining Artificial Neural Network and Particle Swarm System for Time Series Forecasting.” In *2009 International Joint Conference on Neural Networks*, 2230–37. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2009.5178926>.
- Maharani, Khairani. (2009). “Klasifikasi Data Menggunakan JST Backpropagation Momentum Dengan Adaptive Learning Rate.” *Seminar Nasional Informatika*, 25–31.
- Samuel, A. (1959). “Some Studies In Machine Learning Using The Gameof Checkers.” *IBM: J Res Dev* 3. 210–29.
- Siang, J.J. 2005. “*Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan Pemogramannya Menggunakan Matlab*.”
- Tan, P. N., M. Steinbach, and V Kumar. (2006). “*Introduction to Data Mining. Pearson Education*.”