

PENGARUH PEMBERIAN MOMENTUM PADA *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION*

Vivi Tri Widyaningrum¹
vivie_7812@yahoo.com
Universitas Trunojoyo Madura

Ahmad Sahrul Romadhon²
s4hru_0354@yahoo.com
Universitas Trunojoyo Madura

ABSTRAK

Salah satu algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) yang biasa digunakan adalah algoritma *backpropagation* dengan pola model *gradient descent* pada proses pembelajarannya. Akan tetapi, *gradient descent* memiliki kelemahan yaitu tidak mudah digunakan dan terkadang lambat dalam pengkonvergenan solusinya. Untuk mengatasi kelemahan tersebut dilakukan suatu modifikasi yaitu dengan memberikan momentum pada perubahan bobotnya. Pada proses prediksi *surface roughness* pada CNC Milling menggunakan ANN *Backpropagation* dengan momentum pada perubahan bobot ini, nilai rata-rata persentase *error* yang dihasilkan pada masing-masing nilai momentum yang diberikan adalah tidak banyak mengalami perubahan. Namun jika nilai momentum yang diberikan mendekati nilai maksimal momentum yaitu mendekati nilai satu maka akan menyebabkan terjadinya *overshoot*. Pemberian momentum pada perubahan bobot menyebabkan perubahan yang cukup besar yaitu pada waktu prosesnya, semakin besar nilai momentum yang diberikan maka semakin cepat pula waktu proses yang dibutuhkan. Hal ini berarti jika ingin waktu proses prediksinya menjadi cepat maka gunakan nilai momentum yang besar, namun sebaiknya kurang dari 0.9.

Kata Kunci: *Artificial Neural Network Backpropagation*, momentum, minimum lokal

I. Pendahuluan

Salah satu algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) yang biasa digunakan adalah algoritma *backpropagation*. Algoritma ini sering digunakan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang rumit. Hal ini dimungkinkan karena jaringan dengan algoritma ini dilatih dengan menggunakan metode belajar terbimbing. Pada jaringan diberikan sepasang pola yang terdiri atas pola masukan dan pola yang diinginkan. Latihan ini dilakukan berulang-ulang sehingga semua pola yang dikeluarkan jaringan dapat memenuhi pola yang diinginkan [1]. Akan tetapi, ada beberapa pertimbangan praktis yang harus dipertimbangkan ketika menggunakan ANN, seperti kemungkinan terdapatnya minimum lokal dan kriteria penghentian yang dapat mempengaruhi kinerja model ANN. Dalam penelitian ini dilakukan analisa tentang pengaruh pemberian momentum pada metode ANN *Backpropagation* untuk memprediksi *surface roughness* pada CNC Milling.

II. *Artificial Neural Network Backpropagation*

Algoritma pembelajaran dengan metode *backpropagation* mempunyai kemampuan untuk mengubah nilai-nilai bobot untuk menanggapi adanya kesalahan. Pada proses

pembelajaran algoritma ini memerlukan adanya pola-pola keluaran yang dijadikan target oleh jaringan agar kesalahan yang ada dapat dihitung. Kemudian setiap keluaran yang dihasilkan oleh jaringan akan dibandingkan dengan targetnya, yang mana hasil dari perbandingan ini adalah berupa *error* atau kesalahan.

ANN biasanya mempunyai 3 grup atau lapisan yaitu unit-unit lapisan input yang terhubung dengan lapisan tersembunyi yang selanjutnya terhubung dengan lapisan output. Aktifitas unit-unit lapisan input menunjukkan informasi dasar yang kemudian digunakan dalam ANN. Aktifitas setiap unit-unit lapisan tersembunyi ditentukan oleh aktifitas dari unit-unit input dan bobot dari koneksi antara unit-unit input dan unit-unit lapisan tersembunyi. Karakteristik dari unit-unit output tergantung dari aktifitas unit-unit lapisan tersembunyi dan bobot antara unit-unit lapisan tersembunyi dan unit-unit output.

Pada dasarnya karakteristik ANN ditentukan oleh beberapa hal diantaranya adalah :

1. Pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan)
2. Metode penentuan bobot-bobot sambungan (disebut dengan pelatihan atau proses belajar jaringan)

3. Fungsi aktivasi

III. Prediksi Menggunakan *Artificial Neural Network Backpropagation* dengan Momentum

Penelitian ini mengambil studi kasus prediksi *surface roughness* pada CNC Milling menggunakan ANN *Backpropagation* dengan momentum. Dalam ANN ada beberapa hal yang harus dipahami sebelum menjalankan proses *backpropagation* :

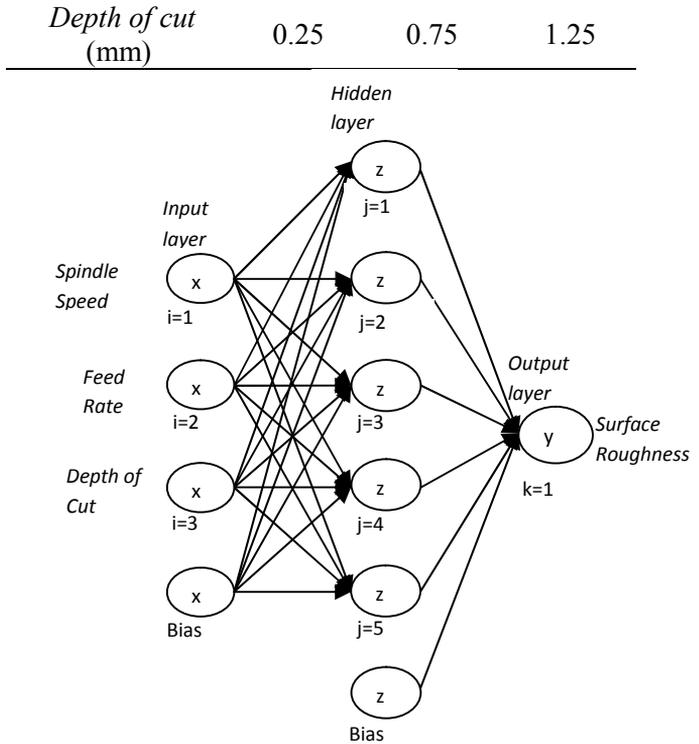
1. Penentuan jumlah lapisan tersembunyi
 Pada dasarnya jumlah lapisan tersembunyi tidak dapat ditentukan secara pasti.
2. Penentuan bobot dan bias awal
 Nilai bobot awal harganya acak dan kecil (small and random) atau random dari -0.5 sampai dengan 0.5 [2]. Jika semua bobot awal diberi harga yang sama, jaringan tidak akan terlatih dengan benar.
3. *Learning Rate* (α)
 Faktor lain yang mempengaruhi efektivitas dan konvergensi proses pelatihan algoritma *backpropagation* adalah laju belajar atau *learning rate*. Tidak ada aturan yang pasti mengenai *learning rate*, tetapi semakin besar *learning rate* maka ketelitian jaringan akan semakin berkurang, tetapi berlaku sebaliknya. Apabila *learning rate*-nya semakin kecil, maka ketelitian jaringan akan semakin besar atau bertambah dengan konsekuensi prosesnya akan memakan waktu yang semakin lama.

Proses prediksi *surface roughness* yang dilakukan adalah dengan menggunakan tiga parameter masukan. Parameter yang digunakan diantaranya adalah *spindle speed*, *feed rate*, dan *depth of cut*, yang mana untuk masing-masing parameter ditentukan ada tiga level seperti yang terlihat pada Tabel 1. Ketiga parameter tersebut kemudian dikembangkan dalam model komputasional *neural network* seperti yang terlihat pada Gambar 1. Untuk fungsi aktivasi $f(x)$ dalam penelitian ini digunakan fungsi sigmoid biner seperti yang ditunjukkan dalam persamaan 1.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda x}}$$

Tabel 1. Level Masing-masing Parameter

Kondisi	Level 1	Level 2	Level 3
<i>Spindle speed</i> (rpm)	1000	3500	6000
<i>Feed rate</i> (mm/min)	100	250	400



Gambar 1. Model Komputasional Neural Network

Pada proses prediksi ini algoritma *backpropagation* yang digunakan adalah pola model *gradient descent* pada proses pembelajarannya. *Gradient descent* memiliki kelemahan yaitu tidak mudah digunakan dan terkadang lambat dalam pengkonvergenan solusinya. Jika ada beberapa minimum lokal pada permukaan *error*, maka tidak ada jaminan bahwa akan didapatkan minimum global, tetapi algoritma *backpropagation* merupakan fungsi yang efektif dalam metode pembelajaran [3]. Untuk mengatasi kelemahan yang ada pada proses pembelajaran *gradient descent* dalam penelitian [4] dan [5] pada prediksi *surface roughness* dengan algoritma *backpropagation* dilakukan modifikasi yaitu dengan memberikan momentum.

Pada penelitian [4] proses pemberian momentum dilakukan pada saat nilai rata-rata persentase *error* yang dihasilkan sudah sulit untuk mencapai nilai yang lebih minimum lagi atau cenderung naik yang dengan kata lain dikatakan mengalami minimum lokal. Pemberian momentum yang dilakukan adalah dengan cara memperbesar kembali (mengalikan) nilai bobot yang terakhir yaitu pada saat nilai rata-rata persentase *error* yang dihasilkan sudah mulai naik. Besarnya momentum yang diberikan adalah dua. Pada metode prediksi *surface roughness* dengan menggunakan ANN yang diberikan momentum tersebut, syarat berhenti yang diberikan bukan dengan memberikan batas

iterasi (*epoch*) tetapi akan berhenti ketika rata-rata persentase *error* yang dihasilkan setelah diberikan momentum satu kali sudah mulai naik lagi.

Pada penelitian [5] proses pemberian momentum dilakukan dengan mengubah aturan perubahan bobot pada algoritma *backpropagation*. Pada aturan perubahan bobot yang dilakukan adalah membuat perubahan bobot pada n iterasi yang secara parsial bergantung pada *update* yang terjadi selama $(n - 1)$ iterasi dengan persamaan 2.

$$\Delta w_{ji}(n) = \alpha \delta_j x_{ji} + \mu \Delta w_{ji}(n-1)$$

$\Delta w_{ji}(n)$ adalah *weight-update* yang dilakukan selama n iterasi dan $0 \leq \mu \leq 1$ merupakan konstanta yang disebut momentum. Dengan menambah variabel μ ke dalam rumus perubahan bobot mengakibatkan konvergensi akan lebih cepat untuk mendekati iterasi yang dilakukan sesuai tahapan sampai bobot mencapai solusinya, yang mana momentum (μ) yang digunakan adalah 0.25. Sedangkan untuk *learning rate* (α) yang digunakan dalam penelitian [4] dan [5] adalah sama-sama bernilai 0.1 sehingga hasilnya bisa dibandingkan.

Pada penelitian [4] dan [5] dapat dilihat bahwa dalam proses prediksi *surface roughness* menggunakan ANN *Backpropagation* yang diberikan momentum pada saat nilai rata-rata persentase *error* yang dihasilkan sudah mulai naik, menghasilkan nilai rata-rata persentase *error* yang lebih kecil dibandingkan dengan metode ANN *Backpropagation* standar maupun dengan metode ANN *Backpropagation* dengan momentum pada perubahan bobot. Akan tetapi, pada proses prediksi *surface roughness* menggunakan ANN *Backpropagation* yang diberikan momentum pada saat nilai rata-rata persentase *error* yang dihasilkan sudah mulai naik prosesnya membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu dengan jumlah *epoch* yang jauh lebih banyak dibandingkan kedua metode yang lain. Pada prediksi menggunakan metode ANN *Backpropagation* dengan momentum pada perubahan bobot, prosesnya adalah yang paling cepat karena jumlah *epoch* yang dibutuhkan adalah paling kecil. Oleh karena itulah, pada penelitian ini dilakukan analisa tentang pengaruh perubahan nilai rata-rata persentase *error* ketika diberikan nilai momentum yang berbeda-beda.

IV. Hasil Pengujian

Parameter momentum yang diberikan pada metode ANN *Backpropagation* pada perubahan bobot bertujuan untuk mempercepat dalam

mencari nilai bobot dan memastikan proses penyesuaian bobot harus tetap ke arah yang sama untuk menemukan *error* minimum global. Tabel 2 menunjukkan hasil percobaan pemberian momentum pada perubahan bobot untuk prediksi *surface roughness* pada CNC *Milling*.

Tabel 2. Hasil Percobaan Pemberian Momentum Pada Perubahan Bobot untuk Prediksi *Surface Roughness* pada CNC *Milling*

Nilai (2)Momentum	Persentase Error	Jumlah Epoch
0.05	8.01138 %	13.207.187
0.1	8.01171 %	12.506.934
0.15	8.01207 %	11.806.312
0.2	8.01193 %	11.122.748
0.25	7.9959 %	9.223.441
0.3	7.99612 %	8.601.633
0.35	7.99638 %	7.982.192
0.4	7.99665 %	7.364.062
0.45	7.99694 %	6.746.938
0.5	7.99724 %	6.130.703
0.55	7.99756 %	5.515.312
0.6	7.99791 %	4.900.763
0.65	7.99831 %	4.287.083
0.7	7.99877 %	3.674.296
0.75	7.99931 %	3.062.341
0.8	7.99991 %	2.450.831
0.85	8.00044 %	1.838.571
0.9	8.00054 %	1.223.096
0.95	overshoot	overshoot

V. Kesimpulan

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa pada proses prediksi *surface roughness* pada CNC *Milling* menggunakan ANN *Backpropagation* dengan momentum pada perubahan bobot, nilai rata-rata persentase *error* yang paling kecil dihasilkan adalah sebesar 7.9959% dengan jumlah *epoch* 9.223.441. Nilai tersebut dihasilkan pada saat momentum yang diberikan besarnya adalah 0.25. Akan tetapi, nilai rata-rata persentase *error* yang dihasilkan pada masing-masing nilai momentum yang diberikan adalah tidak banyak mengalami perubahan. Namun jika nilai momentum yang diberikan mendekati nilai maksimal momentum yaitu mendekati nilai satu karena akan menyebabkan terjadinya *overshoot*. Dari hasil pengujian dapat dilihat juga bahwa pemberian momentum pada perubahan bobot menyebabkan perubahan yang cukup besar yaitu pada waktu prosesnya, semakin besar nilai momentum yang diberikan maka semakin cepat pula waktu proses yang dibutuhkan. Hal ini berarti jika ingin waktu proses prediksinya

menjadi cepat maka gunakan nilai momentum yang besar, namun sebaiknya kurang dari 0.9.

VI. Referensi

- [1] Hermawan, A. 2006. *Jaringan Saraf Tiruan, Teori Dan Aplikasi*. Andi Yogyakarta.
- [2] Han, J., dan Kamber, M. 2006. *Data Mining Concepts and Techniques (2nd Edition ed.)*. (Elsevier, Ed.) San Francisco, CA 94111: Morgan Kaufman.
- [3] Nisa, C. 2008. Kajian Teroritis Algoritma Backpropagation pada Jaringan Saraf Buatan Lapisan Banyak. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta.
- [4] Widyaningrum, V. T. 2012. Prediksi Kekasaran Permukaan Pada CNC Milling Menggunakan Artificial Neural Network. *Prosiding SNASTI*. 20 September 2012. STIKOM Surabaya. Hal. ICCS 13-17.
- [5] Widyaningrum, V. T. 2013. Artificial Neural Network Backpropagation dengan Momentum untuk Prediksi Surface Roughness. *Prosiding CSGTEIS*. 14-15 November 2013. Universitas Udayana Denpasar Bali. Hal. 153-157.