

Pemodelan Penyalaan Pada Proses Bubut Kering Magnesium AZ31 Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan

Yanuar Burhanuddin^{a*}, Feni Setiawan^b, Suryadiwansa Harun^c, Helmi Fitriawan^d

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Gedung H FT Lt. 2, Jln. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145

^ayanuar.burhanuddin@eng.unila.ac.id, ^bfenisetiawan16@gmail.com,

^csuryadiwansa.harun@eng.unila.ac.id, ^dhelmi.fitriawan@eng.unila.ac.id

Abstrak

Magnesium memiliki sifat ringan, keuletan yang baik serta ketahanan korosi yang baik. Namun magnesium sangat mudah menyala karena magnesium reaktif terhadap oksigen. Penyalaan magnesium harus dihindarkan ketika sedang melakukan pemesinan magnesium karena membahayakan. Namun penyalaan magnesium masih sulit diprediksi oleh karena itu perlu dibuat sebuah model penyalaan prediktif pada saat pemesinan magnesium. Makalah ini akan menyajikan pemodelan penyalaan magnesium pada proses bubut menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Eksperimen dilakukan dengan melakukan pemesinan batang magnesium AZ31 pada kecepatan potong 100 – 220 m/menit, laju pemakanan 0,05 – 0,15 mm/putaran, kedalaman potong 0,05 mm dan 0,1 mm bubut dan kelembapan udara 73 %. Pemantauan suhu pemesinan dilakukan menggunakan teknik termografi. Suhu naik seiring dengan kenaikan kecepatan potong pada berbagai laju pemakanan dan kedalaman potong. Penyalaan magnesium terjadi pada kecepatan potong 180 m/min menghasilkan suhu 553,235 °C dan kecepatan potong 200 m/min menghasilkan suhu 620,675 °C. Kedua penyalaan terjadi pada gerak makan 0,05 mm/putaran dan kedalaman potong 0,05 mm. Pemodelan kemudian dilakukan berdasarkan data suhu yang telah diperoleh.

Kata kunci: magnesium AZ31, thermografi, penyalaan, distribusi suhu, histogram, jaringan syaraf tiruan

Latar belakang

Magnesium adalah logam yang ringan oleh sebab itu sangat sesuai untuk menggantikan komponen-komponen atau produk yang relatif berat. Magnesium dan paduannya sekarang semakin dikenal luas karena memainkan peranan penting dalam produk-produk otomotif, elektronik dan kesehatan. Pengurangan berat komponen otomotif akan mengurangi berat keseluruhan kendaraan dan dengan demikian kendaraan yang relatif ringan akan dapat menghemat pemakaian bahan bakar (fuel consumption saving). Kemudian penggunaan magnesium pada produk elektronik seperti laptop, kamera juga untuk mengurangi berat produk. Dalam bidang kesehatan, magnesium adalah bahan yang dapat terdegradasi secara alami sehingga dapat dipakai sebagai alat kesehatan prostese.

Magnesium memiliki kepadatan dan modulus elastisitas yang dekat dengan tulang [1, 2].

Magnesium sebetulnya pada satu sisi dikenal karena karakteristik pemesinan yang baik sekali dan menguntungkan seperti daya pemotongan relatif yang rendah, potongan geram yang pendek, keausan pahat yang relatif rendah, kualitas permukaan yang tinggi serta dapat dipotong pada kecepatan pemotongan dan pemakanan yang tinggi. Tabel 1 memperlihatkan perbandingan gaya pemotongan spesifik magnesium dibandingkan logam lain.

Namun di sisi lain magnesium juga dikenal dengan bahan logam yang mudah terbakar terutama saat pemesinan pada kedalaman pemotongan kecil sedangkan kecepatan potong dan pemakanan tinggi. Suhu pemotongan semakin meningkat seiring

dengan meningkatnya kecepatan potong dan kecepatan pemakanan.

Tabel 1 Daya pemotongan relatif yang dibutuhkan untuk memotong logam [3]

Bahan	Rasio gaya pemotongan spesifik
Paduan magnesium	1,0
Paduan aluminium	1,9
Besi cor	3,5
Baja Karbon Rendah	6,3
Paduan Titanium	10

Ada dua hal yang diperhatikan dalam pemesinan magnesium yaitu resiko kebakaran dan pembentukan *Built-up Edge* (BUE). Dalam pemesinan magnesium, api sangat mungkin terjadi jika geram tipis atau halus dengan perbandingan luas permukaan-terhadap-volume yang tinggi dihasilkan dan dibiarkan menumpuk. Sumber penyalaan mungkin juga pemanasan gesekan disebabkan pahat tumpul, rusak, diasah secara salah atau dibiarkan berhenti sebentar pada akhir pemotongan.

Pembentukan BUE terbentuk ketika pemesinan kering paduan magnesium-aluminium cor dengan pahat Baja Kecepatan Tinggi (HSS) atau Karbida. Pembentukan BUE dapat dikurangi atau dihilangkan dengan pemakaian pendingin minyak mineral atau penggantian dengan pahat intan. Namun pemakaian pendingin minyak mineral akan mencemari lingkungan sedangkan pemakaian pahat intan akan menaikkan biaya produksi [2,4].

Karena geram magnesium bereaksi dengan air dan membentuk magnesium hidroksida dan gas hidrogen bebas, pendingin berbasis air harus dihindarkan. Sekarang ini pendingin berbasis air yang menghasilkan sedikit hidrogen ketika bereaksi dengan magnesium telah digunakan dalam produksi. Dilaporkan juga pendingin ini dapat meningkatkan umur pahat dan mengurangi resiko kebakaran dibandingkan pemesinan kering. Namun masalah pembuangan limbah cairan pendingin tetap menjadi masalah. Bila dibuang begitu saja jelas dapat mencemari lingkungan [5]. Sebaliknya bila limbah diolah sebelum dibuang jelas akan memerlukan

biaya yang cukup besar. Alternatifnya adalah pemotongan kering [6] atau menggunakan pendingin minyak mineral.

Perhatian harus terus dilakukan terhadap masalah-masalah berkaitan dengan reaktifitas magnesium yang tinggi ketika pemesinan dilakukan pada kondisi kering, karena dapat menyebabkan bahaya. Oleh karena itu diperlukan model yang dapat memprediksi penyalaan magnesium sehingga bahaya tersebut bisa diminimalkan.

Proses prediksi dan identifikasi penyalaan geram dilakukan dengan menggunakan teknik permodelan berbasis Jaringan Syaraf Tiruan (JST). JST merupakan suatu teknik penggunaan model-model perlakuan seperti jaringan syaraf manusia untuk membangun sebuah model simulasi sistem. Teknik JST dapat mengidentifikasi sistem-sistem kompleks non-linear dengan cara pembelajaran dan pelatihan sehingga dapat memberikan tanggapan yang benar terhadap masukan baru yang diberikan. Pada bidang manufaktur khususnya pemesinan sudah ada beberapa orang yang menggunakan JST untuk memodelkan hubungan antara parameter pemesinan dengan luaran (misal gaya pemotongan, suhu pemotongan, keausan pahat dan kekasaran permukaan) dan penentuan kondisi optimum [7].

Model statistik karena sangat kompleks dan fenomena pemesinan merupakan fenomena yang tidak linier maka kalau menggunakan regresi hasil yang diperoleh sangat terbatas. Sehingga beberapa tahun terakhir JST telah berhasil diterapkan dalam berbagai bidang untuk tugas klasifikasi dan prediksi yang kompleks. Beberapa topologi JST seperti perceptron lapis-jamak mampu memperkirakan dengan baik fungsi-fungsi kontinyu [7].

Mukherjee and Ray [8] mengatakan walaupun untuk permodelan regresi statistik dapat bekerja dengan baik, teknik ini tidak dapat menjelaskan dengan presis hubungan non-linier yang kompleks antara variable dan luaran. Kemudian pada regresi hubungan fungsional seperti linier, kuadratik, polinomial pangkat tinggi, dll) antara input dan output syarat mutlak untuk permodelan persamaan regresi. Sedangkan JST tidak

mutlak. Namun kelemahan JST adalah memerlukan data yang sangat banyak agar pelatihan data berhasil. Oleh karena itu kedua alat analisis ini akan digunakan kedua-duanya agar saling menutupi kelemahan masing-masing. Hasil identifikasi penyalaan geram dapat diaplikasikan pada sistem peringatan (warning system) yang akan memberitahu operator atau manajer.

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan suhu pemesinan dan penyalaan geram magnesium AZ31 menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan.

Teori Penyalaan Paduan Magnesium

Telah diketahui bahwa penyalaan (ignition) dimulai dengan pembentukan “bunga kol” oksida dan terjadinya api pada permukaan paduan [9]. Suhu penyalaan magnesium pada tekanan atmosfir agak di bawah titik cairnya yaitu pada 623 °C. Pada tekanan 500 psi, suhu penyalaan mendekati titik cairnya yaitu 650 °C. Titik nyala sejumlah paduan magnesium dengan logam lain telah diselidiki. Suhu penyalaan berkisar dari 500 sampai 600 °C. Semata-mata bersentuhan dengan beberapa logam lain juga mengubah suhu penyalaan magnesium. Bersentuhan dengan nikel, kuningan dan aluminum memperendah suhu penyalaan, sedangkan bersentuhan dengan baja dan perak tidak mempengaruhinya [10].

Magnesium masif menunjukkan akan menyala di udara pada suhu yang sama sebagaimana nyala dalam oksigen. Serbuk magnesium di udara menyala pada suhu 620 °C. Penyelidikan lain menunjukkan bahwa kepadatan awan partikel-partikel mempengaruhi suhu penyalaan. Awan partikel-partikel yang kurang padat memerlukan suhu yang lebih tinggi untuk menyala berkisar antara 700 sampai 800 °C jauh di atas titik cair. Suhu nyala awan serbuk dalam oksigen adalah sama sebagaimana udara. Namun kajian impak menunjukkan magnesium sensitif terhadap perubahan beban atau tumbukan massa [10].

Suhu penyalaan magnesium dan paduan magnesium masif dalam oksigen dengan tekanan 0,166 sampai 10 tekanan atmosfir.

Suhu penyalaan didefinisikan sebagai “suhu eksplosi” dimana laju oksidasi tiba-tiba sangat cepat dan api muncul [10]. Penurunan perlakuan teoritik eksperimental suhu penyalaan magnesium dan paduannya menyimpulkan bahwa sampel logam akan menyala jika konduksi panas melewati lapisan tipis oksida tidak cukup untuk menghilangkan panas yang dihasilkan pada antarmuka logam-oksida [10]. Energi termal hilang oleh induksi dari logam dapat dipersamakan dengan energi termal yang diproduksi oleh oksidasi logam. Hubungan ini diekspresikan oleh persamaan [10]:

$$T_o = \left(1 - C_s \frac{kd\Delta HF}{xhN} e^{-\frac{E}{RT}} \right) T$$

Dimana x adalah konduktifitas termal, v adalah laju oksidasi, T adalah suhu pada antarmuka logam-oksida, T_o adalah suhu permukaan luar lapisan tipis, d adalah ketebalan lapisan oksida, ΔH adalah panas pembentukan dan N adalah bilangan Avogadro. Cs adalah bilangan adsorpsi pada logam per cm², k adalah konstanta Boltzmann, h adalah konstanta Planck, T adalah suhu (K), E adalah energi aktifasi.

Metode Penelitian

Pengukuran Suhu Pemesinan dan Penyalaan Geram

Pemesinan batang magnesium berdiameter 50 mm dilakukan pada mesin bubut Pinachio. Pemesinan dilakukan dengan satu kali pengulangan. Kondisi pemotongan yang dipilih sebagai berikut:

- Kecepatan potong 100-220 m/min
- Kedalaman potong 0,05 dan 0,1 mm
- Gerak makan 0,05 mm/rev, 0,1 mm/rev dan 0,15 mm/rev

Pengukuran suhu pemesinan dan penyalaan geram dilakukan dengan merekam proses pemesinan dengan menggunakan kamera berinframerah atau yang dikenal dengan Teknik Termografi Inframerah. Suatu kamera inframerah mendeteksi besar radiasi inframerah yang dipancarkan dari sebuah objek, dan mengkonversikan suhu tersebut ke

dalam citra panas video yang disebut dengan termogram

Setelah itu data rekaman tersebut dikonversi dalam bentuk gambar jpg dan diolah dengan menggunakan aplikasi konversi dan menampilkan distribusi suhu pada pahat maupun geram pada komputer.

Jaringan Syaraf Tiruan (Neural Networks)

Setelah data suhu pemesinan diperoleh maka dilakukan analisis dan prediksi suhu pemesinan menggunakan aplikasi JST dengan metoda *Back Propagation Neural Network* (BPNN) dengan dua lapisan tersembunyi. Lapisan pertama mempunyai 10 neuron sedangkan lapisan kedua memiliki 5 neuron. Analisis JST dilakukan pada aplikasi dengan dua hidden layer. Fungsi aktifasi JST yang digunakan pada masing-masing hidden layer adalah tansig dan logsig, sedangkan pada output menggunakan purelin

Hasil dan Pembahasan

Hasil yang didapatkan pada berbagai kondisi, menghasilkan suhu yang beragam. Berikut akan diberikan data hasil pengukuran suhu pemesinan dengan pengukuran secara tidak langsung pada kedalaman potong 0,5 dan 0,1 mm pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Data hasil pengukuran suhu pemesinan dengan keadaan kedalaman potong 0,05 mm.

Kecepatan Potong Vc (m/min)	Gerak Makan f(mm/rev)	Kedalaman Potong d (mm)	Suhu T (°C)	Nyala (Y/T)
120	0,05	0,05	163,627	T
	0,1		164,929	T
	0,15		177,735	T
140	0,05	0,05	173,485	T
	0,1		180,631	T
	0,15		198,595	T
160	0,05	0,05	181,108	T
	0,1		190,779	T
	0,15		203,595	T
180	0,05	0,05	553,235	Y

	0,1		215,045	T
	0,15		207,558	T
200	0,05	0,05	620,675	Y
	0,1		234,215	T
220	0,05	0,05	214,732	T

Tabel 3 Data hasil pengukuran suhu pemesinan dengan keadaan kedalaman potong 0,1 mm.

Kecepatan Potong Vc (m/min)	Gerak Makan f (mm/rev)	Kedalaman Potong d (mm)	Suhu T (°C)	Nyala (Y/T)
120	0,05	0,1	253,33	T
	0,1		216,812	T
	0,15		223,622	T
140	0,05	0,1	254,792	T
	0,1		220,027	T
	0,15		194,885	T
160	0,05	0,1	269,418	T
	0,1		228,071	T
	0,15		213,221	T
180	0,05	0,1	292,291	T
	0,1		263,125	T
	0,15		257,671	T

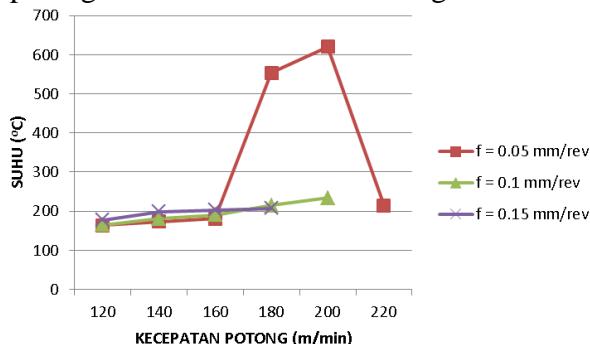
Analisis Suhu Penyalaan Geram

Tabel 2 memperlihatkan bahwa pemesinan pada kedalaman potong 0,05 terjadi dua kali penyalaan geram. Penyalaan geram pertama terjadi pada kondisi pemotongan 180 m/min dan gerak makan 0,05 mm/rev dengan suhu 553,235 °C. Penyalaan geram kedua terjadi pada kondisi pemotongan 200 m/min dan gerak makan 0,05 mm/rev dengan suhu 620,675 °C.

Pada kedalaman potong 0,05 mm suhu yang didapatkan bervariasi pada tiap gerak makan yang digunakan. Suhu yang terendah adalah pada kecepatan potong 120 m/min dengan gerak makan 0,1 mm/rev yaitu 163,627 °C. Suhu tertinggi dari kedalaman potong 0,05 mm adalah pada kecepatan potong 200 m/min dengan gerak makan 0,05 mm/rev, didapatkan suhu penyalaan senilai 620,675 °C karena pada kecepatan potong inilah terjadi penyalaan.

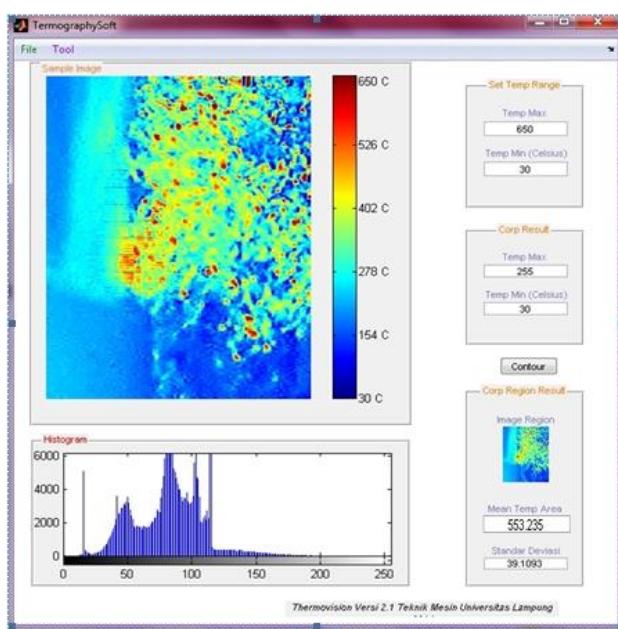
Gambar 1 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan potong terhadap nilai suhu pemesinan pada kedalaman potong 0,05 mm. Grafik menunjukkan bahwa suhu meningkat sebanding terhadap kecepatan potong. Pada

gerak makan 0,05 mm/rev dengan kecepatan 120 m/min hingga 160 m/min terjadi peningkatan suhu namun tidak signifikan.

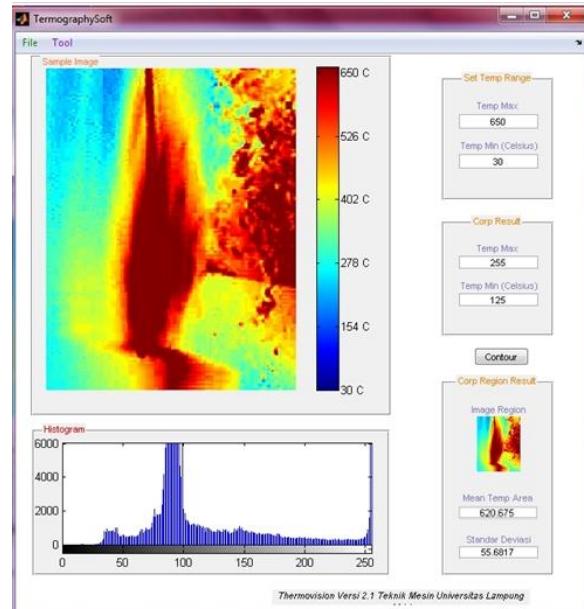


Gambar 1. Grafik hubungan antara kecepatan potong terhadap nilai suhu pemesinan pada kedalaman potong 0,05 mm

Berbeda pada kecepatan potong 160 m/min hingga 200 m/min terjadi peningkatan suhu sangat signifikan. Dari data yang didapatkan terhadap kecepatan potong 180 m/min dan kecepatan potong 200 m/min pada gerak makan 0,05 mm/rev menimbulkan nyala, dengan menghasilkan suhu nyala masing-masing yaitu 553,235 °C dan 620,675 °C. Penyalaan yang terjadi pada kedua parameter pemotongan mempengaruhi peningkatan suhu yang cukup signifikan. Gambar 2 dan 3 menunjukkan distribusi suhu ketika nyala dan histogram citra ketika nyala pada kecepatan 180 m/min dan 200 m/min.

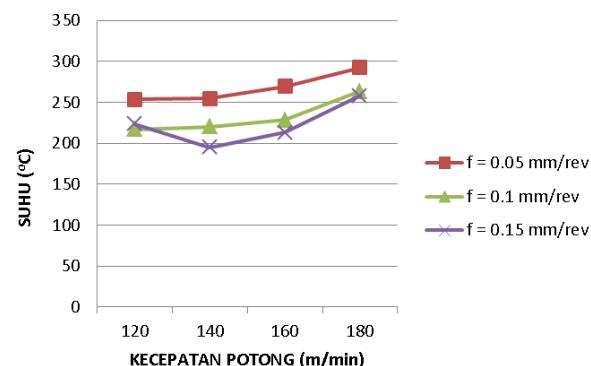


Gambar 2 Distribusi suhu saat geram nyala di kecepatan potong 180 m/min, gerak makan 0,05 mm/rev dan kedalaman potong 0,05 mm



Gambar 4 Distribusi suhu saat geram nyala pada kecepatan potong 200 m/min, gerak makan 0,05 mm/rev dan kedalaman potong 0,05 mm.

Tabel 3 menunjukkan penyalaan geram tidak terjadi pada proses pemesinan dengan ketebalan geram 0,1 mm. Pada kedalaman potong 0,1 mm di setiap kecepatan potong suhu yang dihasilkan hampir berdekatan. Dengan kedalaman potong 0,1 mm nilai suhu tertinggi pada kecepatan potong 180 m/min dengan gerak makan 0,05 mm/rev yaitu 292,291 °C. Nilai suhu terendah kedalaman potong 0,1 mm terdapat pada kecepatan potong 140 m/min dengan gerak makan 0,15 mm/rev dengan suhu pemesinan 194,886 °C.



Gambar 4 Grafik hubungan antara kecepatan potong terhadap nilai suhu pemesinan pada kedalaman potong 0,1 mm

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara kecepatan potong terhadap nilai suhu pemesinan pada kedalaman potong 0,1 mm. Terdapat variasi suhu pada gerak makan 0,05 mm/rev; 0,1 mm/rev dan 0,15 mm/rev. Pada gerak makan 0,05 mm/rev, terjadi peningkatan suhu dari nilai suhu 253,33 °C (pada kecepatan potong 120 m/min) menjadi 292,291 °C (kecepatan potong 180 m/min). Pada gerak makan 0,1 mm/rev kenaikan suhu juga sebanding dengan kecepatan potong sebagaimana dengan gerak makan 0,05 mm/rev. Suhu pemesinan 216,812 °C pada kecepatan potong 120 m/min dan suhu pemesinan sebesar 263,125 °C pada kecepatan 180 m/min.

Pada gerak makan 0,15 mm/rev berbeda dengan dua gerak makan lain. Pada kecepatan potong 120-140 m/min suhu menurun setelah itu meningkat seiring kecepatan potong hingga 180 m/min. Pada kecepatan potong 120 m/min menghasilkan suhu 223,622 °C namun pada kondisi kecepatan potong 140 m/min menghasilkan suhu 194,885 °C. Hal ini terjadi karena pada kecepatan potong 140 m/min geram hasil pemotongan terbuang ke bawah sehingga pendinginan lebih cepat dan menghasilkan suhunya lebih rendah.

Pembahasan

Terlihat dari nilai suhu yang dikelompokkan terhadap gerak makan pada kedalaman potong 0,05 mm bahwa suhu pemesinan pada gerak makan 0,05 mm/rev cenderung naik dari kecepatan potong 120 m/min sampai dengan 180 m/min. Contoh yang bisa diambil dengan gerak makan 0,05 mm/rev untuk kecepatan potong 120 m/min didapatkan suhu pemesinan 163,627 °C, kecepatan potong 140 m/min didapatkan suhu penyalaan geram 173,485 °C, kecepatan potong 160 m/min didapatkan suhu pemesinan 181,108 °C. Pada kecepatan potong 180 m/min dan 200 m/min terjadi peningkatan suhu pemesinan masing-masing

menjadi 553,235 °C dan 620,675 °C, dimana pada suhu ini terjadi penyalaan geram.

Kondisi berbeda ditunjukkan pada parameter kecepatan potong 220 m/min dan gerak makan 0,05 mm/rev. Adanya penurunan drastis hingga mencapai suhu senilai 214,732 °C. Hal ini disebabkan bahwa pada kondisi parameter tersebut tidak terjadi penyalaan, sehingga nilai suhu menjadi rendah namun dilihat dari paremeter sebelumnya yang tidak terjadi penyalaan yaitu pada kecepatan potong 160 m/min terhadap kecepatan potong 180 m/min tetap terlihat adanya peningkatan suhu.

Hubungan antara gerak makan 0,1 mm/rev dengan nilai suhu bila dilihat dari gambar 2 terjadi kenaikan yang relatif stabil, apabila ditarik kesimpulan mengenai hubungan antara kecepatan potong dengan nilai suhu yang terjadi pada gerak makan 0,1 mm/rev bahwa dari kecepatan potong rendah 120 m/min hingga kecepatan potong 200 m/min relatif meningkat. Begitu pula pada gerak makan 0,15 mm/rev terjadi peningkatan suhu yang tidak begitu drastis pada kecepatan potong 120 m/min hingga 180 m/min Hasil ini sama dengan yang diutarakan oleh Shaw yang menerangkan bahwa suhu pemotongan akan meningkat seiring dengan kenaikan kecepatan potong [11]

Distribusi suhu pada titik penyalaan

Grafik histogram menunjukkan kawasan terang (150-200) terdapat garis pada nilai tersebut. Hal ini memiliki hubungan yang erat antara grafik histogram dengan warna pada gambar termografi. Bahwa grafik histogram akan merepresentasikan intensitas warna pada area terang apabila terjadi penyalaan.

Gambar 2 dan 3 yang ditampilkan pada aplikasi thermografi terlihat jelas menunjukkan distribusi suhu yang terjadi, yaitu sepanjang paha dan hampir seluruhnya terbawa oleh geram yang dihasilkan. Histogram sebagai media pengamatan akan memberikan nilai pada area terang apabila terjadi penyalaan. Penyalaan terjadi pada kecepatan potong 180 m/min dan kecepatan potong 200 m/min pada kedalaman potong dan gerak makan yang sama, yaitu 0,05 mm/rev dan 0,05 mm.

Gambar 2 pada kecepatan potong 180 m/min, gerak makan 0,05 mm/rev dan kedalaman makan 0,05 mm menunjukkan penumpukan geram dan apabila geram yang berbentuk halus terus menerus mengalami gesekan terhadap mata pahat dan benda kerja, maka kondisi tersebut akan memungkinkan terjadinya penyalaan geram. Hal yang sama terjadi pada gambar 3 pada kecepatan potong 200 m/min, gerak makan 0,05 mm/rev dan kedalaman makan 0,05 mm terjadi penyalaan dengan menghasilkan suhu yang tinggi. Apabila dilihat dengan seksama nyala pada kecepatan potong 180 m/min berbeda dengan kecepatan potong 200 m/min. Nyala pada kecepatan potong 180 m/min dihasilkan oleh penumpukan geram, namun pada kecepatan potong 200 m/min dihasilkan oleh gesekan antara geram hasil pemotongan dengan mata pahat pada bagian sudut geram.

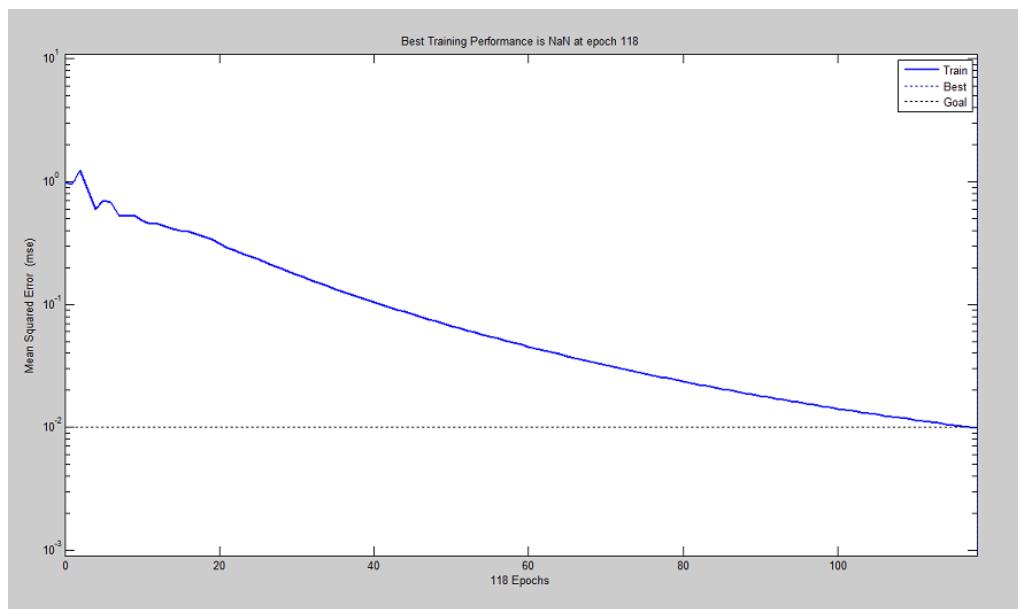
Analisis Suhu Pemesinan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan

Analisis suhu pemesinan dilakukan dengan tujuan untuk membuat model prediktif suhu pemesinan. Berdasarkan data yang diperoleh

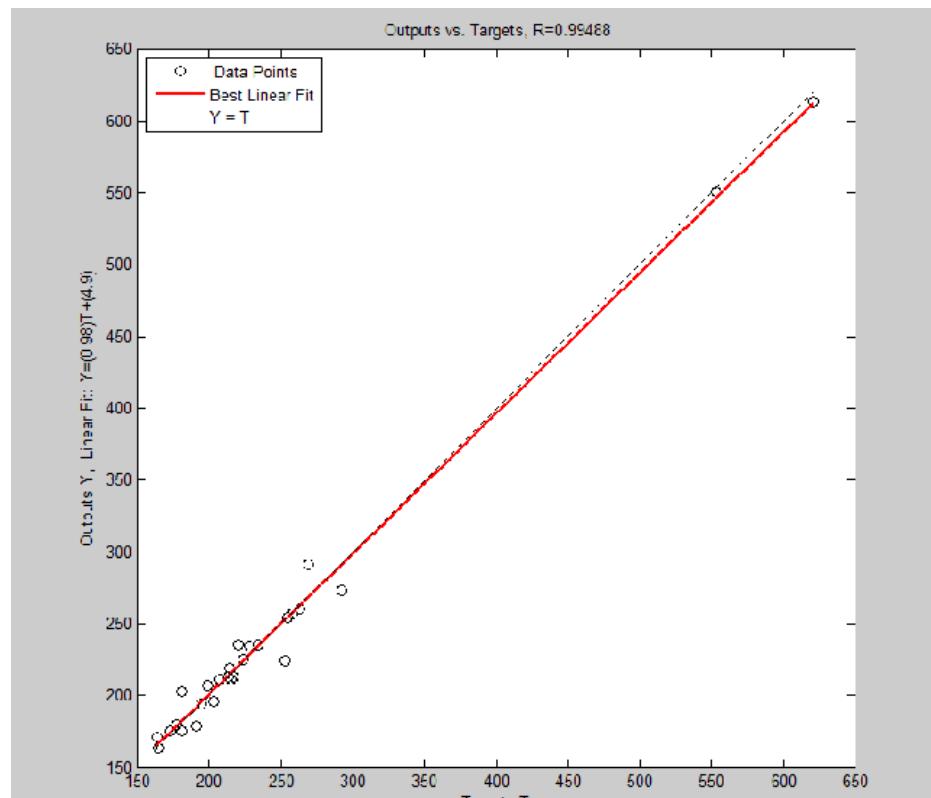
dilakukan analisis JST pada kondisi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Epoch} &= 5000. \\ \text{MSE} &= 0,01. \\ \text{Learning rate} &= 0,5. \end{aligned}$$

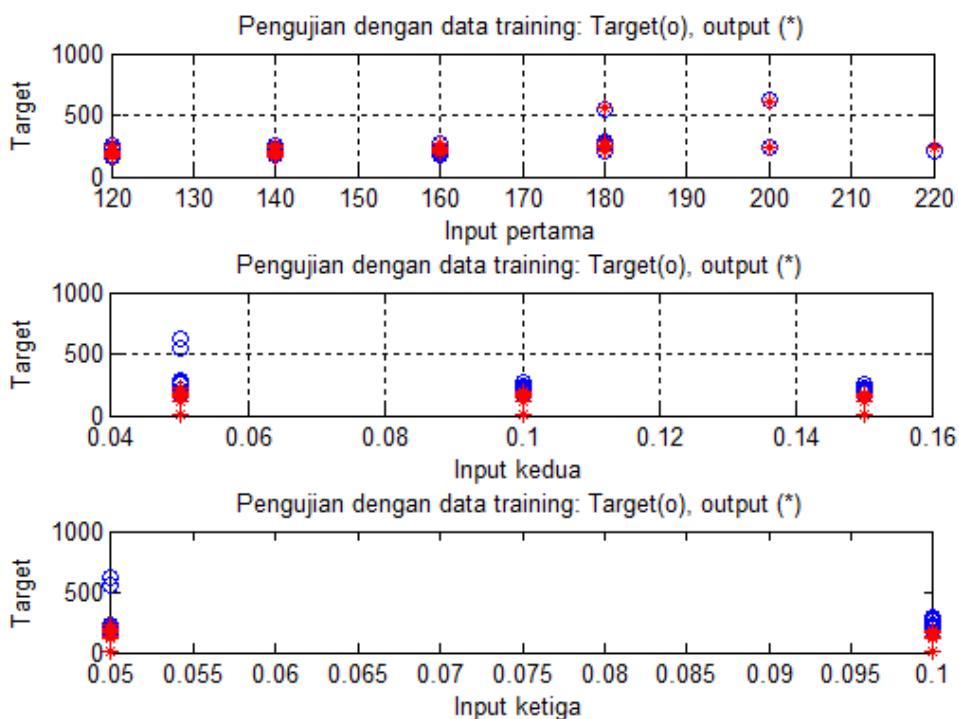
Pada epoch ke 118 iterasi sudah berhenti karena target MSE sudah tercapai seperti terlihat pada gambar 9. Setelah iterasi berhenti dapat dilihat hasil regresi linier antara model prediktif dengan simulasi yang dilakukan. Hasil simulasi menunjukkan model prediktif suhu pemesinan sangat baik dengan terlihatnya kesesuaian antara output dan target mempunyai koefisien relasi 0,99488 seperti terlihat pada gambar 10. Dengan kondisi demikian maka model prediktif suhu pemesinan yang dibangun dengan JST dapat diterima. Hal ini juga diperkuat dari hasil plot simulasi pada gambar 11. Model persamaan prediktif suhu pemesinan dibangun dari nilai bobot (weight) dan bias yang dihasilkan (lihat Lampiran).



Gambar 9 Iterasi epoch sudah mencapai target



Gambar 10 Plot simulasi model persamaan prediktif suhu pemesinan



Gambar 11 Plot simulasi model persamaan antara target dan output

Kesimpulan

Berdasarkan eksperimen dan analisis penelitian ini menyimpulkan:

1. Suhu pemesinan magnesium semakin meningkat seiring dengan bertambah kecepatan potong.

2. Suhu pemesinan lebih tinggi pada kedalaman potong 0,05 mm dibandingkan pada kedalaman 0,1 mm.
3. Geram magnesium menyalah pada pemesinan dengan gerak makan 0,05 mm/rev dan kedalaman potong 0,05 mm. Penyalahan magnesium terjadi pada kecepatan potong 180 m/min menghasilkan suhu 553,235 °C dan kecepatan potong 200 m/min menghasilkan suhu 620,675 °C
4. JST dapat digunakan untuk model memprediksi penyalahan magnesium karena memiliki koefisien $R^2 = 0,99468$ dan MSE=0,01.

Penghargaan

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian Hibah Fundamental dengan No. Kontrak 158/UN26/8/LPPM/2015

Referensi

- [1] Tomasz Tański, Szymon Malara, Mariusz Król and Justyna Domagała-Dubiel Leszek Adam Dobrzański, "Contemporary Forming Methods of the Structure and Properties of Cast Magnesium Alloys," in *Magnesium Alloys - Design, Processing & Properties*. Koarsia: InTech, 2011, ch. 15, pp. 321-350.
- [2] B. Akyuz. Machinability of Magnesium and Its Alloys. The Online Journal of Science and Technology, July 2011, Volume 1/3 pp. 31-38.
- [3] F.Z. Fang, L.C. Lee & X.D. Liu. Mean flank temperature measurement in high speed dry cutting of magnesium alloy. *J. of Materials Processing Technology* 167 (2005) 119–123
- [4] K. Tonnesen, N. Tomac dan F.O. Rasch. Machining magnesium alloys with use of oil-water emulsions. 8th Int. Colloquium, Tribology 2000 (1992).
- [5] *Metals Handbook Volume 2, Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*: ASM International, 1990.
- [6] P.S. Sreejith, .K.A. Ngori. Dry machining: machining of the future. *J. Mater. Processing Technology* 101 (2000) 287-291.
- [7] R. Quiza, L. Figueira & J.P. Davim, Comparing statistical models and artificial networks on predicting the tool wear in hard machining D2 AISI steel. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol 37: p. 641–648. 2008.
- [8] Mukherjee, I., & Ray, P. K. A review of optimization techniques in metal cutting processes. *Computers and Industrial Engineering*, 50(1–2), p.15–34. 2006.
- [9] Zhao Hongjin, Zhang Yinghui & Kang Yonglin. Effect of cerium on ignition point of AZ91D magnesium alloy. *China Foundry*, Vol.5 No.1, pp 32-35.
- [10] E. L. White & J. J. Ward. Ignition of Metals in Oxygen. DMIC Report No. 224. 1966.
- [11] M.C. Shaw, *Metal Cutting Principles*, Clarendon Press, USA, 1991

Lampiran

BobotAkhir_Input =

1.6484	-1.7657	1.5327
1.6677	1.8504	-1.7920
-1.4930	1.2319	1.0446
0.9306	-0.1915	1.8943
0.4743	2.0182	1.5168
-1.8140	-1.3064	1.2226
-1.0820	-0.6241	2.2280
0.0646	2.4732	-0.7465
2.0313	1.5765	0.9211
1.0500	1.4361	-1.3506

BobotAkhir_Bias_Input =

-3.7176
-2.6489
2.1155
-2.3488
-0.9424
0.5644
-0.7186
1.3722
0.9834
2.6246

BobotAkhir_Lapisan1 =

0.8816	1.2934	-0.2276	-0.0463	-0.9240	0.0114	1.0893	1.9052	1.4553	-0.6081
-1.8333	0.7384	-1.0885	-0.3172	0.4245	1.5530	-1.3216	-0.2143	-1.0613	-1.1917
-1.0601	-0.8622	0.8379	0.7253	0.5790	-0.9271	-0.0642	-1.9707	1.4557	-1.3865
-1.6368	1.4231	1.0345	0.6855	-1.2138	0.4644	0.6738	-1.3158	-1.0106	0.4728
-1.6352	-1.7250	-1.7221	0.9411	-1.1604	-1.4424	1.0348	-0.9217	1.6200	-0.4361

BobotAkhir_Bias_Lapisan1 =

-3.2586
1.4969
-0.1892
-1.5656
-3.9385

BobotAkhir_Lapisan2 =

-0.3273 0.7792 0.9818 -0.6777 4.1500

BobotAkhir_Bias_Lapisan2 =

-1.1765