

Pengaruh Variasi Massa Raw Material dan Jenis Material Terhadap Respon *Steady State Error Spindle* Mesin Lathe Mini

Muhammad Ali Masykur¹, Ahmad Anas Arifin², dan Desmas Arifianto Patriawan³
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3}
e-mail: alimasykurcb1997@gmail.com

ABSTRACT

Lathe machines have played an important role in the development of the world of education and industry, learning how to operate lathe machines also requires expertise in accuracy, accuracy, speed, and improving quality and producing maximum results, this research method focuses on the analysis of motor spindle rpm and motor response mini lathe machine when given variations in load, material and feed, namely variations in spindle speed of 1000, 2000 and 3000 Rpm, mass of raw material Teflon PL and Aluminum 50, 100 and 150 grams, feeding 0.5 mm. The results of the study were to The greatest steady state error averagely was to 8 volt by 2000 rpm; it situation was obtained at no feeding procedure at a voltage of 8 volts with a target of 2000 rpm, without feeding conditions. Further, the feeding depth 0.5mm was obtained the greatest steady state error at 4 volt and 1000 rpm.

Keywords: Lathe, Steady State Response, Spindle Speed

ABSTRAK

Mesin Bubut telah memegang peranan penting dalam perkembangan di dunia pendidikan maupun dunia industri, pembelajaran cara mengoperasikan mesin lathe juga membutuhkan keahlian dalam ketepatan, keakuratan, kecepatan, dan meningkatkan mutu serta menghasilkan hasil yang maksimal, metode penelitian ini terfokus pada analisa rpm spindle motor dan respon motor mesin lathe mini apabila diberi variasi beban, material serta pemakanan, yaitu variasi spindle speed 1000, 2000 dan 3000 Rpm, massa raw material Teflon PL dan Aluminium 50, 100 dan 150 gram, pemakanan 0,5 mm. Hasil penelitian *steady state error* rata – rata paling besar pada tegangan 8 volt yaitu dengan target 2000 rpm, kondisi tanpa pemakanan. Sedangkan kondisi pemakanan 0,5 mm *steady state error* rata – rata yang paling besar pada tegangan 4 volt yaitu dengan target 1000 rpm.

Kata kunci: Mesin Bubut, Respon Steady State, Kecepatan Spindle

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi zaman sekarang yang semakin berkembang pesat di kota besar, terutama pada bidang manufaktur melihat adanya keluhan sekolah menengah kejuruan SMK di kota kecil atau di pedesaan yang jauh dari kota kesulitan praktek langsung di sekolah untuk mengoperasikan mesin bubut sehingga harus keluar kawasan sekolah, bisa menumpang di sekolah yang fasilitasnya lebih memadai dan lengkap atau juga bisa pihak sekolah bekerja sama dengan instansi lain seperti bengkel mesin manufaktur yang mempunyai bubut *lathe* mini, sehingga penulis rasa kurang maksimal untuk belajar dan kurang efektif serta membutuhkan biaya lagi untuk kerjasama dan akomodasinya[1].

Pada penelitian sebelumnya, yang dilakukan menggunakan metode penelitian langsung (experimental research) dengan melibatkan parameter yaitu *depth of cut*, *raw material*, *steady state error* dan rpm dengan variasi yang digunakan adalah 0,5 mm, Teflon PL (polyester) dan kecepatan spindle 1000, 2000, 3000 rpm[8]. Sedangkan pada pemilihan bahan benda kerja ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain pertimbangan fungsi, pembebanan, kemampuan bentuk. Teflon PL (polyester) dan aluminium 6061. Karena paduan ini adalah salah satu jenis bahan yang banyak penerapannya pada industri maju yaitu digunakan untuk bahan konstruksi serta memiliki keunggulan sifat tahan korosi, kekuatan yang tinggi, ringan, mampu dikerjakan pada mesin dan mudah diperoleh di pasaran[9].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh variasi massa *raw material* dan jenis material terhadap respon *steady state error spindle* mesin *lathe* mini.

TINJAUAN PUSTAKA

Mesin bubut merupakan salah satu ilmu yang wajib dimiliki siswa SMK sebagai penunjang atau skill yang dipunya ketika sudah lulus sekolah dan diaplikasikan langsung ke dunia kerja, sehingga siswa bisa mengoperasikan mesin setelah mendapatkan ilmu dasar dari sekolahnya yang memberikan kesempatan

serta langsung praktek mengoperasikan mesin bubut. Perbedaan mesin bubut mini ini dari sebelumnya yaitu sistem mekanisnya, yang pada awalnya masih menggunakan sistem penggerak manual dan mesin bubut pada kali ini sistemnya akan dirubah menjadi otomatis[4].

Motor DC (*Direct current*) banyak digunakan di industri kecil maupun besar. Adapun kecepatan motor DC (*Direct current*) sering tidak stabil atau tidak standar akibat gangguan dari luar maupun perubahan parameter (kedalaman pemakanan, raw material) dan torsi beban serta inersia dari material sehingga perlu dilakukan rancangan kontroler[5]. Proses bubut pada mesin Lathe dalam industri manufaktur digunakan untuk membuat produk dalam jumlah massal, sehingga diperlukan ketelitian terhadap kondisi pemesinan. Salah satu teknik untuk memantau kondisi penyayatan dengan melibatkan pengukuran pemakanan. Perubahan material setelah diproses menunjukkan perubahan dalam parameter proses pemesinan, seperti kecepatan spindle, massa raw material, kedalaman pemakanan dan kondisi mesin perkakas[6]. Kebutuhan manusia dalam bidang pemesinan semakin meningkat setiap tahunnya. Hal ini berdampak pada industri manufaktur yang bersaing untuk membuat produk yang murah, berkualitas, dan waktu produksi yang relatif lebih cepat[7]. Mesin lathe mini ini mampu mengerjakan material aluminium pada proses percobaan kedalaman pemakanan yang dipakai 0,5 mm[1].

Dasar dari setiap pekerjaan permesinan mempunyai persyaratan kualitas, ketepatan bentuk dan keakurasian ukuran yang berbeda-beda tergantung dari fungsinya. Kualitas bentuk hasil dari penyayatan dapat dilihat dari ketepatan ukuran dari produk tersebut[8]. Proses pemesinan sangat identik untuk pembentukan produk/komponen dengan menggunakan material logam (ferro), akan tetapi dikarenakan logam tergolong sumber daya alam mineral bahan galian yang pada umumnya bersifat (unrenewable) tidak bisa diperbarui, maka telah dikembangkan plastik sebagai alternatif dalam pembuatan komponen atau produk[4]. Khususnya pada proses produksi yang menggunakan mesin-mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin skrap, mesin frais dan mesin bor. Ditemukanya mesin-mesin produksi akan mempermudah dalam pembuatan komponen-komponen mesin. Adanya mesin perkakas produksi, pembuatan komponen mesin akan semakin efisien dan dengan ketelitian yang sangat tinggi[9].

METODE

Material

Adapun beberapa material yang penulis gunakan dalam analisis mesin *lathe* ini :

Teflon PL (*Polyester*) dengan massa 50 dan 100 Gram.

Adapun spesifikasi data dan jenis teflon PL (*Polyester*) sebagai berikut :

- Diameter : 30.6 mm
- Panjang : 51 dan 102 mm
- Massa : 50 dan 100 gram



Gambar 1 Teflon PL (*Polyester*)

Sumber : Dokumen Pribadi

Aluminium 6061 dengan massa 100 dan 150 Gram.

Adapun spesifikasi data dan jenis aluminium 6061 sebagai berikut :

- Diameter : 25.6 mm

- Panjang : 74.7 mm
- Massa : 100 gram



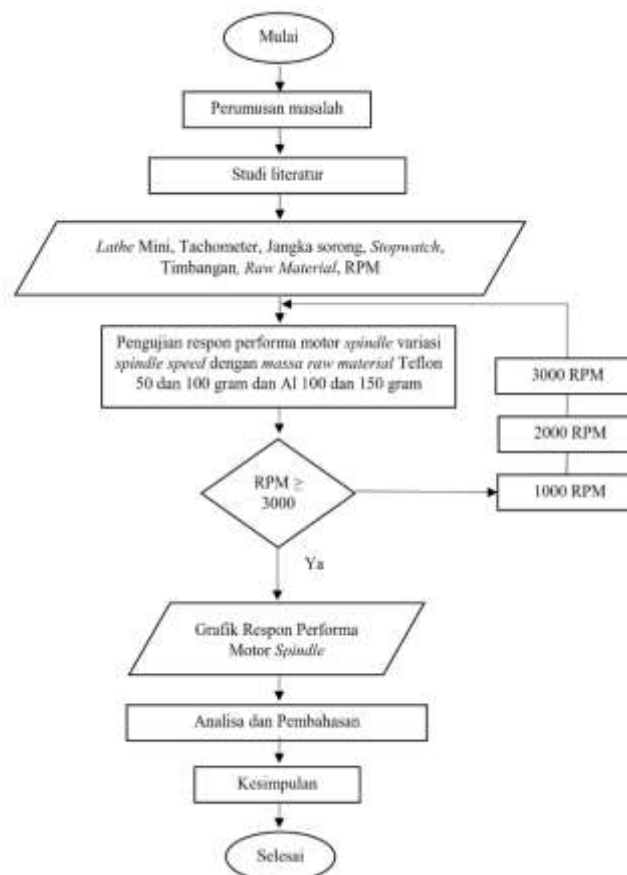
Gambar 2 Aluminium 6061
Sumber : Dokumen Pribadi

Alat

Adapun beberapa alat yang penulis gunakan dalam analisis mesin *lathe* ini :

1. Tachometer
2. Jangka sorong
3. Stopwatch
4. Timbangan

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

Prosedur Percobaan Penelitian

Adapun cara – cara prosedur percobaan sebagai berikut :

1. Pertama, pemasangan *material* di dalam posisi terjepit oleh *spindle*, lalu kunci dan lakukan pemosisian pusat supaya *material* tersebut tidak goyang dan menyebabkan benda berputar tidak dalam kondisi center.
2. Kedua, putar adaptor tegangan sesuai dengan rpm yang diinginkan dan cocokkan dengan katalognya.
3. Ketiga, setelah *spindle* berputar dan adaptor tegangan sesuai, lalu *tacho* bagian poros pejal yang berada di posisi belakang *spindle*, usahakan dalam keadaan center untuk *tachometer* tersebut, karena kalau tidak senter akan berpengaruh pada rpm dan hasil output angka yang di alat tersebut tidak akurat.
4. Keempat, setelah itu usahakan ketiga proses diatas dengan posisi tetap dan waktulah percobaan tersebut dalam 30 detik dengan parameter sesuai data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengujian maka akan didapat hasilnya, supaya bisa mendapatkan hasil yang tepat dan akurat bila perlu melakukan uji bebarapa kali serta memperhatikan antara perbedaan hasil di tiap – tiap pengujian variasi *spindle speed* 1000, 2000 dan 3000 Rpm dan variasi massa *raw material* 50, 100 dan 150 gram pada mesin *lathe* mini.

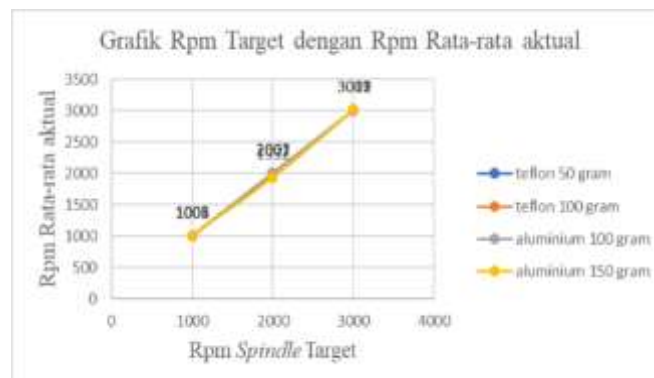
Teflon PL (Polyester) dan Aluminium 6061 Tanpa Pemakanan

Berdasarkan data analisa pengujian menggunakan *tachometer* dan pada *spindle* diberikan beban Teflon PL (Polyester) beban 50 dan 100 gram, Aluminium 6061 Beban 100 dan 150 gram. Maka dihasilkan data sebagai berikut :



Gambar 4 Grafik Hubungan Antara Rpm Target dengan Jumlah Kali Perubahan Rpm

Berdasarkan gambar 4 diatas. Hal ini disebabkan karena semakin berat beban dan semakin cepat rpm atau rpm semakin lambat yang digunakan, maka akan semakin besar inersia yang muncul. Semakin besar inersia maka simpangan yang terjadi antara rpm target dengan kali jumlah perubahan rpm akan semakin besar. Sehingga sistem sulit untuk mencapai rpm target yang diinginkan[7].



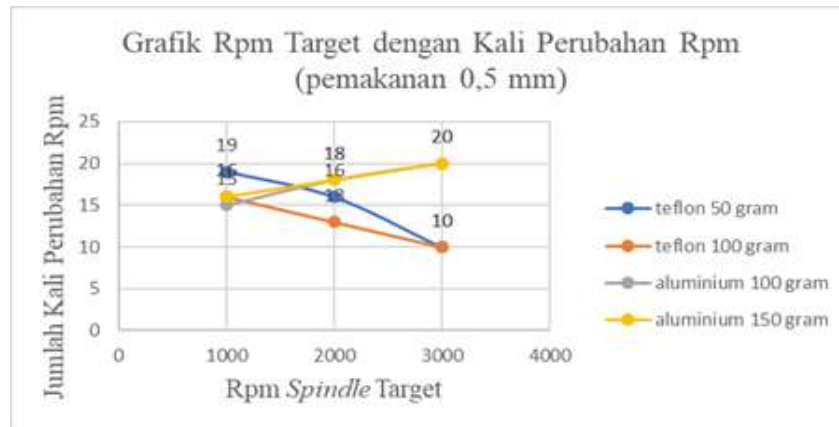
Gambar 5 Grafik Hubungan Antara Rpm Target dengan Rpm Rata-rata Aktual

Berdasarkan gambar 5 diatas. Hal ini disebabkan karena semakin berat beban dan rpm cepat atau rpm lambat yang digunakan, maka akan semakin besar inersia yang muncul. Semakin besar inersia maka

simpangan yang terjadi antara rpm target dengan rpm rata *actual* akan semakin besar atau rpm tidak bisa stabil sesuai rpm target yang diinginkan[10].

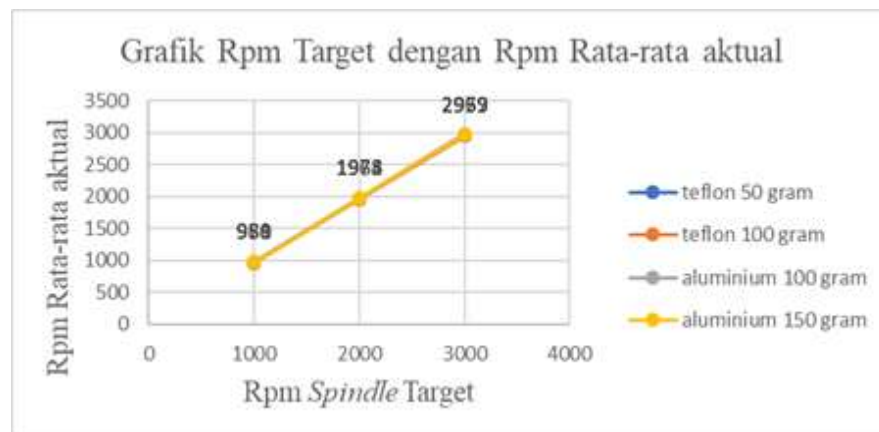
Teflon PL (Polyester) dan Aluminium 6061 (Pemakanan 0,5 mm)

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *tachometer* dan pada *spindle* diberikan beban Teflon PL (Polyester) beban 50 dan 100 gram, Aluminium 6061 Beban 100 dan 150 Gram. Maka dihasilkan data sebagai berikut :



Gambar 6 Grafik Hubungan Antara Rpm Target dengan Jumlah Kali Perubahan Rpm (Pemakanan 0,5 mm)

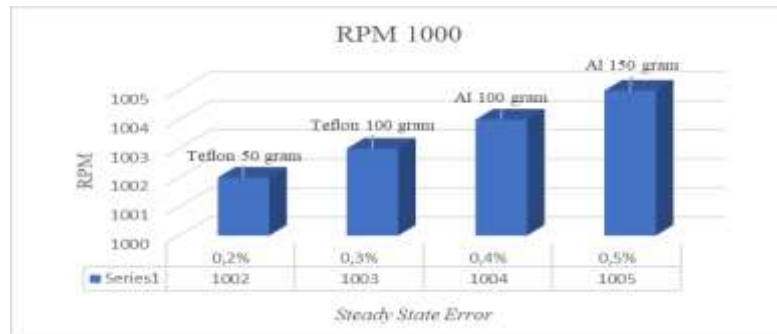
Berdasarkan gambar 6 diatas. Hal ini disebabkan karena semakin berat beban dan semakin cepat rpm atau rpm semakin lambat yang digunakan, maka akan semakin besar inersia yang muncul. Semakin besar inersia maka simpangan yang terjadi antara rpm target dengan kali jumlah perubahan rpm akan semakin besar. Sehingga sistem sulit untuk mencapai rpm target yang diinginkan.



Gambar 7 Grafik Hubungan Antara Rpm Target dengan Rpm Rata-rata Aktual (Pemakanan 0,5 mm)

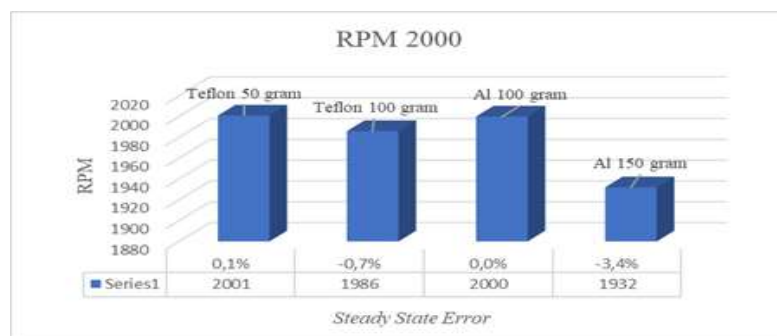
Berdasarkan gambar 7 diatas. Hal ini disebabkan karena semakin berat beban dan rpm cepat atau rpm lambat yang digunakan, maka akan semakin besar inersia yang muncul. Semakin besar inersia maka simpangan yang terjadi antara rpm target dengan rpm rata *actual* akan semakin besar atau rpm tidak bisa stabil sesuai rpm target yang diinginkan.

Rpm 1000, 2000 dan 3000 Teflon PL (Polyester) 50, 100 gram dan Aluminium 6061 100, 150 gram tanpa Pemakanan



Gambar 8 Grafik Hubungan Antara Rpm 1000 dan *Steady State Error*

Berdasarkan gambar 8 diatas dapat terlihat bahwa hubungan antara rpm dan *steady state error* bersifat linier. *Steady state error* paling kecil didapatkan pada Telfon PL (Polyester) 50 gram sebesar 0,2%. Sedangkan *steady state error* paling besar didapatkan pada beban aluminium 6061 150 gram sebesar 0,5%. *Steady state error* rata-rata sebesar 0,35%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin berat beban maka semakin besar *steady state error* yang didapatkan. Hal ini disebabkan karena semakin berat beban yang digunakan maka akan semakin besar inersia yang muncul[11]. Semakin besar inersia maka simpangan yang terjadi antara rpm *actual* dan rpm target akan semakin besar. Sehingga sistem sulit untuk mencapai rpm target yang diinginkan[12].



Gambar 9 Grafik Hubungan Antara Rpm 2000 dan *Steady State Error*

Berdasarkan gambar 9 di atas dapat terlihat bahwa hubungan antara rpm dan *steady state error* bersifat linier. *Steady state error* paling kecil didapatkan pada Aluminium 6061 100 gram sebesar 0,0%. Sedangkan *steady state error* paling besar didapatkan pada beban aluminium 6061 150 gram sebesar 3,4%. *Steady state error* rata - rata sebesar 1,05%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin berat beban maka semakin besar *steady state error* yang didapatkan. Hal ini disebabkan karena semakin berat beban yang digunakan maka akan semakin besar inersia yang muncul. Semakin besar inersia maka simpangan yang terjadi antara rpm *actual* dan rpm target akan semakin besar. Sehingga sistem sulit untuk mencapai rpm target yang diinginkan[6].



Gambar 10 Grafik Hubungan Antara Rpm 3000 dan *Steady State Error*

Berdasarkan gambar 10 diatas dapat terlihat bahwa hubungan antara kecepatan putar spindle dan *steady state error* bersifat linier. *Steady state error* paling kecil didapatkan pada Teflon PL (*Polyester*) 50 gram sebesar 0,2%. Sedangkan *steady state error* paling besar didapatkan pada beban aluminium 6061 100 dan 150 gram sebesar 0,4%. *Steady state error* rata - rata sebesar 0,32%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin berat beban maka semakin besar *steady state error* yang didapatkan. Hal ini disebabkan karena semakin berat beban yang digunakan maka akan semakin besar inersia yang muncul. Semakin besar inersia maka simpangan yang terjadi antara rpm *actual* dan rpm target akan semakin besar. Sehingga sistem sulit untuk mencapai rpm target yang diinginkan[8].

Rpm 1000, 2000 dan 3000 Teflon PL (*Polyester*) 50, 100 dan Al 6061 100, 150 Gram dengan Pemakanan 0,5 mm :



Gambar 11 Grafik Hubungan Antara Rpm 1000, Pemakanan 0,5 mm dan *Steady State Error*

Berdasarkan gambar 11 diatas dapat terlihat bahwa hubungan antara rpm dan *steady state error* bersifat linier. *Steady state error* paling kecil didapatkan pada Aluminium 6061 100 gram sebesar 2,0%. Sedangkan *steady state error* paling besar didapatkan pada beban Teflon PL (*Polyester*) 100 gram sebesar 4,2%. *Steady state error* rata - rata sebesar 3,27%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin berat beban maka semakin besar *steady state error* yang didapatkan. Hal ini disebabkan karena semakin berat beban yang digunakan maka akan semakin besar inersia yang muncul. Semakin besar inersia maka simpangan yang terjadi antara rpm *actual* dan rpm target akan semakin besar. Sehingga sistem sulit untuk mencapai rpm target yang diinginkan[2].



Gambar 12 Grafik Hubungan Antara Rpm 2000, Pemakanan 0,5 mm dan *Steady State Error*

Berdasarkan gambar 12 diatas dapat terlihat bahwa hubungan antara rpm dan *steady state error* bersifat linier. *Steady state error* paling kecil didapatkan pada Aluminium 6061 150 gram sebesar 1,1%. Sedangkan *steady state error* paling besar didapatkan pada beban Teflon PL (*Polyester*) 100 gram sebesar 1,9%. *Steady state error* rata - rata sebesar 1,52%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin berat beban maka semakin besar *steady state error* yang didapatkan. Hal ini disebabkan karena semakin berat beban yang digunakan maka akan semakin besar inersia yang muncul. Semakin besar inersia maka simpangan yang

terjadi antara rpm *actual* dan rpm target akan semakin besar[13]. Sehingga sistem sulit untuk mencapai rpm target yang diinginkan[3].



Gambar 13 Grafik Hubungan Antara Rpm 3000, Pemakanan 0,5 mm dan Steady State Error

Berdasarkan gambar 13 diatas dapat terlihat bahwa hubungan antara rpm dan *steady state error* bersifat linier. *Steady state error* paling kecil didapatkan pada Aluminium 6061 100 gram sebesar 0,7%. Sedangkan *steady state error* paling besar didapatkan pada beban Teflon PL (Polyester) 100 gram sebesar 1,5%. *Steady state error* rata - rata sebesar 1,15%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin berat beban maka semakin besar *steady state error* yang didapatkan. Hal ini disebabkan karena semakin berat beban yang digunakan maka akan semakin besar inersia yang muncul. Semakin besar inersia maka simpangan yang terjadi antara rpm *actual* dan rpm target akan semakin besar. Sehingga sistem sulit untuk mencapai rpm target yang diinginkan[14].

KESIMPULAN

Ada beberapa hasil dari analisa penelitian ini :

1. Berdasarkan data, *steady state error* rata – rata paling besar adalah pada tegangan 8 volt yaitu dengan rpm target 2000 rpm, dengan kondisi tanpa pemakanan. Sedangkan kondisi dengan pemakanan 0,5 mm *steady state error* rata – rata yang paling besar adalah pada tegangan 4 volt yaitu dengan rpm target 1000 rpm.
2. Berdasarkan data, semakin berat *raw material* yang digunakan maka semakin besar *steady state error* yang didapatkan.
3. Berdasarkan data, gerakan pemakanan akan memperlambat putaran rpm *actual*. Sehingga *steady state error* yang didapatkan semakin besar.
4. Berdasarkan data, *steady state error* yang didapatkan. Mesin lathe ini tidak dapat mempertahankan rpmnya dengan beban dan pemakanan. Sehingga mesin lathe ini dapat dikatakan mesin yang tidak baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Kurniawan, E., Syaifurrahma., Jekky, “Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis,” *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 4, no. 2, pp. 83–90, 2020.
- [2] F. Rahmadianto, D. Wilis, and L. Basuki, “Analisa Putaran Spindle dan Kedalaman Potong Terhadap Keausan Pahat Positive dan Negative Rhombic Insert,” vol. 8, no. September, pp. 34–38, 2017.
- [3] S. Pendidikan *et al.*, “Pengaruh Variasi Kedalaman Pemakanan Dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Aluminium 6061 Pada Mesin Cnc Tu- 2a Dengan Program Absolut G01 Pebri Dwi Kurniawan Mochamad Arif Irfa ' I,” vol. 03, no. 2, pp. 120–125, 2014.
- [4] D. Seprianto, “Pengaruh Spindle Speed , Feeding Dan Depth Of Cut Pada Turning Cnc Dengan Material Plastik Terhadap Kekasaran Permukaan,” vol. 6, no. April, pp. 41–47, 2014.
- [5] W. WALUYO, A. FITRIANSYAH, and S. SYAHRIAL, “Analisis Penalaan Kontrol PID pada Simulasi Kendali Kecepatan Putaran Motor DC Berbeban menggunakan Metode Heuristik,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 1, no. 2, p. 79, 2013, doi:

- 10.26760/elkomika.v1i2.79.
- [6] R. Poeng, F. A. Rauf, J. Teknik, M. Fakultas, T. Universitas, and S. Ratulangi, “Analisis Pengaruh Putaran Spindle Terhadap Gaya Potong Pada Mesin Bubut,” *J. Tekno Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 6–11, 2015.
 - [7] A. Priyatmojo, J. T. Mesin, U. N. Semarang, and U. N. Semarang, “Pengaruh Kecepatan Spindle Dan Kedalaman Pemakanan Proses Cnc Frais Terhadap Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan Remelting Blok Silinder,” *J. Kompetensi Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 25–29, 2019, doi: 10.15294/jkomtek.v11i1.19072.
 - [8] I. Malik, Azharuddin, and S. Riyadi, “Pengaruh Spindle Speed, Feed Rate, Dan Depth of Cut Terhadap Akurasi Hasil Permesinan Pada Mesin Cnc Router 3 Sumbu,” *Mech. Eng. Dep. Politek. Negeri Sriwijay*, vol. 11 no. 2, no. 2, pp. 33–40, 2019.
 - [9] T. Hidayat, T. Widagdo, D. Seprianto, and M. Yunus, “Feeding Pada Proses Surface Milling Menggunakan Mesin,” *J. Austenit*, vol. 8, no. 1, pp. 13–16, 2016.
 - [10] P. Kecepatan, P. Spindle, R. P. M. Dan, and B. Ems, “Pengaruh Kecepatan Putar Spindle (Rpm) Dan Jenis Sudut Pahat Pada Proses Pembubutan Terhadap Tingkat Kekasaran Benda Kerja Baja Ems 45,” *Sainteknol J. Sains dan Teknol.*, vol. 15, no. 1, pp. 85–94, 2017, doi: 10.15294/sainteknol.v15i1.9881.
 - [11] D. A. Patriawan, M. Ulum, M. S. Alqoroni, and A. Y. Ismail, “Transient Response Performance Test on Aftermarket Motorcycle Rear Suspension in Indonesia,” *J. Mech. Eng. Sci. Innov.*, vol. 1, no. 2, pp. 69–76, 2021, doi: 10.31284/j.jmesi.2021.v1i2.2297.
 - [12] A. Mashudi and N. A. Susanti, “Pengaruh Media Pendingin dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Finishing Menggunakan Mesin Bubut CNC PU,” *J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 57–66, 2020.
 - [13] D. A. Patriawan, B. P. Natakusuma, A. A. Arifin, H. S. Maulana, H. Irawan, and B. Setyono, “Uji Presisi dari Nonholonomic Mobile Robot pada Rancang Bangun Sistem Navigasi,” *J. Mech. Eng. Sci. Innov.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–37, 2021, doi: 10.31284/j.jmesi.2021.v1i1.1760.
 - [14] Ninla Elmawati Falabiba, “Pengaruh Kecepatan Spindle Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Pemesinan Bubut CNC Baja ST41,” vol. 2, no. 7, 2019.