Pengaruh Variasi Massa Raw Material, Jenis Material dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Respon Steady State Error pada Motor Penggerak Slider Mesin Lathe Mini

Wahyu Stiyo Budi[1], Ahmad Anas Arifin[2], Desmas Arifianto Patriawan[3]
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
e-mail: wahyustiyob@gmail.com[1], anas.arifin@itats.ac.id[2], dan desmas@itats.ac.id[3]

ABSTRACT

As time goes by, the world's technology is growing rapidly, as evidenced by the existence of manufacturers in the manufacturing sector such as lathe machines. In the lathe industry, it is very necessary to make it easier to work on the manufacture of custom components such as nuts, bolts and others, therefore this research was carried out using the incremental zero point measurement method using a caliper and testing was carried out based on variations including variations in the mass of raw materials, variations depth of eating, variations in material types. Besides that, this study modifies the mini manual lathe machine into an Arduino-based mini lathe machine (Semi-automatic) so that the operation of the machine can minimize the level of loss in terms of time and cost. This research focuses on testing the performance of the cylindrical motor with the method of calculating settling time, steady state error and variations in the type of working material in order to improve accuracy, precision and time efficiency in processing.

Keywords: *Steady state error, lathe, spindle*

ABSTRAK

Seiring dengan berjalannya waktu, teknologi dunia ini sangat berkembang pesat yang di buktikan dengan adanya pabrikan di bidang manufacturing seperti Mesin lathe. Dalam bidang industri mesin bubut sangat diperlukan untuk memudahkan pengerjakan pembuatan komponen custom seperti mur, baut dan lain lain. Maka dari itu dalam penelitian ini dilakukan dengan metode pengukuran titik nol incremental menggunakan jangka sorong serta pengujian dilakukan berdasaran variasi antara lain variasi masa raw material, variasi kedalaman pemakan, variasi jenis material. Selain itu penelitian ini modifikasi mesin lathe mini manual menjadi mesin lathe mini berbasis arduino (Semi automatis) agar pengoprasian mesin dapat meminimalisir tingkat kerugian mulai dari segi waktu dan biaya. Penelitian ini terfokus pada pengujian performa motor penggerak slinder dengan metode melalui perhitungan settling time, steady state error serta variasi jenis working material agar dapatnya meningkatkan keakuratan, kepresisian dan keefisiensian waktu dalam pengerjaan. Hasil yang didapatkan adalah performa motor slider tidak sesuai dengan target jarak yang ditentukan.

Kata kunci: Steady state error, lathe, spindle

PENDAHULUAN

Dalam dunia manufaktur tentu tidak asing lagi dengan mesin *lathe* yang sangat berperan, terutama dalam bidang permesinan[1], contoh pembuatan baut, mur, poros, roda gigi dan lain-lain. Mesin *lathe* terdiri dari beberapa alat bantu antara lain *drilling, shaping, milling, sawing* dan *grinding.* Selain mesin *lathe* dengan ukuran besar ada juga yang berukuran kecil seperti mesin *lathe* masih manual fungsi dari mesin ini sama, hanya yang membedakan adalah material yang digunakan hanya tingakat kekuatan dan kekerasan yang lebih rendah[2], seperti HDPE (*High-density polyethylene*) , kayu dan aluminium. Dari mesin *lathe* mini untuk *spindle screw* sumbu X dan *spindle screw* sumbu Z masih manual dan diperlukan pengembangan agar lebih efektif. Dengan cara menganalisa keakuratan kordinat, kedalaman makan, dan pengujian menggunakan material[3].

Pemakanan benda kerja memiliki parameter yaitu semakin dalam pemakanan titik leburan akan mempengaruhi gaya pemakanan dan poros. Selain itu para meter penting yang mempengruhi hasil potong antara lain kedalaman pemotongan (*depth of cut*), kecepatan pemakanan (*feeding*) dan kecepatan pemotongan (*cutting speed*) Kecepatan *Spindle* (*Speed*) dan geometri pahat (*tool geometry*) yang meliputi *rakeangle, approach angle, entering angle, type of insert and nose radius of insert*[4]. Selain itu dekstop atau laptop sebagai komponen pertama yang digunakan sebagai pembuat dan pengolah data dalam bentuk gambar yang nanti akan diterjemahkan ke dalam bahasa C kemudian di transfer ke *mikrocontroller*[5].

Sistem *control* motor terdiri dari beberapa komponen yaitu set *driver* dan *controller*, *power supply* 12 $Volt$ -DC, PC dan Program NC yang memiliki interpolasi linier atau melingkar. Data Program NC kemudian di transmisikan ke PC setelah itu data dari program NC dikirimkan ke driver motor oleh PC[6]. Motor *stepper* berfungsi untuk menggerakkan aksis X, Y, dan Z. motor *stepper* dipilih karena motor ini dapat memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak dan memiliki respon yang baik terhadap mulai, stop, serta berbalik putaran[7]. Penggunaan motor *stepper* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Keunggulannya yaitu sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur[8]. Harga feeding berpengaruh pada tingkat kekasaran permukaan, semakin besar harga feeding semakin besar tingkat kekasarannya[9]

TINJAUAN PUSTAKA

Dari penelitian sebelumnya, mesin lathe 2 axis memiliki beberapa permasalahan antara lain pemotongan maksimum pada percobaan mesin hanya menggunakan kedalaman pemakanan sebesar 0,5 mm agar mesin tidak menghasilkan getaran yang tinggi[1].

Pemakanan benda kerja memiliki parameter yaitu semakin dalam pemakanan maka penyimpangan geometris akan semakin besar hal ini disebabkan oleh kedalaman pemakanan akan mempengaruhi titik leburan atau kupasan pada benda kerja, titik leburan akan mempengaruhi gaya pemakanan dan poros[2]. Selain itu para meter penting yang mempengruhi hasil potong antara lain kedalaman pemotongan (*depth of cut*), kecepatan pemakanan (*feeding*) dan kecepatan pemotongan (*cutting speed*) Kecepatan Spindle (*Speed*) dan geometri pahat (*tool geometry*) yang meliputi *rake angle*, *approach angle*, *entering angle*, *type of insert* and *nose radius of insert*[3]. Selain itu *Spindle speed*, *Feed Rate* dan *depth of cut* memang benar mempunyai pengaruh parsial sendiri terhadap keakurasian benda kerja yang dihasilkan pada sumbu X, Y dan Z [4].

Sistem control motor terdiri dari beberapa komponen yaitu set *driver* dan *controller*, *power supply* 12 $Volt$ -DC, PC dan Program NC yang memiliki interpolasi linier atau melingkar. Data Program NC kemudian di transmisikan ke PC setelah itu data dari program NC dikirimkan ke driver motor oleh PC[5]. Selain itu dekstop atau laptop sebagai komponen pertama yang digunakan sebagai pembuat dan pengolah data dalam bentuk gambar yang nanti akan diterjemahkan ke dalam bahasa C kemudian di transfer ke *microcontroller*[6].

Motor stepper berfungsi untuk menggerakkan aksis X, Y, dan Z. *motor stepper* dipilih karena motor ini dapat memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak dan memiliki respon yang baik terhadap mulai, stop, serta berbalik putaran[7]. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Keunggulannya yaitu sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur[8] [11].

Fungsi *tool post* dalam mesin bubut cukup vatal karena peranannya dalam memegang pahat bubut yang harus kencang dan mampu menahan gaya potong yang terjadi, serta mampu menahan getaran yang terjadi karena gesekan antara pahat dan material benda kerja[9]. Kelemahan pemasangan alat potong pada tool post standar bawaan mesin bubut tersebut adalah pada pengaturan untuk memperoleh tinggi center pahat yang mengandalkan penggunaan plat pengganjal[10]. Harga feeding berpengaruh pada tingkat kekasaran permukaan, semakin besar harga feeding semakin besar tingkat kekasarannya.

METODE

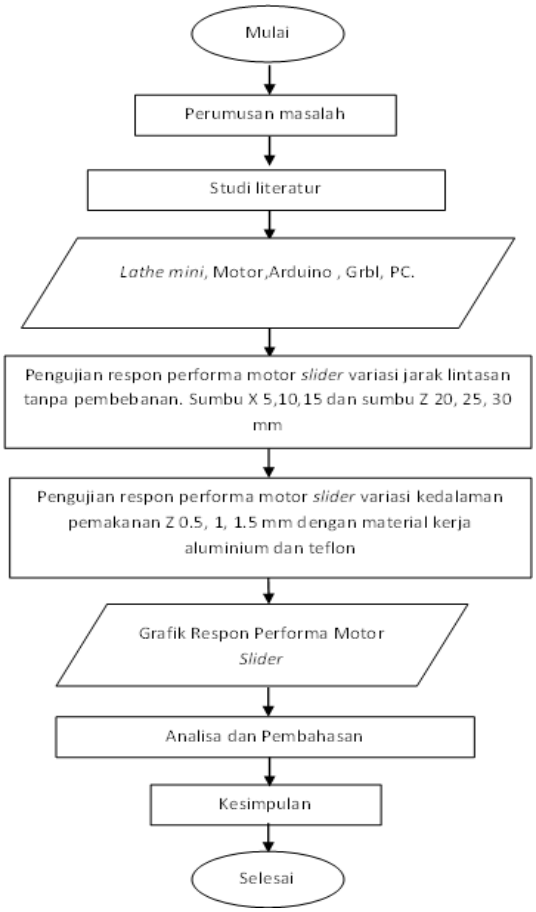
Dengan mencari data dari pengembangan mesin *lathe mini* yang sudah diberi motor *stepper* pada kedua sumbunya yaitu sumbu X dan sumbu Z, salain itu pengujian mesin *lathe mini* dengan motor yang akan diuji peformanya pada saat mesin di operasikan baik dilihat dari segi kedalam pemakanan serta penggunaan material. Pegumpulan data diperoleh dari performa motor dan menentukan titik kordinat awal agar dapat memudahkan perhitungan data serta mengakuratkan hasil perhitungan dari pengujian tersebut.

Alat tambahan untuk mengoprasikan dan memodifikasi mesin *lathe* mini sebagai berikut:

- Arduino
- PC/Laptop
- Motor

Dalam proses pengujian mesin *lathe mini* ini diperlukan alat tambahan agar dapat merubah nilai mesin tersebut yang sebelumnya manual menjadi semi automatis dan agar dapatnya memudahkan pengujian serta meningkkatan keakuratan hasil pengujian tersebut[10].

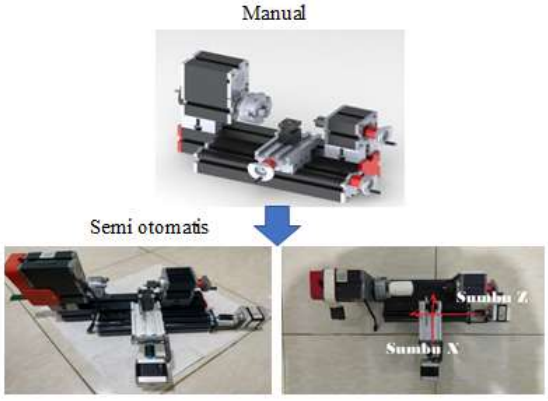
Adapun diagram alir dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

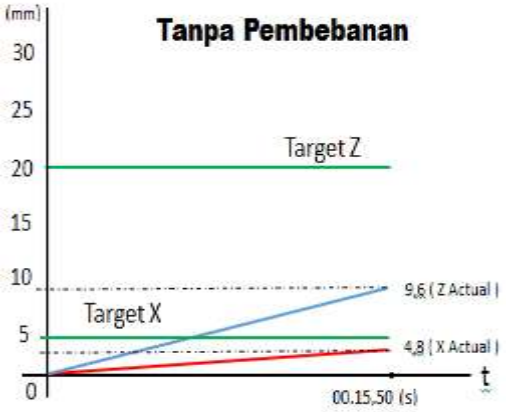
Hasil prototipe dari mesin *lathe mini* yang telah dimodifikasi yaitu dari manual ke semi automatis yang dilengkapi berbagai peralatan tambahan terutama pada motor yang berada di kedua *slider* seperti pada gambar 2.



Gambar 2 Mesin *lathe mini* semi automatis

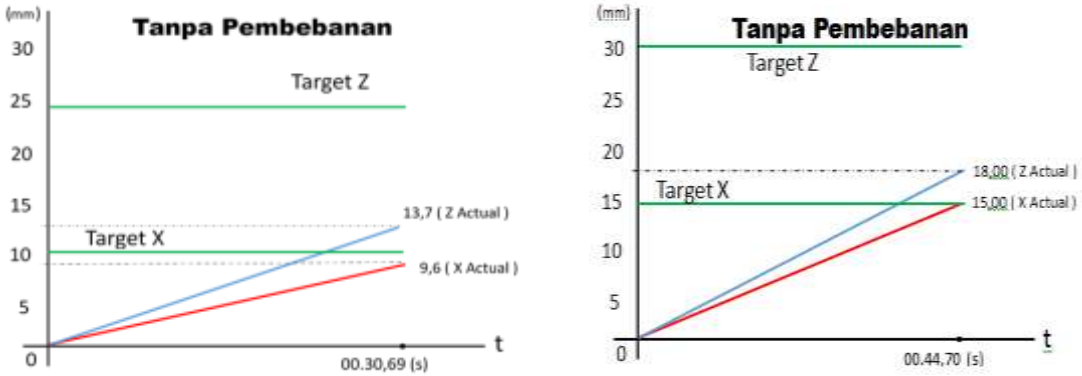
Pengembangan mesin *lathe* mini ini terlihat pada *handle* manual yang dilakukan penggantian dengan motor *stepper* di kedua sumbu tersebut yaitu sumbu X dan Z. Maksud dari pengembangan ini ialah agar lebih efisien dan mendapatkan tingakat keakuratan yang lebih tinggi.
Adapun hasil dari beberapa pengujian mesin *lathe mini* yang sudah dimodifikasi sebagai berikut:

1. Hasil pengujian motor *slider* berdasarkan jarak pada sumbu X 5.10.15 mm dan sumbu Z 20.25.30 mm tanpa beban.



Gambar 3 *G*rafik pengujian tanpa pembebanan berdasarkan jarak lintasan sumbu X 10 mm dan Z 25 mm

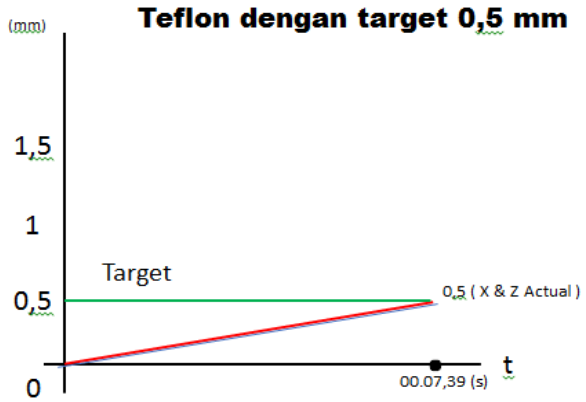
Pada gambar 3 di atas menunjukan bahwa actual sumbu Z jauuh dari target hal ini disebabkan karena adanya part yang macet antara lain pengunci *tool post* dan *bed* terlalu erat sehingga membuat eretan sumbu z tersendat. Gambar di atas menunjukan bahwa nilai sumbu z masih belum mencapai target hal ini disebabkan oleh pengunci coupling antara ulir sumbu z dengan poros motor mengalami keausan yang menyebabkan putaran motor slip.



Gambar 4 Grafik dari hasil pengujian tanpa pembebanan berdasarkan jarak lintasan sumbu X 10, 15mm dan Sumbu Z 25, 30mm

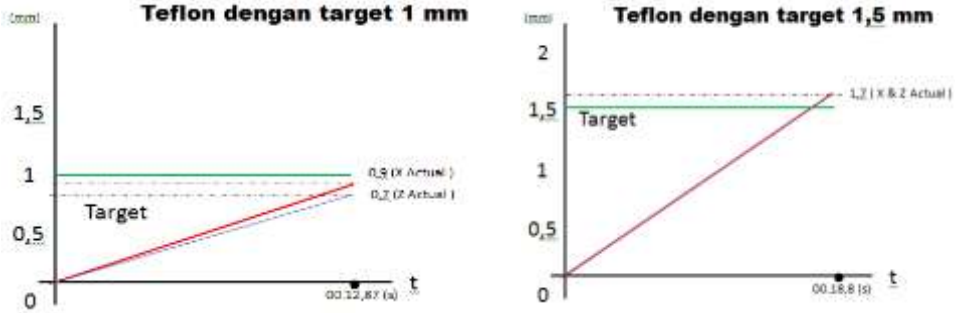
Pada pengujian ini gambar 4 di atas menunjukan bahwa nilai sumbu z masih belum mencapai target hal ini disebabkan oleh pengunci *coupling* antara ulir sumbu z dengan poros motor mengalami keausan yang menyebabkan putaran motor slip sehingga menjadikan tingkat *steady state error* menjadi tinggi.

2. Hasil pengujian dari respon performa motor penggerak *slider* mesin *lathe mini* TZ20002MG pada sumbu x dan z berdasarkan variasi kedalaman pemakanan 0.5, 1, 1.5 mm. Pemakanan menggunakan Teflon (P 51,4 mm dan D 30,6 mm) dengan *feed rate* 100 kecepatan *step* motor per putaran.



Gambar 5 Grafik pemakanan 0,5 mm pada material teflon

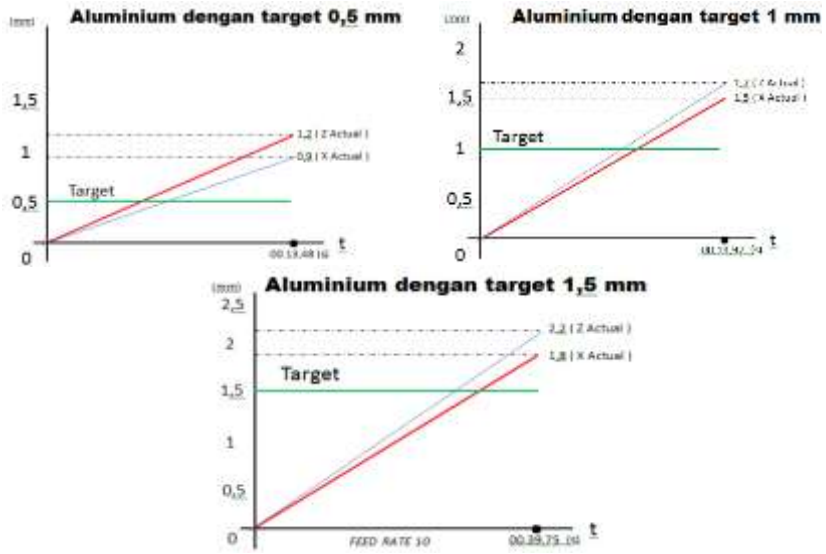
Dalam gambar 5 di atas menunjukan bahwa sumbu x dan z hasil actual mencapai target dikarenkan part dalam pengujian kondisi normal.



Gambar 6 Grafik pemakanan 1 dan 1,5 mm pada material teflon

Pada gambar 6 di atas dua pengujian ini memiliki tingkat steady state error yang hampir sama dikarenakan adanya beberapa faktor part kurang maksimal, Pada pengujian ini gambar 5 di atas menunjukan bahwa nilai sumbu z masih belum mencapai target hal ini disebabkan oleh pengunci *coupling* antara ulir sumbu z dengan poros motor mengalami keausan yang menyebabkan putaran motor slip sehingga menjadikan tingkat *steady state error* menjadi tinggi.

3. Hasil pengujian dari respon performa motor penggerak *slider* mesin *lathe mini* TZ20002MG pada sumbu x dan z berdasarkan variasi jenis *working* material yang digunakan yaitu Aluminium 6061 (P 75,7 mm dan D 25,6 mm) dengan *feed rate* 10 kecepatan *step* motor per putaran.



Gambar 7 Grafik pemakanan 0,5, 1 dan 1,5 mm pada material Aluminium

Pada gambar 7 di atas 3 pengujian di atas memiliki permasalahan yang sama yaitu pada cekam yang selalu longgar atau ulir pengunci cekam aus sehingga penguncian selalu merenggang pada saat benda kerja diputar serta proses pemakanan. Hal ini menyebabkan pengujian melampaui dari target seperti pada gambar.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan , maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Mesin *lathe mini* TZ20002MG manual buatan tahun 2020 yang dimodifikasi dengan penambahan motor penggerak *slider* masih layak digunakan karena penyimpangan yang terjadi masih berada dalam batas-batas yang diizinkan. Ada selisih tehadap hasil pengujian tetapi masih dapat diatasi dengan melalukan penyetelan ulang pada pengunci tool post dengan bed tidak terlalu erat sehingga masih ada celah antara kedua part untuk bergerak.
2. Pada pengujian kedua terjadi perbedaan yang agak signifikan yaitu hasil yang didapatkan melebihi target yang diharapkan, hal ini disebabkan oleh adanya part yang kondisinya tidak normal terutama bagian cekam. Namun hal ini masih bisa di atasi dengan penggantian part dengan kondisi normal.
3. Pada pengujian ketiga terjadi perbedaan yang sangat mencolok antara hasil pengujian variasi jenis working 2 material yang berdeda yaitu Teflon dan Aluminium, hal itu disebabkan oleh pengunci carriage dan pengunci cekam yang aus sehingga membuat cekam selalu merenggang saat berputar. Untuk material Aluminium tidak begitu melampaui target dikarenakan material Aluminium memiliki tingkat kekerasan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kurniawan E. Analisis Nilai Penyimpangan Mesin Bubut CNC Pada Benda Kerja Plastik Nylon. 2021; 2: 1–5.
[2] Saputra N. Making CNC Milling Router For Wood Material. 2019; 1–12.
[3] Firmansyah S, Suryanto H, Mudjijanto. Pengaruh Jenis Material Benda Kerja Terhadap Getaran Saat Proses Penyayatan Dan Kekasaran Permukaan Produk Yang Dihasilkan Dengan Menggunakan Mesin Bubut. *J Tek Mesin* 2021; 1: 30–37.
[4] Nasution M, Bakhori A. TERHADAP KEAUSAN SISI MATA PAHAT INSERT LAMINA TNMG160404NN.
[5] Mukminin A, Effendi H. Rancang Bangun Mesin Cnc Mini Untuk Mengambar Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560. 2018; XX: 34–42.
[6] HAYASHI A. Micro Turning System : A Super Small CNC Precision Lathe for Microfactories. *J Japan Soc Grind Eng* 2002; 46: 330–333.
[7] Widiyanto AR. Prototype Pembuatan Cnc Dengan Pemanfaatan.
[8] Choirony IV, Hariyanto MS, Ulum M, et al. Rancang Bangun Acrylic Engraver and Cutting Machine Menggunakan CNC Milling 3 Axis Berbasis Mikrokontroler. *Elektrika* 2021; 13: 13.
[9] Zubaidi A, Fcd M, Mesin P, et al. Terhadap Kekasaran Permukaan. 2012; 8: 40–47.
[10] Nugroho EC, Nugroho A, Hendriyanto I. Prototipe Mesin CNC 2D Berbasis Arduino Uno. *Go Infotech J Ilm STMIK AUB* 2019; 25: 43.
[11] Patriawan DA, Ulum M, Alqoroni MS, et al. Transient Response Performance Test on Aftermarket Motorcycle Rear Suspension in Indonesia. *J Mech Eng Sci Innov* 2021; 1: 69–76.