Perancangan Sistem Kontrol Motor Spindle Pada Mesin CNC Mini 3 Axis

Suntoro Wahyu Setiawan[1], Desmas Arifianto Patriawan[2]
Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: suntorowahyu217@gmail.com[1], desmas@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

The 3018 mini 3 axes CNC machine model is 3 axes engraving CNC machine with a size of 400x330x240 mm. This CNC machine is based on the Arduino nano and employs the GRBL Controller software to input the Spindle Speed data, which is then forwarded to the Spindle motor. The modification of the control system of the machine could increase the performance of the motor rotation in the spindle motor as well as reduce the value of steady-state error. the modification ensured the electrical voltage was received by the Arduino nano microcontroller and then forwarded to the spindle motor in the 3018 CNC machine. As a solution, the researchers added a stavolt (voltage stabilizer) so that the incoming electric power voltage would become more stable. The results of the test and comparison of data before and after adding stavolt (stabilizer voltage) on the mini 3 axis model 3018 CNC machine indicated significant results because the steady-state error previously averaged more than 5% (the allowed steady-state error was a maximum of 5%) but then went to below 5% in increasing the rotational performance of the spindle motor

Keywords: *Design, CNC machine, Control System.*

ABSTRAK

Mesin CNC mini 3 axis model 3018 ini merupakan mesin CNC 3 axis engraving yang berukuran 400x330x240 mm. Mesin CNC ini sudah berbasis arduino nano dan memakai software GRBL Controller untuk menginput data Spindle Speed yang kemudian diteruskan ke motor Spindle. Dengan memodifikasi sistem kontrol pada mesin ini diharapkan dapat meningkatkan performa putaran motor pada motor Spindle dan memperkecil nilai steady state error.Modifikasi yang dilakukan ialah memastikan tegangan listrik yang diterima oleh mikrokontroller arduino nano kemudian diteruskan ke motor Spindle pada mesin CNC 3018. Disini solusi yang ditemukan ialah dengan menambahkan stavolt (stabilizer voltage) agar tegangan daya listrik yang masuk menjadi lebih stabil. Dari hasil pengujian dan perbandingan data sebelum dan sesudah ditambhakan stavolt (stabilizer voltage) pada mesin CNC mini 3 axis model 3018 didapatkan hasil yang cukup signifikan karena steady state error yang rata-rata sebelumnya lebih dari 5% (steady state error yang diperbolehkan maksimal 5%) menjadi dibawah 5% dalam peningkatan performa putaran pada motor Spindle.

Kata kunci: Perancangan, Mesin CNC, Sistem Kontrol

PENDAHULUAN

Sistem Komputer Numerik Terkendali (sistem CNC) digunakan untuk mengontrol sebagian besar peralatan mesin kontemporer, termasuk mesin bubut dan mesin frais (CNC). Menggunakan teknologi kontrol numerik komputer (CNC), proses pemesinan dapat diotomatisasi untuk menghasilkan objek dengan kualitas yang lebih tinggi dan lebih konsisten sambil juga mendukung pembuatan massal[1].

Ada semakin banyak hal yang dapat dipelajari dan diselidiki di bidang manufaktur untuk menemukan sumber pengetahuan baru. Banyak masalah yang harus ditangani agar masalah ini dapat dikurangi, dan beberapa solusi telah dirancang dalam hal ini. Kebutuhan akan produk berkualitas tinggi melibatkan pengembangan fungsi produk yang semakin kompleks untuk memenuhi permintaan pembeli produk. Untuk menjawab kebutuhan konsumen, desain produk baru yang lebih unggul dari segi fungsi dan nilai tambah akan menjadi inspirasi jika ditanggapi secara serius dan dilihat secara positif oleh masyarakat. Ketika suatu objek dimanfaatkan, maka akan terbentuk pola pikir baru, terutama terkait dengan khasiat dan fungsinya.

Terobosan teknologi telah berjuang untuk meningkatkan kualitas di seluruh dunia, tetapi tidak lebih dari pada mesin penggilingan CNC kecil ini. Dengan ini pekerjaan akan lebih mudah dan lebih efektif.dan seiring dengan permintaan Pasar pada hasil kreatifitas anak bangsa.

ISSN 2775-5630

TINJAUAN PUSTAKA

Mesin CNC

Mesin CNC yang dikendalikan komputer adalah mesin di mana komputer menggunakan bahasa numerik (perintah data yang terdiri dari kode angka, karakter, dan simbol) untuk berkomunikasi dengannya[2]. Jika dibandingkan dengan peralatan mesin CNC lainnya, pendekatan kerja ini akan menghasilkan peralatan mesin CNC yang lebih presisi, lebih akurat, lebih fleksibel, dan lebih cocok untuk produksi massal. Kemampuan ini dimungkinkan oleh desain peralatan mesin CNC, yang memungkinkan pembuatan yang rumit sekaligus menghilangkan kebutuhan akan intervensi pengguna selama pengoperasian mesin[3].
Konsep Operasional Mesin perkakas CNC adalah mesin perkakas yang menggunakan pahat dengan bantuan kontrol numerik komputer, atau teknologi CNC, selama pengoperasian proses pemotongan benda kerja (Computer Numerical Control). Penggunaan sistem koordinat untuk menggerakkan pahat pada mesin CNC diterima secara luas. Sistem koordinat Cartesian dengan dua dan tiga sumbu digunakan saat menggunakan mesin bubut CNC. Sistem koordinat mesin (MCS Machine Coordinate System) dapat diatur ulang untuk melakukan operasi seperti menerapkan pengaturan, membuat program CNC, dan mengubah perkakas (titik nol). Ada dua posisi nol pada mesin bubut CNC: nol mesin (M) dan nol benda kerja (W).

Mesin Milling

Pekerjaan pemotongan menggunakan alat potong yang berputar dan bermata banyak yang berputar di sekitar benda kerja merupakan fungsi utama dari mesin milling[4]. Dengan alat penopang arbor, bilah frais dilekatkan pada sumbu atau punjung mesin, yang berputar bersama mesin. Dimungkinkan bagi operator mesin frais untuk memodifikasi baik gerakan maupun jumlah putaran arbor ketika arbor mesin dioperasikan oleh motor listrik.

Penggunaan mesin frais merupakan salah satu jenis mesin perkakas dengan keunggulan tersendiri karena mesin tersebut dapat melakukan berbagai macam bentuk pada benda kerja. dari pergerakan workstation, yang berfungsi sebagai pengangkut benda kerja.

Sistem Kontrol/Sistem Kendali

Peningkatan peradaban manusia (IPTEK) merupakan akibat langsung dari pertumbuhan ilmu pengetahuan dan teknologi. Untuk memastikan bahwa ilmu pengetahuan dan teknologi dapat memberikan berbagai keuntungan, seperti memfasilitasi tenaga kerja manusia, sepanjang perkembangannya selalu menjadi tujuan penting bagi manusia. Contoh nyata dapat kita temui pada pengontrolan pesawat terbang, peluru kendali, satelit, dan sebagainya[5]. Dalam bidang industri manufaktur mempunyai sejumlah tujuan, yaitu untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang dikehendaki. Ketelitian dibutuhkan dalam proses industri, diantaranya dalam pengontrolan tekanan, suhu, kelembaban, viskositas, arus, dan sebagainya. Hal tersebut tidak terlepas dari perkembangan ilmu sistem kontrol yang telah memegang peranan. penting dewasa ini.

Hipotesis

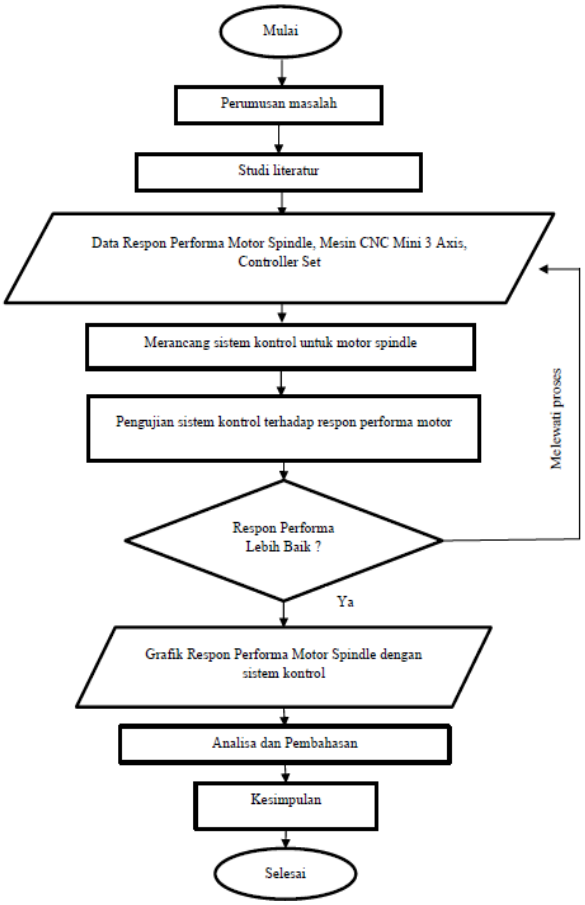
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya yaitu tentang analisa didapatkan hasil steady state error sebesar 7% untuk variasi massa tooling yaitu 150 gr dan Steady state erro sebesar 8% untuk massa tooling yang digunakan adalah 200 gr. Dari kedua hasil diatas disimpulkan bahwa Steady State Error melebihi batas maksimal Steady State Error yang di izinkan yaitu sebesar 5%.

Hasil dugaan sementara yang bisa disimpulkan adalah bahwa semakin besar massa yang dipakai berbanding lurus dengan steady state error yang dihasilkan, dan semakin besar RPM yang diinputkan berbanding lurus pula dengan steady state error yang dihasilkan, hal ini diduga karena semakin besar rpm / Massa yang digunakan maka voltase yang dibutuhkan juga akan semakin besar dan stabil[6]. Hal ini mempengaruhi daya yang dihasilkan sehingga putaran menjadi tidak stabil.

Dari hasil dugaan sementara diatas untuk bisa menstabilkan RPM maka dibutuhkan perbaikan yang dapat mengatasi ketidakstabilan daya yang keluar[7].

ISSN 2775-5630

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Menggunakan mekanisme 2-sumbu dan sistem kontrol yang dikendalikan mikrokontroler yang mirip dengan mesin pengukiran laser, mesin CNC 3-sumbu mini model 3018 bekerja. Untuk sistem kontrol mesin CNC Mini 3 Axis model 3018 digunakan sistem kontrol loop terbuka pada perancangan ini Pulsa ini dikirim ke driver aktuator dan driver laser melalui mikrokontroler berbasis Arduino nano sebagai perangkat terjemahan untuk G- Kode (mosfet IRF5305S).

Pada saat pengambilan data kecepatan spindle pastikan sudah mempersiapkan tachometer dan stopwatch sebagai pengukur kecepatan selama 10 detik. Pastikan pada saat pengambilan data indikator di tachometer di posisi 0rpm dan stopwatch di posisi 0.0detik dan juga pastikan posisi reflektor spindle tidak terkena sinar sensor tachometer. Jika dirasa semua berada di posisi titik 0 klik tombol run di software secara bersamaan dengan stopwatch, cara ini berlaku juga untuk masa lain dan dengan kecepatan lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan penelitian Analisa perbandingan variasi beban masa dimulai dari tanpa beban 0gr, 146gr, sampai dengan 296gr. Dimana penelitian ini di khususkan untuk mencari nilai steady state error.

Untuk mengetahui nilai steady state error Pada spindle, controller memerintah spindle dengan variasi bebaan massa agar dapat memberikan rpm yang diminta sesuai dengan voltase yang diberikan. Selanjutnya apakah rpm dari spindle tersebut akan melebihi nilai dari rpm yang telah di tentukan sebelum mencapai nilai rpm yang ditentukan, atau bahkan spindle tidak mencapai batas nilai rpm yang ditentukan.

ISSN 2775-5630

Setelah data sudah didapat selanjutnya data diolah dengan menghitung nilai steady state error dengan rumus berikut:

$$\text{SSE} = \frac{\text{S1 (Aktual rpm} - \text{Target rpm)}}{\text{S2 (Target rpm)}} \times 100\% \ldots (1)$$
$$= \text{SSE error \%}$$

Dimana:

1. S1 (error rpm) : Turun atau Naiknya nilai diluar batas nilai rpm yang ditentukan.
2. S2 (rpm Actual) : Nilai kecepatan yang ditentukan (variasi speed).
3. SSE : Persentase hasil nilai error yang didapat. Jika persentase nilai SSE ± dari nilai 5% maka putaran dianggap kurang stabil, sedangkan jika persentase nilai SSE tepat di antara tengah 5% maka putaran dinyatakan tercapai.

Proses Pengambilan Data Setelah Modifikasi

Pada pengujian spindle yang telah di modifikasi dilakukan dengan menggunakan pemberat atau massa yang sama yaitu (0gr, 150gr, 270gr) pada setiap variasi kecepatan (4000, 5000, 7000) sebagai perbandingan, spindle diputar dengan massa berbeda dan kecepatan yang berbeda agar dapat dibanndingkan nilai steady state error keseluruhannya.

Data yang didapat pada 4000 rpm

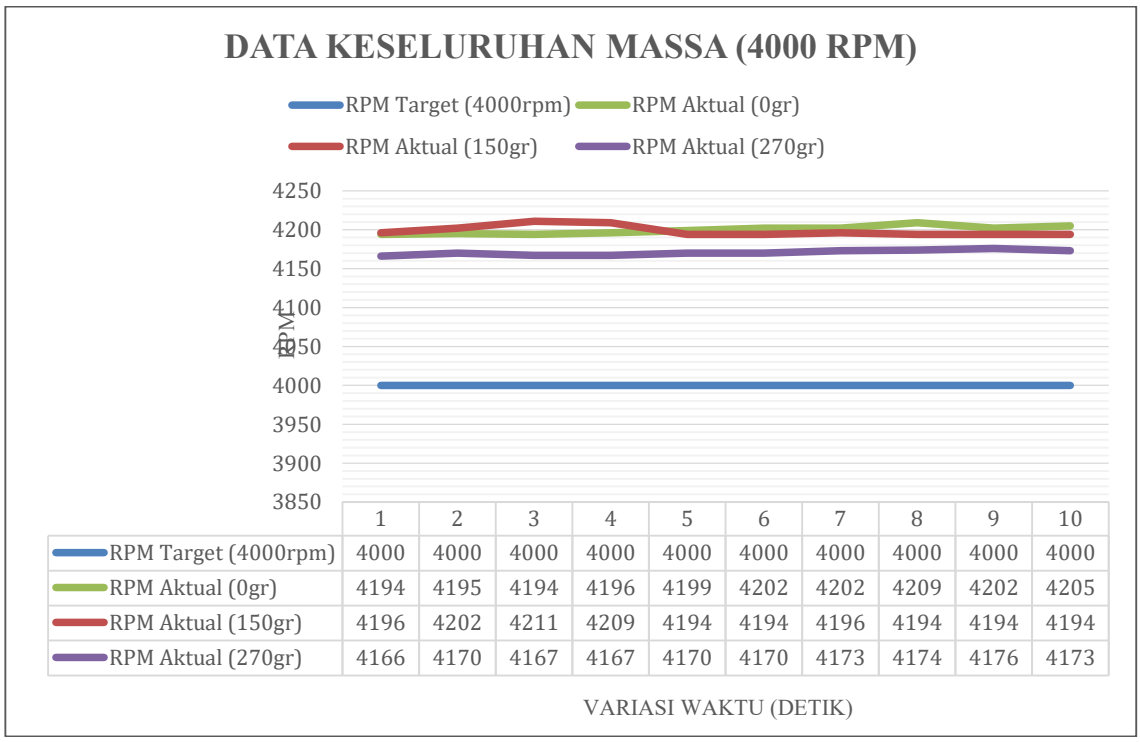
Percobaan pertama dilakukan dengan menggunakan variasi masa yang berbeda (0gr, 150gr, 270gr) dengan target speed di angka 4000rpm, berikut data tabel dan grafik yang didapat:

Tabel 1. Data putaran motor spindle 4000rpm

RPM / MASSA	Variasi Waktu (Detik)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Target	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
0gr	4194	4195	4194	4196	4199	4202	4202	4209	4202	4205
150gr	4196	4202	4211	4209	4194	4194	4196	4194	4194	4194
270gr	4166	4170	4167	4167	4170	4170	4173	4174	4176	4173

Pada tabel diatas pemilihan kecepatan dengan variasi waktu yang digunakan adalah, dengan adanya jumlah nilai rpm yang sering tarjadi maka kecepatan tersebut dijadikan sebagai acuan kecepatan aktual dalam pengujian sehingga akan didapatkan nilai Steady State Error.

ISSN 2775-5630



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RPM Target (4000rpm)	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
RPM Aktual (0gr)	4194	4195	4194	4196	4199	4202	4202	4209	4202	4205
RPM Aktual (150gr)	4196	4202	4211	4209	4194	4194	4196	4194	4194	4194
RPM Aktual (270gr)	4166	4170	4167	4167	4170	4170	4173	4174	4176	4173

Gambar 2. Grafik Keseluruhan massa yang didapat pada 4000rpm

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 dimana data percobaan yang didapat bisa disimpulkan bahwa pada kecepatan 4000rpm dengan variasi massa 0gr, 150gr, 270gr mengalami perbedaan yang signifikan, dimana beban semakin di tambah maka kecepatan yang di hasilkan semakin rendah.

KESIMPULAN

Proses modifikasi, perbaikan hingga pengujian pada Motor Spindle CNC 3018 dengan variasi Rpm Spindle speed Dan Massa dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan dilakukan pengambilan data putaran pada motor spindle, disimpulkan bahwa dengan percobaan dengan menggunakan variasi kecepatan 4000, 5000, 7000rpm dan variasi massa 0gr, 150gr, 270gr terjadi perubahan kecepatan yang yang signifikan.
2. Hasil target putaran yang diinput pada controller dengan hasil Rpm motor Spindle mengalami perbaikan dimana sebelum penambahan stavolt (stabilizer voltage) untuk Rpm yang diinput dengan variasi 4000rpm, 5000rpm,dan 7000rpm, variasi massa 0gr, 150gr,dan 270gr, steady state error yang tercatat rata-rata masih diatas 5% (steady state error yang diperbolehkan maksimal 5%) setelah penambahan stavolt tegangan menjadi lebih stabil, steady state error yang tercatat rata – rata hampir mendekati dan bahkan dibawah 5%.
3. Hasil perbandingan dari performa dan grafik Steady State Error pada Motor Spindle mengalami perbaikan dimana sebelum penambahan stavolt (stabilizer voltage) untuk Steady State Error yang terjadi berada diatas 5%, setelah penambahan stavolt tegangan menjadi lebih stabil, dan nilai Steady state error lebih baik (steady state error yang diperbolehkan maksimal 5%) mendekati dan dibawah 5%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Kurniawan, S. Syaifurrahman, and B. Jekky, “Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis,” *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 4, no. 2, pp. 83–90, 2020.

[2] A. A. Arifin, K. B. Indarmawan, and D. A. Patriawan, “PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK CNC MINI 2 AXIS DENGAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD),” *Elem. J. Tek. MESIN*, vol. 9, no. 2, pp. 90–98, 2022.

[3] M. A. Masykur, A. A. Arifin, and D. A. Patriawan, “Pengaruh Variasi Massa Raw Material dan Jenis Material

Terhadap Respon Steady State Error Spindle Mesin Lathe Mini," in *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, 2022, vol. 2, pp. 61–69.

[4] B. Jayachandraiah, O. V. Krishna, P. A. Khan, and R. A. Reddy, "Fabrication of low cost 3-Axis CNC router," *Int. J. Eng. Sci. Invent.*, vol. 3, no. 6, pp. 1–10, 2014.

[5] J. Arifin, L. N. Zulita, and H. Hermawansyah, "Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560," *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 1, 2016.

[6] 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.

[7] K. Krismadinata and I. Husnaini, "Komparasi Pengendali PI Dan PID untuk Tegangan Keluaran Konverter Buck," *J. Nas. Tek. Elektro*, pp. 143–151, 2017.