

ANALISA PENGEMBANGAN CNC MILLING 5 AXIS BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN MOTOR DRIVER TB 6600

Moh Fredy Setiawan¹⁾, Dedy Pradigdo²⁾, Marga Firnanda Sriminangga³⁾
Poltekad Kodiklatad¹⁾, Universitas Musamus²⁾, ITS Surabaya³⁾
JL. Raya Anggrek, Pendem, Batu 65324 Telp (0341) 461504
fredy.setiawan1221@gmail.com¹⁾, dedypradigdo@gmail.com²⁾,
marga15agam@gmail.com³⁾

DEVELOPMENT ANALYSIS OF CNC MILLING 5 AXIS MICROCONTROLLER WITH MOTOR DRIVER TB 6600

Abstract

CNC machine is a machine controlled by a computer that is programmed to input data with a code of numbers, letters, and symbols. Where the 5-axis CNC machine is a combination of 3 Axis and 2 Axis which are related to one in machine performance. The 5 Axis CNC machine has 5 axes, namely X, Y, Z, and A, B whose work process is milling the workpieces that are formed in 3D. In this study, there is a problem with the 5 Axis CNC machine in the strength of the threaded rod that supports the load during the milling work process where the threaded rod will experience a heavy shear force. Therefore, the development of CNC machine analysis will be carried out by selecting a threaded rod as the axis drive which is driven by a stepper motor, and a motor driver as a driving system. The results of this study can design the maximum bending moment of the threaded rod of 120.10^3 Nmm. the torque of the spindle motor of 2 Nm, and the speed of the spindle motor of 1500 rpm, with a stepper motor power of 21.6 W. This CNC machine is capable of working on aluminum and acrylic materials. In the future, research can be developed using other materials in order to measure the maximum capacity of the CNC machine. This tool is widely used by manufacturing companies in the development of the automotive world in various kinds of work and in the desired form.

Keywords: CNC 5 Axis, Manufacturing, Machine

Abstrak

Mesin CNC adalah mesin yang di kendalikan oleh komputer yang diprogram inputan data dengan kode angka, huruf maupun simbol. Dimana mesin CNC 5 axis merupakan gabungan antara 3 Axis dan 2 Axis yang berkaitan menjadi satu dalam kinerja mesin. Mesin CNC 5 axis mempunyai 5 sumbu yaitu X, Y, Z dan A, B yang proses kerjanya *milling* benda kerja yang terbentuk 3D. Dalam penelitian ini, ada permasalahan pada mesin CNC 5 axis dalam kekuatan batang ulir yang menompang beban disaat proses kerja *milling* dimana batang ulir akan mengalami gaya geser yang cukup berat. Oleh karena itu, pengembangan analisa mesin CNC akan dilakukan pemilihan batang ulir sebagai penggerak sumbu yang digerakkan oleh motor *stepper* serta motor *driver* sebagai sistem penggerak. Hasil dari penelitian ini dapat merancang momen bending maksimum batang ulir sebesar 120.10^3 Nmm dan torsi motor penggerak *spindle* sebesar 2

Nm serta kecepatan motor *spindle* 1500 rpm, dengan daya motor *stepper* 21,6 W. Mesin CNC ini mampu mengerjakan material alumunium dan *acrylic*. Kedepannya dapat dikembangkan penelitian dengan menggunakan material yang lain agar dapat mengukur kemampuan maksimal pada mesin CNC. Alat ini banyak digunakan oleh perusahaan manufaktur dalam pengembangan dunia otomotif berbagai macam pengerjaan dan dalam bentuk yang di inginkan.

Kata kunci : CNC 5 Axis, Batang Ulir, Manufaktur.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mesin, dimana mesin-mesin tersebut diciptakan melalui pemanfaatan teknologi komputer seperti mesin CNC yang merupakan alat potong dioperasikan oleh inputan data yang diprogram dan dikelola oleh sistem untuk memotong material dari benda kerja secara akurat yang telah dilengkapi dengan komputer untuk mempermudah proses kerja mesin sehingga lebih efisien dan praktis. (van Houten, 1992)

Pada umumnya CNC (*computer numeriically controlled*) menggunakan mesin CNC *Milling 2 Axis* dan *Milling 3 Axis* sebagai proses kerja manufaktur. Mesin CNC *milling 3 axis* mempunyai sumbu X, Y dan Z sedangkan CNC *milling 5 axis* mempunyai sumbu X, Y, Z dan A, B. Mesin CNC ini hanya digunakan untuk media datar yang akan diukir menjadi bentuk dimensi (3D). Mesin CNC 5 axis merupakan mesin *milling* yang di kendalikan menggunakan komputer yang telah diprogram dengan kode angka, huruf, simbol serta mempunyai sumbu 5 penggerak axis. (Wolny, 2016).

Secara umum, Struktur mesin CNC 5 axis mempunyai prinsip kerja yang hampir sama dengan CNC 3 axis akan tetapi CNC 5 axis lebih unggul dalam ketepatan, presisi, fleksibilitas dan waktu pengerjaan. Oleh karena itu banyak perusahaan manufaktur mulai meninggalkan CNC 3 axis.

Maka dari itu membutuhkan analisa pengembangan pembuatan Mesin CNC *Milling 5 Axis Microcontroller* berbasis Motor *Driver TB 6600* untuk perusahaan manufaktur yang diperlukan untuk proses kerja mesin agar lebih efesien serta memiliki keandalan pada mesin CNC pada umumnya.

METODE PENELITIAN

• Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian: Di Bengkel Mekanik Poltekad

• Metode Penelitian

Untuk mendukung penelitian harus menggunakan metode eksperimen yang berguna untuk mengetahui hasil secara langsung dengan dilakukan secara deskriptif. Adapun tahapan yang dilakukan yaitu pengontrolan variabel, pengujian hasil dan

menghitung pada data-data penelitian dengan menggunakan diagram yang disimulasikan pada *software solidwork*. Beberapa variabel yang digunakan penelitian sebagai berikut:

a. Variabel Terikat. Variabel yang tergantung pada variabel bebas. Adapun variabel terikat yang digunakan yaitu:

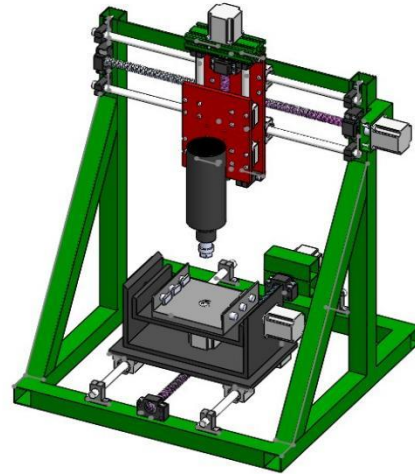
- 1) Kekuatan batang ulir terhadap beban yang dihasilkan pergerakan sumbu axis.
- 2) Jumlah batang ulir yang akan digunakan.
- 3) Torsi dan daya yang dibutuhkan pada motor *stepper*.
- 4) Torsi dan daya yang dibutuhkan motor *spindle*.

b. Variabel Bebas. Variabel yang ditentukan sendiri oleh peneliti. Adapun variabel bebas yang digunakan yaitu:

- 1) Bahan yang digunakan besi hollow 4x4 ketebalan 2 mm.
- 2) Diameter batang ulir.
- 3) Panjang batang ulir.
- 4) Nilai torsi pada motor *spindle* dan motor *stepper*.

• DESAIN ALAT

Untuk mendukung proses penelitian maka dibutuhkan penggambaran alat agar bisa mengetahui secara langsung dengan keseluruhan. Adapun penggambaran alat keseluruhan sebagai berikut:



Gambar 1. Desain CNC *Milling 5 Axis*.

(Sumber: Peneliti)

• PEMILIHAN BAHAN

Khususnya komponen yang akan digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

No	Nama Komponen	Jenis/Tipe	Kuantitas
1	Mach 3	5A 100 kHz	1 pcs
2	Motor <i>Spindle</i>	0,8Kw 220V	1 pcs
3	Motor <i>Stepper</i>	Nema 23	5 pcs
4	Motor <i>Driver</i>	TB 6600	5 pcs

Gambar 2. Tabel Komponen

1) Mach 3 digunakan untuk menghubungkan komputer dengan alat mesin CNC yang digunakan untuk 5 sumbu maksimum 100 kHz (frekuensi pulsa *step* yang diinput ke motor *stepper*).

2) Motor *spindle* digunakan untuk proses mengukir/*milling* pada benda kerja menjadi benda jadi yang sesuai di inginkan

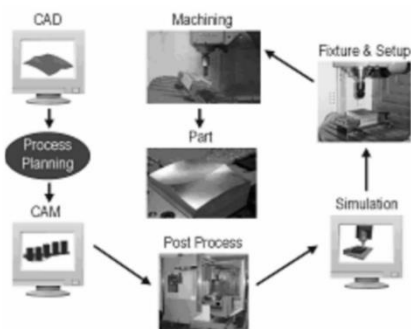
3) Motor *stepper* digunakan sebagai penggerak aktuator sumbu X, Y, Z dan A, B. Motor *stepper* yang

digunakan yaitu motor *stepper* nema 23.

4) Motor *driver* digunakan untuk mengkonfirmasi aktuator dengan *controller* serta meningkatkan output yang dibaca oleh aktuator. Motor *driver* yang digunakan yaitu tipe TB 6600 untuk CNC *milling 5 axis*.

• ANALISIS PROSES PERMESINAN CNC

Dalam proses simulasi CNC diperlukan *software* yang sesuai dengan kompetensi dilihat dari proses permesinan CNC sebagai berikut:



Gambar 3. Proses permesinan CNC

(Sumber: Peneliti)

Berdasarkan gambar tersebut dalam proses permesinan CNC langkah yang harus kita dilakukan yaitu:

1) Merencanakan dan menggambar benda kerja di *software* CAD.

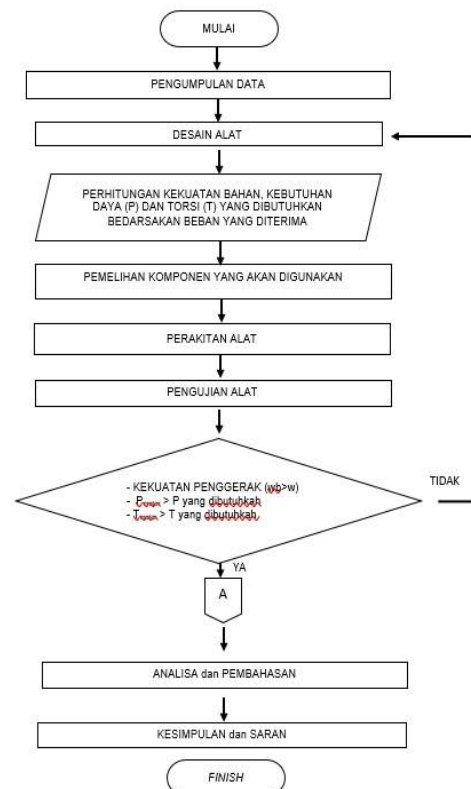
2) Memproses gambar menjadi kode-kode numeric menggunakan *software* CAM.

3) Menguji kode numeric tersebut di dalam *software* simulasi.

4) Apabila kode tidak bermasalah, dilanjutkan dengan memasukkan parameter benda kerja pada mesin CNC.

5) Memasukkan kode-kode numeric yang telah diuji ke dalam mesin CNC dan Menjalankan mesin CNC untuk memproses sehingga menghasilkan benda kerja sesuai rancangan.

• DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

(Sumber: Peneliti)

• PEMBAHASAN

Menentukan tegangan yang terjadi pada batang ulir, torsi daya motor *spindle* dan *stepper* terhadap penggerak sumbu pada mesin CNC *milling 5 axis*. Adapun perhitungan sebagai berikut:

a) Perhitungan tegangan bending.

1) *Section modulus*

$$Z = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{b \cdot (2 \cdot b)^2}{6} = \frac{2 \cdot b^3}{3} \text{ mm}^3$$

2) Momen bending maksimum

$$M = W \cdot L = 300.150 \\ = 120.10^3 \text{ Nmm}$$

3) Tegangan bending

$$30 = \frac{M}{Z} = \frac{120.10^3 \cdot 3}{2 \cdot b} = \frac{180.10^3}{b} \text{ mm}^3 \\ b = \frac{180.10^3}{30} = 6.10^3 \\ b$$

$$h = 2 \times 2 \cdot b = 2.13 = 26 \text{ mm}$$

b) Torsi dan daya motor *spindle* apabila akan diasumsikan gaya pemakaian:

1) Torsi motor *spindle* adalah:

$$T = F_s \cdot rT \\ = 200 \times 0,01 \text{ T} = 2 \text{ Nm}$$

2) Daya motor *spindle* adalah:

$$P = T \frac{2\pi \cdot n}{60} \\ = 2 \text{ Nm} \frac{2 \times 3,14 \times 1500 \text{ rpm}}{60} \\ = 257 \text{ W}$$

Hasil perhitungan perencanaan torsi motor *spindle* yaitu 2 Nm dan daya motor *spindle* yaitu 257 W.

c) Daya motor *stepper* apabila diasumsikan pemakaian:

1) Daya motor adalah:

$$T = F \cdot rT \\ = 95 \text{ N} \times 0,008 \text{ m} \text{ T} = 0,76$$

N

2) Kecepatan putaran adalah:

$$\omega = \frac{60}{N\rho} f \\ = \frac{60}{200 \text{ rotasi}} 100 \text{ kHz} \\ = 30 \text{ rpm}$$

3) Daya motor *stepper* adalah:

$$p = T \cdot \omega \\ = 0,72 \times 30 \text{ rpm} \\ P = 21,6 \text{ W}$$

Hasil perhitungan perencanaan daya motor *stepper* 1,2 Nm. Controller dengan daya 36 W.

d) Nilai kecepatan potong dan tekanan pahat pada bahan kerja yang telah di analisa di asumsikan potongan pahat:

1) Nilai Kecepatan potong adalah:

$$d = \frac{3}{4} \text{ inchi} = 19 \text{ mm}$$

n = *spindle* diketahui potong adalah :

$$Cs = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \\ = \frac{3,14 \times 19 \text{ mm} \times 1500 \text{ rpm}}{1000} \\ = 89,49 = 90 \text{ m/menit}$$

2) Tekanan pahat dimana luas penampang pahat mengenai

benda kerja ke dalam pemakanan:

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F\alpha}{A} \\ &= \frac{1368 \text{ N}}{1,5 \text{ mm}^2} \\ &= 912 \text{ N} \\ &= 912 \text{ MP}\alpha\end{aligned}$$

KESIMPULAN

Sebagai hasil penelitian ini, diperoleh mesin CNC *Milling 5 Axis Microcontroller* yang di analisa dengan desain alat serta merancang komponen yaitu momen bending maksimum sebesar 120.10^3 Nmm dan tegangan bending pada batang ulir penggerak sebesar 26 mm. Motor *stepper* dengan daya 36 W dan torsi motor *spindle* sebesar 4,7454 Nm serta kecepatan 1500 rpm. Secara teoritis, percobaan mesin ini dapat mengerjakan pada bahan alumunium dan *acrylic*. Pada percobaan mesin ini hanya digunakan kedalaman sebesar 0,5 mm/putaran, agar mesin tidak menghasilkan getaran tinggi. Kecepatan potong (Cs) yang dipakai 90 m/menit. Untuk material besi belum dilakukan percobaan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada mesin CNC pada dasarnya bisa dibuat sendiri dan di perusahaan manufaktur. Penelitian kedepan dilanjutkan penelitian ini dengan metode sama dengan mencoba melakukan proses analisa pemesinan material yang

satu tingkat lebih keras dari alumunium dan *acrylic* dan setrusnya agar dapat mengetahui batas kemampuan dari mesin ini untuk diproses material.

DAFTAR PUSAKA

- Amala, M., & Widyanto, S. A. (2014). Pengembangan perangkat lunak sistem operasi mesin *milling CNC trainer*, Jakarta.
- Kurniawan, E., & Jekky, B. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC *Lathe Mini 2 Axis*, Pontianak.
- Kusumawan Herliansyah, M. (n.d.). Pengembangan CNC *Retrofit Milling* untuk Meningkatkan Kemampuan Mesin *Milling* Manual Dalam Pemesinan Bentuk-bentuk Kompleks, Yogyakarta.
- Syukran Harrizal, I., Prayitno, A., Teknik Mesin, J., Riau, U., & Bina Widya Panam, K. (2017). Rancang bangun sistem kontrol mesin CNC *milling 3 axis* menggunakan *close loop system*, Pekanbaru.
- van Houten, F. J. A. M. (1992). *Manufacturing Interfaces*. *CIRP Annals*.
- Wolny, R. (2016). *Evaluation of accuracy of 5-axis CNC milling machine on the basis of test piece machining*.
- <http://www.cncroutersource.com/acme-nuts.html> (diakses pada 31 November 2016)
- Avallone, E. A., Baumeister, T., & Sadegh, A. (2006). *Marks' Standard Handbook For Mechanical Engineers*

(11th ed.). New Yorks, USA:
McGraw-Hill Professional.