



INFOMATEK

Volume 22 Nomor 1 Juni 2020

RANCANG BANGUN MESIN CNC ROUTER PORTABLE DENGAN DIMENSI 1219x609 MM UNTUK SKALA LABORATORIUM

Bambang Setiawan^{*)}, Rasma, Thomas Djunaedi

Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Jakarta

Abstrak: Karya ukir kayu memiliki kekhasan tersendiri karena merupakan suatu karya cipta manusia yang didasari rasa estetis sesuai apa yang diinginkan oleh manusia itu sendiri. Karya seni ukir kayu biasanya diciptakan menggunakan teknik memahat. Dengan menggunakan teknik memahat membuat hasil produksi per harinya mendapatkan hasil yang sedikit dan dengan kualitas produk yang tidak seragam. Sehingga dibutuhkan penggunaan mesin *CNC router*, agar dapat meningkatkan hasil yang memuaskan serta jumlah produk yang banyak. Namun pada umumnya mesin *CNC* pada umumnya *CNC Router* pada pasaran masih menggunakan poros ulir sebagai transmisi geraknya dan dengan daya motor yang besar. Maka dari itu transmisi gaya penulis menggunakan *ballscrew*. *Ballscrew* dipilih karena pada *ballscrew* tidak terjadi keterlambatan gerak balik atau biasa disebut *backlash*. Karena apabila terjadinya *backlash* dapat menyebabkan ketepatan nilai akurasi dan kalibrasi berkurang. Serta penggunaan motor stepper dengan daya sebesar 0.9478 watt, dengan kecepatan *motor spindle* minimal adalah 15000 rpm, dengan maks diameter *tool* 6 mm, didapatkan torsi 6.912 N.m dengan daya motor maks yaitu 0.1086 Kw. Kemudian dari pada itu untuk panjang gerak area kerja mesin *CNC Router* ialah pada sumbu X adalah 286 mm, pada sumbu Y sebesar 426 mm dan pada sumbu Z sebesar 31 mm.

Kata kunci: *CNC, Engraving, router, Ukir kayu, bearing rail assembly*

I. PENDAHULUAN

Karya ukir kayu memiliki kekhasan tersendiri karena merupakan suatu karya cipta manusia yang didasari rasa estetis sesuai apa yang diinginkan oleh manusia itu sendiri. Karya seni ukir kayu biasanya diciptakan menggunakan teknik memahat (<https://www.medaNCNC.com> [1]). Penciptaan karya-karya kerajinan ukir kayu diawali dengan proses merancang pola/bentuk yang akan diterapkan pada ukir kayu

dengan menggunakan keterampilan memahat yang kreatif demi menghasilkan karya yang baik, menarik, serta memiliki makna dan nilai estetika yang tinggi.

Namun dalam perkembangannya pengrajin seni ukir kayu mulai jarang dan banyak beralih profesi lain karena mengukir membutuhkan waktu yang relatif lama dan membutuhkan keterampilan khusus. Oleh sebab itu, perlu adanya suatu terobosan untuk mempermudah dan memperringkas hasil pekerjaan tersebut, salah satu cara inovasi tersebut ialah dengan

^{*)} bambang.setiawan@ftumj.ac.id

memungkinkan penggunaan mesin CNC (*computer numerical control*) (<https://id.wikipedia.org/wiki/CNC> [2]). Ini adalah hasil dari perbaikan yang revolusioner dan inovasi dalam metode ukiran kayu menggunakan mesin yang dikendalikan komputer yang dikenal sebagai *router CNC* (<https://www.medaNCNC.com/single-post/jasa-potong-CNC-router> [3]), (Saputra dkk [4]), (Sashank [5]).

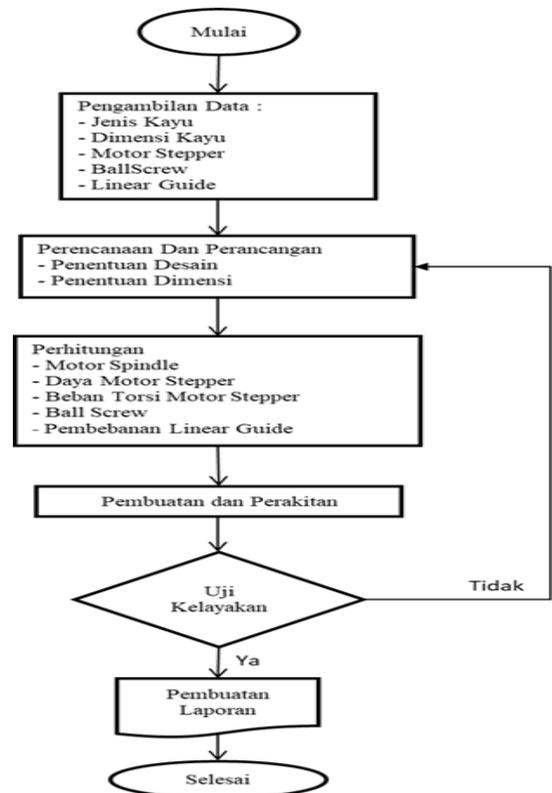
Berdasarkan literatur dan data, maka perencanaan ini dilakukan, yaitu merancang bangun sebuah mesin CNC dengan biaya yang rendah dengan mengganti meja mesin ataupun kerangka mesin yang biasanya menggunakan bahan besi ataupun alumunim profil. Dengan memanfaatkan kayu MDF sebagai *frame* atau kerangka mesin dan adapun *bed* mesin/ meja mesin pun menggunakan kayu MDF sebagai pengganti penggunaan besi. Peneliti merancang bangun suatu mesin CNC (*computer numerical control*) yang dapat digunakan untuk memproses *engraving* atau dengan istilah lain yaitu menggambar suatu pola pada bidang tertentu secara otomatis.

Dengan adanya penggunaan mesin CNC tersebut pengrajin dapat memaksimalkan pesanan yang seragam walaupun dengan jumlah yang banyak sekalipun.

II. METODOLOGI

2.1 Tahapan Perancangan

Dalam perancangan mesin *router portable* ini pengoperasian menggunakan *software mach 3* ini yang harus dilakukan agar perancangan dapat berjalan lancar yakni melakukan survei kebutuhan. Survei ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan gambaran tentang desain dan sistem kerja mesin CNC yang sesuai dengan keinginan. Adapun diagram alir perancangan ditunjukkan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

2.2 Pengambilan Data

Dalam merencanakan pembuatan mesin CNC *router portable* ini terlebih dahulu dilakukan

pengamatan dan pengujian secara langsung sehingga dapat mempertegas penulisan. Perancangan dan pembuatan mesin *CNC Router portable* dikerjakan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada mesin *CNC Router*.

2.3 Tempat dan Waktu

Pelaksanaan, pembuatan, dan pengujian mesin *CNC router* sederhana ini dilakukan di *workshop* dan di Citra Lab Bekasi. Analisa, perancangan, pembuatan dan pengujian alat dilaksanakan selama ± 3 bulan berdasarkan pada jadwal yang ditentukan.

2.4 Alat dan Bahan

2.4.1 Alat

Dalam perancangan ini, alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *CNC Router* sederhana
2. *Vernier caliper*
3. *Roughness tester*
4. Mistar
5. *Tachometer*
6. *Water pass*

Gambar 2 (a), (b) dan (c) memperlihatkan alat-alat yang digunakan tersebut.



(a)



(b)



(c)

Gambar.2

Alat Yang Digunakan (a) *CNC Router* (b) *Roughness Tester* (c) *Tachometer*

2.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan kayu MDF dengan tebal 18 mm.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Perancangan Alat

Perancangan alat yang dilakukan yaitu pada *spindle* motor. *Spindle* motor adalah motor yang berfungsi untuk menggerakkan cutting tools/ alat potong. Torsi dan rpm yang sangat mempengaruhi kebutuhan pergerakan pemakanan. Diasumsikan gaya pemakanan adalah 22 N.

$$F_s = 0,8 \cdot u \cdot t \cdot \sigma$$

$$= 0,8 \cdot 780 \cdot 30 \cdot 12$$

$$= 224640 \text{ N} \cdot \text{mm} = 22 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Dimana : F_s : gaya pemakanan (N) dan diameter cutting tool adalah 6 mm ($r = 0,003$ m).

$$T = F_s \times r$$

$$= 224640 \times 0,003$$

$$= 673,92 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Daya maksimum rpm yang direncanakan pada motor *spindle* adalah 18.000 rpm, maka didapat maksimum daya untuk motor *spindle*:

$$P = T \times \frac{2\pi \cdot n}{60}$$

$$= 673,92 \times \frac{2\pi \cdot 18000}{60}$$

$$= 673,92 \times 1884,96$$

$$= 1270312,24 \text{ W}$$

$$= 1270,31 \text{ kW}$$

Untuk merancang mesin CNC router portable ini perlu adanya perencanaan daya motor yang diperlukan agar sesuai dengan

kebutuhan. Perencanaan yang diinginkan adalah dengan motor *stepper* 200 pulsa/rotasi dan kecepatan pulsa masuk 1000 pulsa/detik, maka dapat direncanakan kecepatan putar motor n .

$$n = 60 \frac{Pps}{Np}$$

$$n = 60 \frac{1000}{200}$$

$$n = 300 \text{ Rpm}$$

1. Perencanaan Daya Motor pada Sumbu X

Torsi yang dibutuhkan motor untuk

menggerakkan sumbu X yaitu :

$$F = m \cdot g$$

$$F = 0,562 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 5,5076 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \text{ (N)}$$

F = Gaya yang direncanakan pada sumbu X (N)

$$T = F \cdot r$$

$$T = 5,5076 \text{ N} \cdot 0,008 \text{ m}$$

$$T = 0,0440608 \text{ N} \cdot \text{m}$$

T = Torsi yang direncanakan pada motor (N.m)

r = Jari-jari poros penggerak yaitu 8 mm = 0,008 (m)

Sedangkan untuk daya yang dibutuhkan pada motor *stepper* dapat diketahui dengan menghitung kecepatan sudut (ω) terlebih dahulu,

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot 300}{60}$$

$$\omega = 31,4 \text{ rad / detik}$$

Sehingga dapat ditentukan daya motor yang dibutuhkan pada sumbu X:

$$P = T \cdot \omega$$

$$P = 0,0440608 \text{ N.m} \cdot 31,4 \text{ rad/detik}$$

$$P = 0,13835 \text{ watt}$$

Untuk beban torsi yang harus ditopang motor stepper sumbu X adalah 0,02968 N.m Jadi motor stepper sumbu X dinyatakan **Aman 0,0440608 Nm < 6,8 Nm.**

2. Perencanaan Daya Motor pada Sumbu Y
Torsi yang dibutuhkan motor untuk menggerakkan sumbu Y yaitu:

$$F = m \cdot g$$

$$F = 0,770 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 7,546 \text{ kg.m/s}^2 \text{ (N)}$$

$$F = \text{Gaya yang direncanakan pada sumbu X (N)}$$

$$T = F \cdot r$$

$$T = 7,546 \text{ N} \cdot 0,014 \text{ m}$$

$$T = 0,08134 \text{ N.m}$$

$$T = \text{Torsi yang direncanakan pada motor (N.m)}$$

$$r = \text{Jari-jari poros penggerak yaitu } 14 \text{ mm} \\ = 0,014 \text{ (m)}$$

Sedangkan untuk daya yang dibutuhkan pada motor stepper dapat diketahui dengan

menghitung kecepatan sudut (ω) terlebih dahulu.

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot 300}{60}$$

$$\omega = 31,4 \text{ rad / detik}$$

Sehingga dapat ditentukan daya motor yang dibutuhkan pada sumbu X :

$$P = T \cdot \omega$$

$$P = 0,08134 \text{ N.m} \cdot 31,4 \text{ rad/detik}$$

$$P = 2,554 \text{ watt}$$

Untuk beban torsi yang harus ditopang motor stepper sumbu Y adalah 0,02884 N.m Jadi motor stepper sumbu X dinyatakan **Aman 0,08134 Nm < 6,8 Nm.**

3. Perencanaan Daya Motor pada Sumbu Z
Torsi yang dibutuhkan motor untuk menggerakkan sumbu X yaitu:

$$F = m \cdot g$$

$$F = 0,157 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 1,53 \text{ kg.m/s}^2 \text{ (N)}$$

$$F = \text{Gaya yang direncanakan pada sumbu X (N)}$$

$$T = F \cdot r$$

$$T = 1,53 \text{ N} \cdot 0,008 \text{ m}$$

$$T = 0,01224 \text{ N.m}$$

$$T = \text{Torsi yang direncanakan pada motor (N.m)}$$

$$r = \text{Jari-jari poros penggerak yaitu } 8 \text{ mm} \\ = 0,008 \text{ (m)}$$

Sedangkan untuk daya yang dibutuhkan pada motor stepper dapat diketahui dengan menghitung kecepatan sudut (ω) terlebih dahulu.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\omega = \frac{2\pi 300}{60}$$

$$\omega = 31,4 \text{ rad / detik}$$

Sehingga dapat ditentukan daya motor yang dibutuhkan pada sumbu Z :

$$P = T \cdot \omega$$

$$P = 0,01224 \text{ N.m} \cdot 31,4 \text{ rad/detik}$$

$$P = 0,384336 \text{ watt}$$

Untuk beban torsi yang harus ditopang motor stepper sumbu Z adalah 0,0104 N.m Jadi motor stepper sumbu X dinyatakan **Aman 0,0104 Nm < 3 Nm**. Sedangkan untuk daya yang dibutuhkan pada motor stepper adalah **0,384336 watt**.

Berdasarkan data yang didapat dari perhitungan torsi terbesar dan daya terbesar ditentukan motor stepper dengan daya dan torsi yang lebih besar yaitu $P= 20,4 \text{ watt}$, $T= 4\text{Kg.Cm} = 0,04 \text{ Kg.m} = 3,92 \times 10^{-1} \text{ N.m}$. Dipilihnya motor stepper karena harga yang relatif lebih murah dibanding dengan motor servo.

3.2 Uji Kelayakan Mesin

Untuk mengetahui besarnya penyimpangan terhadap ketelitian perlu dilakukan pengujian. Pengujian awal yang harus dilakukan yaitu pengujian geometrik secara statik, yaitu pengukuran ketelitian geometri suatu mesin yang dilakukan dalam keadaan diam (tak bekerja) dan tak dibebani (Bagiasna [6]). Pengukuran dilakukan terhadap dimensi geometri berbagai elemen perkakas dan hubungan gerak relatifnya satu terhadap yang lain, seperti kelurusan gerakan carriage terhadap spindle head dan lain-lain. Uji kelayakan mesin meliputi:

1. Ketegak Lurusan (*squarness*)

Ketegak lurus pada mesin perkakas pada umumnya menyangkut garis, sumbu maupun bidang dan ketegak lurus gerak komponen. Dua buah bidang atau dua garis lurus atau suatu garis lurus dan sebuah bidang dinyatakan tegak lurus satu terhadap lainnya apabila penyimpangannya terhadap sebuah harga tegak lurus baku tidak melampaui suatu harga batas tertentu. Pada kenyataannya untuk pengukuran besarnya penyimpangan sering digunakan jam ukur (dial indicator), sedangkan sebagai alat bantu digunakan penyiku atau test bar siku.



Gambar 3.
Mengecek Ketagak Lurusan Spindle

2. Kesejajaran (*parallelsm*)

Dalam mesin perkakas terdapat bidang, bagian permukaan, garis ataupun gerakan komponen yang dalam interaksinya harus sejajar satu dengan lainnya sedemikian rupa sehingga ketelitian bentuk maupun geometric benda kerja yang dihasilkannya masih berada dalam batas toleransi yang direncanakan.



Gambar 4.
Mengecek Kesejajaran Untuk Menghasilkan Nilai Ketelitian Motor

3. Kerataan (*flatness*)

Suatu bidang permukaan dinyatakan bila perubahan jarak tegak lurus dari titik-titik pada permukaan itu terhadap bidang geometric yang sejajar dengan permukaan yang diuji adalah lebih kecil dari suatu harga batas yang tertentu. dalam pengujian ketelitian geometrik mesin perkakas maka bidang geometrik yang dimaksud diatas adalah merupakan bidang referensi.



Gambar 5
. Kerataan Meja Pada Benda Kerja

3.3 Penyempurnaan Alat

Penyempurnaan alat ini dilakukan apabila terhadap pengujian terdapat masalah atau kekurangan sehingga tidak berfungsi dengan baik sesuai prosedur tujuan dan perancangan yang dilakukan.

IV.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil design dan perencanaan mesin *CNC Router Portable* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain *CNC Router Portable* menggunakan model mesin *moving gantry*, dengan tipe motor *spindle* menggunakan *mini grinder*, lalu untuk sistem transmisinya menggunakan *ballscrew* adapun untuk bantalan geraknya menggunakan *bearing* berporos atau *linear motion guide*.
2. Torsi pada *mini grinder* dan daya yang direncanakan yaitu $T = 6.912 \times 10^{-7}$ N. m dengan daya motor maks $P = 0.1086$ kW.
3. Daya yang diperlukan pada *motor stepper* sumbu X ialah 0.6908 watt dengan voltage sebesar 4.2 V. Sedangkan pada *motor stepper* sumbu Y adalah 0.9478 watt dengan *voltage* sebesar 4.2 V. Kemudian untuk *motor stepper* sumbu Z ialah 0.76616 watt dengan *voltage* sebesar 8.4 V.
4. Lalu dengan diameter *ball screw* 0,008 m dan pitch 0.002 m mempunyai torsi yang digunakan untuk menggerakkan *ballscrew* X dan Z adalah 0.018972 N.m sedangkan *ballscrew* Y dengan diameter *ballscrew* 0.016 m dan *pitch* gang *ballscrew* 0.005 m mempunyai torsi untuk menggerakkan *ballscrew* Y sebesar 0.052632 Nm
5. Dengan berat yang telah sudah direncanakan didapatkan nilai gaya gesek sumbu X pada *ballscrew* ialah 28.55 N. Kemudian *ballscrew* gesek sumbu Y adalah 81.76 N. Dan untuk sumbu Z gaya geseknya pada *ballscrew* ialah 24.25 N.

6. Untuk hasil perhitungan pembebanan Linear Motion Guide pada sumbu X, Y dan Z pada sumbu X ialah 22.25 N. Kemudian untuk sumbu Y total pembebanan nya ialah 78.4 N. Sedangkan pada sumbu Z mempunyai total pembebanan sebesar 23.53 N.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Medan *CNC*, 3 Fungsi Utama *CNC Router*, <https://www.medaNCNC.com/single-post/jasa-potong-CNC-router>, diakses Mei 2020
- [2] *CNC*, <https://id.wikipedia.org/wiki/CNC>, diakses Mei 2020
- [3] Medan *CNC*, 3 Fungsi Utama *CNC Router*, <https://www.medaNCNC.com/single-post/jasa-potong-CNC-router>, diakses Mei 2020
- [4] Saputra, R. P. dkk, *Desain dan Implementasi Sistem Kendali CNC Router Menggunakan PC Untuk Flame Cutting Machine*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2011
- [5] Sashank, T. *Structural Design Of 3 Axis CNC Machine Tool For Wood Carving*, Patiala, 2014.
- [6] Bagiasna, K. *Pengetesan Kondisi dan Ketelitian Mesin Perkakas*, Bandung: ITB., 1999