

# RANCANG BANGUN MESIN CNC DRILLING MENGGUNAKAN SISTEM KONTROL GRBL UNTUK PEMBUATAN LUBANG PCB

Mansur<sup>1</sup>, Ilyas Yusuf,<sup>2</sup> Marzuki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email : mansurone94@gmail.com

## ABSTRAK

*Kemajuan teknologi saat ini semakin berkembang pesat dan telah memberikan dampak disegala bidang. di zaman sekarang ini, kita telah sering mendengar perkembangan mesin teknologi yang diciptakan sebagai alat mempermudah kegiatan manusia dengan penggunaan teknologi computer kedalamnya sehingga berdampak pada penggunaan system otomas. sistem otomasi merupakan suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan system yang berbasis computer. Mesin CNC drilling ini adalah mesin perkakas yang berkerja dengan 3 sumbu x,y dan z. mesin cnc driling akan bekerja sesuai dengan pola gambar benda kerja yang dibuat dan dilengkapi dengan sistem kontrol mikrokontroler digunakan untuk menerima g-code dari pc yang dikirim ke mikrokontroler yang selanjutnya di kontrol menggunakan GRBL controller untuk menggerakkan motor stepper.*

**Kata kunci :** G-code, GRBL controler, driver motor, motor stepper, breakout board, ST-V3, power supply.

## 1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi saat ini semakin berkembang pesat dan telah memberikan dampak disegala bidang. di zaman sekarang ini, kita telah sering mendengar perkembangan mesin teknologi yang diciptakan sebagai alat mempermudah kegiatan manusia dengan penggunaan teknologi computer kedalamnya sehingga berdampak pada penggunaan system otomasi. sistem otomasi merupakan suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan system yang berbasis computer. dengan adanya system tersebut maka pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan secara manual sekarang bisa dilakukan secara otomatis sehingga mempermudah dan menghemat tenaga manusia. Teknik kontrol yang digunakan pun begitu beragam, sehingga mendapatkan tingkat kecepatan moderen merupakan sistem yang dikontrol oleh computer. secara umum kontruksi mesin perkakas CNC dan sistem kerjanya adalah sinkronisasi antara komputer dan mekaniknya. jika dibandingkan dengan mesin pekakas konvensional dan setaraf dan sejenis maka penulis rancang bangun mesin cnc drilling menggunakan system control grbl untuk pembuatan lubang pcb merupakan sistem yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numeric (data perintah

kode dan angka huruf dan syymbol ) sesuai standar iso. Dipasaran telah banyak mesin CNC mini yang di desain untuk menangani dan memproduksi benda kerja logam. beberapa mesin CNC mini yang dikembangkan yaitu mesin CNC mini plauter (CNC mini darawing), CNC mini driling, CNC mini roter dan penerapan CNC mini pada bidang non mekanik yaitu bidang grafis aluminium. pengguna CNC mini dalam pekerjaan dimasukkan untuk memudahkan, mempercepat waktu produksi dan untuk memastikan hasil produksi sesuai pola desain yang di inginkan atau dengan kata lain hasil produksi memiliki nilai presisi yang tinggi. Mesin CNC driling ini adalah mesin perkakas yang berkerja dengan 3 sumbu x,y dan z. mesin cnc driling akan bekerja sesuai dengan pola gambar benda kerja yang dibuat dan dilengkapi dengan sistem kontrol. sistem kontrol pada mesin CNC driling ini merupakan gabungan dari beberapa komponen yang dihubungkan dengan menggunakan kabel antara suatu dengan yang lainnya beberapa komponen penting yang terdapat dalam sistem kontrol mesin cnc driling diantaranya adalah komputer , breakout board, driver motor, stepper motor dan power supply

## 2 Teori Dasar

### a CNC (computer numerical control)

Computer numerical control (CNC) merupakan Sebuah mesin yang Dapat mendeteksi Titik-Titik mana saja yang akan dilubangi. mesin CNC adalah mesin yang dikontrol oleh computer dengan menggunakan bahasa Numeric (Data Perintah Dengan Kode Angka, Huruf Dan Symbol) Sesuai Standart ISO (*International Standart Organization*)

### b Pengertian Mesin CNC

Mesin *CNC* (*Computer Numerically Controlled*) secara singkat dapat diartikan suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa *numeric* (perintah gerakan dan berhenti dengan menggunakan kode angka dan huruf), misal: pada layar monitor mesin kita tulis M03, maka *spindel* mesin akan berputar, sedang jika kita tulis M05 maka *spindel* mesin akan mati, dan masih banyak kode angka huruf untuk berbagai perintah kerja mesin lainnya. Dengan adanya mesin *CNC* dapat mengurangi campur tangan *operator* selama mesin sedang beroperasi, sehingga mempermudah serta mempercepat pekerjaan suatu produk

### C Mesin Perkakas CNC

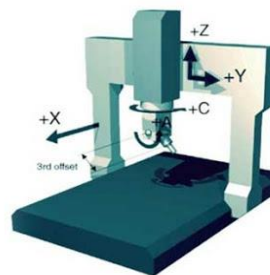
Saat ini banyak mesin perkakas yang di kendalikan dengan sistem kendali berbasis komputer.dengan bantuan komputer seseorang dapat membuat produk yang bentuk nya cukup kompleks dengan kualitas yang sangat baik.produk awal yang dikerjakan pada mesin perkakas biasanya produk hasil proses pengocoran ataupun hasil proses pemesinan



Gambar 1 kontruksi mesin CNC 3 A

### d Sistem Penggerak Sumbu X.Y Dan Z Mesin CNC Drilling

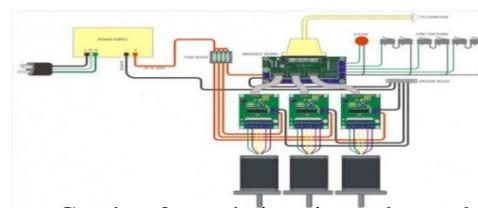
Untuk mengerjakan pada mesin perkakas CNC disepakati menggunakan sistem koordinat.sistem koordinat pada mesin CNC drilling adalah sistem koordinat dengan tiga sumbu yaitu x.y.dan sumbu z sumbu z didefenisikan sebagai sumbu yang bergerak vertikal.drilling proses adalah permesinan untuk membuat lubang bulat pada benda kerja.driling biasanya dilakukan memakai pahat selindris yang memiliki dua ujung potong yang disebut drilling



Gambar 2 sumbu x.y dan z mesin cnc drilling

### e Skematik rangkaian sistem kontrol

CNC adalah suatu sistem yang pada dasarnya mengubah bahasa program (G-code) menjadi gerakan gerakan axis pada mesin Pada rangkaiansistem pada rangkaian sistem CNC terdpat komputer yang berfungsi mengubah karakter (G-kode)ke bahasa mesin yang kemudian diproses dan dikirim kepada masing masing driver motor dalam bentuk sinyal, analog maupun digital



Gambar 3 rangkaian sistem kontrol

### F Motor stepper

Mesin CNC drilling ini, menggunakan motor stepper,sebagai atuator atau penggerak sumbu X,Y dan Z. Penentuan motor stepper didasarkan pada beban yang ditanggung oleh motor stepper dimna motor stepper menggerakkan sumbu X, Y dan Z. Sehingga motor stepper tersebut dapat dikendalikan

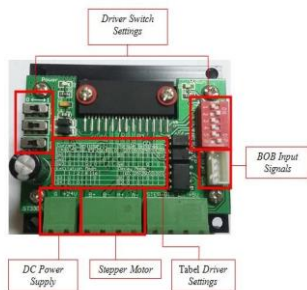
dengan cukup mudah dan memiliki ketelitian yang tinggi. Adapun motor yang digunakan pada mesin CNC drilling ini adalah motor stepper jenis NEMA 17 dengan torsi 1.26 Nm oz-inch (1,26 Nm). Maka dengan demikian telah sesuai untuk digunakan sebagai penggerak sumbu X,Y dan Z. Pada gambar 4 menunjukkan kontruksi mekanis motor stepper NEMA 17



Gambar 4 motor stepper

**g Driver motor**

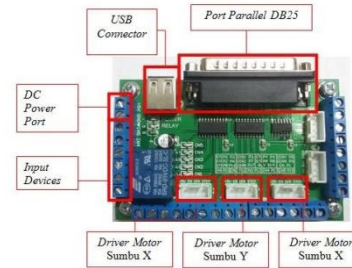
Driver motor merupakan komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan controler dengan atuator serta memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh atuator dalam perancangan elemen kontrol ini motor driver yang akan digunakan adalah board TB6560 untuk mesin CNC 3 axis. Sperti halnya BOB



Gambar 5 driver motor board tb 6560

**h Breakout board**

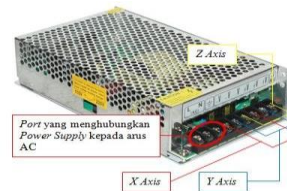
Breakout board (BOB) merupakan card elektronik yang berfungsi menghubungkan sinyal data dari komputer baik input ataupun output kepada atuaktor. BOB merupakan komponen utama sistem kontrol yang berfungsi sebagai otak otak pada CNC. BOB natinya difungsikan sebagai penghubung sinyal data dari komputer menuju relay atau driver, atau juga menghubungkan sinyal input dari luar agar bisa dibaca pada pc



Gambar 6 CNC Breakout board st v3

**i Power supply untuk stepper motor**

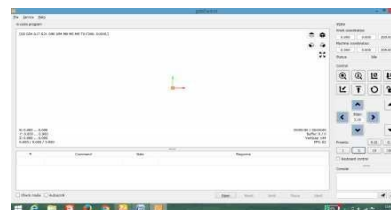
Power supply adalah perangkat yang berfungsi penyedia utama daya tegangan dc bagi CNC controller, motor stepper, dan toll/ spindle. Fungsi dasar dari power supply ini dijaga konstan agar memberikan suplai yang optimal bagi motor dan spindle



Gambar 7 power supply

**j Software sistem kontrol**

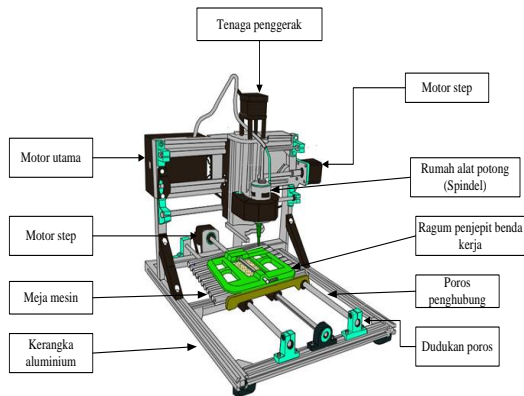
Software pada sitem kontrol merupakan perangkat lunak (program komputer) yang digunakan untuk mengontro mesin CNC 3-axis software tersebut selanjutnya akan di instal pada perangkat komputer dan bertindak sebagai interface merupakan perangkat lunak yang berfungsi mengkomunikasikan semua perintah dari end user sehingga mampu dibaca dengan baik oleh semua hardware



Gambar 8 tampilan software GRBL

### 3 Metodologi Rancang Bangun

#### 3.1 Rancangan Gambar Mesin CNC Drilling



Gambar 8 Rancang bangun mesin CNC drilling

#### a alat dan bahan

Adapun langkah langkah pembuatan mesin CNC drilling ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

#### b alat

Tabel 1 Peralatan yang di gunakan

No	Alat	Jumlah
1	Mistar Baja	1 unit
2	Penggores	1 unit
3	Kunci ring/pas	2 unit
4	Penitik	1 unit
5	Palu	1 unit
6	Mistar siku	1 uni
7	Mesin gerinda	1 unit

#### c Bahan

Bahan bahan yang digunakan untuk proses pembuatan mesin CNC drilling ini dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini

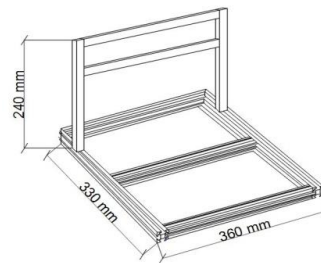
Tabel 2 bahan yang digunakan

	Bahan	Kegunaan
1	Aluminiu m	Pembuatan rangka
2	Bearing box	Untuk tumpuan poros
3	Ball screw	Untuk memindahkan daya putaran
4	Motor	Sumber putaran utama
5	Meja	Untuk areal kerja
6	Ragum	Sebagai penjepit benda kerja

#### 3.1 Pembuatan komponen

##### a rangka mesin cnc

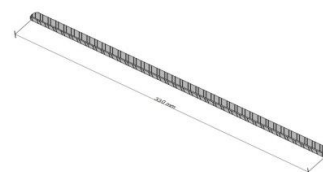
Rangka mesin CNC adapun material yang di gunakan dalam pembuatan rangka mesin material digunakan aluminium dengan tinggi 240 mm dan panjang 330 mm lebar 360 mm dapat dilihat pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar9 Rangka mesin cnc

##### b ball screw

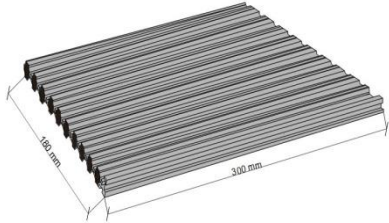
Ball screw dengan menggunakan bahan ST 37 dengan panjang 360 mm dengan diameter 10 mm dapat dilihat pada gambar 10 di bawah ini



Gambar 10 ball screw

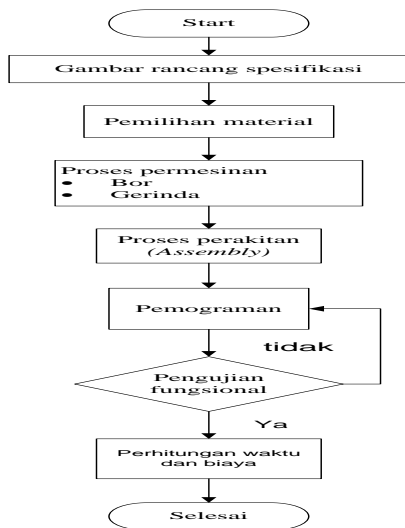
**c Meja mesin cnc**

Meja mesin CNC dengan menggunakan bahan aluminium dengan panjang 300 mm dan lebar 180 mm dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 11 Meja mesin cnc

**3.3 Diagram alir (Flow Chart) proses pembuatan Produk**



Gambar 13 Diagram alir flow chart

**4 Hasil dan pembahasan**

**4.1 Pengujian motor penggerak**

Pengujian horizontal dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian dari perpindahan sumbu X pada mesin. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan kenaikan pada *input* koordinat X dan memberikan *input* koordinat Y=0. Jarak antar titik pengeboran diatur sesuai dengan jarak yang digunakan dalam standar PCB yaitu 2.5 mm.

Tabel 3 Hasil pengujian horizontal

Titik pengeboran	Kordinat input x,y	Jarak titik pengeboran dari titik awal	Keterangan
1	0.0	0	Sesuai
2	2.5.0	2.5	Sesuai
3	5.0	5	Sesuai
4	7.5.0	7.5	Sesuai
5	10.0	10	Sesuai
6	12.5.0	12.5	Sesuai
7	15.0	15	Sesuai
8	17.5.0	17.5	Sesuai
9	20.0	20	Sesuai
10	22.5.0	22.5	sesuai

**a Analisis jarak dan putaran motor stepper**

Pada perancangan mesin CNC drilling PCB kami menggunakan *motor stepper* sebagai motor penggerak, *Motor stepper* yang digunakan mempunyai resolusi 1.8 atau 200 *step* tiap putaran pada sumbu x dan resolusi 9 atau 40 *step* tiap putaran. Pada sumbu x digunakan ulir yang menggunakan *ball screw* dengan jarak *pitch* 5.2 mm. Dan untuk sumbu y dengan jarak 16.8mm. Dengan menggunakan metode *halfstep* maka resolusi *motor stepper* bisa diperkecil menjadi 2 kali tiap putaran, maka jarak yang ditempuh dalam 1 *step* dapat dihitung sebagai berikut :

**Jarak/ step untuk sumbu x.**

$$\text{Jarak 1 step} = 1/400 \times 5.2 \text{ mm} = 0.013 \text{ mm}$$

**Jarak/ step untuk sumbu y.**

$$\text{Jarak 1 step} = 1/80 \times 16.8 \text{ mm} = 0.21 \text{ mm}$$

**b Analisis kecepatan pergerakan mesin**

Kecepatan motor penggerak dipengaruhi frekuensi pulsa yang diberikan untuk menggerakkan *motor stepper*. Untuk memutar motor satu putaran dibutuhkan *motor stepper* harus diberikan pulsa sebanyak 400 kali pada sumbu x dan 80 kali pada sumbu y. Jika frekuensi pulsa sebesar 1 milidetik untuk sumbu x dan 2 milidetik pada sumbu y, maka

untuk menggerakkan motor 1 putaran penuh didapatkan waktu sebagai berikut :

#### Waktu/ putaran motor x

$$\frac{T}{1 \text{ Putaran Motor}} = 400 \times 1 \text{ milidetik} = 0.4 \text{ detik}$$

#### Waktu/ putaran motor y

$$\frac{T}{1 \text{ Putaran Motor}} = 80 \times 2 \text{ milidetik} = 0.16 \text{ detik}$$

### 5 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan mesin CNC drilling 3 axis ini, merupakan tugas akhir yang dilakukan untuk menjadikan suatu mesin CNC drilling agar dapat dioperasikan dan dikendalikan dengan menggunakan Komputer, dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain adalah

1. Berdasarkan hasil pengujian setiap axis X.Y dan Z dapat berkerja secara otomatis dan dapat membaca input file G-code dengan baik.
2. Berdasarkan pengujian X.Y dan Z dengan input berupa gambar dengan input file G-code di dapatkan hasil yang sama antar input gambar dengan hasil.
3. Berdasarkan baris data *G-code* yang telah didapat dari *Coppercam* selanjutnya dilakukan penyesuaian (*adjustment*) agar baris data dapat terbaca oleh mikrokontroler sehingga pergerakan sumbu X, Y dan Z berjalan sesuai dengan desain pola gambar kerja.
4. Telah diperoleh sebuah rancangan skematik system kontrol mesin cnc yang mampu menggerakkan arah tiga sumbu X, Y dan Z.
5. Berdasarkan bentuk rancangan yang telah dibuat, selanjutnya telah dirakit sistem kontrol mesin CNC yang disusun beberapa komponen seperti komputer, breakout board, driver motor, motor stepper, dan power supply.

### 6 Saran

Berdasarkan hasil pengujian unjuk kerja mesin CNC drilling ini masih memiliki klemahan untuk menjadi perbaikan di kemudian hari yaitu. Ball screw penempatan sumbu X, Y dan Z perlu dipilih dan ditentukan jenis ball screw yang spesifik agar proses pemakanan benda kerja lebih cepat.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amala, M. (2014). Pengembangan Perangkat Lunak Sistem Operasi Mesin Milling CNC Trainer. *Jurnal Teknik Mesin S-I*, 2(3), 204–210.
- [2] Arthaya, B. M. (2011). pengembangan algoritma setting dan sub-routine pemrograman mesin cnc (milling)
- [3] Dwi, H., Sukma, J., Mesin, J. T., Teknik, F., & Jember, U. (2016). Optimasi Laju Pembuangan Material Aisi 1045 Pada Bubut CNC Dengan Metode Taguchi
- [4] Harrizal, I. S., Prayitno, A., Mesin, J. T., Riau, U., Bina, K., & Panam, W. (2017). Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Cnc Milling 3 Axis, 1–8.
- [5] Herliansyah, M. K. (2003). Pengembangan CNC Retrofit Milling untuk Meningkatkan Kemampuan Mesin Milling Manual Dalam Pemesinan. *Forum Teknik*, 29(1), 62–70.
- [6] M.habiburrahman(2017). Perancangan mesin CNC (computer numerical control) router dengan aplikasi Grbl 0.9 Control 3 axis sistem X.Y dan Z