

**PENGUNAAN APLIKASI GRBL MESIN *COMPUTER NUMERICAL CONTROL* (CNC) TYPE 3018 3 AXIS SISTEM X, Y, DAN Z (*HARDWARE*) SKALA LABORATORIUM**

**Nuradi**

<sup>1</sup> Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No. 152 Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

**Yopi Hormas Eka Putra**

<sup>2</sup> Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No. 152 Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

**ABSTRAK**

Perancangan *prototype* mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router bertujuan untuk membuat mesin pencetak layout pada papan PCB (*Printed Circuit Board*) yang dapat bekerja secara otomatis sehingga dapat meminimalisir kesalahan yang terjadi pada pembuatan layout PCB dengan metode manual. Perancangan mesin. CNC Router dikendalikan dengan menggunakan sebuah mikrokontroler AT-Mega 328, dimana posisi titik pengeboran layout diatur melalui sebuah aplikasi antarmuka yang terinstal pada sebuah komputer. Mesin ini dirancang dengan menggunakan 3 motor stepper sebagai penggerak pada sumbu X,Y, dan Z. Adapun pemrograman yang akan digunakan yaitu GRBL0.9 dengan motor stepper yang di desain agar dapat memutar pada sudut tertentu dengan langkah tetap. Besarnya langkah bervariasi antara 0,9o hingga 90o dapat dikendali secara open loop dan tidak memerlukan feedback dari sensor posisi sesuai untuk mengoperasikan CNC Router. Pemrograman GRBL digunakan sebagai kendali motor stepper dan pengatur kecepatan motor saat berputar searah jarum jam maupun berlawanan serta menggunakan IC A4988 sebagai motor driver dimana IC ini sangat mudah digunakan karena hanya terdapat dua input masukkan yaitu DIR dan STEP. Proses memasukkan koordinat pada mesin dilakukan melalui aplikasi dengan mengetikkan koordinat ataupun mengarahkan motor stepper yang ada pada mesin dengan tombol arah. Data yang dimasukkan selanjutnya dikirim melalui komunikasi serial ke mikro kontroler sebagai pusat kendali mesin.

Kata kunci : GRBL, CNC

**ABSTRACT**

*The design of a prototype CNC (Computer Numerical Control) Router machine aims to make a layout printing machine on a PCB (Printed Circuit Board) board that can work automatically so as to minimize errors that occur in making PCB layouts using the manual method. Machine design. The CNC Router is controlled using an AT-Mega 328 microcontroller, where the position of the drilling point is set through an interface application installed on a computer. This machine is designed using 3 stepper motors as a drive on the X, Y and Z axes. The programming that will be used is GRBL0.9 with a stepper motor that is designed to be able to rotate at a certain angle with a fixed step. The step size varies between 0.9o to 90o which can be controlled in an open loop and does not require feedback from the position sensor to operate the CNC Router. GRBL programming Keywords: Hydro Power Plant, Laboratory Scale Hydroelectric Design is used as a stepper motor control and motor speed regulation when turning clockwise or counterclockwise and using the A4988 IC as a motor driver where this IC is very easy to use because there are only two inputs, namely DIR and STEP. The process of entering coordinates on the machine is done through an application by typing in the coordinates or directing the stepper motor on the machine with the direction buttons. The data entered is then sent via serial communication to the microcontroller as the machine control center*

*Keywords: GRBL, CNC*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar belakang**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat mengharuskan manusia untuk berfikir kreatif dalam melakukan inovasi. Sebagai buktinya adalah semakin canggihnya teknologi yang dapat digunakan untuk meringankan dan mempermudah pekerjaan manusia dalam menjalani aktifitas setiap harinya. Hal yang paling mencolok dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi ini adalah semakin canggihnya industri manufaktur yang menghasilkan produk-produk unggulan.

Seiring dengan perkembangan teknologi maka harus diimbangi dengan sumber daya manusia (SDM) yang memiliki kemampuan untuk menunjang perkembangan teknologi tersebut. Komputer sangat berperan penting untuk menunjang proses produksi, di bidang sistem kontrol kita mengenal komputer sebagai perangkat pengendali yang dilakukan secara manual. Di bidang permesinan, komputer sebagai pengendali sebuah proses pada mesin perkakas yang kita kenal dengan Mesin CNC.

Mesin CNC merupakan mesin perkakas yang canggih pada saat ini, sehingga memerlukan ketrampilan khusus untuk menjalankan mesin tersebut. Gerakan yang dapat dikontrol pada mesin CNC antara lain: Putaran *Spindle*, Eretan atau (sumbu X, Z pada mesin bubut dan X, Y, Z pada mesin Frais), Collant/pendingin, pergantian pahat dan lain-lain. Mesin ini dioperasikan dengan menggunakan kode-kode khusus yang bisa dikenal dengan G-Code dan M-Code.

*GRBL* merupakan software control *CNC* berbasis Arduino, yang memiliki fungsi dasar yang sama seperti software kontrol *CNC* lainnya, yaitu mengirimkan G code kedalam mesin *CNC*. *GRBL* diperuntukkan untuk mesin *CNC* berbasis Arduino atau microcontroller sejenisnya.

Oleh karena itu penulis mengambil judul **“PENGUNAAN APLIKASI GRBL MESIN COMPUTER NUMERICAL CONTROL (CNC) 3 AXIS SISTEM X, Y, DAN Z (HARDWARE) SKALA LABORATORIUM”**

### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas maka rumusan masalah pembuatan alat ini adalah :

1. Bagaimana perakitan aplikasi GRBL pada mesin CNC tersebut ?
2. Penggunaan aplikasi GRBL pada mesin CNC ?

### **Pembatasan Masalah**

Mengingat sangat kompleksnya permasalahan dalam proses penggunaan GRBL tersebut, maka kami membatasi permasalahan agar pembahasannya lebih terfokus. Adapun batasan-batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Pengoprasian aplikasi GRBL 0.9 skala laboratorium untuk penggunaan dan pengoprasian cnc router 3 axis.
2. Penggunaan aplikasi sesuai dengan mesin yang telah dibuat.

### **Tujuan Pembuatan Alat**

Tujuan yang ingin dicapai penulis dalam pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Mampu merancang alat cnc router 3 axis sendiri serupa dengan yang ada.
2. Mampu membuat alat cnc router 3 axis yang sederhana tanpa mengeluarkan dana yang banyak tetapi menghasilkan kualitas yang baik.
3. Mampu membuat alat cnc router 3 axis dengan model yang berbeda dari pasaran.
4. Untuk persyaratan tugas akhir skripsi untuk mendapatkan gelar sarjana.

### **Sistematika Penulisan Skripsi**

Proposal yang disusun memiliki sistematika sebagai berikut :

## **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan pembuatan, serta sistematika penulisan proposal skripsi ini.

## **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Menjelaskan tinjauan umum dan teori – teori dan penggunaan yang berkaitan dengan penggunaan aplikasi alat ini serta teori dalam pengoprasian GRBL di alat cnc 3 axsi pada saat pengujiannya.

### BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi flowchart atau alur sebuah proses penggunaan aplikasi alat cnc router 3 axis tersebut. Serta lokasi tempat dan waktu pembuatannya.

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang penggunaan dan pengoprasian yang dilakukan oleh penulis, uraian perancangan mengenai data bahan, serta alat-alat yang digunakan pada proses pembuatan cnc router 3 axis.

### BAB V PENUTUP

Pada bagian penutup akan diisi dengan kesimpulan dari penggunaan GRBL dan saran yang bisa membangun baik untuk penulis maupun pembaca sehingga bisa memperbaiki skripsi-skripsi untuk kedepannya.

### DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini akan dipaparkan tentang sumber-sumber literatur, tutorial, maupun buku dan situs-situs yang digunakan dalam pembuatan skripsi.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Pengertian *Mastercam*

*Mastercam* adalah program untuk membuat maket produk mesin dengan komputer dalam bentuk program atau gambar terprogram yang dapat diakses pada mesin CNC, baik pada mesin bubut CNC maupun pada mesin frais CNC.

#### Fungsi *Mastercam*

1. Membuat desain gambar berupa garis, maket, dan gambar 2 dimensi lainnya.
2. Memodifikasi gambar kedalam bentuk 3 dimensi.
3. Memperoleh data output berupa program numeric untuk menjalankan program CNC.
4. Mempermudah dalam masukan ( input ) berupa program data ke mesin CNC.

#### Ruang Lingkup *Mastercam*

Banyak industri-industri manufaktur yang menggunakan mesin NC/CNC untuk pembuatan produk. Dengan menggunakan mesin NC/CNC, proses pembuatan mulai dari pengaturan kecepatan, bentuk alat potong, pengaturan ketebalan penyayatan sampai dengan tingkat kehalusan dan bentuk dari produk tersebut diatur oleh komputer. Komputer yang digunakan dalam menjalankan operasi ini sangat mahir dalam proses produksi sebagai pengganti operator mesin.

Komputer memerlukan sebuah data berupa data numerik yang perlu diinput ke mesin yang dapat dioperasikan secara manual maupun otomatis. Dalam memasukan data numerik ini, operator yang menentukan data-data tersebut pada *keyboard* dengan cara mengetikkan data komputer mesin, data yang diinput secara terperinci sesuai dengan langkah-langkah pengerjaannya dengan acuan gambar kerja yang akan dibuat. Saat menginput data, mesin harus dalam keadaan berhenti atau tidak bekerja. Dengan adanya program bantuan yaitu *Mastercam*, proses pemasukan data numeric tidak lagi dilakukan secara manual mengklik pada *keyboard* komputer mesin secara langsung dan terperinci, tetapi cukup dengan memasukan data yang telah terprogram pada disket atau media penyimpan lainnya.

Awal dari pengoperasian *Mastercam* ini berupa penggambaran desain gambar dalam bentuk 2 dimensi maupun 3 dimensi. Diperlukan pengetahuan dan keterampilan dalam menyusun desain tersebut. Dari hasil penggambaran desain tersebut dapat diprogram kedalam bahasa numeric atau NC nantinya disimpan dalam media penyimpan data yang akan diterima oleh mesin CNC.

#### Pengertian Software

Software adalah istilah khusus untuk data yang diformat dan disimpan secara digital, termasuk program komputer, dokumentasinya, dan berbagai informasi yang bisa dibaca, dan ditulis oleh komputer. Dengan kata lain, bagian sistem komputer yang tidak berwujud. Istilah ini menonjolkan perbedaan dengan perangkat keras komputer.

Pembuatan perangkat lunak itu sendiri memerlukan "bahasa pemrograman" yang ditulis oleh seorang pemrogram untuk selanjutnya dikompilasi dengan aplikasi

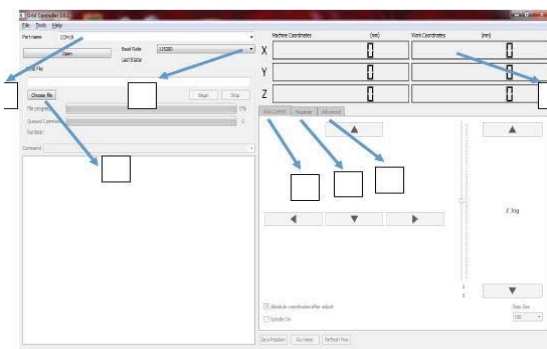
kompiler sehingga menjadi kode yang bisa dikenali oleh mesin hardware. Perangkat lunak seperti Windows atau Linux bisa disebut sebagai nyawa dari komputer, di mana tanpa diinstal sistem operasi tersebut maka komputer tidak dapat dijalankan. Perangkat lunak sistem operasi biasanya tersimpan di Partisi C sehingga saat komputer mengalami masalah, Partisi C yang terkena imbas. Perangkat lunak lain juga tersimpan di Partisi C yang apabila komponen tidak lagi berjalan maksimal dapat diuninstal dan diinstal ulang. Data-data lain lebih baik disimpan di partisi D sehingga saat software terkena virus atau tidak berjalan normal kembali maka dapat diinstal ulang dan data yang penting.

### CNC menggunakan software yaitu :

#### 1. Software GRBL

Grbl adalah sebuah Software untuk mengontrol gerakan CNC yang dapat di unggah ke library Arduino. Pada dasarnya Grbl adalah sebuah hex file yang dapat di unggah ke Arduino agar Arduino dapat membaca perintah dalam G-code/ Nc. Code.

Untuk mengirimkan Nc.Code ke Arduino digunakan Grbl controller adalah sebuah software yang digunakan untuk mengirimkan Nc.Code ke sebuah mesin CNC, seperti 3D printer. Software ini memudahkan pengguna dalam proses pemrograman sebuah mesin CNC. Pengguna bisa memberikan perintah secara langsung atau pengguna juga bisa mengunggah satu file dalam bentuk notepad yang berisi kode – kode Nc.Code.



Gambar 1 Tampilan Grbl

#### Keterangan GRBL :

1. Nama port Berisi pilihan port serial yang berfungsi mentranfer

dan menerima data dari arduino uno, pilih yang konek arduino.

2. Choose File  
Berfungsi untuk memasukkan gambar desain yang berupa kode NC.
3. Baudrate  
Untuk mengatur kecepatan aliran data dalam satuan bps (bit per second).
4. Axis control  
Terdapat tombol pilihan untuk mengontrol koordinat sumbu X,Y dan Z.  
Simbol untuk control Y.



Simbol control X



Simbol control Z



5. Visualizer  
Berisi tampilan desain dari kode NC.
6. Advanced Berfungsi untuk mengatur GRBL controller.
7. Machine coordinate and Work Coordinates.  
Untuk menunjukkan tampilan jarak dari koordinat sumbu X,Y dan Z.

### G-Code / Nc-Code CNC

G-Code / Nc-Code adalah bahasa yang digunakan untuk mengontrol sebuah mesin CNC. G-Code / Nc-Code adalah salah satu jenis pemrograman CNC yang digunakan oleh para programmer CNC, jenis lainnya adalah program COM. G-code biasanya disebut cycle codes karena fungsinya yang mengacu pada pergerakan sumbu X,Y dan Z dari mesin CNC G-Code / Nc-Code dikelompokkan kedalam beberapa kelompok seperti kelompok 01 yang mencakup kode G00,G01,G02,G03 yang mempengaruhi pergerakan dari bidang cetak

dan nozzle. Kelompok 03 yang mencakup absolute programming atau incremental programming. Kode G00 memposisikan nozzle di atas bidang cetak dari satu titik ke titik yang lain dengan cepat. Selama proses pergerakan cepat, baik sumbu X atau Y bisa digerakkan secara terpisah atau bersamaan. ke titik yang lain dengan cepat. Selama proses pergerakan cepat, baik sumbu X atau Y bisa digerakkan secara terpisah atau bersamaan.

### Fungsi Interpolasi (*Interpolation Function*)

Pada bagian ini dibahas mengenai fungsi gerak dari kode G yang sering digunakan dalam proses permesinan. Pahat dapat bergerak lurus (G00, G01) ataupun melingkar (G02, G03) tergantung dari kode yang kita masukan. Titik koordinat dapat menggunakan Koordinat absolute atau *incremental* tergantung tingkat kesulitan dari sebuah proses.

#### 1. Fungsi G00

Kode G00 berfungsi untuk memposisikan pahat terhadap benda kerja. Gerakan ini bisa dilakukan dengan menggunakan perintah koordinat *absolute* atau *incremental* G91, G00 dapat bergerak dengan cepat atau dapat diatur oleh *handle Ravid traverse* yaitu pengatur langkah kecepatan gerak pahat. Besaran lintasan dari *ravid traverse* dibuat dalam bentuk peresentase antara 25%, 50% dan 100% dari langkah semestinya tergantung mesin.

#### 2. Fungsi G01

Kode G01 berfungsi untuk melakukan proses pemotongan benda kerja. Gerakan ini bisa juga dilakukan dengan menggunakan perintah koordinat *absolute* G90 atau *incremental* G91, Gerakan G01 harus diikuti dengan kecepatan langkah proses pemotongan. Kecepatan langkah pemotongan/kecepatan makan dari pahat biasanya dilambangkan dengan huruf F atau *Feeding*. Pada dasarnya gerakan dari G00 dan G01 adalah gerak lintasan dari pahat adalah lurus, baik sumbu X, sumbu Y atau sumbu Z. Perbedaan dari keduanya adalah jika menggunakan G01 maka dalam pembuatan

programnya harus ditambahkan unsur kecepatan langkah pemotongan/kecepatan makan pahat (F), sedangkan G00 tidak menggunakan (F).

#### 3. Fungsi G02 dan G03

Kode G02 dan G03 berfungsi untuk melakukan proses pemotongan benda kerja dengan bentuk melingkar. Gerakan ini bisa juga dilakukan dengan menggunakan perintah koordinat absolute G90 atau *incremental* G91. Lintasan G02 adalah lintasan pahat bergerak searah jarum jam (CW) dan G03 lintasan pahat bergerak kebalikan arah jarum jam (CCW). Proses ini harus diikuti dengan besar kecepatan langkah proses pemotongan (F) dan juga nilai radius lintasan (R).

### Contoh Fungsi dan Kegunaan G, M, dan A.

Dibawah ini merupakan kumpulan kode G, M dan A yang sering di gunakan dalam pembuatan program.

**Tabel 1.6.1** Fungsi dan Kegunaan tombol masukan data dari fungsi, G, M dan A.

Kode Fungsi	Fungsi dan Kegunaan
<b>a. Kode Fungsi G</b>	
G00	Perintah gerak cepat tanpa penyayatan.
G01	Perintah gerakan sayat linier lurus, melintang dan tirus.
G02	Gerakan interpolasi melingkar searah jarum jam.
G03	Gerak interpolasi melingkar berlawanan jarum jam.
G04	Perintah waktu tinggal diam.
G21	Perintah pembuatan blok kosong/kantong.
G24	Perintah penetapan radius.
G25	Perintah pemanggilan program subrutin/subprogram.
G27	Perintah melompat ke nomor blok program.
G33	Perintah pemotongan ulir tunggal.
G64	Perintah mematikan motor asutan/step motor.
G65	Perintah pelayanan disket atau kaset.
G66	Perintah pelayanan dengan

	komputer ( <i>external programming system</i> ).
G73	Perintah siklus pengeborandengan pemutusan tatal.
G78	Perintah siklus penyayatan ulir.
G81	Perintah siklus pengeboran langsung.
G82	Perintah siklus pengeboran dengan waktu tinggal diam.
G83	Perintah siklus dengan penarikan tatal.
G84	Perintah siklus pembubutan memanjang.
G85	Perintah siklus pereameran.
G86	Perintah siklus pemotongan alur.
G88	Perintaah siklus pembubutan melintang.
G89	Perintah siklus pereameran dengan waktu tinggal diam.
G90	Perintah program harga absolut.
G91	Perintah program harga inkremental.
G92	Perintah penetapan titik awal absolut.

b. Kode Fungsi M	
M00	Perintah berhenti program.
M03	Perintah sumbu utama berputar searah jarum jam.
M04	Perintah sumbu utama berputar berlawanan arah jarum jam.
M05	Perintah sumbu utama berhenti terprogram.
M06	a. Perintah pengganti alat potong dengan cara terprogram. b. Perhitungan panjang pahat
M17	Perintah kembali ke program utama/akhir subprogram.
M30	Perintah program berakhir.
M98	Perintah kompensasi kelonggaran secara otomatis.
M99	Perintah parameter lingkaran
c. Kode Fungsi A	
A00	Salah perintah fungsi G atau M.
A01	Salah perintah fungsi G02 atau G03.
A02	Harga ordinat X terlalu besar.
A03	Salah harga F (harga asutan).
A04	Harga ordinal Z salah.
A05	Kurang perintah M30.

A06	Jumlah putaran sumbu utama terlalu tinggi untuk pemograman ulir.
A08	Akhir putaran pada perekaman
A09	Program di disket/kaset tidak ditemukan .
A10	Program di diske/kaset aktif
A11	Salah membuat disket//kaset.
A12	Salah pengecekan
A13	Pengalihan inchi atau mm dengan pelayanan pemuatan.
A14	Salah menetapkan satuan dimensi.
A15	Salah harga H (tebal penyayatan).
A17	Salah subprogram.

### Metode pemrograman mesin CNC

Secara umum, metode pemrograman mesin CNC adalah dengan memasukkan perintah numeric melalui tombol-tombol yang tersedia, secara garis besar metode pemrograman mesin CNC dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu

#### 1. Metode pemrograman Absolut.

Didalam program mesin CNC sistem pemrograman ini lebih banyak digunakan dibanding sistem pemrograman dengan inkremental. Dalam sistem pemrograman Absolut hanya mengacu pada satu titik referensi saja (titik nolnya tidak berpindah pindah). Untuk mesin bubut, titik referensinya diletakan pada sumbu (pusat) benda kerja yang akan dikerjakan pada bagian ujung. Sedangkan pada mesin frais, titik referensinya diletakan pada pertemuan antara dua sisi pada benda kerja yang akan dikerjakan. Untuk lebih jelasnya lihat gambar berikut :



Gambar 2. skema metode Absolut

#### 2. Pemrograman Inkremental. Pemrograman sistem inkremental titik referensinya (titik nolnya) selalu berpindah-pindah, dimana



gerakan itu berhenti, disitulah titik referensi untuk menghitung jarak untuk pergerakan berikutnya (Endpoint akan menjadi start point untuk start berikutnya). Untuk mesin bubut maupun mesin frais diberlakukan cara yang sama. Setiap kali suatu gerakan pada proses pengerjaan benda kerja berakhir, maka titik akhir dari gerakan alat potong itu dianggap sebagai titik awal gerakan alat potong pada tahap berikutnya. Sejalan berkembangnya kebutuhan akan berbagai produk industri yang beragam dengan tingkat kesulitan yang bervariasi maka telah dikembangkan berbagai variasi dari mesin CNC. Untuk lebih jelasnya lihat gambar berikut :

Gambar 3 skema metode incremental

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tempat Pelaksanaan Penelitian

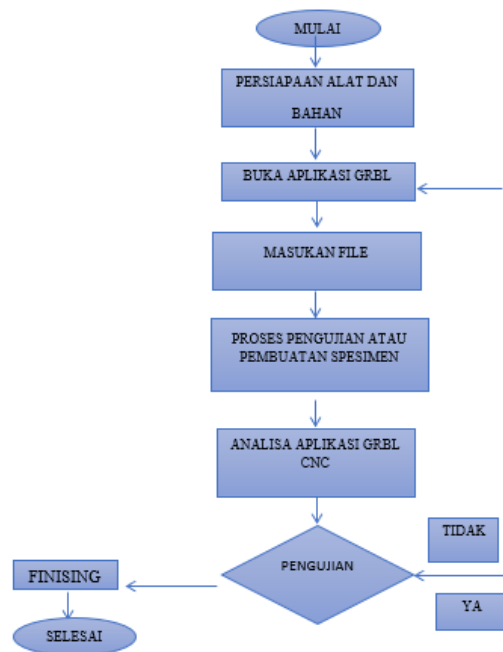
Tempat perancangan penelitian dilakukan di berbagai tempat :

Perancangan desain gambar dilakukan dirumah yang beralamat , Jl.Tanjung Barat RT.10 RW.02 ,Kelurahan Tanjung Barat , Jagakarsa , Jakarta Selatan. Perancangan dan pemeriksaan Mesin CNC *Router 3 axis* dilaksanakan di PT.Fluid Scien Dynamics Indonesia yang beralamat di Berlian 88 Biz Estate, Jl. Diklat Pemda No.12,Bojong Nangka, Kelapa Dua, Tangerang,Banten.

### Waktu Pelaksanaan Penelitian

Waktu penelitian atau perancangan mesin CNC *Router 3 axis* dilaksanakan pada Bulan Agustus 2020 sampai dengan selesai.

### Flow chat



Gambar 4. Flow Chart Penggunaan CNC Router 3 Axis

### Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian ini mengarah pada alat yang dibuat. Pada pengumpulan data membutuhkan desain penelitian yang baik dan cocok untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penyusunan ini.

#### 1. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian/analisis deskriptif. Metode analisis deskriptif ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan data yang sebenarnya dan selengkap-lengkapnya untuk membuat program yang akan di buat. Objek penelitian yang dituju untuk menjadi fokus utama, yaitu software GRBL pada mesin CNC. Untuk memenuhi penelitian, penulis mengumpulkan data yang diperlukan dengan melakukan uji coba alat, dan mengumpulkan data-data tertulis yang dibutuhkan selama penelitian berlangsung.

#### 2. Pemilihan *software* yang digunakan.

Pertama yang harus dilakukan adalah pemilihan software, software sangat berpengaruh terhadap jalan atau

tidaknya mesin CNC *router* adalah GRBL *controller* berperan penting sebagai kontrol mesin CNC Router Type 3018. Untuk membuat program penulis menggunakan Mastercam sebagai langkah awal, kemudian file dari *mastercam* di import ke dalam aplikasi Cimatron E 7.0. Dimana didalam Cimatron E 7.0, file tersebut atau bahan program yang akan dibuat dirubah kebentuk file yang dinamakan NC. Pada software ini bahan baku yang dibuat dari *mastercam* kemudian diedit ulang untuk menentukan perintah/kode sebagai program yang menompang berjalanya mesin CNC tersebut.

Pada proses ini dibutuhkan ketelitian dalam pembuatan program, pahami area kerja benda untuk menyesuaikan hasil perhitungan atau ukuran gambar/tulisan yang dibuat.



Gambar 7 Komputer/Laptop  
(sumber: google.com)

4. Power Supplay



Gambar 8 Power supply

5. Sensor/Limit Switch

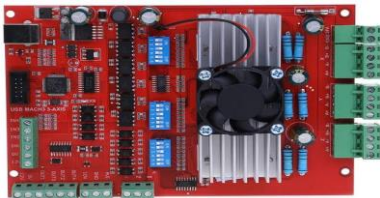


Gambar 9 Sensor/limit switch

**3.5 Alat dan Bahan**

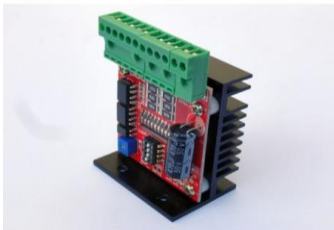
**3.5.1 Alat**

1. Breakoutboard



Gambar 5 Break outboard  
(sumber: google.com)

2. Driver Motor

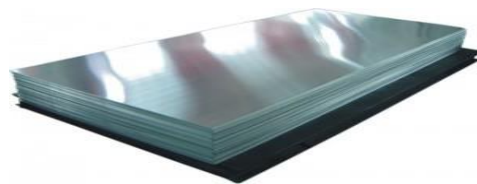


Gamba 6 Driver Motor  
(sumber: google.com)

3. Komputer/Laptop

**Bahan**

1. Alumunium



Gambar 10 Alumunium

2. PVC



Gambar 11 PVC  
(sumber: idolasercutting.com)



## PEMBAHASAN

### Penggunaan *Software* GRBL

Mesin CNC yang dibuat dilengkapi oleh sebuah kontrol pengendali untuk membuat sebuah program yang dapat di lihat di laptop atau monitor. Dalam pembuatan mesin CNC Router ini penulis menggunakan aplikasi GRBL Arduino Uno untuk menjalankan perintah. Software akan menjalankan perintah berdasarkan program yang telah dibuat yaitu G-Code. Dalam proses ini penulis membuat gambar atau tulisan dengan menggunakan Mastercam.

### Proses Pengoperasian

Untuk menjalankan atau mengoperasikan mesin CNC dengan cara memasukan perintah *numeric* (kode) melalui tombol yang tersedia di mesin CNC pada laptop atau monitor. Setiap alat yang dibuat mempunyai karakteristik yang berbeda sesuai dengan software yang digunakan. Proses permesinan n akan lebih mudah dijalankan apabila menguasai bentuk-bentuk lintasan pahat yang sesuai dengan kode-kode G atau biasa disebut dengan interpolasi. Dengan menggunakan Sub-subprogram yang mana ini merupakan anak dari program utama, sehingga pada saat program utama diproses, maka subprogram secara otomatis mengikutinya dari program utama. Berikut langkah-langkah pengoperasiannya sesuai dengan buku panduan:

- Instal program drive CH340



gambar 12 Drive Program

- Klik kanan pada komputer, priksa apakah ada nomor port CH340. Jika penginstalan berhasil maka akan muncul COMx.
- Buka file CNC, lalu
- Buka perangkat lunak GRBL



gambar 13 File GRBL

### Proses Pemrograman

Pada proses ini penulis telah membuat suatu program dengan menggunakan G-Code. Pada proses pembuatan program ini penulis terlebih dahulu menggambar pada komputer sesuai yang diinginkan, kemudian disimulasikan prosesnya sesuai dengan urutan kerja dengan menggunakan software, yang penulis gunakan adalah *software MasterCam X5*.

### Hasil Dan Pembahasan

#### 1. Hasil penelitian Tulisan Iphone dari GRBL

Pada bagian ini penulis akan menjelaskan tentang pergerakan dari hasil G-Code yang dijalankan. Selanjutnya penulis akan menjelaskan hasil program tersebut sehingga menjadi tulisan iphone pada mesin melalui tabel berikut.

Tabel 1. Program G-Code Iphone secara Absolut.

No	G/M	X	Y	I	J
1	G90				
2	G1Z3F200	S1000			
3	M03	X2.4349	Y10.0865		
4	G0				
5	G1Z-0.2	X3.0232	Y9.8437		
6	G02	X3.2659	Y9.26	I0.	J-0.8343
7	G02	X3.023	Y8.6756	I-0.5806	J-0.5838
8	G02	X2.4349	Y8.4349	I-0.8243	J-0
9	G02	X1.847	Y8.6755	I-0.5881	J0.5911
10	G02	X1.6041	Y9.26	I0.	J0.8334
11	G02	X1.8468	Y9.8438	I0.5816	J0.5845
12	G02	X2.4349	Y10.0865	I0.8235	J-0.
13	G02	X2.4349	Y10.0865	I0.5881	J-0.5912
14	G1				
15					
16	G1Z3	X4.6998	Y9.7942		
17	G0				

18	G1Z-0.2	X6.94	Y9.7942			
19	G1	X8.4769	Y9.5923			
20	G02	X9.3506	Y9.1502	I0	J-5.9451	
21	G02	X9.9191	Y8.395	I-0.6167	J-2.305	
22	G02	X10.1542	Y7.221	I-1.1924	J-1.4891	
23	G02	X9.9404	Y5.9643	I-2.8192	J-1.175	
24	G02	X9.2966	Y5.0616	I-3.7938	J0	
25	G02	X8.3687	Y4.5891	I-1.8793	J0.6591	
26	G02	X6.8773	Y4.3841	I-1.643	J2.0797	
27	G02	X6.0881	Y4.3841	I-1.4914	J5.3225	
28	G1	X6.0881	Y1.089			
29	G1	X4.6998	Y1.089			
30	G1	X4.6998	Y9.7942			
31	G1	X4.6998	Y9.7942			
32	G1	X4.6998	Y9.7942			
32	G1					
33						
34	G1Z3	X6.0559	Y8.8447			
35	G0					
36	G1Z-0.2	X6.0559	Y5.5911			
37	G1	X6.8451	Y5.5911			
38	G1	X7.7643	Y5.7214			
39	G03	X8.3273	Y6.02	I-0.	J3.308	
40	G03	X8.697	Y6.5183	I-0.4326	J1.4956	
41	G03	X8.8452	Y7.2515	I-0.835	J1.0058	
42	G03	X8.7099	Y7.9427	I-1.7402	J0.7332	
43	G03	X8.3672	Y8.4242	I-1.8338	J0.	
44	G03	X7.8429	Y8.7193	I-1.1898	J-0.4842	
45	G03	X7.0163	Y8.8447	I-0.9494	J-1.0735	
46	G03	X6.0559	Y8.8447	I-0.8266	J-2.6615	
47	G1	X6.0559	Y8.8447			
48	G1					
49						
50	G1Z3	X1.7686	Y7.3161			
51	G0					
52	G1Z-0.2	X3.1014	Y7.3161			
53	G1	X3.1014	Y1.089			
54	G1	X1.7686	Y1.089			
55	G1	X1.7686	Y7.3161			
56	G1	X1.7686	Y7.3161			
57	G1					
58						
59	G1Z3	X11.2519	Y10.4179			
60	G0					
61	G1Z-0.2	X12.7135	Y10.4179			
62	G1	X12.7135	Y6.8654			
63	G1	X14.942	Y7.5372			
64	G02	X16.5942	Y5.2618	I1.5974	J-1.2669	
65	G02	X16.5942	Y1.2039	I-0.7406	J-2.2754	
66	G1	X15.2621	Y1.2039			
67	G1	X15.2621	Y4.999			
68	G1	X14.6684	Y6.2037			
69	G03	X13.9878	Y6.4328	I-1.5191	J-0.	
70	G03	X13.3613	Y6.1818		J0.8781	
71	G03	X12.7135	Y4.6676	I0.	J0.9073	
72	G03	X12.7135	Y1.2039	I1.4457	J-1.5142	
73	G1	X11.2519	Y1.2039			
74	G1	X11.2519	Y10.4179			
75	G1	X11.2519	Y10.4179			
76	G1					
77						
78	G1Z3	X20.6714	Y7.786			
79	G0					
80	G1Z-0.2	X22.0136	Y7.5338			
81	G02	X229569	Y6.8956	I-0.	J-3.6984	
82	G02	X23.5517	Y5.9097	I-0.9328	J-2.3951	
83	G02	X23.7929	Y4.464	I-2.0089	J-1.8826	

84	G02	X23.5518	Y3.0314	I-4.2008	J-1.4439	116	G03	X20.677 6	Y6.6949	I-1.223	J-0.9235
85	G02	X22.951	Y2.0385	I-4.3767	J0.	117	G03	X20.677 6	Y6.6949	I-0.6824	J-1.3723
86	G02	X22.00 07	Y1.3941	I-2.2615	J0.9081	118	G1				
87	G02	X20.67 14	Y1.1425	I-1.9036	J1.7843	119					
88	G02	X19.34 11	Y1.3949	I-1.3293	J3.3863	120	G1Z3	X30.146 7	Y5.1974		
89	G02	X18.39 78	Y2.0367	I-0.	J3.6329	121	G0				
90	G02	X17.80 24	Y3.0253	I0.9465	J2.405 2	122	G1Z- 0.2	X30.1 467	Y1.3571		
91	G02	X17.5 62	Y4.464	I2.011	J1.8846	123	G1	X28.702 6	Y1.3571		
92	G02	X17.80 31	Y5.9079	I4.1848	J1.4387	124	G1	X28.703 6	Y4.9315		
93	G02	X18.39 78	Y6.8956	I4.4443	J0.	125	G1	X28.435 2	Y5.9261		
94	G02	X19.340 5	Y7.5346	I2.6026	J-0.8941	126	G03	X27.502 4	Y6.4625	I-1.977	J-0
95	G02	X20.671 4	Y7.786	I1.8846	J-1.7656	127	G03	X26.26 71	Y5.7799	I-0.9328	J-0.543
96	G02	X20.67 14	Y7.786	I1.3309	J-3.3976	128	G03	X25.92 58	Y4.5957	I-0.	J-1.4591
97	G1					129	G03	X25.925 8	Y1.3571	I1.8837	J- 1.184 2
98						130	G1	X24.56 74	Y1.3571		
99	G1Z3	X20.677 6	Y6.6949			131	G1	X24.567 4	Y7.7129		
100	G0					132	G1	X25.82 42	Y7.7129		
101	G1Z- 0.2	X20.005 7	Y6.5349			133	G1	X25.824 2	Y6.5396		
102	G03	X19.46	Y6.0802	I0.	J-1.4906	134	G1	X26.626 7	Y7.3995		
103	G03	X19.128 8	Y5.4192	I0.711	J-1.4083	135	G02	X27.78 9	Y7.7383	I2.0663	J- 1.1238
104	G03	X18.993 4	Y4.4595	I1.6107	J-1.2203	136	G02	X29.533 1	Y6.9131	I1.1624	J- 1.8246
105	G03	X19.128 4	Y3.5085	I3.3321	J-0.9597	137	G02	X30.146 7	Y5.1974	I0.	J- 2.2556
106	G03	X19.46	Y2.8479	I3.4175	J0.	138	G02	X30.1 467	Y5.1974	I-2.092	J- 1.7157
107	G03	X20.005 7	Y2.3933	I1.9488	J0.5646	139	G1				
108	G03	X20.67 76	Y2.2334	I1.2559	J0.9529	140					
109	G03	X21.3 604	Y2.3936	I0.6718	J1.3316	141	G1Z3	X35.3 223	Y5.244		
110	G03	X21.9 006	Y2.8408	I0.	J1.53 6	142	G0				
111	G03	X22.2 262	Y3.4917	I-0.6814	J1.37 3	143	G1Z- 0.2				
112	G03	X22.36 15	Y4.4595	I-1.5654	J1.19	144		X35.16 29	Y6.1011		
113	G03	X22.2 264	Y5.4312	I-3.3951	J0.96 79	145	G03	X34.889 9	Y6.619 9	I-3.6086	J- 0.2274
114	G03	X21.90 06	Y6.0859	I-3.5642	J-0.	146	G03	X34.448 5	Y6.971 2	I-1.5632	J-0.4915
115	G03	X21.36	Y6.5346	I-1.9052	J-0.5399						

147	G03	X33.874 2	Y7.1003	I-0.9712	J-0.7673
148	G03	X33.306 5	Y6.9713	I-0.5742	J- 1.2125
149	G03	X32.834 8	Y6.602	I0.	J-1.3132
150	G03	X32.525 4	Y6.0619	I0.6012	J-1.254
151	G03	X32.341 2	Y5.244	I1.409	J-1.1657
152	G03	X35.322 3	Y5.244	I3.0946	J-1.1266
153	G1	X35.322 3	Y5.544		
154	G1				
155					
156	G1Z3	X36.553 5	Y4.6998		
157	G0				
158	G1Z- 0.2	X36.553 5	Y4.2008		
159	G1	X32.421	Y4.2008		
160	G1	X32.6249	Y3.4512		
161	G03	X32.975 3	Y2.9587	I1.942	J0.1257
162	G03	X34.593 8	Y2.2937	I1.7836	J0.8982
163	G03	X36.193	Y2.7261	I1.5736	J1.5279
164	G03	X36.193	Y1.5405	I-0.0702	J3.4336
165	G1	X35.710 5	Y1.3774		
166	G02	X35.162 4	Y1.2624	I1.0361	J2.2701
167	G02	X34.796 5	Y1.2002	I3.6596	J16.081 8
168	G02	X34.359 1	Y1.1683	I1.5252	J7.8596
169	G02	X31.939 6	Y2.2795	I0.4374	J2.9883
170	G02	X31.047 3	Y4.6873	I-0.	J3.1899
171	G02	X31.204 4	Y6.1291	I2.8026	J2.4078
172	G02	X31.71 31	Y7.1475	I6.6975	J0.
173	G02	X32.68 8	Y7.8417	I2.2797	J0.5026
174	G02	X33.938 4	Y8.0799	I1.8915	J1.6245
175	G02	X35.045 2	Y7.8414	I1.2504	J-3.1632
176	G02	X35.857 2	Y7.2131	I0.	J-2.6869
177	G02	X36.356 9	Y6.2234	I0.9122	J2.017 9
178	G02	X36.553 5	Y4.7002	I-2.0628	J1.6624
179	G02	X36.553 5	Y4.6998	I-5.8028	J-1.5232

180	G1				
181					
182	G1Z3	X0.000	Y0.0 00		
183	G0				
184	M05				
185	M02				

Tabel diatas adalah program G-Code dari hasil inkscape untuk membuat tulisan/huruf Iphone tersebut. Pada saat G-Code no.1, program G90 dijalankan sebagai awalan/kepala program yang berfungsi untuk perintah koordinat pengerjaan.

G-Code di atas merupakan bentuk perintah untuk menjalankan mesin CNC dalam pembuatan gambar/tulisan, dimana pada metode ini menggunakan metode *absolut*. Berdasarkan G-Code tersebut dapat dijelaskan sistem pengerjaan mesin melalui sumbu X, Y dan Z. Pada blok pertama, program coding G90 sebagai kepala program yang berfungsi sebagai program absolut. Kepala program selanjutnya adalah blok no 2 yaitu G00 yang berfungsi perintah gerak tanpa penyayatan.

Pada kepala program terakhir pada blok no 3 ada sistem perintah S1000 yang berfungsi putaran mesin dan M03 yang berfungsi putaran spindle searah jarum jam, pada pengerjaan gambar ini terletak di tengah bidang pengerjaan. Pada bagian ini hasil yang dibuat sesuai dengan nilai yang dimasukan dari awal, sehingga tidak ada kendala pada proses penyayatan/pengerjaan gambar tersebut.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dihasilkan dalam skripsi ini yang berjudul penggunaan aplikasi GRBL mesin computer numerical (CNC) type 3018 3 axis sistem X, Y dan Z (*Hardware*) skala laboratorium adalah:

1. Mesin CNC type 3018 cara menghubungkannya dengan menggunakan USB yang mana langsung terhubung ke aplikasi GRBL *Controller* yang sudah dijelaskan di bab sebelumnya.

2. Cara membuat desain atau gambar/tulisan dengan aplikasi Mastercam X5 yang kemudian di diteruskan ke aplikasi Cimatron E 7.0, menentukan G-code atau perintah untuk menjalankan proses pembuatan gambar/tulisan yang kemudian file tersebut di import dalam bentuk NC.
  3. Jadi cara penggunaan aplikasi GRBL pada mesin CNC adalah dengan menghubungkan terlebih dahulu mesin dengan komputer menggunakan USB selanjutnya masukan file NC yang sudah dibuat untuk mengetahui G-Code yang sudah dibuat.
- Virgina: Reston Publishing Company, Inc
  5. Eka Yogaswara dkk. (2008). *Menggunakan Cad/Cam Dengan Mastercam*. Bandung: CV. Amrico.
  6. S, Dalmasius, Ganjar. 2012. *Pemograman CNC & Aplikasi di Dunia Industri*. Bandung: Informatika Bandung.
  7. S, Herman, S, Tri Septian. 2019. *Analisa Program GRBL Controller Untuk Mesin Mini CNC Plotter 3-Axis Dengan Menggunakan Mikro Kontroler Atmega 328*. Universitas Wanita International.

## Saran

Setelah dilakukan pengujian yang sesuai dengan prosedur, mesin CNC yang telah dirancang berfungsi dengan baik. Alat ini bisa dikembangkan dengan menambahkan ukuran/bentuk dari mesin CNC, menganalisa vibrasi yang dihasilkan dari mesin CNC tersebut. Pada proses pemilihan software perhatikan karakter mesin yang dibuat begitu juga pada proses menentukan G-Code sebagai perintah untuk menjalankan, sehingga dapat menjadi alat pembelajaran bagi Mahasiswa khususnya teknik mesin

## DAFTAR PUSTAKA

1. Emco (1988), Petunjuk Pemrograman dan Pelayanan EMCO TU-2A, Austria: EMCO MAIER & Co. Frommer, Hans G. (1985).
2. Practical CNC-Training for Planning and Shop (part2 : Examples and exercise). Germany: Hanser Publishers. Hayes, John H. (1985).
3. Practical CNC-Training for Planning and Shop (part1; Fundamental). Germany: Hanser Publishers. Love, George, (1983),
4. The Theory and Practice of Metalwork (thord edition), Terjemahan (Harun A.R.), Longmand Group Limited. Pusztai, Joseph and Sava Michael, (1983). Computer Numerical Control.