

RANCANG BANGUN MESIN *CNC MILLING 5 AXIS*

TIPE 5570 BERBASIS *SOFTWARE MACH3*

MUHAMMAD AMIN MUSLIH¹, M AGUS SHIDIQ², ROYAN HIDAYAT³

1. MAHASISWA, UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL, KOTA TEGAL
2. DOSEN PEMBIMBING, UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL, KOTA TEGAL
3. DOSEN PEMBIMBING, UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL, KOTA TEGAL

KONTAK PERSON :

MUHAMMAD AMIN MUSLIH
ADIWERNA KEC. ADIWERNA
KAB. TEGAL, 52194

TELP : 083823035165, E-MAIL : MUSLIHMUHAMMADAMIN@GMAIL.COM

Abstrak

MUHAMMAD AMIN MUSLIH, 2019. "Design and Development of 5 Axis CNC Milling Machine Type 5570 Based on Mach3 Software" Thesis Report of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Pancasakti University, Tegal 2019.

The development of the machining world is getting tighter making people not stop thinking about making new innovations to further improve efficiency or quality. The use of CNC machines from year to year is increasing starting from the CNC 3 Axis, 4 Axis and now developing is a 5 Axis CNC Milling Router.

The 5 Axis CNC Milling Machine offers unlimited benefits regarding the size and shape of parts that can be processed effectively. At the 5 Axis machining center the cutting tool moves across the linear X, Y and Z axes and rotates on the A and B axes to approach the workpiece from all directions so it is possible to be able to make a product with a higher difficulty level.

After testing the accuracy of the CNC machine, the results obtained from each axis can be concluded that the largest dimension changes in the round image section with an initial diameter of 18 mm. and the final result is 18.55 mm. Experienced changes in dimensions with a large 0.55 mm.

Smallest dimension changes in the shape of the workpiece with an initial width of 60 mm and a final result of 60.25 mm. Experienced dimensional changes of 0.25 mm.

Keywords: 5 Axis CNC Machine, Mach3 Software

PENDAHULUAN

Di era globalisasi perkembangan dunia permesinan semakin ketat membuat manusia tidak berhenti berfikir untuk membuat inovasi baru untuk lebih meningkatkan efisiensi ataupun kualitasnya. Hal ini dapat kita lihat sendiri semakin modernnya produktivitas perusahaan seperti Computer Numerical Control (CNC) yaitu mesin yang pengoperasiannya menggunakan software komputer untuk mempermudah dalam pengerjaannya.

Di Indonesia penggunaan mesin CNC dari tahun ke tahun semakin meningkat mulai dari mesin CNC Milling 2 Axis, 3 Axis, 4 Axis dan sekarang yang sedang berkembang adalah mesin CNC Milling Router 5 Axis. Dari mesin CNC Milling sebelumnya masih banyak kekurangan yang perlu dikembangkan kembali salah satunya pada mesin CNC Milling 3 Axis yang bergerak dari sumbu X, Y dan Z tetapi tidak memberikan banyak akses pada spindel pemotongan benda kerja ke arah yang lebih beragam istimewa pada benda kerja hal ini dapat dipastikan bahwa mesin CNC Milling 3 Axis tidak bisa mengerjakan benda-benda yang tingkat kesulitannya lebih tinggi dan juga tidak bisa digunakan dalam memproduksi bagian-bagian yang mempunyai bentuk geometri yang sangat kompleks karena tidak mempunyai banyak kemampuan dalam perpindahan pahat atau benda kerja yang bisa berputar.

Mesin CNC Milling 5 Axis memberikan keuntungan yang tidak terbatas mengenai ukuran dan bentuk bagian yang dapat di proses secara efektif. Pada pusat permesinan 5 Axis alat potong bergerak melintasi sumbu linear X, Y dan Z serta memutar pada sumbu A dan B untuk

mendekati benda kerja dari segala arah sehingga sangat memungkinkan untuk bisa membuat produk yang tingkat kesulitannya lebih tinggi.

Dengan hal tersebut maka penulis akan mendesain rancang bangun mesin CNC Milling Router 5 Axis berbasis software Mach3. untuk mendapatkan suku cadang yang tidak sulit dan bisa mengembangkan mesin yang sebelumnya sudah ada dengan biaya yang lebih hemat.

Batasan Masalah

Penulis membatasi masalah yang akan di bahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis prototipe mesin CNC Milling 5 Axis yang akan di buat menggunakan sumbu spindel vertikal tipe rotary table dengan menggerakkan 3 sumbu linear X, Y, Z dan menggerakkan 2 sumbu rotary A dan B
2. System kerja Mesin CNC Milling 5 Axis menggunakan software mach3
3. Dimensi/ukuran CNC 5 Axis 55 x 77 x 60 cm
4. Jenis material plat besi
5. Perancangan menggunakan software inventor profesional

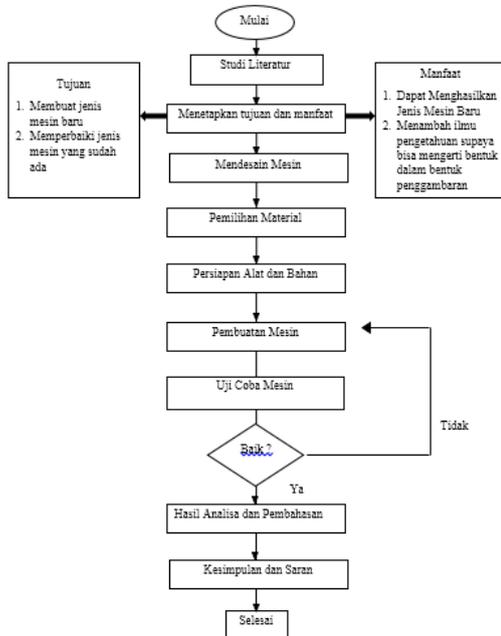
Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka penulis dapat mengetahui permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan menentukan spesifikasi pada mesin CNC Milling Router 5 Axis dengan software inventor profesional ?
2. Apa saja komponen yang di butuhkan untuk membuat mesin CNC Milling Router 5 Axis ?
3. Bagaimana cara mengoperasikan software mach3 pada mesin CNC

METODE PENELITIAN

Diagram alur penelitian



Pada bab ini akan menjelaskan tentang metode yang akan di gunakan dalam melakukan penelitian seperti, membuat desain penelitian dan menjelaskan proses demi proses yang akan di lakukan dalam penelitian mulai dari awal penelitian hingga akhir penelitian dimana tujuan dan hasil dari penelitian itu sendiri telah tercapai.

A. Alat Dan Bahan

1. Alat Penelitian

Pada penelitian ini alat yang di gunakan adalah sebagai berikut :
Gerinda Tangan



Gambar 3.1 Gerinda Potong

Mesin gerinda potong merupakan alat yang berfungsi untuk memotong benda kerja dengan hasil yang halus serta mampu untuk meratakan permukaan yang tidak rapi dengan kecepatan kurang lebih 15.000 rpm.

1.1 Mesin Bor



Gambar 3.2 Mesin Bor

Mesin bor adalah mesin yang memutarakan alat pemotong yang arah pemakanan hanya pada sumbu mesin

Waktu dan Tempat Penelitian

Pada proses penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal. Adapun waktu pelaksanaan penelitian mulai bulan Juni – Agustus 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Mesin CNC Router 5 Axis

Sebelum melakukan perancangan mesin cnc 5 axis peneliti mencoba melakukan observasi lapangan untuk mengumpulkan data penelitian yang selanjutnya akan di identifikasi permasalahan yang di temukan guna menentukan konsep desain mesin cnc router 5 axis agar dapat merancang kembali dengan spesifikasi yang lebih baik lagi dari hasil observasi.



Gambar 4.1 Hasil Observasi Lapangan

Jenis CNC 3 Axis yang di temukan memiliki spesifikasi yang sangat minim dengan panjang 400 mm, lebar 300 mm, dan tinggi 160 mm dan hanya bisa di gunakan untuk pemotongan benda kerja yang berbahan kayu. Jenis software yang di gunakan Grbl control dan area kerja dari mesin tersebut hanya setengahnya dari ukuran panjang dan lebarnya mesin. Komponen utama pada mesin tersebut seperti stepper motor, driver motor, breakout board control, power supply, limit switch dan lain-lain. Dari hasil observasi maka mesin tersebut masih butuh pengembangan yang lebih baik lagi. Dari hasil tersebut maka peneliti dapat memulai tahap awal untuk melakukan perancangan mesin cnc milling 5 axis dengan menggunakan software autodesk inventor professional.

Langkah-langkah perancangan

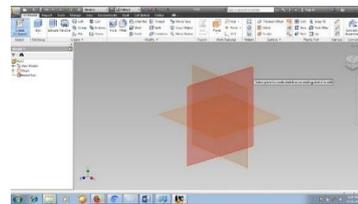
Metode perancangan pada konsep desain mesin cnc 5 axis ini menggunakan metode Pahl and Beitz. Cara merancang Pahl dan Beitz terdiri dari empat kegiatan atau fase yang masing- masing terdiri dari beberapa langkah, yaitu:

- a. Perencanaan dan penjelasan tugas
- b. Perancangan konsep produk
- c. Perancangan bentuk produk
- d. Perancangan detail

Langkah Langkah Perancangan Sumbu Y

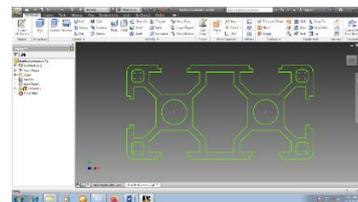
Untuk memulai desain menggunakan software inventor professional terlebih dahulu memilih sudut pandang yang sudah di sediakan X, Y dan Z untuk membuat line sesuai ukuran mesin yang sudah di rencanakan sampai membentuk gambar 3D dan proses perakitan komponen perkomponen hingga membentuk kerangka mesin cnc 5 axis. Berikut ini langkah-langkah perencanaan membuat mesin cnc 5 axis.

Buka Software Inventor Professional



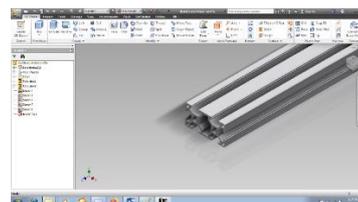
Gambar 4.2 Tampilan Awal Software Inventor Profesional

Klik Sketch Untuk Membuat Line 2D



Gambar 4.3 Desain Aluminium Profile

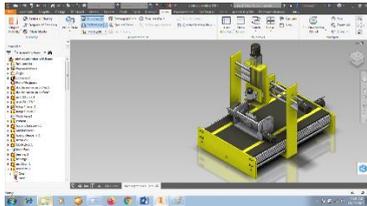
Setelah membuat line 2D selanjutnya di buat bentuk menjadi 3D dengan menekan shortcuts E dengan panjang 770 mm. bentuk aluminium profile ini memiliki dimensi 30 mm x 60 mm.dengan panjang 770mm.



Gambar 4.4 Gambar Aluminium Profile

Perakitan Semua Sumbu Mesin CNC 5 Axis

Tahap ini adalah tahap terakhir pada perakitan mesin cnc 5 axis semua sumbu di rakit menjadi satu sesuai dengan susunannya masing - masing seperti pada Gambar 4.24

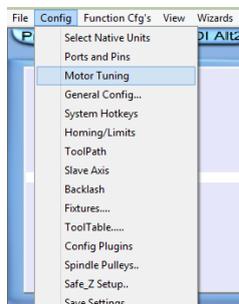


Gambar 4.24 Desain Mesin CNC 5 Axis full Assembly

Dari hasil perancangan mesin cnc 5 axis ini memiliki spesifikasi yang lebih baik dari hasil observasi karena mesin ini mampu di gunakan untuk memotong benda kerja yang berbahan aluminium murni. Bahan kerangka dari mesin ini juga menggunakan besi sehingga kerangka lebih kuat.

Mengatur Kecepatan Motor Tuning

Pada masing-masing motor stepper harus menentukan kecepatan step yang di berikan pada motor stepper untuk mengkalibrasi gerak per step dengan cara memilih pada menu tab config – motor tuning. Maka akan muncul seperti pada gambar 4.47 di bawah ini



Gambar 4.47 Tab Menu Motor Tuning



Gambar 4.48 Motor Tuning

Untuk menentukan steps per unit mm sesuai dengan spesifikasi pada jenis motor stepper yang di gunakan. Step/rev di bagi jarak pitch dan hasil dari pembagian Step/rev di bagi jarak pitch di bagi step Angle.

Spesifikasi motor stepper NEMA 23

Step Angle (degrees) 1.8 (200 step/rev)

Current / Phase 3A

Voltage 8.6 v

Pitch 2.5

Maka step per mm dapat di hitung :

$$= (\text{Step Rev} / \text{pitch})$$

$$= (200 / 2.5)$$

$$= 80 \text{ Step per}$$

Maka dapat di tentukan step per dari sumbu x, y dan z

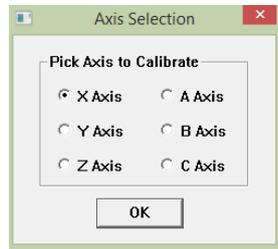
Kalibrasi Sumbu X, Y dan Z

Untuk mengkalibrasi pada masing - masing sumbu caranya masuk pada menu tab pilih Setting Alt6 - Set step per unit. Seperti pada gambar Gambar 4.51 di bawah ini.



Gambar 4.49 Set Steps Per Unit

Setelah itu akan muncul menu pilihan pada sumbu yang akan di kalibrasi seperti pada gambar 4.50 di bawah ini.

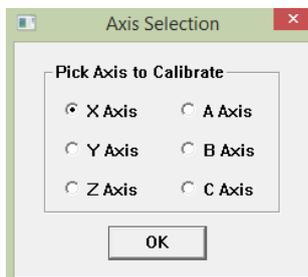


Gambar 4.50 Kalibrasi Sumbu

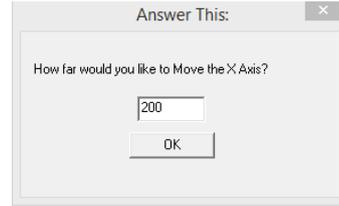
Setelah itu akan muncul menu perintah untuk memasukan jarak yang akan di tempuh oleh motor stepper. Masukan jarak sesuai yang di inginkan kemudian tekan [ok]. Gunakan cara ini untuk mengkalibrasi pada sumbu x, y dan z caranya masih sama seperti yang sebelumnya.

Pengujian Jarak Tempuh Pada Sumbu X, Y dan Z

Setelah slesai di kalibrasi selanjutnya menguji keakuratan secara mengukur langsung perpindahan pada gerak langkah motor stepper dengan cara seperti sebelumnya pada menu tab pilih Setting Alt6 - Set Steps per unit - pilih sumbu yang akan di uji. Lalu masukan dengan jarak 200 klik [ok] lihat hasilnya.



Gambar 4.51 Memilih Sumbu X Yang Akan Di Uji



Gambar 4.52 Perintah Gerak Sumbu X

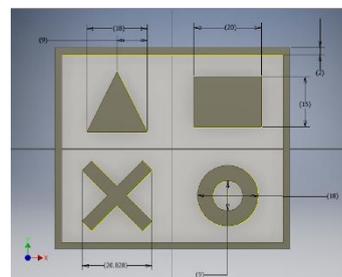
Setelah memasukan perintah gerak pada sumbu x dengan panjang 200mm maka sumbu x akan langsung berjalan. Untuk mengetahui keakuratan gerak langkah sumbu x menggunakan penggaris dengan menaruhnya di titik awal spindel dan bisa di lihat hasilnya ketika spindel berhenti seperti pada gambar 4.53 di bawah ini adalah hasil uji gerak langkah pada sumbu x.



Gambar 4.53 Hasil Uji Kalibrasi Sumbu X

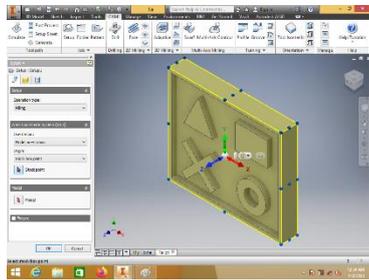
Dari hasil uji gerak langkah pada sumbu x sudah akurat sesuai perintah yang di inginkan dengan menguji gerak langkah sejauh 200 mm.

Pengujian Keakuratan Mesin



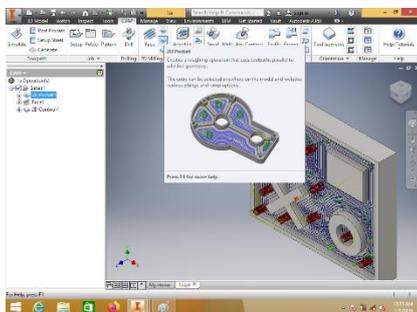
Gambar 4.63 Desain Benda Kerja

Setelah selesai membuat desain benda kerja selanjutnya masuk ke proses cam untuk membuat G-Code.



Gambar 4.64 Proses CAM

Pilih setup untuk mengukur jarak pemotongan pada benda kerja pada menu operation type pilih proses milling tentukan arah sumbu pada benda kerja work coordinate system (wcs) pilih origin pilih salah satu sumbu yang akan di ubah dan klik pada benda kerja maka arah sumbu akan berubah mengarah sesuai arah pada benda kerja hal ini perlu di perhatikan supaya area kerja pada mesin cnc tidak salah arah dalam pemakanan.

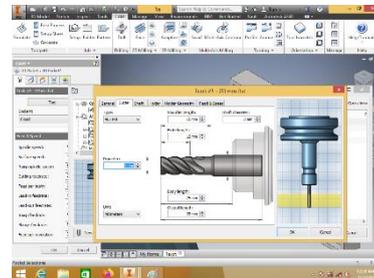


Gambar 4.65 Mengatur Pemakanan Pada Benda Kerja

Untuk mengatur pemakanan pada benda kerja pilih 2D Pocket feature ini otomatis langsung menyeleksi semua line klik pada face benda kerja maka akan terseleksi semua line yang sudah di pilih.

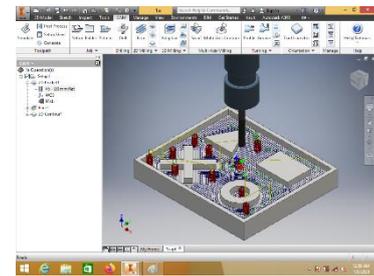
Pilih jenis pahat sesuaikan dengan benda kerja yang sudah di desain pada proses cam ini jenis pemakan yang di gunakan adalah untuk menguji keakuratan dengan sudut untuk sangat kecil maka pada pemilihan

pahat juga di sesuaikan dengan mengetahui sudut terkecil pada desain benda kerja untuk memilih jenis pahat pilih tool - By type - flat mill pilih pahat dengan sudut 3 mm.



Gambar 4.67 Setting mata pahat cnc

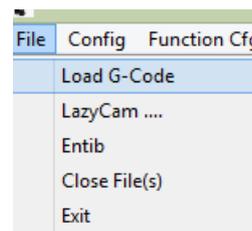
Jika diameter pahat sudah di pilih maka atur panjang mata pisau pada ujung pahat dengan menyesuaikan pada pahat yang sebenarnya. Jika sudah selesai klik [OK] dan tunggu proses pembuatan alur pahat selesai.



Gambar 4.68 Hasil Proses Pembuatan Alur Pahat

Jika pembuatan alur pahat sudah selesai maka selanjutnya klik post proces

Jika G-Code sudah selesai di buat maka selanjutnya tinggal di load pada software mach3mill. Dengan membuka software mach3mill pilih file – load G-code.



Gambar 4.70 Load G-code

Jika sudah di load maka G-code akan tampil seperti pada gambar 4.68 di bawah ini.



Gambar 4.71 Hasil Export G-code

Jika G-code sudah di export pada software mach3mill maka tinggal klik cycle start maka mesin cnc akan bekerja sesuai G-code yang sudah di buat tunggu hingga proses pembubutan slesai dan bisa melihat hasil finishing.

Hasil Pengujian Keakuratan Pada Proses Pembuatan Benda Kerja

Setelah proses pengujian keakuratan pada benda kerja maka dapat dilihat dengan cara mengukur pada benda kerja dengan menggunakan alat ukur jangka sorong.



Gambar 4.72 Panjang Benda Kerja



Gambar 4.73 Lebar Benda Kerja



Gambar 4.75 Panjang Kotak



Gambar 4.76 Lebar Segitiga

Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Uji Keakuratan

No	Gambar	Ukuran Awal	Hasil Akhir
1.	Persegi Benda Kerja	P = 70 mm L = 60 mm	P = 70 mm L = 60,25 mm
2.	Kotak	P = 15 mm L = 20 mm	P = 14,90 mm L = 20,30 mm
3.	Segitiga	L = 18 mm T = 18 mm	L = 17,75 mm T = 17,55 mm
4.	X	P = 20,82 mm L = 20,82 mm	P = 20,90 mm L = 20,75 mm
5.	Bundar	D1 = 18 mm D2 = 9 mm	D1 = 18,55 mm D2 = 9
6.	Garis Tepi	Tebal = 3 mm	Tebal = 3 mm

Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa perubahan dimensi terbesar pada bagian gambar bundar dengan diameter awal 18 mm. dan hasil akhir 18,55 mm. Mengalami perubahan dimensi dengan besar 0,55 mm.

Perubahan dimensi terkecil pada bagian bentuk benda kerja dengan lebar awal 60 mm dan hasil akhir 60,25 mm. Mengalami perubahan dimensi sebesar 0,25 mm. Dari semua perubahan dimensi di sebabkan oleh getaran pada benda kerja pada saat proses pemakanan.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Setelah slesai membuat rancang bangun mesin cnc 5 axis dan melakukan beberapa pengujian, maka pada proses yang telah di lakukan dapat di ambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode perancangan pada konsep desain mesin cnc 5 axis ini menggunakan metode Pahl and Beitz. Cara merancang Pahl dan Beitz terdiri dari empat kegiatan atau fase yang masing- masing terdiri dari beberapa langkah, yaitu:
 - a. Perencanaan dan penjelasan tugas
 - b. Perancangan konsep produk
 - c. Perancangan bentuk produk
 - d. Perancangan detail
 - e.
2. Komponen utama sebagai penggerak pada mesin cnc 5 axis ini yaitu motor stepper dengan menggunakan driver TB6600 2 phase 1.8 Deg/Step sebagai penggerak pada sumbu X, Y, Z dan A/B dengan di kontrol oleh software Mach3.
3. Mesin ini dapat bekerja dengan cara mendesain dengan menggunakan software inventor profesional yang akan di cam oleh inventor HSM untuk

pembuatan G-code dan di teruskan ke software mach3mill untuk load G-code.

B. SARAN

Setelah penelitian ini selesai selanjutnya di harapkan akan ada perbaikan yang terus berlanjut dari pembuatan rancang bangun mesin cnc 5 axis milling router, berikut saran yang penulis berikan :

1. Pada mesin cnc 5 axis milling router ini belum di lengkapi dengan program post processor yang dapat mengontrol kerja dari sumbu A dan B untuk membuatnya dapat membaca G-code yang dapat di baca oleh mesin tersebut.
2. Untuk proses pengecaman benda kerja buatlah dudukan sebagai pengganti router A dan B ketika akan melakukan proses machining pada 3 sumbu buatlah ukuran secukupnya agar proses pembuatan benda kerja dapat lebih besar dari ukuran pada router A dan B.
3. Buatlah konstruksi yang lebih baik lagi kepresisian pada pemotongan bahan yang di gunakan pada mesin cnc sangat mempengaruhi dari kerja mesin tersebut khususnya pada proses pembuatan lubang untuk tempat beputarnya linear screw jika pada proses pembuatan lubang tidak lurus maka yang akan terjadi pada mesin tersebut akan susah untuk berputar jika hal ini terjadi maka pada saat mesin bekerja tidak dapat menghasilkan ukuran yang tepat sesuai ukuran yang sudah di desain. Hal lain dari hal tersebut akan menimbulkan bunyi yang bising dari putaran linear screw ketika mesin berjalan.
4. Pembuatan untuk tempat controller buatlah sebaik mungkin dan harus terbuka karena pada sistem kelistrikan ketika mesin sedang bekerja akan

menimbulkan panas yang sangat cepat dari motor driver jika tempat driver sangat tertutup maka kemungkinan besar driver akan mudah terbakar.

Sigit Widiyanto. *Rancang Bangun Training Kit Cnc Mill 3 Axis Sebagai Materi Praktek Cadcam Di Stt Duta Bangsa.*

DAFTAR PUSTAKA

Ikbal, MAM., Shidiq, MA., 2019 "*Rancang Bangun Pada Pembuatan Prototype cnc Laser Portable Menggunakan Autodesk Inventor*". Skripsi Univeritas Pancasakti Tegal.

Wirawan, Shidiq, MA., 2019 "*Analisa Pembebanan Komponen Printer 3D Tipe Delta Dengan Simulasi Software Autodesk Inventor*" Skripsi Univeritas Pancasakti Tegal.

Ikhlah Syukran Harrizal dkk. "*Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Cnc Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System*". Universitas Riau Pekanbaru.

Jhon H. Jacson dan Harold G. wirte 1983 "*Streng of Matrial*". New York : McGraw Hill.

Kazimi, dan Jindal. 1981. "*Design of Steel Structures*" New delhi : PrinicelHall.

Mahardika, 2014. "*Perancangan Mekanika Alat CNC Router Berbasis Arduino Uno*". Universitas Telkom

Robbani, M., Shiddiq MA., 2019 "*Aplikasi Laser 2500 Milli Watt Pada CNC Router 3018 Untuk Pemotongan Akrilik*". Skripsi Univeritas Pancasakti Tegal.