

# **MESIN MILLING PAPAN PCB**

## **PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Program Diploma- III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh:

Arief Triadi Maslian

NIM : 0012135

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2024**

# LEMBAR PENGESAHAN

## MESIN MILLING PAPAN PCB

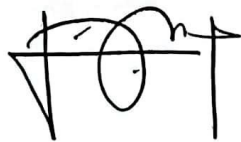
Oleh:

Mahasiswa : Arief Triadi Maslian      NIM:0012135

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Diploma- III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

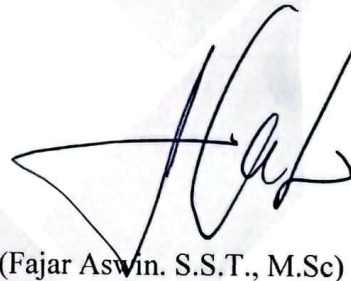
Menyetujui:

Pembimbing 1



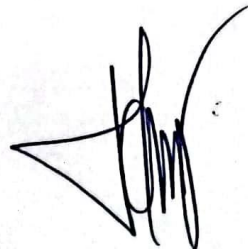
(Angga Sateria. S.S.T., M.T)

Pembimbing 2



(Fajar Aswin. S.S.T., M.Sc)

Penguji 1



(Ramli.S.S.T., M.Sc )

Penguji 2



(Ariyanto.S.S.T., M.T)

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Arief Triadi Maslian

NIM: 0012135

Dengan judul: Mesin Milling Papan PCB.

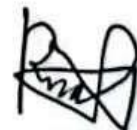
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 26 Juni 2024.

Nama Mahasiswa

Tanda tangan

1. Arief Triadi Maslian



.....

.....

## ABSTRAK

*Mesin ini berfungsi untuk mengukir layout rangkaian elektronika pada papan PCB (Printedcircuit board) atau yang disebut dengan mesin CNC (computer numerical control). Adanyamesin CNC mempermudah dalam mengukir layout rangkaian pada papan PCB. Selain itu,kelebihan dari mesin CNC adalah mempercepat proses mengukir layout dan lebih presisi.Dalam pembuatan layout biasa menggunakan bahan pelarut tembaga ferric chloride dan proses lainnya. Metode perancangan dan pembuatan sistem pada mesin ada beberapa tahapan yaitu perancangan mesin, perakitan perangkat keras, dan perakitan fisik alat. Hasil perancangan dan pembuatan mesin CNC untuk mengukir layout pada PCB bekerja dengan menggunakan aplikasi arduino mega untuk mengontrol mesin CNC. Alat ini menggunakantiga (3) motor stepper bernama nema 17 sebagai penggerak mesin dengan tiga axis yaitu: X, Y, dan Z. Mesin CNC menggunakan cutter single lip sebagai alat ukir pada PCB yang terletak pada axis z. Berdasarkan hasil uji coba, rata-rata penyimpangan pergerakan sumbuaxis X sebesar 10,23 mm, rata-rata penyimpangan pergerakan sumbu axis Y sebesar 10,59 mm dan rata-rata penyimpangan pergerakan sumbu axis Z sebesar 10,45 mm.*

Kata kunci: Rancang bangun mesin, mesin milling PCB, CNC

## **ABSTRACT**

*This machine functions to engrave the layout of electronic circuits on a PCB (Printed circuit board) or what is called a CNC (computer numerical control) machine. The existence of a CNC machine makes it easier to engrave the layout of the circuit on the PCB board. In addition, the advantage of a CNC machine is that it speeds up the process of engraving the layout and is more precise. In making the layout, copper ferric chloride solvent and other processes are usually used. The method of designing and making the system on the machine has several stages, namely machine design, hardware assembly, and physical assembly of the tool. The results of the design and manufacture of the CNC machine to engrave the layout on the PCB work using the Arduino Mega application to control the CNC machine. This tool uses three (3) stepper motors called Nema 17 as machine drivers with three axes, namely: X, Y, and Z. The CNC machine uses a single lip cutter as a carving tool on the PCB located on the Z axis. Based on the test results, the average deviation of the X axis movement is 10.23 mm, the average deviation of the Y axis movement is 10.59 mm and the average deviation of the Z axis movement is 10.45 mm.*

*Keywords: Machine design, PCB milling machine, CNC*

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat ridhonya penulis dapat menyelesaikan makalah proyek akhir ini tepat pada waktunya. Proyek akhir MESIN MILLING PAPAN PCB merupakan salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan pendidikan Diploma-III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Dalam menyelesaikan makalah proyek akhir ini, penulis mendapat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak, baik secara dukungan maupun material. Untuk itu pada kesempatan ini dengan segala kerendahan dan ketulusan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta, khususnya kedua orang tua tercinta yang selalu membimbing, mendoakan dan memberikan motivasi serta menasehati penulis. Terima kasih untuk setiap peluh keringat serta kasih sayang yang tidak ternilai.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Pristiansyah selaku kepala jurusan Teknik mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Angga Sateria, S.S.T.,M.T selaku kepala prodi D-III Teknik mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Angga Sateria S.S.T.,M. T Selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak membantu memberi masukan selama menjadi pembimbing.
6. Bapak Fajar Aswin S.S.T.,M.T selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak membantu memberi masukan selama menjadi pembimbing.
7. Seluruh dosen dan staf pengajar Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Rekan tim proyek akhir dan teman-teman se-angkatan

9. Adikku yang tercinta dan tersayang yang bernama Diva Mardiana Ineker Putri terima kasih telah memberi dukungan dan semangat untuk kakak sehingga laporantugas akhir selesai tepat waktunya.
10. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan makalah proyek akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik segi penulisan maupun isi makalah. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala petunjuk, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan Selanjutnya.

Akhir kata, mohon maaf atas kekurangan dalam penulisan makalah ini dan penulis dengan senang hati penulis menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Semoga makalah ini dapat berguna untuk menambah wawasan dan wacana bagi rekan- rekan mahasiswa.

Sungailiat, 26 Juni 2024.

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	2
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	3
ABSTRAK .....	4
KATA PENGANTAR .....	6
DAFTAR ISI .....	8
DAFTAR TABEL .....	10
DAFTAR GAMBAR .....	11
DAFTAR LAMPIRAN .....	12
BAB 1 PENDAHULUAN .....	13
1.1 Latar belakang masalah .....	13
1.2 Rumusan masalah .....	14
1.3 Tujuan Proyek Akhir .....	14
BAB II DASAR TEORI .....	15
2.1 Computer Numerical Control (CNC) .....	15
2.2 Karakteristik Mesin CNC .....	15
2.3 Pemrograman Mesin CNC .....	16
2.4 Metode pemrograman .....	16
2.5 Kode-kode dalam pemrograman .....	17
2.6 Software Coppercam .....	18
2.7 Komponen Mekanik Mesin .....	19
2.8 Komponen elektronik mesin .....	22
BAB III METODE PELAKSANAAN .....	30
3.1 Flowchart Struktur Pembuatan Alat. ....	30
3.2 Proses desain mesin .....	31
3.3 Proses pembuatan komponen mesin .....	31
3.4 Proses perakitan mekanik mesin .....	31
3.5 Proses perakitan elektronik mesin .....	32
3.6 Uji axis gerakan mesin .....	32
3.6 Uji coba mesin .....	33



3.7 Evaluasi mesin.....	33
3.8 Kesimpulan.....	34
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
4.1 Proses perancangan mesin.....	35
4.2 Perhitungan Jumlah Step Motor Stepper.....	36
4.3 Perhitungan Ketelitian Pergerakan Axis Mesin.....	36
4.4 Proses Pembuatan Komponen Mesin.....	36
4.5 Operational Plan (OP).....	37
4.6 Proses perakitan mekanik mesin.....	46
4.7 Proses Perakitan Elektronik Mesin.....	47
4.8 Uji Gerakan Axis Mesin.....	48
4.9 Perawatan Mesin.....	49
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>51</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Full/half step.....	5
Tabel 2.2 Macam-macam bahasa kode G dan M... ..	14
Tabel 4.1 Hasil pengujian pergerakan sumbu axis X, Y dan Z.....	36
Tabel 4.2 Perawatan komponen mekanik mesin.....	38



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Software coppercam</i> .....	8
Gambar 2. 2 <i>Switch on/off</i> .....	18
Gambar 2. 3 <i>Lead screw</i> .....	9
Gambar 2. 4 Kopling Flexible 5x10mm dan <i>Flexible shaft coupling</i> .....	9
Gambar 2. 5 Bearing .....	10
Gambar 2. 6 Aluminium profil.....	10
Gambar 2. 7 <i>Linear Guide Rail</i> .....	11
Gambar 2. 8 Motor stepper. ....	12
Gambar 2. 9 Kontrol ramps 1.4.....	14
Gambar 2. 10 <i>Power Supply</i> .....	15
Gambar 2. 11 Motor (BLDC).....	16
Gambar 2. 12 Arduino mega 2560 .....	16
Gambar 2. 13 <i>Driver motor stepper</i> .....	17
Gambar 2. 14 Adaptor .....	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir .....	41
Gambar 3. 2 Prinsip kerja motor stepper.....	12
Gambar 4. 1 Perancangan mesin milling PCB .....	23
Gambar 4. 2 Dudukan motor BLDC .....	25
Gambar 4. 3 Kerangka .....	26
Gambar 4. 4 Dudukan bearing .....	27
Gambar 4. 5 Dudukan sumbu X.....	28
Gambar 4. 6 Dudukan sumbu y.....	29
Gambar 4. 7 Dudukan sumbu Z .....	30
Gambar 4. 8 Meja atau bed .....	32
Gambar 4. 9 <i>Box control Ramps</i> .....	33
Gambar 4. 10 Perakitan mekanik mesin .....	34
Gambar 4. 11 Perakitan elektronik mesin. ....	35

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Daftar lampiran 1: riwayat hidup

Daftar lampiran 2: foto-foto pekerjaan mesin



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang masalah

*Printed Circuit Board* PCB atau papan sirkuit elektronik, merupakan sebuah papan yang digunakan untuk mengkoneksikan komponen elektronika dengan menggunakan jalur-jalur konduktif yang terukir pada lapisan tembaga yang terlaminsi pada media nonkonduktif. Pada awalnya proses pembuatan PCB dilakukan dengan cara manual, yaitu melakukan pencetakan desain kedalam kertas *glossy*, kemudian memindahkan serbuk tinta yang ada di kertas ke papan PCB dengan bantuan setrika, kemudian dilarutkan ke dalam larutan *feri klorida* ( $FeCl_3$ ), baru setelah itu di bor pada jalur yang akan di taruh komponen.

Pengeboran lubang merupakan proses yang menentukan pola peletakan komponen pada PCB. Semakin kompleks suatu rangkaian maka lubang komponen akan semakin banyak, sehingga bisa terjadi kesalahan dimana ada beberapa titik yang tidak dibor apabila dilakukan secara manual. Selain itu, untuk jalur-jalur yang rumit atau kecil akan mudah terputus jika terlalu lama direndam pada larutan feri klorida. Tetapi akan terdapat jalur yang tersambung jika terlalu singkat dalam proses perendaman. Maka dari itu dengan cara manual sangat dibutuhkan ketelitian dan ketelatenan yang tinggi. Dengan kemajuan teknologi pada saat ini, khususnya komputer mendorong manusia untuk memanfaatkannya sebagai alat yang dapat membantu dan mempermudah pekerjaan yang memerlukan ketelitian dan beresiko seperti control peralatan mekanik. Maka dari itu proses dalam pembuatan PCB tersebut masih dibidang rumit dan manual, karena membutuhkan proses yang panjang dan membutuhkan ketelatenan, sehingga sangat berpotensi adanya error atau gagal pada jalur PCB.

Dari permasalahan diatas maka penulis akan membuat sebuah mesin yang berfungsi untuk mengebor dan mengukir PCB. Alat ini menggantikan tugas dari pekerja dalam proses pembuatan PCB yaitu pembuatan jalur maupun pelubangan PCB dengan otomatis sehingga sudah tidak sepenuhnya tergantung pada manusia

dan yang diharapkan dapat mengurangi error yang terjadi maupun mempercepat proses dari yang dikerjakan manual.

### **1.2 Rumusan masalah**

Berdasarkan perdahuluan maka dapat dirumusan permasalahan yaitu bagaimana proses perakitan mesin CNC 3 axis yang berfungsi untuk mengukir papan PCB.

### **1.3 Tujuan Proyek Akhir**

Adapun tujuan dari pembahasan tentang laporan tugas akhir ini adalah merakit mesin CNC 3 axis yang berfungsi untuk mengukir papan PCB.



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Computer Numerical Control (CNC)**

*Computer Numerical Control* (CNC) atau disingkat CNC, adalah berawal pada tahun 1952 yang dikembangkan oleh John Parson dari Institut Teknologi Massachusetts, CNC merupakan mesin perkakas yang dilengkapi dengan sistem mekanik dan kontrol berbasis komputer yang mampu membaca instruksi kode N, G, F, T, dan lain, dimana kode-kode tersebut akan menginstruksikan ke mesin CNC agar bekerja sesuai dengan program yang dibuat. Secara umum cara kerja mesin perkakas CNC tidak berbeda dengan mesin perkakas konvensional. Selain itu juga dapat membuat benda kerja secara presisi dan dapat melakukan interpolasi yang diarahkan secara numerik (berdasarkan angka). Parameter sistem operasi CNC dapat diubah melalui program perangkat lunak (*Software Load Program*) yang sesuai tingkat ketelitian. Selain itu, CNC dibagi menjadi dua jenis CNC yaitu: mesin CNC bubut dan mesin CNC milling.

#### **2.2 Karakteristik Mesin CNC**

Mesin CNC memiliki beberapa karakteristik penting yang memengaruhi proses pengukiran, pemakanan dan pengeboran terhadap suatu benda kerja baik itu berupa hanya benda kerjanya saja atau (sirkuit papan elektroniknya): Berikut beberapa karakteristik umum dari mesin CNC.

##### **1. Definisi**

Mesin CNC memiliki akurasi yang tepat dan presisi dalam proses permesinan baik itu, proses pemakanan, pengukiran dan pengeboran pada suatu benda sehingga teknologi CNC banyak diterapkan pada mesin perkakas karena proses pekerjaan yang lebih cepat dari mesin perkakas konvensional dan juga lebih praktis selain itu mudah dioperasikan.

## 2. Ukuran

selain itu ukuran meja yang lebih kecil dari mesin (mesin CNC) menyebabkan bangku bagian atas memiliki lebar meja kurang dari 400 mm. ini sangat ideal untuk pemesinan komponen kecil dan menengah berupa kontur bentuk yang rumit. kemudian untuk spesifikasi yang lebih besar meja ini hanya berukuran 500-600 mm.

## 3. Akurasi

Akurasi memiliki standar menetapkan bahwa akurasi posisi koordinat gerak linier adalah 0,04/300 mm, akurasi posisi berulang adalah 0,025 mm dan akurasi presisi adalah 0,035 mm. Bahkan, ketepatan pabrik alat mesin memiliki cadangan yang cukup besar, yaitu sekitar 20% lebih kecil dari standar nasional.

## 2.3 Pemrograman Mesin CNC

Memprogram mesin CNC merupakan suatu proses memasukan data ke komputer mesin dengan bahasa yang dapat dipahami dan dimengerti oleh CNC tersebut. Bahasa program yang dapat dipahami dan dimengerti oleh mesin CNC berupa bahasa numerik, yaitu bahasa gabungan huruf dan angka. Untuk itu kita harus memasukan suatu program ke komputer mesin bubut CNC agar dapat memproses informasi data dan mengubahnya dalam bentuk data dan perintah – perintah gerakan pada alat potong. Untuk melaksanakan perintah – perintah jalannya gerakan alat potong guna mencapai tujuan yang diinginkan diperlukan bahasa pemrograman, berupa kode – kode dalam bentuk huruf dan angka serta metode pemrograman.

## 2.4 Metode pemrograman

Untuk menunjukkan jalanya pergerakan bor sesuai dengan yang diinginkan, digunakan dua macam metode pemrograman, yaitu pemrograman harga *absolut* dan metode pemrograman harga inkremental. Yang pertama, pemrograman harga *absolute* merupakan metode pemrograman yang menggunakan satu titik acuan atau



satu titik referensi. Dalam menentukan titik koordinat, dari sebuah benda harus sesuai dengan sistemkoordinat yang dipakai. Untuk sistem koordinat yang dipakai dalam pemrograman mesin CNC, adalah menggunakan sistem koordinat *cartesius*. Kemudian yang kedua adalah pemrograman metode inkremental, merupakan suatu metode pemrograman dimana titik referensinya selalu berubah, yaitu titik terakhir yang dituju menjadi titik referensi baru untuk ukuran berikutnya.

## 2.5 Kode-kode dalam pemrograman

Bahasa pemrograman *Numerical Control* (NC) adalah program yang terbaca oleh mesin CNC atau yang biasa di kenal dengan *G-code*. Namun dalam kenyataannya, *G-code* ini hanya sebagian dari bahasa pemrograman NC, yang mengendalikan NC dan peralatan mesin CNC. Kontrol numerik istilah diciptakan di laboratorium Servomechanisms MIT, dan beberapa versi dari NC itu masih dikembangkan secara mandiri oleh pabrik mesin CNC. Versi standar utama yang digunakan di Amerika Serikat telah diselesaikan oleh *Electronic Industries Alliance* di awal 1960-an. Revisi terakhir yang telah disetujui pada bulan februari 1980 sebagai RS274D. Di eropa, standar DIN 66.025 / ISO 6.983 sering digunakan sebagai gantinya. Bahasa kode ini berfungsi sebagai sarana komunikasi antara mesin dengan pemakainya, yakni memberikan informasi data kepada mesin yang harus dipahaminya. Berikut merupakan macam - macam bahasa kode G dan M serta kegunaanya.

Tabel 2. 1 Kode Pemrograman CNC

Nama Kode	Fungsi Kode
G00	Gerakan cepat tanpa pemakanan benda kerja (bergerak lurus)
G01	Gerakan memotong/pemakanan benda kerja (bergerak lurus)
G02	Gerakan memotong melingkar searah jarum jam
G03	Gerakan memotong melingkar berlawanan arah jarum jam
G33	Menyayat beberapa jenis ulir dengan kisar konstan
G40	Membatalkan kompensasi radius atau tanpa kompensasi
G41	Kompensasi radius kanan

G42	Perintah kompetensi radius kiri ( bubut dalam )
G54	Berarti titik nol benda kerja diaktifkan
G90	Pemrograman absolute
G91	Pemrograman inkremental
G96	Mengatur kecepatan potong

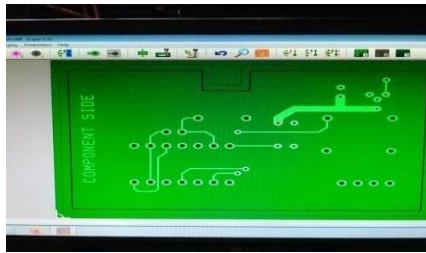
Untuk M-code yang digunakan dalam pemrograman mesin CNC dapat dilihat dalam Tabel 2.1

Tabel: macam-macam M-code.

Nama Kode	Fungsi Kode
M02	Program berakhir
M03	Menghidupkan poros mesin ( <i>spindel on</i> ) berputar berlawanan arah jarum jam (CCW).
M04	<i>Spindle on</i> dengan putaran berlawanan jarum jam
M05	Mematikan poros mesin ( <i>spindel off</i> )
M08	<i>Coolant on</i>
M09	<i>Coolant off</i>
M30	Langkah terakhir (program <i>end</i> )

## 2.6 Software Coppercam

*Coppercam* adalah salah satu *software cam* dimana yang fungsinya untuk membentuk *file gerber* dan *excellon* ke dalam bentuk *gcode (nc)*. Dimana dalam pembentukan ini terdiri dari beberapa pengaturan dari mulai diameter mata pisau CNC, bor, ataupun mata *cutting*, dan kecepatan gerakan saat melakukan proses, hingga tingkat garis ukir dalam sisigambar. Gambar *software coppercam* dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini



Gambar 2.1 software coppercam

## 2.7 Komponen Mekanik Mesin

### **Lead screw/poros ulir**

*Lead screw* adalah sebuah sekrup yang digunakan sebagai penghubung dalam mesin untuk mengubah gerakan putar menjadi gerakan linear. Biasa *Lead screw* terbuat dari logam atau material sejenis. Dan memiliki dimensi yang lebih besar dan lebih panjang. dan juga ada versi yang bergigi dan tidak selain itu, fungsi dari *lead screw* atau poros ulir adalah untuk mengubah gerak rotasi menjadi gerak *linier*, atau gaya putar (torsi) menjadi gaya *linier* atau gaya dorong yang mana *lead screw* ini digunakan dalam mesin milling papan PCB sebagai pergeseran motor BLDC ke kanan dan ke kiri atau pergeseran sumbu Y dan juga sebagai pergeseran sumbu Z selain itu, *Lead Screw* atau poros ulir juga berguna untuk menggerakkan meja ke depan dan ke belakang. Gambar *lead screw* dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2. 2 *Lead Screw*

### **Kopling**

Kopling adalah suatu mekanisme yang dirancang mampu menghubungkan dan melepaskan atau memutuskan perpindahan tenaga dari suatu benda yang berputar ke benda lainnya selain itu, fungsi lain dari kopling untuk menghubungkan sumber

tenaga dari benda yang berputar ke benda lainnya yang mana kopling ini digunakan dalam mesin milling papan PCB sebagai penghubung antara kedua benda yaitu motor *stepper* dengan *Lead Screw* atau poros ulir yang mana digunakan sebagai pergerakan motor BLDC ke kiri dan ke kanan. Selain itu, kopling memiliki dua jenis yaitu: *flexible coupling* 5x10 mm dan *flexible shaft coupling*. Gambar kopling dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3 kopling *Flexible* 5x10mm dan *Flexible shaft coupling*.

## **Bearing**

*Bearing* adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak *relative* antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Selain itu, pengertian lain dari *bearing* adalah bantalan atau penyangga. Dan fungsi *bearing* adalah untuk sebagai komponen yang mendukung pergerakan putar benda, bantalan ini memastikan benda berputar dengan bebas, lancar dan minim gesekan. Dan yang mana *bearing* ini digunakan dalam mesin milling papan (PCB) sebagai tumpuan *LeadScrew* atau poros ulir untuk berputar. Gambar *bearing* dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2. 4 *Bearing*

## Aluminium Profil

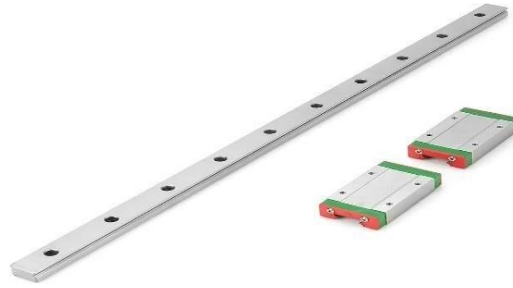
Aluminium profil adalah paduan aluminium yang dibentuk melalui proses ekstrusi untuk menghasilkan bentuk tertentu. Dan selain itu, aluminium profil sering digunakan sebagai bagian dari sistem modular. Dan dalam pembuatan mesin *milling* papan PCB aluminium profil digunakan untuk kerangka utama dan juga sebagaiudukan sumbu (Y, X dan Z). Selain itu juga sebagai tempat menempel *linear guide*. Gambar aluminium profil dilihat pada Gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2. 5 aluminium profil

## Linear guide rail

*Linear guide rail* adalah salah satu komponen perangkat mekanik yang berfungsi untuk menumpu dan memandu suatu bagian mesin yang bergerak translasi bolak balik, baik *linier* atau sirkular. Dan selain itu, fungsi dari *Linear Guide Rail* adalah untuk sebagai media peluncur yang menggunakan bola baja bersirkulasi sebagai komponen penumpu utamanya. dan dalam pembuatan mesin *milling* papan PCB *Linear Guide Rail* digunakan untuk sebagai jalur atau jalan pergerakan meja atau *bed* ke depan dan ke belakang. selainitu, juga digunakan untuk sebagai jalur pergerakan motor BLDC 775 ke kanan atau ke kirikemudian kegunaan lain dari *Linear Guide Rail* dalam mesin *milling* papan PCB adalah untuk sebagai jalur turun dan naiknya motor BLDC 775 yang mana berfungsi untuk memgebor papan PCB. Gambar *Linear Guide Rail* dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2. 6 *Linear Guide Rail*.

## 2.8 Komponen elektronik mesin

### Motor stepper

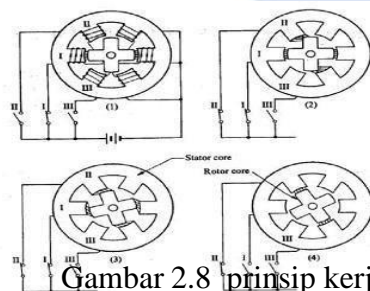
Motor *stepper* adalah perangkat pengendali yang mengkonversikan bit-bit masukan menjadi posisi rotor. Bit-bit tersebut berasal dari terminal input yang ada pada motor *stepper* yang menjadi kutub-kutub magnet dalam motor. Bila salah satu terminal diberi sumber tegangan, terminal tersebut akan mengaktifkan kutub di dalam magnet sebagai kutub utara dan kutub yang tidak diberi tegangan sebagai kutub selatan. Dengan terdapatnya dua kutub di dalam motor ini, *rotor* di dalam motor yang memiliki kutub magnet permanen akan mengarah sesuai dengan kutub-kutub input. Kutub utara *rotor* akan mengarah ke kutub selatan *stator* sedangkan kutub selatan *rotor* akan mengarah ke kutub utara *stator*. Selain itu, motor *stepper* terdiri dari *rotor* berupa magnet permanen dan *stator*. Berupa elektromagnet. Pada kenyataannya jumlah elektromagnet pada suatu motor *stepper* tidak hanya empat, namun bisa berjumlah banyak. Meski demikian, untuk memudahkan pengaturannya, setiap elektromagnet tidak diatur secara individu, namun terdapat beberapa elektromagnet yang disatukan pengaturannya. Selain itu, dalam pembuatan mesin *milling* papan PCB fungsi dari motor *stepper* untuk menggerakkan motor BLDC ke kanan dan kiri juga berfungsi untuk menggerakkan meja ke depan dan ke belakang. Gambar Motor *Stepper* dilihat pada gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.7 motor *stepper*.

### Prinsip kerja motor *stepper*

Prinsip kerja motor *stepper* mirip dengan motor DC, sama-sama dicatudengan tegangan DC untuk memperoleh medan magnet. Bila 11 motor DC memilikimagnet tetap pada stator, motor *stepper* mempunyai magnet tetap pada rotor. Adapun spesifikasi dari motor *stepper* adalah banyaknya fasa, besarnya nilai derajatper step, besarnya volt tegangan catu untuk setiap lilitan, dan besarnya arus yang dibutuhkan untuk setiap lilitan. motor *stepper* tidak dapat bergerak sendiri secara kontinyu, tetapi bergerak secara diskritper-step sesuai dengan spesifikasinya. Untukbergerak dari satu step ke step berikutnya diperlukan waktu dan menghasilkan torsi yang besar pada kecepatan rendah. Salah satu karakteristik motor *stepper* yang penting yaitu adanya torsi penahan, yang memungkinkan motor *stepper* menahan posisinya yang berguna untuk aplikasi motor *stepper* dalam yang memerlukan keadaan start dan stop. Gambar prinsip kerja motor *stepper* dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8 prinsip kerja motor *stepper*

### Karakteristik Motor *Stepper*

Pada motor *stepper* terdapat tiga karakteristik utama diantaranya adalah tegangan, resistansi, dan derajat per step. Untuk lebih jelasnya berikut akan

dijelaskan mengenai masing-masing dari karakteristik motor *stepper*.

#### 1. Tegangan

Tiap motor *stepper* mempunyai tegangan rata-rata yang tertulis pada tiap unitnya atau tercantum pada datasheet masing-masing motor *stepper*. Tegangan rata-rata ini harus diperhatikan dengan seksama karena bila melebihi dari tegangan rata-rata akan menimbulkan panas yang menyebabkan kinerja putarannya tidak maksimal atau bahkan motor *stepper* akan rusak dengan sendirinya

#### 2. Resistansi

Resistansi per lilitan adalah karakteristik yang lain dari motor *stepper*. Resistansi ini akan menentukan arus yang mengalir, selain itu juga akan mempengaruhi torsi dan kecepatan maksimum pada motor *stepper*.

#### 3. Derajat Per Step

Besarnya derajat putaran per step adalah parameter terpenting dalam pemilihan motor *stepper* karena akan menentukan ukuran langkah gerakan yang paling kecil (resolusi). tiap-tiap motor *stepper* mempunyai spesifikasi masing-masing, antara lain  $0.72^\circ$  per step,  $1.8^\circ$  per step,  $3.6^\circ$  per step,  $7.5^\circ$  per step,  $15^\circ$  per step, dan bahkan ada yang  $90^\circ$  per step. dalam pengoperasiannya kita dapat menggunakan 2 prinsip yaitu *full step* atau *half step*. dengan *full step* berarti motor *stepper* berputar sesuai dengan spesifikasi derajat per stepnya, sedangkan *half step* berarti motor *stepper* berputar setengah derajat per step dari spesifikasi motor *stepper* tersebut. *stepper* berputar sesuai dengan spesifikasi derajat per stepnya, sedangkan *half step* berarti motor *stepper* berputar setengah derajat per step dari spesifikasi motor *stepper* tersebut.

### **Tahapan pergerakan motor Stepper**

Motor lebih kasar dibandingkan dengan mode *half step*. Ini dikarenakan pada mode *half* ada dua mode dalam menggerakkan motor *stepper* yaitu mode *full step* dan mode *half step*. Pada mode *full step* perputaran step untuk menggerakkan satu step dibutuhkan dua kondisi sehingga perputaran lebih halus, sedangkan pada mode *full step* torsi nya lebih besar dibandingkan dengan mode *half step*.



Tabel 2. 2 *Full Step*

	Input1	Input2	Input3	Input4
NA	0	1	1	1
NB	1	0	1	1
NC	1	1	0	1
ND	1	1	1	0

Tabel:2.3 Half step

	Input1	Input2	Input3	Input4
NA	0	1	1	1
NB	0	0	1	1
NC	1	0	1	1
ND	1	0	0	1
NA	1	1	0	1
NB	1	1	0	0
NC	1	1	1	0
ND	0	1	1	0

#### **Kontrol Ramps 1/4.**

Kontrol *ramps* adalah modul elektronik yang digunakan untuk mesin *Rep-Rap*. Modul ini terdiri dari perisai *ramps* 1.4 arduino mega 2560 papan(atau tiruan).danmaksimal lima *driver* motor *Stepper*. Hal ini dapat mengontrol hingga 5 motor stepper dengan 1/16 melangkah presisi dan *interface* dengan *hotend*, sebuah *heatbed*, kipas angin (atau *hotend* kedua), LCD *controller*,12V (atau 24V dengan modifikasi sesuai) *power supply*, hingga tiga thermistor, dan sampai enam *stopper* (pemberhenti). Gambar kontrol *ramps* 1.4 dilihat pada gambar 2.9 berikut ini.



Gambar 2.9 kontrol ramps 1.4

### **Power supply**

*Power supply* adalah suatu *hardware* komponen elektronika yang berfungsi sebagai suplayer arus listrik dengan terlebih dahulu merubah tegangan AC (*alternating current*) menjadi tegangan DC (*direct current*). Pada tugas akhir ini digunakan *power supply* sebagai sumber dari motor BLDC yang digunakan saat proses pengeboran. Dari rangkaian *power supply* ini, digunakan penurun tegangan dari 220V AC menjadi 12V DC, dimana 12V DC ini digunakan pada motor BLDC. Proses penurunan tegangan tersebut terjadi karena terdapat IC penurun tegangan dengan tipe IC 7812, serta beberapa kapasitor untuk mengurangi daya pada tegangan DC yang dihasilkan. untuk trafo yang digunakan berjenis CT dengan arus sebesar 2A. Gambar *power supply* dilihat pada gambar 2.10 berikut ini.



Gambar 2. 10 *Power Supply*

### **Motor BLDC**

Motor BLDC adalah motor listrik yang menggunakan arus searah tanpa sikat untuk menghasilkan putaran pada rotor. Berbeda dengan motor DC tradisional yang menggunakan sikat dan komutator. Dan terdiri dari kumparan pada motor BLDC disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) sedangkan magnet permanen disebut *rotor* (bagian yang berputar). Selain itu, fungsi dari motor BLDC adalah untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau energi gerak. Kemudian dalam

pembuatan mesin milling papan PCB motor BLDC ini digunakan untuk sebagai mengebor papan PCB. Gambar Motor BLDC dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut ini.



Gambar 2. 11 Motor (BLDC)

### **Arduino Mega 2560**

Arduino mega 2560 adalah papan pengembangan *mikrokontroller* yang berbasis arduino dengan menggunakan *chip ATmega 2560*. *Board* ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analoginput, 4 pin uart (*port serial*) selain itu, fungsi utama dari arduino mega 2560 adalah untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang dan membuat keseluruhan sketsa lebih kecil dan kompak karena bagian kode digunakan berkali-kali. Dan dalam pembuatan alat *milling* papan PCB arduino mega 2560 ini digunakan untuk menambah tombol reset untuk perisai yang menghalangi satu di papan tulis. Selain itu, arduino megamemiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, arduino lain atau *mikrokontroler* lainnya. Gambar arduino mega 2560 dapat dilihat pada gambar 2.12 berikut ini.



Gambar 2. 12 Arduino mega 2560

## Driver Motor Stepper

*Driver* motor *stepper* untuk menggerakkan motor seperti motor *stepper* untuk berputar terus menerus dengan mengontrol posisi yang tepat tanpa menggunakan sistem umpan balik. Fungsi dari *driver* motor A4988 yakni sebagai pengontrol motor *stepper*. ICA4988 merupakan *driver microstepping* motor yang lengkap dengan *built-in* penerjemah untuk mengarahkan setiap motor *stepper*. *Driver* motor ini dapat mengontrol kerja motor *stepper* hanya dengan 2 pin dari *kontroler*, pin pertama untuk mengontrol arah putaran, pin kedua untuk mengontrol motor *stepper*. *Driver* A4988 memiliki kapasitas tegangan *output* 35V dan arus sebesar 2A. Gambar *driver* motor *stepper* dapat dilihat pada Gambar 2.13 berikut ini.



Gambar 2. 13 *driver* motor *stepper*

## Switch on/off.

*Switch* (saklar tombol tekan) adalah perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button micro switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0). Istilah On dan Off ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi On dan Off. Selain itu, secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengondisian On dan Off. Gambar *switch on/off* dapat dilihat pada gambar 2.14 berikut ini.



Gambar 2. 14 *switch on/off*

### **Adaptor**

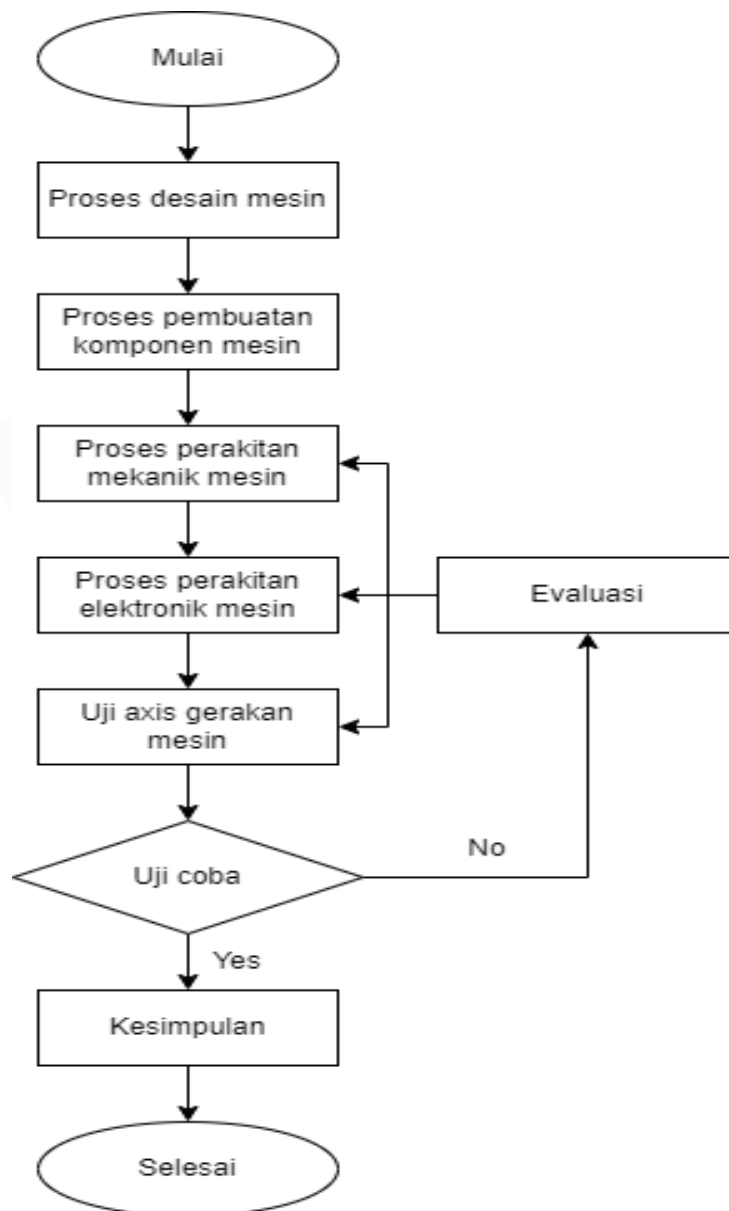
Adaptor adalah alat atau jembatan untuk menyambungkan sumber tegangan DC. Tegangan DC ini dibutuhkan oleh berbagai macam rangkaian elektronik untuk dapat dioperasikan. Rangkaian inti dari adaptor/ *power supply* adalah suatu rangkaian penyearah yaitu rangkaian yang mengubah sinyal bolak-balik (AC) menjadi sinyal searah (DC). Proses pengubahan dimulai dari penyearah oleh *diode*, penghalusan tegangan kerut (*Ripple Viltage Filter*) dengan menggunakan *condensator* dan pengaturan (*regulasi*) oleh rangkaian *regulator*. Gambar adaptor dapat dilihat pada gambar 2.15 berikut ini.



Gambar 2.15 Adaptor

## BAB III METODE PELAKSANAAN

### 3.1 Flowchart Struktur Pembuatan Alat.



Gambar 3. 1 Diagram Alir

### 3.2 Proses desain mesin

Proses desain mesin merupakan bagian dari tahapan pembuatan alat yang mana adanya desain mesin untuk memudahkan proses pembuatan alat. Untuk media desain mesin menggunakan computer yang sudah ada aplikasinya. Selain itu adanya desain atau rancangan mesin bisa mengetahui dimensi dan bentuk ukuran alatnya. Dan kegunaan lain dari rancangan atau desain mesin adalah untuk mengetahui panjang, lebar dan tinggi dalam pembuatan mesin *milling* papan PCB pada saat proses pengerjaan dalam pembuatan mesin *milling* papan PCB agar sesuai dengan bentuknya yang sesuai dengan keinginan pembuatnya dalam proyek akhir pembuatan mesin *milling* papan PCB.

### 3.3 Proses pembuatan komponen mesin

Pada proses pembuatan komponen mesin yang merupakan bagian tahapan kedua berupa proses pembuatan komponen mesin. Dan setelah mendesain atau merancang mesin. Maka dari itu akan dibuatkan bagian setiap komponen mesin baik itu, mekanik mesin maupun elektronik mesin. Selain itu, untuk pembuatan komponen mekanik atau elektronik mesin. pada komponen mekanik mesin terdapat berupa poros ulir atau nama lainnya, *leadscrew* yang mana *lead screw* ini terbuat dari bahan aluminium dan ulirnya dibentuk menggunakan mesin CNC bubut atau bisa juga menggunakan mesin bubut konvensional. dan sedangkan untuk pembuatan komponen mesin perangkat lunak atau perangkat *software* seperti dudukan motor *stepper*, dudukan motor BLDC maupun *bed* atau meja kemudian untuk dudukan motor *stepper*, dudukan motor BLDC ataupun *bed* bahan dasarnya terbuat dari gulungan filament plastik yang dicetak menggunakan mesin 3D *printing* pada proyek akhir berjudul pembuatan alat atau mesin *milling* papan PCB.

### 3.4 Proses perakitan mekanik mesin

Pada proses perakitan mekanik mesin yang merupakan bagian dari tahapan ketiga berupa proses perakitan mekanik mesin dan setelah pembuatan komponen mesin maka dari itu dilakukan perakitan atau pemasangan terhadap bagian-bagian komponen mekanik mesin selain itu, dalam perakitan terdapat berbagai jenis bagian-

bagian komponen mekanikmesin seperti: *lead screw* atau poros ulir, kopling, *linear guide*, aluminium profil dan bearing kemudian setiap bagian komponen mekanik mesin disatukan atau dipasakandengan komponen mekanik mesin lainnya seperti pemasangan bearing dengan dudukan selanjutnya pemasangan kopling dengan motor *stepper* juga dihubungkan dengan *lead screw* atau poros ulir selanjutnya pemasangan *linear guide* dengan aluminium profil selanjutnya pemasangan akhir terhadap kedua batang aluminium profil sehingga terbentukkerangka yang disertai sistem mekanik yang lengkap pada proyek akhir pembuatan alat milling papan PCB.

### **3.5 Proses perakitan elektronik mesin**

Pada proses perakitan elektronik mesin yang merupakan bagian dari tahapan keempat yaitu berupa proses perakitan elektronik mesin dan setelah perakitan mekanik mesin selanjutnya dilakukan perakitan atau pemasangan terhadap bagian-bagian komponen elektronik mesin selain itu, dalam perakitan terdapat berbagai jenis bagian- bagian komponen elektronik mesin seperti: arduino mega, *power supply*, *driver motor stepper*, adaptor, motor BLDC dan motor*stepper*. Kemudian setiap bagian komponen elektronik mesin disatukan atau dihubungkan komponen elektronik mesin lainnya seperti pemasangan arduino mega yang dihubungkan kontrol *ramps 1.4* selanjutnya dihubungkandengan *drivermotor stepper* yang mana *driver motor stepper* ini sudah menempel pada motor *steppernya*, kemudian dihubungkan lagi dengan kontrol *ramps 1/4*. Setelah itu, dilanjutkan pemasangan kontrol *ramps 1/4* yang dihubungkan dengan *power supply* yang mana *power supply* ini berfungsi untuk mengatur tegangan aliran listrik yang masuk ke motor *stepper* dan motor BLDC dan selanjutnya pemasangan terakhir pada motor BLDC yang dihubungkan dengan *power supply*. Sehingga terbentuk rangkaian komponen elektronik mesin yang lengkap pada proyek akhir pembuatan alat milling papan PCB.

### **3.6 Uji axis gerakan mesin**

Pada uji axis gerakan mesin yang merupakan bagian dari tahapan kelima



pada struktur pembuatan alat. Selain itu, dalam pengujian gerakan axis mesin hanya untuk mengetahui seberapa langkah step dari pergerakan axis kertiga sumbu baik sumbu Y sumbu X dan sumbu Z yang mana kertiga sumbu ini akan dilihat seberapa jauh penyimpangan pergerakan kertiga sumbu baik itu sumbu X sumbu Y maupun sumbu Z, jika ditemui kertiga sumbu pergerakan yang masih penyimpangan atau macet maka akan dilakukan penyetelan terhadap keempat *lead screw* atau poros ulir biasa disebabkan karenalonggar atau kurang tepat pemasangannya selain karena longgar atau kurang tepat pemasangannya dan juga karena *linear guide* dipengaruhi adanya karat atau kering oli pada *linear guide*. Dan menyebabkan kertiga sumbu Y sumbu X maupun sumbu Z kurang lancaratau macet.

### **3.6 Uji coba mesin**

Pada uji coba alat ini yang merupakan bagian tahapan terakhir dari pembuatan alatdengan adanya uji coba alat ini dilakukan untuk mengetahui fungsi dari setiap bagian – bagian pada keseluruhan komponen mesin baik itu komponen mekanik mesin maupun komponen elektronik mesin. selain itu, dalam pengujian ini akan dilihat dari kedua komponen mesin baik komponen mekanik maupun elektronik mesin jika ditemui bagian –bagian dari salah satu komponen mesin baik itu komponen mekanik atau elektronik mesinjika tidak berfungsi dengan baik atau tidak berfungsi dengan semestinya maka akan dilakukan perbaikan pada setiap bagian-bagian komponen mesin baik itu komponen mekanik mesin maupun komponen elektronik mesin agar berhasil pada pengujian keseluruhannya dan juga agar sesuai dengan keinginan pembuatnya.

### **3.7 Evaluasi mesin**

Setelah dilakukan pengujian alat pada keseluruhan komponen mesin baik itukomponen mekanik dan elektronik kemudian dilakukan evaluasi setiap bagian-bagian komponen mesin seperti: *bearing*, *lead screw* atau poros ulir dan *linear guide*. Kemudian dilanjutkan evaluasi pada komponen elektronik mesinnya seperti motor BLDC, motor *stepper*, arduino mega dan *control ramps* 1.4. Jika ditemui kerusakan pada saat pengujiandari kedua komponen mesin baik itu komponen

mekanik maupun komponen elektronik mesin. Akan dilakukan ganti komponen atau cara lainnya dilakukan penyetelan rangkaiankomponen elektronik maupun mekanik mesin agar sesuai yang diinginkan pembuatnya.

### **3.8 Kesimpulan**

Kesimpulan adalah hasil akhir dari berdasarkan uraian yang sudah dijelaskan sebelumnya, kesimpulan berisi keseluruhan dari inti penelitian yang dilakukan. Ataupun hasil dari pembuatan mesin.



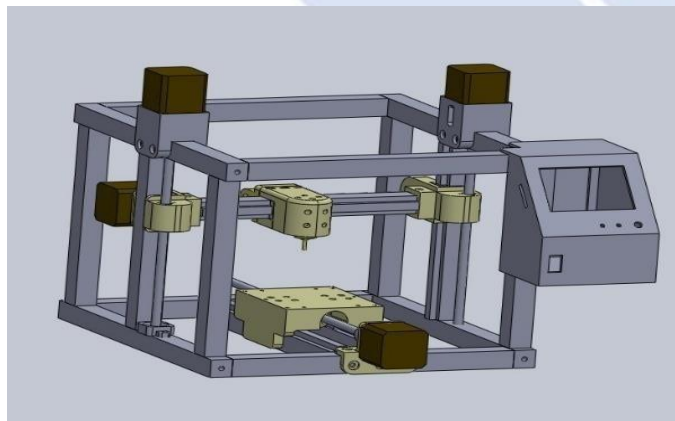
## BAB IV

### PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai proses perancangan mesin, proses perhitungan jumlah step motor *stepper*, perhitungan akurasi pergerakan axis mesin, proses pembuatan komponen, proses perakitan mesin dan uji coba axis mesin.

#### 4.1 Proses perancangan mesin

Pada kolom pertama ini terdapat step langkah berupa proses perancangan mesin yangmana proses perancangan mesin yang berfungsi untuk merancang atau mendesain bentuk mesin milling papan PCB. Maka dari itu, untuk mendesain atau merancang mesin menggunakan aplikasi *solidwork* yang mana memiliki banyak fungsi untuk mendesain berbagai jenis benda baik itu kerangka alat maupun komponen alat lainnya. Adanya 5 mm aplikasi *soliswork*, kita bisa mengetahui ukuran panjang atau lebar kerangka dalam pembuatan mesin milling papan PCB. Selain itu, fungsi lain dari aplikasi *solidwork* kita bisa mengetahui diameter ukuran lubang baut yang akan dibor pada saat menyatukan kerangka aluminium profil dengan kerangka aluminium profil lainnya agar sesuai dengan ukuran baut sebesar 5 mm pada saat pembuatan kerangka mesin milling papan PCB. Gambar perancangan mesin ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Perancangan mesin milling PCB

## 4.2 Perhitungan Jumlah Step Motor Stepper

Tujuan dilakukan perhitungan jumlah step motor *stepper* adalah untuk mengetahui jumlah step yang dibutuhkan untuk menggerakkan sumbu mesin sebanyak 1 mm. Perhitungan jumlah step motor *stepper* menggunakan persamaan berikut:

Jumlah step:

$$\frac{\text{total step 1 putaran postepros}}{\text{pitch ulir}} = \frac{200}{8} = 25 \text{ step}$$

Jadi untuk menggerakkan axis mesin sebesar 1 mm, dibutuhkan 25 Step dari motor *stepper*.

## 4.3 Perhitungan Ketelitian Pergerakan Axis Mesin

Tujuan dilakukannya perhitungan ketelitian pergerakan axis mesin adalah untuk mengetahui tingkat akurasi pergerakan sumbu axis jika diberikan 1 step motor *stepper*. Perhitungan ketelitian pergerakan axis mesin menggunakan persamaan berikut.

Ketelitian pergerakan axis

$$\frac{1}{25} = 0,04 \text{ mm}$$

Jadi ketelitian pergerakan axis X, Y dan Z adalah sebesar 0,04 mm.

## 4.4 Proses Pembuatan Komponen Mesin.

Step langkah selanjutnya berupa proses pembuatan komponen mesin setelah dilakukan desain atau merancang mesin. Maka dari itu akan dibuatkan bagian setiap komponen mesin berupa perangkat hardware atau perangkat keras. Pembuatan komponen mesin perangkat hardware atau perangkat keras terdapat berupa poros ulir atau *lead screw* yang mana *leadscrew* ini terbuat dari bahan kuningan dan ulirnya dibentuk menggunakan mesin CNC bubut atau bisa juga menggunakan

mesin bubut konvensional. Pembuatan komponen mesin lainnya sepertiudukan motor *stepper*,udukan motor BLDC maupun *bed* atau meja, bahan dasarnya terbuat dari gulungan filament plastik yang dicetak menggunakan mesin 3D printing

#### 4.5 Operational Plan (OP)

Dalam proses pembuatan komponen mesin milling papan PCB dilakukan proses permesinan seperti permotongan aluminium profil, pengeboran pada aluminium profil dan melakukan pembuatan ulir pada lubang yang sudah dibor.

##### 1. Pembuatanudukan motor BLDC.

Dudukan motor BLDC merupakan bagian dari komponen mesin milling papan PCB sebagai tempat motor BLDC dalam proses pembuatanudukan motor BLDC menggunakan gulungan filament yang mana filament terbuat dari plastik yang dicetak menggunakan mesin printing 3D dan berikut ini cara proses langkah mencetak menggunakan mesin printing 3D yaitu:

- 1.01 Tekan sakelar on/off
- 1.02 Kemudian pilih *autohome* untuk kembali ke titik 0.
- 1.03 Pilih file yang akan dicetak.
- 1.04 Mesin akan otomatis mencetakudukan motor BLDC. Kemudianudukan motor BLDC dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4. 2 dudukan motor BLDC

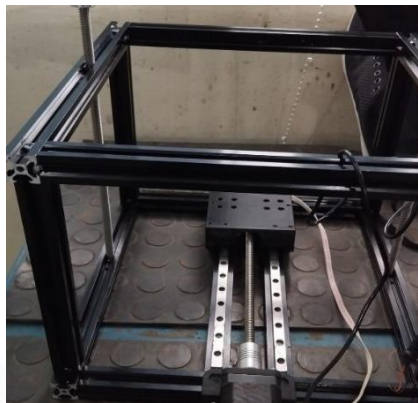
berikut ini ukuran dudukan motor BLDC:

- Lebar: 40 mm
- Panjang: 8,6 mm
- Tinggi: 4,2 mm

##### 2. OP Pembuatan kerangka

Dalam pembuatan kerangka bahan yang digunakan berupa aluminium profil

yang mana bahan ini sangat ringan sehingga sangat cocok untuk diaplikasikan. selain itu aluminium profil dipotong ukuran sekitar 30 CM dan untuk empat tiang kerangka berukuran sekitar 20,15 CM selanjutnya melakukan pengeboran terhadap aluminium profil setelah pengeboran dilakukan tap pada ujung lubang aluminium profil yang sudah dipotong dan kerangka alat milling papan PCB dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4. 3 kerangka

Proses permotongan aluminium profil pada kerangka alat:

- 2.01 periksa dan dilihat pada seketsa gambar kerja
- 2.02 dilakukan pengukuran pada aluminium profil panjangnya sekitar 30 CM
- 2.03 setelah itu dilanjutkan pengukuran untuk tiang kerangka dan panjangnya sekitar 20,15 CM
- 2.04 setelah diukur aluminium profile selanjutnya dipotong menggunakan mesin gergaji
- 2.05 setelah itu disetting mesin gergaji.
- 2.06 selanjutnya mesin gergaji dihidupkan. setelah disetting. Proses perakitan kerangka pada aluminium profil.
- 2.07 periksa dan dilihat pada seketsa gambar kerja.
- 2.08 dilakukan tap pada keempat lubang dengan mata tap berdiameter 6 mm
- 2.09 Selanjutnya dilakukan pengeboran pada bagian belakang aluminium profil dengan mata bor berdiameter 5 mm

- 2.10 kemudian, sediakan obeng tangan atau obeng mesin
- 2.11 Setelah itu, pemasangan batang aluminium profil dengan batang aluminium profil lainnya menggunakan baut berukuran 5 mm dan dikencangkan menggunakan obeng + atau obeng-. ukuran kerangka pada dibawah ini yaitu:  
Lebar : 30 CM  
Panjang: 30 CM  
Tinggi : 26 CM

### 3 OP Pembuatan dudukan bearing

Dalam proses pembuatan dudukan bearing bahan yang digunakan adalah gulunganfilament yang mana gulungan filament ini terbuat dari bahan plastik bekas yang sudah diolah pabrik plastik dan selain itu dudukan bearing merupakan bagian komponen kedua mesin dari mesin milling papan PCB. Kemudian dilanjutkan mencetak dudukan bearing menggunakan mesin 3D printing. Dan dudukan bearing dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4. 4 dudukan bearing

- 3.01 langkah pertama, masukan gulungan filament plastik ke dalam *nozzle* bagian ujung mesin 3D printed yang mana *nozzle* ini sebagai jalur keluar gulungan filament plastik dan sekaligus pemanas gulungan filament plastik.
- 3.02 Kemudian, setting jarak antara alas cetak dengan *nozzle* sekitar 0,2 mm
- 3.03 Selanjutnya, periksa sumbu x, y dan sumbu z jika ketiga sumbu terkunci lalu dihidupkan tombol on/off setelah ditekan tombol *on/off* selanjutnya tombol diputar ke arah bawah yang ada tulisan *disstapbe*

lalu ditekan tombolnya dan akan otomatis terbuka kunci dari ketiga sumbu x, y maupun sumbu z

3.04 Setelah itu, periksa ukuran benda yang akan dicetak menggunakan mesin 3D printing.

3.05 Selanjutnya Tekan sakelar on/off

3.06 Kemudian pilih *autohome* untuk kembali ke titik 0.

3.07 Pilih file yang akan dicetak.

3.08 Mesin akan otomatis mencetak dudukan sumbu X

Ukuran dudukan *bearing* yaitu:

Lebar : 7,1 mm

Panjang :2,6 mm

Tinggi :4,5 mm

#### 4.OP Pembuatan dudukan motor *stepper* sumbu X

Dalam proses pembuatan dudukan motor *stepper* sumbu X bahan yang digunakan juga sama adalah gulungan filament yang mana gulungan filament ini terbuat dari bahan plastik bekas yang sudah diolah pabrik plastik dan selain itu dudukan motor *stepper* sumbuX merupakan bagian komponen ketiga dari alat atau mesin milling papan PCB Kemudian dilanjutkan mencetak dudukan motor *stepper* sumbu X menggunakan mesin 3D printig. Dan dudukan motor *stepper* sumbu X dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 4. 5 dudukan sumbu X

Berikut ini adalah langkah proses mencetak dudukan motor *stepper* sumbu X yang menggunakan mesin 3D printing yaitu:

4.01 langkah pertama,masukan gulungan filament plastik ke dalam *nozzle* bagian ujung mesin 3D printing yang mana *nozzle* ini sebagai jalur



keluar gulungan filament plastik dan sekaligus pemanas gulungan filament plastik.

- 4.02 Kemudian, *setting* jarak antara alas cetak dengan *nozzle* sekitar 0,2 mm
- 4.03 Selanjutnya, periksa sumbu x, y dan sumbu z jika ketiga sumbu terkunci lalu dihidupkan tombol *on/off* setelah dipencet tombol *on/off* selanjutnya tombol diputar ke arah bawah yang ada tulisan *disstapbe* lalu dipencet tombolnya dan akan otomatis terbuka kunci dari ketiga sumbu x, y maupun sumbu z
- 4.04 Setelah itu, periksa ukuran benda yang akan dicetak menggunakan mesin 3D printing
- 4.05 Selanjutnya Tekan sakelar *on/off*
- 4.06 Kemudian pilih *autohome* untuk kembali ke titik 0.
- 4.07 Pilih file yang akan dicetak.
- 4.08 Mesin akan otomatis mencetak dudukan sumbu X

Ukuran dudukan motor *stepper* sumbu X yaitu:

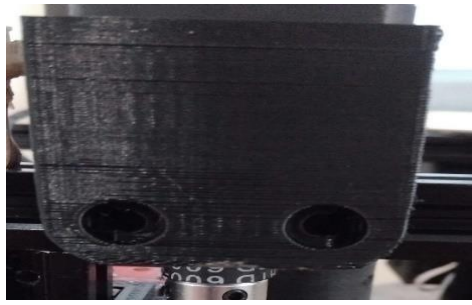
Lebar : 24 mm

Panjang : 68 mm

Tinggi : 59 mm

#### 5 OP Pembuatan dudukan motor *stepper* sumbu Y

Dalam proses pembuatan dudukan motor *stepper* sumbu Y bahan yang digunakan juga sama adalah gulungan filament yang mana gulungan filament ini terbuat dari bahan plastik bekas yang sudah diolah pabrik plastik dan selain itu dudukan motor *stepper* sumbu Y merupakan bagian komponen keempat dari alat atau mesin milling papan PCB kemudiandilanjutkan mencetak dudukan motor *stepper* sumbu Y menggunakan mesin 3D printing. Dan dudukan motor *stepper* sumbu Y dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4. 6udukan sumbu y

Berikut ini adalah langkah proses mencetak dudukan motor stepper sumbu Y yang menggunakan mesin printed 3D yaitu:

- 5.01 langkah pertama, masukan gulungan filament plastik ke dalam *nozzle* bagian ujungmesin printed triding 3D yang mana *nozzle* ini sebagai jalur keluar gulunganfilament plastik dan sekaligus pemanas gulungan filament plastik.
- 5.02 Kemudian, setting jarak antara alas cetak dengan *nozzle* sekitar 0,2 mm
- 5.03 Selanjutnya, periksa sumbu x, y dan sumbu z jika ketiga sumbu terkunci lalu dihidupkan tombol *on/off* setelah dipencet tombol *on/off* selanjutnya tombol diputar ke arah bawah yang ada tulisan *disstapbe* lalu dipencet tombolnya dan akan otomatisterbuka kunci dari ketiga sumbu x, y maupun sumbu z.
- 5.04 Setelah itu,periksa ukuran benda yang akan dicetak menggunakan mesin printed 3D
- 5.05 Selanjutnya Tekan sakelar *on/off*
- 5.06 Kemudian pilih *autohome* untuk kembali ke titik 0.
- 5.07 Pilih file yang akan dicetak.
- 5.08 Mesin akan otomatis mencetak dudukan sumbu Y

Ukuran dudukan motor *stepper* sumbu Y yaitu:

Lebar : 45 mm

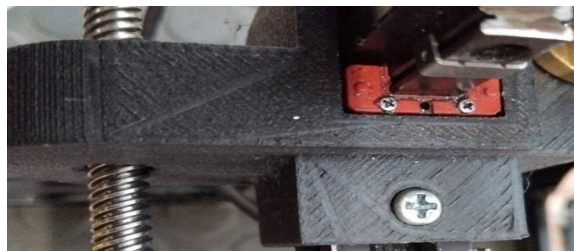
Panjang :45 mm

Tinggi :52 mm

#### 6.OP Pembuatan dudukan motor *stepper* sumbu Z

Dalam proses pembuatan dudukan motor *stepper* sumbu Z bahan yang

digunakan juga sama adalah gulungan filament yang mana gulungan filament ini terbuat dari bahan plastik bekas yang sudah diolah pabrik plastik dan selain itu dudukan motor *stepper* sumbu Z merupakan bagian komponen kelima dari alat atau mesin milling papan PCB Kemudian dilanjutkan mencetak dudukan motor *stepper* sumbu Z menggunakan mesin printed 3D. Dan dudukan motor *stepper* sumbu Z dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut ini.



Gambar 4. 7 dudukan sumbu Z

Berikut ini adalah langkah proses mencetak dudukan motor *stepper* sumbu Z yang menggunakan mesin printed 3D yaitu :

- 6.01 langkah pertama, masukan gulungan filament plastik ke dalam *nozzle* bagian ujung mesin printed 3D yang mana *nozzle* ini sebagai jalur keluar gulungan filament plastik dan sekaligus pemanas gulungan filament plastik.
- 6.02 Kemudian, setting jarak antara alas cetak dengan *nozzle* sekitar 0,2 mm
- 6.03 Selanjutnya, periksa sumbu X, Y dan sumbu Z jika ketiga sumbu terkunci lalu dihidupkan tombol *on/off* setelah dipencet tombol *on/off* selanjutnya tombol diputar ke arah bawah yang ada tulisan *disstapbe* lalu dipencet tombolnya dan akan otomatis terbuka kunci dari ketiga sumbu x,y maupun sumbu Z.
- 6.04 Setelah itu, periksa ukuran benda yang akan dicetak menggunakan mesin printed 3D
- 6.05 Selanjutnya Tekan sakelar *on/off*
- 6.06 Kemudian pilih *autohome* untuk kembali ke titik 0.
- 6.07 Pilih file yang akan dicetak.
- 6.08 Mesin akan otomatis mencetak dudukan sumbu Z

Ukuran dudukan motor *stepper* sumbu Z yaitu:

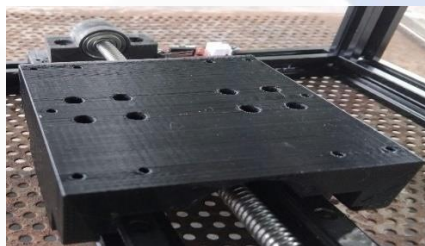
Lebar : 36 mm

Panjang : 8,8 mm

Tinggi : 34 mm

#### 7.OP Pembuatan meja atau *bed*

Dalam proses pembuatan meja atau *bed* bahan yang digunakan juga sama adalah gulungan filament yang mana gulungan filament ini terbuat dari bahan plastik bekas yang sudah diolah pabrik plastik dan selain itu *bed* atau meja merupakan bagian komponen keenam dari mesin milling papan PCB. Kemudian dilanjutkan mencetak meja atau *bed* menggunakan mesin printed 3D. Dan meja atau *bed* dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut ini.



Gambar 4. 8 meja atau *bed*

Berikut ini adalah langkah proses mencetak meja atau *bed* yang menggunakan mesin printed 3D yaitu:

- 7.01 langkah pertama, masukan gulungan filament plastik ke dalam *nozzle* bagian ujung Mesin printed 3D yang mana *nozzle* ini sebagai jalur keluar gulungan filament plastik dan sekaligus pemanas gulungan filament plastik
- 7.02 Kemudian, setting jarak antara alas cetak dengan *nozzle* sekitar 0,2 mm
- 7.03 Selanjutnya, periksa sumbu x, y dan sumbu z jika ketiga sumbu terkunci lalu dihidupkan tombol *on/off* setelah dipencet tombol *on/off* selanjutnya tombol diputar ke arah bawah yang ada tulisan *disstapbe* lalu dipencet tombolnya dan akan otomatis terbuka kunci dari ketiga sumbu x, y maupun sumbu z.
- 7.04 Setelah itu, periksa ukuran benda yang akan dicetak menggunakan mesin printed 3D

7.05 Selanjutnya Tekan sakelar on/off

7.06 Kemudian pilih autohome untuk kembali ke titik 0.

7.07 Pilih file yang akan dicetak.

7.08 Mesin akan otomatis mencetak meja atau bed

Ukuran meja atau *bed* yaitu:

Lebar : 10 mm

Panjang :9,7 mm

Tinggi :1,8 mm

#### 8 OP Pembuatan *box kontrol ramps 1.4*

Dalam proses pembuatan *box kontrol ramps 1.4* bahan yang digunakan juga sama adalah gulungan filament yang mana gulungan filament ini terbuat dari bahan plastik bekas yang sudah diolah pabrik plastik dan selain itu *box kontrol ramps* merupakan bagian komponen ketujuh dari mesin milling papan PCB. Kemudian dilanjutkan mencetak *box kontrol ramps* menggunakan mesinprinted 3D. Dan *box kontrol ramps* dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut ini.



Gambar 4. 9 box control ramps 1.4

Berikut ini adalah langkah proses mencetak *box kontrol ramps* yang menggunakan mesin printed 3D yaitu:

7.09 langkah pertama, masukan gulungan filament plastik ke dalam *nozzle* bagian ujung mesin printed 3D yang mana *nozzle* ini sebagai jalur keluar gulungan filament plastik dan sekaligus pemanas gulungan filament plastik

7.10 Kemudian, setting jarak antara alas cetak dengan *nozzle* sekitar 0,2 mm

7.11 Selanjutnya, periksa sumbu x, y dan sumbu z jika ketiga sumbu terkunci lalu dihidupkan tombol *on/off* setelah dipencet tombol *on/off*

selanjutnya tombol diputar ke arah bawah yang ada tulisan *disstapbe* lalu dipencet tombolnya dan akan otomatis terbuka kunci dari ketiga sumbu x, y maupun sumbu z.

7.12 Setelah itu, periksa ukuran benda yang akan dicetak menggunakan mesin printed 3D

7.13 Selanjutnya Tekan sakelar on/off

7.14 Kemudian pilih autohome untuk kembali ke titik 0.

7.15 Pilih file yang akan dicetak.

7.16 Mesin akan otomatis mencetak box control ramps

Ukuran *box* kontrol *ramps* yaitu:

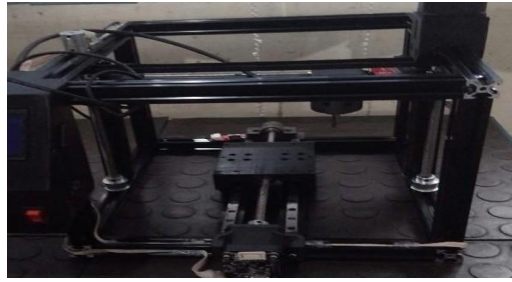
Lebar : 1,6 cm

Panjang : 10,18 cm

Tinggi : 10,33 cm

#### **4.6 Proses perakitan mekanik mesin**

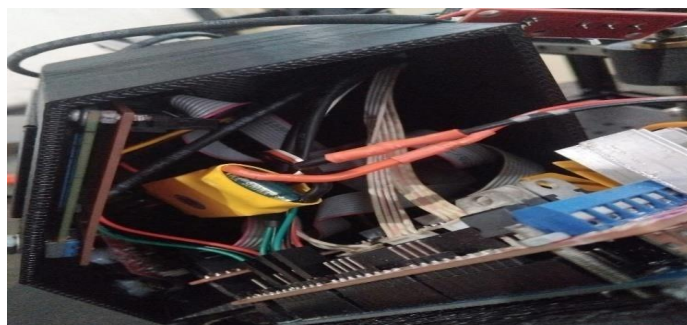
Pada kolom ketiga ini terdapat step langkah selanjutnya berupa proses perakitan mekanik mesin setelah pembuatan komponen mesin selanjutnya melakukan perakitan atau pemasangan terhadap bagian-bagian komponen mekanik mesin selain itu, dalam perakitan terdapat berbagai jenis bagian-bagian komponen mekanik mesin seperti: *lead screw* atau poros ulir, *kopling*, *linear guide*, aluminium profil dan *bearing* kemudian setiap bagian komponen mekanik mesin disatukan atau dipasakan dengan komponen mekanik mesin lainnya seperti pemasangan *bearing* dengan dudukan selanjutnya pemasangan kopling dengan motor *stepper* juga dihubungkan dengan *lead screw* atau poros ulir selanjutnya pemasangan *linearguide* dengan aluminium profil selanjutnya pemasangan akhir terhadap kedua batang aluminium profil sehingga terbentuk kerangka yang disertai sistem mekanik yang lengkap pada proyek akhir pembuatan alat milling papan PCB. Gambar perakitan dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut ini.



Gambar 4. 10 perakitan mekanik mesin

#### 4.7 Proses Perakitan Elektronik Mesin

Pada kolom keempat ini terdapat step langkah selanjutnya berupa proses perakitan elektronik mesin setelah perakitan mekanik mesin selanjutnya melakukan perakitan atau pemasangan terhadap bagian-bagian komponen elektronik mesin selain itu, dalam perakitan terdapat berbagai jenis bagian-bagian komponen elektronik mesin seperti: *control ramps 1.4*, *arduino mega*, *power supply*, *driver motor stepper*, *adaptor*, *motor BLDC* dan *motor stepper*. Kemudian setiap bagian komponen elektronik mesin disatukan atau dihubungkan komponen elektronik mesin lainnya seperti pemasangan *arduino mega* yang dihubungkan kontrol *ramps 1.4*. Selanjutnya dihubungkan dengan *driver motor stepper* yang mana *driver motor Stepper* ini sudah menempel pada motor *steppernya*. Kemudian dihubungkan lagi dengan *control ramps 1/4*. Setelah itu, dilanjutkan pemasangan *control Ramps 1/4* yang dihubungkan dengan *power supply* yang mana *powersupply* ini berfungsi untuk mengatur tegangan aliran listrik yang masuk ke motor *stepper* dan motor BLDC dan selanjutnya pemasangan terakhir pada motor BLDC yang dihubungkan dengan *power supply*. Sehingga terbentuk rangkaian komponen elektronik mesin yang lengkap pada proyek akhir pembuatan mesin milling papan PCB.



Gambar 4. 11 perakitan elektronik mesin

#### 4.8 Uji Gerakan Axis Mesin

Pada kolom kelima ini terdapat step langkah selanjutnya berupa uji gerakan axis mesin setelah melakukan perakitan elektronik mesin selanjutnya melakukan uji pergerakan axis kertiga sumbu baik sumbu Y sumbu X dan sumbu Z yang mana kertiga sumbu ini akan dilihat seberapa lancar pergerakan kertiga sumbu baik itu sumbu X sumbu Y maupu sumbu Z, jika ditemui kertiga sumbu pergerakan yang masih macet maka akan dilakukanpenyetelan terhadap keempat *lead screw* atau poros ulir bisa karena longgar atau kurang tepat pemasangannya selain karena longgar atau kurang tepat pemasangannya bisa juga karena *linear guide* mulai adanya karat atau kurangnya oli pada *linear guide*. Yang menyebabkan kertiga sumbu Y sumbu X maupun sumbu Z kurang lancar atau macet.

Tabel 4.1 hasil pengujian pergerakan sumbu axis X, Y dan Z

0,1 mm				
Sumbu	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata pergerakan sumbu
X	0,26 mm	0,27 mm	0,27 mm	0,26 mm
Y	0,30 mm	0,30 mm	0,24 mm	0,28 mm
Z	0,30 mm	0,30 mm	0,30 mm	0,3 mm
1 mm				
Sumbu	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata pergerakan sumbu
X	1 mm	1 mm	1,02 mm	1 mm
Y	0,98 mm	0,98 mm	1 mm	0,98 mm
Z	1,10 mm	1,10 mm	1,10 mm	1,1 mm
0,10 mm				
Sumbu	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata pergerakan sumbu
X	10,24 mm	10,23 mm	10,24 mm	10,23 mm
Y	10,60 mm	10,58 mm	10,60 mm	10,59 mm
Z	10,30 mm	10,60 mm	10,46 mm	10,45 mm



#### 4.9 Perawatan Mesin

Tabel perawatan mesin ini merupakan jadwal waktu perbaikan atau maintenance setiap komponen mesin dan ditunjukkan pada Tabel 4.2 pada dibawah ini:

Tabel 4. 2 Perawatan komponen mekanik mesin.

No	Nama komponen	Metode perawatan	Alat yang digunakan	Gambar
1	<i>Lead screw/poros ulir</i>	dengan cara diberi gemuk atau gris	Kuas Viskositas gris 80 min	
2	Kopling	dengan cara dilihat ada gak keretakan	Visual	
3	Aluminium Profil	dibersihkan dengan lap	Majun atau kain Bisa juga dilihat atau visual	
4	<i>Bearing</i>	dengan cara diberi gris	Kuas Viskositas gris 2 R/result	
5	<i>linear guide rail</i>	dengan cara diberi pelumas atau oli	Kuas Viskositas oli 80 min	

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah menyelesaikan tahap perancangan dan pembuatan mesin milling papan PCB, Kesimpulan yang dapat diambil adalah mesin yang dirakit memiliki ukuran panjang = 30 mm, lebar = 30 mm, tinggi = 30 mm yang memiliki 3 axis pergerakan. Mesin milling papan PCB menggunakan kontrol Arduino mega dan Ramps 1.4. Berdasarkan hasil uji coba, rata-rata penyimpangan pergerakan sumbu axis X sebesar 10,23 mm, rata-rata penyimpangan pergerakan sumbu axis Y sebesar 10,59 mm dan rata-rata penyimpangan pergerakan sumbu axis Z sebesar 10,45 mm.

#### **5.2 Saran**

Proyek akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan yang dapat menjadi saran untuk proyek akhir ke depannya, yaitu:

1. Sebaiknya ditambahkan tombol *emergency* atau tombol darurat disaat mengalami kesalahan pengukiran atau pengeboran pada saat operasional atau mesinnya lagi melakukan pengeboran dan pengukiran
2. Sebaiknya dilihat ukuran, ketebalan, panjang dan lebar papan PCB yang akan di bor dan agar disaat pengeboran secara otomatis tidak meleceh atau meleset dan juga agar antar lubangnya presisi dan tidak berantakan dan selain itu, agar sesuai ukuran lubang atau jarak antar lubang dengan jalur rangkaian listrik papan PCB atau *layout* rangkaian listrik papan PCB-nya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aliyah Famela, P., Aprenza, W., & Irvan, D. (2023). *Rancang Bangun Robot Corner Lawn Mower Dengan Sistem Kendali Remote Control Flysky Berbasis Arduino Mega 2560* (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- Zahra, R. F., Sakti, S. P., & Anggraeni, D. (2021). Rancang Bangun Pengontrol Jarak Menggunakan Motor Stepper Nema 17 Berbasis Mega 2560 Pro pada Ultrasonic Atomizer Spray Coating. *J. Fis. Univ. Brawijaya*, 6(3).
- Ilman, A. F. (2022). Rancang Bangun Mesin Cnc Ukir Kayu Dengan 3 Sumbu Menggunakan Mikrokontroler: Rancang Bangun Mesin Cnc Ukir Kayu Dengan 3 Sumbu Menggunakan Mikrokontroler. *Techno Bahari*, 9(2).
- Satrio, E., Joni, K., & Wibisono, K. A. (2021). Perancangan Sistem Kontrol CNC Pengebor PCB Otomatis Berbasis RaspberryPI. *Elektrika*, 13(1), 26-35.
- Gifari, F., Handayani, R., & Gunawan, T. (2019). Mesin Penggambar Menggunakan Laser Dengan Arduino. *eProceedings of Applied Science*, 5(3).
- Sebastian, G., Khoswanto, H., & Thiang, T. (2020). Pembuatan Mesin CNC dengan Mikrokontroler Arduino Mega untuk Mencetak PCB. *Jurnal Teknik Elektro*, 13(1), 1-7.
- Wardhana, F., Pradana, S., & Karim, K. (2021). Pemrograman Sistem Arduino Nano dan Arduino Mega Menggunakan Ladder Logic. *PoliGrid*, 2(2), 35-45.
- Pranata, I., & Nuryadi, S. (2019). *Rancang Bangun Mesin Cetak PCB Berbasis Arduino Menggunakan Metode CNC (Computer Numerical Control)* (Doctoral dissertation, University of Technology Yogyakarta).
- Gumelar, A., & Edidas, E. (2020). Rancang Bangun CNC (Computer Numerically Controlled) PCB Layout Berbasis Mikrokontroler. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 8(3), 33-44.
- Malik, I., Effendi, S., & Witjahjo, S. (2019). Rancang Bangun Mesin CNC Engraver Mini Sebagai Alat Bantu Pembelajaran. *TEKNIKA:*

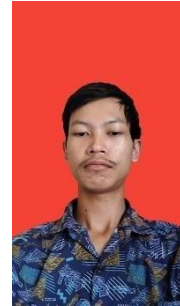
*Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Rekayasa*, 13(1), 69-74.

- Sk, R., Julsam, J., Kartika, K., Fendri, A., & Mulyadi, M. (2019). Implementasi Mini CNC Router 3 Axis untuk Pembuatan Huruf dan Gambar Berbasis GRBL 3.6. 1. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 3, No. 1, p.95).
- AL KAUTSAR, F. A. H. M. I., RAHMAT, S., & HAZRINA, F. (2022). *Tugas Akhir: Rancang Bangun Mesin CNC Laser Engraver Menggunakan Android Untuk Pembuatan Souvenir* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Cilacap).
- Mulkan, Y., Hakimah, H. F., Lazuardi, M. R., Vega, R., Basjaruddin, N. C., & Rakhman, E. (2020, September). Mesin Gambar Otomatis Berbasis Mikrokontroler. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 11, No. 1, pp. 293- 299).
- Gumelar, A., & Edidas, E. (2020). Rancang Bangun CNC (Computer Numerically Controlled) PCB Layout Berbasis Mikrokontroler. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 8(3), 33-44.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama lengkap : Arief Triyadi  
Tempat & tanggal lahir : Sungailiat, 15 maret 1999  
Alamat rumah : Jl. Sriemanati,Dusun Sribulan  
Hp : 083879187141  
Email : arif triyadi 99 @ gmail.com  
Jenis kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam



### 2. Riwayat Pendidikan

SDN 26	2006 - 2015
SMPN 2 Sungailiat	2015 – 2018
SMK Muhammadiyah Bangka	2018 - 2021
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2021 - Sekarang

### 3 Pendidikan Non-Formal

-----  
-----

Sungailiat, Juni 2024

Arief Triyadi

## DAFTAR LAMPIRAN



Foto melakukan proses ngetaps pada mata bor atau mata engraving



Foto melakukan proses pekerjaan milling pada aluminium profil



Foto melakukan pengujian pada kertiga sumbu axis X, Y dan Z



POLMAN BABEL

# PROYEK AKHIR TAHUN 2024

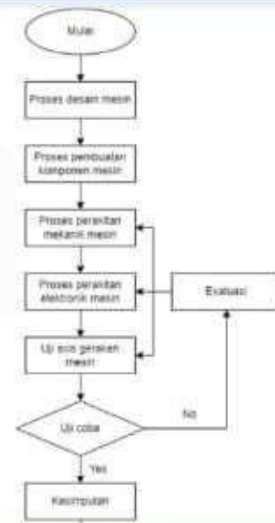
Mesin Milling Papan PCB



## ✓ Latar belakang

Printed Circuit Board (PCB) atau papan sirkuit elektronik, merupakan sebuah papan yang digunakan untuk mengkoneksikan komponen elektronika dengan menggunakan jalur-jalur konduktif yang terukir pada lapisan tembaga yang terlamnasi pada media nonkonduktif. Pada awalnya proses pembuatan (PCB) Dilakukan dengan cara manual, yaitu melakukan pencetakan desain kedalam kertas glossy, kemudian memindahkan serbuk tinta yang ada di kertas ke papan (PCB) Dengan bantuan setrika, kemudian dilarutkan ke dalam larutan feri klorida ( $FeCl_3$ ), Baru setelah itu di bor pada jalur yang akan di taruh komponen.

## ✓ Metodologi



## ✓ WAKTU PENDAFTARAN

Pembimbing 1 : Angga Sateria, S.S.T.,M.T)  
Pembimbing 2: Fajar Aswin, S.S.T.,M.Sc)

Disusun oleh :  
Arief Triyadi  
0012135

## ✓ Hasil Pembuatan Alat

