

# **RANCANG BANGUN SISTEM PERGERAKAN MEKANIK PADA MESIN PLASMA *CUTTING***

## **PROYEK AKHIR**

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



Disusun Oleh :

|             |                |
|-------------|----------------|
| Gatsriyan   | NIRM : 0011741 |
| Leo Maldini | NIRM : 0011743 |

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

### RANCANG BANGUN SISTEM PERGERAKAN MEKANIK PADA MESIN PLASMA *CUTTING*

Oleh :

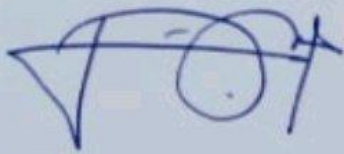
Gastriyan /0011741

Leo Maldini /0011743

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

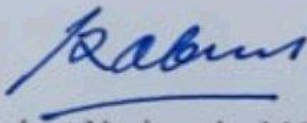
Menyetujui,

Pembimbing 1



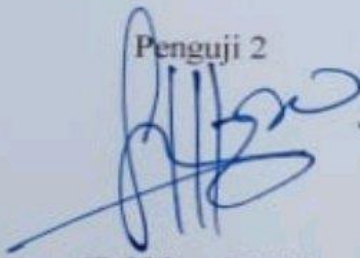
(Angga Sateria, M.T.)

Penguji 1



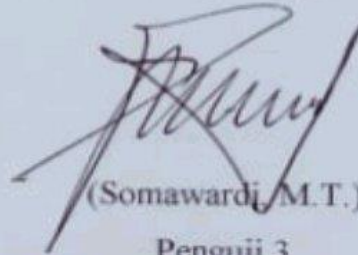
(Robert Napitupulu, M.T.)

Penguji 2



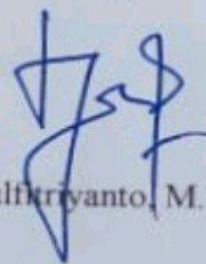
(Subkhan, M.T.)

Pembimbing 2



(Somawardi, M.T.)

Penguji 3



(Zulfitriyanto, M.T.)

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Gatsriyan NIRM : 0011741

Nama Mahasiswa 2 : Leo Maldini NIRM : 0011743

Dengan Judul : Rancang Bangun Sistem Pergerakan Mekanik pada Mesin Plasma  
*Cutting*

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

Sungailiat,, 19 Agustus 2020

Nama Mahasiswa

1. Gatsriyan
2. Leo Maldini

Tanda Tangan

.....  
.....

## ABSTRAK

*Proses pemotongan plat logam di laboratorium mekanik POLMAN BABEL masih banyak menggunakan alat konvensional, yaitu masih menggunakan gerinda tangan, gunting plat, dan mesin potong plat. Kekurangan dari alat ini masih digerakan menggunakan tangan, sehingga untuk memotong dengan ukuran yang presisi dan bentuk yang kompleks akan sulit. Oleh sebab itu untuk mendapatkan pemotongan kompleks dengan ukuran yang presisi dibuatlah mesin pemotong plat logam yang digerakan secara otomatis menggunakan program. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu metode dengan tahap pengujian. Uji coba dilakukan dengan membentuk pergerakan garis persegi dan lingkaran dengan 3 variasi ukuran sebanyak 3 kali percobaan. Berdasarkan hasil uji coba, penyimpangan yang terjadi pada saat bergerak lurus adalah 0,18 untuk arah melintang dan 0,37 untuk arah memanjang sementara untuk gerakan melingkar rata-rata penyimpangan yang terjadi 0,37. Berdasarkan hasil tersebut itu artinya penyimpangan yang terjadi masih <1mm dan hasil tersebut masih memenuhi penyimpangan yang diizinkan dalam toleransi yaitu  $\pm 2\text{mm}$*

**Kata kunci :** Plasma cutting, pemotongan, penyimpangan, penggerak

## **ABSTRACT**

*The process of cutting metal plates in the POLMAN BABEL mechanical laboratory still uses a lot of conventional tools, namely still using hand grinders, plate shears, and plate cutting machines. The disadvantage of this tool is that it is still hand-moved, so cutting with precise sizes and complex shapes will be difficult. Therefore, to get complex cutting with precise size a metal plate cutting machine is made which is moved automatically using a program. The method used in this research is an experimental method, with the testing phase. Experiments were carried out by forming a movement of square and circle lines with 3 variations in size for 3 experiments. Based on the trial results, the deviation that occurs when moving straight is 0.18 for the transverse direction and 0.37 for the longitudinal direction, while for circular movements the average deviation that occurs is 0.37. Based on these results, it means that the deviation that occurs is still <1mm and these results still meet the allowable deviation within the tolerance, namely  $\pm 2\text{mm}$*

**Key words:** Plasma cutting, cutting, deviation, driving

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subahanahu wa Ta'ala, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini tepat pada waktunya.

Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Laporan proyek akhir ini berisikan hasil yang penulis laksanakan selama program proyek akhir berlangsung. Sistem pergerakan mekanik ini diharapkan dapat digunakan dan dapat membantu dalam melakukan pemotongan pelat logam di Lab Mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada orang-orang yang telah berperan sehingga dapat terselesaikannya laporan proyek akhir ini, yaitu:

1. Kedua orang tua tercinta yang tak pernah berhenti memberikan, yaitu dukungan moril, materi dan semangat serta menghibur penulis dikala jenuh.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Angga Sateria S.S.T., M.T. selaku Pembimbing I dari Prodi Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, dan pikiran di dalam memberikan pengarahan dalam penulisan karya tulis proyek akhir ini..
4. Bapak Somawardi S.S.T., M.T. selaku Pembimbing II dari Prodi Perawatan dan Perbaikan Mesin yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, dan pikiran di dalam memberikan pengarahan dalam penulisan karya tulis proyek akhir ini.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Ka. Prodi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin.

6. Seluruh Dosen Pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir.
8. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna terutama dari segi isi maupun rancangan karena keterbatasan waktu dan hambatan yang penulis hadapi. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan masukan dari pembaca agar dapat menjadi bahan pertimbangan penulis untuk menyempurnakan laporan proyek akhir ini.

Besar harapan penulis semoga laporan proyek akhir ini dapat memberi manfaat bagi pihak yang berkepentingan pada khususnya dan bagi perkembangan ilmu teknologi pada umumnya.

Sungailiat, Agustus 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                       |      |
|-------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL.....                                    | i    |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                               | ii   |
| PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....                        | iii  |
| ABSTRAK .....                                         | iv   |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                 | v    |
| KATA PENGANTAR .....                                  | vi   |
| DAFTAR ISI .....                                      | viii |
| DAFTAR TABEL .....                                    | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                   | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                 | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                               | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                             | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                            | 3    |
| 1.3. Batasan Masalah.....                             | 3    |
| 1.4. Tujuan.....                                      | 3    |
| BAB II DASAR TEORI .....                              | 4    |
| 2.1. Plasma <i>Cutting</i> .....                      | 4    |
| 2.2. Motor <i>Stepper</i> .....                       | 10   |
| 2.2.1. <i>Permanent Magnet – Hybrid (PM-H)</i> . .... | 12   |
| 2.3. Material yang Digunakan .....                    | 12   |
| 2.4. <i>Arduino Uno 2560</i> .....                    | 13   |
| 2.5. <i>CNC Shield</i> .....                          | 14   |
| 2.6. <i>Driver Motor</i> .....                        | 14   |
| 2.7. <i>Power Supply</i> .....                        | 15   |
| 2.8. <i>Relay</i> .....                               | 15   |



|                                  |                                                         |    |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|----|
| 2.9.                             | Elemen pengikat .....                                   | 16 |
| 2.10.                            | <i>Pulley</i> dan <i>Belt</i> .....                     | 17 |
| 2.11.                            | Perawatan Mesin.....                                    | 18 |
| 2.11.1.                          | Tujuan Perawatan.....                                   | 18 |
| 2.11.2.                          | Jenis-jenis Perawatan .....                             | 18 |
| 2.12.                            | Perhitungan Elemen Mesin.....                           | 19 |
| 2.12.1                           | Perhitungan Daya Motor .....                            | 19 |
| 2.12.2                           | Perhitungan <i>Pulley</i> dan <i>belt</i> .....         | 20 |
| 2.12.3                           | Perhitungan ulir penggerak .....                        | 20 |
| 2.13.                            | Pembuatan OP.....                                       | 20 |
| BAB III METODE PELAKSANAAN ..... |                                                         | 21 |
| 3.1.                             | Pengumpulan Data .....                                  | 22 |
| 3.2.                             | Pengolahan Data.....                                    | 22 |
| 3.3.                             | Pembuatan Konstruksi Alat.....                          | 22 |
| 3.4.                             | <i>Assembly</i> .....                                   | 23 |
| 3.5.                             | Uji Coba .....                                          | 23 |
| 3.6.                             | Sistem Perawatan .....                                  | 24 |
| 3.7.                             | Kesimpulan dan Saran.....                               | 24 |
| BAB IV PEMBAHASAN.....           |                                                         | 25 |
| 4.1.                             | Pengumpulan Data .....                                  | 25 |
| 4.1.1.                           | Survei Lapangan.....                                    | 25 |
| 4.1.2.                           | Studi Literatur .....                                   | 26 |
| 4.2.                             | Pengolahan Data.....                                    | 27 |
| 4.2.1.                           | Komponen yang Digunakan.....                            | 27 |
| 4.2.2.                           | Penentuan Dimensi Kerangka .....                        | 27 |
| 4.2.3.                           | Perancangan Sistem Konstruksi dan Kontrol.....          | 27 |
| 4.2.4.                           | Perhitungan .....                                       | 30 |
| 4.3.                             | Pembuatan Konstruksi Alat.....                          | 36 |
| 4.3.1.                           | Landasan (Kaki Mesin) .....                             | 36 |
| 4.3.2.                           | Pelat <i>Slider</i> Pergerakan Arah Sumbu X dan Y ..... | 37 |

|                    |                                                             |    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.3.             | <i>Bush roller</i> .....                                    | 39 |
| 4.3.4.             | <i>Bush</i> dengan lubang eksentrik.....                    | 40 |
| 4.3.5.             | Pelat <i>Setting Roller</i> Sumbu X .....                   | 41 |
| 4.3.6.             | Pembuatan Rangkai Hardware Kontrol .....                    | 43 |
| 4.4.               | Proses <i>Assembly</i> .....                                | 43 |
| 4.5.               | Uji Coba .....                                              | 44 |
| 4.5.1.             | Pengujian Pergerakan Maksimal Memanjang dan Melintang ..... | 44 |
| 4.5.2.             | Pengujian Pergerakan Membuat Bentuk Persegi .....           | 44 |
| 4.5.3.             | Pengujian Pergerakan Membuat Bentuk Lingkaran .....         | 46 |
| 4.6.               | Perawatan Mesin .....                                       | 48 |
| BAB V PENUTUP..... |                                                             | 50 |
| 5.1.               | Kesimpulan.....                                             | 50 |
| 5.2.               | Saran.....                                                  | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA     |                                                             |    |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                               | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------|---------|
| 4. 1 Komponen dan Bahan yang Digunakan.....                         | 27      |
| 4. 2 Komponen Penyusun Mesin .....                                  | 29      |
| 4. 3 Beban pada Sumbu z.....                                        | 31      |
| 4. 4 Beban pada Sumbu y.....                                        | 31      |
| 4. 5 Beban pada Sumbu x.....                                        | 32      |
| 4. 6 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Persegi Ukuran 20 x 20 ..... | 45      |
| 4. 7 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Persegi Ukuran 30 x 30 ..... | 45      |
| 4. 8 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Persegi Ukuran 30 x 30 ..... | 46      |
| 4. 9 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Lingkaran Ø 20 .....         | 47      |
| 4. 10 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Lingkaran Ø 30 .....        | 47      |
| 4. 11 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Lingkaran Ø 30 .....        | 48      |
| 4. 12 Perawatan Mesin .....                                         | 49      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                           | Halaman |
|------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. 1 Proses Pemotongan Logam dengan Mesin Plasma Cutting .....   | 2       |
| 2. 1 Tingkatan Fase Molekul pada Air dalam Beberapa Kondisi..... | 5       |
| 2. 2 Prinsip Dasar Proses Pemotongan dengan Plasma.....          | 5       |
| 2. 3 <i>Non-Transfer Arc Torch</i> .....                         | 6       |
| 2. 4 <i>Single Transfer Arc Torch</i> .....                      | 7       |
| 2. 5 <i>Dual flow torch</i> .....                                | 8       |
| 2. 6 <i>Water Injection Plasma Torch</i> .....                   | 8       |
| 2. 7 <i>Air Injection Plasma</i> .....                           | 9       |
| 2. 8 <i>Oxygen Injection Plasma Torch</i> .....                  | 9       |
| 2. 9 Jumlah Pulsa Mewakili Jumlah Putaran .....                  | 10      |
| 2. 10 Motor <i>Stepper</i> .....                                 | 11      |
| 2. 11 Motor Stepper Jenis permanent <i>Magnet-hybrid</i> .....   | 12      |
| 2. 12 <i>Arduino Uno 2560</i> .....                              | 13      |
| 2. 13 <i>CNC Shield</i> .....                                    | 14      |
| 2. 14 Driver Motor <i>Stepper</i> .....                          | 15      |
| 2. 15 <i>Power Supply</i> .....                                  | 15      |
| 2. 16 <i>Relay</i> .....                                         | 16      |
| 2. 17 Skema Perawatan .....                                      | 19      |
| 3. 1 <i>Flowchart</i> Proses Pembuatan Alat.....                 | 21      |
| 4. 1 Mesin Potong Pelat.....                                     | 25      |
| 4. 2 Pemotongan plat menggunakan gerinda tangan.....             | 26      |
| 4. 3 Mesin <i>Blander</i> .....                                  | 26      |
| 4. 4 Desain Alat.....                                            | 28      |
| 4. 5 Susunan Rangkaian Sistem Kontrol.....                       | 29      |
| 4. 6 Proses Pembuatan Landasan Mesin .....                       | 36      |
| 4. 7 Plat <i>slider</i> Sumbu x dan y .....                      | 38      |
| 4. 8 <i>Bush Roller</i> .....                                    | 40      |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 4. 9 <i>Bush</i> dengan Lubang Eksentrik.....                    | 41 |
| 4. 10 Plat <i>setting roller</i> sumbu X dan Y .....             | 42 |
| 4. 11 Proses Pengujian Komponen Elektrik.....                    | 43 |
| 4. 12 Proses Perakitan .....                                     | 44 |
| 4. 13 Proses Pengujian Pergerakan Membuat Bentuk Persegi.....    | 44 |
| 4. 14 Hasil Pengujian Bentuk Persegi .....                       | 46 |
| 4. 15 Proses Pengujian Pergerakan Membuat Bentuk Lingkaran ..... | 47 |
| 4. 16 Hasil Pengujian Bentuk Lingkaran .....                     | 48 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Gambar Kerja

Lampiran 2 : SOP Pengoperasian Mesin

Lampiran 3 : Daftar Riwayat Hidup

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung merupakan lembaga pendidikan vokasional yang bergerak dibidang manufaktur, sehingga tidak heran banyak proses manufaktur yang dilakukan disana. Salah satu proses manufaktur yang dilakukan disana adalah proses pemotongan material logam. Pemotongan material logam yang ada di lab mekanik saat ini banyak masih dilakukan dengan cara konvensional seperti, mesin gerinda, gunting plat, gergaji, dan mesin potong plat hidrolik, adapun proses pemotongan secara nonkonvensional yang ada saat ini dilab mekanik yaitu menggunakan *blander*. Sementara seperti yang kita ketahui, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung merupakan perguruan tinggi yang sering membantu dalam menyelesaikan masalah dimasyarakat khususnya di bidang teknologi. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sering membuat mesin atau alat yang dapat berguna bagi kehidupan masyarakat, dan untuk melakukan itu semua, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung membutuhkan alat atau mesin yang dapat diandalkan untuk memenuhi permintaan masyarakat dengan cepat, khususnya dibagian pemotongan material logam.

Salah satu Proses pemotongan material logam yang dapat diandalkan dalam kecepatan dan tingkat presisi yang baik adalah dengan menggunakan mesin plasma *cutting* [1]. Plasma adalah suatu bentuk fase zat ke-4 setelah fase padat, cair, dan gas. Jika ditambahkan kalor, es akan berubah wujud dari padat ke cair, dan jika diberikan kalor berlebih maka zat cair tersebut berubah menjadi uap. Jika uap tersebut ditambahkan kalor lagi maka akan berubah menjadi wujud plasma [2]. Dalam proses pemotongan plat, gas yang terkandung dalam udara yang dikompresi (78% nitrogen, 21% oksigen, 1% argon) ditiup dengan kecepatan tinggi keluar dari *nozzle*, pada waktu yang sama busur listrik terbentuk melalui gas dari *nozzle* ke permukaan yang dipotong kemudian mengubah sebagian dari udara menjadi plasma. Plasma memiliki panas yang cukup untuk melelehkan logam yang dipotong

dan mampu bergerak dengan cepat untuk mencairkan logam dari bagian yang dipotong. Proses plasma *cutting* diawali dengan udara yang terionisasi menjadi *plasma* dengan memanipulasi proses elektrik. Proses manipulasi terjadi saat benda kerja yang memiliki muatan positif (+) mengikat muatan negatif (-) yang dimiliki oleh *torch*, sehingga terjadi ketidakstabilan pada ion, ketidakstabilan pada ion mengakibatkan udara disekitar antara benda kerja dan *torch* berubah menjadi plasma [3]. Bagian-bagian dari mesin plasma *cutting* adalah *inverter*, *ground negative* dan *hand torch*. *Hand torch* berfungsi untuk mengendalikan pemotongan. Sebuah elektroda juga terpasang didalam *hand torch* dibelakang *ujung nozzle*.

Permasalahan dari plasma *cutting* yang umum digunakan saat ini yaitu masih *handly portable*, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.1 serta tidak dilengkapi peralatan penggerak, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.1. Hal ini mengakibatkan proses pemotongan menggunakan mesin plasma *cutting* belum maksimal dan gerakan *hand torch* relatif tidak konstan dikarenakan masih digerakan secara manual (tangan), sehingga perlu adanya alat bantu berupa sistem penggerak mesin plasma *cutting*. Sistem penggerak yang dibuat konsep nya mengacu pada penelitian yang telah dilakukan [1], pembuatan alat ini sekaligus ingin membuktikan apakah konsep di sistem pergerakan yang dibuat pada penelitian sebelumnya sudah bekerja sesuai dengan direncanakan ataupun perlu pengembangan lagi kedepannya.



Gambar 1. 1 Proses Pemotongan Logam dengan Mesin Plasma *Cutting*



## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian pembuatan rancang bangun sistem pergerakan mekanik pada mesin plasma *cutting* ini adalah bagaimana merancang dan membangun sistem penggerak mesin plasma *cutting* dengan ketelitian pergerakan  $\pm 2$  mm?

## **1.3. Batasan Masalah**

Untuk pembatasan pokok masalah lebih difokuskan pada sistem pergerakan mesin plasma *cutting* yang meliputi sistem konstruksi, sistem penggerak dan sistem transmisi.

## **1.4. Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian pembuatan rancang bangun sistem pergerakan mekanik pada mesin plasma *cutting* adalah merancang dan membangun sistem pergerakan mesin plasma *cutting* yang dapat bergerak dengan ketelitian pergerakan  $\pm 2$  mm.

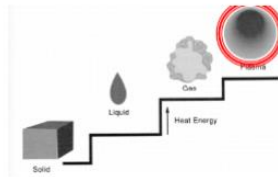
## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Plasma *Cutting***

Plasma adalah suatu bentuk fase zat ke-4 setelah fase padat, cair, dan gas. Jika ditambahkan kalor, es akan berubah wujud dari padat ke cair, dan jika diberikan kalor berlebih maka zat cair tersebut akan berubah menjadi uap. Jika uap tersebut ditambahkan kalor lagi maka akan berubah menjadi wujud plasma.

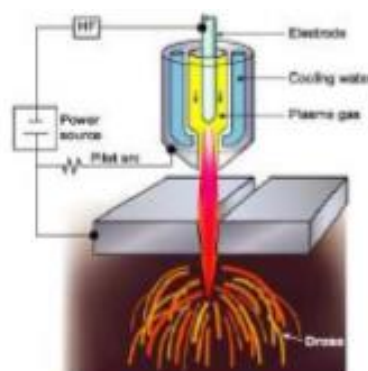
Jika air ditambah sejumlah energi kalor maka air tersebut akan menguap dan mengurai menjadi dua gas yakni oksigen dan hidrogen dengan menambah sejumlah energi lagi pada fase uap air tersebut, akan didapatkan sejenis karakteristik fase yang mudah terpengaruh terhadap temperatur dan elektrisitas. Proses ini disebut proses Ionisasi, yaitu terjadinya ion dan elektron bebas melalui atom gas. Jika Keadaan ini terjadi maka fase zat tersebut telah berubah menjadi Plasma, yang memiliki efek konduktifitas yang sangat tinggi terhadap listrik karena banyak elektron bebas yang tersebar dan berpotensi untuk menyerap arus listrik, tingkatan fase molekul bisa dilihat di Gambar 2.1. Fenomena alam yang mengaplikasikan secara langsung pemanfaatan fase plasma ini dapat dilihat pada fenomena terjadinya petir/halilintar. Banyak prinsip yang mengaplikasikan konduktifitas yang sangat tinggi pada plasma untuk diterapkan pada material terutama logam. Contohnya, jika pada sejenis logam tidak efektif mengantarkan arus listrik maka dapat disimpulkan bahwa jenis logam tersebut ber hambatan tinggi. Tegangan listrik yang tinggi diperlukan untuk memberikan gaya pada elektron-elektron arus listrik untuk dapat melalui jenis logam yang ber hambatan tinggi tersebut, dimana akibat dari penambahan tegangan listrik tersebut, logam tersebut menjadi panas.



Gambar 2. 1 Tingkatan Fase Molekul pada Air dalam Beberapa Kondisi [2]

Plasma *cutting* adalah proses pemotongan baja atau logam yang memanfaatkan plasma sebagai media pemotongannya. Proses pemotongan dengan plasma *cutting* diawali dengan udara yang terionisasi menjadi plasma dengan memanipulasi proses elektrik. Proses manipulasi yang terjadi adalah saat benda kerja memiliki muatan positif (+) mengikat muatan negatif (-) yang dimiliki oleh *torch* sehingga terjadi proses ketidakstabilan pada ion. Pada saat proses ketidakstabilan yang terjadi pada ion, udara disekitar antara benda kerja dan *torch* berubah menjadi plasma.

Plasma ini dialirkan melalui nosel untuk melakukan pemotongan benda kerja. Akibat konsentrasi energi dari plasma maka bagian dari benda kerja tersebut akan mencair dengan cepat. Ketika aliran gas meninggalkan nosel, gas berkembang cepat membawa serta logam cair, sehingga proses pemotongan berjalan terus. Suhu plasma ini mencapai  $33.000^{\circ}\text{C}$ , kira-kira 10 kali suhu yang dihasilkan oleh reaksi oksigen dan asetilin. Prinsip dasar proses pemotongan dengan plasma seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Prinsip Dasar Proses Pemotongan dengan Plasma [3]

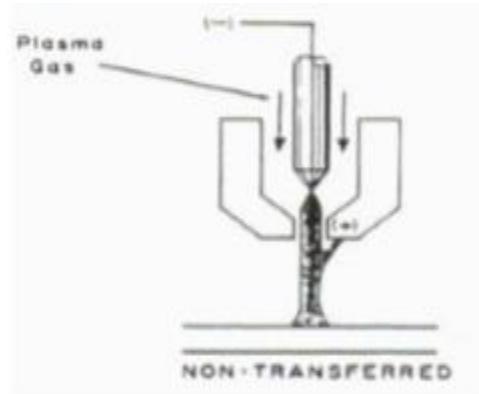
Gas yang digunakan pada plasma *cutting* ada 2, yaitu :

1. Gas Primer, gas ini merupakan gas yang dapat membuat busur plasma. Contohnya : Nitrogen, Argon, Hidrogen, atau pencampuran dari ketiga bahan tersebut.
2. Gas Sekunder atau air, gas ini berfungsi untuk mengelilingi busur elektrik dalam melindungi lokasi sekitar proses pemotongan dari gas primer agar lebih fokus dan tidak menyebar kemana-mana.

Bagian-bagian dari mesin plasma *cutting* adalah *inverter*, *ground negative* dan *hand torch* yang berfungsi untuk mengendalikan potongan. Sebuah elektroda juga terpasang pada mesin plasma *cutting* didapat dari kompresor.

Ada dua macam tipe torch yang digunakan didalam mesin busur plasma yaitu :

1. *Non-transferred arc torch*



Gambar 2. 3 *Non-Transfer Arc Torch* [3]

Pada *Non-transferred* (Gambar 2.3), *Arc Torch* kutub *negative* (-) berada pada tungsten elektroda, sedangkan kutub positif (+) berada *torch body*. *Torch* jenis ini ada beberapa macam, yaitu :

- a. *Turbulent mode flame torch*

Nyala api yang dihasilkan *torch* jenis ini memiliki kecepatan tinggi dan mempunyai panjang nyala api sekitar 15 cm. *Torch* ini menggunakan elektroda yang berdiameter kecil dan nosel yang memiliki panjang lubang 25 mm. diameter

lubang yang pada jenis ini dapat diubah-ubah. *Torch* jenis ini biasanya digunakan untuk pengerjaan semprot (*spraying*), pengerjaan insulator dan sintetis kimia.

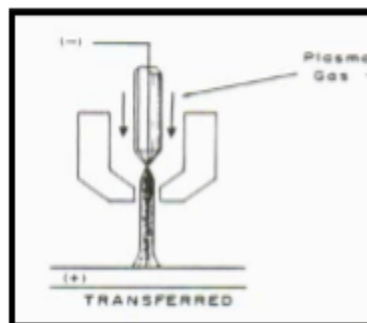
b. *Laminor mode flame torches*

Nyala api yang dihasilkan *torch* jenis ini memiliki kecepatan rendah dan mempunyai panjang nyala api sekitar 1 m. *torch* ini menggunakan elektroda yang berdiameter kecil dan nosel yang memiliki panjang lubang lebih dari 125 mm. Nyala api yang dihasilkan dengan *torch* mode ini biasanya digunakan untuk proses *spherodizing* dan proses peleburan keramik.

c. *High power torches*

*Torch* jenis ini dirancang untuk busur yang mempunyai temperatur tinggi dan dioperasikan dengan arus listrik yang sangat tinggi (lebih 2000A). Untuk mencegah terjadinya pengikisan elektroda di nosel *torch* digunakan bahan magnetik yang bersifat mengikat medan listrik.

2. *Transfer arc torch*



Gambar 2. 4 *Single Transfer Arc Torch* [3]

Pada *Transfer Arc Torch* (Gambar 2.4) kutub negatif (-) berada pada tungsten elektroda, sedangkan kutub positif (+) berada benda kerja.

*Torch* jenis ini ada beberapa macam, yaitu:

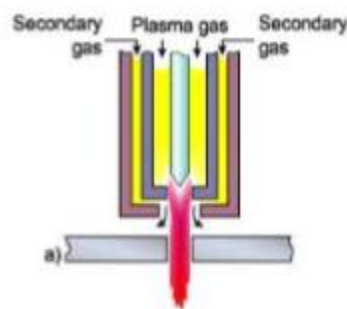
a. *Single flow torch*

*Torch* ini merupakan jenis yang paling sering digunakan pada operasi-operasi pengerjaan logam. Mode ini mempunyai elektroda yang berbentuk piringan yang ditaper pada bagian sisi-sisinya. Panjang lubang didalam nosel dijaga seminimal mungkin (3-5 mm). *Single flow torch* biasanya digunakan untuk

pengerjaan pemotongan baja dengan berbagai tipenya, aluminium dan berbagai jenis tembaga.

b. *Dual flow torch*

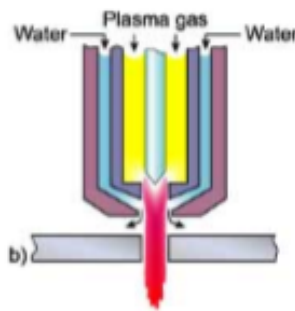
Pada *dual flow torch* ini terdapat adanya penambahan aliran gas yang mengitari busur utama untuk melindungi benda kerja. Pada pemotongan baja karbon aliran gas tambahannya adalah oksigen. Konsep *dual flow torch* seperti yang ditunjukkan Gambar 2.5



Gambar 2. 5 *Dual flow torch* [3]

c. *Water injection plasma torch*

Pada *torch* jenis ini menggunakan air sebagai pelindung plasma, bentuknya seperti yang ditunjukkan Gambar 2.6 sebagai berikut :

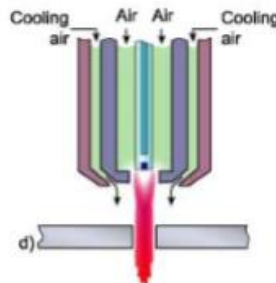


Gambar 2. 6 *Water Injection Plasma Torch* [3]

d. *Air injection plasma torch*

Plasma pembentukan gas (Argon atau nitrogen) dapat diganti dengan udara tetapi ini memerlukan elektroda khusus dari *hafnium zirconium* atau tembaga yang dipasang di dudukan. Elektroda *hafnium zirconium* harganya sangat mahal,

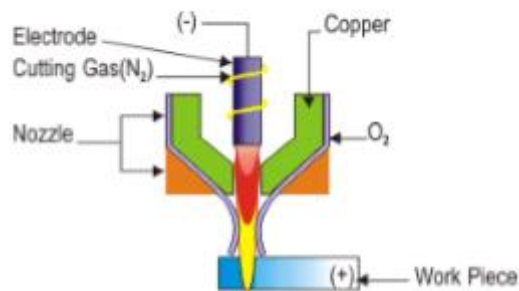
oleh karena itu bisa diganti dengan elektroda tungsten, bentuknya seperti yang ditunjukkan Gambar 2.7



Gambar 2. 7 Air Injection Plasma [3]

e. *Oxygen injection plasma torch*

Jenis *torch* ini menggunakan *zirconium* sebagai elektrodanya. Jenis *torch* menggunakan oksigen sebagai plasmanya. Umur elektoda jenis ini pendek, bentuknya seperti yang ditunjukkan Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Oxygen Injection Plasma Torch [3]

f. *Welding torches*

*Torch* ini dioperasikan untuk mendapatkan aliran turbulane yang minimal dan memiliki kecepatan rendah. Hal ini dimaksudkan agar logam cair atau logam las tidak terlempar ke keluar. Elektroda yang digunakan umumnya lebih kecil daripada elektroda yang digunakan plasma *cutting*. Nosel yang digunakan juga lebih besar dari pada plasma *cutting*. Untuk hasil yang lebih baik digunakan rangkaian *transferred-type torch* dengan aliran *torch* laminar.

g. *Micro torches* atau *needle torches*

*Torch* jenis ini hampir sama dengan nyala pengelasan (*Welding torches*), bedanya pada daya yang digunakan sangat kecil (Sekitar 1 KW). Penggunaan tipe

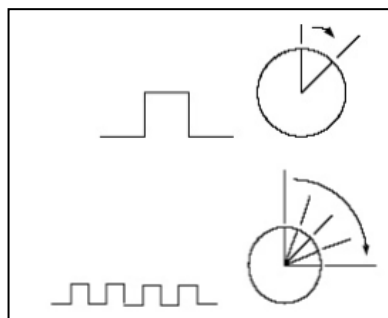
ini pada pengelasan atau pemotongan lembaran logam tipis. *Torch* tipe ini dapat dioperasikan dengan rangkaian *transferred-type torch* maupun *non-transferred-type torch*.

Hal yang perlu diperhatikan dalam operasi *Plasma Arc Cutting* adalah sebagai berikut:

- Zona efek pemanasan/HAZ (0,75-5 mm).
- Tekanan gas yang dianjurkan 1-1,4 MPa.
- Jarak antara *torch* dan benda kerja harus konstan.
- Peralatan keselamatan bagi operator (Sarung tangan, penutup telinga, kacamata pelindung, sepatu, dll)
- Operator harus di *training* terlebih dahulu sebelum dihadapkan pada tugas sebenarnya.
- Harus dihindari percikan, panas, bising dari plasma.

## 2.2. Motor Stepper

Motor *stepper* adalah motor listrik yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital, bukan dengan memberikan tegangan yang terus –menerus. Deretan pulsa diterjemahkan menjadi putaran *shaft*, dimana setiap putaran membutuhkan jumlah pulsa yang ditentukan. Satu pulsa menghasilkan satu kenaikan putaran atau step, yang merupakan bagian dari satu putaran penuh [4]. Oleh karena itu, perhitungan jumlah pulsa dapat diterapkan untuk mendapatkan jumlah putaran yang diinginkan. Perhitungan pulsa secara otomatis menunjukkan besarnya putaran yang telah dilakukan, tanpa memerlukan informasi balik (*feedback*). Contohnya seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.9



Gambar 2. 9 Jumlah Pulsa Mewakili Jumlah Putaran [4]



Ketepatan kontrol gerak motor *stepper* terutama dipengaruhi oleh jumlah step tiap putaran, semakin banyak jumlah step, semakin tepat gerak yang dihasilkan. Untuk ketepatan yang lebih tinggi beberapa motor stepper membagi Step normal menjadi setengah step (*half step*) atau mikrostep. Contoh motor *stepper* seperti yang ditunjukkan Gambar 2.10 berikut.



Gambar 2. 10 Motor *Stepper* [4]

Pada motor stepper umumnya tertulis spesifikasi  $N_p$  (= pulsa / rotasi). Sedangkan kecepatan pulsa diekspresikan sebagai pps (pulsa per *second*) dan kecepatan motor umumnya ditulis sebagai  $\Omega$  (= rotasi per menit atau rpm). Kecepatan putar motor *stepper* (rpm) dapat diekspresikan menggunakan kecepatan pulsa sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\Omega &= 60 \frac{\text{PPS}}{N_p} [\text{rotasi/menit}] \\ &= \frac{60}{N_p} \text{pps}\end{aligned}\tag{2.1}$$

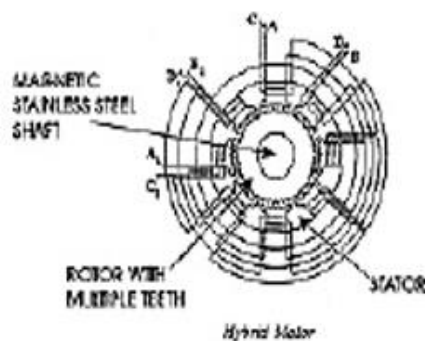
Oleh karena 1 kali rotasi =  $360^\circ$ , maka tingkat ketelitian motor stepper dapat diekspresikan dalam rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\delta &= \frac{^\circ}{\text{pulsa}} \\ \delta &= \frac{1}{N_p} [\text{rotasi / pulsa}] \times 360^\circ \\ \delta &= 360^\circ / N_p [^\circ / \text{pulsa}]\end{aligned}\tag{2.2}$$

Pada dasarnya motor stepper dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu *Permanent Magnet (PM)*, *Variable Reluctance (VR)*, dan *Permanent Magnet – Hybrid (PM-H)*. Pada tugas akhir kali ini motor stepper yang digunakan yaitu motor stepper tipe *Permanent Magnet – Hybrid (PM-H)*.

### 2.2.1. *Permanent Magnet – Hybrid (PM-H).*

*Permanent Magnet – Hybrid (PM-H)* merupakan penyempurnaan motor stepper dimana motor stepper ini memiliki kecepatan 1000 step/detik namun juga memiliki torsi yang cukup besar sehingga dapat dikatakan bahwa PM-H merupakan motor stepper kombinasi antara PM dan VR motor *stepper* [5]. Motor *hybrid* mengkombinasikan karakteristik terbaik dari *variable* reluktansi dan motor magnet *permanent*. Motor *hybrid* standart mempunyai 200 gigi rotor dan berputar pada 1,8 derajat sudut step. Karena memperlihatkan torsi tinggi dan dinamis serta berputar dengan kecepatan yang tinggi maka motor ini digunakan pada aplikasi yang sangat luas. Motor stepper jenis permanen magnet *hybrid* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.11



Gambar 2. 11 Motor Stepper jenis *Permanent Magnet-Hybrid* [4]

### 2.3. **Material yang Digunakan**

Dalam pengerjaan proyek akhir ini penulis menggunakan material alumunium sebagai landasan rel untuk pergerakan sumbu x,y dan z. Alumunium adalah unsur kimia yang terletak pada golongan 13 periode 3. Lambang aluminium ialah Al, dan nomor atomnya 13 [6]. Alumunium memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. **Ringan** : memiliki bobot sekitar 1/3 dari bobot besi dan baja, atau tembaga. Berat jenisnya ringan (hanya 2,7 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan besi  $\pm$  8,1 gr/ cm<sup>3</sup>).
2. **Kuat** : terutama bila dipadu dengan logam lain, Paduan Al dengan logam lainnya menghasilkan logam yang kuat seperti *Duralium* (campuran Al, Cu, mg).

3. **Reflektif** : dalam bentuk aluminium foil digunakan sebagai pembungkus makanan, obat, dan rokok.
4. **Konduktor panas** : sifat ini sangat baik untuk penggunaan pada mesin-mesin / alat-alat pemindah panas sehingga dapat memberikan penghematan energi.
5. **Konduktor listrik** : setiap satu kilogram aluminium dapat menghantarkan arus listrik dua kali lebih besar jika dibandingkan dengan tembaga. Karena aluminium relatif tidak mahal dan ringan, maka aluminium sangat baik untuk kabel-kabel listrik *overhead* maupun bawah tanah.
6. **Tahan korosi** : sifatnya durabel sehingga baik dipakai untuk lingkungan yang dipengaruhi oleh unsur-unsur seperti air, udara, suhu dan unsur-unsur kimia lainnya, baik diruang angkasa atau bahkan sampai ke dasar laut.
7. **Tak beracun** : dan karenanya sangat baik untuk penggunaan pada industri makanan, minuman, dan obat-obatan yaitu untuk peti kemas dan pembungkus
8. **Mudah di-fabrikasi/ dibentuk dengan semua proses pengerjaan logam.** Mudah dirakit karena dapat disambung dengan logam / material lainnya melalui pengelasan, *brazing*, *solder*, *adhesive bonding*, sambungan mekanis,

#### 2.4. Arduino Uno 2560

Arduino merupakan *board* berbasis *mikrokontroler* ataupun biasa disebut papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama. Komponen utamanya ialah suatu *chip mikrokontroler* dengan tipe AVR dari industri *atmel*. Mikrokontroler itu sendiri merupakan *chip* ataupun *IC (integrated circuit)* yang dapat di program memakai komputer. Tujuan menanamkan program pada *mikrokontroler* supaya nantinya rangkaian elektronik bisa membaca dan memproses input lalu kemudian menciptakan output cocok yang diinginkan [7]. Bentuk dari *Arduino Uno 2560* seperti yang ditunjukkan Gambar 2.12.

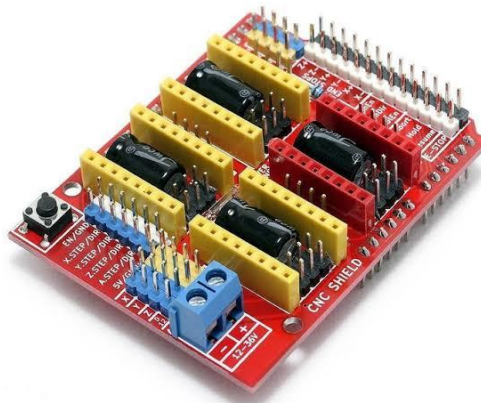


Gambar 2. 12 *Arduino Uno 2560* [1]

Jadi *mikrokontroler* bagaikan otak yang bertugas mengatur proses input, serta output suatu rangkaian elektronik. *Board* ini telah sangat lengkap dan telah mempunyai seluruh yang diperlukan buat suatu *mikrokontroler*.

## 2.5. CNC Shield

*CNC shield* merupakan sebuah papan modul yang digunakan untuk mesin berbasis *CNC* [8], papan ini terdiri dari beberapa rangkaian elektronika yang bisa digunakan untuk penghubung dengan *mikrokontroler Arduino*, dan juga motor *stepper* (X, Y, dan Z), dan mempunyai beberapa *pin* lagi yang bisa terhubung juga dengan beberapa komponen lainnya seperti *limit switch*, *emergency* dan lain-lain. *CNC shield* ini dikendalikan menggunakan program pengubah *G-code*, *CNC shield* ini nantinya mengubah *G-code* menjadi gerak mekanis pada motor *stepper*. Gambar *CNC shield* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.13



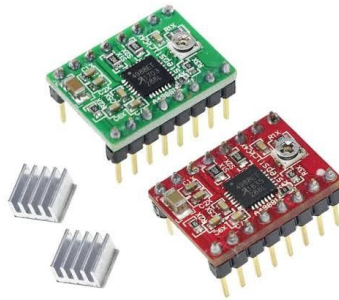
Gambar 2. 13 *CNC Shield* [8]

## 2.6. Driver Motor

*Driver* motor merupakan komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan *controller* dengan aktuator serta memperkuat sinyal keluaran dari kontoler sehingga dapat dibaca oleh aktuator [5].

Seperti halnya *breakout board*, *driver* motor *stepper* juga memiliki beberapa *port* yang nantinya terhubung ke masing-masing *port* seperti *BOB input*

*signal, motor stepper, driver switch setting, dan DC power supply. Driver motor stepper seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.14.*



Gambar 2. 14 Driver Motor Stepper [5]

### **2.7. Power Supply**

*Power suplly* adalah perangkat yang berfungsi sebagai penyedia utama daya tegangan DC bagi *BOB*, dan motor *stepper* [5]. Fungsi dasar dari *power supply* adalah merubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Daya yang dihasilkan oleh *power suplly* ini dijaga konstan agar memberikan suplai yang optimal bagi motor. Adapun gambar *power supply* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.15



Gambar 2. 15 Power Supply [5]

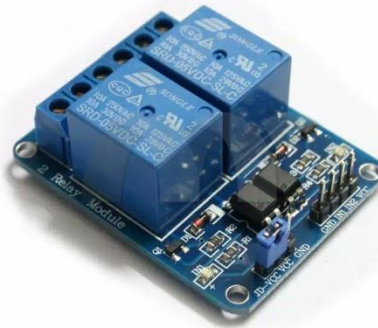
### **2.8. Relay**

*Relay* adalah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara elektrik dan merupakan komponen *electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni electromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakan kontak saklar sehingga

dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi [9]. Bentuk relay seperti yang ditunjukkan Gambar 2.16

Kontak *point relay* terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *close* (tertutup)
- *Normaly Open (NO)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada diposisi *open* (terbuka)



Gambar 2. 16 *Relay* [9]

## 2.9. Elemen pengikat

Dalam suatu permesinan atau rancang bangun tentu akan membutuhkan suatu alat yang dapat mengikat ataupun menghubungkan antara satu bagian dengan bagian lainnya [10]. Baut dan mur merupakan elemen pengikat yang dapat dilepas dan dipasang, baut juga berfungsi sebagai penegang, penutup, penyetel, penyambung, dan sebagainya.

- Klasifikasi Baut

Pada dasarnya baut dibagi menjadi 2 kelompok :

### 1. Baut pengikat

Baut pengikat digunakan untuk mengikat 2 buah komponen atau lebih dengan atau tanpa menahan gaya, kelompok baut ini adalah elemen yang paling tepat, sederhana, dan ekonomis bila digunakan pada konstruksi yang diinginkan karena mudah dilepas pasang. Jenis baut pengikat yang digunakan dalam konstruksi peralatan lainnya adalah :

- a. Ulir ISO *metric* normal
- b. Ulir ISO *metric* halus
- c. Ulir ISO *inch*

## 2. Baut Penggerak

Baut ini digunakan untuk mengubah gerak lurus menjadi gerak putar atau sebaliknya. Kelemahan baut ini sering mengalami aus karena beban berat dan menimbulkan kelonggaran yang besar pada pertemuan profil ulir, sehingga diameter tengah ulir dan dalam tidak lagi sumbu.

Hal yang harus diperhatikan untuk menghindari aus, antara lain :

- a. Beban yang terjadi harus benar-benar diperhatikan, merata pada seluruh permukaan profil ulir yang bersentuhan
- b. Memperbanyak jumlah gang dari ulir tunggal menjadi ulir majemuk
- c. Pembuatan sebuah pasangan ulir dilakukan pada mesin
- d. kontrol kekuatan mur terhadap tekanan permukaan ulir.

### 2.10. *Pulley dan Belt*

*Pulley* dan *belt* adalah pasangan elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari satu poros ke poros lain [10]. Perbandingan kecepatan antara poros penggerak dan poros yang digerakan tergantung pada perbandingan diameter pulley yang digunakan. Agar dapat mentransmisikan, daya, *pulley* yang dihubungkan dengan *belt* (sabuk) dan memanfaatkan kontak gesek antara *pulley* dan *belt*.

- a. Kelebihan transmisi *pulley* dan *Belt*
  - Instalasi mudah
  - Perawatan sedikit
  - Keandalan tinggi
  - Dapat diterapkan pada dua poros yang tidak paralel
  - Kecepatan transmisi tinggi
- b. Kekurangan Transmisi *pulley* dan *belt*
  - Kapasitas daya yang dapat ditransmisikan terbatas
  - Rasio kecepatan terbatas

- Rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan seperti terkontaminasi dengan pelumas. Selain itu, getaran dan beban kejut dapat merusak sabuk

## **2.11. Perawatan Mesin**

Perawatan adalah suatu kombinasi dari semua tindakan yang dilakukan dalam rangka mempertahankan atau mengembalikan suatu peralatan pada kondisi yang dapat diterima [11].

Merawat “pada suatu standar atau kondisi yang bisa diterima” merujuk pada standar yang ditentukan oleh organisasi yang melakukan perawatan. Hal ini akan berbeda antara satu organisasi dengan organisasi yang lainnya, tergantung pada keadaan industri itu sendiri. Kadang-kadang standar perawatan yang diperlukan juga ditetapkan oleh peraturan perundang-undangan dan harus ditaati.

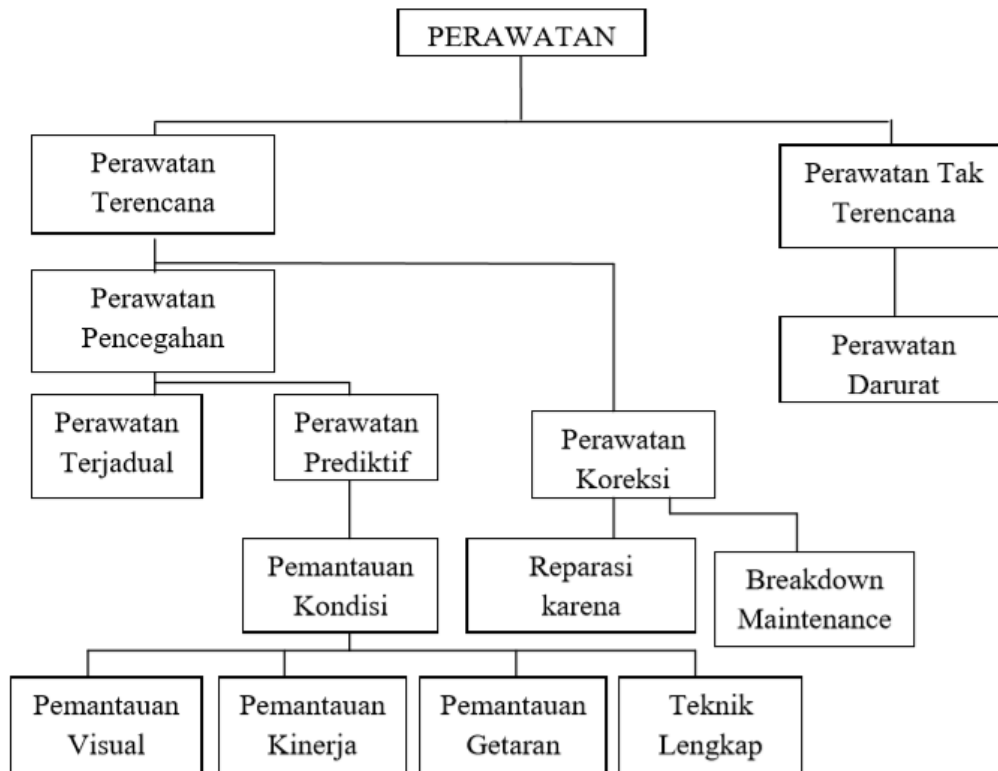
### **2.11.1. Tujuan Perawatan**

1. Untuk memperpanjang umur penggunaan aset.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi dan diperoleh laba yang maksimum.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan peralatan tersebut.
5. Agar mesin-mesin di industri, bangunan dan peralatan lainnya selalu dalam keadaan siap pakai secara optimal.
6. Untuk menjamin kelangsungan produksi sehingga dapat membayar kembali modal yang telah ditanamkan dan akhirnya akan mendapatkan keuntungan yang besar.

### **2.11.2. Jenis-jenis Perawatan**

Perawatan terbagi menjadi dua jenis yaitu perawatan terencana dan perawatan tidak terencana, secara jelas skemanya dapat dilihat pada Gambar 2.17 berikut ini.





Gambar 2. 17 Skema Perawatan [11]

## 2.12. Perhitungan Elemen Mesin

Elemen-elemen mesin yang dihitung sebagai berikut:

### 2.12.1 Perhitungan Daya Motor [12]

Untuk mencari daya motor dapat dicari dengan rumus :

$$1. \quad P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \cdot T \quad (2.3)$$

Sedangkan untuk mencari T dapat diselesaikan dengan rumus :

$$2. \quad T = F \cdot r \quad (2.4)$$

Diketahui :

$P$  = Daya motor (Kw)

$T$  = Torsi motor (N.m)

$n$  = Putaran motor (Rpm)

$F$  = Gaya (N)

$r$  = Jari – jari (mm)

### 2.12.2 Perhitungan *Pulley* dan *belt* [11]

Kecepatan linear *belt* :

$$V = \frac{\pi \cdot D_p \cdot n}{60 \times 1000} \quad (2.5)$$

Keterangan :

$D_p$  = Diameter *Pulley* (mm)

$n$  = Kecepatan putaran motor (rpm)

Tegangan maksimum *belt* :

$$\delta \max = \frac{F}{A} \quad (2.6)$$

Keterangan :

$F$  = Gaya tarik maksimum (N)

$A$  = Luas penampang *belt* (mm<sup>2</sup>)

### 2.12.3 Perhitungan ulir penggerak [13]

Perhitungan diameter ulir :

$$d \geq \sqrt{\frac{4F \cdot s_f}{\pi \sigma_{yp}}} \quad (2.7)$$

Keterangan :

$F$  = Beban yang terjadi (N)

$s_f$  = *safety factor* (1,5-2)

$\sigma_{yp}$  = Kekuatan *yield material* (Mpa)

## 2.13. Pembuatan OP

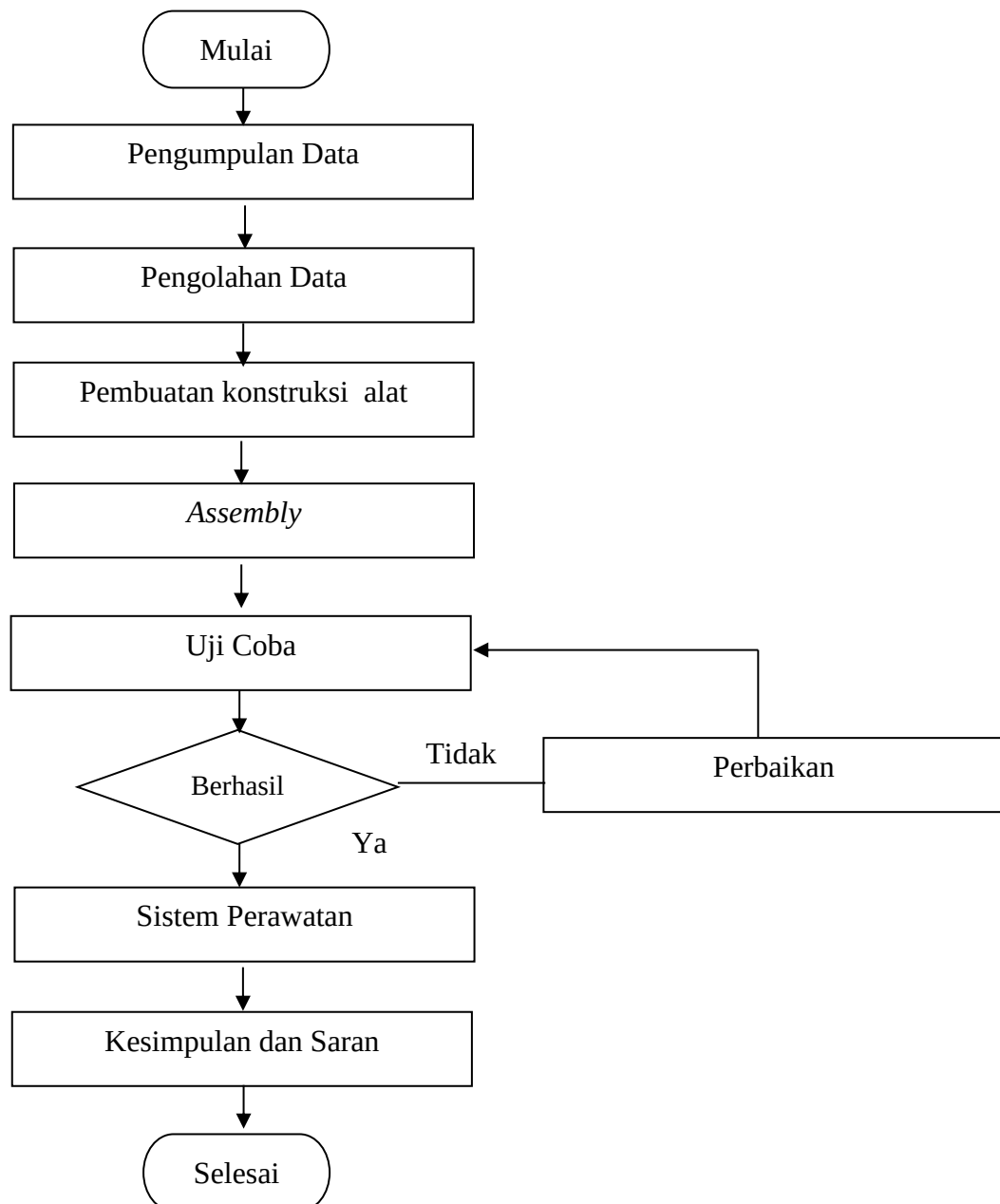
Proses pembuatan komponen mengikuti *Operation Plan (OP)* dengan merujuk pada sumber [14], yaitu dengan metode penomoran. Keterangan dalam pembuatan *OP* penomoran adalah sebagai berikut :

- .01 Periksa benda kerja dan gambar kerja
- .02 *Setting* mesin
- .03 *Marking Out*
- .04 Cekam benda kerja
- .05 Proses Pembuatan

### BAB III

## METODE PELAKSANAAN

Dalam pelaksanaan proyek akhir ini, dilakukan tahapan-tahapan penelitian yang bertujuan untuk memudahkan penulis dalam proses pembuatan proyek akhir. Dapat dilihat *flowchart* tahap-tahap penelitian yang dilakukan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 *Flowchart* Proses Pembuatan Alat

### **3.1. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data ini dimaksudkan untuk mengetahui kebutuhan-kebutuhan dalam proses pemotongan material logam menggunakan mesin plasma *cutting*. Teknik pengumpulan data yang dilakukan antara lain:

#### **a. Survei**

Yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap proses pemotongan material logam dengan mesin atau alat yang ada sebelumnya. Selain itu dilakukan pemahaman tentang masalah-masalah yang timbul, dan mencari solusi untuk masalah yang timbul tersebut. Adapun tempat yang kami lakukan survei yaitu Laboratorium Mekanik POLMAN BABEL yang berlokasi di Air Kantung, Sungailiat, Bangka.

#### **b. Literatur**

Untuk menunjang pembuatan sistem mekanik gerak mesin plasma *cutting* ini dikumpulkan data dari berbagai sumber yang terkait dengan masalah-masalah yang akan dibahas. Data-data tersebut didapatkan melalui berbagai buku, jurnal penelitian dan internet.

#### **c. Bimbingan konsultasi/*interview***

Metode pengumpulan data untuk mendukung metode pemecahan masalah, dari pembimbing dan pihak-pihak lain agar tujuan proyek akhir yang diharapkan dapat tercapai.

### **3.2. Pengolahan Data**

Pada tahap ini secara sederhana diartikan sebagai proses mengartikan serta melaksanakan data-data yang telah dikumpulkan sebelumnya agar sesuai dengan tujuan, rancangan, serta pengambilan keputusan. Tujuan lainnya adalah selain mengartikan juga dapat digunakan untuk menghasilkan informasi lain dalam bentuk hasil

### **3.3. Pembuatan Konstruksi Alat**

Pada tahap ini konstruksi alat dibuat atau disiapkan sesuai dengan konsep. Pembuatan konstruksi yang mengacu pada konstruksi penelitian sebelumnya [1]

untuk membuat kinerja alat ini sesuai dengan yang diinginkan. Adapun hal-hal yang dibuat adalah sebagai berikut :

- Pembuatan konstruksi kerangka mesin
- Pembuatan penggerak sumbu x
- Pembuatan pergerakan sumbu y
- Pembuatan pergerakan sumbu z
- Pembuatanudukan *torch* plasma
- Pembuatan rangkaian catu daya *power supply*
- Pembuatan rangkaian *CNC shield*
- Pembuatan rangkaian motor *stepper*.

#### **3.4. Assembly**

Proses perakitan adalah penyusunan dalam bentuk yang saling mendukung sehingga terbentuk mekanisme kerja sesuai dengan yang diinginkan. Proses perakitan dilakukan dengan memasang dan merakit semua komponen yang telah dibuat, baik komponen utama, komponen pendukung, maupun komponen standart.

#### **3.5. Uji Coba**

Dalam suatu percobaan alat biasanya mengalami *error* sehingga sebelum dilakukan proses percobaan alat, sebaiknya dipersiapkan semaksimal mungkin mesin yang akan dicoba sehingga pada saat uji coba alat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Apabila dalam uji coba mengalami gangguan (*error*) sehingga tidak bekerja sesuai yang diinginkan maka proses berikutnya adalah perbaikan pada sistem yang mengalami gangguan tersebut. Setelah itu dilakukan uji coba kembali, jika berhasil bekerja sesuai yang diinginkan maka pembuatan selesai.

Proses uji coba alat (*trial*) dilakukan sebagai tolak ukur berhasil atau tidaknya alat yang kita buat. Dengan begitu, kita dapat mengevaluasi kualitas dari alat yang dibuat dan dapat menganalisa kesalahan-kesalahan yang menyebabkan alat tidak sesuai dengan prinsip kerja yang diinginkan.

### **3.6. Sistem Perawatan**

Pada suatu alat atau mesin dapat terjadi kerusakan secara tiba-tiba. Maka dengan itu perlu adanya tindakan perawatan pada mesin atau alat tersebut. Untuk melakukan kegiatan perawatan tersebut perlu disusun sistem perawatannya agar perawatan yang dilakukan efektif dan tepat sasaran

### **3.7. Kesimpulan dan Saran**

Setelah proses pembuatan mesin dan uji coba selesai maka keseluruhan analisis data yang didapatkan tersebut dirangkum menjadi pernyataan singkat, jelas dan sistematis, sementara saran adalah usulan dari penulis yang berkaitan dengan pemecahan masalah di kemungkinan lanjutan.

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dibahas tentang pemecahan masalah yang dihadapi dan pembuatan secara keseluruhan dari sistem penggerak otomatis pada mesin plasma *cutting*

#### **4.1. Pengumpulan Data**

##### **4.1.1. Survei Lapangan**

Berdasarkan hasil survei yang telah kami lakukan, ditemukan bahwa di laboratorium mekanik dalam proses pemotongan material pelat logam masih banyak yang menggunakan alat potong pelat logam konvensional, yaitu menggunakan mesin potong pelat, mesin gerinda tangan, adapun yang secara non-konvensional yaitu menggunakan las gas asitelin. Kesemua mesin tersebut belum bisa melakukan pemotongan dengan bentuk kompleks dengan ukuran yang presisi karena masih digerakan menggunakan tangan. Alat yang digunakan di laboratorium mekanik seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3



Gambar 4. 1 Mesin Potong Pelat



Gambar 4. 2 Pemotongan Pelat Menggunakan Gerinda Tangan



Gambar 4. 3 Mesin *Blander*

#### 4.1.2. Studi Literatur

Untuk menunjang proses pembuatan alat dikumpulkanlah data dari berbagai sumber yang berhubungan untuk pemecahan masalah ini, dalam hal ini kami mendapatkan data dari penelitian sebelumnya yaitu penelitian [1]. Data ini lah yang menjadi acuan kami dalam konsep pembuatan alat, karena permasalahan yang ingin diselesaikan serupa.



## 4.2. Pengolahan Data

### 4.2.1. Komponen yang Digunakan

Dalam proses pembuatan sistem penggerak mekanik pada mesin plasma *cutting* ini terdapat beberapa komponen dan bahan yang digunakan. Komponen dan bahan tersebut difungsikan untuk memberikan proses pemotongan sesuai dengan hasil akhir yang diinginkan yaitu berupa pelat logam dengan ukuran yang presisi. Komponen yang digunakan juga mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu [1]. Berikut adalah komponen yang digunakan untuk memenuhi fungsi dari sistem penggerak mekanik pada mesin plasma *cutting* seperti yang tercantum pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Komponen dan Bahan yang Digunakan

| No | Fungsi Bagian     | Komponen                                   |
|----|-------------------|--------------------------------------------|
| 1. | Sistem Rangka     | Baja ST 37, Batang aluminium               |
| 2. | Tenaga penggerak  | Motor <i>Stepper</i>                       |
| 3. | Sistem Transmisi  | <i>Linear screw, pully</i> dan <i>belt</i> |
| 4. | Sistem Kontrol    | <i>Arduino Uno</i>                         |
| 5. | Sistem Pemotongan | <i>Torch</i>                               |

### 4.2.2. Penentuan Dimensi Kerangka

Pada penelitian sebelumnya dimensi rangka yang dibuat adalah 400 x 400 x 380 [1], sementara dalam perencanaan ini, dimensi alat yang dibuat berukuran 1000 x 1000 x 260 mengingat tuntutan yang ingin dipenuhi yaitu dimensi panjang dan lebarnya harus >500 x 500, pemilihan dimensi ini juga mengacu pada dimensi ukuran plat yang umum dijual dipasaran yaitu dengan ukuran 2000 x 6000, dengan asumsi nantinya alat dapat memproses setengah dari panjang dimensi pelat tersebut

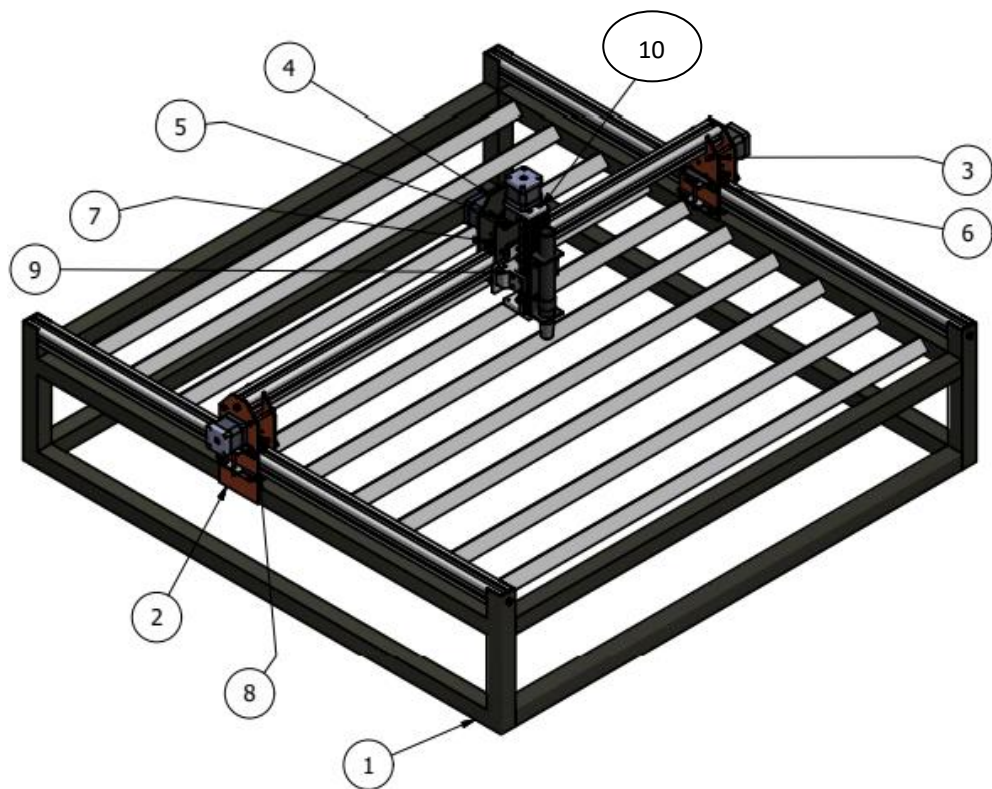
### 4.2.3. Perancangan Sistem Konstruksi dan Kontrol

Setelah dimensi dan komponen ditentukan baru lah gambar rancangan dan skema sistem kontrol dibuat berdasarkan penelitian sebelumnya [1]. Dalam proses perancangan ini akan dibahas mengenai desain struktural mekanik. Dalam

perancangan ini akan dibahas mengenai data awal dari material-material penyusun mesin yang telah direncanakan sebelumnya, beserta sistem kontrol nya.

#### A. Desain Menggunakan Perangkat Lunak Gambar

Dalam proses desain ini akan dibahas mengenai desain struktural mekanik. Dalam desain gambar akan dibahas mengenai data awal dari material-material penyusun mesin yang telah direncanakan sebelumnya. Gambar desain seperti yang ditunjukkan Gambar 4.4



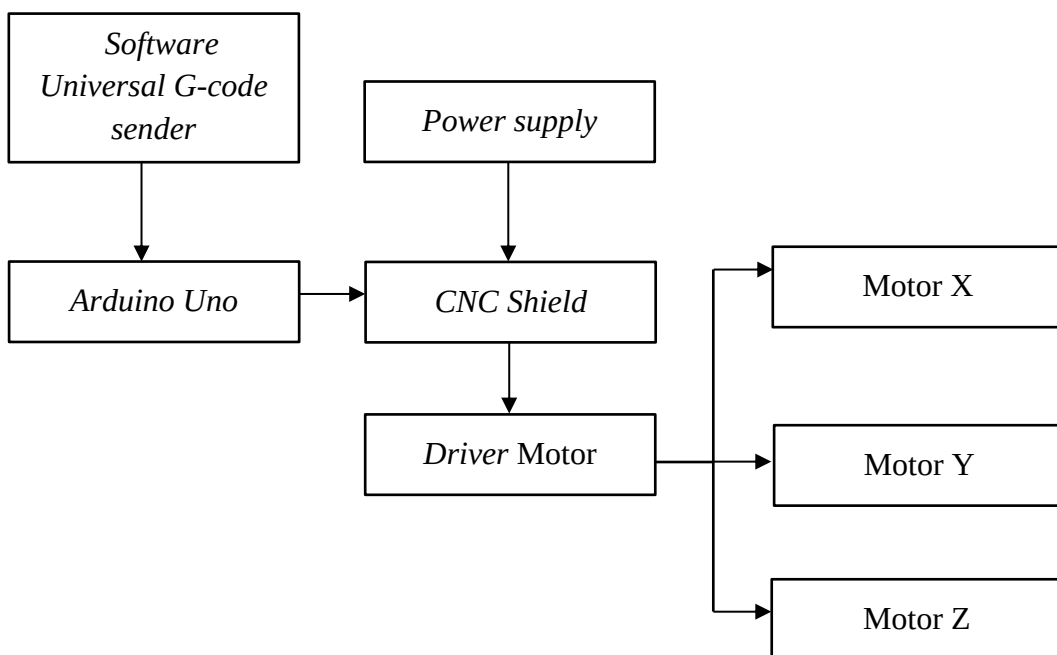
Gambar 4. 4 Desain Alat

Tabel 4. 2 Komponen Penyusun Mesin

| No | Nama                                          | Spesifikasi       |
|----|-----------------------------------------------|-------------------|
| 1. | Rangka                                        | 1000 x 1000 x 260 |
| 2. | Plat Dudukan <i>Roller</i> Sumbu X (Panjang)  | 80 x 173 x 3      |
| 3. | Plat Dudukan <i>Roller</i> Sumbu X (Pendek)   | 80 x 141 x 3      |
| 4. | Plat Dudukan <i>Roller</i> Sumbu Y            | 80 x 143 x 3      |
| 5. | Plat Dudukan <i>Roller</i> Sumbu Y ke Sumbu Z | 80 x 134 x 3      |
| 6. | Plat Stut                                     | 15 x 80 x 15      |
| 7. | Bush Eksentrik                                | 19 x 19 x 6       |
| 8. | Bush                                          | 12 x 10           |
| 9. | Dudukan Sumbu Z                               | 53 x 98 x 70      |
| 10 | Dudukan Motor dan <i>bearing</i> Sumbu Z      | 40 x 56 x 10      |

## B. Perancangan Sistem Kontrol

Perancangan sistem kontrol ini diperlukan untuk mengatur pergerakan dan kecepatan dari motor *stepper* yang menjadi tenaga penggerak. Berikut rancangan skema sistem kontrol yang akan dibuat seperti yang ditunjukkan gambar 4.5



Gambar 4. 5 Susunan Rangkaian Sistem Kontrol

Berikut komponen yang digunakan untuk sistem kontrol :

1. *Arduino Uno*
2. *GRBL CNC shield*
3. *Relay*
4. *Power Suplly*

Uraian sistem kerja sistem kontrol : Pertama *g-code* dimasukan ataupun dibuat di *software universal g-code sender* setelah program dibuat program akan dikirim menuju *Arduino* dan *Arduino* menyampaikan nya menuju *CNC shield*, di *CNC shield* dialirkan tegangan dari *power supply* yang nantinya digunakan untuk menggerakkan motor *stepper*, *g-code* yang berada di *CNC shield* tadi ditransmisikan menuju *driver*, nanti *driver* akan membaca *g-code* yang telah dimasukan tadi dan *driver* menggerakkan motor *stepper* sesuai dengan perintah.

Setelah didapatkan material penyusunnya, maka didesain menggunakan perangkat lunak gambar. Bagian masing-masing komponen digambarkan dalam bentuk 3 dimensi. Setelah digambar 3 dimensinya maka akan di *assembly* sehingga dengan *software* ini, akan didapat gambar virtual Sistem pergerakan mekanik pada mesin plasma *cutting*.

#### **4.2.4. Perhitungan**

Setelah komponen ditentukan dilakukan proses perhitungan. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui apakah komponen dan dimensi yang dipilih aman saat mesin digunakan. Apabila dalam perhitungan ada beberapa komponen yang tidak sesuai maka dilakukan proses *redesign* agar komponen yang dipilih dan dibuat tidak mengalami masalah. Proses perhitungan dilakukan dengan menimbang komponen yang dibuat sehingga nantinya bisa menentukan spesifikasi komponen yang akan digunakan. Berikut adalah beban yang terjadi pada sumbu x,y dan z :

A. Beban yang terjadi

- Berikut adalah hasil penimbangan beban pada sumbu z seperti tercantum pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Beban Pada Sumbu z

| No    | Nama                          | Jumlah | Massa    | Ket       |
|-------|-------------------------------|--------|----------|-----------|
| 1     | <i>Torch Plasma</i> dan kabel | 1      | 1,2 kg   | Ditimbang |
| 2     | <i>Linear guide</i>           | 2      | 0,2 kg   | Ditimbang |
| 3     | Motor stepper z               | 1      | 0,35 kg  | Ditimbang |
| 4     | <i>Linear screw</i>           | 1      | 0,1 kg   | Ditimbang |
| 5     | Kopling <i>flexible</i>       | 1      | 0,01kg   | Ditimbang |
| 6     | <i>Bearing</i>                | 1      | 0,015 kg | Ditimbang |
| 7     | Blok <i>Bearing</i>           | 1      | 0,15 kg  | Ditimbang |
| 8     | Dudukan motor                 | 1      | 0,2 kg   | Ditimbang |
| 9     | Dudukan ulir dan nut          | 1      | 0,9 Kg   | Ditimbang |
| Total |                               |        | 3,125 kg |           |

- Berikut adalah hasil penimbangan beban pada sumbu y seperti tercantum pada Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Beban Pada Sumbu y

| No    | Nama                          | Jumlah | Massa    | Ket       |
|-------|-------------------------------|--------|----------|-----------|
| 1     | Komponen sumbu z              | 1      | 3,125 kg | Ditimbang |
| 2     | <i>Roller</i>                 | 4      | 0,05kg   | Ditimbang |
| 3     | Poros <i>roller</i> (baut) M5 | 4      | 0,06 kg  | Ditimbang |
| 4     | Plat dudukan motor<br>sumbu x | 1      | 0,35 kg  | Ditimbang |
| 5     | Plat dudukan sumbu z          | 1      | 0,3 kg   | Ditimbang |
| 6.    | Motor stepper y               | 1      | 0,35 kg  | Ditimbang |
| 7.    | Bush                          | 6      | 0,06 kg  | Ditimbang |
| 8.    | Baut lubang eksentrik         | 4      | 0,06 kg  | Ditimbang |
| Total |                               |        | 4,301 kg |           |

- Berikut adalah hasil penimbangan beban pada sumbu y seperti tercantum pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Beban Pada Sumbu x

| No    | Nama                  | Jumlah | Massa    | Ket       |
|-------|-----------------------|--------|----------|-----------|
| 1     | Komponen sumbu z      | 1      | 2,225 kg | Ditimbang |
| 2     | Komponen sumbu x      | 1      | 3,401 kg | Ditimbang |
| 3     | Batang alumunium 1m   | 1      | 0,8 kg   | Ditimbang |
| 4     | Motor stepper y       | 1      | 0,35 kg  | Ditimbang |
| 5     | Dudukan motor sumbu y | 2      | 0,8 kg   | Ditimbang |
| 6     | Roller                | 4      | 0,056 kg | Ditimbang |
| 7     | Poros roller          | 4      | 0,06 kg  | Ditimbang |
| 7.    | Bush                  | 8      | 0,08 kg  | Ditimbang |
| Total |                       |        | 8,672 kg |           |

#### B. Analisa Perhitungan

- Perencanaan ketelitian motor

Untuk perhitungan ketelitian motor harus dihitung kecepatan putar yang dihasilkan oleh motor *stepper*, yang direncanakan 200 pulsa /rotasi dan kecepatan masuk pulsa 1000 pulsa / detik, perhitungan kecepatan putaran motor dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada

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

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

Setelah kecepatan motor didapat, dilanjutkan ke perhitungan ketelitian motor, perhitungan ketelitian motor dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada rumus (2.2).

$$\delta = \frac{1}{np} \times 360^\circ$$

$$\delta = \frac{1}{200} \times 360^\circ$$

$$\delta = 1,8^\circ/\text{pulsa}$$

- Perhitungan perencanaan torsi motor untuk pergerakan sumbu y dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada rumus (2.4).

$$F = 4,301 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 42,1498 \text{ N}$$

$$T = 42,1498 \text{ N} \cdot 0,0025 \text{ m}$$

$$T = 0,1053 \text{ N.m}$$

- Setelah torsi motor didapat, dilanjutkan ke perhitungan daya motor sumbu y, perhitungan daya motor dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada rumus (2.3).

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot 300}{60} \cdot 0,1053 \text{ N.m}$$

$$P = 3,3064 \text{ watt}$$

- Perhitungan perencanaan torsi motor untuk pergerakan sumbu x dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada rumus (2.4).

Torsi yang dibutuhkan :

$$F = 8,672 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 84,9856 \text{ N}$$

$$T = 84,672 \text{ N} \cdot 0,0025 \text{ m}$$

$$T = 0,2116$$

- Setelah torsi motor didapat, dilanjutkan ke perhitungan daya motor sumbu x, perhitungan daya motor dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada rumus (2.3).

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot 300}{60} \cdot 0,2116 \text{ N.m}$$

$$P = 6,6442 \text{ watt}$$

- Perhitungan perencanaan torsi motor untuk pergerakan sumbu z dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada rumus (2.4). :

Torsi yang dibutuhkan :

$$F = 3,125 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 30,625$$

$$T = 30,625 \text{ N} \cdot 0,0025 \text{ m}$$

$$T = 0,0765 \text{ N.m}$$

- Setelah torsi motor didapat, dilanjutkan ke perhitungan daya motor sumbu z, perhitungan daya motor dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada rumus (2.3).

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot 300}{60} \cdot 0,0765 \text{ N.m}$$

$$P = 2,4021 \text{ watt}$$

Berdasarkan perhitungan daya motor untuk sumbu x, y, maupun z sehingga dapat ditentukan motor *stepper* yang digunakan yaitu yang memiliki daya  $> 6,6442 \text{ watt}$  dan torsi  $> 0,2116 \text{ N.m}$

- Perencanaan *Pulley* dan *Belt*

Setelah mendapatkan motor dari perhitungan torsi dan daya, selanjutnya merencanakan *belt* dan *pulley* yang sesuai dengan spesifikasi motor *stepper* yang dipilih :

motor *stepper* yang dipilih adalah motor *stepper* STM 32, spesifikasinya adalah sebagai berikut :

$$P = V \times I = 12 \text{ Volt} \times 2 \text{ A} = 24 \text{ watt}$$

$$n = 300 - 600 \text{ rpm}$$

$$T = 0,42 \text{ N.m}$$

- Perhitungan kecepatan keliling pulley dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada rumus (2.5).

$$V = \frac{\pi \cdot 12 \cdot 300}{60 \times 1000}$$



$$V = 0,1884 \text{ m/s}$$

- Gaya tarik efektif (Fe) [13]

$$f_e = \frac{102 P}{V}$$

$$f_e = \frac{102 \cdot 0,024 \text{ KW}}{0,1884 \text{ m/s}}$$

$$f_e = 12,9936 \text{ kgf} = 127,42 \text{ N}$$

- Gaya sentrifugal (Fc) [13]

$$f_c = m \cdot v$$

$$f_c = 0,010 \text{ Kg} \cdot 0,1884$$

$$f_c = 0,0018 \text{ N}$$

- Gaya tarik maksimum

$$F = f_e + f_c$$

$$F = 127,42 \text{ N} + 0,0018 \text{ N}$$

$$F = 127,4218 \text{ N}$$

- Luas Penampang *Belt*

$$A = (H - h) \cdot 6$$

$$A = (3,41 - 1,91) \cdot 6$$

$$A = 9 \text{ mm}^2$$

- Perhitungan Tegangan maksimum belt dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada rumus (2.6).

$$\sigma_{\max} = \frac{F}{A} = \frac{127,4218}{9 \text{ mm}^2} = 14,1579 \text{ N/mm}^2$$

- Perencanaan ulir penggerak sumbu Z

Perencanaan ulir penggerak sumbu Z dengan beban kerja  $F = 3,125 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 30,625 \text{ N}$  dengan panjang langkah sejauh 200 mm bahan ST 37. Perhitungan diameter minimum ulir penggerak sumbu z dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada rumus (2.7).

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 30,625 \cdot 2}{3,14 \cdot 245}}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{245}{769,3}}$$

$$d \geq 0,5642 \text{ mm}$$

Dengan perhitungan diatas didapatkan diameter poros ulir yaitu 0,5642 mm. Untuk pembuatannya diameter yang digunakan adalah 8 mm, ini dikarenakan proses permesinan konvensional tidak mampu menjangkau pembuatan diameter ulir penggerak tersebut sehingga pembuatan ulir penggerak menggunakan diameter luar 8 mm

#### 4.3.Pembuatan Konstruksi Alat

Sistem pergerakan mekanik mesin plasma *cutting* ini terdiri dari beberapa bagian konstruksi, yaitu bagian landasan (kaki mesin) sebagai penompang mesin, bagian rel *sliding* sumbu x, rel *sliding* sumbu y, dan rangkaian untuk sumbu z. setiap bagian-bagian tersebut memiliki fungsi dan kegunaan masing-masing.

##### 4.3.1.Landasan (Kaki Mesin)

Bagian ini digunakan sebagai pondasi utama untuk penompang berdirinya bagian-bagian mesin lainnya,. Bagian ini kami desain berbentuk persegi dengan ukuran 1 m x 1m yang telah kami sesuaikan dengan ukuran dari masing-masing komponen yang akan kami letakan diatasnya.

Proses pemotongan bahan pembuatan landasan (kaki mesin) menggunakan mesin gerinda tangan sementara untuk penyambungan menggunakan mesin las SMAW. Proses pembuatan landasan mesin seperti yang ditunjukkan Gambar 4.6



Gambar 4. 6 Proses pembuatan Landasan Mesin

*Operation Plan* pembuatan :

**Mesin gerinda tangan :**

- 1.01 Periksa benda kerja dan gambar kerja
- 1.02 Setting mesin gerinda tangan menggunakan mata gerinda potong.
- 1.03 Marking out benda kerja menggunakan penggores sesuai ukuran benda kerja.
- 1.05 Lakukan proses pemotongan batang hollow 30x30 dengan ukuran 1000 mm sebanyak 4 batang.
- 1.10 Lakukan proses pemotongan ukuran 960 mm sebanyak 4 batang
- 1.15 Lakukan proses pemotongan ukuran 260 mm sebanyak 4 batang
- 1.20 Lakukan pembuatan alur pada ujung batang ukuran 260 dengan ukuran 30 x 294

**Mesin las listrik :**

- 1.01 Periksa benda kerja dan gambar kerja
- 1.02 Setting mesin las listrik dengan arus 70 A dan elektroda tipe 6013
- 1.04 Cekam benda kerja menggunakan kabel masa mesin las listrik.
- 1.05. Lakukan pengelasan sesuai dengan gambar kerja.

**4.3.2. Pelat Slider Pergerakan Arah Sumbu X dan Y**

Bagian ini digunakan untuk pergerakan sumbu x dan y bagian ini terdiri pelat bahan ST 37 dengan tebal 3 mm, pelat ini digunakan sebagai sebagai dudukan motor sumbu x dan y serta sebagai pembawa rangkaian sumbu z, pelat ini juga digunakan sebagai dudukan *roller* yang nantinya akan berjalan dibatang alumunium profil

Bagian ini kami desain sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan untuk pergerakan sumbu x, y dan pembawa sumbu z. Proses pembuatannya dilakukan menggunakan mesin frais sementara untuk alat potong nya menggunakan *cutter frais end mill* dan mata bor. Pelat slider sumbu x dan y seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.7



Gambar 4. 7 Pelat *Slider* Sumbu x dan y

*Operation Plan* pembuatan :

#### **Mesin Frais**

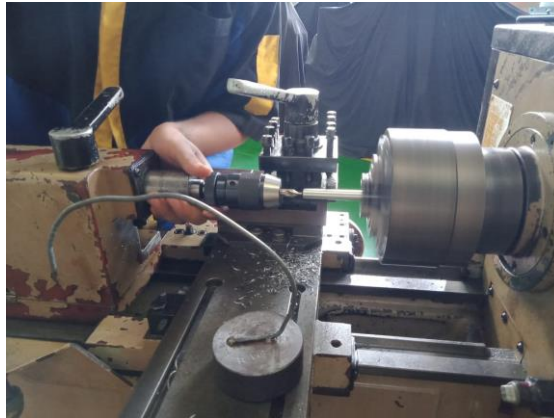
- 1.01. Periksa benda kerja dan gambar kerja
- 1.02. Setting mesin gunakan *cutter* frais *end mill* diameter 10 mm
- 1.04. Cekam benda kerja
- 1.05. Lakukan proses pemakanan benda kerja sepanjang 170 mm dengan pemakanan 2 mm untuk membuat bidang *basic*.
- 2.04. Balik benda kerja kemudian atur posisi pencekaman dengan bantuan penyiku
- 2.05. Lakukan proses pemakanan benda kerja sepanjang 100 mm dengan pemakanan 2 mm.
- 3.04. Balik benda kerja kemudian atur posisi pencekaman dengan bantuan penyiku
- 3.05. Lakukan proses pemakanan benda kerja sepanjang 170 mm dengan pemakanan 2 mm.
- 4.04. Balik benda kerja kemudian atur posisi pencekaman menggunakan dengan bantuan penyiku
- 4.05. Lakukan proses pemakanan benda kerja sepanjang 100 mm dengan pemakanan 2mm
- 5.02. Setting posisi kepala spindle mesin dengan sudut 45°

- 5.03. Marking out menggunakan bevel.
- 5.04. Cekam benda kerja
- 5.05. Lakukan proses pemakanan pada sudut benda kerja sepanjang 60 mm sampai kedalaman 30 mm dengan pemakanan maksimal 2 mm.
- 6.04. Balik benda kerja untuk melakukan proses pemotongan di sudut sebaliknya.
- 6.05. Lakukan proses pemotongan pada sudut benda kerja sepanjang 60 mm sampai kedalaman 30 mm dengan pemakanan maksimal 2mm
- 7.02. Setting mesin menggunakan mata bor diameter 3 mm.
- 7.03. Marking out benda kerja menggunakan kongkol penggores sesuai dengan gambar kerja.
- 7.04. Cekam benda kerja
- 7.05. Lakukan proses pengeboran sesuai *marking*
- 7.10. Lakukan pengeboran kesemua titik marking
- 8.02. ganti mata bor diameter 3 mm menjadi mata bor diameter 5 mm
- 8.05. lakukan proses pengeboran untuk lubang poros roller.
- 9.02. Setitng mesin menggunakan *cutter end mill* diameter 8 mm.
- 9.05. Lakukan pemotongan dengan kedalaman sampai plat dudukan tembus sepanjang 15 mm sehingga terbentuk alur panjang.
- 10.02. Ganti *cutter end mill* menjadi mata bor diameter 22 mm.
- 10.05. Lakukan pengeboran untuk lubang pully pada posisi marking yang sesuai gambar.

#### **4.3.3. Bush roller**

Bagian ini digunakan untuk menjaga posisi *roller* tetap berada ditengah alumunium profil pada saat roda bergerak mengikuti pelat slider. *bush* ini berbentuk silinder dengan lubang ditengah yang panjang nya sudah diperhitungkan sehingga roda tetap berada ditengah alumunium profil saat bergerak.

Pada konstruksi *bush* berjumlah 20 buah, pada pelat x berjumlah 16 buah dan pelat y 4 buah, *bush* ini dibuat menggunakan mesin bubut. Proses pembuatan nya seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.8



Gambar 4. 8 Proses Pembuatan *Bush Roller*

*Operation Plan* pembuatan :

#### **Mesin Bubut**

- 1.01. Periksa benda kerja dan gambar kerja
- 1.02. Gunakan pahat tepi rata
- 1.04. Cekam benda kerja
- 1.05. Proses *facing*
- 1.10. Lakukan proses pemotongan sampai diameter 12 mm.
- 2.04. Balik benda kerja
- 2.05. Proses *facing*
- 2.10. Proses pemotongan sampai diameter 12 mm dan panjang benda kerja 10 mm
- 2.15. Proses pemotongan diameter 8 mm sepanjang 3 mm.
- 3.02. Ganti *center* putar menjadi arbor bor
- 3.05. Pemotongan awal menggunakan *center drill*
- 3.10. Proses pengeboran diameter 5 mm.

#### **4.3.4. *Bush* dengan lubang eksentrik**

*Bush* ini fungsinya sama dengan *bush roller* akan tetapi terdapat lubang eksentrik pada *bush*. Tujuan lubang eksentrik ini adalah untuk pada saat *roller* yang ada di pelat *slider* duduk di alumunium, *bush* ini nantinya bisa di *setting* dan memutar poros, sehingga poros mengikuti lubang eksentrik dan poros tadi bisa mencekam pelat alumunium dengan kuat, tanpa adanya kelonggaran. Dimana kelonggaran ini ditakutkan dapat mengurangi kepresisian gerakan.

Pembuatan *bush* ini menggunakan bahan kepala baut 19 sehingga nantinya *bush* bisa diputar menggunakan kunci pas ring 19 sekaligus mengurangi proses permesinan dalam pembuatan. Proses pembuatan nya seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.9



Gambar 4. 9 Proses Pembuatan Bush dengan Lubang Eksentrik

*Operation Plan* pembuatan :

#### **Mesin bubut**

- 1.01. Periksa benda kerja dan gambar kerja
- 1.02. *Setting* pahat menggunakan pahat tepi rata
- 1.04. Cekam benda kerja.
- 1.05. *Facing* benda kerja
- 1.10. Lakukan proses pemotongan sampai diameter 14 dan panjang pemotang sepanjang 3 mm

#### **Mesin bor**

- 1.01. Periksa benda kerja dan gambar kerja
- 1.02. Pasang mata bor diameter 5 mm.
- 1.03. *Marking out* benda kerja
- 1.04. Cekam benda kerja.
- 1.05. Lakukan proses pengeboran pada titik *marking*

#### **4.3.5. Pelat *Setting Roller Sumbu X***

Plat ini terdiri dari 2 plat yang terpasang pada bagian kiri dan kanan *slider* sumbu x. Lubang pelat ini satu sumbu dengan lubang poros *roller* sumbu x, plat ini

saling terhubung dengan baut, sehingga ketika baut tadi dikencangkan baut tadi akan menarik poros dan *roller* kebawah sehingga *roller* mencengkam kuat alumunium dan kelonggaran tidak terjadi antara *roller* dengan batang alumunium.

Pelat ini dibuat dengan ukuran dan bentuk yang sesuai fungsinya pelat ini dibuat menggunakan bor tangan, gerinda tangan, alat tekuk pelat, dan kikir. Bentuk pelat tersebut seperti yang ditunjukkan Gambar 4.10



Gambar 4. 10 Pelat *Setting Roller* Sumbu X dan Y

*Operation Plan* Pembuatan :

**Mesin gerinda tangan :**

- 1.01. Periksa benda kerja dan gambar kerja
- 1.02. *Setting* mesin gerinda tangan menggunakan mata potong.
- 1.03. *Marking out* plat sesuai gambar kerja.
- 1.05 Potong plat dengan ukuran 40 x 100
- 1.10 Lakukan proses pemotongan pada 2 sudut plat dengan sudut 45° dengan panjang 30

**Mesin bor tangan :**

- 1.01. Periksa benda kerja dan gambar kerja
- 1.02. *Setting* mesin bor tangan dengan mata bor ukuran Ø5
- 1.03. Lakukan marking sesuai gambar kerja menggunakan penitik
- 1.05. Lakukan proses pengeboran pada titik marking



#### **Alat tekuk plat :**

- 1.01. Periksa benda kerja dan gambar kerja
- 1.02. *Setting* ketinggian alat tekuk plat
- 1.03. *Marking out* benda kerja
- 1.04. Cekam benda kerja pada landasan tekuk
- 1.06. Lakukan proses penekukan pada garis *marking* sampai plat berbentuk siku

#### **4.3.6. Pembuatan Rangkaian Hardware Kontrol**

Pembuatan rangkaian *hardware* kontrol komponen elektrik dilakukan bertujuan untuk membuktikan komponen-komponen tersebut bekerja atau tidak rusak. Dalam tahap pengujian ini komponen-komponen tersebut dirangkai sesuai dengan rangkaian yang telah direncanakan kemudian di tes apakah sudah berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Proses pengujian komponen seperti yang ditunjukkan Gambar 4.11



Gambar 4. 11 Proses Pengujian Komponen Elektrik

#### **4.4. Proses Assembly**

Pada tahap ini proses perakitan dilakukan. Proses tersebut dilakukan setelah melakukan proses atau tahapan pembuatan bagian-bagian. Alat tersebut tersusun dari sistem-sistem kerja yang telah dirakit sedemikian rupa sesuai dengan gambar atau sketsa yang telah dibuat sebelumnya. Proses perakitan dilakukan dengan menggabungkan komponen konstruksi alat sekaligus pemasangan komponen *hardware control* pada konstruksi. Proses perakitan seperti yang ditunjukkan Gambar 4.12



Gambar 4. 12 Proses Perakitan

#### 4.5.Uji Coba

Dalam percobaan sebuah mesin, biasanya sering terjadi *error*, apabila dalam uji coba alat mengalami gangguan, sebaiknya dilakukan perbaikan pada sistem tersebut. Percobaan dilakukan untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan.

##### 4.5.1. Pengujian Pergerakan Maksimal Memanjang dan Melintang

sumbu x dan y digerakan menggunakan motor *Stepper* dengan menggunakan timing *belt* dan *pulley*. Pergerakan maksimal yang terjadi untuk sumbu x sebesar 880 mm dan sumbu y sebesar 870 mm

##### 4.5.2. Pengujian Pergerakan Membuat Bentuk Persegi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gerakan lurus yang terjadi pada arahn memanjang dan melintang, uji coba ini dilakukan dengan menggunakan bantuan pena, kertas serta jangka sorong. Pengujian dilakukan sebanyak 3 percobaan dengan menggunakan 3 variasi ukuran proses pengujian berbentuk persegi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13



Gambar 4. 13 Proses Pengujian Pergerakan Membuat Bentuk Persegi

Berikut adalah hasil pengujian 1,2 dan 3 seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.6, 4.7, dan 4.8:

- Pengujian 1 (pertama) dengan ukuran 20 x 20 didapat hasil :

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Persegi Ukuran 20 x 20

| No | Ukuran yang diinginkan (mm) | Ukuran yang terjadi (mm) | Selisih (mm)       |
|----|-----------------------------|--------------------------|--------------------|
| 1  | 20 x 20                     | 20,1 x 20,2              | X = 0,1<br>Y = 0,2 |
| 2  | 20 x 20                     | 20,1 x 19,5              | X = 0,1<br>Y = 0,5 |
| 3  | 20 x 20                     | 19,9 x 19,9              | X = 0,1<br>Y = 0,1 |

- Pengujian 2 (kedua) dengan ukuran 30 x 30 didapat hasil :

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Persegi Ukuran 30 x 30

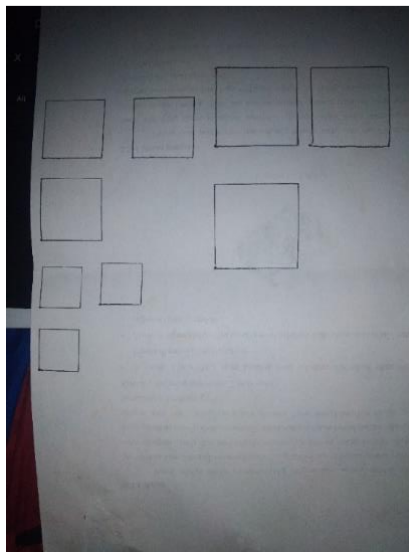
| No | Ukuran yang diinginkan (mm) | Ukuran yang terjadi (mm) | Selisih (mm)        |
|----|-----------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1  | 30 x 30                     | 30,1 x 29,7              | X = 0,1<br>Y = 0,3  |
| 2  | 30 x 30                     | 29,88 x 29,9             | X = 0,12<br>Y = 0,1 |
| 3  | 30 x 30                     | 30,2 x 29,7              | X = 0,2<br>Y = 0,3  |

- Pengujian 3 (ketiga) dengan ukuran 40 x 40 didapat hasil :

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Persegi Ukuran 30 x 30

| No | Ukuran yang diinginkan (mm) | Ukuran yang terjadi (mm) | Selisih (mm)        |
|----|-----------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1  | 40 x 40                     | 40,1 x 40,5              | X = 0,1<br>Y = 0,3  |
| 2  | 40 x 40                     | 29,88 x 29,9             | X = 0,12<br>Y = 0,1 |
| 3  | 40 x 40                     | 30,2 x 29,7              | X = 0,2<br>Y = 0,3  |

Hasil pengujian bentuk persegi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.14



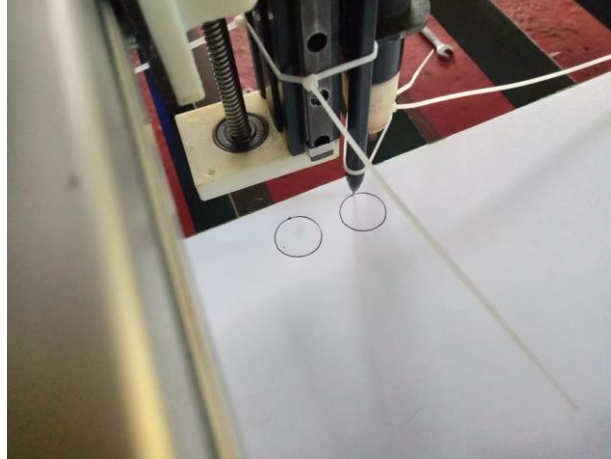
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian Bentuk Persegi

Dari hasil pengujian gerak lurus sumbu x dan y ini terjadi rata-rata penyimpangan pada sumbu x sebesar 0,18 mm dan pada sumbu y sebesar 0,3755 mm.

#### 4.5.3. Pengujian Pergerakan Membuat Bentuk Lingkaran

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan hasil pergerakan jika sumbu melintang dan memanjang bergerak secara bersamaan. uji coba ini

dilakukan dengan menggunakan bantuan pena, kertas serta jangka sorong. Pengujian dilakukan sebanyak 3 percobaan dengan menggunakan 3 variasi ukuran.



Gambar 4. 15 Proses Pengujian Pergerakan Membuat Bentuk Lingkaran

Berikut adalah hasil pengujian 1,2 dan 3 seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.9, 4.10, dan 4.11:

- Pengujian 1 (pertama) dengan  $\varnothing 20$  didapat hasil :

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Lingkaran  $\varnothing 20$

| No | Ukuran yang diinginkan (mm) | Ukuran yang terjadi (mm) | Selisih (mm) |
|----|-----------------------------|--------------------------|--------------|
| 1  | $\varnothing 20$            | $\varnothing 20,3$       | 0,3          |
| 2  | $\varnothing 20$            | $\varnothing 20,3$       | 0,3          |
| 3  | $\varnothing 20$            | $\varnothing 20,3$       | 0,3          |

- Pengujian 2 (Kedua) dengan  $\varnothing 30$  didapat hasil :

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Lingkaran  $\varnothing 30$

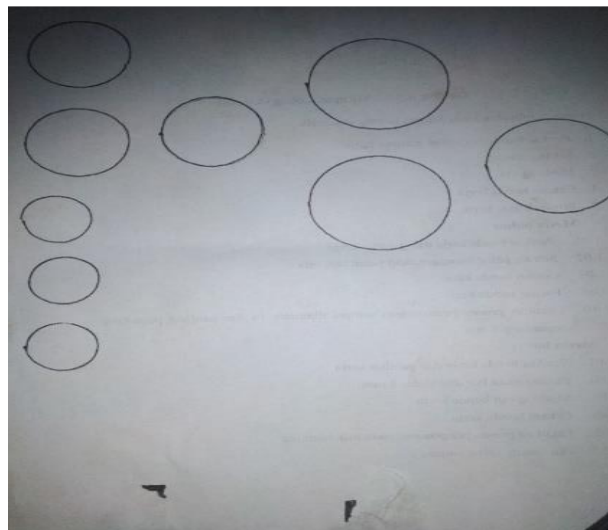
| No | Ukuran yang diinginkan (mm) | Ukuran yang terjadi (mm) | Selisih (mm) |
|----|-----------------------------|--------------------------|--------------|
| 1  | $\varnothing 30$            | $\varnothing 30,2$       | 0,3          |
| 2  | $\varnothing 30$            | $\varnothing 30,2$       | 0,2          |
| 3  | $\varnothing 30$            | $\varnothing 30,1$       | 0,6          |

- Pengujian 3 (Ketiga) dengan Ø 40 didapat hasil :

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Pergerakan Bentuk Lingkaran Ø 30

| No | Ukuran yang diinginkan (mm) | Ukuran yang terjadi (mm) | Selisih (mm) |
|----|-----------------------------|--------------------------|--------------|
| 1  | Ø 40                        | Ø 40,8                   | 0,8          |
| 2  | Ø 40                        | Ø 40,3                   | 0,3          |
| 3  | Ø 40                        | Ø 39,5                   | 0,5          |

Hasil pengujian bentuk persegi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.16



Gambar 4. 16 Hasil Pengujian Bentuk Lingkaran

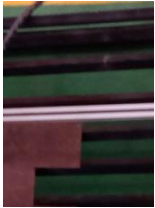
Dari hasil pengujian gerak melingkar ini terjadi rata-rata penyimpangan ukuran sebesar 0,377 mm

#### 4.6.Perawatan Mesin

Proses perawatan yang dilakukan terhadap suatu objek yang akan dirawat bertujuan untuk memperpanjang usia pakai suatu objek/alat tersebut. Perawatan juga dapat diartikan sebagai serangkaian tindakan yang baik teknik maupun administratif, yang diperlukan untuk menjaga suatu barang benda pada kondisi operasional mesin.

Berikut adalah beberapa tindakan perawatan yang dilakukan pada sistem pergerakan mekanik mesin plasma *cutting* seperti yang tercantum pada tabel 4.12

Tabel 4. 12 Perawatan Mesin

| No | Gambar                                                                              | Nama                          | Deskripsi Pekerjaan                | Jadwal                |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 1  |    | Landasan kaki mesin           | Bersihkan dari sisa pemotongan     | Setelah pengoperasian |
| 2  |   | <i>Pulley</i> dan <i>Belt</i> | Lakukan pembersihan dan pengecekan | Secara berkala        |
| 3  |  | Motor stepper                 | Lakukan pembersihan dan pengecekan | Secara berkala        |
| 4  |  | Baut pada mesin               | Lakukan pembersihan dan pengecekan | Secara berkala        |
| 5  |  | Gagang <i>torch</i>           | Bersihkan dari sisa pemotongan     | Setelah pengoperasian |
| 6  |  | <i>Linear screw</i>           | Lakukan pengecekan dan pelumasan   | Secara berkala        |

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil uji coba terjadi rata-rata penyimpangan ukuran pada saat mesin melakukan pergerakan, yaitu saat membentuk bentuk persegi terjadi penyimpangan 0,18 pada sumbu x dan 0,37 pada sumbu y, sementara pada saat membentuk lingkaran terjadi rata-rata penyimpangan 0,377, sehingga dapat disimpulkan :

1. Mesin dapat bergerak dengan ketelitian sesuai dengan tuntutan yaitu  $\pm 2$  mm
2. Mesin mampu bergerak secara otomatis dan dapat dikendalikan secara komputasi

#### **5.2. Saran**

Dalam pembahasan proyek akhir ini ada banyak sekali kekurangan terhadap sistem pergerakan mekanik pada mesin plasma *cutting* kedepan. Untuk kedepan dalam pengembangan selanjutnya diharapkan :

1. Rancangan lebih simple dan efektif
2. Kapasitas plat yang bisa dipotong lebih besar
3. Ketelitian ditingkatkan lagi dari  $\pm 2$ mm



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahyono, E., & Harianto B. M, “Rancang bangun meja mesin plasma cutting dengan gerak 3 axis x, y, z menggunakan motor stepper berbasis Arduino”, Laporan Akhir Proyek Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017
- [2] Akhmad, A. A., “Pemesinan nonkonvensional plasma arc cutting.” Jurnal Rekayasa Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, vol. 9, pp. 51-56, 2009.
- [3] Komang, B., & Sigit, Y, “Proses-Proses Non Konvensional”, Diklat Kuliah, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, ITB
- [4] Kalatiku, P. P., & Joeffie, Y. Y., “Pemograman Motor Stepper dengan Menggunakan Bahasa Pemograman C”, Mektek, Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadukkalo, vol. 1, pp. 39-41, 2011.
- [5] Harrizal, I. S., Syafri, & Prayitno, A., “Rancang bangun sistem kontrol mesin CNC milling 3 axis menggunakan close loop system” JOM FTEKNIK, Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau, vol. 4, pp. 3, 2017.
- [6] Sudrajat, A “Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Alumunium dengan Metode Friction Stir Welding”, Jurnal ROTOR, vol. 5, pp.1, 2012.
- [7] Sokop, S.J., Dringhuzen J. M., & Sherwin, R.S. “Trainer Periferal Antarmuka berbasis Mikrokontroler Arduino Uno” Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, pp. 13-23, 2016
- [8] Pranata, I., & Nurhadi S., “Rancang Bangun Mesin Pencetak PCB Berbasis Arduino Menggunakan Metode CNC” Laporan Akhir Proyek Akhir, Universitas Negeri Yogyakarta, 2019.
- [9] Saleh, M., & Haryanti, M. “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay.”, Jurnal Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, vol.8, no.2, 2017.
- [10] Polman Timah, Elemen mesin 3, Sungailiat: Polman Babel, 1996
- [11] Polman Timah, Modul perawatan mesin, Sungailiat: Polman Babel, 1996.
- [12] S. K. Suga, Dasar Perencanaan & Pemillihan Elemen Mesin, Jakarta, 1994.

- [13] S. K. Suga, Dasar Perencanaan & Pemilihan Elemen Mesin, Jakarta, 1997:1998
- [14] Polman Timah, Modul Kerja Bangku, Sungailiat: Polman Babel, 1996.