

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Sebelum memulai proses *Pengembangan Mesin CNC Router Berbasis Arduino untuk Pembuatan PCB di Lingkungan Pendidikan Kampus IIB Darmajaya*, Berikut alat yang akan dipersiapkan dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3. 1 Alat yang dibutuhkan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
1.	<i>Laptop</i>	4GB RAM/500GB ROM	Sebagai Perancangan Dan Pemrograman Sistem	1 Buah
2.	Obeng- Obeng Set	Obeng Obeng Set	Sebagai Membuka Atau Mengencangkan Baut Pada Kompen	1 Buah
3.	Solder	30 Wat	Sebagai Penyambung Atau Melengkapi Antara Timah Dan Komponen	1 Buah
4.	Arduiuno IDE	Arduiuno 2.03	Sebagai Proses <i>Uplod</i> Kode Program Ke Alat Yang Dibua	1 Buah
5.	Aspire	V.9.514	Sebagai pembuatan 3D yang nantinya digunakan untuk mengconvert PDF/file Vektor ke file G-Code	1 Buah

6.	Candle	Candle	Sebagai Proses untuk pencetakan Skema yang sudah dibuat	1 Buah
----	--------	--------	---	--------

3.1.2 Bahan

Sebelum memulai proses *Pengembangan Mesin CNC Router Berbasis Arduino untuk Pembuatan PCB di Lingkungan Pendidikan Kampus IIB Darmajaya*, Berikut adalah daftar komponen yang perlu disiapkan untuk penelitian ini, yang akan dijelaskan lebih lanjut dalam tabel 3.2 dibawah ini.

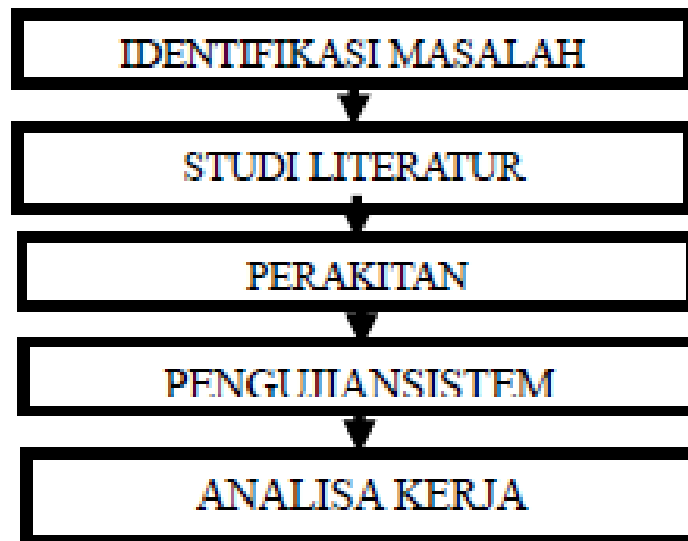
Tabel 3. 2 Bahan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Arduino Uno	Arduino Uno R3	Sebagai Pengontrol Sistem Motor Stepper Sumbu (X, Y, Z), Menerima dan Mengirim G-Code	1 Buah
2	CNC SHIELD	CNC SHIELD V3	Menyediakan Koneksi untuk Motor Stepper, Menghubungkan ke Driver Motor, Menyediakan Antarmuka untuk Pengaturan Kecepatan Spindle Menjalankan Firmware seperti GRBL	1 Buah
3	Driver motor	A4988	mengubah sinyal kontrol dari mikrokontroler menjadi arus listrik	3 Buah
4	Motor Stepper	Nema 17	Motor stepper berfungsi untuk menggerakkan sistem	3 buah

5	Spindel		Sebagai Dinamo untuk Mengukir/ Mengebor	1
6	PSU (Power Suplay)	12V 10A	Mengubah Arus Tegangan AC ke DC	1 Buah
7	Kabel USB Type A/B	Panjang 30cm	Sebagai Alat komunikasi Komputer Antar alat elektronik	1 Buah
8	Frame/ Gantry	Aluminium	Sebagai Pintasan Roda Stepper	3 Buah
9	Leadscrew	300mm	Sebagai rel penggerak atau tarikan spindle	2 Buah
10	Klem aluminium	8mm	Sebagai tahanan meja aluminium	3 Buah
11	Shaft Coupler	T25mm L18mm	Digunakan untuk konektor antar motor stepper	3 Buah
12	Breket Spindel	65mm	Untuk pegangan dari dynamo spindle	1 Buah
13	Connector Spindel	ER11A 5mm	Berfungsi untuk pegangan/penahan mata bor	1 buah
14	PCB FR1		Sebagai bahan pengujian dan hasil penguji drilling	Optional
15	PCB FR4		Sebagai bahan pengujian dan hasil penguji drilling	Optional
16	PCB Semi Fiber		Sebagai bahan pengujian dan hasil penguji drilling	Optional

3.2 Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah tahapan penelitian yang di gunakan pada penelitian ini dengan digambarkan dalam bentuk blok diagram pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Blok Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Langkah awal yang sangat krusial dalam proses penelitian ialah mengenali permasalahan yang akan diselidiki. Langkah ini dapat dikerjakan dengan memeriksa masalah yang hendak diselidiki. Setelah itu, diambil langkah-langkah untuk memahami lebih mendalam, baik dengan melakukan pengamatan maupun membaca literatur terkait.

2. Studi Literatur

Dalam pendekatan ini, penulis melakukan pencarian bahan literatur untuk penulisan skripsi melalui berbagai pustaka dalam penelitian terkait, fokus pencarian adalah terkait dengan pembuatan *Pengembangan Mesin CNC Router Berbasis Arduino untuk Pembuatan PCB di Lingkungan Pendidikan Kampus IIB Darmajaya*.

3. Perancangan Sistem

Dalam perancangan Sistem Mesin *CNC Router* Menggunakan *Arduino* terdapat dua aspek yang harus diperhatikan perancangan pada perangkat keras dan perangkat lunak. Penjelasan mengenai perancangan sistem dapat di ilustrasikan pada digaram blok. Yang selanjutnya dalam kebutuhan sistem berupa alat,

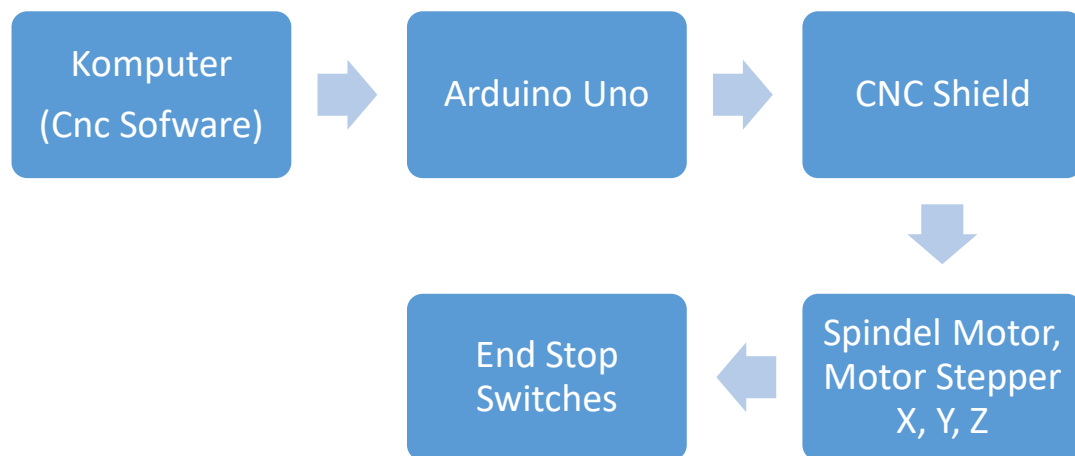
bahan dan perangkat lunak yang diperlukan dalam perancangan *Mesin CNC Router* selanjutnya alat dan bahan yang telah dikumpulkan selanjutnya merakit alat sesuai dengan desain sistem yang telah di susun sebelumnya.

4. Analisa Kerja

Proses uji coba system Mesin CNC Router dilakukan Memeriksa bahwa perangkat yang telah dibuat beroperasi sesuai dengan rencana perancangan dan untuk mengenali serta menyelesaikan kemungkinan kesalahan yang mungkin terjadi dalam perangkat tersebut.

3.3 Perancangan Perangkat Keras

Merancang sistem dengan tujuan untuk mempermudah proses pembuatan alat Ide dasar dalam merancang Sistem CNC Router diilustrasikan melalui sebuah diagram blok yang tersedia pada gambar dibawah ini Diagram blok ini menyajikan gambaran keseluruhan mengenai bagaimana cara kerja dari Mesin CNC Router untuk perancang perangkat keras bisa dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 2 Diagram Sistem Perancangan Perangkat Keras

Dengan mengacu pada gambar diagram blok sistem, langkah awalnya ialah :

1. Komputer dan Perangkat Lunak CNC: Di sisi perangkat lunak, perangkat lunak CNC seperti Candle, GRBL, Universal Gcode Sender, dll digunakan untuk mengontrol mesin CNC. Komputer mengirimkan kode G ke Arduino

melalui kabel USB, yang berisi instruksi bagaimana mesin harus bergerak (kecepatan, arah, kedalaman pemotongan, dll).

2. **Arduino Uno dan CNC Shield:** Arduino Uno adalah mikrokontroler utama yang menjalankan program yang mengontrol pengoperasian mesin CNC. CNC Shield adalah papan yang terpasang pada Arduino yang menghubungkan Arduino ke driver motor stepper. Pelindung CNC digunakan untuk menghubungkan Arduino ke driver motor stepper A4988 dan mengontrol motor stepper pada sumbu X, Y, dan Z.
3. **A4988 Motor Driver:** A4988 adalah driver motor yang mengontrol pergerakan setiap sumbu motor penggerak. Masing-masing driver ini mengontrol motor stepper (sumbu X, Y, atau Z) dan memberikan sinyal untuk menggerakkan motor secara tepat sesuai dengan sinyal yang diterimanya dari Arduino.
4. **Motor Stepper (Nema 17):** Motor stepper Nema 17 digunakan untuk menggerakkan sumbu X, Y, dan Z pada mesin CNC. Motor stepper ini bergerak sedikit demi sedikit, memungkinkan pergerakan yang presisi saat memotong atau mengukir bahan.
5. **Motor Spindel:** Motor spindel adalah motor utama untuk memotong atau mengukir bahan. Motor ini terhubung dengan power supply unit (PSU) dan dapat diaktifkan atau dinonaktifkan dengan sinyal dari Arduino.
6. **Power Supply Unit (PSU):** PSU menyediakan daya listrik untuk semua motor, baik itu motor stepper maupun spindle motor. Tegangan dan arus yang diperlukan dapat bervariasi tergantung pada jenis motor dan aplikasi yang digunakan.
7. **Endstop/Limit Switch:** Sakelar batas mendeteksi posisi motor dan memberikan sinyal ke Arduino untuk berhenti beroperasi ketika batas tertentu tercapai (misalnya, ketika X, Y atau Z tercapai) digunakan untuk membatasi. Hal ini sangat penting untuk melindungi mesin dari kerusakan akibat pergerakan berlebihan.

3.3.1 Rancangan Rangka Mesin CNC

Bahan-bahan yang diperlukan dalam Penelitian pembuatan rangka/ frame Mesin CNC Router ialah sebagai berikut :

1. Aluminium 1 T-Slot Panjang 35cm yang nantinya berfungsi sebagai penyanggah dari setiap kaki papan kayu rel motor stepper dan dynamo, 2 buah dan memungkinkan untuk tempat pijakan mikrokontroler:



Gambar 3. 3Aluminium 1 T-Slot

2. Aluminium 2 T-Slot Panjang 29cm Lebar 4 cm berfungsi sebagai Penyanggah kaki meja kerja.



Gambar 3. 4 Aluminium 2 T-Slot

3. Papan Kayu yang berfungsi nantinya sebagai kaki tahanan dari keseluruhan jalannya mesin cnc seperti dynamo, stepper, papan kayu tersebut berukuran Tinggi 22cm lebar 6cm dan ketebalan 1cm 2 buah.



Gambar 3. 5 Papan Kayu

4. Aluminium 4 T-Slot Panjang 30cm Lebar 18cm dan setiap siripnya berukuran 4 cm berfungsi sebagai papan meja kerja atau luas area kerja pada media yang akan dibuat 1buah.



5. Kaki meja terbuat dari papan berukuran Panjang 35cm lebar 4cm ketebalan 1cm 2 buah

Gambar 3. 6 Aluminium 4 T-Slot



Gambar 3. 7 Kaki Meja

6. Besi Polos Stainless diameter lingkaran 12mm panjang 29cm 2buah dan besi polos 12mm panjang 35,5cm 2buah yang nanti nya berfungsi sebagai



Gambar 3. 8 Besi Polos

lintasan seluruh aktivitas cnc.

7. Leadscrew diameter 300mm panjang 35cm 3buah yang berfungsi sebagai transmisi dari sumbu x,y,z



Gambar 3. 9 Leadscrew

Hasil jadi rangka CNC Router dapat dilihat pada gambar berikut :

1. Tampak dari depan



Gambar 3. 10 rangka tampak dari depan

2. Tampak dari Samping



Gambar 3. 11 Rangka Tampak dari Samping

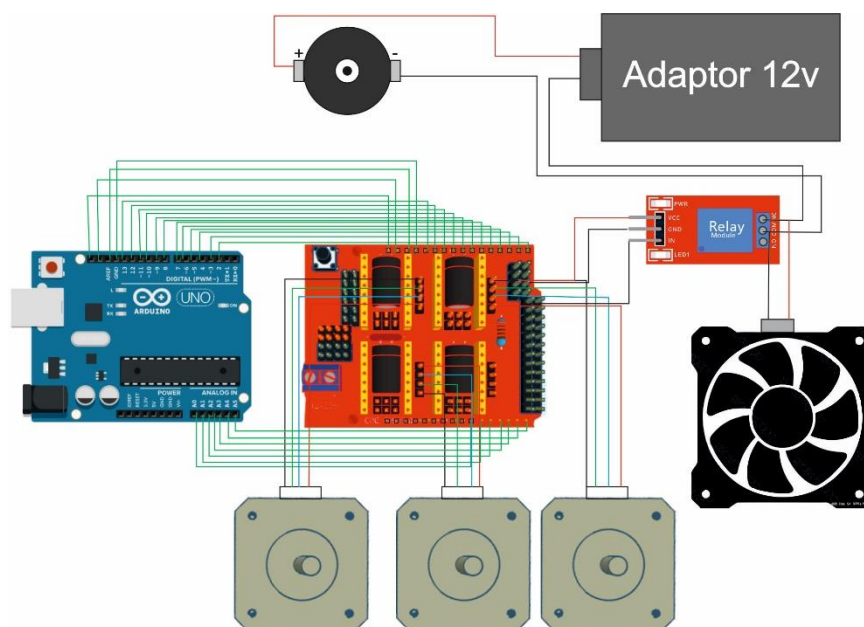
3. Tampak belakang



Gambar 3. 12 Rangka Tampak dari Belakang

3.3.2 Perancangan Rangkaian Pengendali CNC

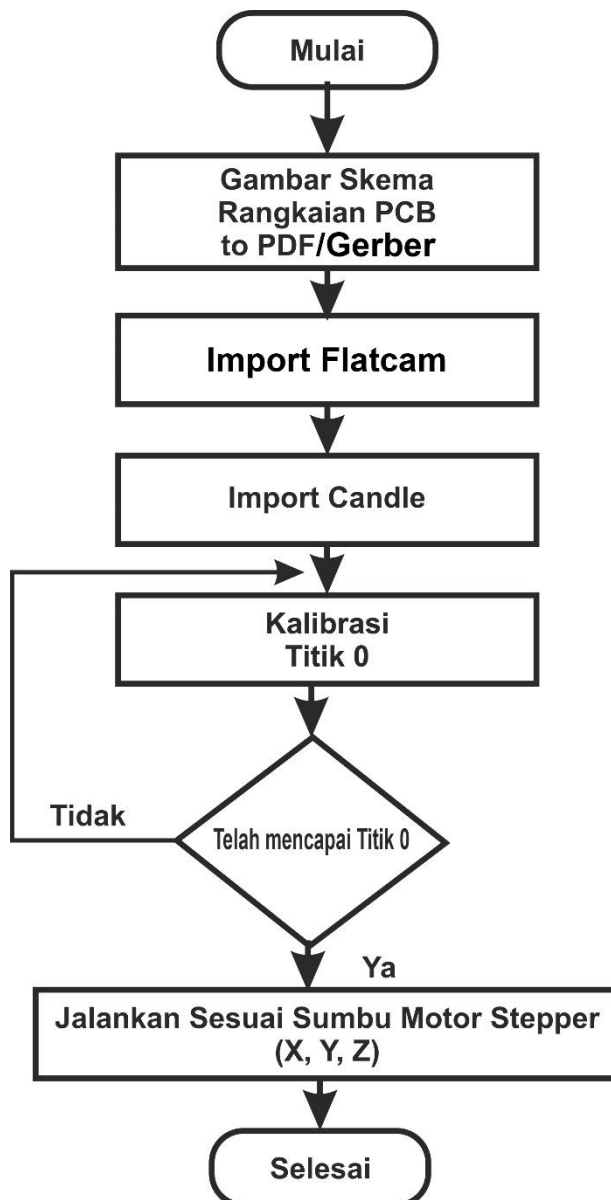
Instalasi keseluruhan ini yaitu pada tahap akhir dari perancangan rangkaian yang diimplementasikan, untuk selanjutnya semua komponen dipasang sesuai dengan kebutuhan sistem yang dibuat, untuk instalasi keseluruhannya dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Perancangan Sistem mesin Cnc menggunakan

3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat ini meliputi dari pembuatan diagram alur sampai pembuatan perangkat keras yang dapat dilihat pada *flowchart* perancangan perangkat lunak pada gambar 3.5.



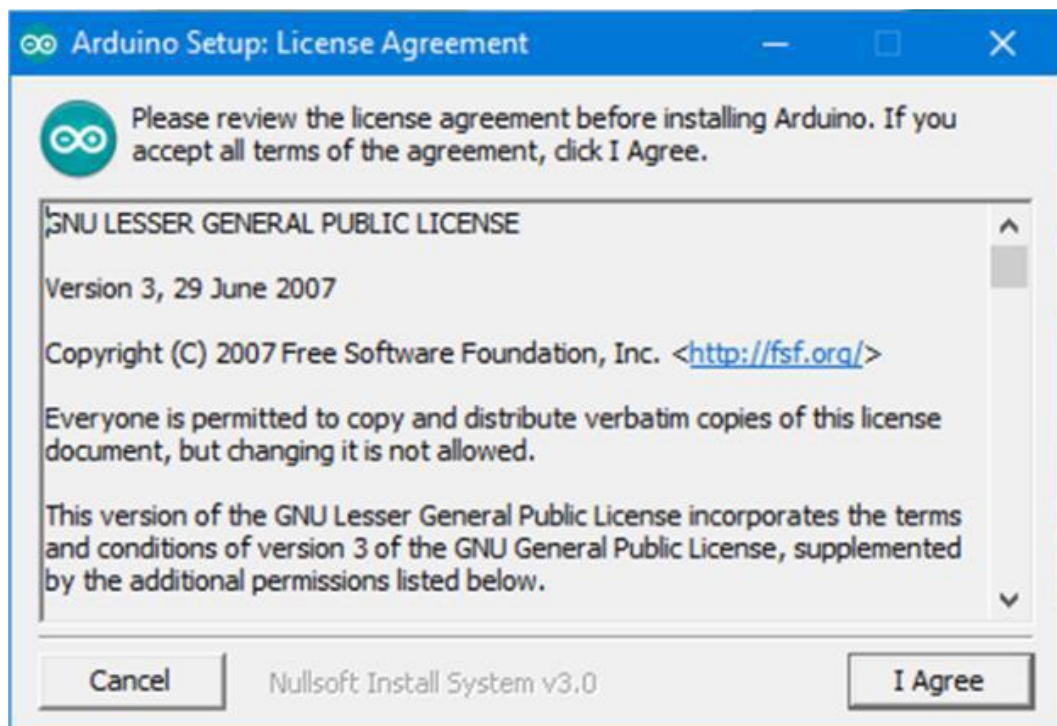
Gambar 3. 14 perancangan perangkat lunak

3.4.1 Perangkat Lunak Arduino IDE

Untuk dapat mengoperasikan perangkat lunak Arduino IDE, Anda perlu melakukan proses instalasi terlebih dahulu. Berikut adalah langkah-langkah untuk menginstal nya:

1. Persetujuan Instalasi Aplikasi Arduino IDE

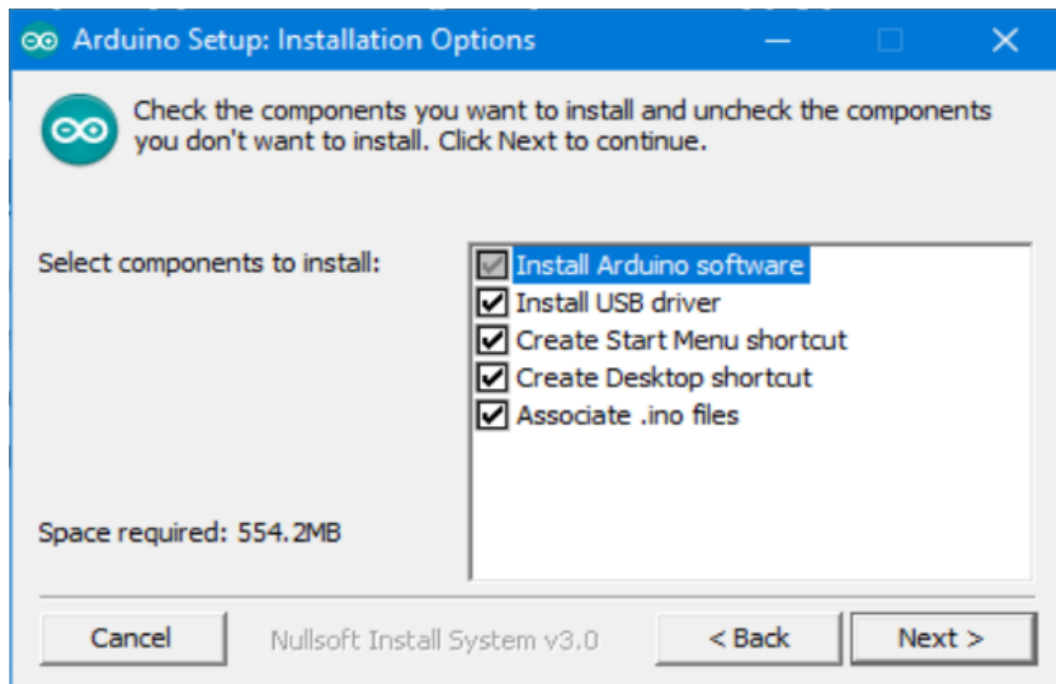
Buka file instalasi Arduino IDE dengan mengklik dua kali. Setelah itu, akan muncul perjanjian instalasi atau *License* seperti yang ditampilkan dalam gambar dibawah ini. Klik tombol "*I Agree*" untuk memulai proses pemasangan. Untuk gambar persetujuan instalasi software Arduino IDE bisa dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 15 Persetujuan Instalasi Aplikasi Arduino IDE

2. Pemilihan Opsi *Instalasi*

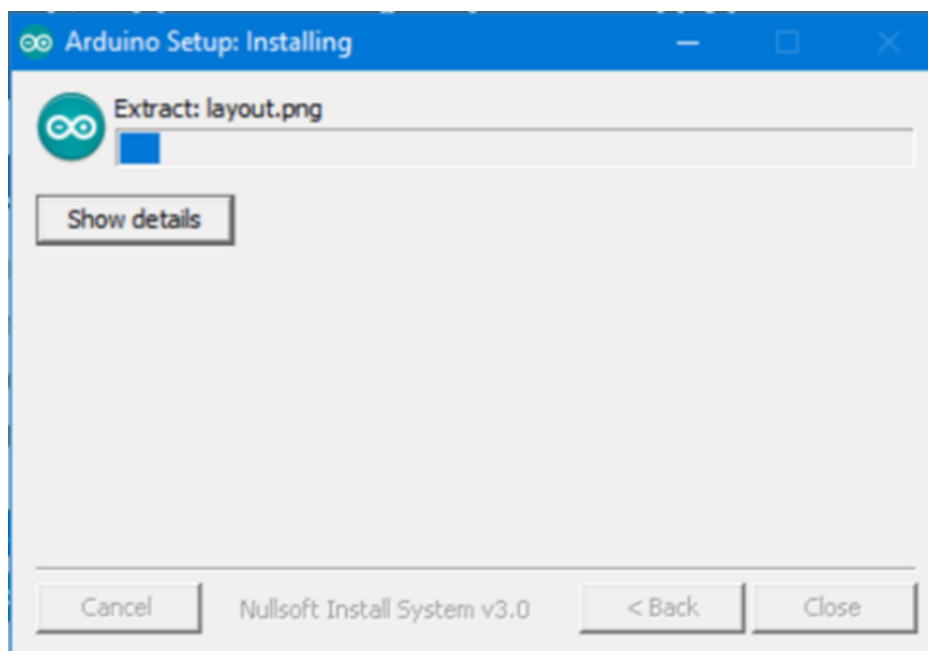
Selanjutnya ke opsi *instalasi*, klik centang pada semuanya untuk pemilihan opsi bisa dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3. 16 Opsi Instalasi

3. Proses Ekstrak dan *Instalasi*

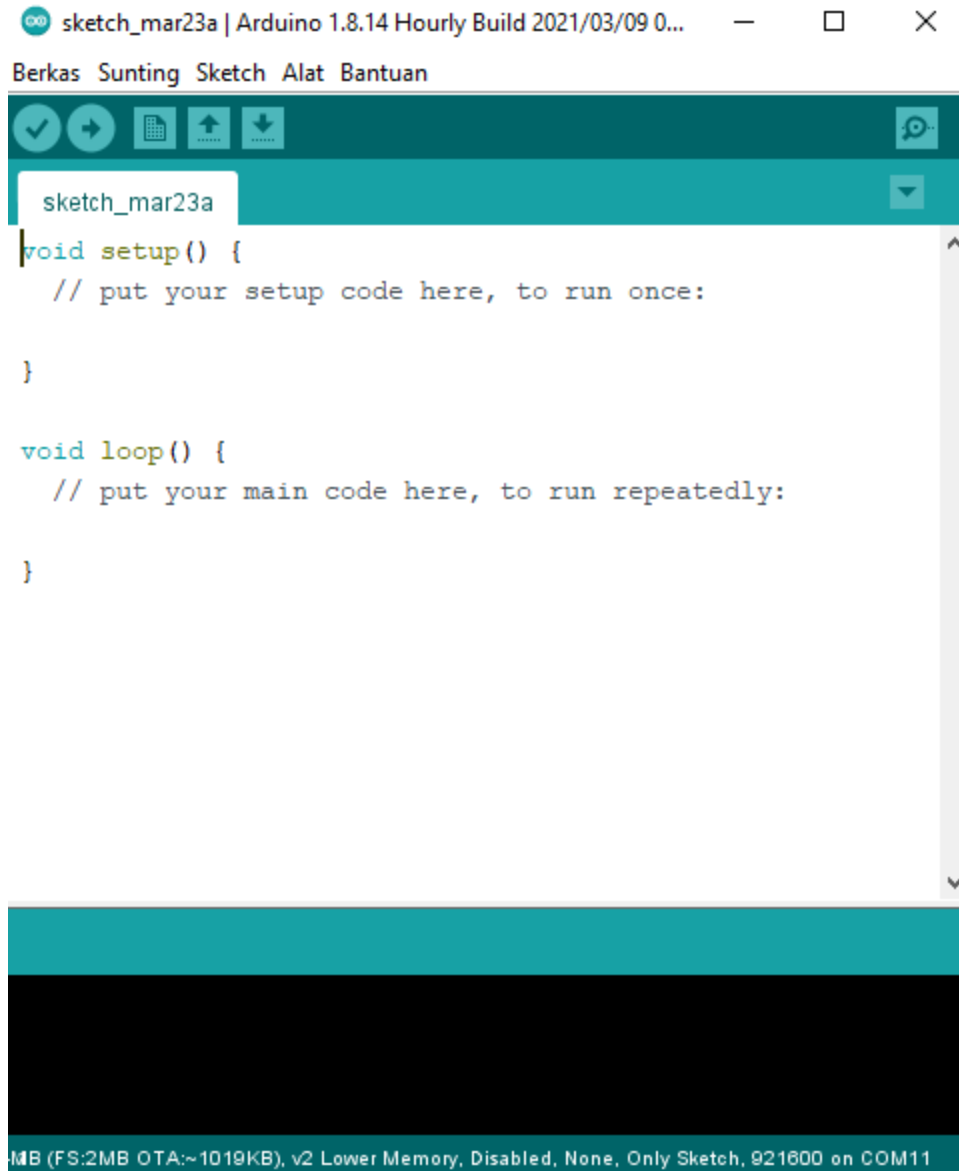
Pada tahap ini menunggu proses *instalasi* selesai untuk proses ekstrak *instalasi* bisa dilihat paa gambar 3.8.



Gambar 3. 17 Proses Ekstrak dan *Instalasi*

4. Halaman Tampilan Pada Arduino IDE

Setelah proses instalasi selesai maka tampilan halaman pada Arduino IDE pada aplikasi bisa dilihat pada gambar 3.9.



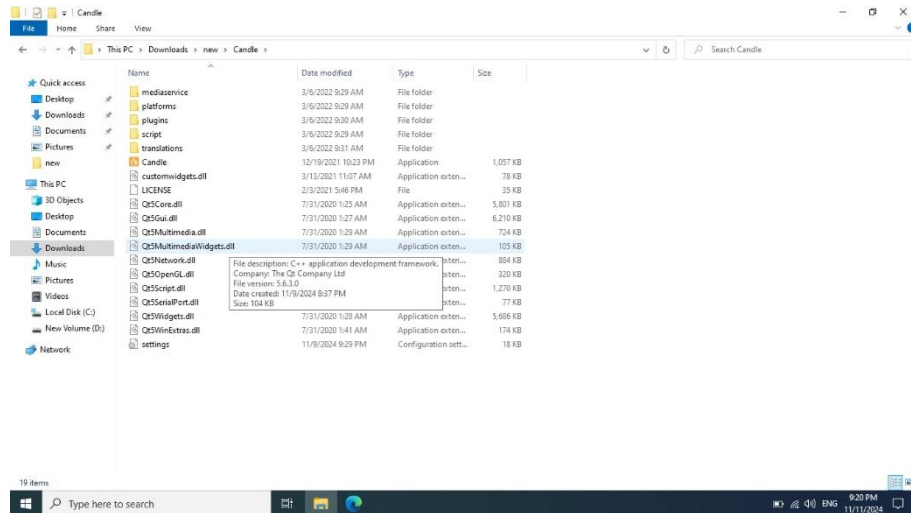
Gambar 3. 18 Halaman Utama Arduino IDE

3.4.2 Software Candle CNC

Penggunaan Software Pada Candle umumnya tidak perlu melalui instalasi karna yang sifatnya *Open Source* sehingga dapat langsung digunakan,

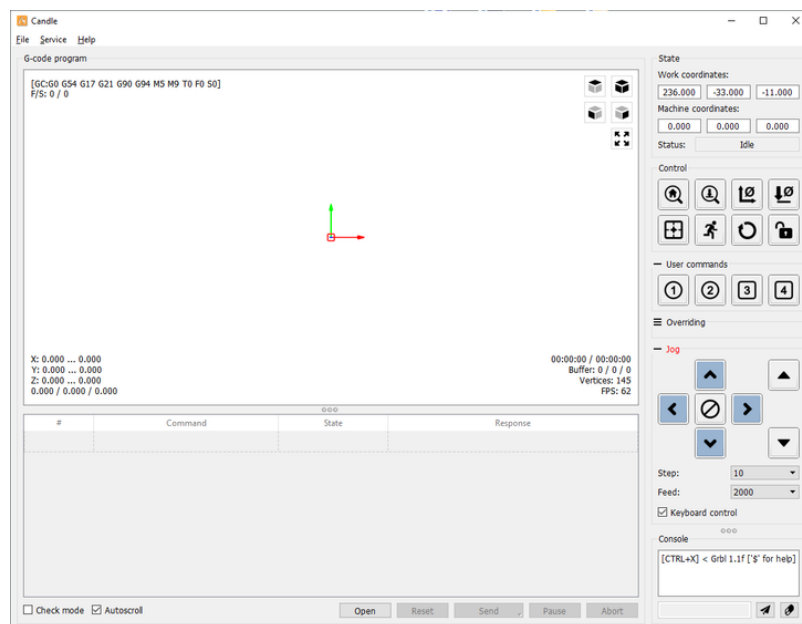
Langkah-langkah membuka Candle :

1. Buka File Software tersebut yang sudah didownload lalu Klik Candle.exe



Gambar 3. 19 Format Candle.exe

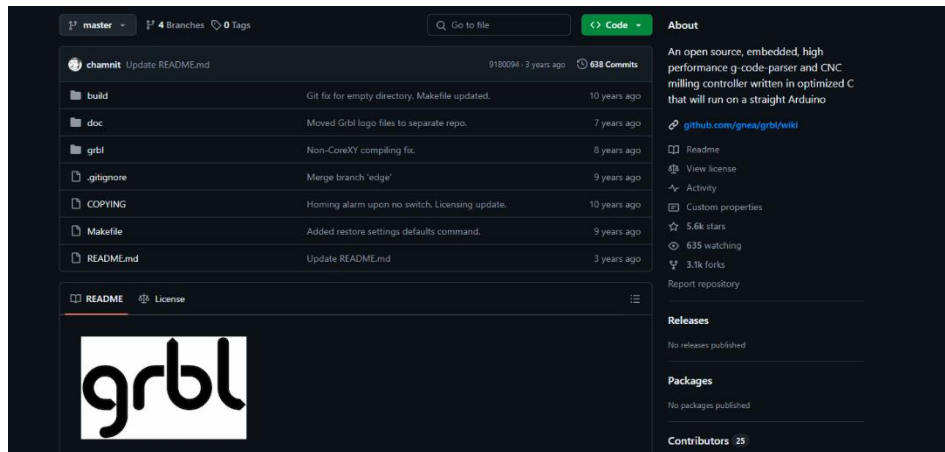
2. Selanjutnya akan tampil Halaman Utama dari Candle yang dapat langsung digunakan.



Gambar 3. 20 Halaman Utama Candle

3.4.3 Proses Upload Grbl

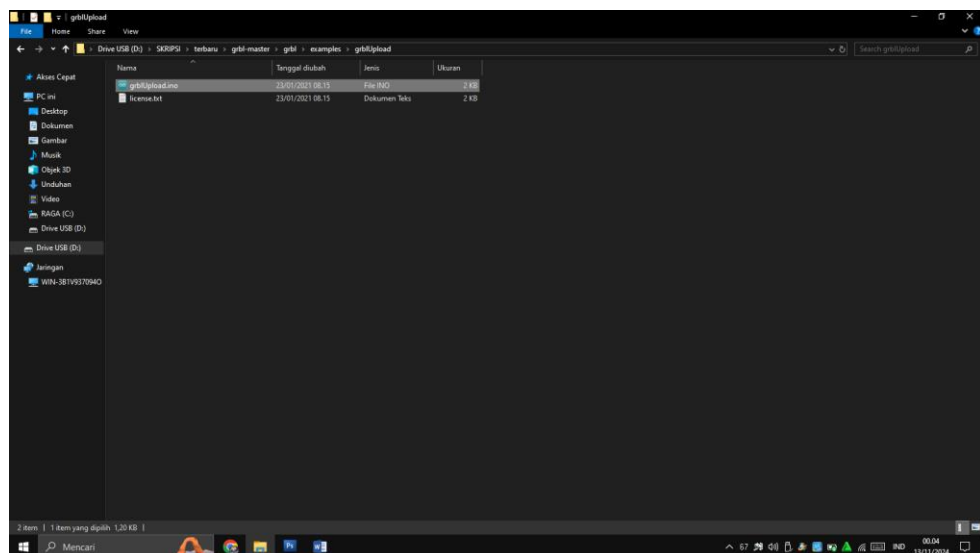
1. Hal pertama yang harus dilakukan ialah mengunduh GRBL dari situs resmi Github <https://github.com/grbl/grbl>.



Gambar 3. 21 Download Grbl

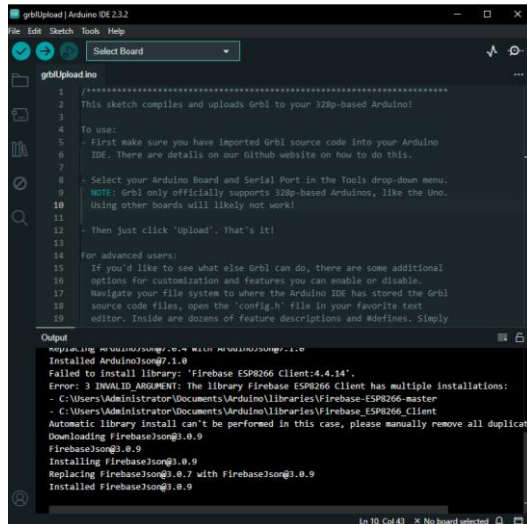
Exstak file.zip yang telah diunduh, lalu buka folder example

2. Selanjutnya buka file arduino.uno untuk mendapatkan kode program Upload library.



Gambar 3. 22 Hasil Download Grbl

- Selanjutnya akan diarahkan ke halaman Arduino IDE yang nantinya kita mendapatkan file upload Library untuk menghubungkan Arduino ke PC.

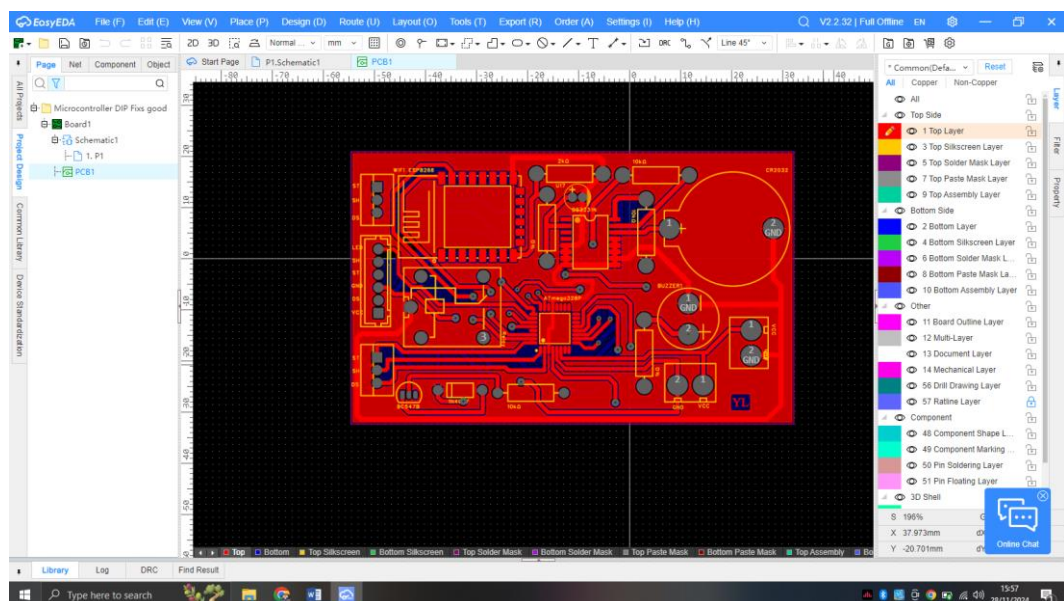


Gambar 3. 23 File Upload Grbl

- Selanjutnya proses upload ke dalam mikrokontroler.

3.4.4 Software EasyEDA

- Proses Pembuatan Rangkaian Elektronik biasa menggunakan Software EasyEDA karna mendukung berbagai Fitur Seperti 2D dan 3D. Gambar Rancangan dapat dilihat pada

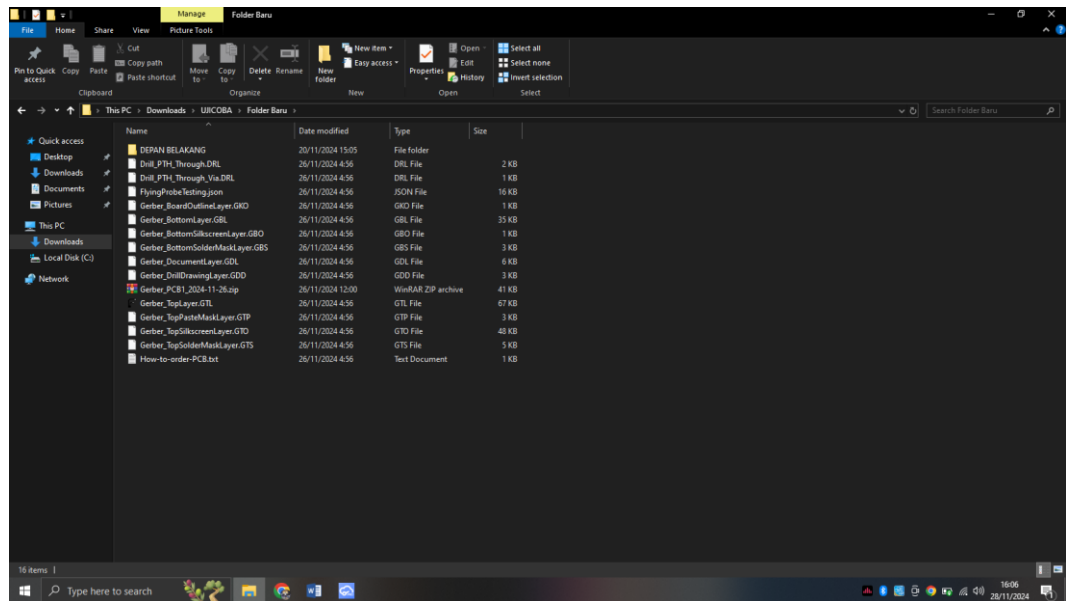


Gambar 3. 24 Platform EasyEDA

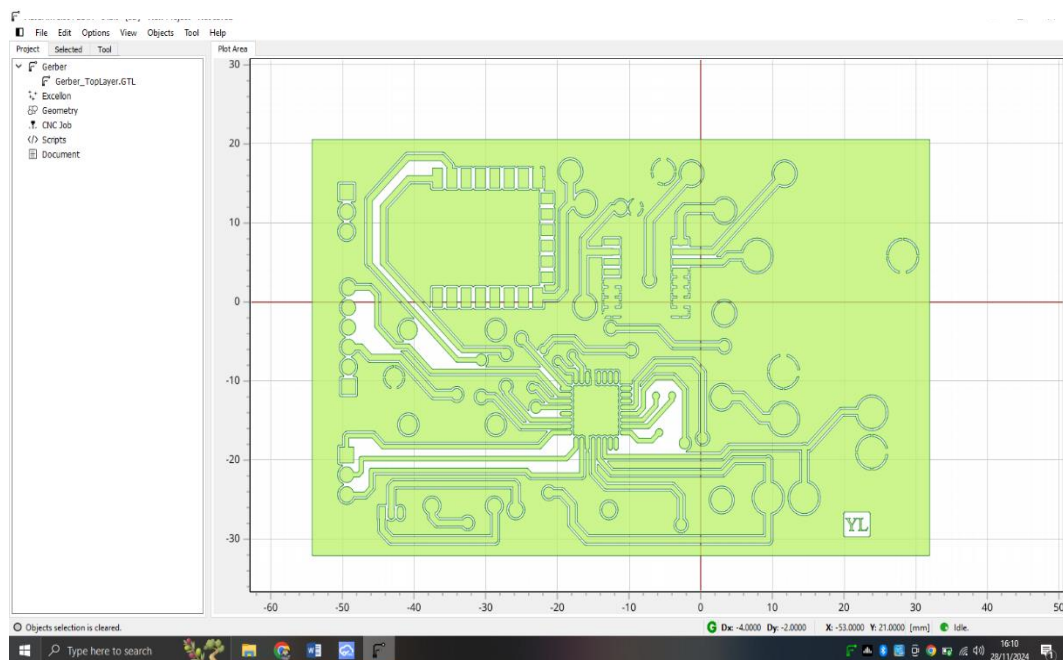
2. Eksport File yang sudah dirancang dari EasyEDA ke dalam bentuk format Gerber/PDF.
3. Isi bentuk File Gerber yang nantinya dapat dibaca oleh Software Flatcam

3.4.5 Software Flatcam

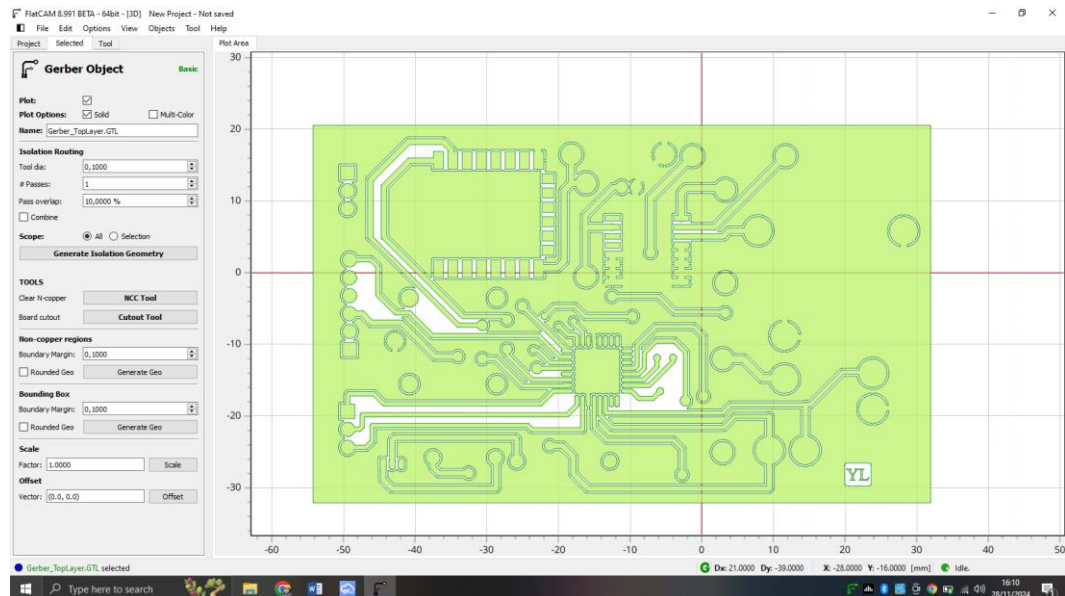
1. Software Flatcam digunakan untuk memproses atau mensetting hasil Grbl ke bentuk G-code.



Gambar 3. 25 Hasil Exsपोर्ट EasyEDA

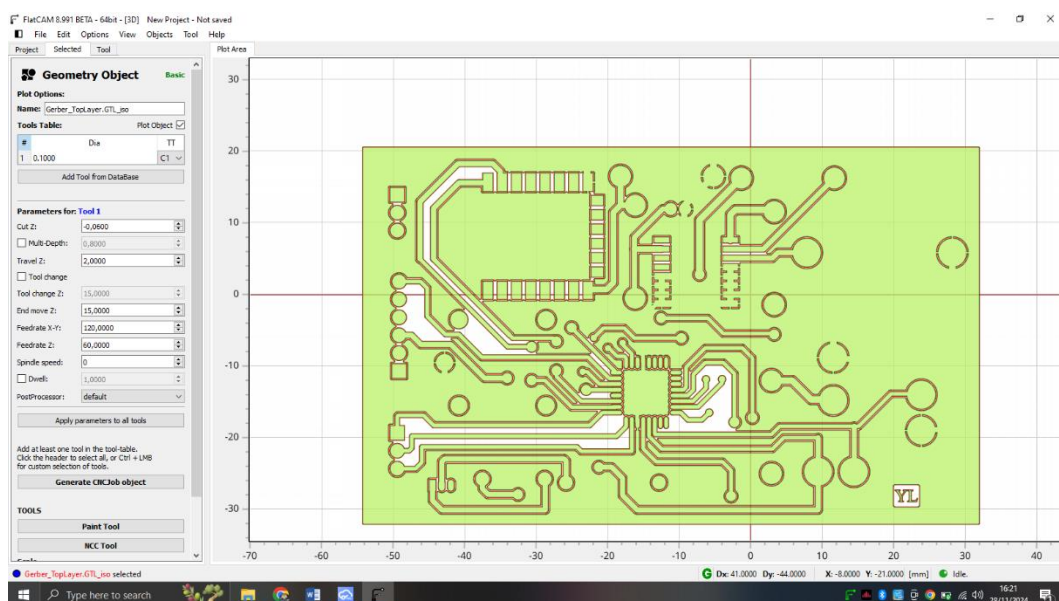


- Setting ukuran mata bor yang diperlukan seperti 0,1 mm lalu melakukan beberapa langkah ukiran seperti passes = 2.

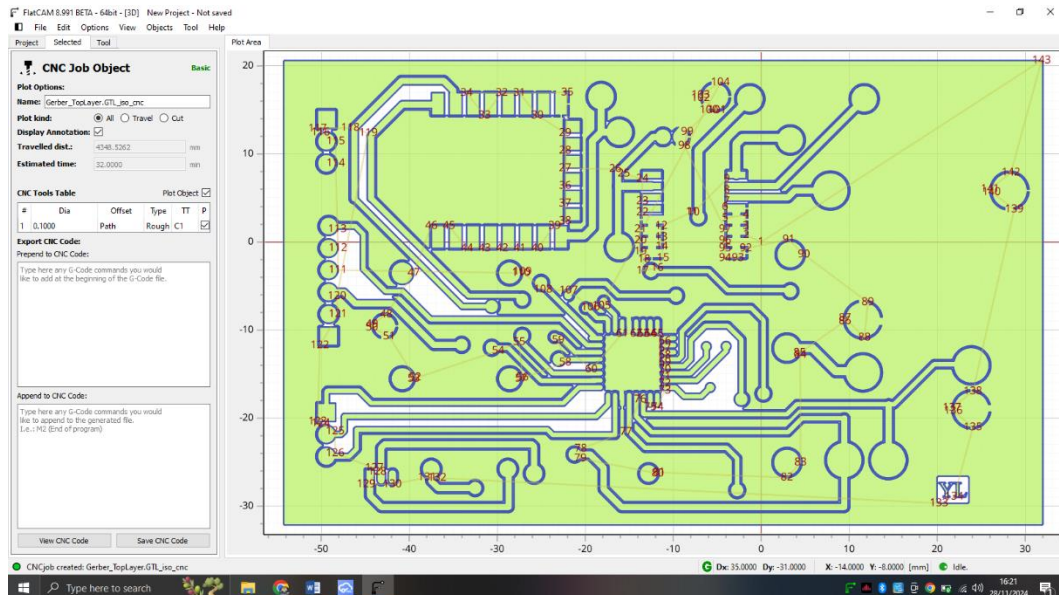


Gambar 3. 26 Pengaturan Flatcam

- Selanjutnya mengatur kedalaman ukiran yang akan diatur dengan ketentuan Cut Z = -0,06 dan kecepatan travel Z atau perpindahan dari satu jalur ke jalur lain stepper=2000, untuk kecepatan perpindahan berakhir 15.000, setelah itu mengatur kecepatan Feed Rate X-Y 120.000, dan kecepatan naik turun Z=60.000, spindle speed max 10.000.

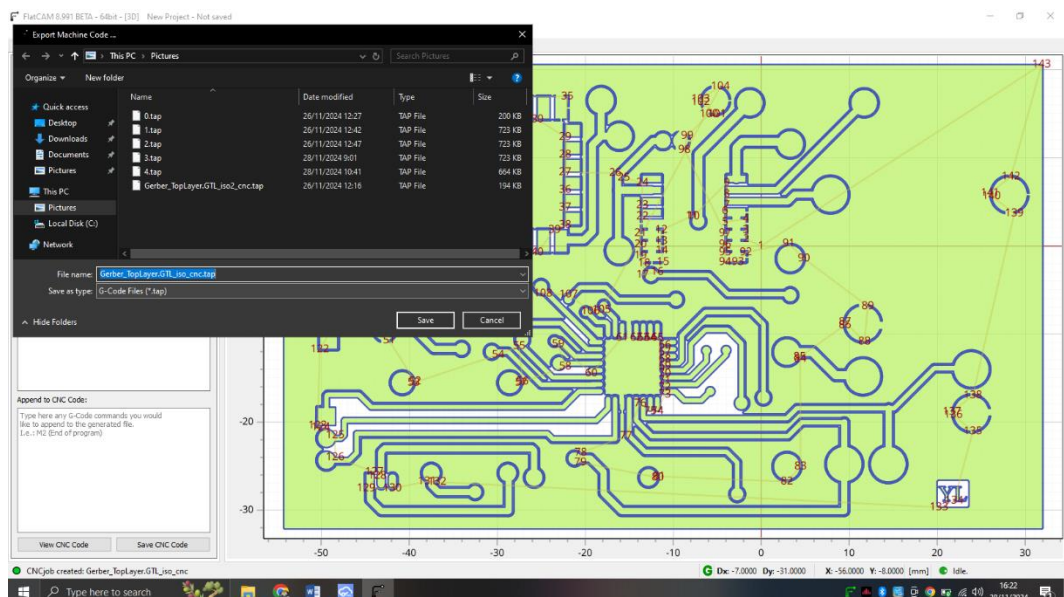


4. Selanjutnya hasil dari pengukuran dapat dilihat pada line berwarna biru yang sudah ditentukan sebelumnya.



Gambar 3. 27 Hasil pengaturan flatcam

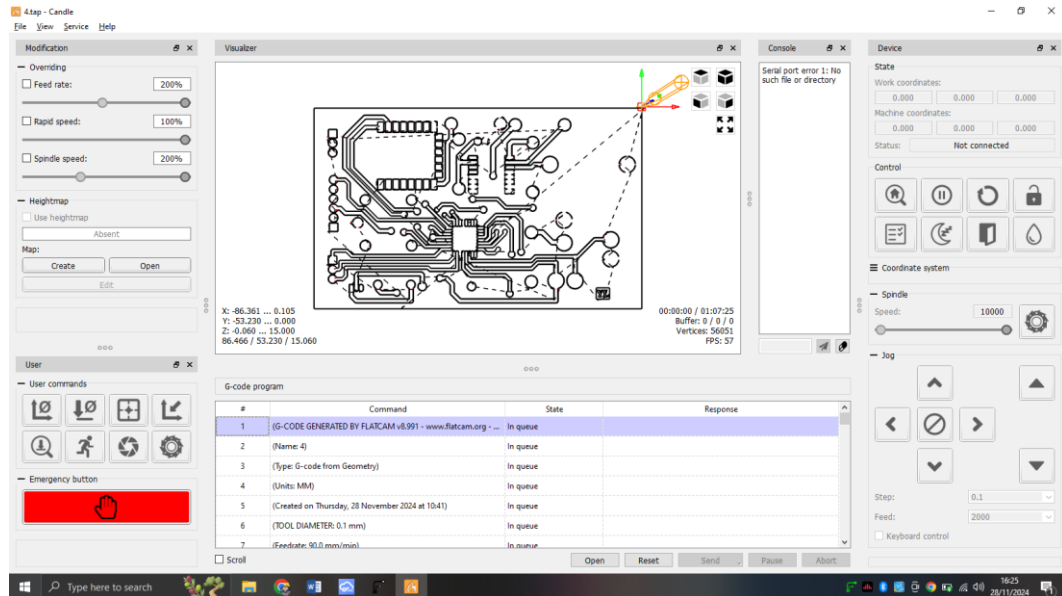
5. Selanjutnya file Gerber tersebut disave kedalam bentuk format .tap atau G-Code yang nantinya file tersebut diimport kedalam candle.exe



Gambar 3. 28 Save CNC Code

3.4.6 Software Candle

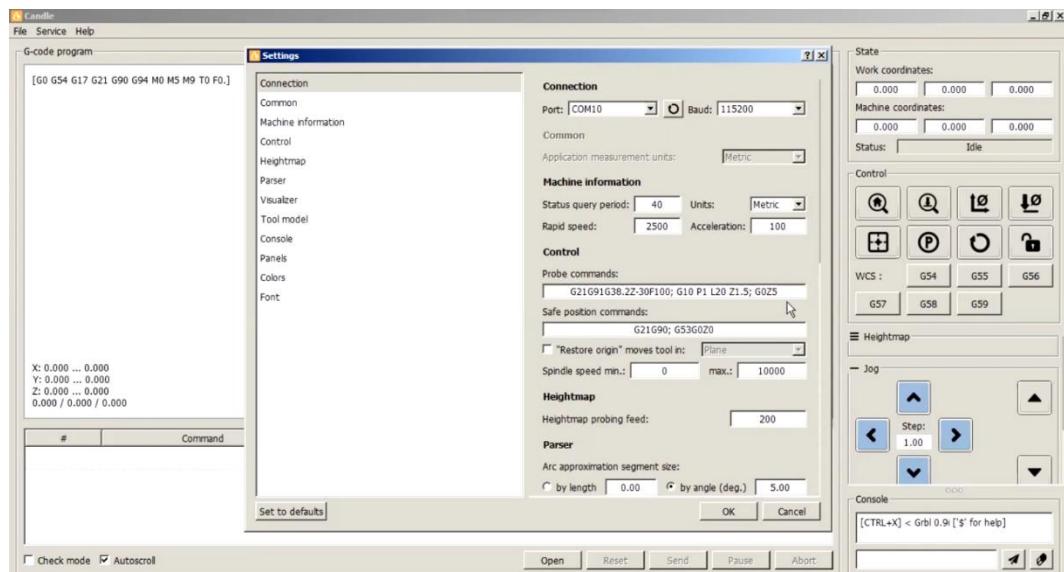
1. Import File G-code ke dalam Software Candle.exe file G-code dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 29 Software Candle Import G-Code

2. Setelah itu melakukan kalibrasi dengan memposisikan mata CNC yang diinginkan yaitu Zero Z dan Zero X-Y, langkah selanjutnya tekan send maka proses pengukiran Jalur PCB siap dimulai.

3.4.7 Proses Kalibrasi Zero Z Probe Otomatis



Gambar 3. 30 Kalibrasi Zero Z Probe

1. Selanjutnya Dengan menuliskan Parameter probe command :
G21 G91 G38.2 Z-30 F100; G10 P1 L20 Z1.5; G0 Z5; untuk
memulai/Start Zero Z Otomatis dengan merubah seberapa tebal dari PCB
tersebut di bagian Z5.

3.5 Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian ini rangkaian dari perangkat keras dan perangkat lunak di uji coba agar mengetahui hasil dari pembuatan dari alat tersebut bekerja atau tidaknya dimulai dari pengiriman hasil vector kedalam candle lalu nanti data dikirimkan ke Arduino yang dapat mengontrol motor stepper secara otomatis dan mencetak jalur PCB sesuai vector yang telah didesain.