

RANCANG BANGUN CNC PCB CYCLONE BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA

Lilik Hari Santoso¹⁾, Achmad Anwari²⁾, Dadi Permadi³⁾, Mulyo Nugroho⁴⁾

^{1, 2, 3, 4} Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Subang, Indonesia.

Kata kunci:

Arduino Mega kit, Motor Stepper , Mini Drill, Fritzing, Flatcam dan Bcnc

Email penulis:

mulyo354@gmail.com

Abstrak

CNC sangat berguna membantu manusia untuk melakukan pekerjaan yang rumit contohnya seperti pembuatan gear, pembuatan karya ukir dll. Oleh sebab itu perlu dibutuhkan pengembangan cnc yang lebih canggih ketelitian dan ketpresisian. Perancangan ini bertujuan untuk membuat cnc pcb yang menggunakan bor tangan dan sebuah mikrokontroler Arduino Mega sebagai pengendalinya. Dan proses kerja untuk membuat ukiran pada pcb dengan menggunakan mini drill, pembuatan ukiran ini berupa motif atau layout tertentu yaitu dengan proses pergerakan motor stepper x y z. Pergerakan motor stepper ini menurut perintah dari komputer yang dibuat dengan aplikasi Fritzing dan Flatcam yang nantinya dirubah ke gcode (.nc) untuk mentransfer gcode ke alat yaitu dengan aplikasi Bcnc. Gerakan motor stepper dengan mendeteksi arah program dan mengembalikan posisi motor pada posisi semula. Hasil dari perancangan ini menunjukkan bahwa cnc pcb dapat dibuat dengan mikrokontroler Arduino Mega. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan ,dapat disimpulkan bahwa cnc pcb dapat bekerja sesuai dengan program, dengan media benda pcb kosong. CNC sangat berguna membantu manusia untuk melakukan pekerjaan yang rumit contohnya seperti pembuatan gear, pembuatan karya ukir dll. Oleh sebab itu perlu dibutuhkan pengembangan cnc yang lebih canggih ketelitian dan ketpresisian. Perancangan ini bertujuan untuk membuat cnc pcb yang menggunakan bor tangan dan sebuah mikrokontroler Arduino Mega sebagai pengendalinya. Dan proses kerja untuk membuat ukiran pada pcb dengan menggunakan mini drill, pembuatan ukiran ini berupa motif atau layout tertentu yaitu dengan proses pergerakan motor stepper x y z. Pergerakan motor stepper ini menurut perintah dari komputer yang dibuat dengan aplikasi Fritzing dan Flatcam yang nantinya dirubah ke gcode (.nc) untuk mentransfer gcode ke alat yaitu dengan aplikasi Bcnc. Gerakan motor stepper dengan mendeteksi arah program dan mengembalikan posisi motor pada posisi semula. Hasil dari perancangan ini menunjukkan bahwa cnc pcb dapat dibuat dengan mikrokontroler Arduino Mega. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan ,dapat disimpulkan bahwa cnc pcb dapat bekerja sesuai dengan program, dengan media benda pcb kosong.

1. PENDAHULUAN

Teknologi adalah cara untuk mendapatkan sesuatu barang ataupun lainnya dengan lebih mudah, lebih cepat dan lebih menyenangkan dan yang terpenting adalah kualitas yang terjamin. Salah satu teknologi yang berkembang pesat dewasa ini yaitu didalam perindustrian yang dalam pengontrolan mesinnya yang begitu canggih. Dengan perkembangan teknologi menjadikan mesin-mesin bergerak, berproses, dan berproduksi otomatis dengan sentuhan teknologi nan canggih. Semua itu karena pengontrolan mesin. Seperti salah satunya mesin cnc untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi, waktu yang relatif cepat, bahkan pekerjaan yang membosankan karena diulang-ulang. Dalam hal ini CNC diperlukan untuk memproduksi suatu barang dengan bentuk, ukuran tertentu yang diperlukan dalam proses produksi.

CNC ini berproses berdasarkan perintah dari pemrograman komputer dengan sekali program (pembuatan desain), maka pekerjaan pembuatan barang akan mencetak secara terus menerus sesuai keinginan yang memprogram. Jenis pekerjaan ini membutuhkan waktu yang lama jika menginginkan pembuatan produksi dalam porsi banyak.

Mikrokontroler Arduino Mega. Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan *chip* ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (*serial port hardware*). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah port USB, *power jack* DC, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke *jack* DC.

Bcnc. Bcnc ini bukanlah sekedar *gcode sender* biasa, *software* ini mempunyai fitur yang lebih baik dan yang sangat berguna.

Autolevel: Sangat berguna sekali dalam pembuatan pcb, karena untuk mengukur ketidak rataan saat melakukan gravir/ukir. Bekerja dengan cara membaca setiap titik yang akan di lakukan *engrave/ukir*.

Flatten: Untuk meratakan benda kerja pada permukaan, dengan cara tinggal memasukkan ukuran panjang dan lebar yang akan diratakan.

Gear: Untuk membuat roda gigi.

Tile: Untuk mengcopy obyek menjadi banyak dan mengerjakan secara berurutan.

Editor: Dilengkapi G-code editor yang sangat berguna dalam pengeditan, merubah rutan blok pengerjaan, atau bahkan merubah letak origin.

Pendant : untuk mengontrol secara remote dari komputer lain dalam jaringan atau bahkan via HP/Tablet android via wifi tanpa harus menginstal software /plugin apapun karena menggunakan sistem web based , tinggal ketik ipaddress:8080 pada sembarang web browser.

Fritzing. Fritzing merupakan sebuah *software* yang digunakan para penghoby elektronika untuk merancang peralatan elektronika pada umumnya. Pada biasanya para penghoby sebelum membuat perancangan di fritzing malah mereka membuat rancangan komponen yaang sesungguhnya. Pada perancangan ini dibuat di prototype sehingga kalau terjadi kesalahan bisa diperbaiki. Biasanya juga ereka membuat rancangan seperti arduino. Dan apabila rancangan tersebut sudah sesuai, mereka baru membuat program perancangan ke fritzing.

Flatcam. Flatcam merupakan salah stu software cam dimana yang fungsinya untuk membentuk file gerber ke dalam bentuk *gcode(.nc)*. Dimana dalam pembentukan ini terdiri dari beberapa pengaturan dari mulai diameter mata pisau cnc, bor, ataupun mata *cutting*, dan kecepatan gerakan saat melakukan proses, hingga tingkat garis ukir dalam sisi gambar.

2. METODE

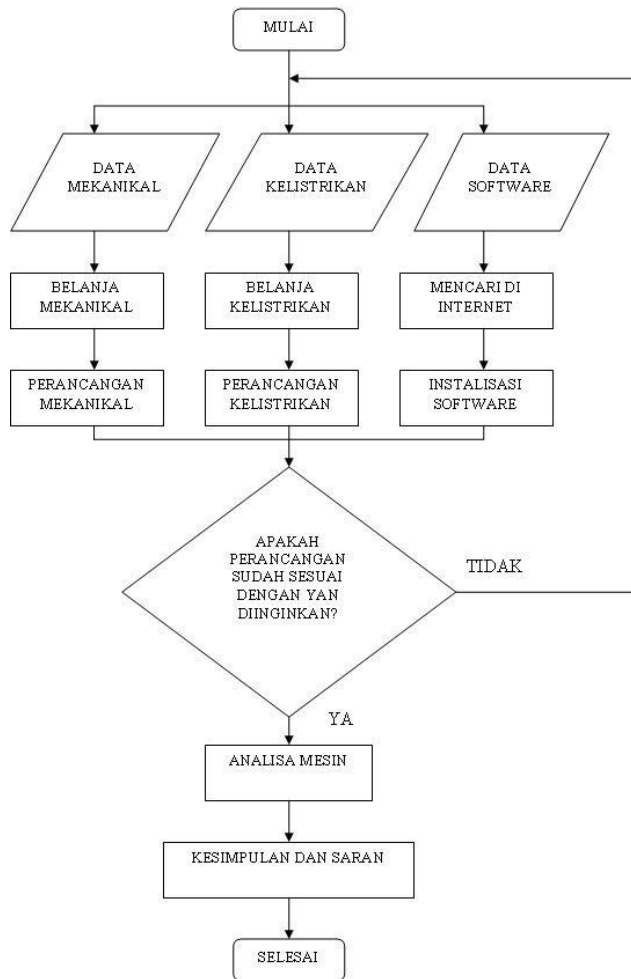
Pembuatan cnc pcb dilakukan dengan cara membuat rangkaian penghubung antara modul dan komponen dengan mikrokontroler dan sistem pengendaliannya menggunakan pemrograman Arduino Mega. Komponen yang dipakai utama adalah motor *stepper* yang dapat di perintah oleh arduino dengan menggunakan *driver shield* Ramps 1.4 with *driver* ICA4988. Untuk proses pembuatan dilakukan dengan cara merangkai satu persatu tata letak komponen.

Studi literatur dan diskusi. Pada tahap pertama perancangan ini penulis akan mempelajari literature yang berhubungan dengan perancangan mesin cnc, mikrokontrol arduino mega dan komponen pendukung yang digunakan. Penulis juga berdiskusi dengan dosen dan internet dengan mencari informasi disosial media grub arduino Indonesia, grub 3d printer Indonesia, grub perancangan cnc dan 3d printer dan informasi dari blog-blog luar negri untuk memperkaya wawasan penulis mengenai perancangan mesin cnc pcb.

Tahapan Perancangan. Penelitian dimulai dengan tahapan merancang *flowchart* cara perancangan mesin cnc pcb yang meliputi perancangan bentuk kerangka, penempatan motor, penempatan *spindel*, penempatan *power suplay* dan penempatan perangkat lain. Konfigurasi aplikasi, Arduino Board dengan PC, dan motor. Membuat settingan untuk pengontrolan mesin, respon dan pergerakan putaran motor. Melakukan analisa dan pembahasan yang akan

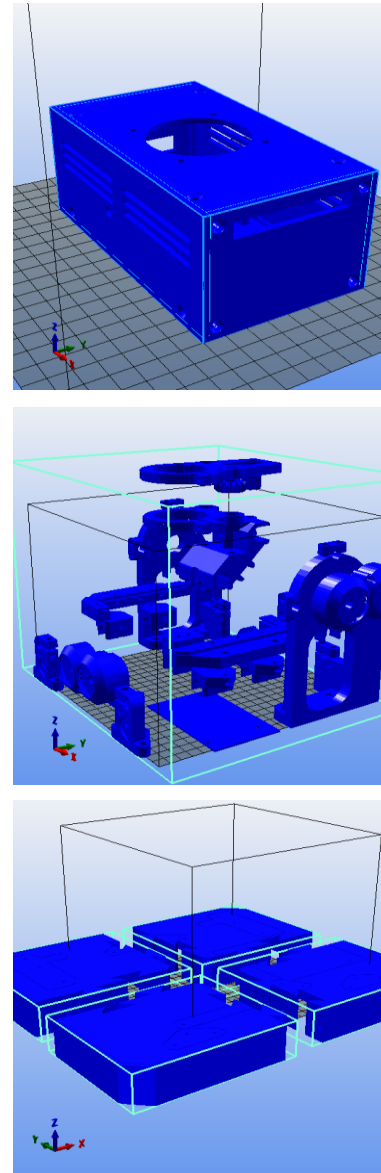
disesuaikan dengan hasil pengujian yang diperoleh. Hasil akhir dari penelitian ini adalah perancangan mesin cnc pcb dengan hasil sesuai yang diinginkan.

Flowchart perancangan mesin CNC PCB



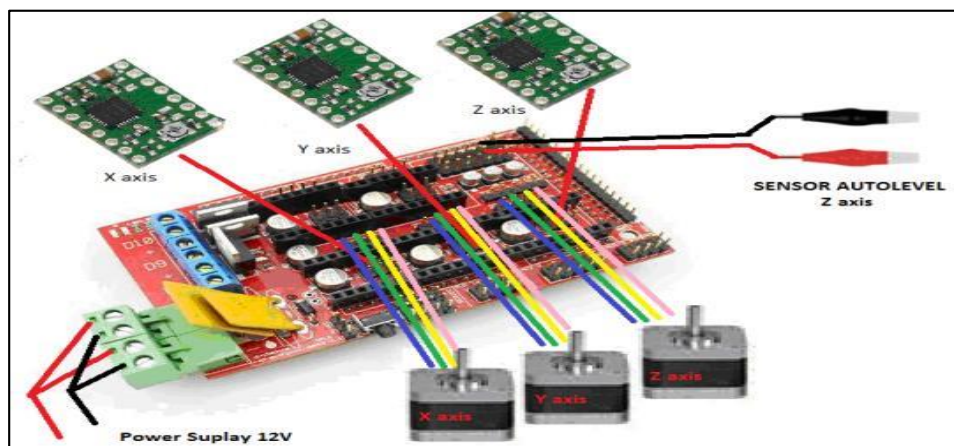
Gambar 1. Flowchart Perancangan Mesin CNC PCB.

Perancangan Bentuk Fisik Robot



Gambar 2. Rancangan Mekanik Mesin CNC.

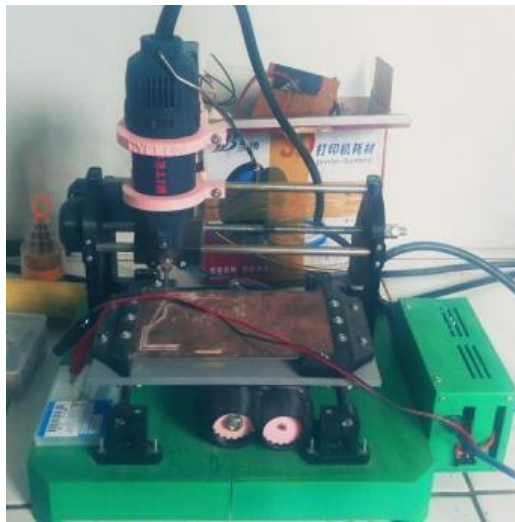
Perancangan Elektronik Robot



Gambar 3. Rangkaian Sistem Kelistrikan Mesin CNC PCB.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian cnc pcb dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja mesin cnc serta performa dari sistem pergerakan axis yang telah dirancang pada Bab III. Pengujian ini terdiri dari beberapa tahapan, dari hasil pengujian akan dianalisa kinerja - kinerja dari tiap - tiap bagian sistem yang saling berinteraksi sehingga terbentuklah sistem cnc pcb yang dapat membuat sebuah pcb. Pengujian yang dilakukan, kinerja mesin cnc ini dapat bekerja di area 15cm X 9cm. Hasil dari perancangan dan pembuatan mesin cnc pcb seperti pada Gambar 4.1 di bawah ini :

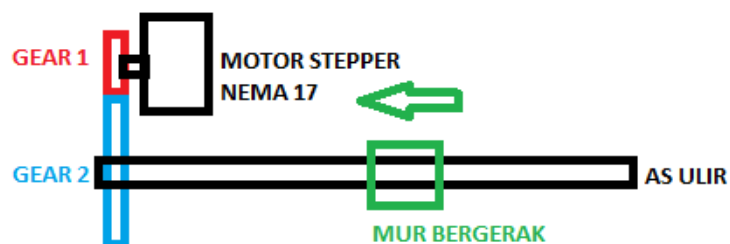


Gambar 4. Hasil Akhir Mesin Cnc Pcb

Pengujian *Motor Stepper Nema 17*

Dalam pengujian ini, dilakukan akuisisi perhitungan dan pengukuran actual putaran penuh motor stepper nema 17 sampai ke pergeseran *lead rod* atau mur penggeser pada as ulir, dengan menggunakan busur dan penggaris. Setelah melakukan perhitungan memasukkan settingan pada aplikasi *gcode sender*. Dan melakukan settingan actual dengan uji coba 1 putaran tersebut untuk menemukan settingan pergeseran mur pada as ulir dengan sama settingan.

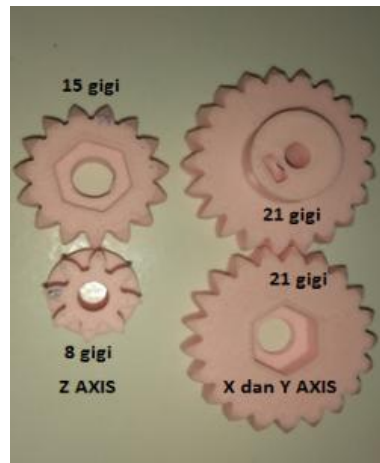
Motor step bipolar hibrida NEMA 17 ukurannya memiliki sudut $1,8^\circ$ (200 langkah / revolusi) dari data basenya. Setelah diperoleh data perhitungan 200 langkah/revolusi. Maka dimasukkan ke pengaturan *gcode sender* dengan menggunakan kontrol arduino dengan driver ramps dengan IC A4988 dan untuk uji coba ternyata satu putaran tidak didapatkan dengan setingan 20 step/mm melainkan 3200 step/mm dengan uji coba menambahkan terus hingga tercapai putaran penuh. Setelah itu perhitungan pergeseran mur yang bergerak pada as ulir.



Gambar 5. Pengujian *Motor Stepper Nema 17*

Dari persoalan pergeseran mur pada as, pada penghubung motor dengan as ini menggunakan gear dari plastik yaitu memiliki gigi untuk X dan Y axis sama sama memiliki 21 gigi dan gear keduanya 21 gigi, berarti jika motor berputar 1 kali putaran penuh maka as ulir berputar satu putaran penuh. Untuk Z axis

memiliki banyak gigi berbeda yakni gigi pada motor stepper 8 gigi dan yang berhubungan dengan as 15 gigi.



Gambar 6. Gear Penghubung

Untuk Z axis memiliki putaran berbeda jika as motor berputar 1 putaran penuh maka pada as ulir berputar 0.533 putaran dari perbandingan gigi dengan rumus $8 : 15 = 0.533$. Dan untuk menghasilkan 1 putaran penuh terhadap as ulir maka motor harus berputar 1,875 putaran dengan rumus $15 : 8 = 1,875$. Dan untuk mur dengan as ulir satu putaran as ulir mendapatkan pergerakan 1.25 mm. Maka dapatkan 3200 step per putaran berbanding 1.25 mm maka didapatkan 2560 step per 1 mm geser (settingan untuk X dan Y AXIS) yaitu $(3200 \text{ step/ putaran} \times 1 \text{ putaran}) : 1.25 \text{ mm} = 2560 \text{ step/mm}$.

Untuk Z axis karena ada perbedaan jumlah gigi maka perputarannya pun berbeda dari motor berputar satu putaran penuh tetapi di as ulir tidak berputar penuh. Untuk itu perlu mencari nilainya yakni sebagai berikut :

$$Z \text{ axis} = \frac{(3200 \text{ step per putaran}) \times 1.875 \text{ putaran}}{1.25 \text{ mm}}$$

$$Z \text{ axis} = 4800 \text{ step/mm}$$

Setelah diperoleh data settingan, maka dianalisis error dengan uji coba dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Error \%} = \frac{(\text{Jarak yang diukur} - \text{Jarak sebenarnya}) \times 100}{\text{Jarak yang diukur}}$$

Tabel 1. Hasil Pengujian Perbandingan Perpindahan dari X,Y, Z Axis.

Perintah ukuran X axis (mm)	Ukuran Terdeteksi (mm)	Error %
1	1	0
10	10	0
50	50	0

Perintah ukuran Y axis (mm)	Ukuran Terdeteksi (mm)	Error %
1	1	0
10	10	0
50	50	0

Perintah ukuran Z axis (mm)	Ukuran Terdeteksi (mm)	Error %
1	1	0
10	10	0
50	50	0

Untuk analisa ini karena menggunakan penggaris maka nilai erornya yang kecil tidak terlihat. Pada uji coba berikutnya menggunakan jangka sorong untuk pengukuran dengan uji coba desain bangun ataupun uji coba membuat pcb engrave drill dan cutting.

Dan dari uji coba untuk settingan step/mm yang mana pada data base satu putaran penuh hanya menggunakan 200step karena satu stepnya bernilai 1,8 drajat. Kemungkinan ini pengaruh kualitas kontrol atau pengaruh kualitas motor yang harganya lebih murah. Akan tetapi nilai ketepatan baik dalam pencapaian ukuran yang diinginkan.

Pengujian Sistem Pergerakan Axis X Y Z

Pengujian pergerakan axis untuk mengetahui ukuran di program dengan ukuran hasil setelah mesin selesai bekerja. Pengujian pergerakan axis ini dimulai dari pergerakan manual test, pergerakan kecepatan, pengujian ukir bangun segi empat dan lingkaran, dan produksi pcb dengan layout yang telah di buat.

1. Pengujian Ukuran Dengan Manual menggunakan Bcnc

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran dengan manual proses seberapa nilai ketelitian dan nilai eror yang ada pada uji coba pergerakan manual. Pengujian ini ditujukan pada nilai pergerakan X dan Y axis. Dengan pergerakan X dan Y, sedangkan Z terdiam pengujian ini dengan menggunakan pulpen dengan media kertas. Dan dengan menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0.02mm.



Gambar 7 Cek Ukuran Vertikal Dan Horizontal Ukuran

Setelah diperoleh data pengukuran, maka dianalisis error yang terjadi dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Error \%} = \frac{(\text{Jarak yang diukur} - \text{Jarak sebenarnya}) \times 100}{\text{Jarak yang diukur}}$$

Tabel 2 Hasil Pengujian Perbandingan Vertikal dan Horizontal.

NO	Ukuran Yang Di manual Mm	Ukuran Horizontal Uji Coba X AXIS	Ukuran Vertikal Uji Coba Y AXIS	Erer % Ukuran Horizontal Uji Coba X AXIS	Erer % Ukuran Vertikal Uji Coba Y AXIS
1	50	50,02	50,02	0,04	0,04
2	50	50,00	50,00	0	0
3	50	50,00	50,00	0	0
4	50	50,02	50,02	0,04	0,04
5	50	50,02	50,00	0,04	0
Rata-Rata Eror	0	0,012	0,008	0,024	0,016

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa terdapat *error* atau selisih antara jarak sebenarnya dengan jarak yang terukur dengan rata-rata error sebesar 0.024 % untuk X axis dan 0,016 % untuk Z tetapi jarak yang terukur masih mendekati jarak yang sebenarnya. Selisih ini disebabkan karena adanya faktor mekanik dalam kemampuan bahan.

2. Pengukuran kecepatan dan Pengukuran ukuran hasil bangun yang telah dibuat sesuai dengan data ukuran di komputer.

Pengujian pengukuran kecepatan ini adalah pengujian pergerakan saat melakukan proses otomatis mesin bekerja dengan program. Dengan membuat bangun segi empat dan lingkaran dengan ukuran tertentu dan di dapatkan waktu selesai dan ditemukan nilai perhitungan kecepatan. Dan dari uji coba bangun ini didapatkan selisih ukuran yang sebenarnya dengan ukuran yang terdapat pada program. Dan yang akan diukur adalah ukuran bangun dan ukuran ketebalan garis yang di ukir dengan menggunakan mata ukir diameter 0.1 mm.



Gambar 8. Cek Kecepatan Waktu dan Ukuran Bangun Dan Ketebalan Garis.

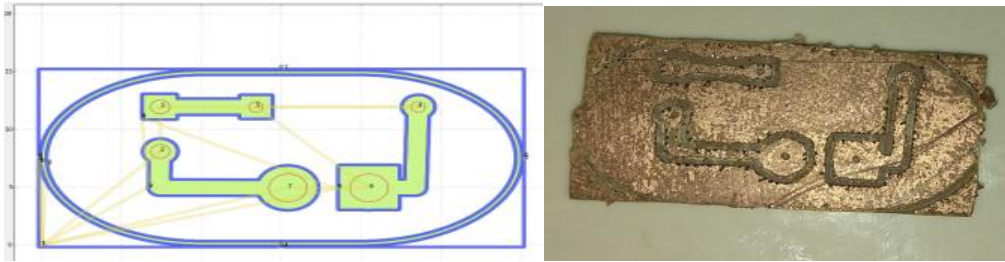
Tabel 3 Hasil Pengujian Kecepatan pada Bangun Persegi dan Lingkaran.

Bangun	Ukuran Di Komputer	Keliling Bangun di Komputer	Waktu yang dicapai Stopwatch Jam	Kecepatan	Ukuran Garis Ukir	Ukuran Sesungguhnya	Pernyataan Kesesuaian Bentuk
Persegi	Panjang sisi : 25 mm	100 mm	50 detik	2 mm/detik	0.32 mm	Panjang sisi : 25 mm	Panjang sisi sama terletak ditengah garis ukir
Lingkaran	Diameter Lingkaran : 21 mm	66 mm	33 detik	2 mm/detik	0.32 mm	Diameter Lingkaran : 21 mm	Diameter lingkaran sama terletak ditengah garis ukir

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa kecepatan untuk mesin bekerja 2 mm/detik dengan tebal garis ukir 0,32 mm dengan mata ukir 0,1 mm karena faktor mata pisau runcing segitiga dan gerakan z axis terlalu dalam. Dan pembuatan bangun persegi maupun lingkaran memiliki ukuran yang sama antara desain komputer dan hasilnya, dengan cara mengukur pada tengah garis ukir antar ujung satu dengan ujung satunya.

4.2.3 Pengujian Pembuatan PCB

Pengujian pembuatan pcb untuk mengecek apakah hasil sesuai dengan gambar yang dibuat dengan pembuatan pcb desain sampai menjadi pcb.



Gambar 9. Desain Komputer Dan Hasil Mesin

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa gambar hasil kerja mesin sesuai dengan desain yang diinginkan sesuai tata letaknya

KESIMPULAN

Dari hasil perancangan mesin cnc pcb yang telah di lakukan dapat di simpulkan bahwa:

1. Dengan menggunakan minidrill ini mengurangi driver spindle cnc. Karena menggunakan spindle dengan yang terdapat pada cnc pcb ini maka tidak perlu menggunakan larutan kimia untuk mengikis tembaga dan tidak perlu melubangi pcb secara manual lagi.
2. Dengan adanya program 3 pilihan desain, maka mesin ini dapat digunakan pada engrave, drill, dan cutting. Adanya selisih pengukuran dengan desain dikarenakan dalam faktor rangka yang kurang presisi dan terjadi elastisitas bahan pada pergerakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdi, Wahyu Wibowo 2017. Rancang Bangun Woodworking Cnc Machine (WCM) 3 Axis (X,Y, Dan Z) Menggunakan Motor Stepper Mach 3 Pc Base. Tugas Akhir. Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
2. <http://scribd.com/mobile/document362937696/cnc-pcb-from-cad-to-cam-with-fritzing-flatcam-bcnc/> Diakses pada : 20 Oktober 2017.
3. <http://myyoutube.com/whacth?v=zedzmylpgkm/> Diakses pada : 20 Oktober 2017.
4. <http://crossfire-net.blogspot.com/> cnc Diakses pada : 20 Oktober 2017..
5. <http://partner3d.com/motor-stepper-pengertian-cara-kerja-dan-jenis-jenisnya/> Diakses pada : 20 Oktober 2017.
6. <http://pololu.com/product/1200/> Diakses pada : 10 Oktober 2017.
7. <http://pololu.com/category50/0.1-2.54-mm-female-headers/> Diakses pada : 10 Oktober 2017.
8. <http://ecadio.com/belajar-dan-mengenal-arduino-mega/> Diakses pada : 10 Oktober 2017.
9. Firsia, Teuku, dkk 2014. *Perancangan Dan Pembuatan Prototipe Mesin Cnc 4 Axis Berbasis PC (Personal Computer)*. Jurnal. Fakultas Syiah
10. Jayachandraiah, dkk. 2014. *Fabrication Of Low Cost 3-Axis CNC Router*. Universitas Srikalahateeswara Insitute Of Technology. India.
11. Kristianto, Yudhi. 2016. *Pemrograman CNC TU-3A*. Gava Media Cetakan. Yogyakarta.