



**RANCANG BANGUN MESIN *CNC MILLING 5 AXIS*
TIPE 5570 BERBASIS *SOFTWARE MACH3***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin

Oleh :

Muhammad Amin Muslih

NPM. 6415500105

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Untuk Di Hadapan Sidang Dewan Penguji
Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

Pembimbing I



(M. Agus Sidiq, ST., MT)
NIPY. 2056211978

Pembimbing II



(Royan Hidayat, ST., MT)
NIPY. 2496441990

PENGESAHAN

Telah Di Pertahankan Dihadapan Sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari : Rabu

Tanggal : 29 Januari 2019

Penguji I

M. Agus Sidiq, ST MT
NIPY.20562111978

()

Penguji II

Hadi Wibowo, ST MT
NIPY.20651641971

()

Penguji III

Eko Budiraharjo, ST M.kom
NIPY.1475531973

()



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Tiada doa yg lebih indah selain doa agar skripsi ini cepat selesai.
2. Ku olah kata, kubaca makna, kuikat dalam alinea, kubingkai dalam bab sejumlah lima, jadilah mahakarya, gelar sarjana kuterima, orang tua, calon istri/suami dan calon mertua pun bahagia.
3. Wisuda setelah 14 semester adalah kesuksesan yang tertunda.
4. Saya datang, saya bimbingan, saya ujian, saya revisi dan saya menang.

PERSEMBAHAN

1. Ayah dan Ibunda tercinta yang telah berjasa dalam hidupku
2. Bapak M agus sidiq ST.,MT Selaku Dosen pembimbing I
3. Bapak Royan Hidayat ST.,MT Selaku Dosen pembimbing II
4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Mesin UPS Tegal
5. Para Staf Fakultas Teknik Mesin UPS Tegal
6. Teman-teman Fakultas Teknik Mesin UPS Tegal

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Amin Muslih

NPM : 6415500105

Judul Skripsi : "Rancang Bangun Mesin *CNC Milling 5 Axis* Tipe 5570
Berbasis *Software Mach3*"

Dengan ini menyatakan bahwa pembuatan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan Programming yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Pancasakti Tegal. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Tegal, 2019

Yang membuat pernyataan


Muhammad Amin Muslih

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat serta kasih Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini ya dengan judul “Rancang Bangun Mesin *CNC Milling 5 Axis* Tipe 5570 Berbasis *Software Mach3*”.

Tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin (S.T) bagi mahasiswa program S-1 Di Universitas Pancasakti Tegal. terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo ST., MT Selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Hadi Wibowo ST., MT Selaku Kaprodi Fakultas Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal.
3. Bapak M. Agus Sidiq ST., MT Selaku Dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Royan Hidayat ST., MT Selaku Dosen pembimbing II yang penuh kasih dalam memberikan arahan kepada penulis.
5. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Bapak Toha dan Ibu siti umaenah yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
6. Terimakasih kepada semua *team cnc maker* toni, kresna, ardiyan, sigma, rinto, agung, owi, basit, ryan. Terimakasih juga Bapak Yuliawan H. S.Pd, Agus M A.Md, Erza F A.Md, Johan F ST MT, Fauzi, dan yang sudah membantu dan selalu mengingatkan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Terakhir buat Umi Aeman yang sudah memberikan semangat dan sudah lama menunggu.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

ABSTRAK

MUHAMMAD AMIN MUSLIH, 2019. "Rancang Bangun Mesin *CNC Milling 5 Axis* Tipe 5570 Berbasis *Software Mach3*" Laporan Skripsi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal 2019.

Perkembangan dunia permesinan semakin ketat membuat manusia tidak berhenti berfikir untuk membuat inovasi baru untuk lebih meningkatkan efisiensi ataupun kualitasnya. Penggunaan mesin *CNC* dari tahun ke tahun semakin meningkat mulai dari mesin *CNC 3 Axis*, *4 Axis* dan sekarang yang sedang berkembang adalah mesin *CNC Milling Router 5 Axis*.

Mesin *CNC Milling 5 Axis* memberikan keuntungan yang tidak terbatas mengenai ukuran dan bentuk bagian yang dapat di proses secara efektif. Pada pusat permesinan *5 Axis* alat potong bergerak melintasi sumbu linear X, Y dan Z serta memutar pada sumbu A dan B untuk mendekati benda kerja dari segala arah sehingga sangat memungkinkan untuk bisa membuat produk yang tingkat kesulitannya lebih tinggi.

Setelah melakukan pengujian keakuratan pada mesin *CNC* maka hasil yang di dapatkan dari masing-masing sumbu dapat di simpulkan bahwa perubahan dimensi terbesar pada bagian gambar bundar dengan diameter awal 18 mm. dan hasil akhir 18,55 mm. Mengalami perubahan dimensi dengan besar 0,55 mm. Perubahan dimensi terkecil pada bagian bentuk benda kerja dengan lebar awal 60 mm dan hasil akhir 60,25 mm. Mengalami perubahan dimensi sebesar 0,25 mm.

Kata Kunci : Mesin *CNC 5 Axis*, *Software Mach3*

ABSTRACT

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

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

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

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

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

Keywords: 5 Axis CNC Machine, Mach3 Software

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang masalah	1
B. Rumusan masalah.....	2
C. Batasan masalah	3
D. Tujuan penelitian.....	3
E. Mafaat penelitian.....	4
F. Sistematika penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
A. Pengertian rancang bangun	6
1. Rancang.....	6
2. Bangun	6
B. Tahapan Perancangan.....	7
1. Perancangan Menurut French	7
2. Perancangan Menurut Ibrahim Zeid.....	7

3. Perancangan Menurut Pahl and Beitz	9
4. Perancangan Menurut VDI	9
C. Mesin cnc (Computer Numerical Controlled).....	9
D. Fungsi mesin cnc.....	10
E. Sistem kerja mesin cnc.....	11
F. Metode pemrograman cnc.....	12
1. Metode absolute	12
2. Metode incremental.....	14
G. Komponen mesin cnc	16
1. 5 th cnc driver	16
2. 4 th 5 th and rotary axis.....	17
3. Motor stepper	17
4. Driver stepper.....	18
5. Power supply.....	18
6. Spindel mottor.....	19
7. Selang pendingin.....	20
H. Artsoft Mach3	20
I. Tinjauan pustaka	21
BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Metode penelitian	26
B. Alat dan bahan.....	26
1. Alat Penelitian.....	26
1.1 Gerinda Tangan.....	26
1.2 Mesin bor	27
1.3 Kunci ring	27
1.4 Snei	28
1.5 Meteran	28
1.6 Jangka sorong	29
2. Bahan.....	29
2.1 Aluminium profile	29
2.2 Motor stepper.....	30

2.3 Spindel motor.....	30
2.4 Coolant house	31
2.5 Plat Besi Hitam	31
2.6 Ballscrew	32
2.7 Power suply.....	32
2.8 Linear shaft	33
C. Waktu dan tempat penelitian.....	33
D. Diagram alur penelitian.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Hasil Perancangan Mesin <i>CNC Router 5 Axis</i>	35
1. Langkah Langkah Perancangan Sumbu Y	37
1.1 Buka <i>Software Inventor Professional</i>	37
1.2 Klik Sketch Untuk Membuat <i>Line 2D</i>	37
1.3 Membuat Desain Sumbu X.....	38
1.4 Desain Plat	39
1.5 Desain Area Kerja Mesin <i>CNC</i>	40
1.6 Poros Sumbu Y	40
B. Perakitan Pada Sumbu Y.....	41
C. Langkah - Langkah Perancangan Sumbu X Dan Z.....	42
1. Desain Part Sumbu Z	42
2. Desain <i>Part Sambungan Cekam Spindle</i>	43
3. Desain <i>Part Cekam Spindle</i>	44
4. <i>Linear Slide</i>	44
5. <i>Ballscrew Dan Linear Shaft</i>	45
6. <i>Motor Stepper</i>	45
7. Desain Part Penahan <i>Motor Stepper</i>	46
D. Perakitan Pada Sumbu X dan Z	46
E. Desain <i>Part Rotary Table</i> Sumbu A dan B	48
F. Perakitan Semua Sumbu Mesin <i>CNC 5 Axis</i>	49
1. Komponen Mesin <i>CNC 5 Axis</i>	50
G. Proses Pembuatan Mesin <i>CNC 5 Axis</i>	50

1. Pembuatan plat bagian depan dan belakang.....	51
2. Pembuatan dudukan sumbu X.....	52
3. Pembuatan Komponen Sumbu Z	53
4. Merakit sumbu X dan Z	54
5. Merakit Sumbu X, Y dan Z.....	55
6. Merakit Sumbu A/B Rotary Table	56
7. Merakit sumbu A/B rotary table pada area kerja mesin cnc	57
H. Cara Mengoprasikan <i>Software Mach3</i>	58
1. Menginstal <i>software mach3</i>	59
2. Langkah <i>men-setting controll software mach3mill</i>	65
3. Mengatur Kecepatan <i>Motor Tuning</i>	66
4. Kalibrasi Sumbu X, Y dan Z.....	67
5. Pengujian Jarak Tempuh Pada Sumbu X, Y dan Z.....	68
I. Pengoprasian Mesin Menggunakan <i>Software Mach3</i>	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
A. Kesimpulan	81
B. Saran	82

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar

2.1 Prinsip kerja mesin CNC.....	11
2.2 Program absolute.....	13
2.3 Susunan program absolute	13
2.4 Program incremental	15
2.5 Susunan program incremental.....	15
2.6 CNC driver.....	17
2.7 Rotary Axis	17
2.8 Motor stepper	18
2.9 Driver stepper.....	18
2.10 Power supply.....	19
2.11 Spindel motor.....	19
2.12 Selang pendingin.....	20
2.13 Tampilan software mach3	21
3.1 Gerinda Tangan.....	26
3.2 Mesin Bor.....	27
3.3 Kunci Ring	27
3.4 Snei	28
3.5 Meteran	28
3.6 Jangka sorong.....	29
3.7 Aluminium profile.....	29
3.8 Motor stepper	30
3.9 Spindel motor	30
3.10 <i>Coolant Hose</i>	31
3.11 Plat Besi Hitam	32
3.12 <i>Ballscrew</i>	33
3.13 <i>Power Suply</i>	32
3.14 <i>Linear Shaft</i>	33

4.1 Hasil Observasi Lapangan.....	35
4.2 Tampilan Awal <i>Software Inventor Profesional</i>	37
4.3 Desain <i>Aluminium Profile</i>	37
4.4 Gambar Aluminium Profile.....	38
4.5 Gambar 4.5 Desain Sumbu X.....	38
4.6 Bentuk 3D Sumbu X	39
4.7 Desain Plat	39
4.8 Area kerja mesin <i>cnc</i>	40
4.9 <i>Linear Shaft</i>	40
4.10 <i>Create Assembly</i>	41
4.11 <i>Assembly part</i>	41
4.12 <i>Assembly</i>	42
4.13 Part Sumbu Z	43
4.14 <i>Part Penahan Cekam Spindle</i>	43
4.15 <i>Cekam Spindle</i>	44
4.16 <i>Linear Slide</i>	44
4.17 <i>Ballscrew</i> dan <i>Linear Shaft</i>	45
4.18 <i>Motor Stepper</i>	46
4.19 Part Penahan <i>Motor Stepper</i>	46
4.20 Perakitan Sumbu X Dan Z	47
4.21 Perancangan Sumbu X dan Z.....	47
4.22 <i>Rotary Table Axis A/B</i>	48
4.23 Dimensi <i>Rotary Table A/B</i>	48
4.24 Desain Mesin <i>CNC 5 Axis full Assembly</i>	49
4.25 Pembuatan Lubang Baut Bagian Bemper <i>CNC</i>	51
4.26 Dudukan sumbu X	52
4.27 Sumbu Z.....	53
4.28 Sumbu X dan Z	54
4.29 Rakitan Sumbu X, Y dan Z.....	55

4.30	<i>Routary Table A/B</i>	56
4.31	<i>Merakit Routary Table A/B</i>	57
4.32	Tampilan Software Mach3 Standart.....	58
4.33	<i>Extract file mach3</i>	59
4.34	Instal <i>Software Mach3</i>	59
4.35	Langkah Penginstalan <i>Software Mach3</i>	60
4.36	Hasil Instal <i>Software Mach3</i>	60
4.37	Tampilan Awal Software Mach3	61
4.38	<i>Download File Support Mesin CNC 5 Axis</i>	61
4.49	<i>Extract File 6 Axis Screen</i>	62
4.40	<i>Copy File 6axis.Set</i>	62
4.41	<i>Replace File 6 Axis.Set</i>	63
4.42	pemindahan file <i>UT Buttons-JPG</i>	63
4.43	Tampilan <i>Software Mach3mill</i>	64
4.44	Tampilan <i>Software Mach3Mill 6 Axis</i>	64
4.45	Menentukan satuan gerak langkah	65
4.46	<i>System HotKey</i>	65
4.47	<i>Tab Menu Motor Tuning</i>	66
4.48	<i>Motor Tuning</i>	66
4.49	<i>Set Steps Per Unit</i>	67
4.50	Kalibrasi Sumbu.....	68
4.51	Memilih Sumbu X Yang Akan Di Uji	69
4.52	Perintah Gerak Sumbu X	69
4.53	Hasil Uji Kalibrasi Sumbu X	69
4.54	Memilih Sumbu X Yang Akan Di Uji	70
4.55	Hasil Uji Gerak Langkah 200 mm	70
4.56	Hasil Uji Sumbu Z	71
4.57	Software Inventor Profesional.....	71
4.58	Tampilan awal <i>Software Inventor</i>	72

4.59 Memilih Jenis Pandangan	72
4.60 Desain Persegi	73
4.61 <i>Extrude</i>	73
4.62 <i>Sketch</i>	73
4.63 Desain Benda Kerja.....	74
4.64 Proses <i>CAM</i>	74
4.65 Mengatur Pemakanan Pada Benda Kerja	75
4.66 Pemilihan Pahat.....	75
4.67 <i>Setting</i> mata pahat <i>cnc</i>	76
4.68 Hasil Proses Pembuatan Alur Pahat	76
4.69 Hasil <i>Post Process G-Code</i>	76
4.70 <i>Load G-code</i>	77
4.71 Hasil Export G-code.....	77
4.72 Panjang Benda Kerja.....	78
4.73 Lebar Benda Kerja	78
4.74 Lebar Kotak	78
4.75 Panjang Kotak	78
4.76 Lebar Segitiga	74
4.77 Tinggi Segitiga	74
4.78 Lebar X.....	74
4.79 Panjang X.....	79
4.80 D1	79
4.81 D2.....	79
4.82 Tebal Garis Tepi.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Susunan Program <i>Absolut</i>	14
Tabel 2.2 Susunan Program <i>Incremental</i>	16
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	33
Tabel 4.1 Komponen Mesin <i>CNC 5 Axis</i>	50
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Uji Keakuratan.....	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Proses Pengujian keakuratan mesin	84
2. Proses Pembuatan mesin cnc 5 axis	85
3. Polman Bandung Konsultasi Mesin cnc 5 Axis.....	86
4. Perancangan Mesin	87

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

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

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

Mesin *CNC Milling 5 Axis* memberikan keuntungan yang tidak terbatas mengenai ukuran dan bentuk bagian yang dapat di proses secara efektif. Pada pusat permesinan *5 Axis* alat potong bergerak melintasi sumbu linear X, Y dan Z serta memutar pada sumbu A dan B untuk mendekati benda kerja dari segala arah sehingga sangat memungkinkan untuk bisa membuat produk yang tingkat kesulitannya lebih tinggi.

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

B. Rumusan Masalah

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

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

C. Batasan Masalah

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

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

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pembuatan tugas akhir ini yaitu :

1. Supaya penulis dapat mengoprasikan software inventor dengan maksimal untuk merancang bangun mesin *CNC 5 Axis*
2. Memperbarui dimensi/ukuran rangka dengan spesifikasi yang telah di tentukan oleh penulis sehingga dapat membedakan dengan mesin yang sudah ada sebelumnya
3. Mengetahui jenis-jenis komponen yang di butuhkan pada mesin *CNC 5 Axis*

E. Manfaat penelitian

1. Adapun dalam pembuatan laporan tugas akhir ini diharapkan dapat menghasilkan manfaat untuk mempermudah pembuatan produk di bidang permesinan khususnya di bidang *manufacture*
2. Manfaat untuk penulis supaya dapat mengetahui *sistem* kerja dari *hardware motor stepper, driver* dan *spindel* pada mesin *CNC milling Router* dengan *5 controller X, Y, Z* dan *A, B*

F. Sistematika penulisan

Dalam penulisan laporan tugas akhir penulis melakukan beberapa penulisan antara lain sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Membahas mengenai Latar Belakang, Perumusan Masalah, Pembatasan Masalah, Tujuan penelitian serta Sistematika Penulisan.

BAB II. LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang tinjauan pustaka, jurnal yang terkait serta buku-buku pendukung. Tinjauan pustaka memuat uraian sistematis tentang hasil riset yang didapat oleh penelitian terdahulu dan berhubungan dengan penelitian ini. Jurnal dijadikan penuntun untuk memecahkan masalah yang berbentuk uraian kualitatif atau model matematis.

BAB III. METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang desain penelitian, waktu penelitian, alat dan bahan, proses perakitan, serta analisa permasalahan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang jawaban pada rumusan masalah yang sudah diidentifikasi pada observasi lapangan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang sudah selesai di jawab.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pengertian rancang bangun

1. Rancang

Rancang adalah salah satu bentuk inovasi dalam membuat *project*. Adapun tujuan dari perancangan ialah untuk membuat gambaran yang lebih *detail*. Perancangan harus berguna dan mudah di pahami sehingga tidak kesulitan dalam membacanya. Perancangan merupakan salah satu proses mengartikan/menerjemahkan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan cara yang bermacam-macam serta di dalamnya menyertai makna mengenai gambaran-gambaran serta *detail* komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya. Menurut Pressman (2009) perancangan atau rancang merupakan serangkaian prosedur untuk menterjemahkan hasil analisa dan sebuah sistem ke dalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem di implementasikan.

2. Bangun

Menurut Pressman (2009) pengertian dari pembangunan atau bangun sistem adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang ada secara keseluruhan. Sehingga dapat di simpulkan Rancang Bangun adalah perencanaan

membuat gambar baru dengan memperbaiki sistem yang sudah ada dengan membuat bentuk yang baru yang lebih baik lagi.

B. Tahapan perancangan Menurut para ahli

1. Perancangan Menurut French

Kebutuhan dalam lingkaran yang memulai proses perancangan adalah hasil kegiatan yang mendahuluinya yang dilakukan oleh orang-orang pemasaran yang tidak dapat digambarkan pada diagram alir. Fase perancangan detail adalah fase terakhir dari proses perancangan. Kualitas pekerjaan pada tahap ini harus baik untuk menghindari:

- a. Tertundanya penyelesaian produk
- b. Bertambahnya biaya
- c. Kegagalan produk ketika menjalankan fungsinya

Hasil rancangan tersebut dapat pula dituangkan dalam bentuk gambar digital. Satu produk hasil evaluasi dituangkan ke dalam sebuah dokumen yang terdiri dari:

- a. Satu set gambar rancangan
- b. Spesifikasinya
- c. Bill of Material

2. Perancangan Menurut Ibrahim Zeid

Proses perancangan pembuatan produk digambarkan dalam diagram alir bersifat deskriptif namun dapat pula bersifat preskriptif terutama pada bagian perancangannya. Diagram alir merupakan hasil perkembangan bertahun-tahun yang bermula pada merancang yang

diusulkan pada tahun 1950-1960. Proses perancangan dan pembuatan produk terdiri dari dua proses utama, yaitu proses perancangan dan proses pembuatan. Fase-fase pada proses perancangan dapat di kelompokkan ke dalam dua sub proses, yaitu sintesis dan analisis. Sub proses sintesis terdiri dari fase-fase :

- a. Identifikasi Kebutuhan
- b. Formulasi persyaratan perancangan
- c. Studi kelayakan dengan mengumpulkan informasi-informasi perancangan yang relevan
- d. Perancangan konsep produk

Hasil dari sub proses sintesis adalah konsep produk yang akan dibuat dalam skets atau gambar layout yang menunjukkan hubungan antara komponen-komponen produk. Kegiatan pertama dari sub proses analisis adalah merancang produk berdasarkan konsep produk dan melakukan simulasinya. Hal ini disebut juga proses embodiment , yaitu memberikan bentuk geometri dan dimensi pada setiap komponen produk. Beberapa hal yang dilakukan pada kegiatan analisis perancangan adalah:

- a. Analisis tegangan untuk mengetahui kekuatan produk
- b. Perhitungan keinginan pasar
- c. Frekuensi pribadi
- d. Pengecekan interferensi
- e. Analisis kinematik

3. Perancangan Menurut Pahl and Beitz

Cara merancang Pahl dan Beitz terdiri dari empat kegiatan atau fase yang masing- masing terdiri dari beberapa langkah, yaitu:

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

Hasil setiap fase tersebut kemudian menjadi masukan untuk fase berikutnya dan menjadi umpan balik untuk fase yang mendahuluinya (Poppy Y).

4. Perancangan Menurut VDI

Metode VDI (Verein Deutcher Ingenieure) atau Persatuan Insinyur Jerman dikembangkan dari pengalaman engineer-engineer Jerman. Metode ini mengawali metode yang dikenalkan Pahl & Beitz. Fase-fase perancangan menurut VDI tidak dijelaskan lebih lanjut karena deskripsinya dapat diturunkan dari deskripsi cara merancang Pahl dan Beitz pada sub-sub sebelumnya.

C. Mesin CNC (*Computer Numerical Controlled*)

Mesin *CNC* adalah mesin yang di kendalikan dengan software komputer dengan menggunakan bahasa *numerik* (data perintah dengan kode/angka, huruf dan simbol) sesuai *standart ISO*. Sistem kerja dari mesin *CNC* ini lebih *sinkron* antara komputer dan mekanik.

Kata *NC* adalah singkat dari bahasa Inggris *Numerical Controlled* yang artinya *Kontrol numerik*. Mesin *CNC* pertama kali di kenalkan pada tahun 40an - 50an dengan mencoba mengembangkan mesin perkakas biasa saat ini mesin *CNC* sudah mulai banyak di buat untuk bisa bersaing di dunia permesinan khususnya di bidang *manufacture* yang sangat modern. Dengan mesin ini ketelitian tidak diragukan karena mesin ini di kendalikan dengan kode-kode oleh mekanik sehingga mesin bekerja sesuai yang sudah di inginkan oleh mekanik.

Mesin *CNC* adalah mesin yang dapat menunjang kegiatan produksi di bidang perindustrian. Mesin ini dapat mengerjakan benda kerja dengan bahan besi, logam dengan ketepatan yang tinggi sehingga produk-produk industri yang pernah kita jumpai yang kita bayangkan sulit maka mesin inilah yang dapat menjawabnya.

D. Fungsi mesin *CNC*

Dalam hal ini mesin *CNC* dapat menggantikan mesin konvensional yang di kendalikan oleh *operator* misalnya dalam proses *setup setting tool*, kecepatan pemotongan, kedalaman pemotongan atau mengatur posisi arah gerak makan pahat sampai pada posisi *center* pemotongan benda kerja dan gerakan kembali pada posisi awal.

Mesin *CNC* yang sudah berkembang sudah dilengkapi berbagai jenis alat potong yang dapat menghasilkan produk dengan lebih akurat dan dapat melakukan *interpolasi* yang telah di perintahkan dengan bahasa *numerik* berdasarkan kode perintah. Mesin ini sudah banyak di gunakan di

kalangan perindustrian maupun di perguruan tinggi mesin ini digunakan untuk mengontrol mekanis pemotongan benda kerja berapa tebal atau panjangnya benda kerja yang akan di potong.

E. Sistem kerja Mesin CNC

Langkah kerja dari mesin *CNC* ini dapat di lihat seperti gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja Mesin *CNC*

(sumber : www.engr.uvic.ca)

Dalam gambar tersebut programer membuat rancangan produk lengkap dengan dimensi yang sudah di rencanakan kemudian mulai membuat program pada komputer dengan software pemrograman CNC yang akan menghasilkan pengaturan pada motor servo menggerakkan mesin

perkakas yang bergerak melakukan proses pemakanan pada benda kerja hingga menghasilkan produk sesuai yang telah di program.

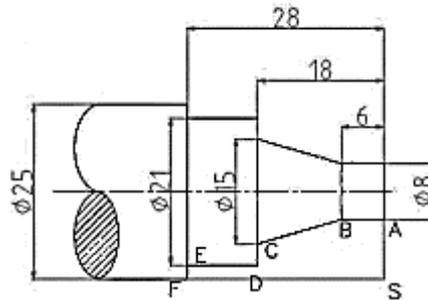
F. Metode pemrograman mesin CNC

Menurut N. GandhiDAna A. 2013 Pemrograman adalah suatu urutan perintah yang disusun secara rinci tiap blok perblok untuk memberikan masukan mesin perkakas CNC tentang apa yang harus dikerjakan. Pada umumnya sistem pemrograman yang sering digunakan antara lain sistem pemrograman absolut dan sistem pemrograman inkremental.

1. Metode Absolut

Adalah suatu metode pemrograman di mana titik referensinya selalu tetap yaitu satu titik tempat dijadikan referensi untuk semua ukuran berikutnya. Pemrogramman absolut dikenal juga dengan sistem pemrogramman mutlak, di mana pergerakan alat potong mengacu pada titik nol benda kerja. Kelebihan dari sistem ini bila terjadi kesalahan pemrogramman hanya berdampak pada titik yang bersangkutan, sehingga lebih mudah dalam melakukan koreksi. Contoh pemrograman Absolut :

Penyusunan program absolute penghitungannya didasarkan pada satu titik referensi. Nilai X adalah diameter, sedangkan Nilai Z adalah jarak dari titik referensi kearah memanjang. Untuk lebih jelasnya ikuti ilustrasi Program berikut :



Gambar 2.2 Program Absolut
(Sumber : <http://gandhidana.blogspot.com>)

Susunan program untuk *finishing*

N	G	X	Z	F
00	92	2500	0	
01	M30			
02	00	800	0	35
03	01	800	-600	35
04	01	1500	-1800	35
05	01	2100	-1800	35
06	01	2100	-2800	35
07	01	2500	-2800	35
08	00	2500	0	
09	M30			

Gambar 2.3 Susunan Program Absolut
(Sumber : <http://gandhidana.blogspot.com>)

N = nomor urutan program

G = blok perintah fungsi G dan M

X = sumbu "X"

Z = sumbu "Z"

F = kecepatan Feed (alat potong)

Tabel 2.1 Susunan Program *Absolut*

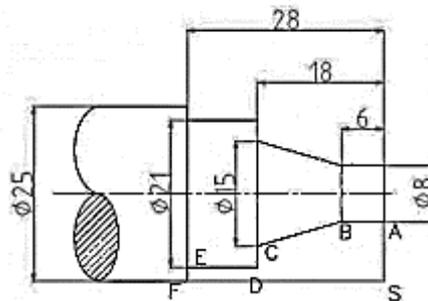
No	Kode	Keterangan
1	(G92X2500 Z0)	Informasi disampaikan pada mesin bahwa posisi pahat pada diameter 25mm dan tepat diujung benda
2	(M30)	Mesin diperintahkan memutarakan spindel chuck searah jarum jam
3	(G01 X800 Z-600 F35)	Pahat diperintahkan menyayat lurus memanjang dari titik A ke B
4	(G01 X1500 Z-1800 F35)	pahat diperintahkan menyayat tirusdari titik B ke C
5	(G01 X2100 Z-1800 F35)	Pahat diperintahkan menyayat mundur lurus dari titik C ke D
6	(G01 X2100 Z-1800 F35)	Pahat di perintahkan menyayat lurus memanjang dari titik D ke E
7	(G01 X2500 Z-2800 F35)	Pahat di perintahkan mundur lurus dari titik E ke F
8	(G00X2500 Z0)	Pahat diperintahkan gerak cepat tidak menyayat dari titik F kembali ke S
9	(M30)	Mesin diperintahkan selesai / Program telah Berakhir (M30)

2. Metode *Incremental*

Adalah suatu metode pemrograman dimana titik referensinya selalu berubah, yaitu titik terakhir yang dituju menjadi titik referensi baru untuk ukuran berikutnya. Sistem pemrogramman inkremental dikenal juga dengan sistem pemrogramman berantai atau relative koordinat. Penentuan pergerakan alat potong dari titik satu ke titik berikutnya mengacu pada titik pemberhentian terakhir alat potong. Penentuan titik setahap demi setahap.

Kelemahan dari sistem pemrogramman ini, bila terjadi kesalahan dalam penentuan titik koordinat, penyimpangannya akan semakin besar. Contoh pemrograman Inkremental :

Pemrograman secara incremental adalah pemrograman dengan perhitungan yang didasarkan pada posisi nol berada, artinya gerakan tool berikutnya didasarkan pada posisi tool sebelumnya. Untuk lebih jelasnya lihat ilustrasi di bawah ini, serta cermati angkanya.



Gambar 2.4 Program *Incremental*

(Sumber : <http://gandhidana.blogspot.com>)

Susunan program *finishing*

N	G	X	Z	F
00	M30			
01	00	-850	0	
02	01	0	-600	35
03	01	350	-1200	35
04	01	300	0	35
05	01	0	-1000	35
06	01	200	0	35
07	00	0	2800	35
08	M30			

Gambar 2.5 Susunan Program *Incremental*

(Sumber : <http://gandhidana.blogspot.com>)

N = nomor urutan program
G = blok perintah fungsi G dan M
X = sumbu "X"
Z = sumbu "Z"
F = kecepatan Feed (alat potong)

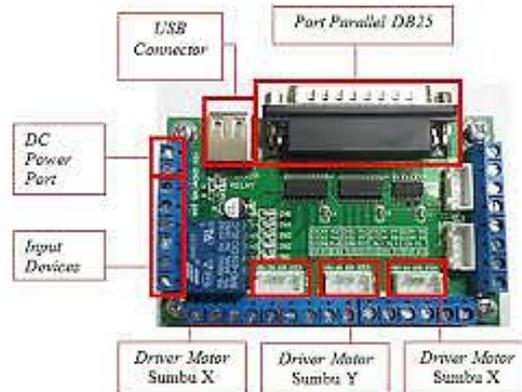
Tabel 2.2 Susunan Program *Incremental*

No	Kode	Keterangan
1	(G92X2500 Z0)	Mesin diperintahkan memutarakan spindel chuck searah jarum jam (M03)
2	(M30)	Pahat diperintahkan maju lurus tidak menyayat (G00 X-850 Z0) Dari titik S ke titik A
3	(G01 X800 Z-600 F35)	Pahat diperintahkan menyayat lurus memanjang (G01 X0 Z-600 F35) dari titik A ke titik B
4	(G01 X1500 Z-1800 F35)	Pahat diperintahkan menyayat tirus (G01 X350 Z-1200 F35) dari titik B ke titik C
5	(G01 X2100 Z-1800 F35)	Pahat diperintahkan menyayat mundur lurus (G01 X350 Z0 F35) dari titik C ke titik D
6	(G01 X2100 Z-1800 F35)	Pahat diperintahkan menyayat lurus memanjang (G01 X0 Z-1000 F35) dari titik D ke E
7	(G01 X2500 Z-2800 F35)	Pahat di perintahkan menyayat mundur lurus (G01 X200 Z0 F35) dari titik E ke F
8	(G00X2500 Z0)	Pahat di perintahkan gerak cepat tidak menyayat (G00 X0 Z2800) dari titik F kembali ke titik
9	(M30)	Pahat di perintahkan gerak cepat tidak menyayat (G00 X0 Z2800) dari titik F kembali ke titik

G. Komponen mesin CNC

1. *5th Axis CNC Driver*

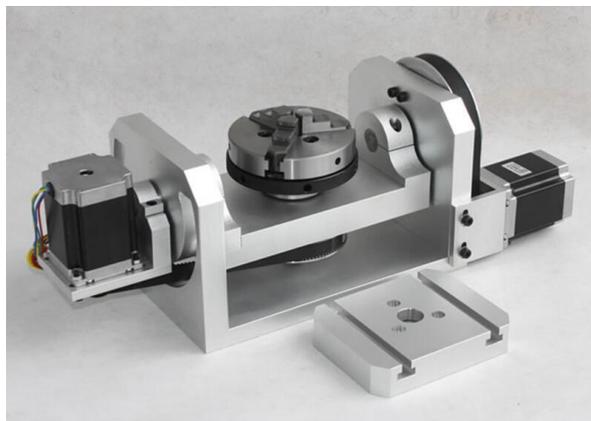
Merupakan alat kontrol pada mesin cnc 5 axis. Komponen ini menerima program G code maupun M code dari komputer yang akan dihubungkan ke stepper controller.



Gambar 2.6 *5th Axis CNC Driver Board*
(Sumber : Media.neliti.com)

2. *4th and 5th rotary axis*

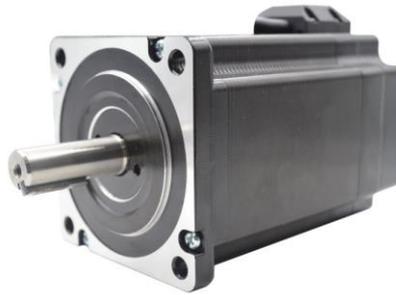
4th dan 5th rotary axis adalah *axis* tambahan yang bekerja memutar benda kerja secara spiral maupun secara *horizontal* dan *vertikal*.



Gambar 2.7 *4th And 5th Rotary Axis*
(Sumber : <https://es.aliexpress.com>)

3. *Motor stepper*

Mottor stepper adalah motor penggerak yang bergerak berdasarkan sudut (tiap step), motor ini sebagai komponen utama penggerak eretan pada mesin *cnc*.



Gambar 2.8 Motor Stepper
(Sumber : <http://id.hybridservos.com>)

4. *Driver Stepper*

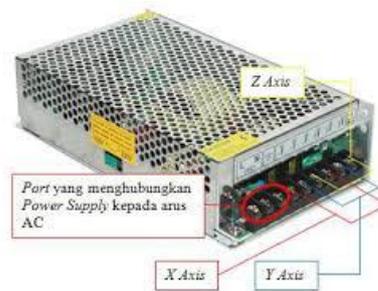
Driver stepper adalah sebuah alat kontrol yang mengontrol pergerakan *motor stepper* untuk bergerak setiap sudutnya.



Gambar 2.9 *Driver Stepper motor*
(Sumber : www.reichelt.com)

5. *Power Supply*

Pengertian *Power Supply* adalah sebagai alat atau perangkat keras yang mampu menyuplai tenaga atau tegangan listrik secara langsung dari sumber tegangan listrik ke tegangan listrik yang lainnya. *Range* tegangan yang dimilikinya bisa berupa tegangan AC (misal : 120/240 Vac) maupun tegangan DC (misal : 24 V DC). Disini *Power Supply* digunakan sebagai penyedia daya untuk *driver motor stepper*, *cooling fan*, dan *tower lamp*.



Gambar 2.10 *Power Supply*
(Sumber : Media.neliti.com)

6. *Spindle motor*

Spindle motor adalah motor listrik yang dapat berputar sangat cepat hingga lebih dari 2400 rpm. Putaran tersebut dihubungkan ke *holder* dan alat potong sehingga dapat menyayat benda kerja.



Gambar 2.11 *Spindle motor*
(Sumber : <https://id-live-01.slatic.net>)

7. Selang pendingin

Selang pendingin berfungsi untuk menurunkan panas terhadap benda kerja dan dapat memperhalus pemotongan selain itu membuat pahat tidak cepat *aus* dalam pemakaian yang terus menerus.

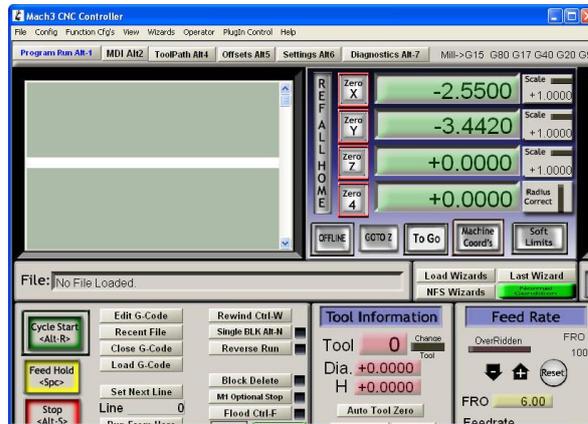


Gambar 2.12 Selang Pendingin

(Sumber : img.staticbg.com)

H. Artsoft Mach3

MACH3 adalah sebuah control software yang diciptakan oleh *ArtSoft USA*. Tersedia dalam bentuk *free version* dan *comercial version*. Kedua versi relatif sama, tetapi pada versi gratis *G-Code* yang bisa dimasukkan hanya 500 baris. Sementara untuk versi berbayar kita dapat memasukkan *G-Code* dalam jumlah melebihi 10.000.000 baris (Fernety and Prentice, 2005).



Gambar 2.13 Tampilan *Software Mach3*
(Sumber : www.zencnc.com)

I. Tinjauan pustaka

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis mencari referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan dan untuk lebih mengembangkan kembali, baik mengenai kekurangan atau kelebihan yang sudah ada. Selain itu, peneliti juga menggali informasi dari buku-buku maupun skripsi dalam rangka mendapatkan suatu informasi yang ada sebelumnya tentang teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan untuk memperoleh landasan teori ilmiah. Tinjauan pustaka yang di gunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Ayub Wirawan, 2019 “Analisa Pembebanan Komponen Printer 3D Tipe Delta Dengan Simulasi *Software Autodesk Inventor*” Univeritas Pancasakti Tegal. Hasil penelitian dapat di simpulkan :
 - a. Dengan melakukan perancangan dengan memanfaatkan perangkat lunak Autodesk Inventor maka dapat mempercepat proses pembuatan suatu desain gambar dengan tingkat kesalahan yang lebih

randah sekaligus dapat dijadikan prototype dari alat yang akan dibuat, akan tetapi kendala yang ditemui pengetahuan dan keterampilan dalam memanfaatkan aplikasi Autodesk Inventors yang masih sangat kurang.

- b. Hasil dari simulasi Analysis Stress yaitu pengujian beban dengan software autodesk inventor, grafik diatas dapat diketahui bahwa masing-masing komponen memiliki jenis material yang berbeda. Komponen batang dengan material Al-6061 nilai kekuatan beban maksimum 0,00565423 MPa, komponen effector dengan material Polyethylene nilai kekuatan beban maksimum 0,00164855 MPa, dan komponen alas atas dengan material Wood, Birch nilai
- c. kekuatan beban maksimum 0,0000497209 MPa. Jadi komponen batang memiliki nilai kekuatan beban yang tinggi karena material Al-6061, sedangkan komponen alas nilai kekuatan beban yang rendah karena material Wood, Birch.

- 2. Muhammad Robbani. 2019. “Aplikasi Laser 2500 Milli Watt Pada CNC Router 3018 Untuk Pemotongan Akrilik”. Univeritas Pancasakti Tegal.

Hasil penelitian dapat di simpulkan :

Kedalaman pemakanan akrilik 2 mm pada kecepatan gerak laser 50 mm/mnt adalah 0,5 mm/pengulangan, pada kecepatan gerak laser 100 mm/mnt adalah 0,2 mm/pengulangan, pada kecepatan gerak laser 150 mm/mnt adalah 0,13 mm/pengulangan, pada kecepatan gerak laser 200 mm/mnt adalah 0,1 mm/pengulangan. Kecepatan gerak laser 50

mm/menit yang paling efektif untuk melakukan pemotongan dan ketebalan akrilik 2 mm yang paling efektif guna mempersingkat waktu pemotongan. Warna material yang dipotong tidak boleh tembus cahaya, dikarenakan ketika laser memancarkan sinar ke material justru material akan meneruskan sinar laser tersebut ke meja CNC router.

3. Muhammad Iqbal Arief Maulana. 2019. “Aplikasi Laser 2500 Milli Watt Pada CNC Router 3018 Untuk Pemotongan Akrilik”. Universitas Pancasakti Tegal. Hasil penelitian dapat di simpulkan :
 - a. Dengan melakukan perancangan dengan memanfaatkan perangkat lunak Autodesk Inventor maka dapat mempercepat proses pembuatan suatu desain gambar dengan tingkat kesalahan yang lebih rendah sekaligus dapat dijadikan prototype dari alat yang akan dibuat, akan tetapi kendala yang ditemui pengetahuan dan keterampilan dalam memanfaatkan aplikasi Autodesk Inventor yang masih sangat kurang.
4. Ikhlas Syukran. 2017. “Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin *CNC Milling 3 Axis*”. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau. Hasil Penelitian dapat di simpulkan :
 - a. Telah diperoleh sebuah rancangan skematik sistem kontrol mesin *CNC* yang mampu menggerakkan mesin searah tiga sumbu X, Y, dan Z.
 - b. Berdasarkan bentuk rancangan yang telah dibuat, selanjutnya telah dirakit sistem control mesin *CNC* yang disusun oleh

beberapa komponen seperti Komputer, *Breakout Board*, *Motor Driver*, *Motor Stepper*, *Power Supply*, *Limit Switch*, dan *Emergency Stop*.

- c. Agar sistem kontrol berjalan sebagaimana mestinya, digunakan sistem *interface* berbasis aplikasi program *Mach3*. Untuk menyesuaikan perangkat kontrol yang ada, selanjutnya dilakukan pengaturan *port* dan *input* sinyal pada *interface*, agar setiap perintah yang berasal dari PC dibaca dengan baik oleh aktuator.
5. Syahriza, Teuku Firsya, Masri Ibrahim. 2015. "Rancang Bangun Mesin *CNC 4 Axis* Berbasis PC (*Personal Computer*)" Jurusan Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Hasil Penelitian Dapat Di simpulkan :
- a. Akurasi mesin *CNC 4 axis* sangat bergantung pada mekanisme mesin tersebut. untuk sumbu X adalah 99,94%, Y= 99,95%, Z = 99,93% dan sumbu A sebesar 99.97%.
 - b. Pengujian sistem pemotongan 4 axis mesin *CNC* dapat berjalan sesuai dengan program g-code yang dimasukkan dengan tingkat akurasi 99,50%.
 - c. Mesin *CNC 4 axis* ini dapat melakukan proses pemesinan sesuai program (*G-code*) yang dihasilkan *software CAM*.

- d. Mesin *CNC 4 axis* ini mampu menghasilkan produk-produk yang kompleks dan keakurasian yang tinggi dengan biaya yang relatif murah.

Dari beberapa sumber pustaka di atas, penulis mengambil judul :

“RANCANG BANGUN MESIN CNC MILLING 5 AXIS TIPE 5570 BERBASIS SOFTWARE MACH3” untuk membuat inovasi yang berbeda dari beberapa sumber pustaka yang pernah membuat penelitian sebelumnya. Dengan metode merancang bangun menggunakan software desain inventor profesional berbasis software mach3 dengan menentukan dimensi 5570 menggunakan bahan aluminium profile.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode penelitian

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

B. Alat Dan Bahan

1. Alat Penelitian

Pada penelitian ini alat yang di gunakan adalah sebagai berikut :

1.1 Gerinda Tangan



Gambar 3.1 Gerinda Potong
(Sumber : www.klikglodok.com)

Mesin gerinda potong merupakan alat yang berfungsi untuk memotong benda kerja dengan hasil yang halus serta mampu

untuk meratakan permukaan yang tidak rapi dengan kecepatan kurang lebih 15.000 rpm.

1.2 Mesin Bor



Gambar 3.2 Mesin Bor
(Sumber : www.nagasakitools.com)

Mesin bor adalah mesin yang memutar alat pemotong yang arah pemakanan hanya pada sumbu mesin tersebut berfungsi untuk membuat lobang pada benda kerja.

1.3 Kunci Ring



Gambar 3.3 Kunci Ring
(Sumber : www.otosia.com)

Kunci ring adalah kunci yang berfungsi mengencangkan dan mengendorkan baut atau mur dengan kuat.

1.4 Snei (Pembuat ulir)



Gambar 3.4 Snei Pembuat Ulir

(Sumber : <http://sarjopemesinan.blogspot.com>)

Snei untuk membuat ulir dengan menggunakan *snei* dibutuhkan alat bantu yaitu pemegang *snei* dilengkapi dengan baut-baut pengikat, agar *snei* tidak ikut berputar saat melakukan penguliran.

1.5 Meteran



Gambar 3.5 Meteran

(Sumber : <http://alatukur.web.id>)

Berfungsi untuk mengukur jarak atau panjang. Meteran juga berguna untuk mengukur sudut, membuat sudut siku-siku.

1.6 Jangka Sorong Digital



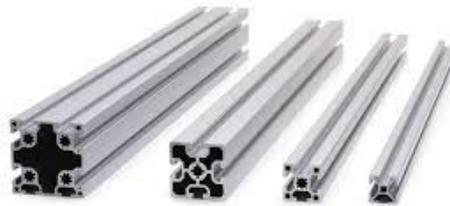
Gambar 3.6 Jangka Sorong Digital

Jangka sorong memiliki fungsi yang banyak diantaranya dapat mengukur panjang benda, kedalaman potong dan diameter dalam/luar dengan ketelitian seperseratus.

2. Bahan

Bahan yang di butuhkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1 *Aluminium Profile*



Gambar 3.7 *Aluminium Profile*

(Sumber : www.hepcomotion.com)

Aluminium profile digunakan untuk membuat kerangka dari mesin *cnc* karena memiliki berat yang ringan tetapi sangat kuat dan anti korosi.

2.2 Motor Stepper



Gambar 3.8 *Motor Stepper*

(Sumber : www.ilmuotomotif.com)

Motor stepper bekerja menggunakan *step/pulsa* listrik untuk berputar. Ketelitian *motor stepper* bergantung pada derajat langkah/*step* dari *motor* tersebut.

2.3 Spindel motor



Gambar 3.9 *Spindel motor*

(Sumber : <http://www.robotpark.com>)

Spindle merupakan bagian dari mesin yang menjadi rumah *cutter*. *Spindle* inilah yang mengatur putaran dan pergerakan *cutter* pada sumbu Z. *Spindle* ini pun digerakkan oleh motor yang dilengkapi oleh transmisi berupa *belting* atau *kopling*. *Spindle* ini juga bisa digerakkan oleh *handle* eretan yang sama.

2.4 Coolant hose



Gambar 3.10 *Coolant Hose*

(Sumber : www.amazon.com)

Setiap mesin pasti dilengkapi dengan sistem pendinginan untuk *cutter* dan benda kerja. Yang paling umum digunakan yaitu air *coolant* dan udara bertekanan, melalui selang yang dipasang pada *blok spindle*.

2.5 Plat besi hitam



Gambar 3.11 Plat Besi Hitam

(Sumber : <https://pabrikbrcjakarta.blogspot.com>)

Plat besi ini memang terbuat dari baja sehingga memiliki kekuatan yang besar dan diperlukan dalam sebuah konstruksi.

2.6 Ballscrew



Gambar 3.12 *Ballscrew*
(Sumber : <https://img.staticbg.com>)

Fungsinya adalah untuk mengubah gerakan rotasi menjadi gerakan *linier*, merupakan perpanjangan lebih lanjut atau untuk mengubah bantalan dari rolling gerakan untuk geser gerak.

2.7 Power Supplay



Gambar 3.13 Power Suply
(Sumber : www.maxtronpersada.com)

Power suplay berfungsi menyediakan Catu Daya listrik yang dibutuhkan *motor stepper* maupun *motor servo* untuk bisa bergerak. Jenis dan tipenya bervariasi, pemilihan *power suply* bisa didasarkan pada konsumsi daya dari masing masing aktuator yang digunakan.

2.8 Linear Shaft



Gambar 3.14 *Linear Shaft*
(Sumber : www.maxtronpersada)

Linear Shaft merupakan komponen penting dari sebuah mesin *CNC*. *Linear Shaft* berfungsi sebagai pemandu pergeseran mesin dalam satu *axis* gerak.

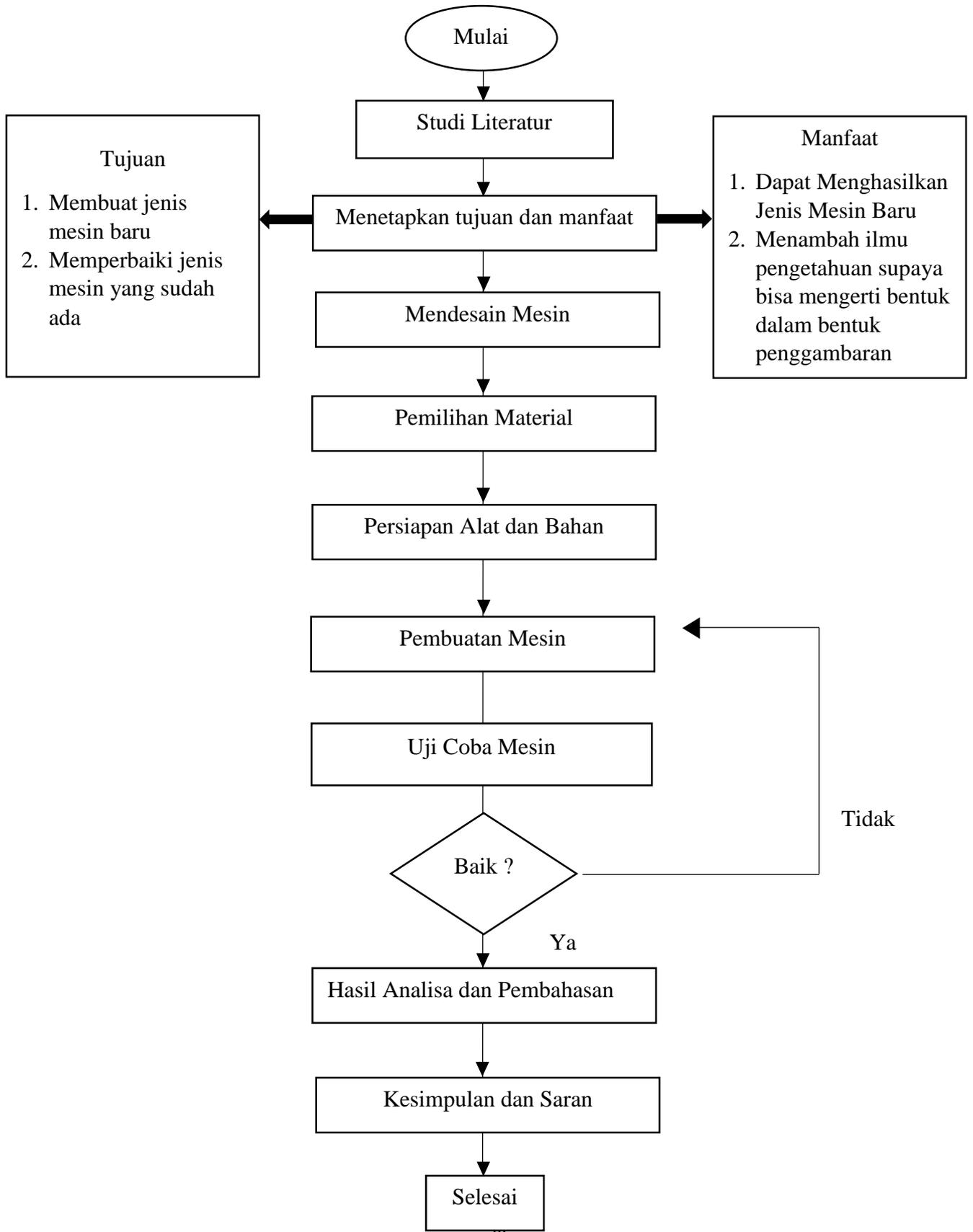
C. Waktu dan Tempat Penelitian

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

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian

NO	Tahapan Kegiatan	Tahun 2019 Bulan Ke							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Pencarian Judul	■	■	■					
2	Pencarian Refrensi	■	■	■					
3	Pembuatan Proposal Skripsi			■	■	■			
4	Bimbingan Proposal Skripsi			■	■	■			
5	Penyediaan Bahan Penelitian			■	■	■	■	■	
6	Penelitian			■	■	■	■	■	■
7	Pengolahan Data			■	■	■	■	■	■
8	Penyusunan Laporan Skripsi			■	■	■	■	■	■

D. Diagram Alur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Mesin *CNC Router 5 Axis*

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



Gambar 4.1 Hasil Observasi Lapangan

Dari hasil observasi peneliti menemukan jenis mesin *cnc 3 axis* yang berbasis arduino dengan spesifikasi :

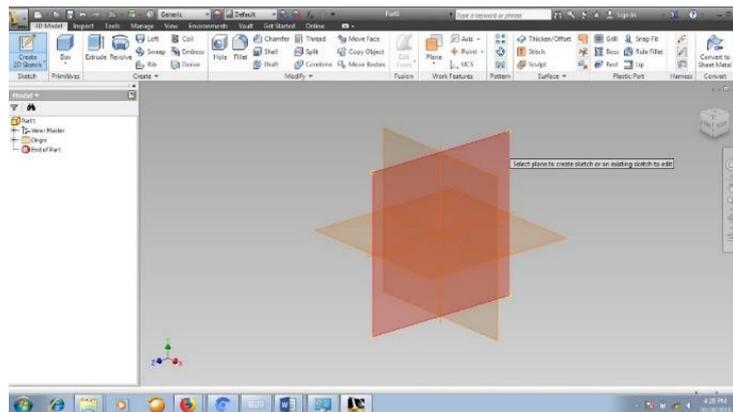
Jenis mesin	: <i>CNC 3 axis</i>
Bahan	: Aluminium + Akrilik
Ukuran	: 300 x 400 x 160 mm
Daya listrik	: 100 V – 240 V
<i>Spindle motor</i>	: <i>Spindle 24V 7000r/min</i>
<i>Stepper motor</i>	: <i>Nema 12</i>
Perangkat lunak	: <i>Grbl control</i>
Sistem pendukung	: Windows XP/ Win 7/ Win 8/ Win 10

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

2. Langkah Langkah Perancangan Sumbu Y

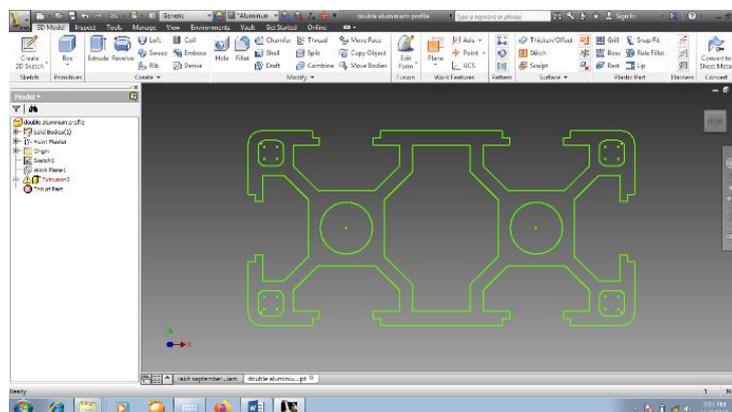
Untuk memulai desain menggunakan *software inventor professional* terlebih dahulu memilih sudut pandang yang sudah di sediakan X, Y dan Z untuk membuat line sesuai ukuran mesin yang sudah di rencanakan sampai membentuk gambar 3D dan proses perakitan komponen perkomponen hingga membentuk kerangka mesin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

2.1 Buka *Software Inventor Professional*



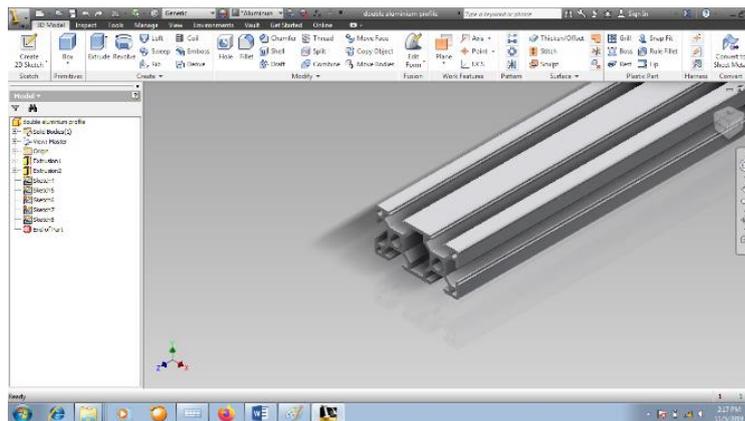
Gambar 4.2 Tampilan Awal *Software Inventor Profesional*

2.2 Klik Sketch Untuk Membuat *Line 2D*



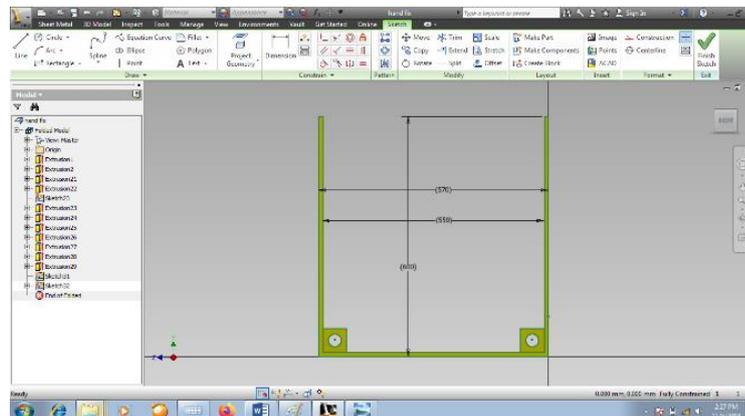
Gambar 4.3 Desain *Aluminium Profile*

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

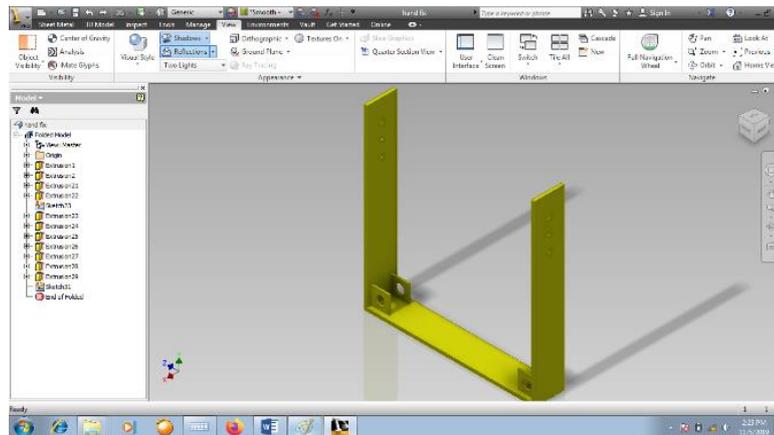


Gambar 4.4 Gambar Aluminium Profile

2.3 Membuat Desain Sumbu X



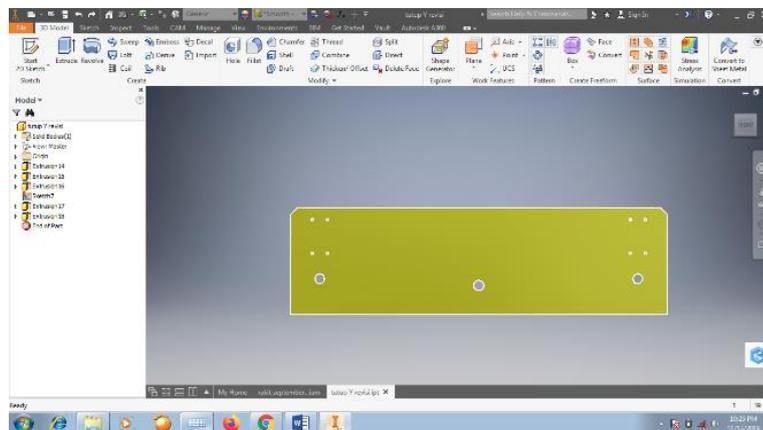
Gambar 4.5 Desain Sumbu X



Gambar 4.6 Bentuk 3D Sumbu X

Pada desain sumbu X memiliki ukuran panjang 570 mm lebar 100 mm tinggi 600 mm dengan ketebalan 10 mm.

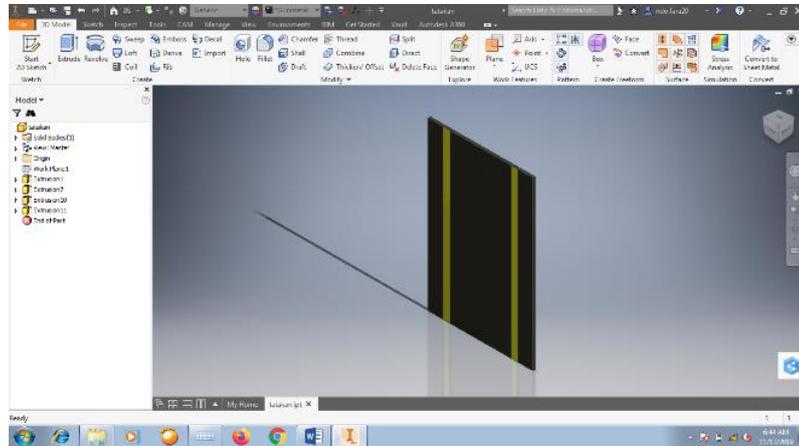
2.4 Desain Plat



Gambar 4.7 Desain Plat

Desain plat ini digunakan untuk bagian depan dan belakang pada sumbu -Y dan sumbu +Y yang akan di baut pada bagian samping kiri dan kanan dengan aluminium profile dimensi pada plat tersebut memiliki panjang 580 mm dan tinggi 165 mm ketebalan plat 7 mm.

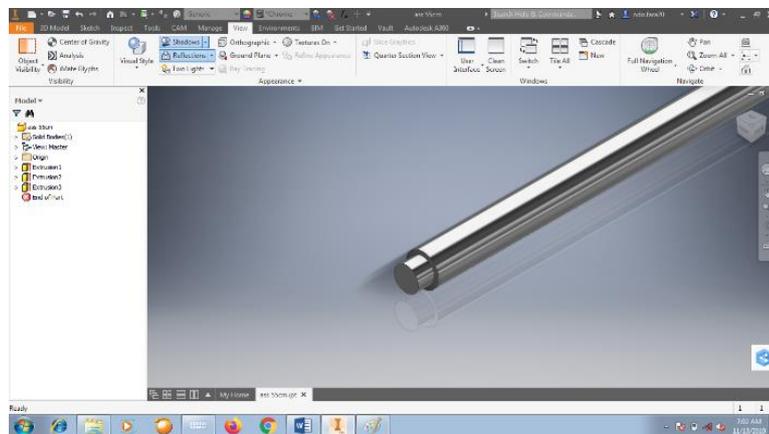
2.5 Desain Area Kerja Mesin CNC



Gambar 4.8 Area kerja mesin *cnc*

Desain area kerja mesin *cnc* cukup luas mempunyai ukuran panjang 770 mm lebar 480 mm dengan ketebalan 8 mm.

2.6 Poros Sumbu Y

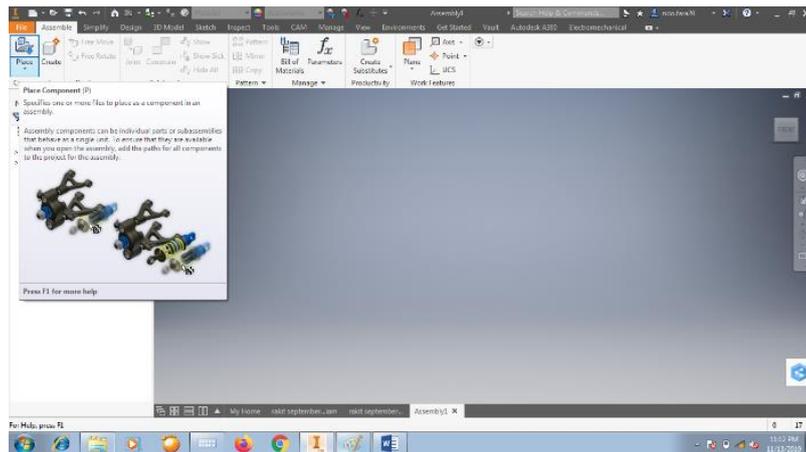


Gambar 4.9 *Linear Shaft*

Linear Shaft pada sumbu Y memiliki 2 buah terletak di sebelah kanan dan kiri dengan diameter 20 mm dengan panjang 770 mm. *Linear Shaft* ini berguna untuk membantu meluruskan putaran *linier screw*.

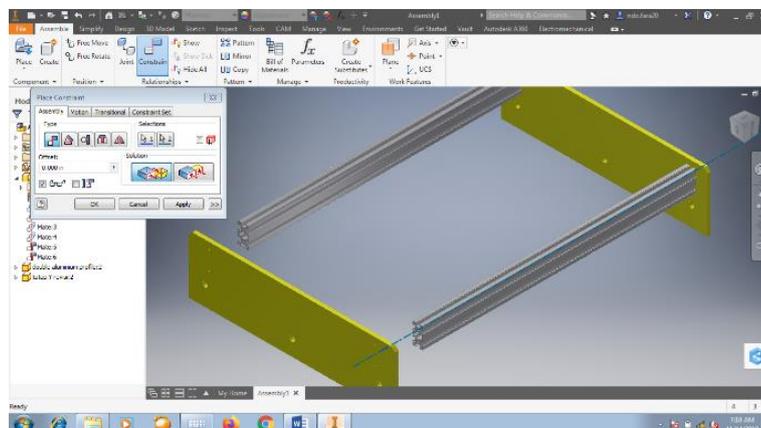
B. Perakitan Pada Sumbu Y

Pada bagian perakitan ini semua komponen di rakit dengan menggunakan *feature assembly* dengan cara memilih *file - new - assembly*. Dan mulai memasukan *part* dengan cara memilih *Place*.



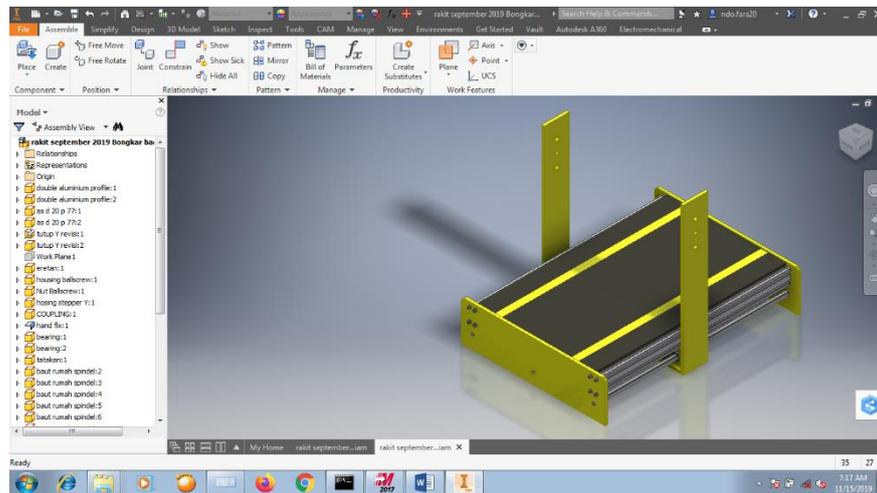
Gambar 4.10 Create Assembly

Setelah semua komponen di masukan selanjutna menggabungkan dengan menggunakan *feature constrain* pada *tab assembly constrain - assembly - mate*. setelah itu mengklik pada bagian komponen yang akan di *assembly*.



Gambar 4.11 Assembly part

Lakukan cara di atas berulang-ulang dengan menyusun part sesuai dengan bagian-bagiannya sampai perakitan pada sumbu Y menjadi body pada mesin *cnc* 5 axis seperti pada gambar 4.11



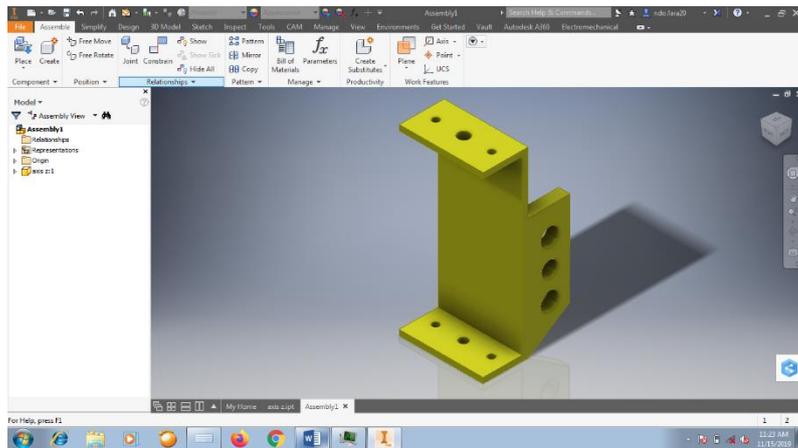
Gambar 4.12 Assembly

C. Langkah - Langkah Perancangan Sumbu X Dan Z

Langkah-langkah pada perancangan sumbu x dan z masih tetap sama dengan perancangan pada sumbu y part ini memiliki panjang 150 mm dan tinggi 300 mm part ini juga digunakan sebagai gerak pada sumbu x bergerak ke kanan dan ke kiri dari putaran *motor stepper* dan di tarik oleh *linear screw*.

1. Desain Part Sumbu Z

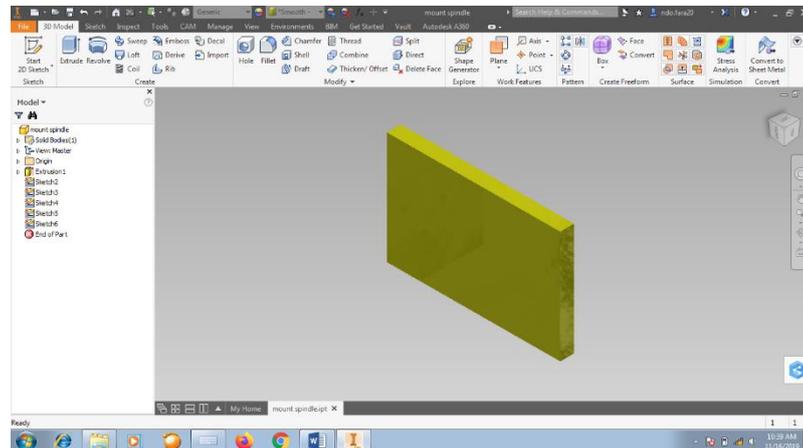
Pada desain part sumbu z ini harus di ukur jarak area kerja mesin dengan jarak permukaan bagian bawah sumbu z karena supaya sumbu z ini ketika bergerak ke depan tidak menabrak *rotary table* yang menjadi pusat pencekaman pada benda kerja.



Gambar 4.13 *Part Sumbu Z*

2. Desain *Part Sambungan Cekam Spindle*

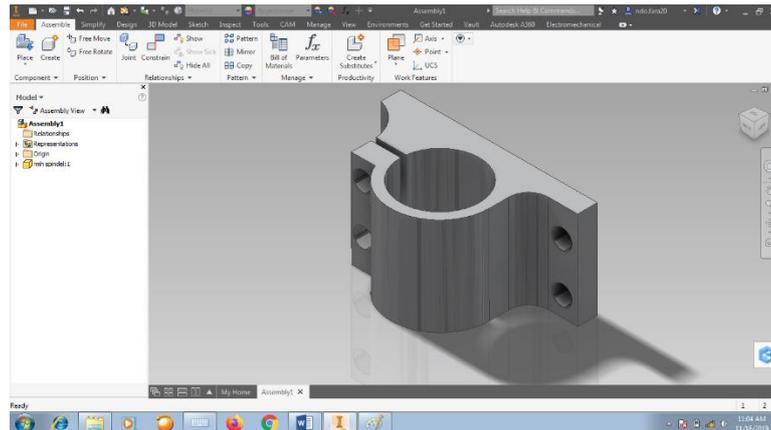
Part ini bagian yang akan menahan cekam *spindle* desainnya cukup sederhana karna fungsinya hanya untuk menahan disamping itu part ini juga berfungsi bergerakanya sumbu z naik dan turun part ini memiliki ukuran panjang 150 mm lebar 98 mm



Gambar 4.14 *Part Penahan Cekam Spindle*

3. Desain *Part Cekam Spindle*

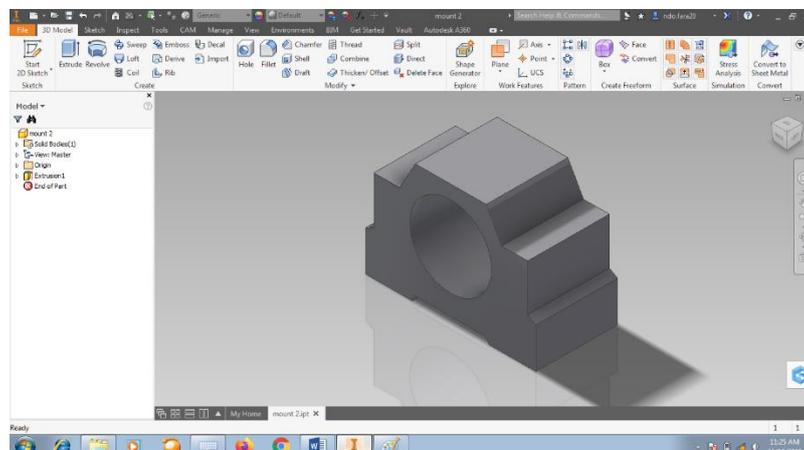
Part ini berfungsi untuk mencekam *spindle* yang akan di baut dengan *part* yang sebelumnya *part* ini memiliki ukuran panjang 100mm dan tingginya 50 mm.



Gambar 4.15 *Cekam Spindle*

4. *Linear Slide*

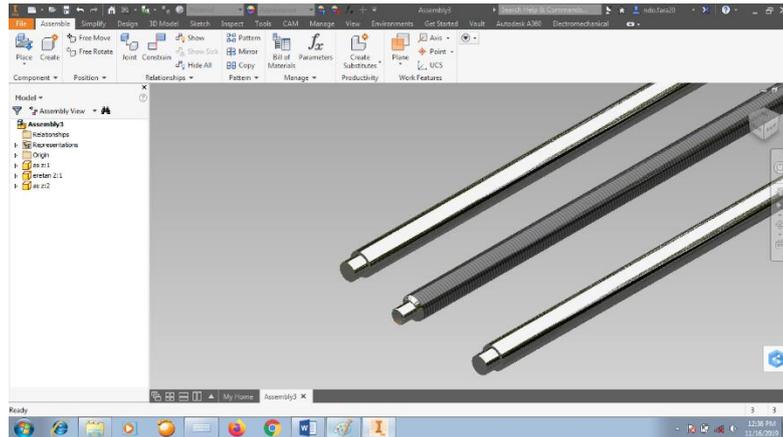
Linear slide part ini fungsinya untuk menuntun putaran linear screw dari putaran motor stepper pada lubang tengah ada bearing sehingga gerakan linear slide akan lebih halus *part* ini memiliki ukuran panjang 125 mm dan tinggi 80 mm.



Gambar 4.16 *Linear Slide*

5. *Ballscrew Dan Linear Shaft*

Pada ke dua komponen saling berhubungan *ballscrew* berfungsi mengubah gerakan rotasi menjadi gerak *linier* dan *linear shaft* akan menuntun gerakan dari *ballscrew* kedua komponen ini selalu ada pada setiap sumbu.



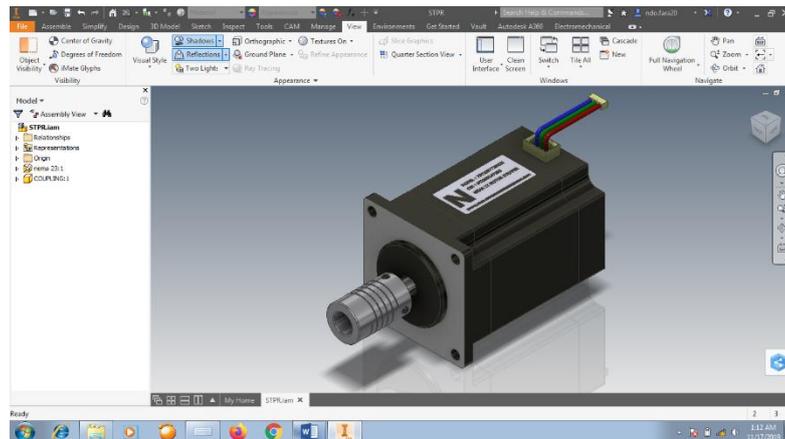
Gambar 4.17 *Ballscrew dan Linear Shaft*

6. *Motor Stepper*

Komponen ini berfungsi untuk menggerakkan setiap sumbu dari mesin *motor stepper* ini mengubah listrik menjadi gerak putar rotasi memiliki gerak sesuai dengan spesifikasinya.

Spesifikasi *motor stepper Nema 23*

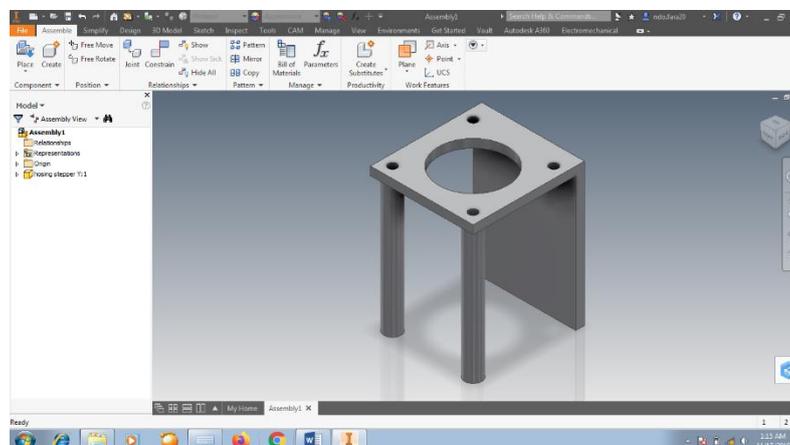
- Arus : 3 Ampere/*phase* torsi
- Perstep : 1.8 *degree/step*
- Torsi : 2,2 N.m
- Dimensi Body : 5,6 cm x 5,6 cm x 7,5 cm
- Diameter *Shaft* : 6,35 mm



Gambar 4.18 *Motor Stepper*

7. Desain Part Penahan *Motor Stepper*

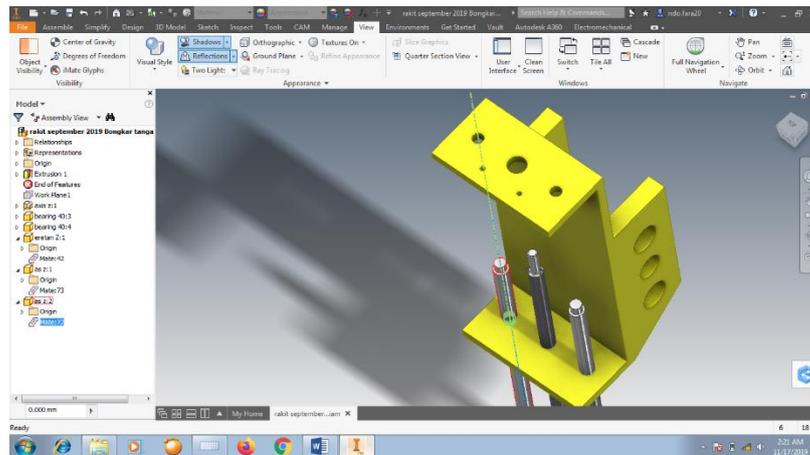
Part ini sebagaiudukan untuk *motor stepper* yang akan di baut dengan kencang supaya dapat menahan putaran dari *motor stepper* part ini memiliki ukuran 60 x 60 mm dan tingginya 84 mm.



Gambar 4.19 Part Penahan *Motor Stepper*

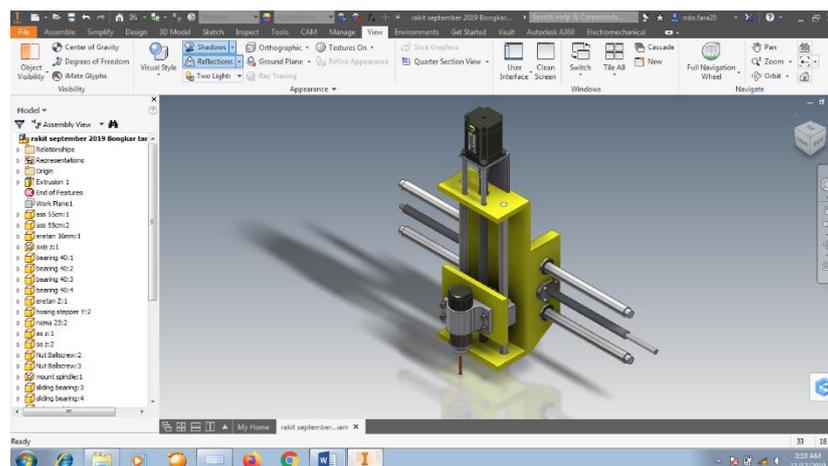
D. Perakitan Pada Sumbu X dan Z

Langkah-langkah perakitan pada sumbu x dan z masih sama pada perakitan yang sebelumnya mulai dari memasukan *part* dan komponen yang di butuhkan lalu menyusun sesuai dengan bagian-bagiannya.



Gambar 4.20 Perakitan Sumbu X Dan Z

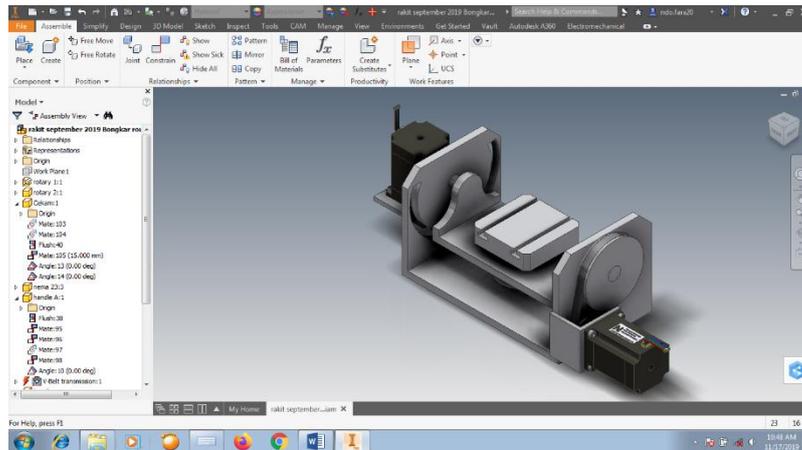
Assembly pada bagian sumbu z yang pertama memasukan *linear shaft* pada lubang part sumbu z dengan cara memilih *feature constrain - mate* dan klik pada ujung *linear shaft* lalu klik pada lubang *part* sumbu z maka kedua komponen akan menyatu lakukan cara ini berulang - ulang dengan menyusun *part* sesuai pada bagian – bagiannya hingga semua *part* dan komponen menyatu seperti pada Gambar 4.21.



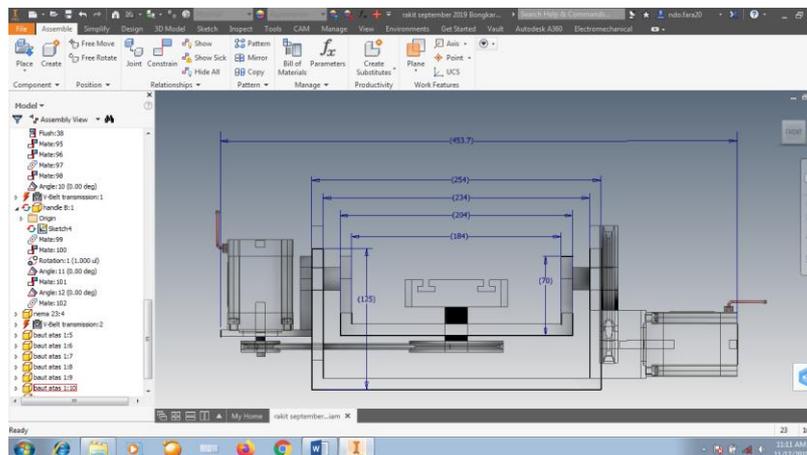
Gambar 4.21 Perancangan Sumbu X dan Z

E. Desain Part Rotary Table Sumbu A dan B

Pada part bagian ini menjadi tambahan 2 sumbu pada sumbu A berputar 180 derajat secara vertikal dan sumbu B berputar secara horizontal 360 derajat kedua sumbu ini yang akan mengubah gerak benda kerja secara horizontal dan vertical.



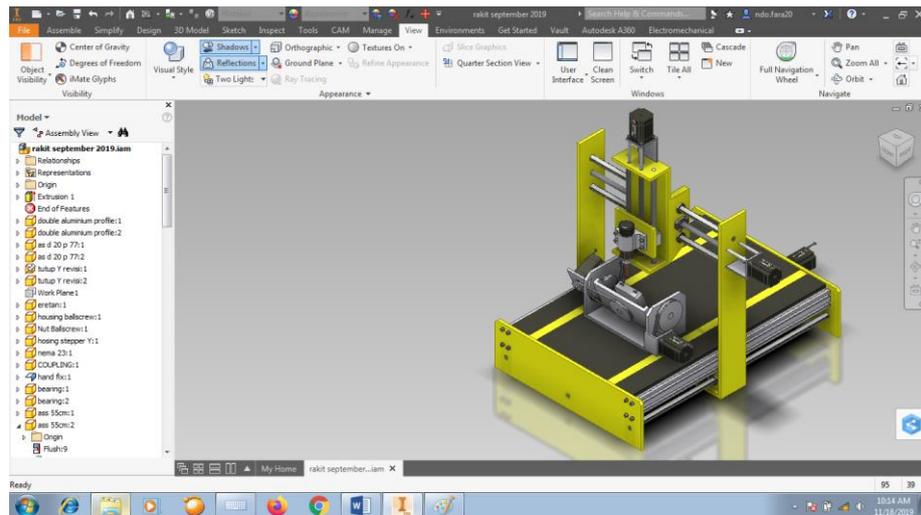
Gambar 4.22 Rotary Table Axis A/B



Gambar 4.23 Dimensi Rotary Table A/B

F. Perakitan Semua Sumbu Mesin CNC 5 Axis

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



Gambar 4.24 Desain Mesin *CNC 5 Axis full Assembly*

Spesifikasi mesin

Jenis mesin	: <i>CNC ROUTER 5 AXIS</i>
Bahan	: Plat Besi Hitam dan Aluminium
Ukuran	: 770 x 550 x 600 mm
<i>Spindle motor</i>	: <i>Spindle 500watt</i>
<i>Stepper motor</i>	: <i>Nema 23 1.8 phase</i>
<i>Power Suply</i>	: <i>12V 50 watt</i>
Perangkat lunak	: <i>Software Mach3</i>
Sistem pendukung	: Windows XP/ Win 7/ Win 8/ Win 10

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

2. Komponen Mesin CNC 5 Axis

Pada mesin *cnc 5 axis* ini memiliki banyak komponen sebagai sumber penggerak pada mesin supaya dapat bekerja secara maksimal serta memenuhi kebutuhan. Komponen yang di gunakan yaitu :

Tabel. 4.1 Komponen Mesin CNC 5 Axis

NO	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1.	<i>Motor Stepper Nema 23</i>	<i>57x76 mm Step angel 1.8</i>	5
2.	<i>Driver Beakout Board Controller 5 Axis</i>	<i>Mach3 100Khz</i>	1
3.	<i>TB6600 Stepper Motor Driver</i>	<i>9-42 VDC 4A 20Khz</i>	5
4.	<i>Power Supply</i>	<i>12V 50watt</i>	1
5.	<i>Rotary Table 5 Axis</i>	<i>3A Stepper Motor</i>	1
6.	<i>Aluminium Profile</i>	<i>30x60x770 mm</i>	2
7.	Besi Metal	10mm	1

G. Proses Pembuatan Mesin CNC 5 Axis

Pada proses pembuatan mesin *cnc 5 axis* ini adalah proses awal dalam pembentukan mesin mulai dari mengukur, memotong dan merakit mesin.

1. Pembuatan plat bagian depan dan belakang

Bagian dari : Rangka mesin cnc

Bahan : Plat Besi Hitam

Ukuran : 580 x 165 mm x 7mm

Peralatan : Meteran

: Penggaris siku

: Cutting plasma



Gambar 4.25 Pembuatan Lubang Baut Bagian Bemper *CNC*

Proses pengerjaan :

- a. Buat pola pada besi dan ukur panjang lebar yang sudah di sesuaikan
- b. Potong besi menggunakan *cutting plasma* supaya hasilnya presisi
- c. Buat lubang sebagai tempat baut menggunakan bor
- d. Buat ulir pada lubang bekas bor menggunakan *snei*

2. Pembuatanudukan sumbu X

Bagian dari	: Sumbu X
Bahan	: <i>Besi</i>
Ukuran	: 600 x 100 x 7 mm
Peralatan	: Gerenda potong, Meteran



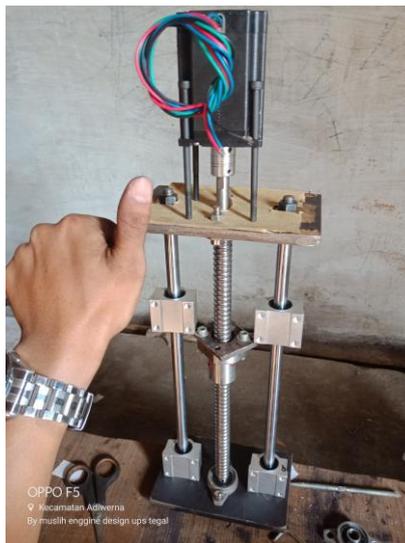
Gambar 4.26 Dudukan sumbu X

Proses pengerjaan :

- Buat pola pada besi dengan panjang yang sudah di rencanakan
- Buat pola untuk tempat dudukan *bearing* dan untuk tempat dudukan *motor stepper*
- Buat lubang pada masing-masing tempat dudukan menggunakan mesin bor
- Potong sesuai pola yang sudah di buat menggunakan cutting plasma

3. Pembuatan Komponen Sumbu Z

Bagian dari	: Sumbu Z
Bahan	: Plat besi & <i>Aluminium</i>
Ukuran	: 150 x 98 x 5 mm
Peralatan	: Gerenda
	: Meteran
	: Penggaris Siku
	: Mesin Bor



Gambar 4.27 Sumbu Z

Proses pengerjaan

- Mengukur panjang dan lebar plat besi untuk bagian dudukan *bearing*
- Buat pola untuk tempat *bearing* dan *motor stepper* buat lubang menggunakan mesin bor
- Potong plat besi menggunakan mesin gerenda potong

2. Merakit sumbu X dan Z

Bagian dari : Sumbu X dan Z

Bahan : Besi

Ukuran : 570 x 600 mm

Peralatan : Kunci pas 19

: Kunci pas ring 10

: Kunci L



Gambar 4.28 Sumbu X dan Z

Proses perakitan

- d. Masukkan *linear shaft* pada plat besi dan kencangkan menggunakan kunci pas ring 19
- e. Pasang *pillow block*
- f. Masukkan plat sumbu Z pada *linier shaft* yang sudah di kencangkan
- g. Pasang plat besi pada bagian kana dan kencangkan menggunakan kunci pas ring ukuran 19

3. Merakit Sumbu X, Y dan Z

Bagian dari : Sumbu X, Y dan Z

Bahan : Besi dan *Aluminium*

Ukuran : 770 x 550 x 600 mm

Peralatan : Kunci L

: Kunci pas 10

: Obeng

: Kunci pas 18



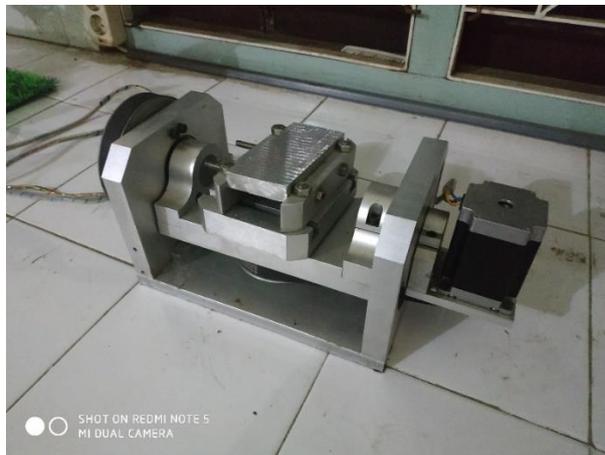
Gambar 4.29 Rakitan Sumbu X, Y dan Z

Proses perakitan

- a. Masukkan *linear shaft* ke *ballscrew* pada sumbu X
- b. Masukkan baut ukuran 18 pada ujung linear shaft dan kencangkan menggunakan kunci pas
- c. Pada lubang bearing masukan *linear shaft* pada sumbu Y masukan *eretan ballscrew* pada bemper *cnc* bagian depan

4. Merakit Sumbu A/B Rotary Table

Bagian dari	: Sumbu A dan B
Bahan	: Aluminium Alloy
Ukuran	: 450 x 160 x 150 mm
Peralatan	: Kunci L
	: Obeng
	: Kunci pas ring



Gambar 4.30 *Rotary Table A/B*

Proses perakitan

- Pasang komponenudukan untuk motor stepeer
- Pasang part sumbu A yang berputar 360 derajat dan kencangkan menggunakan kunci L
- Pasang chuck pada routary table kencangkan menggunakan baut L
- Pasang gear pada bagian bawah chuck kencangkan menggunakan kunci L
- Pasang gear bagian samping dan sambungkan v-belt pada gear bagian bawah chuck

5. Merakit sumbu *A/B rotary table* pada area kerja mesin cnc

Bagian dari : Sumbu A dan B

Bahan : Aluminium Alloy

Ukuran : 450 x 160 x 150 mm

Peralatan : Kunci L

: Kunci pas ring



Gambar 4.31 Merakit *Rotary Table A/B*

Proses perakitan

- a. Letakan rotary table pada area kerja mesin cnc sesuaikan dengan lubang penahan rotary table
- b. Pasang baut L pada masing-masing ujung rotary table dan kencangkan.

H. Cara Mengoperasikan Software Mach3

Software mach3 merupakan software antarmuka atau user interface yang berbasis *visul basic* yang akan mengontrol *hardware*. Mach3 bekerja pada PC Windows yang akan menggerakkan seperti motor stepper, spindle dengan mengolah G-code. Software Mach3 bukan hanya software milling dan bubut tetapi mach3 sudah berkembang untuk beberapa mesin cnc lainnya seperti plasma cutting cnc EDM wire cut, water jet dan laser. Mach3 sudah di lengkapi fitur tambahan program (VBscript) yang memungkinkan untuk pengguna menambahkan kefungsiian khusus seperti ATC automatic tool charge. MPI menggunakan mach3 untuk mengembangkan mesin cnc plasma cutting. Berikut adalah tampilan software mach3 standart 4 axis yang akan di upgrade menjadi 6 axis.



Gambar 4.32 Tampilan Software Mach3 Standart

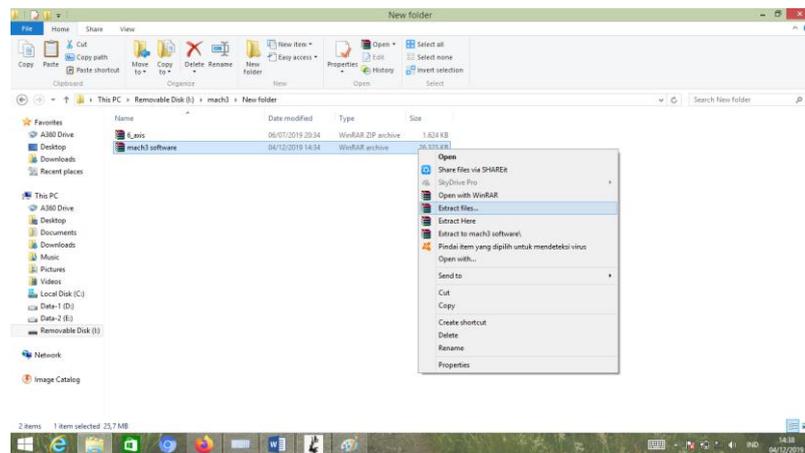
Pada gambar 4.32 tampilan software mach3 hanya bisa untuk mengontrol 4 sumbu belum bisa di gunakan untuk mengontrol 5 sumbu. Untuk dapat

mengontrol 5 sumbu maka perlu di *upgrade* dahulu seperti cara di bawah ini mulai dari awal penginstalan *software*.

1. Menginstal *software mach3*

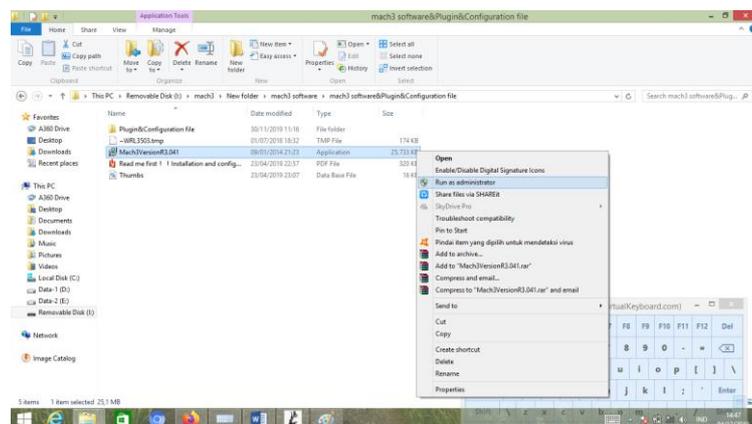
Buka file *mach3* yang masih berbentuk format *.rar*

Klik kanan – Extract file – Oke

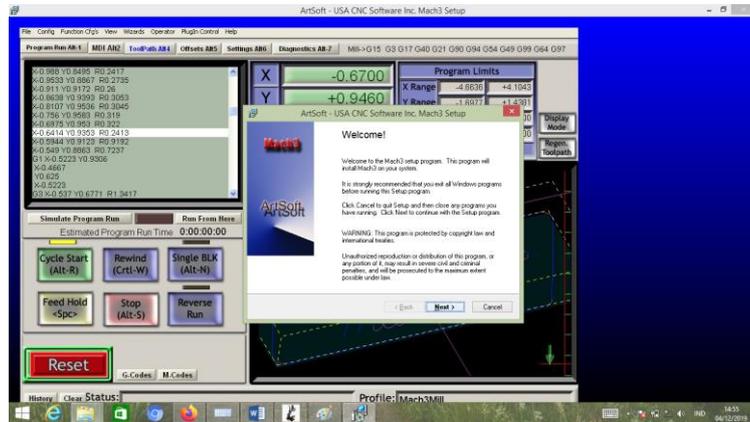


Gambar 4.33 Extract file *mach3*

Setelah di extract maka akan terdapat folder baru bernama “*mach3 software*” buka folder tersebut dan klik kanan file yang bernama “*Mach3VersionR3.041*” pilih *run as administrator* dan pilih yes.

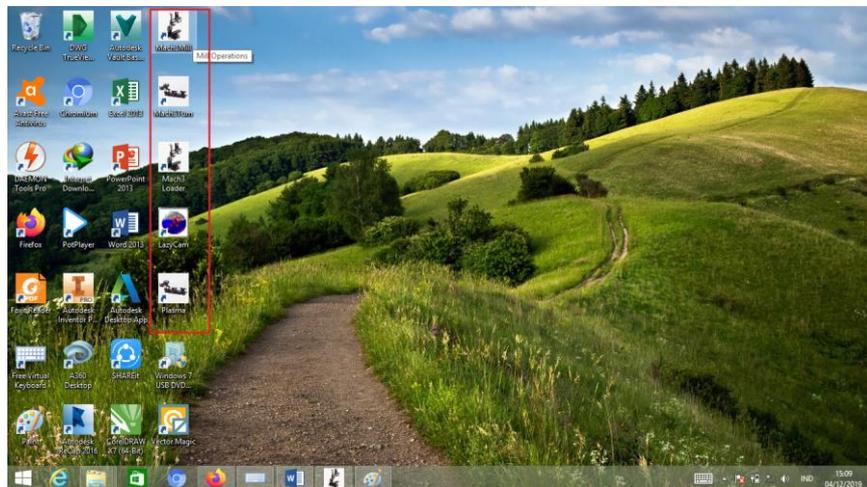


Gambar 4.34 Instal *Software Mach3*



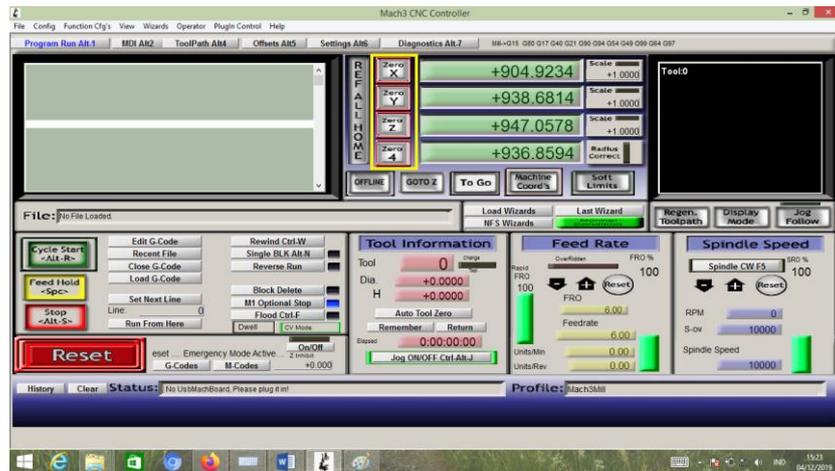
Gambar 4.35 Langkah Penginstalan *Software Mach3*

Setelah itu akan muncul tampilan awal untuk proses penginstalan *software mach3* seperti gambar 4.36 klik “Next” untuk melanjutkan proses penginstalan tunggu hingga proses penginstalan selesai. Setelah proses penginstalan selesai maka akan tampil *software mach3* yang telah selesai di instal seperti gambar 4.36 di bawah ini.



Gambar 4.36 Hasil Instal *Software Mach3*

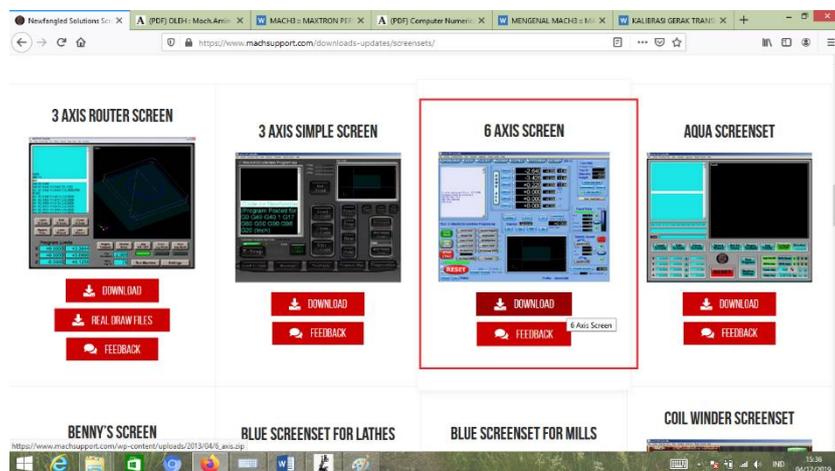
Setelah selesai di instal silakan di buka *software mach3* maka akan tampil bagian awal *software mach3* yang masih standart hanya dapat mengontrol 4 sumbu X, Y, Z dan A belum dapat untuk mengontrol mesin *cnc 5 axis*. Seperti gambar 4.38 di bawah ini.



Gambar 4.37 Tampilan Awal Software Mach3

Untuk *meng-upgrade software mach3* supaya *support* pada mesin *cnc 5 axis* maka *download* terlebih dahulu pada *link* ini

“<https://www.machsupport.com/downloads-updates/screensets/>”

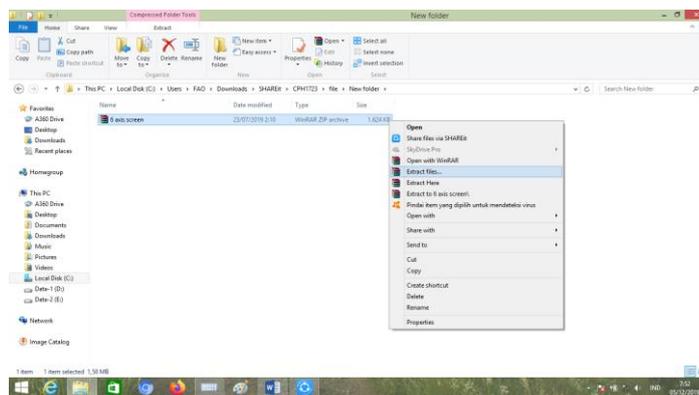


Gambar 4.38 Download File Support Mesin CNC 5 Axis

Setelah masuk pada *link* di atas scroll mouse ke bawah sampai menemukan file yang bernama “6 AXIS SCREEN” dan klik untuk mulai *mendownload* file tersebut hingga *download* file tersebut selesai.

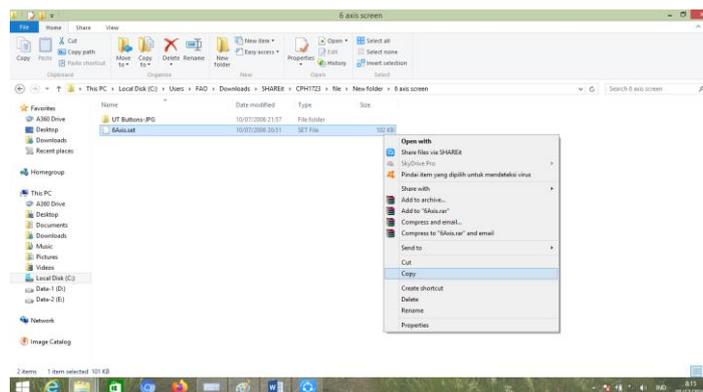
Setelah berhasil *mendownload file 6 axis screen* buka file hasil *download* untuk *meng-extract file* tersebut dengan cara :

Klik kanan – *Extract file* – *Oke*.



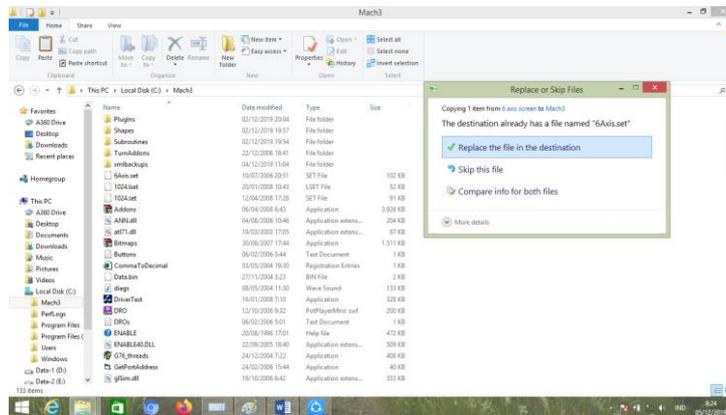
Gambar 4.39 *Extract File 6 Axis Screen*

Setelah *file* tersebut di *extract* maka akan muncul *folder* baru yang bernama “*6 axis screen*” buka *folder* tersebut maka akan ada dua *file* yang bernama “*6 Axis.set* dan *UT Buttons-JPG*” pilih *file* “*6 axis.set*” klik kanan pilih *copy file* yang bernama ”*6Axis.set*”



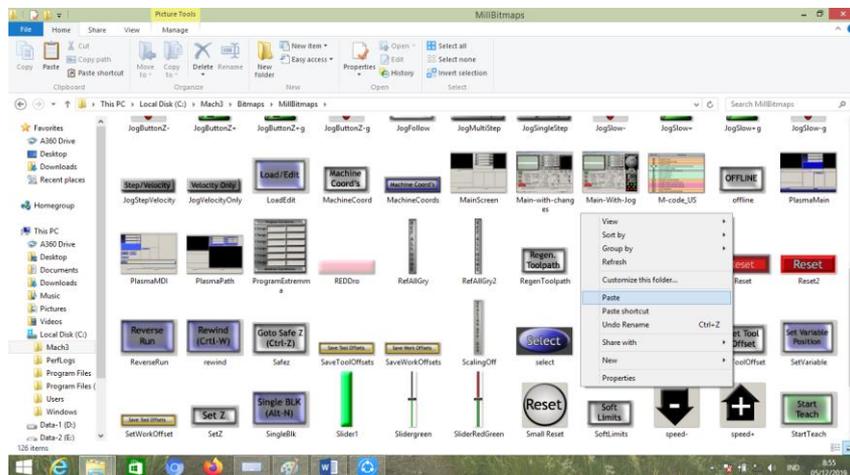
Gambar 4.40 *Copy File 6axis.Set*

Setelah di *copy* maka pindahkan *file* tersebut ke *folder* penyimpanan *local disk (C)* : - *Mach3 – Replace the file in the destination*.



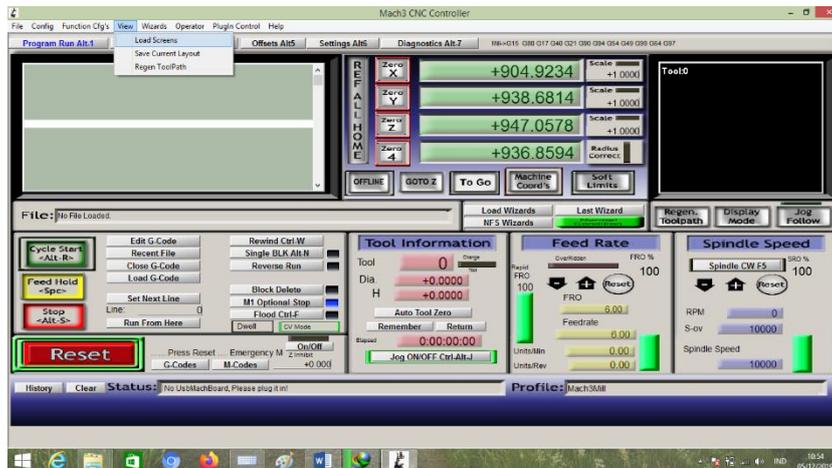
Gambar 4.41 *Replace File 6 Axis.Set*

Setelah berhasil di *copy* kembali lagi ke *folder 6 Axis Screen* untuk *meng-copy file* yang ke dua bernama “*UT Buttons-JPG*” caranya sama seperti di atas pilih file *UT Buttons-JPG* klik kanan dan pilih *copy* pindahkan ke bagian penyimpanan *local disk (C) : Mach3 – Bitmaps – MillBitmaps* – klik kanan *paste*.



Gambar 4.42 pemindahan *file UT Buttons-JPG*

Setelah semua *file* selesai di *copy* buka *software Mach3mill* yang sudah terinstal terletak pada tampilan *desktop pc windows* untuk *meng-update* ke *6 axis* dengan *me-load file 6Axis.set* pada *local disk c*.



Gambar 4.43 Tampilan Software Mach3mill

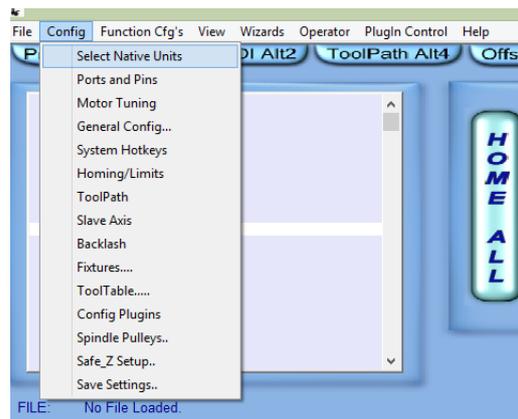
Setelah Software Mach3Mill di buka pilih view – Load Screen – pilih 6Axis.set maka tampilan software Mach3 sudah berubah menjadi 6 Axis yang sudah support untuk mengontrol mesin cnc 5 axis seperti pada gambar 4.46 di bawah ini.



Gambar 4.44 Tampilan Software Mach3Mill 6 Axis

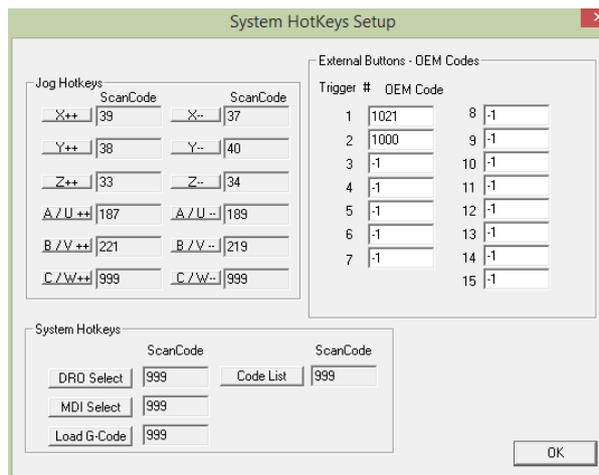
2. Langkah men-setting controll software mach3mill

Langkah awal untuk *men-setting software mach3mill* yaitu menentukan langkah satuan *unit* dengan cara pilih *Config – Select Native Unit* dan pilih mm.



Gambar 4.45 Menentukan satuan gerak langkah

Selanjutnya mengatur kontrol pada masing-masing sumbu supaya dapat di kontrol lewat shortcuts dengan cara pilih *config – system Hotkeys*.

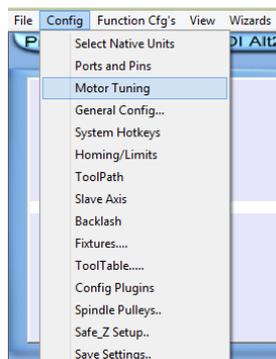


Gambar 4.46 System HotKey

Pada *tab jog hotkey* akan ada kolom X++ X-- sampai B/v++ B/v--Klik satu persatu untuk menentukan tombol *shortcuts* dari masing-masing sumbu mesin *cnc*.

J. Mengatur Kecepatan *Motor Tuning*

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



Gambar 4.47 *Tab Menu Motor Tuning*



Gambar 4.48 *Motor Tuning*

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

Spesifikasi motor stepper NEMA 23

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

Current / Phase 3A

Voltage 8.6 v

Pitch 2.5

Maka step per mm dapat di hitung :

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

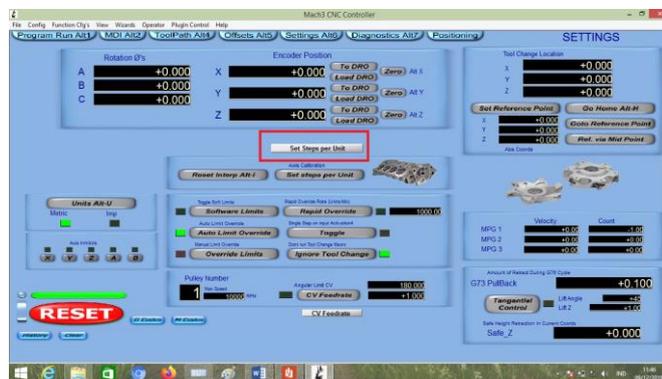
$$= (200 / 2.5)$$

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

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

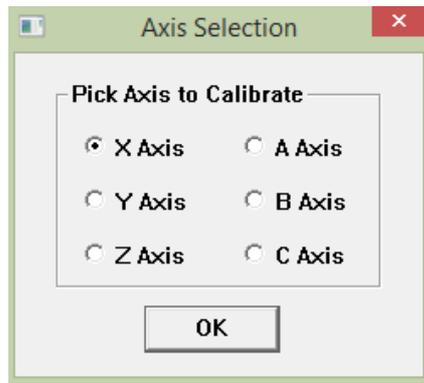
K. Kalibrasi Sumbu X, Y dan Z

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



Gambar 4.49 Set Steps Per Unit

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

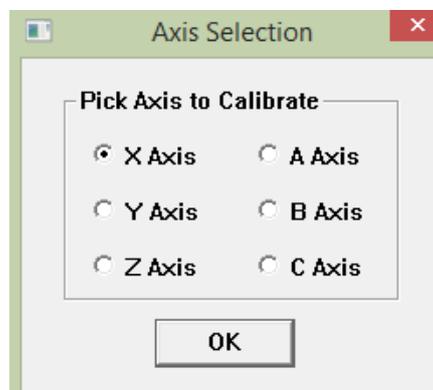


Gambar 4.50 Kalibrasi Sumbu

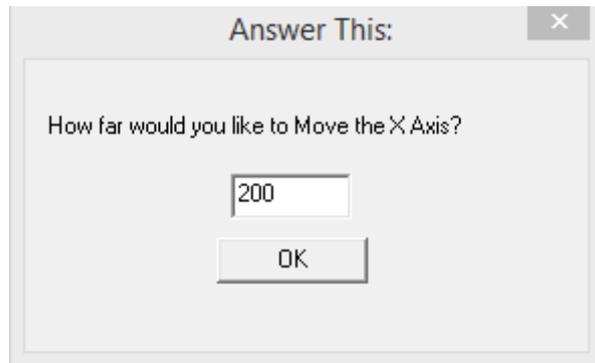
Setelah itu akan muncul menu perintah untuk memasukan jarak yang akan di tempuh oleh *motor stepper*. Masukan jarak sesuai yang di inginkan kemudian tekan [ok]. Gunakan cara ini untuk mengkalibrasi pada sumbu x, y dan z caranya masih sama seperti yang sebelumnya.

L. Pengujian Jarak Tempuh Pada Sumbu X, Y dan Z

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



Gambar 4.51 Memilih Sumbu X Yang Akan Di Uji



Gambar 4.52 Perintah Gerak Sumbu X

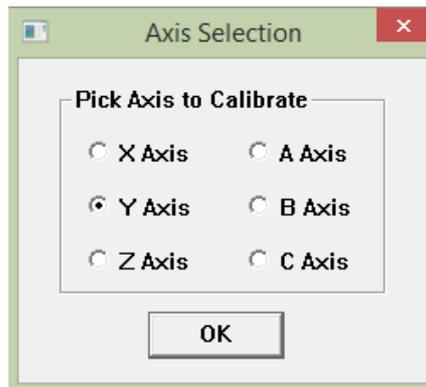
Setelah memasukan perintah gerak pada sumbu x dengan panjang 200mm maka sumbu x akan langsung berjalan. Untuk mengetahui keakuratan gerak langkah sumbu x menggunakan penggaris dengan menaruhnya di titik awal spindel dan bisa di lihat hasilnya ketika spindel berhenti seperti pada gambar 4.53 di bawah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



Gambar 4.53 Hasil Uji Kalibrasi Sumbu X

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

Selanjutnya pengujian kalibrasi sumbu Y dengan memasukan gerak langkah yang sama 200 mm dengan menggunakan *feature* yang sama pada menu tab pilih *Setting Alt6 - Set Steps per unit* - pilih sumbu yang akan di uji. Seperti pada gambar 4.54

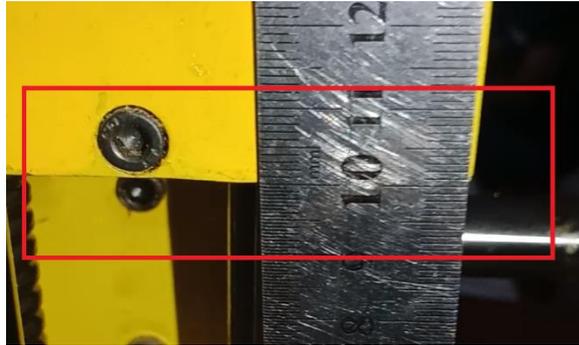


Gambar 4.54 Memilih Sumbu X Yang Akan Di Uji



Gambar 4.55 Hasil Uji Gerak Langkah 200 mm

Selanjutnya menguji gerak langkah pada sumbu z dengan jarak yang sama sejauh 200 mm. Dapat dilihat hasil pengujian gerak langkah pada sumbu z pada gambar 4.56 di bawah ini.



Gambar 4.56 Hasil Uji Sumbu Z

Pada pengujian gerak langkah pada sumbu z berbeda dengan pengujian pada sumbu yang sebelumnya pada pengujian sumbu ini yang menjadi jarum penunjuk keakuratan adalah plat penyangga spindel yang ikut bergerak ketika spindel berjalan. Pada sumbu z ini dengan menguji gerak langkah sejauh 100 mm dan hasilnya akurat sesuai perintah gerak.

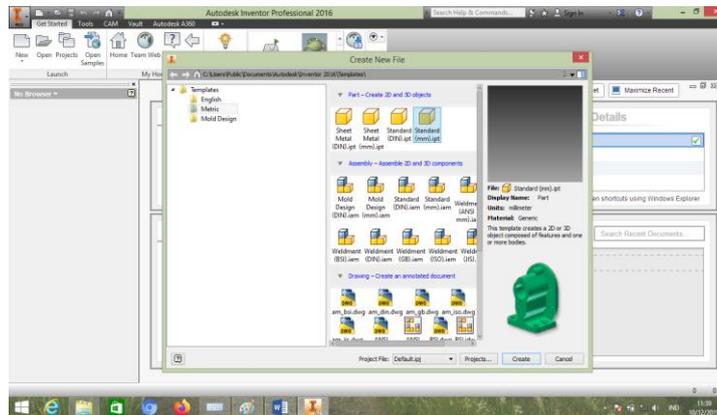
I. Pengoprasian Mesin Menggunakan *Software Mach3*

Sebelum mengoprasikan mesin terlebih dahulu mendesain menggunakan *software inventor profesional*.



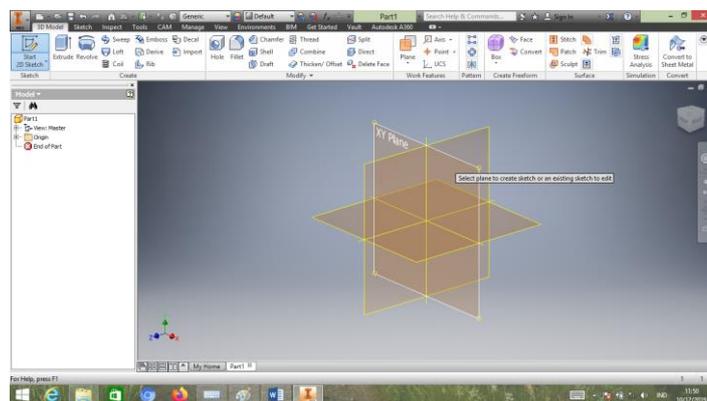
Gambar 4.57 Software Inventor Profesional 2016

Tunggu proses loading selesai maka akan muncul tampilan awal untuk memulai mendesai benda kerja.



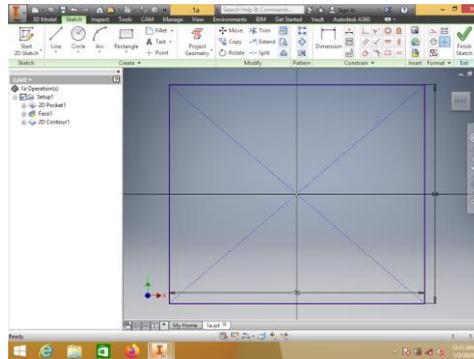
Gambar 4.58 Tampilan awal *Software Inventor*

Setelah muncul tampilan awal *software inventor* klik *New* maka akan muncul pilihan untuk memilih jenis satuan ukuran pilih *metric* dan klik *standart (mm).ipt*



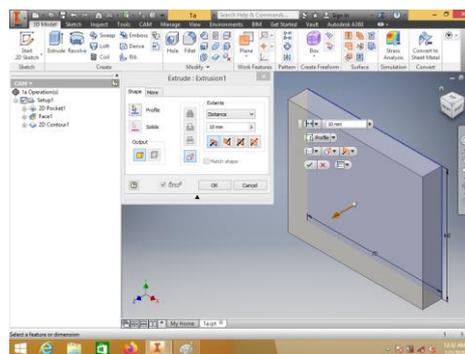
Gambar 4.59 Memilih Jenis Pandangan

Selanjutnya mulai mendesain benda kerja sesuai Ayang di inginkan pada *menu tab* pilih *feature rectangle* untuk membuat garis persegi klik sembarang tempat dan tarik garis *line* dengan panjang 70 lebar 60 mm seperti pada gambar 4.60 di bawah ini.



Gambar 4.60 Desain Persegi

Selanjutnya buatlah menjadi gambar 3D dengan menggunakan *feature extrude* dan sesuaikan ketebalan yang di inginkan. p

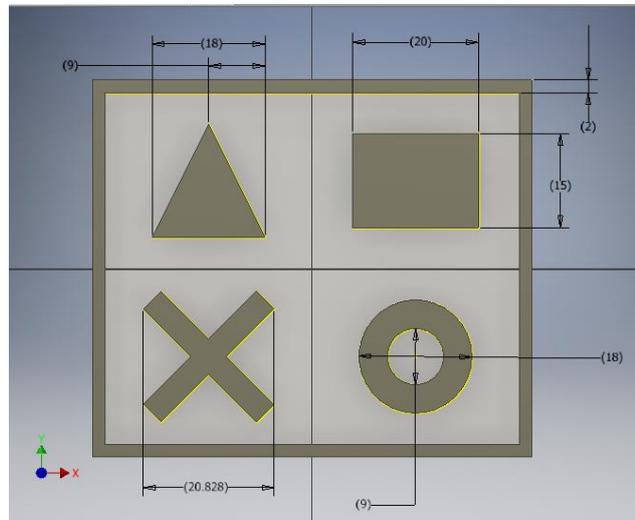


Gambar 4.61 *Extrude*

Setelah menjadi gambar 3d buatlah desain pada persegi tersebut sesuai yang di inginkan dengan menambahkan *sketch* pada bagian *face* pada gambar persegi tersebut dengan cara klik pada bagian *face* persegi tersebut maka akan muncul *feature sketch*.

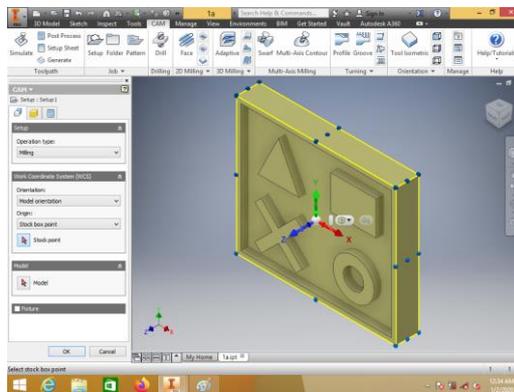


Gambar 4.62 *Sketch*



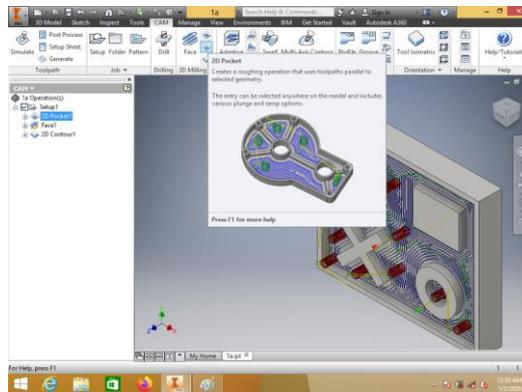
Gambar 4.63 Desain Benda Kerja

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



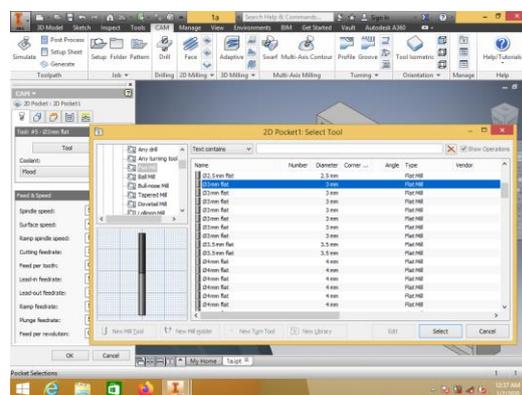
Gambar 4.64 Proses CAM

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



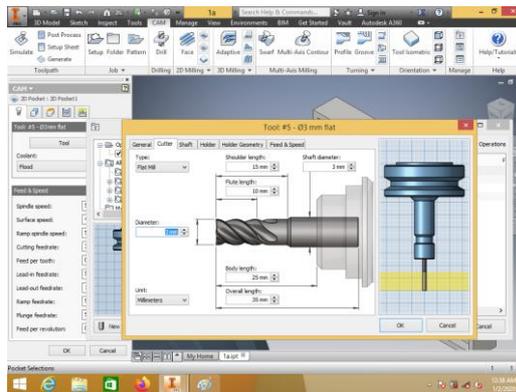
Gambar 4.65 Mengatur Pemakanan Pada Benda Kerja

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



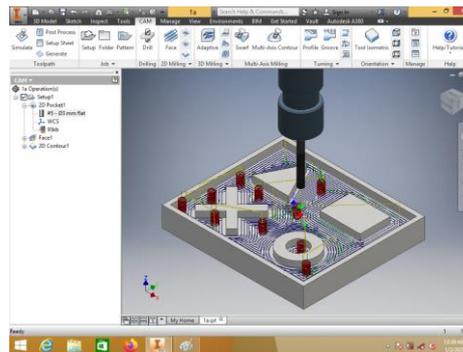
Gambar 4.66 Pemilihan Pahat

Pilih jenis pahat sesuaikan dengan benda kerja yang sudah di desain pada proses *cam* ini jenis pemakan yang di gunakan adalah untuk menguji keakuratan dengan sudut yang sangat kecil maka pada pemilihan pahat juga di sesuaikan dengan mengetahui sudut terkecil pada desain benda kerja untuk memilih jenis pahat pilih *tool - By type - flat mill* pilih pahat dengan sudut 3 mm.



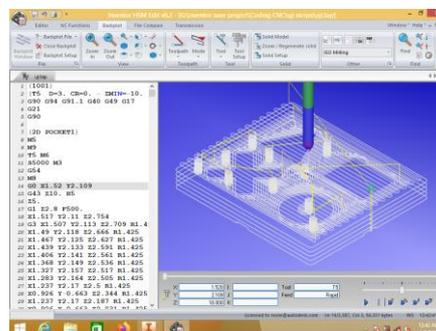
Gambar 4.67 Setting mata pahat *cnc*

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



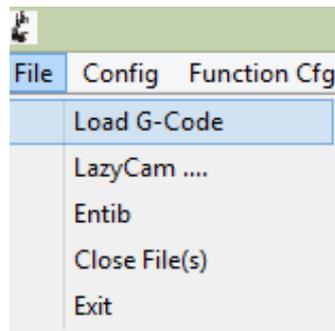
Gambar 4.68 Hasil Proses Pembuatan Alur Pahat

Jika pembuatan alur pahat sudah selesai maka selanjutnya klik *post proces* untuk *meng-export G-Code*.



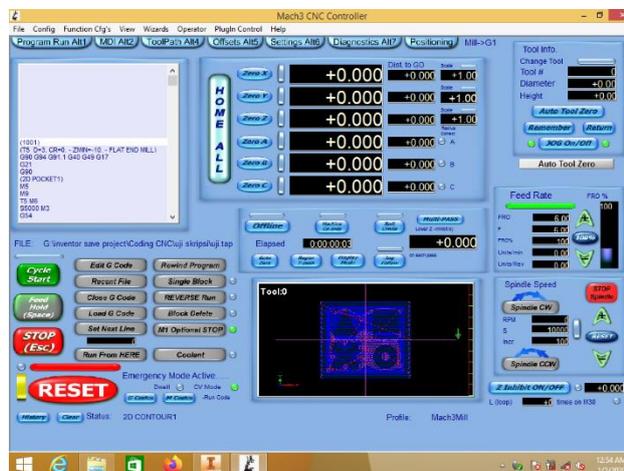
Gambar 4.69 Hasil *Post Process G-Code*

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



Gambar 4.70 Load G-code

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



Gambar 4.71 Hasil Export G-code

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

J. Hasil Pengujian Keakuratan Pada Proses Pembuatan Benda Kerja

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



Gambar 4.72 Panjang Benda Kerja



Gambar 4.73 Lebar Benda Kerja



Gambar 4.74 Lebar Kotak



Gambar 4.75 Panjang Kotak



Gambar 4.76 Lebar Segitiga



Gambar 4.77 Tinggi Segitiga



Gambar 4.78 Lebar X



Gambar 4.79 Panjang X



Gambar 4.80 D1



Gambar 4.81 D2



Gambar 4.82 Tebal Garis Tepi

Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Uji Keakuratan

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

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

Mengalami perubahan dimensi dengan besar 0,55 mm.

Perubahan dimensi terkecil pada bagian bentuk benda kerja dengan lebar awal 60 mm dan hasil akhir 60,25 mm. Mengalami perubahan dimensi sebesar 0,25 mm.

Dari semua perubahan dimensi di sebabkan oleh getaran pada benda kerja pada saat proses pemakanan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah selesai membuat rancang bangun mesin *cnc 5 axis* dan melakukan beberapa pengujian, maka pada proses yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode perancangan pada konsep desain mesin *cnc 5 axis* ini menggunakan metode Pahl and Beitz. Cara merancang Pahl dan Beitz terdiri dari empat kegiatan atau fase yang masing- masing terdiri dari beberapa langkah, yaitu:
 - a. Perencanaan dan penjelasan tugas
 - b. Perancangan konsep produk
 - c. Perancangan bentuk produk
 - d. Perancangan detail
2. Komponen utama sebagai penggerak pada mesin *cnc 5 axis* ini yaitu *motor stepper* dengan menggunakan *driver TB6600 2 phase 1.8 Deg/Step* sebagai penggerak pada sumbu X, Y, Z dan A/B dengan di kontrol oleh *software Mach3*.
3. Mesin ini dapat bekerja dengan cara mendesain dengan menggunakan *software inventor profesional* yang akan di *cam* oleh *inventor HSM* untuk pembuatan *G-code* dan di teruskan ke *software mach3mill* untuk *load G-code*.

B. SARAN

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

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

DAFTAR PUSTAKA

- Ikkal, MAM., Shidiq, MA., 2019 "*Rancang Bangun Pada Pembuatan Prototype cnc Laser Portable Menggunakan Autodesk Inventor*". Skripsi Univeritas Pancasakti Tegal.
- Ikhlah Syukran Harrizal dkk. "*Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Cnc Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System*". Universitas Riau Pekanbaru.
- Jhon H. Jacson dan Harold G. wirt 1983 "*Streng of Matrial*". New York : McGraw Hill.
- Kazimi, dan Jindal. 1981. "*Design of Steel Structures*" New delhi : PriniceHall.
- Mahardika, 2014. "*Perancangan Mekanika Alat CNC Router Berbasis Arduino Uno*". Universitas Telkom
- Robbani, M., Shiddiq MA., 2019 "*Aplikasi Laser 2500 Milli Watt Pada CNC Router 3018 Untuk Pemotongan Akrilik*". Skripsi Univeritas Pancasakti Tegal.
- Sigit Widiyanto. *Rancang Bangun Training Kit Cnc Mill 3 Axis Sebagai Materi Praktek Cadcam Di Stt Duta Bangsa.*
- Wirawan, Shidiq, MA., 2019 "*Analisa Pembebanan Komponen Printer 3D Tipe Delta Dengan Simulasi Software Autodesk Inventor*" Skripsi Univeritas Pancasakti Tegal.

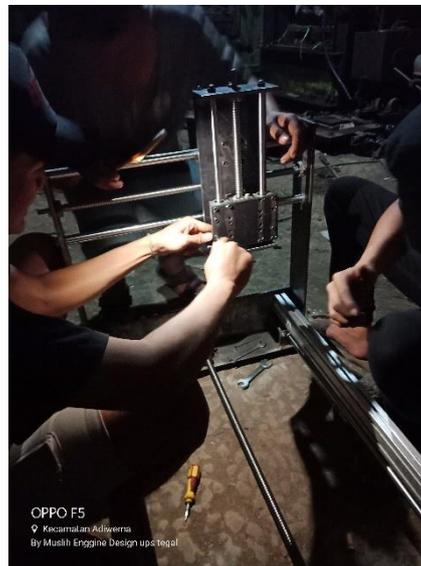
Lampiran 1

Proses Pengujian keakuratan mesin



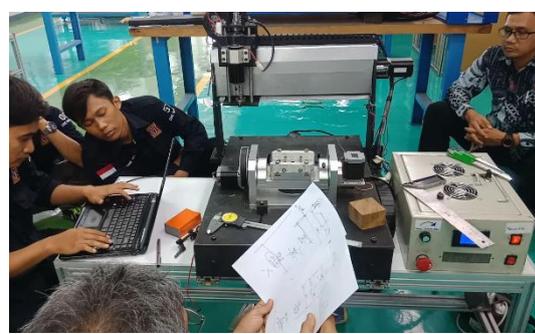
Lampiran 2

Proses Pembuatan mesin *cnc 5 axis*



Lampiran 3

Polman Bandung Konsultasi Mesin *cnc* 5 Axis



Lampiran 4
Perancangan Mesin

