

RANCANG BANGUN CNC PLASMA CUTTING

Saiful Irfan

Mahasiswa
Universitas Negeri Semarang
Jurusan Teknik Mesin
Saifulirfan26@gmail.com

Rusiyanto

Tenaga Pengajar (Dosen)
Universitas Negeri Semarang
Jurusan Teknik Mesin
me_rusiyanto@mail.unnes.ac.id

This study aims to determine the frame safety factor and the precision level of CNC plasma cutting results. The research method used is a research and development model, namely the French model. This model has 8 steps that are used to produce a cnc plasma cut design. The data analysis technique used is descriptive statistical analysis techniques derived from the results of tests conducted. Safety factor testing was conducted using the 2015 Autodesk Inventor software with a frame of 110.54 N. The precision cutting results were carried out three times using the same instrument, 20 currents with a speed of 400 mm / min, against ST 37 material with a thickness of 1.3 mm. The results showed that the frame was categorized as safe because the minimum safety factor value was 4.23 ul and the cut test results showed an average measurement with a maximum deviation of 0.3 mm, so it could be concluded that plasma CNC cutting had tolerance. rate of ± 0.3 mm.

Keywords: CNC Plasma Cutting, Safety Factor, Precision

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan zaman dan teknologi, negara-negara didunia berupaya meningkatkan kekuatan ekonomi dengan mengembangkan kemampuan industri dalam menghasilkan produk yang berkualitas. Dinata *et al* [1] menunjukkan bahwa untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan otomasi manufaktur. Kebutuhan konsumen akan kualitas produk yang bagus dengan biaya produksi yang rendah, dan efisiensi waktu yang tepat serta pengolahan material yang baik merupakan hal yang harus dimiliki perusahaan dalam setiap proses manufakturnya. Kistanto, *et al.* [2] menunjukkan bahwa segala jenis material dapat digunakan oleh industri setelah mengalami berbagai proses pengolahan seperti; peleburan, pengecoran, pencetakan, pengelasan, perlakuan permukaan, pengerjaan panas, pengerjaan dingin, pemotongan dan perakitan.

Terdapat berbagai mesin yang digunakan untuk melakukan proses pemotongan dalam manufaktur salah satunya adalah mesin plasma *cutting*. Pemotongan plasma merupakan proses yang digunakan untuk memotong logam dengan menggunakan plasma. Pawar dan Inamdar [3] menunjukkan bahwa metode pemotongan menggunakan plasma sangat efisien dan menawarkan keuntungan besar dalam hal kecepatan potong dan biaya awal jika dibandingkan dengan *oxy-fuel cutting* dan *water jet cutting*. Trivedi, *et al* [4] menunjukkan bahwa Kompresor udara, AC steker, catu daya, plasma *torch*, *ground clamp*, busur plasma, *nozzle* dan benda kerja merupakan 8 bagian utama dari mesin Plasma *Cutting*.

Permasalahan dalam penggunaan plasma cutting yang umum terjadi yaitu masih dikontrol menggunakan tangan manusia serta belum dilengkapi peralatan penggerak. Faktor tersebut mengakibatkan kinerja mesin plasma cutting saat pemotongan belum maksimal dan untuk gerakannya tidak stabil karena mesin masih dioperasikan secara manual. Marthana, *et al.* [5] menunjukkan bahwa berbanding lurus dengan keadaan dilapangan berkembangnya kebutuhan berupa bahan yang tebal dan keras, tingkat ketepatan dalam ukuran, bentuk yang rumit dan jumlah yang relatif banyak, maka perlu dikembangkan alat pemotong khusus.

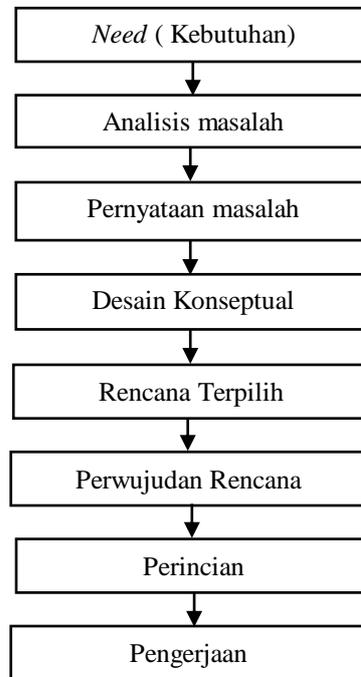
Mesin plasma cutting yang semula digerakkan secara manual dapat dimodifikasi agar pergerakannya lebih stabil dan konstan, yaitu dengan menggunakan sistem CNC (*Computer Numerical Control*). Amri dan Sumbodo [6] menunjukkan bahwa prinsip kerja CNC (*Computer Numerical Control*) adalah membaca koordinat jarak suatu objek 2D atau 3D menjadi perintah *G-Code* dengan bantuan komputer, dimana perintah tersebut akan menggerakkan motor sehingga dapat bergerak sesuai dengan koordinat objek tersebut. Prianto dan Pramono [7] menunjukkan bahwa proses permesinan CNC diawali dengan mendesain obyek menggunakan *Computer Aided Design (CAD)* dan selanjutnya menggunakan *Computer Aided Manufacturing (CAM)* sebagai otomasi pengerjaan. Mesin CNC Plasma Cutting yang dibuat memiliki

perbedaan yang signifikan dengan mesin yang sudah ada yaitu pada harga yang lebih ekonomis dan komponen yang digunakan mudah didapat.

2. METODE DAN BAHAN

2.1 Model Pengembangan

Model pengembangan adalah dasar sebagai acuan untuk mengembangkan produk yang akan dihasilkan. Model yang digunakan penulis adalah model French. Berikut model French ini seperti pada diagram alir:



Gambar 1: Metode French

2.2 Prosedur Pengembangan

Prosedur yang digunakan berdasarkan pada model yang telah dipilih penulis yaitu model French, berikut prosedur pengembangan :

1. Need (Kebutuhan)

Pengenalan kebutuhan berkaitan dengan identifikasi kebutuhan pengguna dilapangan terhadap suatu produk yang akan dibuat.

2. Analisis Masalah

Analisis masalah yang dilakukan meliputi analisis permasalahan produk sebelum dikembangkan penulis.

3. Pernyataan Masalah

Pernyataan masalah adalah penulisan berbagai masalah yang telah ditemui dan dianalisis baik data ataupun informasi produk yang dikembangkan.

4. Desain Konseptual

Berdasarkan permasalahan yang telah dianalisis maka perlu adanya konsep desain sebagai acuan berkaitan proses desain berikutnya meliputi sistem dan bentuk produk.



Gambar 2: Desain CNC Plasma *Cutting*

5. Rencana Terpilih

Rencana terpilih merupakan tahap yang dilakukan setelah penyusunan desain konseptual, yaitu menentukan rencana berkaitan dengan perencanaan komponen penggerak.

6. Perwujudan Rencana

Rencana yang telah terpilih pada proses sebelumnya kemudian diwujudkan dan dilaksanakan.

7. Perincian

Perincian yang dimaksud berkaitan dengan material yang digunakan dan komponen sistem penggerak.

8. Pengerjaan

Proses pengerjaan meliputi perancangan, pembuatan dan evaluasi produk. Nursyahuddin dan Gani menunjukan [8] bahwa perancangan adalah cara awal dalam merealisasikan suatu produk yang dibutuhkan untuk mempermudah pekerjaan manusia.

Berikut alat dan bahan penelitian:

- a. Alat Penelitian: kunci 1, bor, gerinda tangan, gunting, solder obeng +, obeng -, kunci pas, jangka sorong, las listrik, mesin plasma *cutting* Redbo Cut 40 a, kunci pas, mesin kompresor, selang kompresor.

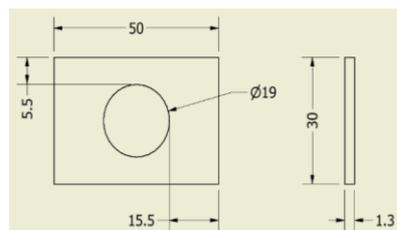


Gambar 3: Las Plasma Redbo Cut 40 A

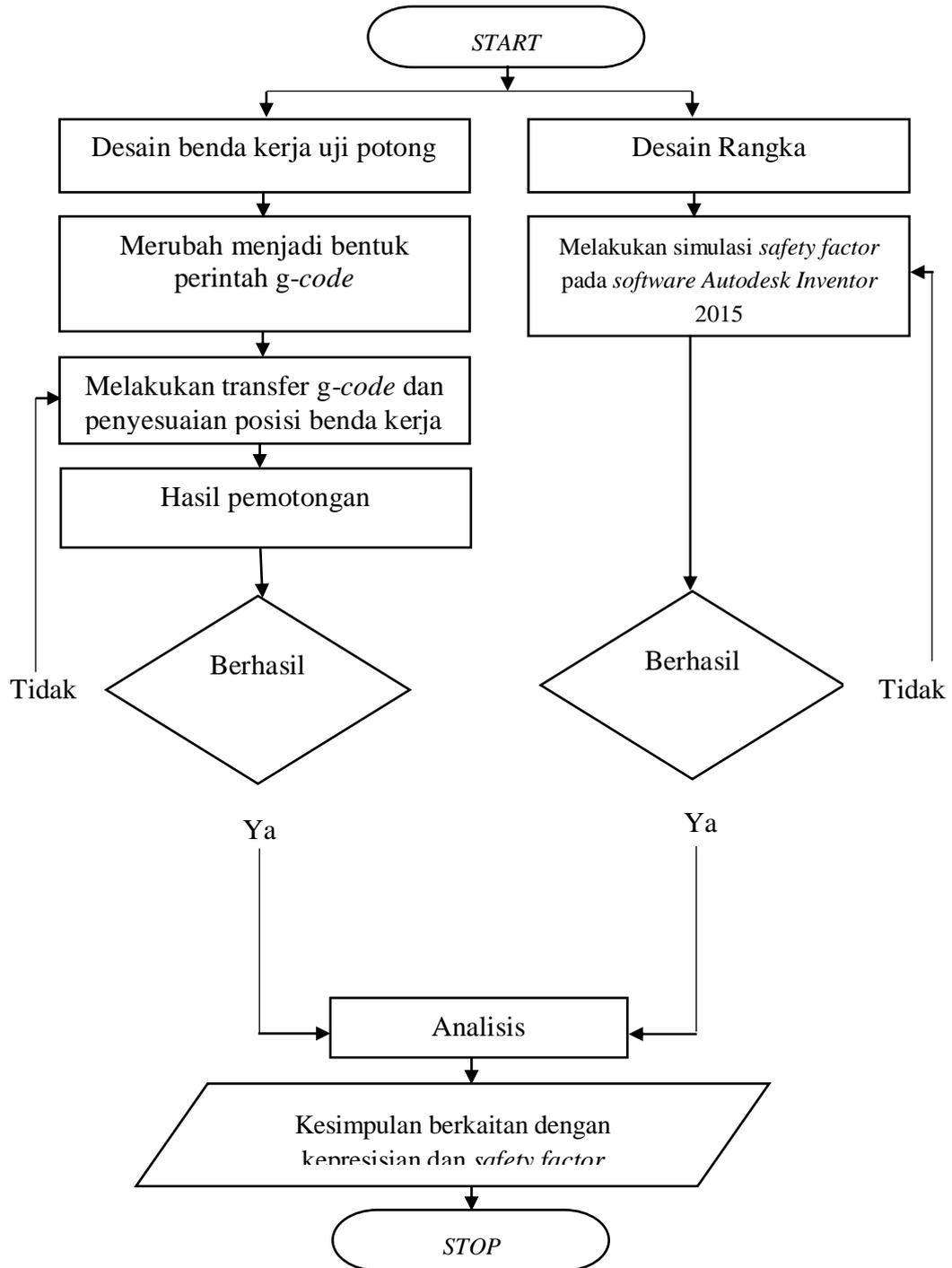
- b. Bahan: *Arduino uno*, *driver stepper a4988*, *pulley*, *belt*, aluminium profil 20 x 40, aluminium profil 20 x 20, batang ulir, *nut block*, *power supply* 12 v, baut, mur, akrilik *flexible coupling* dan bantalan gelinding serta motor *stepper* sebagai penggerak utama. Shinde dan Lakade menunjuka [9] bahwa pembuatan mekanisme busur pada plasma *cutting* menggunakan komponen berupa bantalan gelinding dan motor sebagai penggerak yang sederhana dan mudah didapat.

2.3 Desain Uji Coba

Desain digambar dengan *Software Autodesk Inventor 2015*. Setyono *et al* [10] menunjukkann bahwa *software Inventor* dilengkapi fitur-fitur yang mendukung untuk menganalisa distribusi tegangan, *displacement*, dan *safety factor* dengan mudah dan cepat. Teknik analisis data menggunakan teknik Statistik Deskriptif. Sugiyono [11] menunjukan bahwan Statistik Deskriptif berfungsi untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan data hasil pengujian yang telah terkumpul tanpa membuat kesimpulan secara umum. Uji coba yang dilakukan yaitu menguji hasil pengerjaan produk berupa benda kerja hasil pemotongan yaitu seberapa besar tingkat kepresisiannya dengan arus 20 A dan kecepatan 400 mm/menit yang dilakukan sebanyak tiga kali. Benda kerja harus didesain terlebih dahulu lengkap dengan dimensi pengerjaan, agar nantinya dapat diketahui kesesuaiannya dengan hasil pengerjaan pada CNC plasma cutting. Pengujian selanjutnya yaitu melakukan simulasi *safety factor* pada desain, agar dapat diketahui nilai keamanan dari desain rangka. Menurut Imran dan Kadir [12] apabila faktor keamanan kurang dari 1 maka rangka kontruksi dapat mengalami deformasi plastis sehingga akan menimbulkan perpatahan dan kelelahan ketika diberi beban.



Gambar 4: Desain Uji Potong



Gambar 5: Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN DISKUSI

Rancangan mekanis CNC Plasma Cutting menggunakan bahan aluminium 6063 sebagai rangka utama, Surdia dan Saito [13] menunjukan bahwa paduan aluminium 6063 merupakan elemen paduan utama yang biasa digunakan pada kontruksi karena memiliki sifat kekuatan baik dan tahan korosi. Komponen mekanik penggerak yang digunakan adalah pulley dan belt merupakan alat penggerak yang cukup sederhana dibandingkan dengan rantai dan roda gigi. Belt yang terpasang pada dua buah pulley atau lebih, pulley pertama sebagai penggerak sedangkan pulley lainnya sebagai yang digerakan. Belt atau sabuk yang

digunakan dalam perancangan ini adalah tipe sabuk gilir, Surdia dan Saito [13] menunjukkan bahwa sabuk gilir sanggup melakukan transmisi mengait seperti halnya roda gigi atau rantai, sehingga perbandingan putarannya akan stabil. Pembuatan sistem mekanik pada rangka mengacu pada Perhitungan Tegangan Tarik Ulir Penggerak, Tegangan Tarik Baut, Kecepatan Linier *Belt*, Gaya Efektif *Belt*, Gaya Sentrifugal *Belt* serta momen inersia

Logaritma *safety factor* pada *software* dapat diketahui dari jenis bahan rangka serta beban yang dikenakan pada rangkika tersebut. Imran dan Kadir [12] menunjukkan bahwa *safety factor* dapat diketahui dari logaritma perbandingan *Yield Streng* dengan tegangan *Von Misses* yang mengacu pada penjumlahan massa total dari komponen sumbu x dan z serta komponen penggerak sumbu y lalu dibebankan pada rangka berbahan aluminium 6063.

3.1 Perhitungan

Perhitungan Tegangan Tarik Ulir Penggerak menurut Cahyono dan Arianto [14]

- Berat (W) = 5,97 lbf
- Diameter kaki ulir = 0,26 in

$$\tau = \frac{W}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} \quad (1)$$

$$\tau = \frac{5,97}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,26^2}$$

$$\tau = 119,4 \frac{lbf}{in^2}$$

Perhitungan Tegangan Tarik Baut menurut Cahyono dan Arianto [14]

- Berat (W) = 3,10 lbf
- Diameter kaki ulir = 0,16 in

$$\tau = \frac{W}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} \quad (2)$$

$$\tau = \frac{3,10}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,16^2}$$

$$\tau = 155,1 \text{ lbf}/in^2$$

Perhitungan Kecepatan Linier *Belt* menurut Cahyono dan Arianto [14]

- $D_p = 12 \text{ mm}$
- $n = 300 \text{ rpm}$

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1000} \quad (3)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 300}{60 \cdot 1000}$$

$$V = 0,188 \text{ mm}/s$$

Perhitungan Gaya Efektif *Belt* menurut Sularso dan Suga [15]

$$P_{\text{motor}} = V \times I \quad (4)$$

$$P_{\text{motor}} = 12V \times 1,7A$$

$$P_{\text{motor}} = 20,4 \text{ W}$$

$$P_{\text{motor}} = 0,204 \text{ kW}$$

$$Fe = \frac{102.P}{v} \tag{5}$$

$$Fe = (102 \times 0,204)/0,188$$

$$Fe = 11,068 \text{ kg}$$

Perhitungan Gaya Sentrifugal *Belt* menurut Sularso dan Suga [15]

$$- W = 0,02 \text{ kg}$$

$$Fc = \frac{W}{g} v_2^2 \tag{6}$$

$$Fc = \frac{0,02}{9,8} \times 0,188^2$$

$$Fc = 7,21 \times 10^{-5} \text{ kg}$$

Perhitungan Gaya Maksimum *Belt* menurut Sularso dan Suga [15]

$$F1 = Fe + Fc \tag{7}$$

$$F1 = 11,068 + 7,21 \times 10^{-5}$$

$$F1 = 11,068 \text{ kg}$$

Perhitungan Momen Inersia Poros

$$- \text{Massa} = 0,28 \text{ kg}$$

$$- R = 0,00025 \text{ m}$$

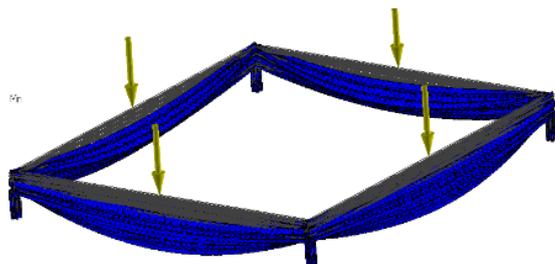
$$I = \frac{1}{2} M.R^2 \tag{8}$$

$$I = 0,5 \times 0,28 \times 0,00025^2$$

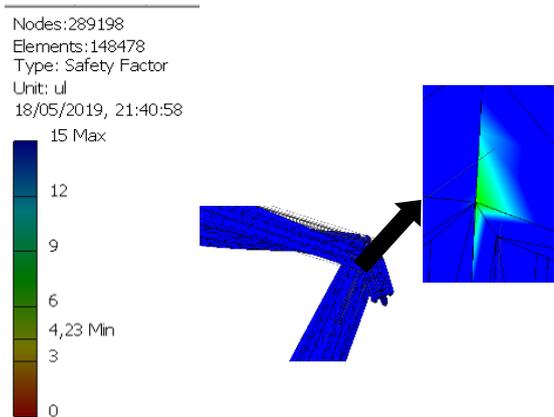
$$I = 875 \times 10^{-10} \text{ kg/m}^2$$

3.2 Analisis Hasil Simulasi *Safety Factor* dan Uji Kepresisian

- Hasil Simulasi *Safety Factor*



Gambar 6: Hasil Simulasi Bagian 1



Gambar 7: Hasil Simulasi Bagian 2

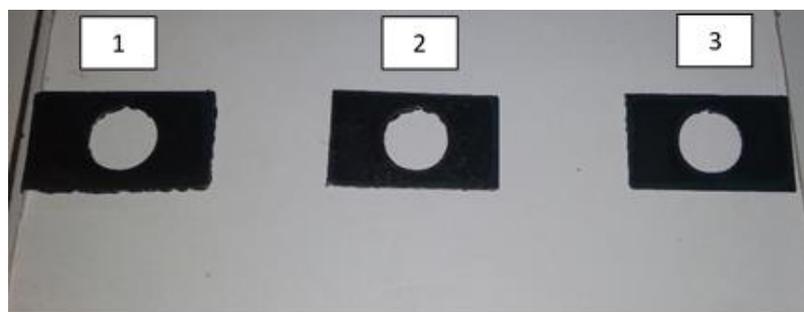
Berdasarkan gambar simulasi dapat dilihat bahwa bagian yang berwarna hijau kebiruan merupakan safety factor yang paling rendah, yaitu daerah sambungan komponen aluminium, bagian tersebut merupakan bagian *safety factor* dengan besar 4,23 ul-12 ul, artinya tempat tersebutlah yang nantinya akan mudah terjadi kerusakan. Bagian warna biru muda merupakan pada bagian sambungan dan kisaran 12 ul – 15 ul dengan warna biru tua dibagian yang lain. Berdasarkan simulasi fokus utama adalah pada hasil paling minimum yaitu sebesar 4,23 ul yaitu berwarna hijau kebiruan. Rangka penggerak dikategorikan aman karena angka safety factor tidak kurang dari 1 ul.

Tabel 1: Angka *Safety Factor*

BEBAN (N)	ANGKA SAFETY FACTOR
110,54 N	Angka <i>min</i> = 4,23 ul Angka <i>max</i> = 15 ul

- Hasil Uji Kepresisian

Uji kepresisian dilakukan pada hasil pemotongan CNC plasma cutting yang sebelumnya telah didesain sebuah gambar sebagai benda kerja. Pemotongan ini dilakukan sebanyak tiga kali dengan kecepatan, arus dan program yang sama. Kecepatan yang digunakan adalah 400 mm/menit dengan arus 20 A dan tekanan kompresor 0,5 Mpa serta ketebalan material 1,3 mm, kemudian akan dibandingkan antara dimensi desain benda kerja dengan dimensi hasil pemotongan. Berikut hasil pemotongan:



Gambar 8: Hasil Uji Potong

Tabel 2: Hasil Uji Potong

DIMENSI GAMBAR BENDA KERJA	DIMENSI Pengerjaan			RATA-RATA
	UJI 1	UJI 2	UJI 3	
50	50,2	50,2	50,2	50,2
30	30,1	30,1	30,1	30,1
Ø19	19	19	19	19
5,5	5,7	5,7	5,7	5,7
15,5	15,2	15,2	15,2	15,2

Berdasarkan Gambar 7 secara visual ketiga spesimen uji memiliki bentuk yang sama dengan gambar benda kerja sedangkan secara dimensi dapat dilihat pada Tabel 2, tabel tersebut menjelaskan bahwa dimensi gambar benda kerja sengan panjang 50 mm memiliki rata-rata pengukuran pada spesimen uji yaitu 50,2 mm sedangkan ukuran 30 mm menjadi 30,1 mm, selanjutnya pada bentuk lingkaran berdiameter 19 mm memiliki dimensi yang sama dengan speimen uji, dimensi 5,5 mm menyimpang sejauh 0,2 mm menjadi 5,7 mm sedangkan pada dimensi 15,5 memiliki penyimpangan terjauh yaitu 0,3 mm. Berdasarkan pembahasan diatas hasil uji potong hampir mendekati dimensi gambar benda kerja dengan penyimpangan maksimal 0,3 mm dan pada bentuk lingkaran memiliki kepresisian yang baik.

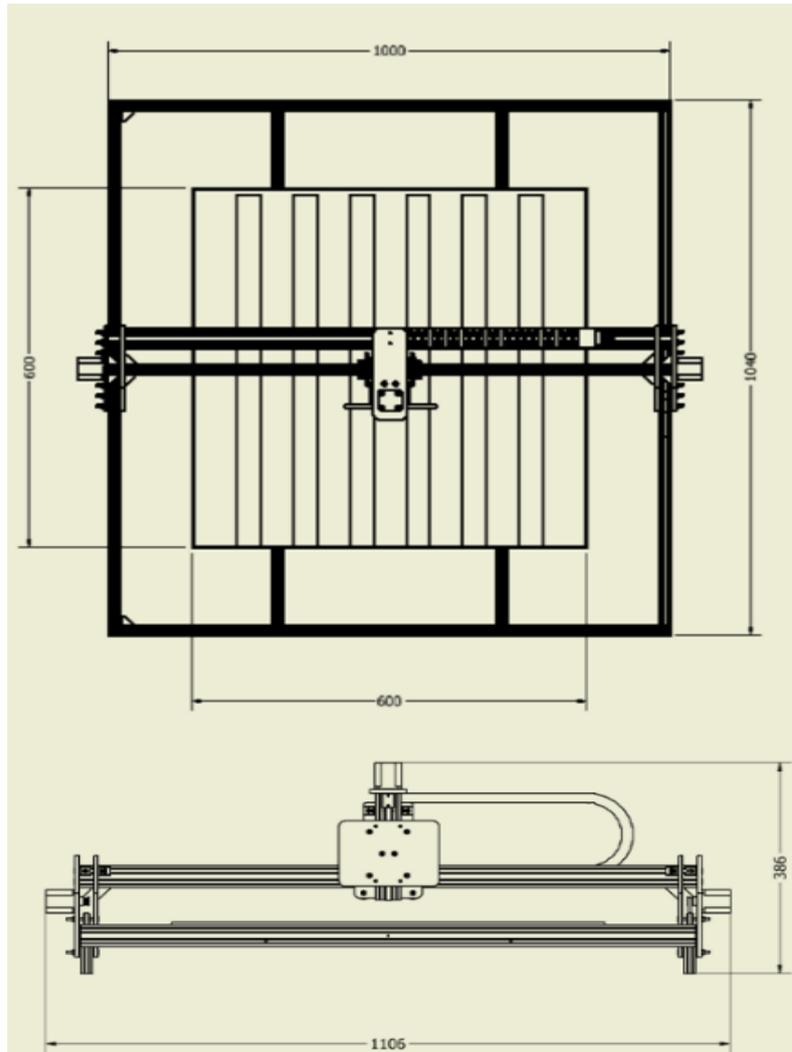
Berikut produk dan spesifikasi akhir dari perancangan :

Tabel 3: Spesifikasi CNC Plasma *Cutting*

SPESIFIKASI CNC PLASMA CUTTING	
Tipe las plasma	Redbo Cut 40 A
Bahan utama rangka	Aluminium
Dimensi mesin	1040 mm x 1106 mm x 386 mm
Maksimal area potong	600 mm x 600 mm
Sumbu gerak	Sumbu x, y dan z
Tipe motor penggerak	Motor <i>stepper</i> nema 17 HS4401
Tipe <i>belt</i>	<i>Timing belt</i> GT 2 dengan panjang 1200 mm
Tipe <i>pulley</i>	<i>Timing pulley</i> GT 2 dengan jumlah gigi: 20
Tipe poros penggerak sumbu z	Ulir M8 x 1,25
<i>Controller</i>	<i>Arduino Uno</i>
Maksimum tebal potong	12 mm
Arus maksimum	40 A
Kecepatan maksimum	1500 mm/ menit
<i>Software</i>	<i>Universal G-code Seender</i>
Tegangan Listrik	AC 220 V
Frekwensi	50/60 HZ
Daya	6,1 KW



Gambar 9: Hasil Perancangan



Gambar 10: Dimensi Rangka Penggerak

4 KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan penelitian yang dilakukan penulis dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil simulasi *safety factor* pada *software* Autodesk Inventor 2015 menghasilkan angka minimum yaitu 4,23 ul yang terletak pada bagian sambungan, sehingga dapat disimpulkan bahwa rangka penggerak CNC plasma cutting dikategorikan aman dan hasil uji potong menunjukkan rata-rata pengukuran dengan penyimpangan maksimum 0,3 mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa CNC plasma cutting memiliki tingkat toleransi kepresisian $\pm 0,3$ mm.

5 DAFTAR PUSTAKA

- [1] DINATA GERRY, G. S., A. Z. MUTTAQIN., dan M. DARSIN., “Rancang Bangun Dan Uji Performasistem Kendali Pemberian Fluida Pemесinan MQL Berbasis Arduino”, *Rekayasa Mesin*, v. 11, n. 1, pp. 97-104, Mar. 2020.
- [2] KISTANTO, A. R., B. LIPITO dan F. DAISE., “Desain Sistem Mekanik Plasma Cutter Menggunakan Prinsip Run Stabilizer Process”, *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo*, v. 3, n.1, pp. 29-43, Apr. 2018.
- [3] PAWAR, S. S. dan K. H. INAMDAR., “Experimental Analysis of Plasma Arc Cutting Process for SS 316l Plates”, In: *Nasional Conference RDME*, e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, India, March. 2017.
- [4] TRIVEDI, K. H., J. P. MEHTA dan D. P. KUNDALIYA., “Design and Development Of Three Axis Plasma Cutting Machine”, *IJARIE*, v. 3, n. 3., pp. 694-703, Juli. 2017.
- [5] MARTANA, B., Y. DJAYA dan M. A. LUKMANA., “Development of Plate Cutting CNC with Laser Cutter and Stepper Motor Driver”, Dalam: *Prosiding SNTTM XVI*, pp 62-66 Jakarta Selatan, Okt. 2017.
- [6] AMRI, A. A. N. dan W. SUMBODO., “Perancangan 3D Printer Tipe Core XY Berbasis Fused Deposition Modeling (FDM) Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015”, *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*,v. 3, n. 2, pp. 110-115, Okt. 2018
- [7] PRIANTO, E dan H. S. PRAMONO., “Proses Permesinan Dalam Pembelajaran Simulasi CNC”, *Jurnal Edukasi Elektro*, v. 1, n. 1, pp. 62-68, Mei. 2017.
- [8] NURSYAHUDDIN, D. dan D. GASNI., “Proses Perancangan Mekanik Dengan Pendekatan Terintegrasi: Studi Kasus Perancangan Alat Uji Pin On Disc”, *TEKNIKA*, v. 21, n. 1, pp. 14-29, Mar. 2014.
- [9] SHINDE, M. E. dan S. S. LAKADE., “Design and Development of A Torch Head Mechanism for A CNC Plasma Cutting Machine”, *IJSTE*, v. 2, n. 4, pp. 136-141, Okt. 2015.
- [10] SETYONO, B., MRIHRENANINGTYAS dan A. HAMID., “Perancangan Dan Analisis Kekuatan Frame Sepeda Hibrid “Trisona” Menggunakan Software Autodesk Inventor”, *Jurnal IPTEK*, v. 20, n. 2, pp. 305-308, Des. 2016.
- [11] SUGIYONO., *Metode Penelitian Pendidikan*, Edisi 11., Bandung, Alfabeta, 2015.
- [12] IMRAN, A. I. dan KADIR., “Simulasi Tegangan Von Mises Dan Analisa Safety Factor Gantry Crane Kapasitas 3 Ton”, *DINAMIKA Jurnal Teknik Mesin*,v. 8, n. 2, pp. 1-4, Mei. 2017.
- [13] SURDIA, T dan S. SAITO., *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Ke-4., Jakarta, PT. Pradnya Paramita, 1999.
- [14] CAHYONO, E. dan B. M. ARIANTO., *Rancang Bangun Meja Mesin Plasma Cutting Dengan Gerak 3 Axis X, Y, Z, Menggunakan Motor Stepper Berbasis Arduino*, Program Studi Diploma III., Institut Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- [15] SULARSO dan K. SUGA., *Dasar Perencanaan Pemilihan Elemen Mesin*, Edisi 11., Jakarta, PT. Pradnya Paramita, 2004.