e-ISSN : 2722-4163
p-ISSN : 2716-3326

Redesain Slider Pada Sumbu CNC Laser dan Aplikasi Marking Pada Material Berbahan Stainless Steel, St. 60 , dan Polyethylene Terephthalate (PET)

Afdani Kristiawan[1], Bima Satria[2], Ferdian Yuliantono[3], Muhammad Fa'iq Haidar[4], Yofarel Lintang Gustiawan[5], Yohanes Nugroho[6]
[1,2,3,4,5,6] Program Studi Teknik Mesin Industri, Politeknik ATMI Surakarta
Jalan Mojo 1, Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145
E-mail : afdani.20191004@student.atmi.ac.id

Abstrak

CNC Laser Marking for Flat Workpiece adalah tanggapan dari perkembangan yang ada dalam dunia industri manufaktur, terutama dalam bidang manufaktur yang menggunakan laser. CNC Laser Marking for Flat Workpiece merupakan mesin yang didesain untuk melakukan proses penandaan pada permukaan benda kerja yang menggunakan laser. Laser yang digunakan adalah laser CO2 dengan daya 100 watt. Mesin didesain mampu untuk menandai benda kerja dengan material Aluminium, St. 37, St. 60 dan padanannya. Mesin memiliki dimensi 1402 x 851 x 1360 mm, dimensi maksimal benda kerja yang dapat ditandai adalah 370 x 370 x 14 mm. Sistem dikendalikan menggunakan papan kontrol pabrikan Lihuiyu M2 Nano dan dioperasikan menggunakan dongle. Semua perangkat yang dibutuhkan dari awal hingga akhir telah terintegrasi dengan mesin. Redesain slider dengan menggunakan dua buah linear rail guide dengan dimensi 460 x 20 x 15.5 mm, dengan penggunaan alumunium dural sebagai housing utama penopang sistem slider. Mesin ini juga memiliki tingkat keakurasian 1,4 mm dan repeatability sebesar 0,026 mm.

***Kata Kunci** : CNC Laser, Penandaan, Slider*

1. PENDAHULUAN

CNC Laser Engraving adalah tanggapan dari perkembangan yang ada dalam dunia industri manufaktur, terutama dalam bidang manufaktur yang menggunakan laser. Laser yang digunakan adalah laser CO2 dengan daya 100 watt. Mesin ini dimensi 1402 x 851 x 1360 mm, dengan dimensi maksimal benda kerja yang dapat ditandai adalah 370 x 370 x 14 mm. Sistem dikendalikan menggunakan papan kontrol pabrikan Lihuiyu M2 Nano dan dioperasikan menggunakan dongle.

Penelitian terhadap keakurasian dan *repeatability* dari mesin *CNC* sudah banyak dilakukan. Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data terlebih dahulu lalu kemudian diolah dengan menggunakan perhitungan statistik terkait akurasi dan *repeatability.*

2. METODOLOGI

Proses perancangan ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Metode Pencarian Data

Metode pencarian data dilakukan dengan berbagai cara, yaitu:

1. Observasi

Dalam metode observasi ini penulis melakukan pencarian dan memperoleh pengetahuan dan pandangan baru tentang desain slider mesin yang akan dirancang serta pengembangan dari mesin yang sudah ada.

2. **Wawancara**

Metode wawancara merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh data dengan cara berbincang secara formal dengan pihak yang dianggap menguasai materi yang akan diperbincangkan.

e-ISSN : 2722-4163
p-ISSN : 2716-3326

3. Pengujian

Metode pengujian merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh data dengan cara melakukan pengujian secara langsung terhadap mesin *CNC Laser Engraving* pada bagian *slider* mesin.

2.2 Perancangan Sistem Secara Konseptual

Perancangan sistem adalah sebuah proses penyusunan dan perancangan komponen – komponen dalam suatu susunan yang sistematis sehingga dapat terbentuk sebuah fungsi yang dapat bekerja dengan baik.

1. Pembuatan *Requirement List*

Berdasarkan requirement list dan pengembangan konsep dasar yang dilakukan, maka diperoleh beberapa spesifikasi dari sistem sub fungsi penggerak yang akan dirancang.

2. Abstraksi Identifikasi Masalah

Hal utama yang dapat dilakukan pada proses ini adalah menganalisa *requirement list* yang sudah didapatkan dari konsumen.

3. Struktur Fungsi Keseluruhan

Struktur fungsi keseluruhan dapat dijelaskan melalui sebuah diagram perubahan, dimana terdapat kotak hitam sebagai peubah dari bentuk awal menjadi bentuk akhir. Kotak hitam itu diandaikan sebagai produk atau sistem yang sedang kita rancang. Formulasi dari diagram perubahan tersebut adalah aliran energi, material, dan sinyal. Dengan memanfaatkan kotak hitam tersebut maka akan terbentuk solusi yang netral antara masukan dan keluaran.

4. Membangun Sub Fungsi

Dalam tahap ini semua sub fungsi yang mendukung fungsi keseluruhan akan dijabarkan lebih mendetail agar sub fungsi tersebut dapat secara optimal mendukung fungsi keseluruhan dan mengubah masukan menjadi keluaran.

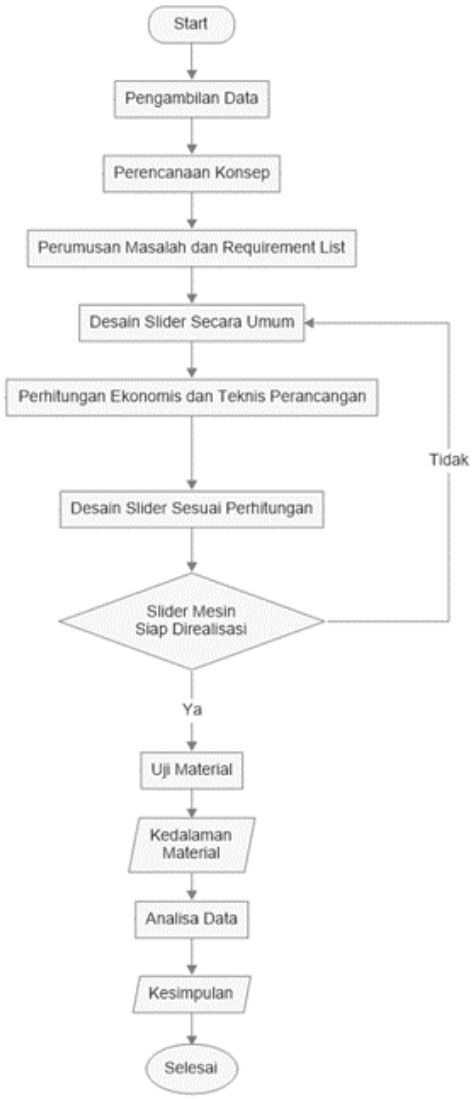
5. Membangun Konsep

Setelah melakukan tahap-tahap perancangan konseptual mulai dari *requirement list,* abstraksi masalah, struktur fungsi keseluruhan, penjabaran menjadi beberapa sub fungsi dan menyeleksi seluruh solusi yang dibutuhkan untuk mewujudkan sub fungsi, maka didapatkan kombinasi dari seluruh sub fungsi.

2.3 Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukan pada *flowchart* di gambar 1.

e-ISSN : 2722-4163
p-ISSN : 2716-3326



Gambar 1 *Flowchart Proses Penelitian*

3. HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan

1. Pembuatan *Requirement List*

Berikut merupakan spesifikasi sistem yang akan dirancang,

Tabel 1 Daftar *requirement list*

Geometri	Dimensi benda kerja maksimal adalah 370x 370 x14mm
Kinematika	1. Sumbu X dan Y digerakkan menggunakan motor 2. Sumbu Z tidak dapat digerakkan / *fixed*
Produksi	1. Desain komponen yang sederhana 2. Material yang bersifat *support*, produksi dimaksimalkan menggunakan aluminium dural
Perakitan	Menggunakan sedikit alat bantu yang standar
Operasi	Mudah dioperasikan

e-ISSN : 2722-4163
p-ISSN : 2716-3326

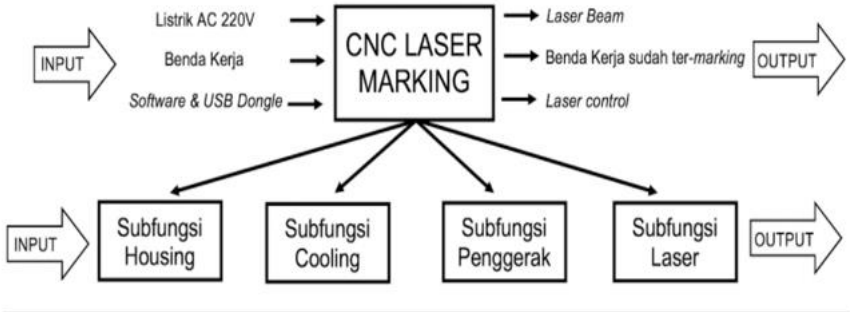
2. Abstraksi Identifikasi Masalah

Berikut ini adalah abstraksi dari identifikasi masalah dalam perancangan sumbu *slider* dan *housing* mesin *CNC laser engraving,* yaitu:

1. Mempertimbangkan akurasi dari jenis *slider* yang dipilih
2. Mempertimbangkan *repeat ability* dari *slider* yang akan dirakit

3. Struktur Fungsi Keseluruhan

Struktur fungsi secara keseluruhan dari mesin *CNC laser marking for flat workpiece* ini dijabarkan dalam bentuk diagram dibawah ini:



Gambar 2 Diagram struktur fungsi

4. Membangun Sub Fungsi

Berikut ini adalah tabel varian dalam pemilihan komponen untuk subfungsi penggerak:

Tabel 2 Varian sub fungsi penggerak

1	Motor	Motor Servo	Motor Stepper	Motor Brushless
2	Mekanisme Sumbu X	Timing Belt + Pulley	Lead Screw	Ball Screw
3	Mekanisme Sumbu Y	Timing Belt + Pulley	Lead Screw	Ball Screw
4	Slider Sumbu X	Alumunium Profile	Linear Guide	Linear Shaft
5	Slider Sumbu Y	Alumunium Profile	Linear Guide	Linear Shaft
6	Alumunium Profile Base	3D Printing Filament	Alumunium Base	St.37 Base
7	Pulley Base	3D Printing Filament	Alumunium Base	St.37 Base
8	Laser Head Base	3D Printing Filament	Alumunium Base	St.37 Base

e-ISSN : 2722-4163
p-ISSN : 2716-3326

Berikut merupakan tabel penilaian dari prinsip kerja sub fungsi penggerak:

Tabel 3 Tabel penilaian sub fungsi penggerak

ATMI SOLO		Subfungsi Penggerak								TA 11
Solusi Alternatif		Kriteria Pemilihan								Keputusan
		(+) YA								(+) YA
		(-) TIDAK								(-) TIDAK
		(?) Kurang Informasi								(?) Kurang Informasi
		(!) Periksa Daftar Kebutuhan								(!) Periksa Daftar Kebutuhan
		Menjamin Kebutuhan								Keputusan
		Memenuhi Kebutuhan								
		Memenuhi Secara Prinsip								
		Faktor Ekonomis								
		Mencakup Faktor Keamanan								
		Pilihan Perancangan								
		Lain-lain								
		A	B	C	D	E	F	G	Keterangan	
1.1	1	+	+	+	-	+	-	-	Harga mahal (*****) dan memakan tempat	-
1.2	2	+	+	+	+	+	+	-	Harga murah (***) dan ringkas	+
1.3	3	+	+	+	-	+	-	-	Harga mahal (****) dan mudah rusak	-
2.1	4	+	+	+	+	+	+	-	Murah (***) , ringan , dan tidak berkarat	+
2.2	5	+	+	+	-	+	+	-	Mahal (*****), berat, berkarat	-
2.3	6	+	+	+	-	+	+	-	Mahal (*****), berat, berkarat	-
3.1	7	+	+	+	+	+	+	-	Murah (***) , ringan , dan tidak berkarat	+
3.2	8	+	+	+	-	+	+	-	Mahal (*****), berat, berkarat	-
3.3	9	+	+	+	-	+	+	-	Mahal (*****), berat, berkarat	-
4.1	10	-	-	+	+	+	+	-	Murah (**), ringan, kurang presisi, tidak berkarat	-
4.2	11	+	+	+	-	+	+	-	Mahal (****), presisi, mudah dalam perawatan	+
4.3	12	+	+	+	-	+	+	-	Mahal (*****) , berat, presisi, mudah berkarat	-
5.1	13	-	-	+	+	+	-	-	Murah (**), ringan, kurang presisi, tidak berkarat	-
5.2	14	-	+	+	-	+	+	-	Mahal (****), presisi, mudah dalam perawatan	+
5.3	15	+	+	+	-	+	+	-	Mahal (*****) , berat, presisi, mudah berkarat	-
6.1	21	-	+	+	+	-	-	-	Murah (**), kurang presisi, tidak awet	-
6.2	22	+	+	+	-	+	+	+	Mahal (****), presisi, mudah dalam perawatan	+
6.3	23	+	+	+	-	+	+	-	Mahal (*****) , berat, presisi, mudah berkarat	-
7.1	24	-	+	+	+	-	-	-	Murah (**), kurang presisi, tidak awet	-
7.2	25	+	+	+	-	+	+	+	Mahal (****), presisi, mudah dalam perawatan	+
7.3	26	+	+	+	-	+	+	-	Mahal (*****) , berat, presisi, mudah berkarat	-
8.1	27	-	+	+	+	-	-	-	Murah (**), kurang presisi, tidak awet	-
8.2	28	+	+	+	-	+	+	+	Mahal (****), presisi, mudah dalam perawatan	+
8.3	29	+	+	+	-	+	-	-	Mahal (*****) , berat, presisi, mudah berkarat	-

5. Membangun Konsep

Setelah melakukan tahap-tahap perancangan konseptual mulai dari *requirement list,* abstraksi masalah, struktur fungsi keseluruhan, penjabaran menjadi beberapa sub

e-ISSN : 2722-4163
p-ISSN : 2716-3326

fungsi dan menyeleksi seluruh solusi yang dibutuhkan untuk mewujudkan sub fungsi, maka didapatkan kombinasi dari seluruh sub fungsi.

Tabel 4 Evaluasi konsep

Geometri	Dimensi benda kerja maksimal adalah 370 x 370 x 14 mm
Kinematika	1. Sumbu X dan Y digerakkan menggunakan motor 2. Sumbu Z tidak dapat digerakkan / *fixed*
Produksi	1. Desain komponen yang sederhana 2. Material yang bersifat *support*, produksi dimaksimalkan menggunakan aluminium dural
Perakitan	Menggunakan sedikit alat bantu yang standard
Operasi	Mudah dioperasikan

3.2 Pembahasan dan Analisis

Berikut merupakan tabel analisis dari keakurasian dan *repeatability*:

Tabel 5 Hasil pengujian akurasi gerak *incremental*

No	Gerak incremental							
	Sumbu X				Sumbu Y			
	0,02	0,05	0,1	0,2	0,02	0,05	0,1	0,2
1	0,06	0,08	0,2	0,44	0,04	0,08	0,22	0,4
2	0,04	0,12	0,18	0,42	0,06	0,12	0,18	0,44
3	0,06	0,1	0,2	0,4	0,04	0,1	0,18	0,42
4	0,04	0,1	0,22	0,42	0,02	0,08	0,2	0,4
5	0,04	0,08	0,18	0,44	0,04	0,1	0,2	0,42
Rata-rata	0,048	0,096	0,196	0,424	0,040	0,096	0,196	0,416
SD	0,011	0,017	0,017	0,017	0,014	0,017	0,017	0,017
Akurasi	1,4	0,92	0,96	1,12	1	0,92	0,96	1,08

Tabel 6 Hasil pengujian akurasi gerak absolut

No	Gerak absolut					
	Sumbu X			Sumbu Y		
	0,02	0,05	0,2	0,02	0,05	0,2
1	0,03	0,09	0,4	0,04	0,08	0,4
2	0,04	0,1	0,42	0,03	0,1	0,4
3	0,02	0,08	0,4	0,04	0,1	0,42
4	0,04	0,1	0,38	0,02	0,08	0,4
5	0,04	0,08	0,42	0,04	0,1	0,42
Rata-rata	0,034	0,090	0,404	0,034	0,092	0,408
SD	0,009	0,010	0,017	0,009	0,011	0,011
Akurasi	0,7	0,8	1,02	0,7	0,84	1,04

e-ISSN : 2722-4163
p-ISSN : 2716-3326

Tabel 7 Hasil pengujian *repeatability* gerak *incremental*

No	Gerak incremental					
	Sumbu X			Sumbu Y		
	0,1	0,5	1	0,1	0,5	1
1	0,13	0,66	1,27	0,14	0,65	1,24
2	0,14	0,66	1,24	0,16	0,62	1,27
3	0,14	0,64	1,24	0,14	0,66	1,25
4	0,13	0,65	1,26	0,12	0,66	1,25
5	0,12	0,63	1,25	0,14	0,65	1,24
Rata-rata	0,132	0,648	1,252	0,140	0,648	1,250
SD	0,008	0,013	0,013	0,014	0,016	0,012
Selisih	0,032	0,148	0,252	0,040	0,148	0,250
Presisi	0,002	0,013	0,026	0,003	0,017	0,024

Tabel 8 Hasil pengujian *repeatability* gerak absolut

No	Gerak absolut					
	Sumbu X			Sumbu Y		
	0,1	0,5	1	0,1	0,5	1
1	0,12	0,6	1,24	0,14	0,6	1,24
2	0,14	0,62	1,26	0,14	0,62	1,25
3	0,13	0,64	1,24	0,12	0,64	1,25
4	0,12	0,62	1,25	0,14	0,62	1,24
5	0,12	0,64	1,25	0,12	0,65	1,24
Rata-rata	0,126	0,624	1,248	0,132	0,626	1,244
SD	0,009	0,017	0,008	0,011	0,019	0,005
Selisih	0,026	0,124	0,248	0,032	0,126	0,244
Presisi	0,002	0,016	0,016	0,002	0,019	0,011

6. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut,

1. Perancangan sebuah alat penanda berteknologi laser dengan menggunakan system CNC *(Computer Numerical Control)* berhasil dirakit. Memiliki dimensi panjang 1402 mm lebar 852 mm dan tinggi 1085 mm, bersifat *portable* sehingga mudah dipindahkan. Laser yang digunakan adalah laser berjenis CO_2 dengan daya 100 watt. Sedangkan pengujian terhadap material belum berhasil dilakukan.
2. Untuk *slider* yang digunakan memiliki dimensi 450 mm x 450 mm dan menggunakan *linear guide hiwin* tipe *EGW20CA*
3. Perhitungan dan analisis yang disertakan meliputi perhitungan *motor stepper*, perhitungan kekuatan rangka, perhitungan momen tekuk pada *rod*, perhitungan defleksi pada *working area base*.
4. Hasil pengujian terhadap akurasi gerak incremental pada sumbu Y maksimal 1,08 mm sebesar dan akurasi maksimal pada sumbu X sebesar 1,4 mm.
5. Hasil pengujian kepresisian minimal sumbu X gerak incremental sebesar 0,002 mm dan maksimal 0,026 mm, kepresisian minimal sumbu Y sebesar 0,003 mm dan maksimal 0,024 mm.
6. Hasil pengujian akurasi gerak absolut pada sumbu Y maksimal 1,04 mm sebesar dan akurasi maksimal pada sumbu X sebesar 1,02 mm.
7. Hasil pengujian kepresisian gerak absolut minimal sumbu X sebesar 0,002 mm dan maksimal 0,016 mm, kepresisian minimal sumbu Y sebesar 0,002 mm dan maksimal 0,019 mm.

e-ISSN : 2722-4163
p-ISSN : 2716-3326

DAFTAR PUSTAKA

Bagus. (2021, 10 16). Retrieved from Massa Jenis: Pengertian, Macam, Rumus, Contoh, Latihan Soal: https://rumuspintar.com/massa-jenis/

California Institute of Technology. (2013). Retrieved from Optics: The Principle of Least Time: https://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_26.html[Accesed 11 Januari 2022]

Haekal. (2013, 03 10). Retrieved from Teori Cahaya menurut James Clerk Maxwell: https://haekal-95.blogspot.com/2013/10/teori-cahaya-menurut-james-clerk-maxwell.html[Accesed 13 Januari 2022]

Ibadurrahman, S. (n.d.). Retrieved from Dinamika Rotasi: https://www.studiobelajar.com/dinamika-rotasi/[Accesed 13 Januari 2022]

Irawan, A. (2017, 10 30). Retrieved from Pengertian Cahaya, Sifat dan Perkembangan Teori Cahaya Menurut Para Ahli Terlengkap: https://www.pelajaran.co.id/pengertian-cahaya-sifat-dan-perkembangan-teori-cahaya-menurut-para-ahli/[Accesed 11 Januari 2022]

KBBI. (n.d.). Retrieved from Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI): https://kbbi.web.id/cahaya[Accesed 11 Januari 2022]

KBBI.Lektur.ID. (2021, 11 27). Retrieved from Arti Penandaan di Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI): https://kbbi.lektur.id/penandaan

KOmpas.com. (2021, 06 18). Retrieved from Massa Jenis: Pengertian, Rumus, dan Satuannya: https://www.kompas.com/skola/read/2021/06/18/131717369/massa-jenis-pengertian-rumus-dan-satuannya?page=1[Accesed 13 Januari 2022]

Nilawanti, L. (2021). Retrieved from 14 Sifat Cahaya, Ini Penjelasan & Contoh Lengkapnya: https://www.gramedia.com/literasi/sifat-cahaya/[Accesed 10 Januari 2022]

Novitasari, D. (2019, 02 06). Retrieved from APAKAH ITU LINEAR MOTION DAN BAGIAN – BAGIAN DARI LINEAR MOTION: https://hakanaborneosejahtera.co.id/artikel-apakah-itu-linear-motion-dan-bagian-bagian-dari-linear-motion-hbs-blog/[Accesed 11 Januari 2022]

Pandai, P. (2015, 08 25). Retrieved from Jenis, Kelas & Panjang Gelombang Sinar Laser: https://www.pinterpandai.com/sinar-laser/

Raimund Perneder, I. O. (2012). Handbook Timing Belts: Principles, Calculations, Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Syahrul, D. A. (2014). LASER DAN SERAT OPTIK. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya. Retrieved from L: https://www.academia.edu/19818288/Laser_dan_Jenisnya_serta_Penerapannya[Accesed 10 Januari 2022]

Trotec Laser GmbH. (2022). Retrieved from Bagaimana cara kerja laser?: https://www.troteclaser.com/id/faq/cara-kerja-laser/[Accesed 12 Januari 2022]

Unknown. (2014). *Pengertian ILMU*. Retrieved Agustus 8, 2022, from Pengertian Laser: https://www.pengertianilmu.com/2015/01/pengertian-laser.html