

RANCANG BANGUN *SUPPORT AND ROLL FEEDER* STEEL PLATE PADA MESIN LASER CUTTING

Rizal Indrawan¹, Bayu Wiro Karuniawan², Fipka Biso³, Dhika Aditya Purnomo⁴, Fais Hamzah⁵, Rahmat Wahyu Jati Pratama⁶

^{1,2,3,4,5,6} Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS
Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia
*email: rizal11307@ppns.ac.id

Abstract: *The fabrication company is a company engaged in the manufacture of components using laser cutting machines. Currently, the fabrication company is experiencing difficulties in fulfilling customer requests due to the long production time. The problem that occurs in the production process is because currently the process of positioning the plate is carried out still using a manual method, namely lifting the plate sheet and placing it on the laser cutting machine so that in terms of time it is still less efficient and less optimal during the mass production process, while the resulting product also has a low level of precision. Based on these problems, in this study, the design of a steel plate roll feeder machine on a laser cutting machine is carried out. The process of making the machine will use the Ulrich method from the identification of machine needs, concept selection to design realization. Based on the results of the design with the Ulrich method, the design concept 1 was chosen. The manufacture of the support and roll feeder uses a welding machine, lathe, and hand grinder. The performance of the support and roll feeder is obtained from the results of five tests stated according to the standard of success reaching 100%, with a total time to insert the coil plate is 45 seconds for the cutting process of one sheet of plate.*

Keywords: *Design, Laser Cutting, Support and roll feeder, Steel Plate*

Abstrak: Perusahaan fabrikasi merupakan perusahaan yang bergerak pada pembuatan komponen dengan menggunakan mesin laser cutting. Saat ini perusahaan fabrikasi mengalami kesulitan dalam memenuhi permintaan customer dikarenakan waktu produksi yang cukup lama. Permasalahan yang terjadi pada proses produksi tersebut dikarenakan saat ini proses memposisikan pelat dilakukan masih menggunakan metode yang manual, yaitu mengangkat lembaran pelat dan diletakkan pada mesin laser cutting sehingga dari segi waktu masih kurang efisien dan kurang optimal pada saat proses produksi secara massal, sedangkan produk yang dihasilkan juga memiliki tingkat kepresisian yang rendah. Berdasarkan permasalahan tersebut, dalam penelitian ini dilakukan rancang bangun mesin steel plate roll feeder pada mesin laser cutting. Proses pembuatan mesin akan menggunakan metode Ulrich dari mulai identifikasi kebutuhan mesin, pemilihan konsep sampai perwujudan desain. Berdasarkan hasil perancangan dengan metode Ulrich maka terpilihlah konsep desain 1. Pembuatan *support and roll feeder* menggunakan welding machine, mesin bubut, dan gerinda tangan. Kinerja *support and roll feeder* didapatkan dari hasil lima pengujian dinyatakan sesuai standar keberhasilan mencapai 100%, dengan total waktu untuk memasukkan plate coil yaitu 45 detik untuk proses cutting satu lembar plate.

Kata kunci : Rancang Bangun, Laser Cutting, *Support and roll feeder*, *Steel Plate*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur saat ini semakin meningkat dengan pesat, semakin berkembangnya industri maka perusahaan dituntut agar mampu untuk bertahan dan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam menjalankan proses produksi. Perkembangan industri pada saat ini menuntut perusahaan industri manufaktur meningkatkan kinerja sehingga dapat meningkatkan produktivitas agar dapat memenuhi keinginan konsumen maupun produsen dari segi kualitas produk yang dihasilkan. Selain itu, tidak sedikit industri manufaktur yang melakukan riset dan inovasi-inovasi guna meningkatkan mutu dan kualitas produk yang dihasilkannya. Perusahaan industri tersebut senantiasa berusaha untuk mencoba menguasai pasar dari para pesaingnya yaitu dengan cara memberikan kepuasan kepada pelanggan serta berusaha untuk menekan biaya produksi untuk memperoleh keuntungan yang maksimal. Perusahaan yang menjadi tempat penelitian ini merupakan

perusahaan yang bergerak dibidang fabrikasi dan manufaktur untuk mesin-mesin industri, seperti silo, elevator, dan komponen penyokong mesin yang akan digunakan untuk produksi. Salah satu produk yang dihasilkan adalah rotary screen. Produk ini digunakan untuk memisahkan material dari pengotor dengan melewatkan material sampah. Dalam pengerjaan produknya perusahaan ini menggunakan beberapa mesin untuk membantu pengerjaan pembuatan komponen mesin seperti mesin laser cutting. Mesin laser cutting merupakan alat pemotongan bahan baku dengan ketebalan yang berbeda menggunakan teknologi sinar laser yang difokuskan pada suatu titik .

Mesin CNC Laser Cutting merupakan penggabungan teknologi CNC (Computer Numerical Control) dan laser, cutter yang mampu memotong bentuk-bentuk lembaran kayu atau material lunak lainnya yang memiliki bentuk rumit dan 2 membutuhkan ketelitian dalam pemakanan. Fokus penelitian akan lebih ditunjukkan terhadap proses pengerjaan produk rotary screen menggunakan mesin laser cutting. Pelaksanaan proses produksinya tergantung pada pemesan/customer, sehingga perusahaan dituntut untuk berupaya memenuhi permintaan customer.

Namun saat ini perusahaan tersebut mengalami kesulitan dalam memenuhi permintaan customer dikarenakan waktu produksi yang cukup lama. Dalam pengerjaan produk tersebut perusahaan hanya dapat menghasilkan 13 produk dalam waktu 1 tahun dari produk yang dipesan oleh customer sebanyak 20 produk. Permasalahan yang terjadi pada proses produksi tersebut dikarenakan saat ini proses memposisikan pelat dilakukan masih menggunakan metode yang manual, yaitu mengangkat lembaran pelat dan meletakkan lembaran pelat pada mesin laser cutting sehingga dari segi waktu masih kurang efisien dan kurang optimal pada saat proses produksi secara masal, sedangkan produk yang dihasilkan juga memiliki tingkat kepresisian yang rendah. Melihat kondisi perusahaan maka pengembangan produk alat bantu untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas proses produksi.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan diatas, penelitian ini dilakukan untuk membuat alat bantu dalam laser cutting adalah jig sebagai penjepit atau penyangga pelat dan roll feeder sebagai pendorong pelat. Jig merupakan alat yang digunakan dalam proses manufaktur khusus untuk menggandakan komponen dengan presisi dan akurat. Alat ini membantu pemotongan yang lurus dan akurat untuk memegang, menyangga, serta meletakkan barang yang akan dibentuk. Dengan menggunakan jig benda kerja yang dibentuk menjadi presisi. Roll feeder merupakan mesin yang diggunakan untuk memasok material (bahan-bahan lembaran) ke mesin dengan menggunakan roll yang berputar. Untuk mempermudah proses aliran material dan memastikan bahwa material tersedia dengan posisi yang tepat pada mesin. Hal ini bertujuan untuk mempercepat dan mempermudah pekerja dalam menempatkan material pada mesin laser cutting. Tahap pertama adalah 3 mendesain rancangan jig dengan menggunakan software Autodesk Fusion 360. Selanjutnya rancangan tersebut direalisasikan untuk bisa diterapkan.

Tabel 1. Tabel Perbandingan Penelitian

No	Nama Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	Ahmad syaifudin (2022)	Rancang Bangun Mesin Pengaduk dan Pecetak Gethuk Pisang untuk Industri Skala Rumah Tangga Kapasitas 30 Kg/Jam	Ulrich	Pada pengujian mesin pengaduk dan pencetak adonan gethuk pisang ini mesin mampu memproduksi 31,74 kg per jam dengan total anggaran biaya yang dibutuhkan sebesar Rp.6.491.500,-.

2	Raul Taka Prakusya (2022)	Rancang Bangun Jig dan Fixture Pump Casing V(S) 2/3/6 B untuk proses milling pada mesin CNC milling horizontal 4 axis double pallet	Ulrich	Rancangan jig pump casing menggunakan <i>software</i> autodesk fusion 360 dengan menggunakan metode ulrich sebagai acuan merancang jig sesuai dengan kebutuhan. Proses manufaktur jig ini menggunakan mesin grinding, mesin CNC lathe dan CNC milling. Jig ini menghasilkan 2 produk dalam satu kali proses milling dengan kinerja Jig dan fixture dari 5 kali pengujian produk pump casing menghasilkan produk yang acceptable dengan tingkat keberhasilan 100%.
3	Nanda Evan Renato (2022)	Rancang Bangun Jig and Fixture Suction Casing untuk proses milling pada mesin CNC milling 3 – axis	Ulrich	Rancangan jig fixture suction casing menggunakan <i>software</i> autodesk fusion 360 menggunakan metode ulrich dengan 3 konsep desain yang berbeda, proses manufaktur menggunakan mesin CNC milling dan CNC lathe. Hasil dari penggunaan jig ini menghasilkan produk yang acceptable dengan keberhasilan 100% dari 4 kali percobaan dengan total 8 produk hasil uji coba
4	Rafly Bagus Falqi (2022)	Rancang Bangun Jig and Fixture Oval Handle untuk proses milling dengan metode plug and play	Ulrich	Desain jig dan fixture oval handle yang efisien untuk sistem plug and play adalah dengan menerapkan desain slot pada jig dan fixture. Desain slot ini merupakan fungsi utama dalam sistem plug and play. Dimensi yang dimiliki jig dan fixture oval handle adalah berukuran 300 mm x 110 mm x 60 mm. Kualitas, kuantitas, dan cycle time dari produk yang dihasilkan menggunakan jig dan fixture memberikan hasil sesuai dengan yang dibutuhkan oleh perusahaan

II. METODE PENELITIAN

A. Identifikasi Masalah

Tahap selanjutnya adalah identifikasi masalah dimana pada tahap ini dilakukan identifikasi data yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya, sehingga peneliti dapat menentukan permasalahan yang sering terjadi di Perusahaan ketika proses pemotongan pelat, sehingga peneliti dapat menentukan perumusan masalah serta tujuan yang disesuaikan dengan rumusan masalah yang didapat, pada tahap ini ditentukan batasan masalah sehingga dapat memperjelas objek penelitian.

B. Studi Literatur dan Studi Lapangan

Studi literatur meliputi pengumpulan sumber-sumber referensi. data yang dijadikan acuan dan sesuai standar. perhitungan analisis dan beberapa referensi yang berhubungan dengan obyek yang akan dibahas. Studi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan. Menentukan kebutuhan yang diperlukan untuk proses pengerjaan penelitian. Mengumpulkan data – data yang dibutuhkan. Penyusunan Daftar Kebutuhan Dari perumusan masalah dan data yang telah diambil oleh peneliti kemudian, maka akan dicarikan sebuah solusi yang terbaik. Tentunya solusi tersebut tidak lepas dari apa yang diinginkan oleh perusahaan untuk mempercepat proses produksi. Kemudian untuk kebutuhan-kebutuhan tersebut akan disusun dan akan menjadi pedoman untuk perancangan jig dan roll feeder ini.

C. Perancangan Desain

Pada tahap pembuatan desain ini dibutuhkan lebih dari satu atau dua konsep desain. Semakin banyak konsep desain yang dibuat maka semakin banyak pilihan konsep desain yang akan disaring untuk dipilih yang terbaik secara fungsi, biaya serta pengoperasiannya.

D. Perancangan Detail Komponen

Perancangan detail komponen ini dilakukan penggambaran desain jig dan roll feeder dengan menggunakan software. Perancangan digambarkan sesuai hasil desain yang terpilih. Perancangan diberikan detail komponen yang dibutuhkan dalam desain jig dan roll feeder dalam bentuk assembly menggunakan software. Penggambaran dilakukan dalam bentuk gambar 3D agar mempermudah dalam pengujian tahap berikutnya.

E. Analisis Stress Material

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat stress material yang digunakan untuk bahan pembuatan jig dan roll feeder ini. Analisis stress material jig dan roll feeder ini menggunakan software. Berdasarkan hasil dari analisis stress material dengan software yang didapat maka akan dipilihnya material yang akan digunakan untuk pembuatan jig dan roll feeder ini.

F. Perancangan Jig dan Roll Feeder

Pada tahap perancangan jig dan roll feeder ini adalah penggambaran model jig dan roll feeder awal dilakukan dengan menggunakan software. Perancangan desain jig dan roll feeder ini didasari oleh beberapa pertimbangan-pertimbangan tertentu dan kebutuhan untuk lebih mengoptimalkan jig dan roll feeder ini. Jig dan roll feeder ini harus memiliki kriteria sebagai berikut :

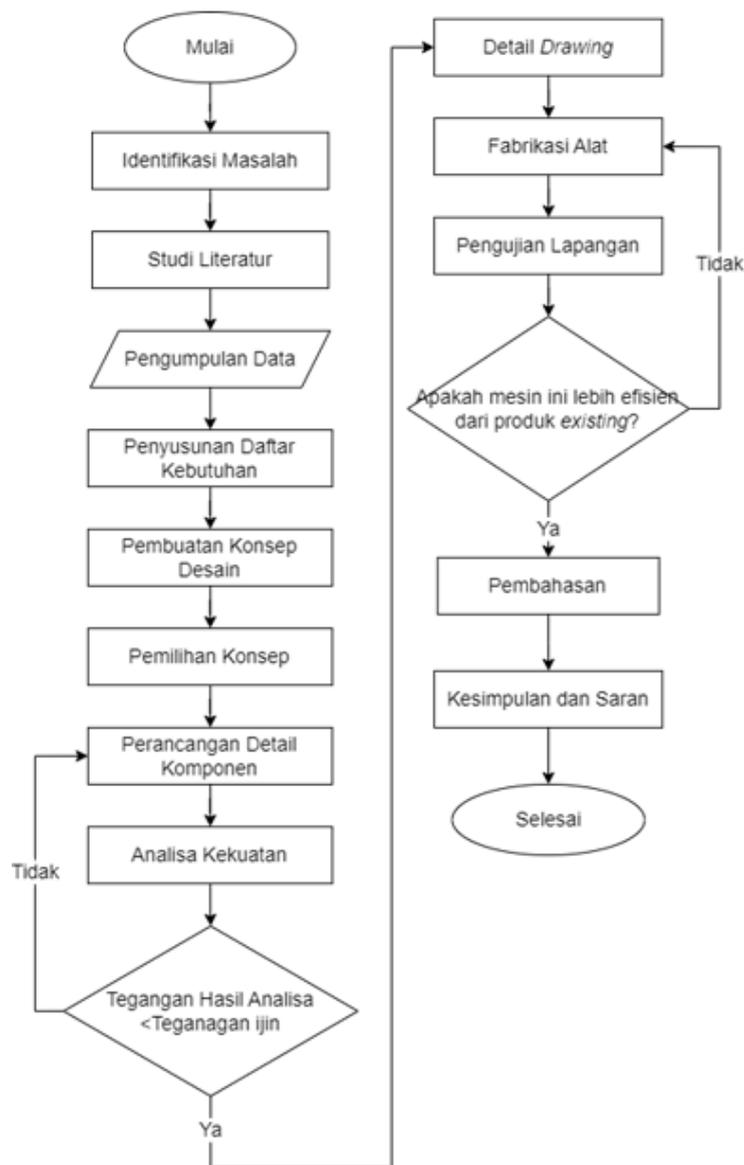
1. Desain jig dan roll feeder harus sederhana dan mudah dioperasikan untuk efisiensi maksimum.
2. Biaya pembuatan jig dan roll feeder terjangkau.
3. Material jig dan roll feeder standard mudah didapatkan.

G. Pembuatan Jig dan Roll Feeder

Langkah selanjutnya adalah pembuatan dan perakitan jig dan roll feeder. Pembuatan dan perakitan jig dan roll feeder ini akan dilakukan di Bengkel dengan bantuan pihak yang terkait.

H. Uji Lapangan dan Analisis

Hasil Uji Setelah pembuatan dan perakitan jig dan roll feeder selesai, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji lapangan dan analisis hasil pengujian jig dan roll feeder. Apabila hasil yang diperoleh dari jig dan roll feeder telah memberikan pengaruh dalam peningkatan efisiensi waktu maka desain dan pembuatan jig dan roll feeder ini dapat dinyatakan berhasil. Tetapi apabila hasil ukur melebihi toleransi yang telah ditetapkan maka proses desain dan pembuatan jig dan roll feeder harus ditinjau ulang agar tahu dimana letak kesalahannya.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

I. Pembahasan

Setelah uji lapangan dan analisis hasil uji sudah selesai dilaksanakan, maka tahap selanjutnya adalah pembahasan. Bagaimana jig dan roll feeder yang diuji ini bekerja serta perhitungan yang telah direncanakan untuk merancang jig dan roll feeder ini dibahas satu persatu.

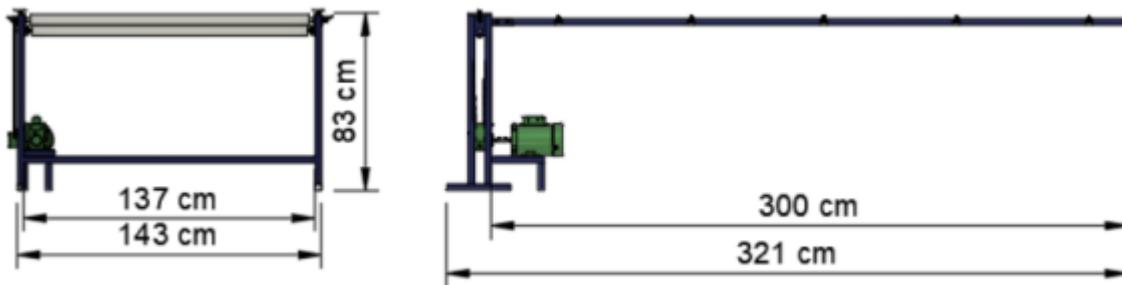
J. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini kesimpulan dengan hasil pengujian dan analisis yang sudah dilakukan. Adapun tujuan dibuat kesimpulan ini adalah agar dapat membuat saran yang nantinya dapat memperbaiki penelitian dan perancangan selanjutnya

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Desain

Pada perancangan konsep ini, kriteria yang digunakan dipilih sesuai kebutuhan produk yaitu berdasarkan: dimensi, pengoperasian mesin dan perawatan. Perancangan konsep ini dilakukan untuk menganalisis dan mempertimbangkan sebelum nantinya akan dilakukan proses selanjutnya. Berikut perancangan mesin *support and roll feeder steel plate* yang nantinya akan dilakukan stress analisis terlebih dahulu sebelum dilakukan proses fabrikasi.

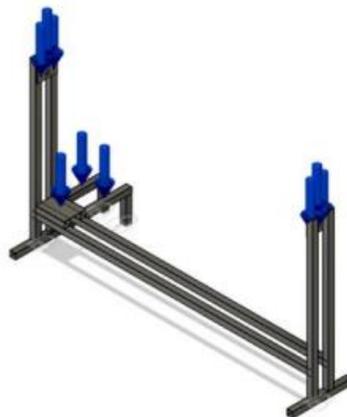


Gambar 2. Desain *support and roll feeder steel plate*

B. Analisis Stress Material

Tahap setelah pembuatan perancangan desain pada penelitian ini adalah melakukan analisis pada desain yang telah dibuat. Tahap analisis konsep ini menggunakan bantuan software Autodesk Fusion 360. Analisis desain dilakukan dengan tujuan agar desain yang telah dibuat memiliki konstruksi dan ketahanan yang kuat dan aman untuk dioperasikan. Pada kondisi ini, beban dan tegangan rata-rata, maka safety factor yang digunakan pada analisis lebih dari 2 yaitu 6,494. Diketahui gaya dorong pada perancangan desain yaitu 366,25 N. Berikut analisis dari perancangan desain.

Analisis kekuatan rangka dilakukan untuk mengetahui bagaimana kekuatan rangka dari desain mesin yang telah dirancang. Untuk mendapatkan hasil analisis rangka tersebut perlu didefinisikan mengenai distribusi pembebanan, arah pembebanan dan tumpuan pada rangka. Desain ini menggunakan material galvanized steel dengan ukuran 40x40 mm dan load condition seperti pada Gambar 3 berikut :

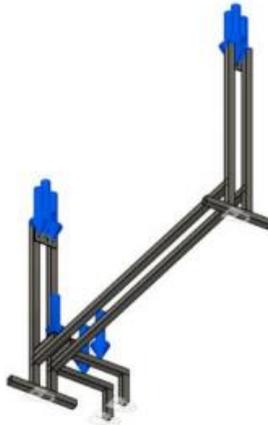


Gambar 3. Load Condition

Keterangan :

1. Memiliki pembebanan motor DC sebesar 20 kg atau sebesar 200N
2. Memiliki pembebanan arah reaksi sebesar 366,25 N

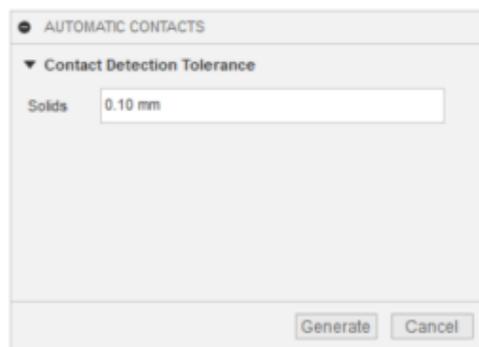
Setelah load condition ditetapkan, selanjutnya pemasangan constraint yang dapat dilihat pada Gambar 4 berikut :



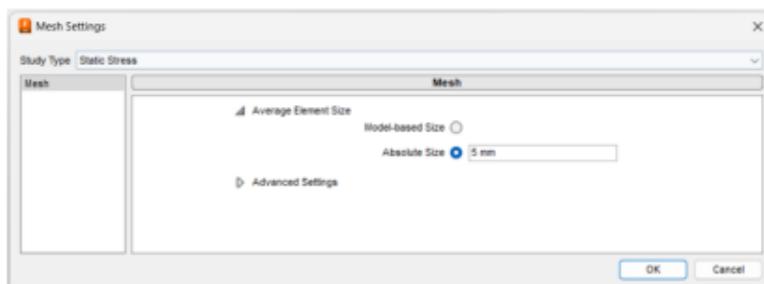
Gambar 4. Peletakan *Constraint*

- Keterangan :
1. Memiliki pembebanan motor DC sebesar 20 kg atau sebesar 200N
 2. Memiliki pembebanan arah reaksi sebesar 366,25 N

Langkah selanjutnya adalah menetapkan contact untuk memastikan apakah contact telah disertakan dalam simulasi. Kemudian menentukan meshing dengan nilai absolute size 5 mm yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut :

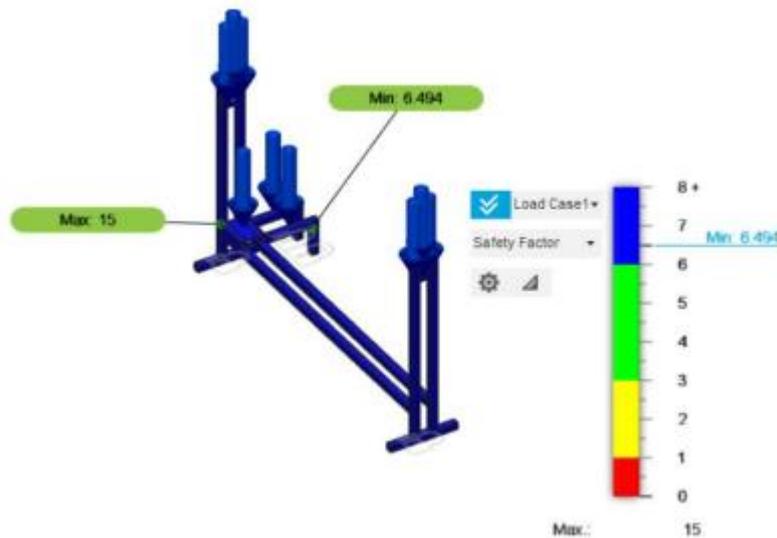


Gambar 5. Penetapan Contact pada simulasi



Gambar 6. Meshing pada simulasi

Setelah langkah-langkah diatas telah dilakukan, selanjutnya pre-check dan solve untuk mengetahui bagaimana hasil simulasi yang dapat dilihat pada Gambar 7 berikut :



Gambar 7. Hasil simulasi desai *support and roll feeder*

C. Proses Fabrikasi dan Perakitan

Tahap fabrikasi dan perakitan merupakan rangkaian pekerjaan dari pembuatan beberapa komponen material yang akan dirangkai menjadi satu dengan pelaksanaan proses bertahap sampai menjadi suatu bentuk salah satu konstruksi sehingga dapat dipasang atau dirakit menjadi sebuah bentuk akhir yang diinginkan dan direncanakan sebelumnya.

Pelaksanaan akan dilakukan dengan beberapa tahap yang akan dijelaskan dan disertakan tampilan gambar-gambar saat proses fabrikasi dan perakitan berjalannya. Proses fabrikasi memerlukan alat-alat yang akan digunakan untuk membangun mesin pemotong kentang. Alat-alat yang dipergunakan antara lain adalah sebagai berikut: Alat ukur, Mesin las SMAW, Mesin bor, Gerinda tangan, Kompresor, Alat-alat pendukung lainnya.

Berikut ini adalah pembuaat dan perakitan komponen pada mesin support roll feeder. Pembuatan Rangka Rangka mesin dirancang menggunakan profil hollow dengan ukuran 40 x 40 x 1,2 mm. Tahap pertama dilakukan proses marking pada profil sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan menggunakan penggores. Setelah proses marking selesai kemudian dilakukan proses pemotongan profil dengan menggunakan gerinda potong. Langkah selanjutnya adalah melakukan penyambungan profil dengan menggunakan las SMAW sesuai dengan bentuk dan dimensi rangka yang telah direncanakan. Proses pemotongan dan pengelasan profil rangka dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Rangka

Proses pembuatan sprocket dan coupling melalui proses pembubutan. Pembubutan sprocket dan coupling pada bagian lubang untuk menyesuaikan poros roller, motor serta gearbox. Pembubutan sprocket dibagian lubang dibubut menjadi diameter 22 mm untuk menyesuaikan poros gearbox dan diameter 15 mm untuk menyesuaikan poros roller. Pembuatan coupling difungsikan untuk menghubungkan motor dan gearbox. Pembubutan coupling dibagian lubang dibubut menjadi diameter 24 mm untuk poros motor dan diameter 15 mm untuk poros gearbox. Proses pembubutan dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini.



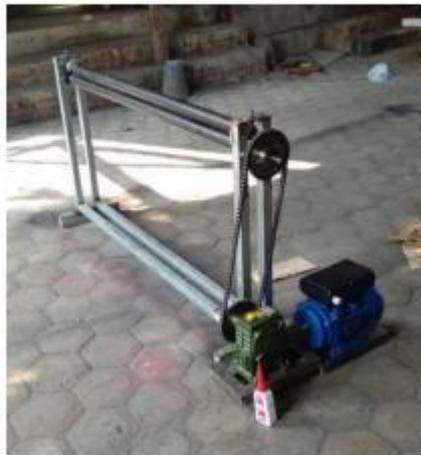
Gambar 9. Proses pembubutan dan hasil sprocket

Pembuatan dudukan gearbox diletakkan pada bagain samping dudukan kerangka roller dengan posisi tegak lurus terhadap sprocket roller dan jarak antar poros sepanjang 700 mm dan untuk dudukan motor diletakkan berhadapan dengan gearbox. dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Dudukan motor dan gearbox

Pembuatan roller atas dibuat dari bahan pipa 1,5 inch dengan panjang 1250 mm. Pada kedua sisi dipasang bearing ukuran OD 42 mm dan ID 20 mm. Pembuatan roller bagian bawah dibuat dari bahan pipa 1,5 inch dengan panjang 1250 mm. Pada kedua sisinya ditutup menggunakan as dengan diameter 15 mm sebagai poros pehubung roller dan sprocket dapat dilihat pada gambar 11 berikut.



Gambar 11. Pembuatan roller

D. Hasil Pengujian dan Pembahasan

Hasil dari perancangan dan pembuatan mesin maka dihasilkan mesin *support and roll feeder* yang telah selesai proses finishing dan dipasang pada mesin laser cutting seperti pada gambar 12 berikut:



Gambar 12 Hasil Pembuatan Mesin *Support and roll feeder*

Setelah mesin *support and roll feeder* selesai dibuat, maka tahap selanjutnya dilakukan proses pengujian untuk mengetahui seberapa efisien pemasangan plate coil pada mesin laser cutting, dan akan dibandingkan dengan pemasangan plate coil tanpa menggunakan mesin *support and roll feeder*. Dari hasil pengujian mesin *support and roll feeder* didapat hasil waktu pemasangan plate coil pada mesin laser cutting yang dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Seperti pada table 2 dibawah ini

Tabel 2. Percobaan menggunakan mesin

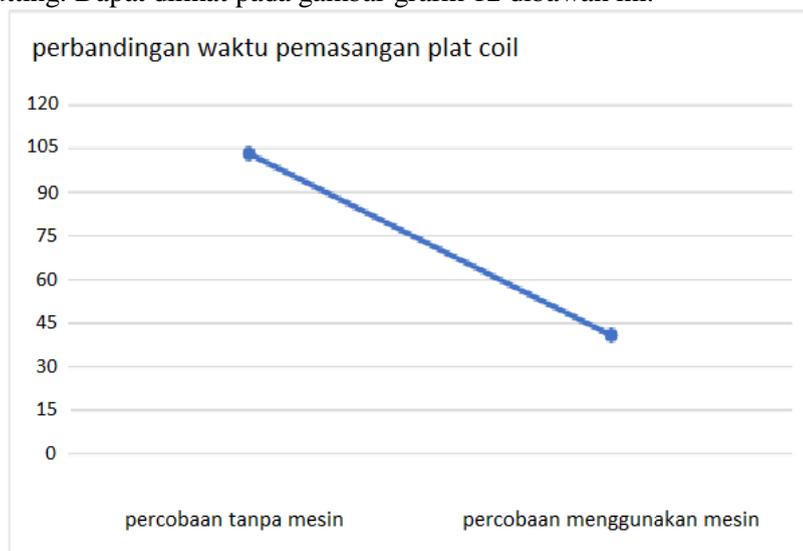
No	Percobaan	Waktu
1	Plate 1	40 detik
2	Plate 2	45 detik
3	Plate 3	43 detik
4	Plate 4	50 detik
5	Plate 5	45 detik

Percobaan tanpa menggunakan mesin *support and roll feeder* ditunjukkan pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Percobaan tanpa menggunakan mesin

No	Percobaan	Waktu
1	Plate 1	1 m 20 s
2	Plate 2	1 m 35 s
3	Plate 3	1 m 15 s
4	Plate 4	1 m 45 s
5	Plate 5	2 m

Dari tabel data diatas dapat dibuat grafik perbandingan antara menggunakan mesin *support and roll feeder* dan tanpa menggunakan mesin *support and roll feeder* dalam pemasanag plate coil pada mesin laser cutting. Dapat dilihat pada gambar grafik 12 dibawah ini.



Gambar 12. Grafik perbandingan waktu

Dari grafik perbandingan diatas dapat dilihat untuk penurunan waktu pemasangan plate coil menggunakan mesin *support and roll feeder* mengalami penurunan yang singnifikan yaitu rata-rata waktu pemasangan sebesar 44 detik lebih cepat dibandingkan tanpa menggunakan mesin *support and roll feeder* yaitu sebesar 104 detik. Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan mesin *support and roll feeder* lebih efesien dari pada tanpa menggunakan mesin *support and roll feeder*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pembuatan dan pengujian *support and roll feeder* yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan *support and roll feeder* menggunakan software fusion 360 untuk mendapatkan rancangan desain. Penelitian menghasilkan rancanagn deangan dimensi *support and roll feeder* terbaik, dengan speksifikasi desain berbahan hollow square 40x40x1,2 mm dan plat siku 30x30x1,2 mm, dengan dimensi tinggi 83 cm, lebar 143 cm dan panjang 250 cm.
2. Kinerja *support and roll feeder* didapatkan dari hasil lima pengujian dinyatakan berhasil menjalankan produksi lebih cepat dengan total waktu untuk memasukkan plate coilI yaitu 45 detik untuk proses cutting satu lembar plate

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.
- [2] Ali, M. S., Herman, P., & L Dhanistha, W. (2019). Analisis Pengaruh Fariasi Sudut Blasting Dengan Coating Campuran Epoxy Dan Aluminium Serbuk Terhadap kekuatan Adhesi, Predeksi Laju Korosi, dan Morfologi Pada Plat Baja ASTM A36. *Skirpsi*, Institut Teknik Sepuluh Nopember.
- [3] Falqi, R. B., Karuniawan, B. W., & Hamzah, F. (2022). Rancang Bangun jiq and Ficture Produk Oval Handle Untuk Proses Milling Dengan Sistem Plug and Play. *Tugas Akhir*, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [4] Mesin, E. (2020). *Pegas*. Retrieved from Guru Teknik Mesin.com: <https://www.omesin.com/2020/02/pegas.html>
- [5] Prakusya, R. T., Karuniawan, B. W., & Indrawan, R. (2022). Rancang Bangun Jiq and Ficture Pump casing V(s) 2/4/6 B Untuk Proses Milling Pada Mesin CNC Milling Horizontal 4 Axis Double Pallet. *Tugas Akhir*, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [6] Renanto, N. E., Karuniawan, B. W., & Indrawan, R. (2022). Rancang Bangun Jig And Fixture Suction Casing Untuk Proses Milling Pada Mesin CNC Milling 3-Axis. *Tugas Akhir*, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [7] Rusianto, T., Huda, S., & Wibowo, H. (2019). A Riview: Jenis dan Percetakan 3D (3D Printing) untuk Pembuatan Prototipe. *Jurnal Teknologi*, 14-21.
- [8] Syaifudin, A., Setiawan, T., & Purnomo, D. A. (2022). Rancang Bangun Mesin Pengaduk Dan Pencetak Adonan Gethuk Pisang Untuk Industri Skala Rumahan Kapasitas 30 kg/Jam. *Tugas Akhir*, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.