



Jurnal Inovator

homepage: www.jurnal.politeknikjambi.ac.id/inovator



Analisis Kekuatan Pembebanan Frame Pada Meja Las

Wahyu Triharto Prabowo^{a*}, Fatahul Arifin^a, Yusuf Dewantoro Herlambang^b, Ramadoni^a, Willy Ravindo H Damanik^a

^{a,*}Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Lama, Kec. Ilir Bar. I, Kota Palembang Kode Pos 30128, Indonesia

^bProgram Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. H. Soedarto S.H., Tembalang, Semarang, Indonesia

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima

Diterima setelah direvisi 10 Maret 2023

Disetujui 05 Februari 2023

Kata kunci:

Mesin las

Meja las

Struktur Rangka

Autodesk Inventor 2020

Analisis Tegangan

Abstract- Welding machine is a machine that facilitates human work in joining metals. There are two types that are usually used by humans, namely carbide welding machines and electric welding machines. Which both have their respective advantages as a metal connector. This article is lifted from the problem that occurs in the frame or frame on the welding table which experiences severe enough bending of the top frame (head support) which can damage the table frame and the unknown load (force) received by the welding table frame so that the frame is experiencing a bend. Then a design is carried out in the form of a design drawing that can be analyzed for the strength and stress that occurs in the frame which allows researchers to know the load value that is safe to use for the frame. This article aims to reveal the value of the stress that occurs in the frame and the safety value obtained from the design results of the weld table frame structure in the form of technical drawings and structural strength analysis. This article is limited to a loading of 400 newtons. This article examines the design, simulation and stress analysis of the weld table frame structure with a capacity of 400 newtons using the finite element method or also known as Finite Element Analysis (FEA). The material used is st37 iron. Finite element analysis was carried out using a numerical system using the Autodesk Inventor Professional 2020 software. The results of the simulations and also the analysis that has been carried out show that the welding table frame structure has a stress, deformation, mass, and safety factor of 20.0755 MPa, 0.0582948 mm, 40 kg.

Intisari- Mesin las merupakan mesin yang mempermudah pekerjaan manusia dalam penyambungan logam. Ada dua jenis yang biasanya dipakai oleh manusia, yaitu mesin las karbit dan mesin las listrik. Yang mana keduanya mempunyai keunggulan masing-masing sebagai penyambung logam. Artikel ini diangkat dari masalah yang terjadi pada frame atau rangka pada meja las yang mengalami bending yang cukup parah pada bagian rangka atas (head support) yang dapat merusak kerangka meja dan adanya beban (force) yang belum diketahui yang diterima oleh frame meja las sehingga frame tersebut mengalami bending. Maka dilakukan perancangan dalam bentuk desain gambar yang bisa dianalisis kekuatan dan tegangan yang terjadi pada frame tersebut yang memungkinkan peneliti bisa mengetahui nilai beban yang aman dipakai untuk frame tersebut. Artikel ini bertujuan untuk mengungkapkan nilai dari tegangan yang terjadi pada frame dan nilai keamanan yang diperoleh dari hasil perancangan struktur rangka meja las berupa gambar teknik dan analisa kekuatan struktur. Artikel ini dibatasi dengan pemuatan 400 newton. Artikel ini mengkaji desain, simulasi dan analisis tegangan struktur rangka meja las dengan kapasitas 400 newton dengan menggunakan metode elemen hingga atau bisa dikatakan juga sebagai Finite Element Analisis (FEA). Material yang digunakan adalah besi st37. Analisis elemen hingga dilaksanakan dengan sistem numerik menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor Professional 2020. Hasil dari simulasi dan juga analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa struktur rangka meja las memiliki tegangan, deformasi, massa, dan faktor keamanan sebesar 20.0755 MPa, 0.0582948 mm, 40 kg.

* Corresponding Author:

E-mail: wahyutriharto203@gmail.com (Xxxx)

1. Pendahuluan

Peradaban manusia sekarang semakin maju dengan berkembangnya teknologi yang sangat pesat dan sudah banyak membantu pekerjaan manusia dalam menyelesaikan permasalahan yang sulit untuk dipecahkan, dengan ditemukannya teknologi baru merupakan bukti manusia selalu memikirkan bagaimana cara merancang atau mendisain serta menemukan hal yang baru guna mempermudah pekerjaan yang dilakukan dalam berbagai bidang pekerjaan dan teknologi. Kecepatan berkembangnya yang pesat dapat dilihat di dalam bidang industri yang banyak memerlukan sarana penunjang dalam melancarkan pekerjaan yang dilakukan suatu industri ataupun laboratorium.

Mesin Las merupakan mesin yang sering digunakan dan sangat diperlukan dalam lingkup proses pemesinan dan mekanik. Dalam pengoperasian mesin las, sangatlah memerlukan meja las sebagai tempat meletakkan benda yang akan di las. Mesin las listrik butuh alat bantu yang dapat menunjang seseorang yang ingin mengelas sehingga dengan adanya alat bantu operator lebih mudah dalam melakukan pengelasan. Berdasarkan observasi yang dilakukan dibengkel las, diperoleh beberapa kondisi yang memperlihatkan mesin las listrik yang ada saat ini belum dilengkapi oleh fasilitas alat bantu. Sehingga dalam melakukan pengelasan operator merasakan kesulitan apa lagi untuk seseorang yang belum pernah mengelas untuk itu dibutuhkan alat bantu mengelas berupa meja las.

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. [12]. Meja Las ini memiliki 4 kaki penyangga dan besi penyiku agar meja lebih kuat menahan beban.

Alat bantu meja las ini harus mengikuti kompetensi tukang las dilapangan yaitu dengan beberapa variasi pengelasan karena didalam mengelas ada beberapa posisi pengelasan yang harus ada, beberapa variasi posisi pengelasan diantaranya yaitu posisi: 1G, 2G, 3G, dan 4G. Sehingga dengan adanya posisi ini di alat bantu pengelasan meja las diharapkan para pemula yang akan belajar mengelas juga bisa menguasainya tidak hanya 1 posisi saja, karena dilapangan operator akan menemukan beberapa kondisi posisi pengelasan yang sulit dan harus mampu mengelas dengan posisi tersebut.

Dengan adanya alat bantu pengelasan ini diharapkan kualitas hasil pengelasan menjadi lebih baik karena meja las ini dilengkapi variasi posisi

yang mungkin posisi tersebut bisa saja ditemukan ketika mengelas dilapangan dan juga sangat membantu bagi seseorang yang ingin belajar dengan adanya alat bantu ini. Selain itu, adanya kebutuhan sebagai meja las yang akan digunakan untuk proses belajar mengajar pengelasan dilaboratorium Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.

Terlepas dari dibuatnya meja las, artikel ini dibuat untuk menguji kekuatan frame terhadap beban yang bisa diterima pada meja las. Perhitungan yang dilakukan dalam Artikel ini memakai sebuah metode numerik yang di kenal sebagai metode elemen atau Finite Element Analysis (FEA) atau bisa disebut juga metode elemen hingga bisa dikatakan juga sebagai prosedur numerik untuk memecahkan masalah mekanika kontinum dengan ketelitian yang dapat diterima oleh rekayasawan (ROBER D, n.d.). Serta untuk mencari nilai dari defleksi, tegangan, dan faktor keamanan pada bagian atas rangka sampai dengan bagian kaki pada meja las, sehingga dapat diketahui kekuatan bodi rangka meja las dalam menahan tekanan dari benda kerja. Metode elemen ialah prosedur tipikal untuk memperoleh estimasi untuk masalah nilai batas. Strategi ini telah digunakan dengan pencapaian luar biasa dalam menangani berbagai masalah di hampir semua bidang desain dan ilmu material numerik. (Bargess et al., 2000). Metode ini dipakai untuk mencari nilai dari defleksi, tegangan, dan faktor keamanan yang bisa ditahan oleh struktur desain rangka meja las, begitupun untuk kekuatan bahan yang dipakai sebagai rangka dari meja las tersebut, akan menghasilkan perpaduan rangka yang aman, kuat, dan mampu menahan beban atau gaya yang diberikan kepada rangka meja las. Adapun material untuk membuat struktur rangka meja las ini adalah Besi ST 37 Profil L. Besi St 37 adalah baja karbon sedang yang setara dengan AISI 1045, dengan komposisi kimia Karbon: 0.5 %, Mangan: 0.8 %, Silikon: 0.3 % ditambah unsure lainnya. Dengan kekerasan ± 170 HB dan kekuatan tarik 650 - 800 N/mm² (Wunda et al., 2019). Material Baja ST 37 yang merupakan baja karbon rendah yang memiliki kadar karbon 0,08- 0,30(9)(Manufaktur, 2018).

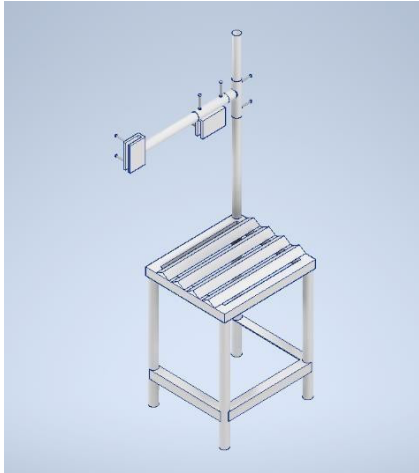
Artikel memfokuskan dalam kekuatan dan keamanan dari struktur rangka meja las bagian atas sampai bagian kaki meja yang terbuat dari Baja ST 37 Profil L.

Pengujian bending merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang diletakkan terhadap specimen dan bahan, baik bahan yang digunakan pada kontraksi atau komponen yang menerima pembebanan terhadap suatu bahan pada satu titik tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan. [13]

2. Metodologi Penelitian

A. Material

Material yang dipilih untuk melakukan Artikel dan merancang struktur rangka meja mesin las yaitu material besi st37. Besi st37 adalah salah satu senyawa penting dari besi yang memiliki banyak aplikasi modern karena sifat mekaniknya yang menakjubkan, namun baja ringan rentan terhadap korosi. (Stiadi & License, 2019). Desain dan gambar 3D meja las yang tertera pada Gambar 1



Gambar 1. Desain 3D Meja Las

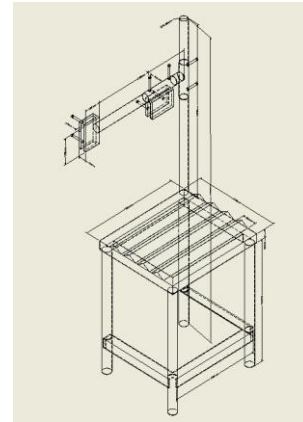
B. Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak berupa aplikasi yang akan dipakai pada Artikel ini berupa perangkat lunak Inventor Professional 2020. Autodesk Inventor Professional merupakan bagian dari produk yang dikeluarkan oleh Autodesk yang dahulu lebih familier bersama dengan produk AutoCad (Wibawa, n.d.). Simulasi yang digunakan melalui software Autodesk Inventor sangat membantu dalam melakukan analisis untuk memberikan bukti validitas dari sebuah desain (Ari & Wibawa, 2019c). Kelebihan dari metode ini adalah hemat waktu dan lebih praktis saat mendesain gambar sebelum membuatnya menjadi barang nyata (Ari & Wibawa, 2021).

Analisis tegangan merupakan salah satu nilai yang akan didapatkan dari perangkat lunak Inventor memakai metode berupa analisis elemen hingga. Metode elemen hingga merupakan metode yang umum digunakan oleh software analisis struktur. Analisis elemen hingga adalah prosedur estimasi yang menggunakan kerangka matematika numerik dalam menghitung kekuatan dan kinerja struktur bagian yang dirancang dengan membagi artikel menjadi bentuk penampang. (Mesh). (Ari & Wibawa, 2019a)

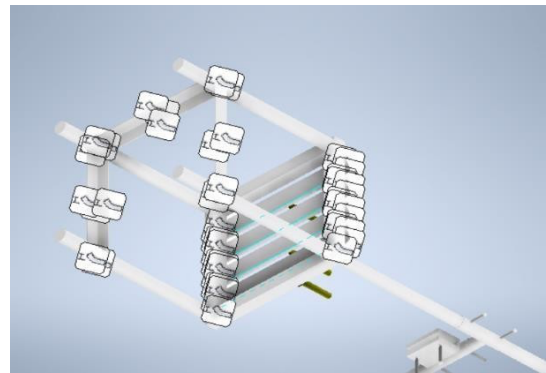
Prosedur dalam menjalankan simulasi ini untuk mendapatkan nilai tegangan melalui analisis perangkat lunak Autodesk Inventor Professional 2020 sebagai berikut:

Pertama, mendesain rangka struktur rangka meja las. Gambar desain dinyatakan dalam dimensi dan bentuk dari struktur rangka meja las. Dimensi rangka meja las secara detail digambarkan pada Gambar 2.



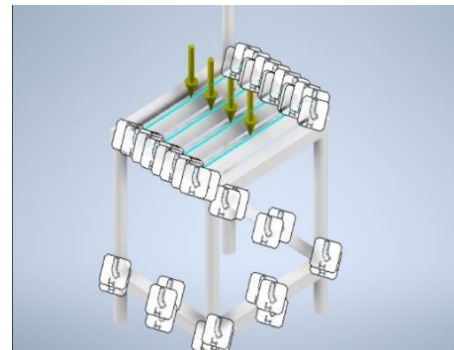
Gambar 2. Dimensi Meja Las (dalam mm)

Tahap kedua, yaitu menentukan dan mencari jenis dari material yang dipakai. Material yang dipakai adalah iron, Mild, material ini merupakan material yang awet dan low-maintenance. Setelah itu dilanjutkan dengan membuat batasan (constraint). Batasan ini dipakai dalam fixed constraint pada kedudukan kaki rangka meja las dan kedua sisi meja kerja rangka meja las (Gambar 3).



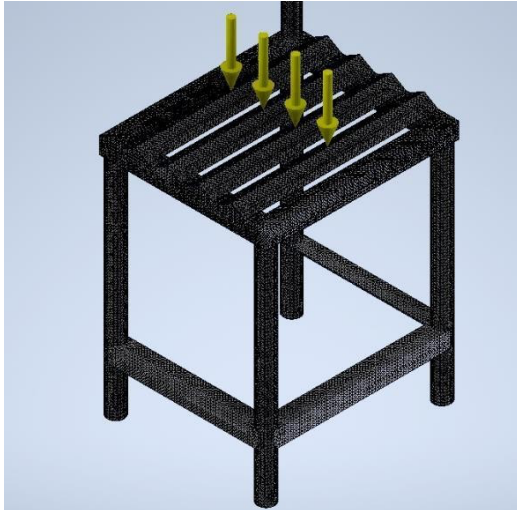
Gambar 3. Posisi Fixed Constraint Meja Las

Tahap berikutnya, menentukan besarnya beban atau tekanan. Besarnya beban yang diberikan pada struktur rangka adalah 400 newton (40kg). Letak beban berada pada sisi tengah frame mengarah ke bawah (Gambar 4).



Gambar 4. Letak Beban Meja Las

Prosedur selanjutnya adalah meshing. Meshing adalah proses pembagian bentuk objek menjadi beberapa komponen, (Mesh) Jumlah cell merupakan daerah yang memiliki perubahan yang sangat tajam, umumnya pengukuran penampang dilakukan dengan halus, sedangkan untuk daerah yang berbeda dilakukan sedikit agak kasar. (Susilo, n.d.) detailnya ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses Meshing Struktur Rangka Meja Las

Proses berikutnya yaitu, running simulation atau menjalankan program simulasi. Program simulasi yang dijalankan akan mengeluarkan hasil berupa massa, tegangan Von Mises, faktor keamanan, dan deformasi(displacement). Proses simulasi akan memunculkan bagian-bagian yang mengalami tekanan dari desain struktur rangka yang telah dibuat. Nilai besaran yang digunakan sebagai parameter dalam melakukan analisis terhadap tegangan yang terjadi pada rangka menggunakan Autodesk Inventor Professional 2020 secara detail bisa kita lihat dari Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Parameter Nilai Tegangan

Parameter	Keterangan
Tipe Simulasi	Single Point
Kapasitas	20 Ton (20.000 kg)
Percepatan gravitasi	9,81 m/s ²
Total beban	400 N
Average element size	0,1 mm
Minimum element size	0,2 mm
Safety factor	Berdasarkan yieldstrength
Jumlah node	42424
Jumlah elemen	19448

3. Hasil Dan Pembahasan

A. Analisis Sifat Material

Analisis sifat material sangat diperlukan untuk mendapatkan nilai yang akan dimasukkan dalam analisis struktur. Sifat fisik material yang diinformasikan pada tabel 2 adalah sifat fisik material Steel Mild. Material Steel Mild memiliki densitas sebesar 7.85 gram/cm³. Nilai ini berpengaruh pada massa total struktur rangka meja las seberat 72,0165 kg.

Tabel 2. Sifat fisik material *Steel Mild*.

Material	<i>Steel Mild</i>
Density	2.7 g/cm ³
Mass	5.46341 kg
Area	3247910 mm ²
Volume	2023480 mm ³
Yield Strength	207 MPa
Ultimate TensileStrength	345 MPa
Young's Modulus	220 GPa
Poisson's Ratio	0.275 ul
Shear Modulus	86.2745 GPa

Beban tiga dimensi yang berlaku pada benda elastis, akan terjadi tegangan kompleks, yang menyatakan bahwasanya di setiap titik pada bagian benda adatekanan yang bekerja dalam berbagai arah. Tegangan *Von Mises* menjadi faktor penting dalam menentukan apakah desain struktur tersebut aman atau akan mengalami kegagalan (Uji & Antariksa, 2019). Barometer dari *Von Mises* memberikan petunjuk yangmenyatakan material yang ulet akan menjadi luluh Ketika nilainya sudah kristis yang disebabkan nilai invarian kedua tegangan *deviatoric* (Uji *et al.*, 2018). Kejadian ini termasuk ke dalam teori plastisitas yang dianggap paling baik untuk sebuah material berbahan ulet, paling utama pada material logam. Tegangan ini sering disebut juga sebagai tegangan ekuivalen atau setara. Gambar 6 menunjukkan hasil simulasi struktur rangka meja las terhadap beban

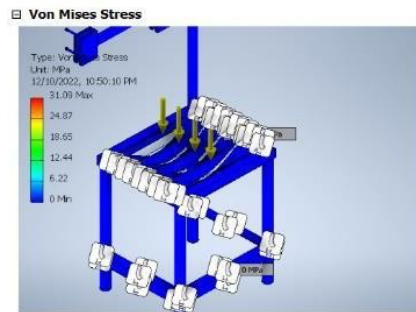
400 N. Tegangan Von Mises maksimal sebesar 31,9 MPa. Tegangan Von Mises masih berada di bawah kekuatan luluh (yield strength) material Steel Mild, yaitu sebesar 207 MPa.

Perubahan bentuk atau deformasi ialah salah satu penanda penting untuk memutuskan apakah bahan yang digunakan cukup ekstrim untuk menahan beban yang ideal. Terjadinya deformasi merupakan akibat dari material menerima gaya atau beban. Semakin kecil nilai deformasi, maka semakin kuat suatu material. Nilai deformasi maksimal pada simulasi ini relatif kecil, yaitu 0,05505 mm (Gambar 7).

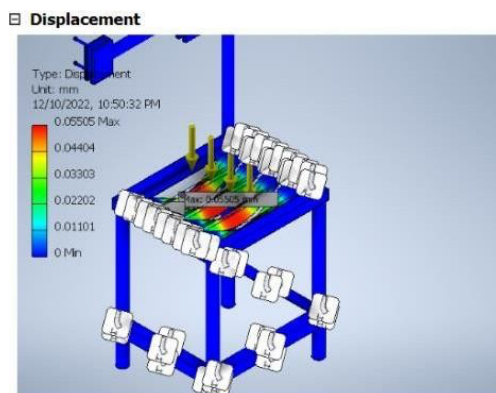
Faktor keamanan merupakan faktor yang dipakai untuk menilai agar susunan komponen rangka bisa dijamin keamanannya, sesuai

hipotesis dari Mott, yang mendapat beban statis dengan tingkat kepastian yang tidak dapat disangkal nilai faktor keamanan adalah 1,25 hingga 2,0 (Roswandi et al., 2020). Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk menilai sehingga rencana dipastikan keamanan dengan pengukuran paling sedikit (Ari & Wibawa, 2021). Faktor keamanan dapat ditentukan baik pada tekanan elastis paling ekstrim atau tekanan luluh material (Ari & Wibawa, 2019b). Kekuatan luluh (yield strength) material menggunakan software Inventor dapat dihitung sebagai faktor keamanan (safety factor) yang berasal dari material yang sudah dibagi dengan tegangan Von Mises maksimum material tersebut.

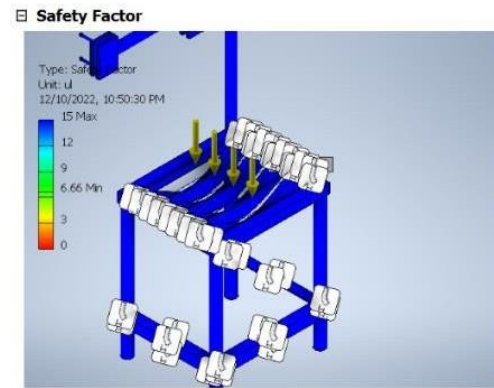
Nilai faktor keamanan secara umum pada Artikel ini sudah memenuhi syarat untuk mampu menahan tegangan statis. Tegangan statis merupakan tegangan yang menerima beban dengan kecepatan yang lambat, tanpa adanya beban kejut dan bertahan pada besaran atau nilai selalu konstan, setiap tegangan yang dihasilkan pada keadaan tersebut disebut tegangan statis (static stress). Maka struktur ini dinyatakan aman karena nilai faktor keamanan minimumnya yaitu 6,66 (Gambar 8). Apabila nilai minimum yang dihasilkan oleh struktur rangka meja las ini berkisar antara 1 atau dibawahnya, maka struktur rangka meja las ini masih tidak aman untuk dijadikan rangka dan perlu dilakukan pemodelan ulang, karna nilai dari faktor keamanan yang diberikan pada suatu material dikatakan aman atau mampu menahan beban statis berkisar antara 1,25-2 (Dobrovolsky, 1978). Besarnya nilai dari keamanan rangka ini masih sangat aman, bahkan untuk menahan beban kejut sekalipun.



Gambar 6. Tegangan Von Mises Struktur Rangka Meja Las Dengan Beban 400 N.



Gambar 7. Deformasi Struktur Rangka Meja Las Dengan Beban 400 N.



Gambar 8. Faktor Keamanan Rangka Meja Las Dengan Beban 400 N

B. Kesimpulan

Desain struktur rangka meja las menggunakan material *SteelMild* memiliki massa sebesar 72,0165 kg. Pada pembebanan 40 KG atau 400 N, struktur rangka pada meja las mendapatkan nilai tegangan maksimum di *Von Mises* sebesar 31,9 MPa, dan berdasarkan nilai tersebut kekuatan luluhnya (*yield strength*) nilai tegangan ini masih terhitung aman karna nilainya berada jauh bawah kekuatan luluh material *Steel Mild*, yaitu 207 MPa. Pada pemberian beban di 40 kg atau 400 N, struktur rangka meja las menerima gaya dari beban benda yang memiliki nilai deformasi maksimum sebesar 0,05505 mm. Pada pembebanan 40 kg atau 400 N, struktur rangka meja las memiliki nilai safety factor minimum sebesar 6,66. Nilai ini menunjukkan desain dari struktur rangka meja las sangat aman untuk menahan beban statis maupun kejut.

Referensi

- [1] Ari, L., & Wibawa, N. (2019a). Desain Dan Analisis Kekuatan Rangka Meja Kerja (Workbench) Balai Lapan Garut Menggunakan Lasinta Ari Nendra Wibawa. 3(1), 13–17.
- [2] Ari, L., & Wibawa, N. (2019b). Kekuatan Rangka Main Landing Gear Untuk Pesawat UAV. V (1), 46–50.
- [3] Ari, L., & Wibawa, N. (2019c). Pengaruh Pemilihan Material Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Untuk Pesawat Uav Effect Of Material Selection On The Strength Of The Main. 2(1).
- [4] Ari, L., & Wibawa, N. (2021). Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roket Menggunakan Autodesk Inventor Professional 2017 (Issue February 2018).
- [5] Bargess, M. F., Lesmana, C., Tallar, R. Y., Sipil, J. T., Maranatha, U. K., Prof, J., Suria, D., & Mph, S. (2000). Dengan Metode Elemen Hingga.
- [6] Susilo, J. (n.d.). Simulasi Penggunaan Fins Undership Terhadap Tahanan Dan Gaya Dorong Kapal Dengan Metode Analisa CFD.
- [7] Uji, B., & Antariksa, P. (2019). Pengaruh Diameter Baut Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Pesawat Uav Menggunakan Metode Elemen Hingga. 17, 26–32.
- [8] Wibawa, lasinta ari nendra. (n.d.). Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roket Menggunakan Autodesk Inventor Profesional 2017.
- [9] Wunda, S., Johannes, A. Z., Pingak, R. K., Ahab, A. S., Fisika, P., Sains, F., & Cendana, U. N. (2019). Analisis Tegangan , Regangan Dan Deformasi Crane Hook Dari Material Baja Aisi 1045 Dan Baja St 37 Menggunakan Software Elmer. 4(2).

-
- [10] Yusup, S. M., Yunus, R. M., & Samantha, Y. (2015). Perancangan Alat Press Hidroulik Kapasitas Maksimal 15 Ton. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), 15–18
- [11] Blog.tehniq.com
Jenis Mesin Las, Pengertian dan Fungsinya
- [12] Fitri Aras.A & Rahmatika.D. (2019). Perancangan Meja Laptop Portable Yang Ergonomis Untuk Penyandang Cerebral Palsy Dengan Pendekatan Antropometri
- [13] Oktarina.K & Dian Mahesti.A (2022). Analisa Perbandingan Kekuatan Bending Material Plat Kapal HLB4P004 Dengan ASTM A36 Menggunakan Variasi Kuat Arus.
- [14] Wibowo Ari Tyas, Wahyu Purwo Raharjo, dan Bambang Kusharjanta. 2014. Perancangan Dan Analisa Kekuatan Kontruksi Mesin Tekuk Plat Hidrolik. *Jurnal Mekanika* Volume 12 Nomor 2. 63.
- [15] Rianto, Ari. Sudjito Soeparman dan Sugiarto. Karakterisasi Kekuatan Bending dan Hidrofobisitas Komposit Serat Kulit waru (*Hibiscus tiliaceus*) Kontinyu Bermatrik Pati Ubi Kayu. *Jurnal Program Magister dan Doktor FT Universitas Brawijaya Malang*, vol: 2(2), hal: 130-136. 2011.