



Journal of Automotive Engineering Technology

ISSN (Print) XXXX-XXXX ISSN (Online) XXXX-XXXX

Article Category

Perancangan Jig Welding Berbasis Autodesk Inventor untuk Mendukung Stabilitas Positioning dan Efektivitas Proses Pengelasan Swing Arm Sepeda Motor Listrik

Lucky Ries Afiadi¹, Guruh Bayu², Milzam Nuha Dzakwan³, Edwin Sahrial Solih⁴

^{1,2,3,4} Teknologi Rekayasa Otomotif, Jl. Letjen Suprpto No.26, Cemp. Putih Tim, Jakarta 10510, Indonesia

ARTICLE INFO

Received : 07 February 2025
Revised : 15 March 2025
Published : 30 May 2025

KEYWORDS

Swing Arm, Jig Welding, Electrical Motor, Spot Welding, CAE

CORRESPONDENCE

E-mail Corresponding Author:

lucky.afiadi@gmail.com

E-mail Co-Author:

guruhhijriyahya@gmail.com

milzamtugas@gmail.com

This is an open access article under the CC-BY-NC license



A B T R A C T

Swing arm merupakan komponen krusial pada sepeda motor listrik yang membutuhkan presisi tinggi dalam proses fabrikasinya. Pengelasan manual yang selama ini digunakan rentan terhadap variasi posisi akibat keterbatasan operator dalam mempertahankan *alignment* komponen, sehingga berpotensi menimbulkan distorsi las. Penelitian ini bertujuan merancang *jig welding* berbasis *Autodesk Inventor* sebagai solusi untuk menghasilkan pengelasan *swing arm* yang lebih presisi dan konsisten. Kontribusi penelitian ini berupa desain 3D *jig welding* yang mencakup aspek teknis fabrikasi, ergonomi operator, dan analisis kekuatan struktur. Perancangan dilakukan melalui pemodelan 2D *swing arm*, pemilihan material S50C, serta penentuan titik *spot welding*. Analisis kekuatan struktur dilakukan menggunakan simulasi CAE dengan pembebanan statis 392,4 N, dilanjutkan simulasi CAM untuk menghasilkan *toolpath* pemrosesan komponen. Hasil simulasi CAE menunjukkan tegangan *Von Mises* sebesar 0,6366 MPa, jauh di bawah *yield strength* S50C sebesar 375 MPa. Nilai *displacement* hanya 0,001506 mm dan *safety factor* mendekati 15 ul, mengindikasikan struktur dalam kondisi aman. Desain *jig* dilengkapi *pad adjuster*, *locator body*, dan *clamp* yang mampu memposisikan komponen secara tepat dan stabil. Penggunaan *jig welding* terbukti mampu menghasilkan kualitas pengelasan yang konsisten dan kepresisian yang tinggi dibandingkan pengelasan manual.

PENDAHULUAN

Industri manufaktur memegang posisi yang sangat strategis, khususnya dalam proses penciptaan berbagai produk (Fitriani et al., 2024; Solih et al., 2025). Persaingan di area yang semakin kompetitif menjadikan tuntutan penuh bagi perusahaan untuk memenuhi kebutuhan konsumen serta menjaga kualitas produk yang baik (Safinatunnaja, 2024; Shalihah & Kiswanto, 2023). Salah satu produk otomotif yang krusial yaitu *swing arm* yang berfungsi sebagai penopang roda belakang sekaligus menjaga kestabilan dan kenyamanan kendaraan saat digunakan (Bachri et al., 2023). Oleh karena itu, dalam proses produksi *swing arm*, diperlukan standar manufaktur yang baik guna menghasilkan produk berkualitas dan berkesinambungan tinggi. Hal ini termasuk penerapan sistem pelumasan yang tepat pada bagian poros (*bushing*) guna mengurangi gesekan, mencegah keausan dini, serta memastikan mekanisme gerak *swing arm* tetap bekerja secara optimal (Safiril et al., 2023; Safiril, Azmi, et al., 2024).

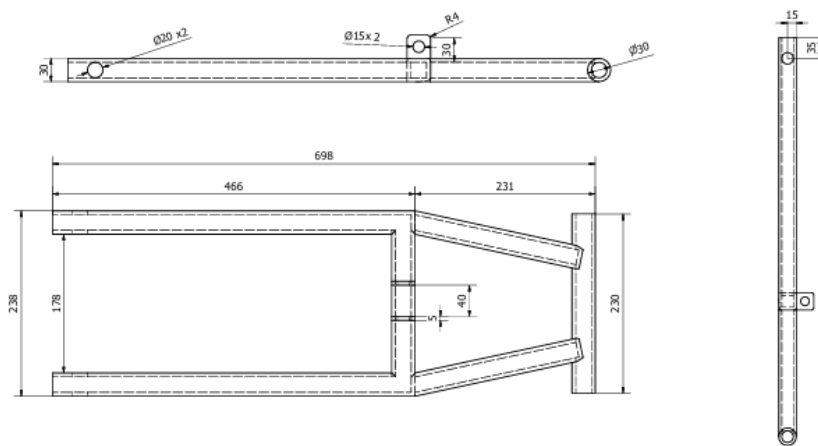
Proses fabrikasi dan pengelasan pada *swing arm* biasanya diterapkan di sejumlah titik tertentu yang terdapat pada bagian-bagian komponennya. Permasalahan yang terjadi pada pengelasan manual sering kali menghasilkan variasi posisi

yang beragam. Pada situasi demikian, kesulitan operator dalam mempertahankan *alignment* komponen yang menyebabkan *distorsi* las yang tidak terdeteksi hingga tahap akhir produksi (AchmatTirtaAryaPribadi, 2021). Dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan suatu alat bantu produksi yang dapat memposisikan komponen secara tepat selama proses pengelasan berlangsung.

Oleh penelitian sebelumnya yang membahas tentang *swing arm* sepeda motor listrik umumnya berfokus analisis kekuatan struktur, tegangan *von mises*, *displacement*, dan faktor keamanan menggunakan simulasi perangkat lunak CAD/CAE (Bachri et al., 2023). Namun, di dalam penelitian tersebut tidak membahas secara spesifik proses manufaktur, khususnya pada tahap pengelasan *swing arm* yang berpengaruh terhadap ketepatan *alignment*, kestabilan posisi komponen, serta kualitas hasil pengelasan (nailul hidayat, 2023). Selain itu, penelitian mengenai perancangan *jig welding* untuk *swing arm* sepeda motor listrik masih relatif jarang ditemukan, padahal komponen tersebut membutuhkan tingkat presisi yang tinggi dalam proses fabrikasinya. Kontribusi dari penelitian ini adalah perancangan konsep desain 3D *jig welding* yang dapat membantu proses *positioning* komponen *swing arm* sepeda motor listrik agar lebih presisi, stabil, dan konsisten selama proses pengelasan berlangsung.

METODE

Permodelan 2D *swing arm*



Gambar. 1 *Swing arm*

Dalam merancang *jig swing arm* langkah awal yaitu membuat 2D model terlebih dahulu. 2D model ini dirancang menggunakan *software autodesk inventor 2025* dengan mengikuti dimensi standar *swing arm* pada motor listrik ELGO. Tujuan perancangan produk 2D *swing arm* adalah untuk memvisualkan bentuk, dimensi, dan geometri komponen secara presisi sebelum proses manufaktur dilakukan, sehingga pada tahap ini dapat efektif dan efisien (Nurhadi et al. 2025). Pada *Gambar 1* 2D *swing arm* ditampilkan terdapat *pivot*, *suspension mountain*, dan *bridge*, dari ketiga elemen tersebut berpengaruh langsung terhadap akurasi perakitan dan distribusi beban dinamis disaat kendaraan dioperasikan. Berdasarkan hal tersebut, ketepatan desain 2D *swing arm* berperan penting dalam menjamin kesesuaian dimensi, geometri, dan fungsi komponen pada tahap manufaktur berikutnya.

Penggunaan *jig* yang dirancang dengan tepat terbukti mampu mempersingkat waktu operasional proses manufaktur sekaligus menghasilkan akurasi dimensi produk akhir yang tinggi (Indrawan et al., 2024). Selain itu, dalam penggunaan *jig* dapat mencegah terjadinya *distorsi* berupa perubahan dimensi pada komponen selama proses pengelasan, terutama pada area sambungan yang memiliki geometri kompleks dan bersifat asimetris sehingga rentan terhadap *deformasi* apabila tidak ditopang dengan sistem penahan yang tepat (keyence 2019).

Karakteristik material

Tahap penentuan material ditentukan berdasarkan fungsi dan kebutuhan dari kekuatan masing masing bagian. Pada komponen *locator* digunakan material S50C begitu pula dengan komponen meja *jig*. Material S50C memiliki kekuatan untuk menampung beban serta ketahanan aus dari material sehingga sering dimanfaatkan untuk kebutuhan manufaktur berkekuatan

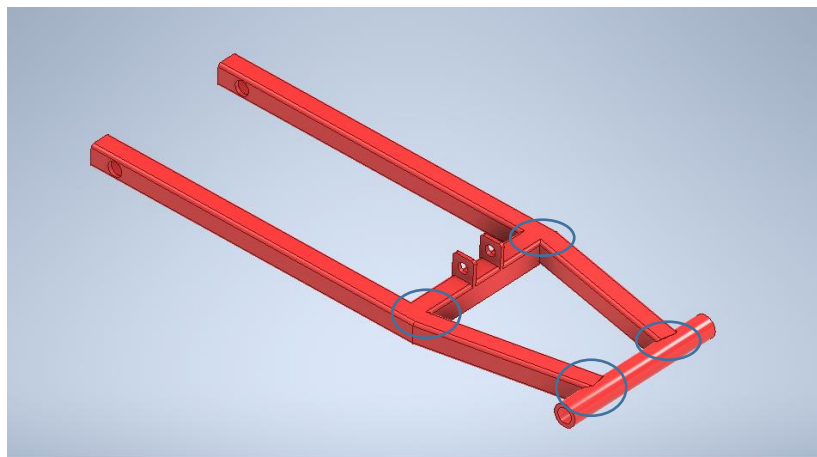
tinggi (Syafrizal, 2026). Pemilihan material S50C bertujuan memastikan kekakuan *jig* yang cukup dalam menahan beban penjepitan serta meminimalkan *deformasi* selama pengelasan. S50C mempunyai kandungan karbon sebesar 0,47% - 0,53% menjadikannya sebuah opsi yang tepat untuk komponen yang membutuhkan kekerasan tinggi (Syafrizal, 2026).

Alasan pemilihan S50C diperkuat dari sifat mekanik tersebut yang memungkinkan komponen *jig* mampu mempertahankan akurasi dimensinya meskipun terjadinya tegangan termal yang berulang selama pengelasan. Ketidakseragaman sebaran panas yang terjadi dalam proses pengelasan berpotensi memicu peningkatan *deformasi* secara signifikan jika variabel-variabel termal dibiarkan tanpa pengawasan yang memadai (Han et al. 2024). Data material diambil dari standar yang relevan dan diterapkan secara konsisten pada seluruh komponen untuk memastikan performa *jig* dipengaruhi oleh desain geometrinya, bukan variasi sifat material. Parameter sifat mekanik material S50C yang digunakan dalam perancangan *locator* dan meja *jig* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi material S50C

Properti	Nilai	Satuan
Tensile strength	>630	Mpa
Yield strength	>375	Mpa
Hardness	<235	HB
Elongation Ration	>14	%
Reduction of area	>40	Psi

Penentuan *Spot Welding*



Gambar. 2 Titik *spot welding*

Gambar 2 menunjukkan titik-titik *welding* yang ditandai dengan lingkaran warna biru yang akan dilakukan dalam proses penyambungan. Bermula dari bagian-bagian komponen yang terpisah menjadi satu melalui proses pengelasan. Kualitas sambungan las sangat mempengaruhi struktur komponen yang kokoh (Harun, A. P., dkk. 2024). Secara umum, *jig* dapat meningkatkan akurasi posisi benda kerja dalam proses penyambungan serta mengurangi *deformasi* akibat panas pengelasan (Sibanda et al., 2023). Hal ini harus di pahami, penentuan titik pengelasan yang tepat dan penggunaan *jig* sebagai alat bantu sangat diperlukan untuk menghasilkan sambungan las yang berkualitas, akurat, dan bebas dari *deformasi* akibat panas pengelasan.

Rumus *Force Load* untuk Analisis CAE:

Gaya Beban Statis (*Static Load*)

Dalam analisis berbasis *Computer-Aided Engineering* (CAE), penentuan gaya beban yang bekerja pada suatu komponen struktural merupakan tahap dasar sebelum simulasi dilaksanakan. Salah satu beban utama yang diperhitungkan adalah gaya beban statis (*static load*), yaitu gaya yang timbul akibat pengaruh gravitasi terhadap *massa* benda (Safriil, Wirandi, et al., 2024; Wati, 2026). Gaya beban statis diformulasikan dengan persamaan:

$$f = m \times g \quad (1)$$

Keterangan:

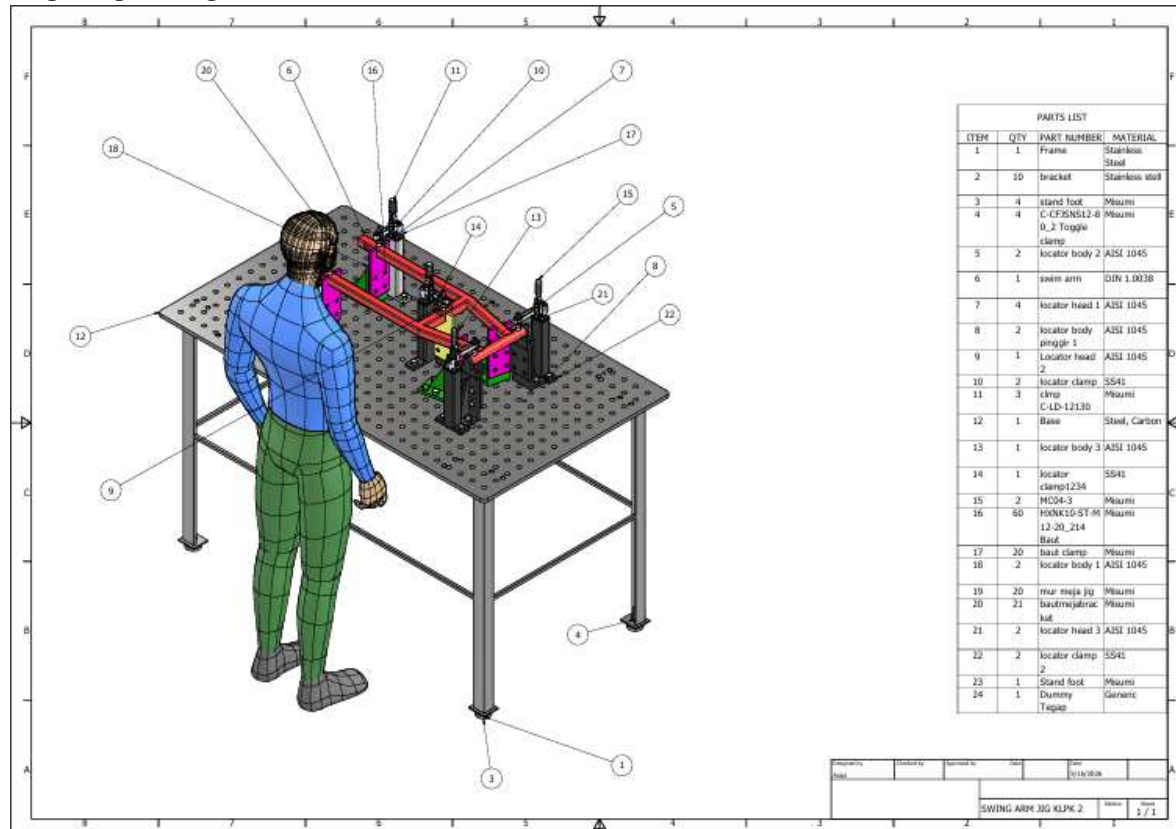
F = Gaya beban (N)

m= Massa benda kerja (kg)

g = Percepatan gravitasi = 9,81 m/s²

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Jig welding

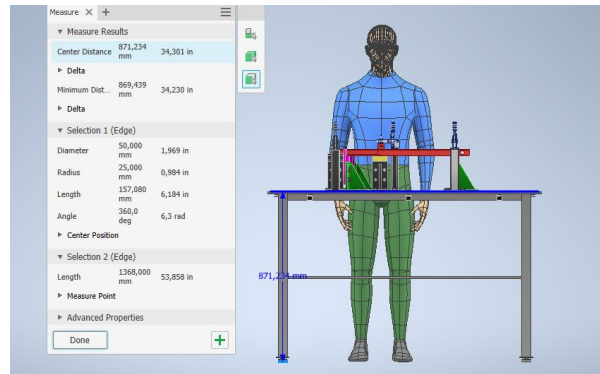


Gambar. 3 Desain Jig welding swing arm

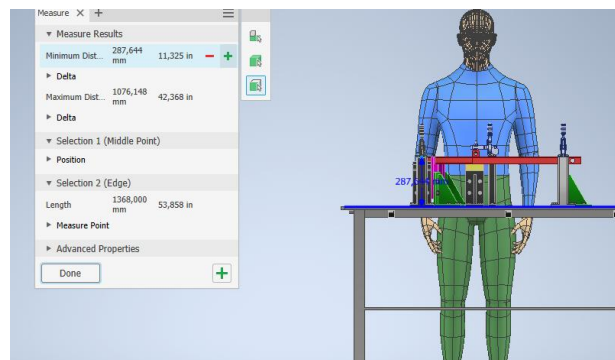
Sesuai *Gambar. 3* di atas merupakan rancangan desain tiga dimensi beserta komponen-komponennya yang digunakan sebagai alat bantu bernama *jig*. Secara struktural meja *jig* diatas tersusun dari *pad adjuster*, *frame meja*, dan meja sebagai bidang kerja yang menempatkan sebuah bagian-bagian seperti *locator body*, *head* serta *clamp*. Dari elemen struktural tersebut tidak sekedar dirancang untuk memenuhi kebutuhan teknis fabrikasi, akan tetapi dalam mendesain perlu mempertimbangkan aspek kenyamanan dan keselamatan operator jangka panjang. Oleh sebab itu salah satu solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan menambahkan *pad adjuster*.

Kemampuan *pad adjuster* terhadap meja *jig* memberikan keleluasaan bagi operator untuk menyesuaikan posisi permukaan kerja sesuai dengan proporsi tubuhnya, di mana posisi ideal tercapai ketika sudut siku berada pada 90° sehingga distribusi beban pada tulang belakang dapat terjaga dengan baik (Alifia, S., & Putri, P. A. 2023). Penerapan perubahan desain yang berorientasi pada kenyamanan kerja, seperti hadirnya meja yang dapat diatur ketinggiannya, diyakini berpotensi menekan nilai skor REBA sampai separuhnya, yang pada akhirnya berdampak pada berkurangnya keluhan gangguan otot dan sendi secara nyata sekaligus meningkatkan keamanan kerja bagi operator di lapangan (Darçın & Alkan, 2025).

Posisi operator



Gambar. 4 Tinggi dari lantai hingga *base*



Gambar. 5 Tinggi dari *base* hingga *locator*

Gambar di atas menunjukkan simulasi posisi operator berdiri di depan meja *jig welding* yang dirancang dengan mempertimbangkan aspek ergonomi berdasarkan data antropometri tubuh manusia. Dari gambar tersebut terlihat bahwa tinggi permukaan meja *jig* dirancang sejajar dengan tinggi siku operator dalam posisi berdiri tegak. Hal ini merupakan prinsip dasar ergonomi *workstation* yang bertujuan meminimalkan beban pada bahu, leher, dan tulang belakang (Sutjipto, F. W. 2025). Dengan demikian, pengaturan tinggi meja *jig* yang sesuai dengan antropometri operator sangat penting untuk menciptakan proses pengelasan yang lebih nyaman, aman, dan ergonomis.

Hal ini dibuktikan berdasarkan hasil pengukuran pada *software* yang menunjukkan bahwa ketinggian dari lantai hingga permukaan atas meja kerja adalah 871,23 mm, sedangkan jarak dari atas meja kerja hingga titik *locator* adalah 287,64 mm, sehingga total ketinggian keseluruhan struktur *jig* dari lantai hingga locator mencapai 1.158,87 mm. Dimensi ketinggian ini sesuai dengan hasil penelitian (Zhang et al, 2019) yang membuktikan melalui simulasi digital human menggunakan perangkat lunak Jack bahwa ketinggian operasi yang optimal untuk *welder* berdiri berkisar antara 1000–1150 mm dari lantai, di mana ketinggian terbaik untuk operator laki-laki persentil ke-5 hingga ke-50 adalah 1050–1100 mm dan untuk operator perempuan adalah 1000–1050 mm, sehingga operator dapat bekerja dengan postur tubuh yang nyaman, meminimalkan tekanan pada punggung bawah, serta mendukung akurasi proses pengelasan selama operasi berlangsung

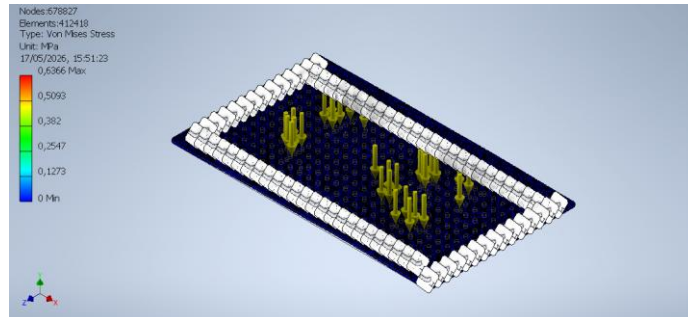
CAE (*Computer aided engginering*)

Untuk mengetahui kekuatan tarik dari material yang diuji dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *software inventor* yaitu *stress analys*. Fitur *stress analys* yang terdapat di *software inventor* atau umumnya dikenal dengan simulasi berbasis CAE menjadikan peran penting untuk menguji performa struktur rangka secara akurat tanpa membuat *prototipe* fisik terlebih dahulu (Furqani & Arief, 2022). Data yang diberikan pada CAE demikian, memuat gambaran ketika deformasi, bagaimana distribusi tegangan serta faktor keamanan agar memungkinkan optimalisasi terhadap desain sebelum di produksi (Pamungkas & Widi, 2026). Langkah yang digunakan pada simulasi ini yaitu menetapkan kondisi tumpuan tetap atau *fixed support* dan lokasi titik beban statis, kemudian menjalankan simulasi perhitungan numerik untuk memperoleh hasil distribusi tegangan *von mises stress*, *deformation*, dan *safety factor* (Pamungkas & Widi, 2026).

Diketahui perhitungan *massa* dari seluruh komponen seperti *locator body*, *locator head*, *clamp* sebesar 40 kg. Berikut ini perhitungan dari *Force Load* base meja *jig* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 f &= m \times g \\
 &= 40 \text{ kg} \times 9,81 \text{ N} \\
 &392,4 \text{ N}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

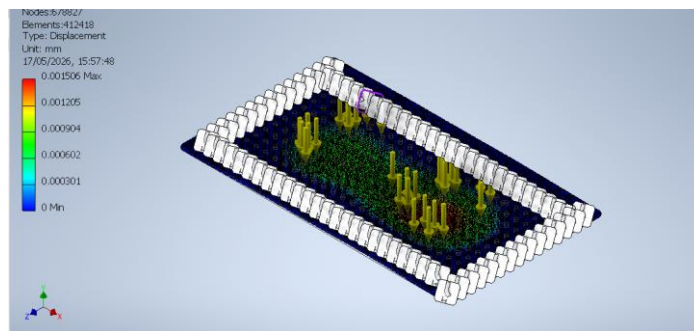
Von mises stress



Gambar. 6 *Von misses*

Pada pengujian dengan beban 392,4 N menghasilkan sebuah simulasi dari distribusi tegangan *von mises*. Berdasarkan hasil simulasi pada rangka meja *jig welding* dengan material S50C pada gambar 6 diperoleh distribusi tegangan *von Mises* sebesar 0,637 Mpa. Merujuk dengan tabel 1 yang membahas spesifikasi material S50C *yield strength* sebesar 375 Mpa menandakan hasil simulasi masih berada jauh di bawah batas tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa struktur berada dalam kondisi aman terhadap beban yang diberikan (Tabayyun, 2025).

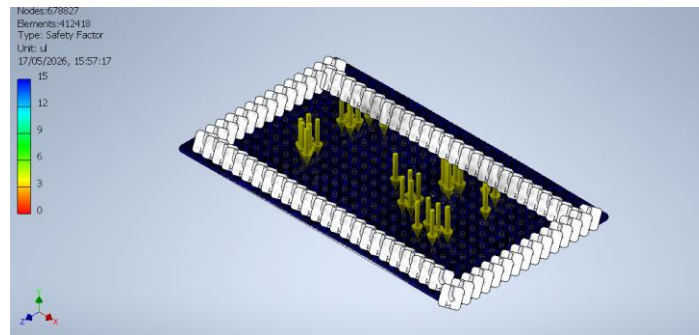
Displacement



Gambar. 7 *Displacement*

Pada pengujian dengan beban 392,4 N menghasilkan sebuah simulasi dari distribusi tegangan *displacement*. Berdasarkan hasil simulasi pada rangka meja *jig welding* dengan material S50C pada gambar 7 diperoleh nilai *displacement* sebesar $1,506 \times 10^{-3}$.

Safety factor

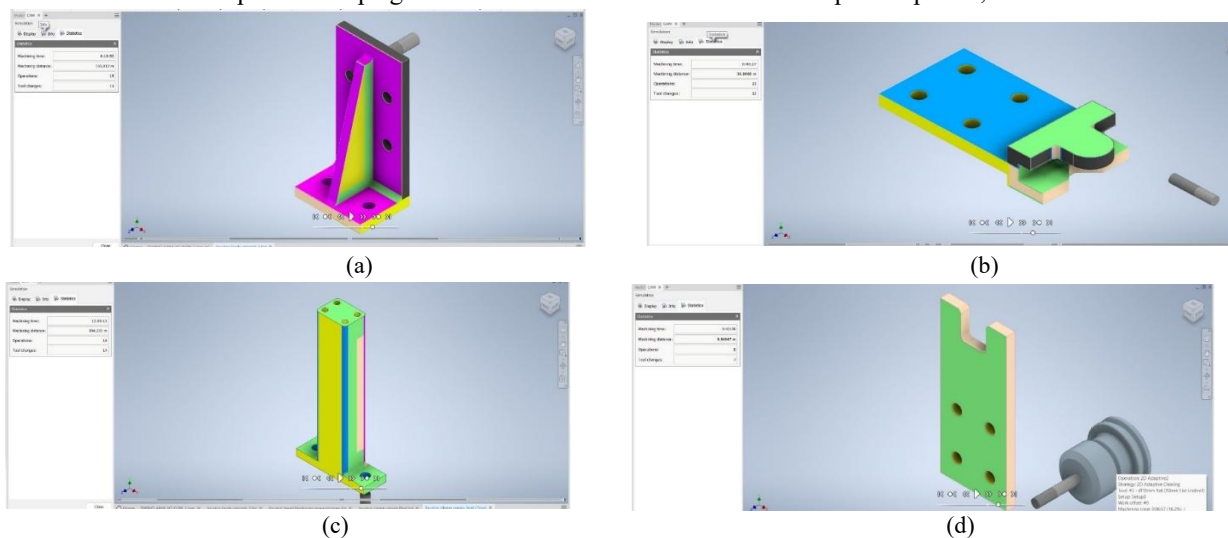


Gambar. 8 Safety factor

Berdasarkan hasil simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) yang memperlihatkan bahwa hampir seluruh area struktur didominasi oleh warna biru tua, yang bersesuaian dengan nilai faktor keamanan mendekati atau sama dengan 15 ul. Kondisi ini mengindikasikan bahwa material pada bagian utama struktur *base* meja bekerja jauh di bawah batas kekuatan luluhnya (*yield strength*) pada kondisi pembebanan yang dimodelkan.

CAM (Computer aided manufacturing)

Sebelum proses fabrikasi komponen diperlukan simulasi pemesian menggunakan *software autodesk inventor* pada fitur CAM. Proses CAM diawali dengan pembuatan model 3D terlebih dahulu yang kemudian di lanjutkan dengan proses simulasi pergerakan *toolpath*. *Output* dari pergerakan *toolpath* ini akan berupa *gcode* atau rangkaian *alfanumerik* untuk mengendalikan mesin CNC selama proses pemesian berlangsung (Novansyah & Abizar, 2023). Tahapan simulasi CAM ini memastikan proses fabrikasi komponen *jig welding swing arm* berjalan akurat dan efisien sebelum mesin CNC dioperasikan secara aktual. Berikut ditampilkan berupa gambar hasil simulasi CAM untuk beberapa komponen;



Gambar 10. Simulasi CAM, (a) *locator body* ; (b), *locator head* ; (c) *locator clamp* ; (d) *locator head 2*

Dapat ditunjukkan oleh *Gambar.10* merupakan hasil CAM dari *locator body*, *locator head*, *locator clamp*. Tujuan dari CAM adalah untuk meningkatkan presisi dan efisiensi produksi dengan meminimalkan kesalahan manusia, mengoptimalkan jalur pahat (*toolpath*), serta mempercepat proses dari tahap desain hingga ke tahap produksi nyata. Selain itu, CAM juga memungkinkan dilakukannya simulasi proses pemotongan secara virtual sebelum produksi berlangsung, sehingga potensi kesalahan, tabrakan pahat, maupun pemborosan material dapat dideteksi dan dihindari lebih awal.

KESIMPULAN

Diperoleh desain *jig welding* berupa 3D yang dirancang menggunakan *software inventor* untuk proses pengelasan *swing arm* dan secara struktur *base* pada *jig* telah di analisis melalui pendekatan simulasi CAE yang menyimpulkan bahwa struktur berada dalam kondisi aman terhadap beban yang diberikan. Dalam desain *jig* tersebut terdapat *pad adjuster*, *frame* meja, *locator body*, dan *clamp* yang berfungsi untuk memposisikan komponen *swing arm* secara tepat, stabil, dan konsisten selama proses pengelasan berlangsung. Proses pengelasan manual selama ini rentan terhadap variasi posisi akibat

keterbatasan operator dalam mempertahankan *alignment* komponen secara konsisten, sehingga penggunaan *jig welding* hadir sebagai solusi yang mampu menghasilkan kualitas pengelasan yang konsisten dan kepresisian yang tinggi.

Nilai tegangan *Von Mises* yang diperoleh sebesar 0,637 MPa berada jauh di bawah nilai *yield strength* material S50C sebesar 375 MPa, sementara nilai *displacement* maksimum yang terjadi hanya sebesar $1,506 \times 10^{-3}$ yang mengindikasikan *deformasi* struktural yang sangat minimal. Selain itu, distribusi faktor keamanan (*safety factor*) yang mendominasi hampir seluruh area struktur dengan nilai mendekati 15 ul jauh melampaui batas minimum yang dipersyaratkan sebesar 1,5 secara tegas mengonfirmasi bahwa seluruh komponen struktur meja *jig welding* berada dalam kondisi aman terhadap beban yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ar Rasyid, F., Pratiwi, A. I., & Zahrotul W, A. (2025). Penerapan Metode QFD untuk Redesain Rak Jig pada Proses Die Change di Perusahaan Produksi Otomotif. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(6), 4344–4355. <https://doi.org/10.38035/rrij.v7i6>
- Bachri, K. O., Soewono, A. D., & Nabil, A. (2023). Cylinder: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin ANALISIS KEKUATAN PURWARUPA SWING ARM UNTUK SEPEDA MOTOR LISTRIK: STUDI KASUS PADA PT “SC.”9.
- Caroline, T. A., & Wahyuni, O. D. (2026). Analisis Ergonomi Posisi Duduk dan Desain Kursi terhadap Keluhan Nyeri Punggung Bawah pada Mahasiswa Kedokteran Universitas Tarumanagara. 6(November 2025). <https://doi.org/10.55606/jikki.v6i1.9769>
- Dwicahya, A.R. et al. (2025). Rancang Bangun dan Analisis Jig Welding Pengelasan Siku Sebagai Alat Bantu Praktikum Produksi Jig & Fixture di Politeknik STMI Jakarta. *Jurnal Serambi Engineering*, Vol.10, No.2. Available: <https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/835>
- Darçın, M., & Alkan, M. (2025). Ergonomic risk assessment in heavy equipment manufacturing: A REBA-based analysis in a crane production facility. *The Journal of Applied Engineering and Agriculture Sciences*, 2(1), 33–43. <https://dergipark.org.tr/en/pub/umtd>
- Fitriani, Y. N., Andre, J., & Penga, T. (2024). *Strategi Orientasi Pada Industri Manufaktur*. 2(3).
- Furqani, I., & Arief, R. K. (2022). *Analisis Kekuatan Rangka Mesin Perontok Padi Menggunakan Solidworks 2019*. 6(2), 42–49.
- Harun, A. P., dkk. (2024). Analisa arus pengelasan terhadap kekuatan sambungan las metode lap join. <https://ojs.ukipaulus.ac.id/index.php/pmej/article/view/1297/1030>
- Indrawan, R., Purnomo, D.A., Bisono, F., Karuniawan, B.W., dan Fajardini, R.A. (2024). Design and Fabrication of Jig and Fixture for Milling Operations in the Manufacturing Sector.
- ROTASI, Vol.26, No.4, Hal.54–59. <https://doi.org/10.14710/rotasi.26.4.54-59>
- Keysoft. (2023, Februari 20). Bill of Material dan kegunaannya dalam kegiatan produksi. Keysoft Co. <https://keysoft.co.id/read/kegunaan-bill-material>
- Lestari, V., Surya, M., & Prasetya, A. (2024). Mengenal gaya gravitasi: Mekanisme dibalik tertariknya benda-benda ke Bumi. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(12), 1–10. <https://conference.trunojoyo.ac.id/pub/senco/article/download/1040/996>
- Novansyah, F., & Abizar, H. (2023). Analisis pemrograman CNC milling pada pembuatan disc brake menggunakan CAD CAM. *KURVATEK*, 8(1), 73–80. <https://doi.org/10.33579/krvtk.v8i1.4022>
- Pamungkas, D. B., & Widi, I. K. A. (2026). Analisis perancangan rangka penyangga mesin injeksi molding plastik vertikal pneumatik dengan pendekatan metode elemen hingga. *Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi (JMMME)*, 6(1), 215–221. <https://doi.org/10.47549/jmmme.v6i1.15924>
- Safinatunnaja, I. (2024). PERANCANGAN JIG AND FIXTURE PENGELASAN SWING ARM NON-OEM SEPEDA MOTOR CUSTOM.
- Safril, S., Azmi, W. H., Sharif, M. Z., & Zawawi, N. N. M. (2024). The Tribology Evaluation on a Four-Ball Tribometer Lubricated by Al₂O₃/PAG Nanolubricants. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 21(1), 11055–11063. <https://doi.org/10.15282/ijame.21.1.2024.09.0855>
- Safril, S., Azmi, W. H., Zawawi, N. N. M., & Ramadhan, A. I. (2023). Tribology Performance of TiO₂-SiO₂/PVE Nanolubricant at Various Binary Ratios for the Automotive Air-conditioning System. *Automotive Experiences*, 6(3), 485–496. <https://doi.org/10.31603/ae.10255>
- Safril, S., Wirandi, M., Sumasto, F., Imansuri, F., Fauzi, W., & Aji, R. M. P. (2024). Improvement productivity analysis in the application of electro-pneumatic for production of automotive components. *AIP Conference Proceedings*, 3093(1), 70001. <https://doi.org/10.1063/5.0248567>
- Shalihah, A. R., & Kiswanto, G. (2023). *Preliminary Design of 2D Ultrasonic Vibration Assisted Micro-milling (UVAMM) Using Piezoelectric Stack Actuator BT - Advances in Automation, Mechanical and Design Engineering* (G. Carbone, M. A. Laribi, & Z. Jiang, Eds.; pp. 269–276). Springer Nature Switzerland.

- Sibanda, P. S., Daniyan, I. A., Mpofu, K., Sekano, E. P., & Seloane, W. T. (2023). Performance evaluation of a smart welding fixture and jig assembly. *International Journal of Applied Engineering and Technology*, 5(3), 163–170. Preparation of Papers in Two-Column Format
- Solih, E. S., Purbaningrum, S. P., Nurhadi, F. F., Agustin, D., & Fauzi, W. (2025). Dasar Dasar Ilmu Bahan dalam Dies Stamping dan Mold. In *Eureka Media Aksara*.
- Sutjipto, F. W. (2025). Perancangan ulang meja kerja ergonomis pada proses pengelasan di PT Elang Jagad [Undergraduate thesis, Widya Mandala Surabaya Catholic University]. <https://repository.ukwms.ac.id/id/eprint/43965/>
- Tabayyun, C. (2025). *Analisis Frame Meja Dandori Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA)*. 04(02), 77–87.
- Wati, R. A. (2026). *EKSPLORASI KONSEP-KONSEP FISIKA TERHADAP AKTIVITAS NAIK TANGGA*. 676–683.
- Xiris Automation Inc. (2025, October 20). Distorsi pengelasan: Penyebab, pencegahan, dan perbaikan. <https://blog.xiris.com/blog/welding-distortion>
- Zhang, Y., Wu, X., Gao, J., Chen, J., & Xv, X. (2019). Simulation and ergonomic evaluation of welders' standing posture using Jack software. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), 4354. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224354>

-This page intentional to be blank-