

ANALISIS KEKUATAN DAN OPTIMASI DESAIN *FIXTURE ASSEMBLY* PADA PROSES PERAKITAN SEPEDA MOTOR *MINI TRAIL* DI PT. XYZ

Yusup Maulana^{1*}, Agung Nugroho¹

¹Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim
Jl. Raya Manyaran-Gunungpati, Nongkosawit, Kec. Gunungpati, Kota Semarang 50224

*Email: yusupmln33@gmail.com

Abstrak

Fixture assembly merupakan salah satu komponen penting dalam proses perakitan sepeda motor, terutama untuk menjaga posisi dan kestabilan komponen saat dilakukan pemasangan. Pada PT. XYZ, *fixture* yang digunakan pada proses perakitan sepeda motor *mini trail* mengalami permasalahan berupa deformasi dan menurunnya presisi akibat distribusi beban yang tidak merata. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan struktur *fixture* melalui pendekatan simulasi *Finite Element Analysis (FEA)* dengan fokus pada parameter tegangan *Von Mises* dan faktor keamanan. Pemodelan dilakukan menggunakan *SolidWorks 2023* dengan material *alloy steel* dan kondisi pembebanan yang disesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain awal menghasilkan tegangan *Von Mises* sebesar 54,41 MPa dan faktor keamanan 11,40. Setelah dilakukan optimasi dengan penambahan penyangga belakang, tegangan maksimum menurun menjadi 24,43 MPa dan faktor keamanan meningkat menjadi 25,40. Nilai tegangan yang jauh di bawah *yield strength* material menunjukkan bahwa struktur *fixture* berada dalam kondisi aman dan layak digunakan. Penambahan penyangga terbukti efektif dalam mengurangi konsentrasi tegangan dan meningkatkan keselamatan operasional pada proses perakitan.

Kata kunci: *FEA, Fixture, Faktor Keamanan, SolidWorks, Tegangan Von Mises*

1. PENDAHULUAN

Industri otomotif Indonesia terus berkembang sejalan dengan peningkatan kebutuhan masyarakat akan transportasi yang efisien. Sepeda motor menjadi salah satu transportasi yang paling diminati karena desainnya yang kompak, hemat energi, dan mampu menjangkau berbagai kondisi jalan. Salah satu jenis sepeda motor yang populer adalah *mini trail*, yaitu motor yang dirancang untuk digunakan pada berbagai medan termasuk pegunungan, hutan, dan jalur tanah (Willynata Alvin, 2023). Dalam konteks manufaktur, konsistensi kualitas produk menjadi faktor penting bagi daya saing perusahaan, sehingga efisiensi proses perakitan harus dijaga secara optimal (Agustin dkk., 2023).

PT. XYZ sebagai perusahaan manufaktur kendaraan roda dua memproduksi berbagai jenis motor untuk kebutuhan konsumen di berbagai segmen, termasuk *mini trail*. Pada proses perakitan unit *mini trail* di *line* produksi, *fixture assembly* memiliki peran krusial untuk menopang rangka, mesin, dan komponen lainnya selama unit berada di atas konveyor. Unit *mini trail* tidak dilengkapi dengan standar tengah sehingga membutuhkan *fixture* sebagai penopang utama agar posisi rangka tetap stabil. *Fixture* secara umum merupakan alat bantu yang digunakan untuk memposisikan, menahan, dan menjaga komponen selama proses permesinan maupun perakitan (Prasetyo dkk., 2016). Keberadaan alat bantu ini terbukti meningkatkan efektivitas dan efisiensi produksi dengan meminimalkan kesalahan kerja operator (Adrian Alamtra dkk., 2023).

Pada proses perakitan di *Line B* PT. XYZ, *fixture assembly* dipasang dengan kemiringan sekitar 20° dari posisi vertikal untuk menghindari unit jatuh saat berada di atas konveyor. Namun, desain kemiringan tersebut menimbulkan konsekuensi mekanis berupa tidak merata beban karena pusat massa unit bergeser ke belakang. Pergeseran ini menghasilkan momen lentur yang besar dan membebani bagian penopang *fixture* secara berulang. Berdasarkan hasil observasi, kondisi tersebut memicu deformasi seperti penyok dan kelengkungan lokal, yang pada akhirnya mengganggu kelancaran proses produksi. Jika tidak ditangani, kerusakan pada *fixture* dapat menurunkan presisi pemasangan, meningkatkan risiko cacat produk, dan membahayakan keselamatan operator

(Syarifudin Ardana dkk., 2023). Kerusakan pada *fixture assembly* tidak hanya mengganggu kualitas produk, tetapi juga dapat menyebabkan penurunan efisiensi lini perakitan. Untuk memastikan bahwa *fixture* mampu menahan beban unit mini trail secara aman, diperlukan analisis kekuatan struktur berdasarkan kondisi pembebanan aktual. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui kemampuan *fixture* dalam menahan gaya statis dari unit yang terpasang serta mengidentifikasi titik-titik kritis yang berpotensi mengalami kegagalan. Salah satu metode yang umum digunakan adalah *Finite Element Analysis (FEA)*, yang mampu di simulasikan perilaku mekanik struktur terhadap beban kerja berdasarkan sifat material dan kondisi batas (*boundary condition*) tertentu (Lawolo dkk., 2025).

Penelitian ini difokuskan pada analisis kekuatan *fixture assembly* menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* dengan pendekatan *FEA* untuk meninjau dua parameter utama, yaitu tegangan *von mises* dan *factor of safety*. Melalui analisis ini diharapkan dapat diperoleh gambaran mengenai kelayakan struktural *fixture*, potensi kelemahan desain, serta rekomendasi perbaikan agar *fixture* lebih kuat, aman, dan memiliki umur pakai yang lebih panjang. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi nyata dalam mendukung kelancaran proses produksi sekaligus meningkatkan keselamatan kerja di lingkungan industri.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada proses perakitan sepeda motor mini trail di *line b* PT. XYZ. Objek yang dianalisis adalah *fixture assembly* yang berfungsi menopang rangka dan mesin selama unit berada di atas konveyor. *Fixture* memiliki kemiringan sekitar 20° untuk mencegah unit jatuh, sehingga menimbulkan beban tidak merata yang perlu dianalisis secara mekanis. Gambar 1 di bawah menunjukkan posisi pemasangan *fixture assembly* pada proses perakitan sepeda motor mini trail di *line b* PT. XYZ.



Gambar 1. Posisi *fixture assembly* di *line b* PT. XYZ

2.2 Pengumpulan Data dan Pengukuran Dimensi

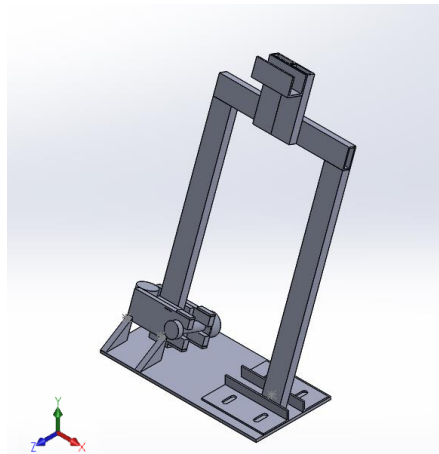
Data dimensi *fixture*, ketebalan material, luas penampang, posisi titik tumpu, dan titik kontak rangka diperoleh melalui observasi langsung di area produksi. Seluruh dimensi dicatat dan digunakan sebagai dasar pembuatan model tiga dimensi. Selain itu, sifat mekanik material *alloy steel* diambil dari *database material solidworks 2023* sebagai referensi simulasi yang dapat dilihat pada tabel 1 *mechanical properties alloy steel* pada *solidworks 2023* di bawah ini.

Tabel 1. *Mechanical properties alloy steel* pada *solidworks 2023*

<i>Density</i> (kg.m3)	<i>Elastic Modulus</i> (GPa)	<i>Paisson Ration</i>	<i>Tensile Strenght</i> (MPa)	<i>Yield Strength</i> (MPa)	<i>Shear Modulus</i> (GPa)
7700	210	0.28	723.8256	620,42	79

2.3 Pembuatan Model Tiga Dimensi

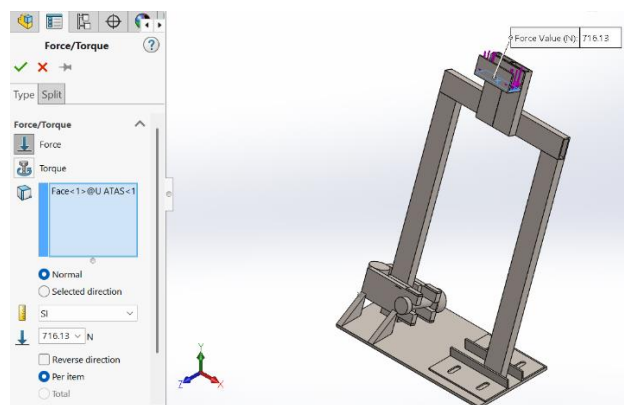
Model 3D *fixture assembly* dibuat menggunakan *solidworks 2023* sesuai geometri asli hasil pengukuran. Pemodelan mencakup rangka utama,udukan depan, penopang belakang, serta elemen tambahan lain yang mempengaruhi distribusi beban. Pada gambar 2 di bawah ini menunjukkan desain awal tiga dimensi *fixture assembly* pada proses perakitan sepeda motor *mini trail* di PT. XYZ.



Gambar 2. Desain awal tiga dimensi *fixture assembly*

2.4 Penentuan Kondisi Batas dan Pembebanan

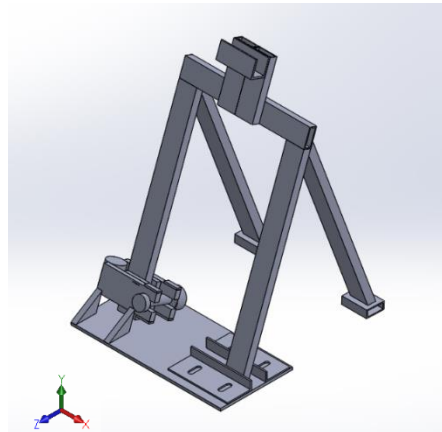
Pada simulasi *Finite Element Analysis (FEA)*, beberapa kondisi batas ditetapkan, yaitu: *fixed geometry* pada bagian kaki *fixture* yang terhubung ke konveyor, pembebanan statis sebesar 73 Kg atau 716,13 N dapat di lihat pada gambar 3 di bawah ini yang menggambarkan berat unit *mini trail* saat diposisikan pada *fixture* dan kemiringan 20° sebagai kondisi aktual yang menyebabkan bergesernya pusat massa. Proses *meshing* menggunakan elemen *solid* dengan ukuran menengah agar hasil tetap akurat namun efisien secara komputasi.



Gambar 3. Penentuan pembebanan statis *fixture*

2.5 Optimasi Desain

Berdasarkan hasil simulasi awal, ditemukan bahwa tegangan terbesar terletak pada bagian rangka *fixture*, yang berpotensi mengalami deformasi permanen akibat konsentrasi beban. Oleh karena itu, dilakukan proses optimasi desain dengan menambahkan penyangga tambahan di sisi belakang rangka. Tujuan modifikasi ini adalah untuk meningkatkan kekakuan struktur dan mengurangi tegangan maksimum yang timbul. Setelah desain baru selesai, simulasi *FEA* dilakukan kembali menggunakan parameter pembebanan dan batasan yang sama seperti sebelumnya. Hasil optimasi pada gambar 4 kemudian dibandingkan dengan desain awal untuk mengetahui sejauh mana perbaikan terjadi terhadap distribusi tegangan dan nilai faktor keamanan.

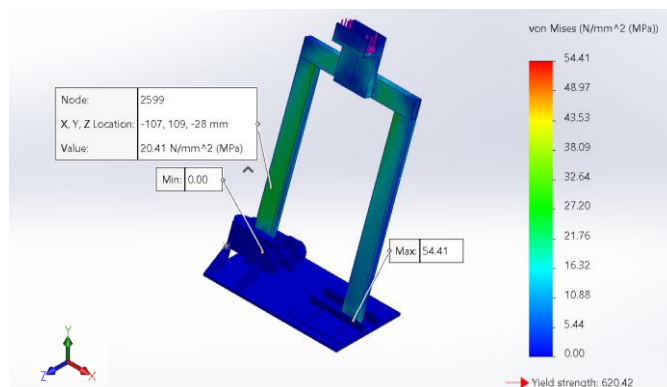


Gambar 4. Model 3D optimasi desain *fixture assembly*

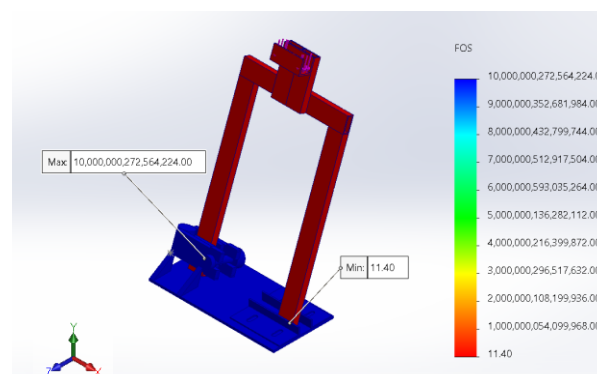
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Simulasi Desain Awal

Simulasi awal dilakukan pada model *fixture assembly* dengan sudut kemiringan 20° dan beban statis sebesar 716,13 N yang bekerja pada tumpuan motor. Hasil menunjukkan bahwa tegangan terbesar terjadi pada bagian bawah rangka. Nilai tegangan maksimum *von mises* yang dihasilkan sebesar 54,41 MPa, sedangkan nilai faktor keamanan sebesar 11,40. Nilai tersebut masih jauh di bawah batas luluh material *alloy steel* (620,42 MPa) dan faktor keamanan material *alloy steel* minimal 4 pada kondisi beban statis (Bangyos, 2013), sehingga struktur dinyatakan aman terhadap beban statis. Namun, distribusi tegangan yang tidak merata menunjukkan adanya konsentrasi tegangan di area dudukan belakang, yang dapat menimbulkan risiko deformasi permanen apabila *fixture* digunakan secara berulang. Pada gambar 5 merupakan simulasi tegangan *von mises* desain awal dan gambar 6 merupakan hasil faktor keamanan.



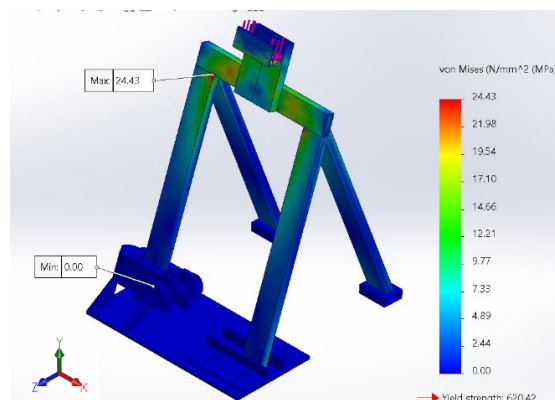
Gambar 5. Simulasi tegangan *von mises* pada *fixture assembly*



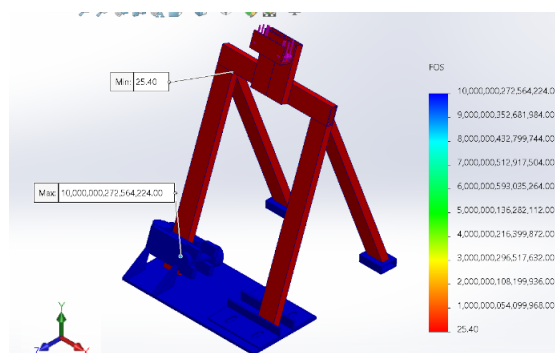
Gambar 6. Simulasi faktor keamanan desain awal

3.2 Hasil Simulasi Desain Optimasi

Setelah dianalisis, dilakukan modifikasi desain dengan menambahkan penyangga tambahan di sisi belakang rangka untuk mengurangi konsentrasi tegangan. Model hasil optimasi kemudian disimulasikan kembali menggunakan parameter pembebanan dan batasan yang sama. Hasil simulasi menunjukkan penurunan tegangan maksimum menjadi 24,43 MPa dan peningkatan faktor keamanan menjadi 25,40. Distribusi tegangan tampak lebih merata di seluruh bagian rangka, terutama pada dudukan belakang yang sebelumnya menjadi titik kritis. Penurunan tegangan sebesar 55,1% dan peningkatan faktor keamanan sebesar 122,8% menunjukkan bahwa penambahan penyangga efektif memperkuat kekakuan struktur dan mengurangi momen lentur akibat beban miring motor. Pada gambar 7 merupakan simulasi tegangan *von mises* desain optimasi dan gambar 8 merupakan hasil faktor keamanan desain optimasi.



Gambar 7. Hasil optimasi tegangan *von mises*



Gambar 8. Hasil optimasi simulasi faktor keamanan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap *fixture assembly* pada proses perakitan sepeda motor *mini trail* di PT. XYZ, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Desain awal *fixture assembly* memiliki tegangan maksimum sebesar 54,41 MPa dengan faktor keamanan 11,40, nilai ini masih jauh di bawah batas luluh material *alloy steel* sebesar 620,42 MPa dan faktor keamanan minimal 4, sehingga struktur dinyatakan aman terhadap beban statis 73 kg dengan kemiringan 20°.
- Distribusi tegangan pada desain awal menunjukkan adanya konsentrasi tegangan pada area belakang rangka *fixture*, yang berpotensi menimbulkan deformasi lokal jika digunakan secara berulang dalam proses perakitan.
- Hasil optimasi desain dengan penambahan penyangga belakang mampu menurunkan tegangan maksimum hingga 24,43 MPa dan meningkatkan faktor keamanan menjadi 25,40.

- d. Secara keseluruhan, optimasi desain yang dilakukan terbukti efektif dalam meningkatkan kekakuan, stabilitas, serta umur pakai struktur, tanpa menambah kompleksitas atau massa yang signifikan.

Dengan demikian, metode analisis berbasis *Finite Element Analysis (FEA)* terbukti dapat dijadikan dasar yang andal dalam pengambilan keputusan teknis untuk perancangan dan pengembangan alat bantu perakitan di lingkungan industri otomotif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian Alamtra, A., Al -Masta, M., & Rachmat Arnanda, dan. (2023). *Perancangan Jig Dan Fixture Untuk Rangka Prototipe Sepeda Motor Listrik*. 237–246. <http://prosiding.pnj.ac.id>
- Agustin, D., Arohman, A. W., Agus, M., Sudrajat, H., & Solihin, S. (2023). Analisis Finite Element Aluminium Alloy 6063-T5 Pada Jig Positioning Untuk Perakitan Rooftop Interior Mobil. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(2), 1231. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v23i2.3654>
- Bangyos. (2013). *Elemen Mesin I Konsep Dasar Perancangan dan Kode Bahan Faktor Keamanan (Safety Factor) Program Studi Teknik Mesin-Jurusan Teknik Mesin POLITEKNIK NEGERI PONTIANAK*.
- Lawolo, S. G., Nugraha, I. G., Setiawan, R., Tabayyun, C., & Arum, A. (2025). Analisis Kekuatan Frame Trailer menggunakan Finite Element Methode (FEA). *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 4(2), 148–157. <https://doi.org/10.70609/metrotech.v4i2.7138>
- Prasetyo, H., Rispiana, R., & Adanda, H. (2016). Rancangan Jig Dan Fixture Pembuatan Produk Cover on-Off. *Teknoin*, 22(5), 350–360. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol22.iss5.art4>
- Syarifudin Ardana, H., Yuwono, B., Eko, N., & Zainuri, F. (2023). *Studi Kasus Kerusakan Jig Spot Welding Upper Support di PT. Mada Wikri Tunggal*. 1495–1501. <http://prosiding.pnj.ac.id>
- Willynata Alvin. (2023). Alvin Willynata. *bab 1*, 1–5. [https://eprints.itn.ac.id/12896/2/BAB I.pdf](https://eprints.itn.ac.id/12896/2/BAB%20I.pdf)