

PENGEMBANGAN *EXTENSION MIRROR* PADA TRUK SCANIA R620 UNTUK MENEKAN FREKUENSI KERUSAKAN MENGGUNAKAN METODE F.E.M DENGAN BANTUAN CAD CATIA V.5

Zainul Abidin¹, Indra Hendrawan Rachman², I Putu Hikariantara³, Adiman⁴, Ade Irvan Tauvana, Mokhamad Is Subekti⁵

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Bina Tunggal, ^{5,6}Politeknik Enjinereng Indorama
zainul.ae19@gmail.com, ihrachman@gmail.com, ryanbagoez11@gmail.com,
adiman07@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan desain rangka spion pada truk Scania R620 untuk menekan frekuensi kerusakan yang terjadi. Masalah utama yang terjadi adalah kerusakan pada bracket yang mengalami retak maupun patah, serta kerusakan pada area sambungan profil *hexagon* dan *hollow beam*. Dengan metode analisis rekayasa kekuatan rangka batang, dilakukan simulasi pada CAD 3D agar dapat dianalisis struktur dan kekuatan material secara FEM pada CATIA V5. Berdasarkan hasil analisis, desain awal dengan material SS41, diperoleh tegangan maksimum sebesar 138.03 MPa, *deformasi* maksimum sebesar 0.00054 mm, dan nilai *safety factor minimum* sebesar 1.63. Sedangkan, hasil simulasi pada desain baru dengan material *hollow galvanized*, diperoleh tegangan maksimum sebesar 88,89 MPa dengan *deformasi* maksimum sebesar 0,00041 mm, serta nilai *safety factor* sebesar 3,94 yang berada di atas batas minimum standar teknik, yaitu 2.0. Desain baru terbukti aman dan lebih kuat, serta direkomendasikan untuk diimplementasikan dan disempurnakan lebih lanjut pada truk Scania R620.

Kata Kunci: *Extension mirror*, Scania R620, *Finite Element Method*, Kekuatan Material, *Safety factor*, Simulasi Teknik.

Abstract

This study focuses on developing the extension mirror frame design for the Scania R620 truck to reduce the frequency of structural failures. The main issues identified include damage to the brackets, which often crack or break, as well as failures at the joint area between the hexagonal profile and the hollow beam. Using structural engineering analysis of truss frameworks, a 3D CAD simulation was conducted to evaluate the structure and material strength through the Finite Element Method (FEM) in CATIA V5. Based on the analysis results, the initial design using SS41 material showed a maximum stress of 138.03 MPa, a maximum deformation of 0.00054 mm, and a minimum safety factor of 1.63. Meanwhile, the improved design using hollow galvanized steel exhibited a maximum stress of 88.89 MPa, a maximum deformation of 0.00041 mm, and a safety factor of 3.94, which exceeds the minimum standard safety threshold of 2.0. The improved design is proven to be safer and more structurally reliable, and it is recommended for further development and implementation on the Scania R620 truck.

Keywords: *Extension mirror*, Scania R620, *Finite Element Method*, Material Strength, *Safety factor*, Engineering Simulation.

1. PENDAHULUAN

Truk Scania R620 merupakan salah satu jenis kendaraan berat yang sering digunakan dalam operasional logistik dan pertambangan. Salah satu komponen pendukung keselamatan yang krusial adalah *extension mirror* (spion tambahan) yang berfungsi untuk meminimalkan *blind spot* pada kendaraan besar [4]. Namun, dalam operasional di lapangan, ditemukan frekuensi kerusakan yang tinggi pada rangka *extension mirror* ini. Kerusakan yang paling umum terjadi adalah retak dan patah pada bagian *bracket* serta area sambungan antara profil *hexagon*

dan *hollow beam*. Kegagalan struktural ini tidak hanya mengganggu visibilitas pengemudi, tetapi juga berpotensi menimbulkan biaya perawatan yang berulang dan mengancam efisiensi operasional.

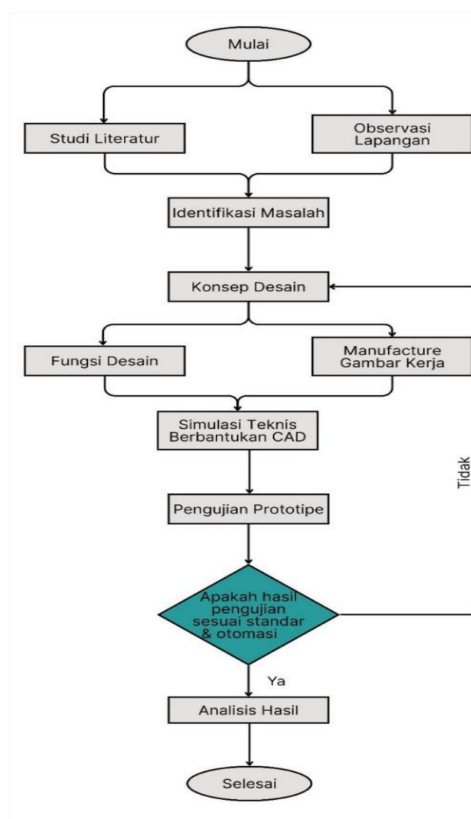
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, evaluasi menyeluruh terhadap desain struktural yang ada perlu dilakukan. *Finite Element Method* (FEM) adalah pendekatan rekayasa yang efektif untuk memprediksi perilaku material dan struktur di bawah beban kerja tertentu [9], sehingga dapat mengidentifikasi titik kelemahan desain secara virtual [6]. Penelitian-penelitian terdahulu telah menunjukkan aplikasi FEM yang luas dalam analisis struktur kendaraan, seperti pada desain komponen *boom mini excavator* [7] dan analisis rangka truk [5], [10], yang membuktikan efektivitasnya dalam optimasi desain.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa desain dan analisis kekuatan berbasis simulasi. Metode yang diterapkan melibatkan analisis *Finite Element Method* (FEM) dengan bantuan perangkat lunak CAD CATIA V5 [5]. Simulasi ini dilakukan untuk membandingkan performa struktur dan kekuatan material antara desain *extension mirror* yang lama dengan desain yang diusulkan.

2.1 Alur Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis melalui langkah-langkah yang ditunjukkan pada Gambar 1 adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alur penelitian pada extension mirror pada Scania R620.

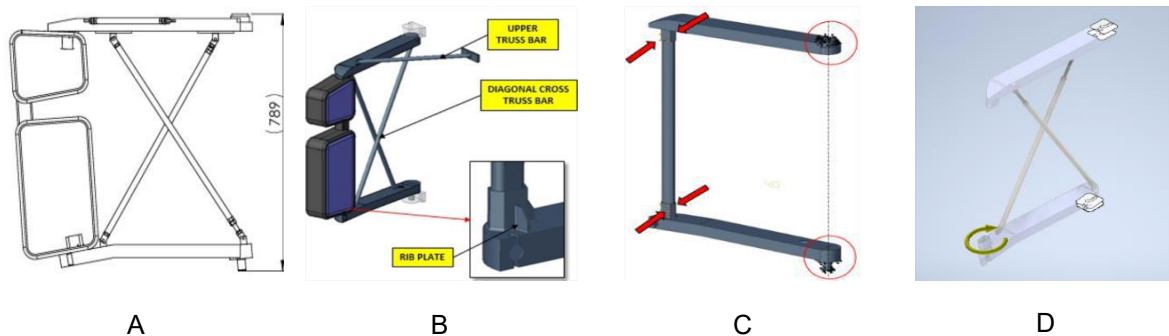
2.2 Proses Perancangan dan Simulasi

Pembuatan model geometri 3D dari rangka extension mirror lama dan perancangan model 3D desain usulan menggunakan perangkat lunak CATIA V5. Pada konsep desain, diberikan gambar konsep extension mirror dalam bentuk 2D ditujukan pada (Gambar 2.A), untuk kemudian dilakukan perancangan gambar dalam bentuk 3D., Pada (Gambar 2.B) desain

baru, ditambahkan diagonal truss bar silang, penambahan housing hexagon pada area sambungan, serta rib penguat pada housing.

Pada (*Gambar 2.C*) merupakan titik-titik pembebanan yang telah ditentukan sebagai area uji untuk mengevaluasi ketahanan struktur dari desain yang dikembangkan. Titik-titik ini dipilih berdasarkan posisi yang secara teoritis maupun praktis berpotensi menerima gaya terbesar akibat beban operasional, termasuk beban akibat getaran, benturan, maupun distribusi berat dari extension mirror itu sendiri.

Selain itu terlihat pada (*Gambar 2.D*), diberikan titik beban untuk dilakukan momen puntir guna merepresentasikan kondisi aktual di mana gaya torsi bekerja terhadap struktur *extension mirror*. Titik beban ini diletakkan secara strategis pada bagian sambungan antara bracket dan housing spion, yaitu pada ujung struktur yang memiliki jarak paling besar terhadap titik tumpu atau sumbu rotasi.



Gambar 2. Konsep Desain (A), 3D Desain (B), Titik Beban (C), Titik Beban Momen Puntir (D).

2.3 Spesifikasi Material Pengujian

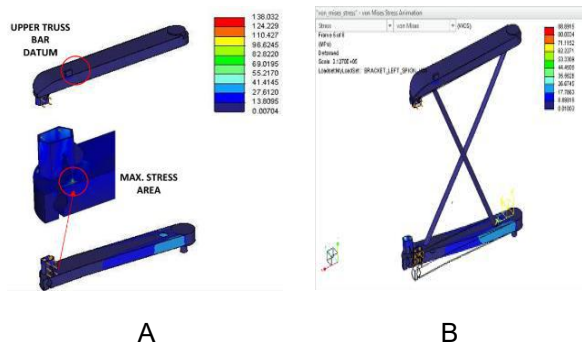
Tabel 1. Spesifikasi Material

Material Properties		
Sifat	Hollow Galvanis	SS41
Density	7850 kg/m ³	7850 kg/m ³
Yield Strenght	350 Mpa	245 Mpa
Tensile Strenght	450 Mpa	400 Mpa
Modulus Young	200 Mpa	200 Mpa
Hardness	180 HB	140 HB

Tabel spesifikasi material berfungsi sebagai input dasar dalam analisis *Finite Element Method* (*FEM*). Perbedaan properti antara material desain awal (SS4 1) dan material usulan (*Hollow Galvanis*) adalah kunci untuk memahami perbedaan hasil struktural yang diperoleh pada Tabel 1.

2.4 Von Mises Stress

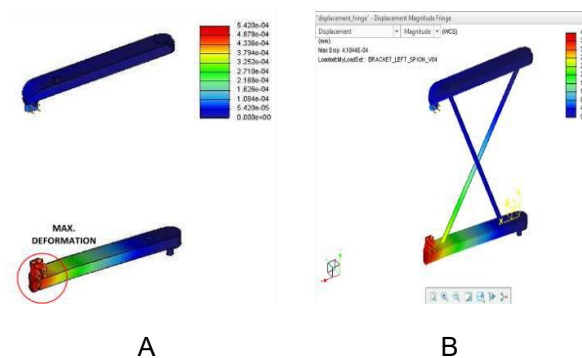
Berdasarkan desain awal pada Gambar 2.A hasil dari analisis menggunakan pembebanan sebesar 1000 N, model awal extension mirror mengalami tegangan maksimal sebesar 138.032 Mpa dan tegangan minimum sebesar 0.00704 Mpa, Hasil dari analisis desain baru yang ditujukan pada Gambar 2.B dengan menggunakan pembebanan sebesar 1000 N, model extension mirror mengalami tegangan maksimum sebesar 88,89 MPa dan tegangan minimum sebesar 0,01003 MPa.



Gambar 2. Desain Awal (A), Desain Baru (B)

2.5 Deformasi

Berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan pada Gambar 3.A dengan menggunakan perangkat lunak CATIA V5, diberikan pembebanan sebesar 1000 N, maka diperoleh nilai deformasi maksimum sebesar $5,420 \times 10^{-4}$ mm atau dapat dituliskan 0,00054 mm. sedangkan pada desain baru pada Gambar 3.B dengan pemberian pembebanan sebesar 1000 N, diperoleh nilai deformasi maksimum sebesar $4,1044 \times 10^{-4}$ mm atau dapat dituliskan 0,00041 mm. Nilai ini menunjukkan bahwa perpindahan atau perubahan bentuk struktur bracket akibat gaya yang bekerja sangat kecil, berada di bawah 1 mikrometer.



Gambar 3. Desain Awal (A), Desain Baru (B)

2.6 Safety Factor

Kriteria keberhasilan desain usulan didasarkan pada perhitungan *Safety Factor* (SF), yang harus memenuhi standar minimum :

$$Safety\ Factor\ (SF) = \frac{Yield\ Strength}{Maximum\ Stress} \tag{1}$$

Desain dianggap aman dan direkomendasikan jika nilai $SF \geq 2.0$, sesuai dengan standar minimum yang ditetapkan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari analisis simulasi *Finite Element Method* (FEM) yang diterapkan pada dua model rangka *extension mirror* desain awal dan desain baru menunjukkan perbedaan performa struktural yang sangat signifikan. Analisis ini berfokus pada evaluasi distribusi tegangan *Von Mises*, deformasi material, dan *Safety Factor* (SF).

3.1 Analisis Kinerja Desain Awal (Material SS41)

Simulasi FEM pada desain extension mirror yang lama dengan material SS41 mengungkapkan kerentanan struktural yang jelas. Nilai Tegangan Maksimum (σ_{max}) yang terdeteksi mencapai 138.03 MPa. Tegangan tertinggi ini terkonsentrasi di area kritis, khususnya pada bracket dan titik sambungan profil hexagon dengan *hollow beam*. Konsentrasi tegangan ini secara langsung menyebabkan rendahnya nilai *Safety Factor* (SF) minimum, yaitu hanya 1.63.

Nilai SF sebesar 1.63 ini secara teknis dikategorikan sebagai desain yang berisiko tinggi (*under-designed*), karena berada di bawah ambang batas standar teknik minimum 2.0. Kegagalan material (retak atau patah) pada komponen dengan SF di bawah 2.0 dapat terjadi lebih cepat dan lebih sering, terutama di bawah kondisi pembebanan dinamis (getaran dan *shock*) yang umum terjadi pada truk R620. Temuan ini memberikan justifikasi ilmiah yang kuat terhadap frekuensi kerusakan *extension mirror* yang dilaporkan di lapangan.

3.2 Evaluasi Desain Baru (Material Hollow Galvanis)

Sebagai upaya optimasi, dilakukan perancangan ulang (redesain) dengan substitusi material menjadi hollow galvanis. Hasil simulasi FEM menunjukkan peningkatan performa yang drastis. Tegangan maksimum berhasil diturunkan menjadi 88.89 MPa, sebuah penurunan substansial sebesar 35.6% dari desain awal. Penurunan tegangan ini mengindikasikan bahwa desain dan material baru mendistribusikan gaya dan beban eksternal jauh lebih efisien ke seluruh struktur.

Yang paling krusial, nilai *Safety Factor* (SF) minimum meningkat secara signifikan menjadi 3.94. Peningkatan SF sebesar 141.6% (dari 1.63 menjadi 3.94) ini menegaskan bahwa desain usulan memiliki margin of safety yang sangat besar, melampaui dua kali lipat dari batas minimum yang disyaratkan ($SF \geq 2.0$). Secara teknis, SF 3.94 memberikan jaminan ketahanan yang sangat baik terhadap kelelahan material, kegagalan statis, dan beban tak terduga (*overload*), sehingga mampu menekan frekuensi kerusakan secara efektif. Deformasi maksimum juga menurun menjadi 0.00041 mm, menunjukkan kekakuan struktur yang lebih baik

4 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis *Finite Element Method* pada perancangan extension mirror truk Scania R620, dapat disimpulkan bahwa desain baru dengan material *hollow galvanis* terbukti lebih aman dan lebih kuat dibandingkan desain awal. Peningkatan nilai *safety factor* dari 1.63 pada desain lama menjadi 3,94 pada desain baru menunjukkan bahwa desain yang diusulkan berhasil menekan risiko frekuensi kerusakan, menjadikannya direkomendasikan untuk implementasi..

5 DAFTAR NOTASI

Penulisan notasi dapat diuraikan dengan keterangan sebagai berikut :

CAD : *Computer-Aided Design*

FEM : *Finite Element Method*

SF : *Safety Factor*

σ_{max} : Tegangan Maksimum *Von Mises*

Y_s : *Yield Strength* (Kekuatan Luluh Material)

Mpa : Mega Pascal

mm : Milimeter

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiman, F. A., Septiyanto, A., Sudiyono, S., Musyono, A. D. N. I., & Setiadi, R. (2021). Analisis Tegangan von Mises dan Safety Factor pada Chassis Kendaraan Listrik Tipe In-Wheel. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(1), 100-108.
- [2] Putra, R. D., Sutopo, W., & Supardjo, S. (2021). Analisa pembebanan vertikal, lateral, dan torsional pada chassis semi-monocoque mobil listrik. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 9(2), 273-282.

- [3] Renuka, K., & Sudam, P. A. (2023). Study on Strength Characteristics of Granular Materials. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1280(1).
- [4] Rusydi, M. I., Winata, Y., Putri, D. Y., & Fikri, M. (2022). Faktor Penyebab dan Upaya Mengatasi Area Titik Buta pada Truk. Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG), 8(3), 270.
- [5] Supardjo, S., Sutopo, W., & Putra, R. D. (2018). Finite element analysis of truck frame by using CATIA V5. AIP Conference Proceedings, 1977(1), 030029.
- [6] Sutisna, N. A., & Akbar, M. F. A. A. (2019). FEM Simulation of Electric Car Chassis Design with Torsional Bar Technology. Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics, 3(2), 97.
- [7] Sutisna, N. A., & Azhar, Z. (2021). Analisis terhadap desain komponen *boom* pada mini *excavator* Excava 50 menggunakan metode elemen hingga. Jurnal Teknik Mesin Indonesia, 16(2), 1-6.
- [8] Ujiburrahman, Ardiansyah A., & Tabayyun, C. (2025). Analisis Statis Komponen Bell Crank pada Mobil Listrik dengan Finite Element Analysis. Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology), 9(2), 109-117.
- [9] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). *Product Design and Development*. McGraw-Hill Education, New York.
- [10] Wibawa BS, A., & Mushazi, T. (2020). Analisis Kekuatan Frame Trailer menggunakan Finite Element Methode (FEA). Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 1(1), 1–7.