

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pengujian berkala kendaraan bermotor merupakan salah satu proses penting dalam memastikan setiap kendaraan yang beroperasi di jalan memenuhi persyaratan teknis dan laik jalan. Proses ini diatur dalam Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, serta diperjelas dalam Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan. Tujuan utama dari pengujian berkala kendaraan bermotor adalah untuk menjamin aspek keselamatan, keamanan, dan kelestarian lingkungan sebagaimana tercantum pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 19 Tahun 2021 tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor.

Salah satu tahapan penting dalam pengujian berkala kendaraan bermotor adalah pemeriksaan bagian bawah kendaraan (uji kolong). Pemeriksaan ini berfungsi untuk mengetahui kondisi, fungsi, dan kedudukan komponen-komponen yang terletak dibagian bawah kendaraan seperti sistem pembuangan, sistem penerus daya, sistem kemudi, dan sistem suspensi (Zahra 2025). Saat ini, proses pengujian kolong pada sebagian besar Unit Pelaksana Uji Berkala Kendaraan Bermotor (UPUBKB) masih dilakukan secara manual oleh penguji yang masuk kedalam kolong uji. Kondisi tersebut memiliki beberapa risiko seperti potensi kecelakaan kerja, keterbatasan ruang gerak, kurangnya pencahayaan, serta keterbatasan visibilitas.

Seiring dengan perkembangan teknologi otomotif dan sistem otomasi, beberapa pendekatan mulai dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan dalam proses pemeriksaan kolong kendaraan. Salah satu penelitian sebelumnya oleh Luis (2025) mulai dikembangkan robot uji kolong yang dikontrol melalui *joystick*, dapat bergerak secara otomatis diatas rel aluminium untuk melakukan inspeksi visual dan pengukuran kondisi bagian bawah kendaraan menggunakan kamera dan sensor agar proses pengujian kolong dapat dilakukan secara otomatis dan akurat.

Namun, penggunaan rel secara terus-menerus pada kolong uji yang terpapar suhu tinggi kendaraan berpotensi menyebabkan pemuaian termal, tegangan sisa (*residual stress*) dan deformasi pada struktur rel, terutama jika bahan yang digunakan adalah aluminium profil. Perubahan dimensi akibat panas dan beban dinamis dari robot dapat mempengaruhi akurasi pergerakan robot, stabilitas struktur, dan penurunan umur kelelahan material (*fatigue life*) pada rel.

Untuk memahami fenomena tersebut, diperlukan analisis beban kerja dan analisis tegangan (*stress analysis*) menggunakan pendekatan *Finite Element Method* (FEM) berbasis SolidWorks Simulation. Metode ini mampu mensimulasikan distribusi tegangan, regangan, dan deformasi akibat kombinasi beban statis, dinamis, maupun termal. Hasil analisis numerik dapat digunakan untuk menilai faktor keamanan (*safety factor*) serta memprediksi respon struktur material aluminium profil terhadap beban berulang. Penelitian Goreta dkk., (2022) membuktikan bahwa paduan aluminium EN AW 6082-T6 menunjukkan perubahan sifat mekanik siklik. Sementara itu, Shangguan dkk., (2023) menjelaskan bahwa pengujian *multiaxial fatigue* pada paduan aluminium sangat penting dalam menentukan batas ketahanan struktur terhadap getaran dan deformasi berulang.

Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis beban kerja dan tegangan pada rel robot uji kolong berbasis SolidWorks Simulation. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai distribusi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan rel, serta menjadi dasar dalam pengembangan material alternatif yang lebih tahan terhadap pengaruh beban termal dan mekanis. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan keandalan sistem uji kolong otomatis, efisiensi pengujian berkala, serta keselamatan kerja penguji kendaraan bermotor di Indonesia. Berdasarkan latar belakang ini penulis melakukan penelitian dengan judul **"ANALISIS KEKUATAN REL ROBOT UJI KOLONG DENGAN FINITE ELEMENT METHOD"**.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana distribusi tegangan (*stress*), deformasi (*displacement*), regangan (*strain*) dan nilai faktor keamanan (*safety factor*) yang terjadi pada rel uji kolong akibat pengaruh beban statis dan dinamis?
2. Bagaimana perbandingan lintasan rel robot parsial dengan rel robot utuh?
3. Berapa jumlah siklus beban maksimum yang dapat ditahan rel sebelum mengalami lendutan berlebih atau kegagalan struktural?

I.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus dan dapat diselesaikan dengan tepat sasaran, maka dibuat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek yang dianalisis dalam penelitian ini adalah rel robot uji kolong, sedangkan robot uji kolong tidak dianalisis sebagai struktur utama, melainkan dimodelkan sebagai sumber beban yang bekerja pada rel.
2. Metode analisis yang digunakan adalah *Finite Element Method* (FEM) dengan bantuan *SolidWorks Simulation* sebagai alat simulasi numerik.
3. Analisis yang dilakukan hanya mencakup analisis struktural terhadap distribusi tegangan, deformasi, regangan, dan faktor keamanan pada rel robot uji kolong.
4. Material yang dianalisis adalah Aluminium 6063 T5 dan AISI 1020 Cold Rolled sesuai dengan spesifikasi rel yang digunakan pada robot uji kolong.
5. Pembebanan yang dianalisis meliputi beban statis akibat berat robot uji kolong dan beban dinamis yang direpresentasikan sebagai gaya inersia akibat percepatan dan perlambatan robot selama bergerak di atas rel.
6. Penelitian ini tidak menganalisis pengaruh kondisi lingkungan, seperti genangan air atau banjir, korosi, kelembapan, perubahan temperatur (*thermal loading*), pemuaian termal, paparan sinar matahari, maupun faktor lingkungan lainnya terhadap kekuatan dan kinerja rel robot uji kolong.
7. Hasil penelitian bersifat simulatif dan tidak mencakup pengujian langsung (*experimental test*) pada rel uji kolong yang sebenarnya.

I.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis struktur terhadap distribusi tegangan (*stress*), deformasi (*displacement*), regangan (*strain*) dan faktor keamanan (*safety factor*) pada rel akibat beban statis dan dinamis menggunakan metode *Finite Element Method* (FEM) berbasis *SolidWorks Simulation*.
2. Membandingkan hasil analisis lintasan rel robot parsial yang diberikan penyangga antar lintasan dengan lintasan rel robot utuh.
3. Menentukan jumlah siklus beban berulang yang dapat ditahan rel hingga mencapai kondisi melengkung berlebih atau kegagalan struktural (*fatigue failure*).

I.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian antara lain:

1. Memberikan dasar ilmiah dalam perancangan rel robot uji kolong melalui informasi teknis mengenai distribusi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan pada kondisi pembebanan aktual.
2. Meningkatkan keandalan dan umur pakai rel dengan mengidentifikasi titik kritis (*critical points*) yang berpotensi mengalami kegagalan struktural sehingga dapat dilakukan optimasi desain atau pemilihan material yang lebih tepat.
3. Mendukung peningkatan keselamatan kerja penguji kendaraan dengan memperkuat implementasi robot uji kolong sebagai pengganti pemeriksaan manual di ruang sempit yang berisiko tinggi.
4. Memberikan kontribusi akademik dalam bentuk penerapan metode elemen hingga (*Finite Element Method*) menggunakan *SolidWorks Simulation* untuk analisis komponen struktural berbahan aluminium ekstrusi.

I.6. Sistematika Penulisan

Laporan penelitian pada Kertas Kerja Wajib ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi terkait latar belakang penulis dalam melakukan penelitian yang akan dilakukan penulis disertai penjelasan rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mencantumkan penelitian yang relevan atau penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dan memiliki kesinambungan dengan penelitian yang akan dilakukan penulis disertai dengan teori-teori dasar yang terkandung dalam penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan konsep penulis dalam melaksanakan penelitian mulai dari tempat dilaksanakannya penelitian sampai metode analisis yang digunakan oleh penulis dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian dan analisis dari hasil pengujian alat dan pengambilan data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada BAB IV dan saran untuk pembaca dalam melakukan perbaikan dan pengembangan Tugas Akhir yang telah dikerjakan.