

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sasis merupakan komponen struktural utama pada kendaraan yang berfungsi sebagai penopang beban seluruh komponen mekanis, bodi, penumpang, serta beban operasional lainnya. Pada kendaraan tipe *Multi-Purpose Vehicle* (MPV), penggunaan desain sasis *semi-ladder frame (built-in ladder frame)* dipilih sebagai objek penelitian utama karena sasis jenis ini mengombinasikan kenyamanan serta kerendahan dek lantai dari bodi monokok dengan ketahanan dan kekuatan penopang beban dari struktur tangga longitudinal. Kombinasi **hybrid** ini sangat populer digunakan pada kendaraan penumpang MPV yang dituntut memiliki kapasitas angkut muatan fleksibel namun tetap memberikan kenyamanan berkendara di berbagai kondisi jalan. Namun, seiring penggunaan kendaraan untuk mengangkut beban berat secara kontinu

Perkembangan teknologi simulasi komputer melalui metode elemen hingga atau *Finite Element Analysis* (FEA) telah mempermudah peneliti dalam mengevaluasi kekuatan struktur tanpa harus merusak spesimen fisik. Penggunaan perangkat lunak seperti SolidWorks Simulation memungkinkan pemetaan distribusi tegangan ekuivalen dan lendutan pada geometri sasis yang kompleks secara presisi dan efisien. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi dkk. (2024), rangka kendaraan harus dirancang secara optimal dengan membandingkan berbagai jenis baja karbon untuk menentukan material yang memiliki karakteristik mekanik paling unggul. Penelitian tersebut menegaskan bahwa analisis terhadap tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) menjadi parameter wajib dalam mengevaluasi tingkat keamanan sebuah struktur sasis. Hal ini sejalan dengan studi Sholeh dkk. (2024) yang menyatakan bahwa analisis mampu mendeteksi titik kritis kegagalan pada rangka lantai kendaraan saat menerima beban interior dan penumpang. Desain sasis yang kuat tidak hanya ditentukan oleh bentuk geometrinya, tetapi juga oleh ketahanan luluh material yang digunakan dalam

menghadapi beban vertikal. Melalui pendekatan simulasi ini, risiko kegagalan struktural akibat konsentrasi tegangan pada area tumpuan dapat diminimalisir sedini mungkin melalui optimasi desain. Oleh karena itu, pemanfaatan perangkat lunak SolidWorks dalam penelitian ini sangat penting untuk mendapatkan hasil analisis yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara saintifik.

Pemilihan material baja karbon rendah seperti AISI 1018 dan AISI 1020 menjadi fokus utama dalam penelitian ini karena kedua material tersebut umum digunakan dalam industri otomotif. Baja AISI 1018 memiliki karakteristik keuletan yang baik dengan nilai yield strength sekitar 370 MPa, yang menjadikannya referensi utama untuk konstruksi rangka yang membutuhkan ketangguhan tinggi. Di sisi lain, material AISI 1020 menawarkan stabilitas mekanis yang sering digunakan sebagai pembanding untuk melihat efisiensi distribusi tegangan pada struktur sasis kendaraan ringan. Berdasarkan penelitian Muhlisin dan Feblidiyanti (2024), perbandingan kekuatan material melalui simulasi sangat efektif untuk menentukan kapasitas beban maksimum hingga mencapai ambang batas kegagalan struktural. Perbedaan kadar karbon antara kedua material ini secara langsung akan memengaruhi nilai faktor keamanan (*Factor of Safety*) dan besarnya lendutan yang terjadi pada sasis. Penelitian Purnawan dkk. (2025) juga menunjukkan bahwa material baja karbon rendah mampu memberikan performa yang stabil dalam merespon pembebanan statis selama tegangan yang timbul masih di bawah batas luluh. Dengan membandingkan kedua material ini, penulis dapat memberikan rekomendasi teknis mengenai material mana yang paling efisien dalam menjaga integritas sasis semi-*ladder frame*. Pemahaman mendalam mengenai sifat mekanik material ini sangat diperlukan agar sasis tidak mengalami bengkok permanen saat menerima beban puncak. Analisis komparatif ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam pengembangan material sasis yang lebih ringan namun tetap memiliki kekuatan mekanik yang mumpuni.

Metode pembebanan yang dilakukan secara bertahap atau incremental loading merupakan pendekatan yang sangat relevan untuk mengetahui perilaku sasis dari kondisi kosong hingga beban maksimal. Menurut Ellianto dan Nurcahyo (2020), pengujian dengan rentang beban yang bervariasi sangat penting untuk

mendapatkan data batas aman (*safe limit*) dari sebuah konstruksi rangka kendaraan. Dengan memberikan beban secara berurut dari 0 kg hingga 2.000 kg, peneliti dapat memetakan secara detail kapan material mulai memasuki fase deformasi plastis. Hal ini didukung oleh temuan Ledi dkk. (2024) yang menyatakan bahwa sasis yang tidak melalui analisis kapasitas beban maksimal berisiko tinggi mengalami kerusakan permanen akibat beban berlebih. Simulasi pembebanan bertahap ini akan menunjukkan perubahan nilai lendutan (*displacement*) pada setiap penambahan beban yang diberikan pada titik tumpu sasis. Penentuan lokasi pemberian beban harus disesuaikan dengan distribusi berat riil pada kendaraan guna mendapatkan representasi tegangan yang mendekati kondisi operasional sebenarnya. Pengamatan terhadap titik kritis sasis sangat diperlukan agar langkah penguatan struktur dapat dilakukan tepat pada area yang menerima tegangan ekuivalen tertinggi. Melalui metode ini, batas kemampuan luluh material AISI 1018 dan 1020 dapat diuji secara ekstrem tanpa harus melakukan pengujian destruktif di laboratorium. Data hasil pembebanan bertahap ini akan menjadi indikator utama dalam menentukan apakah sasis tersebut layak untuk mengangkut beban berat secara berkelanjutan.

Berdasarkan seluruh uraian di atas, penelitian mengenai analisis kekuatan material pada sasis semi-ladder frame menjadi sangat mendesak untuk dilaksanakan. Masalah utama yang ingin diselesaikan adalah kurangnya data teknis mengenai perbandingan performa material AISI 1018 dan 1020 saat menghadapi beban maksimal sebesar 2.000 kg. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya berfokus pada satu jenis material atau pembebanan statis tunggal tanpa melihat perilaku deformasi pada penambahan beban secara berurut. Fokus penelitian ini adalah untuk mengisi celah tersebut dengan memberikan analisis komparatif yang lebih mendalam mengenai ketahanan material sasis terhadap risiko deformasi permanen. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan standar keamanan rangka kendaraan MPV dalam menghadapi beban angkut yang bervariasi. Integrasi antara teori dasar kekuatan material, penggunaan perangkat lunak SolidWorks, dan referensi jurnal terkini akan memperkuat validitas hasil analisis yang diperoleh. Selain aspek kekuatan, hasil simulasi lendutan juga akan memberikan gambaran mengenai stabilitas geometri

rangka sasis dalam mendukung fungsionalitas komponen kendaraan lainnya. Dengan demikian, data teknis yang dihasilkan dapat dijadikan pedoman bagi industri manufaktur dalam memilih material yang paling optimal secara teknis maupun ekonomis. Akhirnya, penelitian ini bertujuan untuk menjamin bahwa desain sasis semi-ladder frame memiliki faktor keamanan yang memadai demi keselamatan pengguna jalan dalam jangka panjang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan distribusi tegangan (*Von Mises Stress*) pada sasis semi-ladder frame antara penggunaan material AISI 1018 dan AISI 1020 saat menerima beban bertahap?
2. Seberapa besar nilai lendutan (*displacement*) yang terjadi pada struktur sasis semi ladder frame dengan variasi material AISI 1018 dan AISI 1020 pada beban maksimum (kapasitas kritis) yang mampu ditahan oleh sasis hingga material mencapai titik luluh (*yield strength*) pada masing-masing variasi material?
3. Bagaimana perbandingan tingkat keamanan (*Factor of Safety*) antara material AISI 1018 dan AISI 1020 dalam merespon penambahan beban dari nilai minimum hingga mencapai batas kegagalan struktur?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek dan Material: Penelitian ini terbatas pada analisis sasis semi-ladder frame dengan membandingkan dua jenis material, yaitu baja AISI 1018 dan AISI 1020.
2. Metode Pembebanan: Pengujian dilakukan menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Analysis*) dengan skenario pembebanan statis bertahap (*incremental loading*) hingga kapasitas maksimal 2.000 kg.

Ruang Lingkup Analisis: Analisis hanya berfokus pada nilai tegangan (*Von Mises Stress*), lendutan (*displacement*), dan faktor keamanan (*Factor of Safety*), pada sasis untuk menentukan batas aman operasional material.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis perbandingan distribusi tegangan (*Von Mises Stress*) pada sasis semi-ladder frame dengan material AISI 1018 dan AISI 1020 menggunakan simulasi SolidWorks.
2. Menganalisis besarnya nilai lendutan (*displacement*) maksimal yang dihasilkan oleh material AISI 1018 dan AISI 1020 pada kondisi beban kritis untuk mengevaluasi tingkat kekakuan (*stiffness*) sasis.
3. Menganalisis perbandingan karakteristik kekuatan struktur dan batas aman operasional antara material AISI 1018 dan AISI 1020 berdasarkan respons pembebanan bertahap.

1.4.2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan dari hasil penelitian ini mencakup beberapa asepek penting:

Bagi Penulis Menambah wawasan dan keahlian dalam mengaplikasikan metode elemen hingga (*Finite Element Analysis*) menggunakan perangkat lunak *SolidWorks Simulation*, serta memahami secara mendalam karakteristik mekanika material baja karbon rendah pada struktur sasis semi-ladder frame.

Bagi Akademisi Sebagai referensi ilmiah tambahan mengenai analisis kekuatan struktur sasis kendaraan serta memberikan data komparatif mengenai performa material AISI 1018 dan AISI 1020. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan kurikulum atau penelitian lanjutan di bidang teknik mesin produksi dan perawatan.

Bagi Praktisi dan Industri Memberikan kontribusi berupa data teknis yang akurat mengenai batas beban kritis (*critical load*) dan faktor keamanan (*factor of safety*) sasis. Data ini dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan material yang paling efisien dan aman untuk konstruksi rangka kendaraan guna menjamin keselamatan transportasi. Bagi Masyarakat Memberikan edukasi teknis mengenai pentingnya mematuhi batas muatan maksimal kendaraan guna menjaga integritas struktur sasis dan meminimalisir risiko kecelakaan akibat kegagalan rangka di jalan raya.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi dengan judul “**Analisa Kekuatan Material Aisi 1018 dan 1020 pada Sasis Semi Ladder Frame Menggunakan Metode Finite Element Analysis**”. adalah sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian mengenai kekuatan sasis semi-ladder frame, rumusan masalah terkait variasi material dan beban kritis, tujuan penelitian, manfaat bagi berbagai pihak, batasan masalah agar penelitian terarah, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi teori sasis kendaraan, karakteristik material baja karbon rendah (AISI 1018 dan AISI 1020), metode elemen hingga (*Finite Element Analysis*), teori tegangan *Von Mises*, *Factor of Safety*.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penelitian mulai dari studi literatur, proses pemodelan CAD sasis, penetapan parameter material (*preprocessing*), skenario variasi pembebanan bertahap (*solving*), hingga teknik pengambilan data hasil simulasi (*postprocessing*).

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data hasil simulasi berupa peta distribusi tegangan, lendutan, dan faktor keamanan dari kedua jenis material. Selain itu, bab

ini berisi analisis komparatif performa material, penentuan batas beban kritis hingga titik luluh, serta validasi hasil simulasi terhadap perhitungan analitik manual.

BAB V: PENUTUP

Berisi kesimpulan akhir dari seluruh rangkaian analisis yang menjawab rumusan masalah secara ringkas, serta saran-saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya atau rekomendasi teknis bagi pengguna kendaraan.