

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Analisa kegagalan adalah salah satu ilmu yang digunakan untuk menganalisa suatu komponen yang mengalami kegagalan atau *failure mode* dengan mencari akar penyebab kegagalannya (*root causes of problems*). Analisa kegagalan pada komponen pegas ulir sangatlah penting karena memberikan informasi mendetail tentang penyebab kegagalan, sehingga dapat dilakukan perbaikan dan pencegahan di masa depan. Melalui analisis ini, peneliti memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai kekuatan dan kelemahan material, serta faktor-faktor yang berkaitan dengan desain maupun proses manufaktur komponen pegas ulir. Pemahaman tersebut menjadi dasar penting dalam upaya meningkatkan keandalan dan kinerja sistem suspensi kereta khususnya dalam menghadapi beban dinamis yang berulang selama operasi (Atmaja & Nugroho, 2014).

Pegas ulir pada bogie tipe NT 11 (K5) mempunyai fungsi penting yaitu memuat beban kereta dan memberikan kenyamanan kepada penumpang. Pegas ini dirancang untuk menahan beban dinamis yang bergantung pada kondisi lintasan dan kecepatan kereta. Namun dalam beberapa tahun terakhir, terdapat laporan terjadinya kecelakaan yang mengakibatkan bogie rusak akibat patahnya pegas ulir sehingga mengganggu operasional kereta api. Kegagalan ini tidak hanya mempengaruhi kenyamanan penumpang tetapi juga dapat menimbulkan risiko keselamatan yang serius. Kegagalan pegas ulir dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk desain yang kurang optimal, material yang buruk dan kondisi pengoperasian yang ekstrem. Misalnya, beban muatan yang berlebihan akibat tekukan yang parah atau kondisi rel yang buruk dapat menyebabkan kelelahan pegas. Selain itu, pengaruh lingkungan seperti korosi akibat kelembapan dan kontaminasi juga dapat mempercepat proses kerusakan. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis secara detail penyebab gangguan ini dan mengambil tindakan pencegahan (Sari & Rahardjo, 2020).

Sistem peredam pada bogie gerbong kereta bentuknya bermacam-macam tergantung dengan jenis bogienya. Sebagai contoh bogie tipe NT 11 (K5) merupakan bogie kereta api dengan sistem peredam yang terdiri dari pegas ulir pendukung dan pegas ulir ayun. Apabila secara tiba-tiba pegas ulir mengalami kegagalan, maka akan menyebabkan terjadinya kecelakaan atau anjloknya gerbong kereta dari lintasan rel. Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) mencatat sejak tahun 2007 hingga 2010, dari 42 kecelakaan kereta api, 25 diantaranya disebabkan kereta anjlok karena kondisi rel yang sudah tua (KNKT, 2010).

Pada kondisi saat ini yang dihadapi oleh PT. KAI adalah seringnya terjadi kecelakaan atau anjloknya gerbong dari lintasan rel yang salah satunya disebabkan oleh kerusakan atau waktu henti yang tidak terjadwal khususnya pada pegas ulir misalnya : Pada 6 Desember 2024 terjadi kegagalan di dalam pegas ulir ayun terdapat bagian lilitannya yang putus. Nomor kendaraan SBI-K2 0 86 26, jenis kendaraan kereta penumpang rute Surabaya-Jakarta adalah Kereta bisnis Kelas 2 (K2), jenis bogie Kelas 7 (K7), dan tahun operasi 1986. Penyebab kegagalan tersebut adalah *fatigue* material yang mengakibatkan tekanan pada pegas ulir melampaui batas kritis (Abdillah, 2010).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisa kegagalan komponen pegas ulir ayun bagian dalam pada bogie tipe K5 di gerbong kereta bisnis (K2). Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan penanganan bila terjadi kegagalan yang sama dikemudian hari, dari segi penyebab kegagalannya maupun segi solusi yang ditawarkan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah terkait analisa kegagalan pegas ulir ayun pada bogie tipe NT 11 (K5) di gerbong kereta bisnis (K2) dapat meliputi:

1. Apa saja faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pada komponen pegas ulir?
2. Bagaimana karakteristik mode pembebanan dan pola retakan yang muncul pada komponen pegas ulir tersebut?
3. Tipe patahan apa yang terjadi pada area letak patahan dan apa hubungan antara pola retakan, sifat material terhadap kegagalan tersebut?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah analisa kegagalan komponen pegas ulir ayun pada bogie tipe NT 11 (K5) di gerbong kereta bisnis (K2) dan menganalisa desain pegas ulir dengan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA).

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian ini menjadi terarah dan memberikan kejelasan analisis permasalahan, maka dilakukan pembatasan permasalahan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada komponen pegas ulir ayun pada bogie tipe NT 11 (K5) di gerbong kereta bisnis (K2).
2. Penelitian ini menggunakan material baja karbon tinggi yang di bentuk menjadi pegas ulir.

3. Penelitian ini hanya difokuskan pada komponen pegas ulir yang telah mengalami kerusakan / patah.
4. Penelitian ini hanya difokuskan dengan pengujian mekanik tertentu yaitu pengujian kekerasan dan pengujian tekan.
5. Penelitian ini hanya difokuskan dengan pengujian dan pengamatan fisik tertentu yaitu pengamatan citra makrogafi dengan alat mikroskop optik dan pengamatan citra mikrografi menggunakan alat uji *Scanning Electron Microscope* (SEM).
6. Penelitian ini dibatasi pada gerbong kereta yang masih beroperasi di lingkungan tertentu (misalnya, suhu kelembapan, dan beban yang diangkut).
7. Penelitian ini hanya menggunakan *software* ANSYS dan SolidWorks untuk desain pegas ulir serta simulasi statik struktur dengan metode *Finite Element Analysis* (FEA).

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan, antara lain:

1. Meningkatkan keandalan komponen pegas ulir, dengan mengetahui penyebab kegagalan dan memberikan rekomendasi perbaikan, diharapkan komponen pegas ulir ayun bagian dalam bisa memiliki umur pakai yang lebih lama dan lebih andal dalam beroperasi.
2. Mengurangi biaya perawatan dan penggantian komponen, dengan menganalisa kegagalan dan peningkatan material pegas ulir ayun dapat mengurangi frekuensi kegagalan, sehingga dapat menurunkan biaya perawatan dan penggantian komponen.
3. Meningkatkan keselamatan operasional, dengan adanya perbaikan sistem suspensi melalui penggunaan pegas ulir ayun yang lebih tahan lama dan andal, resiko kecelakaan ataupun gangguan operasional akibat kegagalan komponen dapat diminimalisir.
4. Pengembangan ilmu pengetahuan, dengan adanya penelitian ini dapat memperkaya pengetahuan mengenai analisa kegagalan komponen pegas ulir ayun.
5. Kontribusi terhadap industri perkeretaapian, dengan dilakukannya penelitian ini akan dapat memberikan wawasan teknis dan data empiris yang dapat mendukung peningkatan kualitas produk di industri perkeretaapian.