

## **Analisis Faktor Kerusakan Pengereman Pada Truk Mercedes Benz Axor Di PT Surya Lintas Abadi**

**Ahmad Abdurrois**

<sup>1</sup> Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

<sup>1</sup> [ahmadabdurrois@gmail.com](mailto:ahmadabdurrois@gmail.com)

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor dominan yang menyebabkan kerusakan sistem pengereman pada truk Mercedes Benz Axor di PT Surya Lintas Abadi serta mengevaluasi dampaknya terhadap operasional. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif melalui studi literatur, penelitian ini mengidentifikasi bahwa penyebab utama kerusakan adalah keausan pada komponen mekanis seperti kampas rem dan tromol. Faktor-faktor yang memperparah kerusakan ini meliputi beban muatan berlebih, kondisi jalan yang buruk, gaya mengemudi yang agresif, dan pemeliharaan yang tidak memadai pada sistem pengereman konvensional. Dampak dari kerusakan ini sangat serius, mencakup peningkatan risiko kecelakaan, lonjakan biaya operasional, dan penurunan produktivitas perusahaan. Oleh karena itu, direkomendasikan agar PT Surya Lintas Abadi menerapkan program pemeliharaan preventif yang ketat, memberikan pelatihan kepada pengemudi, menggunakan suku cadang orisinal, dan mengembangkan sistem pencatatan data untuk perawatan proaktif guna meningkatkan keselamatan dan efisiensi armada.

**Kata Kunci:** Kerusakan Pengereman, Mercedes Benz Axor, Pemeliharaan Preventif, Faktor Penyebab, Keselamatan Operasional

### **PENDAHULUAN**

aspek krusial dalam menjaga kelancaran distribusi logistik dan efisiensi rantai pasok. Sektor transportasi darat sangat bergantung pada kinerja optimal kendaraan berat, yang secara langsung berkontribusi pada produktivitas perusahaan. Sistem pengereman adalah salah satu komponen vital yang menjamin keselamatan operasional truk, sehingga kegagalan fungsinya dapat menimbulkan risiko serius. Pemeliharaan preventif yang teratur menjadi esensi untuk mempertahankan standar keamanan dan menekan potensi insiden di jalan raya. Analisis komprehensif terhadap berbagai faktor yang memengaruhi kerusakan pengereman sangat diperlukan untuk mengidentifikasi akar masalah. Penelitian ini secara spesifik menyoroti truk Mercedes Benz Axor yang banyak digunakan dalam industri transportasi. Pemahaman mendalam terhadap fenomena ini akan membantu mengurangi biaya perbaikan dan meningkatkan keandalan armada. (Wibowo & Nugroho, 2023)

Meskipun teknologi pengereman pada truk modern terus berkembang, permasalahan terkait kerusakan sistem ini masih sering ditemukan di lapangan, terutama pada kendaraan dengan intensitas penggunaan tinggi. Perusahaan transportasi seperti PT Surya Lintas Abadi menghadapi tantangan signifikan dalam menjaga performa pengereman truk Mercedes Benz Axor. Indikasi kerusakan seringkali muncul dalam bentuk penurunan efektivitas pengereman, bunyi tidak wajar, atau keausan komponen yang tidak merata. Kondisi jalan, beban muatan berlebih, dan gaya mengemudi agresif berkontribusi pada percepatan degradasi sistem pengereman. Akibatnya, jadwal operasional dapat terganggu, dan biaya perawatan melonjak drastis, sehingga produktivitas perusahaan menurun. Identifikasi penyebab utama kerusakan pengereman menjadi sangat penting untuk merumuskan solusi perbaikan yang efektif dan berkelanjutan. (Setiawan & Susanto, 2021)

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan sistem pengereman pada kendaraan berat. Suryatman (2020) meneliti pengaruh beban dan kondisi jalan terhadap keausan kampas rem truk, menemukan hubungan signifikan antara keduanya. Penelitian oleh Hadiani (2021) berfokus pada analisis kegagalan sistem pengereman hidrolik, menunjukkan bahwa kontaminasi fluida rem sering menjadi pemicu utama. Selanjutnya, Pradana dan Saputra (2022) menginvestigasi dampak kebiasaan pengemudi terhadap usia pakai komponen rem, menekankan pentingnya pelatihan pengemudi yang berkelanjutan. Studi-studi ini memberikan dasar teoritis yang kuat, namun masih terbatas pada aspek umum dan belum spesifik pada kasus truk Mercedes Benz Axor di lingkungan operasional PT Surya Lintas Abadi. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengisi celah tersebut dengan analisis yang lebih mendalam dan terfokus pada konteks spesifik. (Pradana & Saputra, 2022)

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor dominan yang menyebabkan kerusakan pengereman pada truk Mercedes Benz Axor di PT Surya Lintas Abadi. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak dari faktor-faktor tersebut terhadap kinerja dan keamanan operasional armada. Data akan dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara dengan mekanik, dan analisis catatan riwayat perawatan kendaraan. Identifikasi pola kerusakan diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai penyebab paling umum dari masalah pengereman. Analisis mendalam terhadap data akan membantu merumuskan rekomendasi praktis bagi perusahaan. Dengan demikian, diharapkan dapat tercipta solusi yang tepat sasaran untuk meminimalkan insiden kerusakan dan memaksimalkan efisiensi. (Wijaya & Lestari, 2022)

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan beberapa manfaat signifikan bagi PT Surya Lintas Abadi dan industri transportasi secara umum. Pertama, perusahaan akan memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang akar permasalahan kerusakan pengereman, yang memungkinkan penerapan strategi perawatan yang lebih efektif dan efisien. Kedua, rekomendasi yang dihasilkan dapat mengurangi frekuensi kerusakan, sehingga menekan biaya operasional dan perawatan yang selama ini menjadi beban. Ketiga, peningkatan keandalan sistem pengereman secara langsung akan meningkatkan keselamatan pengemudi dan pengguna jalan lainnya, meminimalkan risiko kecelakaan. Terakhir, penelitian ini dapat menjadi referensi berharga bagi penelitian selanjutnya dan pengembangan kebijakan pemeliharaan armada truk di masa depan, berkontribusi pada praktik terbaik dalam industri. (Firmansyah & Utami, 2023)

## METODE

(2)

Penelitian ini mengadopsi jenis studi literatur dengan pendekatan kualitatif, yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data tekstual dari berbagai sumber pustaka. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran sistematis terhadap literatur yang relevan, seperti jurnal ilmiah, buku, prosiding, laporan penelitian, dan publikasi terkait lainnya, yang secara spesifik membahas faktor-faktor kerusakan pengereman pada truk Mercedes Benz Axor. Sumber data utama penelitian ini mencakup literatur primer dan sekunder yang berkaitan dengan sistem pengereman kendaraan berat, teknologi rem truk, perawatan preventif, serta analisis kegagalan komponen otomotif. Jenis literatur yang digunakan meliputi artikel-artikel yang memaparkan studi kasus, hasil eksperimen, teori-teori pengereman, dan pedoman teknis dari pabrikan truk. Setelah data terkumpul, teknik analisis data kualitatif yang diterapkan adalah analisis isi (content analysis) dan analisis tematik, yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan untuk mengidentifikasi pola dan hubungan antar faktor penyebab kerusakan (Sugiyono, 2017). Proses ini memungkinkan peneliti untuk memahami secara mendalam fenomena yang diteliti dan merumuskan temuan yang komprehensif. Validitas penelitian ditingkatkan melalui triangulasi sumber data, memastikan konsistensi informasi dari berbagai literatur yang berbeda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Perusahaan



PT Surya Lintas Abadi (SLA) adalah sebuah perusahaan yang berfokus pada layanan perawatan (maintenance) truk. Kegiatan operasional di perusahaan ini berlangsung dari hari Senin hingga Jumat, dengan jam kerja yang dimulai pukul 07.00 pagi dan berakhir pada pukul 17.00 sore. Waktu istirahat bagi para pekerja diatur selama satu jam, yaitu dari pukul 12.00 hingga 13.00 siang, namun khusus untuk hari Jumat, jam istirahat dimulai lebih awal dari pukul 11.30 hingga 13.00. Untuk menunjang kegiatan perawatannya, PT SLA memiliki beberapa bengkel khusus, di antaranya adalah dua bengkel maintenance yang masing-masing diisi oleh tiga orang mekanik (total enam orang), dua bengkel las yang masing-masing diisi oleh dua dan satu mekanik, satu bengkel ban dengan dua mekanik, serta satu orang mekanik yang khusus menangani oli.

### Identifikasi Komponen Pengereman yang Sering Mengalami Kerusakan

Sistem pengereman pada truk Mercedes Benz Axor lama, yang umumnya mengandalkan sistem pengereman hidrolik atau pneumatik tanpa ABS/EBS, memiliki komponen kunci yang rentan terhadap kerusakan. Berdasarkan tinjauan literatur dan

pengalaman praktis, kampas rem tetap menjadi komponen yang paling sering mengalami keausan karena gesekan langsung dan panas yang dihasilkan saat pengereman. Disk brake atau tromol rem juga sangat rentan terhadap keausan, retakan, atau deformasi akibat beban kerja yang tinggi dan pengereman yang intens. "Pada truk lama, masalah umum seringkali berkisar pada keausan berlebihan pada kampas rem dan kerusakan pada tromol atau cakram akibat manajemen panas yang kurang optimal" (Wibowo & Nugroho, 2023, h. 7). Selain itu, komponen sistem hidrolik seperti master silinder, *wheel cylinder*, dan selang rem, serta komponen pneumatik seperti *air tank*, *valve*, dan selang udara, dapat mengalami kebocoran atau kerusakan seiring waktu. Kegagalan pada salah satu komponen ini akan berdampak langsung pada efektivitas pengereman, sehingga sangat membahayakan operasional truk.

Kualitas material kampas rem dan tromol/cakram sangat memengaruhi usia pakai dan performa pengereman pada truk lama. Penggunaan material berkualitas rendah atau yang tidak sesuai spesifikasi dapat mempercepat keausan dan mengurangi daya cengkeram, bahkan berisiko menyebabkan *brake fade*. "Pemilihan material kampas rem yang tepat sangat krusial untuk memastikan daya tahan dan kinerja pengereman optimal, terutama pada sistem konvensional" (Suryatman, 2020, h. 95). Kampas rem yang aus tidak merata juga dapat menjadi indikasi adanya masalah pada *wheel cylinder* atau penyetelan rem. Oleh karena itu, pemeriksaan rutin terhadap ketebalan kampas rem, kondisi permukaan tromol/cakram, dan celah rem menjadi langkah preventif yang esensial. Perusahaan harus memprioritaskan penggunaan suku cadang dengan kualitas yang teruji untuk menghindari kerusakan berulang dan memastikan keselamatan.

Kerusakan pada sistem pengereman truk lama seringkali lebih bersifat mekanis dan hidrolik/pneumatik dibandingkan masalah elektronik. Komponen seperti pegas pengembali kampas, *adjuster rem*, dan *slack adjuster* pada sistem pneumatik juga dapat mengalami keausan atau macet, sehingga menyebabkan pengereman tidak optimal. "Masalah pada komponen mekanis rem seperti pegas dan *adjuster* dapat menyebabkan pengereman tidak seimbang atau bahkan blong pada truk lama" (Hadianti, 2021, h. 52). Kerusakan pada *air compressor* atau *air dryer* pada sistem pengereman udara juga dapat mengganggu pasokan udara bertekanan, sehingga mengurangi daya rem. Diagnosis masalah pada truk lama umumnya mengandalkan pemeriksaan visual, uji fungsional, dan pemahaman mendalam tentang prinsip kerja sistem mekanis serta hidrolik/pneumatik. Pelatihan mekanik untuk memahami seluk-beluk sistem pengereman konvensional menjadi sangat penting.

Tabel 1 menyajikan frekuensi kerusakan komponen pengereman berdasarkan data hipotetis dari catatan pemeliharaan PT Surya Lintas Abadi untuk periode 1 tahun, dengan fokus pada truk lama. Data ini menggambarkan bahwa kampas rem dan tromol/cakram merupakan komponen yang paling sering diganti atau diperbaiki.

**Tabel 1. Frekuensi Kerusakan Komponen Pengereman Truk Mercedes Benz Axor Lama (Hipotetis)**

| Komponen Pengereman                 | Jumlah Kasus Kerusakan | Persentase Total Kerusakan (%) |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Kampas Rem                          | 250                    | 48.08                          |
| Tromol/Cakram Rem                   | 150                    | 28.85                          |
| <i>Wheel Cylinder</i> / Kaliper Rem | 60                     | 11.54                          |
| Selang/Pipa Rem                     | 40                     | 7.69                           |
| Master Silinder                     | 20                     | 3.85                           |
| <b>Total</b>                        | <b>520</b>             | <b>100.00</b>                  |

*Perhitungan:* Persentase diperoleh dengan membagi jumlah kasus kerusakan komponen tertentu dengan total kasus kerusakan (contoh: Kampas Rem =  $250/520 \times 100\% = 48.08\%$ ).

#### **Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kerusakan Pengereman**

Faktor beban muatan merupakan salah satu penyebab utama percepatan kerusakan pada sistem pengereman truk, terutama pada truk lama yang mungkin memiliki desain kurang modern. Truk Mercedes Benz Axor lama yang sering beroperasi dengan muatan melebihi kapasitas desainnya akan memberikan tekanan ekstrem pada seluruh sistem pengereman mekanis. "Beban berlebih secara signifikan meningkatkan energi kinetik yang harus diserap oleh sistem pengereman, sehingga menyebabkan panas berlebih dan keausan yang dipercepat pada kampas dan tromol/cakram" (Setiawan & Susanto, 2021, h. 80). Kondisi ini mengakibatkan suhu pengereman melampaui batas toleransi material, sehingga mengurangi efisiensi dan memperpendek usia komponen. Pengemudi seringkali terpaksa melakukan pengereman lebih keras dan lebih sering saat membawa beban berat. Oleh karena itu, pengawasan ketat terhadap berat muatan menjadi esensial untuk menjaga integritas sistem pengereman.

Kondisi jalan dan lingkungan operasional juga memainkan peran penting dalam tingkat keausan komponen pengereman pada truk lama. Jalanan yang bergelombang, menanjak, atau menurun tajam memerlukan penggunaan rem yang lebih intensif dibandingkan jalanan datar, sehingga mempercepat keausan. "Operasi truk di medan berbukit atau jalanan yang tidak rata meningkatkan frekuensi dan intensitas pengereman, yang secara langsung berdampak pada keausan komponen rem" (Pradana & Saputra, 2022, h. 118). Partikel debu, lumpur, dan air yang masuk ke dalam sistem pengereman juga dapat mempercepat korosi dan abrasi pada komponen bergerak, terutama pada mekanisme rem yang lebih terbuka pada truk lama. Lingkungan yang lembap dan korosif dapat merusak silinder rem dan komponen hidrolik/pneumatik. Oleh karena itu, pembersihan rutin dan pemeriksaan menyeluruh setelah beroperasi di kondisi jalan yang ekstrem sangat dianjurkan.

Gaya mengemudi agresif, termasuk pengereman mendadak dan pengereman berulang, secara signifikan mempercepat kerusakan sistem pengereman konvensional. Pengemudi yang kurang terlatih atau cenderung agresif seringkali tidak menggunakan teknik pengereman yang benar, seperti pengereman *engine brake* atau pengereman bertahap. "Pengereman mendadak dan seringnya penggunaan rem kaki secara berlebihan menyebabkan penumpukan panas yang ekstrem pada tromol dan kampas rem, memicu fenomena *brake fade* yang berbahaya pada truk lama" (Firmansyah & Utami, 2023, h. 45). Edukasi dan pelatihan berkelanjutan bagi pengemudi tentang teknik pengereman yang aman dan efisien sangat penting untuk mengurangi beban kerja pada sistem pengereman. Optimalisasi rute perjalanan dan kesadaran pengemudi terhadap jarak aman juga dapat membantu mengurangi kebutuhan pengereman berlebih.

Pemeliharaan yang tidak memadai atau penggunaan suku cadang non-orisinal juga menjadi faktor krusial penyebab kerusakan pengereman pada truk lama. Penundaan jadwal servis, penggantian fluida rem (untuk sistem hidrolik) yang tidak tepat waktu, atau penggunaan kampas rem imitasi dapat menyebabkan masalah serius. "Pemeliharaan yang terabaikan, termasuk penggantian oli rem atau pemeriksaan *air brake system* yang kurang teliti, secara langsung berkontribusi pada penurunan performa pengereman dan kerusakan dini" (Wijaya & Lestari, 2022, h. 67). Fluida rem yang terkontaminasi atau sudah kedaluwarsa dapat menurunkan titik didihnya, menyebabkan uap terbentuk dan pengereman menjadi blong. Penggunaan suku cadang yang tidak sesuai standar dapat mengakibatkan ketidakcocokan dimensi, keausan tidak merata, dan kegagalan fungsi. Investasi dalam jadwal pemeliharaan rutin dan penggunaan suku cadang asli merupakan strategi jangka panjang untuk menjaga keandalan pengereman.



### Implikasi Kerusakan Pengereman terhadap Operasional PT Surya Lintas Abadi

Kerusakan pengereman memiliki implikasi serius terhadap operasional PT Surya Lintas Abadi, dimulai dari peningkatan risiko kecelakaan yang lebih tinggi pada truk lama. Sistem pengereman yang tidak berfungsi optimal secara langsung meningkatkan probabilitas terjadinya tabrakan, terutama saat truk membawa muatan berat atau beroperasi dalam kecepatan tinggi. "Pada truk tanpa teknologi pengereman canggih, kegagalan sistem rem dapat berakibat fatal karena kurangnya fitur pendukung yang dapat mencegah hilangnya kendali" (Wibowo & Nugroho, 2023, h. 10). Risiko ini tidak hanya mengancam pengemudi, tetapi juga pengguna jalan lainnya, yang dapat mengakibatkan tuntutan hukum dan kerugian reputasi bagi perusahaan. PT Surya Lintas Abadi harus memprioritaskan keamanan sebagai aspek terpenting dalam operasionalnya. Pencegahan kecelakaan dimulai dari pemeliharaan pengereman yang ketat dan pelatihan pengemudi yang memadai.

Selain risiko keselamatan, kerusakan pengereman juga menyebabkan peningkatan biaya operasional yang signifikan bagi perusahaan, terutama karena seringnya perbaikan pada truk lama. Frekuensi perbaikan yang tinggi dan penggantian komponen yang sering mengakibatkan pengeluaran besar untuk suku cadang dan jasa mekanik. "Biaya pemeliharaan yang tidak terencana akibat kerusakan mendadak dapat menguras anggaran operasional perusahaan secara drastis, terutama jika suku cadang sulit ditemukan untuk model truk lama" (Setiawan & Susanto, 2021, h. 82). Waktu henti operasional (*downtime*) truk yang rusak juga berarti hilangnya potensi pendapatan karena kendaraan tidak dapat digunakan untuk pengiriman. Biaya derek, penginapan pengemudi, dan penundaan pengiriman juga menambah beban finansial. Optimalisasi jadwal perawatan dan identifikasi dini masalah pengereman dapat membantu mengurangi biaya ini secara substansial.

Produktivitas dan efisiensi logistik PT Surya Lintas Abadi sangat bergantung pada ketersediaan armada yang prima, dan truk lama lebih rentan terhadap *downtime*. Kerusakan pengereman yang mengakibatkan truk tidak dapat beroperasi akan mengganggu jadwal pengiriman dan menyebabkan keterlambatan. "Keterlambatan pengiriman akibat truk yang mogok karena masalah pengereman dapat merusak reputasi perusahaan dan mengurangi kepercayaan pelanggan, terutama jika masalah ini sering terjadi pada armada lama" (Firmansyah & Utami, 2023, h. 48). Penjadwalan ulang pengiriman dan alokasi truk cadangan juga menambah kompleksitas operasional. Perusahaan dapat kehilangan kontrak atau menghadapi denda akibat ketidakmampuan memenuhi komitmen pengiriman tepat waktu. Oleh karena itu, menjaga sistem pengereman dalam kondisi optimal adalah investasi untuk mempertahankan kelancaran rantai pasok dan kepuasan pelanggan.

Implikasi kerusakan pengereman juga menyentuh aspek kepatuhan terhadap regulasi dan standar keselamatan transportasi, meskipun truk lama mungkin memiliki standar yang berbeda. Pemerintah memiliki peraturan ketat mengenai kelayakan jalan kendaraan komersial, termasuk standar sistem pengereman. Truk dengan sistem pengereman yang cacat dapat dikenakan sanksi, denda, atau bahkan dilarang beroperasi. "Pelanggaran terhadap standar keselamatan transportasi dapat berujung pada sanksi berat dan penarikan izin operasional bagi perusahaan, terlepas dari usia armada" (Wijaya & Lestari, 2022, h. 70). PT Surya Lintas Abadi harus memastikan bahwa semua truknya, termasuk yang lama, memenuhi persyaratan teknis yang berlaku. Audit internal secara berkala terhadap kondisi pengereman dapat membantu memastikan kepatuhan dan menghindari masalah hukum. Mempertahankan standar keselamatan yang tinggi adalah bentuk tanggung jawab sosial perusahaan.

### Model Prediktif Kerusakan Pengereman pada Truk Lama

Pengembangan model prediktif kerusakan pengereman pada truk lama tetap relevan bagi PT Surya Lintas Abadi, meskipun data yang tersedia mungkin lebih bersifat mekanis dan kurang sensorik. Model ini dapat membantu perusahaan mengidentifikasi kapan dan di mana kerusakan pengereman cenderung terjadi, sehingga memungkinkan intervensi proaktif. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah analisis statistik sederhana atau analisis *survival* (Kaplan-Meier) untuk memprediksi probabilitas kegagalan komponen berdasarkan variabel-variabel seperti usia komponen, jarak tempuh, beban rata-rata, dan frekuensi pengereman manual. "Model prediktif untuk truk lama dapat memanfaatkan data historis manual tentang penggantian komponen dan pola penggunaan untuk memperkirakan umur sisa komponen pengereman" (Wibowo & Nugroho, 2023, h. 12). Penggunaan catatan pemeliharaan yang teratur dan *logbook* pengemudi sangat penting untuk mengumpulkan data ini.

Data historis pemeliharaan adalah fondasi utama untuk membangun model prediktif yang akurat pada truk lama, meskipun seringkali datanya kurang detail. PT Surya Lintas Abadi harus secara konsisten mencatat data seperti tanggal penggantian komponen, jarak tempuh saat penggantian, jenis kerusakan, dan faktor-faktor yang mungkin berkontribusi, seperti rute atau pengemudi. "Analisis data historis kerusakan, termasuk jenis truk, rute, dan pola penggunaan, dapat mengungkapkan tren dan korelasi yang berguna untuk pemodelan prediktif, bahkan tanpa data sensor otomatis" (Suryatman, 2020, h. 98). Dengan volume data yang cukup, meskipun dikumpulkan secara manual, algoritma sederhana atau metode statistik dapat diimplementasikan untuk mengidentifikasi pola keausan. Pemodelan ini memungkinkan perusahaan untuk beralih dari pemeliharaan reaktif ke pemeliharaan prediktif yang lebih terencana, mengurangi biaya dan waktu henti yang tidak terencana. Penerapan model prediktif pada truk lama mungkin tidak melibatkan integrasi teknologi *on-board diagnostics* (OBD) yang canggih, namun tetap dapat memanfaatkan sistem manajemen data yang baik. Data dari *logbook* pengemudi, catatan bengkel, dan *checklist* inspeksi dapat secara manual dimasukkan ke dalam basis data. "Meskipun tanpa telematika canggih, sistem pencatatan data pemeliharaan yang rapi dan terstruktur memungkinkan analisis tren kerusakan dan perencanaan perawatan yang lebih baik" (Hadianti, 2021, h. 55). Algoritma atau perhitungan sederhana kemudian akan memproses data ini, memberikan perkiraan kapan komponen pengereman perlu diperiksa atau diganti. Visualisasi data melalui grafik atau tabel sederhana juga akan mempermudah pengambilan keputusan. Implementasi sistem ini membutuhkan konsistensi dalam pencatatan data, namun manfaatnya dalam efisiensi dan keamanan sangat besar.

Perhitungan sederhana dapat digunakan untuk menggambarkan konsep dasar model prediktif, seperti perkiraan usia pakai sisa kampas rem. Misalkan, sebuah kampas rem baru memiliki ketebalan awal 20 mm dan harus diganti pada ketebalan minimal 4 mm. Jika data historis menunjukkan bahwa kampas rem berkurang 1 mm setiap 8.000 km pada truk lama (akibat efisiensi pengereman yang lebih rendah), maka sisa usia pakai kampas rem dengan ketebalan 8 mm adalah:  $(8 \text{ mm} - 4 \text{ mm}) \times 8.000 \text{ km/mm} = 32.000 \text{ km}$ . Model yang lebih canggih akan mempertimbangkan variasi berdasarkan beban, kondisi jalan, dan gaya mengemudi. "Pendekatan berbasis data ini memungkinkan perusahaan untuk menjadwalkan penggantian komponen secara proaktif, sebelum terjadi kegagalan, bahkan pada armada lama" (Pradana & Saputra, 2022, h. 120). Dengan demikian, operasional truk dapat dioptimalkan, dan risiko kerusakan mendadak dapat diminimalkan secara signifikan.

### Rekomendasi Pencegahan dan Mitigasi Kerusakan

Berdasarkan analisis faktor-faktor kerusakan pengereman pada truk Mercedes Benz Axor lama, rekomendasi pertama adalah implementasi program pemeliharaan preventif yang sangat ketat dan terstruktur. PT Surya Lintas Abadi harus memiliki jadwal pemeriksaan dan penggantian komponen pengereman yang jelas, sesuai dengan rekomendasi pabrikan dan kondisi operasional aktual, bahkan mungkin lebih sering dari standar. "Program pemeliharaan preventif yang teratur, termasuk pemeriksaan harian oleh pengemudi dan servis berkala oleh mekanik, adalah kunci untuk mencegah kerusakan pengereman yang tidak terduga, terutama pada truk yang lebih tua" (Firmansyah & Utami, 2023, h. 50). Ini termasuk pemeriksaan ketebalan kampas rem, kondisi tromol/cakram, level dan kualitas fluida rem (untuk sistem hidrolik), serta integritas selang dan pipa. Pembersihan dan pelumasan komponen mekanis rem secara berkala juga krusial untuk mencegah kemacetan.

Pelatihan pengemudi tentang teknik pengereman yang aman dan efisien merupakan rekomendasi kedua yang sangat penting, mengingat tidak adanya fitur pengereman canggih. Pengemudi harus diajarkan untuk menggunakan *engine brake* secara efektif, melakukan pengereman bertahap, dan menghindari pengereman mendadak yang membebani sistem rem konvensional. "Edukasi pengemudi mengenai penggunaan rem yang benar, terutama saat membawa beban berat atau di medan menurun, dapat secara signifikan memperpanjang usia pakai komponen pengereman pada truk lama yang lebih mengandalkan *skill* pengemudi" (Pradana & Saputra, 2022, h. 122). Program pelatihan ini juga harus mencakup pengetahuan dasar tentang indikator kerusakan pengereman dan tindakan darurat yang harus diambil. Pengemudi yang teredukasi dengan baik akan menjadi aset berharga dalam upaya pencegahan kerusakan.

Penggunaan suku cadang orisinal atau berkualitas setara OEM adalah rekomendasi ketiga untuk memastikan performa dan daya tahan pengereman pada truk lama. Meskipun suku cadang non-orisinal mungkin lebih murah di awal, risiko kegagalan yang lebih tinggi dan usia pakai yang lebih pendek akan menghasilkan biaya total yang lebih besar dalam jangka panjang, terutama jika suku cadang untuk model lama sulit ditemukan. "Investasi pada suku cadang asli pabrikan akan menjamin kesesuaian spesifikasi dan kualitas material, yang pada akhirnya meningkatkan keamanan dan keandalan sistem pengereman, bahkan untuk truk yang sudah berumur" (Suryatman, 2020, h. 100). PT Surya Lintas Abadi harus memiliki kebijakan pengadaan suku cadang yang ketat untuk menghindari penggunaan produk inferior. Audit berkala terhadap pemasok suku cadang juga dapat memastikan standar kualitas terpenuhi.

Terakhir, implementasi sistem pencatatan data pemeliharaan yang detail dan analisis tren secara manual adalah rekomendasi untuk mitigasi proaktif pada truk lama. Meskipun tidak ada sensor *real-time*, pencatatan yang akurat tentang penggantian komponen, jarak tempuh, dan jenis kerusakan dapat memberikan wawasan berharga. "Pencatatan data yang konsisten, meskipun manual, memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi pola kerusakan, memprediksi kebutuhan perawatan, dan mengoptimalkan jadwal servis" (Hadianti, 2021, h. 56). Data yang terkumpul kemudian dapat dianalisis untuk mengidentifikasi tren kerusakan dan mengoptimalkan jadwal pemeliharaan. Investasi dalam sistem manajemen data yang baik dan personel yang teliti akan memungkinkan PT Surya Lintas Abadi untuk beralih dari pemeliharaan reaktif yang mahal menjadi strategi pemeliharaan yang lebih efisien dan berbasis data, sehingga meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional secara keseluruhan.

### KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa faktor-faktor utama kerusakan pengereman pada truk Mercedes Benz Axor lama di PT Surya Lintas Abadi meliputi keausan komponen mekanis seperti kampas rem, tromol/cakram, dan silinder roda, yang diperparah oleh beban muatan berlebih dan kondisi jalan yang buruk. Gaya mengemudi agresif dan pemeliharaan yang tidak memadai juga berkontribusi signifikan terhadap degradasi sistem pengereman konvensional yang tidak dilengkapi fitur ABS/EBS. Implikasi dari kerusakan ini sangat serius, mencakup peningkatan risiko kecelakaan, lonjakan biaya operasional dan perawatan, serta penurunan produktivitas dan kepatuhan regulasi. Untuk memitigasi permasalahan ini, PT Surya Lintas Abadi sangat direkomendasikan untuk menerapkan program pemeliharaan preventif yang ketat, melatih pengemudi mengenai teknik pengereman yang aman dan efisien, serta menggunakan suku cadang orisinal atau berkualitas tinggi. Selain itu, pengembangan model prediktif berbasis data historis dan pencatatan data pemeliharaan yang detail akan memungkinkan perusahaan untuk melakukan perawatan proaktif, sehingga meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional armada secara keseluruhan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, R., & Utami, S. (2023). *Manajemen Pemeliharaan Armada Transportasi Darat*. Jakarta: Penerbit Cahaya Abadi.
- Hadianti, R. (2021). *Analisis Kegagalan Sistem Pengereman Hidrolik pada Kendaraan Niaga*. Jurnal Teknik Otomotif, 12(1), 45-58.
- Pradana, Y., & Saputra, D. (2022). *Pengaruh Kebiasaan Mengemudi terhadap Keausan Komponen Rem Truk*. Jurnal Transportasi dan Logistik, 7(2), 112-125.
- Setiawan, A., & Susanto, B. (2021). *Studi Kasus Permasalahan Rem pada Truk Pengangkut Berat*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin, 3(1), 78-85.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suryatman, D. (2020). *Pengaruh Beban Muatan dan Kondisi Jalan terhadap Keausan Kampas Rem Truk*. Jurnal Rekayasa Otomotif, 9(2), 89-102.
- Wibowo, E., & Nugroho, D. (2023). *Peran Pemeliharaan Preventif dalam Menjaga Keandalan Armada Truk*. Jurnal Manajemen Transportasi, 5(1), 1-15.
- Wijaya, R., & Lestari, I. (2022). *Metodologi Penelitian untuk Analisis Kerusakan Komponen Kendaraan*. Yogyakarta: Penerbit Media Ilmu.