



PENINGKATAN KUALITAS HASIL ASSEMBLING SHOCK ABSORBER TIPE C 50 DI PT KAI (PERSERO) UPT BALAI YASA SURABAYA GUBENG MELALUI PEMILIHAN VISKOSITAS OIL DAMPER

Stefanus Gangsar Basuki¹, Ainur Komariah^{2a}, Rian Prasetyo³, Sri Hartanti⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo

⁴Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Surakarta

Korespondensi:

^aProgram Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo
ainurkomariah.ak@gmail.com

ABSTRAK

Kereta api merupakan moda transportasi penumpang dan barang yang memiliki berbagai keunggulan. Diantaranya kapasitas angkut yang besar, efisien, aman, serta nyaman. Salah satu faktor penunjang keamanan dan kenyamanan perjalanan kereta api adalah sistem suspensi, yang berfungsi meredam getaran akibat pergerakan kereta dan rel. Komponen penting dalam sistem suspensi adalah *shock absorber*, berfungsi meredam gaya osilasi dan mendispersikan energi kinetik dari guncangan. Penelitian ini bertujuan mengetahui performa oil damper dari dua viskositas yang berbeda terhadap performa *shock absorber* di PT KAI (Persero) UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dan komparatif untuk membandingkan performa oli SAE 10 (viskositas rendah) dan SAE 40 (viskositas tinggi). Parameter pengujian meliputi grafik perbandingan antara *force* dan *velocity*, *peak velocity*, *gas test*, dan *seal drag*. Hasil menunjukkan bahwa oli SAE 40 dengan viskositas tinggi menghasilkan redaman yang lambat dan tidak memenuhi standar, terutama pada posisi *rebound*. Pada *velocity* 95mm/sec, menghasilkan *force* sebesar 363,19Kgf (di bawah batas toleransi 370-630 Kgf). Hasil *gas test* menunjukkan 6,67Kgf, serta pengujian *seal drag* sebesar 20,43Kgf telah melebihi standar 5-15Kgf. Sebaliknya, oli SAE 10 menunjukkan performa yang lebih baik. Pada posisi *rebound*, gaya tetap dalam batas standar, yaitu sebesar 401,45Kgf. Besarnya *velocity* yang tercatat adalah 102,52mm/sec. *Gas test* sebesar 4,23 Kgf dan *seal drag* sebesar 7,07 Kgf juga memenuhi standar. Dengan demikian, disimpulkan bahwa viskositas oli yang dipakai dalam *assembling* sangat berpengaruh terhadap performa *shock absorber*.

Kata kunci: Kereta api, oli, viskositas, performa, *shock absorber*

ABSTRACT

Trains are a mode of passenger and goods transportation that has various advantages. Among them are large carrying capacity, efficiency, safety, and comfort. One of the supporting factors for the safety and comfort of train travel is the suspension system, which functions to dampen vibrations due to the movement of the train and rails. An important component in the suspension system is the shock absorber which functions to dampen oscillatory forces and disperse kinetic energy from shocks. This study aims to determine the performance of oil dampers from two different viscosities on shock absorber performance at PT KAI (Persero) UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng. This study uses an experimental and comparative approach to compare the performance of SAE 10 oil (low viscosity) and SAE 40 (high viscosity). Test parameters include a comparison graph between force and velocity, peak velocity, gas test, and seal drag. The results show that SAE 40 oil with high viscosity produces slow damping and does not meet standards, especially in the rebound position. At a velocity of 95mm/sec, it produces a force of 363.19Kgf (below the tolerance limit of 370-630 Kgf). The gas test results show 6.67Kgf, and the seal drag test of 20.43Kgf has exceeded the standard of 5-15Kgf. On the other hand, SAE 10 oil shows better performance. In the rebound position, the force remains within the standard limit, which is 401.45Kgf. The

recorded velocity is 102.52mm/sec. The gas test of 4.23 Kgf and the seal drag of 7.07 Kgf also meet the standard. Thus, it is concluded that the viscosity of the oil used in assembling greatly affects the performance of the shock absorber.

Keywords: train, oil, viscosity, performance, shock absorber

1. PENDAHULUAN

Kereta Api adalah angkutan penumpang ataupun benda yang mempunyai keunggulan kapasitas angkut yang besar, efektif, dan nyaman. Berdasarkan informasi Badan Pusat Statistik (BPS), pada Tahun 2015 PT KAI berhasil mengangkat penumpang sebanyak 326 juta. Capaian tersebut membuat sektor transportasi khususnya Kereta Api memiliki potensi besar untuk dikembangkan di masa depan. Sebagai moda transportasi dengan durasi ekspedisi relatif panjang, kebutuhan terhadap aspek keamanan serta kenyamanan dari kereta api menjadi sangat penting [1].

Faktor penunjang keamanan dan kenyamanan yang utama adalah sistem suspensi. Sistem suspensi adalah sistem yang memberikan keamanan dan kenyamanan bagi penumpang yang terletak pada bagian *bogie* kereta [2]. Sistem suspensi memegang peranan sangat penting pada kereta api, yaitu mengurangi getaran yang disebabkan oleh penyimpangan rel dan interaksi roda-rel [3]. Sehingga apabila terjadi guncangan, sistem suspensi memberikan redaman getaran pada kereta api yang mengakibatkan penumpang merasa nyaman [4]. Getaran juga menjadi sumber masalah yang dapat berpengaruh pada aspek kesehatan [5].

Salah satu komponen utama dalam suspensi adalah *shock absorber*. Komponen ini merupakan perlengkapan yang berfungsi sebagai peredam gaya osilasi, serta mendispersikan tenaga kinetik yang dihasilkan guncangan [6]. *Shock absorber* ialah komponen dalam sistem suspensi yang bermanfaat untuk meredakan gaya osilasi dari pegas [7]. Dalam sistem suspensi kereta api, *shock absorber* dipasang pada *bogie*, yaitu struktur kesatuan roda yang menopang badan kereta [8]. *Bogie* adalah sistem kesatuan roda pada kereta api, baik di kereta berpenggerak ataupun kereta non penggerak [9]. Selain itu, *bogie* juga merupakan sistem rakitan roda yang mendukung berat kereta dan memfasilitasi kelancaran gerakan saat melaju di rel [10].

Kinerja *shock absorber* yang optimal sangat berpengaruh terhadap kenyamanan dan stabilitas kereta api. Hasil pengujian *shock absorber* yang sesuai standar akan meningkatkan kenyamanan penumpang dan kestabilan saat perjalanan [11]. *Shock absorber* ini dipasang pada *bogie* sebagai peredam kejut untuk meredakan gaya osilasi yang ditimbulkan oleh pegas pada *bogie* [12]. Faktor yang penting dalam suspensi diantaranya ukuran *shock absorber*, viskositas oil damper, serta *volume* fluida cair. Ini akan mempengaruhi karakteristik redaman dari sistem tersebut [13] [14]. Faktor dalam sistem suspensi ini secara signifikan mempengaruhi respons dinamis kendaraan kereta api, sehingga berdampak pada keselamatan berkendara dan kenyamanan berkendara penumpang [15]. Faktor ini juga berdampak pada respon dinamis, sehingga mempengaruhi kenyamanan [16], kepuasan penumpang [17], dan kualitas perjalanan secara keseluruhan [18] [19].

Oleh karena itu, proses perakitan dan pengujian *shock absorber* di PT KAI Balai Yasa Surabaya Gubeng menjadi sangat krusial untuk memastikan komponen ini bekerja sesuai dengan standar yang ditetapkan. Hal ini juga berfungsi untuk meningkatkan mutu dan umur pakai pada *shock absorber* dalam operasional kereta api. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa *shock absorber* dengan cara melakukan prosedur *assembling shock absorber* yang sesuai standar dengan menggunakan viskositas oil damper yang berbeda di PT KAI (Persero) UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng. Manfaat dari penelitian ini adalah membantu memecahkan masalah terkait pemilihan viskositas oil damper yang sesuai dengan operasional kereta api, serta menghasilkan *shock absorber* yang memenuhi standar, guna meningkatkan kenyamanan dan keamanan penumpang kereta api.

Penelitian serupa telah dilakukan, salah satunya mengenai karakteristik gesekan dinamis oli peredam kejut. Fokus yang dilakukan adalah menekankan pentingnya pengendalian gesekan untuk peningkatan kinerja, yang sejalan dengan studi tentang dampak viskositas oli pada efisiensi peredam kejut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mengontrol gesekan dapat meningkatkan kinerja peredam kejut secara signifikan, di mana gaya gesekan memainkan peran penting dalam memastikan kinerja redaman yang optimal [20].

Penelitian mengenai perilaku getaran *shock absorber* juga telah dilakukan. Penelitian yang dilakukan menggunakan bangku uji hidrodinamik yang dilengkapi dengan sensor gaya dan pengukur tekanan di setiap ruang *shock absorber*. Penelitian ini menemukan bahwa gaya redaman fluida menurun seiring dengan peningkatan frekuensi gangguan. Pada kondisi di atas 50 Hz, getaran yang melewati *shock absorber* hanya diredam oleh dudukan karet, sementara gaya yang ditransmisikan melalui *shock absorber* meningkat secara linear sebanding dengan percepatan getaran. Temuan ini menunjukkan bahwa pada frekuensi tinggi, sistem katup dalam

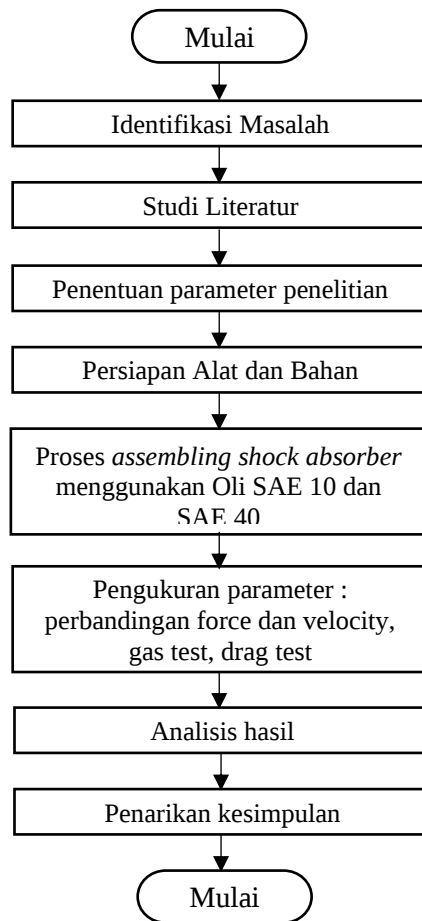
piston *shock absorber* tidak lagi menjadi elemen redaman utama, dan peredaman terutama disediakan oleh kedudukan karet [21].

Penelitian lain juga menekankan pentingnya pengendalian gesekan dalam meningkatkan kinerja peredam kejut. Fokus penelitian pada penggunaan fluida non-Newtonian yang viskositasnya berubah sesuai dengan tegangan geser. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan mengontrol gesekan secara efektif, kinerja peredam kejut dapat ditingkatkan secara signifikan, memastikan redaman yang optimal dan memperpanjang umur komponen. Tujuan utamanya adalah untuk peningkatan kualitas dan efisiensi dalam proses perakitan [22]. Ini menunjukkan bahwa kualitas menjadi hal yang krusial pada suatu produk maupun bentuk pelayanan [23]. Manajemen kualitas yang efektif [24] dapat meningkatkan kepuasan pelanggan [25] [26], loyalitas, dan membantu perusahaan mempertahankan daya saing [27].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk menganalisis performa shock absorber dengan menggunakan viskositas oil damper yang berbeda. *Shock absorber* yang digunakan adalah tipe C 50 di PT KAI (Persero) UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng. Oli yang dipakai dalam penelitian ini adalah oli SAE 40 (viskositas tinggi) dan SAE 10 (viskositas rendah) sebagai perbandingan. Menurut standar SAE J300 berdasarkan ASTM D445 yang dikutip dalam forum *Bob is the Oil Guy* (2009), viskositas oli SAE 10 berada dalam kisaran 4,1–5,6 cSt, sedangkan oli SAE 40 memiliki viskositas yang lebih tinggi, yaitu 12,5–16,3 cSt. Oli yang biasa digunakan oleh PT KAI UPT Balai Yasa Gubeng adalah Oli SAE 40.

Hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah viskositas oli dapat mempengaruhi performa dari *shock absorber*. Performa tersebut dapat dilihat di grafik hasil pengujian dengan perbandingan antara *force* (gaya) dengan *velocity* (kecepatan). Komponen yang digunakan dalam proses *assembling* berasal dari *shock absorber* bekas, dengan seleksi ketat untuk memastikan kelayakan penggunaan. Pada grafik *force-velocity* digunakan untuk membandingkan kinerja *shock absorber* dengan oli SAE 10 dan SAE 40. Selain itu, dilakukan analisis evaluasi terhadap komponen *shock absorber* menggunakan hasil *gas test* dan *seal drag*. Flowchart penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

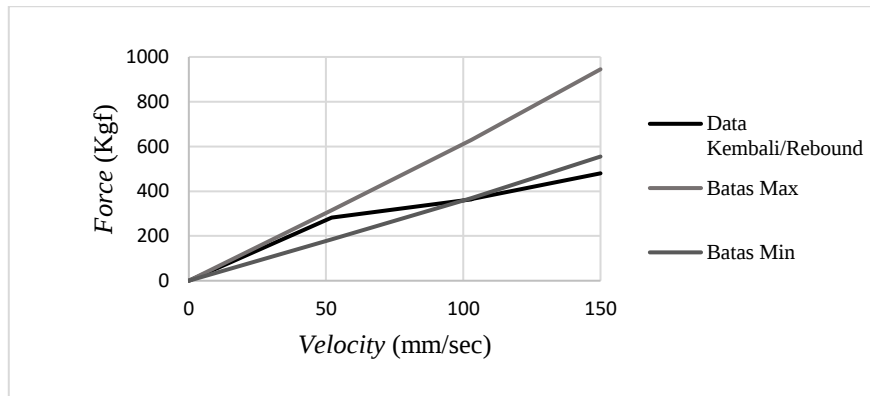
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

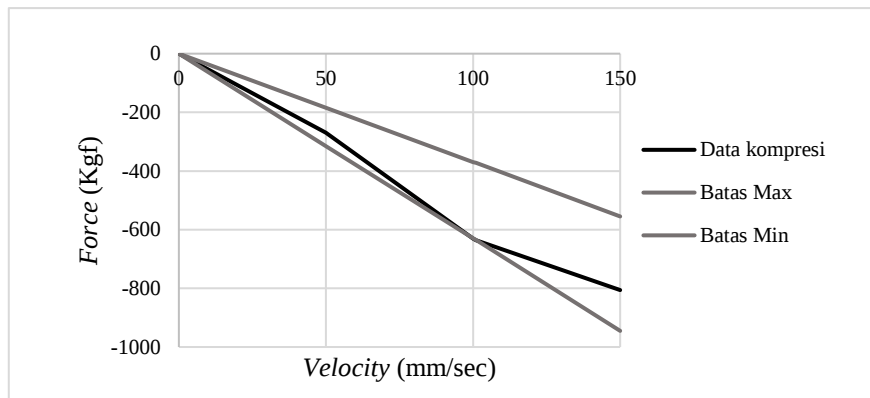
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan performa *shock absorber* dengan menggunakan oil damper dengan SAE 10 dan 40 dengan parameter perbandingan grafik *force* (Kgf) dan *velocity* (mm/sec), *gas test*, dan *drag test*.

3.1.1. Hasil pengukuran parameter dengan Oli SAE 40

Terdapat dua hasil pengujian yang berwujud grafik antara *force* dan *velocity*, yaitu pada posisi *rebound* dan posisi *compression*. Respon *force* terhadap *velocity* oli SAE 40 saat *shock absorber* pada posisi *rebound* ditunjukkan pada Gambar 2, sedangkan pada posisi *compression* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Grafik respon *force* terhadap *velocity* saat *Shock absorber* pada posisi *rebound* menggunakan oli SAE 40



Gambar 3. Grafik respon *force* terhadap *velocity* saat *Shock absorber* pada posisi *compression* menggunakan oli SAE 40

Gambar 2 menunjukkan grafik respon *force* terhadap *velocity* assembling *shock absorber* pada saat posisi *rebound* menggunakan oil damper SAE 40. Pada *velocity* 0-50 mm/sec menunjukkan hasil yang baik, karena berada di antara batas maksimal dan batas minimal. Ketika *velocity* mencapai 51,77mm/sec, nilai *force* adalah 282,10Kgf (sesuai standar). Pada kondisi *velocity* di atas 80mm/sec, grafik mulai menunjukkan progres yang tidak baik, yaitu hasil data cenderung turun dan keluar batas minimal. Ketika *velocity* mencapai 95mm/sec, nilai *force* adalah 363,19Kgf. Grafik semakin menjauh dari batas minimal ketika *velocity* menunjuk angka 149,44mm/sec, menghasilkan *force* sebesar 480,00Kgf. Hal ini tidak baik karena hasil assembling *shock absorber* cenderung lemah.

Gambar 3 menunjukkan grafik respon *force* terhadap *velocity* pada assembling *shock absorber* pada posisi *compression* dengan menggunakan oil damper SAE 40. Pada *velocity* 0-50mm/sec menunjukkan hasil yang baik, karena grafik berada di antara batas maksimal dan batas minimal, yaitu *velocity* -49,61mm/sec menunjukkan *force* -270,60Kgf; *velocity* -99,17mm/sec menunjukkan *force* -630,96Kgf; dan *velocity* -149,44mm/sec menunjukkan *force* -806,62Kgf. Hasil pengujian assembling *shock absorber* menggunakan oil damper SAE 40 disajikan pada Tabel 1.

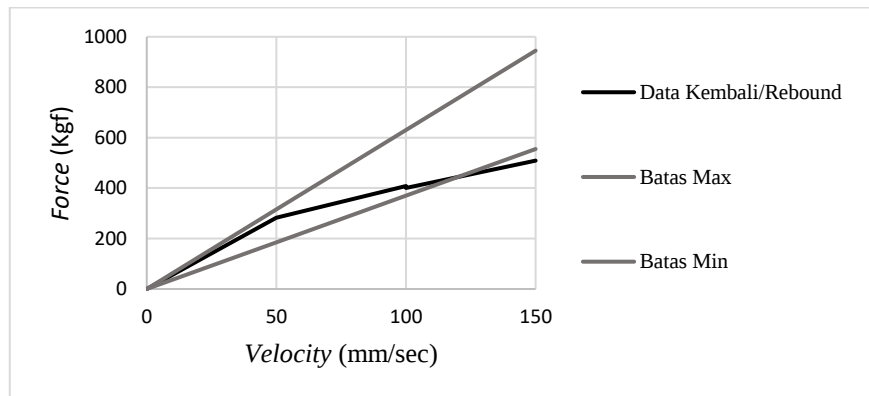
Tabel 1. Hasil pengujian assembling shock absorber menggunakan oil damper SAE 40

Velocity (mm/sec)	Compression (Kgf)	Velocity (mm/sec)	Rebound (Kgf)
0	0	0	0
-49,61	-270,6	51,49	282,1
-99,51	-630,96	102,51	363,19
-99,56	-636,48	102,68	366,59
-149,44	-806,62	153	480

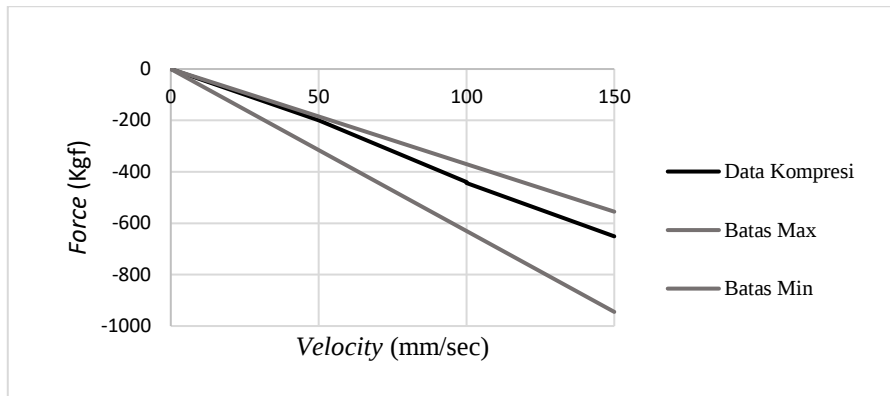
Tabel 1 menunjukan hasil pengujian *assembling shock absorber* dengan penggunaan oil damper SAE 40. Saat pengujian tersebut *velocity* maksimal atau *peak velocity* yang bisa diuji adalah 154,22mm/sec dengan temperatur pengujian adalah 36,36 OC. Pengujian tersebut juga menampilkan hasil gas test 6,67Kgf di mana belum melampaui standar, yaitu 3-7 Kgf serta pengujian seal drag dengan hasil 20,43Kgf di mana hasil tersebut juga sudah keluar dari standar, yaitu 5-15 Kgf. Mulai *velocity* 80mm/sec dan bisa dilihat dari *velocity* 102,51mm/sec pada saat posisi *rebound*, gaya atau *force* mengalami penurunan drastis diangka 363,19Kgf yang mana hasil tersebut sudah keluar dari standar batas toleransi, yaitu 370-630Kgf.

3.1.2. Hasil pengukuran parameter dengan Oli SAE 10

Terdapat dua hasil pengujian yang berwujud grafik antara *force* dan *velocity*, yaitu pada posisi *rebound* dan posisi *compression*. Respon *force* terhadap *velocity shock absorber* menggunakan oli SAE 10 pada posisi *rebound* ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan pada posisi *compression* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 3. Grafik respon force terhadap velocity oli SAE 10 saat shock absorber pada posisi rebound



Gambar 4. Grafik respon force terhadap velocity oli SAE 10 saat shock absorber pada posisi compression

Gambar 4 menunjukkan grafik respon *force* terhadap *velocity assembling shock absorber* pada saat posisi *rebound* dengan menggunakan oil damper SAE 10. Pada *velocity* 0-50mm/sec menunjukkan hasil yang baik, karena respon *force* berada di antara batas maksimal dan batas minimal. Ketika *velocity* mencapai angka 51,3mm/sec, *force* menunjukkan angka 281,68Kgf; ketika *velocity* 102,52mm/sec, *force* menunjukkan 401,45Kgf. Pada *velocity* 153mm/sec, *force* menunjukkan angka 509,32Kgf. Hal ini berada di luar batas bawah, akan tetapi hasil pada saat *rebound* bisa dikatakan baik, karena batas *velocity* maksimal yaitu 100-120 mm/sec.

Sedangkan pada Gambar 5 menunjukkan grafik respon *force* terhadap *velocity assembling shock absorber* pada saat posisi *compression* dengan menggunakan oil damper SAE 10. Pada *velocity/velocity* 0-50 mm/sec menunjukkan hasil yang baik, karena grafik berada di antara batas maksimal dan batas minimal, yaitu : *velocity* -49,26 mm/sec menunjukkan *force* -200,32 Kgf; *velocity* -98,62 mm/sec menunjukkan *force* -443, 16 Kgf; dan *velocity* -147,27 mm/sec menunjukkan *force* -650,68 Kgf. Hasil pengujian *assembling shock absorber* menggunakan oil damper SAE 10 disajikan pada Tabel 2, sedangkan standar pengujiannya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Pengujian assembling shock absorber menggunakan oil damper SAE 10

Velocity (mm/sec)	Compression (Kgf)	Velocity (mm/sec)	Rebound (Kgf)
0,00	0,00	0,00	0,00
-49,26	-200,32	51,37	281,68
-98,56	-439,61	102,40	407,63
-98,62	-443,16	102,52	401,45
-147,27	-650,68	153,82	509,32

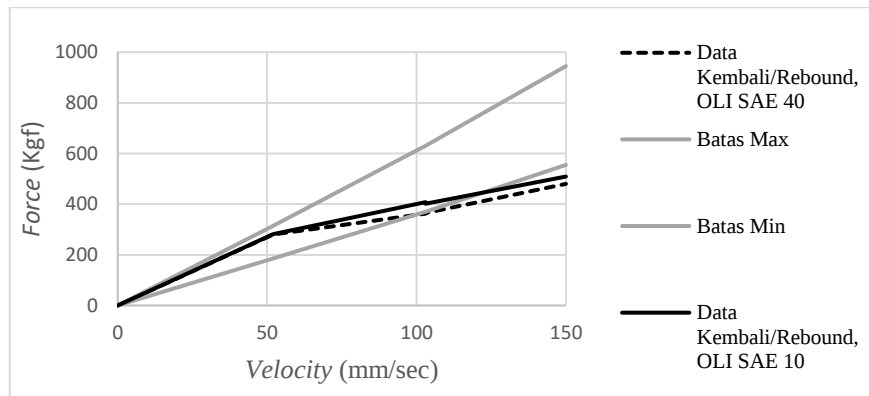
Tabel 2. Standar pengujian assembling shock absorber

Velocity (mm/sec)	Compression Max (Kgf)	Compression Min (Kgf)	Rebound Max (Kgf)	Rebound Min (Kgf)
50	-315	-185	185	315
100	-360	-370	370	630
150	-945	-555	555	945

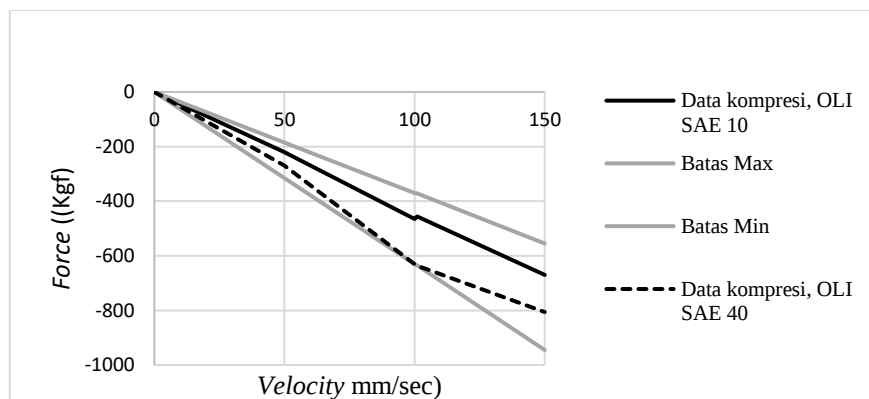
Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian *assembling shock absorber* dengan penggunaan oil damper SAE 40 yang dilakukan satu kali pengujian. Saat pengujian tersebut *velocity* maksimal atau *peak velocity* yang bisa diuji adalah 154,75mm/sec dengan temperatur pengujian/*temperature* adalah 31,64°C. Pengujian tersebut juga menampilkan hasil *gas test* 4,23Kgf di mana masih dalam standar (nilai rujukan dari PT KAI, *gas test* normal berkisar antara 3-7Kgf) serta pengujian *seal drag* dengan hasil 7,07Kgf di mana hasil tersebut juga masih dalam standar (nilai rujukan dari PT KAI, nilai *seal drag* normal berkisar antara 5-15Kgf).

3.2. Pembahasan

Setelah mendapatkan hasil dari proses penelitian tentang peningkatan kualitas *hasil assembling shock absorber* di PT KAI (Persero) UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng melalui pemilihan viskositas oil damper. Selanjutnya dilakukan pembahasan hasil penelitian, agar lebih jelas dan mudah dipahami suatu hasil dari perbandingan tiap-tiap jenis viskositas oli yang dipakai pada penelitian ini. Grafik perbandingan hasil dari *assembling shock absorber* dengan menggunakan dua jenis viskositas oli yang berbeda, yaitu SAE 10 dan SAE 40 pada posisi kembali atau *rebound* (Gambar 6) dan pada posisi *compression* (Gambar 7)



Gambar 5. Grafik respon *force* terhadap *velocity* oli SAE 10 dan oli sae 40 saat *shock absorber* pada posisi *rebound*



Gambar 6. Grafik respon *force* terhadap *velocity* oli SAE 10 dan oli SAE 40 saat *shock absorber* pada posisi *compression*

Berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7, grafik perbandingan *force* terhadap *velocity* hasil dari *assembling shock absorber* dengan menggunakan dua jenis viskositas oli yang berbeda, yaitu: SAE 10 dan SAE 40 pada posisi *compression* dan *rebound* memiliki hasil perbedaan yang signifikan. Hal ini dapat dilihat pada hasil di posisi *rebound*, bahwa oli dengan SAE 40 memiliki hasil yang tidak baik karena pada *velocity* 95mm/sec sudah keluar dari batas minimal yang dianjurkan oleh perusahaan. Berbeda dengan oli yang memiliki SAE 10, bahwa menunjukan hasil yang baik walaupun *velocity* 153mm/sec menunjukan *force* atau gaya 509,32Kgf akan tetapi hasil pada saat *rebound* bisa dikatakan baik, karena batas *velocity* maksimal yaitu 100-120mm/sec. Berbeda dengan hasil pada posisi *compression*, hasil cenderung sama-sama di antara batas maksimal dan batas minimal.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil grafik atau hasil dari pengujian *assembling shock absorber*, yaitu:

- a. Viskositas atau kekentalan oli

Oli yang umum digunakan dalam *shock absorber* memiliki tiga tingkat kekentalan, yaitu SAE 5 (paling cair), SAE 10 (sedang), dan SAE 15 (paling kental). Penelitian ini menggunakan dua jenis oli dengan viskositas berbeda, yaitu SAE 10 sebagai pembanding dan SAE 40 yang banyak digunakan di PT KAI (Persero) UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng untuk

shock absorber Kereta Api. SAE 40 merupakan oli dengan viskositas tinggi yang mengalir lebih lambat pada suhu kerja normal, dan kekentalannya cocok untuk beban berat. Kekentalan oli memegang peran penting dalam kinerja *shock absorber* sebagai peredam getaran. Saat *shock absorber* bekerja, oli di dalamnya terus bergerak selama proses kompresi dan ekspansi. Semakin tinggi tingkat kekentalan oli, semakin lambat respon *rebound* yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan pengurangan gaya pantul dari pegas, yang berdampak pada performa redaman.

Dari hasil pengujian, diketahui bahwa SAE 40 memiliki kekentalan lebih tinggi dibanding SAE 10. Oli SAE 40 menunjukkan performa yang kurang optimal dan tidak memenuhi standar sebagai oli peredam *shock absorber* karena viskositasnya yang terlalu kental. Hal ini terlihat jelas dari grafik pengujian yang menunjukkan penurunan gaya (*force*) paling signifikan pada penggunaan oli SAE 40. Berbeda dari studi sebelumnya, penelitian ini membandingkan langsung Oli SAE 10 dan SAE 40 melalui analisis *force-velocity*, *gas test*, dan *seal drag*, untuk memastikan bahwa *shock absorber* memenuhi standar redaman yang ditetapkan.

b. Komponen yang Dipakai Saat Assembling Shock Absorber

Komponen yang digunakan dalam proses *assembling shock absorber* memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas hasil akhir. Dalam penelitian ini, sebagian besar komponen berasal dari *shock absorber* bekas yang telah dibongkar, sehingga diperlukan ketelitian ekstra dalam memilih komponen yang masih layak pakai. Pemilihan komponen yang tepat bertujuan untuk memastikan kinerja *shock absorber* tetap optimal setelah perakitan. Proses seleksi dilakukan melalui pemeriksaan visual untuk mendeteksi kerusakan fisik seperti keausan, retak, atau korosi. Selain itu, pengukuran diameter piston dan silinder dilakukan untuk memastikan kesesuaian ukuran sesuai standar spesifikasi, guna menghindari kebocoran dan menjaga efisiensi kerja *shock absorber*. Celah yang terlalu besar antara piston dan silinder dapat menyebabkan penurunan kinerja redaman, sedangkan kerapatan seal yang baik sangat penting untuk mencegah kebocoran oli dan menjaga tekanan internal. Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut, proses *assembling* diharapkan menghasilkan *shock absorber* yang memiliki kualitas tinggi dan sesuai dengan standar operasional.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa viskositas oli damper memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja *shock absorber* Kereta Api. Oli SAE 40 dengan viskositas tinggi menghasilkan redaman yang lambat dan tidak memenuhi standar. Pada posisi *rebound* dengan *velocity* 95mm/dsec, gaya yang tercatat sebesar 363,19Kgf berada di bawah batas toleransi 370-630Kgf. PT KAI (Persero) UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng menetapkan bahwa batas standar operasional *gas test* berkisar 3-7Kgf, dan batas standar untuk *seal drag* berkisar 5-15 Kgf. Hasil pengujian *gas test* menunjukkan angka 6,67Kgf yang masih dalam batas standar, namun *seal drag* sebesar 20,43Kgf telah melebihi batas standar.

Sebaliknya, oli SAE 10 menunjukkan performa yang lebih baik. Pada posisi *rebound* dengan *velocity* 102,52 mm/sec, gaya tercatat sebesar 401,45Kgf, masih dalam batas toleransi standar. Hasil *gas test* sebesar 4,23 Kgf dan *seal drag* sebesar 7,07Kgf juga memenuhi standar yang ditetapkan. Sehingga pemilihan viskositas oli yang tepat, yaitu Oli SAE 10, serta penggunaan komponen *shock absorber* yang sesuai standar sangat penting untuk memastikan kualitas redaman yang optimal. Hal ini harus diperhatikan sebab mempengaruhi kenyamanan dan keamanan operasional Kereta Api.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. R. Zahro, "Sisi Kompresi dan Ekspansi dengan Perubahan Diameter Piston , Orifice dan Piston Rod terhadap Gaya Redam Shock Absorber dan Respon Dinamis," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [2] Nitish and A. K. Singh, "Design of robust active suspension system for performance improvement and vibration control of railway vehicle," in *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 2024. doi: 10.1177/0954406211402139.
- [3] R. K. Tadepalli, C. S. P. Rao, K. N. Rao, and D. R. Sastry, "Semi Active Vibration Control Device for Secondary Suspension of a Railway Wagon to Improve Ride Comfort," *Adv. Sci. Technol.*, vol. 120, pp. 127–138, 2022.
- [4] S. K. Sharma, R. C. Sharma, Y. Choi, and J. Lee, "Modelling and Dynamic Analysis of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System-Based Intelligent Control Suspension System for Passenger Rail Vehicles Using Magnetorheological Damper for Improving Ride Index," *Sustain.*, vol. 15, no. 16, pp. 1–24, 2023, doi: 10.3390/su151612529.
- [5] B. Nieradko-Iwanicka, "Hand-arm vibration syndrome," 2019. doi: 10.1201/b13467-61.
- [6] L. Fu, T. Guo, and G. Li, "Investigation on damping performance of new type oscillator-liquid combined damper," *Int. J. Mech. Sci.*, vol. 135, pp. 53–62, 2017, doi: 10.1016/j.ijmecsci.2017.11.018.

- [7] K. V. Chernyshov, K. V. Chernyshov, V. . Kotov, and R. R. Sanzhapov, "Analysis of shock absorber resistance impact on load safety, continuous wheel rolling and energy loss in vehicle suspension," *Russ. Automob. Highw. Ind.*, vol. 19, 2022.
- [8] P. E. Urassa, "Dynamic Analysis of Bogie Wheelset- a Review," *Int. J. Eng. Appl. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 13–16, 2021, doi: 10.33564/ijeast.2021.v06i02.003.
- [9] M. Yonglin *et al.*, "Bogie wheelset having steerable rubber wheels, and rubber-tired bogie," 2021, [Online]. Available: 10.1016/b978-0-12-824315-2.00735-1
- [10] A. Zhao, J. Huang, and J. Q. Sun, "Estimation of wheel–rail structural interactions from motion signals of high-speed train bogie: Estimation of wheel–rail interactions," *Int. J. Dyn. Control*, vol. 11, no. 4, pp. 1609–1620, 2023, doi: 10.1007/s40435-022-01085-2.
- [11] W. Liujie, T. Jiawei, S. Dongsheng, C. Zan, L. Yang, and Z. Junxiao, "Shock absorber, vehicle and method for improving driving stability of vehicle," 2021
- [12] S. Treskin, E. Dulskly, V. Kruchek, and P. Ivanov, "Analysis of the use of hydraulic vibration dampers in spring suspension structures of railway rolling stock," in *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2024, pp. 598–608. doi: 10.20295/1815-588X-2024-03-598-608.
- [13] L. Schickhofer and J. Wimmer, "Fluid–structure interaction and dynamic stability of shock absorber check valves," *J. Fluids Struct.*, vol. 110, no. April, pp. 1–7, 2022.
- [14] C. P. Antonio, C. Fabio, D. V. Marco, and G. Giordano, "Variable-damping hydraulic shock-absorber for a vehicle suspension," 2021
- [15] J. Dižo, M. Blatnický, S. Steišūnas, and G. Vaičiūnas, "Influence of Suspension Parameters Changes of a Railway Vehicle on Output Quantities," *LOGI - Sci. J. Transp. Logist.*, vol. 10, no. 1, pp. 20–29, 2019, doi: 10.2478/logi-2019-0003.
- [16] Y. Yao, X. Chen, H. Li, and G. Li, "Suspension parameters design for robust and adaptive lateral stability of high-speed train," *Veh. Syst. Dyn.*, vol. 61, no. 4, pp. 943–967, 2023, doi: 10.1080/00423114.2022.2062012.
- [17] A. Roghani, R. Pall, and E. Toma, "Procedure for combining field measurements and machine learning to quantify impact of different track parameters on ride quality of railway tracks," in *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 2021. doi: 10.1177/095440971122500201.
- [18] Y. Pan, S. Guo, R. Jiang, Y. Xu, Z. Tu, and L. Zuo, "Performance evaluation of train suspension energy harvesting shock absorber on railway vehicle dynamics," in *ASME 2018 Dynamic Systems and Control Conference, DSCC 2018*, 2018, pp. 1–6.
- [19] L. Yongjian, "Shock absorber provided with friction force damper and used for train," 2019
- [20] S. Kato, "The Power of Oil: Influence of Shock Absorber Oil on Vehicle Ride and Handling Performance," 2021, *KYB Technical Review*.
- [21] Z. Georgiev, "Study of Vibrational Behaviour of Shock Absorber in Harshness Frequency Range 20-100 Hz," *Eng. Rural Dev.*, vol. 22, no. May, pp. 707–713, 2023,
- [22] M. R. Eskafi, M. A. A. Kazemi, and K. Nikofer, "Validation of the Results of the Fuzzy Control Systems Method in Optimizing the Dynamic Behavior of Viscoelastic Dampers," *J. Dyn. Manag. Bus. Anal.*, vol. 2, pp. 128–143, 2024.
- [23] I. Turcan and R. Turcan, "Quality management and its impact on entrepreneurial activity," *J. Soc. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 16–24, 2023.
- [24] A. H. Abdi, Darsini, and A. Komariah, "Analisis Kualitas Pelayanan Transportasi Online Gojek Terhadap Kepuasan Mahasiswa Dengan Metode <i>Servqual</i>, KANO, dan QFD<i></i>," *J. Apl. Ilmu Tek. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 73–87, 2020.
- [25] I. Ismartaya, L. Hikmat Maulana, W. Simanjuntak, and T. Kartini, "The Impact Of Product Quality And Service Quality On Consumer Satisfaction At Kedai Falsafah Ngopi Bogor, Indonesia," *Int. J. Sci. Technol. Manag.*, vol. 4, no. 4, pp. 834–841, 2023,
- [26] M. Lestari, B. Wibowo, and A. Komariah, "Penentuan Prioritas Strategi Bersaing di UD XYZ dengan Metode SWOT dan AHP," *Senriabdi* 2021, vol. 1, no. 1, pp. 33–40, 2021.
- [27] M. K. Madona Kantidze, "The importance of quality management and its impact on the organization's reputation," *New Econ.*, vol. 18, no. 01, pp. 59–63, 2023.
- [28] SAE International. (2009). *SAE J300 Engine Oil Viscosity Classification* [Tabel]. Diakses dari <https://bobistheoilguy.com/forums/threads/40-c-or-100-c.356094/>