



Analisa Shock Absorber Sepeda Motor dengan Alat Uji Mekanis

Giofani Eko Saputra

Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Alamat: Jalan Soekarno Hatta No. 9 Malang 65141

Korespondensi penulis: giofanieko00@gmail.com

Abstract. *The use of motorcycles on unstable roads, such as off-road and potholes, demands the importance of a reliable suspension system for riding comfort and safety. Conventional testing of s is often ineffective in accuracy and data recording, so this research proposes the use of an automatic measuring instrument to improve test efficiency and accuracy, allowing users to evaluate deflection in real-time and determine the optimal comfort level. The purpose of this research is to determine the effect of load and brand of motorcycle on deflection value and deflection time. The research method used in this study is the experimental method, which involves a series of trials to collect empirical data related to the characteristics of the . This study uses independent variables in the form of load weight (60 kg, 80 kg, 100 kg) and brand (Aspira, Showa, Kayaba). The measured dependent variables include deflection (mm) and deflection time (s) to evaluate the performance. The results showed that load and brand had a significant effect on deflection and deflection time. Increasing load caused deflection to increase, with Aspira showing deflection of 40-42 mm at 60 kg load and 36-38 mm at 100 kg load. Kayaba had a shorter deflection time of 178.45–180.95 seconds at 100 kg load, compared to Showa's 245.45-275.75 seconds. This shows that Kayaba is more responsive in managing loads, with lower deflection and shorter deflection times than other brands, making it a more effective choice for dealing with varied road conditions.*

Keywords: *deflection, deflection time, Shock absorber.*

Abstrak. Penggunaan sepeda motor di jalanan yang tidak stabil, seperti jalan off-road dan berlubang, menuntut pentingnya sistem suspensi yang andal untuk kenyamanan dan keamanan berkendara. Pengujian konvensional Shock absorber sering kali kurang efektif dalam akurasi dan pencatatan data, sehingga penelitian ini mengusulkan penggunaan alat ukur otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengujian, memungkinkan pengguna untuk mengevaluasi defleksi Shock absorber secara real-time dan menentukan tingkat kenyamanan yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh beban dan merek Shock absorber sepeda motor terhadap nilai defleksi dan waktu defleksi. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yang melibatkan serangkaian uji coba untuk mengumpulkan data empiris terkait karakteristik Shock absorber. Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa berat beban (60kg, 80kg, 100kg) dan merek Shock absorber (Aspira, Showa, Kayaba). Variabel terikat yang diukur meliputi defleksi (mm) dan waktu defleksi (s) untuk mengevaluasi kinerja Shock absorber. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban dan merek Shock absorber berpengaruh signifikan terhadap defleksi dan waktu defleksi. Peningkatan beban menyebabkan defleksi meningkat, dengan Aspira menunjukkan defleksi 40-42 mm pada beban 60 kg dan 36-38 mm pada beban 100 kg. Kayaba memiliki waktu defleksi yang lebih singkat, yaitu 178,45-180,95 detik pada beban 100 kg, dibandingkan Showa yang mencapai 245,45-275,75 detik. Ini menunjukkan bahwa Kayaba lebih responsif dalam mengelola beban, dengan defleksi lebih rendah dan waktu defleksi lebih singkat dibandingkan merek lainnya, menjadikannya pilihan yang lebih efektif untuk menghadapi kondisi jalan yang bervariasi.

Kata kunci: defleksi, Shock absorber, waktu defleksi.

1. LATAR BELAKANG

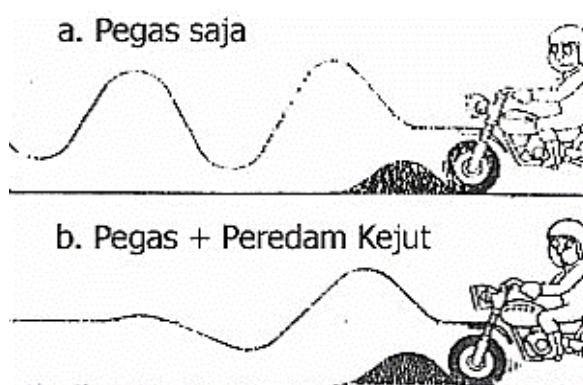
Pada saat ini, sepeda motor menjadi kendaraan yang banyak digunakan oleh masyarakat, terutama di jalan-jalan yang sempit dan memiliki mobilitas tinggi. Salah satu kendala yang dihadapi saat mengendarai sepeda motor adalah ketika mereka digunakan untuk memasuki jalan-jalan *off-road* dengan kekasaran yang tinggi, serta jalan yang berlubang dan tidak rata. Akibatnya, tingkat kenyamanan dan keamanan harus dipertimbangkan. Untuk mengurangi getaran dan guncangan, sepeda motor harus dilengkapi dengan sistem suspensi (Rana, 2015).

Di dalam sistem suspensi pada sepeda motor terdapat komponen yang berfungsi untuk meredam gaya osilasi dari pegas ketika melalui jalanan yang tidak stabil yaitu peredam kejut (*Shock absorber*). Peredam kejut (*Shock absorber*) sepeda motor sangat berperan penting untuk melalui jalan raya yang tidak stabil agar pengguna sepeda motor merasa nyaman. Kinerja yang utama dari *Shock absorber* sepeda motor yaitu *reabound*. *Reabound* adalah tendangan balik pada *Shock absorber* saat mendapat guncangan pada kondisi jalanan yang tidak stabil (Basuni, 2022). Untuk memastikan kinerja optimal *Shock absorber*, perlu dilakukan pengujian secara berkala. Namun, dalam pengujian konvensional terdapat keterbatasan dalam hal akurasi, efisiensi waktu, dan kemampuan untuk merekam data secara detail.

Berdasarkan permasalahan pengujian *Shock absorber* yang tidak efektif, dengan mengetahui secara detail karakteristik *Shock absorber*, peneliti mencoba menguji berbagai merek *Shock absorber* dengan peralatan pengujian mekanis dan menggunakan beban yang berbeda serta ketinggian *speed bump* yang telah ditentukan, ada baiknya untuk mengetahui ciri-ciri merek *Shock absorber*. Hasil yang diperoleh dari pengujian *Shock absorber* berupa nilai defleksi secara *real-time* dan hasil waktu defleksi dicatat pada alat ukur mikrokontroler. Sehingga pengguna sepeda motor dapat mengecek defleksi *Shock absorber* dengan lebih efektif dan menentukan tingkat kenyamanan yang sesuai saat digunakan. Untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengujian mekanis *Shock absorber*, penggunaan teknologi mikrokontroler mungkin bisa menjadi solusi yang tepat. Mikrokontroler memungkinkan pengembangan peralatan pengujian cerdas yang dapat mengontrol parameter pengujian secara tepat, mencatat data secara akurat, dan memberikan hasil evaluasi yang lebih komprehensif.

2. KAJIAN TEORITIS

Sistem suspensi merupakan kumpulan komponen yang berfungsi meredam kejutan, getaran yang terjadi pada kendaraan akibat permukaan jalan yang tidak rata. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan berkendara dan pengendalian kendaraan. Terdapat dua jenis utama sistem suspensi: sistem suspensi dependen dan sistem suspensi independen. Sistem suspensi dependen melibatkan roda dalam satu poros yang dihubungkan dengan poros kaku, sedangkan sistem suspensi independen melibatkan masing-masing roda terhubung ke bodi atau rangka dengan lengan suspensi. Salah satu bagian rangka sepeda motor yang menghubungkan bagian kendaraan terpegas (bodi kendaraan) dengan bagian kendaraan tak terpegas (poros roda dan roda). Sistem suspensi berfungsi menyerap getaran dan kejutan dari permukaan jalan sehingga meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan stabilitas berkendara, memelihara ketinggian kendaraan selama berkendara, dan meneruskan gaya pengereman (Jiregna and Sirata, 2020).



Gambar 1. Suspensi

Fungsi Komponen Suspensi yaitu memiliki beberapa komponen yang memiliki fungsi masing-masing dan saling melengkapi agar dapat meredam kejutan. Sistem suspensi terdiri dua komponen utama sebagai berikut:

a. Pegas

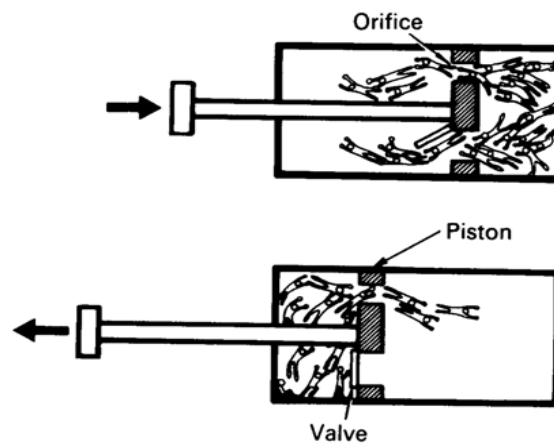
Pegas adalah komponen pertama dari sistem suspensi. Pegas berfungsi menyerap kejutan dari jalan, pegas harus fleksibel. Akan tetapi jika pegas terlalu fleksibel maka pegas akan terus berosilasi, sedangkan jika terlalu keras maka pegas tidak akan berosilasi, sehingga dapat mengganggu kenyamanan dalam berkendara.

b. *Shock absorber*

Shock absorber atau peredam kejut adalah komponen kedua dari sistem suspensi. Peredam kejut dipasang untuk meredam osilasi pegas, agar mempersingkat waktu osilasi. Peredam kejut mempunyai peranan penting dalam meningkatkan

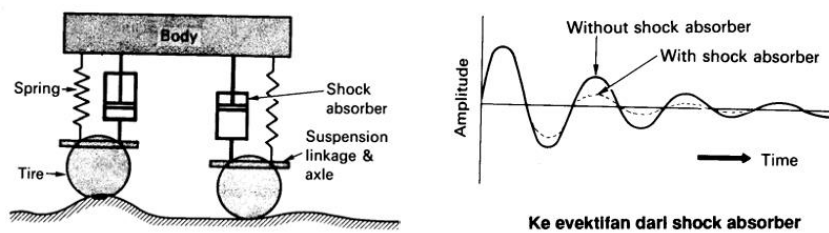
kenyamanan berkendara, pengendalian kendaraan dan pengereman. Shock absorber yang terpasang pada rangka kendaraan pada bagian atas shock absorber terhubung dengan rangka atau frame kendaraan melalui rubber bushing. Sementara itu pada bagian bawah shock absorber terhubung pada poros roda atau suspension linkage.

Prinsip Kerja Suspensi



Gambar 2. Cara kerja *shock absorber*

Berdasarkan (Wasiwitono, 2016), Ketika kendaraan mengalami guncangan dan getaran yang dirasakan roda saat melintasi jalan yang tidak rata. Jika suspensi hanya menggunakan pegas saja, maka pegas akan terus berosilasi dalam waktu yang lama, menyebabkan ketidaknyamanan saat berkendara. Namun, apabila suspensi menggunakan pegas dan peredam kejut, maka peredam kejut yang tertekan akan bergerak sesuai gerakan pegas untuk meredam gaya osilasi pegas suspensi. Osilasi pegas akan berkurang per satuan waktu dan akhirnya stabil kembali. Ketika kendaraan melewati permukaan yang tidak rata, pegas menyerap sebagian energi dari guncangan tersebut dengan mengompres atau meregang, sementara peredam kejut mengontrol kecepatan pergerakan pegas dengan mengubah energi kinetik menjadi energi panas yang dikeluarkan melalui cairan atau gas dalam peredam. Kombinasi ini menjaga roda tetap menempel di jalan, memastikan kontrol yang baik dan mengurangi keausan pada komponen kendaraan.



Gambar 3. Ke Efektifan *shock absorber*

Shock absorber yang baik dan nyaman harus mampu menyerap guncangan dengan efektif, mengurangi getaran, dan menjaga stabilitas kendaraan. *Shock absorber* yang baik akan memiliki nilai defleksi yang optimal, tidak terlalu tinggi sehingga kendaraan tidak terlalu berguncang, dan tidak terlalu rendah sehingga tidak mengurangi kenyamanan pengendara (Li et al., 2013).

3. METODE PENELITIAN

Metode pengolahan dan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan analisis deskriptif yaitu metode penelitian dengan cara mengumpulkan data-data sesuai dengan yang sebenarnya. Data hasil pengujian berupa data kuantitatif yang dilakukan pengolahan dengan *software* statistik menggunakan metode *Two-way ANOVA*. *Analysis of Variance* (ANOVA) dapat melakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh pembebanan terhadap nilai defleksi *Shock absorber*. Dalam penelitian ini akan dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas, sebelum dilakukan uji hipotesis. Setelah dilakukan uji normalitas dan mendapatkan hasil normal maka dapat dilanjutkan untuk uji hipotesis

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengumpulan Data

Pada proses pengumpulan data dilakukan pada bulan Juni - Juli 2024 di Politeknik Negeri Malang. Dalam Pengambilan data dilakukan dengan pengujian *Shock absorber* menggunakan uji tekan, dalam pengujian juga menggunakan berbagai variasi berat beban dan merek *Shock absorber*. Variasi berat beban yang digunakan yaitu 60 kg, 80 kg, dan 100 kg. Sedangkan, variasi merek *Shock absorber* antara lain *shock absorber* Aspira, Showa, Kayaba. Pemilihan ketiga kerek berikut dipilih untuk pengujian berdasarkan penggunaan shock absorber yang banyak beredar di dalam dunia otomotif dan yang banyak digunakan oleh kendaraan bermotor matic. Dalam proses pengujian menggunakan tinggi *speed bump* yaitu 3

cm. Setiap merek *Shock absorber* dengan beban tertentu dilakukan pengujian sebanyak 7 kali, sehingga total data dalam pengujian waktu defleksi dan nilai defleksi dengan menggunakan *speed bump* yaitu masing-masing 63 data.

Tabel 1. Data Waktu Defleksi dengan *Speed Bump*

Beban (kg)	Merk	Waktu Defleksi (s)							Mean
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
60	Aspira	303,55	239,45	303,75	239,50	302,55	239,25	303,60	275,96
	Showa	310,40	295,75	310,65	295,50	295,45	295,75	310,70	302,01
	Kayaba	201,40	225,65	201,45	225,45	225,55	210,70	225,75	215,29
80	Aspira	250,35	270,65	250,75	270,35	250,50	270,80	270,50	262,00
	Showa	285,45	285,50	285,30	290,80	290,55	290,25	290,85	288,39
	Kayaba	200,45	220,75	200,75	220,45	200,80	220,50	220,45	212,00
100	Aspira	239,50	245,55	239,75	245,55	239,35	245,85	245,75	243,14
	Showa	275,75	245,75	275,45	245,45	275,55	245,75	245,80	258,47
	Kayaba	178,85	180,75	178,45	180,35	180,75	178,55	180,95	179,81

Berdasarkan Tabel 1, *shock absorber* Kayaba menunjukkan waktu defleksi terendah pada semua variasi beban, dengan rata-rata waktu defleksi sebesar 215,29 detik pada beban 60 kg, 212,00 detik pada beban 80 kg, dan 179,81 detik pada beban 100 kg. Ini mengindikasikan bahwa *shock absorber* Kayaba adalah yang paling kaku dan paling cepat kembali ke posisi semula setelah diberi beban, menunjukkan performa yang optimal dalam hal stabilitas dan respons terhadap peningkatan beban.

Berdasarkan Tabel 1, Showa memiliki waktu defleksi tertinggi pada semua variasi beban, dengan rata-rata waktu defleksi sebesar 302,01 detik pada beban 60 kg, 288,39 detik pada beban 80 kg, dan 258,47 detik pada beban 100 kg. Ini menunjukkan bahwa *shock absorber* Showa adalah yang paling fleksibel di antara ketiga merek, sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk kembali ke posisi semula setelah menerima beban.

Data hasil pengujian nilai defleksi dengan satuan s pada *Shock absorber* dengan menggunakan *speed bump* dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Nilai Defleksi dengan *Speed Bump*

Beban (kg)	Merk	Nilai Defleksi (mm)							Mean
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
60	Aspira	40	41	40	41	40	41	42	41
	Showa	47	48	47	48	47	48	49	48
	Kayaba	34	35	34	35	34	35	36	35
80	Aspira	38	39	38	39	38	39	40	39
	Showa	45	46	45	46	45	46	47	46
	Kayaba	32	33	32	31	32	33	34	32
100	Aspira	36	37	36	37	36	37	38	37
	Showa	43	44	43	44	43	44	45	44
	Kayaba	30	31	30	32	30	31	33	31

Berdasarkan Tabel 2, *shock absorber* Kayaba menunjukkan nilai defleksi terendah pada semua variasi beban, yang menunjukkan bahwa ini memiliki kekakuan tertinggi di antara ketiga merek yang diuji. Pada beban 60 kg, nilai defleksi rata-rata *shock absorber* Kayaba adalah 35 mm, dan nilai ini terus menurun menjadi 32 mm pada beban 80 kg, dan 31 mm pada beban 100 kg. Pola ini menunjukkan bahwa *shock absorber* Kayaba mampu menahan deformasi lebih baik saat beban meningkat, yang berarti ia lebih efektif dalam menjaga stabilitas kendaraan dan mengurangi ayunan atau guncangan yang disebabkan oleh permukaan jalan yang tidak rata. Dengan nilai defleksi yang lebih rendah, *shock absorber* Kayaba memberikan respons yang lebih cepat dan lebih baik dalam menjaga kontak antara roda dan jalan, terutama saat kendaraan membawa beban berat.

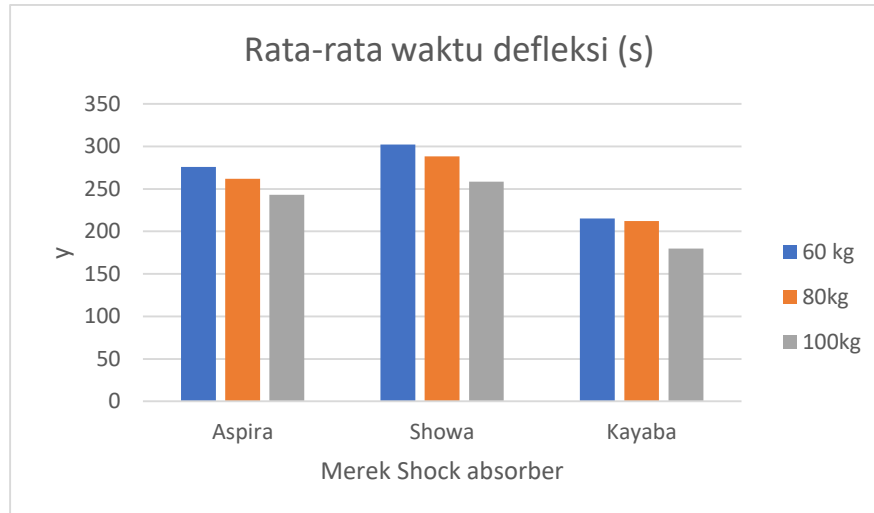
Berdasarkan Tabel 2, *shock absorber* Showa menunjukkan nilai defleksi tertinggi pada semua variasi beban, dengan nilai defleksi rata-rata sebesar 48 mm pada beban 60 kg, 46 mm pada beban 80 kg, dan 44 mm pada beban 100 kg. Ini menunjukkan bahwa *shock absorber* Showa memiliki fleksibilitas yang lebih besar dibandingkan dengan *shock absorber* Kayaba dan Aspira, yang memungkinkan ini untuk menyerap lebih banyak energi dari guncangan. Defleksi yang lebih besar ini bisa memberikan kenyamanan yang lebih baik bagi pengendara, terutama di jalan yang kasar atau tidak rata, karena ini lebih mampu meredam getaran dan menjaga kenyamanan berkendara. Namun, fleksibilitas ini juga berarti bahwa *shock absorber* Showa mungkin kurang ideal dalam situasi dimana kekakuan dan stabilitas lebih diutamakan, terutama saat membawa beban berat atau dalam kondisi mengemudi yang memerlukan respons cepat dari .Hasil Analisis Nilai Defleksi.

Rata-rata nilai defleksi berdasarkan variasi berat beban dan merk *Shock absorber* dapat direpresentasikan pada grafik yang ditunjukkan Pada Gambar 3.

Hasil Pengolahan dan Analisis Data

a. Hasil Analisis Waktu Defleksi

Rata-rata waktu defleksi berdasarkan variasi berat beban dan merk *Shock absorber* dapat direpresentasikan pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Rata-Rata Waktu Defleksi

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan hubungan antara variasi beban dan merk terhadap rata-rata waktu defleksi. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa peningkatan beban menyebabkan penurunan waktu defleksi untuk semua merk (*shock absorber* Aspira, Showa, dan Kayaba). Pada beban 60 kg, *shock absorber* merek Showa memiliki waktu defleksi tertinggi, diikuti oleh *shock absorber* Aspira, dan yang terendah adalah *shock absorber* Kayaba. Hal ini dapat dijelaskan dengan konsep momen, dimana beban yang lebih besar menghasilkan momen yang lebih tinggi pada benda, sehingga menyebabkan waktu defleksi yang lebih singkat pada *shock absorber* Kayaba karena kemampuan ini untuk merespons gaya yang diterapkan lebih cepat.

Ketika beban ditingkatkan menjadi 80 kg, penurunan waktu defleksi dapat terlihat pada semua merk. Hal ini sejalan dengan hukum Hooke yang menyatakan bahwa gaya yang diterapkan pada pegas berbanding lurus dengan defleksi yang terjadi, sehingga dapat dikaitkan bahwa material dan desain pegas pada *shock absorber* Kayaba lebih kaku dibandingkan dengan merk yang lainnya. Kaku dalam hal ini berarti bahwa untuk setiap gaya yang diterapkan (beban), defleksi yang terjadi lebih kecil, yang menyebabkan waktu defleksi menjadi lebih cepat.

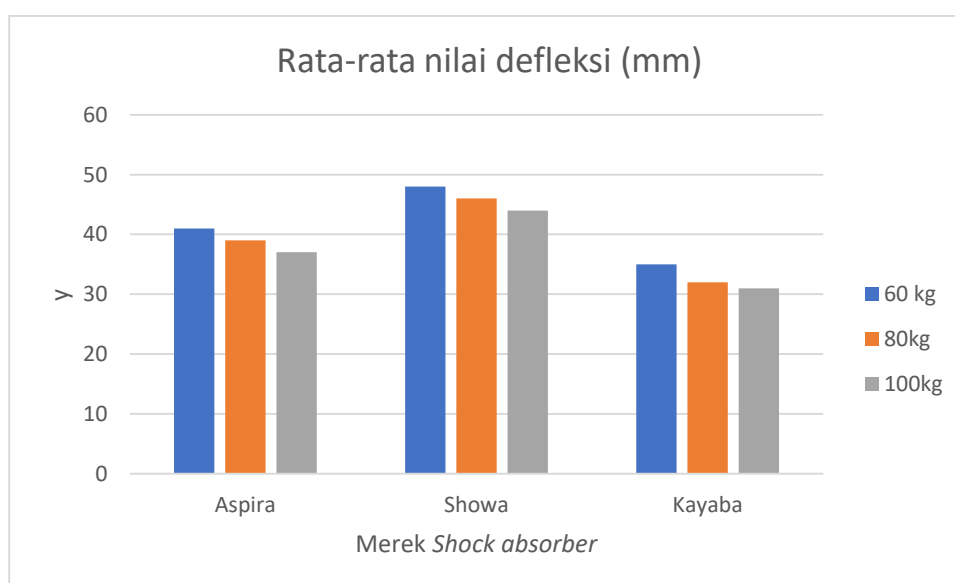
Pada beban 100 kg, perbedaan kinerja antara ketiga merk menjadi lebih jelas. Dimana *Shock absorber* Kayaba menunjukkan penurunan waktu defleksi yang

signifikan, hal ini menunjukkan bahwa *shock absorber* Kayaba lebih efektif dalam menahan momen yang dihasilkan oleh beban yang lebih berat. Sejalan dengan Hukum Hooke dan momen dimana *shock absorber* Kayaba memiliki konstanta pegas yang lebih tinggi, memungkinkan penyerapan energi kejut yang lebih efisien tanpa menyebabkan deformasi berlebihan. Sebaliknya, *shock absorber* merek Showa dengan waktu defleksi tertinggi pada beban 100 kg menunjukkan bahwa ini memiliki konstanta pegas yang lebih rendah, sehingga lebih rentan terhadap deformasi yang menyebabkan waktu defleksi yang lebih lama.

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada waktu defleksi menunjukkan bahwa *shock absorber* Kayaba memiliki performa terbaik dalam hal mengurangi waktu defleksi, terutama pada beban yang lebih berat. Hasil ini menunjukkan bahwa *shock absorber* Kayaba menunjukkan defleksi lebih rendah dikarenakan tingkat peredaman yang lebih baik, yang memungkinkan penyerapan energi dan pengendalian momen yang lebih efektif. Sebaliknya, *shock absorber* Showa lebih sesuai untuk beban yang lebih ringan atau kondisi jalan yang lebih halus, dimana momen yang dihasilkan tidak terlalu besar dan waktu defleksi yang lebih lama mungkin masih dapat diterima. Dengan demikian, pemilihan harus mempertimbangkan baik beban yang akan dihadapi maupun kondisi penggunaan yang akan dihadapi untuk mencapai performa kendaraan yang optimal.

b. Hasil Analisis Nilai Defleksi

Rata-rata nilai defleksi berdasarkan variasi berat beban dan merk *Shock absorber* dapat direpresentasikan pada grafik yang ditunjukkan Pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Rata-Rata Nilai Defleksi

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan hubungan antara variasi beban (60 kg, 80 kg, dan 100 kg) dan merek (*shock absorber* Aspira, Showa, dan Kayaba) terhadap nilai defleksi. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa *shock absorber* Showa memiliki nilai defleksi tertinggi pada semua variasi beban, diikuti oleh *shock absorber* Aspira dan kemudian *shock absorber* Kayaba. Hasil ini menunjukkan bahwa *shock absorber* Showa lebih mudah terdefleksi dibandingkan dengan dua merek lainnya, dimana *shock absorber* Kayaba memiliki nilai defleksi terendah.

Berdasarkan hasil dari ekeperimen yang telah dilakukan defleksi yang lebih besar menunjukkan bahwa lebih fleksibel atau lebih lunak, yang berarti kemampuannya untuk menyerap energi dari beban lebih besar. Sebaliknya, defleksi yang lebih rendah menunjukkan kekakuan yang lebih tinggi, dimana energi dari beban lebih sedikit diserap dan lebih banyak ditransmisikan ke struktur kendaraan. Hal ini sesuai dengan teori kekakuan, dimana kekakuan suatu material atau komponen mekanik berbanding terbalik dengan defleksi yang dihasilkan ketika diberi beban tertentu.

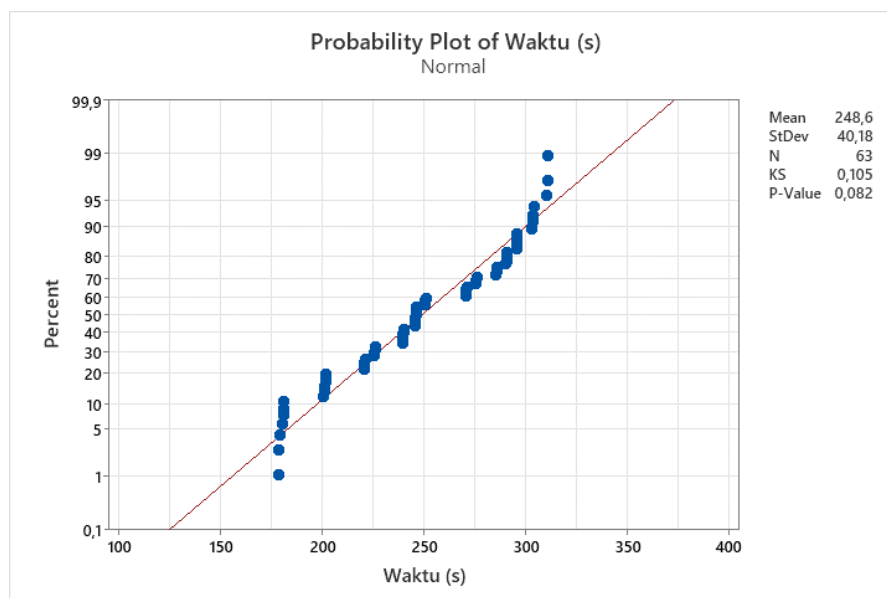
Jika dikaitkan dengan Hukum Hooke, yang menyatakan bahwa deformasi elastis (seperti defleksi) berbanding lurus dengan gaya yang diterapkan, maka yang menunjukkan nilai defleksi lebih rendah (seperti Kayaba) memiliki tingkat peredaman yang lebih baik. Ini berarti *shock absorber* Kayaba lebih mampu menahan deformasi yang lebih besar dibandingkan dengan *shock absorber* Showa dan *shock absorber* Aspira. Berdasarkan hasil tersebut *shock absorber* Kayaba akan lebih efektif dalam mengurangi ayunan kendaraan yang berat atau dalam situasi dimana kekakuan dan stabilitas lebih diutamakan.

Berdasarkan hasil analisis data eksperimen, *shock absorber* Kayaba mungkin menjadi pilihan terbaik dalam situasi dimana kekakuan diperlukan, terutama pada beban yang lebih tinggi (100 kg), karena defleksinya paling rendah. Sebaliknya, *shock absorber* Showa mungkin lebih cocok untuk kenyamanan berkendara pada permukaan jalan yang tidak rata, dimana fleksibilitas dan kemampuan menyerap guncangan lebih diutamakan. Kekakuan yang tinggi dari *shock absorber* Kayaba membuatnya lebih stabil, namun dalam kondisi jalan yang kasar, defleksi yang lebih tinggi dari *shock absorber* Showa akan memberikan kenyamanan lebih bagi pengendara.

Uji Normalitas

Uji normalitas adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Pengujian ini juga dapat menetapkan metode statistika parametrik atau statistika non parametrik yang lebih cocok digunakan dalam melakukan analisis. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan metode metode Kolmogorov-Smirnov karena pengujian normalitas yang cukup baik untuk distribusi normal terkontaminasi (Wijekularathna, Manage and Scariano, 2020). Pada pengujian normalitas ini menggunakan taraf kepercayaan yaitu 95%, sehingga taraf kesalahan (α) yang digunakan yaitu sebesar 5% atau 0.05.

Pengujian normalitas dilakukan dua kali pengujian untuk data nilai defleksi dan waktu defleksi. Hasil pengujian normalitas dengan software statistik pada data waktu defleksi dapat ditunjukkan pada Gambar 6.

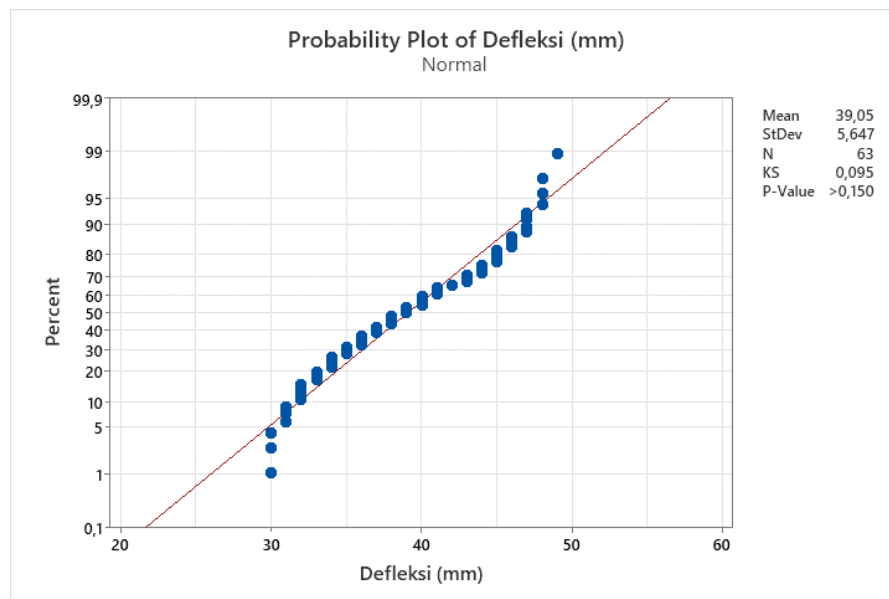


Gambar 6. Hasil Pengujian Normalitas Data Waktu Defleksi

Pengujian normalitas pada data waktu defleksi dilakukan menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai p-value yang diperoleh adalah 0,082. Dengan menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05, nilai p-value tersebut lebih besar dari tingkat signifikansi (α) yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, H_0 diterima, yang berarti data waktu defleksi dapat disimpulkan berdistribusi normal. Dengan demikian, data ini memenuhi asumsi normalitas yang diperlukan untuk melanjutkan analisis statistik dengan menggunakan *two-way* ANOVA.

Uji normalitas untuk data nilai juga dilakukan menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov dengan bantuan software statistik dan tingkat signifikansi (α) yang digunakan sebesar

5% atau 0,05. Hasil pengujian normalitas pada data nilai defleksi dapat ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengujian Normalitas Data Nilai Defleksi

Berdasarkan Gambar 7, pengujian normalitas pada data nilai defleksi dilakukan menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov. Dari hasil pengujian tersebut, didapatkan nilai p-value sebesar $>0,150$. Dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05, nilai p-value yang diperoleh lebih besar dari tingkat signifikansi (α) yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, H_0 diterima, yang berarti data nilai defleksi dapat disimpulkan berdistribusi normal. Analisis uji hipotesis dapat dilanjutkan dengan menggunakan uji statistik, yaitu uji *two-way* ANOVA.

Uji *Two-way Anova*

Setelah dilakukan pengujian prasyarat yaitu uji normalitas dihasilkan berdistribusi normal, maka dapat dilakukan pengujian hipotesis menggunakan *two-ways* ANOVA dengan *software* statistik.

Pengujian hipotesis penelitian menggunakan *two-way* ANOVA bertujuan untuk mengetahui pengaruh adanya berat beban dan merk *Shock absorber* terhadap nilai defleksi dan waktu defleksi. Selain itu, juga untuk mengetahui adanya interaksi antara berat beban dan merk *Shock absorber* terhadap waktu defleksi dan nilai defleksi.

Tabel 3. Hasil Uji ANOVA Waktu Defleksi**Analysis of Variance**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Beban	2	15566	7783,0	37,73	0,000
Merek	2	72585	36292,6	175,95	0,000
Error	58	11964	206,3		
Lack-of-Fit	4	555	138,7	0,66	0,625
Pure Error	54	11409	211,3		
Total	62	100115			

Berdasarkan Tabel 3 uji ANOVA menunjukkan pengaruh variasi beban dan merek terhadap waktu defleksi. Dengan menggunakan nilai alpha (α) sebesar 0,05 sebagai batas signifikansi, dapat dilihat bahwa P-value untuk kedua faktor, yaitu "Beban" dan "Merek", masing-masing adalah 0,000. Karena P-value ini lebih kecil dari alpha, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua faktor tersebut secara signifikan mempengaruhi waktu defleksi. Berdasarkan uji ANOVA yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa tidak ada pengaruh signifikan dari beban dan merek terhadap waktu defleksi ditolak, dan hipotesis alternatif (H_1) diterima.

Pengaruh beban terhadap waktu defleksi dapat dijelaskan melalui hukum Hooke, yang menyatakan bahwa gaya elastis berbanding lurus dengan defleksi, asalkan material tetap berada dalam batas elastisnya. Ketika beban meningkat, gaya yang diberikan pada benda juga meningkat, sehingga menyebabkan defleksi yang lebih besar. Hal ini memerlukan waktu lebih lama bagi untuk kembali ke posisi semula, terutama jika beban tersebut mendekati atau melebihi batas elastis material. Merek juga berperan penting karena perbedaan kualitas material dan konstanta pegas dapat menghasilkan karakteristik kekakuan yang berbeda. Merek dengan material yang lebih baik dan kekakuan yang lebih optimal kemungkinan memiliki respons yang lebih cepat dan stabil terhadap beban.

Merek yang paling baik adalah yang menunjukkan waktu defleksi tercepat dibawah beban yang sama, yang menandakan kekakuan material yang lebih tinggi dan kemampuan untuk menahan defleksi tanpa deformasi permanen. Beban yang lebih ringan cenderung menghasilkan defleksi yang lebih kecil dan waktu defleksi yang lebih cepat, karena gaya yang bekerja pada *shock absorber* lebih rendah dan materialnya dapat dengan cepat kembali ke posisi semula. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kombinasi antara merek dengan

kekakuan terbaik dan beban yang optimal (yang tidak menyebabkan defleksi berlebihan) akan memberikan hasil performa yang paling diinginkan.

Hasil uji ANOVA ini mendukung hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari merek dan beban terhadap waktu defleksi. Mengaitkannya dengan momen dan kekakuan, kita dapat mengatakan bahwa yang baik harus memiliki kekakuan yang cukup untuk menahan beban tanpa menyebabkan defleksi yang berlebihan, sehingga waktu defleksinya minimal. Dengan demikian, pemilihan yang tepat berdasarkan merek dan penyesuaian beban yang diterapkan sangat penting untuk memastikan kinerja optimal dalam aplikasi yang memerlukan penyerapan kejutan yang efisien.

Tabel 4. Hasil Uji ANOVA Nilai Defleksi

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Beban	2	160,38	80,190	120,88	0,000
Merek	2	1778,00	889,000	1340,10	0,000
Error	58	38,48	0,663		
Lack-of-Fit	4	0,76	0,190	0,27	0,894
Pure Error	54	37,71	0,698		
Total	62	1976,86			

Berdasarkan Tabel 4 uji ANOVA menunjukkan hasil analisis variansi dari dua faktor utama, yaitu variasi beban dan merek, terhadap nilai defleksi. Nilai P-value untuk kedua faktor tersebut, baik beban maupun merek, adalah 0,000. Mengingat bahwa nilai alpha yang digunakan adalah 0,05, P-value yang jauh lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa kedua faktor tersebut memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai defleksi. Ini berarti kita dapat dengan jelas menolak hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa tidak ada pengaruh beban dan merek terhadap nilai defleksi. Sebaliknya, hipotesis alternatif (H_1), yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari kedua faktor ini, diterima.

Variasi beban dengan P-value yang sangat rendah menunjukkan bahwa perubahan beban yang diterapkan pada secara signifikan mempengaruhi nilai defleksi. Hal ini dapat dijelaskan dengan Hukum Hooke, yang menyatakan bahwa gaya yang diterapkan pada sebuah pegas atau material elastis (seperti) akan menghasilkan deformasi (atau defleksi) yang berbanding lurus dengan besarnya gaya tersebut, hal ini dapat terjadi ketika material tidak melewati batas elastisnya. Semakin meningkatnya beban, gaya yang diterapkan juga meningkat, sehingga defleksi mengalami penurunan. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan

beban yang lebih besar akan menyebabkan defleksi yang lebih kecil, tetapi efek ini juga tergantung pada kekakuan material dari yang digunakan.

Merek juga menunjukkan pengaruh signifikan terhadap nilai defleksi, seperti yang ditunjukkan oleh P-value yang sama rendahnya. Merek yang berbeda memiliki karakteristik material dan desain yang berbeda, yang mempengaruhi kekakuan dan elastisitasnya. Pada *shock absorber* Kayaba menunjukkan defleksi lebih rendah di semua beban menunjukkan bahwa ini lebih kaku dan lebih efisien dalam menahan deformasi dibandingkan merek lain seperti Showa, yang menunjukkan defleksi lebih tinggi. Kekakuan ini penting dalam menjaga stabilitas kendaraan, terutama di kondisi jalan yang berat atau saat membawa beban yang lebih besar.

Berdasarkan hasil uji ANOVA untuk nilai defleksi, dapat disimpulkan bahwa *shock absorber* Kayaba adalah pilihan terbaik untuk aplikasi dimana kekakuan dan respons cepat terhadap beban lebih diutamakan, seperti pada kendaraan yang sering membawa beban berat atau digunakan di medan yang berat. *Shock absorber* Showa, dengan defleksi yang lebih tinggi, mungkin lebih cocok untuk aplikasi dimana kenyamanan berkendara lebih penting, seperti di jalan yang tidak rata atau dalam kondisi dimana penyerapan guncangan yang lebih besar diinginkan. Dengan demikian, pemilihan yang tepat harus didasarkan pada kebutuhan spesifik penggunaan, dimana *shock absorber* Kayaba lebih unggul dalam menjaga stabilitas dan mengurangi momen gaya yang terjadi selama berkendara, sesuai dengan prinsip-prinsip elastisitas dan kekakuan dalam Hukum Hooke.

Pembahasan Hasil Penelitian

a. Pembahasan Hasil Waktu Defleksi

Pengaruh variasi beban dan merek terhadap waktu defleksi memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang mekanisme kerja dalam merespons beban yang diterapkan. Berdasarkan hasil pengujian dan grafik yang dihasilkan, terlihat bahwa peningkatan beban secara umum menyebabkan penurunan waktu defleksi untuk semua merek. Hal ini menunjukkan bahwa menjadi lebih responsif ketika beban yang lebih besar diterapkan. Respon yang lebih cepat ini dapat dijelaskan melalui hubungan antara beban, momen, dan kekakuan material dalam Hukum Hooke.

Hukum Hooke, yang menyatakan bahwa gaya yang diterapkan pada pegas berbanding lurus dengan defleksi, menjadi landasan utama dalam memahami bagaimana merespons beban yang diterapkan. Ketika beban meningkat, gaya yang bekerja pada juga mengalami peningkatan, sehingga menyebabkan defleksi yang lebih

besar. Namun, yang memiliki kekakuan material yang tinggi, seperti yang ditunjukkan oleh merek Kayaba, mampu menahan defleksi ini dengan lebih efektif. Kekakuan yang lebih tinggi berarti bahwa tingkat peredaman yang lebih baik, yang memungkinkan material tersebut menahan gaya tanpa mengalami deformasi yang berlebihan. Akibatnya, waktu defleksi menjadi lebih singkat karena mampu mengembalikan energi yang diterima dengan lebih efisien.

Momen yang dihasilkan oleh beban yang lebih besar pada *shock absorber* menyebabkan distribusi gaya yang lebih besar pada titik kontak material dengan sumber gaya. *Shock absorber* dengan desain dan material yang mampu menahan momen dengan baik, seperti *shock absorber* Kayaba, menunjukkan penurunan waktu defleksi yang lebih signifikan pada beban yang lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa material *shock absorber* Kayaba memiliki modulus elastisitas yang tinggi dan desain yang mendukung distribusi beban yang merata, sehingga mampu meredam momen yang dihasilkan tanpa menyebabkan defleksi yang berlebihan.

Perbedaan kinerja antara merek semakin jelas terlihat pada beban yang lebih berat. Pada beban 100 kg, *shock absorber* merek Kayaba menunjukkan penurunan waktu defleksi yang signifikan dibandingkan dengan merek lain. Ini menegaskan bahwa *shock absorber* merek Kayaba memiliki tingkat peredaman yang lebih baik dan kemampuan untuk menahan momen yang lebih besar. Di sisi lain, *shock absorber* merek Showa menunjukkan waktu defleksi tertinggi pada beban yang sama, yang menunjukkan bahwa ini memiliki konstanta pegas yang lebih rendah dan lebih rentan terhadap deformasi. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa material atau desain pegas pada Showa kurang efektif dalam mengelola distribusi beban yang lebih berat, sehingga waktu defleksi menjadi lebih lama.

Berdasarkan hasil uji ANOVA yang telah dilakukan menunjukkan P-value yang signifikan untuk kedua faktor beban dan merek, mendukung hipotesis penelitian bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari kedua variabel ini terhadap waktu defleksi. *Shock absorber* dengan performa terbaik, seperti *shock absorber* merek Kayaba, menunjukkan kekakuan material yang tinggi dan kemampuan untuk merespons beban dengan cepat, sesuai dengan prinsip Hukum Hooke dan teori momen. Sebaliknya, merek yang menunjukkan waktu defleksi yang lebih lama, seperti *shock absorber* merek Showa, mungkin lebih sesuai untuk penggunaan dalam kondisi dimana beban yang diterapkan lebih ringan dan waktu defleksi yang lebih lama dapat diterima.

Pemilihan yang tepat sangat bergantung pada kondisi penggunaan dan beban yang akan diterima. Merek dengan tingkat peredaman yang lebih baik, seperti *shock absorber* merek Kayaba, lebih cocok untuk aplikasi dengan beban yang lebih berat dan kondisi jalan yang membutuhkan respons cepat terhadap guncangan. Sementara itu, merek dengan tingkat peredaman yang kurang rendah, seperti *shock absorber* merek Showa, mungkin lebih cocok untuk kondisi yang lebih ringan dan jalan yang lebih halus. Dengan memahami bagaimana hukum mekanika seperti Hukum Hooke dan momen bekerja pada material, dapat dijadikan sebagai pedoman dalam membuat keputusan yang lebih tepat dalam memilih yang sesuai dengan kebutuhan spesifik, sehingga performa kendaraan dapat dioptimalkan.

b. Pembahasan Nilai Defleksi

Pengaruh variasi beban dan merek terhadap nilai defleksi mengungkapkan wawasan penting terkait sifat mekanis dalam merespons beban yang diterapkan. Berdasarkan hasil eksperimen dan grafik yang dihasilkan, terlihat bahwa *shock absorber* merek Showa menunjukkan nilai defleksi tertinggi pada semua variasi beban, sementara *shock absorber* merek Kayaba menunjukkan nilai defleksi terendah. Hasil ini menegaskan perbedaan dalam kekakuan material dan desain yang digunakan oleh masing-masing merek. Defleksi yang lebih tinggi pada *shock absorber* merek Showa mengindikasikan bahwa ini lebih fleksibel atau lebih lunak, sedangkan defleksi yang lebih rendah pada *shock absorber* merek Kayaba menunjukkan bahwa ini lebih kaku dan mampu menahan deformasi yang lebih besar tanpa mengalami perubahan bentuk yang signifikan.

Hubungan antara nilai defleksi dan kekakuan material dapat dijelaskan dengan prinsip Hukum Hooke, yang menyatakan bahwa deformasi elastis (seperti defleksi) berbanding lurus dengan gaya yang diterapkan, selama material tetap berada dalam batas elastisnya. Berdasarkan hasil penelitian *shock absorber* merek kayaba menunjukkan defleksi lebih rendah memiliki tingkat peredaman yang lebih baik, yang berarti bahwa materialnya lebih kaku dan memerlukan gaya yang lebih besar untuk menghasilkan defleksi yang sama dibandingkan dengan merek lain seperti *shock absorber* Showa. Tingkat peredaman yang lebih baik menunjukkan bahwa *shock absorber* merek Kayaba lebih efektif dalam mengembalikan energi elastis tanpa mengalami deformasi yang berlebihan, yang penting untuk menjaga stabilitas kendaraan terutama di kondisi jalan yang berat atau saat membawa beban yang lebih besar.

Shock absorber yang baik dan nyaman harus mampu menyerap guncangan dengan efektif, mengurangi getaran, dan menjaga stabilitas kendaraan. *Shock absorber* yang baik akan memiliki nilai defleksi yang optimal, tidak terlalu tinggi sehingga kendaraan tidak terlalu berguncang, dan tidak terlalu rendah sehingga tidak mengurangi kenyamanan pengendara (Li et al., 2013). Nilai defleksi yang rendah menunjukkan kemampuan untuk meredam energi dengan efisien tanpa terlalu banyak gerakan yang tidak perlu, yang merupakan indikator kualitas yang baik (Bochnig et al., 2017).

Peningkatan beban yang diterapkan pada benda menyebabkan peningkatan momen yang harus ditahan oleh *shock absorber* yang memiliki kekakuan material yang lebih tinggi, seperti *shock absorber* merek Kayaba, mampu menahan momen ini dengan lebih baik, sehingga defleksi yang dihasilkan lebih kecil. Hasil ini menunjukkan bahwa *shock absorber* Kayaba lebih stabil dalam merespons beban yang lebih besar, karena materialnya tidak mudah terdeformasi oleh momen yang dihasilkan. Sebaliknya, *shock absorber* merek Showa dengan defleksi yang lebih tinggi menunjukkan bahwa ini lebih rentan terhadap deformasi ketika menghadapi beban yang lebih besar, yang dapat menyebabkan penurunan stabilitas kendaraan dan kenyamanan berkendara dalam jangka panjang.

Penambahan beban pada *shock absorber* mengakibatkan nilai defleksi dan waktu defleksi semakin kecil karena beban yang lebih besar menyebabkan kompresi yang lebih besar pada pegas dan peredam kejut, sehingga menyebabkan penurunan defleksi yang signifikan (Polach and Hajžman, 2010). Ketika beban meningkat, pegas menjadi lebih terkompresi dan menghasilkan gaya balik yang lebih besar, yang menurunkan defleksi. Hal ini juga berlaku untuk waktu defleksi, di mana peningkatan beban menyebabkan pegas dan peredam kejut lebih cepat kembali ke posisi awal setelah terkompresi, sehingga dapat mengurangi waktu defleksi (Xu et al., 2015).

Hasil uji ANOVA yang menunjukkan P-value yang sangat signifikan untuk kedua faktor, beban dan merek, memperkuat kesimpulan bahwa kedua variabel ini memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai defleksi. Hal ini berarti bahwa baik variasi beban maupun merek secara langsung mempengaruhi seberapa besar defleksi yang terjadi ketika beban diterapkan. Pengaruh beban terhadap defleksi dapat dijelaskan dengan Hukum Hooke, dimana peningkatan beban menyebabkan peningkatan gaya yang bekerja pada *shock absorber*.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa *shock absorber* Kayaba adalah pilihan terbaik untuk aplikasi dimana kekakuan dan stabilitas sangat penting, terutama ketika

kendaraan sering membawa beban berat atau digunakan di medan yang berat. Kemampuan *shock absorber* Kayaba untuk menunjukkan defleksi yang lebih rendah di semua variasi beban menunjukkan bahwa ini lebih mampu menahan momen dan deformasi, sehingga memberikan respons *absorber* yang lebih cepat dan stabil terhadap guncangan. Disisi lain, *shock* merek Showa dengan defleksi yang lebih tinggi mungkin lebih sesuai untuk kondisi dimana kenyamanan berkendara diutamakan, seperti di jalan yang tidak rata atau dalam situasi dimana penyerapan guncangan yang lebih besar diperlukan. Oleh karena itu, pemilihan harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik penggunaan, dimana *shock absorber* Kayaba lebih unggul dalam menjaga stabilitas dan mengurangi momen gaya yang terjadi selama berkendara, sesuai dengan prinsip-prinsip elastisitas dan kekakuan dalam Hukum Hooke.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis pengolahan data, berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil:

1. Pengaruh Beban terhadap Nilai Defleksi dan Waktu Defleksi

Berdasarkan hasil analisis data, beban yang diterapkan memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai defleksi dan waktu defleksi. Secara umum, peningkatan beban menyebabkan penurunan nilai defleksi pada semua merek yang diuji. Sebagai contoh, pada beban 60 kg, defleksi pada Aspira berkisar antara 40-42 mm, sementara pada beban 100 kg, defleksi berkisar antara 36-38 mm. Meskipun nilai defleksi cenderung menurun dengan bertambahnya beban, waktu defleksi juga mengalami perubahan. Untuk merek Kayaba, waktu defleksi berkurang secara signifikan dengan bertambahnya beban, mencerminkan kekakuan material yang mampu menahan deformasi dengan cepat. Waktu defleksi pada Kayaba untuk beban 100 kg berkisar antara 178,45-180,95 detik, lebih rendah dibandingkan waktu defleksi pada beban 60 kg yang berkisar antara 201,40-225,75 detik. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa beban yang lebih besar mengakibatkan waktu defleksi yang lebih singkat untuk semua merek. Hal ini menunjukkan bahwa menjadi lebih responsif terhadap beban yang lebih besar, dengan material yang lebih kaku seperti *shock absorber* Kayaba mampu mengembalikan energi lebih cepat, sehingga waktu defleksi menjadi lebih pendek.

2. Pengaruh Merek *Shock absorber* terhadap Nilai Defleksi dan Waktu Defleksi

Merek juga mempengaruhi nilai defleksi dan waktu defleksi secara signifikan. *Shock absorber* merek Showa, misalnya, menunjukkan nilai defleksi yang lebih tinggi dibandingkan merek Kayaba pada semua variasi beban. Pada beban 60 kg, Showa menghasilkan defleksi berkisar antara 47-49 mm, sedangkan *shock absorber* Kayaba hanya berkisar antara 34-36 mm. Selain itu, waktu defleksi untuk merek *shock absorber* Showa cenderung lebih lama dibandingkan dengan *shock absorber* Kayaba, terutama pada beban yang lebih berat. Pada beban 100 kg, waktu defleksi Showa berkisar antara 245,45-275,75 detik, sedangkan waktu defleksi Kayaba lebih singkat, yaitu berkisar antara 178,45-180,95 detik. Ini mengindikasikan bahwa Kayaba lebih efektif dalam mengelola distribusi beban dan lebih responsif terhadap perubahan beban dibandingkan dengan *shock absorber* Showa. *Shock absorber* Kayaba memiliki waktu defleksi yang lebih singkat, yang berarti ini lebih responsif terhadap beban yang diterapkan dan dapat mengembalikan energi dengan lebih cepat. Ini mengindikasikan bahwa *shock absorber* Kayaba lebih efektif dalam mengelola distribusi beban dan merespons perubahan dengan lebih efisien.

Saran

Berdasarkan penelitian ini terdapat saran untuk penelitian lebih lanjut.

1. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi faktor-faktor tambahan yang mungkin mempengaruhi performa *Shock absorber*, seperti kondisi jalan, kecepatan kendaraan, dan suhu operasi yang dapat mempengaruhi nilai defleksi dan waktu defleksi.
2. Melakukan penelitian dengan berbagai jenis kendaraan untuk menentukan apakah hasil yang diperoleh konsisten atau berbeda tergantung pada jenis kendaraan.

DAFTAR REFERENSI

- Anil, M., Kulkarni, G., & Dnyanendra, R. (2020). Thorough study and comparison on shock absorber. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*.
- Bochnig, M. S., et al. (2017). Comparison of the shock absorption capacities of different mouthguards. *Dental Traumatology*, 33(3), 205–213.
- Elyani, N. (2020). Perancangan shock absorber tunggal dengan dua pegas dan satu peredam pada automatic coupler light rail transit (LRT).
- Fikri Basuni, I. (2022). Rancangan alat uji shock absorber sepeda motor.
- Ghofur, A., & Irawan, B. (2022). Analisa pengatur lenturan sistem manual pada shock absorber sepeda motor (Analysis of manual system deflection controller on motorcycle shock absorber). *J-MEEG Journal of Mechanical Engineering*, 35.
- Hisyam, K. M., & Hamid, A. (2017). Menganalisa pengaruh besar beban lentur terhadap kekuatan fatik poros tembaga. *Zona Mesin: Program Studi Teknik Mesin Universitas Batam*, 8(2).
- Irawan, B., & Putra, A. D. (2021). Desain dan pembuatan smart absorber mekanik beban maksimum 100KgF. *Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Manufaktur*, 1.
- Jiregna, I. T., & Sirata, G. (2020). A review of the vehicle suspension system. *Journal of Mechanical and Energy Engineering*, 4(2), 109–114.
- Kusnanto, H., Rizaly, A., & Adhita Pangestu, M. F. (2024). Peningkatan nilai konstanta kekakuan pada shock absorber bekas sepeda motor dengan proses annealing. *Jurnal Rekayasa Sistem Engineering dan Manufaktur*, 2(1).
- Li, Z., et al. (2013). Energy-harvesting with a mechanical motion rectifier. *Smart Materials and Structures*, 22(2).
- Momon Sudarma. (2013). *Profesi guru: Dipuji, dikritisi, dan dicaci*. Rajawali Pers.
- Murtalaksono, A., Adiweni, M., Rahmadhani, E., Zhafira, D. N., Subianti, A. Y., Fatmawati, F., & Sari, N. K. (2024). Penerapan teknologi formulasi herbisida nabati berbahan gulma lokal di kelompok tani Bina Warga untuk mendukung ketahanan pangan di Kota Tarakan: Application of vegetable herbicide formulation technology made from local weeds in community development farmer groups to support food security in Tarakan City. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 9(3), 463–474.
- Noerdien, A., Rubiono, G., & Qiram, I. (2018). Pengaruh studi karakteristik getaran shock breaker pada sepeda motor matic 110 CC.
- Polach, P., & Hajžman, M. (2010). Design of the hydraulic characteristics using relative springs deflections at general excitation of the bus wheels. *Applied and Computational Mechanics*.

- Rahmadiano, F., & Karanglo Km, J. (2020). Analisa pengaruh variasi displacement shock absorber kendaraan bermotor terhadap respon getaran. *Journal Mechanical and Manufacture Technology*, 1(1).
- Rana, A. J. (2015a). Pengaruh viskositas berbagai minyak sawit untuk oli peredam shock absorber sepeda motor.
- Rana, A. J. (2015b). Pengaruh viskositas berbagai minyak sawit untuk oli peredam shock absorber sepeda motor.
- Singh, W. S., & Srilatha, N. (2018). Design and analysis of shock absorber: A review. In *Materials Today: Proceedings*. Elsevier Ltd, 4832–4837. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.12.058>
- Susanti, S., & Sihono, S. (2017). Penentuan konstanta pegas dengan variasi jumlah lilitan dari beberapa segmen pegas tersusun seri menggunakan sebuah pegas tunggal. In *Prosiding SNIPS 2017*, 223–234.
- Wahid, N. A. (2017). Modeling and analysis of the effect of oil and orifice diameter variations on damping force of shock absorber and dynamic response of Yamaha Jupiter Z 2008.
- Wasiwitono, U. (2016). Final project-TM 141585: Modelling of vehicle suspension system using SolidWorks.
- Wijekularathna, D. K., Manage, A. B. W., & Scariano, S. M. (2020). Power analysis of several normality tests: A Monte Carlo simulation study. *Communications in Statistics: Simulation and Computation*, 51(3), 757–773.
- Xu, T., et al. (2015). Design and analysis of a with variable moment of inertia for passive vehicle suspensions. *Journal of Sound and Vibration*, 355, 66–85.
- Zou, J., et al. (2019). Modelling and ride analysis of a hydraulic interconnected suspension based on the hydraulic energy regenerative system. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 127, 345–369.