

ANALISA BESARAN FORCE TERHADAP KEKUATAN SHOCK ABSORBER KONVESIONAL DENGAN PENDEKATAN SIMULASI

¹⁾Dendy Maulana, ²⁾Rizki Adi Nugroho, ^{3)*}Muhamad Safi'i, ⁴⁾Muhamad Idrokul Fahmi,
⁵⁾Ahmad Ramdhani, ⁶⁾Syahrul Maulana Rozaki, ⁷⁾Hamdan Ramadhan, ⁸⁾Muhamad Juli
Saputra, ⁹⁾Ilham Ariawan Ashar.

^{1,2,3,4,5,6,7,8)} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Sains Al Qur'an
Jawa Tengah di Wonosobo.

Email: *muhamadsafii17@unsiq.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Riwayat Artikel : Diterima : 23 Oktober 2024 Disetujui : 29 November 2024 Kata Kunci : <i>Force, Shock, Simulasi.</i>	Penggunaan kendaraan bermotor khususnya sepeda motor setiap tahunnya mengalami peningkatan yang sangat pesat. Salah satu bagian terpenting dari sepeda motor adalah suspensi. Penelitian tentang sebuah alat mekanik yang didesain untuk meredam getaran dan merupakan bagian penting dalam suspensi kendaraan bermotor yang menjadi perhatian utama. penelitian tentang pengaruh besaran <i>force</i> yang bekerja pada <i>shock absorber</i> konvensional terhadap kekuatan <i>shock absorber</i> konvensional dengan metoda simulasi dengan menggunakan aplikasi komputer <i>Solidworks simulation</i>. Besaran <i>force</i> yang bekerja pada <i>shock absorber</i> konvensional sebesar 50 N, 75 N, dan 100 N. Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>shock absorber</i> konvensional memiliki nilai tegangan <i>von Mises</i>, displacemen, dan strain yang tinggi seiring ditingkatkannya <i>force</i> yang bekerja. Hasil ini diharapkan dapat digunakan untuk referensi perancangan <i>shock absorber</i> konvensional dan dapat diterapkan untuk mempertimbangkan faktor keamanan pada <i>shock absorber</i> konvensional di lapangan.
ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History : Received : Oct 23, 2024 Accepted : Nov 29, 2024 Keywords: <i>Force, Shock, Simulation</i>	<i>The use of motorized vehicles, especially motorbikes, has increased very rapidly every year. One of the most important parts of a motorbike is the suspension. Research on a mechanical device designed to dampen vibrations and which is an important part of motor vehicle suspension is of primary concern. research on the influence of the magnitude of the force acting on a conventional shock absorber on the strength of a conventional shock absorber using a simulation method using the Solidworks simulation computer application. The magnitude of the force acting on the conventional shock absorber is 50 N, 75 N, and 100 N. The research results show that the conventional shock absorber has high values of von Mises stress, displacement, and strain along with the applied force. It is hoped that these results can be used for reference designers of conventional shock absorbers and can be applied to consider safety factors in conventional shock absorbers in the field.</i>

1. PENDAHULUAN

Penggunaan kendaraan bermotor khususnya penggunaan sepeda motor di daerah perkotaan setiap tahunnya mengalami peningkatan yang sangat pesat (X. Hou dkk, 2024). Penggunaan kendaraan terlalu sering dengan intensitas kecepatan tinggi mengakibatkan beberapa komponen sepeda motor diperlukan tindakan perawatan untuk mengetahui performanya. (A. Hassanpour, 2024). Salah satu bagian terpenting dari sepeda motor adalah suspensi *shock absorber*. *Shock absorber* adalah satu bagian dari sistem suspensi yang bekerja untuk meredam getaran dengan gaya osilasi pegas yang berlebihan (J. Song dkk, 2024). Penelitian *shock absorber* yang didesain untuk meredam getaran dan merupakan bagian penting dalam suspensi kendaraan bermotor yang menjadi perhatian utama (L. Schickhofer, 2024). Selain itu *shock absorber* diharapkan bekerja dengan stabil saat sepeda motor menikung. (T. Islam dkk, 2024). Kestabilan dalam berkendara sepeda motor mengakibatkan kendaraan mudah dikendalikan, sehingga getaran akibat kerja mesin dapat diredam oleh *shock absorber* (Y. T. Amedokpo, 2024). Dalam fenomena tersebut gerak ayun naik turun badan sepeda motor diperlambat, sehingga menjadi nyaman dan tidak mengejut, itulah sebabnya *shock absorber* diaplikasikan sebagai peredam kejut pada sepeda motor (L. Schickhofer, 2024).

Banyak studi eksperimen maupun numerik dilakukan untuk mengetahui performa dan kinerja *shock absorber* sepeda motor (A. Hassanpour, 2024). Studi numerik dengan metode FEA (Finite Element Analysis) dilakukan dengan variasi tipe material seperti *high carbon steel*, titanium, beryllium copper, dan *nickel-cobalt-chromium alloy* untuk mengetahui nilai deformasi yang terjadi akibat adanya beban eksternal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai deformasi maksimum dari material *nickel-cobalt-chromium alloy* adalah 57%, hal tersebut menunjukkan bahwa material tersebut cocok diaplikasikan dalam aplikasi praktis untuk *shock absorber* (T. Islam dkk, 2024). Karakteristik redaman pada *shock absorber* diteliti dengan pendekatan numerik, penelitian dilakukan dengan variasi eksitasi sinusoidal dengan amplitudo 40 mm dan frekuensi 0,4 Hz. Hasilnya, tegangan von Mises

dapat ditingkatkan hingga 50200 N/m² (B. Zhang dkk, 2024).

Beberapa merk *shock absorber* diteliti terhadap karakteristik getaran yang diberikan pada merk A, B, dan C, hasilnya nilai getaran tertinggi pada merk C sebesar 13.8 pada profil jalan rata. Merk A 14.2 pada profil jalan sedikit bergelombang sedangkan merk B 11.6 pada profil jalan bergelombang (A. Noerdien, 2018). Respon getaran *shock absorber* dengan cara memvariasikan *displacement* pada *shock absorber displacement* 0,04 m, *displacement* 0,06 m dan *displacement* 0,08 m serta menggunakan beban 12,5 kg, 18,75 kg dan 25 kg diteliti. Hasilnya, kekakuan pegas sebesar 3062,5 N/m, konstanta redaman tertinggi pada *displacement* 0.08 m dengan beban 25 kg sebesar 376,92 Ns/m dan konstanta redaman terendah pada *displacement* 0,04 m dengan beban 12,5 kg sebesar 291,76 (F. Rahmadiano, 2020).

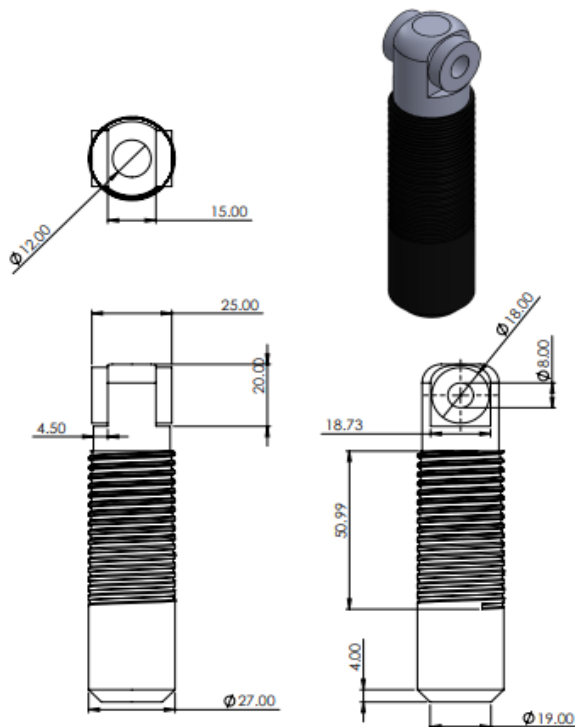
Perencanaan *shock absorber* pada roda belakang mobil jenis sedan 1500 CC dilakukan untuk mencari nilai tegangan geser yang diijinkan dengan memvariasikan material jenis baja JIS G 4801. Hasilnya nilai tegangan geser yang diijinkan pada material JIS G 4801 sebesar 54,4 kg/mm² (Y. Djaja, 2014). Metode pengujian efisiensi *shock absorber* dilakukan dengan melakukan pengereman penuh pada variasi kecepatan kemudian dihitung waktu pengereman. Hasil penggunaan *shock absorber multi stage* dan *shock absorber* standar terhadap sudut *pitching* terjadi mengalami penurunan sebesar 15% pada *shock absorber* stage ke-1 yaitu 12° pada kecepatan 60 km/j. Perbedaan yang signifikan dihasilkan pada pengujian *damp ratio* terjadi penurunan maksimal pada *shock absorber* stage ke-1 sebesar 0,61 Ns/cm dengan beban 50 kg (A. E. Ismail, 2023).

Berbagai macam penelitian tentang *shock absorber* sudah banyak dilakukan dengan berbagai macam metoda analisis, simulasi, optimasi, dan variasi pembebanan, karakteristik getaran dan lain sebagainya. Namun belum ada penelitian tentang pengaruh besaran *force* yang bekerja pada *shock absorber* konvensional terhadap kekuatan *shock absorber* konvensional dengan metoda simulasi dengan menggunakan aplikasi komputer *Solidworks simulation*.

Besaran *force* yang bekerja pada *shock absorber* konvensional sebesar 50 N, 75 N, dan 100 N. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk referensi perancangan *shock absorber* konvensional dan dapat diterapkan untuk mempertimbangkan faktor keamanan pada *shock absorber* konvensional di lapangan.

2. METODE

2.1. Model Fisik



Gambar 1. Tampak Atas, Samping, dan 3D Shock Absorber Konvensional.

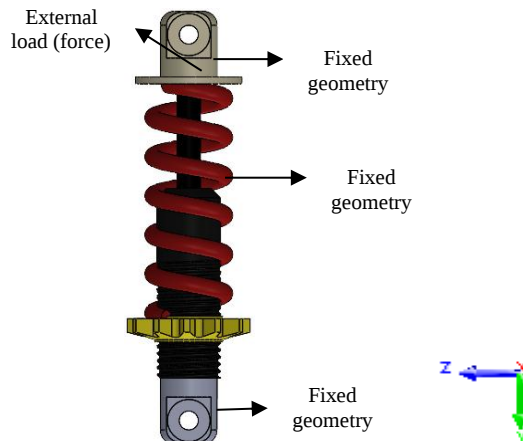
Gambar 1 merupakan tampak atas, samping, dan 3D geometri *shock absorber* konvensional yang digambar dengan menggunakan *software Solidworks* dengan mempertimbangkan geometri saat eksperimen. Dalam penelitian ini desain *shock absorber* terdiri dari geometri *top rod*, *springs*, *nut*, dan *base rod* dengan rincian ukuran panjang total *shock* 310 mm, panjang *springs* 220 mm, *nut* 30 mm, *base rod* dan *top rod* 30 mm.

2.2. Material

Paduan baja *stainless steel* AISI 347 digunakan untuk modul *shock absorber*. Konduktivitas termal diasumsikan $k = 16,3$ (W/m².K) dengan modulus elastisitas 196500 N/mm². Parameter tersebut di *input* berdasarkan

Solidworks database menu *edit material* pada program *Solidworks simulation*.

2.3. Domain Komputasi



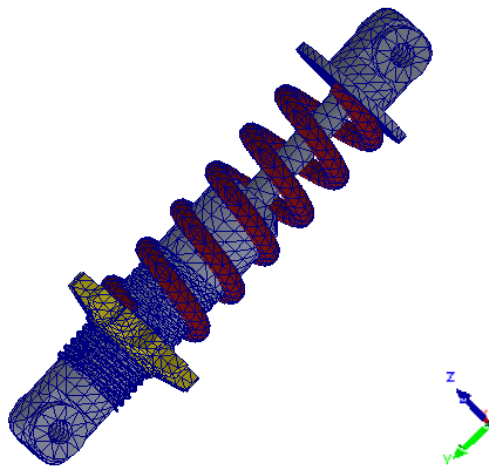
Gambar 2. Domain Komputasi dan Penentuan Kondisi Batas pada Geometri Shock Absorber.

Domain komputasi dilakukan dengan teknik berbasis *control volume* yang mengatur skema *elapsed time* untuk akurasi yang lebih tinggi. Domain komputasi *shock absorber* ditetapkan dan ditentukan dengan kondisi batas seperti yang dijelaskan pada Gambar 2. Penentuan dinding pada kondisi batas berupa analisis numerik pembebanan pada *shock absorber* dengan keadaan *steady*. Domain komputasi dalam pekerjaan sekarang ini menggunakan sistem koordinat kartesius, dimana sumbu-Y adalah sumbu searah *external load* (pembebanan), sumbu-Z adalah sumbu transversal *fixed geometry*. Bagian domain komputasi yang dibuat terdiri atas 2 bagian, yaitu *external load* (pembebanan), dimaksudkan untuk memperoleh beban yang bekerja, daerah *fixed geometry* dimaksudkan untuk geometri paten yang memungkinkan menerima *external load* (pembebanan).

2.4. Meshing

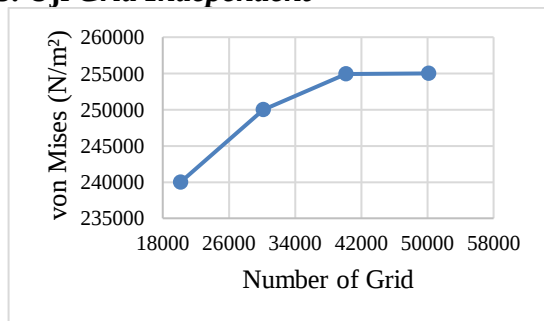
Domain komputasi didiskritisasi dengan *grid tetrahedral* dengan terstruktur penuh dan resolusi tinggi di daerah dekat dinding untuk menangkap efek lapisan batas *external load* seperti yang dijelaskan pada Gambar 3. Pembuatan jaring *mesh* dilakukan pada menu *Mesh* pada aplikasi *Solidworks simulation*. *Body sizing* dipilih untuk mendefinisikan geometri *shock absorber* yang akan di *mesh* dengan

ukuran 1 mm untuk *top rod*, *springs*, *nut*, dan *base rod*.



Gambar 3. Detail Mesh pada Domain Komputasi.

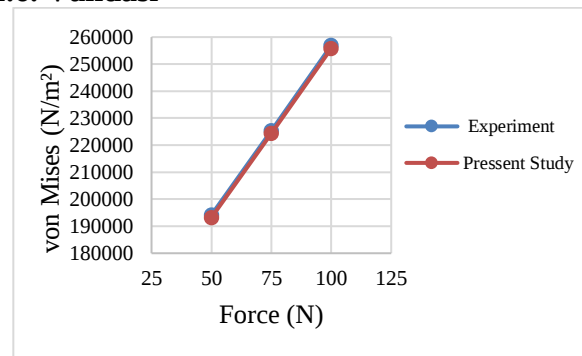
2.5. Uji Grid Independent



Gambar 4. Grafik Hubungan Nomor Grid terhadap von Mises.

Uji *grid independent* dilakukan untuk menentukan titik optimum dari nilai percobaan simulasi berupa *external load shock absorber*. Uji *grid* dilakukan dengan mempertimbangkan ukuran jumlah *cell mesh* pada domain komputasi antara, 20165, 30136, 40142, dan 50140. Hasil uji *grid* disajikan dalam grafik hubungan antara nomor *grid* dan nilai tegangan *von Mises* yang dijelaskan pada Gambar 4. Perhitungan pada studi numerik dalam uji *grid* menunjukkan kesalahan relatif antara *grid* 20165 dengan 30136 adalah $\pm 0,6\%$, 30136 dengan 40142 adalah $\pm 0,55\%$, 40142 dengan 50140 $\pm 0,52\%$. Jumlah *grid* 50140 merupakan jumlah *grid* yang paling optimum karena berdasarkan uji simulasi dengan variasi penambahan jumlah *grid* terlihat nilai tegangan *von Mises* sebesar 254900 N/m² dan 255000 N/m² dianggap tidak berubah terhadap jumlah *grid*, sehingga jumlah *grid* 50140 digunakan dalam mengambil data simulasi pada *shock absorber* terhadap variasi yang sudah ditentukan.

2.6. Validasi



Gambar 4. Grafik Hubungan Force terhadap von Mises.

Untuk memastikan bahwa metode dan hasil simulasi benar, maka diperlukan proses validasi. Validasi dilakukan melalui pendekatan simulasi terhadap eksperimen, parameter yang ingin dicari dalam penelitian ini adalah nilai tegangan *von Mises* guna untuk menentukan performa *shock absorber* yang baru diusulkan. Validasi dilakukan dengan variasi nilai *force* terhadap nilai tegangan *von Mises*. Hasil validasi disajikan dalam Gambar 5. Hubungan *force* terhadap tegangan *von Mises*. Hanya hasil yang terbaik yang kami sajikan dalam laporan ini. Untuk berbagai macam *force* memiliki kesalahan relatif terbesar dengan nilai 0,4% dengan nilai tegangan *von Mises* antara eksperimen dan numerik 194200 N/m² pada eksperimen dan 193200 N/m² saat numerik, sedangkan yang terendah adalah 0,3% dengan nilai 256900 N/m² saat eksperimen dan 255800 N/m² saat studi numerik. Hasil tersebut menunjukkan adanya kesepakatan yang baik antara hasil eksperimen terhadap studi numerik yang sedang divalidasi

2.7. Reduksi Data Simulasi

1. Tegangan

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

2. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2)$$

3. Deformasi

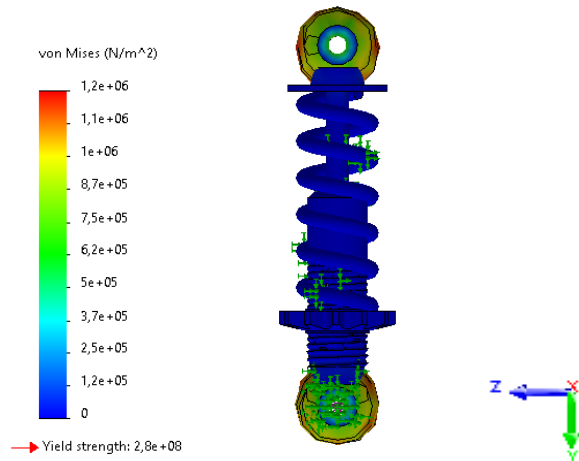
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

4. von Mises

$$N = \frac{\sigma_y}{\sigma} \quad (4)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh Force terhadap Tegangan Von Mises



Gambar 5. Distribusi Kontur von Mises.

Pada mulanya prinsip kerja *shock absorber* dalam penelitian ini adalah mengubah energi kinetik dari guncangan (*force*) menjadi energi panas yang kemudian disipasikan ke udara. *Shock absorber* bekerja dengan memanfaatkan komponen-komponen seperti piston, katup, dan cairan hidrolik. Besaran *force* yang bekerja pada *shock absorber* konvensional sebesar 50 N, 75 N, dan 100 N diusulkan dan diteliti untuk mengetahui kekuatan *shock absorber* konvensional. Nilai tegangan von Mises menjadi salah satu parameter hasil pengujian simulasi untuk dibahas lebih lanjut dalam penelitian ini. Tegangan von Mises merujuk pada nilai tegangan ekuivalen berdasarkan energi distorsi untuk menentukan apakah material daktail akan gagal (meleleh atau patah) di bawah kondisi pembebanan (*force*) tertentu. Gambar 5 menunjukkan distribusi kontur tegangan von Mises yang terjadi pada *shock absorber* konvensional.

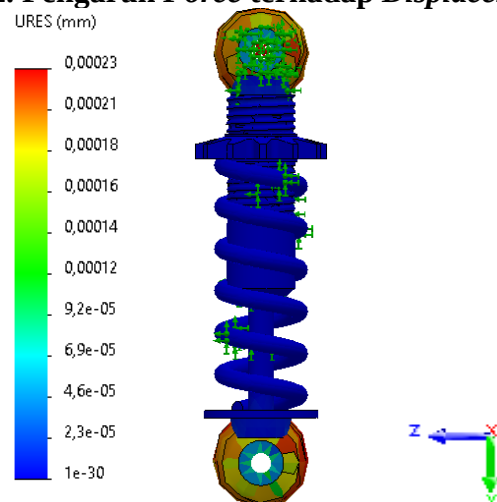
Umumnya fenomena kompresi yang terjadi pada tegangan von Mises pada *shock absorber* konvensional terjadi ketika sebuah kendaraan melaju dalam jalan dengan kontur jalan bergelombang atau berlubang yang mengakibatkan ban dan beban berat penumpang akan menekan *shock absorber* konvensional hingga piston *shock* bergerak naik turun dan

memungkinkan suspensi *shock* bekerja. Setelah langkah kompresi selesai, gaya balik pegas membuat panjang *shock absorber* kembali normal dan piston bergerak turun. Tegangan von Mises yang bekerja pada *shock* pada penelitian ini berkisar antara 250000 N/m² hingga 1200000 N/m² dengan *force* yang bekerja sebesar 50 N. Umumnya pada *shock absorber* konvensional *force* bekerja pada tumpuan *top rod* dan *base rod*, sehingga distribusi kontur tegangan von Mises terbesar diterima oleh bagian tersebut. Tabel 1 menjelaskan tabel hubungan antara *force* dengan tegangan von Mises. Dengan adanya peningkatan besaran *force* yang bekerja pada *shock absorber* konvensional maka tegangan von Mises pada *shock absorber* konvensional mengalami kenaikan sekitar 8%. Besaran *Force* 50 N memiliki nilai tegangan von Mises terendah dengan nilai 205400 N/m², besaran *force* 75 N memiliki nilai tegangan von Mises 235200 N/m², sedangkan besaran *force* 100 N memiliki nilai tegangan von Mises tertinggi dengan nilai 265700 N/m².

Tabel 1. Hubungan Force terhadap Tegangan von Mises.

Force (N)	von Mises (N/m ²)
50	205400
75	235200
100	265700

3.2. Pengaruh Force terhadap Displacement



Gambar 6. Distribusi Kontur Displacement.

Besaran *force* yang bekerja pada *shock absorber* konvensional dikarakterisasi dengan pendekatan simulasi, *displacement* pada *shock absorber* konvensional

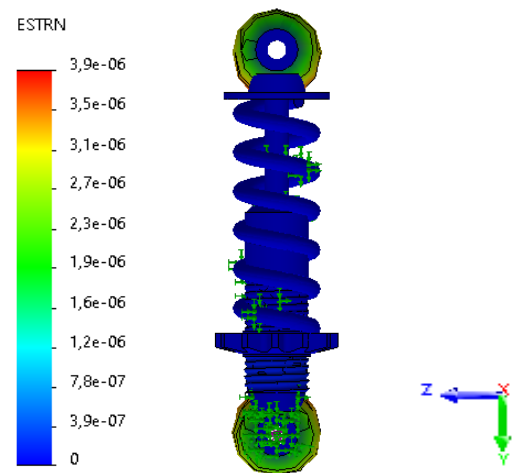
merupakan perpindahan yang terjadi pada *shock absorber* akibat adanya *force* yang bekerja. Besarnya *displacement* dapat memengaruhi nilai redaman dan respon getaran *shock absorber* konvensional. Ada kemungkinan ketika *shock absorber* konvensional terdapat *force* yang bekerja, maka *shock absorber* konvensional melakukan pantulan ke posisi semula setelah mendapatkan *force*. Selain itu *shock absorber* konvensional memiliki kemampuan suspensi dalam menahan posisi agar tak terlalu amblas saat menerima *force* berupa bobot pengendara, sehingga masih tetap ada jarak main saat suspensi bekerja dan mempertahankan *displacement*nya. Umumnya distribusin *displacement* pada simulasi yang sedang dipelajari berada pada bagian *top rod* dan *base rod* yang memungkinkan adanya penambahan kelonggaran spesimen tersebut dengan nilai yang sudah dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan *Force* terhadap *Displacement*.

<i>Force</i> (N)	<i>Displacement</i> (mm)
50	0,000001126
75	0,000001322
100	0,000001520

Gambar 6 merupakan kontur distribusi *displacement* pada *shock absorber* konvensional. *Displacement* yang bekerja pada *shock absorber* konvensional memungkinkan *force* yang bekerja dan yang dibutuhkan untuk memampatkan atau memanjangkan pegas pada jarak tertentu untuk memperoleh suspensi yang ideal. Tabel 2 menunjukkan hubungan *force* terhadap *displacement*. Dengan adanya peningkatan besaran *force* yang bekerja pada *shock absorber* konvensional maka *displacement* pada *shock absorber* konvensional mengalami kenaikan sekitar 4%. Besaran *Force* 50 N memiliki nilai *displacement* terendah dengan nilai 0,000001126 mm, besaran *force* 75 N memiliki nilai *displacement* 0,000001322 mm, sedangkan besaran *force* 100 N memiliki nilai *displacement* tertinggi dengan nilai 0,000001520 mm.

3.3. Pengaruh *Force* terhadap *Strain*



Gambar 7. Distribusi Kontur *Strain*.

Dalam dunia otomotif, *strain gauge* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur gaya yang terjadi pada bodi kendaraan, termasuk pada *shock absorber*. Sensor ini perlu dikalibrasi agar dapat mengetahui perbandingan antara *strain* terhadap beban. Akan tetapi dalam studi simulasi yang sedang dipelajari, *strain* sangat berperan penting terhadap performa *shock absorber*. Gambar 7 merupakan distribusi *strain* pada *shock absorber* konvensional. Pada studi simulasi *shock absorber* dengan *force* sebesar 50 N, 75 N, dan 100 N bekerja dengan memperlambat atau menetralkan gerakan suspensi pada sistem otomotif. *Shock absorber* yang lemah dapat menyebabkan guncangan dari permukaan jalan mengganggu kenyamanan penumpang, bahkan membuat komponen otomotif lainnya cepat rusak. Komponen yang rusak biasanya adalah hidrolik, baut, dan mur.

Pada Gambar 7 *strain* terjadi akibat adanya *force* yang bekerja, akibatnya deformasi yang dihasilkan oleh tegangan, atau rasio perubahan panjang terhadap panjang awal pada *shock absorber* konvensional menjadi perhatian utama dalam penelitian ini. Dalam hal *shock absorber*, *strain* dapat digunakan untuk menganalisis data *input force* pada *shock absorber* untuk mengetahui beban aktual pada komponen otomotif. Sehingga redaman, energi kinetik, dan suspensi dapat dijadikan sebagai tolok ukur tambahan pada performa *shock absorber* konvensional. Pada studi simulasi yang sedang dipelajari, umumnya distribusi *strain* terjadi pada *top rod* dan *base rod*

kemudian secara perlahan menuju ke *spring* dengan besaran strain dan displacement yang sangat kecil. Ada kemungkinan faktor redaman, energi kinetik, dan suspensi menjadikan distribusi strain dan displacemen cenderung merata di daerah tersebut.

Tabel 3. Hubungan *Force* terhadap *Strain*.

<i>Force</i> (N)	<i>Strain</i> (mm)
50	0,0000002859
75	0,0000003045
100	0,0000003231

Tabel 3 menunjukkan hubungan *force* terhadap *strain*. Dengan adanya peningkatan besaran *force* yang bekerja pada *shock absorber* konvesional maka *nilai strain* pada *shock absorber* konvesional mengalami kenaikan sekitar 4,2%. Besaran *Force* 50 N memiliki nilai *strain* terendah dengan nilai 0,0000002859 mm, besaran *force* 75 N memiliki nilai *strain* 0,0000003045 mm, sedangkan besaran *force* 100 N memiliki nilai *strain* 0,0000003231 mm. Hasil tersebut mengkonfirmasi bahwa *shock absorber* masih dalam kategori aman dalam penggunaan dilapangan.

4. KESIMPULAN

Dengan adanya peningkatan besaran *force* yang bekerja pada *shock absorber* konvesional maka tegangan *von Mises* pada *shock absorber* konvesional mengalami kenaikan sekitar 8%. Besaran *Force* 50 N memiliki nilai tegangan *von Mises* terendah dengan nilai 205400 N/m², besaran *force* 75 N memiliki nilai tegangan *von Mises* 235200 N/m², sedangkan besaran *force* 100 N memiliki nilai tegangan *von Mises* tertinggi dengan nilai 265700 N/m². Besaran *Force* 50 N memiliki nilai *displacement* terendah dengan nilai 0,000001126 mm, besaran *force* 75 N memiliki nilai *displacement* 0,000001322 mm, sedangkan besaran *force* 100 N memiliki nilai *displacement* tertinggi dengan nilai 0,000001520 mm. Besaran *Force* 50 N memiliki nilai *strain* terendah dengan nilai 0,0000002859 mm, besaran *force* 75 N memiliki nilai *strain* 0,0000003045 mm, sedangkan besaran *force* 100 N memiliki nilai *strain* 0,0000003231 mm. Hasil tersebut mengkonfirmasi bahwa *shock absorber* masih

dalam kategori aman dalam penggunaan dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- X. Hou, R. Zhang, M. Yang, S. Cheng, 2024. "Modeling the Lane-Changing Behavior of Non-Motorized Vehicles on Road Segments Via Social Force Model". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. Vol. 633, No 2, PP. 1-12.
- A. Hassanpour, A. Bigazzi, 2024. "Operating Speed Distributions In off-Street Cycling Facilities by Vehicle Type and Motorization". *Journal of Cycling and Micromobility Research*. Vol. 2, No 2, PP. 1-14.
- J. Song, R. Zong, Y. Li, Y. Gao, Z. Chen, L. Qi, Z. Zhang, 2024. "An Electromagnetic-Pneumatic Hybrid Regenerative Shock Absorber for Extended Range of Space Exploration Vehicles". *Mechanical Systems and Signal Processing*. Vol. 210, No 2, PP. 1-13.
- L. Schickhofer, C. G. Antonopoulos, 2024. "Cause-Effect Relationship Between Model Parameters and Damping Performance of Hydraulic Shock Absorbers". *International Journal of Non-Linear Mechanics*. Vol. 159, No 2, PP. 1-14.
- T. Islam, M. D. Uddin, R. Uddin, 2024. "Finite Element Analysis of Motorcycle Suspension System Stability Using Different Materials". *Journal of Engineering Research*. Vol. 112, No 2, PP. 1-15.
- Y. T. Amedokpo, 2024. "Tracking Early Adoption of Electric Motorcycles: The Mototaxi Riders' Experience in Lomé". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Vol. 131, No 2, PP. 1-14.
- B. Zhang, Z. Zhao, Y. Li, X. Zhang, X. Li, D. Hao, Z. Zhang, 2024. "Design and Analysis of a Piezoelectric Energy Harvesting Shock Absorber for Light Truck Applications". *Applied Energy*. Vol. 377, No 2, PP. 1-14.
- F. Rahmadiano, A. P. Gerald. 2020. *Analisa Pengaruh Variasi Displacement Shock Absorber Kendaraan Bermotor Terhadap Respon Getaran*. *Journal Mechanical and Manufacture Technology*. Vol. 1, No 1, PP. 18-23.

- R. B. S. Majanasastra. 2013. *Analisis Defleksi dan Tegangan Shock Absorber Roda Belakang Sepeda Motor Yamaha Jupiter*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 1, No.1, PP. 1-7.
- A. Hadi. 2015. *Estimasi Getaranmekanik Pada Telescopic Shock Absorber Motor Yamaha Jupiter*. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pattimura.
- A. J. Rana. 2015. *Pengaruh Viskositas Berbagai Minyak Sawit Untuk Oli Peredam Shock Absorber Sepeda Motor*. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang.
- A. Noerdien, G. Rubiono, I. Qiram. 2018. *Pengaruh Studi Karakteristik Getaran Shock Breaker Pada Sepeda Motor Matic 110 CC*. Jurnal V-Mac, Vol.3, No.1, PP. 5-8.
- Y. Djaja, D. Santoso. 2014. *Perencanaan Pegas pada Shock Absorber Roda Belakang Mobil Jenis Sedan 1500 CC*. Jurnal Mekanikal Teknik Mesin. Vol. 10, No. 1, PP. 12-19.
- A. E. Ismail, S. Sumarli, M. Harly. 2023. *Pengaruh Pemasangan Shock Absorber Multi Stage untuk Mengurangi Sudut Pitching, Damper Ratio dan Efisiensi Pengereman Pada Sepeda Motor CB 150 R*. Jurnal Teknik Otomotif. Vol. 7, No. 1. PP. 1-10.