

Terbit online pada laman web jurnal: <http://journal2.um.ac.id/index.php/jto>

## PENGARUH PEMASANGAN *SHOCK ABSORBER MULTI STAGE* UNTUK MENGURANGI SUDUT *PITCHING*, *DAMPER RATIO* DAN EFISIENSI PENGEREMAN PADA SEPEDA MOTOR CB150R

A Effendy Ismail<sup>1</sup>, Sumarli<sup>2</sup>, Muchammad Harly<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

<sup>1</sup>a.effendy.1805136@students.um.ac.id, <sup>2</sup>sumarli.ft@um.ac.id, <sup>3</sup>muchammadharly.ft@um.ac.id

### Abstrak

Kenyamanan dan keselamatan berkendara menjadi faktor utama disamping kinerja dari mesin kendaraan itu sendiri, salah satunya dipengaruhi oleh sistem suspensi yang berfungsi untuk menyerap getaran dari permukaan jalan. Penelitian ini bertujuan guna mengetahui pengaruh penggunaan *shock absorber multi stage* dengan empat tingkat kekakuan untuk mengurangi sudut *pitching*, *damper ratio* dan efisiensi pengereman pada sepeda motor Honda CB150R. Metode pengujian sudut *pitching* yaitu dengan menggunakan sensor *inclinometer* yang terdapat pada aplikasi *DashCommand (OBD ELM App)* dengan melewati *speed bump* pada variasi kecepatan. Metode pengujian *damper ratio* yaitu dengan cara keadaan statis sepeda motor diberikan beban kejut pada shock absorber belakang dan dihitung waktu dan jarak lendutannya. Metode pengujian efisiensi pengereman dilakukan dengan melakukan pengereman penuh pada variasi kecepatan kemudian dihitung waktu pengereman hingga berhenti. Hasil pada penelitian ini memaparkan bahwa adanya pengaruh yang signifikan pada penggunaan *shock absorber multi stage* dan *shock absorber* standar terhadap sudut *pitching* dimana terjadi penurunan sebesar 15% pada shock absorber stage ke-1 yaitu 12° pada kecepatan 60 km/j. Perbedaan yang signifikan juga dihasilkan pada pengujian *damper ratio* yaitu terjadi penurunan maksimal pada *shock absorber* stage ke-1 sebesar 0,61 Ns/cm dengan beban 50 kg. Pada hasil pengujian efisiensi pengereman tidak ada perbedaan yang signifikan pada penggunaan *shock absorber multi stage* pada stage 1,2,3,4 dan *shock absorber* standar masing-masing menghasilkan efisiensi pengereman sebesar 61%, 60%, 54%, 53% dan 51% pada kecepatan 20 km/j.

**Kata kunci:** *Shock absorber multi stage*, Sudut *pitching*, *Damper ratio*, Efisiensi pengereman.

### Abstract

Driving comfort and safety are the main factors besides the performance of the vehicle's engine itself, one of which is affected by the suspension system which functions to absorb vibrations from the road surface. The purpose of this study was to determine the effect of using a multi-stage shock absorber with four levels of stiffness to reduce pitching angle, damper ratio and braking efficiency on a Honda CB150R motorcycle. The corner pitching test method is by using the inclinometer sensor found in the DashCommand application (OBD ELM App) by passing speed bumps at various speeds. The damper ratio test method is by statically applying a shock load to the rear shock absorber and calculating the time and distance of the deflection. The braking efficiency testing method is carried out by performing full braking at various speeds and then calculating the braking time until it stops. The resolution to this study indicate there is a significant effect on the use of multi-stage shock absorbers and standard shock absorbers on the pitching angle where there is a 15% decrease in the 1st stage shock absorber, which is 12° at a speed of 60 km/h. A significant difference was also produced in the damper ratio test, namely that there was a maximum decrease in the 1st stage shock absorber of 0.61 Ns/cm with a load of 50 kg. In the braking efficiency test there was no significant difference in the use of multi-stage shock absorbers at stages 1,2,3,4 and standard shock absorbers each resulting in braking efficiency of 61%, 60%, 54%, 53% and 51% on speed 20km/h.

**Keywords:** Shock absorber multi stage, Pitching angel, Damper ratio, Braking efficiency

Kenyamanan dan keselamatan dalam kendaraan salah satunya dipengaruhi oleh sistem peredam kejut atau sistem suspensi. Sistem Suspensi terdiri dari komponen utama pegas dan peredam kejut atau *absorbers*. Dalam peredam kejut terdapat komponen seperti

piston penekan, poros, dan fluida. Suspensi berfungsi untuk memperlambat dan mengurangi efek getaran yang diakibatkan oleh benturan kendaraan dengan jalan (Irawan & Prasetyo, 2021). Menurut Noerdien, dkk (2018) Jenis suspensi, kecepatan kendaraan, dan profil

jalan semuanya berdampak pada berbagai karakteristik getaran kendaraan matic 110 cc.

Karena dapat memperlambat atau menghentikan kendaraan dan juga berfungsi sebagai fitur keselamatan bagi pengemudi, sistem pengereman (juga dikenal sebagai sistem rem) sangat penting untuk setiap kendaraan. (Pranoto et al., 2020). Menurut peraturan pemerintah no. 55 Tahun 2012 tentang kendaraan Pasal 67 ayat (1) efisiensi sistem rem sebagaimana dimaksud dalam Pasal 64 ayat (2) huruf c dan huruf d harus memenuhi hasil pengukuran dengan perlambatan paling sedikit 5 (lima) meter per detik kuadrat.

Semua industri motor memberikan sistem suspensi sesuai dengan masing-masing produya dengan *set-up* nyaman dan keamanan berkendara yang baik. Tetapi, jika akan meningkatkan kenyamanan dan keamanan dalam berkendara dapat melakukan *upgrading* dengan pemasangan *shock absorber multi stage*. Adapun tujuan penelitian ini yang sesuai dengan latar belakang meliputi:

Pertama, untuk mengetahui pengaruh perbedaan yang signifikan pemasangan *Shock Absorber Multi Stage* terhadap sudut pitching pada sepeda motor Honda CB150R

Kedua, untuk mengetahui pengaruh perbedaan yang signifikan pemasangan *Shock Absorber Multi Stage* terhadap *damp ratio* pada sepeda motor Honda CB150R.

Ketiga, untuk mengetahui pengaruh perbedaan yang signifikan pemasangan *Shock Absorber Multi Stage* terhadap efisiensi pengereman pada sepeda motor Honda CB150R

### Sudut Pitching

Pitching adalah gerakan atau goyangan kendaraan bagian depan dan belakang ke atas dan ke bawah terhadap titik grafitasi kendaraan (Listrik et al., 2016). Menurut Sutantra (2016) pitching akan muncul sebagai efek dari gaya suspensi sehingga sudut pitching yang dipengaruhi oleh suspensi akan mempengaruhi terhadap aspek kenyamanan dan keamanan penumpang dalam kendaraan.

### Damper Ratio

Rasio redaman (*Damper Ratio*) adalah rasio antara redaman stabil dan redaman dasar

yang konsisten (Suhandoko, 2014). Menurut Karyasa (2011: 62) mengemukakan dari uji coba yang dilakukan dapat ditentukan besar *damp ratio* dengan rumus:

$$\xi = \frac{c}{c_c} = \frac{c}{4mk}$$

Di mana  $\xi$  adalah *damp ratio*,  $c$  adalah konstanta redaman (Ns/cm),  $c_c$  adalah konstanta redaman kritis (Ns/cm),  $k$  adalah konstanta kekekukan pegas (Ns/cm), dan  $m$  adalah massa (kg).

Menurut Tentua (2011:862) mengemukakan bahwa untuk mendapatkan nilai konstanta kekakuan pegas digunakan rumus:

$$k = \frac{m \cdot g}{x}$$

Di mana  $k$  adalah konstanta kekekukan pegas (N/m),  $m$  adalah massa yang digunakan (kg),  $g$  adalah percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ), dan  $x$  adalah jarak perpindahan (m).

Sedangkan untuk mendapatkan nilai konstanta redaman digunakan rumus:

$$c = \frac{m \cdot g \cdot t}{x}$$

Di mana  $c$  adalah konstanta redaman (Ns/m),  $m$  adalah massa (kg),  $x$  adalah jarak perpindahan (m),  $t$  adalah waktu (s), dan  $g$  adalah percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

Prinsip kerja rem adalah mengubah energi kinetik kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan (Akhmadi, 2015). Menurut Pranoto, dkk (2020) Gagasan efisiensi pengereman didasarkan pada gagasan bahwa koefisien gesekan ban dengan jalan tidak boleh lebih dari satu. Rumus berikut digunakan untuk menentukan efisiensi pengereman

$$\eta = \frac{v/t}{g} = \frac{a}{g} 100\%$$

Di mana  $v$  adalah kecepatan (m/s),  $t$  adalah waktu (s),  $a$  adalah deselerasi ( $m/s^2$ ), dan  $g$  adalah gravitasi ( $m/s^2$ ).

*Shock Absorber* berfungsi untuk memperlambat dan mengurangi besarnya

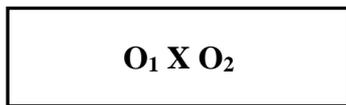
getaran dengan mengubah energi kinetik dari gerakan suspensi menjadi energi panas yang dapat dihamburkan melalui cairan hidrolis (Nusyirwan, 2017). Konstruksi shock absorber itu terdiri atas *piston, piston rod*, dan tabung. *Shock absorber multi stage* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *shock absorber* yang memiliki empat setelan tingkat kekakuan pegas (*preload*).



Gambar 1. Shock Absorber Multi Stage

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain menggunakan *Quasi Experimental dengan One Group Pretest-Posttest Design*.



(Sumber: Sugiyono, 2013:75)

Di mana O<sub>1</sub> adalah tes awal (*pretest*), O<sub>2</sub> tes akhir (*posttest*), dan X adalah perlakuan (pengaruh penggunaan *shock absorber multi stage* pada suspensi belakang terhadap sudut pitching, *damp ratio* dan efisiensi pengereman).

Objek pada penelitian ini menggunakan sepeda motor Honda CB150R dengan bahan pengujian *shock absorber multi stage*. Pengukuran terhadap sudut pitching menggunakan sensor *inclinometer* pada aplikasi *diagnostic toll* berbasis android yaitu DashCommand (OBD ELM App) versi 4.8.14. Pengukuran *damp ratio* dengan cara mengukur perubahan panjang dan waktu *shock absorber* ketika diberikan beban, dan pengukuran efisiensi pengereman dengan metode *road brake test*. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode

analisis uji beda *one way anova* yang memiliki angka signifikan 0,05 dengan menggunakan program SPSS 26 *for windows*.

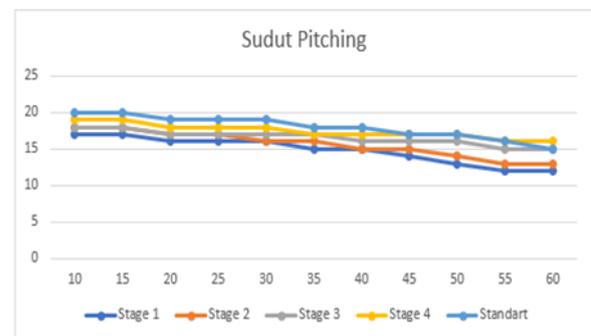
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Sudut Pitching**

Tabel 1. Hasil Pengujian Sudut Pitching

Kecepatan (km/Jam)	Stage				Standar
	1	2	3	4	
10	17	18	18	19	20
15	17	18	18	19	20
20	16	17	17	18	19
25	16	17	17	18	19
30	16	16	17	18	19
35	15	16	17	17	18
40	15	15	16	17	18
45	14	15	16	17	17
50	13	14	16	17	17
55	12	13	15	16	16
60	12	13	15	16	15

Berdasarkan tabel 1 data pengujian sudut pitching perbandingan sudut pitching yang dihasilkan *shock absorber* standar dibandingkan *shock absorber multi stage* dengan empat tingkat kekakuan. Terjadi perbedaan sudut pitching yang dihasilkan mulai dari kecepatan 10 km/jam sampai dengan 60 km/jam. Penggunaan *shock absorber multi stage* dengan tingkat kekakuan nomor satu (stage 1) menghasilkan sudut pitching yang paling kecil dengan selisih ± 3 derajat dibanding penggunaan *shock absorber* standar. Dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Sudut Pitching

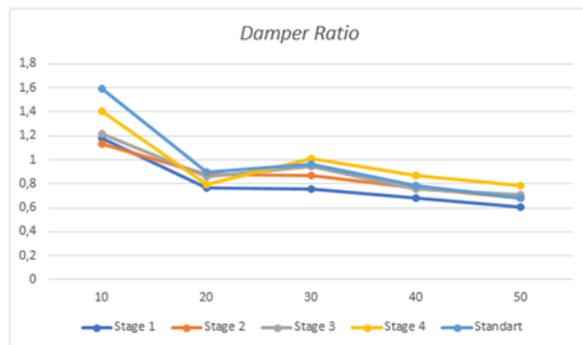
**Damp Ratio**

Tabel 2. Hasil Pengujian Damp Ratio

Beban (kg)	Stage				Standar
	1	2	3	4	
10	1.18	1.13	1.22	1.4	1.59
20	0.77	0.88	0.86	0.79	0.9
30	0.76	0.87	0.94	1.01	0.96

40	0.68	0.77	0.76	0.87	0.78
50	0.61	0.68	0.71	0.78	0.68

Berdasarkan tabel 2 data pengujian *dampner ratio* yang dihasilkan *shock absorber* standar dibandingkan *shock absorber multi stage* dengan empat tingkat kekakuan (*preload*). Terjadi perbedaan *dampner ratio* yang dihasilkan pada setiap variasi beban yang diberikan mulai 10 kg sampai 50 kg. Penggunaan *shock absorber multi stage* dengan tingkat kekakuan nomor satu (*stage 1*) menghasilkan *dampner ratio* yang paling kecil dibanding *shock absorber multi stage* dengan tingkat kekakuan nomor dua, tiga, empat maupun penggunaan *shock absorber* standar. Dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Dampner Ratio

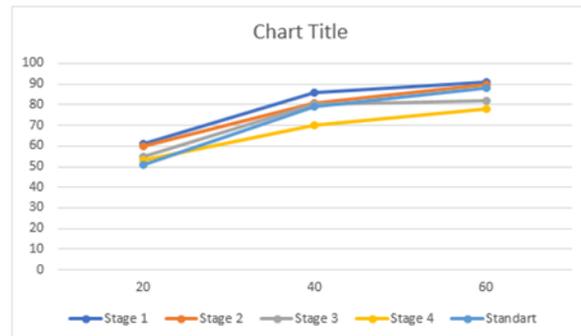
### Efisiensi Pengereman

Tabel 3. Hasil Pengujian Efisiensi Pengereman

Stage	Kecepatan (km/jam)	Waktu (s)	Efisiensi pengereman (%)
1	20	0.93	61.1%
	40	1.32	85.5%
	60	1.86	91.3%
2	20	0.95	60%
	40	1.39	81.5%
	60	1.89	89.9%
3	20	1.04	54.5%
	40	1.41	79.5%
	60	2.08	81.6%
4	20	1.07	53%
	40	1.62	70%
	60	2.17	78.2%
Standar	20	1.04	51%
	40	1.43	78.5%
	60	1.93	87.7%

Berdasarkan tabel 3 data pengujian efisiensi pengereman yang dihasilkan oleh penggunaan *shock absorber* standar dan penggunaan *shock absorber multi stage* dengan 4 tingkat kekakuan pada kecepatan 20 sampai 60

km/jam. Terjadi perbedaan efisiensi pengereman yang dihasilkan mulai dari kecepatan 20 km/jam sampai 60 km/jam. *Shock absorber multi stage* ke-1 menghasilkan efisiensi pengereman yang lebih besar  $\pm 8\%$  dibanding penggunaan *shock absorber* standar. Dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Efisiensi Pengereman

### Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian pada grafik gambar 2 menjelaskan bahwa grafik menunjukkan *shock absorber stage* ke-1 menghasilkan penurunan sudut ptching terbesar yaitu sebesar 15%, sedangkan pada *shock absorber stage* ke-4 menghasilkan penurunan sudut pitching sebesar 1% jika dibandingkan dengan sudut pitching tang dihasilkan *shock absorber* standar. Hal ini disebabkan karena pegas suspensi pada *shock absorber stage* ke-1 yang lebih empuk. Sesuai dengan pernyataan Sutantra (2016) yang menyatakan ketika melewati jalan tidak rata dengan kondisi tersebut, maka pitching akan muncul sebagai efek dari gaya suspensi. Pernyataan tersebut didukung oleh pernyataan Hartono (1994) mengenai suspensi yang terdefleksi mempunyai gaya reaksi yang besarnya tergantung pada besarnya defleksi dan kekakuan suspensi yang digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian pada grafik gambar 3 menjelaskan bahwa grafik menunjukkan hasil *dampner ratio* pada *shock absorber multi stage* dengan empat tingkat kekakuan dan *shock absorber* standar. Hasil pada grafik tersebut menunjukkan *shock absorber stage* ke-1 menghasilkan *dampner ratio* sebesar 0,61 Ns/cm, *shock absorber stage* ke-2 menghasilkan *dampner ratio* sebesar 0,68 Ns/cm, *shock absorber stage* ke-3 menghasilkan *dampner ratio* sebesar 0,71

Ns/cm, *shock absorber stage* ke-4 menghasilkan *dampner ratio* sebesar 0,78 Ns/cm, dan *shock absorber* standar menghasilkan *dampner ratio* sebesar 0,68 Ns/cm pada beban 50 kg. Perhitungan *dampner ratio* dapat menggunakan rumus sebagai berikut

Konstanta kelekukan pegas:

$$k = \frac{m \times g}{x} = \frac{50 \times 9,8}{1} = \frac{490}{1} = 490 \text{ Ns/cm}$$

Konstanta redaman:

$$c = \frac{m \cdot g \cdot t}{x} = \frac{50 \times 9,8 \times 0,5}{1} = \frac{245}{1} = 245 \text{ Ns/cm}$$

*Dampner ratio*:

$$\xi = \frac{c}{c_c} = \frac{c}{4mk} = \frac{245}{c_c} = \frac{245}{4(50 \times 450)} = \frac{c}{c_c} = \frac{245}{313} = 0,78 \text{ Ns/cm}$$

Pegas akan bergerak ke atas dan ke bawah, melanjutkan gerakan awalnya selama beberapa saat sebelum akhirnya mencapai posisi kesetimbangan dengan amplitudo yang mengecil terhadap waktu. Sistem suspensi dikatakan berada di bawah redaman bila rasio redaman kurang dari 1, atau  $c < 4mk$ . (Jazar, 2008: 791).

Ketika rasio redaman juga dikenal sebagai  $c > 4mk$ , lebih besar dari 1, sistem suspensi dianggap terlalu teredam. Pegas tidak akan beresilasi atau bergerak ke atas atau ke bawah (Jazar, 2008: 792).

Sistem suspensi dikatakan teredam kritis bila rasio redaman ( $\xi$ ) sama dengan 1, dengan kata lain  $c^2 = 4mk$ . Pegas mencapai posisi kesetimbangan dengan cepat tanpa penyusutan pegas. Keadaan ini merupakan rasio redaman yang optimal dalam menghindari overshoot (pergerakan penyusutan pegas). (Jazar, 2008: 791).

Berdasarkan hasil penelitian pada grafik gambar 4 menjelaskan bahwa grafik menunjukkan *shock absorber* standar

menghasilkan efisiensi pengereman sebesar 87,7% pada kecepatan 60 km/j, *shock absorber stage* 1 menghasilkan efisiensi pengereman maksimal sebesar 91,3% atau meningkat  $\pm 7\%$  dari standar. Sedangkan penurunan efisiensi pengereman terbesar terjadi pada *shock absorber stage* 4 yang menghasilkan efisiensi pengereman sebesar 78,2% atau menurun  $\pm 10\%$  dari standar pada kecepatan 60 km/j. Perhitungan efisiensi pengereman dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Efisiensi pengereman:

$$\eta = \frac{v/t}{g} = \frac{a}{g} \times 100\% = \frac{16,6/2,17}{9,8} = \frac{7,68}{9,8} \times 100\% = 0,782 \times 100\% = 78,2 \%$$

Hasil efisiensi pengereman yang tidak signifikan ini disebabkan berat motor dan pengemudi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sama yaitu 185 kg. Hal ini selaras dengan pernyataan Pranoto, dkk (2020) yang menyatakan Jenis rem yang digunakan, bobot kendaraan, dan permukaan jalan semuanya berdampak pada efisiensi pengereman. Berat kendaraan yang lebih besar akan membutuhkan jarak dan waktu pengereman yang lebih besar dibandingkan kendaraan dengan berat yang lebih ringan.

Dalam penelitian (Pranoto et al., 2020) menyatakan mengemukakan bahwa ban dan jalan mungkin memiliki sifat perekat yang berbeda, yang ditentukan oleh koefisien gesek atau cengkeraman roller atau jalan, yang mungkin menyebabkan perbedaan hasil. Setelah diukur dengan *Airport Surface Friction Tester T2Go*, uji rem jalan menghasilkan data koefisien gesekan jalan sebesar 0,66 dan koefisien pegangan roller sebesar 0,8. Hasil efisiensi pengereman dapat dipengaruhi oleh berbagai nilai koefisien rekat semakin tinggi nilai koefisien perekat, semakin besar efisiensi pengereman.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian analisis sudut pitching menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap sudut pitching yang dihasilkan dengan menggunakan *shock absorber multi stage* dengan empat tingkat kekakuan dan *shock absorber* standar pada sepeda motor Honda CB150R. Sudut pitching terkecil dihasilkan oleh *shock absorber multi stage* pada *stage* ke-1 yaitu  $12^\circ$  pada kecepatan 60 km/j dengan penurunan sebesar 15% atau sebesar  $3^\circ$  jika dibandingkan dengan menggunakan *shock absorber* standart yaitu sebesar  $15^\circ$  pada kecepatan 60 km/j.

Berdasarkan hasil pengujian terdapat perbedaan yang signifikan terhadap *damp ratio* yang dihasilkan dengan menggunakan *shock absorber multi stage* dengan empat tingkat kekakuan dan *shock absorber* standar pada sepeda motor Honda CB150R. *Damp ratio* terkecil dihasilkan oleh *shock absorber multi stage* pada *stage* ke-1 yaitu 0,61 Ns/cm pada beban 50 kg dengan nilai konstanta kekakuan pegas *stage* ke-1 sebesar 306,25 Ns/cm dengan penurunan sebesar 0,07 jika dibandingkan dengan *shock absorber* standar yaitu sebesar 0,68 Ns/cm.

Berdasarkan hasil pengujian, tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap efisiensi pengereman yang dihasilkan dengan menggunakan *shock absorber multi stage* dengan empat tingkat kekakuan dan *shock absorber* standar pada sepeda motor Honda CB150R. *shock absorber multi stage* pada *stage* 1,2,3,4 dan *shock absorber* standar masing-masing menghasilkan efisiensi pengereman sebesar 61%, 60%, 54%, 53% dan 51% pada kecepatan 20 km/j dengan beban total sepeda motor dan pengemudi sebesar 185 kg.

### Saran

Bagi praktisi diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat dijadikan sumber informasi dan referensi dalam penggunaan *shock absorber* modifikasi dalam upaya meningkatkan kenyamanan dan keamanan berkendara. Sedangkan untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat ditambahkan beberapa variasi setelan *preload*, *rebound* dan *compression* pada *shock absorber* untuk mendapatkan kenyamanan dan keamanan dalam berkendara yang lebih baik.

## DAFTAR RUJUKAN

- Akhmadi, A. N. 2015. Pengaruh Pengereman Terhadap Kecepatan Mobil Listrik Tuxuci 2.0 Dengan Rem Cakram Double Piston. *Nozzle: Journal Mechanical Engineering*, 4(2), 83-87. DOI: <http://dx.doi.org/10.30591/nozzle.v4i2.797>.
- Irawan, B. & Prasetyo, G. A. 2021. Desain Dan Pembuatan Smart Absorber Mekanik Beban Maksimum 100KgF. Prosiding SNRTM, 01, 34–38. Dari: <https://snrtt.polinema.ac.id/index.php/snrmt/article/view/12>.
- Jazar, R. N. 2008. *Vehicle Dynamics: Theory and Application*. Berlin: Springer.
- Karyasa, T. B. 2011. Dasar-dasar Getaran Mekanis. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Noerdien, A.; Rubiono, G. & Qiram, I. 2018. Pengaruh Studi Karakteristik Getaran Shock Breaker Pada Sepeda Motor Matic 110 CC. *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)*, 3(1), 5–8. DOI: <https://doi.org/10.36526/v-mac.v3i1>.
- Nusyirwan, N. 2017. Kaji Perbandingan Karakteristik Respon Dinamik Suspensi Sepeda Motor dengan Memakai Peredam Viscous Oli Sintetis dan Minyak Nabati. *METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*, 1(2), 133-141. DOI: <https://doi.org/10.25077/metal.1.2.133-141.2017>.
- Pranoto, E.; Hidayat, A. M.; Humami, F. & Hakim, M. I. N. 2020. Komparasi Efisiensi Pengereman Pengujian Rem Statis (Static Brake Test) Dan Pengujian Rem Jalan (Road Brake Test). *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 7(1), 19–25. DOI: <https://doi.org/10.46447/ktj.v7i1.72>.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suhandoko. 2014. *Analisis getaran pada sistem suspensi kendaraan roda dua (yamaha jupiter z 2004) menggunakan simulasi software matlab 6.5*. Skripsi tidak diterbitkan. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Priyambada, P. & Sutantra, I. N. 2016. Analisis Kenyamanan serta Redesain Pegas. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), E85-E90. DOI: <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.201>

00.

- Tentua., B. G. 2011. Analisa Respon Dinamik Sepeda Motor Terhadap Posisi Sudut Suspensi. *Jurnal Teknologi*, 8(1), 859 -866. Dari: [https://ejournal.unpatti.ac.id/ppr\\_paperinfo\\_ink.php?id=202](https://ejournal.unpatti.ac.id/ppr_paperinfo_ink.php?id=202).
- Usman, K. M. & Syarifudin. 2016. Rancang Bangun Suspensi Belakang Tipe Swing Arm pada Mobil Listrik Tuxuci 2.0 Politeknik Harapan Bersama. *Nozzle: Journal Mechanical Engineering*, 5(2), 140–144. DOI: <http://dx.doi.org/10.30591/nozzle.v5i2.813>.

