

PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP KEKAKUAN DAN DAYA REDAM SUSPENSI PADA MOBIL LISTRIK

Wajilan¹, Fx.Arif Wahyudianto², Staf pengajar Jurusan Teknik Mesin
Edi Sigianto, Pranata Laboratorium Pendidikan
Bayu Istianto Wibisono, Mahasiswa Prodi. Perawatan dan Perbaikan Mesin
Politeknik Negeri Samarinda

ABSTRAK

Pada sistem suspensi memegang peranan yang sangat penting, karena pada sistem kerja dari suspensi dapat menentukan kenyamanan dan keselamatan berkendara. Sistem suspensi terletak antara *body* mobil dan roda kendaraan yang digunakan untuk meyerap getaran dari permukaan jalan yang tidak rata sehingga pengendara dapat merasakan kenyamanan, stabilitas dan aman selama berkendara. Untuk menahan getaran yang berlebihan akibat permukaan jalan yang tidak rata dibutuhkan nilai kekakuan pegas dan konstanta peredaman yang digunakan pada sistem suspensi tersebut. Pada pengujian ini dilakukakan pada alat uji *coil spring* dan dengan menggunakan mesin hidrolik press dimana beban akan diletakan diatas alat uji yang tersambung dengan poros *coil spring* maupun *shockabsorberr*. Hasil Pada proses uji tekan dengan besar penekanan 15 mm dengan beban terbesar yang dihasilkan sebesar 69 kg. *Coil spring* dengan nilai konstanta pegas tertinggi 45.080 N/mm terdapat pada *coil spring* bagian roda kanan belakang mobil listrik dan nilai konstanta pegas terkecil sebesar 34.626,66 N/m terdapat pada *coil spring* bagian roda kiri depan mobil listrik. Dan hasil dengan konstanta redaman terbesar terjadi pada *shockabsorber* pada bagian roda kiri belakang mobil listrik dengan nilai konstanta redaman sebesar 1.403,30 Ns/m dan nilai konstanta redaman terkecil 1.127 Ns/m terjadi pada *shockabsorber* bagian roda kiri depan mobil. Dari hasil tersebut bisa dikatakan suspensi dalam keadaan baik sesuai dengan standar yang berlaku menurut ISO 2631 dimana kekakuan pegas suspensi 53,024,26 N/m dan redaman 2.675,5 Ns/m..

Kata kunci : Mobil Listrik, Kekakuan Suspensi, Daya Redam Suspensi

PENDAHULUAN

Kendaraan listrik adalah salah satu jalan keluar atas masalah bahan bakar minyak yang mulai menipis dan selain itu polusi udara juga bisa berkurang secara perlahan. Karena kendaraan listrik sumber tenaganya dari baterai atau yang disebut aki, sehingga kendaraan ini sangat ramah lingkungan atau bisa dibilang “*zero emission*”. Hal ini dapat mengurangi kadar *Co2* dan sejenisnya di udara sebagai bahan kimia yang menyebabkan *global warming*. Kendaraan listrik selain ramah lingkungan, perlu diperhatikan tentang kenyamanan dan keamanan bagi pengguna kendaraan tersebut, untuk meningkatkan kualitas

kenyamanan dan kestabilan kemudi, maka perlu di analisa di bagian sistem suspensi (Zainuri, dkk,2016).

Satu unit pada sistem suspensi pada kendaraan umumnya terdiri atas sebuah pegas dan sebuah peredam kejut yang terdiri dari besaran massa, gaya yang bekerja pada pegas, dan konstanta pegas. Terdapat banyak jenis dan model sistem suspensi yang terdapat pada kendaraan. Ada sistem suspensi yang menggunakan *leaf spring* (pegas daun), sampai sistem suspensi yang menggunakan *coil spring* (pegas ulir). Sistem suspensi yang menggunakan pegas daun pada umumnya kendaraan seperti truck, mobil pick up, dan

bis, sedangkan pegas ulir pada umumnya digunakan pada kendaraan ringan misalnya sedan. Perbedaan penggunaan jenis pegas akan berpengaruh terhadap hasil peredaman, namun hal ini penulis menggunakan jenis suspensi

Pada sistem suspensi memegang peranan yang sangat penting, karena pada sistem kerja dari suspensi dapat menentukan kenyamanan dan keselamatan berkendara. Sistem suspensi terletak antara *body* mobil dan roda kendaraan yang digunakan untuk menyerap getaran dari permukaan jalan yang tidak rata sehingga pengemudi dapat merasakan kenyamanan, stabilitas dan aman selama berkendara. Sistem suspensi terdapat beberapa komponen utama diantaranya, *coil spring*, *shock absorber*, *upper arm*, *lower arm*, *lateral control rod*, dan yang lainnya. Untuk menahan getaran yang berlebihan akibat permukaan jalan yang tidak rata dibutuhkan nilai kekakuan pegas dan konstanta peredaman yang digunakan pada sistem suspensi tersebut

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Suspensi

Sistem suspensi adalah mekanisme yang diposisikan diantara rangka kendaraan dan roda yang berfungsi sebagai penahan kejutan-kejutan yang ditimbulkan oleh keadaan jalan, sehingga memberikan kenyamanan dan stabilitas berkendara serta memperbaiki kemampuan cengraman roda terhadap jalan (Setianegara, 2016). Suspensi memiliki peran yang sangat penting dalam merancang suatu kendaraan dan berfungsi sebagai berikut yaitu :

1. Suspensi menyerap getaran, oskilasi (goncangan), dan kejutan yang diterima oleh rodadari kondisi jalan yang tidak rata pada saat berkendara (Toyota, 1995).
2. Suspensi menopang bodi kendaraan dan menjaga hubungan geometris yang benar antara bodi dan roda-roda. (Toyota, 1995).
3. Suspensi mengirim tenaga gerak dan pengereman yang di akibatkan

oleh gesekan yang terjadi antara permukaan jalan ke rangka dengan bodi mobil. (Toyota, 1995)

Prinsip Kerja Suspensi

Prinsip kerja dari sistem suspensi kendaraan yaitu menerima kejutan dari roda-roda yang diterima dari permukaan jalan, gaya akan diteruskan ke *lower arm* dan *upper arm*, gaya tersebut ditahan oleh pegas yang mengakibatkan terjadinya defleksi pegas, kemudian gaya pemegasan diperhalus oleh peredam getaran (*shock absorber*) agar tidak terjadi pantulan yang berlebih pada kendaraan. Hal ini yang akan menambah gesekan pada roda kendaraan (Buntarto, 2015).

Tugas suspensi kendaraan adalah untuk memaksimalkan gesekan antara ban dan permukaan jalan, yang dimana memberikan kestabilan dan kenyamanan penumpang. Menurut hukum Newton tentang gerak, semua benda memiliki besar dan arah. Seperti contoh sebuah roda kendaraan melintasi jalan yang tidak rata. Tanpa pengaruh suspensi, semua energi vertikal roda akan diteruskan langsung ke *body* dan bergerak dengan arah yang sama. Dalam kondisi tersebut roda akan kehilangan daya gesek terhadap jalan secara penuh dan karena adanya gaya gravitasi maka roda akan terbanting kembali kepermukaan jalan. Sehingga untuk menghindari kejadian tersebut maka diperlukan sistem yang dapat menyerap getaran dari roda ke *body* agar kendaraan nyaman saat menerima kejutan dari permukaan jalan

Rumus Kekakuan dan Daya Redam Suspensi

(Hatimah, 2013;irawan et al., 2018). Bahwa nilai konstanta suatu pegas berbanding terbalik dengan perubahan panjang pegas, ketika nilai konstanta pegas tinggi perubahan panjang pada pegas rendah begitu juga sebaliknya. Hal ini sesuai dengan bunyi hukum hooke yaitu besarnya gaya yang bekerja pada suatu benda sebanding dengan pertambahan

panjang tersebut, hal ini berlaku pada benda yang memiliki sifat elastis. Sehingga kekakuan dan daya redam dapat dihitung berdasarkan hukum hooke dengan persamaan sebagai berikut :

$$K = \frac{m \cdot g}{x} = \frac{F}{x}$$

Keterangan :

K : Kekakuan pegas (N/m)

F : Gaya (N)

X : Perubahan Panjang (m)

m : Massa (kg)

g : Gravitasi Bumi (m/s^2)

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah metode yang digunakan untuk mendekati masalah yang diteliti, sehingga dapat menjelaskan dan membaca secara tepat. Penulis menggunakan metode penelitian jenis eksperimen. Eksperimen adalah penelitian yang memanipulasi suatu variable yang sengaja dilakukan yaitu mengadakan percobaan tentang pengaruh kekakuan dan redaman terhadap suspensi pada mobil listrik.

Metode Observasi

Penulis melakukan kajian dengan turun labolatorium atau bengkel teknik mesin untuk mobil listrik tersebut.

Metode Wawancara

Merupakan kegiatan yang dilakukan untuk bertukar informasi. Sehingga dapat dibangun makna dalam satu pembahasan tertentu.

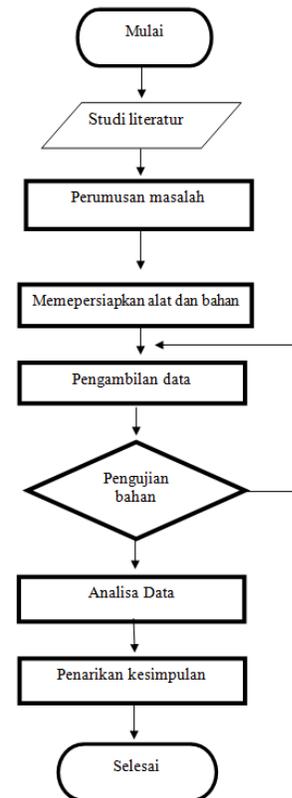
Metode Kepustakaan

Pmelakukan dengan pengumpulan data atau informasi yang berkaitan dengan pembahasan dari jurnal, buku-buku yang tersedia diperpustakaan, buku petunjuk, serta media lainnya

Metode Eksperimen

melakukan percobaan sesuai dengan pembahasantau permasalahan yang diangkat pada rekondisi *engine* dan mengambil data data dari percobaan serta menganalisa hasil percobaan.

Diagram Alir



HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji KekakuTan Coil Spring

Pegujian kekakuan dilakukan untuk mengetahui elastisitas dari ke-4 *coil spring* yang digunakan pada mobil listrik 3.500 watt, untuk mengetahui hasil pengujian dari ke-4 *coil spring* maka penulis akan membahas satu persatu *coil spring* sebagai berikut :

- *Coil Spring* Roda Kanan Depan

Uji kekakuan dilakukan untuk mengetahui titik elastisitas dari *coil spring* yang digunakan dengan cara melakukan uji penekanan menggunakan mesin *hidrolik press* pada proses ini *coil spring* roda kanan depan memiliki panjang awal 230 mm dilakukan penekanan sebanyak 3 kali dengan 5 mm disetiap sekali tekannya sehingga terjadi perubahan panjang total 15 mm pada *coil spring* sehingga disetiap penurunan panjang *coil spring* diketahui beban yang akan dihasilkan, hasil akhir dari penekanan sehingga data dihasilkan pada *coil spring* roda kanan depan mobil listrik adalah sebagai berikut :

Tabell Hasil penekanan *coil spring* roda kanan depan

NO	Penekanan	Beban yang diterima	Perubahan panjang	Kekakuan Pegas
1.	5 mm	29 kg	225 mm	56.840 N/m
2.	5 mm	45 kg	220 mm	44.100 N/m
3.	5 mm	53 kg	215 mm	34.626,66 N/m

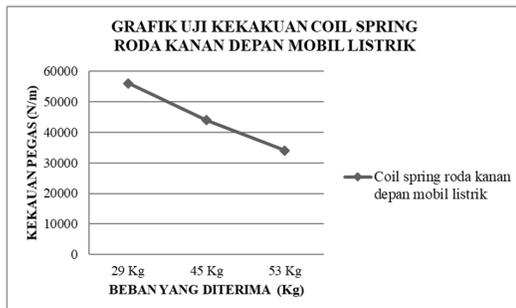
Setelah melakukan serangkaian proses pengambilan data diatas maka sebagai contoh untuk mencari atau mengetahui berapa nilai kekakuan dari *coil spring* maka dapat digunakan rumus persamaan

$$K = \frac{53 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,015 \text{ m}}$$

$$K = \frac{519,4 \text{ N}}{0,015 \text{ m}}$$

$$K = 34.626,66 \text{ N/m}$$

Hasil perhitungan nilai konstanta pegas *coil spring* dari data pada tabell menghasilkan nilai kekakuan sebesar 34.626,66 N/m dengan beban yang diterima 53 kg.



Gambar1 Grafik kekakuan coil spring roda kanan depan

Dari gambaran grafik diatas, menunjukan arah garis menurun disetiap penambahan besar bebannya karena yang terjadi adalah semakin besar beban yang diterima *coil spring* maka nilai kekakuan semakin kecil begitu juga sebaliknya. Karena *coil spring* begitu juga sebaliknya. Karena *coil spring* dengan beban 29 kg memiliki nilai kekakuan sebesar 56.840 N/m, sedangkan dengan beban terakhir yang diterima coil spring sebesar 53 kg namun memiliki nilai kekakuan sebesar 34.626,66 N/m

Coil Spring Roda Kiri Depan

Uji kekakuan dilakukan untuk mengetahui titik elastisitas dari *coil spring* yang digunakan dengan cara melakukan uji penekanan menggunakan mesin hidrolik press pada proses ini *coil spring* roda kiri depan memiliki panjang awal 250 mm dilakukan penekanan sebanyak 3 kali dengan 5 mm disetiap sekali tekannya sehingga terjadi perubahan panjang total 15 mm pada *coil spring*, disetiap penurunan panjang *coil spring* diketahui beban yang akan dihasilkan, hasil akhir dari penekanan sehingga data dihasilkan pada *coil spring* roda kiri depan mobil listrik adalah sebagai berikut :

Table 2 Hasil penekanan *coil spring* roda kiri depan

NO	Penekanan	Beban yang diterima	Perubahan Panjang	Kekakuan Pegas
1.	5 mm	30 kg	245 mm	58.800 N/m
2.	5 mm	45 kg	240 mm	44.100 N/m
3.	5 mm	57 kg	235 mm	37.240 N/m

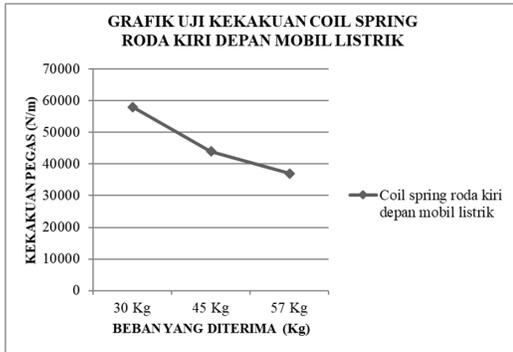
Setelah melakukan serangkaian proses pengambilan data diatas maka sebagai contoh untuk mencari atau mengetahui berapa nilai kekakuan dari *coil spring* maka dapat digunakan rumus persamaan

$$K = \frac{57 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,015 \text{ m}}$$

$$K = \frac{558,6 \text{ N}}{0,015 \text{ m}}$$

$$K = 37.240 \text{ N/m}$$

Jadi perhitungan kekakuan *coil spring* dari data pada tabel 4.2 menghasilkan nilai kekakuan sebesar 37.240 N/m dengan menghasilkan beban sebesar 57 kg



Gambar2 Grafik kekakuan coil spring roda kiri depan

Dari gambaran grafik diatas, menunjukan arah garis menurun disetiap penambahan besar bebannya karena yang terjadi adalah semakin besar beban yang diterima *coil spring* maka nilai kekakuan semakin kecil begitu juga sebaliknya. Karena *coil spring* dengan beban 30 kg memiliki nilai kekakuan sebesar 58.800 N/m, sedangkan dengan beban terakhir yang diterima coil spring sebesar 57 kg namun memiliki nilai kekakuan sebesar 37.240 N/m

Coil Spring Roda Kanan Belakang

Uji kekakuan dilakukan untuk mengetahui titik elastisitas dari *coil spring* yang digunakan dengan cara melakukan uji penekanan menggunakan mesin *hidrolik press* pada proses ini *coil spring* roda kanan belakang memiliki panjang awal 340 mm dilakukan penekanan sebanyak 3 kali dengan 5 mm disetiap sekali tekannya sehingga terjadi perubahan panjang total 15 mm pada *coil spring*, disetiap penurunan panjang *coil spring* diketahui beban yang akan dihasilkan dari penekanan tadi sehingga data yang dihasilkan pada *coil spring* roda kanan belakang mobil listrik adalah sebagai berikut :

Tabel3 Hasil penekanan *coil spring* roda kanan belakang

NO	Penekanan	Beban yang Diterima	Perubahan Panjang	Kekakuan Pegas
1.	5 mm	39 kg	335 mm	76.440 N/m
2.	5 mm	47 kg	330 mm	46.060 N/m
3.	5 mm	60 kg	325 mm	39.200 N/m

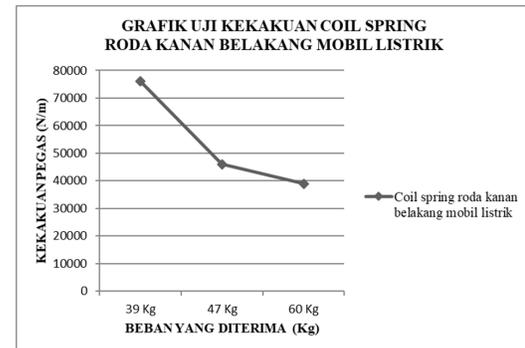
Setelah melakukan serangkaian proses pengambilan data diatas maka sebagai contoh untuk mencari atau mengetahui berapa nilai kekakuan dari *coil spring* maka dapat digunakan rumus persamaan

$$K = \frac{60 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,015 \text{ m}}$$

$$K = \frac{588 \text{ N}}{0,015 \text{ m}}$$

$$K = 39.200 \text{ N/m}$$

Jadi perhitungan kekakuan coil spring dari data pada tabel3 menghasilkan nilai kekakuan sebesar 39.200 N/m dengan menghasilkan beban sebesar 60 kg



Gambar3 Grafik kekakuan coil spring roda kanan belakang

Dari gambaran grafik diatas, menunjukan arah garis menurun disetiap penambahan besar bebannya karena yang terjadi adalah semakin besar beban yang diterima *coil spring* maka nilai kekakuan semakin kecil begitu juga sebaliknya. Karena *coil spring* dengan beban 39 kg memiliki nilai kekakuan sebesar 76.440 N/m, sedangkan dengan beban terakhir yang diterima coil spring sebesar 60 kg namun memiliki nilai kekakuan sebesar 39.200 N/m

Coil Spring Roda Kiri Belakang

Uji kekakuan dilakukan untuk mengetahui titik elastisitas dari *coil spring* yang digunakan dengan cara melakukan uji penekanan menggunakan mesin *hidrolik press* pada proses ini *coil spring* roda kanan memiliki panjang awal 330 mm dilakukan penekanan sebanyak 3 kali

dengan 5 mm disetiap sekali tekannya sehingga terjadi perubahan panjang total 15 mm pada *coil spring*, disetiap penurunan panjang *coil spring* diketahui beban yang akan dihasilkan, hasil akhir dari penekanan sehingga data dihasilkan pada *coil spring* roda kiri depan mobil listrik adalah sebagai berikut :

Tabel4 Hasil penekanan *coil spring* roda kiri belakang

NO	Penekanan	Beban yang diterima	Perubahan Panjang	Kekakuan Pegas
1.	5 mm	41 kg	325 mm	80.360 N/m
2.	5 mm	53 kg	310 mm	51.940 N/m
3.	5 mm	69 kg	305 mm	45.080 N/m

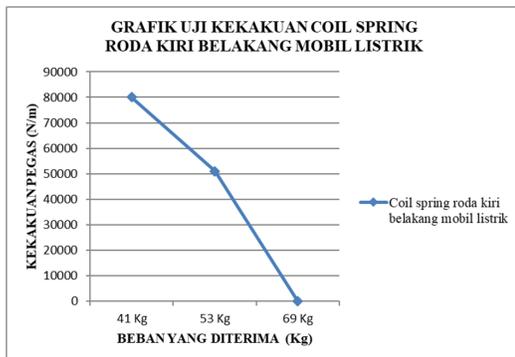
Setelah melakukan serangkaian proses pengambilan data diatas maka sebagai contoh untuk mencari atau mengetahui berapa nilai kekakuan dari *coil spring* maka dapat digunakan rumus persamaan

$$K = \frac{69 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,015 \text{ m}}$$

$$K = \frac{676,2 \text{ N}}{0,015 \text{ m}}$$

$$K = 45.080 \text{ N/m}$$

Jadi perhitungan nilai kekakuan pegas *coil spring* dari data pada tabel 4 menghasilkan nilai kekakuan sebesar 45.080 N/m dengan menghasilkan beban sebesar 69 kg



Gambar4 Grafik kekakuan coil spring roda kiri belakang mobil listrik

Dari gambaran grafik diatas, menunjukan arah garis menurun disetiap penambahan

besar bebannya karena yang terjadi adalah semakin besar beban yang diterima *coil spring* maka nilai kekakuan semakin kecil begitu juga sebaliknya. Karena *coil spring* dengan beban 41 kg memiliki nilai kekakuan sebesar 80.360 N/m, sedangkan dengan beban terakhir yang diterima coil spring sebesar 69 kg namun memiliki nilai kekakuan sebesar 45.080 N/m

Uji Redaman Shockabsorber

Pengujian redaman yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan daya redam pada ke-4 *shockabsorber* yang terjadi ketika diberi beban. Dalam pengujian ini alat diberi beban yang dipilih sesuai dengan hasil akhir dari pengujian sebelumnya yaitu 69 kg, selanjutnya beban akan diletakan diatas *shockabsorber* kemudian beban akan dilepas, secara bersamaan dengan dilakukannya perhitungan waktu menggunakan *stopwatch*. Setelah diketahui atau data yang sudah ada tadi dapat dihitung nilai konstanta redaman pada masing-masing *shockabsorber* sebagai berikut:

Shockabsorber Roda Kanan

Setelah melakukan uji pembebanan menggunakan mesin *hidrolik press* maka pada roda kanan depan mobil listrik dengan pembebanan 69 kg sehingga menghasilkan waktu 0,65 m/s. Dari data yang sudah diketahui untuk mencari konstanta redaman maka digunakan persamaan

$$C = \frac{69 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,65 \text{ m/s}}$$

$$C = \frac{676,2 \text{ N}}{0,65 \text{ m/s}}$$

$$C = 1.403,30 \text{ Ns/m}$$

Jadi hasil perhitungan redaman dengan beban 69 kg menghasilkan nilai konstanta redaman (C) sebesar 1.403,30 Ns/m

Shoabsorber Roda Kiri Depan

Setelah melakukan uji pembebanan menggunakan mesin *hidrolik press* maka

data yang dihasilkan pada roda kiri depan mobil listrik adalah dengan pembebanan 69 kg sehingga menghasilkan waktu 0,53 m/s. Dari data yang sudah diketahui untuk mencari konstanta redaman maka digunakan persamaan

$$C = \frac{69 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,53 \text{ m/s}}$$

$$C = \frac{676,2 \text{ N}}{0,53 \text{ m/s}}$$

$$C = 1.275,84 \text{ Ns/m}$$

Jadi hasil perhitungan redaman dengan beban 69 kg menghasilkan nilai konstanta redaman (C) sebesar 1.275,84 Ns/m

Shockbreaker Roda Kanan Belakang

Setelah melakukan uji pembebanan menggunakan mesin *hidrolik press* maka data yang dihasilkan pada roda kanan belakang mobil listrik adalah dengan pembebanan 69 kg sehingga menghasilkan waktu 0,57 m/s. Dari data yang sudah diketahui maka untuk mencari konstanta redaman dapat digunakan

$$C = \frac{69 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,57 \text{ m/s}}$$

$$C = \frac{676,2 \text{ N}}{0,57 \text{ m/s}}$$

$$C = 1.186,31 \text{ Ns/m}$$

Jadi hasil perhitungan redaman dengan beban 69 kg menghasilkan nilai konstanta redaman (C) sebesar 1.186,31 Ns/m

Shockabsorber Roda Kiri Belakang

Setelah melakukan uji pembebanan menggunakan mesin *hidrolik press* maka data yang dihasilkan pada roda kiri belakang mobil listrik adalah dengan pembebanan 69 kg sehingga menghasilkan waktu 0,60 m/s. Dari data yang sudah diketahui maka untuk mencari konstanta redaman dapat digunakan persamaan

$$C = \frac{69 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,60 \text{ m/s}}$$

$$C = \frac{676,2 \text{ N}}{0,60 \text{ m/s}}$$

$$C = 1.127 \text{ Ns/m}$$

Jadi hasil perhitungan redaman dengan beban 69 kg menghasilkan nilai konstanta redaman (C) sebesar 1.127 Ns/m

Berdasarkan hasil perhitungan peredaman dari ke-4 *shockabsorber* diatas adalah 1.403,30 Ns/m, 1.275,84 Ns/m, 1.186,31Ns/m, 1.127 Ns/m. Besarnya beban mempengaruhi besarnya waktu redaman dan konstanta redaman, semakin besar beban yang diterima maka waktu dan konstanta redaman semakin besar. Dan sebaliknya semakin kecil beban yang diberikan maka waktu dan konstanta redaman semakin kecil. Hasil dengan konstanta redaman terbesar terjadi pada pada bagian roda kiri belakang mobil listrik dengan nilai konstanta redaman sebesar 1.403,30 Ns/m dan nilai konstanta redaman terkecil 1.127 Ns/m terjadi pada bagian roda kiri depan mobil

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil penelitian yang dilakukan, maka penulis menyimpulkan bahwa :

1. Pada proses uji tekan dengan besar total penekanan 15 mm dengan beban terbesar yang dihasilkan sebesar 69 kg.
2. *Coil spring* dengan nilai konstanta pegas terendah 34.626,66 N/m terdapat pada *coil spring* bagian roda kanan depan mobil listrik dan nilai konstanta pegas terbesar sebesar 45.080 N/m terdapat pada *coil spring* bagian roda kiri belakang mobil listrik. Hasil dengan konstanta redaman terbesar terjadi pada pada bagian roda kiri belakang mobil listrik dengan nilai konstanta redaman sebesar 1.403,30 Ns/m dan nilai konstanta redaman terkecil 1.127 Ns/m terjadi pada bagian roda kiri depan mobil. Sesuai dengan standar ISO 2631

DAFTAR PUSTAKA

- Adisumarto Soebiyanto, N.P.M. 2016. *Analisa Kegagalan Baut Penjepit Hub Roda Pada Kendaraan Taktis Failure Analysis Of Bolt Clamp Wheel Hub In Tactical Vehicles*. UNPAS : Doctoral Dissertation.
- Andi Ariyanto. 2015. *Analisis Kestabilan Sistem Suspensi Mobil Seperempat Kendaraan Dengan Metode Lyapunov Langsung*. Yogyakarta : Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Astra Motor Toyota.1995. *Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Baqarizky, F. A. (2017). *Desain dan Analisa Sistem Suspensi Mobil Multiguna Pedesaan Menggunakan Peredam Magnetorheological Dengan Standar Kenyamanan ISO 2631* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Benidiktus T.P, Wijaya R,B. 2015. *Tugas Akhir Pengujian Unjuk Kerja Mobil Listrik*. Yogyakarta : Universitas Gadjja Mada.
- Buntarto. 2015. *Perawatan dan Perbaikan Sistem Suspensi Mobil*. Yogyakarta : Pustaka Baru Press.
- Fuad Zainuri, dkk. 2016. *Optimalisasi Rancang Bangun Mobil Listrik Sebuah Studi Kendaraan Hemat Energi Sebagai Solusi Alternatif Krisis Energi Dunia*. Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta.
- G. Setianegara M. 2016. *Desain dan Pembuatan Sistem Suspensi Depan Kendaraan Urban Concept Untuk Kompetensi Shel Eco Marathon. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik*. Bandung : Universitas Pasundan.
- Rahmadianto, F., & Gerald, A. P. (2020). *Analisa Pengaruh Variasi Displacement Shockabsorber Kendaraan Roda Empat*. Journal Mechanical and Manufacture Technology (JMMT), 1(1).
- R. Bagus Suryasa, Majanasastra. 2014. *Analisis Shock Absorber Roda Depan Kendaraan Roda Empat Jenis Suzuki Carry 1000*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin.
- Safrianto, P. 2012. *Mekanisme Dan Troubleshooting Sistem Suspensi Depan Pada Isuzu Panther Hi-Grade*. Universitas Negeri Semarang : Doctoral Dissertation.