



ANALISIS KEKUATAN SUSPENSI BELAKANG DAN PEGAS DAUN DENGAN VARIASI BEBAN STATIS PADA PROTOTIPE MOBIL LISTRIK KTM UNPAM

Wicaksono Iman Triadi¹, Abdul Choliq², Nur Rohmat³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : wicaksonoit28@gmail.com¹, dosen02127@unpam.ac.id², dosen00597@unpam.ac.id³

Masuk : 02 Februari 2022

Direvisi: 16 Maret 2022

Disetujui: 30 Maret 2022

Abstract: The purpose of this study is to analyze the workings of the rear suspension system and the calculation of springs on a prototype electric car with unpam mechanical engineering given different load variations from 250 kg, 400 kg, 550 kg, to 700 kg. The research method uses experiments by calculating the translational motion of the suspension, vehicle static loads and strength analysis carried out on leaf springs with various loading variables. This research was conducted to determine the tension and strength of the leaf spring on the prototype electric car with variations up to 700 kg. In this study, it was carried out by analyzing the electric car and then looking at the dimensions studied, then given a variation of loading and finally taking data to perform calculations from the data taken. In the rear suspension, the load increases from a load variation of 250 kg with a force of 33.75 N to a variable 700 kg with a yield of 90 N. The load that occurs in the rear suspension of the left wheel and right wheel is balanced in carrying the load. Then the calculation results on the leaf springs show that for a load of 250 kg, the stress that occurs is 27,463 N/mm then the deflection is 72 N/mm and the bending moment is 38,677 N/mm. As for the 700 kg load, the stress that occurs is 73,235 N/mm then the deflection is 192 N/mm and the bending moment is 103,140 N/mm. From the overall results, the variation of loading has increased in the value of force, stress, deflection and bending moment, where the greater the carrying capacity, the strength of the rear suspension and leaf springs will move away from the length between the leaf springs from their normal position.

Keywords: Strength, Force, Tension, Maximum Load

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisa cara kerja sistem suspensi belakang dan perhitungan pegas daun pada prototipe mobil listrik teknik mesin unpam dengan diberikan variasi beban berbeda dari 250 kg, 400 kg, 550 kg, hingga 700 kg. Metode penelitian menggunakan eksperimen dengan menghitung gerak translasi pada suspensi, beban statis kendaraan serta analisis kekuatan yang dilakukan pada pegas daun dengan bermacam variabel pembebanan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan dan kekuatan pegas daun pada prototipe mobil listrik teknik mesin unpam dengan diberikan variasi beban sampai 700 kg. Pada penelitian ini dilakukan dengan menganalisa mobil listrik lalu melihat dimensi yang diteliti, kemudian diberikan pembebanan secara variasi dan terakhir dilakukan pengambilan data hingga melakukan perhitungan dari data yang sudah diambil. Pada suspensi belakang beban yang semakin meningkat dari variasi beban 250 kg dengan hasil gaya 33,75 N hingga variabel beban 700 kg dengan hasil gaya 90 N. Muatan yang terjadi pada suspensi belakang roda kiri dan roda kanan terjadi keseimbangan dalam mengangkut beban. Kemudian hasil perhitungan pada pegas daun menunjukkan bahwa untuk beban 250 kg, maka tegangan yang terjadi adalah 27,463 N/mm lalu pada defleksi terjadi sebesar 72 N/mm dan momen bending adalah 38,677 N/mm. Sedangkan untuk beban 700 kg, maka tegangan yang terjadi adalah 73,235 N/mm lalu pada defleksi sebesar 192 N/mm dan momen bending adalah 103,140 N/mm. Dari hasil keseluruhan maka variasi pembebanan mengalami peningkatan dalam nilai gaya, tegangan, defleksi dan momen bending, dimana semakin besar daya angkut maka kekuatan suspensi belakang dan pegas daun akan menjauh dari panjang antar mata pegas daun dari posisi normal.

Kata kunci: Kekuatan, Gaya, Tegangan, Beban Maksimal

PENDAHULUAN

Era globalisasi saat ini mengakibatkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk mendorong upaya-upaya pembaharuan teknologi. Seiring dengan perkembangannya ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut segala urusan manusia untuk bergerak cepat dan tepat dalam melakukan kegiatan. Terutama pada industri otomotif yang dimana perkembangan teknologi di zaman 4.0 atau era digitalisasi memaksa kita semua untuk menggunakan teknologi terkini tujuannya agar manusia dapat bekerja dan melakukan aktifitas sehari-hari dengan efisien [1].

Maka dari itu dalam upaya pengembangan mobil listrik di Indonesia, Universitas Pamulang dengan bangga melakukan riset dan analisa mengenai mobil listrik supaya mahasiswa yang mendapat tugas akhir ini dapat sukses dan dapat mengembangkan menjadi mobil listrik nasional [2].

Sistem suspensi adalah komponen penghubung badan kendaraan dengan roda, dengan tujuan untuk melindungi badan kendaraan dari kejutan-kejutan yang ditimbulkan oleh keadaan jalan, sehingga memberikan kenyamanan bagi pengendara. Kondisi ideal yang ingin diperoleh dari kenyamanan adalah kemampuan pengendara untuk menahan getaran akibat eksitasi jalan tanpa mengalami kelelahan [3][4].

Pada mobil multiguna, kondisi jalan yang akan dilewati tidak hanya jalan kota, namun juga jalan pedesaan dengan kondisi yang berbeda. Selain itu, kondisi beban yang diangkut juga bervariasi, dimana mobil listrik memang dirancang multiguna dengan variasi box yang berbeda. Oleh karena itu, sistem suspensi harus mampu memberikan kenyamanan dan keamanan dengan berbagai variasi tersebut.

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis untuk pembebanan variasi pada suspensi belakang dan pegas daun, berikut di bawah ini merupakan rumus perhitungan yang dipakai sebagai berikut:

Rumus Perhitungan Suspensi Belakang

Gaya ke-1

$$\sum MC = 0$$

$$-F_1(I_1 + I_2) + \frac{1}{2}FB \times \frac{L}{2} = 0$$

$$F_1 \times L = \frac{1}{2}FB \times \frac{L}{2}$$

$$F_1 = \frac{\frac{1}{2}FB \times \frac{L}{2}}{L}$$

Gaya ke-2

$$\sum MA = 0$$

$$F_1 + F_2 - \frac{1}{2}FB$$

$$F_2 \times \frac{1}{2}FB - F_1$$

$$F_1 = \frac{\frac{1}{2}FB \times \frac{L}{2}}{L}$$

Rumus Perhitungan Pegas Daun

1. Tegangan

$$\sigma = \frac{6 \cdot W \cdot L}{n \cdot b \cdot t^2}$$

2. Defleksi

$$\delta = \frac{12 \cdot W \cdot L^2}{E \cdot n \cdot b \cdot t^3}$$

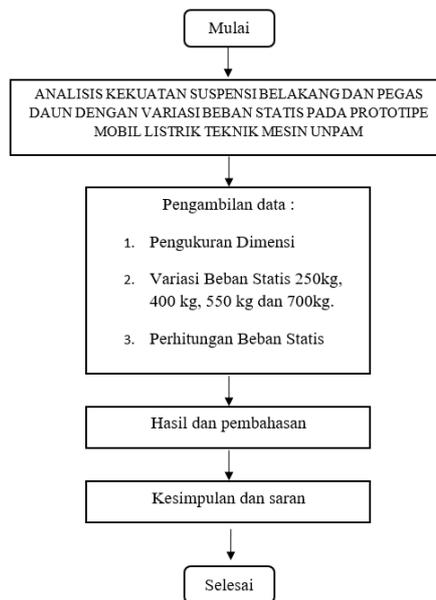
3. Momen Bending

$$M = W \cdot L$$

4. Kekakuan Pegas

$$K = \frac{F}{\delta}$$

METODOLOGI



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

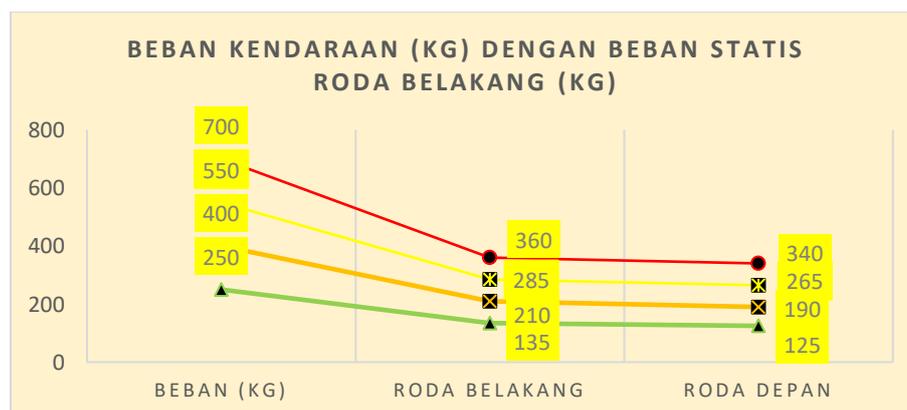
1. Hasil Suspensi Belakang

Setelah proses perhitungan dalam mencari beban statis suspensi belakang dan gaya radial pada F_1 dan F_2 tersebut, terdapat beberapa hasil dari variasi beban pada suspensi belakang dalam bentuk tabel, grafik sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Suspensi Belakang

Beban Kendaraan (Kg)	Beban Statis Kendaraan		Gaya Pada Suspensi Belakang	
	Roda Belakang (Kg)	Roda Depan (Kg)	F_1 (N)	F_2 (N)
250	135	125	33,75	33,75
400	210	190	52,5	52,5
550	285	265	71,25	71,25
700	360	340	90	90

Dapat dilihat bahwa hasil dari perhitungan suspensi belakang dalam menentukan atau mencari gaya dari F_1 dan F_2 terdapat persamaan kedua gaya dan semua variabel beban memiliki gaya yang sama semua. Selanjutnya akan menampilkan grafik pada hasil perhitungan beban suspensi belakang.

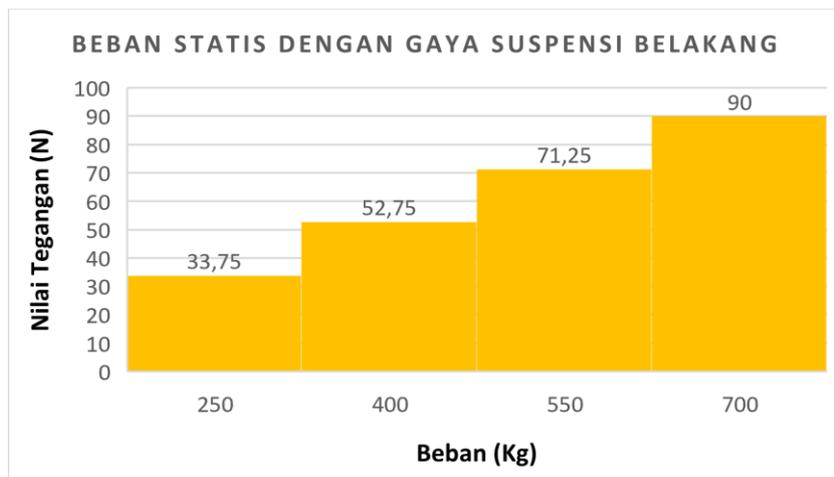


Gambar 2. Grafik Beban Kendaraan Dengan Beban Roda Belakang

Dari grafik tersebut beban terlihat bermuatan 250 kg, maka beban statis kendaraan roda belakang adalah 135 kg, kemudian beban kendaraan dengan muatan 400 kg, maka beban statis kendaraan roda belakang sebesar 210 kg, untuk muatan beban kendaraan 550 kg, maka beban statis kendaraan roda belakang yang dihasilkan sebesar 285 kg, dan yang terakhir untuk muatan beban kendaraan sebesar 700 kg, maka beban statis roda belakang yang dihasilkan sebesar 360 kg.

Jadi beban yang dirasakan oleh mobil listrik teknik mesin unpam, antara bagian depan dengan belakang mempunyai beban yang berbeda, itu karena beban diletakkan dibagian belakang, itu karena mobil listrik ini lebih difungsikan untuk mengangkut muatan barang – barang yang memiliki beban sangat berat.

Namun pada variasi pembebanan maksimal sebesar 700 kg, sudah melebihi batas maksimal dari standar mobil listrik yaitu 600 kg. Akibatnya mobil listrik akan mengurangi tingkat keamanan dan kenyamanan seperti suspensi akan kemungkinan lebih cepat patah, kekuatan mesin jadi berkurang ketika mobil berjalan diarea tanjakan akan menjadi lambat dan bisa mundur karna daya angkat yang berlebihan.



Gambar 3. Grafik Beban Statis Kendaraan Terhadap Gaya Pada Suspensi Belakang

Dapat kita lihat pada grafik diatas merupakan hasil dalam mencari gaya pada suspensi belakang, dengan beban statis kendaraan antara 250 kg dengan gaya 33,75 N, lalu 400 kg dengan gaya 52,75 N, lalu pada variasi ke 3 beban 550 kg dengan gaya 71,25 N dan terakhir beban sebesar 700 kg dengan gaya 90 N. Dapat kita simpulan mengenai hasil perhitungan suspensi belakang dari tabel dan Skala hasil bahwasanya hasil pemberian beban yang dihasilkan dengan masing – masing mempunyai gaya yang berbeda – beda.

Pada beban terkecil sebesar 250 kg dengan hasil gaya 33,75 hingga variasi beban ketiga sebesar 550 kg dengan gaya 71,25 N, itu masih memiliki daya angkut beban sesuai standar beban maksimal mobil listrik. Namun saat saya memberikan beban ke 4 sebesar 700 kg dengan gaya 90 N hingga melebihi batas maksimal. Dapat mengakibatkan kerusakan pada bagian suspensi belakang dan akan lebih cepat menimbulkan patah dibagian tersebut. Oleh karenanya beban harus dikurangnya sesuai standar pabrikan pada mobil listrik tersebut.

2. Hasil Pegas Daun

Hasil dari perhitungan pada pegas daun dapat kita lihat pada tabel dibawah ini, lalu akan diberikan gambaran berupa grafik agar dapat memahami lebih supaya tidak terjadi kebingungan. Berikut dibawah ini adalah tabel hasil nilai perhitungan pada pegas daun mobil listrik teknik mesin unpam.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Pegas Daun

Beban Kendaraan (Kg)	Tegangan (N/mm)	Defleksi (N/mm)	Momen Bending (N/mm)	Kekakuan Pegas (N/mm)
250	27,463	72	38,677	1,87
400	42,720	112	60,165	1,87
550	52,485	152	81,652	1,87
700	73,235	192	103,140	1,87

Pada tabel diatas dapat kita lihat merupakan hasil perhitungan pegas daun yang terdiri dari tegangan, defleksi, momen bending, dan kekakuan pegas. Maka dari itu saya akan memberikan hasil dan grafik penjelasan hasil dari perhitungannya dengan menggunakan rumus-rumus yang sesuai dengan perhitungan

pegas. Untuk grafik yang pertama adalah mengenai beban kendaraan dengan tegangan yang terjadi pada pegas daun. Sama seperti suspensi belakang masih menggunakan 4 variabel data beban yang terdiri dari 250 kg, 400 kg, 550 kg, dan 700 kg.

a. Tegangan dan Defleksi



Gambar 4. Grafik Nilai Tegangan semakin meningkat pada Pegas Daun

Pada grafik beban kendaraan dengan tegangan pada pegas daun. Tegangan adalah suatu benda elastis yang akan bertambah panjang sampai ukuran tertentu ketika ditarik atau diberikan beban dan menghasilkan sebuah gaya. Terlihat bahwa beban 250 kg menghasilkan tegangan sebesar 27,463 N/mm. Kemudian beban sebesar 400 kg menghasilkan tegangan pada pegas daun 42,720 N/mm dimana hasil variabel ke 2 lebih besar dari variabel ke 1. Lalu beban sebesar 550 kg mampu menghasilkan tegangan 52,485 N/mm. Dimana variabel ke 3 jauh lebih besar tegangannya dari variabel ke 1 dan ke 2. Lalu yang terakhir beban kendaraan sebesar 700 kg menghasilkan tegangan sebesar 73,325 N/mm, yang dimana variabel ke 4 lebih besar dari variabel ke 1,2,3. Itu menandakan semakin banyak muatan beban pada mobil listrik teknik mesin unpan yang diangkut maka tegangan yang dihasilkan akan bertambah lebih besar.

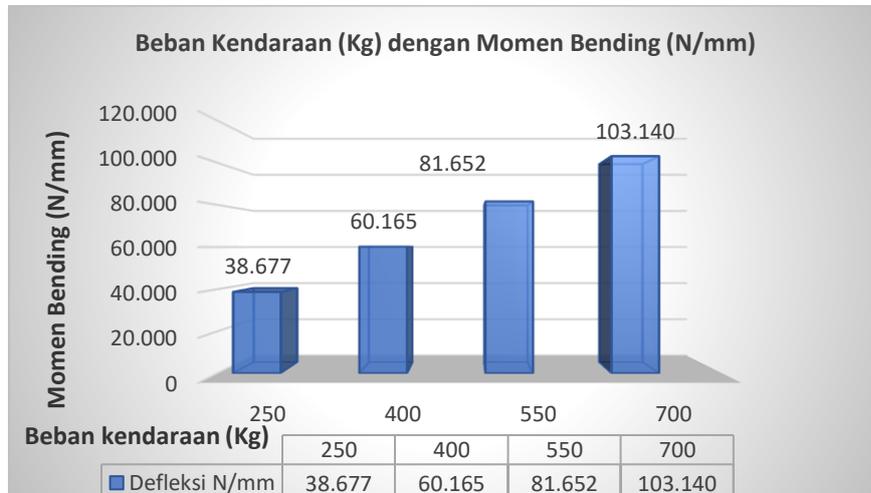


Gambar 5. Grafik Beban Kendaraan Dengan Defleksi Pada Pegas Daun

Pada gambar diatas dapat kita lihat grafik beban kendaraan dengan defleksi pada pegas daun. Defleksi adalah besarnya pergeseran atau perpindahan pada batang akibat dari adanya beban yang bekerja pada batang tersebut. Oleh karena itu hasil beban sebesar 250 kg menghasilkan defleksi 72 N/mm, beban ke 2 sebesar 400 kg menghasilkan defleksi sejauh 112 N/mm, lalu beban ke 3 sebesar 550 kg menghasilkan defleksi sejauh 152 N/mm dan terakhir beban sebesar 700 kg menghasilkan defleksi sejauh 192 N/mm. Itu menandakan bahwasannya beban kendaraan dengan defleksi pegas daun, akan mengalami defleksi atau pergeseran makin menjauh dari titik awal pegas daun.

b. Momen Bending

Momen bending adalah adalah tekukan yang terjadi karena suatu batang atau struktur elemen menerima momen atau gaya luar yang tegak lurus (bisa juga kombinasi momen dan gaya luar) [5]. Berikut ini adalah hasil dari perhitungan beban kendaraan dengan momen bending dalam bentuk grafik dan dilanjutkan dengan penjelasannya.

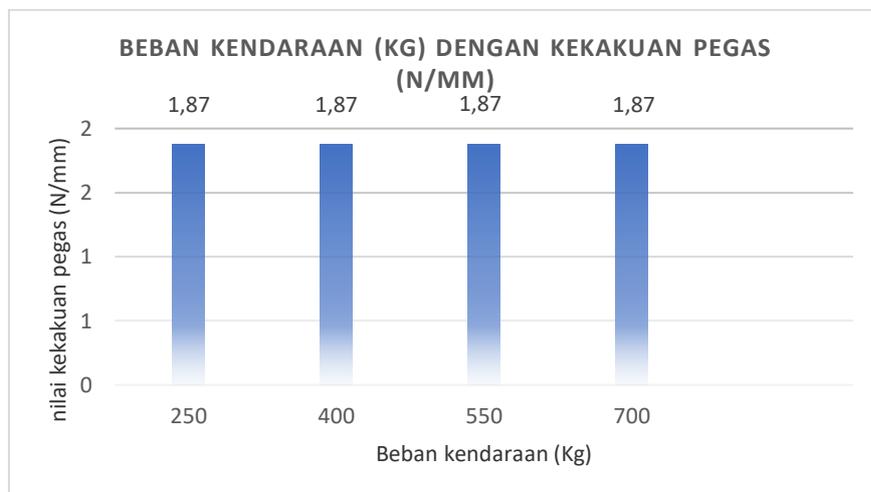


Gambar 6. Grafik Nilai Momen Bending

Pada gambar diatas dapat kita lihat grafik dari momen bending tersebut terdapat 4 hasil, yang pertama diberikan pembebanan sebesar 250 kg dengan hasil tekukan daun pegas sebesar 38,677 N/mm kemudian pembebanan sebesar 400 kg dengan hasil tekukan daun pegas daun sebesar 60,165 N/mm kemudian pembebanan ke 3 sebesar 550 kg dengan hasil tekukkan 81,652 N/mm dan yang terakhir pembebanan 700 kg dengan hasil tekukkan daun pegas daun 103,140 N/mm.

c. Kekakuan Pegas

Konstanta pegas adalah besaran fisik yang menentukan tingkat kekakuan pegas. Maka dari itu berikut dibawah ini merupakan grafik dari kekakuan pegas pada pegas daun mobil listrik teknik mesin unpam.



Gambar 7. Beban Kendaraan Dengan Kekakuan Pegas

Pada grafik diatas merupakan kekakuan pegas pada mobil listrik teknik mesin unpam. Namun perhitungan yang dihasilkan kekakuan pegas berbeda dengan perhitungan lainnya, karena hasil dari kekakuan pegas ini mempunyai hasil yang sama dari variasi beban kendaraan 250 kg – 700 kg dengan tingkat kekakuan pegas sama 1,87 N/mm.

KESIMPULAN

Pada mobil listrik teknik mesin unpam menggunakan suspensi model rigid *axle beam* yaitu saat roda belakang sebelah kiri menerima beban maka roda sebelah kanan akan terpengaruh meskipun tidak ada beban. Hasil dari penelitian saya tentang mobil listrik terutama bagian suspensi belakang dan pegas daun, bahwa beban angkut dengan menggunakan variasi 250 kg, 400 kg dan 550 kg. Dapat dikategorikan Aman dalam muatan beban sesuai standar pabrikan mobil listrik tersebut. Namun ketika saya menggunakan beban 700 kg maka hasil daya angkut sudah melebihi batas maksimal dari mobil listrik, untuk itu jika dipaksakan akan beresiko tinggi seperti kerusakan pada suspensi akan lebih cepat dan pegas daun dapat cepat terjadinya patah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS, "Pertumbuhan Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia." Badan Pusat Statistik, Jakarta, 2017.
- [2] E. W. Hijjah and P. H. Adiwibowo, "Pengaruh Variasi Sudut Elbow Intake Manifold Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Supra X Tahun 2002," *JTM J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 140–147, 2014.
- [3] A. Sadikin, "Perancangan Rangka Chasis Mobil Listrik Untuk 4 Penumpang Menggunakan Software 3D Siemens NX8," Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [4] M. Wakid, *Sistem Suspensi Kendaraan Ringan*. Yogyakarta: Mentari Pustaka, 2011.
- [5] Zainun Achmad, *Elemen Mesin 1*. Bandung: Refika Aditama, 2006.