

ANALISIS PENGARUH CENTER OF GRAVITY SUSPENSII DAN KEKAKUAN PEGAS TERHADAP BODY ROLL PADA MOBIL

*Alfin Angga¹, Ojo Kurdi², Toni Prahasto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

Email : Alfinanggaf57@gmail.com

Abstrak

Sistem suspensi kendaraan merupakan bagian yang krusial dalam mempengaruhi performa berkendara karena mampu menyerap efek berupa gaya dan momen dari berbagai situasi berbeda ketika berkendara. Ketika kendaraan berbelok, di bawah pengaruh gaya sentrifugal, itu akan menyebabkan perubahan posisi pusat gravitasi, sehingga muncul momen gulingan. Momen ini menyebabkan bodi kendaraan condong ke luar pusat tikungan atau disebut *body roll*. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis pengaruh spring rate pegas suspensi terhadap body roll mobil akan dilakukan dengan menggunakan *software* Altair MotionView untuk menghasilkan output berupa *roll angle* dan *roll rate*. Jenis analisis yang digunakan adalah pengujian *Static Roll Analysis* dan pengujian *Constant Radius Analysis*. Referensi kendaraan yang digunakan adalah mobil Toyota Alphard tahun 2022 dengan variasi kekakuan pegas suspensi 49, 78, 98 N/mm dan center of gravity 474,98 mm, 500,38 mm, 525,78 mm. dari pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa semakin kaku pegas suspensi, maka semakin dikit perilaku *body roll* yang terjadi sehingga kendaraan semakin stabil saat menikung. Selain itu, semakin tinggi nilai *center of gravity*, *body roll* yang terjadi semakin besar.

Kata kunci: *body roll; center of gravity; spring rate; suspensi*

Abstract

The vehicle suspension system is a crucial part in affecting driving performance because it is able to absorb the effects in the form of forces and moments from various different situations when driving. When the vehicle turns, under the influence of centrifugal force, it will cause a change in the position of the center of gravity, resulting in a rolling moment. This moment causes the vehicle body to lean outside the center of the bend or referred to as *body roll*. In this research, an analysis of the effect of suspension spring rate on car body roll will be carried out using Altair MotionView software to produce output in the form of roll angle and roll rate. The types of analysis used are Static Roll Analysis testing and Constant Radius testing. The reference vehicle used is a 2022 Toyota Alphard car with variations in suspension spring stiffness of 49, 78, and 98 N/mm and centers of gravity of 18.7 in, 19.7 and 20.7 in. From the tests conducted, the results show that the stiffer the suspension spring, the less body roll behavior occurs so that the vehicle is more stable when cornering. In addition, the higher the center of gravity value, the greater the body roll that occurs.

Keywords: *body roll; center of gravity; spring rate; suspension*

1. Pendahuluan

Mobil saat ini menjadi alat transportasi yang sangat dibutuhkan masyarakat umum, membantu kinerja seseorang dari beberapa aktivitas dan juga memudahkan mobilitas dengan aman dan nyaman [1].

Sistem suspensi merupakan bagian yang krusial dalam mempengaruhi performa berkendara karena mampu menyerap efek berupa gaya dan momen dari berbagai situasi berbeda ketika berkendara, diperlukan pula faktor keselamatan untuk mengatasi understeer, oversteer, bouncing dan gripping. Komponen utama sistem suspensi di antaranya adalah pegas, *shock absorber* dan *control arm* [2][3].

Ketika kendaraan menikung, ia mengalami hambatan inersia terhadap percepatan sentripetal yang dirasakan di pusat gravitasi kendaraan, dari hukum ketiga newton, ketika ban menghasilkan gaya yang menarik ke tengah tikungan, massa kendaraan merespon dengan gaya yang besarnya sama namun dengan arah berlawanan yang mendorong keluar tikungan. Hal ini menyebabkan terjadinya *body roll* pada kendaraan [4][5][6].

Dalam penelitian kali ini fokus pada sistem suspensi mobil dengan beberapa spesifikasi dari suspensi Toyota Alphard Tahun 2022. Analisis sistem suspensi didasarkan pada pemodelan *full vehicle model* dan *front suspension model* untuk mengetahui pengaruh kekakuan pegas suspensi dan variasi *center of gravity* terhadap efek *body roll* ketika kendaraan berbelok [7].

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Referensi Kendaraan

Kendaraan yang digunakan sebagai referensi pada penelitian ini adalah mobil Toyota Alphard tahun 2022. Spesifikasi dari mobil tersebut yang digunakan sebagai asumsi dalam pengujian ini di antaranya meliputi berat kotor mobil, *wheelbase*, pusat gravitasi, dan jenis suspensinya. Asumsi-asumsi tersebut kemudian diterapkan pada pemodelan kendaraan pada Altair MotionView. Adapun jenis pemodelannya ialah *full vehicle model* dan *front suspension model*.

2.2 Variasi Parameter Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan menerapkan variasi kekakuan pegas suspensi yang ditunjukkan oleh nilai *spring stiffness* pegas suspensi serta variasi radius tikungan. Variasi *spring stiffness* yang digunakan adalah 49, 78, dan 98 N/mm. Nilai-nilai *spring stiffness* tersebut didapatkan dari spesifikasi produk pegas *after-market* Toyota Alphard tahun 2020 kemudian diterapkan pada pegas suspensi depan dan belakang mobil. Sedangkan variasi center of gravity yang diterapkan adalah 474,98 mm, 500,38 mm, dan 525,78 mm [9][10]

2.3 Constant Radius Analysis

Constant Radius Analysis adalah jenis pengujian kendaraan pada software *Altair MotionView* yang mensimulasikan kendaraan yang melaju di jalur melingkar, biasanya dengan kecepatan yang meningkat. Pengujian ini bertujuan memprediksi karakteristik *body roll* dan *understeer* dengan meningkatnya akselerasi lateral. Pada pengujian ini center of gravity divariasikan [8].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Roll Angle akibat Variasi Center Of Gravity

Roll angle terbesar terjadi pada nilai Center of Gravity 20.7 in yaitu sebesar 3,63449°, 2,8902°, dan 2,59639°, sedangkan roll angle terkecil pada Center of Gravity 18.7 in dengan nilai 3,25078°, 2,60602°, dan 2,33061° pada nilai spring rate 49, 78, dan 98 N/mm ketika mencapai kecepatan 80 km/jam.

3.2 Analisis Roll Angle akibat Variasi Spring Rate

Roll angle terbesar terjadi pada nilai Spring Rate 49 N/mm yaitu sebesar 3,25078, 3,43492°, dan 3,63449°, sedangkan roll angle terkecil pada nilai Spring Rate 98 N/mm nilai 2,33061°, 2,457°, dan 2,59639° pada nilai Center of Gravity 18.7, 19.7, dan 20.7 in ketika mencapai kecepatan 80 km/jam.

3.3 Analisis Pengaruh Spring Rate terhadap Roll Rate

Nilai Roll Rate tertinggi terjadi pada suspensi dengan nilai spring rate 98 N/mm yaitu sebesar 2291,06 N.m/° pada posisi bounce dan 2282,22 N.m/° pada posisi rebound. Sedangkan untuk nilai roll rate terendah terjadi pada suspensi dengan nilai spring rate 49 N/mm yaitu sebesar 1465,85 N.m/° pada posisi bounce dan pada 1457,22 N.m/° posisi rebound.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian Constant Radius Analysis menunjukkan bahwa semakin tinggi *spring stiffness* pegas suspensi atau semakin kaku suspensi, maka semakin kecil *body roll* yang terjadi. Serta semakin besar center of gravity maka *body roll* yang terjadi semakin kecil. Pengujian *Static Roll Analysis* menunjukkan semakin tinggi nilai *spring rate*, maka semakin tinggi pula nilai *roll rate* yang dihasilkan. *Roll rate* yang tinggi menunjukkan resistensi suspensi yang tinggi terhadap terjadinya *body roll*.

5. Daftar Pustaka

- [1]. Priyambada, P. (2016). Analisis Kenyamanan Serta Redesain Pegas Suspensi Mobil Toyota Fortuner 4.0 V6 SR (AT 4x4) (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [2]. Jazar, R.N., 2008, "Vehicle Dynamics: Theory and Application", Springer Link, New York.
- [3]. Hassan, M. Z., Aziz, M. K. H. A., Delbressine, F., & Rauterberg, M. (2016). *Numerical Analysis of Spring Stiffness in Vehicle Design Development Stage*. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 7 (2016) pp 5163-5168
- [4]. Hac, Aleksander, 2002, "Rollover Stability Index Including Effects of Suspension Design", 10.4271/2002-01-0965.
- [5]. Van Vu, 2021, "Preventing rollover phenomenon with an active anti-roll bar system using electro-hydraulic actuators: A full car model", J Appl Eng Science, Vol. 19(1):217-229, DOI: 10.5937/jaes0-28119.
- [6]. Sachin Sunil Kelkar, Lee, U., & Han, C. (2001). A suspension system with a variable roll centre for the improvement of vehicle handling characteristics. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 215(6), 677-696.
- [7]. Satrijo D., Kurdi O., Haryanto I., Yob M.S., Riyantiarno N., Taufiqurrahman I, 2020, "Rollover Performance Analysis Of Electric Bus Superstructure Frame With Alternative Material Using Finite Element Method", AIP Conference Proceedings, 2217, art. no. 030153.
- [8]. Altair, 2021. "Step Steer", <https://2021.help.altair.com>, diakses: 24 Juni 2022.
- [9]. Kurniawan, B., & Wulandari, D. (2013). Rancang bangun sistem suspensi double wishbone pada mobil listrik Garnesa. Jurnal Rekayasa Mesin, 1(01), 50-53.
- [10] HKS *HKS Hipermax Series*, diakses di: www.hks-power.co.jp/en/product_search/product/433/ma_ker/1. (tanggal akses 24/7/2022).