

# **SISTEM SUSPENSI ELASTIS UNTUK JOK MOBIL MULTI PURPOSE VEHICLE**

**Joni Dewanto dan Christian Rachmat**

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Universitas Kristen Petra, Surabaya

Jl. Siwalankerto 142-144, Surabaya 60236

Email: jdwanto@peter.petra.ac.id

## **Abstrak**

*Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang beragam aktifitasnya, dewasa ini makin banyak pabrikan yang membuat mobilserba guna atau multipurpose vehicle (MPV). Mobil jenis ini sebenarnya dirancang dengan susupensi yang kokoh untuk angkutan barang, tetapi kemudian dibuatkan karoseri agar juga dapat digunakan untuk bisnis atau sebagai mobil keluarga. Oleh karena itu maka, mobil MPV biasanya kurang nyaman dinaiki karena sistem suspensinya tidak sesuai dengan rancangan dan peruntukannya.*

*Penelitian ini dimaksudkan untuk meningkatkan kenyamanan pengendaraan mobil MPV, tanpa menghilangkan karakternya sebagai mobil serba guna. Penelitian dilakukan menggunakan jok mobil Suzuki Arena yang diberi sistem suspensi (pegas dan peredam) sebagai model uji di laboratorium. Pengujian dilakukan dengan melewati model uji melalui lintasan bergelombang untuk mensimulasikan kondisi mobil yang sedang melawati polisi tidur. Goncangan yang terjadi pada saat pengujian diukur dan digunakan sebagai parameter untuk menyatakan kenyamanan penumpang. Pengujian dilakukan pada kecepatan tetap dengan variasi beban 40, 60 dan 60 Kg. Hasil pengujian pada beban rendah menunjukkan bahwa model uji tergoncang hampir sama hebatnya dengan goncangan model tanpa sistem suspensi. Goncangan model berkurang pada hasil pengujian dengan peredam dan beban yang lebih besar.*

*Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kenyamanan penumpang mobil MPV dapat ditingkatkan dengan menambah sistem suspense elastic pada jok tanpa memodifikasi suspensi orisinilnya sehingga karakter MPV sebagai mobil serba guna masih terpenuhi. Namun demikian kenyamanan optimal pada berbagai perubahan kondisi hanya dapat dipenuhi bila menggunakan sistem suspensi yang adaptif.*

**Keywords:** *Jok mobil, suspensi, kenyamanan penumpang*

## **1. PENDAHULUAN**

Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang beragam aktifitasnya, dewasa ini makin banyak pabrikan yang membuat mobil serba guna atau *multi purpose vehicle* (MPV). Mobil jenis ini sebenarnya dirancang dengan susupensi yang kokoh untuk angkutan barang, tetapi kemudian dibuatkan karoseri agar juga dapat digunakan untuk bisnis atau sebagai mobil keluarga. Oleh karena itu maka, mobil MPV biasanya kurang nyaman dinaiki karena sistem suspensinya tidak sesuai dengan rancangan dan peruntukannya.

Ketika melalui jalan yang berlubang atau *polisi tidur*, penumpang mobil MPV sering merasa tergoncang hebat, dan kondisi ini dirasa sangat tidak nyaman. Agar mobil MPV menjadi lebih

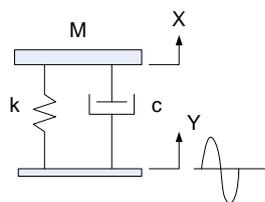
nyaman dikendarai sebagai mobil penumpang, suspensi orisinilnya dapat dimodifikasi, yaitu dengan mengganti peredam dan atau pegasnya yang lebih sesuai atau yang lebih lunak. Namun demikian, mengganti sistem suspensi tersebut tidak hanya cukup mahal, akan tetapi juga akan menjadikan MPV tidak lagi dapat berfungsi sebagai kendaraan serba guna, karena tidak mampu mengangkut beban yang berat.

Jok di dalam mobil pada umumnya terpasang dengan suspensi yang kaku (dibaut) pada kerangka bodi mobil. Sehingga, ketika bodi mobil tergoncang cukup keras sebagaimana pada mobil MPV yang digunakan sebagai mobil keluarga, maka goncangan tersebut akan diteruskan langsung ke jok dan penumpangnya. Pada kondisi yang lebih buruk, penumpang juga dapat terpental dari jok dan menimbulkan kecelakaan yang berarti.

Jok dengan sistem suspensi yang tidak kaku (elastic) sebenarnya sudah banyak dijumpai pada beberapa kendaraan berat [1]. Dimensi jok dengan sistem suspensi tersebut ini biasanya cukup tinggi. Hal ini tidak menjadi masalah, karena ruang untuk jok pada kendaraan berat pada umumnya cukup luas. Namun demikian, jok tersebut tidak dapat digunakan pada mobil MPV, karena ruang yang ada sangat terbatas. Oleh karena itu kursi dengan sistem suspensi yang tidak kaku untuk MPV perlu diteliti dan dikembangkan sesuai dengan keberadaannya. Penelitian ini bermaksud untuk meningkatkan kenyamanan penumpang mobil MPV, akan tetapi tidak menghilangkan kemampuannya sebagai mobil serba guna, yaitu dengan merancang dan menguji jok yang suspensinya tidak kaku. Adapun yang menjadi objek penelitian adalah jok mobil MPV khususnya pada barisan tempat duduk belakang karena pada barisan ini goncangannya paling besar. Penelitian ini dikhususkan untuk jok mobil Suzuki Arena, karena jenis mobil ini adalah yang sering digunakan sebagai MPV [2].

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dirancang sistem suspensi jok yang tidak kaku, yaitu dengan sistem pegas dan peredam. Adapun yang menjadi batasan dalam perencanaan adalah ukuran ruang pada jok belakang yang tersedia pada mobil Suzuki Arena. Sistem getaran jok dengan suspensi tidak kaku pada bodi mobil dapat dimodelkan seperti Gambar 1.



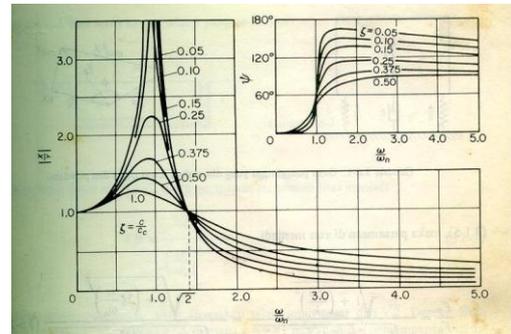
Gambar 1. Model Sistem Getaran Jok dengan Suspensi Elastis

Dimana

- X : Amplitudo simpangan jok
- Y : Amplitudo simpangan bodi mobil
- M : Total masa jok dan penumpang
- c : Sistem Redaman
- k : Sistem kekakuan pegas

Dengan eksitasi simpangan,  $y(t)$  sebagai fungsi sinusoidal, maka respon getaran pada jok yang dinyatakan sebagai hubungan antara amplitudo

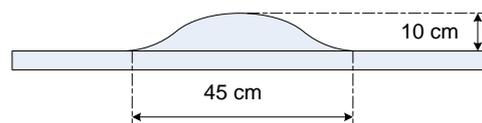
simpangan body mobil dan jok mobil pada beberapa harga perbandingan antara frekuensi getaran bodi mobil ( $\omega$ ) dan frekuensi pribadi jok mobil ( $\omega_n$ ), dapat ditunjukkan seperti Gambar 2.



Gambar 2. Karakteristik Amplitudo Simpangan Sistem Getaran dengan Suspensi Elastis [2].

Sehingga dengan mengacu pada karakteristik respon getaran pada Gambar 2 tersebut maka sistem suspensi jok dalam penelitian ini seharusnya dirancang dengan  $\omega/\omega_n$  lebih besar dari  $\sqrt{2}$  agar simpangan jok lebih kecil dari goncangan yang terjadi pada bodi mobil.

Penelitian ini dilakukan masih dalam tahap pengujian model di labotaorium dan belum diimplementasikan pada kendaraan yang sesungguhnya. Untuk itu model uji dilengkapi dengan roda dan disiapkan peralatan penarik model. Peralatan ini bekerja secara mekanik, menggunakan sistem puli dan sling yang digerakkan motor listrik. Peralatan ini juga dilengkapi dengan papan tulis untuk memonitor goncangan yang terjadi pada model dan tombol pengoperasian. Model ditarik pada kecepatan 4 m/det atau sekitar 15 km/jam. di atas lintasan bergelombang parabolik yang mensimulasikan kontur *polisi tidur*, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



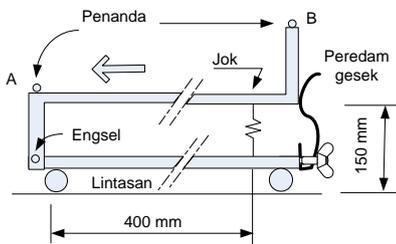
Gambar 3. Kontur Lintasan

Pada pengujian pertama, model ditarik dengan sistem suspensi kaku. Selanjutnya dilakukan pengujian pada model dengan sistem suspensi elastis (menggunakan pegas dan peredam),

dengan beban (penumpang) bervariasi sebesar 40, 60 dan 80 Kg. Guncangan pada setiap pengujian diplot pada papan monitor. Selanjutnya guncangan model yang termonitor pada setiap pengujian dapat dianalisis, untuk menentukan sistem suspensi yang paling sesuai.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sket konstruksi dasar jok kendaraan yang dirancang sebagai model uji ditunjukkan pada Gambar 4. Ukuran model tersebut dirancang dengan mengacu pada ukuran jok dan ruang yang tersedia pada Suzuki APV Arena.



Gambar 4. Sket Konstruksi Dasar Jok dengan Suspensi Elastis

Model yang dirancang, menggunakan sistem peredam gesek berupa bilah pegas yang ujungnya ditekan pada bagian model yang bergerak. Ujung bilah pegas yang lain di baut pada bagian rangka dasar model yang tidak bergerak, sehingga besarnya gaya gesek dapat diatur dengan cara memutar baut bersayap. Pembebanan dilakukan dengan meletakkan pasir yang diisikan ke dalam karung di atas jok model dengan berat sebagaimana ditentukan dalam pengujian ini.

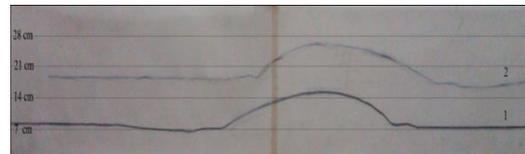
Untuk pengujian model dengan suspensi kaku, bilah pegas dilepas dan diganti dengan batang kaku. Kedua ujung batang kaku tersebut masing-masing dibautkan pada kerangka model sehingga model tidak dapat berosilasi.

Untuk dapat memonitor guncangan yang terjadi, maka model ini dilengkapi spidol penanda yang diletakkan di bagian depan (A) dan belakang (B). Dengan demikian, gerakan atau guncangan yang terjadi pada model akan termonitor seperti gambar yang dibuat oleh kedua spidol. Sedang tata susunan alat uji ditunjukkan dalam foto pada Gambar 5.



Gambar 5. Tata Susunan Alat Uji

Hasil pengujian model dengan suspensi kaku, dengan beban 40 Kg, ditunjukkan pada Gambar 6. Kurva sebelah atas dan bawah, masing-masing diperoleh dari penggambaran oleh spidol A dan B.

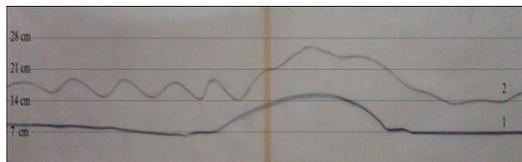


Gambar 6. Respon Model dengan Suspensi Kaku

Dalam pengujian ini titik A dan B merupakan 1 bodi kaku dengan dasar jok model (bodi kendaraan). Dalam sistem getaran, model ini memiliki perbandingan redaman,  $\zeta$  yang sangat kecil. Sesuai pada Gambar 5, amplitudo respon menjadi paling besar pada  $\omega/\omega_n < \sqrt{2}$ , atau sebaliknya akan menjadi paling kecil pada  $\omega/\omega_n > \sqrt{2}$ . Jika dalam pengujian ini guncangan yang terjadi pada A dan B tidak berbeda secara signifikan, hal ini menunjukkan bahwa model tidak mengalami penurunan (redaman) ataupun peningkatan guncangan dan pengujian terjadi pada nilai  $\omega/\omega_n$  mendekati 0, karena kekakuannya besar. Guncangan model akan menurun (mengalami redaman) jika pengujian dilakukan pada kecepatan ( $\omega$ ) yang lebih besar, atau  $\omega_n$  yang lebih kecil.

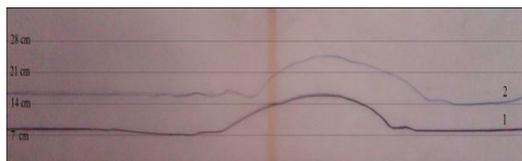
Hasil pengujian model dengan suspensi elastis pada beban 40 Kg tanpa peredam, ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa dengan tanpa redaman, model mengalami guncangan yang berosilasi, dan kemudian besarnya menurun karena adanya gesekan pada sistem sambungan kerangka model. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa model tidak mengalami redaman ataupun peningkatan guncangan. Hal ini disebabkan karena dengan tanpa redaman, maka berarti model memiliki nilai  $\zeta$  yang lebih kecil, akan tetapi harga  $\omega/\omega_n$  masih mendekati 1, sehingga

karakteristik respon amplitudonya identik dengan model dengan suspensi kaku.



Gambar 7. Respon Model dengan Suspensi Elastis Tanpa Peredam pada Beban 40 Kg.

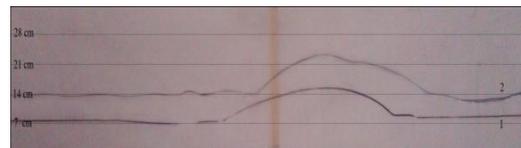
Pada kondisi jalan yang banyak berlubang karakteristik respon guncangan model ini tidak baik jika diimplementasikan, karena penumpang dapat mengalami osilasi secara terus menerus. Hasil pengujian model dengan suspensi elastis pada beban 40 Kg dengan peredam, ditunjukkan pada Gambar 8. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model hanya mengalami sedikit osilasi.



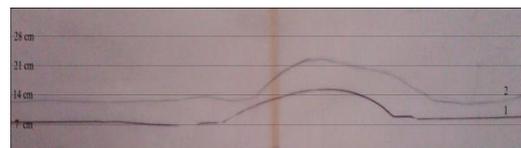
Gambar 8. Respon Model dengan Suspensi Elastis pada Beban 40 Kg dengan Peredam

Bila dibandingkan dengan besarnya guncangan pada kerangka dasar model, nampak bahwa besarnya guncangan model tidak berbeda secara signifikan. Hal ini juga menunjukkan bahwa model juga tidak mengalami redaman. Mengacu pada Gambar 5, karakteristik model ini ditunjukkan dengan harga  $\zeta$  yang lebih besar, dari model sebelumnya, tetapi masih pada harga  $\omega/\omega_n$  mendekati 1, seperti pada pengujian sebelumnya.

Hasil pengujian model dengan suspensi elastis menggunakan pegas dan peredam pada beban 60 dan 80 Kg ditunjukkan pada Gambar 9a dan b. Jika dibandingkan dengan hasil pengujian sebelumnya, maka kedua hasil pengujian ini menunjukkan bahwa guncangan yang terjadi pada model lebih kecil. Namun demikian kedua hasil pengujian tersebut, tidak berbeda cukup signifikan. Dengan menambah beban, maka dalam sistem getaran menyebabkan nilai  $\omega_n$  dan  $\zeta$  mengecil, sehingga titik kondisi pada Gambar 5, bergeser ke kanan.



a) Pada Beban 60 Kg



b) Pada Beban 80 Kg

Untuk sembarang nilai  $\zeta$ , efek redaman mulai dapat diperoleh jika nilai  $\omega/\omega_n > 1$ . Namun demikian, juga perlu diperhatikan, bahwa nilai  $\zeta$  sangat berpengaruh pada terjadinya osilasi. Untuk  $\zeta > 1$  sebagaimana pada suspensi kaku akan menimbulkan guncangan yang hebat. Sebaliknya untuk  $\zeta < 1$  model akan berosilasi dan meluruh menurut besarnya redaman. Untuk itu rancangan suspensi yang optimal diperoleh pada kondisi  $\omega/\omega_n > 1$  dan  $\zeta$  sedikit lebih kecil dari 1

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa secara koseptual kenyamanan penumpang mobil MPV dapat ditingkatkan dengan menambah sistem suspensi elastic pada dudukan jok tanpa memodifikasi suspensi orisinilnya sehingga karakter MPV sebagai mobil serba guna masih terpenuhi. Namun demikian dengan harga kekakuan dan redaman tertentu, hanya memberikan efek kenyamanan dalam rentang kecepatan ( $\omega$ ) yang terbatas. Kenyamanan pada berbagai perubahan kondisi hanya dapat dipenuhi bila menggunakan sistem suspensi yang adaptif.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

1. <http://www.archithings.com/caterpillar-793f-mining-truck/2009/10/16/caterpillar-793f-mining-truck-6>
2. <http://pendhowo.com/mobil-keluarga-paling-banyak-diburu-pembeli-mobil-bekas/>
3. Daniel J. Inman, *Engineering Vibration*, Prentice Hall International, New Jersey, 2001.