

**T. Priangkoso**

Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Wahid Hasyim  
Jl Menoreh Tengah X/22  
Semarang

# ANALISIS PENGARUH KOEFISIEN REDAMAN TERHADAP RESPON SISTEM DINAMIK KENDARAAN TERHADAP GANGGUAN PADA RODA DENGAN MENGGUNAKAN SIMULINK

*Respon sistem dinamik kendaraan sangat sulit dianalisis dan memerlukan perhitungan numerik yang lama dan membosankan. Simulink memberikan alternatif yang menyederhanakan perhitungan dengan langsung menyajikan respon sistem dinamik langsung dalam bentuk grafis. Simulasi ini menganalisis pengaruh harga-harga koefisien redaman terhadap respon sistem dinamik mobil dengan mengasumsikan mobil sebagai siste, massa-pegas-redaman dengan input roda yang menaiki tonjolan jalan yang dilewati. Hasilnya, harga koefisien redaman sebesar 1000 Ns/m memberikan respon terbaik dibanding koefisien redaman 100 dan 500 Ns/m.*

**Kata kunci:** sistem massa-pegas-peredam, persamaan dinamik, simulasi.

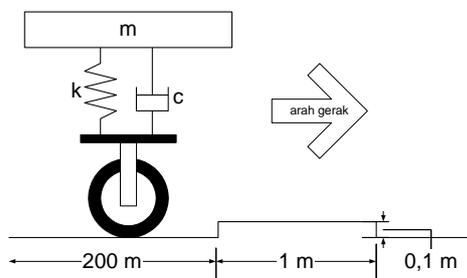
**Pendahuluan**

Salah satu kesulitan dalam merancang kenyamanan berkendara adalah melihat atau mengetahui respon kendaraan terhadap gangguan roda akibat jalan yang tidak rata. Karakteristik pegas-peredam dikombinasikan dengan massa kendaraan memberikan respon yang berbeda jika satu atau lebih karakteristik tersebut berubah.

Mengingat sistem pegas-massa-peredam merupakan sistem dinamis yang memerlukan perhitungan numerik yang membutuhkan waktu lama, maka diperlukan piranti bantuan untuk melihat respon kendaraan dengan melakukan simulasi gangguan pada roda akibat jalan yang tidak rata. Salah satu piranti tersebut adalah Simulink.

Simulink (simulation and link) merupakan bagian dari MATLAB, bahasa pemrograman komputer buatan Mathworks Inc, dan digunakan untuk pemodelan, mensimulasi, dan analisis sistem dinamis di dalam lingkungan *graphical user interface (GUI)*.

Sistem massa-pegas-peredam kendaraan yang hendak disimulasikan ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** sistem massa-pegas-peredam mobil.

Asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah:

1. Kendaraan disimulasikan sebagai satu sistem massa-pegas-peredam yang dihubungkan dengan satu roda yang menyentuh jalan;
2. Hanya perpindahan vertikal yang diperhitungkan;
3. Pegas dan peredam dianggap tidak bermassa;
4. Roda tidak memiliki massa dan tidak mempunyai sifat peredaman;
5. Input pada roda mobil dimodelkan sebagai jumlah dua fungsi *step*. Fungsi pertama pada saat menaiki tonjolan, dan fungsi kedua ketika menuruni tonjolan.

Parameter yang digunakan:

1. Perpindahan vertikal mobil adalah tinggi tonjolan 10 cm;
2. Fungsi input diawali dari ketinggian 0 m, naik setinggi 0,1 m, dan kembali turun ke 0 m setelah melintasi tonjolan sepanjang 1 m.
3. Diameter roda adalah 0,305 m;
4. Kecepatan mobil dianggap konstan 20 m/s;
5. Rekaman respon dinamik dilakukan selama 100 s, mobil mulai berjalan sejauh 400 m dari tonjolan.

**Penyelesaian Persamaan Dinamik**

Persamaan dinamik sistem pada Gambar 1 dapat dimodelkan dengan sistem massa-pegas-peredam pada Gambar 2. Persamaan dinamiknya adalah:

$$m\ddot{y}_1 + c\dot{y}_1 + k(y_1 + y_2) = 0 \dots\dots\dots(1)$$

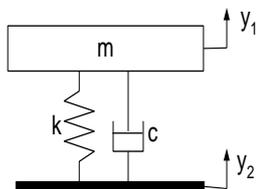
Jika  $y_1$  perpindahan *body* mobil, maka:

$$\ddot{y}_1 = \frac{-c\dot{y}_1 - k(y_1 + y_2)}{m} \dots\dots\dots(2)$$

Input pada roda:

$$y_2 = \begin{cases} 0 & t < t_i \\ +0,1 \text{ m} & t_i \leq t < t_e \dots\dots\dots(3) \\ 0 & t \geq t_e \end{cases}$$

dimana  $t$  adalah waktu,  $t_i$  dan  $t_e$  waktu saat roda naik ke tonjolan dan turun dari tonjolan.



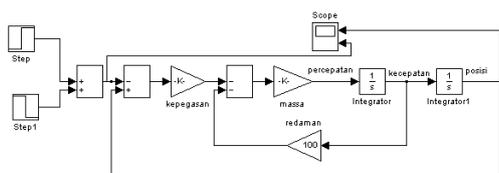
Gambar 2. Model dinamik

**Simulasi Simulink**

Pada pembuatan model Simulink, input dimodelkan dengan persamaan *step*. Fungsi *step* yang pertama mensimulasikan naiknya roda ke atas tonjolan, sedangkan fungsi *step* yang kedua mensimulasi turunnya roda dari tonjolan.

Penyelesaian persamaan diferensial orde dua dilakukan dengan memasukkan dua buah blok integrator. Sedangkan massa, kepegasan, dan redaman dihubungkan sesuai dengan persamaan (2) dengan menggunakan blok gain. Blok gain kepegasan berharga 1000 N/m, massa 1/(1000 kg), dan redaman akan divariasikan antara 100, 500, dan 1000 Ns/m untuk mencari respon terbaik di antara ketiga harga redaman tersebut.

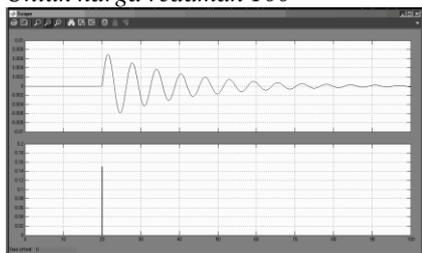
Blok scope digunakan untuk menampilkan hasil simulasi input dan respon yang terjadi sebelum, saat, dan sesudah roda melewati tonjolan. Pada simulasi ini, grafik bagian atas adalah input terhadap roda, sedangkan grafik bagian atas adalah respon mobil terhadap input yang diberikan kepada roda.



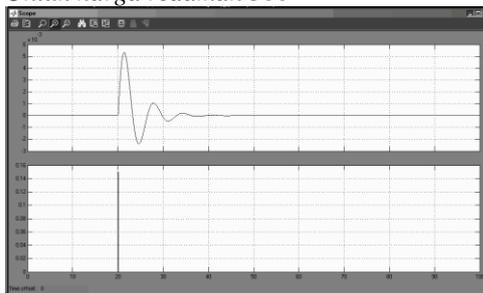
Gambar 3. Blok Simulink untuk simulasi respon dinamik mobil.

**Hasil Simulasi**

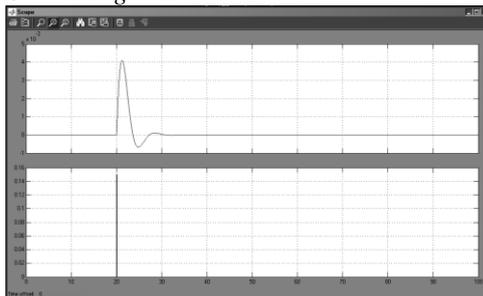
Untuk harga redaman 100



Untuk harga redaman 500



Untuk harga redaman 1000



**Analisis Hasil Simulasi**

Pada redaman 100 Ns/m, respon mobil menunjukkan gerak yang tidak berhenti untuk waktu yang lama yang menunjukkan mobil berguncang untuk waktu yang lama pula, sedangkan pada redaman 500 Ns/m gerak mobil lebih cepat kembali ke posisi semula, namun masih menunjukkan gejala guncangan. Respon tercepat untuk kembali ke posisi semula diperoleh pada harga redaman 1000 Ns/m.

Pemilihan harga redaman sangat bergantung pada kebutuhan dan parameter lain seperti massa bodi mobil dan kepegasan.

**Kesimpulan**

Harga redaman terbaik di antara harga redaman 100, 500, dan 1000 Ns/m agar bodi mobil kembali ke posisi semula adalah 1000 Ns/m.

**Daftar Pustaka**

Karris, Steven T., *Introduction to Simulink® with Engineering Applications*, Orchard Publications, 2006.  
 Josephs, Harold, *Dynamics of mechanical systems*, CRC Press, Florida 2002.  
 “Simulink”, Version 4, The MathWorks Inc., USA.  
 Gillespie, Thomas D., *Fundamental of Vehicle Dynamics*, Society of Automotive Engineer, Warrendale.  
 Pacejka, Hans B., *Tyre Vehicle Dynamics*.