

PEMODELAN dan SIMULASI SISTEM SUSPENSİ MOBİL

Boby / 0622086

E-mail : boby_18jan@yahoo.com

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jalan Prof. Drg. Suria Sumantri 65

Bandung 40164, Indonesia

ABSTRAK

Mobil adalah alat transportasi darat yang sangat penting bagi kehidupan manusia modern. Kenyamanan dalam mengendarai merupakan salah satu kebutuhan penumpang. Sistem suspensi pada mobil memegang peranan yang penting dalam memperoleh kenyamanan dan juga memengaruhi kestabilan. Sistem suspensi berfungsi untuk mengurangi getaran pada kabin kendaraan yang disebabkan oleh ketidak rataan permukaan jalan.

Tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan model matematika dari sistem suspensi mobil dengan kondisi ban yang diwakili oleh massa, pegas dan peredam kejut. Hasil model matematika tersebut disimulasikan menggunakan *simulink* sehingga diperoleh respon sistem suspensi mobil yaitu Z_s (naik-turun), α (kiri-kanan), dan θ (depan-belakang). Respon sistem suspensi mobil dianalisis untuk berbagai jenis *input* yaitu *step*, *bump*, dan permukaan tidak rata

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan signifikan terjadi pada Z_s (naik-turun). Amplitudo maksimum Z_s (naik-turun) dari model ban yang memiliki peredam kejut lebih kecil dibandingkan dengan amplitudo maksimum tanpa peredam kejut. Demikian juga apabila massa mobil diperbesar maka amplitudo maksimum Z_s (naik-turun) dari model ban yang memiliki peredam kejut mobil dengan peredam kejut lebih kecil dibandingkan amplitudo maksimum tanpa peredam kejut.

Kata kunci : Sistem suspensi mobil, model matematika, amplitudo maksimum.

MODELLING and SIMULATION of CAR SUSPENSION SYSTEM

Boby / 0622086

E-mail : boby_18jan@yahoo.com

Electrical Engineering, Technic Faculty, Christian Maranatha University

Jalan Prof. Drg. Suria Sumantri 65

Bandung 40164, Indonesia

ABSTRACT

Car is a very important in human life human life especially for transportation. Comfortness is one of important factor in riding a car. Suspension system has a significant role to get the comfortness and stability in riding. The suspension system has function to reduce vibration in the car's cabin caused by the rough surface of the roads.

This final project is aimed result a mathematical model of the car's suspension system with the tire is represented by mass, spring and damper. Then the mathematical model is simulated using simulink to obtain a response of the suspension system that is Z_s (down-up), α (left-right), and θ (front-rear). The responses are analyzed for different inputs such as step, bump, and random signal.

The result shows that Z_s is influenced significantly compare to two others parameters. Maximum amplitude of Z_s , when damper is used in tire model, is higher than maximum amplitude when body car mass is enlarged to critical point, then the maximum amplitude of Z_s when damper is used in tire model is higher than maximum amplitude when no damper in tire model.

Keywords: Car suspension system, mathematical model, maximum amplitude.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Masalah.....	1
I.2 Identifikasi Masalah.....	2
I.3 Tujuan.....	2
I.4 Pembatasan Masalah.....	2
I.5 Sistematika Penulisan.....	2
BAB 2 LANDASAN TEORI	
II.1 Tinjauan umum sisten suspensi.....	4
II.2 Gerak Mekanis.....	5
II.3 Hukum Newton.....	6
II.4 Momen Gaya.....	7
II.5 Momen Inersia.....	8
II.5.1 Momen Inersia benda-benda yang bentuknya beraturan..	8
II.6 Hukum Hooke.....	9
II.7 Sistem model dan simulasi	10
II.7.1 Pemodelan dan simulasi.....	10
II.8 Model matematika sistem dinamika.....	13
II.8.1 Kesederhanaan dan ketepatan dalam model matematika ...	13

BAB III PEMODELAN SISTEM SUSPensi

III.1	Spesifikasi mobil.....	15
III.3	Langkah – langkah perancangan.....	17
III.4	Model matematis.....	18
III.5	Perancangan pada simulink.....	23

BAB 4 SIMULASI DAN ANALISIS

IV.1	Input permukaan jalan.....	30
IV.1.1	Permukaan trotoar (sinyal step).....	31
IV.1.1.1	Perbandingan Kondisi Normal 1 dengan Kondisi Normal 2 dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	32
IV.1.1.2	Perbandingan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari Ban Depan dengan Kondisi Normal 1.....	34
IV.1.1.3	Perbandingan Kondisi Normal 1 dengan Kondisi Ban Belakang Kiri Bocor dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	36
IV.1.1.4	Perbandingan Kondisi Normal 1 dengan Kondisi Ban Depan Kanan Bocor dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	38
IV.1.1.5	Perbandingan Kondisi Normal 1 (massa mobil = 1360 Kg) dengan Kondisi massa mobil diperbesar menjadi 2000 Kg dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	39

IV.1.1.6 Perbandingan Kondisi Normal 1 (massa mobil = 1360 Kg) dengan Kondisi massa mobil diperbesar menjadi 50000 Kg dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	41
IV.1.2 Permukaan Bump.....	43
IV.1.2.1 Perbandingan Kondisi Normal 1 dengan Kondisi Normal 2 dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	44
IV.1.2.2 Perbandingan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari Ban Depan dengan Kondisi Normal 1.....	46
IV.1.2.3 Perbandingan Kondisi Normal 1 dengan Kondisi Ban Belakang Kiri Bocor dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	48
IV.1.2.4 Perbandingan Kondisi Normal 1 dengan Kondisi Ban Depan Kanan Bocor dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	50
IV.1.2.5 Perbandingan Kondisi Normal 1 (massa mobil = 1360 Kg) dengan Kondisi massa mobil diperbesar menjadi 2000 Kg dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	51
IV.1.2.6 Perbandingan Kondisi Normal 1 (massa mobil = 1360 Kg) dengan Kondisi massa mobil diperbesar menjadi 50000 Kg dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	53

IV.1.3 Permukaan Bergelombang.....	55
IV.1.3.1 Perbandingan Kondisi Normal 1 dengan Kondisi Normal 2 dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	56
IV.1.3.2 Perbandingan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari Ban Depan dengan Kondisi Normal 1.....	59
IV.1.3.3 Perbandingan Kondisi Normal 1 dengan Kondisi Ban Belakang Kiri Bocor dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	62
IV.1.3.4 Perbandingan Kondisi Normal 1 dengan Kondisi Ban Depan Kanan Bocor dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	64
IV.1.3.5 Perbandingan Kondisi Normal 1 (massa mobil = 1360 Kg) dengan Kondisi massa mobil diperbesar menjadi 2000 Kg dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	67
IV.1.3.6 Perbandingan Kondisi Normal 1 (massa mobil = 1360 Kg) dengan Kondisi massa mobil diperbesar menjadi 50000 Kg dengan Ban Belakang <i>delay</i> 1 detik dari Ban Depan.....	70
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Simpulan.....	74
V.2 Saran.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Analogi antara besaran <i>linear</i> & besaran sudut (<i>angular</i>).....	9
Tabel III.1	Spesifikasi mobil	16
Tabel IV.1	Berbagai kondisi yang disimulasikan.....	30
Tabel IV.2	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dan normal 2 pada <i>input</i> <i>step</i>	33
Tabel IV.3	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dengan ban belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari ban depan pada <i>input step</i>	35
Tabel IV.4	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dengan ban belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari ban depan pada <i>input step</i>	41
Tabel IV.5	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dengan ban belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari ban depan pada <i>input step</i>	43
Tabel IV.6	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dan normal 2 pada <i>input</i> <i>bump</i>	46
Tabel IV.7	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dengan ban belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari ban depan pada <i>input bump</i>	48
Tabel IV.8	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dengan ban belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari ban depan pada <i>input bump</i>	53
Tabel IV.9	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dengan ban belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari ban depan pada <i>input bump</i>	55
Tabel IV.10	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dan normal 2 pada <i>input</i> bergelombang.....	58
Tabel IV.11	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dengan ban belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari ban depan pada <i>input</i> bergelombang.....	61
Tabel IV.12	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dengan ban belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari ban depan pada <i>input</i> bergelombang	70
Tabel IV.13	Nilai <i>output</i> pada kondisi normal 1 dengan ban belakang <i>delay</i> 1 detik dan 2 detik dari ban depan pada <i>input</i> bergelombang	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Model Sistem Suspensi.....	4
Gambar II.2	Momen inersia berbentuk persegi panjang.....	8
Gambar II.3	Diagram pemodelan sistem dan simulasi.....	11
Gambar III.1	Skema fisik mobi.....l.....	17
Gambar III.2	Sistem suspensi bagian belakang kanan	23
Gambar III.3	Sistem suspensi bagian depan kanan.....	24
Gambar III.4	Sistem suspensi bagian belakang kiri.....	25
Gambar III.5	Sistem suspensi bagian depan kiri.....	26
Gambar III.6	Skema Simulink Sistem Suspensi pada Mobil.....	28
Gambar III.7	Subsystem suspensi pada mobil.....	29
Gambar IV.1	Bentuk <i>input step</i> dengan ban belakang tanpa <i>delay</i> , <i>delay</i> 1 detik, dan <i>delay</i> 2 detik dari ban depan.....	31
Gambar IV.2	Respon sistem ketika <i>input step</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	32
Gambar IV.3	Respon sistem ketika <i>input step</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 2.....	33
Gambar IV.4	Respon sistem ketika <i>input step</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	34
Gambar IV.5	Respon sistem ketika <i>input step</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 2 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	35
Gambar IV.6	Respon sistem ketika <i>input step</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	36
Gambar IV.7	Respon sistem ketika <i>input step</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi ban belakang kiri bocor.....	37
Gambar IV.8	Respon sistem ketika <i>input step</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	38

Gambar IV.9 Respon sistem ketika <i>input step</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi ban depan kanan bocor.....	39
Gambar IV.10 Respon sistem ketika <i>input</i> ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1	40
Gambar IV.11 Respon sistem ketika <i>input</i> ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi massa diperbesar menjadi 2000 Kg.....	40
Gambar IV.12 Respon sistem ketika <i>input step</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1	42
Gambar IV.13 Respon sistem ketika <i>input step</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi massa diperbesar menjadi 50.000Kg.....	42
Gambar IV.14 Bentuk input <i>bump</i> dengan ban belakang tanpa delay, delay 1 detik, dan delay 2 detik dari ban depan.....	44
Gambar IV.15 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	45
Gambar IV.16 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 2.....	45
Gambar IV.17 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	47
Gambar IV.18 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 2 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	47
Gambar IV.19 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	49
Gambar IV.20 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi ban belakang kiri bocor.....	49

Gambar IV.21 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	50
Gambar IV.22 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi ban depan kanan bocor.....	51
Gambar IV.23 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1	52
Gambar IV.24 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi massa diperbesar menjadi 2000 kg.....	52
Gambar IV.25 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1	54
Gambar IV.26 Respon sistem ketika <i>input bump</i> dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi massa diperbesar menjadi 50.000 Kg.....	54
Gambar IV.27 Bentuk <i>input</i> jalan bergelombang.....	55
Gambar IV.28 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	57
Gambar IV.29 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 2.....	58
Gambar IV.30 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	60
Gambar IV.31 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 2 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	61
Gambar IV.32 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	63
Gambar IV.33 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi ban belakang kiri bocor.....	64

Gambar IV.34 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1.....	65
Gambar IV.35 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi ban depan kanan bocor.....	67
Gambar IV.36 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1	68
Gambar IV.37 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi massa diperbesar menjadi 2000 kg.....	69
Gambar IV.38 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi normal 1	71
Gambar IV.39 Respon sistem ketika <i>input</i> bergelombang dengan ban belakang diberi <i>delay</i> 1 detik dari ban depan dalam kondisi massa diperbesar menjadi 50.000 Kg.....	72