

PERANCANGAN ULANG DAN ANALISA SISTEM SUSPENSI MOBIL MULTIGUNA PEDESAAN DENGAN STANDAR KENYAMANAN ISO 2631

SIDANG TUGAS AKHIR

Dosen Pembimbing :

Prof.Ir.I Nyoman Sutantra, M.Sc., Ph.D

Bayu Estu Suprayogi

NRP : 2111100084

LATAR BELAKANG



Tujuan

- Untuk mendapatkan nilai kekuan pegas suspensi (k) berdasarkan beban statis dan dinamis dari tiga variasi pembebanan mobil multiguna
 - Untuk mendapatkan nilai konstanta redaman suspensi (c) yang lebih baik dari segi kenyamanan dan keamanan dari suspensi yang sudah ada sebelumnya
-

Kekakuan dan Redaman
bantalan kursi menggunakan
hasil percobaan Yasmin Garcia-
Mendez, BS., dkk

BATASAN MASALAH

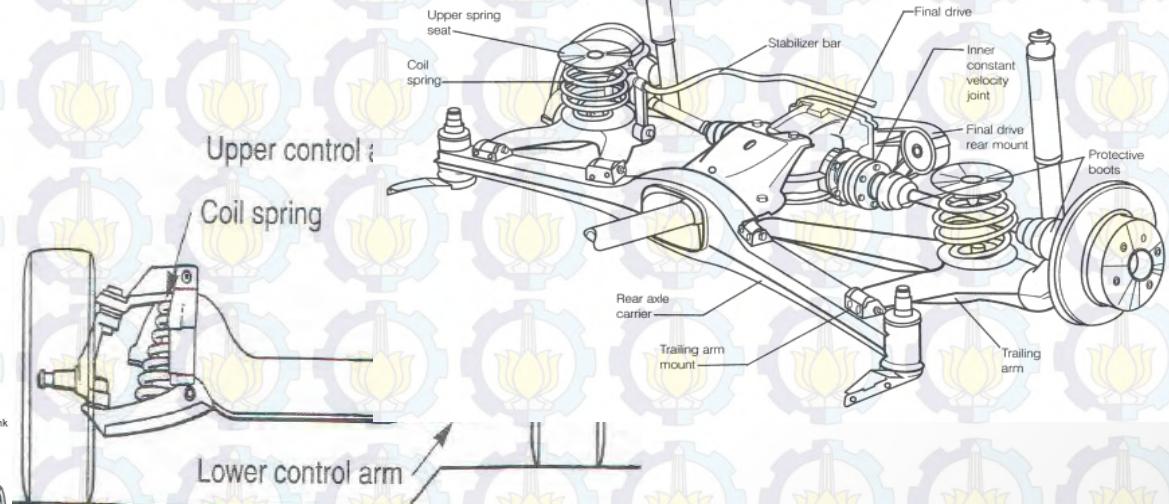
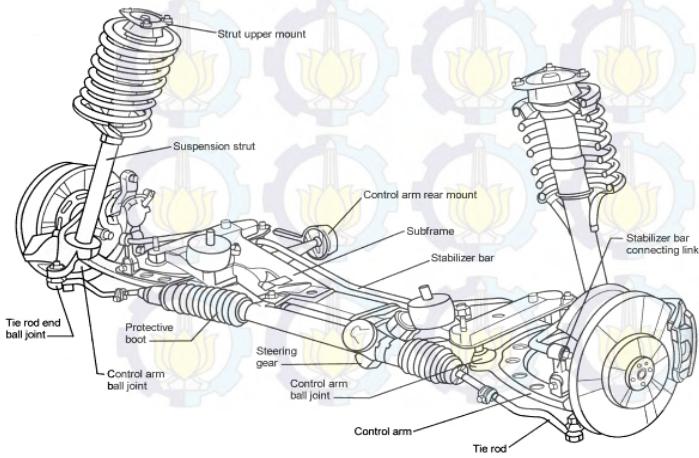
Analisa respon kendaraan hanya memperhatikan gaya-gaya arah vertikal dengan asumsi kendaraan bergerak dengan kecepatan konstan

Profil Polisi Tidur dimodelkan trapesoidal sesuai ketentuan menteri perhubungan no.3 tahun 1994

TIPE MEKANISME SUSPENSI



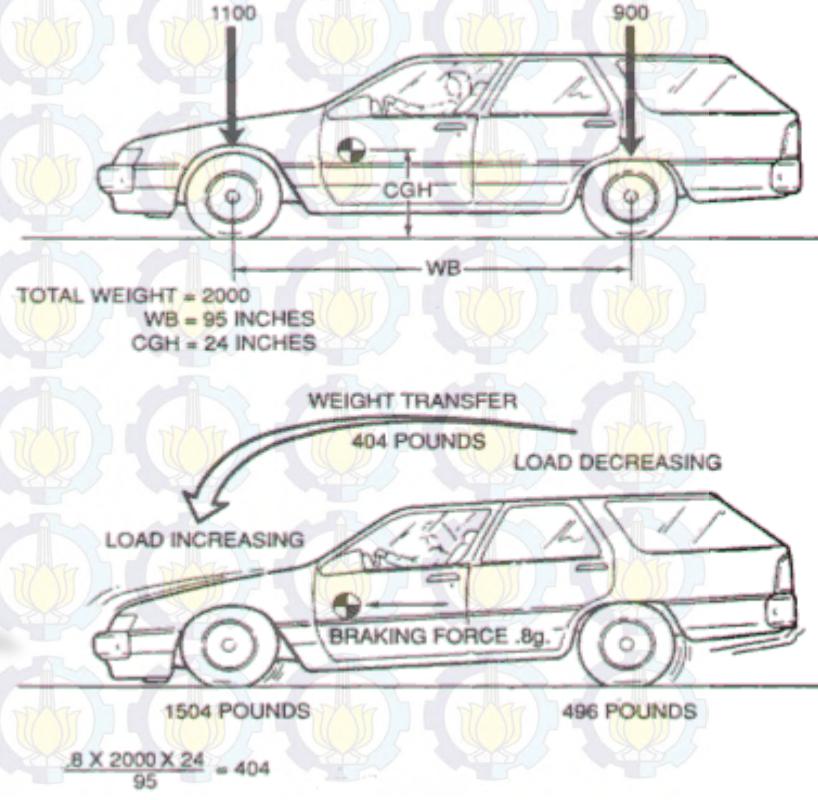
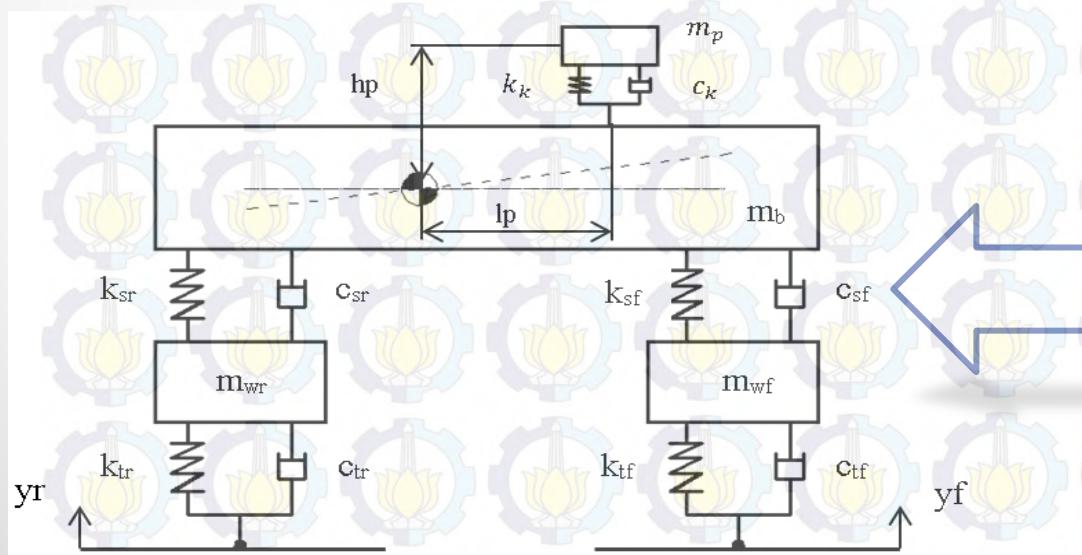
Suspensi Poros Kaku



Suspensi Independen

PERANCANGAN SISTEM SUSPENSI

- Untuk mendapatkan parameter kekakuan pegas dan redaman suspensi
- Model yang digunakan adalah model setengah kendaraan (*half car*)
- Terjadi perpindahan beban dari belakang ke depan



KEKAKUAN DAN REDAMAN BAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan philips :

- Ban bias : $K_t = 100,0 + 41,6667 \text{ (Pi)}$
- Ban radial : $K_t = 430,0 + 27,9167 \text{ (Pi)}$
- Redaman ban :

Jenis Ban	Tekanan Ban (psi)	Koefisien Redaman (kN.s/m)
Ban Biasa 5.6x13	15	4.59
	20	4.89
	25	4.52
	30	4.09
	35	4.09
Ban Radial 165x13	15	4.45
	20	3.68
	25	3.44
	30	3.43
	35	2.86

Kekakuan dan Redaman Bantalan Kursi

Stiffness and damping parameters, K (in N/m) and C (in Ns/m), of seven wheelchair cushions over range of preloads (300–800 N)

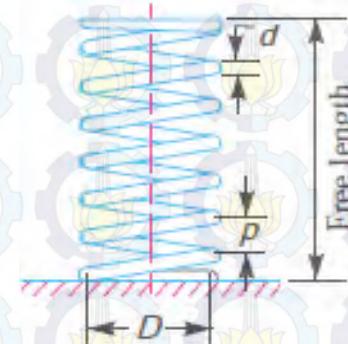
Load (N)	Vector with Vicair		Meridian Wave		ROHO HIGH PROFILE		Jay J2 Deep Contour		ROHO LOW PROFILE		Zoombang Protective Gear with Foam		Comfort Mate Foam	
	K	C	K	C	K	C	K	C	K	C	K	C	K	C
300	32,080	318	40,230	301	43,180	389	26,730	365	50,520	544	60,350	573	56,780	487
400	50,340	478	50,500	322	51,740	475	27,940	406	56,730	602	74,160	727	76,140	696
500	59,360	542	57,550	337	64,840	596	28,710	377	62,140	708	94,900	938	93,070	908
600	71,580	665	64,760	372	77,390	688	36,890	508	64,460	835	116,900	1,132	115,500	1,149
700	80,870	748	69,730	392	86,470	760	36,090	522	65,900	855	141,800	1,311	143,200	1,408
800	95,040	840	76,010	397	94,220	834	39,970	571	68,600	1,015	174,900	1,507	183,200	1,689
Rate of Increase/100 N	11,960	101	6,966	21	10,627	91	2,823	43	3,435	93	22,791	189	24,449	240

by : Yasmin Garcia-Mendez, BS., dkk

PERANCANGAN PEGAS

- Suspensi Depan (Pegas Ulir)

$$k = W / \delta$$



- Suspensi Belakang (Pegas Daun)

Momen bending maksimum :

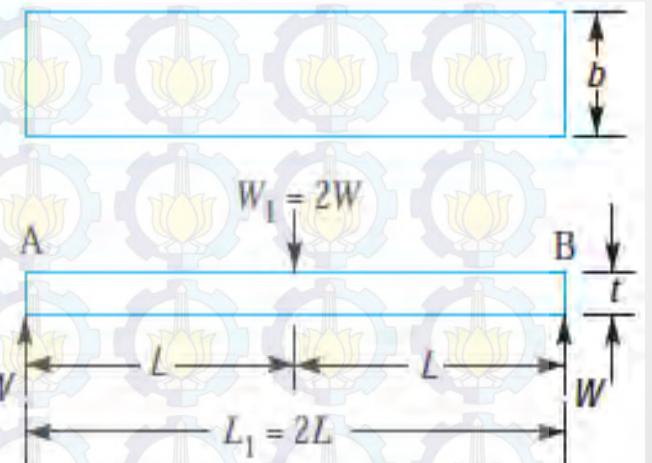
$$M = W L$$

Tegangan akibat momen bending :

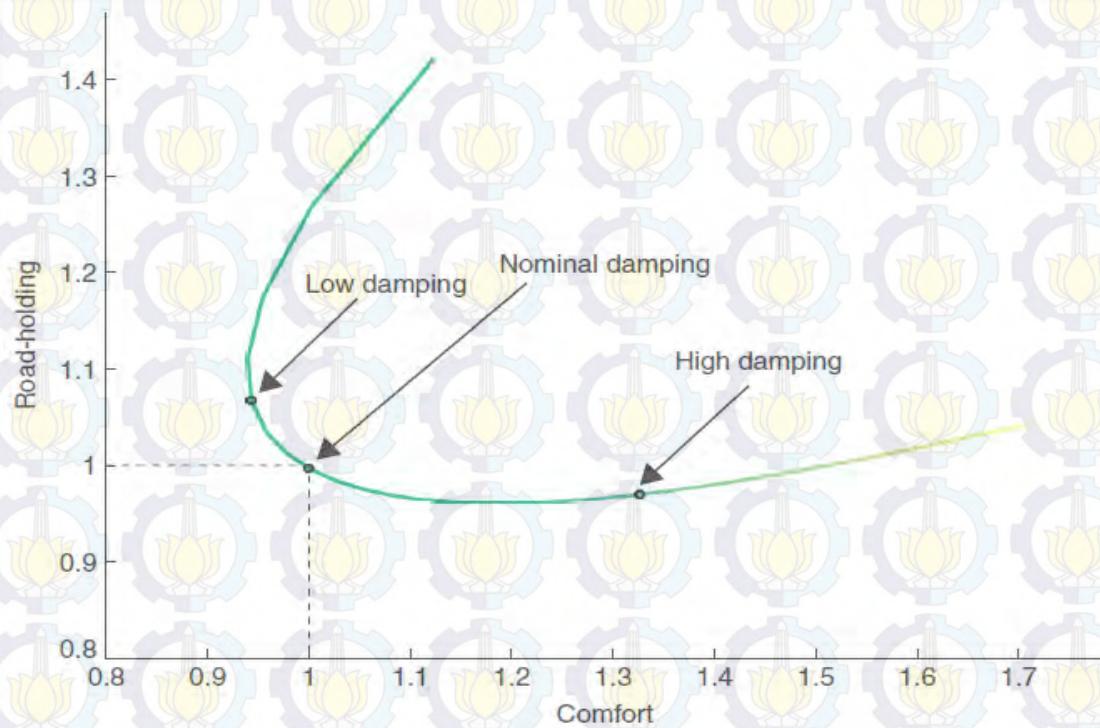
$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{W L}{b t^2 / 6} = \frac{6 W L}{b t^2}$$

Defleksi maksimal pada pegas :

$$\delta = \frac{W_1 (L_1)^3}{48 E I} = \frac{(2W)(2L)^3}{48 E I} = \frac{W L^3}{3 E I}$$



PERANCANGAN REDAMAN

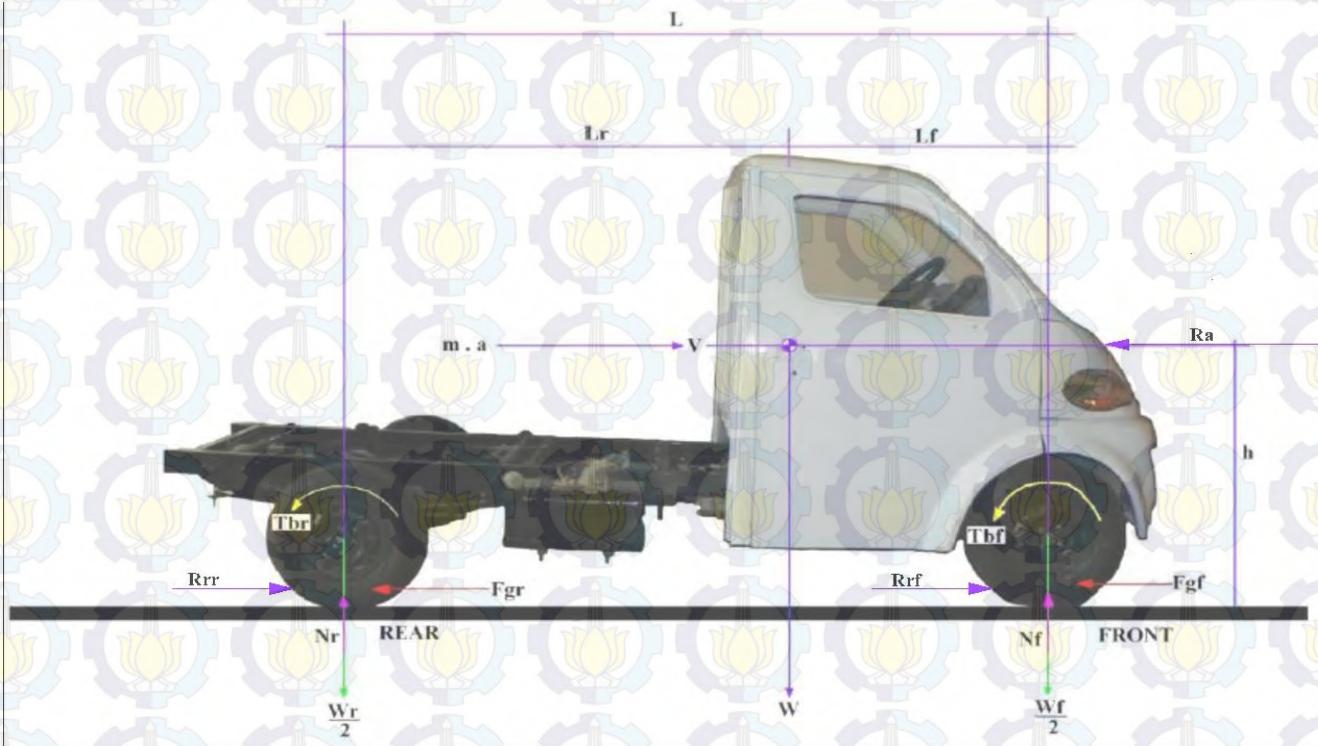


Redaman dicari dengan simulasi dengan variasi rasio redaman dengan pertimbangan aspek kenyamanan dan keamanan

$$0,3 < \zeta = \frac{c}{cc} < 0,7$$

$$C_c = 2 \sqrt{ks mb}$$

PERHITUNGAN BEBAN DINAMIS



$$\sum M_{roda belakang} = 0$$

$$W_f = \frac{2}{L} \left[W L_r + h \left(\frac{W}{g} a - R_a \right) \right]$$

$$\sum M_{roda depan} = 0$$

$$W_r = \frac{2}{L} \left[W L_f + h \left(R_a - \frac{W}{g} a \right) \right]$$

$$\sum F_x = m a$$

$-R_{rr} - R_{rf} - F_{gf} - F_{gr} - R_a = -ma$ (tanda - menyatakan a sebagai perlambatan)

$$a_{max} = \frac{1}{m} [R_{rr} + R_{rf} + R_a + F_{gf} + F_{gr}]$$

$$-\left(\frac{W}{g} a - R_a\right) = -R_{rr} - R_{rf} - F_{gf} - F_{gr}$$

$$R_a - \frac{W}{g} a = -R_{rr} - R_{rf} - F_{gf} - F_{gr}$$

$$\frac{W}{g} a - R_a = R_{rr} + R_{rf} + F_{gf} + F_{gr}$$

$$W_r = \frac{2}{L} [W L_f + h(-R_r - F_g)]$$

$$W_f = \frac{2}{L} [W L_r + h(R_r + F_g)]$$

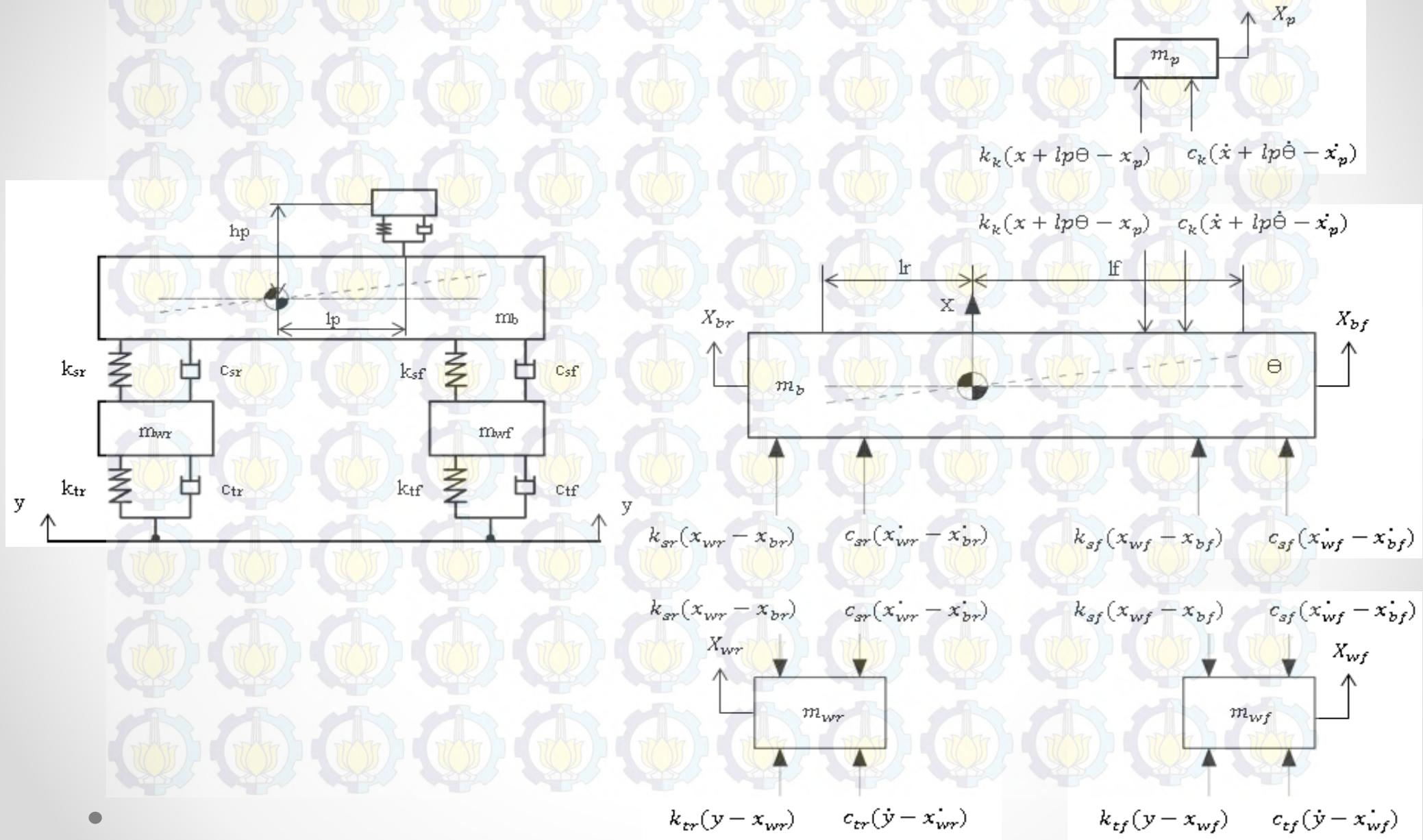
$$W_r = \frac{2}{L} \left[W L_f + Wh \left(-\frac{f_r W}{W} - \frac{\mu W}{W} \right) \right]$$

$$W_f = \frac{2}{L} \left[W L_r + Wh \left(\frac{f_r W}{W} + \frac{\mu W}{W} \right) \right]$$

$$W_r = \frac{2W}{L} [L_f + h(-f_r - \mu)]$$

$$W_f = \frac{2W}{L} [L_r + h(f_r + \mu)]$$

Pemodelan Getaran Kendaraan



- Persamaan gerak massa roda depan :

$$m_{wf} \ddot{x}_{wf} + (c_{tf} + c_{sf}) \dot{x}_{wf} - c_{tf} \dot{y} - c_{sf} \dot{\theta} lf + (k_{tf} + k_{sf}) x_{wf} - k_{tf} y \\ + c_{tf} \dot{y} - k_{sf} x - k_{sf} \theta lf = 0$$

- Persamaan gerak massa roda belakang :

$$m_{wr} \ddot{x}_{wr} + (c_{tr} + c_{sr}) \dot{x}_{wr} - c_{tr} \dot{y} - c_{sr} \dot{\theta} lr + (k_{tr} + k_{sr}) x_{wr} - k_{tr} y \\ + c_{tf} \dot{y} - k_{sr} x + k_{sr} \theta lr = 0$$

- Persamaan gerak massa body kendaraan :

$$m_b \ddot{x} + (c_{sr} + c_{sf}) \dot{x} + (c_{sf} lf - c_{sr} lr) \dot{\theta} - c_{sr} \dot{x}_{wr} - c_{sf} \dot{x}_{wf} + (k_{sr} + k_{sf}) x + \\ (k_{sf} lf - k_{sr} lr) \theta - k_{sr} x_{wr} - k_{sf} x_{wf} + k_k (x + lp\theta - x_p) + c_k (\dot{x} + lp\dot{\theta} - \dot{x}_p) = 0$$

$$I_b \ddot{\theta} + (-c_{sr} lr - c_{sf} lf) \dot{x} + (c_{sr} lr^2 + c_{sf} lf^2) \dot{\theta} + c_{sr} lr \dot{x}_{wr} + c_{sf} lf \dot{x}_{wf} + \\ (-k_{sr} lr + k_{sf} lf) x + (k_{sr} lr^2 + k_{sf} lf^2) \theta + \\ k_{sr} lr x_{wr} - k_{sf} lf x_{wf} + k_k l_p (x + lp\theta - x_p) + c_k l_p (\dot{x} + lp\dot{\theta} - \dot{x}_p) = 0$$

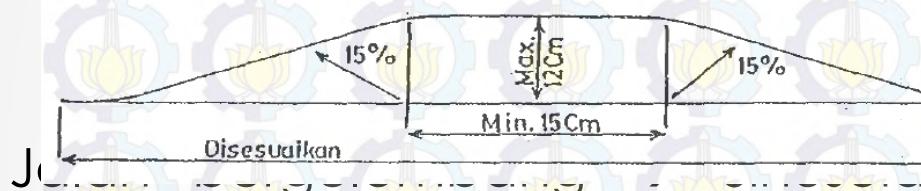
- Persamaan gerak massa pengemudi kendaraan :

$$-m_p \ddot{x}_p + k_k (x + lp\theta - x_p) + c_k (\dot{x} + lp\dot{\theta} - \dot{x}_p) = 0$$

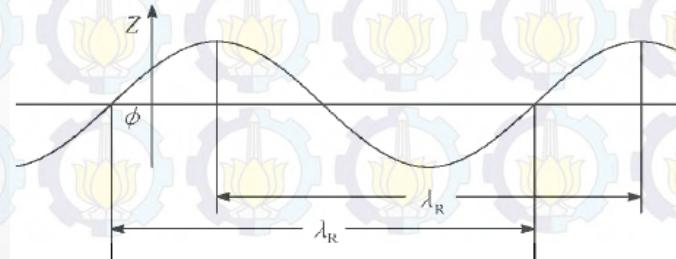
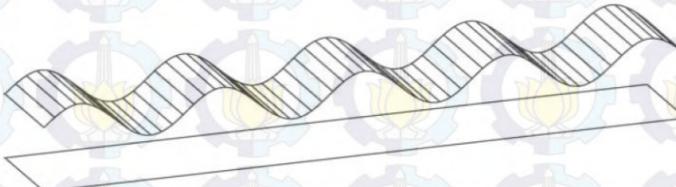
Pemodelan Profil Jalan

Gangguan dari ketidakrataan jalan dapat berupa bump, pothole ataupun jalan yang bergelombang dengan fungsi acak.

Bump → Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 3 Tahun 1994



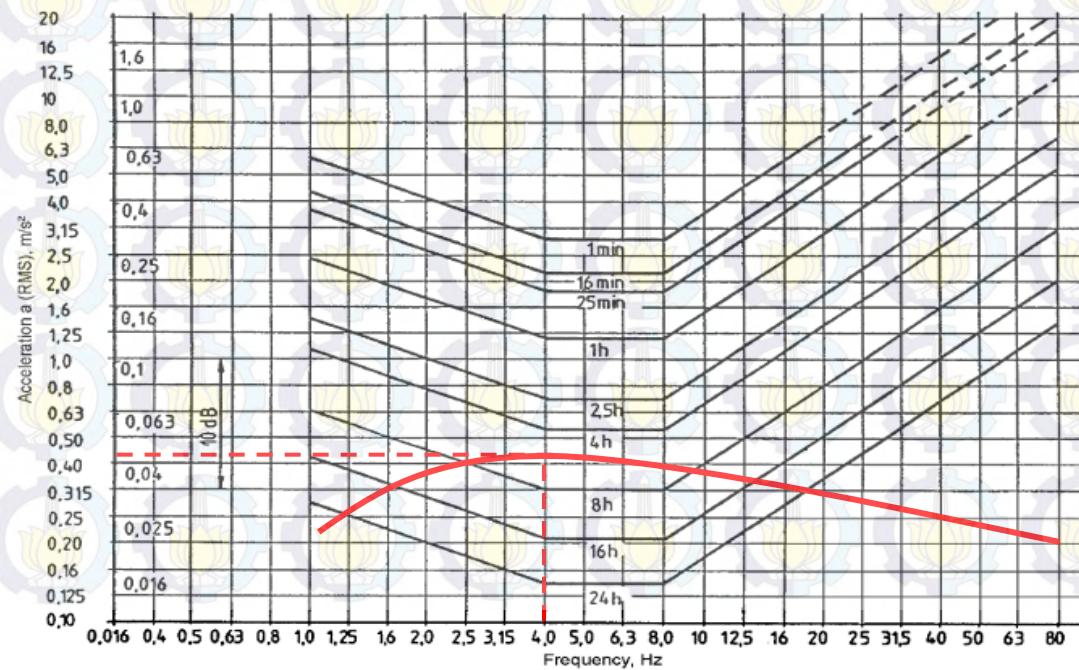
Jalan
Gelombang 50 cm



$$Z(t) = Z_0 \sin\left(2\pi \frac{V}{\lambda} t + \phi\right)$$

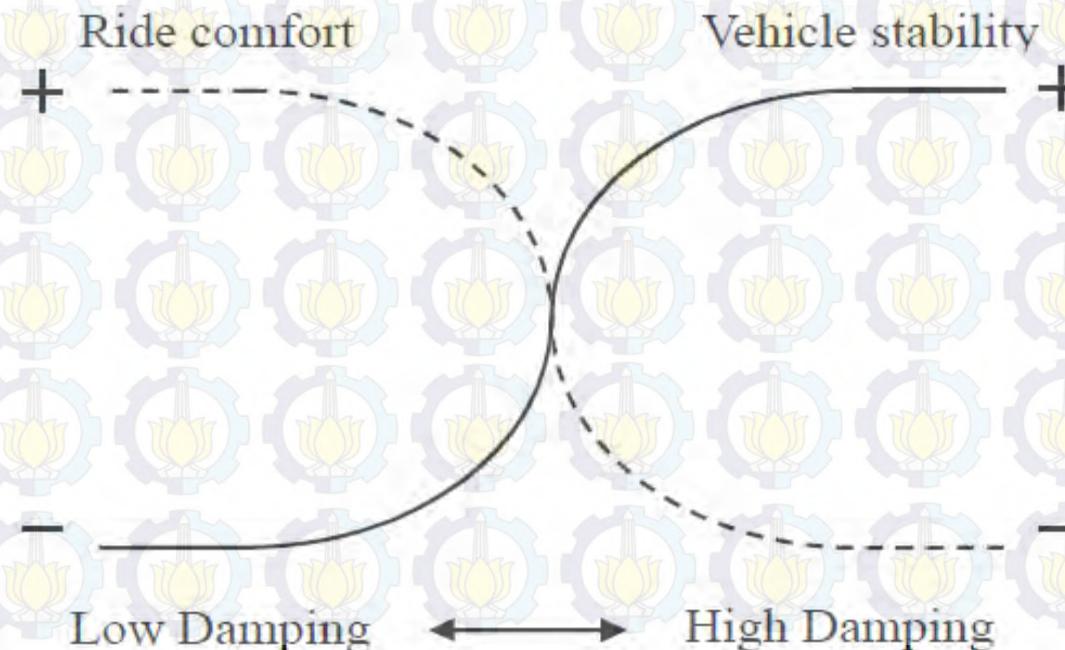
Keamanan dan Kenyamanan Kendaraan

- Kemanan → mengenai kestabilan kendaraan, serta kemampuan ban untuk tetap menapak jalan.
Dapat dilihat dari prosentase ban menapak jalan
- Kenyamanan → diukur berdasarkan ketahanan manusia (pengemudi) terhadap percepatan atau perlambatan yang ditimbulkan kendaraan
Digunakan standar kenyamanan ISO 2631 :



Penelitian Terdahulu

- Nguyen Chi Hung : merancang suspensi pasif untuk kereta, yang menyatakan bahwa kenyamanan dalam berkendara merupakan hal yang berlawanan dengan aspek kestabilan yang mempunyai kaitan erat dengan keamanan dalam berkendara.



- Faldy Zessar : merancang dan menganalisa suspensi kendaraan multiguna pedesaan dengan menggunakan pemodelan quarter car untuk perancangan dan half car untuk analisa hasil perancangan.

Hasil yang didapatkan :

- 1) Parameter suspensi hasil perancangan menghasilkan kenyamanan yang lebih baik daripada suspensi aktual, namun menghasilkan defleksi yang lebih besar daripada kondisi aktual
- 2) parameter suspensi hasil perancangan memiliki kemampuan menapak jalan lebih baik daripada suspensi aktual pada frekuensi rendah (0-8 Hz), sedangkan pada frekuensi diatas 8 Hz tidak terjadi perbedaan yang signifikan

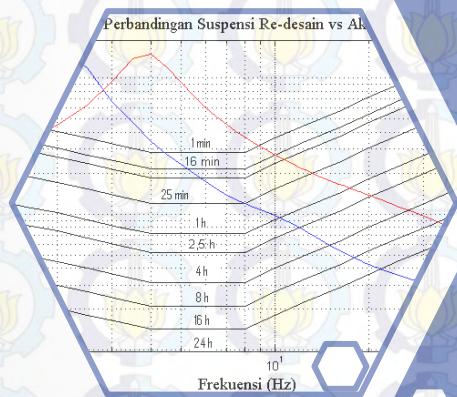
- Amirul Huda : menganalisa sistem suspensi kendaraan multiguna pedesaan dengan pemodelan *half car* dan *quarter car* kemudian membandingkan respon suspensi dengan standar kenyamanan ISO 2631

Hasil yang didapatkan :

- 1) Kemampuan mobil multiguna untuk meredam getaran memiliki performa lebih bagus dari Daihatsu Grandmax
- 2) Dari segi keamanan menurut defleksi ban, kemampuan handling mobil Grandmax lebih baik dari mobil multiguna

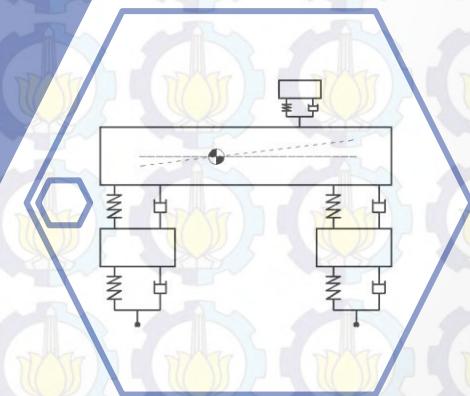
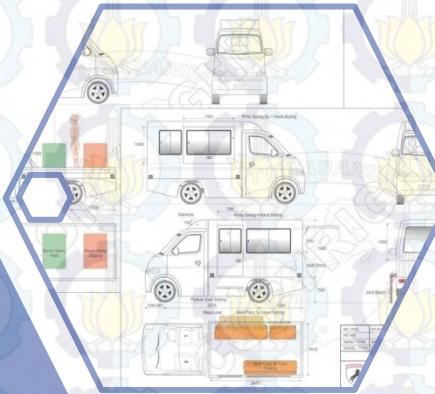
METODOLOGI

Pengumpulan
data parameter
mobil
multiguna



Analisa sistem
suspensi

Perancangan
Ulang Sistem
Suspensi



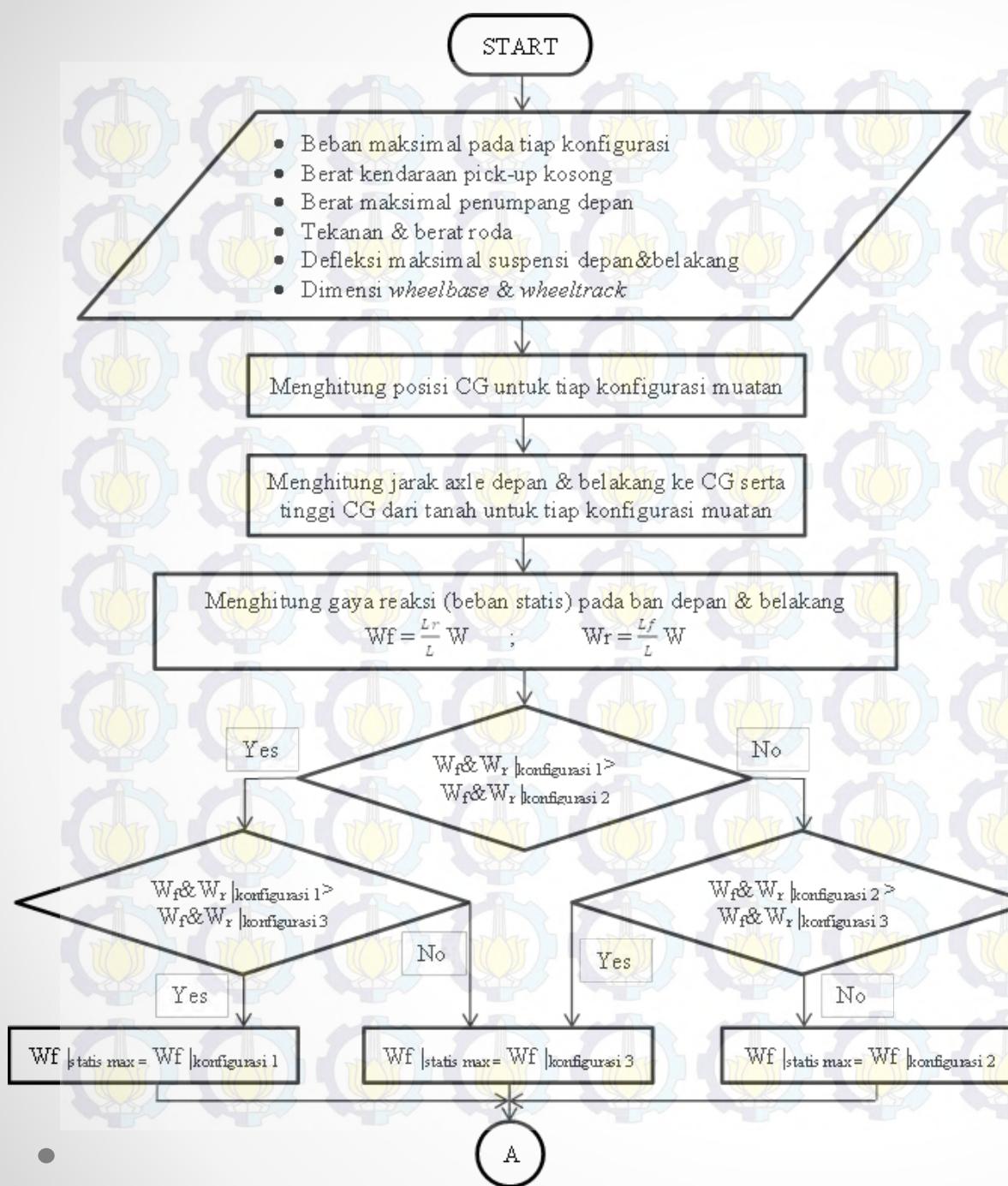
Data Mobil Multiguna Pedesaan

Spesifikasi Mobil Multiguna Pedesaan model Pick-Up	
Dimensi Kendaraan	
Jarak sumbu roda	2,59 m
Jarak roda depan ke CG	1,09 m
Jarak roda belakang ke CG	1,5 m
Data Suspensi	
Defleksi maksimal suspensi depan	10 cm
Defleksi maksimal suspensi belakang	12 cm
Momen inersia bodi kendaraan	2730 kg.m ² [5]
Kekauan pegas depan	27566 N/m
Kekauan pegas belakang	43645,94 N/m [5]
Konstanta peredam depan	3689,83 N/m.s [5]
Konstanta peredam belakang	7009,99 N/m.s [5]
Berat	
Massa muatan penuh	1500 kg [7]
Massa depan	631,27 kg
Massa belakang	868,73 kg
Massa muatan kosong	910 kg [5]
Muatan maksimal	590 kg [5]
Ban (P 135/60 R13)	
Jenis	Radial
Massa ban(m1, m2) (Asumsi)	50 kg
Tekanan ban (Asumsi)	30 psi

Desain Sistem

Suspensi

Flowchart Perancangan
Kekakuan Pegas





Menghitung beban dinamis kendaraan bergerak lurus mengalami perlambatan maksimum :

$$Wf = \frac{2W}{L} [Lr + h(fr + \mu)]$$

$$Wr = \frac{2W}{L} [Lf + h(-fr - \mu)]$$

$$Wf = Wf|_{\text{statis max}} + Wf|_{\text{dinamis}}$$

$$Wr = Wr|_{\text{statis max}} + Wr|_{\text{dinamis}}$$

Menghitung kekakuan pegas depan :

$$K_{sf} = \frac{Wf}{\delta}$$

Menghitung kekakuan pegas belakang :

$$K_{sr} = \frac{2 Wr n E b t^3}{6 Wr L^3}$$

Hasil perancangan kekakuan pegas

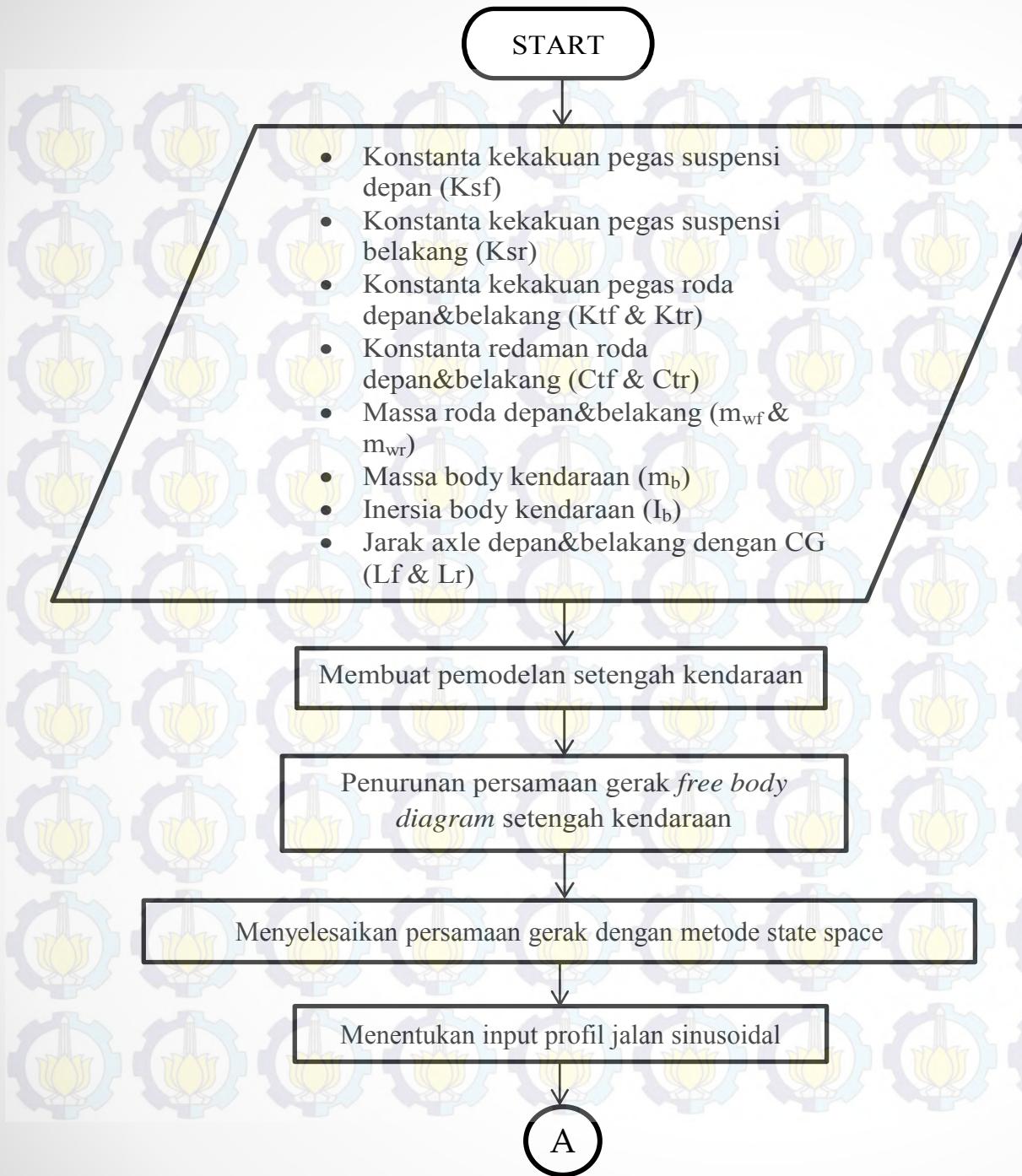
suspensi :

- Ksf
- Ksr

FINISH

Flowchart

Perancangan Konstanta Redaman



A

Simulasi pada MATLAB untuk variasi nilai rasio redaman ($0,3 < \zeta < 0,7$)

Plot grafik respon percepatan (RMS) untuk berbagai nilai rasio redaman

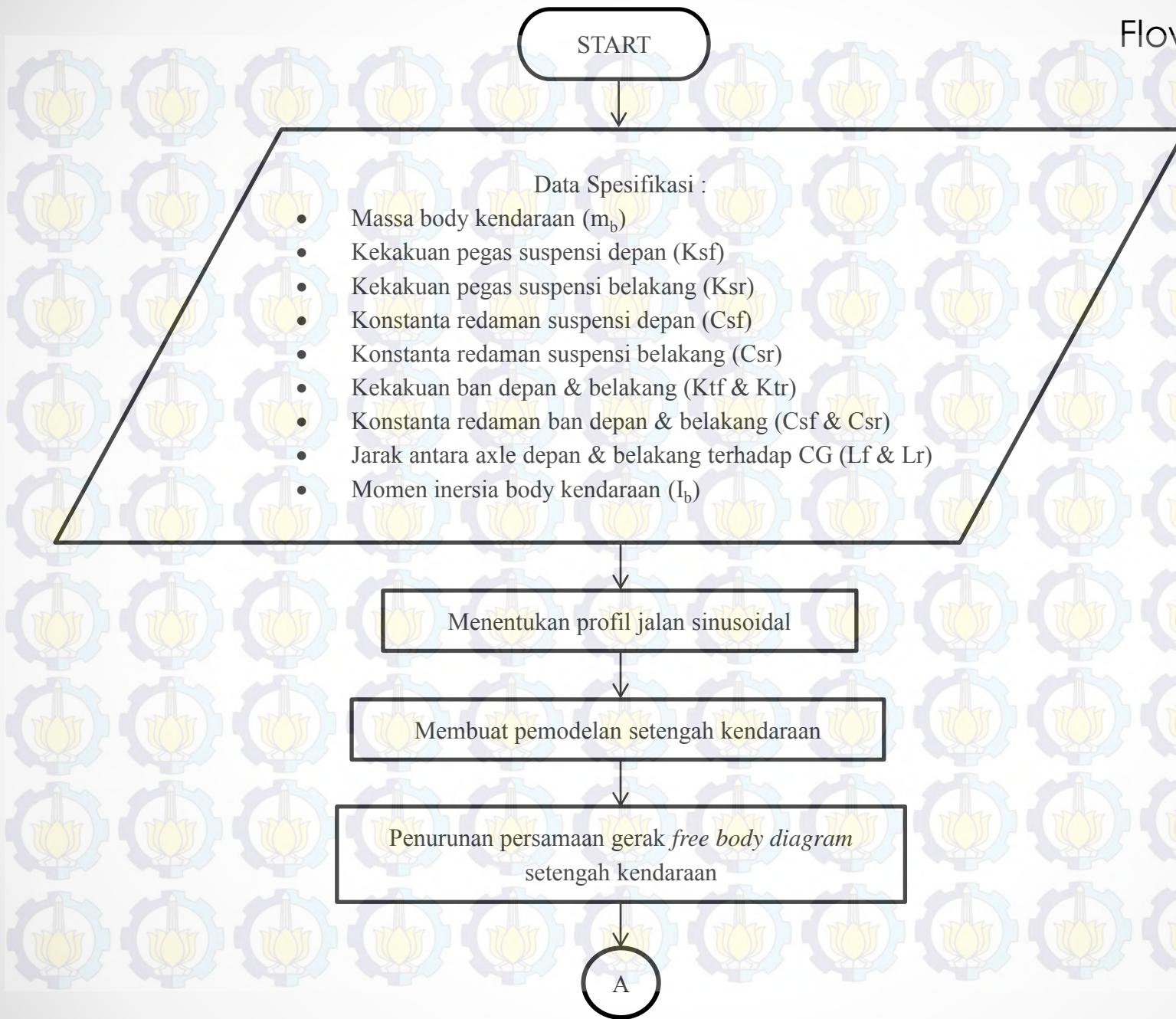
Plot grafik prosentase ban menapak jalan untuk berbagai nilai rasio redaman

Mencari nilai rasio redaman berdasarkan respon percepatan dan prosentase ban menapak jalan

Hasil perancangan redaman suspensi :
-Csf -Csr

FINISH

Flowchart Analisa Suspensi



A

Menyelesaikan persamaan gerak dengan metode state space

Mensimulasikan kedalam software MATLAB

Memplot grafik respon percepatan, defleksi ban, defleksi suspensi
dengan grafik ISO 2631

Kesimpulan dan Saran

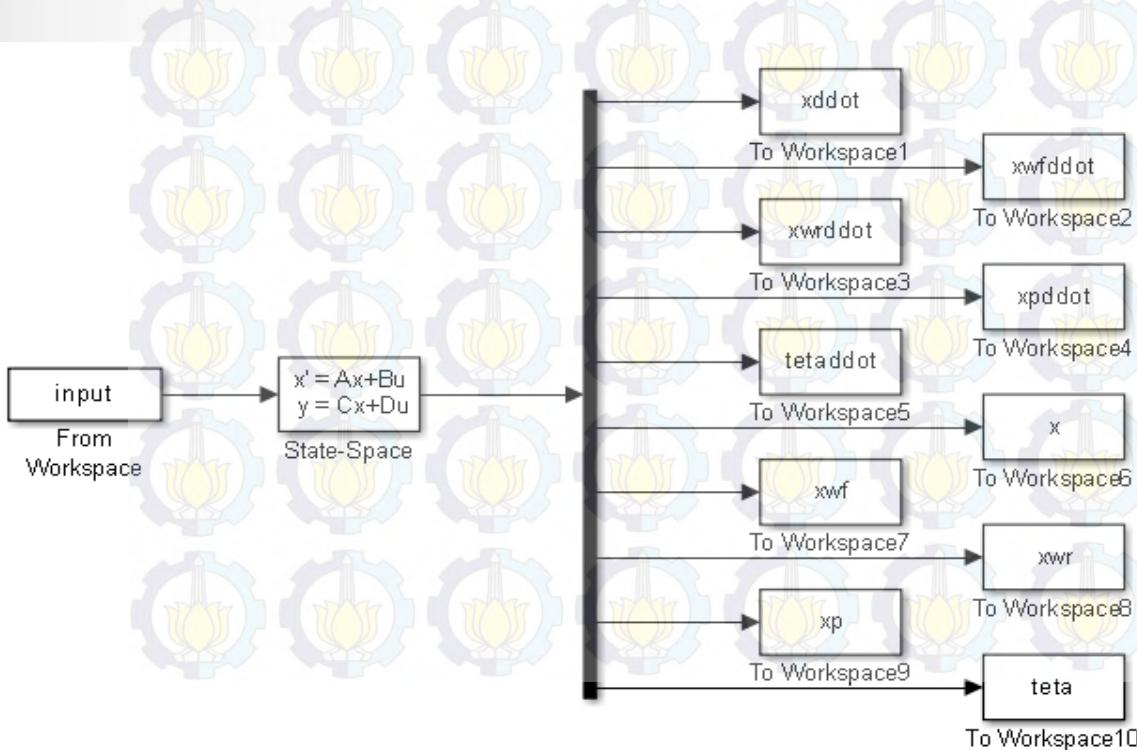
FINISH

Simulasi menggunakan MATLAB

$$\dot{X} = A(t)X(t) + B(t)U(t)$$

$$Y(t) = C(t)X(t) + D(t)U(t)$$

$$X(t) = \begin{bmatrix} x_{wf} \\ \dot{x}_{wf} \\ x_{wr} \\ \dot{x}_{wr} \\ x \\ \dot{x} \\ \theta \\ \dot{\theta} \\ x_p \\ \dot{x}_p \end{bmatrix} \quad Y(t) = \begin{bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{x}_{wf} \\ \ddot{x}_{wr} \\ \ddot{x}_p \\ \ddot{\theta} \\ x \\ \dot{x} \\ \theta \\ \dot{\theta} \\ x_p \\ \dot{x}_p \end{bmatrix}$$
$$U(t) = \begin{bmatrix} \dot{y}_f \\ y_f \\ \dot{y}_r \\ y_r \end{bmatrix}$$



Desain Sistem Suspensi

Perhitungan Kekakuan dan Redaman Ban

$$K_t = 430,0 + 27,9167 (30)$$

$$K_t = 1267,501 \text{ lb/in} = \underline{221973,4385 \text{ N/m}}$$

Redaman ban = 3430 Ns/m

Perhitungan Kekakuan dan Redaman Bantalan Kursi

Dari percobaan Yasmin Garcia-Mendez, BS., dkk :

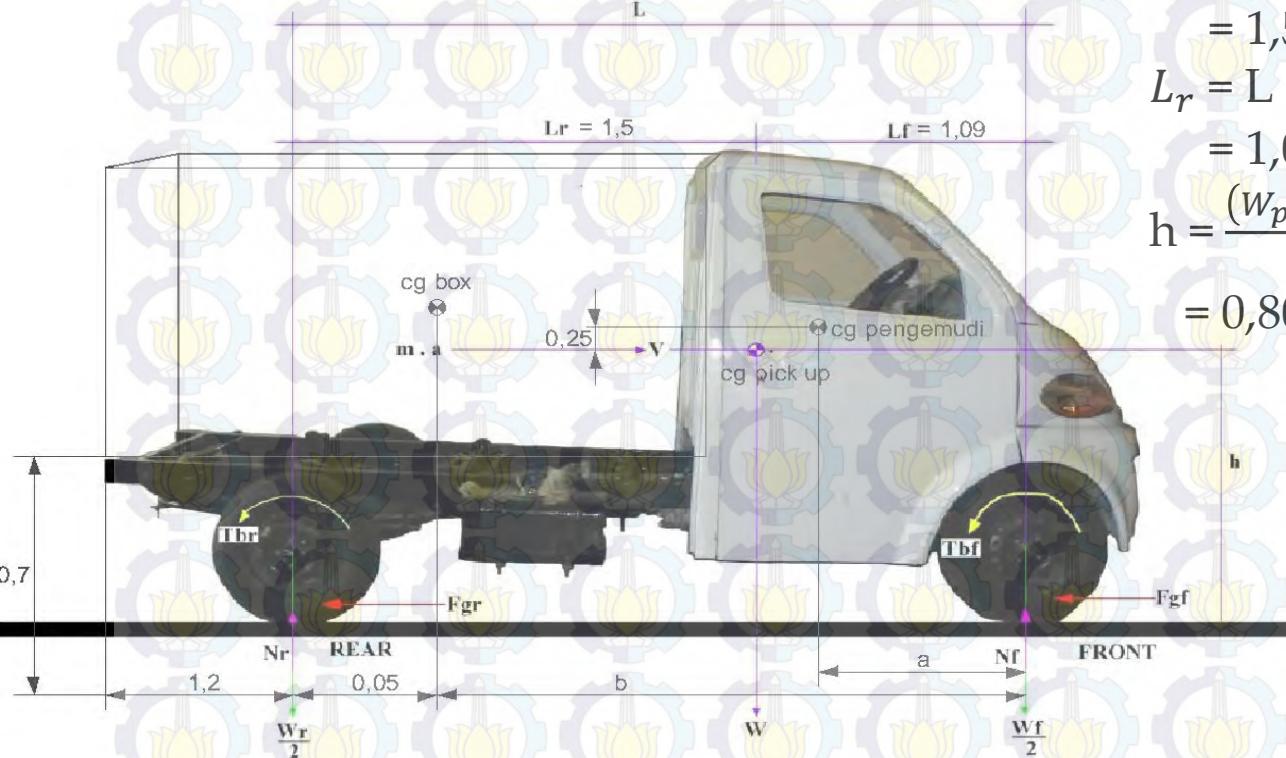
Preload 700 N (asumsi berat pengemudi 75 kg) :

$$k = 36090 \text{ N/m}$$

$$c = 522 \text{ Ns/m}$$

Perhitungan Titik Berat Kendaraan

- Mobil Penumpang & Mobil Toko



$$L_f = \frac{(W_p x L_p) + (W_k x L_f) + (W_m x b)}{W_k + W_m + W_p}$$

$$= 1,56030303 \text{ m}$$

$$L_r = L - L_f$$

$$= 1,02969697 \text{ m}$$

$$h = \frac{(W_p \sin \theta x h_p) + (W_k \sin \theta x h_k) + (W_m \sin \theta x h_{box})}{W_k \sin \theta + W_m \sin \theta + W_p \sin \theta}$$

$$= 0,803836364 \text{ m}$$

$$L_r = 1,5 \text{ m}$$

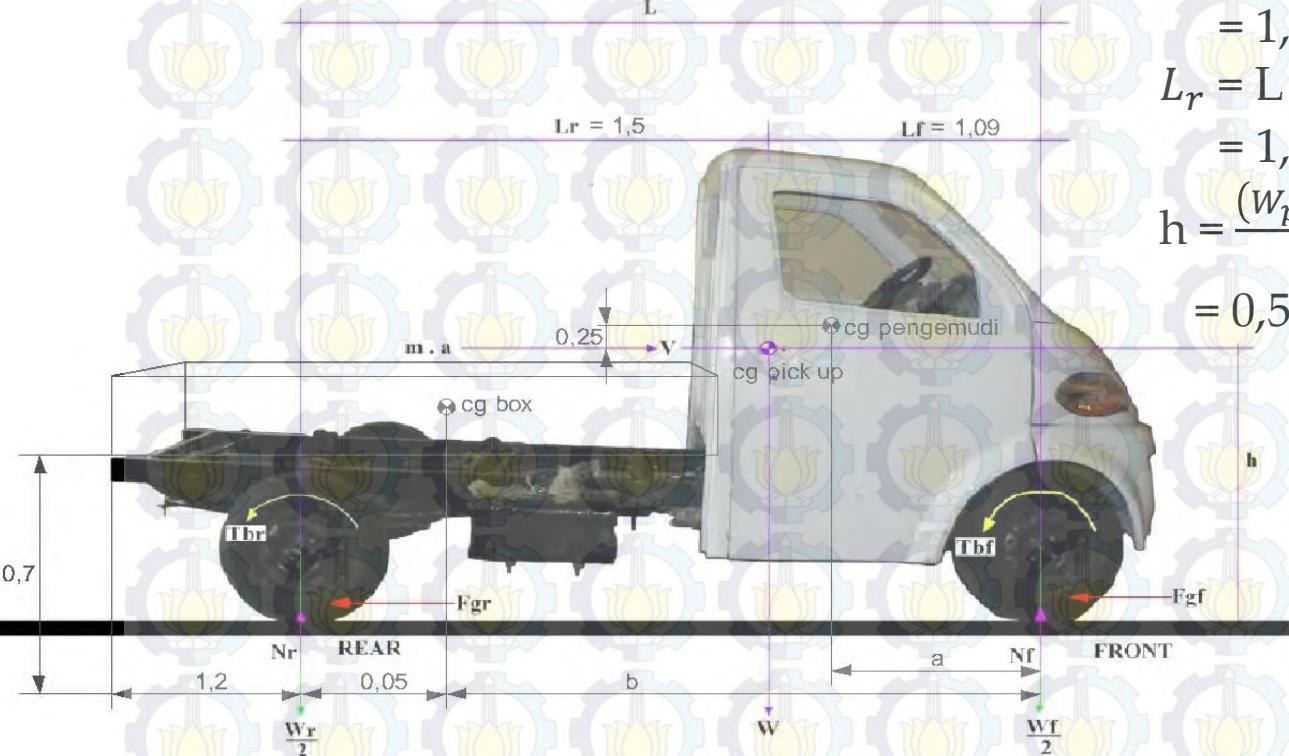
$$L_p = (L_f - a) = 0,53 \text{ m}$$

$$a = 0,56 \text{ m}$$

$$b = (L - 0,05) = 2,54 \text{ m}$$

Perhitungan Titik Berat Kendaraan

- Mobil Pengangkut Barang



$$W_k = 8927,1 \text{ N}$$

$$W_m = 5787,9 \text{ N}$$

$$W_p = 1471,5 \text{ N}$$

$$\bullet \quad h_k = 0,396 \text{ m}$$

$$h_p = (0,25 + h_k) = 0,646 \text{ m}$$

$$h_{box} = (0,7 + 0,145)\text{m} = 0,845 \text{ m}$$

$$L = 2,59 \text{ m}$$

$$L_f = 1,09 \text{ m}$$

$$L_r = 1,5 \text{ m}$$

$$L_p = (L_f - a) = 0,53 \text{ m}$$

$$a = 0,56 \text{ m}$$

$$\bullet \quad b = (L - 0,05) = 2,54 \text{ m}$$

$$L_f = \frac{(W_p x L_p) + (W_k x L_f) + (W_m x b)}{W_k + W_m + W_p}$$

$$= 1,56030303 \text{ m}$$

$$L_r = L - L_f$$

$$= 1,02969697 \text{ m}$$

$$h = \frac{(W_p \sin \theta x h_p) + (W_k \sin \theta x h_k) + (W_m \sin \theta x h_{box})}{W_k \sin \theta + W_m \sin \theta + W_p \sin \theta}$$

$$= 0,579278788 \text{ m}$$

Perancangan Pegas Suspensi

- Perhitungan Beban Statis

$$W_f = \frac{L_r}{L} W_{max} ; \quad W_r = \frac{L_f}{L} W_{max}$$

- Perhitungan Beban Dinamis

$$W_f = \frac{W}{L} [L_r + h(f_r + \mu)] ; \quad W_r = \frac{W}{L} [L_f + h(-f_r - \mu)]$$

Data Mobil Multiguna Untuk Tiap Konfigurasi				
	Mobil Pengangkut Barang	Mobil Penumpang	Mobil Toko	
Lf (m)	1,56030303	1,56030303	1,56030303	
Lr (m)	1,02969697	1,02969697	1,02969697	
L (m)	2,59	2,59	2,59	
h (m)	0,579278788	0,803836364	0,803836364	Max Value
Berat Maksimal (N)	16186,5	16186,5	16186,5	16186,5
Wf statis untuk satu roda depan (N)	3217,604247	3217,604247	3217,604247	3217,604247
Wr statis untuk satu roda belakang (N)	4875,645753	4875,645753	4875,645753	4875,645753
fr (rata-rata pada kendaraan penumpang, jalan aspal)	0,08	0,08	0,08	
μ (rata-rata utk roda lock pada aspal kering)	0,75	0,75	0,75	Max Value
Wf dinamis	4720,015784	5302,426015	5302,426015	5302,426015
Wr dinamis	3373,234216	2790,823985	2790,823985	3373,234216

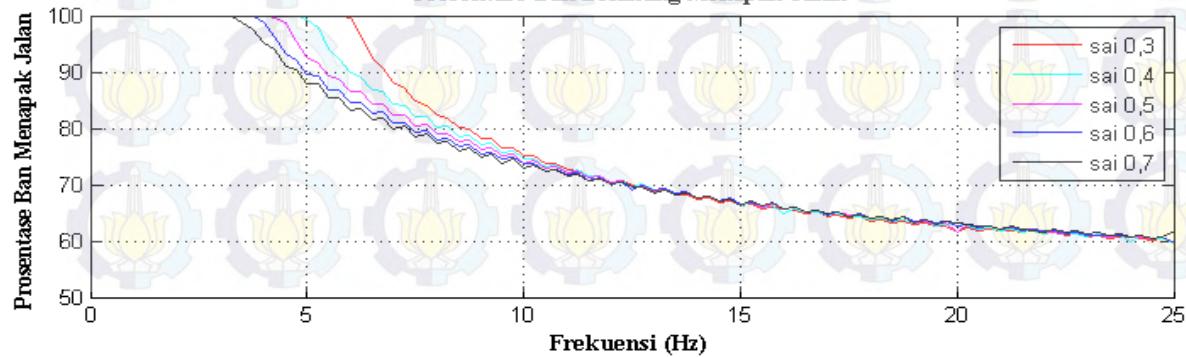
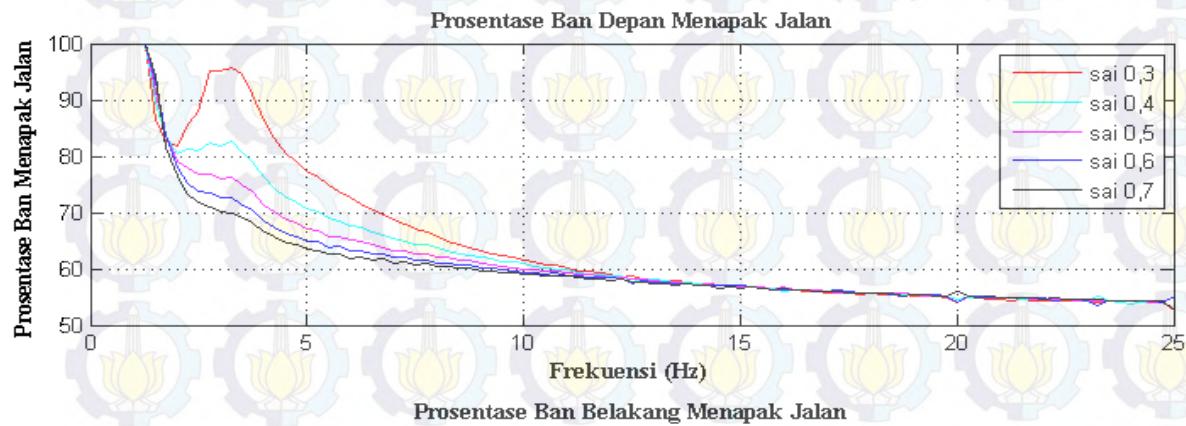
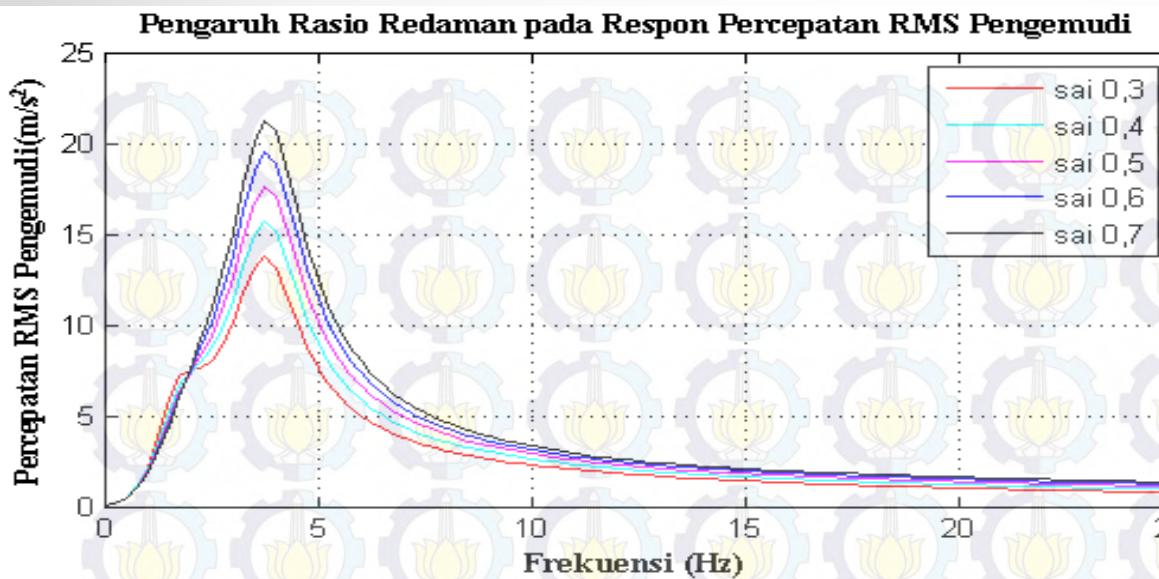
Konstanta Kekakuan dan Dimensi Pegas

Perhitungan Kekakuan Pegas Suspensi	
Defleksi max.suspensi depan (m)	0,1
Defleksi max.suspensi belakang (m)	0,12
Wf max (N)	5302,426015
Wr max (N)	4875,645753
Ksf (N/m)	53024,26015
Ksr (N/m)	40630,38127

Perhitungan Dimensi Pegas Ular (Suspensi Depan)	
Nt, Jumlah Lilitan Total	10
d, Ø kawat (m)	0,025
Ls, Solid Length	0,25
Lf, Free Length	0,365
D, Ø coil (m)	0,12
C, Spring Index	4,8
p, Pitch	0,0365
Na, Jumlah Lilitan Aktif	8,5
L, Panjang Kawat Pegas (m)	3,204424507
T, Tegangan Geser (N/m ²)	136105371,1
SF, Safety Factor	3
Ssy, (N/m ²)	408316113,2
Sy (GPa)	0,704
Material Pegas	AISI 4340 Steel, Normalized (0,71 Gpa)

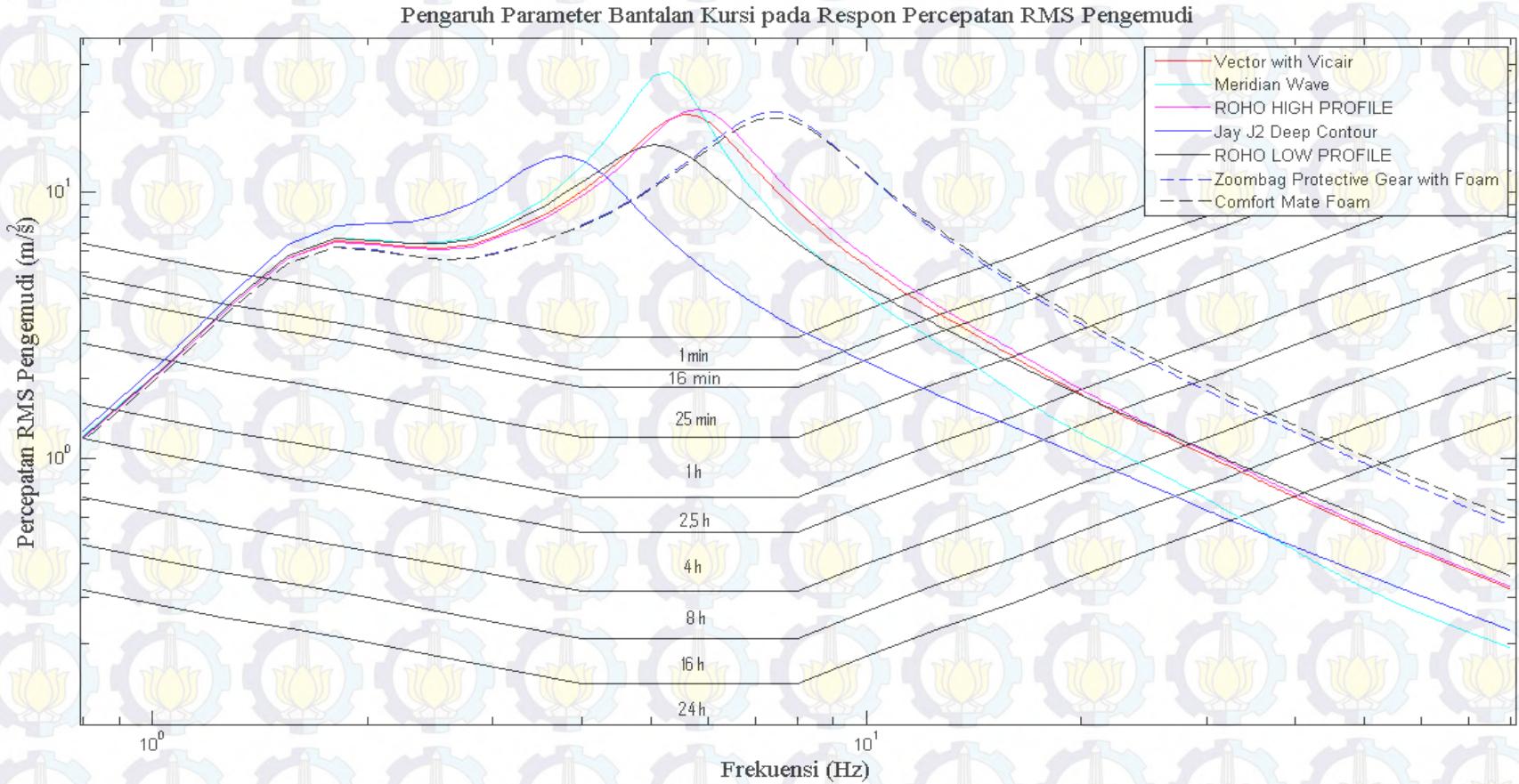
Perhitungan Dimensi Pegas Daun (Suspensi Belakang)	
Wr max	4875,645753
W (reaksi tumpuan)	2437,822876
L, Panjang Pegas Daun (m)	1,2
b, Lebar Pegas Daun (m)	0,065
t, Tebal Pegas Daun (m)	0,033
M, Momen Bending Max. (Nm)	1462,693726
σ, Tegangan Akibat Momen (N/m ²)	123983363,1
SF, Safety Factor	3
Sy, Yield Strength Minimal (GPa)	0,372
Material Pegas	AISI 4130 Steel (0,46 Gpa)

Respon percepatan dan prosentase ban menapak jalan



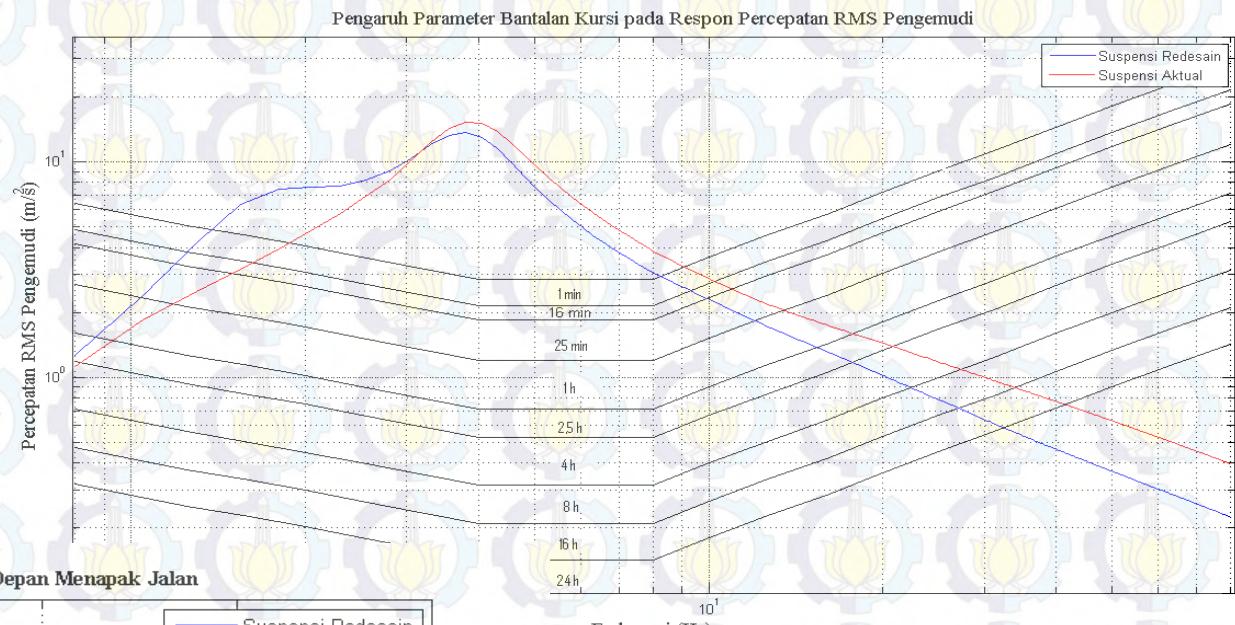
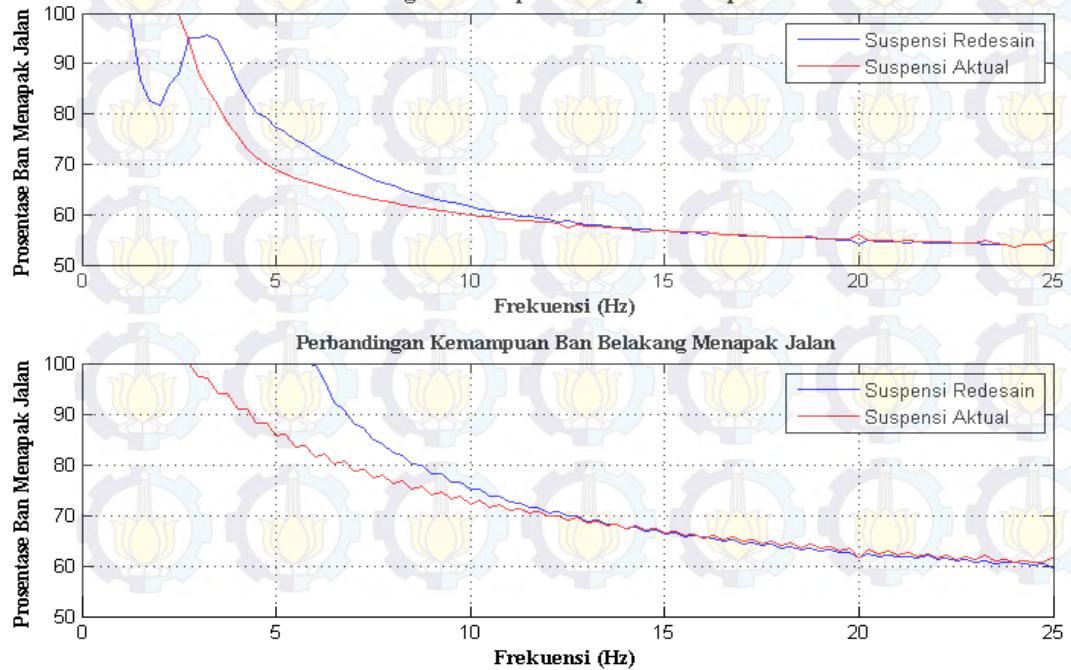
Dipilih rasio redaman sebesar 0,3

Pengaruh Tipe Bantalan Kursi pada Kenyamanan Pengemudi



Analisa

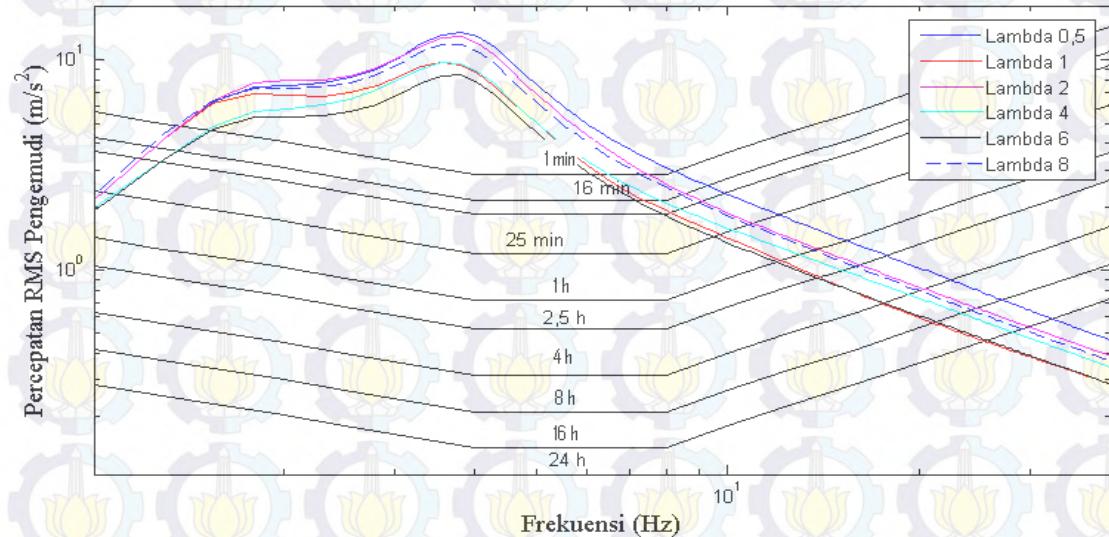
Perbandingan Suspensi Aktual dan Re-desain



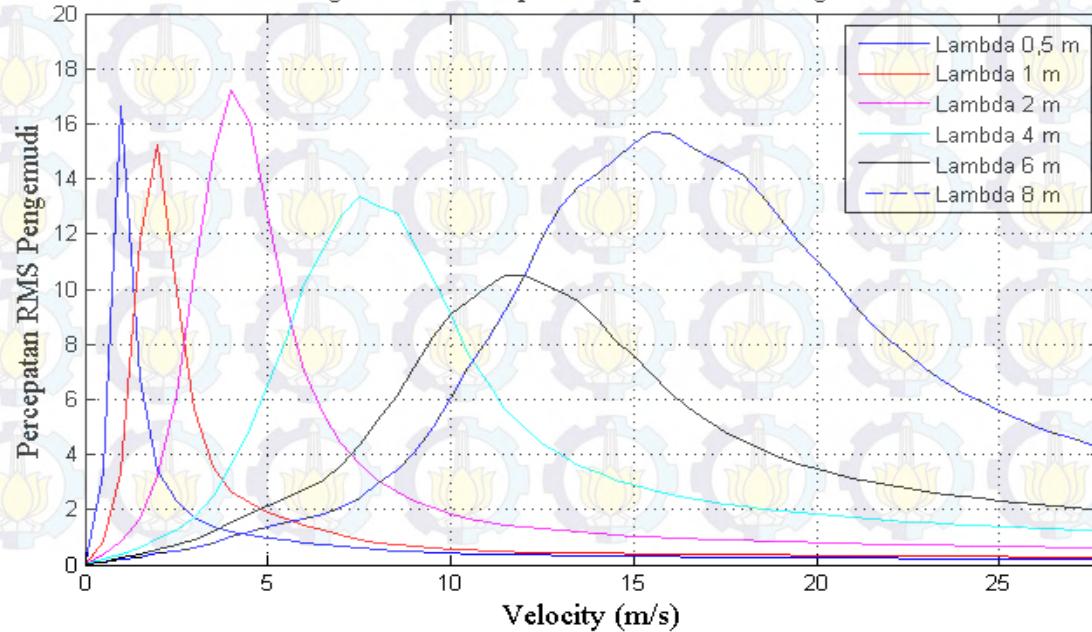
Analisa

Variasi Panjang
Gelombang pada
Respon Percepatan RM
Pengemudi

Perbandingan Respon Percepatan RMS Pengemudi Terhadap Variasi Lambda

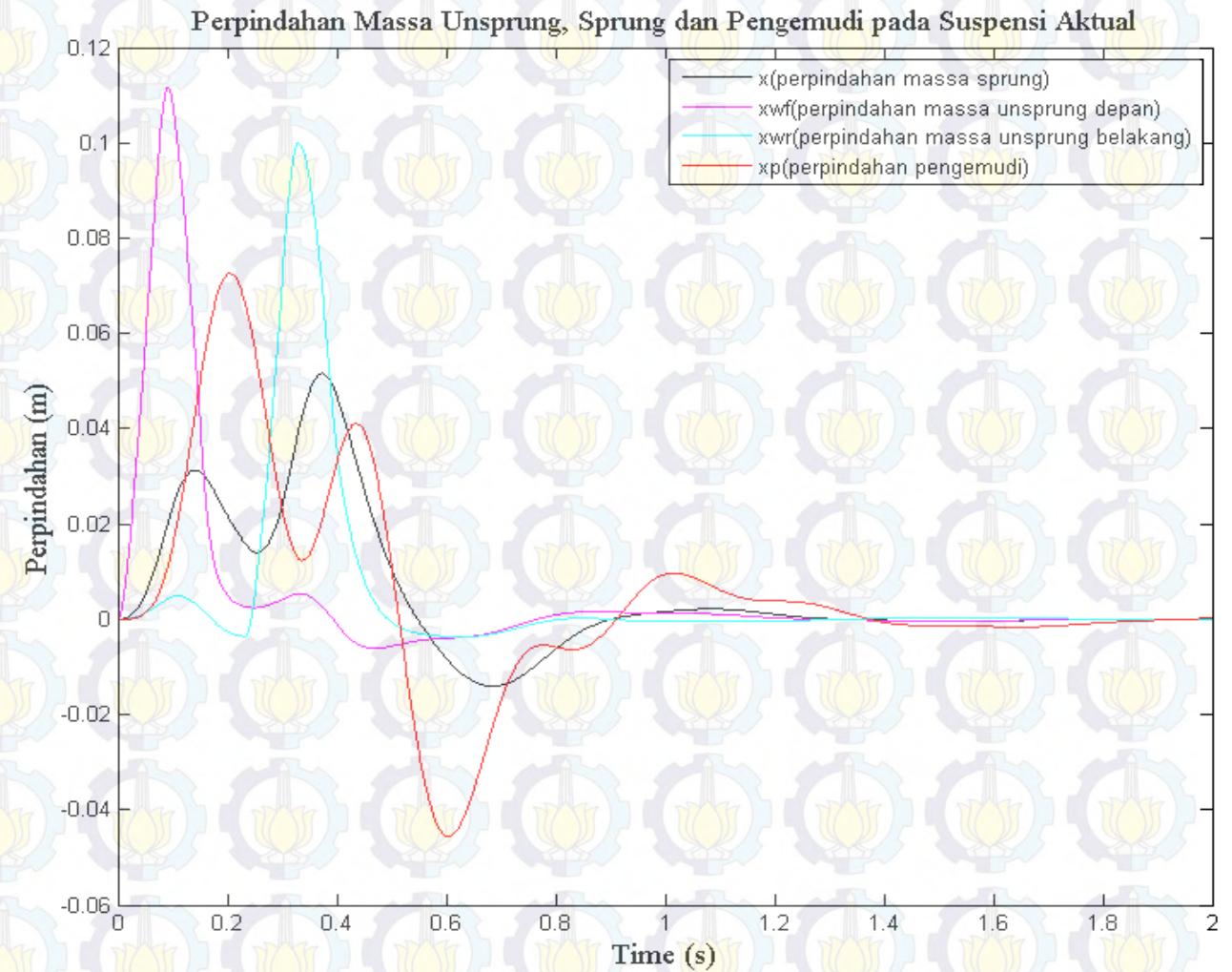


Pengaruh Lambda pada Respon RMS Pengemudi



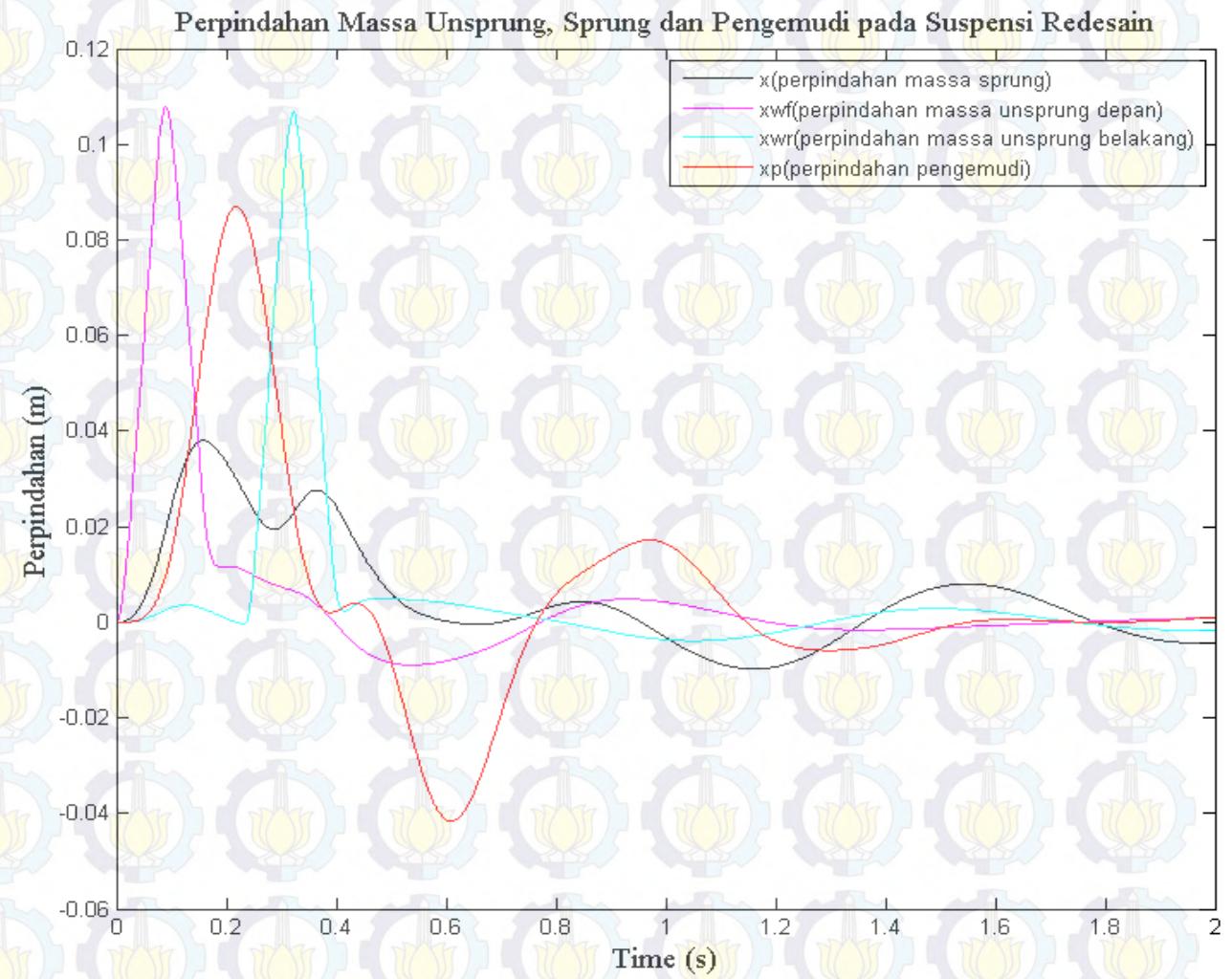
Analisa

Perpindahan
Massa Sprung
dan Unsprung
Suspensi Aktual



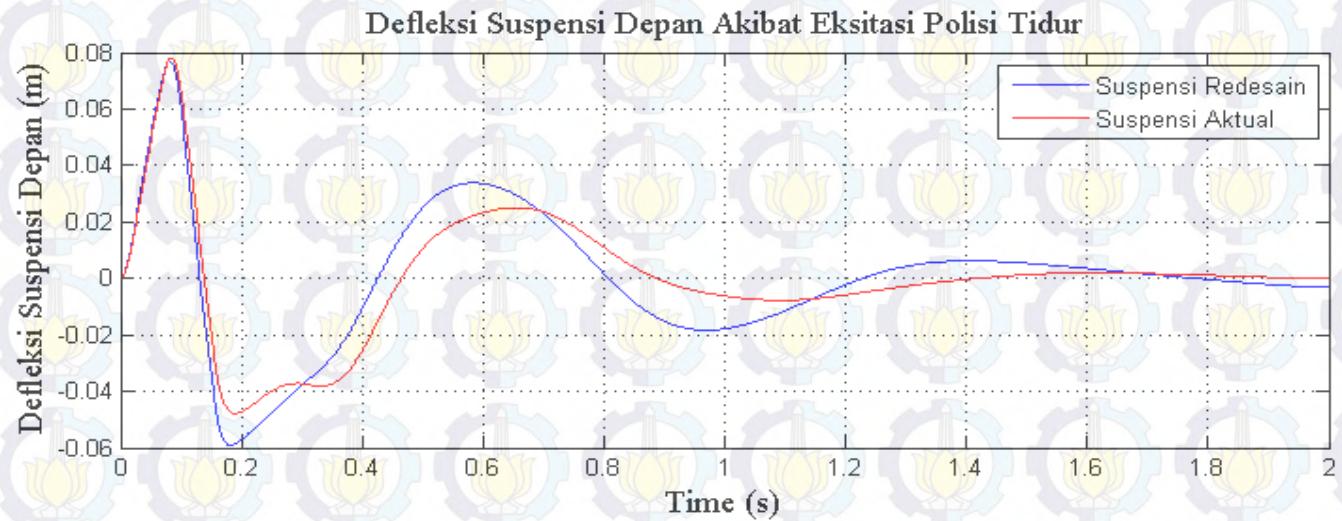
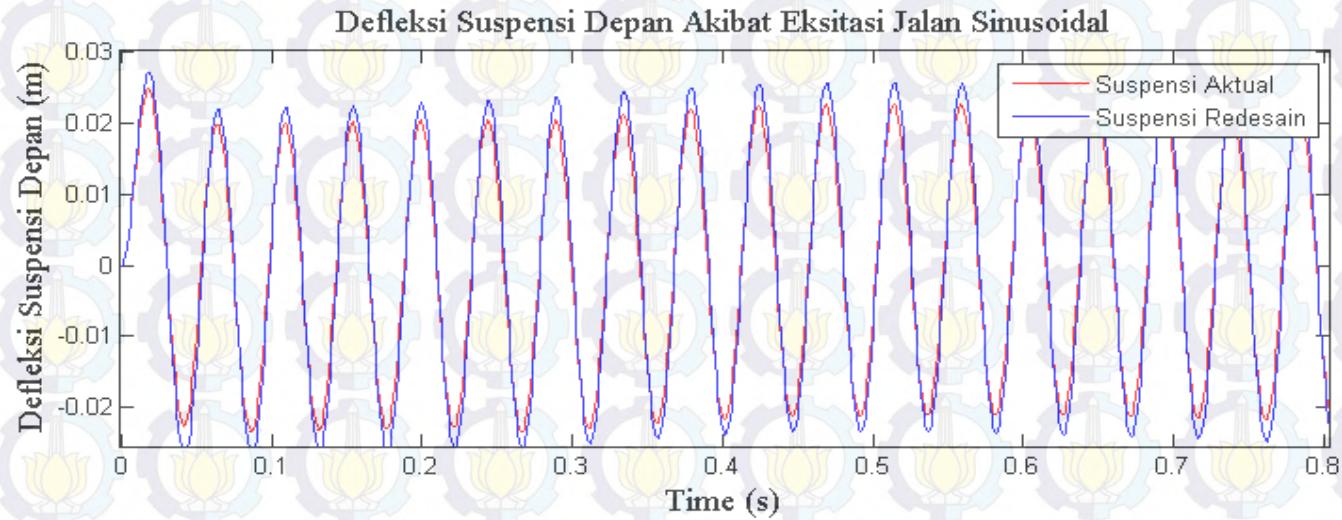
Analisa

Perpindahan
Massa Sprung
dan Unsprung
Suspensi Re-
desain



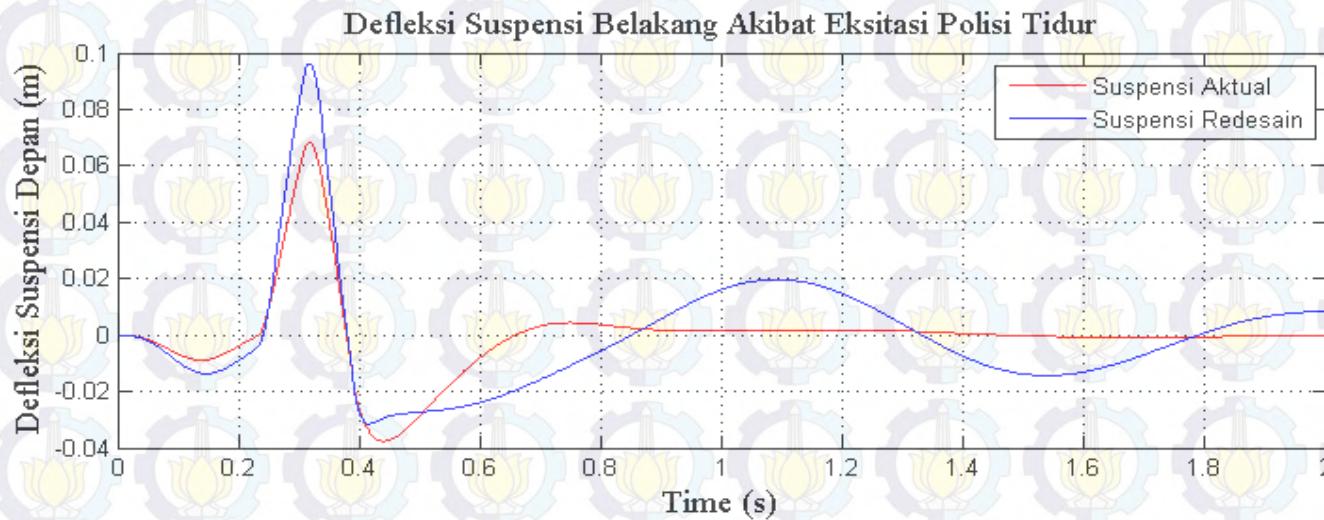
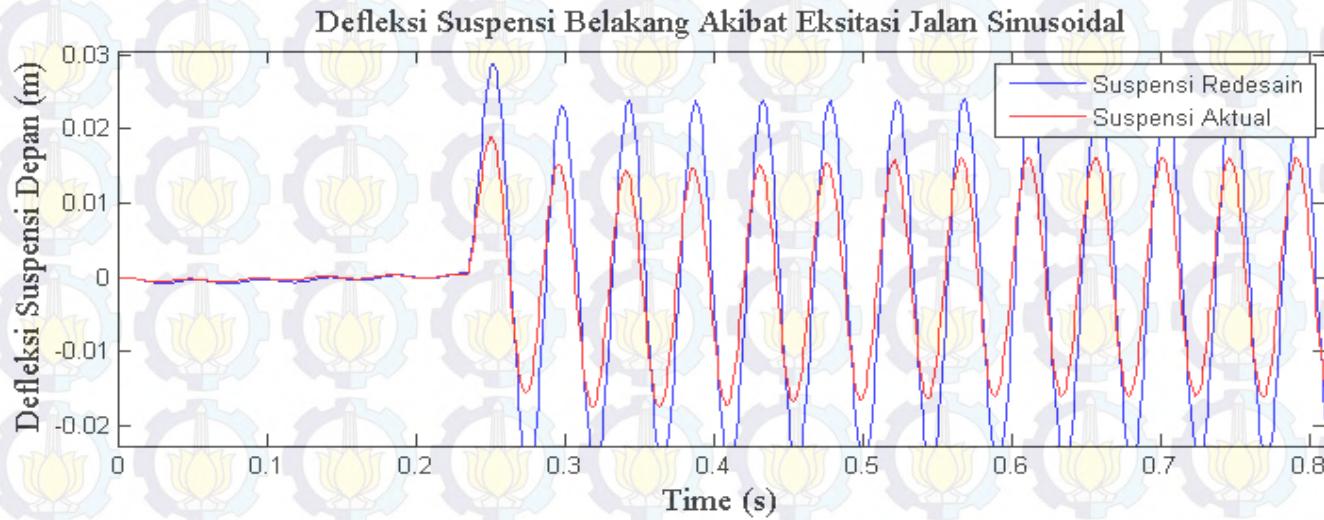
Analisa

Defleksi
Suspensi
Depan



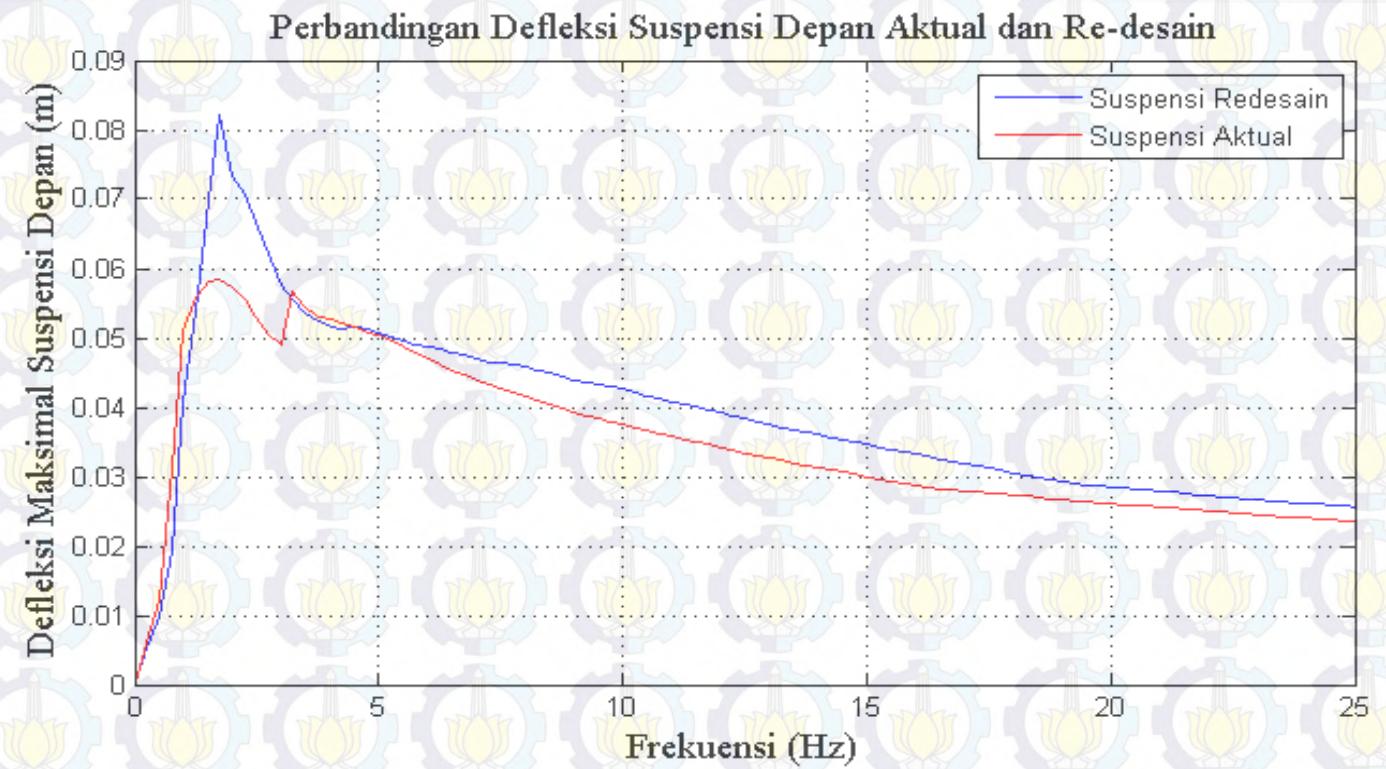
Analisa

Defleksi
Suspensi
Belakang



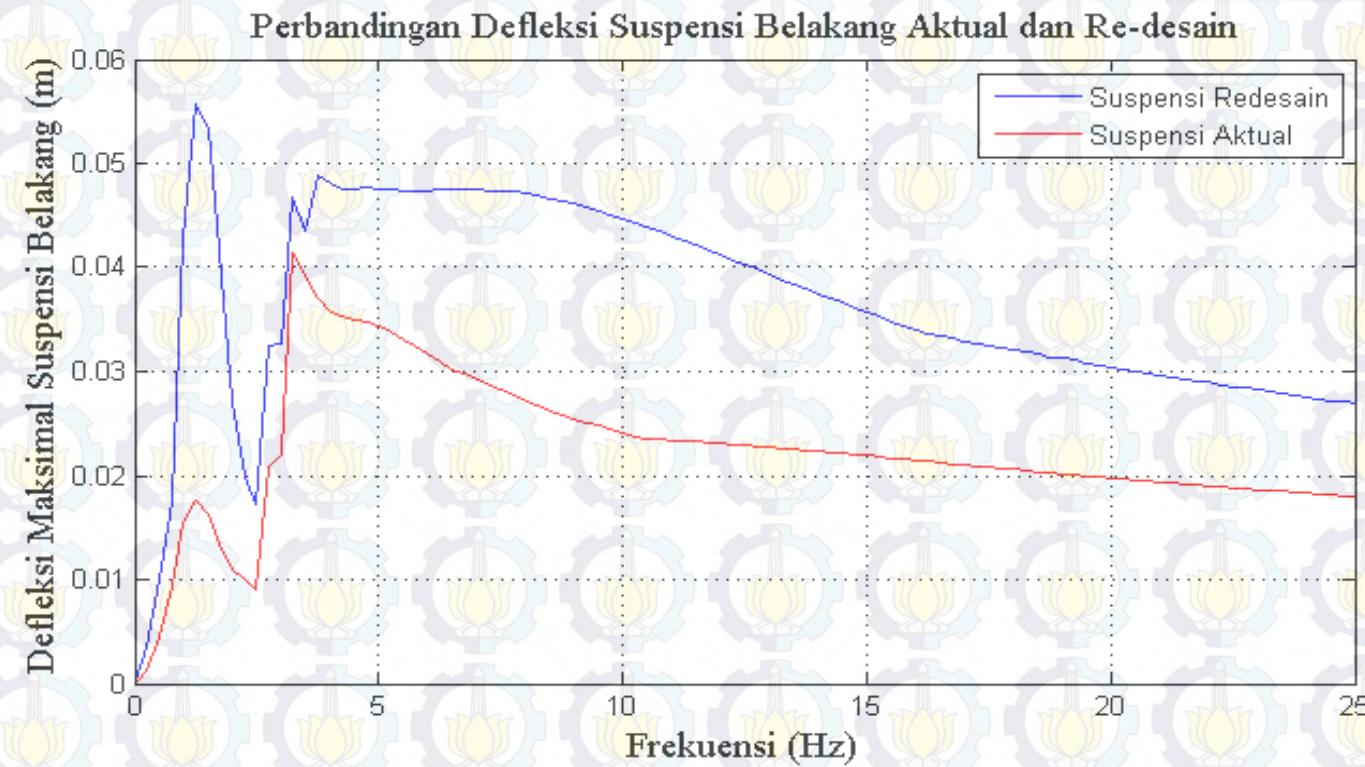
Analisa

Defleksi
Maksimal
Suspensi
Depan



Analisa

Defleksi
Maksimal
Suspensi
Belakang



Kesimpulan

1. Perancangan ulang suspensi mobil multiguna menghasilkan kekakuan pegas depan (K_{sf}) = 53024,26015 N/m, konstanta redaman suspensi depan (C_{sf}) = 2675,5 Ns/m, kekakuan pegas belakang (K_{sr}) = 40630,38127 N/m, dan konstanta redaman suspensi belakang (C_{sr}) = 2342 Ns/m.
2. Berdasarkan ISO 2631, dengan input profil jalan sinusoidal yang mempunyai amplitudo 5 cm dan panjang gelombang 50 cm, perencanaan suspensi menghasilkan kenyamanan yang lebih baik daripada suspensi aktual.
3. Dengan input berupa jalan sinusoidal yang memiliki amplitudo 5 cm dan panjang gelombang 50 cm dan polisi tidur dengan dimensi sesuai ketentuan menteri perhubungan nomor 3 tahun 1994, defleksi yang terjadi pada suspensi redesain berada dibawah batas defleksi maksimal yang diijinkan, yaitu 10 cm untuk suspensi depan dan 12 cm untuk suspensi belakang.

Kesimpulan

4. Analisa kenyamanan menunjukkan bahwa tingkat kenyamanan dapat diperbaiki dengan mengubah bantalan kursi, dimana dari hasil analisa didapatkan parameter bantalan yang lebih baik adalah dengan menggunakan tipe bantalan *Jay J2 Deep Contour*.
5. Analisa keamanan menunjukkan suspensi redesain memiliki kemampuan menapak jalan yang lebih baik daripada suspensi aktual, dimana kemampuan ban depan menapak jalan secara umum lebih baik daripada suspensi aktual
6. Pegas depan menggunakan pegas ulir dan pegas belakang menggunakan pegas daun dengan spesifikasi hasil perancangan ditunjukkan pada tabel 5.1 dan 5.2.

Saran

1. Diperlukan analisa dengan memasukkan parameter nonlinear dari pegas dan juga redaman sistem suspensi supaya hasil dari analisa lebih mendekati kondisi nyata.
2. Karena keterbatasan suspensi pasif, serta fungsi mobil multiguna yang ditujukan untuk beroperasi dengan beberapa variasi fungsi dan pembebaran, maka untuk mendapatkan tingkat kenyamanan yang lebih baik, dapat dilakukan perancangan suspensi semi aktif untuk mobil multiguna pedesaan.

Sekian dan Terimakasih



Mohon Kritik dan Saran