

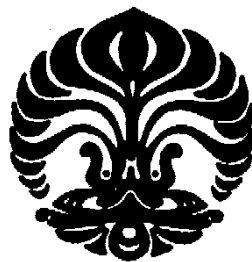
**PERANCANGAN SUSPENSI DEPAN PADA
KENDARAAN MINI BAJA DENGAN MODEL
DOUBLE WISHBONE**

SKRIPSI

Oleh

MUHAMMAD IKHSAN

04 03 02 052 1



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**PERANCANGAN SUSPENSI DEPAN PADA
KENDARAAN MINI BAJA DENGAN MODEL
DOUBLE WISHBONE**

SKRIPSI

Oleh

MUHAMMAD IKHSAN

04 03 02 052 1



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PERANCANGAN SUSPENSI DEPAN PADA KENDARAAN MINI BAJA DENGAN MODEL DOUBLE WISHBONE

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, Juli 2008

Muhammad Ikhsan

NPM 04 03 02 05 21

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PERANCANGAN SUSPENSI DEPAN PADA KENDARAAN MINI BAJA DENGAN MODEL DOUBLE WISHBONE

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 8 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok Juli 2008

Dosen Pembimbing

Wahyu Nirbito

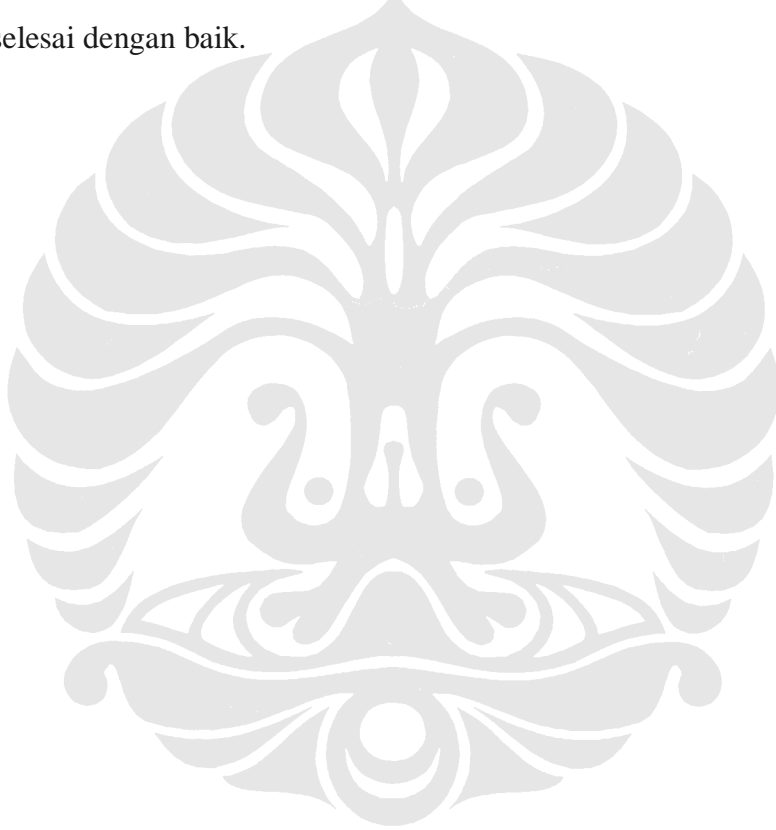
NIP 131 472 308

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Wahyu Nirbito

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



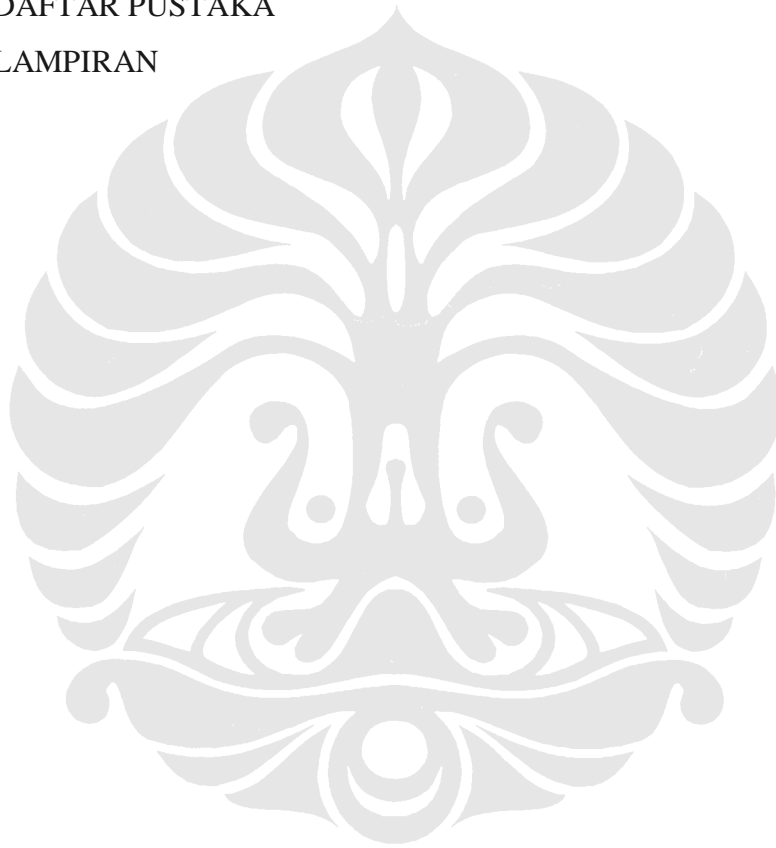
DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
PENGESAHAN	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL DAN GRAFIK	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	4
1.6 SISTEMATIKA PENELITIAN	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. <i>ENGINEERING DESIGN</i>	7
2.2. MATERIAL DAN SIFAT-SIFATNYA	8
2.3 SUSPENSI	11
2.3.1 Pegas	12
2.3.1.1 Pegas Spiral	12
2.3.1.2 Pegas Daun	13
2.3.1.3 Batang Torsi	14
2.3.1.4 Pegas Udara	14
2.3.2 Peredam Kejut	15

2.3.3 Ban	16
2.3.3.1 Dengan Ban Dalam	17
2.3.3.2 Tanpa Ban Dalam (<i>Tubeless</i>)	17
2.3.4 Tipe Sistem Suspensi	18
2.3.4.1 Suspensi Depan	19
2.3.4.2 Suspensi Belakang	20
2.3.5 Mekanisme Kerja Sistem Suspensi	21
2.3.6 Geometri Suspensi	21
2.3.6.1 <i>Wheelbase</i> dan <i>Track width</i>	21
2.3.6.2 <i>Instantaneous center</i>	22
2.3.6.3 <i>Roll center</i>	22
2.3.6.4 <i>Camber Angle</i>	22
2.3.6.5 <i>Caster Angle</i>	23
2.3.6.6 <i>Static toe angle</i>	23
2.3.6.7. <i>Static toe</i>	23
BAB III KONSTRUKSI <i>DOUBLE WISHBONE</i>	24
3.1 SUSUNAN LENGAN	24
3.1.1 Paralel	24
3.1.2 Tidak paralel	25
3.2 SUDUT LENGAN	27
3.3 <i>LINKAGE ANALYSIS</i>	28
3.3.1 <i>Arm Linkage</i>	28
3.3.2 Tidak Ada <i>Offset</i>	30
3.3.3 Dengan <i>Offsets</i>	34
3.4 PEGAS DAN PEREDAM	37
BAB IV PERANCANGAN SISTEM SUSPENSII	39
4.1. <i>BAJA SAE COMPETITION</i>	39
4.1.1 Regulasi Kompetisi Baja SAE	39
4.2 KONSEP DESAIN	40
4.3 <i>EMBODIMENT DESAIN</i>	41
4.3.1 <i>Wheelbase</i>	41
4.3.2 <i>Trackwidth</i>	41

4.3.3	<i>Ground Clearance</i>	41
4.3.4	Massa Kendaraan	42
4.3.5	Titik Pusat Massa Kendaraan	42
4.4	DESAIN KOMPONEN SUSPENSI	45
4.4.1	Roda	45
4.4.2	<i>Knuckle</i>	46
4.4.3	Konstruksi <i>Double Wishbone</i>	46
4.4.3.1	Pemilihan <i>Tube</i>	47
4.4.3.2	Pemilihan <i>Rod End</i>	47
4.4.3.3	Lengan Suspensi	47
4.4.3.4	Pemilihan Material Lengan Suspensi	48
4.4.3.5	<i>Shock Absorber</i>	50
4.4.3.6	Penempatan komponen	51
4.5	<i>DESIGN SUMMARY</i>	51
BAB V PERHITUNGAN DAN ANALISA		53
5.1	PERHITUNGAN	53
5.1.1	Geometri <i>Double Wishbone</i>	55
5.1.2	Ketinggian <i>Roll Center</i>	56
5.1.3	Defleksi Roda (<i>z</i>)	57
5.1.4	Perubahan <i>Camber</i>	57
5.1.5	Perubahan Tapak Ban (<i>tread change</i>)	58
5.2	ANALISA	59
5.2.1	Analisa Kegagalan	59
5.2.2	Analisa Pembebanan Statik	60
5.2.2.1	<i>Safety factor</i> Pembebanan Statik	61
5.2.2.2	Beban dan Tumpuan	62
5.2.2.3	Proses <i>Meshing</i>	63
5.2.2.4	Hasil Analisa Tegangan Von Mises terhadap Pembebanan Statik	64
5.2.3	Analisa Pembebanan Dinamik	65
5.2.3.1	<i>Safety factor</i> Pembebanan dinamik	68
5.2.3.2	Hasil Analisa Tegangan Von Mises terhadap	

Pembebanan dinamik	68
5.2.3.3 Modifikasi Lengan	69
5.2.3.4 Diagram S-N	69
5.2.4 Analisa getaran	70
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	73
6.1 KESIMPULAN	73
6.2 SARAN	74
DAFTAR ACUAN	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	77

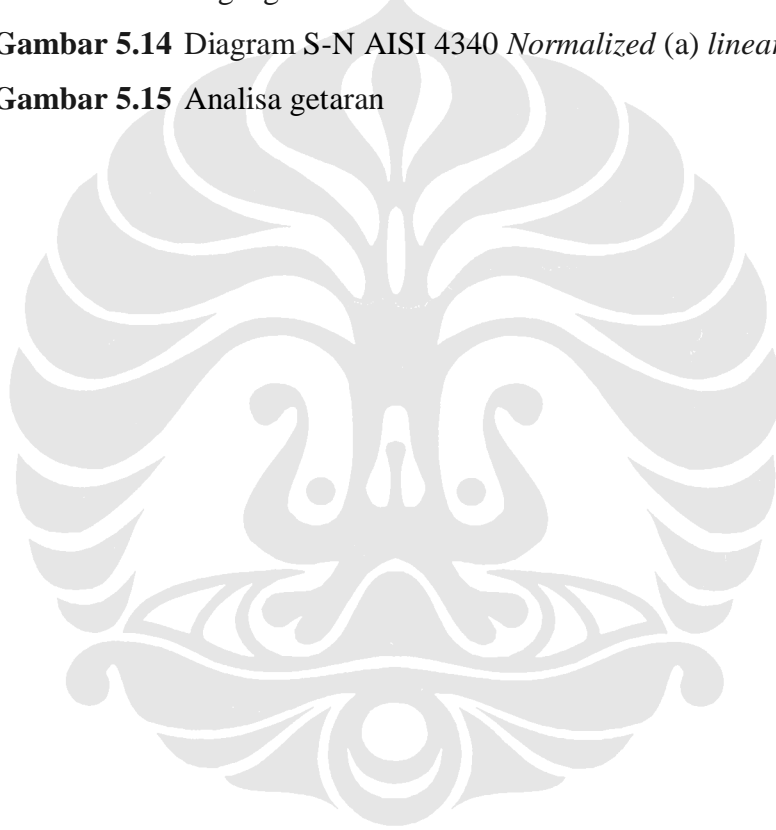


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Mini baja	1
Gambar 1.2 Proses desain	2
Gambar 1.3 Diagram alir penelitian	3
Gambar 2.1 Tahap desain	8
Gambar 2.2 <i>Gerber line, Goodman line, Soderberg Line, dan Yield Line</i>	10
Gambar 2.3 Percepatan vertikal roda	11
Gambar 2.4 Pegas spiral	13
Gambar 2.5 Pegas daun	13
Gambar 2.6 Batang torsi	14
Gambar 2.7 Pegas udara	15
Gambar 2.8 Disipasi peredam kejut	15
Gambar 2.9 Konstruksi umum peredam kejut	15
Gambar 2.10 Jenis peredam kejut	16
Gambar 2.11 Konstruksi <i>bias ply</i> dan <i>radial ply</i>	17
Gambar 2.12 Roda dengan ban dalam	17
Gambar 2.13 Roda tanpa ban dalam	18
Gambar 2.14 <i>Dedion axle</i>	19
Gambar 2.15 <i>Bose suspension</i>	19
Gambar 2.16 Tipe suspensi depan	20
Gambar 2.17 Tipe suspensi belakang	20
Gambar 2.18 <i>Wheelbase</i> dan <i>track width</i>	21
Gambar 2.19 <i>Instantaneous center</i> dan <i>roll center</i>	22
Gambar 2.20 <i>Camber, caster, dan toe</i>	23
Gambar 3.1 <i>Double wishbone</i> pada mini baja	24
Gambar 3.2 Lengan paralel	24
Gambar 3.3 Lengan paralel dengan kemiringan	25

Gambar 3.4	Lengan tidak paralel variasi 1	25
Gambar 3.5	Lengan tidak paralel variasi 2	26
Gambar 3.6	Lengan tidak paralel variasi 3	26
Gambar 3.7	Sudut lengan tampak atas	27
Gambar 3.8	<i>Circular arc</i>	28
Gambar 3.9	Lengan <i>wishbone</i> dengan <i>lift</i>	29
Gambar 3.10	Konfigurasi lengan tanpa <i>offset</i>	30
Gambar 3.11	Konstruksi <i>roll center</i> suspensi depan	32
Gambar 3.12	Lengan ayun positif	33
Gambar 3.13	Konfigurasi lengan dengan <i>offset</i>	34
Gambar 3.14	Perubahan defleksi pegas	37
Gambar 3.15	Pegas dan peredam tidak terbebani	38
Gambar 4.1	<i>SAE Mini Baja Competition</i>	39
Gambar 4.2	Model seperempat kendaraan	41
Gambar 4.3	<i>Ground clearance</i>	42
Gambar 4.4	Konfigurasi kendaraan mini baja	42
Gambar 4.5	Titik berat mesin, pengemudi, dan rangka	43
Gambar 4.6	Titik acuan pada rangka	44
Gambar 4.7	Kondisi permukaan jalan kendaraan	45
Gambar 4.8	Pemodelan <i>knuckle</i>	46
Gambar 4.9	Konsep awal lengan suspensi	47
Gambar 4.10	Susunan lengan perancangan	48
Gambar 4.11	<i>Performance indices</i>	48
Gambar 4.12	<i>Ashby material selection chart</i>	49
Gambar 4.13	Pemodelan <i>shock absorber</i>	50
Gambar 4.14	Penempatan <i>shock absorber</i>	51
Gambar 4.15	Hasil perancangan suspensi depan	52
Gambar 5.1	Bagan penentuan besar <i>massa sprung</i> dan <i>unsprung</i> yang ditumpu tiap roda depan dan belakang	54
Gambar 5.2	Geometri perancangan	55
Gambar 5.3	Lokasi <i>roll center</i> perancangan	56
Gambar 5.4	Permukaan jalan kendaraan	57

Gambar 5.5	Asumsi defleksi roda	57
Gambar 5.6	Gaya pada sistem suspensi depan	60
Gambar 5.7	<i>Free body diagram</i>	62
Gambar 5.8	Posisi beban dan tumpuan lengan bawah	63
Gambar 5.9	Proses <i>meshing</i> lengan bawah	63
Gambar 5.10	Tegangan von mises statik	64
Gambar 5.11	Berat kendaraan tertumpu pada satu roda	66
Gambar 5.12	Tegangan von mises dinamik	68
Gambar 5.13	Tegangan von mises setelah modifikasi	69
Gambar 5.14	Diagram S-N AISI 4340 <i>Normalized (a) linear (b) log-log</i>	70
Gambar 5.15	Analisa getaran	71



DAFTAR TABEL DAN GRAFIK

	Halaman
Tabel 4.1 Titik pusat massa mini baja	44
Tabel 4.2 <i>Material properties</i> AISI 4340	49
Tabel 4.3 <i>Suspension travel</i>	50
Tabel 4.4 Konfigurasi perancangan	52
Tabel 5.1 <i>Safety Factor Characteristics</i> A, B, and C	61
Tabel 5.2 <i>Safety Factor Characteristics</i> D and E	62
Tabel 5.3 Informasi <i>mesh</i>	64
Grafik 3.1 Grafik lengan paralel vs <i>reversed swing arm</i>	27
Grafik 5.1 Perubahan <i>camber</i>	58
Grafik 5.2 Perubahan tapak ban	59
Grafik 5.3 Perubahan nilai tegangan maksimum terhadap waktu	66
Grafik 5.4 <i>Goodman line</i>	67

DAFTAR SINGKATAN



ASME	<i>American Society of Mechanical Engineer</i>
ATV	<i>All Terrain Vehicles</i>
DET	<i>Distortion Energy Theory</i>
IC	<i>Instantaneous Center</i>
ISO	<i>International Standard Organization</i>
MSST	<i>Maximum Shear Stress Theory</i>
RC	<i>Roll Center</i>
SAE	<i>Society of Automotive Engineer</i>

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
c	Koefisien peredaman (Ns/m)
c_{cr}	Koefisien peredaman kritis
D	Diameter (m)
d	<i>Offset upper arm</i>
E	Modulus elastisitas (Pa)
e	<i>Offset lower arm</i>
F	Gaya (N)
f	Frekuensi (Hz)
h	Tinggi (m)
k	Konstanta pegas (N/m)
K_f	<i>Fatigue stress concentration factor</i>
k_f	<i>Surface finish factor</i>
k_m	<i>Miscellaneous factor</i>
k_r	<i>Reliability factor</i>
k_s	<i>Size factor</i>
k_t	<i>Temperature factor</i>
l	<i>Wheelbase (m)</i>
m	Massa (Kg)
m_k	Massa kendaraan (Kg)
n_s	<i>Safety factor</i>
R_r	<i>Total tractive effort (N)</i>
r	Rasio peredaman
S	Jarak (m)

S_e	<i>Modified endurance limit (Pa)</i>
S_e'	Endurance limit under idealized condition (Pa)
S_{ut}	<i>Ultimate strength in tension (Pa)</i>
S_y	<i>Yield strength (Pa)</i>
T	Periode (s)
t	<i>Track width(m)</i>
v	Kecepatan (m/s)
W	Gaya berat (N)
X	Amplitudo yang terjadi (m)
Y	Amplitudo maksimum (m)
y_1	<i>Lateral displacement, upper ball</i>
y_2	<i>Lateral displacement, lower ball</i>
y_3	<i>Lateral displacement at tire contact</i>
Z_{RF}	<i>Roll center (m)</i>
z	<i>Lift of wheel center</i>
z_1	<i>Lift of upper arm ball</i>
z_2	<i>Lift of lower arm ball</i>
σ	Tegangan (Pa)
σ_a	<i>Mean stress (Pa)</i>
σ_{all}	<i>Allowable stress (Pa)</i>
σ_e	Tegangan Von Mises (Pa)
σ_m	<i>Alternating stress (Pa)</i>
σ_{maks}	Tegangan maksimum (Pa)
σ_{min}	Tegangan minimum (Pa)
σ_1	<i>Principal stress 1 (Pa)</i>
σ_2	<i>Principal stress 2 (Pa)</i>
σ_3	<i>Principal stress 3 (Pa)</i>
ε	Regangan
ω	Kecepatan sudut (rad/s)
ω_n	Frekuensi pribadi (rad/s)
γ	<i>Camber (derajat)</i>