

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN SOAL	vi
INTISARI	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR NOTASI	xix
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 PENGERTIAN UMUM	1
1.2 DASAR PERANCANGAN	1
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 METODE PERANCANGAN	3
1.4.1 Penjabaran Tugas (Clarification of The Task)	3
1.4.2 Perancangan Secara Konsep (Conceptual Design)	3
1.4.3 Perancangan Bentuk (Embodiment Design)	4
1.4.4 Perancangan Rinci (Detail Design)	4
1.5 RUANG LINGKUP PEMBAHASAN	4
BAB II : DASAR TEORI	
2.1 KOMPONEN DASAR KENDARAAN	7
2.2 MESIN (ENGINE)	9
2.3 KOPLING (CLUTCH)	9
2.4 TRANSMISI (TRANSMISSIONS)	10
2.5 PENGGERAK AKHIR (FINAL DRIVE)	11
2.6 RANGKA (FRAMES)	12
2.7 PEGAS (SPRINGS)	12



2.8	PEREDAM KEJUT (SHOCK ABSORBERS)	13
2.9	SISTEM KEMUDI (STEERING SYSTEM)	15
2.10	REM (BRAKES)	15
2.11	BAN (TIRES)	17
BAB III : REM		
3.1	PROSES Pengereman	20
3.2	JENIS REM YANG DIGUNAKAN	20
3.2.1	REM UTAMA	20
3.2.2	REM PARKIR	23
3.2.3	REM BANTU	23
3.3	FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES Pengereman	24
3.4	GAYA YANG BEKERJA PADA KENDARAAN	27
3.5	DISTRIBUSI GAYA Pengereman	29
3.6	PERHITUNGAN DISTRIBUSI Pengereman (K_{bf}) OPTIMUM	30
3.6.1	Data Perancangan	30
3.6.2	Nilai Distribusi Beban	31
3.6.3	Penentuan K_{bf} Optimum dan Perlambatan Maksimum ...	31
3.7	MENENTUKAN GAYA Pengereman	34
3.7.1	Data Perancangan	35
3.7.2	Beban Normal Gandar Depan dan Belakang	35
3.7.3	Gaya Pengereman Kedua Roda Depan-Belakang	35
3.8	PERANCANGAN BRAKE DRUM	36
3.8.1	Bahan Brake Drum	37
3.8.2	Diameter Brake Drum	37
3.8.3	Lebar Brake Drum	38
3.9	PERANCANGAN KAMPAS REM	38
3.9.1	Menghitung Torsi Pengereman	38
3.9.2	Brake Factor	39
3.9.3	Tekanan Yang Dibangkitkan Silinder Utama	42
3.9.4	Gaya Tekan Yang Dihasilkan Silinder Roda	42
3.9.5	Gaya Normal Pada Permukaan Gesek	43



3.9.6 Luas Bidang Gesek (Brake Lining)	44
3.9.7 Tekanan Pada Sepatu Rem	45
3.10 WAKTU Pengereman	45
3.11 JARAK Pengereman	48
3.12 DISIPASI PANAS	49
3.12.1 Menghitung Waktu Pengereman Efektif	50
3.12.2 Luas Bidang Gesek Drum	51
3.12.3 Luas Bidang Gesek Kampas Rem	51
3.12.4 Beban Dinamis Gandar Depan & Belakang	51
3.12.5 Energi Kinetik Yang Diubah Menjadi Energi Panas	52
3.12.6 Energi Panas Yang Diserap Drum	52
3.12.7 Energi Panas Yang Diserap Kampas	53
3.12.8 Temperatur Maksimum	53
BAB IV : SUSPENSI	
4.1 PEGAS DAUN	55
4.2 PEGAS DEPAN	56
4.2.1 Gaya Yang Ditumpu Pegas Depan	57
a. Gaya Akibat Berat Kendaraan	57
b. Gaya Akibat Torsi Pengereman.....	58
c. Gaya Akibat Gaya Sentrifugal Ketika Berbelok.....	58
4.2.2 Pemilihan Bahan Pegas	61
4.2.3 Perhitungan Defleksi, Gaya, & Tegangan P. Depan	62
4.2.4 Pengaruh Torsi Pada Pegas Depan	66
4.2.5 Pengaruh Gaya Horizontal Longitudinal (P_{brf})	67
4.2.6 Pengaruh Gaya Lateral (P_{sff})	70
4.2.7 Diameter Mata Pegas (diameter of the eye) Depan	72
4.3 PEGAS BELAKANG	75
4.3.1 Gaya Yang Ditumpu Pegas Belakang.....	75
a. Gaya Akibat Berat Kendaraan.....	76
b. Gaya Akibat Torsi Pengereman.....	76
c. Gaya Akibat Gaya Traksi	76



d. Gaya Akibat Gaya Sentrifugal Ketika Berbelok	77
4.3.2 Pemilihan Bahan Pegas Belakang	78
4.3.3 Perhitungan Defleksi, Gaya, & Tegangan P. Belakang ..	79
4.3.4 Pengaruh Torsi Pada Pegas Belakang	83
4.3.5 Pengaruh Gaya Horizontal Longitudinal (P_{hor})	84
4.3.6 Pengaruh Gaya Lateral (P_{sfr})	87
4.3.7 Diameter Mata Pegas (dia. of the eye) Belakang	89
4.4 PEGAS BANTU (HELPER SPRING)	92
4.4.1 Pemilihan Bahan Pegas Bantu	92
4.4.2 Perhitungan Defleksi, Gaya, & Tegangan P. Bantu	92
4.5 SHOCK ABSORBERS	96
4.5.1 Tujuan Penggunaan	96
4.5.2 Pemilihan Shock Absorbers	97
4.5.3 Double Acting Shock Absorbers	98
BAB V : GANDAR	
5.1 GANDAR DEPAN	101
5.1.1 Bentuk dan Ukuran Gandar Depan	102
5.1.2 Type Steering Head	104
5.1.3 Bahan Gandar Depan	105
5.1.4 Pengukuran Kemudi	106
a. Camber	106
b. Caster	107
c. Inklinasi King-pin	108
d. Toe-in	109
5.1.5 Beban Gandar Depan	109
5.1.6 Penampang dekat Steering Head	110
5.1.7 Alas Pegas (Spring Pad)	111
5.1.8 Perhitungan Momen dan Tegangan	112
5.1.9 Beban pada Bantalan (Bearing Loads)	118
5.1.10 Pemilihan Bantalan Steering Knuckle	120
5.1.11 Diameter Knuckle-pin	121



5.2	GANDAR BELAKANG (REAR AXLES)	122
5.2.1	Gaya pada Gandar Belakang	123
5.2.2	Klasifikasi Live Axles	124
5.2.3	Perhitungan Axle Housing	126
5.2.4	Proses Pembuatan Axle Housing	128
BAB VI : RANGKA		
6.1	BENTUK UMUM DAN DIMENSI RANGKA	130
6.2	BAHAN RANGKA	132
6.3	TEGANGAN PADA RANGKA	133
6.4	PENENTUAN DIMENSI RANGKA.....	133
6.5	PERHITUNGAN BESARAN-BESARAN PENAMPANG PROFIL.....	136
6.6	PERHITUNGAN MOMEN	138
6.6.1	Distribusi Momen Puntir	140
6.6.2	Distribusi Momen Lengkung	142
6.7	PERHITUNGAN TEGANGAN	144
6.7.1	Tegangan Akibat Momen Puntir	144
6.7.2	Tegangan Akibat Momen Lengkung	147
BAB VII : KEMUDI		
7.1	RODA GIGI KEMUDI (STEERING LINKAGE)	151
7.1.1	Worm dan Sector	152
7.1.2	Worm dan Roller	153
7.1.3	Cam dan Lever	153
7.1.4	Recirculating Ball	156
7.2	STEERING LINKAGES	157
7.3	POWER STEERING	158
7.4	RADIUS PUTAR	161
7.5	GEOMETRI KEMUDI	163
7.6	PERHITUNGAN GAYA	166
BAB VIII : STABILITAS		
8.1	STABILITAS LATERAL	168
8.1.1	Data Perancangan.....	170



8.1.2	Kecepatan Kritis Saat Membelok	171
a.	Tinjauan terhadap resiko terguling lateral	171
b.	Tinjauan terhadap resiko tergeser lateral	172
8.1.3	Sudut Kemiringan Jalan	172
a.	Tinjauan terhadap resiko terguling lateral	173
b.	Tinjauan terhadap resiko tergeser lateral	173
8.2	STABILITAS LONGITUDINAL	174
8.2.1	Sudut Tanjakan Jalan Saat Kendaraan Naik	174
a.	Tinjauan terhadap resiko terguling longitudinal	174
b.	Tinjauan terhadap resiko tergeser longitudinal	175
8.2.2	Sudut Tanjakan Jalan Saat Kendaraan Turun	176
a.	Tinjauan terhadap resiko terguling longitudinal	176
b.	Tinjauan terhadap resiko tergeser longitudinal	177
BAB IX : KESIMPULAN		
	KESIMPULAN	178
	KATA PENUTUP.....	181
	DAFTAR PUSTAKA	182
	LAMPIRAN	184

DAFTAR GAMBAR

	halaman
BAB II : DASAR TEORI	
Gbr. 2-1 Komponen-komponen kendaraan	8
BAB III : REM	
Gbr. 3-1 Rem hidrolis dua jalur berbantuan vakum	21
Gbr. 3-2 Boster rem pada rem hidrolis berbantuan vakum	22
Gbr. 3-3 Rem gas buang (rem dengan tekanan dinamis)	24
Gbr. 3-4 Gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan	27
Gbr. 3-5 Grafik hubungan antara K_{bf} dengan perlambatan	35
Gbr. 3-6 Rem Duplex (roda depan)	40
Gbr. 3-7 Rem Duplex Ganda (roda belakang)	40
Gbr. 3-8 Gaya-gaya yang bekerja pada brake drum	41
Gbr. 3-9 Grafik hub. antara kecepatan dengan t pengereman	47
BAB IV : SUSPENSI	
Gbr. 4-1 Komponen-komponen pegas depan	57
Gbr. 4-2 Gaya-gaya reaksi akibat gaya sentrifugal	59
Gbr. 4-3 Gaya vertikal & horizontal pada pegas utama (p. depan)	68
Gbr. 4-4 Gaya lateral pada pegas utama (pegas depan)	71
Gbr. 4-5 Gambar pena pegas dan shackle (pegas depan)	72
Gbr. 4-6 Pegas belakang yang dilengkapi dengan pegas bantu	75
Gbr. 4-7 Gaya vertikal dan horizontal pada p. utama (p. belakang)	85
Gbr. 4-8 Gaya lateral pada pegas utama (pegas belakang)	88
Gbr. 4-9 Gambar pena pegas dan shackle (pegas belakang)	89
Gbr. 4-10 Penampang melintang double-acting shock absorber	98
BAB V : GANDAR	
Gbr. 5-1 Tiga tipe gandar depan	102
Gbr. 5-2 Tiga macam bentuk profil I pada gandar depan	103
Gbr. 5-3 Ukuran profil I gandar dapan	103
Gbr. 5-4 Steering Head type Reverse Elliott pada gandar depan	105



Gbr. 5-5	Sudut camber positif pada roda depan	107
Gbr. 5-6	Sudut caster positif pada roda depan	108
Gbr. 5-7	Sudut Inklinasi King-pin pada roda depan	108
Gbr. 5-8	Toe-in pada roda depan	109
Gbr. 5-9	Gaya yang menimbulkan momen pada gandar depan	112
Gbr. 5-10	Penampang melintang Gandar Profil I0	113
Gbr. 5-11	Gaya-gaya yang bekerja pada Knuckle Kemudi	119
Gbr. 5-12	Thrust Bearing pada Knuckle Kemudi	120
Gbr. 5-13	Skema gaya yang berkerja pada Knuckle-pin	121
Gbr. 5-14	Penampang Non-Floating Driving Axle	123
Gbr. 5-15	Full-Floating Axle	124
Gbr. 5-16	Semi-Floating Axle	124
Gbr. 5-17	Three-Quarter Floating Axle	125
Gbr. 5-18	Proses pembuatan Axle Housings (Forged Housings)	128
BAB VI : RANGKA		
Gbr. 6-1	Bentuk rangka standard dan tipe drop-center	131
Gbr. 6-2	Dimensi konstruksi rangka	134
Gbr. 6-3	Distribusi beban pada rangka	135
Gbr. 6-4	Dimensi profil Canal (dalam mm)	136
Gbr. 6-5	Lambang dimensi dalam perhitungan profil Canal	136
Gbr. 6-6	Distribusi momen puntir pada rangka	142
Gbr. 6-7	Diagram gaya geser dan momen lengkung	143
Gbr. 6-8	Penampang profil Canal pada long member	144
Gbr. 6-9	Distribusi tegangan geser pada web dan flens	149
BAB VII : KEMUDI		
Gbr. 7-1	Worm dan sector steering gear	153
Gbr. 7-2	Worm dan roller steering gear	154
Gbr. 7-3	Tipe-tipe cam dan lever steering gear	155
Gbr. 7-4	Recirculating ball steering gear (hidraulis)	156
Gbr. 7-5	Steering linkage assembly	157
Gbr. 7-6	Aliran fluida ketika putaran kemudi ke kiri	160



Gbr. 7-7	Aliran fluida ketika putaran kemudi ke kanan	161
Gbr. 7-8	Radius putar kendaraan	162
Gbr. 7-9	Geometri sistem kemudi	164
Gbr. 7-10	Kurva karakteristik sudut kemudi	165
Gbr. 7-11	Ukuran batang-batang kemudi	166
BAB VIII : STABILITAS		
Gbr. 8-1	Pengetesan stabiilitas lateral kendaraan	169
Gbr. 8-2	Gaya pada kendaraan yang membelok di jalan datar	171
Gbr. 8-3	Gaya pada kendaraan yang melewati jalan miring	172
Gbr. 8-4	Gaya pada kendaraan yang menaiki tanjakan	174
Gbr. 8-5	Gaya pada kendaraan yang menuruni tanjakan	176

DAFTAR TABEL

	halaman
BAB III : REM	
Tabel 3-1 Average coefficients of friction betwen tires & road	25
Tabel 3-2 Hasil perhitungan $\{\delta_{rot.}(a/g)\}$ dengan berbagai K_{bf}	33
BAB IV : SUSPENSI	
Tabel 4-1 Distribusi tebal plat pegas depan	63
Tabel 4-2 Panjang dan tebal masing-masing plat pegas depan	64
Tabel 4-3 Distribusi tebal plat pegas belakang	80
Tabel 4-4 Panjang dan tebal plat pegas utama belakang	81
Tabel 4-5 Distribusi tebal plat pegas bantu belakang	94
Tabel 4-6 Panjang dan tebal masing-masing plat pegas bantu	94
BAB V : GANDAR	
Tabel 5-1 Momen yang diijinkan untuk berbagai gandar depan	104
BAB VI : RANGKA	
Tabel 6-1 Physical Properties of Frame Steels	132
Tabel 6-2 Beban pada casis	134
Tabel 6-3 Hasil perhitungan besaran-besaran pada profil canal	138



DAFTAR NOTASI

μ	=	faktor adhesi jalan
ρ	=	masa jenis udara, kg/m^3
θ	=	sudut brake shoe, $^{\circ}$
β	=	kemiringan permukaan jalan pada daerah belokan, $^{\circ}$
δ	=	besarnya defleksi sudut akibat torsi, $^{\circ}$
μ_1	=	koefisien gesek ke arah lateral permukaan jalan
η_b	=	efisiensi tuas pedal rem
λ_{ban}	=	faktor koreksi tinggi profil ban, m
μ_d	=	koefisien gesek antara kampas rem dengan drum
α_d	=	difusifitas panas, m^2/s
δ_i	=	sudut kemudi dalam, $^{\circ}$
δ_o	=	sudut kemudi luar, $^{\circ}$
θ_s	=	sudut tanjakan maksimum, $^{\circ}$
ΔT	=	besarnya perubahan temperatur akibat pengereman, $^{\circ}\text{C}$
σ_T	=	tegangan yang terjadi pada plat utama, psi
η_t	=	efisiensi transmisi
τ_{web}	=	tegangan geser yang terjadi pada web, MPa
A_{bl}	=	luas bidang gesek (brake lining), m^2
A_d	=	luas bidang gesek drum, m^2
A_f	=	luas penampang frontal kendaraan, m^2
A_k	=	luas bidang gesek kampas rem, m^2
a_{max}	=	perlambatan maksimum kendaraan, m/s^2
a_r	=	pengaruh bagian yang berputar terhadap energi kinetik
b	=	lebar drum, lebar kampas rem, m
B	=	faktor penguat akibat pemakaian bantuan vakum



- BF = brake factor
- c = jarak antara kedua sumbu roda, m
- C_D = koefisien hambatan udara
- c_d = panas jenis bahan drum, J/kg.⁰C
- D = diameter roda, m
- d = diameter drum, m
- d_1 = diameter drum roda depan, m
- d_2 = diameter drum roda belakang, m
- d_{eyes} = diameter spring eyes, in
- d_{mc} = diameter master silinder utama (master cylinder), m
- d_{pin} = diameter pena pegas, in
- d_{rim} = diameter rim roda, m
- d_{wf} = diameter dalam silinder roda depan, m
- d_{wf} = diameter dalam silinder roda depan, m
- d_{wr} = diameter dalam silinder roda belakang, m
- E = modulus elastisitas bahan, lb/in², psi
- E_d = energi panas yang diserap drum, Joule/m²
- E_k = energi panas yang diserap kampas, Joule/m²
- F_b = gaya pengereman total, kg
- F_{bf} = gaya pengereman pada kedua roda depan, kg
- F_{br} = gaya pengereman pada kedua roda belakang, kg
- F_f = gaya dorong silinder roda terhadap sepatu rem depan, kg
- F_f = gaya tekan yang dihasilkan silinder roda depan, N
- F_p = gaya injakan kaki pengemudi pada pedal rem, kg
- F_p = besarnya gaya tangan pengemudi untuk membelokkan kendaraan, N
- F_{ps} = faktor penguat dari power steering
- f_r = faktor gesekan jalan (rolling resistance)



- F_r = gaya tekan yang dihasilkan silinder roda belakang, N
- F_{res} = resultan gaya pada pena pegas, lb
- g = percepatan gravitasi bumi, m/detik²
- G = modulus geser, kg/m²
- h = tinggi titik berat kendaraan, m
- h_s = tinggi spring eyes terhadap tanah, m
- I = momen inersia polar, in⁴
- i_1 = perbandingan transmisi gigi satu
- i_{dif} = perbandingan gigi diferensial
- J_t = momen inersia kutub, m⁴
- J_t^* = momen inersia terkoreksi, m⁴
- J_{tm} = momen inersia kutub terkoreksi pada cross member, m⁴
- J_{tn} = momen inersia kutub terkoreksi long member, m⁴
- K = kekakuan pegas utama, lb/in
- K_{bf} = perbandingan gaya pengereman roda depan dengan gaya pengereman total
- k_d = konduktifitas panas bahan drum, W/m.⁰C
- K_G = faktor beban roda depan dan belakang
- L = panjang kendaraan, m
- l = setengah pajang pegas, in
- L_1 = jarak sumbu roda depan ke titik pusat kendaraan, m
- L_2 = jarak sumbu roda belakang ke titik pusat kendaraan, m
- L_f = lebar jejak roda depan, m
- L_{h1} = jarak antara pusat lubang U-bolts searah panjang gandar, mm
- L_{h2} = jarak antara pusat lubang U-bolts tegak lurus pjg. gandar, mm
- L_p = rasio tuas pedal rem
- L_{sd} = panjang lengan kemudi drag link arm yang terhubung drag-link, m



- L_{st} = panjang lengan kemudi (steering arm) yg terhubung tie-rod, m
- N_f = gaya normal pada sepatu rem roda depan, kg
- n_F = jumlah full lenght leaves
- n_G = jumlah graduated leaves
- n_T = jumlah plat pegas total
- P_{br} = reaksi terhdap torsi pengereman pada roda belakang, lb
- P_{brf} = gaya horisontal yang menimbulkan defleksi longitudinal, kg
- P_{hor} = gaya horisontal yang menimbulkan defleksi longitudinal, lb
- P_i = tekanan yang dibangkitkan silinder utama, Pa
- P_l = gaya pada bantalan bawah knuckle-pin, kg
- P_o = rugi-rugi tekanan sistem, Pa
- P_{sf} = tekanan pada sepatu rem depan, kgf/cm²
- P_{sff} = gaya horisontal yang menimbulkan defleksi lateral, kg
- P_{sfr} = reaksi terhadap gaya sentrifugal ketika kendaraan berbelok, lb
- P_{sfr} = gaya horisontal yang menimbulkan defleksi lateral, lb
- P_{sr} = tekanan pada sepatu rem belakang, kgf/cm²
- P_t = gaya pada thrust bearing, kg
- P_{trr} = reaksi terhadap torsi akibat traksi pada roda belakang, lb
- P_u = gaya pada bantalan atas knuckle-pin, kg
- P_{wr} = reaksi terhadap berat kendaraan pada gandar belakang, lb
- q = besarnya energi kinetik yang diubah menjadi energi panas,
Joule
- R_a = gaya hambatan udara, kg
- R_l = jari-jari lintasan, m
- R_{min} = radius putar minimum, m
- r_n = radius of gyration, in
- R_{op} = radius putar optimum, m
- S = kekakuan puntir keseluruhan konstruksi rangka, Nm



- S_{br} = jarak pengereman selama waktu pengereman maksimum, m
- S_d = tebal drum, cm
- S_{dR} = jarak pengereman selama waktu operasi pengereman, m
- S_{in} = jarak pengereman selama waktu perlambatan maksimum, m
- S_{min} = jarak pengereman minimum untuk menghentikan kendaraan dari kecepatan maksimum, m
- S_R = jarak pengereman selama waktu operasi pengemudi, m
- t_{ban} = tinggi profil ban, m
- T_{bf} = torsi pengereman kedua roda depan, kg.m
- T_{br} = torsi pengereman kedua roda belakang, kg.m
- t_{br} = waktu pengereman dengan intensitas maksimum, detik
- t_{dR} = waktu operasi pengereman, detik
- T_e = torsi maksimum, Nm
- t_{in} = waktu perlambatan maksimum, detik
- T_k = torsi yang diperlukan untuk membelokkan roda, Nm
- T_{max} = suhu maksimum yang terjadi pada drum, °C
- t_R = waktu reaksi pengemudi, detik
- T_s = torsi pada roda kemudi (wheel steering), Nm
- t_{total} = waktu pengereman total, detik
- V = kecepatan kendaraan, m/detik
- W = berat total kendaraan, kg
- W_1 = gaya normal roda yang jauh dari pusat belokan posisi diam, kg
- W_2 = gaya normal roda yang dekat pusat belokan posisi diam, kg
- W_f = berat kendaraan yang ditumpu gandar depan, kg
- W_{f1} = gaya normal roda yang jauh pusat belokan posisi berjalan, kg
- W_{f2} = gaya normal roda yang dekat pusat belokan posisi berjalan, kg
- W_{ft} = besarnya transfer beban dari sisi dalam ke sisi luar kendaraan ketika berbelok, kg



- W_r = berat kendaraan yang ditumpu gandar belakang, kg
- W_w = berat beban tiap roda rem, kg
- z_d = bagian energi panas yang masuk drum