

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
INTISARI	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metode pengumpulan data	3
1.5 Sistematika penulisan tugas akhir	3
BAB II FOREST PRODUCT FORWARDER	
2.1 Klasifikasi <i>Forest Product Forwarder</i>	6
2.1.1 <i>Forest Product Forwarder</i> dengan roda ban	6
2.1.2 <i>Forest Product Forwarder</i> dengan roda kelabang	7
2.2 Fitur – Fitur Pada <i>Forest Product Forwarder</i>	8

BAB III PERENCANAAN BOOM PADA *FOREST PRODUCT*

FORWARDER

3.1. Perancangan Boom	16
3.1.1. Konstruksi boom	16
3.1.2. Perhitungan berat boom	17
3.2. Perencanaan Silinder Hidrolis pada <i>Knuckle Boom</i>	24
3.2.1 Perencanaan silinder hidrolis 1 pada boom ketiga	25
3.2.2 Perencanaan silinder hidrolis 2 pada boom kedua	34
3.2.3 Perencanaan Silinder Hidrolis 3 pada boom pertama	42
3.3. Perhitungan Gaya dan Pemilihan Bahan Boom	56
3.3.1. Perhitungan gaya yang bekerja pada <i>knuckleboom</i>	56
3.3.2. Pemilihan bahan knuckle boom	62
3.4. Perencanaan Pelat Luncur	90

BAB IV PERENCANAAN GRAPPLE

4.1. Perencanaan Silinder Hidrolis <i>Grapple</i>	95
4.2. Pemilihan motor hidrolis <i>Grapple</i>	102
4.3. Pemilihan bahan untuk dimensi <i>Grapple</i>	104

BAB V PERENCANAAN SISTEM MEJA PUTAR

5.1. Pengaturan Sistem Meja Putar	110
5.2. Perhitungan Torsi sistem meja putar	110
5.3. Perancangan Roda Gigi Meja Putar	114

BAB VI PINTU HIDROLIS DAN STEERING

6.1. Perencanaan Silinder Hidrolis Pintu Hidrolis	118
6.2. <i>Bunk/Load stakes</i>	127
6.3. Steering	137



7.2. Komponen Sistem Hidrolis	152
7.2.1. Pompa Hidrolis	152
7.2.2. Minyak hidrolis	154
7.2.3. Silinder hidrolis	156
7.2.4. Katup pengontrol sistem hidrolis	156
7.2.5. Tangki hidrolis	158
7.2.6. Saluran hidrolis	160
7.2.7. Penyaring	162
7.2.8. Perapat (<i>Seal</i>)	162
7.3. Pemilihan Pompa untuk system hidrolis	
<i>Forest product Forwarder</i>	163
7.3.1. Daya dan Debit pada Silinder hidrolis pada <i>knuckle boom</i>	163
7.3.2. Daya dan Debit pada <i>grapple</i> /penggenggam	164
7.3.3. Daya dan Debit pada Silinder pintu hidrolis	165
7.3.4. Daya dan Debit pada Silinder <i>Bunk/ Load stakes</i>	165
7.3.5. Daya dan Debit pada Silinder <i>Steering</i>	166
7.3.6. Daya dan Debit pada Motor Hidrolis Swing	166
7.3.7. Volume Minyak Hidrolis	166
7.3.8. Pompa Hidrolis Utama	167

BAB VIII STABILITAS FOREST PRODUCT FORWARDER

8.1. Peninjauan kondisi stabilitas Forwarder terhadap terguling kesamping	168
8.2. Peninjauan kondisi stabilitas Forwarder terhadap terguling kesamping dengan landasan miring	171
7.2. Peninjauan stabilitas Lateral <i>Forest Product Forwarder</i>	173

BAB IX KESIMPULAN	176
DAFTAR PUSTAKA	182
LAMPIRAN	183

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Forest Product Forwarder</i> dengan roda ban	7
Gambar 2.2	<i>Forest Product Forwarder</i> dengan roda kelabang	8
Gambar 2.3	<i>Loader</i>	8
Gambar 2.4	Sistem control digital	9
Gambar 2.5	Teknik kelistrikan pada <i>Caterpillar Forwarder</i>	10
Gambar 2.6	Lingkungan didalam kabin	11
Gambar 2.7	<i>Steering</i> dengan Articulates ± 45	12
Gambar 2.8	Silinder hidrolis pada <i>Steering</i>	12
Gambar 2.9	Sistem Suspensi	13
Gambar 2.10	<i>Load stakes</i>	14
Gambar 2.11	Sistem control	14
Gambar 2.12	Pintu Hidrolis	15
Gambar 3.1	<i>Knuckle boom</i>	16
Gambar 3.2	Bentuk boom pertama pada <i>Forest Product Forwarder</i>	18
Gambar 3.3	Bentuk boom kedua pada <i>Forest Product Forwarder</i>	19
Gambar 3.4	Bentuk boom ketiga dan keempat pada <i>Forest Product Forwarder</i>	21
Gambar 3.5	Silinder <i>double acting</i>	24
Gambar 3.6	Sketsa kondisi maksimum yang dialami oleh silinder 1	25
Gambar 3.7	Sketsa kondisi maksimum yang dialami oleh silinder 2	34
Gambar 3.8	Sketsa silinder 3 pada knuckle boom <i>Forwarder</i>	42
Gambar 3.9	Sketsa silinder 3 pada boom ketiga saat membentuk sudut α_1 dan boom kedua membentuk sudut β_2	45
Gambar 3.10	Sketsa kondisi maksimum yang dialami oleh silinder 3	49
Gambar 3.11	Bentuk boom pada <i>Forest Product Forwarder</i>	56
Gambar 3.12	Boom keempat pada posisi panjang 1,200 meter	57
Gambar 3.13	Gaya pada sambungan boom ketiga dan boom keempat (titik 0)	57

	kondisi maksimum	58
Gambar 3.15	Sketsa gaya pada sambungan boom ketiga dan boom kedua	59
Gambar 3.16	Sketsa gaya pada <i>knuckle boom</i> pada saat kondisi maksimum	60
Gambar 3.17	Sketsa gaya pada sambungan boom ketiga dan boom keempat	61
Gambar 3.18	Bentuk penampang boom	63
Gambar.3.19	Penampang melintang pada pembebanan lengkung	64
Gambar 3.20	Tegangan yang terjadi pada titik momen maksimum	65
Gambar 3.21	Sketsa gaya pada <i>knuckle boom</i> pada saat kondisi maksimum	86
Gambar 3.22	Sketsa gaya pada sambungan boom ketiga dan boom keempat	86
Gambar 3.23	Sketsa pelat luncur tempat jalannya boom keempat pada boom ketiga	91
Gambar 3.24	Sketsa BMD pelat luncur tempat jalannya boom keempat pada boom ketiga	91
Gambar 3.25	Sketsa profil pelat luncur yang horizontal	92
Gambar 4.1	Bentuk penampang <i>grapple</i>	102
Gambar 4.2	Sketsa BMD dan SFD pada <i>grapple</i>	104
Gambar 4.3	Sketsa luasan patahan akibat beban geser pada <i>grapple</i>	106
Gambar.4.4	Penampang melintang pada pembebanan lengkung	106
Gambar 5.1	Skema Sistem Kerja Meja Putar	109
Gambar.5.2	kondisi maksimum dari Gerak Swing pada Forwarder	112
Gambar 6.1	Gaya pada Silinder hidrolis Steering dari tampak atas	138
Gambar 7.1	Sirkuit sistem hidrolis <i>Forest Product Forwarder</i> pada saat silinder hidrolis mengalami desakan / memendek	148
Gambar 7.2	Sirkuit sistem hidrolis <i>Forest Product Forwarder</i> pada saat silinder hidrolis mengalami kondisi netral / diam	148

Gambar 7.3	Sirkuit sistem hidrolis <i>Forest Product Forwarder</i> pada saat silinder hidrolis mengalami kondisi tarikan / memanjang	149
Gambar 7.4	Sirkuit Silinder hidrolis <i>Forest Product Forwarder</i>	150
Gambar.7.5.	Karakteristik Pompa	152
Gambar. 7.6	Tangki Hidrolis Jenis Wave Stream Baffle	158
Gambar.8.1	Skema Gaya yang Mempengaruhi Stabilitas <i>Forest Product Forwarder</i> untuk kondisi tanpa beban pada kendaraan belakang	169
Gambar.8.2	Skema gaya yang mempengaruhi stabilitas <i>Forest Product Forwarder</i> dengan landasan miring	171
Gambar.8.3	Skema Gaya yang Mempengaruhi Stabilitas lateral <i>Forest Product Forwarder</i>	174



DAFTAR TABEL

Tabel 3-1. Diameter silinder dan batang piston yang direkomendasi	27
Tabel.3.2. F_3 maks untuk sudut α_1 dan sudut β_1	44
Tabel.3.3. F_3 maks untuk sudut α_1 dan sudut β_2	45
Tabel.3.4. F_3 maks untuk sudut α_2 dan sudut β_1	46
Tabel.3.5. F_3 maks untuk sudut α_2 dan sudut β_2	47
Tabel. 7.1 Jumlah minyak hidrolis yang dibutuhkan	166
Tabel 9.1 Dimensi Boom	176



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: Axial piston motor	183
Lampiran 2	: Gearbox Swing System	185
Lampiran 3	: <i>Axial piston pump</i> tipe Variable Pump A2V series 5	187
Lampiran 4	: Hydraulic Cylinder, Tie Rod Design Series CD 210	188
Lampiran 5	: Differential Cylinder Type CD 250A/B	190
Lampiran 6	: Hydraulic Cylinder, Tie Rod Design Series CD70	192
Lampiran 7	: Faktor Bentuk Gigi	194
Lampiran 8	: Faktor Dinamis f_v	194
Lampiran 9	: Tabel Bahan Baja Karbon AISI	195
Lampiran 10	: Tabel Dimensi silinder hidrolis revisi pada knuckleboom	197
Lampiran 11	: Tabel Dimensi Silinder Hidrolis Revisi perlengkapan Lainnya	197



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	=	luasan piston silinder $\{= (\pi / 4).D^2\}$	
A_i	=	luasan silinder, mm^2	
c	=	Jarak pusat bobot kendaraan ke roda (mm)	
C_1	=	jarak permukaan terjauh dari sumbu netral	(mm)
C_2	=	jarak permukaan terjauh dari sumbu netral	(mm)
C_k	=	Nilai kelonggaran puncak (mm)	
d	=	diameter piston rod (m)	
d_o	=	diameter luar (mm)	
d_i	=	diameter dalam (mm)	
d'_1	=	Diameter sementara jarak bagi (mm)	
D	=	diameter piston (mm)	
D	=	diameter poros pemutar <i>grapple</i> (m)	
D_1	=	Diameter dalam (mm)	
D_2	=	Diameter efektif (mm)	
d_{f1}	=	Nilai diameter kaki (mm)	
d_{k1}	=	Nilai diameter kepala adalah (mm)	
E	=	Modulus elastisitas bahan (n/mm^2)	
F_g	=	gaya gesek (kg)	
F_n	=	gaya normal	(kg)
F_1	=	Total gaya yang terjadi pada silinder 1 (kg)	
F'_{b1}	=	Beban lentur yang diijinkan persatuan lebar (kg/mm)	
F'_H	=	Beban permukaan yang diijinkan persatuan lebar (kg/mm)	
f_c	=	Faktor koreksi	
F_e	=	Besarnya gaya yang harus ditahan oleh silinder elevasi (kg)	
F_e	=	Tarikan efektif rem (kg)	
F_H	=	Gaya rem spesifik (kg)	
F_n	=	Gaya normal	(kg)
F_t	=	Gaya tangensial (kg)	



- f_v = Faktor dinamis untuk roda gigi putaran rendah
- g = percepatan gravitasi (m/s^2)
- G_s = berat total kendaraan *Forwarder* dan muatan tanpa knuckle boom (kg)
- G_1 = berat boom pertama (kg)
- G_2 = Berat boom kedua (kg)
- G_3 = Berat boom kedua (kg)
- G_4 = Berat boom kedua (kg)
- G_5 = Berat *Grapple* / penggenggam (kg)
- G_6 = Berat beban kayu (kg)
- i_{DK} = rasio transmisi antara pinion dan internal gear.
- I = panjang silinder maksimum, mm
- J = momen inersia (m^4)
- k = koefisien empiric
- L_k = panjang buckling bebas (m)
- L = panjang langkah rod ,(mm)
- L = jarak antara roda depan *Forwarder* dengan roda belakang (mm)
- L_1 = Jarak pusat bobot boom pertama (mm)
- L_3 = Jarak pusat bobot boom kedua (mm)
- L_4 = Jarak pusat bobot boom kedua (mm)
- L_5 = Jarak pusat bobot boom kedua (mm)
- M_{G5+G6} = momen dititik pusat bobot *grapple*(kgmm)
- M_{G4} = momen dititik pusat bobot boom keempat (kgmm)
- M_0 = momen dititik 0 (kgmm)
- M_{G3} = momen dititik pusat bobot boom keempat (kgmm)
- M_A = momen dititik A (kgmm)
- M_{G2} = momen dititik pusat bobot boom keempat (kgmm)
- M_{lk} = momen lengkung (kg.mm)
- M_m = momen dititik m (kgmm)
- n_1 = kecepatan putaran motor (rpm)
- n_2 = kecepatan swing (rpm)



- P = tekanan fluida di dalam silinder (internal pressure), kg/cm^2
- Q = Kapasitas fluida dalam silinder, liter/detik
- r = jarak titik berat komponen dengan sumbu putar (m)
- R_A = reaksi pada tumpuan A (kg)
- R_B = reaksi pada tumpuan B (kg)
- R_n = radius belok kendaraan Forwarder (mm)
- SF = faktor keamanan
- t = waktu start (s)
- t_o = tebal tutup silinder (mm)
- T = torsi yang dibutuhkan untuk memutar *grapple* (daNm)
- T_2 = torsi yang dibutuhkan pada roda gigi pinion (daNm)
- V = Gaya geser (transfer loading) (kg)
- V = Kecepatan angkat (m/menit)
- V = Kecepatan kendaraan (m/s)
- V_g = Volume piston (cm^3)
- V_t = Kecepatan tali baja yang digulung pada drum (m/menit)
- W = total beban yang bekerja pada silinder 1 (kg)
- W_a = Gaya angin (kg)
- W_b = Berat boom (kg)
- W_{cw} = Berat counterweight (kg)
- W_{tl} = Total load (kg)
- W_{uf} = Berat upper machinery (kg)
- Y = Faktor bentuk gigi
- Z = Jumlah ulir
- z_1 = jumlah gigi pinion
- z_2 = jumlah gigi internal gear
- σ_1 = Tegangan tarik maksimum pada titik 1 (kg/mm^2)
- σ_2 = Tegangan tarik maksimum pada titik 2 (kg/mm^2)
- σ_T = Tegangan normal (kg/mm^2)
- σ_t = Tegangan tarik bahan (kg/mm^2)
- τ_a = Tegangan geser bahan (kg/mm^2)



- τ_b = Tegangan geser akar ulir (kg/mm^2)
 τ_{\max} = Tegangan geser maksimum (kg/mm^2)
 α = sudut kemiringan jalan ($^\circ$)
 μ = koefisien gesek jalan
 θ° = sudut belok maksimum ($^\circ$)
 σ_d = tegangan luluh ijin bahan (kg/mm^2)
 σ_n = tegangan normal (kg/mm^2)