UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
INTISARI vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR NOTASI dan SINGKATAN xiii
DAFTAR GAMBAR xxii
DAFTAR TABEL xxiv
DAFTAR LAMPIRAN xxv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.1.1 Pemboran 2
1.1.2 Pemasangan casing 4
1.1.3 Penyemenan 4
1.1.4 Perforasi 5
1.1.4 Sistem sirkulasi lumpur 7
1.2 Rumusan Masalah 9
1.3 Batasan Masalah 9
1.4 Tujuan Penulisan 10
1.5 Manfaat Perancangan 10
1.6 Sistematika Penulisan . 10
BAB II TINJAUAN MASALAH 12
2.1 Klasifikasi Pompa 12
2.2 Lumpur Pemboran 13
2.3 Kondisi Kerja Pompa 14
2.4 Kapasitas Total Pompa 18

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.5 Faktor-Faktor Pemilihan Pompa 18
2.6 Pemilihan Pompa 19
2.7 Besaran Pada Perancangan Pompa Reciprocating 21
BAB III PRINSIP DASAR PERANCANGAN POMPA 23
3.1 Menentukan Langkah Piston dan Diameter Dalam Silinder 23
3.2 Kecepatan Torak 25
3.3 Perhitungan Head Total Pompa 26
3.3.1 Perhitungan kerugian head pada saluran isap 26
3.3.2 Perhitungan kerugian head pada saluran tekan 30
3.3.3 Perhitungan kerugian head pada sistem sirkulasi lumpur 30
3.3.3.1 Kerugian tekanan *parasitic* 30
3.3.3.2 Kerugian tekanan di mata bor 39
3.3.4 Perhitungan head statis 39
3.4 *Hydraulic Horse Power* 40
3.5 *Input Horse Power* 41
3.6 *Brake Horse Power* 41
3.6.1 Tenaga penggerak 42
3.7 *Parasitic Horse Power* 43
3.8 *Bit Hydraulic Horse Power* 43
BAB IV PERANCANGAN *LIQUID END* 44
4.1 Komponen Utama Perancangan *Liquid End* 44
4.2 Silinder Piston 45
4.3 Piston 48
4.3.1 Cincin Piston 48
4.4 Batang Piston 49
4.5 Katup 53
4.5.1 Perancangan pot katup 54
4.5.2 Perancangan katup isap 54
4.5.3 Perancangan pegas katup isap 56
4.5.4 Perancangan katup tekan 60
4.5.5 Perancangan pegas katup tekan 62

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.6 Perancangan *Stuffing Box* 67
4.7 Perancangan *Packing* 68
4.7.1 *Packing* pada *stuffing box* 68
BAB V PERANCANGAN *POWER END* 69
5.1 Komponenen Utama Perancangan *Power End* 69
5.2 Perancangan Batang Kepala Silang (*Crosshead Extension Rod*) 70
5.3 Perancangan *Wrist Pin* 75
5.4 Perancangan Liner Kepala Silang 77
5.4.1 Gaya normal pada liner 79
5.4.2 Tegangan akibat gaya normal pada liner 80
5.5 Perancangan Kepala Silang (*Crosshead*) 81
5.6 Perancangan *Crossway* 82
5.7 Perancangan Batang Penghubung (*Conenecting Rod*) 82
5.7.1 Tulang batang penghubung (*connecting rod shank*) 84
5.7.2 Tegangan geser maksimum pada batang penghubung 85
5.7.3 Ujung kecil batang penghubung 91
5.7.3.1 Tegangan sisi dalam ujung kecil batang penghubung 92
5.7.3.2 Tegangan sisi luar ujung kecil batang Penghubung 94
5.7.4 Ujung besar batang penghubung 96
5.7.4.1 Tegangan pada ujung besar batang penghubung 98
5.8 Perancangan Poros Engkol (*Crankshaft*) 100
5.8.1 Gaya inersia pada poros engkol 101
5.8.2 Gaya-gaya yang bekerja pada poros engkol 102
5.8.3 Momen lengkung aksial pada poros engkol 109
5.8.4 Momen lengkung koaksial pada poros engkol 111
5.8.5 Momen resultan 113
5.8.6 Tegangan maksimum pada poros engkol 115

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB VI TRANSMISI 118
6.1 Sistem Transmisi 118
6.2 Perancangan Sabuk-V 120
6.2.1 Perancangan pasak pada poros pulley penggerak 127
6.2.2 Perancangan pulley 128
6.3 Perancangan Pinion dan Roda Gigi Besar 131
6.3.1 Peracangan poros pinion 137
6.3.2 Perancangan poros pada roda gigi besar 148
6.3.3 Perancangan jumlah baut pengikat pada roda gigi besar 154
BAB VII BANTALAN DAN PELUMASAN 156
7.1 Perhitungan Bantalan 156
7.1.2 Bantalan pada poros pinion 156
7.1.3 Bantalan pada poros engkol dan poros roda gigi besar 158
7.2 Pelumasan 161
7.2.1. Pelumasan *splash* 161
7.2.2. Pelumasan *forced* 162
BAB VIII KAVITASI DAN KOMPONEN PENDUKUNG 164
8.1 Akibat Kavitasi 165
8.2 Perancangan Instalasi Pompa Untuk Mencegah Kavitasi 165
8.2.1 $NPSH_A$ 166
8.2.2 $NPSH_R$ 167
8.3 *Pulsation Dampener* 168
8.4 *Suction Dampener* 170
BAB IX HASIL RANCANGAN 171
DAFTAR PUSTAKA 178
LAMPIRAN 180

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Instalasi pemboran minyak bumi	6
Gambar 1.2.	Sirkulasi lumpur pemboran	8
Gambar 1.3	*Flowchart* atau diagram alir perancangan pompa	11
Gambar 2.1.	Klasifikasi pompa	12
Gambar 2.2.	*Power end* dan *fluid end*	21
Gambar 2.3.	Pompa lumpur (*National Oil-Well*)	21
Gambar 3.1.	Diagram saluran isap pompa lumpur	27
Gambar 3.2.	Komponen di dalam lubang sumur	31
Gambar 4.1.	Komponen *liquid end* pada pompa	44
Gambar 4.2.	Gaya tangesial dan radial pada silinder berdinding tebal	45
Gambar 4.3.	Dimensi batang piston dan badan piston pada pompa kerja tunggal	52
Gambar 4.4.	Pot Katup pada *slush pump*	54
Gambar 4.5.	Dimensi katup	55
Gambar 5.1.	Komponen *power end* pada pompa	69
Gambar 5.2.	Kontruksi kepala silang (*crosshead),* batang kepala silang (*Crosshead Extension Rod*), dan batang piston	70
Gambar 5.3.	Desain batang penghubung	83
Gambar 5.4.	Profil tulang batang penghubung	84
Gambar 5.5.	Distribusi beban dan tegangan pada ujung kecil batang penghubung.	91
Gambar 5.6.	Kontruksi ujung besar batang penghubung	96
Gambar 5.7.	Tipe-tipe poros engkol	101
Gambar 5.8.	Mekanisme pada poros engkol	103
Gambar 5.9.	Gaya-gaya pada batang penghubung 1	105
Gambar 5.10.	Gaya-gaya pada batang penghubung 2	107
Gambar 5.11.	Gaya-gaya pada batang penghubung 3	109
Gambar 5.12.	Distribusi beban aksial pada poros engkol	110

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.13. Diagram momen lengkung aksial pada poros engkol 111
Gambar 5.14. Distribusi beban koaksial pada poros engkol 112
Gambar 5.15. Diagram Momen lengkung koaksial pada poros engkol 113
Gambar 6.1. Reduksi putaran motor pada pompa 118
Gambar 6.2. Geometri sabuk - V 120
Gambar 6.3 Penampaang sabuk-V dan alur pulley 125
Gambar 6.4. Skema beban pada poros pinion dan roda gigi 137
Gambar 6.5. Distribusi beban horizontal pada poros pinion 140
Gambar 6.6. Diagram momen lengkung horizontal pada poros pinion 141
Gambar 6.7. Distribusi beban vertikal pada poros pinion 141
Gambar 6.8. Diagram momen lengkung vertikal pada poros pinion 142
Gambar 6.9. Distribusi beban horizontal pada poros roda gigi besar 148
Gambar 6.10. Diagram momen lengkung horizontal pada roda gigi besar 149
Gambar 6.11. Distribusi beban vertikal pada poros roda gigi besar 150
Gambar 6.12. Diagram momen lengkung vertikal pada poros roda gigi besar 151
Gambar 7.1 Tipe bantalan rol 156
Gambar 7.2. Sistem pelumasan *Splash* 162
Gambar 7.3. Sistem pelumasan *Splash* dan *force* 162
Gambar 8.1. *Pulsation dampener* Tipe bladder 169
Gambar 8.2. *Suction dampener* 170
Gambar 9.1. Grafik antara langkah piston dengan displacement 177

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a_{cr} = panjang ujung kecil batang penghubung (in)

a_s = luas permukaan sabuk (in^2)

a_s = panjang sepatu kepala silang (in)

A = luas penampang piston (in^2)

A_{bush} = luas penampang bantalan (in^2)

A_{ce} = luas penampang batang kepala silang (in^2)

A_{cs} = luas permukaan sepatu kepala silang (in^2)

A_d = luas penampang melintang pipa tekan (in^2)

A_{dd} = addendum (in)

A_{end} = luas penambang ujung kecil (in^2)

A_f = faktor akselerasi

A_p = luas penampang melintang piston (in^2)

A_p = percepatan piston (ft/s^2)

A_{pr} = luas penampang batang piston (in^2)

A_{shank} = luas penampang batang kepala silang (in^2)

A_v = valve trough area (in^2)

b = lebar sabuk (in)

b_{gg} = lebar sepatu kepala silang (in)

b_{sh} = lebar sabuk dan alur puley (in)

B = lebar puley (in)

BHP = *Brake horse power* (HP)

BHHP = *Bit Hydraulic Horse Power* (HP)

c = koefisien yang harganya tergantung pada jenis katup

c_m = kecepatan batang piston (m/s)

C = indeks pegas

C_g = *clearance* (in)

C_r = faktor reliabilitas

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

C_s = faktor ukuran

C_v = faktor kecepatan

d = diameter kawat pegas (in)

d_b = diameter baut (in)

d_{ce} = diameter batang kepala silang (in)

d_o = diameter luar liner (in)

d_p = diameter piston (in)

d_{pr} = diameter batang piston (in)

d_{ps} = diameter dalam pipa isap (in)

d_{wp} = diameter dalam wirst pin (in)

dh = diameter lubang terbuka (in)

D = diameter dalam silinder (in)

D_p = diameter pitch pinion (in)

D_b = diameter luar bantalan (in)

D_{dd} = dedendum (in)

D_e = diameter efektif dudukan katup (in)

D_g = diameter gauge line pada lubang (in)

D_g = diameter pitch pada roda gigi besar (in)

D_{gg} = diameter poros roda gigi besar (in)

D_{hub} = diameter hub pada pulley (in)

D_{hg} = diameter hub roda gigi besar (in)

D_i = diameter dalam pegas katup tekan (in)

D_i = diameter poros pada titik i (in)

Dn = diameter nosel (in)

D_{p1} = diameter pitch pinion (in)

D_{p2} = diameter poros pinion pada pulley (in)

D_{p3} = diameter poros dudukan bantalan (in)

D_s = diameter pipa (in)

D_s = diameter pegas tekan rata-rata (in)

D_{wp} = diameter luar wirst pin (in)

E = modulus elastisitas bahan (psi)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

E_{bush} = modulus elastisitas bahan bantalan (psi)

E_{rod} = modulus elastisitas bahan ujung kecil (psi)

f = koefisien gesekan

F = gaya pada katup (lb)

F_{buck} = gaya tekuk pada batang piston (lb)

F_c = gaya yang bekerja pada pegas saat katup tertutup (lb)

F_{co} = gaya yang menyebabkan terjadinya defleksi pegas (lb)

F_{cr} = gaya pada batang penghubung (lb)

F_D = gaya yang menyebabkan momen lengkung (lb)

F_{Dx} = gaya pada arah sumbu-x (lb)

F_{Dy} = gaya pada arah sumbu-y (lb)

F_{din} = beban dinamis rata-rata (lb)

F_{ek} = beban ekuivalen (lb)

F_i = gaya pada pegas saat katup tertutup (lb)

F_{in} = gaya inersia pada poros engkol (lb)

F_L = gaya pada pegas saat katup terangkat penuh (lb)

F_N = gaya normal pada liner (lb)

F_N = gaya pada pulley (lb)

F_r = beban radial yang bekerja pada bantalan (lb)

F_{wp} = gaya yang terjadi pada tumpuan wirst pin (lb)

g = percepatan gravitasi (in/s^2)

G = berat jenis lumpur (ppg)

G = modulus elastisitas geser (psi)

h_{fd} = rugi-rugi gesekan (psia)

h_{fs} = rugi-rugi gesekan (psia)

HHP = *Hydraulic Horse Power* (HP)

i = rasio kecepatan

I = momen inersia batang piston (in^4)

I_{ce} = momen inersia batang kepala silang (in^4)

IDdc = diameter dalam pada *drill colar*,in

Iddp = diameter dalam pada pipa pemboran (in)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

I_{xx} = momen inersia batang penghubung pada sumbu-x (in^4)

I_{yy} = momen inersia batang penghubung pada sumbu-y (in^4)

IHP = *Input Horse Power* (HP)

k = koefisien langkah piston

k = konstanta pegas (lb/in)

k = harga koefisien untuk bantalan

K_c = factor wahl

K_m = faktor kombinasi shock atau fatigue untuk bending

K_t = faktor kombinasi shock atau fatigue untuk torsi

l = panjang batang piston (in)

l_b = jarak antara pusat baut (in)

l_{ce} = panjang batang kepala silang (in)

l_t = jarak antara pusat baut dengan sumbu aksis bagian 2-2 (in)

L = panjang pipa (ft)

L = tinggi katup angkat (in)

L_b = panjang sabuk (in)

L_{cr} = panjang batang penghubung (in)

L_{dp} = panjang pipa pemboran (ft)

L_{dc} = panjang *drill colar* (ft)

L_{ce} = panjang ekuivalen batang kepala silang (in)

L_e = panjang ekuivalen batang piston (in)

L_{ecr} = panjang ekuivalen batang penghubung (in)

L_f = panjang pegas bebas (in)

L_{hub} = panjang hub (in)

L_{hr} = waktu kerja bantalan (in)

L_k = panjang pasak (in)

L_L = panjang ruang pegas (in)

L_{rev} = umur bantalan (jam)

L_{wp} = jarak antara tumpuan wirst pin (in)

$Lan_{dp/c}$ = panjang *drill colar* (ft)

$Lan_{dc/h}$ = panjang *drill colar* (ft)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

$Lan_{dp/h}$ = panjang pipa pemboran (ft)

m = modul (cm)

m_b = massa sabuk (kg)

m_{cr} = massa batang penghubung (lbm)

mt_{otal} = massa total elemen yang bergerak bolak-balik (lbm)

M = momen (lb-in)

M_{arm} = momen lengkung maksimum pada lengan (lb-in)

M_o = momen normal pada titik (lb-in)

M_x = momen pada sumbu-x (lb-in)

M_y = momen pada sumbu-y (lb-in)

n = jumlah baut

n = putaran pompa (RPM)

N = faktor keamanan

N_g = kecepatan roda gigi besar (RPM)

N_o = gaya normal pada titik $\varphi = 0^o$ (lb)

N_p = kecepatan putar pinion (RPM)

ODdc = diameter luar pada *drill colar*,in

ODdp = diameter luar pada pipa pemboran,in

p_c = circular pitch (in)

p_d = tekanan pada sisi tekan (psi)

p_s = tekanan pada sisi isap (psi)

p_{hd} = tekanan total (psi)

p_{td} = tekanan saat pada saat katup masih tertutup (psi)

P_m = daya yang ditransmisikan (HP)

PHP = parastic horse power (HP)

POSIVA = *Pounds Per Square In Of Valve Area*

Q = kapasitas pompa (GPM)

Q_b = gaya pada seat bore (lb)

Q_c = gaya per keliling (lb)

R = jari-jari engkol (in)

r_m = radius rata-rata (in)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

r_{p1} = radius pulley penggerak (cm)

r_{p2} = radius pullley yang digerakkan (cm)

Re = bilangan Reynolds

S = panjang langkah piston (in)

SPM = langkah / stoke per menit (rpm)

s_i = tegangan akibat F_i

s_L = tegangan akibat F_L

SF = faktor keamanan

t = tebal sabuk (in)

t = umur pipa (tahun)

t_c = tebal cap bantalan (in)

t_{ch} = tebal dinding kepala silang (in)

t_{ds} = tebal dinding silinder (in)

t_{gg} = tinggi gigi total (in)

t_k = tebal pasak (in)

t_{ks} = tebal kepala silinder (in)

t_r = tebal rim pada puli (in)

t_R = tebal rim pada roda gigi besar (in)

t_W = tebal dinding ujung kecil batang penghubung (in)

T = torsi yang ditransmisikan poros (lb-in)

T_1 = tegangan pada sisi kencang (kg,lb)

T_2 = tegangan pada sisi kendor (kg,lb)

T_c = tegangan sentrifugal (kg)

T_e = momen puntir ekuivalen (lb-in)

TPF = taper per foot on diameter

V = kecepatan keliling sabuk (m/s)

V = nilai koefisien untuk bantalan (m/s)

V_p = kecepatan piston (m/s)

V_{dc} = kecepatan aliran dalam pipa (fps)

V_{dp} = kecepatan aliran dalam pipa (fps)

$Van_{dc/h}$ = kecepatan aliran dalam pipa (fps)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

$Van_{dp/c}$ = kecepatan aliran dalam pipa (fps)

$Van_{dp/h}$ = kecepatan aliran dalam pipa (fps)

$V_{mp\ pe}$ = volume minyak pelumas bantalan pada poros engkol (in^3/m)

$V_{mp\ pp}$ = volume minyak pelumas bantalan pada poros engkol (in^3/m)

W_{gg} = lebar gigi (in)

W_k = lebar pasak (in)

W_A = beban aksial pada pinion (lb)

W_r = beban radial pada pinion (lb)

W_s = *stalling load* (lb)

W_T = beban tangensial (lb)

x = jarak sumbu (in)

X = kedalaman seat (in)

X_r = faktor radial

y' = faktor bentuk

z = jumlah lengan

Z_E = jumlah gigi ekuivalen

Z_g = jumlah gigi roda gigi besar

Z_p = jumlah gigi pinion

α = sudut taper (º)

αa = sudut kemiringan alur (º)

αh = sudut helical (º)

β = sudut koefisiem gesek (º)

γ = tegangan akibat torsi pada poros engkol (psi)

Δd = tebal liner (in)

ΔP_{dc} = kerugian tekanan melalui *drill colar* (psi)

ΔP_{dp} = kerugian tekanan melalui pipa pemboran (psi)

ΔP_{dp} = kerugian tekanan yang melalui pipa pemboran (psi)

ΔP_{sc} = kerugian tekanan pada peralatan permukaan (psi)

$\Delta Pan_{dp/c}$ = kerugian tekanan yang melalui annulus pipa pemboran dengan casing (psi)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

$\Delta Pan_{dc/h}$ = kerugian tekanan yang melalui annulus drill colar dengan lubang terbuka (psi)

$\Delta Pan_{dp/h}$ = kerugian tekanan yang melalui annulus pipa pemboran dengan lubang terbuka (psi)

φ = sudut yang dibentuk oleh garis tegak lurus sabuk dengan sumbu vertical

φ' = sudut yang ditinjau (deg)

η = shrinkage allowance

η_m = efisiensi mekanik (%)

η_t = efisiensi transmisi (%)

η_v = efisiensi volumetris (%)

η_{tot} = efisiensi total pompa (%)

λ = perbandingan R/Lcr

μ = koefisien gesek bahan sabuk

μ = viskositas kinematis (cP)

ρ = massa jenis fluida kerja pompa (kg/m^3)

σ_c = kekuatan tekan maksimum (psi)

σ_{int} = tegangan sisi dalam ujung kecil batang penghubung (psi)

σ_L = tegangan pada liner (psi)

σ_{max} = tegangan maksimum akibat momen (psi)

$\sigma_{n'}$ = ketahanan rata-rata (psi)

σ_s = kekuatan geser ijin bahan (psi)

σ_{st} = tegangan statis ijin (psi)

σ_{tb} = tegangan tarik bahan baut (psi)

σ_{ti} = teganagn tarik izin (psi)

σ_{tm} = tegangan tarik maksimum (psi)

σ_y = tegangan luluh bahan (psi)

τ_A = tegangan karena beban aksial

τ_{1-1} = tegangan geser pada bagian 1-1 (psi)

τ_{2-2} = tegangan geser pada bagian 2-2 (psi)

τ_{max} = tegangan maksimum yang terjadi pada poros engkol (psi)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

τ_{max} = tegangan geser maksimum (psi)

τ_{min} = tegangan geser minimum (psi)

τ_{si} = tegangan geser ijin (psi)

τ_{s} = tegangan geser pada poros pinion (psi)

τ_{sp} = tegangan geser utama (psi)

ω_{r} = kecepatan sudut (rad/s)

θ = sudut engkol (^{o})

θ = sudut tekan (^{o})

θ_{n} = sudut tekan normal (^{o})

ψ_{s} = sudut pada pulley penggerak (^{o})

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Instalasi pemboran minyak bumi	6
Gambar 1.2.	Sirkulasi lumpur pemboran	8
Gambar 1.3	*Flowchart* atau diagram alir perancangan pompa	11
Gambar 2.1.	Klasifikasi pompa	12
Gambar 2.2.	*Power end* dan *fluid end*	21
Gambar 2.3.	Pompa lumpur (*National Oil-Well*)	21
Gambar 3.1.	Diagram saluran isap pompa lumpur	27
Gambar 3.2.	Komponen di dalam lubang sumur	31
Gambar 4.1.	Komponen *liquid end* pada pompa	44
Gambar 4.2.	Gaya tangesial dan radial pada silinder berdinding tebal	45
Gambar 4.3.	Dimensi batang piston dan badan piston pada pompa kerja tunggal	52
Gambar 4.4.	Pot Katup pada *slush pump*	54
Gambar 4.5.	Dimensi katup	55
Gambar 5.1.	Komponen *power end* pada pompa	69
Gambar 5.2.	Kontruksi kepala silang (*crosshead),* batang kepala silang (*Crosshead Extension Rod*), dan batang piston	70
Gambar 5.3.	Desain batang penghubung	83
Gambar 5.4.	Profil tulang batang penghubung	84
Gambar 5.5.	Distribusi beban dan tegangan pada ujung kecil batang penghubung.	91
Gambar 5.6.	Kontruksi ujung besar batang penghubung	96
Gambar 5.7.	Tipe-tipe poros engkol	101
Gambar 5.8.	Mekanisme pada poros engkol	103
Gambar 5.9.	Gaya-gaya pada batang penghubung 1	105
Gambar 5.10.	Gaya-gaya pada batang penghubung 2	107
Gambar 5.11.	Gaya-gaya pada batang penghubung 3	109
Gambar 5.12.	Distribusi beban aksial pada poros engkol	110

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.13. Diagram momen lengkung aksial pada poros engkol 111
Gambar 5.14. Distribusi beban koaksial pada poros engkol 112
Gambar 5.15. Diagram Momen lengkung koaksial pada poros engkol 113
Gambar 6.1. Reduksi putaran motor pada pompa 118
Gambar 6.2. Geometri sabuk - V 120
Gambar 6.3 Penampaang sabuk-V dan alur pulley 125
Gambar 6.4. Skema beban pada poros pinion dan roda gigi 137
Gambar 6.5. Distribusi beban horizontal pada poros pinion 140
Gambar 6.6. Diagram momen lengkung horizontal pada poros pinion 141
Gambar 6.7. Distribusi beban vertikal pada poros pinion 141
Gambar 6.8. Diagram momen lengkung vertikal pada poros pinion 142
Gambar 6.9. Distribusi beban horizontal pada poros roda gigi besar 148
Gambar 6.10. Diagram momen lengkung horizontal pada roda gigi besar 149
Gambar 6.11. Distribusi beban vertikal pada poros roda gigi besar 150
Gambar 6.12. Diagram momen lengkung vertikal pada poros roda gigi besar 151
Gambar 7.1 Tipe bantalan rol 156
Gambar 7.2. Sistem pelumasan *Splash* 162
Gambar 7.3. Sistem pelumasan *Splash* dan *force* 162
Gambar 8.1. *Pulsation dampener* Tipe bladder 169
Gambar 8.2. *Suction dampener* 170
Gambar 9.1. Grafik antara langkah piston dengan displacement 177

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Sifat fisis lumpur pemboran	16
Tabel 2.2.	Jenis pompa multisilinder dan variasi aliran	20
Tabel 3.1.	Perbandingan langkah piston dan diameter silinder berbagai tipe pompa	24
Tabel 3.2.	Nilai efisiensi volumetris berbagai tipe pompa	25
Tabel 3.3.	Faktor akselerasi langkah isap pompa	28
Tabel 3.4.	Panjang ekivalen peralatan permukaan	38
Tabel 4.1.	Dimensi batang piston dan badan piston pada pompa kerja tunggal (in)	52
Tabel 5.1.	Dimensi kepala silang (*crosshead*), batang kepala silang (*crosshead extension rod*), batang piston tipe *straight thread*	74
Tabel 6.1.	Dimensi sabuk-V standar (mm)	124
Tabel 8.1.	Ketetapan berdasarkan tipe pompa	169
Tabel 9.1.	Hubungan antara langkah piston (SPM) dan displacement	177

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN POMPA SIRKULASI LUMPUR UNTUK PEMBORAN MINYAK BUMI
Yunarko Dwi Wibowo, Ir. Purnomo, MSMC., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2011 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data dari PT.Pertamina	181
Lampiran 2.	Diagram Saybolt	185
Lampiran 3.	Spesifikasi Motor	186
Lampiran 4.	Diagram Moody	187
Lampiran 5.	Ukuran Standar Ulir Metris Jis 0205	188
Lampiran 6.	Pemilihan Pot Katup	189
Lampiran 7.	Diameter Kawat Pegas	190
Lampiran 8.	Dimensi Dudukan Katup	191
Lampiran 9.	Sifat Mekanis Besi Cor Kelabu	192
Lampiran 10.	Sifat Mekanis Baja Karbon dan Baja Paduan	193
Lampiran 11.	Sifat Mekanis Baja Tahan Karat	194
Lampiran 12.	Bahan Pegas	195
Lampiran 13.	Dimensi Bantalan	196
Lampiran 14.	Dimensi Pasak	199