

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL .....                 | i   |
| HALAMAN PENGESAHAN .....            | ii  |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....         | iii |
| KATA PENGANTAR .....                | iv  |
| DAFTAR ISI .....                    | vi  |
| DAFTAR GAMBAR .....                 | ix  |
| DAFTAR TABEL .....                  | xi  |
| DAFTAR SIMBOL .....                 | xiv |
| BAB 1. PENDAHULUAN .....            | 1   |
| 1.1. Pengenalan Pompa .....         | 1   |
| 1.2. Prinsip kerja pompa .....      | 2   |
| 1.3..Klasifikasi pompa .....        | 2   |
| 1.4. Penggunaan Pompa .....         | 8   |
| 1.5. Cara Pemilihan Pompa .....     | 9   |
| BAB 2. TINJAUAN MASALAH .....       | 13  |
| 2.1..Latar Belakang persoalan ..... | 13  |
| 2.2..Air Tanah .....                | 13  |
| 2.2.1..Pengetahuan dasar .....      | 13  |
| 2.2.2..Keadaan air tanah .....      | 14  |
| 2.2.3..Uji akuifer .....            | 15  |
| 2.3..Tinjauan Persoalan .....       | 20  |
| 2.4. Pemilihan pompa .....          | 21  |





BAB 5. PERENCANAAN POROS DAN BANTALAN ..... 84

5.1. Poros ..... 84

5.1.1. Gaya aksial ..... 84

5.1.2. Konstruksi poros ..... 94

5.1.3. Penyeimbang gaya aksial ..... 96

5.1.4. Pemeriksaan poros terhadap tegangan geser ..... 97

5.1.5. Pemeriksaan poros terhadap defleksi puntiran ..... 98

5.1.6. Pemeriksaan terhadap tekukan ..... 100

5.1.7. Pemeriksaan terhadap pengaruh konsentrasi tegangan .... 101

5.2. Bantalan ..... 105

5.2.1. Bantalan atas ..... 111

5.2.2. Bantalan bawah ..... 113

5.2.3. Pelumasan bantalan ..... 114

BAB 6. PERENCANAAN KOMPONEN PENDUKUNG ..... 117

6.1. Kopling ..... 117

6.2. Baut Pengunci ..... 122

6.3. *Stuffing Box* ..... 124

6.4. Pasak ..... 125

BAB 7. EFISIENSI TOTAL POMPA ..... 129

7.1. Efisiensi ..... 129

7.1.1. Efisiensi hidrolis ..... 129

7.1.2. Efisiensi volumetris ..... 130



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

7.1 Perancangan Sebuah Pompa Untuk Menaikkan Air Sumur Dalam Kapasitas 12 liter, Head Total 150 m

Eka Yuzananda , Ir. Prajitno, MT.

7.1.4 Efisiensi total  
Universitas Gadjah Mada, 2002 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/> ..... 133

|  |     |
|--|-----|
| BAB 8. KARAKTERISTIK POMPA .....                       | 134 |
| 8.1. Hubungan head Dengan Kapasitas Pompa .....        | 134 |
| 8.1.1. Head Euler dengan kapasitas .....               | 134 |
| 8.1.2. Head teoritis dengan kapasitas .....            | 135 |
| 8.1.3. Head aktual dengan kapasitas .....              | 137 |
| 8.2. Hubungan Efisiensi dengan Kapasitas Pompa .....   | 141 |
| 8.3. Hubungan Head Sistem Dengan Kapasitas Pompa ..... | 146 |
| BAB 9. PENUTUP .....                                   | 152 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                   | 157 |
| LAMPIRAN .....   | 158 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1. Instalasi sumur dalam .....   | 14 |
| Gambar 2.2. Grafik hubungan antara besarnya penurunan permukaan air (s)<br>terhadap kapasitas pemompaan (Q) ..... | 16 |
| Gambar 2.3. Kurva hubungan antara $s-r^2/t$ .....   | 17 |
| Gambar 2.4. Kurva standar hub .....   | 17 |
| Gambar 2.5. Pemilihan jenis pompa .....   | 22 |
| Gambar 2.6. Penentuan efisiensi total pompa .....   | 25 |
| Gambar 3.1. Profil impeler sentrifugal .....  | 36 |
| Gambar 3.2. Grafik efisiensi volumetris berdasarkan $n_s$ dan Q .....   | 39 |
| Gambar 3.3. Penentuan harga $k_{cm1}$ dan $k_{cm2}$ .....   | 40 |
| Gambar 3.4. Bentuk impeler dengan kelengkungan ganda .....  | 42 |
| Gambar 3.5. Jarak lingkaran sudu impeler pada sisi masuk .....  | 44 |
| Gambar 3.6. Grafik hubungan sudut keluar dengan kecepatan spesifik .....  | 51 |
| Gambar 3.7. Jarak lingkaran sudu pada sisi keluar .....   | 53 |
| Gambar 3.8. Segitiga kecepatan impeler .....  | 57 |
| Gambar 3.9. Segitiga kecepatan sisi masuk impeler .....   | 58 |
| Gambar 3.10. Segitiga kecepatan sisi keluar impeler .....   | 61 |
| Gambar 3.11. Grafik hubungan antara r terhadap $C_m-w$ .....  | 68 |
| Gambar 3.12. Melukis kelengkungan sudu .....  | 69 |
| Gambar 4.1. Bentuk difuser untuk kelengkungan ganda .....   | 77 |
| Gambar 4.2. Grafik penentuan koefisien $k_{ccv}$ .....  | 80 |
| Gambar 5.1. Gaya aksial pada impeler sentrifugal .....  | 84 |

Gambar 5.2. Perancangan Sebuah Pompa Untuk Menaikkan Air Sumur Dalam Kapasitas 12 liter, Head Total 150 m

Eka Yuzananda , Ir. Prajitno, MT.

Gambar 5.3. Konstruksi pompa  
UNIVERSITAS GADJAH MADA, 2002. | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/> ..... 95

Gambar 5.4. Grafik penentuan faktor konsentrasi tegangan ..... 102

Gambar 5.5. Penentuan faktor konsntrasi tegangan pada alur pasak ..... 104

Gambar 8.1. Grafik kerugian hidrolis terhadap kapasitas ..... 137

Gambar 8.2. Grafik hubungan antara head aktual dengan kapasitas ..... 141

Gambar 8.3. Grafik hubungan antara daya kuda dengan kapasitas ..... 145

Gambar 8.4. Grafik hubungan antara efisiensi dengan kapasitas ..... 145

Gambar 8.5. Grafik hubungan antara head sistem dengan kapasitas ..... 151

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Tabel 1.1. | Perbedaan karakteristik antara pompa dengan poros mendatar dan poros tegak ..... | 5   |
| Tabel 1.2. | Perbedaan pompa sentrifugal dengan pompa torak .....                             | 7   |
| Tabel 1.3. | Pemilihan pompa sesuai dengan kondisi pemakaiannya .....                         | 12  |
| Tabel 2.1. | Putaran sinkron motor listrik .....  | 24  |
| Tabel 2.2. | Perbandingan tingkat pompa terhadap efisiensi .....                              | 26  |
| Tabel 2.3. | Faktor cadangan .....  | 27  |
| Tabel 2.4. | Efisiensi transmisi penggerak poros .....  | 28  |
| Tabel 2.5. | Pemilihan motor listrik untuk pompa benam .....                                  | 28  |
| Tabel 3.1. | Berbagai tipe impeler .....  | 35  |
| Tabel 3.2. | Bahan poros yang umum dipakai .....  | 37  |
| Tabel 3.3. | Perhitungan variasi sudut $\beta$ pada garis alir B1B2 .....                     | 64  |
| Tabel 3.4. | Perhitungan variasi sudut $\beta$ pada garis alir A1A2 .....                     | 65  |
| Tabel 3.5. | Perhitungan variasi sudut $\beta$ pada garis alir C1C2 .....                     | 66  |
| Tabel 8.1. | Perhitungan head dengan variasi kapasitas pompa .....                            | 140 |
| Tabel 8.2. | Perhitungan daya kuda dan efisiensi dalam kapasitas .....                        | 144 |
| Tabel 8.3. | Perhitungan head sistem dengan variasi kapasitas .....                           | 150 |

- Q : kapasitas aliran
- Q<sub>d</sub> : kapasitas perencanaan
- P : tekanan air
- $\gamma$  : berat jenis air
- g : percepatan gravitasi
- H : head total pompa
- T : temperatur air
- pH : derajat keasaman
- s : penurunan permukaan air sumur
- T<sub>kt</sub> : koefisien *transmibilitas*
- S' : koefisien penampungan
- K : koefisien *permeabilitas*
- H<sub>akfr</sub> : tebal akuifer air tanah bebas
- h' : tinggi air dari permukaan lapisan kedap air ke permukaan air yang sedang dipompa
- r<sub>w</sub> : jari-jari sumur pompa
- R : jari-jari lingkaran pengaruh
- h<sub>s</sub> : kedalaman air sumur pada waktu pemompaan
- V<sub>pipa</sub> : kecepatan air dalam pipa
- h<sub>a</sub> : head statis total
- $\Delta h_p$  : perbedaan head tekan yang bekerja pada kedua permukaan air
- h<sub>f</sub> : berbagai kerugian head dalam instalasi pipa



- $f$  : koefisien gesek
- $D$  : diameter dalam pipa
- $\nu$  : viskositas kinematik zat cair
- $Re$  : bilangan Reynold
- $n$  : putaran pompa
- $f$  : frekuensi jala-jala PLN
- $p$  : jumlah pasang kutub
- $\eta_{tot}$  : efisiensi total pompa
- $P_{sh}$  : daya input pompa
- $d_{sh}$  : diameter poros
- $\tau_a$  : tegangan geser ijin poros
- $K_t$  : faktor koreksi beban kejut
- $C_b$  : faktor koreksi lengkungan
- $T$  : momen torsi
- $n_{sq}$  : kecepatan spesifik kinematik
- $n_{sp}$  : kecepatan spesifik dinamik
- $n_{sf}$  : kecepatan spesifik bilangan bentuk
- $n_s$  : kecepatan spesifik
- $\alpha$  : faktor cadangan daya
- $\eta_{tr}$  : efisiensi transmisi
- $P_m$  : daya nominal penggerak mula
- $\sigma_B$  : kekuatan tarik bahan
- $S_{fl}$  : faktor kelelahan puntir



- C<sub>m1</sub> : kecepatan meridional pada sisi masuk impeler
- K<sub>cm1</sub> : koefisien kecepatan meridional pada sisi masuk impeler
- A<sub>0</sub> : luas penampang sisi masuk impeler
- d<sub>h</sub> : diameter hub bagian depan impeler
- A<sub>h</sub> : luas hub bagian depan impeler
- A<sub>0</sub>' : luas penampang total sisi masuk impeler
- d<sub>0</sub> : diameter mata sisi masuk impeler
- d<sub>1A</sub> : diameter sisi masuk pada garis alir A1A2
- u<sub>1A</sub> : kecepatan keliling pada garis alir A1A2
- β<sub>1A</sub> : sudut sudu masuk pada garis alir A1A2
- δ : sudut jatuh (*inklinasi*)
- β<sub>1A</sub>' : sudut kontraksi / kemiringan pada garis alir A1A2
- t<sub>1</sub> : jarak lingkaran sisi masuk impeler
- z : jumlah sudu impeler
- s<sub>u1</sub> : proyeksi tebal sudu pada arah keliling sisi masuk impeler
- s<sub>1</sub> : ketebalan sudu
- φ : koefisien kontraksi
- d<sub>1B</sub> : diameter mata sisi masuk pada garis alir B1B2
- u<sub>1B</sub> : kecepatan keliling pada garis alir B1B2
- d<sub>1C</sub> : diameter mata sisi masuk pada garis alir C1C2
- u<sub>1C</sub> : kecepatan keliling pada garis alir C1C2
- β<sub>1C</sub>' : sudut kemiringan sudu pada garis alir C1C2
- C<sub>m2</sub> : kecepatan meridional pada sisi keluar impeler



- $\eta_h$  : efisiensi hidrolis
- $\beta_2$  : sudut sudu sisi keluar impeler
- $u_2$  : kecepatan keliling pada sisi keluar impeler
- $d_2$  : diameter sisi keluar sisi keluar impeler
- $b_2$  : lebar sisi keluar impeler
- $A_2$  : luas penampang sisi keluar impeler
- $t_2$  : jarak lingkar sisi keluar impeler
- $s_2$  : tebal sudu pad sisi keluar
- $\lambda_1'$  : sudut antara ujung sisi masuk dengan garis alir
- $w_{1A}$  : kecepatan relatif pada sisi masuk pada garis alir A1A2
- $w_{1B}$  : kecepatan relatif pada garis alir B1B2
- $w_{1C}$  : kecepatan relatif pada garis alir C1C2
- $w_2$  : kecepatan relatif pada sisi keluar impeler
- $\mu$  : faktor slip
- $C_{u2}$  : kecepatan absolut pada saat fluida meninggalkan impeler
- $\beta_1''$  : sudut kontraksi pada sisi masuk impeler
- $\varepsilon_1$  : sudut antara komponen radial
- $\sigma_t$  : tegangan tarik bahan impeler
- $\sigma_y$  : tegangan mulur bahan impeler
- $C$  : faktor kesalahan beban
- $F$  : gaya geser akibat torsi
- $S_{hmin}$  : tebal shroud minimum
- $\tau$  : tegangan geser yang terjadi pada bagian impeler yang rawan



- $F_t$  : gaya tangensial pada permukaan pasak
- $\tau_k$  : tegangan geser yang terjadi pada pasak
- $\tau_{ka}$  : tegangan geser yang diijinkan pada pasak
- $\alpha_3$  : sudut *inklinasi* saat fluida berada pada celah antara impeler dan cincin difuser
- $P$  : tekanan permukaan yang terjadi pada pasak
- $P_2$  : tekanan fluida pada sisi keluar impeler
- $c_3$  : kecepatan fluida meninggalkan impeler
- $z_4$  : jumlah sudu difuser
- $r_4$  : jari-jari sisi masuk difuser
- $\alpha_4$  : sudut *inklinasi* pada saat fluida masuk difuser
- $t_4$  : jarak antar *vane* pada difuser
- $s_4$  : tebal awal *vane* pada cincin difuser
- $cd$  : kecepatan rata-rata fluida pada difuser
- $K_{ccv}$  : koefisien kecepatan distribusi dan gesekan fluida pada difuser
- $Ad$  : luas saluran masuk difuser
- $ea$  : tinggi saluran difuser
- $b_3$  : lebar difuser
- $C_{m3}$  : kecepatan meridional fluida pada saat masuk difuser
- $d_{in}$  : diameter dalam difuser
- $d_3$  : diameter luar difuser
- $\alpha_5$  : sudut fluida meninggalkan difuser
- $Fa_1$  : gaya aksial
- $r_{wr}$  : jari-jari luar cincin aus



- $\omega$  : kecepatan sudut
- $H_p$  : tekanan statis
- $\Delta h_i$  : kerugian head tekan pada impeler
- $F_{a_2}$  : gaya aksial yang berlawanan dengan  $F_{a_1}$
- $F_{a_3}$  : gaya akibat berat poros dan berat impeler
- $F_a$  : resultan gaya aksial
- $V_{sh}$  : volume shroud
- $V_s$  : volume sudu
- $V_p$  : volume poros
- $W_p$  : berat poros
- $W_i$  : berat impeler
- $W_{it}$  : berat total impeler
- $\theta$  : defleksi puntiran
- $G$  : modulus geser bahan
- $J$  : momen inersia polar bahan
- $P_{cr}$  : gaya tekuk yang diijinkan
- $E$  : modulus young
- $I$  : momen inersia
- $\tau_{s'}$  : tegangan geser akibat poros bertingkat
- $K_t$  : koreksi terhadap momen puntir
- $C_b$  : koreksi terhadap momen lentur
- $\tau_{s^*}$  : tegangan geser poros yang diijinkan setelah dikoreksi dengan faktor konsentrasi tegangan
- $L_h$  : umur bantalan yang direncanakan
- $C$  : beban yang diijinkan



- L<sub>g</sub> : panjang kopling
- t<sub>g</sub> : tebal kopling
- F<sup>'</sup> : gaya tangensial pada permukaan poros
- d<sub>i</sub> : diameter dalam *spline*
- A<sub>s</sub> : luas penampang *spline*
- τ<sub>L</sub> : tegangan geser pada ulir pengunci kopling
- τ<sub>La</sub> : tegangan geser yang diijinkan pada ulir pengunci kopling
- Z<sub>min</sub> : jumlah lilitan ulir minimum
- L<sub>min</sub> : panjang ulir minimum
- t : kedalaman alur pask pada poros
- l : panjang pasak
- η<sub>v</sub> : efisiensi volumetris
- hp<sub>df</sub> : kerugian daya akibat gesekan pada impeler
- μ<sup>'</sup> : koefisien kerugian pada bantalan
- M<sub>1</sub> : kerugian gesek pada bantalan atas
- M<sub>2</sub> : kerugian gesek pada bantalan bawah
- hp<sub>bf</sub> : kerugian daya akibat gesekan pada bantalan
- BHP : daya poros
- hp<sub>sbf</sub> : kerugian daya akibat gesekan pada *stuffing box*
- h<sub>pm</sub> : kerugian daya akibat gesekan mekanis
- η<sub>m</sub> : efisiensi mekanis
- η<sub>tot</sub> : efisiensi total pompa
- H<sub>p</sub> : tinggi tekan akibat tekanan absolut

Hz : tinggi tekan operasi Perancangan Sebuah Pompa Untuk Menaikkan Air Sumur Dalam Kapasitas 12 liter, Head Total 150 m

Hvp : tinggi tekan akibat tekanan uap cairan Eka Yuzananda, Ir. Prajitno, MT., Universitas Gadjah Mada, 2002 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Hf : tinggi tekan akibat gesekan dan turbulensi

$\sigma$  : bilangan *thoma* (parameter terjadinya kavitasi)

$P_{atm}$  : tekanan atmosfer

$H_{thec}$  : head Euler

$H_{th}$  : head teoritis

$K_{2cu}$  : faktor sirkulasi

$H_{act}$  : head aktual

$H_s$  : *shock losses*

$K_{sh}$  : faktor percobaan

$H_s$  : head sistem

$\Sigma\Delta H_s$  : kerugian head pada pipa isap

$\Sigma\Delta H_d$  : kerugian head pada pipa tekan

$\Delta H$  : penurunan tekanan

$h_{fs}$  : kerugian pada pipa lurus

$\epsilon$  : kekasaran relatif pipa

$Re$  : bilangan Reynold

$h_{elb}$  : kerugian daya akibat pipa *elbow* 90°

$h_{gv}$  : kerugian daya pada *check valve*

$h_{exit}$  : kerugian head pada pipa keluar

FHP : daya kuda fluida

$HP_L$  : daya kuda untuk mengatasi kebocoran

$HP_{HY}$  : daya kuda untuk kerugian hidrolis

$HP_M$  : daya kuda untuk mengatasi rugi-rugi mekanis