

LAPORAN TUGAS AKHIR
KAJIAN ULANG PERENCANAAN PIPA PESAT
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA) WONOGIRI

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



Disusun oleh :

RUSWANTO

NIM : D100 010 053

NIRM : 01.6.106.03010.5.0053

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2007

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
INTISARI.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	1
C. Manfaat	1
D. Batasan Masalah	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Pipa Baja	3
B. Penelitian Sejenis Sebelumnya	3
BAB III. LANDASAN TEORI.....	4
A. Aliran Pipa	4
B. Pipa Pesat	4
C. Tangki Peredam (<i>Surge Tank</i>)	4
D. Katup (<i>Valve</i>)	4
E. Analisis <i>Water Hammer</i>	5
F. Analisis Kekuatan Pipa Pesat.....	6
1. Debit maksimum	6
1a). <i>Kisi-kisi</i>	7

<i>Ib). Nilai koefisien gesekan pipa.....</i>	8
<i>Ic). Belokan pipa.....</i>	8
G. Evaluasi Penahan Gaya <i>Water Hammer</i> dengan Beton dan Baja <i>Corten</i>	9
H. Penahan Gaya <i>Water Hammer</i> dengan tulangan baja.....	10
I. Penahan Gaya <i>Water Hammer</i> dengan Beton Bertulang.....	11
BAB IV. METODE PENELITIAN	13
A. Data-Data Yang Dibutuhkan.....	13
B. Tahapan Analisis	13
BAB V. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN	15
A. Sistem Pipa Pesat	15
1. Data muka air maksimum	15
2. Cara analisis	15
3. Analisa <i>water hammer</i>	18
4. Analisa superposisi tekanan antara sistim pipa pesat dan <i>water hammer</i>	18
B. Evaluasi Dan Analisa Perancangan Pipa Pesat.....	19
1. Evaluasi penahan gaya <i>water hammer</i> dengan beton dan baja <i>corten</i>	19
2. Desain pipa pesat penahan gaya <i>water hammer</i> dengan tulangan baja	21
3. Desain pipa pesat penahan gaya <i>water hammer</i> dengan beton bertulang.....	24
4. Ringkasan desain pipa pesat	27
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	28
A. Kesimpulan	28
B. Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel III.1. Macam-macam baja yang terdapat dipasaran	6
Tabel III.2. Tinggi angka kekasaran pipa (k).....	8
Tabel III.3. Koefisien (<i>kb</i>) sebagai fungsi sudut belokan	9
Tabel V.1. Hasil analisis debit (Q) masimum.....	17
Tabel V.2. Hasil evaluasi dari kekuatan pipa pesat penahan <i>water hammer</i> dengan baja <i>corten</i> dan beton	20
Tabel V.3. Hasil analisis dari penahan gaya <i>water hammer</i> dengan tulangan baja	22
Tabel V.4. Hasil analisis dari penahan gaya <i>water hammer</i> dengan beton bertulang	26
Tabel V.5. Hasil ringkasan pipa pesat.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I

I.1. Tabel hasil analisis superposisi antara tekanan dinamis dan *water hammer*

LAMPIRAN II

II.1. Tabel hasil evaluasi dari kekuatan pipa pesat penahan water hammer dengan baja corten dan beton

LAMPIRAN III

III.1. Tabel hasil analisis dari kekuatan pipa pesat penahan water hammer dengan tulangan baja

LAMPIRAN IV

IV.1. Tabel hasil analisis dari kekuatan pipa pesat penahan water hammer dengan beton bertulang

LAMPIRAN V

V. 1. Gambar Denah pipa pesat

DAFTAR NOTASI

- A = luas penampang saluran (m^2)
Q = debit aliran (m^3/dt)
V = kecepatan aliran (m/dt)
F = gaya (N)
L = panjang (m)
g = percepatan gravitasi (m/dt^2)
E = energi (joule)
t = waktu (dt)
P = tekanan (N/m)
hf = kehilangan tinggi energi (m)
f = faktor gesek
 ρ = massa jenis (kg/m^3)
D = diameter pipa (m)
k = koefisien kekasaran pipa
 β = faktor bentuk
 δ = sudut kemiringan ($^\circ$)
s = tebal jeruji (m)
b = jarak antar jeruji (m)
Re = bilangan reynold
hb = kehilangan tinggi energi pada belokan (m)
kb = koefisien kehilangan tenaga pada belokan
Sf = *safe faktor*
 μ = kekentalan kinematik
 σ_c = tegangan ijin beton (Mpa)
 σ_s = tegangan ijin baja (Mpa)
 D_t = diameter tulangan (mm)
 Δ_{ts} = tebal pipa baja (mm)
 Δ_{tc} = tebal beton (mm)
 A_s = luas tulangan (mm)
 D_0 = diameter pipa pada titik 0 (m)

DAFTAR GAMBAR

Gambar III. 1. Skema Pipa Pesat	6
Gambar III. 2. Belokan Pipa	8
Gambar III. 3. Tegangan Pada Pipa Pesat (beton dan baja <i>corten</i>).....	9
Gambar III. 4. Tegangan Pada Pipa Pesat (tulangan baja).....	10
Gambar III. 5. Tegangan Pada Pipa Pesat (beton bertulang)	11
Gambar IV. 1. Bagan Alir Penelitian	14
Gambar. V. 3. Superposisi Tekanan	18
Gambar. V. 5 . Desain Pipa Pesat dan Pot. A-A, Pot. B-B	21
Gambar. V. 7. Desain Pipa Pesat dan Pot. A-A, Pot. B-B	23
Gambar V. 9. Desain Pipa Pesat dan Pot. A-A, Pot. B-B	25

INTISARI

KAJIA ULANG PERENCANAAN PIPA PESAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA) WONOGIRI

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Wonogiri telah beroperasi sejak tahun 1983 yang mempunyai kapasitas 12,4 MW, berarti beroperasinya Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Wonogiri \pm 23 tahun. Melihat usia beroperasinya yang sudah lama, kemungkinan telah terjadi perubahan fisik kekasaran pipa pesat atau korosi sehingga perlu kajian ulang pada unjuk kerja pipa pesat.

Metode dalam kajian ini adalah analitis yaitu data-data yang ada di lapangan di gunakan dalam perhitungan. Jenis data yang digunakan untuk keperluan analisis adalah data sekunder meliputi data elevasi air maksimal waduk, elevasi *tail race*, diameter pipa pesat, panjang pipa pesat, waktu penutupan katup (*valve*), jenis katup (*valve*) yang diperoleh dari PT Indonesia Power Wonogiri. Data tersebut dianalisis untuk mencari debit (Q), kehilangan tinggi energi (hf), energi (E), gaya *water hammer*, untuk mengetahui tingkat keamanan/safe faktor pipa pesat pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Wonogiri.

Berdasarkan hasil analisis didapat bahwa pipa pesat yang terdapat di Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Wonogiri sudah aman. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis yaitu: safe faktor sebesar 7,96, tetapi desain pipa pesat dapat diefisienkan dengan desain beton bertulang tanpa baja *corten* dan didapat diameter tulangan 16mm dan jumlah tulangan 5 buah per segmen (25cm), ad jarak antar tulangan sebesar 5cm dengan safe faktor sebesar 1,811 tepat didepan katup (*valve*).

Kata kunci: debit, energi, water hammer.