



**PERENCANAAN BENDUNG PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MINIHIDRO DI KALI JOMPO**

**SKRIPSI**

Oleh.

**ACHMAD BAHARUDIN DJAUHARI  
NIM 071910301048**

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**PERENCANAAN BENDUNG PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MINIHIDRO DI KALI JOMPO**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh.

**ACHMAD BAHARUDIN DJAUHARI  
NIM 071910301048**

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## RINGKASAN

### **Perencanaan Bendung Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro Di Kali Jompo**

Achmad Baharudin Djauhari, 071910301048; 2011; 91 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Bendung merupakan salah satu dari komponen bangunan sipil pembangkit listrik tenaga minihidro yang berfungsi untuk menaikkan elevasi muka air sungai sehingga dapat dialihkan kedalam intake. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan bendung yang tepat dan aman terhadap stabilitas bendungnya dengan biaya yang paling rendah diantara beberapa kombinasi bendung pada pembangkit listrik tenaga minihidro di Kali Jompo.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah merencanakan hidrolis bendung dengan memilih kombinasi dari tipe mercu, tipe intake dan tipe peredam energi yang tepat. Setelah itu dilakukan analisis stabilitas bendung dengan cara menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada bendung saat kondisi air normal dan banjir. Kemudian dikontrol stabilitasnya sesuai dengan syarat-syarat keamanan terhadap bahaya guling, bahaya geser, daya dukung tanah, dan *piping*. Selanjutnya dilakukan perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan.

Hasil analisis stabilitas pada bendung dengan kombinasi tipe mercu, tipe intake dan tipe peredam energi pada kondisi air normal diketahui bahwa semua kombinasi bendung aman terhadap stabilitasnya. Hasil analisis stabilitas pada kondisi air banjir diketahui bahwa semua kombinasi bendung aman terhadap stabilitasnya kecuali pada bendung yang menggunakan kombinasi peredam energi tipe USBR IV tidak aman terhadap daya dukung tanahnya. Hasil perhitungan RAB didapatkan bahwa pada bendung dengan kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi bak tenggelam memiliki anggaran biaya yang paling rendah diantara beberapa kombinasi bendung, yaitu sebesar Rp. 1.164.897.822,30.

Perencanaan bendung pembangkit listrik tenaga minihidro di Kali Jompo menggunakan bendung dengan kombinasi mercu ogee, drop intake, dan peredam energi bak tenggelam, karena aman terhadap stabilitas dengan biaya yang paling rendah diantara beberapa kombinasi bendung.

## SUMMARY

### **Planning Weir Minihydro Power Plants At The Jompo River**

Achmad Baharudin Djauhari, 071910301048; 2011; 91 pages; Department of Civil Engineering; Faculty of Engineering; University of Jember.

Weir is one of the components of civil building power plants minihydro power plants that serves to raise the elevation so that the river water can be diverted into the intake. The purpose of this study is to plan safety weir to stability with the most of cheap between some combination of weir at the Jompo River.

The steps undertaken in this study is to plan a hydraulic weir by selecting any combination the type of spillway, the type of intake and the right type of settling basin. Once that was done the weir stability analysis by analyzing the forces acting on the weir during normal water conditions and flooding. Then the stability is controlled in accordance with the terms bolsters security against danger, the danger of sliding, the carrying capacity of the soil, and piping. Then performed the calculation of the budget plan (RAB) to know needed cost.

The results of stability analysis on a weir with a combination of spillway type, the type of intake and the type of settling basin at normal water conditions is known that all combinations of weir safety to stability. The results of stability analysis in the flood water conditions is known that all combinations of weir safety against stability except at the weir that uses a combination of settling basin USBR Type IV is not secure against the carrying capacity of the soil. The results of calculation of the budget plan was found that the weir with a combination of spillway ogee, drop intake and settling basin "bak tenggelam" has the most of cheap between some combination of weir, with budget of Rp. 1,164,897,822.30.

Planning weir minihydro power plant at the Jompo River using with a combination of spillway ogee, drop intake, and settling basin "bak tenggelam", because safety to stability with the most of cheap between some combination of weir.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan</b> .....	2
<b>1.4 Manfaat</b> .....	2
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
<b>2.1 Bendung (<i>weir</i>)</b> .....	3
<b>2.2 Perencanaan Hidraulik Bendung</b> .....	3
2.2.1 Perencanaan Mercu Bendung .....	3
2.2.2 Perencanaan Intake .....	6
2.2.3 Bangunan Pembilas .....	10
2.2.4 Perhitungan Tinggi Muka Air Hilir .....	10
2.2.5 Bangunan Peredam Energi .....	11

2.2.6 Panjang Rembesan.....	18
2.2.7 Pasangan Batu Kosong (Rip-Rap).....	20
2.2.8 Analisis Stabilitas Bendung.....	20
2.2.9 Perencanaan Bak Pengendap Sedimen.....	25
<b>BAB III. METODOLOGI .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Tahap Persiapan .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Tahap Pengumpulan Data .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 Perencanaan Hidraulik Bendung.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....</b>	<b>33</b>
<b>3.5 Pemilihan Tipe Bendung.....</b>	<b>33</b>
<b>3.5 Jadwal Kerja .....</b>	<b>34</b>
<b>BAB IV. PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Umum.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Lebar Bendung.....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 Elevasi Puncak Mercu Bendung.....</b>	<b>37</b>
<b>4.4 Perencanaan Hidraulik Bendung.....</b>	<b>38</b>
4.4.1 Perhitungan Tinggi Air Banjir Di Atas Mercu .....	38
4.4.1.1 Mercu Bulat .....	38
4.4.1.2 Mercu Ogee.....	40
4.4.2 Perencanaan Bangunan Intake .....	41
4.4.2.1 Intake Samping .....	41
4.4.2.2 Drop Intake .....	43
4.4.2.3 Kesesuaian Kombinasi Tipe Mercu Dengan Tipe Intake.....	45
4.4.3 Perhitungan Tinggi Muka Air Hilir .....	46
4.4.4 Kolam Peredam Energi.....	47
4.4.4.1 Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam .....	47
4.4.4.2 Peredam Energi Tipe USBR .....	49
4.4.4.3 Peredam Energi Tipe Vlugter .....	52
4.4.4.4 Peredam Enrgi Tipe MDO .....	53

4.4.4.5 Kesesuaian Kombinasi Tipe Mercu Dengan Tipe Peredam Energi.....	55
4.4.5 Perhitungan Panjang Rembesan Dan Tekanan Air Tanah.....	55
4.4.5.1 Perhitungan Panjang Rembesan Dan Tekanan Tanah Kombinasi Mercu Bulat Dengan Peredam Energi Bak Tenggelam .....	56
4.4.5.2 Perhitungan Panjang Rembesan Dan Tekanan Tanah Kombinasi Mercu Ogee Dengan Peredam Energi Bak Tenggelam .....	59
4.4.5.3 Perhitungan Panjang Rembesan Dan Tekanan Tanah Kombinasi Mercu Bulat Dengan Peredam Energi USBR IV .....	59
4.4.5.4 Perhitungan Panjang Rembesan Dan Tekanan Tanah Kombinasi Mercu Ogee Dengan Peredam Energi USBR IV .....	60
4.4.5.5 Perhitungan Panjang Rembesan Dan Tekanan Tanah Kombinasi Mercu Bulat Dengan Peredam Energi MDO .....	60
4.4.6 Pasangan Batu Kosong (Rip-rap) .....	61
<b>4.5 Analisis Stabilitas Bendung.....</b>	<b>62</b>
4.5.1 Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping Dan Peredam Energi Bak Tenggelam	63
4.5.2 Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping Dan Peredam Energi USBR IV .....	73
4.5.3 Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping Dan Peredam Energi MDO .....	75
4.5.4 Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping Dan Peredam Energi Bak Tenggelam	77

4.5.5 Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping Dan Peredam Energi USBR IV .....	80
4.5.6 Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake Dan Peredam Energi Bak Tenggelam .....	82
4.5.7 Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake Dan Peredam Energi USBR IV .....	84
<b>4.6 Perencanaan Bak Pengendap Sedimen .....</b>	<b>86</b>
<b>4.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....</b>	<b>88</b>
<b>4.8 Pemilihan Tipe Bendung .....</b>	<b>88</b>
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>91</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>91</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>91</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Harga-harga K dan n .....	6
Tabel 2.2 Harga-harga c yang bergantung kepada kemiringan saringan .....	9
Tabel 2.3 Harga-harga minimum angka rembesan Lane .....	19
Tabel 2.4 Harga-harga $\zeta$ .....	22
Tabel 4.1 Simulasi perhitungan tinggi energi di atas mercu bulat.....	39
Tabel 4.2 Simulasi perhitungan tinggi energi di atas mercu ogee .....	40
Tabel 4.3 Koordinat permukaan hilir mercu ogee .....	41
Tabel 4.4 Trial and error kehilangan energi pada bukaan pintu intake.....	42
Tabel 4.5 Trial and error tinggi air pada saluran pengumpul .....	45
Tabel 4.6 Kesesuaian kombinasi tipe mercu dengan tipe intake .....	45
Tabel 4.7 Trial and error kedalaman maksimum air sungai .....	47
Tabel 4.8 Kesesuaian kombinasi tipe mercu dengan tipe peredam energi ..	55
Tabel 4.9 Perhitungan panjang rembesan dan tekanan air pada kondisi normal dan banjir pada kombinasi mercu bulat dengan peredam energi bak tenggelam .....	57
Tabel 4.10 Kombinasi tipe mercu tipe intake dan tipe peredam energi.....	62
Tabel 4.11 Perhitungan gaya akibat berat sendiri bendung .....	63
Tabel 4.12 Perhitungan gaya gempa .....	64
Tabel 4.13 Perhitungan gaya hidrostatis kondisi air normal.....	64
Tabel 4.14 Perhitungan gaya angkat kondisi air normal.....	65
Tabel 4.15 Rekap gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam .....	70
Tabel 4.16 Perhitungan gaya hidrostatis kondisi air banjir.....	71
Tabel 4.17 Perhitungan gaya angkat kondisi air banjir.....	72
Tabel 4.18 Rekap gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam .....	72

Tabel 4.19 Rekap gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi USBR IV .....	73
Tabel 4.20 Rekap gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi USBR IV .....	74
Tabel 4.21 Rekap gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi MDO .....	76
Tabel 4.22 Rekap gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi MDO .....	77
Tabel 4.23 Rekap gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energi bak tenggelam .....	78
Tabel 4.24 Rekap gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energi bak tenggelam .....	79
Tabel 4.25 Rekap gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energi USBR IV .....	80
Tabel 4.26 Rekap gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energi USBR IV .....	81
Tabel 4.27 Rekap gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi bak tenggelam .....	82
Tabel 4.28 Rekap gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi	

bak tenggelam .....	83
Tabel 4.29 Rekap gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi USBR IV .....	84
Tabel 4.30 Rekap gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi USBR IV .....	85
Tabel 4.31 Rekap analisis stabilitas pada bendung dengan kombinasi dari tipe mercu, tipe intake dan tipe peredam energi pada kondisi air normal .....	89
Tabel 4.32 Rekap analisis stabilitas pada bendung dengan kombinasi dari tipe mercu, tipe intake dan tipe peredam energi pada kondisi air banjir .....	90
Tabel 4.33 Rekap rencana anggaran biaya (RAB) pada bendung dengan kombinasi dari tipe mercu, tipe intake dan tipe peredam energi.....	90

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Koefisien $C_0$ .....	4
Gambar 2.2 Koefisien $C_1$ .....	5
Gambar 2.3 Koefisien $C_2$ .....	5
Gambar 2.4 Harga koefisien pelepasan (C).....	7
Gambar 2.5 Intake samping .....	7
Gambar 2.6 Drop Intake .....	8
Gambar 2.7 Grafik peredam energi tipe MDO .....	14
Gambar 2.8 Peredam energi tipe Vlugter .....	14
Gambar 2.9 Jari-jari minimum bak tenggelam .....	18
Gambar 2.10 Batas minimum tinggi air hilir .....	18
Gambar 2.11 Grafik untuk perencanaan ukuran pasangan batu kosong.....	20
Gambar 2.12 Gaya-gaya yang bekerja pada bendung.....	21
Gambar 2.13 Hubungan antara diameter ayak dan kecepatan endap .....	27
Gambar 2.14 Tegangan geser dan kecepatan geser kritis .....	28
Gambar 2.15 Grafik pembuangan sedimen Camp .....	28
Gambar 3.1 Peta lokasi rencana dan tata guna lahan kali jompo.....	30
Gambar 3.2 Peta topografi rencana kali Jompo .....	31
Gambar 4.1 Mercu bulat .....	39
Gambar 4.2 Mercu Ogee .....	41
Gambar 4.3 Elevasi bukaan pintu intake .....	43
Gambar 4.4 Dimensi saluran pengumpul.....	45
Gambar 4.5 Kombinasi mercu bulat dan ogee menggunakan drop intake ..	46
Gambar 4.6 Penampang sungai.....	46
Gambar 4.7 Mercu bulat dengan peredam energi bak tenggelam.....	48
Gambar 4.8 Mercu ogee dengan peredam energi bak tenggelam .....	49
Gambar 4.9 Mercu bulat dengan peredam energi USBR IV .....	51
Gambar 4.10 Mercu ogee dengan peredam energi USBR IV.....	52

Gambar 4.11 Mercu bulat dengan peredam energi Vlugter.....	53
Gambar 4.12 Mercu bulat dengan peredam energi MDO.....	55
Gambar 4.13 Panjang rembesan pada bendung kombinasi mercu bulat dan peredam energi bak tenggelam.....	58
Gambar 4.14 Panjang lindung pasangan batu kososng.....	61
Gambar 4.15 Gaya akibat berat sendiri pada bendung kombinasi mercu bulat intake samping dan peredam energi bak tenggelam .....	66
Gambar 4.16 Gaya gempa pada bendung kombinasi mercu bulat Intake samping dan peredam energi bak tenggelam .....	66
Gambar 4.17 Tekanan lumpur pada bendung dengan kombinasi mercu bulat intake samping dan peredam energi bak tenggelam .....	67
Gambar 4.18 Tekanan hidrostatis dan uplift kondisi air normal pada kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam .... energi bak tenggelam .....	68
Gambar 4.19 Tekanan hidrostatis dan uplift kondisi air banjir pada kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam .... energi bak tenggelam .....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Perhitungan panjang rembesan dan tekanan air pada kondisi normal dan banjir pada kombinasi mercu ogee dengan peredam energi bak tenggelam .....	94
Lampiran B Perhitungan panjang rembesan dan tekanan air pada kondisi normal dan banjir pada kombinasi mercu bulat dengan peredam energi USBR IV .....	96
Lampiran C Perhitungan panjang rembesan dan tekanan air pada kondisi normal dan banjir pada kombinasi mercu ogee dengan peredam energi USBR IV .....	98
Lampiran D Perhitungan panjang rembesan dan tekanan air pada kondisi normal dan banjir pada kombinasi mercu bulat dengan peredam energi MDO.....	100
Lampiran E Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada bendung dengan kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi USBR IV .....	102
Lampiran F Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada bendung dengan kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi MDO .....	110
Lampiran G Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada bendung dengan kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energi bak tenggelam .....	118
Lampiran H Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada bendung dengan kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energi USBR IV .....	126
Lampiran I Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada bendung dengan kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi bak tenggelam .....	134

Lampiran J Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada bendung dengan kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi USBR IV .....	142
Lampiran K Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam .....	150
Lampiran L Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) pada bendung kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energi bak tenggelam .....	160
Lampiran M Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) pada bendung kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi bak tenggelam .....	162
Lampiran N Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi MDO .....	164