

BAB III METODOLOGI

3.1. Fasilitas Pengujian

Untuk mendukung pelaksanaan pekerjaan model fisik hidraulik digunakan fasilitas Laboratorium Hidrolika Terapan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang (Gambar 3.1). Alat-alat pendukung percobaan model yang digunakan (Gambar 3.2) antara lain :

1. Empat buah pompa listrik masing-masing berkapasitas 40 l/dt, (10 lt/dt dua buah), dan satu pompa diesel 55 lt/dt.
2. Kolam penampung air sebagai sistem distribusi air di model sebagaimana disajikan pada gambar. Bangunan ukur debit Rechbox yang terbuat dari baja tebal 3 mm dengan ukuran yang disesuaikan dengan standar.
3. Alat pengukur tinggi muka air berupa meteran taraf (*point gouge*), theodolit dan bak ukur, sedangkan untuk pengukuran kecepatan berupa tabung pitot.
4. Model bangunan pelimpah, transisi, peluncur, kolam olak sesuai dengan skala yang digunakan mempunyai besaran-besaran seperti yang disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1. Besaran – besaran di Model :

Diskripsi	Prototype (m)	Ratio	Model (m)
I. Pelimpah			
- Tinggi ambang pelimpah	0,5	1:15	0,033
- Lebar pelimpah	8,8	1:15	0,586
II. Saluran Transisi			
- Panjang	10	1:15	0,666
- Lebar hulu	8,8	1:15	0,586
- Lebar hilir	4,5	1:15	0,3
III. Saluran Peluncur			
- Panjang	90	1:15	6
- Lebar	4,5	1:15	0,3
IV. Kolam Olak			
- Panjang	15	1:15	1
- Lebar	4,5	1:15	0,3
- Tinggi <i>chute block</i>	0,5	1:15	0,033
- Tinggi <i>end sill</i>	0,375	1:15	0,025

Sumber : Anonim,2005:III-10





3.2 Skala Model

Skala model yang digunakan dalam pengujian ini didasarkan pada beberapa pertimbangan sebagai berikut :

- a. Tujuan dari pengujian
- b. Ketelitian yang diharapkan
- c. Fasilitas yang tersedia di laboratorium
- d. Waktu dan biaya yang tersedia

Untuk suatu bangunan pelimpah, analisa tinggi aliran di atas pelimpah dapat digunakan untuk menentukan skala model dengan penjabaran sebagai berikut :

$$H_e = H - k_h \dots\dots\dots (3.1)$$

dengan :

H_e = tinggi efektif air di atas pelimpah (m)

H = tinggi air di atas pelimpah (m)

k_h = kehilangan tinggi

= 0.457 mm untuk pelimpah mercu bulat.

Debit aliran persatuan lebar di atas pelimpah dengan mempertimbangkan kedua ketinggian air tersebut adalah :

$$q_1 = C.H^{3/2} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$q_2 = C.H_e^{3/2} \dots\dots\dots (3.3)$$

Penyelesaian persamaan (3.9) dan (3.10) berdasarkan kontinuitas aliran menghasilkan :

$$\frac{\Delta q}{q} = 1 - \left\{ \frac{H_e}{H} \right\}^{3/2} \dots\dots\dots (3.4)$$

dalam hal ini $\frac{\Delta q}{q}$ adalah rasio perbedaan yang diharapkan (ketelitian yang diharapkan).

Perhitungan penetapan skala :

- a. Jenis skala tanpa distorsi (*undistorted*)
- b. Ketelitian yang diharapkan ≤ 10 % (ditetapkan 6,4 %)
- c. Ketinggian air minimum di atas pelimpah Q_{2th} adalah = 0.694 m
- d. Menggunakan persamaan (3.4) diperoleh :



$$0,064 = 1 - \left\{ \frac{H - 0,457}{H} \right\}^{3/2} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$H = 10,47 \text{ mm}$$

e. Skala model

$$Lr = \frac{10,47}{0,694} = \frac{1}{15,089}, \text{ diambil skala } 1 : 15$$

Dengan menggunakan skala geometri 1 : 15, maka besaran-besaran yang berhubungan dengan pemodelan dapat diketahui sebagaimana pada tabel berikut :

Tabel 3.2. Besaran-besaran Pemodelan Bendungan Rajui

No	Besaran	Notasi	Rumus	Rasio ($n_h = n_l = 15$)
1.	Kecepatan Aliran	V	$V_m = V_p \cdot (1/15)^{1/2}$	3,872
2.	Waktu Aliran	T	$T_m = T_p \cdot (1/15)^{1/2}$	3,872
3.	Debit Aliran	Q	$Q_m = Q_p \cdot (1/15)^{5/2}$	871,42
4.	Diameter Butiran	D	$D_m = D_p \cdot (1/15)$	15
5.	Volume	V	$V_m = V_p \cdot (1/15)^3$	3375
6.	Koefisien Chezy	C	$C_m = 1$	1
7.	Koefisien Manning	N	$N_m = (1/15)^{1/6}$	1,5704
8	Bilangan Froud	Fr	$Fr_m = 1$	1

Sumber : Anonim, 2005:III-8

3.3 Konstruksi Model

Beberapa bagian prototipe Bendungan Rajui yang ditirukan ke dalam model dengan menggunakan jenis dan besarnya nilai skala tersebut di atas terdiri dari :

1. Bagian waduk dan bendungan utama terbuat dari pasangan batu bata dan semen serta di cat.
2. Untuk pelimpah, saluran peluncur dan saluran transisi dibuat dari kayu yang diperhalus dan dicat untuk kesamaan kekasaran dengan keadaan lapangan. Sedangkan untuk dinding pada saluran transisi dan saluran peluncur dibuat dari kaca agar dapat diamati keadaan alirannya.
3. *Stilling basin* yang dibuat dengan pasangan batu bata dan semen..

Data teknis pelimpah pada Bendungan Rajui adalah sebagai berikut :

a. Pelimpah

- Tipe pelimpah : *Overflow spillway*
- Lebar total pelimpah : 8,8 m
- Tinggi ambang : 0,50 m
- Elevasi dasar pelimpah : + 57,00 m
- Elevasi crest pelimpah : + 57,50 m
- Kemiringan udik : Vertikal
- Panjang saluran pelimpah : 3,00 m

b. Bagian Hilir (Transisi, Peluncur, dan Stilling Basin)

Saluran Transisi

- Panjang saluran transisi : 10 m
- Kemiringan saluran transisi : 1 : 20
- Lebar saluran transisi
 - Hulu : 8,8 m
 - Hilir : 4,5 m

Saluran Peluncur

- Panjang total saluran peluncur : 90,00 m
- Lebar saluran peluncur : 4,5 m
- Kemiringan saluran peluncur :
 - Section I panjang saluran 40 m : 1 : 20
 - Section II panjang saluran 27,5 m : 1 : 3,1
 - Section III panjang saluran 22,5 m : 1 : 1,3

Stilling Basin

- EL. *stilling basin* : EL. 28,00 m
- Tipe *stilling basin* : USBR tipe III
- Panjang *stilling basin* : 10,00 m
- Lebar *stilling basin* : 4,5 m
- Tinggi *block depan* : 0,186 m
- Tinggi *block halang* : 0,5 m
- Tinggi *end sill* : 0,375 m



Gambar 3.3 Denah Bendungan Rajui



Gambar 3.4 Denah dan Potongan Memanjang Pelimpah Bendungan Rajui

3.4 Tahapan dan Rancangan Pengujian

3.4.1 Tahapan Pengujian

Tahapan pelaksanaan pengujian model fisik hidraulika Bendungan Rajui adalah sebagai berikut :

1. Persiapan awal

Persiapan awal dimaksudkan adalah pengumpulan data-data teknis variasi debit yang akan diujikan (tabel 3.3).

Tabel 3.3 Data Teknis Variasi Debit

No	Kala Ulang (Th.)	Debit Banjir		
		Prototype	Model	
		(m ³ /det)	(m ³ /dt)	(lt/dt)
1	2	2,673	0,00306	3,060
2	20	8,239	0,00945	9,450
3	100	14,692	0,01685	16,850
4	200	16,762	0,01923	19,230
5	1000	19,820	0,02274	22,740
6	PMF	72,970	0,08373	83,730

Sumber:Anonim, 2005:12

2. Perancangan model

Penetapan skala yang dibuat sebagai model dengan maksud agar kesalahan relatif kecil yang diperoleh bila dibandingkan dengan prototipe maksimal adalah 10%.

3.4.2 Rancangan Pengujian

Pengujian perilaku hidraulika aliran di bangunan pelimpah serta bangunan-bangunan pelengkapya diuji dalam beberapa kondisi sebagai berikut :

1. **Model Seri 0 (Original design).**

Model Seri 0 merupakan model yang dibuat berdasarkan original desain konsultan yang telah disesuaikan dengan perubahan desain yang diusulkan.

2. **Model Final Design**

Model Seri ini merupakan alternatif desain (modifikasi), bila hasil Model Seri 0 dinilai kurang sesuai dalam segi hidraulika.

3.5 Jenis Pengamatan dan Pengukuran

Selama berlangsungnya pengujian terhadap beberapa variasi debit, pengamatan dan pengukuran dilakukan sesuai pada titik-titik yang ditentukan sebagai berikut :

1. Pengukuran kedalaman air pada peredam energi.
2. Mengamati arah aliran yang terjadi pada peredam energi.
3. Pengukuran kecepatan aliran pada peredam energi.
4. Pengukuran tinggi loncatan dan panjang loncatan pada peredam energi.

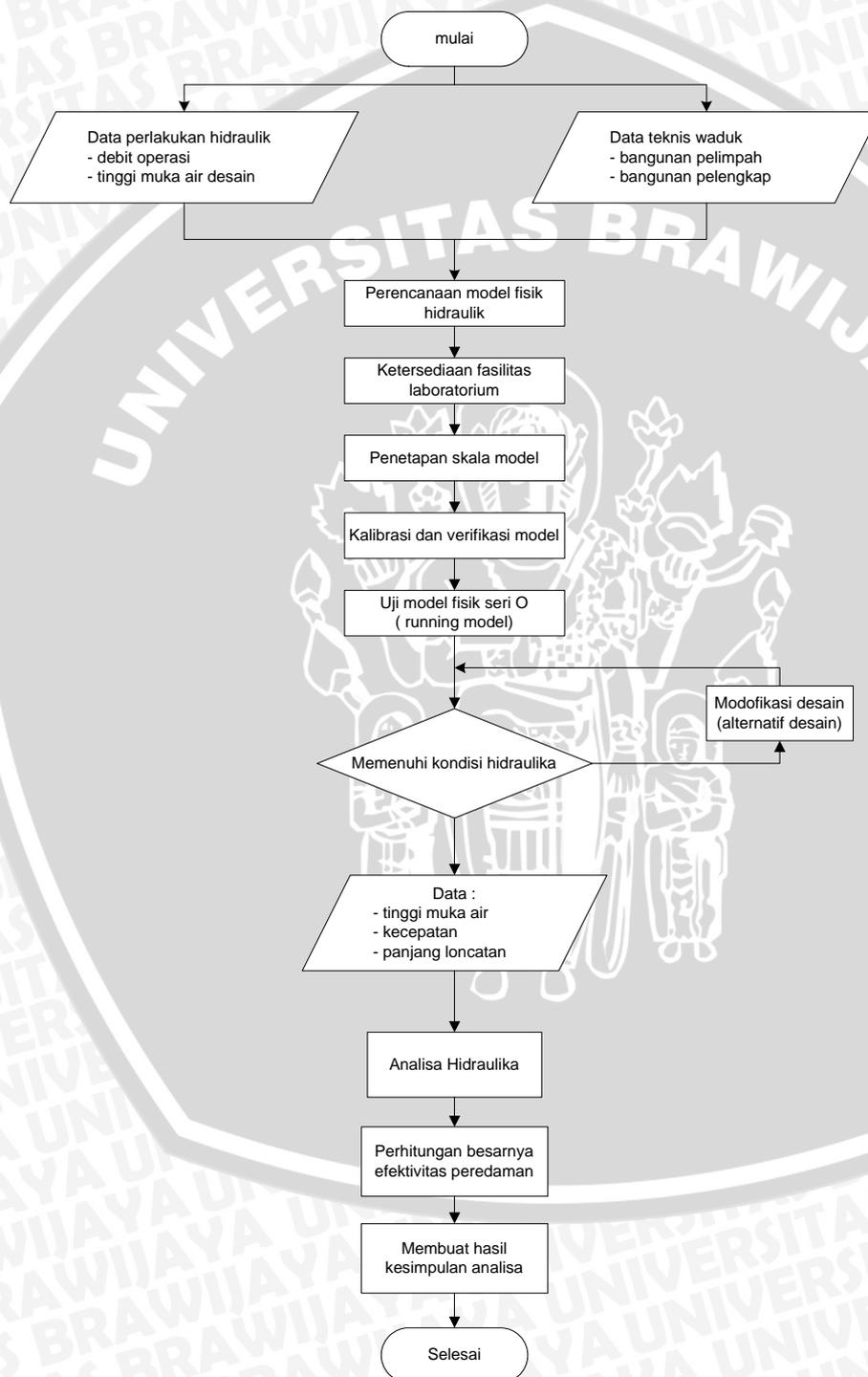
Pengamatan dan pengukuran di atas dilakukan untuk memperoleh data yang selanjutnya digunakan sebagai parameter pengujian.

Tabel 3.4 Deskripsi penelitian

No	Kegiatan	Hasil	Pengamatan
1.	Pengujian dilakukan menggunakan peredam energi USBR tipe III sebagai <i>original design</i> .	Dapat diketahui kondisi aliran pada peredam, tinggi loncatan dan panjangnya loncatan yang terjadi.	-Kondisi aliran sebelum peredam energi (tinggi muka air dan kecepatan) -Kondisi aliran pada peredam energi (tinggi muka air dan kecepatan) -Kondisi aliran sesudah peredam energi (tinggi muka air dan kecepatan).
2.	Pengujian dilakukan menggunakan peredam energi modifikasi desain sebagai <i>final design</i> .	Dapat diketahui apakah masih terjadi loncatan yang membahayakan tanggul dan panjangnya loncatan yang terjadi.	-Letak loncatan hidraulik yang terjadi -Panjang loncatan yang terjadi - Tinggi muka air pada <i>Tail Water Level (TWL)</i> - Efektivitas peredaman

Untuk pengerjaan pengujian dimulai dengan pengumpulan data teknis waduk mulai bangunan pelimpah dan pelengkap. Kemudian dilakukan perencanaan model fisik yang didasarkan pada debit operasi yang telah ditentukan dengan melihat kondisi ketersediaan fasilitas laboratorium. Setelah penetapan skala langkah selanjutnya adalah melakukan kalibrasi dan verifikasi model dilanjutkan dengan uji model seri O. Apabila sudah memenuhi kondisi hidraulika maka dilanjutkan dengan pengukuran tinggi muka

air, kecepatan dan panjang pada peredam energi. apabila belum sesuai maka dilakukan modifikasi desain (alternatif desain). Setelah dilakukan pengukuran maka dilanjutkan dengan analisa hidraulika untk menghitung besarnya efektivitas peredam energi. Langkah yang ppaling akhir adalah membuat kesimpulan analisa. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gaftar alir berikut :



Gambar 3.5 Gaftar Alir Pengerjaan Skripsi