

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lingkup Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian ini, maka percobaan dimaksudkan untuk mengetahui jarak efektif penempatan bangunan ukur Cipoletti. Suatu bangunan dikatakan efektif apabila debit yang terukur oleh bangunan tersebut sama dengan debit yang mengalir di bawah pintu sorong.

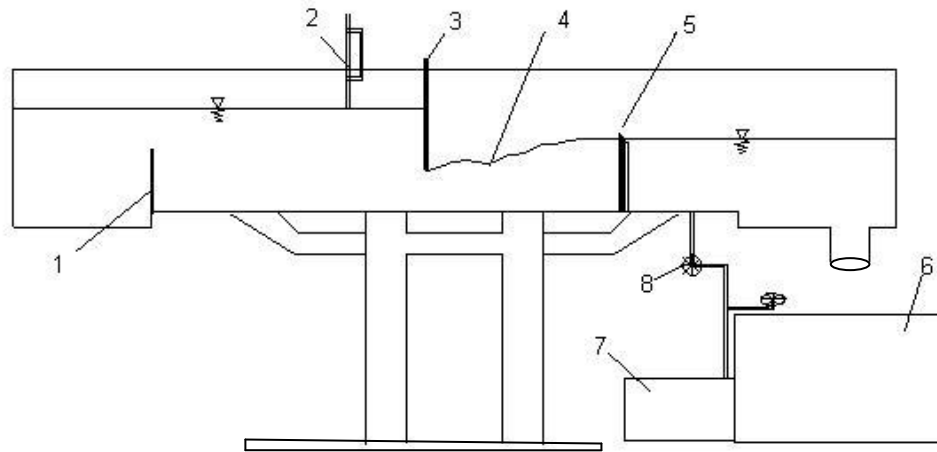
Penelitian ini bersifat eksperimen di laboratorium, dengan demikian pemakaian alat dalam percobaan tentunya mempunyai perbedaan karakteristik fisik dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan.

3.2. Persiapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan fasilitas Laboratorium Hidrolika Dasar Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Peraga saluran terbuka dengan Spesifikasi:
 - Bahan dari Perspex glass (n Manning = 0,010)
 - Panjang 9 meter
 - Lebar 0,078 meter
 - Kedalaman maksimal 0,22 meter
 - Kemiringan 0,0001
2. Tandon kedali debit konstan:
 - Panjang 0,5 m
 - Lebar 0,6 m
 - Tinggi 0,31 m
 - Bahan *fiber glass* (n Manning = 0,010)
3. Alat ukur ketinggian muka air (*point gauge*)
4. Tabung pitot
5. Arloji ukur (*stopwatch*)
6. Satu set model pintu sorong (*sluice gate*)
7. Model Cipoletti yang terdiri dari:
 - Ambang dengan lebar pisau 2,6 cm
 - Tinggi 10 cm

- Model balok terbuat dari fiber glass.



Gambar 3.1. Sketsa alat percobaan
Sumber: Sketsa perlakuan

Keterangan:

1. Flume saluran
2. Alat ukur tinggi muka air
3. Pintu sorong
4. Penjalaran gelombang
5. Alat ukur Cipoletti
6. Bak penampung atau *Outlet*
7. Pompa air
8. Kran pengatur

3.3. Kalibrasi dan Verifikasi

Kalibrasi adalah suatu tahap yang dilakukan untuk mencocokkan parameter yang akan digunakan dalam penelitian, sedangkan verifikasi adalah tahapan pembuktian kebenaran parameter dengan perlakuan fisik pada model. Kedua tahapan tersebut secara terperinci mengikuti uraian berikut:

3.1.1. Kalibrasi alat ukur kecepatan aliran (*pitot tube*)

Kalibrasi pada pitot dimaksudkan untuk mendapatkan angka penyesuaian (koreksi) dari pitot serta untuk mendapatkan persamaan kecepatan yang baru sesuai dengan angka koreksi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam kalibrasi pitot ini adalah sebagai berikut:

1. Pada saluran peraga dialirkan debit tertentu dengan kondisi penambahan Cipoletti di hilir pintu sorong dengan ketinggian tertentu, kemudian diukur kecepatannya dengan pitot pada tiap bagian (*section*) dengan jarak antar *section* diambil 3,0 m.
2. Dilakukan penakaran volume air yang keluar di hilir saluran peraga sebanyak ± 10 kali dan dicatat waktu yang diperlukan untuk penakaran volume air tersebut. Dari tahapan ini didapatkan kecepatan aliran dari debit takar serta koefisien pengalirannya (*c*), sedangkan:

$$u_{pt} = c \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h_{pt}},$$

dengan:

u_{pt} = kecepatan aliran pitot teoritis (m/dt)

c = koefisien kecepatan pitot

g = kecepatan gravitasi (m/dt²)

Δh_{pt} = beda tinggi dari pembacaan tabung pitot (m)

3. Langkah (1) diulangi untuk 3 debit yang berbeda. Setelah diketahui besar nilai Δh dari tabung pitot dan koefisien pengaliran (*c*) dapat dicari kecepatan dari pembacaan tabung pitot. Setelah itu digambarkan dalam diagram pencar (*scatter*) berupa hubungan kecepatan dari debit takar dan Δh pitot.

4. Selanjutnya hasil dari penggambaran diagram pencah di atas, didekati dengan kurva regresi yang paling sesuai menggunakan indikasi koefisien determinasi. Setelah itu kemudian didapatkan persamaan regresinya, persamaan regresi tersebut merupakan persamaan baru dari pitot untuk menentukan kecepatan aliran.

3.1.2. Kalibrasi C_c dan C_d

Kalibrasi ini dilaksanakan untuk mendapatkan koefisien kontraksi dari pintu yang digunakan dalam penelitian serta koefisien debitnya, dan selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan bilangan Froude lebih lanjut. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Koefisien kontraksi
 - a. Langkah awal adalah dengan menetapkan tinggi muka air hulu (H_0) dengan mengatur bukaan katup, satu nilai besaran h_1 menyatakan satu besaran debit (Q)
 - b. Menetapkan tinggi bukaan pintu (a) dari yang terkecil
 - c. Setelah aliran konstan dilakukan pengukuran kecepatan tepat pada bukaan pintu dan melakukan penakaran debit sebanyak 10 kali.
 - d. Dari debit takaran dan kecepatan yang telah didapatkan dimasukkan dalam Persamaan 2-12 untuk mencari nilai C_c .
 - e. Percobaan diulangi lagi dari langkah (a) sampai (d) untuk tinggi H_0 dan a yang berbeda, sehingga akan didapatkan variasi nilai C_c untuk nilai a/H_0 .

2. Koefisien debit (C_d)

Nilai C_d diperoleh dengan menggunakan Persamaan (2-6) berdasarkan nilai C_c dan H_0 yang telah dihitung.

3.1.3. Penelitian pemasangan Cipoletti

Urutan/ tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Debit dialirkan ke saluran dengan kondisi bukaan pintu tertentu dan kondisi di hilir saluran peraga bebas (tidak ada Cipoletti)

2. Dicatat kondisi yang terjadi (*initial condition*) yang terdiri atas bilangan Froude, panjang loncatan, kedalaman konjugasi, tinggi muka air hulu, distribusi kecepatan dan debit yang mengalir.
3. Dipasang lebar Cipoletti dengan jarak sembarang dengan ketinggian minimum.
4. Diukur kondisi yang terjadi yang terdiri atas bilangan Froude, panjang loncatan, kedalaman konjugasi, tinggi muka air hulu, distribusi kecepatan dengan debit dan bukaan pintu yang sama.
5. Letak Cipoletti dirubah dengan arah menuju hulu dengan interval jarak tertentu dan dicatat kondisi aliran yang terjadi.
6. Tahapan di atas dihentikan sampai kondisi batas saat terjadi aliran tenggelam (*submerged*).
7. Selanjutnya diulang tahapan no.3 dengan lebar Cipoletti yang berlainan dan dengan bukaan pintu yang berbeda, setiap perubahan jarak penempatan Cipoletti, tinggi muka air diusahakan konstan.
8. Dicatat hasil yang terjadi dan dibuat kurva hubungan kedalaman muka air hulu dengan jarak penempatan dan tinggi Cipoletti.

3.1.4. Rancangan perlakuan

Untuk memudahkan percobaan dan hasil yang terjadi maka rancangan perlakuan yang dikerjakan dalam penelitian ini dapat disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3.1. Rancangan Perlakuan

Jumlah	Perlakuan					
	Jarak Penempatan (Ls)				Tinggi Bukaan Pintu (a)	Tinggi Muka Air Hulu (H ₀)
	2 meter	3 meter	4,5 meter	5 meter		
1	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4	a1	H ₀ 1
2	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 2
3	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 3
4	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 4
5	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 5
6	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 6
7	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4	a2	H ₀ 1

Lanjutan Tabel 3.1

Jumlah	Perlakuan					
	Jarak Penempatan (Ls)				Tinggi Bukaaan Pintu	Tinggi Muka Air Hulu
	2 meter	3 meter	4,5 meter	5 meter	(a)	(H ₀)
8	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 2
9	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 3
10	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 4
11	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 5
12	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 6
13	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 1
14	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4	a ₃	H ₀ 2
15	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 3
16	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 4
17	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 5
18	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		H ₀ 6
19	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4		a ₄
20	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4	H ₀ 2	
21	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4	H ₀ 3	

Sumber: Sketsa perlakuan

Dalam rancangan perlakuan ini ditetapkan bahwa tinggi muka air hulu (H₀) dipertahankan tetap dengan 6 (enam) variasi, sementara tinggi bukaaan pintu (a) juga divariasikan 4 (empat) perubahan dan untuk Jarak penempatan bangunan ukur (Ls) ada 4 (empat) jarak yang berbeda.

Variabel merupakan faktor yang dapat dipengaruhi dan nilainya dapat berubah.

Variabel yang terlibat dalam kajian ini dapat dikelompokkan lagi sebagai berikut:

- a. Variabel tergantung/tidak tetap, yaitu:
 1. Kedalaman air awal loncatan (h₁)
 2. Kecepatan dibawah pintu sorong (u₁)
 3. Kedalaman air di hiir loncatan/kedalaman konjugasi (h₂)
 4. Jarak antara loncatan hidrolis dengan pintu (Lh₂)
- b. Variabel yang diatur, yaitu:
 1. Tinggi bukaan pintu sorong (a)

- 2. Kedalaman air di hulu pintu (H_0)
- 3. Jarak penempatan bangunan ukur (L_s)
- c. Variabel yang lain, yaitu:
 - 1. Percepatan gravitasi (g), dan
 - 2. Rapat massa (ρ)

Tabel 3.2. Variabel tergantung, diatur dan variabel lain

Kelompok Variabel	Variabel Tergantung				Variabel Diatur			Variabel Lain	
	h1	U1	h2	Lh2	a	Ho	Ls	g	ρ
M	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	1	1	1	1	1	1	1	1	-3
T	0	-1	0	0	0	0	0	-2	0

Sumber: Sketsa perlakuan

$$\begin{aligned}
 k_9 &= 0 \\
 k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6 + k_7 + k_8 + k_9 - 3k_{10} &= 0 \\
 -k_2 - 2k_8 &= 0
 \end{aligned}$$

eliminasi k_5 dan k_8 menghasilkan :

$$k_8 = -0,5 k_2$$

$$k_5 = -k_1 - 0,5k_2 - k_3 - k_4 - k_6 - k_7 - k_9 + 3k_{10}$$

Selanjutnya untuk menentukan produk bilangan tak berdimensi, digunakan bantuan matrik Langhaar pada tabel berikut:

Tabel 3.3. Variabel Matrik Langhaar

Kelompok	h1	U1	h2	Lh2	H0	Ls	ρ	a	g
Variabel	k1	k2	k3	k4	k6	k7	k9	k5	k8
π_1	1	0	0	0	0	0	0	-1	0
π_2	0	1	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5
π_3	0	0	1	0	0	0	0	-1	0
π_4	0	0	0	1	0	0	0	-1	0
π_5	0	0	0	0	1	0	0	-1	0
π_6	0	0	0	0	0	1	0	-1	0
π_7	0	0	0	0	0	0	0	3	0

Sumber: Sketsa perlakuan

$$\pi_1 = \frac{h_1}{a}$$

$$\pi_2 = \frac{u_1}{\sqrt{a \cdot g}}$$

$$\pi_3 = \frac{h_2}{a}$$

$$\pi_4 = \frac{Lh_2}{a}$$

$$\pi_5 = \frac{H_o}{a}$$

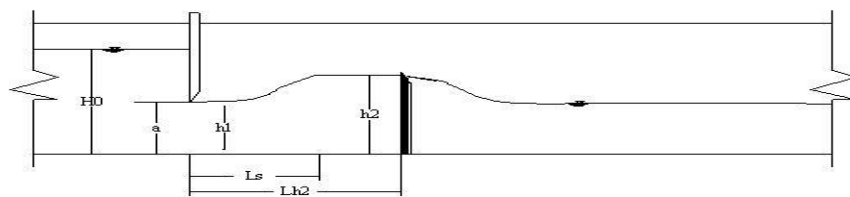
$$\pi_6 = \frac{L_s}{a}$$

$$\pi_7 = \rho \cdot a^3$$

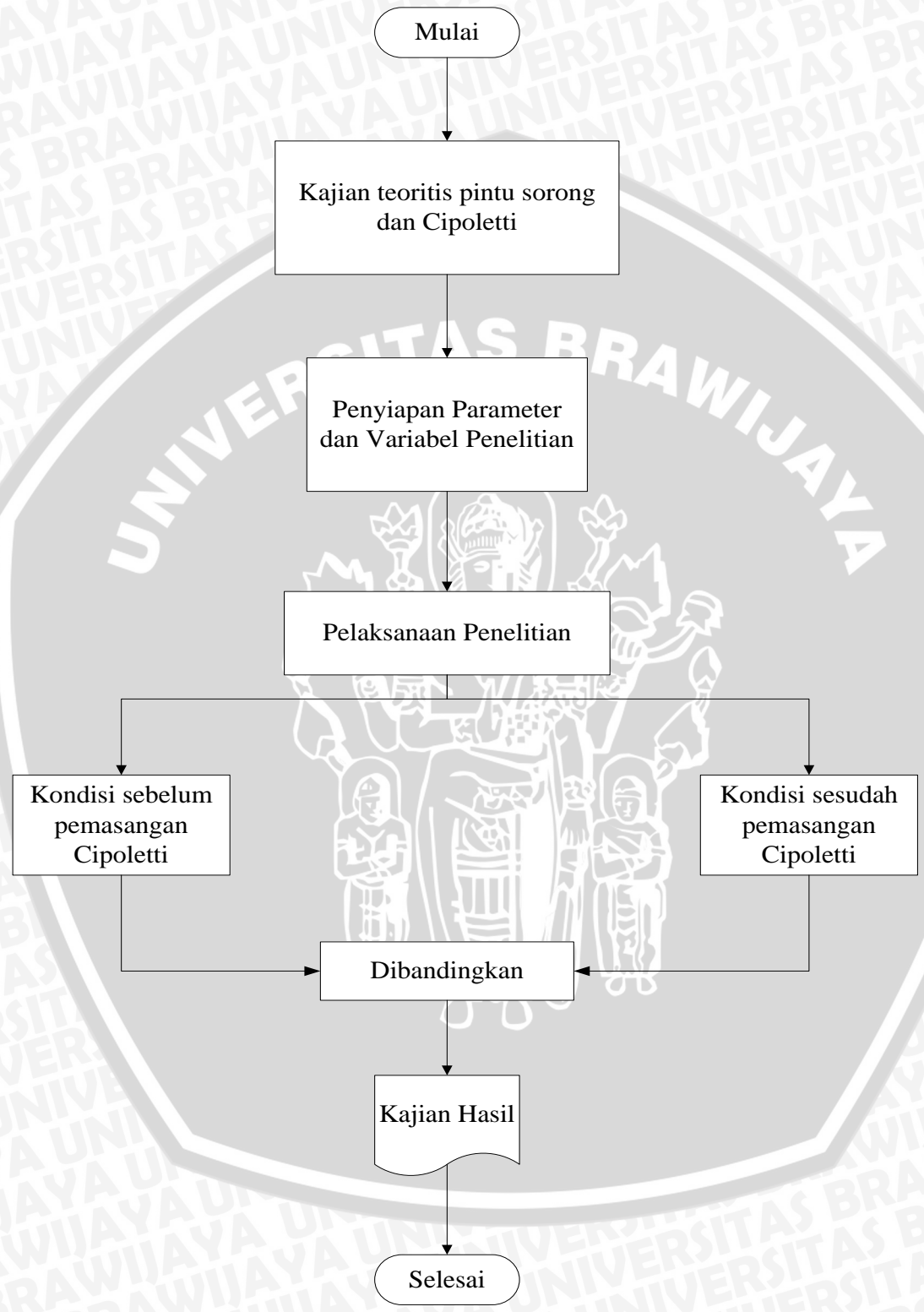
Dari ketujuh bilangan tak berdimensi tersebut selanjutnya dapat difungsikan untuk membentuk bilangan tak berdimensi lainnya. Dalam kaitan ini bilangan tak berdimensi yang dapat dibentuk adalah:

$$\pi_8 = \frac{\pi_1}{\pi_3} = \frac{\frac{h_1}{a}}{\frac{h_2}{a}} = \frac{h_1}{h_2}$$

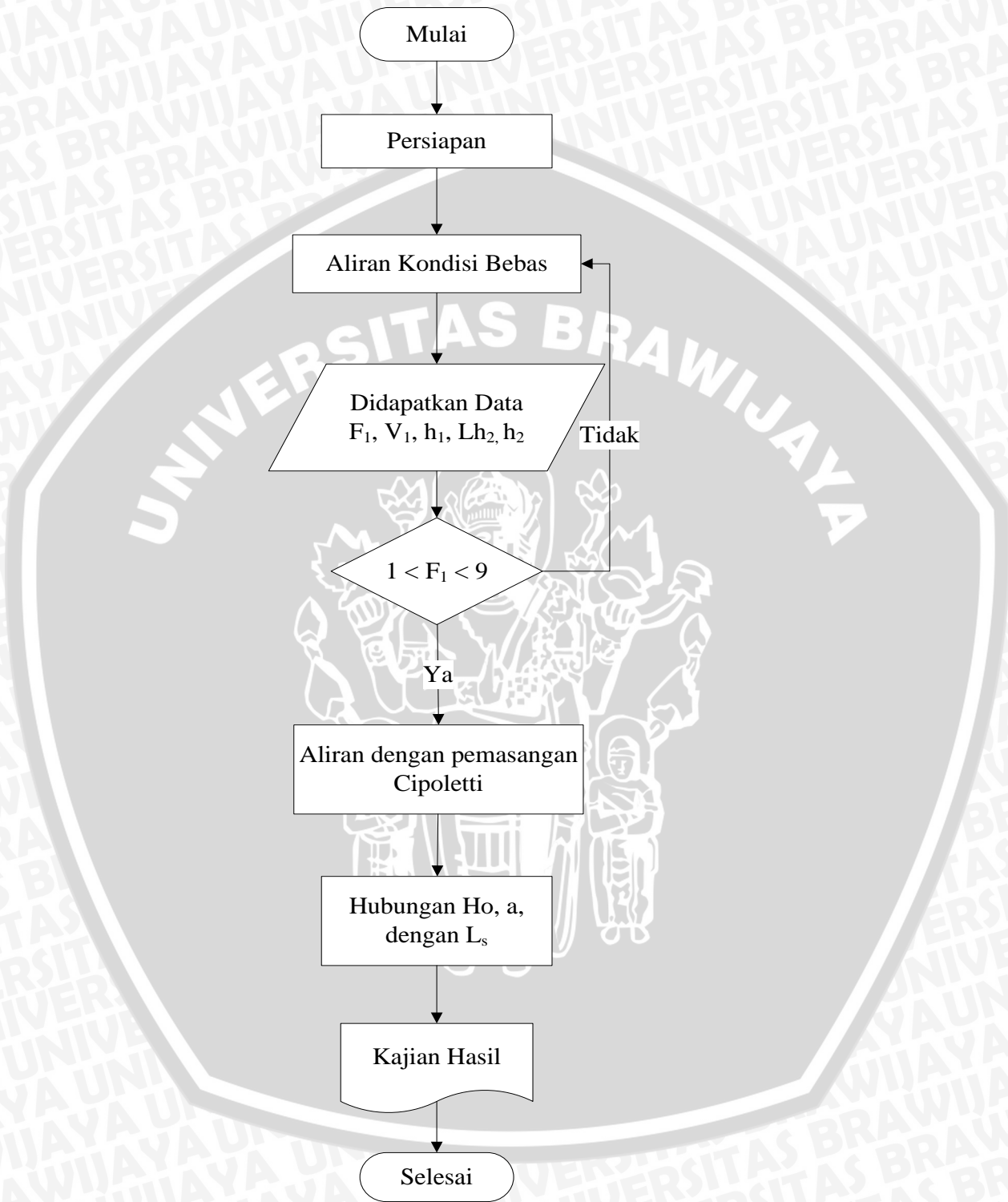
Dari ketujuh bilangan tidak berdimensi diatas dapat kita tinjau bahwa π_2 adalah bialangan Froude apabila $a = h_1$.



Gambar 3.2. Sketsa Perlakuan Penelitian
 Sumber: Sketsa perlakuan



Gambar 3.3. Diagram Alir Pengerjaan Skripsi



Gambar 3.4. Diagram Alir Pelaksanaan Percobaan