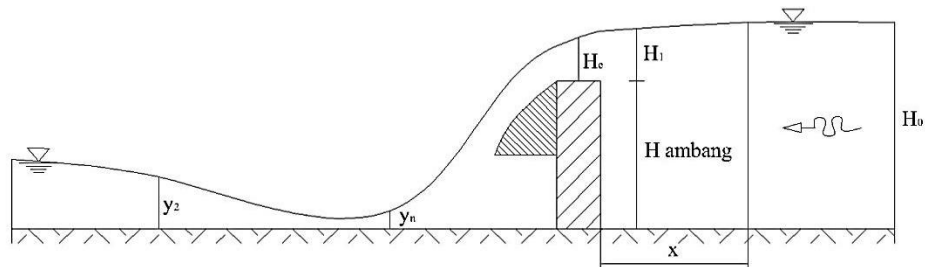


## BAB 5 DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Data Penelitian

Pada penelitian yang berjudul Pengaruh Bentuk Bagian Hilir Ambang Terhadap Lintasan Aliran digunakan data-data primer untuk analisis, seperti yang telah dijabarkan pada Bab 4.2 sebelumnya. Adapun letak parameter data primer tersebut dapat dilihat pada gambar 5.1.



**Gambar 5.1 Sket Pengambilan Data Laboratorium**

Berdasarkan parameter di atas, dengan variasi kemiringan sudut pada ambang bagian hilir dan variasi tinggi muka air hulu ( $H_0$ ), maka berikut adalah data pengukuran volume air tertampung per 10 liter pada masing-masing ambang.

**Tabel 5.1 Data Volume Air Tertampung Per satuan Waktu Pada Ambang  $0^\circ$**

Ambang	Tinggi Hulu (m)	Volume (Liter)	Tinggi Peluapan (m)	Waktu (det)
$0^\circ$	0,14	10	0,0352	9,73
				10,24
				10,06
				10,12
				9,82
	0,15	10	0,045	7,33
				7,44
				7,49
				7,77
	0,16	10	0,056	7,38
				5,27
				5,46
5,65				
				5,69
				5,09

**Tabel 5.2 Data Volume Air Tertampung Per satuan Waktu Pada Ambang 15°**

Ambang	Tinggi Hulu (m)	Volume (Liter)	Tinggi Peluapan (m)	Waktu (det)
15°	0,14	10	0,037	9,65
				9,43
				9,33
				9,12
				9,82
	0,15	10	0,048	6,55
				6,67
				6,36
				6,65
				6,52
	0,16	10	0,055	5,69
				5,69
				5,49
				5,47
				5,48

**Tabel 5.3 Data Volume Air Tertampung Per satuan Waktu Pada Ambang 30°**

Ambang	Tinggi Hulu (m)	Volume (Liter)	Tinggi Peluapan (m)	Waktu (det)
30°	0,14	10	0,0375	8,81
				8,85
				8,78
				9,19
				8,51
	0,15	10	0,04775	6,88
				6,11
				6,44
				6,51
				6,4
	0,16	10	0,0575	4,67
				5,01
				5,11
				4,84
				4,77

**Tabel 5.4 Data Volume Air Tertampung Per satuan Waktu Pada Ambang 45°**

Ambang	Tinggi Hulu (m)	Volume (Liter)	Tinggi Peluapan (m)	Waktu (det)
45°	0,14	10	0,038	8,43
				8,51
				8,78
				8,37
				8,38
	0,15	10	0,048	6,73
				6,77
				6,11
				5,97
				6,86
	0,16	10	0,0579	4,49
				4,75
				5,03
				4,83
				4,9

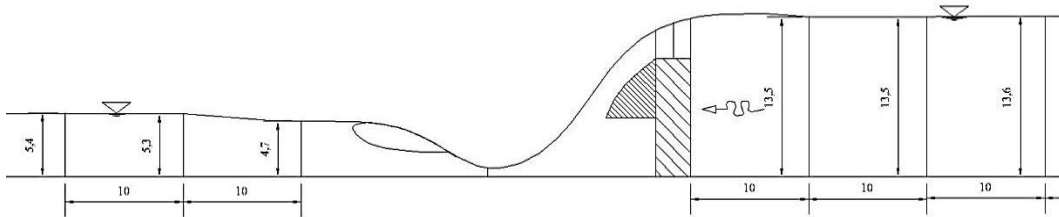
**Tabel 5.5 Data Volume Air Tertampung Per satuan Waktu Pada Ambang 60°**

Ambang	Tinggi Hulu (m)	Volume (Liter)	Tinggi Peluapan (m)	Waktu (det)
60°	0,14	10	0,0365	8,94
				9,25
				9,3
				8,72
				8,85
	0,15	10	0,0475	6,61
				6,58
				7,02
				6,49
				6,57
	0,16	10	0,057	4,93
				4,86
				4,67
				4,55
				4,77

Selain data waktu volume tertampung, penelitian ini juga membutuhkan tinggi profil muka air terukur per-pias. Adapun rekapitulasi tinggi profil muka air terukur adalah sebagai berikut.

**Tabel 5.6 Tinggi Profil Muka Air Terukur Per Pias 0°**

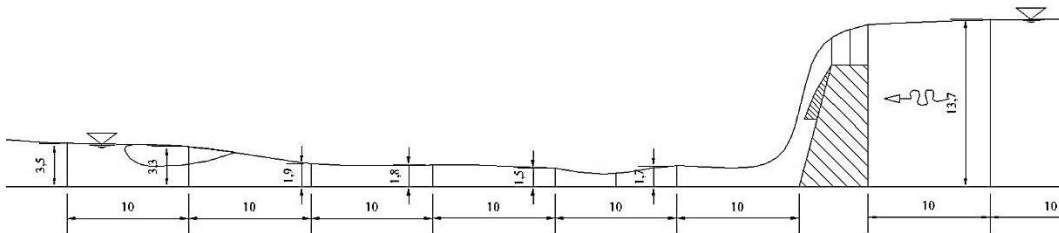
Model Pelimpah	0°																								
Tinggi Hulu (H0)	14																								
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	
Hulu (cm)	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13.8	13.75	13.6	13.6	13.5	13.5
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	
Hilir (cm)	0.9	3.5	4.7	5.3	5.4	5.3	5.4	5.3	5.4	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	
Tinggi Hulu (H0)	15																								
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	
Hulu (cm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14.9	14.85	14.7	14.6	14.5	14.5	14.5	14.5	
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	
Hilir (cm)	1.3	1.5	1.8	1.9	5.2	6.2	6	6.1	6	6.1	6	6.1	6.1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Tinggi Hulu (H0)	16																								
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	
Hulu (cm)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15.9	15.75	15.7	15.65	15.6	15.6	15.6	
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	
Hilir (cm)	2	2.8	2.8	2.5	2.3	1.9	2.4	2.8	3.7	6	6.7	7	7.2	7	7.2	7.3	7.2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	



**Gambar 5.2 Tinggi Profil Muka Air Terukur Per Pias 0°**

**Tabel 5.7 Tinggi Profil Muka Air Terukur Per Pias 15°**

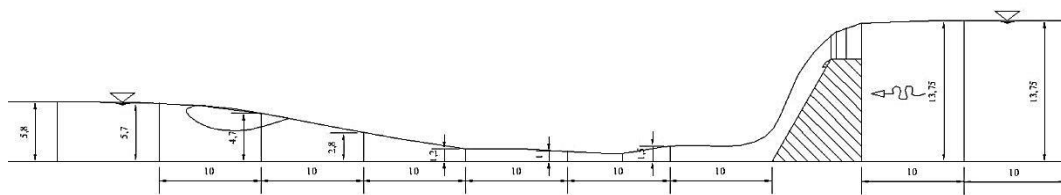
Model Pelimpah	15°																							
Tinggi Hulu (H0)	14																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13.9	13.8	13.8	13.7	13.7	13.7	13.7
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	1.7	1.5	1.8	1.9	3.3	3.5	4.3	5	5.4	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
Tinggi Hulu (H0)	15																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14.9	14.9	14.8	14.8	14.8
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	4	6	6.3	6.4	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Tinggi Hulu (H0)	16																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15.8	15.75	15.6	15.5	15.5
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	2	2.3	2	2.4	2.5	2.6	2.8	2.5	3.5	5.8	7	7.2	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5



**Gambar 5.3 Tinggi Profil Muka Air Terukur Per Pias 15°**

**Tabel 5.8 Tinggi Profil Muka Air Terukur Per Pias 30°**

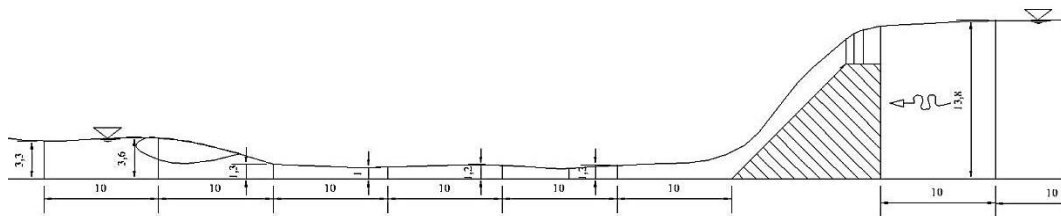
Model Pelimpah	30°																							
Tinggi Hulu (H0)	14																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13.9	13.8	13.75	13.75	13.8
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	1.5	1	1.2	2.8	4.7	5.7	5.8	5.9	5.8	5.9	5.8	5.9	5.8	5.9	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
Tinggi Hulu (H0)	15																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14.9	14.9	14.8	14.8	14.75	14.7
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	2.1	1.85	1.6	2	2.2	1.9	2.1	2.4	2	4.8	6.2	6.6	6.8	7	6.9	7	6.9	7	7	7	7	7	7	7
Tinggi Hulu (H0)	16																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15.9	15.8	15.75	15.75	15.7
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	3	2.8	2.3	2.5	2.3	2.6	2.7	2.8	2.6	2.7	2.8	2.8	2.8	2.9	5.8	6.6	7.5	7.8	8	7.9	8	7.9	8	7.9



**Gambar 5.4 Tinggi Profil Muka Air Terukur Per Pias 30°**

**Tabel 5.9 Tinggi Profil Muka Air Terukur Per Pias 45°**

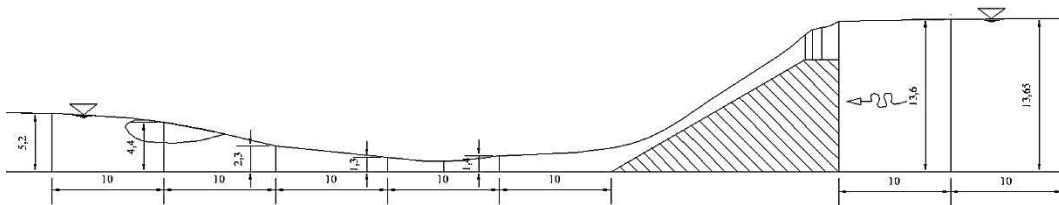
Model Pelimpah	45°																							
Tinggi Hulu (H0)	14																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13.9	13.85	13.8	13.8	13.8
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	1.2	1.2	1	1.3	3.6	3.3	4.5	5.3	5.4	5.5	5.6	5.5	5.6	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
Tinggi Hulu (H0)	15																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14.95	14.9	14.9	14.8	14.8	14.8	14.8
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	1.9	1.6	1.5	1.7	1.8	1.65	1.8	2	2.1	4.7	5.7	6.2	6.5	6.4	6.7	6.6	6.7	6.6	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
Tinggi Hulu (H0)	16																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15.9	15.9	15.8	15.75	15.8
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	2.6	2.3	1.9	2.2	2	2.4	2	2.7	2.4	2.4	2.4	2.6	2.4	4.5	5.8	6.7	7.3	7.6	7.5	7.6	7.5	7.6	7.6	7.6



**Gambar 5.5 Tinggi Profil Muka Air Terukur Per Pias 45°**

**Tabel 5.10 Tinggi Profil Muka Air Terukur Per Pias 60°**

Model Pelimpah	60°																							
Tinggi Hulu (H <sub>0</sub> )	14																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13.7	13.65	13.65	13.65	13.65	13.6
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	1.4	1.3	2.3	4.4	5.2	5.3	5.4	5.3	5.4	5.5	5.4	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
Tinggi Hulu (H <sub>0</sub> )	15																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14.95	14.8	14.75	14.75	14.75	14.7
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	1.8	1.8	1.5	1.55	1.6	2	1.6	2.1	3.4	5.7	6.2	6.4	6.5	6.4	6.6	6.5	6.6	6.5	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
Tinggi Hulu (H <sub>0</sub> )	16																							
Pias (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Hulu (cm)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15.95	15.8	15.75	15.7	15.7	15.7
Pias (cm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
Hilir (cm)	2.25	2.3	1.95	1.9	2	2.6	2.1	2.6	2.2	2.2	2.3	2.3	3.2	5.7	6.3	7	7.2	7.3	7.4	7.5	7.4	7.5	7.5	7.5

**Gambar 5.6 Tinggi Profil Muka Air Terukur Per Pias 60°**

## 5.2 Analisis Data Penelitian

Pada sub-bab ini akan dijabarkan analisis data terkait percobaan yang telah dilakukan. Adapun rangkaian perhitungan analisis akan dijabarkan dalam sub-subbab berikut ini.

### 5.2.1 Analisis Perhitungan Debit Nyata

Dari hasil uji laboratorium untuk pengukuran waktu volume air tertampung per 10 liter pada bak tertampung, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk debit aliran ( $Q$ ) sesuai dengan variasi tinggi peluapan ( $H_1$ ) yang telah ditentukan. Berikut penjabaran untuk perhitungan debit nyata.

#### 1. Perhitungan debit nyata pada ambang 0°

##### a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

##### - Percobaan 1

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{Vol} / t \\
 &= 0,01 / 9,73 \\
 &= 0,001027749 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

- Percobaan 2
  - $Q = \text{Vol} / t$
  - $= 0,01 / 10,24$
  - $= 0,000976563 \text{ m}^3/\text{s}$
- Percobaan 3
  - $Q = \text{Vol} / t$
  - $= 0,01 / 10,06$
  - $= 0,000994036 \text{ m}^3/\text{s}$
- Percobaan 4
  - $Q = \text{Vol} / t$
  - $= 0,01 / 10,12$
  - $= 0,000988142 \text{ m}^3/\text{s}$
- Percobaan 5
  - $Q = \text{Vol} / t$
  - $= 0,01 / 9,82$
  - $= 0,00101833 \text{ m}^3/\text{s}$

Dari kelima hasil perhitungan di atas, semua data dirata-rata sehingga menghasilkan data perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 - \text{ Q rerata (0,14)} &= (0,001027749 + 0,000976563 + 0,000994036 + \\
 &0,000988142 + 0,00101833) / 5 \\
 &= 0,001000964 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan debit nyata menggunakan ambang  $0^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu  $H_0 = 0,15 \text{ m}$  dan  $0,16 \text{ m}$ .

## 2. Perhitungan debit nyata pada ambang $15^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

- Percobaan 1
  - $Q = \text{Vol} / t$
  - $= 0,01 / 9,65$

$$= 0,001036269 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 2

$$\begin{aligned} Q &= \text{Vol} / t \\ &= 0,01 / 9,43 \\ &= 0,001060445 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

- Percobaan 3

$$\begin{aligned} Q &= \text{Vol} / t \\ &= 0,01 / 9,33 \\ &= 0,001071811 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

- Percobaan 4

$$\begin{aligned} Q &= \text{Vol} / t \\ &= 0,01 / 9,12 \\ &= 0,001096491 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

- Percobaan 5

$$\begin{aligned} Q &= \text{Vol} / t \\ &= 0,01 / 9,82 \\ &= 0,00101833 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dari kelima hasil perhitungan di atas, semua data dirata-rata sehingga menghasilkan data perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} - \text{ Q rerata (0,14)} &= (0,001036269 + 0,001060445 + 0,001071811 + \\ &0,001096491 + 0,00101833) / 5 \\ &= 0,001056669 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan debit nyata menggunakan ambang  $15^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu  $H_0 = 0,15 \text{ m}$  dan  $0,16 \text{ m}$ .

3. Perhitungan debit nyata pada ambang  $30^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14 \text{ m}$

- Percobaan 1

$$Q = \text{Vol} / t$$



$$= 0,01 / 8,81$$

$$= 0,001135074 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 2

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,85$$

$$= 0,001129944 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 3

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,78$$

$$= 0,001138952 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 4

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 9,19$$

$$= 0,001088139 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 5

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,51$$

$$= 0,001175088 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dari kelima hasil perhitungan di atas, semua data dirata-rata sehingga menghasilkan data perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} - \text{ Q rerata (0,14)} &= (0,001135074 + 0,001129944 + 0,001138952 + \\ &0,001088139 + 0,001175088) / 5 \\ &= 0,001133439 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan debit nyata menggunakan ambang  $30^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu  $H_0 = 0,15 \text{ m}$  dan  $0,16 \text{ m}$ .

4. Perhitungan debit nyata pada ambang  $45^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14 \text{ m}$

- Percobaan 1

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,43$$

$$= 0,00118624 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 2

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,51$$

$$= 0,001175088 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 3

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,78$$

$$= 0,001138952 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 4

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,37$$

$$= 0,001194743 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 5

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,38$$

$$= 0,001193317 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dari kelima hasil perhitungan di atas, semua data dirata-rata sehingga menghasilkan data perhitungan sebagai berikut.

$$- \text{ Q rerata (0,14)} = (0,00118624 + 0,001175088 + 0,001138952 + 0,001194743 + 0,001193317) / 5$$

$$= 0,001177668 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan debit nyata menggunakan ambang  $45^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu  $H_0 = 0,15 \text{ m}$  dan  $0,16 \text{ m}$ .

5. Perhitungan debit nyata pada ambang  $60^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14 \text{ m}$

- Percobaan 1

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,94$$

$$= 0,001118568 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 2

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 9,25$$

$$= 0,001081081 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 3

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 9,3$$

$$= 0,001075269 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 4

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,72$$

$$= 0,001146789 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Percobaan 5

$$Q = \text{Vol} / t$$

$$= 0,01 / 8,85$$

$$= 0,001129944 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dari kelima hasil perhitungan di atas, semua data dirata-rata sehingga menghasilkan data perhitungan sebagai berikut.

$$- \text{ Q rerata (0,14)} = (0,001118568 + 0,001081081 + 0,001075269 + 0,001146789 + 0,001129944) / 5$$

$$= 0,00111033 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan debit nyata menggunakan ambang  $60^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu  $H_0 = 0,15 \text{ m}$  dan  $0,16 \text{ m}$ .

Berikut rekapitulasi perhitungan debit nyata pada masing-masing bentuk ambang dan variasi tinggi peluapan ( $H_1$ ) seperti pada tabel 5.11 berikut.

**Tabel 5.11 Rekap Debit Nyata Pada Ambang 0°**

Ambang	H <sub>0</sub> (m)	t (detik)	Vol (m <sup>3</sup> )	H <sub>1</sub> (m)	Qnyata (m <sup>3</sup> /det)	Qrerata
0°	0,14	9,73	0,01	0,0352	0,001027749	0,001001
		10,24			0,000976563	
		10,06			0,000994036	
		10,12			0,000988142	
		9,82			0,00101833	
	0,15	7,33	0,01	0,045	0,001364256	0,001337
		7,44			0,001344086	
		7,49			0,001335113	
		7,77			0,001287001	
		7,38			0,001355014	
	0,16	5,27	0,01	0,056	0,001897533	0,001844
		5,46			0,001831502	
		5,65			0,001769912	
		5,69			0,001757469	
		5,09			0,001964637	

**Tabel 5.12 Rekap Debit Nyata Pada Ambang 15°**

Ambang	H <sub>0</sub> (m)	t (detik)	Vol (m <sup>3</sup> )	H <sub>1</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /det)	Qrerata
15°	0,14	9,65	0,01	0,037	0,001036269	0,001057
		9,43			0,001060445	
		9,33			0,001071811	
		9,12			0,001096491	
		9,82			0,00101833	
	0,15	6,55	0,01	0,048	0,001526718	0,001527
		6,67			0,00149925	
		6,36			0,001572327	
		6,65			0,001503759	
		6,52			0,001533742	
	0,16	5,69	0,01	0,055	0,001757469	0,001798
		5,69			0,001757469	
		5,49			0,001821494	
		5,47			0,001828154	
		5,48			0,001824818	

**Tabel 5.13 Rekap Debit Nyata Pada Ambang 30°**

Ambang	H <sub>0</sub> (m)	t (detik)	Vol (m <sup>3</sup> )	H <sub>1</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /det)	Qrerata
30°	0,14	8,81	0,01	0,0375	0,001135074	0,001133
		8,85			0,001129944	
		8,78			0,001138952	
		9,19			0,001088139	
		8,51			0,001175088	
	0,15	6,88	0,01	0,04775	0,001453488	0,001548
		6,11			0,001636661	
		6,44			0,001552795	
		6,51			0,001536098	
		6,40			0,001562500	
	0,16	4,67	0,01	0,0575	0,002141328	0,002051
		5,01			0,001996008	
		5,11			0,001956947	
		4,84			0,002066116	
		4,77			0,002096436	

**Tabel 5.14 Rekap Debit Nyata Pada Ambang 45°**

Ambang	H <sub>0</sub> (m)	t (detik)	Vol (m <sup>3</sup> )	H <sub>1</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /det)	Qrerata
45°	0,14	8,43	0,01	0,0380	0,001186240	0,001178
		8,51			0,001175088	
		8,78			0,001138952	
		8,37			0,001194743	
		8,38			0,001193317	
	0,15	6,73	0,01	0,0480	0,001485884	0,001546
		6,77			0,001477105	
		6,11			0,001636661	
		5,97			0,001675042	
		6,86			0,001457726	
	0,16	4,49	0,01	0,0579	0,002227171	0,002086
		4,75			0,002105263	
		5,03			0,001988072	
		4,83			0,002070393	
		4,90			0,002040816	

**Tabel 5.15 Rekap Debit Nyata Pada Ambang 60°**

Ambang	H <sub>0</sub> (m)	t (detik)	Vol (m <sup>3</sup> )	H <sub>1</sub> (m)	Q (m <sup>3</sup> /det)	Qrerata
60°	0,14	8,94	0,01	0,0365	0,001118568	0,00111
		9,25			0,001081081	
		9,30			0,001075269	
		8,72			0,001146789	
		8,85			0,001129944	
	0,15	6,61	0,01	0,0475	0,001512859	0,001504
		6,58			0,001519757	
		7,02			0,001424501	
		6,49			0,001540832	
		6,57			0,001522070	
	0,16	4,93	0,01	0,057	0,002028398	0,002104
		4,86			0,002057613	
		4,67			0,002141328	
		4,55			0,002197802	
		4,77			0,002096436	

### 5.2.2 Menghitung Debit Teoritis

Pada perhitungan sebelumnya telah dijabarkan mengenai perhitungan debit nyata ( $Q_{nyata}$ ). Selanjutnya, debit teoritis ( $Q_{teoritis}$ ) dihitung dengan uraian sebagai berikut.

1. Perhitungan debit teoritis pada ambang 0°

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

$$Q = 1,705 \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 1,705 \cdot 0,1 \cdot 0,0352^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 0,001126 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk debit teoritis ( $Q_{teoritis}$ ) pada variasi tinggi muka air hulu  $H_0 = 0,15$  cm dan 0,16 cm.

2. Perhitungan debit teoritis pada ambang 15°

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14

$$Q = 1,705 \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 1,705 \cdot 0,1 \cdot 0,037^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 0,001213464 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk debit teoritis ( $Q_{\text{teoritis}}$ ) pada variasi tinggi muka air hulu  $H_0 = 0,15 \text{ cm}$  dan  $0,16 \text{ cm}$ .

3. Perhitungan debit teoritis pada ambang  $30^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14

$$Q = 1,705 \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 1,705 \cdot 0,1 \cdot 0,0375^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 0,001238144 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk debit teoritis ( $Q_{\text{teoritis}}$ ) pada variasi  $H_1 = 5 \text{ cm}$  dan  $6 \text{ cm}$ .

4. Perhitungan debit teoritis pada ambang  $45^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14

$$Q = 1,705 \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 1,705 \cdot 0,1 \cdot 0,038^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 0,00126299 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk debit teoritis ( $Q_{\text{teoritis}}$ ) pada variasi tinggi muka air hulu  $H_0 = 0,15 \text{ cm}$  dan  $0,16 \text{ cm}$ .

5. Perhitungan debit teoritis pada ambang  $60^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14

$$Q = 1,705 \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 1,705 \cdot 0,1 \cdot 0,0365^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 0,00118895 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk debit teoritis ( $Q_{\text{teoritis}}$ ) pada variasi tinggi muka air hulu  $H_0 = 0,15 \text{ cm}$  dan  $0,16 \text{ cm}$ .

Berikut rekapitulasi hasil perhitungan debit teoritis dan debit nyata pada masing-masing bentuk ambang seperti pada tabel 5.16 berikut.

**Tabel 5.16 Rekap Debit Teoritis Pada Masing-Masing Ambang**

Ambang	H1 (m)	Qnyata (m <sup>3</sup> /det)	Q teoritis (m <sup>3</sup> /det)
0°	0,0352	0,001000964	0,00112600
	0,0450	0,001337094	0,00162758
	0,0560	0,00184421	0,00225947
15°	0,0370	0,001056669	0,00121346
	0,0480	0,001527159	0,00179302
	0,0550	0,001797881	0,00219922
30°	0,0375	0,001133439	0,00123814
	0,04775	0,001548309	0,00177903
	0,0575	0,002051367	0,00235086
45°	0,0380	0,001177668	0,00126299
	0,0480	0,001546484	0,00179302
	0,0579	0,002086343	0,00237543
60°	0,0365	0,00111033	0,00118895
	0,0475	0,001504004	0,00176508
	0,0570	0,002104315	0,00232026

### 5.2.3 Menghitung Koefisien Debit

Berdasarkan hasil dari perhitungan Debit Nyata dan Debit Teoritis, maka dilakukan rangkaian perhitungan koefisien debit sebagai berikut.

#### 1. Perhitungan koefisien debit pada ambang 0°

##### a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14

$$Cd = Q / Q_{teori}$$

$$Cd = 0,001000964 / 0,001126$$

$$Cd = 0,888955574$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk koefisien debit ( $Cd$ ) pada variasi tinggi muka air hulu  $H_0 = 0,15$  m dan 0,16 m.

#### 2. Perhitungan koefisien debit pada ambang 15°

##### a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14

$$Cd = Q / Q_{teori}$$

$$Cd = 0,001062925 / 0,001213464$$



$$C_d = 0,875942749$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk koefisien debit ( $C_d$ ) pada variasi tinggi muka air hulu  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

3. Perhitungan koefisien debit pada ambang  $30^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14$

$$C_d = Q/Q_{\text{teori}}$$

$$C_d = 0,001132759 / 0,001238144$$

$$C_d = 0,914884754$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk koefisien debit ( $C_d$ ) pada variasi tinggi muka air hulu  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

4. Perhitungan koefisien debit pada ambang  $45^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14$

$$C_d = Q/Q_{\text{teori}}$$

$$C_d = 0,001177302 / 0,00126299$$

$$C_d = 0,932154639$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk koefisien debit ( $C_d$ ) pada variasi tinggi muka air hulu  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

5. Perhitungan koefisien debit pada ambang  $60^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14$

$$C_d = Q/Q_{\text{teori}}$$

$$C_d = 0,001109632 / 0,00118895$$

$$C_d = 0,933286829$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk koefisien debit ( $C_d$ ) pada variasi tinggi muka air hulu  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

Berikut rekapitulasi data hasil perhitungan koefisien debit masing-masing bentuk ambang seperti pada tabel 5.17 berikut.

**Tabel 5.17 Rekap Koefisien Debit Pada Masing-Masing Ambang**

Model	H ambang	H <sub>0</sub> (m)	H <sub>1</sub> (m)	b (m)	Q <sub>th</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Q <sub>nyata</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Cd
0	0,1	0,14	0,0352	0,1	0,001126	0,001001	0,888633
		0,15	0,045	0,1	0,001628	0,001337	0,821181
		0,16	0,056	0,1	0,002259	0,001841	0,814768
15	0,1	0,14	0,037	0,1	0,001213	0,001056	0,870208
		0,15	0,048	0,1	0,001793	0,001527	0,851476
		0,16	0,055	0,1	0,002199	0,001797	0,81723
30	0,1	0,14	0,0375	0,1	0,001238	0,001133	0,914885
		0,15	0,04775	0,1	0,001779	0,001546	0,869052
		0,16	0,0575	0,1	0,002351	0,002049	0,871674
45	0,1	0,14	0,038	0,1	0,001263	0,001177	0,932155
		0,15	0,048	0,1	0,001793	0,001541	0,859613
		0,16	0,0579	0,1	0,002375	0,002083	0,877034
60	0,1	0,14	0,0365	0,1	0,001189	0,00111	0,933287
		0,15	0,0475	0,1	0,001765	0,001503	0,851437
		0,16	0,057	0,1	0,00232	0,002103	0,906195

#### 5.2.4 Menghitung Kecepatan Aliran

Setelah menghitung debit aliran, selanjutnya adalah melakukan rangkaian perhitungan untuk kecepatan aliran. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut.

##### 1. Perhitungan kecepatan aliran pada ambang 0°

###### a. Tinggi Muka Air Hulu (H<sub>0</sub>) = 0,14 m

$$\begin{aligned}
 V \text{ nyata Hulu} &= Q / A \\
 &= 0,001000964 / (0,1 \cdot 0,14) \\
 &= 0,071471454 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V \text{ nyata Hc} &= Q / A \\
 &= 0,001000964 / (0,1 \cdot 0,0235) \\
 &= 0,42633164 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$V \text{ nyata Hilir} = Q / A$$

$$= 0,001000964 / (0,1 \cdot 0,053)$$

$$= 0,188792521 \text{ m/s}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan kecepatan aliran menggunakan ambang  $0^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15 \text{ m}$  dan  $0,16 \text{ m}$ .

2. Perhitungan kecepatan aliran pada ambang  $15^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu (H) = 0,14

$$V \text{ nyata Hulu} = Q / A$$

$$= 0,001056669 / (0,1 \cdot 0,14)$$

$$= 0,075426158 \text{ m/s}$$

$$V \text{ nyata Hc} = Q / A$$

$$= 0,001056669 / (0,1 \cdot 0,02467)$$

$$= 0,428036566 \text{ m/s}$$

$$V \text{ nyata Hilir} = Q / A$$

$$= 0,001056669 / (0,1 \cdot 0,059)$$

$$= 0,178977324 \text{ m/s}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan kecepatan aliran menggunakan ambang  $15^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15 \text{ m}$  dan  $0,16 \text{ m}$ .

3. Perhitungan kecepatan aliran pada pelimpah  $30^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu (H) = 0,14

$$V \text{ nyata Hulu} = Q / A$$

$$= 0,001133439 / (0,1 \cdot 0,14)$$

$$= 0,080911386 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} V \text{ nyata Hc} &= Q / A \\ &= 0,001133439 / (0,1 \cdot 0,025) \\ &= 0,453103761 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ nyata Hilir} &= Q / A \\ &= 0,001133439 / (0,1 \cdot 0,059) \\ &= 0,191993119 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan kecepatan aliran menggunakan ambang  $30^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15 \text{ m}$  dan  $0,16 \text{ m}$ .

4. Perhitungan kecepatan aliran pada ambang  $45^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu (H) = 0,14

$$\begin{aligned} V \text{ nyata Hulu} &= Q / A \\ &= 0,001177668 / (0,1 \cdot 0,14) \\ &= 0,084092973 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ nyata Hc} &= Q / A \\ &= 0,001177668 / (0,1 \cdot 0,02533) \\ &= 0,464785482 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ nyata Hilir} &= Q / A \\ &= 0,001177668 / (0,1 \cdot 0,056) \\ &= 0,210232433 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan kecepatan aliran menggunakan ambang  $45^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

5. Perhitungan kecepatan aliran pada ambang  $60^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu (H) = 0,14

$$\begin{aligned} V \text{ nyata Hulu} &= Q / A \\ &= 0,00111033 / (0,1 \cdot 0,14) \\ &= 0,0792594 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ nyata Hc} &= Q / A \\ &= 0,00111033 / (0,1 \cdot 0,02433) \\ &= 0,456075463 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ nyata Hilir} &= Q / A \\ &= 0,00111033 / (0,1 \cdot 0,054) \\ &= 0,205487334 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan kecepatan aliran menggunakan ambang  $60^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

### 5.2.5 Menghitung Angka Froude

Setelah melakukan rangkaian analisis data untuk debit dan kecepatan, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui angka froude. Adapun rangkaian perhitungannya adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan angka froude pada ambang  $0^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

$$Fr \text{ Hulu} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot H}}$$

$$= \frac{0,071471454}{\sqrt{9,81 \cdot 0,14}}$$

$$= 0,060986554$$

$$\text{Fr Hc} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{2}{3}H_1}}$$

$$= \frac{0,42633164}{\sqrt{9,81 \cdot 0,0235}}$$

$$= 0,888498127$$

$$\text{Fr Hilir} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot H}}$$

$$= \frac{1,111778178}{\sqrt{9,81 \cdot 0,009}}$$

$$= 3,741643337$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan angka froude menggunakan ambang  $0^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

## 2. Perhitungan angka froude pada ambang $15^\circ$

### a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = $0,14$ m

$$\text{Fr Hulu} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot H}}$$

$$= \frac{0,075426158}{\sqrt{9,81 \cdot 0,14}}$$

$$= 0,064361101$$

$$\text{Fr Hc} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{2}{3}H_1}}$$

$$= \frac{0,428036566}{\sqrt{9,81 \cdot 0,02467}}$$

$$= 0,870085223$$

$$\text{Fr Hilir} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot H}}$$

$$= \frac{0,621156594}{\sqrt{9,81 \cdot 0,017}}$$

$$= 1,521045254$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan angka froude menggunakan ambang  $15^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

3. Perhitungan angka froude pada ambang  $30^\circ$ 
  - a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14$  m

$$\text{Fr Hulu} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot H}}$$

$$= \frac{0,080911386}{\sqrt{9,81 \cdot 0,14}}$$

$$= 0,069041643$$

$$\text{Fr Hc} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{2}{3}H_1}}$$

$$= \frac{0,453103761}{\sqrt{9,81 \cdot 0,025}}$$

$$= 0,914941146$$

$$\text{Fr Hilir} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot H}}$$

$$= \frac{0,755172935}{\sqrt{9,81 \cdot 0,015}}$$

$$= 1,968639901$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan angka froude menggunakan ambang  $30^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

4. Perhitungan angka froude pada ambang  $45^\circ$ 
  - a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14$  m

$$\begin{aligned}
 \text{Fr Hulu} &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot H}} \\
 &= \frac{0,084092973}{\sqrt{9,81 \cdot 0,14}} \\
 &= 0,07175649
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Fr Hc} &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{2}{3}H_1}} \\
 &= \frac{0,464785482}{\sqrt{9,81 \cdot 0,02533}} \\
 &= 0,932396114
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Fr Hilir} &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot H}} \\
 &= \frac{0,981084687}{\sqrt{9,81 \cdot 0,012}} \\
 &= 2,859442518
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan angka froude menggunakan ambang  $45^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

5. Perhitungan angka froude pada ambang  $60^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14$  m

$$\begin{aligned}
 \text{Fr Hulu} &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot H}} \\
 &= \frac{0,0792594}{\sqrt{9,81 \cdot 0,14}} \\
 &= 0,067632005
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Fr Hc} &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{2}{3}H_1}} \\
 &= \frac{0,456075463}{\sqrt{9,81 \cdot 0,02433}} \\
 &= 0,933536171
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{Fr Hilir} &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot H}} \\
 &= \frac{0,792594002}{\sqrt{9,81 \cdot 0,014}} \\
 &= 2,138711771
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan angka froude menggunakan ambang  $60^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

### 5.2.6 Menghitung Angka Reynolds

Setelah menghitung angka froude untuk menentukan tingkat kekritisitas suatu aliran, maka selanjutnya dilakukan perhitungan angka reynolds untuk mengetahui klasifikasi aliran. Adapun rangkaian perhitungannya adalah sebagai berikut.

#### 1. Perhitungan angka reynolds pada ambang $0^\circ$

##### a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

$$\begin{aligned}
 \text{Re Hulu} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\
 &= \frac{(0,071471454 \cdot 0,036842105)}{0,000001} \\
 &= 2633,158843
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Re Hc} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\
 &= \frac{(0,42633164 \cdot 0,015972506)}{0,000001} \\
 &= 6809,584594
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Re Hilir 1} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\
 &= \frac{(1,111778178 \cdot 0,007627119)}{0,000001} \\
 &= 8479,66407
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan angka reynolds menggunakan ambang  $0^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

2. Perhitungan angka reynolds pada ambang  $15^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14$  m

$$\begin{aligned} \text{Re Hulu} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\ &= \frac{(0,075426158 \cdot 0,036842105)}{0,000001} \\ &= 2778,858445 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Re Hc} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\ &= \frac{(0,428036566 \cdot 0,016519352)}{0,000001} \\ &= 7070,886628 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Re Hilir} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\ &= \frac{(0,621156594 \cdot 0,012686567)}{0,000001} \\ &= 7880,344844 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan angka reynolds menggunakan ambang  $15^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

3. Perhitungan angka reynolds pada ambang  $30^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14$  m

$$\begin{aligned} \text{Re Hulu} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\ &= \frac{(0,080911386 \cdot 0,036842105)}{0,000001} \\ &= 2980,945794 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Re Hc} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\
 &= \frac{(0,453103761 \cdot 0,016666667)}{0,000001} \\
 &= 7551,729346
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Re Hilir} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\
 &= \frac{(0,755172935 \cdot 0,011538462)}{0,000001} \\
 &= 8713,533861
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan angka reynolds menggunakan ambang  $30^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

4. Perhitungan angka reynolds pada ambang  $45^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14$  m

$$\begin{aligned}
 \text{Re Hulu} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\
 &= \frac{(0,084092973 \cdot 0,036842105)}{0,000001} \\
 &= 3098,16217
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Re Hc} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\
 &= \frac{(0,464785482 \cdot 0,016812691)}{0,000001} \\
 &= 7814,294602
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Re Hilir} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\
 &= \frac{(0,981084687 \cdot 0,009677419)}{0,000001} \\
 &= 9494,367941
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan angka reynolds menggunakan ambang  $45^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

5. Perhitungan angka reynolds pada ambang  $60^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $0,14$  m

$$\begin{aligned} \text{Re Hulu} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\ &= \frac{(0,0792594 \cdot 0,036842105)}{0,000001} \\ &= 2920,083164 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Re Hc} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\ &= \frac{(0,456075463 \cdot 0,016366205)}{0,000001} \\ &= 7464,22442 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Re Hilir} &= \frac{(V \cdot R)}{v} \\ &= \frac{(0,792594002 \cdot 0,0109375)}{0,000001} \\ &= 8668,996893 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan angka reynolds menggunakan ambang  $60^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  m dan  $0,16$  m.

### 5.2.7 Menghitung Panjang Loncat Air

Setelah melakukan rangkaian perhitungan debit, kecepatan, dan karakteristik aliran, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk

1. Perhitungan panjang loncat air pada ambang  $0^\circ$

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) =  $14$  cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (5,3 - 0,72)$$

$$L_j = 22,9 \text{ cm}$$

- b. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 15 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (6 - 1,1)$$

$$L_j = 24,5 \text{ cm}$$

- c. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 16 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (7,3 - 1,5)$$

$$L_j = 29 \text{ cm}$$

2. Perhitungan panjang loncat air pada ambang  $15^\circ$

- a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 14 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (5,9 - 0,9)$$

$$L_j = 25 \text{ cm}$$

- b. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 15 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (6,3 - 1,02)$$

$$L_j = 26,4 \text{ cm}$$

- c. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 16 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (7 - 1,3)$$

$$L_j = 28,5 \text{ cm}$$

3. Perhitungan panjang loncat air pada ambang  $30^\circ$

- a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 14 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (5,7 - 0,78)$$

$$L_j = 24,6 \text{ cm}$$

- b. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 15 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (6,2 - 1,12)$$

$$L_j = 25,4 \text{ cm}$$

- c. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 16 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (6,6 - 1,9)$$

$$L_j = 23,5 \text{ cm}$$

4. Perhitungan panjang loncat air pada ambang  $45^\circ$

- a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 14 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (5,6 - 0,85)$$

$$L_j = 23,75 \text{ cm}$$

- b. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 15 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (6,2 - 1,32)$$

$$L_j = 24,4 \text{ cm}$$

- c. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 16 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (7,3 - 1,52)$$

$$L_j = 28,9 \text{ cm}$$

5. Perhitungan panjang loncat air pada ambang  $60^\circ$

- a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 14 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (5,4 - 0,9)$$

$$L_j = 22,5 \text{ cm}$$

- b. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 15 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (6,5 - 1,3)$$

$$L_j = 26 \text{ cm}$$

c. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 16 cm

$$L_j = (5 \text{ sampai } 7) y_2 - y_1$$

$$L_j = 5 (7,2 - 1,5)$$

$$L_j = 28,5 \text{ cm}$$

### 5.2.8 Menghitung Profil Muka Air Teoritis

Setelah melakukan rangkaian perhitungan analisis debit, kecepatan, karakteristik aliran, dan loncat air, maka selanjutnya dilakukan perhitungan profil muka air teoritis. Adapun rangkaian perhitungannya adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan Profil Muka Air Teoritis pada ambang  $0^\circ$

a. Analisis Profil Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

Tahapan perhitungan Profil Muka Aliran dengan metode standar step diperlukan beberapa komponen data yang telah diketahui seperti :

$$S_o = 0,0004$$

$$Q = 0,00121 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0,01$$

$$h \text{ hulu} = 0,14 \text{ m}$$

$$b \text{ hilir} = 0,1 \text{ m}$$

$$b \text{ hulu} = 0,1 \text{ m}$$

Dari data-data di atas, maka dapat dihitung profil muka air per-pias sebagai berikut :

Profil Muka Air Pias 0 - 10 cm (Hulu).

$$\begin{aligned} z &= \text{pias} \cdot S_o \\ &= 0,1 \cdot -0,0004 \\ &= -0,00004 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Trial } h_{\text{pias } 10 \text{ cm}} = 0,139998$$

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,1 \cdot 0,139998 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,01399980 \text{ m}^2 \\
P &= b + (2h) \\
&= 0,1 + (2 \cdot 0,139998) \\
&= 0,379996 \text{ m} \\
Sf &= \left( \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot P^{\frac{4}{3}}}{A^{\frac{10}{3}}} \right) \\
&= \left( \frac{0,01^2 \cdot 0,001000964^2 \cdot 0,379996^{\frac{4}{3}}}{0,01399980^{\frac{10}{3}}} \right) \\
&= 0,000060913 \\
hf &= \left( \frac{Sf_1 + Sf_2}{2} \right) \Delta x \\
&= \left( \frac{0,000060911 + 0,000060913}{2} \right) 0,1 \\
&= 0,0000060912 \text{ m} \\
he &= 0 \\
H \text{ hilir} &= z + h_1 + \frac{v^2}{2g} + hf + he \\
&= -0,00004 + 0,139998 + \frac{0,071471454^2}{2 \cdot 9,81} + 0,0000060912 \\
&= 0,140264714 \text{ m} \\
H \text{ hulu} &= z + h + \frac{v^2}{2g} \\
&= 0 + 0,14 + \frac{0,071471454^2}{2 \cdot 9,81} \\
&= 0,14042 \text{ m} \\
\Delta &= H \text{ hulu} - H \text{ hilir} \\
&= 0,14042 - 0,140264714 \\
&= 0,0000462 \text{ m}
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil yang didapat dari selisih antara H yang diperhitungkan, maka trial  $h_{\text{pias } 10 \text{ cm}}$  yang digunakan layak untuk dijadikan acuan untuk h teoritis di pias 10. Untuk pias-pias selanjutnya dilakukan cara yang sama.

Profil muka air di  $H_1$

$$H_1 = \left( \frac{Q}{1,705 \cdot Cd \cdot b} \right)^{2/3}$$



$$H_1 = \left( \frac{0,001000964}{1,705 \cdot 0,888632671 \cdot 0,1} \right)^{2/3}$$

$$H_1 = 0,035 \text{ m}$$

Profil muka air di  $H_c$

$$H_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{1^2 \cdot b^2 \cdot g}}$$

$$H_c = \sqrt[3]{\frac{0,001000964^2}{1^2 \cdot 0,1^2 \cdot 9,81}}$$

$$H_c = 0,021691226 \text{ m}$$

Profil muka air di  $y_1$

$$y_1 = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{Fr^2 \cdot b^2 \cdot g}}$$

$$y_1 = \sqrt[3]{\frac{0,001000964^2}{5,22910553^2 \cdot 0,1^2 \cdot 9,81}}$$

$$y_1 = 0,0072 \text{ m}$$

Profil muka air di  $y_2$

$$y_2 = \frac{1}{2} y_1 (\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1)$$

$$y_2 = \frac{1}{2} 0,0072 (\sqrt{1 + 8 \cdot 5,22910553^2} - 1)$$

$$y_2 = 0,049766082 \text{ m}$$

Profil Muka Air Pias 270 - 280 cm (Hilir).

$$\begin{aligned} z &= \text{pias} \cdot \text{So} \\ &= 2,8 \cdot -0,0004 \\ &= -0,00112 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Trial } h_{\text{pias } 280\text{cm}} = 0,0489980$$

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,1 \cdot 0,04898 \\ &= 0,004898 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + (2h) \\ &= 0,1 + (2 \cdot 0,04898) \\ &= 0,19796 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Sf &= \left( \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot P^{\frac{4}{3}}}{A^{\frac{10}{3}}} \right) \\
&= \left( \frac{0,01^2 \cdot 0,001000964^2 \cdot 0,19796^{\frac{4}{3}}}{0,004898^{\frac{10}{3}}} \right) \\
&= 0,000578697 \\
hf &= \left( \frac{Sf_1 + Sf_2}{2} \right) \Delta x \\
&= \left( \frac{0,000578633 + 0,000579265}{2} \right) 0,1 \\
&= 0,0000057894 \text{ m} \\
he &= 0 \\
H \text{ hilir} &= z + h_1 + \frac{v^2}{2g} + hf + he \\
&= -0,00112 + 0,0489980 + \frac{0,20436177^2}{2 \cdot 9,81} + 0,0000057894 \\
&= 0,050104788 \text{ m} \\
H \text{ hulu} &= z + h + \frac{v^2}{2g} \\
&= -0,00108 + 0,049 + \frac{0,204278357^2}{2 \cdot 9,81} \\
&= 0,049988631 \text{ m} \\
\Delta &= H \text{ hulu} - H \text{ hilir} \\
&= 0,05010476 - 0,049988631 \\
&= 0,0001162 \text{ m}
\end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan profil muka air dengan tinggi muka air hulu 15 cm dan 16 cm.

## 2. Perhitungan Profil Muka Air Teoritis pada ambang 15°

### a. Analisis Profil Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 14 cm

Tahapan perhitungan Profil Muka Aliran dengan metode standar step diperlukan beberapa komponen data yang telah diketahui seperti :

$$\begin{aligned}
S_o &= 0,0004 \\
Q &= 0,00121 \text{ m}^3/\text{s} \\
n &= 0,01
\end{aligned}$$

$$h \text{ hulu} = 0,14 \text{ m}$$

$$b \text{ hilir} = 0,1 \text{ m}$$

$$b \text{ hulu} = 0,1 \text{ m}$$

Dari data-data di atas, maka dapat dihitung profil muka air per-pias sebagai berikut :

Profil Muka Air Pias 10 cm.

$$\begin{aligned} z &= \text{pias} \cdot S_o \\ &= 0,1 \cdot -0,0004 \\ &= -0,00004 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Trial } h_{\text{pias } 10\text{cm}} = 0,139998$$

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,1 \cdot 0,139998 \\ &= 0,01399980 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + (2h) \\ &= 0,1 + (2 \cdot 0,139998) \\ &= 0,379996 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sf &= \left( \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot P^{\frac{4}{3}}}{A^{\frac{10}{3}}} \right) \\ &= \left( \frac{0,01^2 \cdot 0,001055966^2 \cdot 0,379996^{\frac{4}{3}}}{0,01399980^{\frac{10}{3}}} \right) \\ &= 0,000060913 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hf &= \left( \frac{Sf_1 + Sf_2}{2} \right) \Delta x \\ &= \left( \frac{0,000060911 + 0,000060913}{2} \right) 0,1 \\ &= 0,0000060912 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H_e = 0$$

$$\begin{aligned} H \text{ hilir} &= z + h_1 + \frac{v^2}{2g} + Hf + H_e \\ &= -0,00004 + 0,139998 + \frac{0,075426158^2}{2 \cdot 9,81} + 0,0000060912 \\ &= 0,140386683 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H \text{ hulu} &= z + h + \frac{v^2}{2g} \\
 &= 0 + 0,14 + \frac{0,075426158^2}{2 \cdot 9,81} \\
 &= 0,14042 \text{ m} \\
 \Delta &= H \text{ hulu} - H \text{ hilir} \\
 &= 0,14042 - 0,140386683 \\
 &= 0,0000319 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil yang didapat dari selisih antara H yang diperhitungkan, maka h trial yang digunakan layak untuk dijadikan acuan untuk h teoritis di pias  
10. Untuk pias-pias selanjutnya dilakukan cara yang sama.

Profil muka air di  $H_1$ .

$$\begin{aligned}
 H_1 &= \left( \frac{Q}{1,705 \cdot Cd \cdot b} \right)^{2/3} \\
 H_1 &= \left( \frac{0,001055966}{1,705 \cdot 0,87020796 \cdot 0,1} \right)^{2/3} \\
 H_1 &= 0,037 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Profil muka air di  $H_c$

$$\begin{aligned}
 H_c &= \sqrt[3]{\frac{Q^2}{Fr^2 \cdot b^2 \cdot g}} \\
 H_c &= \sqrt[3]{\frac{0,001055966^2}{1^2 \cdot 0,1^2 \cdot 9,81}} \\
 H_c &= 0,0225 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Profil muka air di  $y_1$

$$\begin{aligned}
 y_1 &= \sqrt[3]{\frac{Q^2}{Fr^2 \cdot b^2 \cdot g}} \\
 y_1 &= \sqrt[3]{\frac{0,001055966^2}{3,948678301^2 \cdot 0,1^2 \cdot 9,81}} \\
 y_1 &= 0,0090 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Profil muka air di  $y_2$

$$\begin{aligned}
 y_2 &= \frac{1}{2} y_1 (\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1) \\
 y_2 &= \frac{1}{2} 0,0090 (\sqrt{1 + 8 \cdot 3,948678301^2} - 1) \\
 y_2 &= 0,045959526 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Profil Muka Air Pias 300 - 310 cm (Hilir).

$$\begin{aligned} z &= \text{pias} \cdot \text{So} \\ &= 3,1 \cdot -0,0004 \\ &= -0,00124 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Trial } h_{\text{pias } 310\text{cm}} = 0,04495$$

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,1 \cdot 0,04495 \\ &= 0,004495 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + (2h) \\ &= 0,1 + (2 \cdot 0,04495) \\ &= 0,1899 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sf &= \left( \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot P^4}{A^3} \right) \\ &= \left( \frac{0,01^2 \cdot 0,001000964^2 \cdot 0,1899^4}{0,004495^3} \right) \\ &= 0,000727445 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hf &= \left( \frac{Sf_1 + Sf_2}{2} \right) \Delta x \\ &= \left( \frac{0,000727445 + 0,000727445}{2} \right) 0,1 \\ &= 0,0000073 \text{ m} \end{aligned}$$

$$he = 0$$

$$\begin{aligned} H \text{ hilir} &= z + h_1 + \frac{v^2}{2g} + hf + he \\ &= -0,00124 + 0,04495 + \frac{0,22268386^2}{2 \cdot 9,81} + 0,0000073 \\ &= 0,046394667 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H \text{ hulu} &= z + h + \frac{v^2}{2g} \\ &= -0,0012 + 0,045 + \frac{0,222436433^2}{2 \cdot 9,81} \\ &= 0,046237426 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= H \text{ hulu} - H \text{ hilir} \\ &= 0,046237426 - 0,046394667 \end{aligned}$$

$$= 0,0001572 \text{ m}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan profil muka air dengan tinggi muka air hulu 15 cm dan 16 cm.

### 3. Perhitungan Profil Muka Air Teoritis pada ambang $30^\circ$

#### a. Analisis Profil Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 14 cm

Tahapan perhitungan Profil Muka Aliran dengan metode standar step diperlukan beberapa komponen data yang telah diketahui seperti :

$$S_o = 0,0004$$

$$Q = 0,00121 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0,01$$

$$h \text{ hulu} = 0,14 \text{ m}$$

$$b \text{ hilir} = 0,1 \text{ m}$$

$$b \text{ hulu} = 0,1 \text{ m}$$

Dari data-data di atas, maka dapat dihitung profil muka air per-pias sebagai berikut :

Profil Muka Air Pias 0 - 10 cm.

$$\begin{aligned} z &= \text{pias} \cdot S_o \\ &= 0,1 \times -0,0004 \\ &= -0,00004 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Trial } h_{\text{pias } 10\text{cm}} = 0,139998 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,1 \cdot 0,139998 \\ &= 0,01399980 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + (2h) \\ &= 0,1 + (2 \cdot 0,139998) \\ &= 0,379996 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S_f = \left( \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot P^3}{A^3} \right)$$

$$\begin{aligned}
&= \left( \frac{0,01^2 \cdot 0,001133439^2 \cdot 0,379996^{\frac{4}{3}}}{0,01399980^{\frac{10}{3}}} \right) \\
&= 0,000060913 \\
H_f &= \left( \frac{Sf_1 + Sf_2}{2} \right) \Delta x \\
&= \left( \frac{0,000060911 + 0,000060913}{2} \right) 0,1 \\
&= 0,0000060912 \text{ m} \\
H_e &= 0 \\
H \text{ hilir} &= z + h_1 + \frac{v^2}{2g} + H_f + H_e \\
&= -0,00004 + 0,139998 + \frac{0,080911386^2}{2 \times 9,81} + 0,0000060912 \\
&= 0,140386683 \text{ m} \\
H \text{ hulu} &= z + h + \frac{v^2}{2g} \\
&= 0 + 0,14 + \frac{0,080911386^2}{2 \times 9,81} \\
&= 0,14042 \text{ m} \\
\Delta &= H \text{ hulu} - H \text{ hilir} \\
&= 0,14042 - 0,140386683 \\
&= -0,0000319 \text{ m}
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil yang didapat dari selisih antara H yang diperhitungkan, maka h trial yang digunakan layak untuk dijadikan acuan h teoritis di pias 10. Untuk pias-pias selanjutnya dilakukan cara yang sama.

Profil muka air di  $H_1$

$$\begin{aligned}
H_1 &= \left( \frac{Q}{1,705 \cdot Cd \cdot b} \right)^{2/3} \\
H_1 &= \left( \frac{0,001133439}{1,705 \cdot 0,914884754 \cdot 0,1} \right)^{2/3} \\
H_1 &= 0,038 \text{ m}
\end{aligned}$$

Profil muka air di  $H_c$

$$\begin{aligned}
H_c &= \sqrt[3]{\frac{Q^2}{Fr^2 \cdot b^2 \cdot g}} \\
H_c &= \sqrt[3]{\frac{0,001133439^2}{1^2 \cdot 0,1^2 \cdot 9,81}}
\end{aligned}$$

$$H_c = 0,023561455 \text{ m}$$

Profil muka air di  $y_1$

$$y_1 = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{Fr^2 \cdot b^2 \cdot g}}$$

$$y_1 = \sqrt[3]{\frac{0,001133439^2}{5,250023747^2 \cdot 0,1^2 \cdot 9,81}}$$

$$y_1 = 0,0078 \text{ m}$$

Profil muka air di  $y_2$

$$y_2 = \frac{1}{2} y_1 (\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1)$$

$$y_2 = \frac{1}{2} 0,0078 (\sqrt{1 + 8 \cdot 5,250023747^2} - 1)$$

$$y_2 = 0,054143478 \text{ m}$$

Profil Muka Air Pias 300 - 310 cm (Hilir).

$$\begin{aligned} z &= \text{pias} \cdot So \\ &= 3,1 \times -0,0004 \\ &= -0,00124 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Trial } h_{\text{pias } 310\text{cm}} = 0,05395$$

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,1 \cdot 0,05395 \\ &= 0,005395 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + (2h) \\ &= 0,1 + (2 \cdot 0,05395) \\ &= 0,2079 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sf &= \left( \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot P^{\frac{4}{3}}}{A^{\frac{10}{3}}} \right) \\ &= \left( \frac{0,01^2 \cdot 0,001000964^2 \cdot 0,2079^{\frac{4}{3}}}{0,005395^{\frac{10}{3}}} \right) \\ &= 0,000448062 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hf &= \left( \frac{Sf_1 + Sf_2}{2} \right) \Delta x \\ &= \left( \frac{0,000446967 + 0,000448062}{2} \right) 0,1 \\ &= 0,0000045 \text{ m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 h_e &= 0 \\
 H_{\text{hilir}} &= z + h_1 + \frac{v^2}{2g} + h_f + h_e \\
 &= -0,00124 + 0,05395 + \frac{0,185535486^2}{2 \cdot 9,81} + 0,0000045 \\
 &= 0,05459601 \text{ m} \\
 H_{\text{hulu}} &= z + h + \frac{v^2}{2g} \\
 &= 0 + 0,054 + \frac{0,185363694^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 0,054464506 \text{ m} \\
 \Delta &= H_{\text{hulu}} - H_{\text{hilir}} \\
 &= 0,054464506 - 0,05459601 \\
 &= 0,0001315 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan profil muka air dengan tinggi muka air hulu 15 cm dan 16 cm.

4. Perhitungan Profil Muka Air Teoritis pada ambang  $45^\circ$ 
  - a. Analisis Profil Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 14 cm

Tahapan perhitungan Profil Muka Aliran dengan metode standar step diperlukan beberapa komponen data yang telah diketahui seperti :

$$\begin{aligned}
 S_o &= 0,0004 \\
 Q &= 0,00121 \text{ m}^3/\text{s} \\
 n &= 0,01 \\
 h_{\text{hulu}} &= 0,14 \text{ m} \\
 b_{\text{hilir}} &= 0,1 \text{ m} \\
 b_{\text{hulu}} &= 0,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari data-data di atas, maka dapat dihitung profil muka air per-pias sebagai berikut :

Profil Muka Air Pias 0 - 10 cm.

$$\begin{aligned}
 z &= \text{pias} \cdot S_o \\
 &= 0,1 \cdot -0,0004
 \end{aligned}$$

$$= -0,00004 \text{ m}$$

$$\text{Trial } h_{\text{pias } 10\text{cm}} = 0,139998 \text{ m}$$

$$A = b \cdot h$$

$$= 0,1 \cdot 0,139998$$

$$= 0,01399980 \text{ m}^2$$

$$P = b + (2h)$$

$$= 0,1 + (2 \cdot 0,139998)$$

$$= 0,379996 \text{ m}$$

$$Sf = \left( \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot P^3}{A^3} \right)$$

$$= \left( \frac{0,01^2 \cdot 0,001177668^2 \cdot 0,379996^3}{0,01399980^3} \right)$$

$$= 0,000060913$$

$$Hf = \left( \frac{Sf1 + Sf2}{2} \right) \Delta x$$

$$= \left( \frac{0,000060911 + 0,000060913}{2} \right) 0,1$$

$$= 0,0000060912 \text{ m}$$

$$He = 0$$

$$H \text{ hilir} = z + h_1 + \frac{v^2}{2g} + Hf + He$$

$$= -0,00004 + 0,139998 + \frac{0,084092973^2}{2 \cdot 9,81} + 0,0000060912$$

$$= 0,140386683 \text{ m}$$

$$H \text{ hulu} = z + h + \frac{v^2}{2g}$$

$$= 0 + 0,14 + \frac{0,084092973^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 0,14042 \text{ m}$$

$$\Delta = H \text{ hulu} - H \text{ hilir}$$

$$= 0,14042 - 0,140386683$$

$$= 0,0000319 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil yang didapat dari selisih antara H yang diperhitungkan, maka h trial yang digunakan layak untuk dijadikan acuan h teoritis di pias 10. Untuk pias-pias selanjutnya dilakukan cara yang sama.

Profil muka air di  $H_1$

$$H_1 = \left( \frac{Q}{1,705 \cdot Cd \cdot b} \right)^{2/3}$$

$$H_1 = \left( \frac{0,001177668}{1,705 \cdot 0,932154639 \cdot 0,1} \right)^{2/3}$$

$$H_1 = 0,038 \text{ m}$$

Profil muka air di  $H_c$

$$H_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{Fr^2 \cdot b^2 \cdot g}}$$

$$H_c = \sqrt[3]{\frac{0,001177668^2}{1^2 \cdot 0,1^2 \cdot 9,81}}$$

$$H_c = 0,02417513 \text{ m}$$

Profil muka air di  $y_1$

$$y_1 = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{Fr^2 \cdot b^2 \cdot g}}$$

$$y_1 = \sqrt[3]{\frac{0,001177668^2}{4,796504443^2 \cdot 0,1^2 \cdot 9,81}}$$

$$y_1 = 0,0085 \text{ m}$$

Profil muka air di  $y_2$

$$y_2 = \frac{1}{2} y_1 (\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1)$$

$$y_2 = \frac{1}{2} 0,0085 (\sqrt{1 + 8 \cdot 4,796504443^2} - 1)$$

$$y_2 = 0,053564317 \text{ m}$$

Profil Muka Air Pias 290 - 300 cm (Hilir).

$$z = \text{pias} \cdot So$$

$$= 2,7 \times -0,0004$$

$$= -0,0012 \text{ m}$$

Trial  $h_{\text{pias } 300\text{cm}} = 0,05295 \text{ m}$

$$A = b \times h$$

$$= 0,1 \times 0,05295$$

$$\begin{aligned}
&= 0,005295 \text{ m}^2 \\
P &= b + (2h) \\
&= 0,1 + (2 \cdot 0,05295) \\
&= 0,2059 \text{ m} \\
Sf &= \left( \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot P^{\frac{4}{3}}}{A^{\frac{10}{3}}} \right) \\
&= \left( \frac{0,01^2 \cdot 0,001000964^2 \cdot 0,2059^{\frac{4}{3}}}{0,005295^{\frac{10}{3}}} \right) \\
&= 0,000470788 \\
hf &= \left( \frac{Sf_1 + Sf_2}{2} \right) \Delta x \\
&= \left( \frac{0,000469613 + 0,000470788}{2} \right) 0,1 \\
&= 0,0000047 \text{ m} \\
he &= 0 \\
H \text{ hilir} &= z + h_1 + \frac{v^2}{2g} + hf + he \\
&= -0,0012 + 0,05295 + \frac{0,189039462^2}{2 \times 9,81} + 0,0000047 \\
&= 0,053704988 \text{ m} \\
H \text{ hulu} &= z + h + \frac{v^2}{2g} \\
&= -0,00116 + 0,053 + \frac{0,188861122^2}{2 \cdot 9,81} \\
&= 0,053571403 \text{ m} \\
\Delta &= H \text{ hulu} - H \text{ hilir} \\
&= 0,053571403 - 0,053704988 \\
&= 0,0001336 \text{ m}
\end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan profil muka air dengan tinggi muka air hulu 15 cm dan 16 cm.

5. Perhitungan Profil Muka Air Teoritis pada ambang  $60^\circ$ 
  - a. Analisis Profil Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 14 cm

Tahapan perhitungan Profil Muka Aliran dengan metode standar step diperlukan beberapa komponen data yang telah diketahui seperti :

$$S_o = 0,0004$$

$$Q = 0,00121 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0,01$$

$$h \text{ hulu} = 0,14 \text{ m}$$

$$b \text{ hilir} = 0,1 \text{ m}$$

$$b \text{ hulu} = 0,1 \text{ m}$$

Dari data-data di atas, maka dapat dihitung profil muka air per-pias sebagai berikut :

Profil Muka Air Pias 0 - 10 cm.

$$\begin{aligned} z &= \text{pias} \cdot S_o \\ &= 0,1 \cdot -0,0004 \\ &= -0,00004 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Trial } h_{\text{pias } 10\text{cm}} = 0,139998 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,1 \cdot 0,139998 \\ &= 0,01399980 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + (2h) \\ &= 0,1 + (2 \cdot 0,139998) \\ &= 0,379996 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_f &= \left( \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot P^4}{A^3} \right) \\ &= \left( \frac{0,01^2 \cdot 0,00111033^2 \cdot 0,379996^4}{0,01399980^3} \right) \\ &= 0,000060913 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_f &= \left( \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2} \right) \Delta x \\ &= \left( \frac{0,000060911 + 0,000060913}{2} \right) 0,1 \\ &= 0,0000060912 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
H_e &= 0 \\
H \text{ hilir} &= z + h_1 + \frac{v^2}{2g} + H_f + H_e \\
&= -0,00004 + 0,139998 + \frac{0,0792594^2}{2 \cdot 9,81} + 0,0000060912 \\
&= 0,140386683 \text{ m} \\
H \text{ hulu} &= z + h + \frac{v^2}{2g} \\
&= 0 + 0,14 + \frac{0,0792594^2}{2 \cdot 9,81} \\
&= 0,14042 \text{ m} \\
\Delta &= H \text{ hulu} - H \text{ hilir} \\
&= 0,14042 - 0,140386683 \\
&= 0,0000319 \text{ m}
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil yang didapat dari selisih antara H yang diperhitungkan, maka h trial yang digunakan layak untuk dijadikan acuan h teoritis di pias 10. Untuk pias-pias selanjutnya dilakukan cara yang sama.

Profil muka air di  $H_1$

$$\begin{aligned}
H_1 &= \left( \frac{Q}{1,705 \cdot C_d \cdot b} \right)^{2/3} \\
H_1 &= \left( \frac{0,00111033}{1,705 \cdot 0,933286829 \cdot 0,1} \right)^{2/3} \\
H_1 &= 0,037 \text{ m}
\end{aligned}$$

Profil muka air di  $H_c$

$$\begin{aligned}
H_c &= \sqrt[3]{\frac{Q^2}{Fr^2 \cdot b^2 \cdot g}} \\
H_c &= \sqrt[3]{\frac{0,00111033^2}{1^2 \cdot 0,1^2 \cdot 9,81}} \\
H_c &= 0,023239648 \text{ m}
\end{aligned}$$

Profil muka air di  $y_1$

$$\begin{aligned}
y_1 &= \sqrt[3]{\frac{Q^2}{Fr^2 \cdot b^2 \cdot g}} \\
y_1 &= \sqrt[3]{\frac{0,00111033^2}{4,149354584^2 \cdot 0,1^2 \cdot 9,81}} \\
y_1 &= 0,009 \text{ m}
\end{aligned}$$

Profil muka air di H<sub>2</sub>

$$y_2 = \frac{1}{2} y_1 (\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1)$$

$$y_2 = \frac{1}{2} 0,009 (\sqrt{1 + 8 \cdot 4,149354584^2} - 1)$$

$$y_2 = 0,04850403 \text{ m}$$

Profil Muka Air Pias 290 - 300 cm (Hilir).

$$\begin{aligned} z &= \text{pias} \cdot \text{So} \\ &= 3,0 \cdot -0,0004 \\ &= -0,0012 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Trial h} = 0,04795$$

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,1 \cdot 0,04795 \\ &= 0,004795 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + (2h) \\ &= 0,1 + (2 \cdot 0,04795) \\ &= 0,1959 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sf &= \left( \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot P^4}{A^3} \right) \\ &= \left( \frac{0,01^2 \cdot 0,001000964^2 \cdot 0,1959^4}{0,004795^3} \right) \\ &= 0,000613179 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hf &= \left( \frac{Sf_1 + Sf_2}{2} \right) \Delta x \\ &= \left( \frac{0,000611469 + 0,000613179}{2} \right) 0,1 \\ &= 0,00000612 \text{ m} \end{aligned}$$

$$he = 0$$

$$\begin{aligned} H \text{ hilir} &= z + h_1 + \frac{v^2}{2g} + hf + he \\ &= -0,0012 + 0,04795 + \frac{0,208751606^2}{2 \cdot 9,81} + 0,00000612 \\ &= 0,049117669 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H \text{ hulu} &= z + h + \frac{v^2}{2g} \\
 &= 0 + 0,048 + \frac{0,208534156^2}{2 \cdot 9,81} \\
 &= 0,048971062 \text{ m} \\
 \Delta &= H \text{ hulu} - H \text{ hilir} \\
 &= 0,048971062 - 0,049117669 \\
 &= 0,0001466 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan profil muka air dengan tinggi muka air hulu 15 cm dan 16 cm.

### 5.2.9 Menghitung Angka Manning

Setelah menghitung tinggi teoritis, selanjutnya adalah melakukan rangkaian perhitungan untuk angka manning. Berikut adalah penjabarannya.

1. Perhitungan angka manning pada ambang  $0^\circ$ 
  - a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

Pias 0-10 cm

$$n = \frac{1}{v} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{0,071471454} \cdot 0,036842105^{2/3} \cdot 0,00004^{1/2}$$

$$n = 0,009797765$$

Pias 10-20 cm

$$n = \frac{1}{v} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{0,071471454} \cdot 0,036842105^{2/3} \cdot 0,00004^{1/2}$$

$$n = 0,009797765$$



Perhitungan kekasaran manning (n) untuk pias-pias selanjutnya dan pada tinggi muka air hulu 0,15 m serta 0,16 m menggunakan cara perhitungan yang sama.

2. Perhitungan angka manning pada ambang 15°

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

Pias 0-10 cm

$$n = \frac{1}{V} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{0,075426158} \cdot 0,036842105^{2/3} \cdot 0,00004^{1/2}$$

$$n = 0,009284054$$

Pias 10-20 cm

$$n = \frac{1}{V} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{0,075426158} \cdot 0,036842105^{2/3} \cdot 0,00004^{1/2}$$

$$n = 0,009284054$$

Perhitungan kekasaran manning (n) untuk pias-pias selanjutnya dan pada tinggi muka air hulu 0,15 m serta 0,16 m menggunakan cara perhitungan yang sama.

3. Perhitungan angka manning pada ambang 30°

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

Pias 0-10 cm

$$n = \frac{1}{V} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{0,080911386} \cdot 0,036842105^{2/3} \cdot 0,00004^{1/2}$$

$$n = 0,008654659$$

Pias 10-20 cm

$$n = \frac{1}{V} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{0,080911386} \cdot 0,036842105^{2/3} \cdot 0,00004^{1/2}$$

$$n = 0,008654659$$

Perhitungan kekasaran manning (n) untuk pias-pias selanjutnya dan pada tinggi muka air hulu 0,15 m serta 0,16 m menggunakan cara perhitungan yang sama.

4. Perhitungan angka manning pada ambang 45°

a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

Pias 0-10 cm

$$n = \frac{1}{V} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{0,084092973} \cdot 0,036842105^{2/3} \cdot 0,00004^{1/2}$$

$$n = 0,008327218$$

Pias 10-20 cm

$$n = \frac{1}{V} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{0,084092973} \cdot 0,036842105^{2/3} \cdot 0,00004^{1/2}$$

$$n = 0,008327218$$

Perhitungan kekasaran manning (n) untuk pias-pias selanjutnya dan pada tinggi muka air hulu 0,15 m serta 0,16 m menggunakan cara perhitungan yang sama.

5. Perhitungan angka manning pada ambang 60°

- a. Analisis Kekasaran Manning untuk Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 14 cm

Pias 0-10 cm

$$n = \frac{1}{V} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{0,0792594} \cdot 0,036842105^{2/3} \cdot 0,00004^{1/2}$$

$$n = 0,008835047$$

Pias 10-20 cm

$$n = \frac{1}{V} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$n = \frac{1}{0,0792594} \cdot 0,036842105^{2/3} \cdot 0,00004^{1/2}$$

$$n = 0,008835047$$

Perhitungan kekasaran manning (n) untuk pias-pias selanjutnya dan pada tinggi muka air hulu 0,15 m serta 0,16 m menggunakan cara perhitungan yang sama.

#### 5.2.10 Menghitung Kavitasi

Setelah melakukan perhitungan debit, kecepatan, karakteristik aliran, panjang loncat air, profil muka air teoritis, dan angka kekasaran manning, maka selanjutnya adalah menghitung kavitasi. Berikut adalah rangkaian perhitungannya.

1. Perhitungan kavitasi pada ambang 0°

- a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

Tahapan menghitung kavitasi memerlukan beberapa komponen data yang telah diketahui seperti :

$$H = 0,009 \text{ m}$$

$$V \text{ rerata} = 1,111778178 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 1000$$

Sehingga, dari data-data di atas dapat dilakukan perhitungan dengan tahapan sebagai berikut :

Mencari Indeks Kavitasi

$$\sigma = \frac{P_o - P_v}{\rho \cdot \frac{V_o^2}{2}}$$

$$\begin{aligned} P_g &= \rho \cdot g \cdot h \\ &= 1000 \cdot 9.81 \cdot 0.009 \\ &= 88,29 \text{ KPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_o &= P_a + P_g \\ &= 110 + 88,29 \\ &= 198,29 \text{ KPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{198,29 - 3,99464}{1000 \cdot \frac{1,111778178^2}{2}} \\ &= 0,314380886 \end{aligned}$$

Nilai  $C_p$

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{P - P_o}{\rho \cdot \frac{V_o^2}{2}} \\ &= \frac{88,29 - 198,29}{1000 \cdot \frac{1,111778178^2}{2}} \\ &= -0,177986224 \end{aligned}$$

$$\sigma_1 = -C_p$$

$$\sigma_1 = 0,177986224$$

Kavitasi

Karena hasil dari perhitungan  $\sigma > \sigma_1$ , maka tidak terjadi kavitasi untuk bagian hilir ambang dengan ketinggian 0,009 m.

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan kavitasi menggunakan ambang  $0^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15 \text{ cm}$  dan  $0,16 \text{ cm}$ .

2. Perhitungan kavitasi pada ambang  $15^\circ$   
 a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

Tahapan menghitung kavitasi memerlukan beberapa komponen data yang telah diketahui seperti :

$$H = 0,017 \text{ m}$$

$$V \text{ rerata} = 0,621156594 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 1000$$

Sehingga, dari data-data di atas dapat dilakukan perhitungan dengan tahapan sebagai berikut :

Mencari Indeks Kavitasi

$$\sigma = \frac{P_0 - P_v}{\rho \cdot \frac{V_0^2}{2}}$$

$$P_g = \rho \cdot g \cdot h$$

$$= 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,017$$

$$= 166,77 \text{ KPa}$$

$$P_0 = P_a + P_g$$

$$= 110 + 166,77$$

$$= 276,77 \text{ KPa}$$

$$\sigma = \frac{276,77 - 3,99464}{1000 \cdot \frac{0,621156594^2}{2}}$$

$$= 1,413946359$$

Nilai  $C_p$

$$C_p = \frac{P - P_0}{\rho \cdot \frac{V_0^2}{2}}$$

$$= \frac{166,77 - 276,77}{1000 \cdot \frac{0,621156594^2}{2}}$$

$$= -0,570191162$$

$$\sigma_1 = -C_p$$

$$\sigma_1 = 0,570191162$$

Kavitasi

Karena hasil dari perhitungan  $\sigma > \sigma_1$ , maka tidak terjadi kavitasi untuk bagian hilir ambang dengan ketinggian 0.017 m.

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan kavitasi menggunakan ambang  $15^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  cm dan  $0,16$  cm.

### 3. Perhitungan kavitasi pada ambang $30^\circ$

#### a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

Tahapan menghitung kavitasi memerlukan beberapa komponen data yang telah diketahui seperti :

$$H = 0,015 \text{ m}$$

$$V \text{ rerata} = 0,755172935 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 1000$$

Sehingga, dari data-data di atas dapat dilakukan perhitungan dengan tahapan sebagai berikut :

Mencari Indeks Kavitasi

$$\sigma = \frac{P_0 - P_v}{\rho \cdot \frac{V_0^2}{2}}$$

$$P_g = \rho \cdot g \cdot h$$

$$= 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,015$$

$$= 147,15 \text{ KPa}$$

$$\begin{aligned}
 P_o &= P_a + P_g \\
 &= 110 + 147,15 \\
 &= 257,15 \text{ KPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{257,15 - 3,99464}{1000 \cdot \frac{0,755172935^2}{2}} \\
 &= 0,887818703
 \end{aligned}$$

Nilai Cp

$$\begin{aligned}
 C_p &= \frac{P - P_o}{\rho \cdot \frac{V_o^2}{2}} \\
 &= \frac{147,15 - 257,15}{1000 \cdot \frac{0,755172935^2}{2}} \\
 &= -0,385771241
 \end{aligned}$$

$$\sigma_1 = -C_p$$

$$\sigma_1 = 0,385771241$$

Kavitasi

Karena hasil dari perhitungan  $\sigma > \sigma_1$ , maka tidak terjadi kavitasi untuk bagian hilir ambang dengan ketinggian 0,015 m.

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan kavitasi menggunakan ambang  $30^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  cm dan  $0,16$  cm.

4. Perhitungan kavitasi pada ambang  $45^\circ$ 
  - a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

Tahapan menghitung kavitasi memerlukan beberapa komponen data yang telah diketahui seperti :

$$H = 0,012 \text{ m}$$

$$V \text{ rerata} = 0,981084687 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 1000$$

Sehingga, dari data-data di atas dapat dilakukan perhitungan dengan tahapan sebagai berikut :

Mencari Indeks Kavitasi

$$\sigma = \frac{P_o - P_v}{\rho \cdot \frac{V_o^2}{2}}$$

$$P_g = \rho \cdot g \cdot h$$

$$= 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,012$$

$$= 117,72 \text{ KPa}$$

$$P_o = P_a + P_g$$

$$= 110 + 117,72$$

$$= 227,72 \text{ KPa}$$

$$\sigma = \frac{227,72 - 3,99464}{1000 \cdot \frac{0,981084687^2}{2}}$$

$$= 0,464870745$$

Nilai  $C_p$

$$C_p = \frac{P - P_o}{\rho \cdot \frac{V_o^2}{2}}$$

$$= \frac{117,72 - 227,72}{1000 \cdot \frac{0,981084687^2}{2}}$$

$$= -0,228564978$$



$$\sigma_1 = -C_p$$

$$\sigma_1 = 0,228564978$$

Kavitasi

Karena hasil dari perhitungan  $\sigma > \sigma_1$ , maka tidak terjadi kavitasi untuk bagian hilir ambang dengan ketinggian 0,012 m.

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan kavitasi menggunakan ambang  $45^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15$  cm dan  $0,16$  cm.

#### 5. Perhitungan kavitasi pada ambang $60^\circ$

- a. Tinggi Muka Air Hulu ( $H_0$ ) = 0,14 m

Tahapan menghitung kavitasi memerlukan beberapa komponen data yang telah diketahui seperti :

$$H = 0,014 \text{ m}$$

$$V \text{ rerata} = 0,792594002 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 1000$$

Sehingga, dari data-data di atas dapat dilakukan perhitungan dengan tahapan sebagai berikut :

Mencari Indeks Kavitasi

$$\sigma = \frac{P_o - P_v}{\rho \cdot \frac{V_o^2}{2}}$$

$$P_g = \rho \cdot g \cdot h$$

$$= 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,014$$

$$= 137,34 \text{ KPa}$$

$$P_o = P_a + P_g$$

$$= 110 + 137,34$$

$$= 247,34 \text{ KPa}$$

$$\sigma = \frac{247,34 - 3,99464}{1000 \cdot \frac{0,792594002^2}{2}}$$

$$= 0,774732015$$

Nilai Cp

$$Cp = \frac{P - P_0}{\rho \cdot \frac{V_0^2}{2}}$$

$$= \frac{137,34 - 247,34}{1000 \cdot \frac{0,792594002^2}{2}}$$

$$= -0,350204013$$

$$\sigma_1 = -Cp$$

$$\sigma_1 = 0,350204013$$

Kavitasi

Karena hasil dari perhitungan  $\sigma > \sigma_1$ , maka tidak terjadi kavitasi untuk bagian hilir ambang dengan ketinggian 0,014 m.

Perhitungan yang sama dilakukan untuk perhitungan kavitasi menggunakan ambang  $60^\circ$  dengan variasi tinggi muka air hulu yang berbeda, yaitu pada  $H_0 = 0,15 \text{ cm}$  dan  $0,16 \text{ cm}$ .

### 5.3 PEMBAHASAN

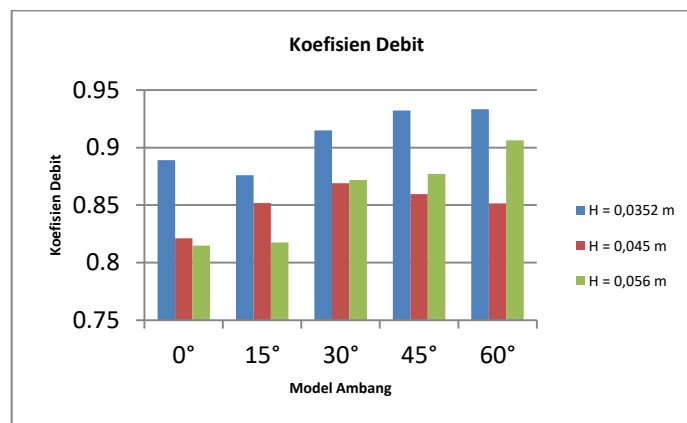
Pada sub-bab 5.2 telah dilakukan analisis data, selanjutnya pada sub-bab ini akan dilakukan pembahasan mengenai perhitungan yang telah diuraikan secara menyeluruh seperti berikut ini.

### 5.3.1 Pembahasan Hasil Analisis Koefisien Debit.

Berdasarkan hasil uji laboratorium tiap model ambang yang dilakukan, didapatkan hasil koefisien yang berbeda di setiap model ambang. Perbedaan koefisien debit tersebut dipengaruhi oleh bentuk dari model ambang masing-masing sudut ( $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  dan  $60^\circ$ ) serta pengaruh tinggi aliran bagian hulu ambang. Untuk mempermudah, berikut rekapitulasi hasil koefisien dari masing-masing ambang.

**Tabel 5.18 Hasil Analisis Koefisien Debit**

Model	H ambang	H <sub>0</sub> (m)	H <sub>1</sub> (m)	b (m)	Q <sub>th</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Q <sub>nyata</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Cd
0	0,1	0,14	0,0352	0,1	0,001126	0,001001	0,888633
		0,15	0,045	0,1	0,001628	0,001337	0,821181
		0,16	0,056	0,1	0,002259	0,001841	0,814768
15	0,1	0,14	0,037	0,1	0,001213	0,001056	0,870208
		0,15	0,048	0,1	0,001793	0,001527	0,851476
		0,16	0,055	0,1	0,002199	0,001797	0,81723
30	0,1	0,14	0,0375	0,1	0,001238	0,001133	0,914885
		0,15	0,04775	0,1	0,001779	0,001546	0,869052
		0,16	0,0575	0,1	0,002351	0,002049	0,871674
45	0,1	0,14	0,038	0,1	0,001263	0,001177	0,932155
		0,15	0,048	0,1	0,001793	0,001541	0,859613
		0,16	0,0579	0,1	0,002375	0,002083	0,877034
60	0,1	0,14	0,0365	0,1	0,001189	0,00111	0,933287
		0,15	0,0475	0,1	0,001765	0,001503	0,851437
		0,16	0,057	0,1	0,00232	0,002103	0,906195



Gambar 5.7 Grafik Koefisien Debit

Dari grafik 1, dapat terlihat perbedaan koefisien debit di setiap model ambang. Secara teori, hasil koefisien debit di setiap ambang dengan tinggi air hulu yang sama dapat menghasilkan koefisien debit yang mendekati angka 1. Namun pada penerapannya, hasil koefisien debit terbesar justru terjadi pada saat air melimpah dengan tinggi hulu terkecil. Hal itu dikarenakan pada saat pengukuran debit nyata untuk tinggi hulu terkecil, pengukuran volume air yang terisi tiap waktu lebih stabil.

Untuk perbandingan nilai koefisien debit rerata terhadap bentuk model ambang, hasil nilai koefisien debit mengalami kenaikan yang signifikan dari sudut  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  dan  $60^\circ$ .

### 5.3.2 Pembahasan Analisis Profil Muka Air.

Dari hasil uji laboratorium dan analisis profil muka air teoritis baik di bagian hulu maupun hilir, maka didapatkan perbedaan antara tinggi profil muka air per-pias secara terukur dengan tinggi profil muka air per-pias secara teoritis. Perbedaan profil muka air terbanyak terdapat pada saat air mengalir di atas ambang (hal itu dikarenakan angka froude yang dipakai adalah berdasarkan hitungan  $\frac{2}{3}H_1$ , yang mana seharusnya angka froude di atas ambang adalah 1 atau kritis) hingga air mengalir menuju hilir ambang. Untuk lebih mudah dalam pembahasan, berikut sampel rekapitulasi hasil perbandingan h terukur dan h teoritis di ambang  $0^\circ$  dengan ketinggian muka air hulu sebesar 14 cm, 15 cm, dan 16 cm.

**Tabel 5.19 Rekapitulasi Perbedaan H terukur dengan H teoritis untuk Pelimpah  $0^\circ$**

Pelimpah $0^\circ$											
H0 = 14 cm				H0 = 15 cm				H0 = 16 cm			
H terukur		H teoritis		H terukur		H teoritis		H terukur		H teoritis	
Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
14	0,9	13,9998	0,72	15	1,3	14,9998	1,1	16	2	15,9998	1,5
14	3,5	13,9996	0,72	15	1,5	14,9996	1,1	16	2,8	15,9996	1,5
14	4,7	13,9994	0,72	15	1,8	14,9994	1,1	16	2,6	15,9994	1,5
14	5,3	13,9992	4,976	15	1,9	14,9992	1,1	16	2,5	15,9992	1,5
14	5,4	13,9990	4,895	15	5,2	14,999	5,23	16	2,3	15,999	1,5
14	5,3	13,9988	4,89	15	6,2	14,9988	5,195	16	1,9	15,9988	1,5

**Lanjutan Tabel 5.19 Rekapitulasi Perbedaan H terukur dengan H teoritis  
untuk Pelimpah 0°**

Pelimpah 0°											
H0 = 14 cm				H0 = 15 cm				H0 = 16 cm			
H terukur		H teoritis		H terukur		H teoritis		H terukur		H teoritis	
Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
14	5,4	13,9986	4,885	15	6	14,9986	5,19	16	2,4	15,9986	1,5
14	5,3	13,9984	4,88	15	6,1	14,9984	5,185	16	2,8	15,9984	1,5
14	5,4	13,9982	4,875	15	6	14,9982	5,18	16	3,7	15,9982	1,5
14	5,3	13,9980	4,87	15	6,1	14,998	5,175	16	6	15,998	6,08
14	5,3	13,9978	4,865	15	6	14,9978	5,17	16	6,7	15,9978	5,995
14	5,3	13,9976	4,86	15	6,1	14,9976	5,165	16	7	15,9976	5,99
14	5,3	13,9974	4,855	15	6,1	14,9974	5,16	16	7,2	15,9974	5,985
14	5,3	13,9972	4,85	15	6	14,9972	5,155	16	7	15,9972	5,98
14	5,3	13,9970	4,845	15	6	14,997	5,15	16	7,2	15,997	5,975
14	5,3	13,9968	4,84	14,9	6	14,9968	5,145	16	7,3	15,9968	5,97
14	5,3	13,9966	4,835	14,85	6	14,9966	5,14	16	7,2	15,9966	5,965
14	5,3	13,9964	4,83	14,85	6	14,9964	5,135	15,9	7,3	15,9964	5,96
13,8	5,3	13,9962	4,825	14,7	6	14,9962	5,13	15,75	7,3	15,9962	5,955
13,75	5,3	13,9960	4,82	14,6	6	14,996	5,125	15,7	7,3	15,996	5,95
13,6	5,3	13,9958	4,815	14,5	6	14,9958	5,12	15,65	7,3	15,9958	5,945
13,6	5,3	13,9956	4,81	14,5	6	14,9956	5,115	15,6	7,3	15,9956	5,94
13,5	5,3	13,9954	4,805	14,5	6	14,9954	5,11	15,6	7,3	15,9954	5,935
13,5	5,3	13,9952	4,8	14,5	6	14,9952	5,105	15,6	7,3	15,9952	5,93

Merujuk pada hasil di atas, dapat dilihat bahwa pengaruh perbedaan antara tinggi profil muka air terukur dengan tinggi muka air teoritis pada bagian hilir relatif cukup besar (H terukur pada bagian hilir untuk  $H_0 = 16$  cm sebesar 2,8 cm sementara H teoritis pada bagian hilir untuk  $H_0 = 16$  cm adalah 1,5 cm). Perbedaan yang signifikan bisa terjadi karena adanya koefisien debit, angka froude, loncat air, kavitasi, dan *friction* pada tiap pias yang memicu kehilangan energi.

