

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

1. Analisis hidraulik Bendung Tirtorejo dengan bentuk pelimpah berganda dan satu pelimpah bertangga menunjukkan kehilangan energi relatif total pada pelimpah berganda adalah 63,31% dan pelimpah bertangga adalah 76,574%. Perbandingan kehilangan energi relatif pelimpah berganda dan bertangga adalah 1:1,21. Sehingga pelimpah bertangga mampu memecah energi lebih besar dari pada pelimpah berganda.
2. Berdasarkan analisis hidraulik, Bendung Tirtorejo dengan bentuk pelimpah berganda memiliki panjang kolam rata-rata 10,794 m. Sedangkan modifikasi Bendung Tirtorejo menjadi satu pelimpah bertangga menghasilkan panjang kolam olak 9,394 m. Perbandingan panjang kolam olak pelimpah berganda dan bertangga adalah 1,15:1. Kehilangan energi relatif berpengaruh terhadap panjang kolam olak, semakin besar kehilangan energi relatif semakin pendek panjang kolam olak. Pelimpah bertangga mampu meningkatkan kehilangan energi relatif sehingga panjang kolam olak pelimpah bertangga lebih pendek dari pada pelimpah berganda.
3. Rata-rata Bilangan Froude pada pelimpah berganda adalah 8,974 dan pelimpah bertangga adalah 4,608. Perbandingan bilangan Froude pelimpah berganda dan bertangga adalah 1,94:1. Kekasaran permukaan pelimpah bertangga

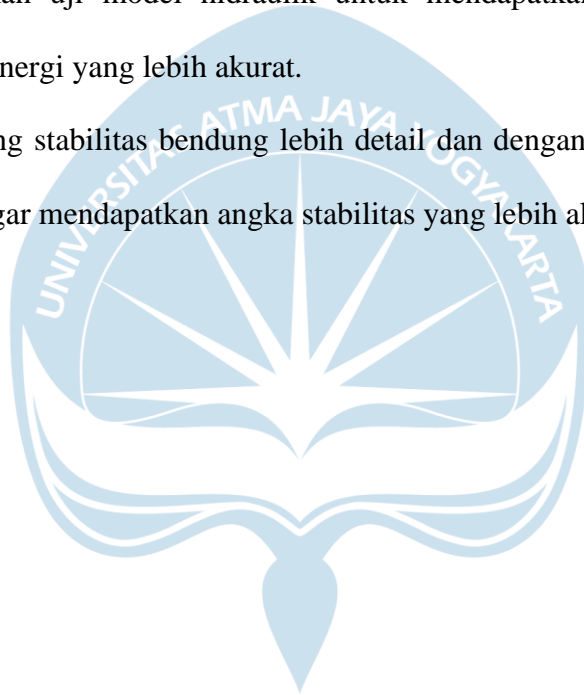
menimbulkan gesekan dengan aliran air sehingga kecepatan aliran berkurang di hilir bendung yang dibuktikan dengan besarnya bilangan Froude.

4. Hasil analisis stabilitas menunjukkan dengan berat bendung yang hampir sama angka aman stabilitas bendung pelimpah berganda lebih kecil dari pelimpah bertangga. Angka aman stabilitas pelimpah berganda dan bertangga terhadap ; guling 1,54 dan 1,80 (perbandingan 1:1,17); geser 1,49 dan 1,57 (perbandingan 1:1,05); *piping* 2,74 dan 2,73 (perbandingan 1:1); *uplift* 1,41 dan 1,80 (perbandingan 1:1,28); daya dukung tanah I adalah 6,17 dan 8,43 (perbandingan 1:1,37); daya dukung tanah II adalah 0,58 dan 1,61 (perbandingan 1:2,78). Dengan demikian pelimpah bertangga tidak saja memecah energi yang besar dan dapat memperpendek panjang kolam olak tapi juga lebih aman terhadap gaya-gaya yang terjadi, sehingga lebih menguntungkan.

## 6.2 Saran

Saran dari penulis sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian berikutnya adalah :

1. Menambah variasi dimensi pelimpah berganda dan pelimpah bertangga agar dapat mengetahui bentuk bendung dengan peredam energi yang lebih efisien.
2. Mengadakan uji model hidraulik untuk mendapatkan hasil perbandingan peredam energi yang lebih akurat.
3. Menghitung stabilitas bendung lebih detail dan dengan bentuk pondasi yang berbeda agar mendapatkan angka stabilitas yang lebih akurat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Boes, Robert M., dan Hager, Wili H. (2013). "Two-Phase Flow Characteristics of Stepped Spillways." *J. Hydraul. Eng.*, 129(9), 661-670.
- Chamani, M. R., Rajaratman, N. (1999). "Characteristics of Skimming Flow Over Stepped Spillways." *J. Hydraul. Eng.*, 125(4), 361-368.
- Chanson, H. (1993). "Stepped Spillway Flows and Air Entrainment." *J. Hydraul. Eng.*, 20(3), 422-435.
- Chow, Ven Te. (1992). "Hidrolika Saluran Terbuka." Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 1986, Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama (KP – 02), Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 1986, Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama (KP – 06), Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan.
- Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan. "Peta Daerah Aliran Sungai Jawa" dalam <http://appgis.dephut.go.id/>
- Google Inc. 2020. "Google Maps: Peta Lokasi Bendung Tirtorejo" dalam <https://maps.google.com/>
- Hunt, Sherry L., Kadavy, Kem C., Hanson, Gregory J. (2014). "Simplistic Design Methods for Moderate-Sloped Stepped Chutes." *J. Hydraul. Eng.*, 140(12).
- Khatsuria, R. (2005). *Hydraulics of Spillways and Energy Dissipators*. New York: Marcel Dekker.
- Krisnayanti, Denik S., Suhardjono., Dermawan V., Legono Djoko., (2019). "The Effect of Inception Point on Dissipation Energy in Stepped Spillways Modelling." *Journal of Southwest Jiaotong University*. Vol 54 No 3.
- Krisnayanti, Denik S., Dermawan V., Sholichin M., Suhardjono., Khaerudin D N., (2017). "Bendung Bertangga Sebagai Alternatif Pada Perencanaan Bangunan Irigasi." Diakses melalui <https://www.researchgate.net/publication/323963130>, 28 Agustus 2019.
- Mawardi, Eman dan Memed, Moch. (2010). "Desain Hidraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis." Alfabeta. Bandung.
- Triatmodjo, Bambang. (2013). "Hidrologi Terapan." Yogyakarta. Beta Offset.
- U.S. Geological Survey. "Digital Elevation Model (DEM)" dalam <https://www.usgs.gov/>
- Wahyuningsih, Linda., Hidayah E., Yunarni W., (2014). "Perbandingan Energi Air Pada Pelimpah Bersaluran Peluncur Lurus dan Pelimpah Bersaluran Peluncur Anak Tangga." *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa. SRA- Sains And Technology* (109). Diakses dari <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/68866>, 1 September 2019.

# LAMPIRAN



## Lampiran 1

### Data Curah Hujan Maksimal Rerata Tahun 2000-2018

Bulan	Tahun																		
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Januari	47,641	25,993	52,604	80,017	64,416	29,336	35,348	66,501	31,481	48,935	-	51,984	98,395	43,411	44,185	54,196	20,071	45,259	65,081
Februari	66,282	32,220	41,706	77,716	166,203	95,351	44,148	62,774	0,000	33,849	-	40,418	52,128	52,540	59,362	49,036	46,578	67,930	64,132
Maret	44,011	28,360	33,641	44,672	45,444	29,062	33,373	36,297	65,138	49,854	-	104,988	15,618	51,200	36,104	70,137	35,711	45,494	69,235
April	58,660	22,759	22,819	20,372	11,857	41,572	61,728	38,892	35,609	57,281	-	73,233	25,625	37,144	52,654	96,845	34,457	58,195	18,141
Mei	33,626	15,557	57,123	29,692	44,933	5,991	31,745	21,139	37,099	41,439	-	85,061	32,177	25,579	20,123	15,423	43,021	17,767	8,314
Juni	15,774	11,172	5,074	10,922	2,371	28,199	9,618	24,275	5,146	23,959	-	13,409	17,383	26,020	14,951	7,375	71,347	36,212	9,385
Juli	3,806	10,375	1,150	0,000	5,404	18,263	11,085	4,135	0,533	3,184	-	12,647	0,093	26,360	29,332	0,125	18,824	13,204	0,000
Agustus	34,258	2,403	0,000	0,000	0,104	10,028	0,792	0,000	3,046	0,230	-	2,193	0,093	0,990	1,672	0,000	18,377	0,272	3,458
September	1,903	0,256	0,000	1,790	3,959	15,205	3,563	1,248	3,464	0,460	-	17,091	0,325	1,397	0,000	0,000	51,653	128,218	36,849
Oktober	37,680	37,081	0,591	24,117	8,570	37,896	8,737	79,843	39,099	23,138	-	17,945	37,359	25,734	1,623	0,000	44,159	45,429	5,779
November	113,817	33,892	27,237	50,961	45,154	16,785	15,800	69,183	42,365	51,819	-	49,781	53,579	42,844	60,098	32,518	82,326	169,488	64,266
Desember	71,138	11,296	39,676	28,215	63,064	45,324	60,485	56,274	17,977	48,746	-	58,633	68,386	42,180	46,113	81,592	87,109	60,564	48,075

## Lampiran 2

### Faktor Frekuensi KT untuk Distribusi Log Pearson III

KT	Interval kejadian, tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
	Presentase peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3	-0,667	-0,636	-0,369	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,524	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,427	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber : Triatmodjo,2013

**Lampiran 3**  
 Nilai  $X^2$  Uji Chi-Kuadrat

Derajat Kebebasan	Nilai $X^2$								
	0,99	0,95	0,9	0,75	0,5	0,25	0,1	0,05	0,01
1	0,000	0,004	0,016	0,102	0,455	1,32	2,71	3,84	6,63
2	0,020	0,103	0,211	0,575	1,386	2,77	4,61	5,99	9,21
3	0,115	0,352	0,584	1,212	2,366	4,11	6,25	7,81	11,34
4	0,297	0,711	1,064	1,923	3,357	5,39	7,78	9,49	13,28
5	0,554	1,145	1,610	2,675	4,351	6,63	9,24	11,07	15,09
6	0,872	1,635	2,204	3,455	5,348	7,84	10,64	12,59	16,81
7	1,239	2,167	2,833	4,255	6,346	9,04	12,02	14,07	18,48
8	1,647	2,733	3,490	5,071	7,344	10,22	13,36	15,51	20,09
9	2,088	3,325	4,168	5,899	8,343	11,39	14,68	16,92	21,67
10	2,558	3,940	4,865	6,737	9,342	12,55	15,99	18,31	23,21
11	3,053	4,575	5,578	7,584	10,341	13,70	17,28	19,68	24,72
12	3,571	5,226	6,304	8,438	11,340	14,85	18,55	21,03	26,22
13	4,107	5,892	7,042	9,299	12,340	15,98	19,81	22,36	27,69
14	4,660	6,571	7,790	10,165	13,339	17,12	21,06	23,68	29,14
15	5,229	7,261	8,547	11,037	14,339	18,25	22,31	25,00	30,58
16	5,812	7,962	9,312	11,912	15,338	19,37	23,54	26,30	32,00
17	6,408	8,672	10,085	12,792	16,338	20,49	24,77	27,59	33,41
18	7,015	9,390	10,865	13,675	17,338	21,60	25,99	28,87	34,80
19	7,633	10,117	11,651	14,562	18,338	22,72	27,20	30,14	36,19
20	8,260	10,851	12,443	15,452	19,337	23,83	28,41	31,41	37,57
22	9,542	12,338	14,041	17,240	21,337	26,04	30,81	33,92	40,29
24	10,856	13,848	15,659	19,037	23,337	28,24	33,20	36,42	42,98
26	12,198	15,379	17,292	20,843	25,336	30,43	35,56	38,89	45,64
28	13,656	16,928	18,939	22,657	27,336	32,62	37,92	41,34	48,28
30	14,953	18,493	20,599	24,478	29,336	34,80	40,26	43,77	50,89
40	22,164	26,509	29,051	33,660	39,335	45,62	51,80	55,76	63,69
50	27,707	34,764	37,689	42,942	49,335	56,33	63,17	67,50	76,15
60	37,485	43,188	46,459	52,294	59,335	66,98	74,40	79,08	88,38

Sumber : Triatmodjo, 2013



### Lampiran 4

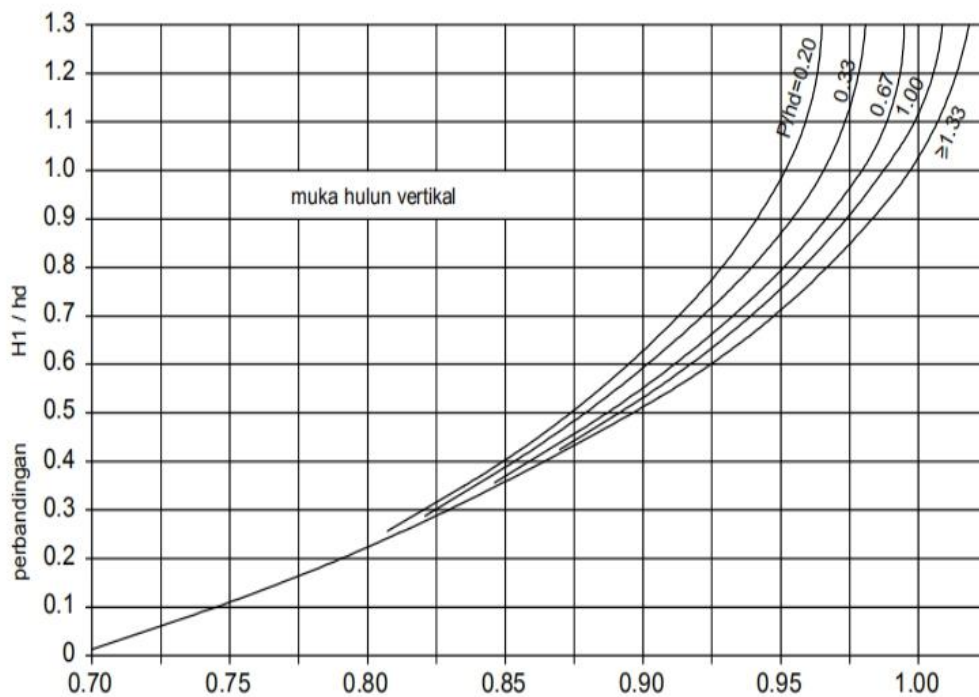
Nilai Uji Smirnov-Kolmogorov

N	$\alpha$ (Derajat Kepercayaan)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23

Sumber : Triatmodjo,2013

### Lampiran 5

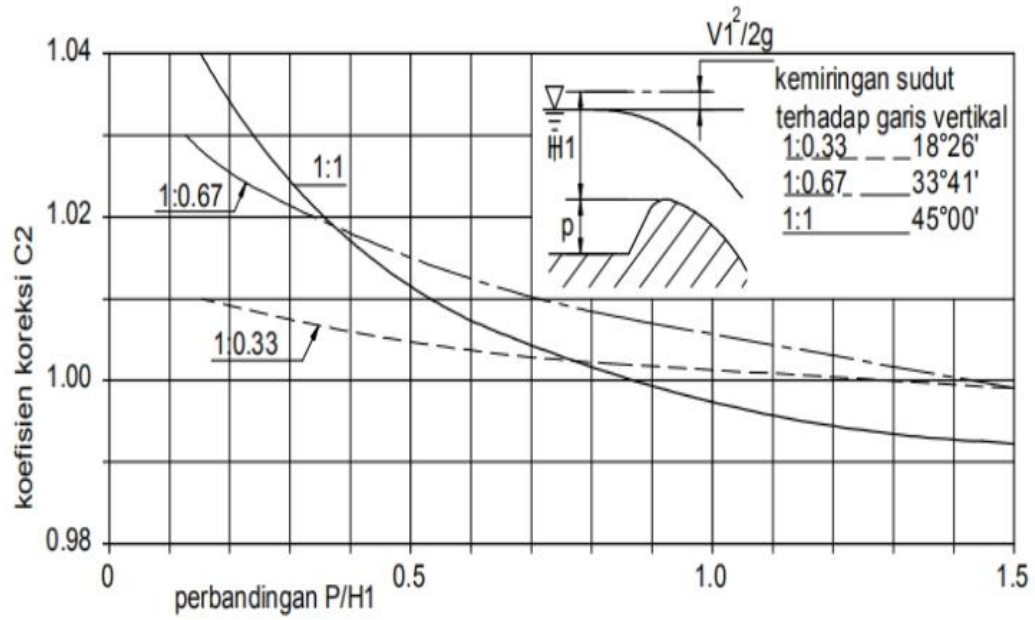
Faktor Koreksi  $C_1$  untuk Bendung Mercuri Ogee



Sumber : KP-02,1986

### Lampiran 6

#### Faktor Koreksi $C_2$ untuk Bendung Mercu Ogee



Sumber : KP-02,1986