

**SKRIPSI**

**KAJIAN DESAIN HIDRAULIK PADA PELIMPAH  
DAN KONDUIT BENDUNGAN SUKAMAHI**



**DENNIS KURNIAWAN GUNARDI  
NPM : 2015410139**

**PEMBIMBING: F. Yiniarti Eka Kumala, Ir., Dipl. HE.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DESEMBER 2019**

**SKRIPSI**

**KAJIAN DESAIN HIDRAULIK PADA PELIMPAH  
DAN KONDUIT BENDUNGAN SUKAMAHI**



**DENNIS KURNIAWAN GUNARDI  
NPM : 2015410139**

**BANDUNG, 16 DESEMBER 2019  
PEMBIMBING:**



**F. Yiniarti Eka Kumala, Ir.,  
Dipl. HE.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DESEMBER 2019**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama Lengkap : Dennis Kurniawan Gunardi

NPM : 2015410139

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Kajian Desain Hidraulik Pada Pelimpah Dan Kondukt Bendungan Sukamahi" adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku.

Bandung, 16 Desember 2019



Dennis Kurniawan Gunardi

2015410139

# **KAJIAN DESAIN HIDRAULIK PADA PELIMPAH DAN KONDUIT BENDUNGAN SUKAMAHI**

**Dennis Kurniawan Gunardi**  
**NPM: 2015410139**

**Pembimbing: F. Yiniarti Eka Kumala, Ir., Dipl. HE.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**  
**BANDUNG**  
**DESEMBER 2019**

## **ABSTRAK**

Bendungan Sukamahi merupakan bendungan kering dengan tujuan untuk mengendalikan banjir. Bendungan ini dilengkapi dengan pelimpah samping dan *bottom outlet* berupa konduit. Pelimpah berfungsi sebagai saluran keluarnya air berlebih dari waduk menuju sungai di hilirnya. Konduit merupakan struktur terowongan yang berfungsi mengalirkan air dari bendungan ke sungai di hilir bendungan. Untuk syarat sertifikasi desain, diperlukan uji model fisik sebelum bendungan dan bagian kelengkapannya dibangun.

Uji model fisik dibuat dengan skala tanpa distorsi 1 : 33 1/3 untuk mengkaji kinerja hidraulik pelimpah samping maupun konduit. Kajian hidraulik dilakukan dengan mempertimbangkan skenario operasi pintu konduit sebagai bendungan kering. Pada pelimpah, dilakukan analisis menggunakan persamaan kontinuitas serta koefisien debit ( $C_d$ ). Untuk saluran peluncur, analisis menggunakan persamaan kontinuitas, prinsip Bernoulli serta perhitungan tahapan langsung. Pada peredam energi USBR III, analisis menggunakan persamaan momentum serta kedalaman konjugasi. Pada konduit dianalisis jenis aliran yang terjadi. Pada saluran banjir, dianalisis dalamnya gerusan di hilir saluran.

Pelimpah mampu mengalirkan debit  $Q_{PMF}$  sebesar 248,35 m<sup>3</sup>/s dengan tinggi jagaan 0,83 m. Koefisien  $C_d$  pelimpah hasil pengukuran pada  $Q_{1000}$  sebesar 1,247 dan  $Q_{PMF}$  sebesar 1,465. Pada saluran samping tidak terjadi aliran tenggelam namun hasil pengujian menunjukkan desain kurang optimal sehingga dilakukan perubahan dengan menurunkan elevasi awal saluran samping dari El. + 591,50 m menjadi 589,50. Pada saluran peluncur, perhitungan tinggi muka air secara teoritis mendekati hasil pengujian. Pada peredam energi pelimpah, terjadi loncatan air di dalam bangunan peredam energi dengan jenis loncatan air tetap serta nilai Fr sebesar 7,918. Konduit mampu mengalirkan debit banjir  $Q_{1000}$  sebesar 74,10 m<sup>3</sup>/s dengan satu pintu dibuka. Jenis aliran yang terjadi dalam konduit adalah aliran bertekanan. Pada peredam energi konduit, loncatan air terjadi di dalam bangunan peredam energi dengan jenis loncatan air berisolasi serta nilai Fr sebesar 3,749. Pada saluran banjir, terjadi gerusan sedalam 1,50 m pada lapisan rip – rap batu diameter lebih besar dari 30 cm sehingga dilakukan perubahan dengan memperpanjang saluran dan memasang ambang persegi serta mengubah ukuran rip – rap batu menjadi lebih besar dari 50 cm.

**Kata Kunci:** Analisa hidraulika, pelimpah samping, bendungan kering, konduit, peredam energi USBR III

# **STUDY ON HIDRAULIC DESIGN OF SPILLWAY AND CONDUIT SUKAMAHI DAM**

**Dennis Kurniawan Gunardi**  
**NPM: 2015410139**

**Advisor: F. Yiniarti Eka Kumala, Ir., Dipl. HE.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL**  
**ENGINEERING**  
(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DECEMBER 2019

## **ABSTRACT**

*SukamaHI dam is a dry dam for the purpose of flood control. This dam have side channel spillway and bottom outlet conduit. . Spillway functions is to flow the excess water from reservoir to the river downstream. Conduit is a tunnel functions to flow water from dam to the river downstream. To fulfill certification design, it is necessary to performing physical model test before the dam and appurtenance structures is built.*

*The physical model was build using undistorted model with scale of 1 : 33 1/3 to analyze hydraulic phenomenon of side channel spillway and bottom outlet. Hydraulic analyzed are carried out by considering the conduit operation scenario as a dry dam. Spillway analysis is using the continuity equation and discharge coefficient. Chute channel analysis is using the continuity equation with Bernoulli equations and direct step calculation. USBR III stilling basin analysis is using momentum and conjugate depth equation. Conduit is analyzed to determine the type of flow. The flood channel is analyzed the depth of local score downstream of the channel.*

*Spillway is capable to pass  $Q_{PMF}$  with value of 248.35 m<sup>3</sup>/s with freeboard 0.87 m. Spillway  $C_d$  coefficient measured on  $Q_{1000}$  is 1.247 and  $Q_{PMF}$  is 1.465. On side channel, there is no submerged flow but it shows that the design is not optimal so it is recommend to lowering the initial elevation of side channel from El. + 591.50 m to 589.50. On chute channel, the water level using theoretically calculation is approaches the test result. On spillway stilling basin, there is a hydraulic jump on stilling basin with the type is steady hydraulic jump and Fr value of 7.918. Conduit is capable to pass  $Q_{1000}$  with value of 74.10 m<sup>3</sup>/s with one door opened. On conduit, the type of flow that occurs is pressurized flow. On conduit stilling basin, there is a hydraulic jump on stilling basin with the type is oscillating hydraulic jump and Fr value of 3.749. On flood channel, scouring occur with a depth of 1.50 m on rip – rap layer with diameter bigger then 30 cm so it is recomendend to extending the channel and apply a square sill with the bigger size of rip – rap layer to bigger then 50 cm.*

**Keywords:** *Hydraulic analize, side channel spillway, dry dam, conduit, USBR III stilling basin*

## **PRAKATA**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Kajian Desain Hidraulik Pada Pelimpah Dan Konduit Bendungan Sukamahi” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini ditujukan sebagai syarat menyelesaikan pendidikan gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak/Ibu:

1. F. Yiniarti Eka Kumala, Ir., Dipl. HE. Pembimbing skripsi yang dengan penuh kesabaran dan ketekunan memberikan dorongan, perhatian, bimbingan, pengarahan, serta saran dalam pembuatan skripsi ini mulai dari awal sampai akhir.
2. Doddi Yudianto, Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan Bandung yang telah memudahkan segala perijinan dalam pembuatan skripsi ini.
3. Salahudin Gozali, Ph.D. Selaku ketua Komunitas Bidang Ilmu Teknik Sumber Daya Air Universitas Katolik Parahyangan yang telah menyetujui permohonan penyusunan skripsi ini.
4. Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph.D., Albert Wicaksono, Ph.D., Ir. Bambang Adi Riyanto, M.Eng., Stepehn Sanjaya, ST., M.Sc. selaku dosen dari Komunitas Bidang Ilmu Teknik Sumber Daya Air yang telah memberikan waktunya, semangat, kritik, dan saran bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Orangtua, kakak dan saudara – saudari tercinta yang telah banyak memberikan doa dan dukungan kepada penulis secara moral dan materil hingga skripsi ini dapat selesai pada waktunya.
6. Rekan-rekan seperjuangan di Komunitas Bidang Ilmu Teknik Sumber Daya Air, Kelvin Gostalin, Flavia Domitilla Frederick, Karen Gratiana, yang tiada hentinya memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis

7. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terutama bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang Teknik Sipil. Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini sehingga kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis sebagai evaluasi kedepannya.

Bandung, 16 Desember 2019



Dennis Kurniawan Gunardi

2015410139

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Masalah .....	1-3
1.3 Tujuan dan Maksud Penelitian .....	1-3
1.4 Pembatasan Masalah .....	1-4
1.5 Metode Penelitian .....	1-4
BAB 2 DASAR TEORI .....	2-1
2.1 Model Fisik .....	2-1
2.2 Kesebangunan .....	2-1
2.2.1 Sebangun Geometrik .....	2-1
2.2.2 Sebangun Kinematik .....	2-2
2.2.3 Sebangunan Dinamik .....	2-2
2.3 Skala Model .....	2-3
2.3.1 Skala Kecepatan .....	2-3
2.3.2 Skala Waktu Aliran .....	2-3
2.3.3 Skala Debit .....	2-4



2.4 Indeks Alat Ukur.....	2-4
2.4.1 Penentuan Meteran Taraf .....	2-4
2.4.2 Indeks Kecepatan Aliran .....	2-5
2.5 Mekanika Fluda.....	2-6
2.5.1 Prinsip Bernoulli .....	2-6
2.5.2 Persamaan Kontinuitas.....	2-7
2.6 Hidraulika.....	2-8
2.6.1 Profil Aliran .....	2-8
2.6.2 Loncatan Air.....	2-8
2.6.3 Panjang Loncatan Air.....	2-9
2.6.4 Tipe Loncatan Air .....	2-10
2.7 Bangunan Pelengkap Bendungan.....	2-11
2.7.1 Pelimpah.....	2-11
2.7.2 Mercu .....	2-12
2.7.3 Peredam Energi .....	2-15
<b>BAB 3 KETERSEDIAAN DATA .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Jenis Data .....	3-1
3.2 Data Bangunan Hidraulik.....	3-1
3.3 Ketentuan Debit Rencana.....	3-3
<b>BAB 4 PEMBUATAN DAN PERSIAPAN PENGUJIAN MODEL FISIK .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Peralatan dan Fasilitas.....	4-1
4.2 Penentuan Skala Model.....	4-1
4.3 Pembuatan Model Fisik .....	4-3
4.4 Penentuan Meteran Taraf .....	4-4
4.5 Penentuan Indeks Kecepatan Aliran .....	4-5
4.6 Skenario Operasi .....	4-5

BAB 5 PENGUJIAN BANGUNAN PELIMPAH.....	5-1
5.1 Analisis Kapasitas Mercu.....	5-1
5.2 Analisis Saluran Samping .....	5-7
5.3 Analisis Saluran Peluncur .....	5-9
5.4 Analisis Peredam Energi Pelimpah.....	5-12
5.5 Kondisi Model Dan Hasil Analisis Pelimpah .....	5-14
BAB 6 PENGUJIAN <i>BOTTOM OUTLET</i> .....	6-1
6.1 Analisis Kapasitas Konduit.....	6-1
6.2 Analisis Peredam Energi Konduit.....	6-3
6.3 Analisis Saluran Banjir .....	6-5
6.4 Kondisi Model Dan Hasil Analisis <i>Bottom Outlet</i> .....	6-14
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN .....	7-1
7.1 Kesimpulan .....	7-1
7.2 Saran.....	7-2
Daftar Pustaka .....	xix

## DAFTAR NOTASI

$a$	: Percepatan ( $\text{m/s}^2$ )
$a_m$	: Skala Percepatan Model
$a_p$	: Skala Percepatan Prototip
$A$	: Luas Penampang Basah ( $\text{m}^2$ )
$A_m$	: Skala Luas Model
$A_p$	: Skala Luas Prototip
$C_d$	: Koefisien Pelimpah
$E$	: Energi (J)
$F_e$	: Gaya Kenyal (N)
$F_i$	: Gaya Inersia (N)
$F_p$	: Gaya Tekanan (N)
$Fr$	: Bilangan Froude
$F_s$	: Gaya Tenggelam Permukaan (N)
$F_v$	: Gaya Gesek (N)
$F_w$	: Gaya Berat (N)
$g$	: Percepatan Gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )
$h$	: Tinggi Muka Air (m)
$H$	: Tinggi Tekanan (m)
$i$	: Indeks Alat Ukur Debit (cm)
$k$	: Konstanta
$L$	: Panjang (m)
$m$	: Massa (kg)
$MT$	: Tinggi Meteran Taraf (cm)
$n$	: Koefisien Kekasaran Manning
$n_a$	: Skala Percepatan
$n_A$	: Skala Luas
$n_h$	: Skala Tinggi
$n_L$	: Skala Panjang
$n_Q$	: Skala Debit
$n_t$	: Skala Waktu

$n_v$	: Skala Kecepatan
$P$	: Tekanan Fluida ( $\text{N/m}^2$ )
$Q$	: Debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
$Q_p$	: Skala Debit Prototip
$R$	: Jari – jari (m)
$Re$	: Bilangan Reynold
$t$	: Waktu (s)
$v$	: Kecepatan (m/s)
$v_m$	: Skala Kecepatan Model
$v_p$	: Skala Kecepatan Prototip
$Q_m$	: Skala Debit Model
$y$	: Kedalaman Muka Air (m)
$z$	: Beda Tinggi Elevasi (m)
$\gamma$	: Berat Jenis ( $\text{N/m}^3$ )
$\mu$	: Viskositas Dinamis ( $\text{kg/s m}$ )
$\nu$	: Viskositas Kinematis ( $\text{m}^2/\text{s}$ )
$\rho$	: Massa Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1-1</b> Lokasi Bendungan Sukamahi .....	1-1
<b>Gambar 1-2</b> Desain Bendungan Sukamahi.....	1-2
<b>Gambar 1-3</b> Desain konduit Bendungan Sukamahi .....	1-2
<b>Gambar 1-4</b> Desain pelimpah Bendungan Sukamahi.....	1-2
<b>Gambar 1-5</b> Diagram alir.....	1-6
<b>Gambar 2-1</b> Tipe Loncatan Air .....	2-11
<b>Gambar 2-2</b> Mercu Ogee .....	2-13
<b>Gambar 2-3</b> Grafik $C_0$ .....	2-14
<b>Gambar 2-4</b> Grafik $C_1$ .....	2-14
<b>Gambar 2-5</b> Grafik $C_2$ .....	2-14
<b>Gambar 2-6</b> Peredam Energi Tipe USBR I .....	2-15
<b>Gambar 2-7</b> Peredam Energi Tipe USBR II.....	2-16
<b>Gambar 2-8</b> Peredam Energi Tipe USBR III.....	2-17
<b>Gambar 2-9</b> Peredam Energi Tipe USBR IV .....	2-17
<b>Gambar 5-1</b> Hasil Uji Model Fisik Pelimpah Seri – 0 $Q_{1000}$ .....	5-1
<b>Gambar 5-2</b> Hasil Uji Model Fisik Pelimpah Seri – 0 $Q_{PMF}$ .....	5-1
<b>Gambar 5-3</b> Nilai Koefisien $C_0$ $Q_{PMF}$ .....	5-2
<b>Gambar 5-4</b> Nilai Koefisien $C_1$ $Q_{PMF}$ .....	5-3
<b>Gambar 5-5</b> Nilai Koefisien $C_0$ $Q_{1000}$ .....	5-4
<b>Gambar 5-6</b> Nilai Koefisien $C_1$ $Q_{1000}$ .....	5-4
<b>Gambar 5-7</b> Grafik Lengkung Debit.....	5-5
<b>Gambar 5-8</b> Profil Muka Air Mercu Pelimpah.....	5-7
<b>Gambar 5-9</b> Hasil Uji Model Fisik Saluran Samping Seri – 0 $Q_{1000}$ .....	5-8
<b>Gambar 5-10</b> Hasil Uji Model Fisik Saluran Samping Seri – 1 $Q_{1000}$ .....	5-8
<b>Gambar 5-11</b> Hasil Uji Model Fisik Saluran Peluncur Seri – 0 $Q_{1000}$ .....	5-9
<b>Gambar 5-12</b> Grafik Profil Muka Air Saluran Peluncur $Q_{1000}$ .....	5-12
<b>Gambar 5-13</b> Hasil Uji Model Fisik Peredam Energi Pelimpah Seri – 0 $Q_{1000}$ .....	5-13

<b>Gambar 5-14</b> Hasil Uji Model Fisik Peredam Energi Pelimpah Seri – 0 Q <sub>PMF</sub> .....	5-14
<b>Gambar 6-1</b> Gelembung Udara Pada Konduit.....	6-2
<b>Gambar 6-2</b> Hasil Uji Model Fisik Peredam Energi Konduit Seri – 0 Q <sub>100</sub> .....	6-4
<b>Gambar 6-3</b> Saluran Banjir.....	6-5
<b>Gambar 6-4</b> Hasil Uji Model Fisik Saluran Banjir Seri – 0 Q <sub>100</sub> .....	6-6
<b>Gambar 6-5</b> Hasil Analisis Dengan Grafik Hjulstrom .....	6-6
<b>Gambar 6-6</b> Grafik MDO .....	6-8
<b>Gambar 6-7</b> Desain Peredam Energi MDO.....	6-9
<b>Gambar 6-8</b> Seri - 1 Aliran Saling Menyilang .....	6-10
<b>Gambar 6-9</b> Saluran Banjir Seri - 2.....	6-11
<b>Gambar 6-10</b> Ambang Persegi .....	6-11
<b>Gambar 6-11</b> Hasil Uji Model Fisik Saluran Banjir Seri – 2 Q <sub>100</sub> .....	6-11
<b>Gambar 6-12</b> Analisis Ukuran Rip – Rap Batu Seri – 3.....	6-12
<b>Gambar 6-13</b> Seri - 3 Rip – rap Batu.....	6-13
<b>Gambar 6-14</b> Seri - 4 Ambang Trapesium Aliran Saling Menyilang.....	6-14

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2-1</b> Konstanta k dan n.....	2-12
<b>Tabel 3-1</b> Debit Banjir Desain.....	3-3
<b>Tabel 4-1</b> Besaran Skala Model .....	4-2
<b>Tabel 4-2</b> Meteran Taraf.....	4-5
<b>Tabel 4-3</b> Skenario Operasi Pintu dan Pelimpah.....	4-6
<b>Tabel 5-1</b> Perbandingan Koefisien C dan Tinggi Muka Air .....	5-6
<b>Tabel 5-2</b> Perbandingan Tinggi Muka Air .....	5-10
<b>Tabel 5-3</b> Ringkasan Kondisi Model Dan Hasil Analisis Pelimpah .....	5-15
<b>Tabel 6-1</b> Ringkasan Kondisi Model Dan Hasil Analisis <i>Bottom Outlet</i> .....	6-15

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Detail Desain Bendungan Sukamahi
- Lampiran 2** Detail Pengukuran Kecepatan Seri – 0
- Lampiran 3** Gambar Detail Usulan Desain Saluran Samping
- Lampiran 4** Gambar Detail Usulan Desain Saluran Banjir Dengan MDO
- Lampiran 5** Gambar Detail Usulan Desain Saluran Banjir Dengan Ambang



# BAB 1

## PENDAHULUAN

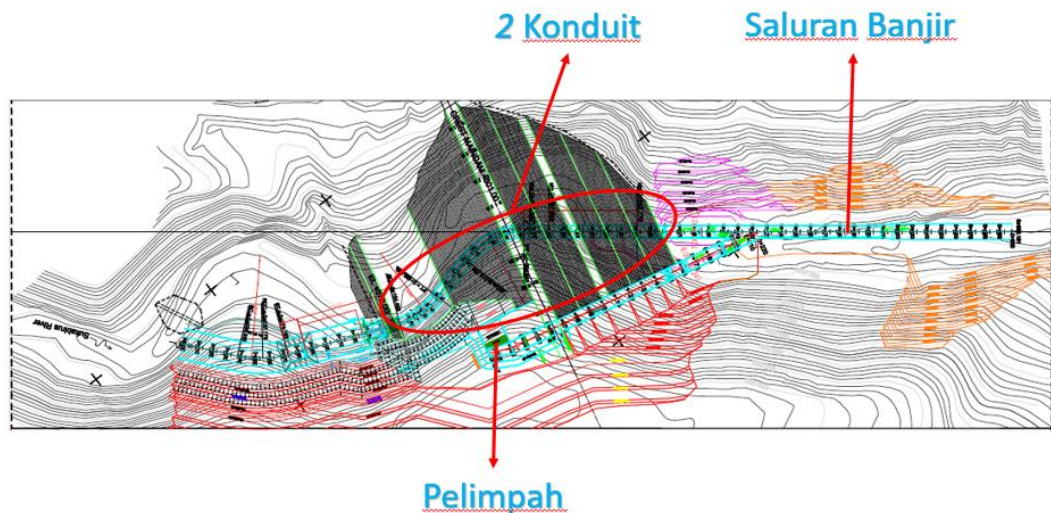
### 1.1 Latar Belakang

Bendungan Sukamahi sedang dibangun di Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat yang merupakan bendungan kering dengan tujuan untuk mengendalikan banjir. Bendungan kering merupakan suatu bendungan dengan keadaan normalnya kosong/tidak menampung air, pada keadaan ini air sungai dibiarkan mengalir bebas melalui saluran. Pada keadaan debit yang besar/debit banjir, bendungan ini akan menampung kelebihan air yang nantinya akan dikeluarkan secara berkala sehingga debit yang keluar dari bendungan ini tetap terkontrol. Gambar lokasi Bendungan Sukamahi dapat dilihat pada pada Gambar 1-1.

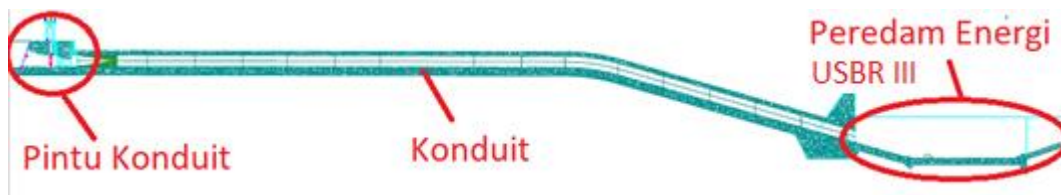


**Gambar 1-1** Lokasi Bendungan Sukamahi (Google Maps, 2019)

Bendungan Sukamahi didesain dengan *bottom outlet* berupa conduit dengan saluran banjir dan *spillway* berupa pelimpah samping dengan saluran peluncur. Gambar desain Bendungan Sukamahi dapat dilihat pada Gambar 1-2. Conduit merupakan suatu struktur berbentuk terowongan yang berfungsi mengalirkan air dari bendungan ke sungai di hilir bendungan. Pada desain ini, terdapat 2 conduit yang dilengkapi pintu di ujung hulu yang berfungsi untuk mengendalikan debit keluar, sesuai dengan debit yang masuk ke waduk. Pada ujung hilir conduit terdapat peredam energi tipe USBR III yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan aliran serta meredam energi. Gambar desain *bottom outlet* conduit dapat dilihat pada Gambar 1-3.

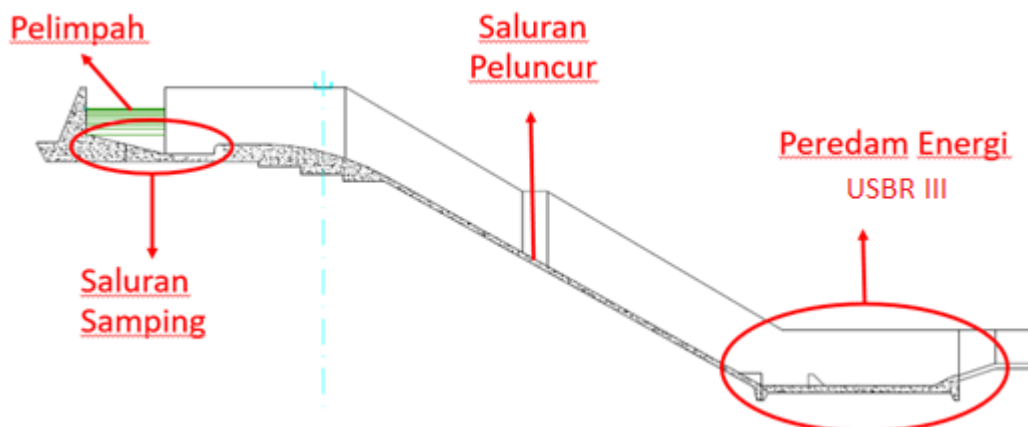


**Gambar 1-2** Desain Bendungan Sukamahi (PT. Wiratman dkk, 2018)



**Gambar 1-3** Desain konduit Bendungan Sukamahi (PT. Wiratman dkk, 2018)

*Spillway* merupakan bangunan pelimpah yang berfungsi sebagai saluran keluarnya air berlebih dari waduk yang akan dialirkan kembali ke sungai di hilirnya. Desain pelimpah pada Bendungan Sukamahi menggunakan pelimpah samping dengan saluran peluncur lurus dan peredam energi tipe USBR III. Gambar desain pelimpah Bendungan Sukamahi dapat dilihat pada Gambar 1-4.



**Gambar 1-4** Desain pelimpah Bendungan Sukamahi (PT. Wiratman dkk, 2018)

Dalam perancangan, diperlukan uji model fisik sebagai syarat sertifikasi yang wajib dipenuhi sebelum desain tersebut dibangun. Uji model fisik pelimpah dan conduit bendungan ini digunakan untuk mengkaji kinerja hidraulik *bottom outlet* maupun *spillway*.

Pengkajian hidraulik dengan model fisik dilakukan di Laboratorium Hidraulika-Balai Litbang Bangunan Hidraulik dan Geoteknik Keairan-Puslitbang Sumber Daya Air-Bandung. Dengan dibangunnya model fisik ini maka dapat dipelajari karakteristik aliran yang terjadi mulai dari hulu pelimpah sampai dengan peredam energi dan kendala aliran pada saluran tertutup maupun respons pada sungai di hilir saluran banjir. Dari karakteristik aliran serta respons sungai yang dihasilkan maka desain yang ada dapat diperbaiki dan disempurnakan agar didapat hasil desain yang optimal.

## **1.2 Inti Masalah**

Bendungan Sukamahi didesain menggunakan *bottom outlet* berupa conduit. Pada bagian hulu conduit akan dipelajari kendala aliran yang terjadi, serta pada bagian hilirnya akan dikaji kinerja peredam energi terhadap dalamnya gerusan yang terjadi pada dasar sungai.

Pelimpah Bendungan Sukamahi didesain menggunakan pelimpah samping yang berpotensi menimbulkan aliran tenggelam. Aliran tenggelam ini harus dihindari karena kenaikan muka air di hilir pelimpah menimbulkan kenaikan pada muka air di hulunya yang berpotensi membahayakan tinggi jagaan waduk. Pada saluran peluncur dapat terjadi aliran saling menyilang. Aliran saling menyilang merupakan ketidaksempurnaan aliran yang harus dihindari agar tidak terjadi kavitasi yang berpotensi menyebabkan kerusakan permukaan beton pada saluran peluncur. Kecepatan aliran juga harus dikontrol agar tidak terjadi gerusan yang dalam pada dasar sungai di hilir peredam energi.

## **1.3 Tujuan dan Maksud Penelitian**

Tujuan dari pengkajian model hidraulik ini adalah:

1. Memeriksa kapasitas conduit serta bangunan pelimpah.

2. Mengamati kondisi aliran pada pelimpah samping.
3. Mempelajari profil aliran yang terjadi pada pelimpah bendungan sampai dengan peredam energi.
4. Memeriksa kinerja bangunan peredam energi dari pelimpah maupun konduit.
5. Memeriksa gerusan yang terjadi di hilir saluran banjir.

Maksud dari pengkajian model hidraulik ini adalah:

1. Mengoptimasi bentuk konduit, pelimpah, bangunan peluncur, peredam energi, saluran banjir, dan tembok-tembok sayap jagaan.
2. Mencari ukuran hidraulik yang sesuai untuk mengoptimasi desain awal.
3. Memperkecil dampak yang terjadi pada sungai di hilir saluran banjir.

#### **1.4 Pembatasan Masalah**

Dalam melaksanakan kajian ini, analisis hidrologi dan tata letak dimensi konduit, pelimpah, bangunan peluncur, serta peredam energi, saluran banjir, telah dilakukan sebagai desain awal oleh konsultan. Dengan demikian model fisik dibuat berdasarkan desain awal tersebut yang ditindaklanjuti dengan pengujian dan analisa untuk mendapatkan desain hidraulik yang lebih optimal. Analisis perhitungan untuk pembandingan pengukuran pada hasil uji model fisik hanya dilakukan untuk pengujian seri – 0, sedangkan untuk seri – seri perubahan dilakukan berdasarkan hasil pengujian model fisik saja.

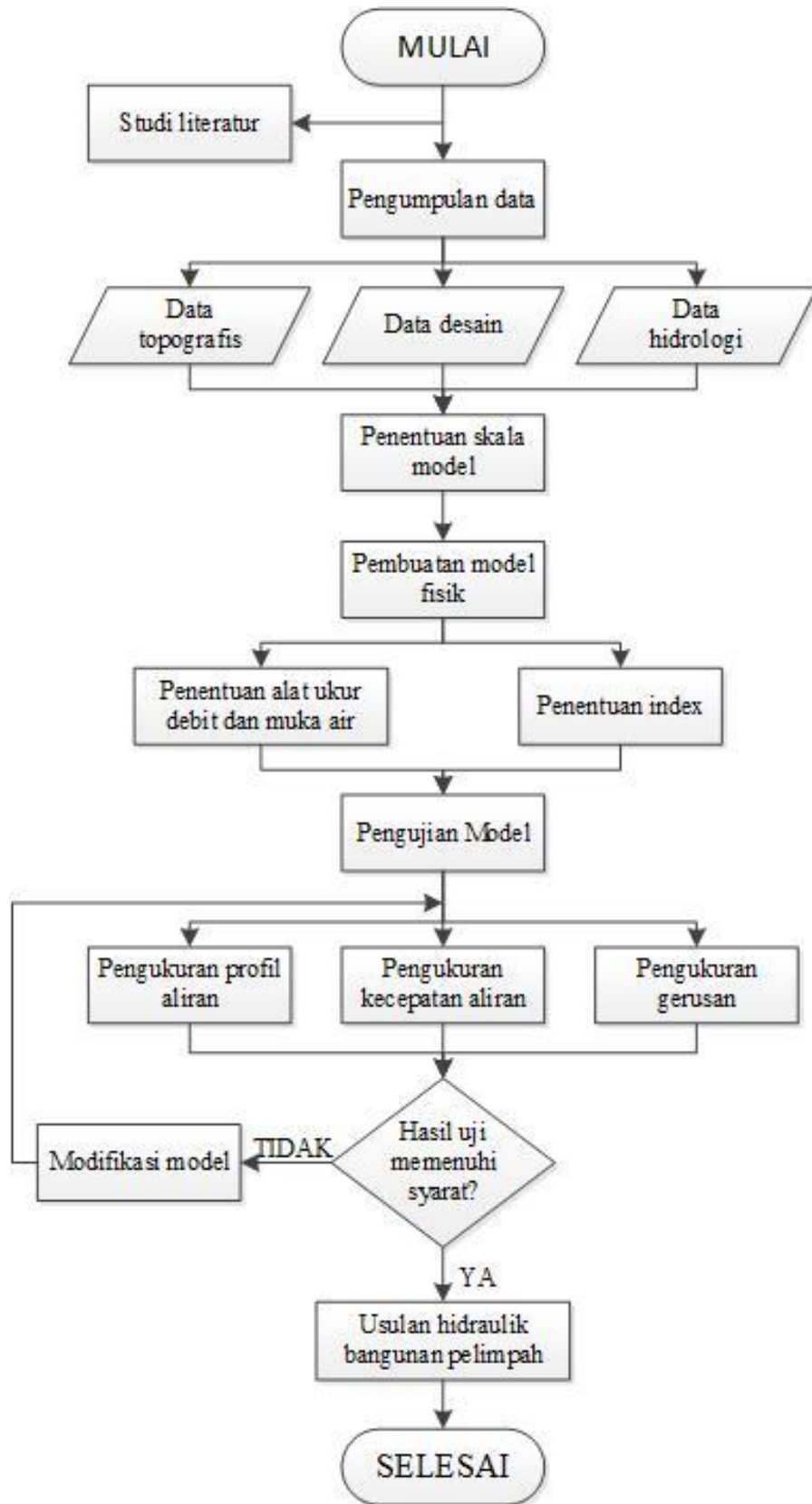
#### **1.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dilakukan untuk kegiatan pengkajian model hidraulik dilakukan sebagai berikut:

1. Studi literatur: Mempelajari bahan-bahan yang berkaitan dengan pembahasan dari berbagai sumber buku serta karya ilmiah.
2. Pengumpulan data: Mengumpulkan data berupa peta topografi, data desain pelimpah bendungan, serta data debit rencana untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas dan teliti untuk merencanakan desain model fisik bangunan pelimpah sampai dengan bangunan peredam energi.

3. Penentuan skala model: Menentukan skala model fisik yang akan dibangun menyesuaikan dengan luas area yang tersedia, kapasitas pompa dan alat ukur.
4. Pembuatan model fisik: Membuat model tiga dimensi bangunan pelimpah dan conduit menyesuaikan skala yang telah diperhitungkan.
5. Penentuan alat ukur debit dan muka air: Mengatur debit yang keluar dari alat ukur Thomson dan lokasi meteran taraf di hulu dan hilir.
6. Penentuan index: Menentukan besaran indeks dalam perhitungan alat ukur debit dan meteran taraf.
7. Pengujian Model: Melakukan analisis hidraulik dari model fisik guna mengetahui kesempurnaan aliran, profil aliran, arah dan kecepatan aliran, serta besar gerusan.
8. Modifikasi model: Mengubah bentuk maupun ukuran hidraulik model fisik guna memperoleh hasil aliran yang lebih baik.

Berikut bagan diagram alir (*Flow Chart*) metode penelitian pada Gambar 1-5.



**Gambar 1-5** Diagram alir