

SKRIPSI

**STUDI HIDRAULIK MODEL FISIK PELIMPAH
BENDUNGAN DOLOK KABUPATEN DEMAK, JAWA
TENGAH**



**DANIEL BUNTORO
NPM : 2016410132**

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

KO-PEMBIMBING: Stephen Sanjaya S.T., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**



SKRIPSI

**STUDI HIDRAULIK MODEL FISIK PELIMPAH
BENDUNGAN DOLOK KABUPATEN DEMAK, JAWA
TENGAH**



**DANIEL BUNTORO
NPM : 2016410132**

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

KO-PEMBIMBING: Stephen Sanjaya S.T., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**



SKRIPSI

**STUDI HIDRAULIK MODEL FISIK PELIMPAH
BENDUNGAN DOLOK KABUPATEN DEMAK, JAWA
TENGAH**



**DANIEL BUNTORO
NPM : 2016410132**

BANDUNG, 15 FEBRUARI 2021

PEMBIMBING:

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

KO-PEMBIMBING:

Stephen Sanjaya S.T., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**



PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Daniel Buntoro
NPM : 2016410132
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Studi Hidraulika Model Fisik Pelimpah Bendungan Dolok Kabupaten Demak, Jawa Tengah adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing dan dosen ko-pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 1 Februari 2021



Daniel Buntoro

2016410132



**STUDI HIDRAULIK MODEL FISIK PELIMPAH
BENDUNGAN DOLOK KABUPATEN DEMAK, JAWA
TENGAH**

Daniel Buntoro

NPM: 2016410132

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

Ko-Pembimbing: Stephen Sanjaya S.T., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-
PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

ABSTRAK

Bendungan Dolok direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air harian masyarakat Kabupaten Demak dan Kota Semarang, sekaligus untuk mengendalikan banjir di wilayah tersebut. Bendungan Dolok terletak pada sungai Dolok ± 1 km di hulu Bendung Barang. Sungai Dolok mengalir di antara dua lembah, yaitu Gunung Pertapan dan Gunung Girikusuma dengan luas DAS Dolok $\pm 35,4$ km² yang merupakan hutan jati. Desain Bendungan Dolok diuji dengan menggunakan model fisik dibuat dengan skala tanpa distorsi sebesar 1:33,33, dengan tujuan menguji permasalahan yang kompleks seperti aliran silang dan kavitasi, sekaligus mengkaji kinerja pelimpah bendungan. Selain itu, model fisik menyimulasikan kondisi nyata di lapangan agar dampak yang merugikan lingkungan dapat dihindari. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian hidraulik pada pelimpah dan peredam energi. Pada pelimpah, analisis dilakukan menggunakan persamaan kontinuitas serta koefisien debit (C_d). Sedangkan untuk saluran peluncur, analisis menggunakan persamaan kontinuitas, prinsip Bernoulli serta perhitungan tahapan standar. Pada peredam energi USBR III, analisis menggunakan persamaan momentum serta kedalaman konjugasi. Lebih lanjut, pada hilir peredam energi diamati dalamnya gerusan lokal yang terjadi. Pelimpah mampu mengalirkan debit Q_{PMF} sebesar 475,79 m³/s. Koefisien C_d pelimpah hasil pengukuran pada Q_{1000} sebesar 1,18 dan Q_{PMF} sebesar 1,27. Hasil menunjukkan bahwa, pada saluran transisi tidak terjadi aliran tenggelam dan pada saluran peluncur tidak terjadi aliran silang, namun ada pusaran air pada pelimpah utama dan peredam energi tidak bekerja secara optimal. Oleh karena itu, perubahan desain dilakukan dengan penambahan tembok pengarah arus di udik pelimpah berbentuk *hockey stick* untuk meratakan aliran pada hulu pelimpah dan memperdalam lantai peredam energi dari El. 48,00 m menjadi El. 46,00 m.

Kata Kunci: Analisa hidraulika, Pelimpah, Saluran transisi, Peredam energi USBR III, Bendungan Dolok.

STUDY ON HYDRAULIC SPILLWAY DESIGN OF DOLOK DAM DEMAK DISTRICT, CENTRAL JAVA

Daniel Buntoro

NPM: 2016410132

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

Co-Advisor: Stephen Sanjaya S.T., M.Sc.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER
(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

ABSTRACT

Dolok Dam is planned to supply fresh water for daily needs in Demak district and Semarang city, as well as to control flood in the area. Dolok Dam is located at around 1 km upstream from Barang Dam. Dolok river is flowing between Pertapan and Girikusuma Mountain with catchment area approximately 35,4 km², which has land cover of teak forest. The physical model of Dolok Dam is designed using undistorted scale of 1 : 33,33 to analyze complex phenomenon such as cross waves and cavitation, as well as the performance of the dam. Moreover, the physical model simulates the real situation to reduce the failure risk of the dam and was tested on the spillway and the stilling basin. The spillway is analyzed using the continuity equation and discharge coefficient. While the chute channel is analyzed using the continuity equation with Bernoulli equations and standard step method. USBR III stilling basin is analyzed using momentum and conjugate depth equation. Furthermore, the downstream the depth of local scour will be analyzed. The spillway is able to discharge up to Q_{PMF} of 475,79 m³/s. The discharge coefficient that analyzed at Q_{1000} is 1,18 and Q_{PMF} is 1,27. The results show that at the transition channel, there is no sign of submerge flow and the cross flow did not happen on the chute channel, but there is vortex at the upstream and the stilling basin did not work optimally. Therefore, some changes on the design were done, such as adding a guide wall that looks like a “hockey stick” to even out the upstream water flow and lower the stilling basin from El. 48,00 m to El. 46,00 m.

Keywords: Hydraulic similtude, Spillway, Transition channel, USBR III stilling basin, Dolok dam

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikannya sehingga skripsi yang berjudul “Studi Hidraulik Model Fisik Pelimpah Bendungan Dolok Kabupaten Deman, Jawa Tengah” 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. selaku pembimbing skripsi serta Stephen Sanjaya S.T., M.Sc. selaku ko-pembimbing yang dengan penuh kesabaran dan ketekunan memberikan dorongan, perhatian, bimbingan, pengarahan, serta saran dalam pembuatan skripsi ini mulai dari awal sampai akhir.
2. Ir. Bambang Adi Riyanto, M. Eng. selaku penyedia data lapangan yang saya perlukan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Dr. –Ing. Bobby Minola Ginting, S. T., M. T. selaku ketua Pusat Studi Teknik Sumber Daya Air Universitas Katolik Parahyangan yang telah menyetujui permohonan penyusunan skripsi ini.
4. Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph.D., Salahudin Gozali, Ph.D., Doddi Yudianto, Ph.D., dan Albert Wicaksono, Ph.D. selaku dosen dari Pusat Studi Teknik Sumber Daya Air yang telah memberikan waktunya, semangat, kritik, dan saran bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Orangtua dan saudara – saudara 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, 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, 15 Februari 2021



Daniel Buntoro

2016410132



DAFTAR ISI

PRAKATA.....	iii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Masalah.....	1-1
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-2
BAB II DASAR TEORI	2-1
2.1 Model Fisik.....	2-1
2.2 Skala Model.....	2-1
2.2.1 Skala Geometri.....	2-1
2.2.2 Skala kinematik.....	2-2
2.3 Hidraulika.....	2-3
2.3.1 Profil Aliran	2-3
2.3.2 Metode Tahapan Standar (<i>Standard Step Method</i>)	2-4
2.3.3 Loncatan Air	2-5
2.3.4 Tipe Loncatan Air	2-6
2.3.5 Persamaan Bernoulli	2-7
2.4 Bangunan Pelengkap Bendungan	2-7
2.4.1 Pelimpah.....	2-7
2.4.2 Mercu	2-8
2.4.3 Peredam Energi.....	2-11
2.5 Gerusan.....	2-14

2.5.1	Metode Lacey.....	2-14
2.5.2	Metode New Zealand Railways	2-15
2.5.3	Metode C.R. Neill	2-16
BAB 3 KETERSEDIAAN DATA DAN HASIL PENGUJIAN		3-1
3.1	DATA BANGUNAN PELIMPAH.....	3-1
3.2	DEBIT BANJIR RENCANA.....	3-2
3.3	EVALUASI MODEL FISIK.....	3-3
3.3.1	Lokasi dan Jenis Model Fisik.....	3-3
3.3.2	Peralatan dan Fasilitas.....	3-5
3.3.3	Skala Model	3-5
3.4	Hasil Pengamatan dan Pengukuran	3-7
3.4.1	Tinggi muka air hulu pelimpah.....	3-7
3.4.2	Arah Aliran Air	3-8
3.4.3	Profil Aliran	3-9
3.4.4	Kecepatan Aliran Rata-Rata.....	3-13
3.4.5	Kedalaman Gerusan Lokal	3-17
BAB IV ANALISIS DATA.....		4-1
4.1	Lengkung Debit.....	4-1
4.2	Analisis Arah Aliran.....	4-5
4.3	Analisis Profil.....	4-8
4.4	Analisa Kecepatan Aliran.....	4-14
4.5	Gerusan Lokal Pada Hilir Bendungan.....	4-15
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2

DAFTAR PUSTAKA 5-3



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram Alir Proses Penelitian	1-4
Gambar 2 Segmen Saluran pada Metode Tahapan Standar	2-4
Gambar 3 Tipe-tipe Loncatan Air (Ven Te Chow, 1985)	2-7
Gambar 4 Mercu Ogee (<i>Design of Small Dams USBR, 1973</i>)	2-9
Gambar 5 Grafik C_0 untuk menentukan nilai C_0 dengan nilai H_{1r} (<i>Design of Small Dams USBR, 1973</i>)	2-10
Gambar 6 Grafik C_1 untuk menentukan nilai C_1 dengan nilai PH_1 (<i>Design of Small Dams USBR, 1973</i>)	2-10
Gambar 7 Grafik C_2 untuk menentukan nilai C_2 dengan nilai PH_1 dan kemiringan dinding muka pelimpah (<i>Design of Small Dams USBR, 1973</i>)	2-10
Gambar 8 Peredam energi USBR tipe I.....	2-12
Gambar 9 Peredam energi USBR tipe II	2-12
Gambar 10 Peredam energi USBR tipe III	2-13
Gambar 11 Peredam energi USBR tipe IV.....	2-14
Gambar 12 Proses penggalan dan pembatasan.....	3-3
Gambar 13 Proses pengecatan setelah pengecoran hulu model.	3-4
Gambar 14 Proses penyelesaian hulu model dan pengecoran hilir model	3-4
Gambar 15 Hilir model.....	3-5
Gambar 16 Lengkung Debit Pengamatan.....	3-8
Gambar 17 Kondisi Arah Aliran dan Kecepatan Debit Periode 2 Tahun	3-8
Gambar 18 Kondisi Arah Aliran dan Kecepatan Debit Periode 25 Tahun	3-8
Gambar 19 Kondisi Arah Aliran dan Kecepatan Debit Periode 100 Tahun	3-9
Gambar 20 Kondisi Arah Aliran dan Kecepatan Debit Periode 1000 Tahun	3-9
Gambar 21 Lokasi Titik Awal	3-10
Gambar 22 Lokasi Titik Akhir	3-10
Gambar 23 Kondisi Profil Aliran untuk Debit Periode 2 Tahun.....	3-11
Gambar 24 Kondisi Profil Aliran untuk Debit Periode 25 Tahun.....	3-11
Gambar 25 Kondisi Profil Aliran untuk Debit Periode 100 Tahun.....	3-11
Gambar 26 Kondisi Profil Aliran untuk Debit Periode 1000 Tahun.....	3-12
Gambar 27 Lokasi Titik 1 dan 2.....	3-13
Gambar 28 Lokasi Titik 3.....	3-14

Gambar 29 Lokasi Titik 4.....	3-14
Gambar 30 Kondisi Potensi Gerusan Lokal Debit Periode 2 Tahun.....	3-17
Gambar 31 Kondisi Potensi Gerusan Lokal Debit Periode 25 Tahun.....	3-18
Gambar 32 Kondisi Potensi Gerusan Lokal Debit Periode 100 Tahun.....	3-18
Gambar 33 Nilai C0.....	4-2
Gambar 34 Nilai C1.....	4-2
Gambar 35 Nilai C2.....	4-3
Gambar 36 Lengkung Debit Perhitungan.....	4-4
Gambar 37 Grafik Lengkung Debit Perbandingan.....	4-5
Gambar 38 Posisi Turbulensi	4-6
Gambar 39 Pengujian Turbulensi	4-6
Gambar 40 Pengukuran Muka Air Dan Pengamatan Aliran	4-7
Gambar 41 Kondisi Peredam Energi.....	4-8
Gambar 42 Arah perhitungan profil aliran 1	4-9
Gambar 43 Arah perhitungan profil aliran 2 dan 3	4-9
Gambar 44 Profil aliran periode 2 tahun	4-11
Gambar 45 Profil aliran periode 25 tahun	4-12
Gambar 46 Profil aliran periode 100 tahun.....	4-13
Gambar 47 Profil aliran periode 1000 tahun	4-14

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Konstanta k dan n	2-8
Tabel 2 Nilai Koefisien yang Mempengaruhi B_{eff} (K_p dan K_a).....	2-11
Tabel 3 Faktor pengali untuk kedalaman gerusan maksimum	2-16
Tabel 4 Debit <i>Outflow</i>	3-2
Tabel 5 Besaran dan Skala Parameter Besaran	3-6
Tabel 6 Konversi debit outflow rencana menjadi debit outflow rencana model.	3-6
Tabel 7 Tinggi Muka Air Pengukuran	3-7
Tabel 8 Profil Muka Air Hasil Pengamatan	3-12
Tabel 9 Kecepatan Aliran Hasil Pengamatan.....	3-17
Tabel 10 Kedalaman Maksimum Gerusan Lokal	3-18
Tabel 11 Nilai C_d dan Tinggi Air Perhitungan	4-4
Tabel 12 Perbandingan Tinggi Air	4-5
Tabel 13 Profil Muka Air Hasil Perhitungan Teori.....	4-9
Tabel 14 Kecepatan Aliran Air Hasil Perhitungan Serta Beda Terhadap Pengamatan	4-14
Tabel 15 Kedalaman Gerusan Lokal	4-16
Tabel 16 Perbandingan Kedalaman Gerusan Lokal	4-16

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DESAIN BENDUNGAN.....	L1-1
LAMPIRAN 2 GAMBARAN SARAN.....	L2-1



1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini bermaksud untuk mengkaji desain hidraulik bangunan pelimpah, termasuk bangunan peluncur, peredam energi, dan tembok-tembok sayap dengan tujuan untuk mengevaluasi performa hidraulik bangunan pelimpah bendungan.

1.4 Pembatasan Masalah

Pelaksanaan kajian ini mencakup kajian hidraulik bangunan pelimpah bendungan dan tidak memperhatikan, jenis material tanah untuk pembangunan bendungan, manajemen pembangunan, estimasi biaya, kekuatan struktur dan potensi erosi pada bagian DAS.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam skripsi ini dan langkah-langkahnya disajikan dalam bentuk diagram pada **Gambar 1**:

1. Studi literatur

Tahap ini merupakan tahap mengumpulkan teori-teori dan literatur seperti gambar, tabel dan grafik yang berhubungan dengan penyusunan skripsi.

2. Pengumpulan data

Tahap ini merupakan tahap mengumpulkan data yang diperlukan untuk melakukan analisa seperti data topografi, data desain, data hidrologi dan data hidraulika.

3. Analisis Desain

Tahap ini merupakan tahap menganalisis desain hidraulik pelimpah bendungan yang dibuat berdasarkan data yang diperoleh, tahap ini menghasilkan lengkung debit, profil aliran, kecepatan aliran dan potensi gerusan.

4. Pembuatan model fisik

Tahap ini merupakan tahap penentuan pembuatan model tiga dimensi bangunan pelimpah dan menentukan seluruh skala yang digunakan sesuai dengan desain yang dibuat, serta menentukan alat ukur debit dan alat ukur muka air yang akan digunakan seperti posisi pengukuran dan indeks alat ukur Thomson.

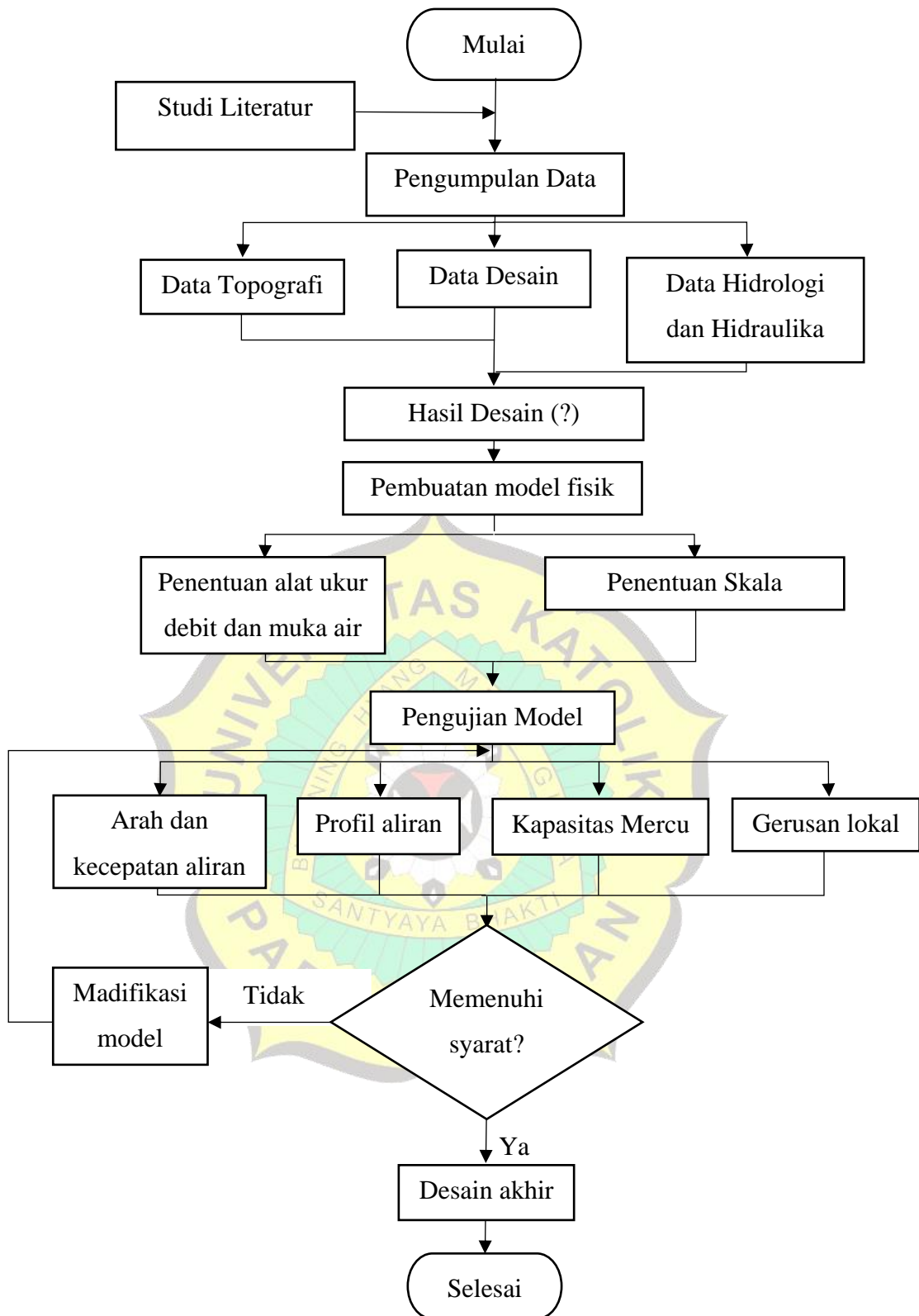
5. Pengujian Model

Tahap ini membahas analisis hidraulik model fisik untuk mengetahui karakteristik aliran, profil aliran, arah dan kecepatan aliran, dan besar gerusan yang terjadi.

6. Analisis Hasil

Tahap ini membahas tentang perbandingan hasil desain komputasi dengan hasil pengujian model fisik yang dilakukan.





Gambar 1 Diagram Alir Proses Penelitian

