

SKRIPSI

**PERBANDINGAN HASIL ANALISIS PERGERAKAN
TANAH MENGGUNAKAN MODEL BINGHAM DAN
MODEL VOELLMY: STUDI KASUS DESA SONGAN,
BALI**



**JERICKO STEVANUS PRAKOSO
NPM : 2013410039**

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JULI 2017**

SKRIPSI

**PERBANDINGAN HASIL ANALISIS PERGERAKAN
TANAH MENGGUNAKAN MODEL BINGHAM DAN
MODEL VOELLMY: STUDI KASUS DESA SONGAN,
BALI**



**JERICKO STEVANUS PRAKOSO
NPM : 2013410039**

**BANDUNG, 4 JULI 2017
PEMBIMBING**



Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JULI 2017**

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Jericko Stevanus Prakoso

NPM : 2013410039

Dengan ini menyatakan skripsi saya yang berjudul **PERBANDINGAN HASIL ANALISIS PERGERAKAN TANAH MENGGUNAKAN MODEL BINGHAM DAN MODEL VOELLMY: STUDI KASUS DESA SONGAN, BALI** adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Juni 2017



Jericko Stevanus Prakoso

2013410039

PERBANDINGAN HASIL ANALISIS PERGERAKAN TANAH MENGUNAKAN MODEL BINGHAM DAN MODEL VOELLMY: STUDI KASUS DESA SONGAN, BALI

Jericko Stevanus Prakoso
NPM: 2013410039

Pembimbing : Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

ABSTRAK

Pada tanggal 10 Februari 2017 terjadi bencana tanah longsor di Desa Songan, Kintamani, Bali, yang menghancurkan 6 rumah penduduk serta merenggut 13 korban jiwa. Material tanah longsor merupakan tanah yang berasal dari Gunung Batur dan terjadi dengan tipe pergerakan tanah *debris flow*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik material tanah deposisi *debris flow*; meliputi parameter tanah berupa batas cair, batas plastis, indeks kecairan, berat jenis, dan koefisien konsentrasi berdasarkan volume, serta parameter rheologi berupa viskositas dan *yield stress*; serta memverifikasi durasi, ketebalan deposisi, dan kecepatan transportasi *debris flow*. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan studi rheologi dengan model Bingham dan model Voellmy, yang diaplikasikan dalam program Flo-2D dan RAMMS, yang kemudian hasil dari kedua model dilakukan perbandingan. Terdapat 5 skenario yang dilakukan menggunakan program Flo-2D dengan 5 kadar air, viskositas, dan *yield stress* yang berbeda dan terdapat 5 skenario yang dilakukan menggunakan program RAMMS dengan 5 kohesi yang berbeda. Dari hasil analisis program, terdapat perbedaan dimana program RAMMS menghasilkan pergerakan tanah yang lebih cepat dari hasil simulasi pergerakan tanah program Flo-2D. Dari hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai viskositas, tebal aliran semakin kecil dan kecepatan pergerakan aliran semakin tinggi.

Kata Kunci : *Debris flow*, Bingham, Voellmy, Flo-2D, RAMMS

COMPARISON OF MASS MOVEMENT ANALYSIS RESULTS USING BINGHAM MODEL AND VOELLMY MODEL: CASE STUDY OF SONGAN VILLAGE, BALI

Jericko Stevanus Prakoso

NPM: 2013410039

Advisor : Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING
(Accreditaed by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNE 2017**

ABSTRACT

On February 10th 2017, mass movement occurred in Songan Village, Kintamani, Bali, which destroyed 6 houses and killed 13 people. Material of the mass movement was debris from Mount Batur and occurred in debris flow. The objectives of this study are to identify the characteristics of the soil at the debris flow's deposition area; including liquidity limit, plasticity limit, liquidity index, specific gravity, volumetric sediment concentration, and rheology parameters such as viscosity and yield stress; and to verify duration, flow depth, and velocity of the mass movements. In order to reach these objectives, rheological study is conducted with Bingham fluid model and Voellmy fluid-friction model, applicated in Flo-2D and RAMMS, which the results from both models are compared. There are 5 scenarios that have been done using Flo-2D with 5 different water content, viscosity, and yield stress. There are also 5 scenarios that have been done using RAMMS with 5 different cohesion. From the results of the program simulations, there is a distinction where RAMMS' results have a higher velocity of the mass movements than Flo-2D's results. From the results of this analysis, it can be concluded that the smaller the value of the viscosity, the flow depth will be smaller and the velocity of the mass movements will be higher.

Keywords: Debris flow, Bingham, Voellmy, Flo-2D, RAMMS

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan karena atas berkat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Perbandingan Hasil Analisis Pergerakan Tanah Menggunakan Model Bingham dan Model Voellmy: Studi Kasus Desa Songan, Bali*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

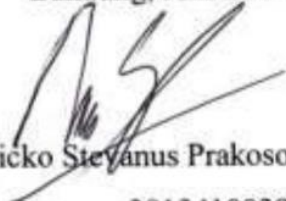
Pada penulisan skripsi ini, penulis mengalami banyak hambatan dan tantangan, namun berkat doa, saran, dan kritik yang membangun, serta dorongan semangat dari banyak pihak, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat, dan terlebih diatas semuanya adalah waktu yang tidak dapat diukur bagi penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir.,M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., dan Ibu Rinda Karlinasari, Dr., Ir., M.T. selaku dosen Geoteknik yang telah memberikan kritik dan saran bagi penulis dalam merampungkan skripsi ini.
3. Bapak Putu Riana dan Bapak I Wayan Wirtana yang telah membantu dalam memberikan informasi sehingga pengerjaan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar dan dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
4. Ignatius Roland Dewanto, S.T., Bapak Bambang Prabowo, Bapak Marc Christen, dan Ibu Tatjana Scherrer atas bimbingan dan bantuan terhadap program sehingga pengerjaan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar dan dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
5. Ir. Bernardus Sudiyanto, Hendrika Fransiska, Jessica Glory Mayrinda, dan Jeremy Heinrichus Prabowo atas semangat dan doa yang diberikan serta menjadi motivasi agar segera menyelesaikan skripsi ini.

6. Agita Putri Fadissa atas bantuan, dukungan, doa, kesabaran, dan pengertian yang diberikan serta menjadi motivasi agar menyelesaikan skripsi ini.
7. Angkatan 2013 atas momen-momen yang telah diberikan selama di bangku kuliah, baik suka maupun duka yang tidak dapat terlupakan.
8. Serta seluruh pihak lain yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang dapat menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan menjadi berkat bagi orang-orang yang membutuhkannya.

Bandung, Juni 2017



Jericko Stevanus Prakoso
2013410039

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Diagram Alir Penelitian	1-3
1.7 Sistematika Penulisan	1-4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Longsor	2-1
2.2 <i>Debris Flow</i>	2-2
2.2.1 Definisi <i>Debris Flow</i>	2-2
2.2.2 Karakteristik <i>Debris Flow</i>	2-2
2.3 Fluida Non-Newtonian	2-4
2.4 Rheologi	2-4
2.4.1 Viskositas	2-4
2.4.2 <i>Yield Stress</i>	2-5
2.5 Model Bingham	2-5
2.6 Model Voellmy	2-6
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	3-1
3.1 Studi Lapangan	3-1
3.2 Penentuan Parameter Tanah	3-2
3.2.1 Uji <i>Specific Gravity</i>	3-2

3.2.2	Penentuan Nilai C_v	3-3
3.2.3	Penentuan Nilai K dan Koefisien Manning (n)	3-4
3.2.4	Uji <i>Fall Cone Penetrometer</i>	3-5
3.2.5	Penentuan Batas Cair.....	3-6
3.2.6	Penentuan Batas Plastis	3-7
3.2.7	Penentuan Nilai <i>Yield Stress</i>	3-7
3.2.8	Uji Hidrometer	3-8
3.2.9	Uji Saringan.....	3-8
3.2.10	Penentuan Ukuran Butir Tanah	3-9
3.2.11	Uji <i>Flow Box</i>	3-9
3.2.12	Penentuan Nilai Viskositas	3-10
3.3	Simulasi dengan Program Flo-2D	3-11
3.3.1	Input Data	3-11
3.3.2	Pemodelan dalam GDS	3-12
3.3.3	Perhitungan dan Simulasi	3-13
3.3.4	Interpretasi Output.....	3-13
3.4	Simulasi dengan Program RAMMS	3-13
3.4.1	Input dan Pengolahan Data.....	3-14
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		4-1
4.1	Kondisi Geologis Desa Songan, Kintamani, Bali	4-1
4.2	Karakteristik Tanah Desa Songan, Kintamani, Bali.....	4-2
4.3	Skenario Program Flo-2D	4-3
4.3.1	Skenario 1 Flo-2D ($w = 31\%$)	4-3
4.3.2	Skenario 2 Flo-2D ($w = 33\%$)	4-4
4.3.3	Skenario 3 Flo-2D ($w = 35\%$)	4-5
4.3.4	Skenario 4 Flo-2D ($w = 37\%$)	4-6
4.3.5	Skenario 5 Flo-2D ($w = 39\%$)	4-7
4.4	Skenario Program RAMMS	4-8

4.4.1 Skenario 1 RAMMS (w = 31%)	4-8
4.4.2 Skenario 2 RAMMS (w = 33%)	4-9
4.4.3 Skenario 3 RAMMS (w = 35%)	4-10
4.4.4 Skenario 4 RAMMS (w = 37%)	4-11
4.4.5 Skenario 5 RAMMS (w = 39%)	4-12
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xv

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

η	: <i>viscosity</i>
τ_y	: <i>yield stress</i>
C_v	: <i>sediment concentration by volume</i>
G_s	: <i>specific gravity</i>
τ	: <i>shear stress</i>
ASTM	: American Society for Testing and Materials
ASCII	: American Standard Code for Information Interchange
DEM	: Digital Elevation Model
DTM	: Digital Terrain Map
GDS	: Grid Developer System
LI	: Liquidity Index
LL	: Liquidity Limit
LVDT	: Linear Variable Deformation Transformer
PL	: Plasticity Limit
RAMMS	: Rapid Mass Movement Simulation
USCS	: Unified Soil Classification System

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Longsor di Desa Songan, Kintamani, Bali.....	1-1
Gambar 1.2 Diagram Alir Penelitian	1-5
Gambar 2.1 Flow (Abramson <i>et al.</i> , 2002)	2-1
Gambar 2. 2 Pemodelan Bingham	2-5
Gambar 3. 1 Lokasi dan Area Longsoran	3-1
Gambar 3. 2 Informasi Batuan dari Batur Geopark Museum	3-2
Gambar 3. 3 Uji <i>Fall Cone Penetrometer</i>	3-6
Gambar 3. 4 Distribusi Ukuran Butir Tanah Uji.....	3-9
Gambar 3. 5 Gambar Kontur Menggunakan GDS.....	3-13
Gambar 3. 6 Kolom Koordinat Pemetaan RAMMS	3-14
Gambar 3. 7 Contoh Gambar Kontur Berdasarkan Elevasi Sesungguhnya.....	3-15
Gambar 3. 8 Pemasukan Data Hidrograf RAMMS	3-15
Gambar 4. 1 Gambaran Longsor Dari Sisi Jalan Bubung Pegat	4-1
Gambar 4. 2 Contoh Kerusakan Akibat Longsor Desa Songan.....	4-2
Gambar 4. 3 Hasil Analisis Ketebalan Longsor Skenario 1 Flo-2D	4-3
Gambar 4. 4 Hasil Analisis Kecepatan Longsor Skenario 1 Flo-2D	4-3
Gambar 4. 5 Hasil Analisis Ketebalan Longsor Skenario 2 Flo-2D	4-4
Gambar 4. 6 Hasil Analisis Kecepatan Longsor Skenario 2 Flo-2D	4-4
Gambar 4. 7 Hasil Analisis Ketebalan Longsor Skenario 3 Flo-2D	4-5
Gambar 4. 8 Hasil Analisis Kecepatan Longsor Skenario 3 Flo-2D	4-5
Gambar 4. 9 Hasil Analisis Ketebalan Longsor Skenario 4 Flo-2D	4-6
Gambar 4. 10 Hasil Analisis Kecepatan Longsor Skenario 4 Flo-2D	4-6
Gambar 4. 11 Hasil Analisis Ketebalan Longsor Skenario 5 Flo-2D	4-7
Gambar 4. 12 Hasil Analisis Kecepatan Longsor Skenario 5 Flo-2D	4-7
Gambar 4. 13 Hasil Analisis Ketebalan Longsor Skenario 1 RAMMS.....	4-9
Gambar 4. 14 Hasil Analisis Kecepatan Longsor Skenario 1 RAMMS	4-9
Gambar 4. 15 Hasil Analisis Ketebalan Longsor Skenario 2 RAMMS.....	4-10
Gambar 4. 16 Hasil Analisis Kecepatan Longsor Skenario 2 RAMMS	4-10
Gambar 4. 17 Hasil Analisis Ketebalan Longsor Skenario 3 RAMMS.....	4-11
Gambar 4. 18 Hasil Analisis Kecepatan Longsor Skenario 3 RAMMS	4-11

Gambar 4. 19 Hasil Analisis Ketebalan Longsor Skenario 4 RAMMS	4-12
Gambar 4. 20 Hasil Analisis Kecepatan Longsor Skenario 4 RAMMS	4-12
Gambar 4. 21 Hasil Analisis Ketebalan Longsor Skenario 5 RAMMS	4-13
Gambar 4. 22 Hasil Analisis Kecepatan Longsor Skenario 5 RAMMS	4-13

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tipe Pergerakan Berdasarkan Konsentrasi Sedimen (Flo-2D, 2009)	2-3
Tabel 2. 2 Klasifikasi Aliran Longsor (Hunggr <i>et al.</i> , 2001).....	2-3
Tabel 3. 1 Koefisien Konsentrasi Tanah Uji.....	3-4
Tabel 3. 2 Parameter Tahanan K (Woolhiser, 1975)	3-4
Tabel 3. 3 Nilai Koefisien Manning (Flo-2D Manual, 2007)	3-5
Tabel 3. 4 <i>Yield Stress</i> Tanah Uji.....	3-7
Tabel 3. 5 Viskositas Tanah Uji.....	3-10
Tabel 4. 1 Hasil Uji Laboratorium	4-2
Tabel 4. 2 Nilai <i>Viscous-Turbulent Friction</i>	4-8

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Laboratorium	L1-1
Lampiran 2 Hasil Simulasi Skenario 1 Flo-2D	L2-1
Lampiran 3 Hasil Simulasi Skenario 2 Flo-2D	L3-1
Lampiran 4 Hasil Simulasi Skenario 3 Flo-2D	L4-1
Lampiran 5 Hasil Simulasi Skenario 4 Flo-2D	L5-1
Lampiran 6 Hasil Simulasi Skenario 5 Flo-2D	L6-1
Lampiran 7 Hasil Simulasi Skenario 1 RAMMS	L7-1
Lampiran 8 Hasil Simulasi Skenario 2 RAMMS	L8-1
Lampiran 9 Hasil Simulasi Skenario 3 RAMMS	L9-1
Lampiran 10 Hasil Simulasi Skenario 4 RAMMS	L10-1
Lampiran 11 Hasil Simulasi Skenario 5 RAMMS	L11-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara di dalam area *Ring of Fire*, yang artinya sebagian besar tanah di Indonesia memiliki kestabilan yang kurang baik karena pengaruh gunung-gunung aktif yang dimilikinya. Ketidaktahuan masyarakat tentang ketidakstabilan tanah kerap mengakibatkan bencana yang juga menimpa kawasan berpenduduk, salah satunya adalah longsor. Pada awal tahun 2017, tepatnya 10 Februari 2017, terjadi longsor di Desa Songan, Kintamani, Kabupaten Bangli, Bali, yang mengakibatkan kerusakan pada rumah-rumah penduduk sekitar serta memakan korban jiwa sebanyak 13 orang. Untuk mendapatkan gambaran jelas mengenai proses pergerakan tanah seperti kejadian tersebut, dibutuhkan studi lebih lanjut dengan ilmu geoteknik dan ilmu rheologi.



Gambar 1.1 Longsor di Desa Songan, Kintamani, Bali

Pada kesempatan kali ini, akan dibahas dampak yang diakibatkan oleh sebuah longsor dengan menggunakan pemodelan Bingham dan Voellmy. Besar dampak yang diakibatkan oleh sebuah longsor akan dianalisis menggunakan program yang akan menampilkan hasil seperti dimensi longoran hingga kecepatan longoran sesuai dengan parameter tanah yang didapat.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian yang dilakukan adalah menganalisis dampak sebuah longsor yang akan terjadi sesuai dengan parameter tanah yang didapat dengan menggunakan model Bingham dan model Voellmy.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memprediksi ketebalan aliran sebuah longsor.
2. Memprediksi kecepatan aliran longsor pada saat transportasi.
3. Memprediksi arah pergerakan tanah.
4. Memprediksi besar jangkauan terdampak oleh longsor yang terjadi di Desa Songan, Bali.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup yang membatasi penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tanah yang diuji merupakan tanah yang diambil di Desa Songan, Kintamani, Kabupaten Bangli, Bali.
2. Parameter tanah yang akan dicari adalah batas-batas *atterberg*, *specific gravity*, *yield stress*, konsentrasi sedimen terhadap volume, dan viskositas.
3. Uji laboratorium yang akan digunakan adalah uji *specific gravity*, uji *Fall Cone Penetrometer*, uji Hidrometer, uji Saringan, dan uji *Flow Box*.
4. Parameter yang telah didapat akan dianalisis menggunakan model Bingham dan model Voellmy
5. Parameter yang telah didapat akan dianalisis menggunakan program Flo-2D dan RAMMS.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebagai acuan untuk mendapatkan gambaran mengenai penelitian dan analisis yang dilakukan. Studi literatur meliputi ilmu rheologi, klasifikasi longsoran, dimensi yang diperhitungkan dalam sebuah longsoran, serta parameter yang mempengaruhi sebuah longsor.

2. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan melakukan observasi langsung di Desa Songan, Kintamani, Bali, untuk mendapatkan gambaran keadaan di lapangan, informasi dari penduduk sekitar, serta sampel tanah yang akan diuji di laboratorium.

3. Uji Laboratorium

Uji laboratorium dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter penting untuk dilakukan analisis lebih lanjut. Pengujian yang dilakukan adalah uji *specific gravity*, uji *Fall Cone Penetrometer*, uji Hidrometer, uji Saringan, dan uji *Flow Box*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan.

4. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mendapatkan prediksi ketebalan deposisi longsor serta kecepatan longsor. Analisis data menggunakan program Flo-2D dan RAMMS.

1.6 Diagram Alir Penelitian

Proses penyusunan skripsi ini dapat digambarkan dengan diagram alir seperti pada Gambar 1. 2.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini membahas latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas landasan teori dimana akan dibahas dasar teori yang digunakan dalam penyusunan skripsi.

BAB 3 Metodologi Penelitian

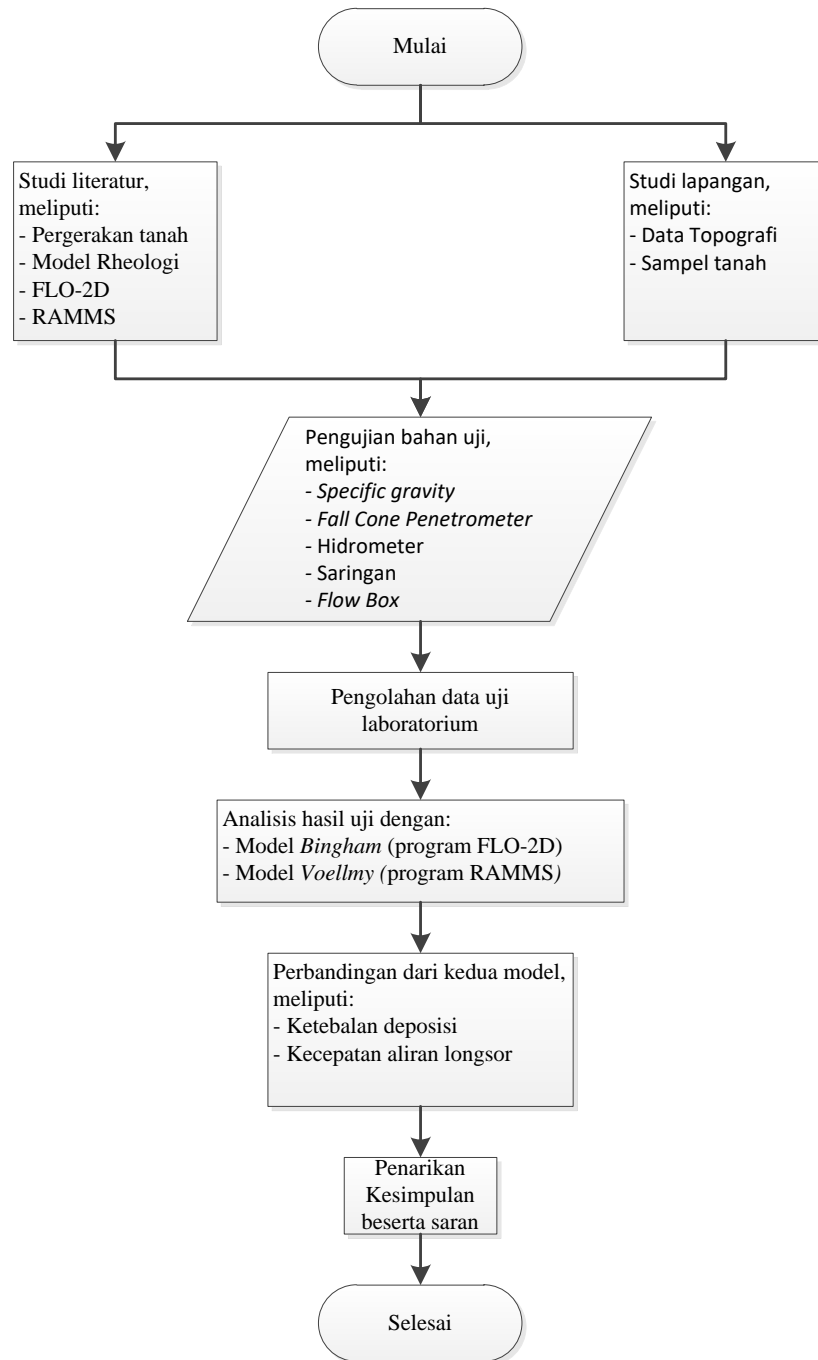
Bab ini membahas persiapan pengujian, pelaksanaan pengujian, pencatatan hasil pengujian, dan simulasi dengan program.

BAB 4 Analisis dan Pembahasan

Bab ini menampilkan data dan membahas tentang analisis hasil pengujian.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari keseluruhan penulisan yang berasal dari hasil analisis perhitungan serta berisi saran yang dapat disimpulkan dari pengujian yang telah dilakukan.



Gambar 1.2 Diagram Alir Penelitian

