

SKRIPSI

**STUDI PARAMETRIK EFEKTIVITAS *CAPILLARY BARRIER*
SYSTEM DALAM MENAHAN INFILTRASI BERDASARKAN
CURAH HUJAN KOTA BOGOR**



**SHARFINA FARADIBA SYIFANAYA
NPM : 6101901043**

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Martin Wijaya, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023**

SKRIPSI

**STUDI PARAMETRIK EFEKTIVITAS *CAPILLARY BARRIER*
SYSTEM DALAM MENAHAN INFILTRASI BERDASARKAN
CURAH HUJAN KOTA BOGOR**



**NAMA: SHARFINA FARADIBA SYIFANAYA
NPM : 6101901043**

BANDUNG, 21 JULI 2023

PEMBIMBING:

KO-PEMBIMBING:

Budijanto Widjaja, Ph.D.

Martin Wijaya, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023**

SKRIPSI

STUDI PARAMETRIK EFEKTIVITAS *CAPILLARY BARRIER* *SYSTEM* DALAM MENAHAN INFILTRASI BERDASARKAN CURAH HUJAN KOTA BOGOR



NAMA: SHARFINA FARADIBA SYIFANAYA
NPM : 6101901043

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.

**KO-
PEMBIMBING:** Martin Wijaya, Ph.D.

PENGUJI 1: Siska Rustiani, Ir., M.T.

PENGUJI 2: Ir. Iganatius Tommy Pratama, ST. M.S.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : SHARFINA FARADIBA SYIFANAYA

Tempat, tanggal lahir : Bandung, 24 Juni 2001

NPM : 6101901043

Judul skripsi : **STUDI PARAMETRIK EFEKTIVITAS
CAPILLARY BARRIER SYSTEM DALAM
MENAHAN INFILTRASI BERDASARKAN
CURAH HUJAN KOTA BOGOR**

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

(Kutipan pasal 25 ayat 2 UU no. 20 tahun 2003)

Bandung, 21 Juli 2023



Sharfina Faradiba Syifanaya

ABSTRAK

STUDI PARAMETRIK EFEKTIVITAS *CAPILLARY BARRIER SYSTEM* DALAM MENAHAN INFILTRASI BERDASARKAN CURAH HUJAN KOTA BOGOR

Sharfina Faradiba Syifanaya
NPM: 6101901043

Pembimbing: Budijanto Widjaja, Ph.D.
Ko-Pembimbing: Martin Wijaya, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

BANDUNG
JULI 2023

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan studi numerik dengan memodelkan tiga kemiringan lereng dan intensitas hujan menggunakan program MIDAS GTS NX untuk mengetahui pengaruh terhadap infiltrasi dengan *Capillary Barrier System* (CBS). Curah hujan merupakan penyebab utama tanah longsor dan ketidakstabilan lereng karena infiltrasi yang menyebabkan kondisi tanah dari *unsaturated* menjadi *saturated*. Penurunan *soil suction* menyebabkan tegangan efektif dan kuat geser pada tanah berkurang. CBS mampu secara efektif membatasi infiltrasi air hujan. Ketika curah hujan terjadi, air yang terinfiltrasi akan tertahan di lapisan tanah yang memiliki *Grain Size Distribution* (GSD) yang lebih halus. Air tersebut akan hilang melalui proses evaporasi. Analisa stabilitas lereng *unsaturated soil*, diperlukan *Soil Water Characteristic Curve* (SWCC). SWCC menggambarkan jumlah air yang dapat dipertahankan oleh pori-pori tanah pada nilai *soil suction* tertentu dan memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan atau memperkirakan kekuatan geser dan permeabilitas *unsaturated soil*. Infiltrasi menyebabkan kondisi tanah dari kondisi *unsaturated* menjadi *saturated*. CBS mampu menahan infiltrasi yang terjadi. Ditunjukkan dengan infiltrasi air dapat ditahan oleh lapisan CBS untuk beberapa waktu sebelum air mulai menjenuhkan lapisan tanah asli. Kemiringan lereng yang lebih curam membuat durasi hujan lebih lama untuk menembus lapisan CBS. Sedangkan, kemiringan lereng yang lebih landai membuat durasi hujan lebih cepat untuk menembus lapisan CBS dan menjenuhkan lapisan tanah asli.

Kata Kunci: *capillary barrier system*, infiltrasi, *soil suction*, SWCC, *unsaturated soil*

ABSTRACT

PARAMETRIC STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF CAPILLARY BARRIER SYSTEM IN CONTROLLING INFILTRATION BASED ON RAINFALL IN BOGOR CITY

Sharfina Faradiba Syifanaya
NPM: 6101901043

Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.
Co-Advisor: Martin Wijaya, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM**

(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JULY 2023**

ABSTRACT

The study was conducted a numerical study by modeling three slopes and rainfall intensity using the MIDAS GTS NX program to determine the effect on infiltration with the Capillary Barrier System (CBS). Rainfall is the main cause of landslides and slope instability due to infiltration which causes soil conditions from unsaturated to saturated. The decrease in soil suction causes the effective stress and shear strength in the soil to decrease. CBS can effectively limit rainwater infiltration. When rainfall occurs, infiltrated water will be retained in the soil layer which has a finer Grain Size Distribution (GSD). The water will be lost through the evaporation process. To analyze the stability of unsaturated soil slopes, a Soil Water Characteristic Curve (SWCC) is required. SWCC describes the amount of water that can be retained by soil pores at a certain soil suction value and has a very important role in determining or estimating the shear strength and permeability of unsaturated soil. Infiltration causes soil conditions from unsaturated to saturated. CBS can withstand the infiltration that occurs. Shown by water infiltration can be retained by the CBS layer for some time before water begins to saturate the original soil layer. Steeper slopes make the duration of rain longer to penetrate the CBS layer. Meanwhile, a gentler slope makes the duration of rain faster to penetrate the CBS layer and saturate the original soil layer.

Keywords: capillary barrier system, infiltrasi, soil suction, SWCC, unsaturated soil

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas rahmatNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Studi Parametrik Efektivitas *Capillary Barrier System* Dalam Menahan Infiltrasi Berdasarkan Curah Hujan Kota Bogor.

Selama proses penyelesaian skripsi ini, ada banyak hambatan emosional dan fisik dalam skala besar ataupun kecil yang dialami oleh penulis. Namun, penulis bersyukur dengan adanya orang-orang yang sangat membantu untuk mengatasi hambatan tersebut. Maka, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D. dan Bapak Martin Wijaya, Ph.D., selaku dosen pembimbing dan Ko- pembimbing yang telah membimbing sejak awal penyusunan skripsi ini dan memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, masukan, dan sarannya.
3. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya program studi teknik sipil.
4. Ayah Barman, Mama Mylda, Adik Daffa, dan seluruh anggota keluarga besar penulis yang selalu memanjatkan doa dan memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Kepada Jheval Senna, Christina Yohana, Delfi, Devika, Evan Jonathan, Michelle, Sharon, Sadrina, Hananto, dan teman-teman Gudang Senjata yang senantiasa menemani dan membantu dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh teman-teman Sipil UNPAR angkatan 2019.

Bandung, 17 Juli 2023



Sharfina Faradiba Syifanaya

6101901043

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Inti Permasalahan	1
1.3 Tujuan Penelitian	1
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5 Metode Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	2
1.7 Diagram Alir	3
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 Konsep Unsaturated Soil dan Saturated Soil	5
2.2 Tiga Fase Elemen Tanah	6
2.3 Tekanan Air Pori Negatif (<i>Suction</i>)	6
2.4 Soil Water Characteristics Curve (SWCC)	8
2.5 Keruntuhan Mohr Coulomb.....	10
2.6 Permeabilitas.....	11
2.7 Infiltrasi	12

2.8 Intensity Duration Frequency (IDF Curve)	13
2.9 Konsep <i>Capillary Barrier System</i>	13
2.10 Proses Kerja <i>Capillary Barrier System</i>	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	15
3.1 Klasifikasi dan Interpretasi Parameter Tanah.....	15
3.2 Analisis Menggunakan Program Midas GTS NX.....	17
3.2.1 Pemodelan Lereng.....	17
3.2.2 <i>Input Material dan Properti</i>	19
3.2.3 <i>Input Boundary Condition</i>	20
3.2.4 <i>Construction Stage</i>	22
3.2.5 <i>Analysis Case</i>	26
BAB 4 ANALISIS DATA	27
4.1 Hasil Analisis Pore Water Pressure.....	28
4.1.1 Kemiringan Lereng 0,5H : 1V (63°).....	29
4.1.2 Kemiringan Lereng 1H : 1V (45°)	31
4.1.3 Kemiringan Lereng 2H : 1V (27°)	33
4.2 Hasil Analisis Persentase Infiltrasi dan <i>Runoff</i>	35
4.3 Hasil Analisis <i>Capillary Barrier System Break Duration</i>	36
4.4 Hasil Analisis Faktor Keamanan Lereng.....	38
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN 1 SWCC	44
LAMPIRAN 2 IDF CURVE	48

LAMPIRAN 3 ANALISIS PERUBAHAN PORE WATER PRESSURE LERENG 0,5H : 1V (63°).....	49
LAMPIRAN 4 ANALISIS PERUBAHAN PORE WATER PRESSURE LERENG 1H : 1V (45°).....	51
LAMPIRAN 5 ANALISIS PERUBAHAN PORE WATER PRESSURE LERENG 1H : 1V (45°).....	53



DAFTAR NOTASI

u_a	:	Tekanan udara pori (kN/m^2)
u_w	:	Tekanan air pori (kN/m^2)
u_c	:	Tekanan kapiler
S_r	:	Derajat kejenuhan
e	:	Angka pori
V_v	:	Volume pori
V_s	:	Volume tanah
n	:	Porositas
V	:	Volume total
V_w	:	Volume air
τ_s	:	Tegangan permukaan air (kN/m^2)
R	:	Jari-jari kurva
r	:	Jari-jari kapiler pipa (m)
h_c	:	Tinggi kapiler (m)
γ_w	:	Berat volume air
θ	:	Sudut kontak antara dinding tabung kapiler dengan τ_s
α	:	Sudut kontak ($^\circ$)
ϕ	:	Sudut geser dalam tanah ($^\circ$)
τ	:	Kegangan geser tanah (kN/m^2)
c'	:	Kohesi tanah (kN/m^2)
σ_n	:	Tegangan normal pada bidang keruntuhan

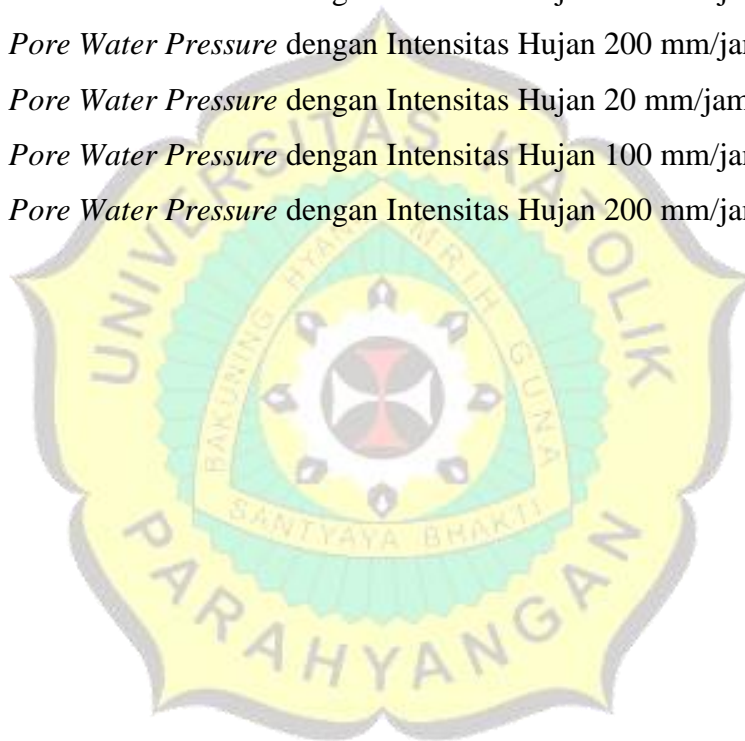
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir	3
Gambar 1.2 Diagram Alir (Lanjutan).....	4
Gambar 2.1 Profil Tegangan Air Pori (Joetomo, 2016)	5
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Saturated Soil</i> dan <i>Unsaturated Soil</i> (Fredlund et al., 2012)	5
Gambar 2.3 Fenomena Tegangan Permukaan Air Pada Pipa Kapiler (Fredlund and Rahardjo, 1993).....	7
Gambar 2.4 Konsep <i>Negative Pore Water Pressure</i> (Fredlund and Rahardjo, 1993)	8
Gambar 2.5 Contoh SWCC (Chua, 2022)	9
Gambar 2.6 Keruntuhan Mohr untuk <i>Unsaturated Soil</i> (Agustina, 2013)	10
Gambar 2.7 Trend Line Nilai Peremabilitas Berdasarkan Jenis Tanah.....	12
Gambar 2.8 Aplikasi <i>Capillary Barrier System</i> (Rahardjo et al., 2013).....	14
Gambar 3.1 Lapisan ASM, Fine RCA, dan Coarse RCA (Rahardjo et al., 2012)	16
Gambar 3.2 Koefisien Permeabilitas Tanah (Chua, 2022).....	16
Gambar 3.3 <i>Volumetric Water Content</i> (Chua, 2022).....	17
Gambar 3.4 Pemodelan Lapisan ASM, Fine RCA, Coarse RCA	18
Gambar 3.5 Pemodelan Lereng 0,5H : 1V (63°).....	18
Gambar 3.6 Pemodelan Lereng 1H : 1V (45°)	18
Gambar 3.7 Pemodelan Lereng 2H : 1V (27 °)	19
Gambar 3.8 <i>Boundary Condition Standard Fixities</i>	20
Gambar 3.9 <i>Input</i> Intensitas Hujan	21
Gambar 3.10 <i>Flux</i> pada Model Lereng.....	21
Gambar 3.11 <i>Self-Weight</i>	22
Gambar 3.12 <i>Steady State Analysis</i>	23
Gambar 3.13 <i>Stress Analysis</i>	24
Gambar 3.14 <i>Transient Analysis</i>	25
Gambar 3.15 <i>Time Step</i> pada <i>Transient Analysis</i>	25
Gambar 3.16 <i>Analysis Case Setting</i>	26
Gambar 4.1 Kondisi <i>Pore Water Pressure</i> Sebelum Hujan Terjadi	27

Gambar 4.2 Kondisi CBS Menahan Infiltrasi Air.....	28
Gambar 4.3 Kondisi <i>Pore Water Pressure</i> Setelah Hujan Terjadi	28
Gambar 4.4 Batas Lapisan ASM, Fine RCA, dan Coarse RCA	29
Gambar 4.5 Perubahan <i>Pore Water Pressure</i> Terhadap Waktu Pada Intesnitasi Hujan 20 mm/jam Lereng 0,5H : 1V (63°)	30
Gambar 4.6 Perubahan <i>Pore Water Pressure</i> Terhadap Waktu Pada Intesnitasi Hujan 100 mm/jam Lereng 0,5H : 1V (63°)	30
Gambar 4.7 Perubahan <i>Pore Water Pressure</i> Terhadap Waktu Pada Intesnitasi Hujan 200 mm/jam Lereng 0,5H : 1V (63°)	31
Gambar 4.8 Perubahan <i>Pore Water Pressure</i> Terhadap Waktu Pada Intesnitasi Hujan 20 mm/jam Lereng 1H : 1V (45°)	32
Gambar 4.9 Perubahan <i>Pore Water Pressure</i> Terhadap Waktu Pada Intesnitasi Hujan 100 mm/jam Lereng 1H : 1V (45°)	32
Gambar 4.10 Perubahan <i>Pore Water Pressure</i> Terhadap Waktu Pada Intesnitasi Hujan 200 mm/jam Lereng 1H : 1V (45°)	33
Gambar 4.11 Perubahan <i>Pore Water Pressure</i> Terhadap Waktu Pada Intesnitasi Hujan 20 mm/jam Lereng 2H : 1V (27°)	34
Gambar 4.12 Perubahan <i>Pore Water Pressure</i> Terhadap Waktu Pada Intesnitasi Hujan 100 mm/jam Lereng 2H : 1V (27°)	34
Gambar 4.13 Perubahan <i>Pore Water Pressure</i> Terhadap Waktu Pada Intesnitasi Hujan 200 mm/jam Lereng 2H : 1V (27°)	35
Gambar 4.14 Lapisan ASM	35
Gambar 4.15 Persentase Infiltrasi dan <i>Runoff</i>	36
Gambar 4.16 <i>CBS Break Duration Time</i> Menembus Lapisan Fine RCA	37
Gambar 4.17 <i>CBS Break Duration Time</i> Menjenuhkan Lapisan Tanah Asli.....	37
Gambar L2. 1 IDF <i>Curve</i> Kota Bogor (Maitsa et al., 2021)	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rentang Nilai Permeabilitas Berdasarkan Jenis Tanah (Siregar et al., 2013)	12
Tabel 3.1 <i>Summary</i> Material Program MIDAS GTS NX	20
Tabel 4.1 Faktor Keamanan pada Lereng 0,5H : 1V (63°)	38
Tabel 4.2 Faktor Keamanan pada Lereng 1H : 1V (45°)	38
Tabel 4.3 Faktor Keamanan pada Lereng 2H : 1V (27°)	38
Tabel L3.1 <i>Pore Water Pressure</i> dengan Intensitas Hujan 20 mm/jam	49
Tabel L3.2 <i>Pore Water Pressure</i> dengan Intensitas Hujan 100 mm/jam	49
Tabel L3.3 <i>Pore Water Pressure</i> dengan Intensitas Hujan 200 mm/jam	50
Tabel L4.1 <i>Pore Water Pressure</i> dengan Intensitas Hujan 20 mm/jam	51
Tabel L4.2 <i>Pore Water Pressure</i> dengan Intensitas Hujan 100 mm/jam	51
Tabel L4.3 <i>Pore Water Pressure</i> dengan Intensitas Hujan 200 mm/jam	52



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 SWCC	44
LAMPIRAN 2 IDF <i>CURVE</i>	48
LAMPIRAN 3 ANALISIS PERUBAHAN PORE WATER PRESSURE LERENG 0,5H : 1V (63°).....	49
LAMPIRAN 4 ANALISIS PERUBAHAN PORE WATER PRESSURE LERENG 1H : 1V (45°).....	51
LAMPIRAN 5 ANALISIS PERUBAHAN PORE WATER PRESSURE LERENG 1H : 1V (45°).....	53



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Runtuhnya lereng terjadi salah satunya akibat curah hujan. Curah hujan merupakan penyebab utama tanah longsor dan ketidakstabilan lereng (Iverson, 2000; Polemio dan Petrucci, 2000). Hal ini disebabkan berkurangnya *suction* akibat infiltrasi air hujan (Oh & Lu, 2015; Xion et al., 2019) dan penurunan pada *shear strength* yang menyebabkan ketidakstabilan lereng. Analisis curah hujan dapat membantu dalam penanganan rawan bencana. Oleh karena itu, pentingnya mempertimbangkan interaksi antara infiltrasi dan *suction* saat melakukan analisis stabilitas lereng.

Untuk melakukan Analisa stabilitas lereng *unsaturated soil*, diperlukan *Soil Water Characteristic Curve* (SWCC). SWCC menggambarkan jumlah air yang dapat dipertahankan oleh pori-pori tanah pada nilai *suction* tertentu dan memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan atau memperkirakan kekuatan geser dan permeabilitas *unsaturated soil*.

Capillary Barrier System (CBS) adalah struktur geoteknik yang terbuat dari beberapa lapisan tanah dengan *Grain Size Distribution* (GSD) yang beragam. Lapisan GSD yang lebih kasar berada di bawah GSD yang lebih halus dengan memanfaatkan sifat permeabilitas *unsaturated soil*. Lapisan dengan GSD yang lebih kasar menjadi lapisan impermeabel. Di dalam penelitian ini, efektivitas CBS akan dibuktikan secara numerik. Parameter CBS akan didapatkan dari literatur sedangkan data hujan akan menggunakan data curah hujan daerah Kota Bogor.

1.2 Inti Permasalahan

Dalam penelitian ini efektivitas CBS untuk mencegah infiltrasi dengan mempergunakan curah hujan pada daerah Kota Bogor (Maita et al., 2021) akan diuji secara numerik. Studi parametrik akan dilakukan dengan mempergunakan beberapa variasi kemiringan lereng dan intensitas hujan.

1.3 Tujuan Penelitian

Lingkup penelitian ini mencakup:

1. Mengetahui pengaruh kemiringan lereng dan intensitas hujan terhadap infiltrasi dengan CBS.
2. Mengetahui pada waktu kapan CBS sudah mulai tidak berfungsi dengan intensitas hujan yang sama.
3. Mengetahui persentase air hujan yang terinfiltrasi dan *run off*.
4. Mengetahui faktor keamanan lereng dengan menggunakan capillary barrier system.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Mempergunakan *IDF curve* Kota Bogor (Maitsa et al., 2021) sebagai sumber curah hujan dalam studi ini.
2. Analisis perubahan *pore water pressure* pada interval waktu tertentu.
3. Analisis dilakukan dengan menggunakan program MIDAS GTS NX.
4. Evaluasi keefektifan aplikasi *Capillary Barrier System* berdasarkan intensitas hujan dan kemiringan lereng.

1.5 Metode Penelitian

Berikut adalah metode penelitian yang digunakan di dalam penulisan skripsi ini.

1. Studi Pustaka

Dalam penelitian ini dilakukan studi pustaka yang bersumber dari buku, artikel, jurnal yang berkaitan dengan teori terkait.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder berupa data curah hujan dan SWCC

3. Analisis dan pemodelan menggunakan program MIDAS GTS NX.

1.6 Sistematika Penulisan

Studi ini dibagi menjadi beberapa bab, yaitu:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

2. BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan teori dasar mengenai *unsaturated soil*, *Capillary Barrier System*, *matric suction*, *Soil Water Characteristic Curve (SWCC)*, dan Permeabilitas.

3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang prosedur penggunaan MIDAS GTS NX untuk penelitian ini.

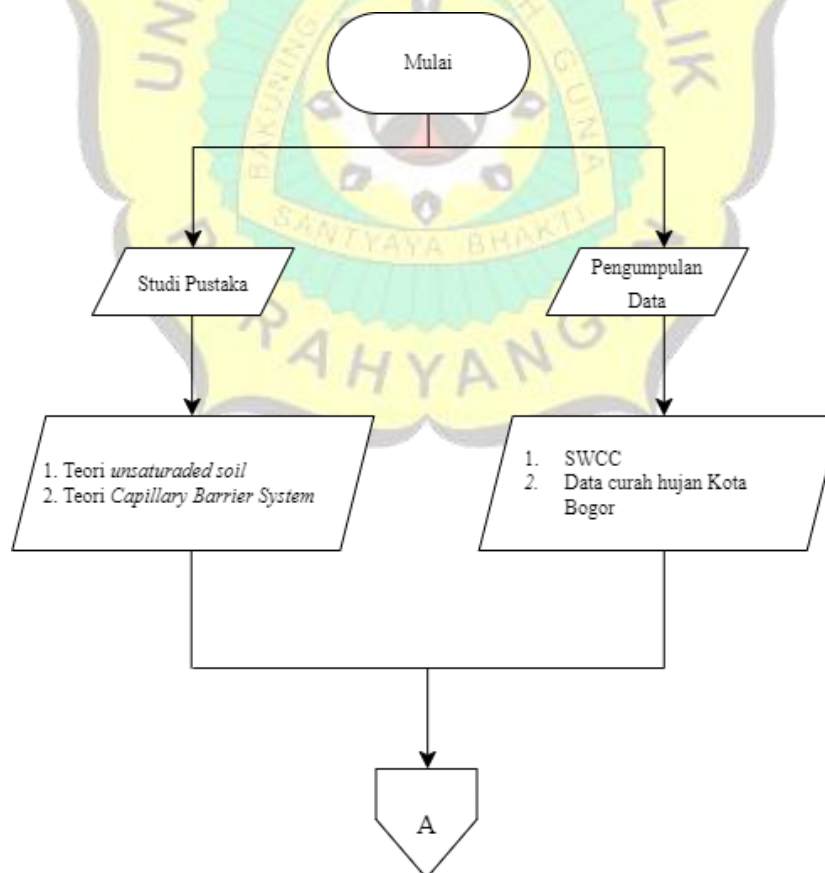
4. BAB 4 ANALISIS DATA

Bab ini berisi hasil penelitian yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan program MIDAS GTS NX.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyebutkan kesimpulan dan saran yang didapat dari hasil analisis dan hal-hal yang perlu dikembangkan untuk menunjang penelitian selanjutnya.

1.7 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram Alir



Gambar 1.2 Diagram Alir (Lanjutan)