

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH TINGKAT INTENSITAS CURAH HUJAN
TERHADAP PARAMETER KEJUT KAPILER PADA
TANAH YANG BERBUTIR HALUS

Oleh :

HUSWAN WAHYULLAH

105 81 11045 17

NUR INDAH EPIRA

105 81 11064 17

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2021/2022

**ANALISIS PENGARUH TINGKAT INTENSITAS CURAH HUJAN
TERHADAP PARAMETER KEJUT KAPILER PADA TANAH YANG
BERBUTIR HALUS**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan Diajukan Oleh :

HUSWAN WAHYULLAH

105 81 11045 17

NUR INDAH EPIRA

105 81 11064 17

01/05/2022

1 orang
Sub. Alumnus

P/0037/SIF/22 CO
Wah
a'

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2021/2022



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 568 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

ini atas nama **Huswan Wahyullah** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11045 17 dan **Nur ah Epira** dengan nomor induk mahasiswa 105 81 11064 17, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0008/SK-Y/22201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 13 Agustus 2022.

Ujian:

Pengawas Umum

Rector Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.

Penguji:

Ketua : Dr. Ir. H. Riswal K, ST., MT., IPM

Sekretaris : Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM

Anggota: 1. Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, ST., MT

2. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM

3. Fauzan Hamdi, ST., MT., IPM

Mengetahui:

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. H. Darwis Panguriseng, M.Sc

Pembimbing II

Lutfi Hair Djuhar, ST., MT

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. H. Nurnawaty, ST., MT., IPM



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Abdullah No. 259 Telp. (0411) 585 872 Fax (0411) 585 800 Makassar 90224

Website : www.umh.ac.id E-mail : info@umh.ac.id

Website : <http://www.umh.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Uraian akhir ini di ajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGARUH TINGKAT INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP PARAMETER KEJUT KAPILER PADA TANAH YANG BERBUTIR HALUS**

Nama : **HUSWAN WAHYULLAH**

NUR INDAH EPIRA

No. Stambul : **105 81 11045 17**

105 81 11064 17

Makassar, 1 Agustus 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui
Guru Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Darwis Panguriseng, M.Sc

Pembimbing II

Lutfi Hair Djuhar ST., MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Ir. M. Agusaliq, ST., MT
NBM :947 993



ANALISIS PENGARUH TINGKAT INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP PARAMETER KEJUT KAPILER PADA JENIS TANAH YANG BERBUTIR HALUS

Huswan Wahyullah^{1*)}, Nur Indah Epira²⁾, Darwis Panguriseng³⁾

^{1,2)} Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

³⁾ Guru Besar Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar

^{*}Corresponding Author, Email : huswanwahyullah017@gmail.com

Abstrak

Menurut Darwis 2018 kejut kapiler adalah fenomena penurunan muka air tanah diawal musim penghujan. Fenomena yang muncul adalah pada saat awal musim hujan justru air tanah jenuh permukaan mengalami penurunan atau dehidrasi. Penurunan muka air tanah diawal musim penghujan ini tentu merugikan masyarakat sebagai pengguna air tanah untuk pemenuh kebutuhan air konsumtif maupun kebutuhan pertanian dan perkebunan. Kejut kapiler memiliki dua parameter yang dapat diukur yaitu tinggi kejut kapiler dan waktu kejut kapiler sehingga dapat dilakukan penelitian lebih lanjut tentang fenomena tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap pengaruh tingkat intensitas curah hujan dengan menguji tingkat intensitas curah hujan I_5 , I_{15} , dan I_{25} terhadap waktu kejut kapiler dan tinggi kejut kapiler pada tiga jenis tanah berbutir halus. Penelitian ini dimulai dengan pengambilan sampel lapangan kemudian diuji di laboratorium untuk mengklasifikasi tiga jenis tanah berbutir halus yang akan digunakan, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan curah hujan dari data stasiun curah hujan terdekat dan lokasi pengambilan sampel tanah. Selanjutnya penelitian model dilakukan di Desa Lonjiboko Kabupaten Gowa menggunakan alat model simulasi kejut kapiler yang didesain berdasarkan pengembangan dari penelitian lapangan. Akhir penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat intensitas curah hujan dan karakteristik tanah sangat mempengaruhi fenomena kejut kapiler.

Kata Kunci : Kejut kapiler, waktu kejut kapiler, tinggi kejut kapiler, intensitas curah hujan.

Abstract :

According to Darwis 2018, capillary shock is a phenomenon of lowering the ground water level at the beginning of the rainy season. The phenomenon that arises is at the beginning of the rainy season, the surface saturated ground water decreases or become dehydrated. The decrease in ground water level at the beginning of rainy season is certainly detrimental to the community as groundwater users to meet consensive water needs as well as agricultural and plantation needs. Capillary shock has two parameters that can be measured, namely capillary shock height and capillary shock time so that further research can be carried out on this phenomenon. This study aims to reveal the effect of rainfall intensity levels by testing the rainfall intensity levels I_5 , I_{15} , and I_{25} to capillary shock time and capillary shock height on three types of fine-grained soils. This study began with field sampling and then tested in the laboratory to classify three types of fine-grained soil to be used, then continued with rainfall calculations from data from the nearest rainfall station from the soil sampling location. Furthermore, the model research was carried out in Lonjiboko Village, Gowa Regency using a capillary shock simulation model research which was designed based on the development of field research. The end of this study shows that the level of rainfall intensity and soil characteristics greatly affect the capillary shock phenomenon.

Keywords : Capillary shock, capillary shock height, capillary shock time, rainfall intensity.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam tak henti-hentinya kami turunkan kepada Baginda Rasulullah SAW beserta keluarga dan kerabatnya.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir penulis adalah **"ANALISIS PENGARUH TINGKAT INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP PARAMETER KEJUT KAPILER PADA TANAH YANG BERBUTIR HALUS"**.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak masukan yang berguna dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan segala ketulusan serta keikhlasan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan limpahan kasih sayang, doa serta pengorbanan kepada penulis.
2. Ibu **Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM.** Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak **Ir. M. Agusalm, ST., MT.** Sebagai Ketua Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Darwis Panguriseng, M. Sc. selaku pembimbing I dan Bapak Lutfi Hair Djuzur, ST., MT. selaku pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan bimbingan dan arahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta staff pegawai Fakultas Teknik atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara serta rekan mahasiswa Fakultas Teknik terhusus angkatan Akurasi 2017 yang dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu dan memberi dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Pada akhir penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis meminta saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam menulis laporan selanjutnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh

Makassar, 2022

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah	3
C. Tujuan penelitian	3
D. Manfaat penelitian	3
E. Batasan masalah	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Sistem Klasifikasi Tanah	6
1. Metode Klasifikasi Tanah Berdasarkan Gradasi Agregat	7
a. Metode Klasifikasi Tanah AASHTO	8
b. Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS	11
2. Jenis-Jenis Tanah Berbutir Halus	15
3. Karakteristik Tanah Berbutir Halus	19

B. Teori Air Tanah.....	20
1. Definisi Air Tanah.....	20
2. Klasifikasi Air Tanah.....	21
3. Proses Terbentuknya Air Tanah.....	22
4. Sifat Fisik Hidrolik Aliran Air Tanah.....	23
a. Fluktuasi Air Tanah.....	23
b. Cekungan Air Tanah (CAT).....	25
c. Non Cekungan Air Tanah (NON-CAT).....	26
C. Teori Tekanan Kapiler.....	27
1. Pengertian Tekanan Kapiler.....	27
2. Pengaruh Tekanan Kapiler Terhadap Sifat Hidrolik Tanah.....	28
D. Teori Kejut Kapiler.....	30
1. Definisi Kejut Kapiler.....	30
2. Mekanisme Dan Proses Terjadinya Kejut Kapiler.....	31
3. Parameter Kejut Kapiler.....	32
a. Waktu Kejut Kapiler.....	32
b. Tinggi Kejut Kapiler.....	33
E. Teori Intensitas Curah Hujan Dan Analisis Hidrologi.....	34
1. Definisi Intensitas Curah Hujan.....	34
2. Mekanisme Proses Terjadinya Intensitas Curah Hujan.....	34
3. Teori Analisis Curah Hujan Rencana.....	39
4. Teori Analisis Frekuensi Curah Hujan.....	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	44
A. Jenis Penelitian.....	44
B. Tempat Penelitian.....	44

C. Variabel Penelitian.....	45
D. Definisi Operasional Variabel.....	46
E. Rancangan Penelitian.....	47
F. Teknik Pengumpulan Data.....	51
G. Teknik Analisis Data.....	52
H. Flow Chart.....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
A. Karakteristik Tanah.....	54
1. Sampel Lokasi Jungle Camp Waduk Bili-Bili Kab Gowa.....	55
2. Sampel Lokasi Malino Kec Parigi Kab Gowa.....	57
3. Sampel Lokasi Pakatto Kec Bontomatene Kab Gowa.....	59
B. Hasil Perhitungan Curah Hujan.....	61
C. Fluktuasi Muka Air Tanah.....	61
1. Hasil Pengukuran Fluktuasi Muka Air Tanah Lempung Lanau Berpasir (<i>Sandy Silty Clay</i>) Bili-Bili.....	63
2. Hasil Pengukuran Fluktuasi Muka Air Tanah Lempung Pasir Berlanau (<i>silty sandy clay</i>).....	69
3. Hasil Pengukuran Fluktuasi Muka Air Tanah Lanau Lempung Berpasir (<i>sandy clayey silt</i>).....	75
D. Waktu Kejut Kapiler.....	88
1. Hasil Pengukuran Waktu Kejut Kapiler Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (<i>sandy silty clay</i>) Bili-Bili.....	88
2. Hasil Pengukuran Waktu Kejut Kapiler Jenis Tanah Lempung Pasir Berlanau (<i>silty sandy clay</i>) Malino.....	89
3. Hasil Pengukuran Waktu Kejut Kapiler Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (<i>sandy clayey silt</i>) Pakatto.....	90

E. Tinggi Kejut Kapiler.....	93
1. Hasil Pengukuran Tinggi Kejut Kapiler Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (<i>sandy silty clay</i>) Bili-Bili.....	93
2. Hasil Pengukuran Tinggi Kejut Kapiler Jenis Tanah Lempung Pasir Berlanau (<i>silty sandy clay</i>) Malino.....	94
3. Hasil Pengukuran Tinggi Kejut Kapiler Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (<i>sandy clayey silt</i>) Pakatto.....	95
BAB V PENUTUP.....	98
A. Kesimpulan.....	98
B. Saran.....	99
Daftar Pustaka.....	100



DAFTAR TABEL

Nomor	Tabel	Halaman
Tabel 1.	Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Ukuran Butir	8
Tabel 2.	Klasifikasi AASHTO Untuk Tanah Berbutir Kasar	10
Tabel 3.	Klasifikasi AASHTO Untuk Tanah Berbutir Halus (kata pengantar)	11
Tabel 4.	Sistem Klasifikasi Tanah USCS	12
Tabel 5.	Klasifikasi Tanah Lempung, Lempung, dan Gambut (Unified)	18
Tabel 6.	Kriteria CAT (PP No. 43 Tahun 2008)	26
Tabel 7.	Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi	42

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Gambar	Halaman
Gambar 1.	Grafik Hubungan batas cair, LL (%) dan Batas Plastis, LL (%) (USCS)	15
Gambar 2.	Grafik Hubungan Batas Cair Dan Batas Plastis (Bowles 1989)	17
Gambar 3.	Skema Lapisan Air Tanah	21
Gambar 4.	Fluktuasi Muka Air Tanah Akibat Perubahan Musim	24
Gambar 5.	Siklus Hidrologi	38
Gambar 6.	Hubungan Variabel Penelitian	45
Gambar 7.	Sketsa Alat Model	47
Gambar 8.	Foto Alat Model	48
Gambar 9.	Flow Chart Penelitian	53
Gambar 10.	Grafik Analisa Saringan Sampel Bili-Bili	55
Gambar 11.	Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer Sampel Bili-Bili	55
Gambar 12.	Grafik Analisa Saringan Sampel Malino	57
Gambar 13.	Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer Sampel Malino	57
Gambar 14.	Grafik Analisa Saringan Sampel Pakatto	59
Gambar 15.	Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer Sampel Pakatto	59
Gambar 16.	Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_5 = 230,38$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (<i>Sandy Silty Clay</i>) Bili-Bili	63
Gambar 17.	Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_5 = 375,94$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (<i>Sandy Silty Clay</i>) Bili-Bili	64

Gambar 18. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{25} = 496,48$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (<i>Sandy Silty Clay</i>) Bili-Bili.....	65
Gambar 19. Grafik Kombinasi Fluktuasi Muka Air Tanah Pada Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (<i>Sandy Silty Clay</i>) Bili-Bili Dengan Intensitas Curah Hujan I_5 , I_{15} , Dan I_{25}	66
Gambar 20. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_5 = 230,38$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Pasir Berlanau (<i>silty sandy clay</i>) Malino.....	69
Gambar 21. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{15} = 375,94$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Pasir Berlanau (<i>silty sandy clay</i>) Malino.....	70
Gambar 22. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{25} = 496,48$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Pasir Berlanau (<i>silty sandy clay</i>) Malino.....	71
Gambar 23. Grafik Kombinasi Fluktuasi Muka Air Tanah Pada Jenis Tanah Lempung Pasir-Berlempung (<i>silty sandy clay</i>) Malino; Dengan Intensitas Curah Hujan I_5 , I_{15} , Dan I_{25}	72
Gambar 24. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_5 = 230,38$ L/Jam Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (<i>sandy clayey silt</i>) Pakatto	75
Gambar 25. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{15} = 375,94$ L/Jam Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (<i>sandy clayey silt</i>) Pakatto	76
Gambar 26. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{25} = 496,48$ L/Jam Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (<i>sandy clayey silt</i>) Pakatto	77
Gambar 27. Grafik Kombinasi Fluktuasi Muka Air Tanah Pada Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (<i>sandy clayey silt</i>) Pakatto Dengan Intensitas Curah Hujan I_5 , I_{15} , Dan I_{25}	78

Gambar 28. Grafik Kombinasi Pada Intensitas Curah Hujan I_3 Dengan Tiga Jenis Tanah Penelitian	83
Gambar 29. Grafik Kombinasi Pada Intensitas Curah Hujan I_{15} Dengan Tiga Jenis Tanah Penelitian	84
Gambar 30. Grafik Kombinasi Pada Intensitas Curah Hujan I_{25} Dengan Tiga Jenis Tanah Penelitian	85
Gambar 31. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Waktu Kejut Kapiler Lempung Lanau Berpasir (<i>sandy silty clay</i>) Bili-Bili	88
Gambar 32. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Waktu Kejut Kapiler Lempung Pasir Berlanau (<i>silty sandy clay</i>) Malino	89
Gambar 33. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Waktu Kejut Kapiler Lanau Lempung Berpasir (<i>sandy clayey silt</i>) Pakatto	90
Gambar 34. Grafik Kombinasi Hubungan Intensitas Curah Hujan & Waktu Kejut Kapiler	91
Gambar 35. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Tinggi Kejut Kapiler Lempung Lanau Berpasir (<i>sandy silty clay</i>) Bili-Bili	93
Gambar 36. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Tinggi Kejut Kapiler Lempung Pasir Berlanau (<i>silty sandy clay</i>) Malino	94
Gambar 37. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Tinggi Kejut Kapiler Lanau Lempung Berpasir (<i>sandy clayey silt</i>) Pakatto	95
Gambar 38. Grafik Kombinasi Hubungan Intensitas Curah Hujan & Tinggi Kejut Kapiler	96

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	No. Lampiran
Lampiran 1 : Hasil Pengujian Karakteristik Tanah (Laboratorium).....	L1.1 - L1.24
Lampiran 2 : Perhitungan Curah Hujan.....	L2.1 - L2.8
Lampiran 3 : Data Hasil Pengujian Model.....	L3.1 - L3.50
Lampiran 4 : Foto Dokumentasi.....	L4.1 - L4.6



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

IPTEK	Ilmu Pengetahuan dan Teknologi
AASHTO	<i>American Association Of State Highway and Transportation Official</i>
USCS	<i>Unified Soil Classification System</i>
GI	<i>Group Index</i>
F	Persen Lolos Saringan No. 200
LL	<i>Liquid Limit</i>
PI	<i>Plasticity Index</i>
Pc	Tekanan Kapiler
Pnw	<i>Non Wetting Fasa</i>
Pw	<i>Wetting Fasa</i>
Δ	Delta
ρ	Rho
σ	Sigma
θ	Theta
r	Jari-jari
g	Percepatan Gravitasi
h	Tinggi Kolom
Sx	Standar Deviasi
Xr	Harga Rata-Rata

n	Jumlah Data
K	Faktor Frekuensi
Yn	Harga Rata-Rata Reduce Variate
Sn	Reduced Standard Deviation
Yt	Reduced Variated
Kt	Standar Variabel untuk periode ulang tahun
Rt	Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun
CS	Koefisien Kemencengan
CK	Koefisien Kurtosis
I	Intensitas Curah Hujan
T	Lamanya Curah Hujan
R ₂₄	Curah hujan maksimum dalam 24 jam
cm	Centimeter
mm	Milimeter
L/Jam	Liter/Jam
Km	Kilometer
%	Persen

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Kejut kapiler merupakan salah satu fenomena air tanah yang menarik untuk dibahas. Fenomena tersebut berupa penurunan permukaan air tanah pada periode awal musim hujan. Kejut kapiler adalah suatu fenomena yang dikemukakan oleh (Darwis, 2018), dimana mengemukakan suatu fenomena yang bertolak belakang karena dengan adanya hujan justru air tanah jenuh permukaan mengalami penurunan atau degradasi. Hal ini bisa terjadi karena pada musim kemarau pori tanah membesar akibat lapisan tanah yang mengering. Pada awal turunnya hujan, pori akan kembali mengecil karena sebagian pori terisi oleh air hidroskopik, air tersebut melekat kuat pada setiap butiran tanah yang menghisapnya. Pori tanah mengecil diakibatkan oleh air hidroskopik dari infiltrasi air hujan sehingga tekanan kapiler pada lapisan tanah akan meningkat dan menyebabkan pergerakan air kapiler dari lapisan tanah jenuh ke lapisan tanah tak jenuh dan memicu terjadinya degradasi air tanah. Kejut kapiler sangatlah dipengaruhi oleh sifat fisik tanah dan intensitas curah hujan.

Keberadaan air tanah sebagai sumber daya alam sangatlah berguna bagi kelangsungan hidup manusia di muka bumi ini. Salah satu pengguna air tanah adalah petani yang menggunakan sumur alami sebagai pemenuh kebutuhan air di lahan pertaniannya. Menurut (Darwis 2018), fenomena alam yang berupa penurunan muka air tanah diawal musim penghujan bisa berlangsung antara dua sampai tiga minggu hingga air tanah mengalami *recovery* kembali. Hal tersebut

tentu merugikan masyarakat sebagai pengguna air konsumtif maupun pemenuh kebutuhan lain seperti pertanian dan perkebunan yang memanfaatkan sumur air tanah sebagai pemasok kebutuhan airnya. Bagaimana tidak petani yang seharusnya mendapatkan pasokan air dimusim hujan justru harus mengalami kekurangan air diawal musim hujan saat durasi hujan masih belum menentu sehingga mengakibatkan penurunan muka air tanah pada jangka waktu tertentu. Oleh karena itu fenomena kejut kapiler menjadi relevan untuk diteliti lebih lanjut.

Fenomena kejut kapiler terhadap berbagai jenis dan ukuran butiran (agregat) tanah dan bagaimana pengaruh intensitas curah hujan, merupakan langkah selanjutnya untuk mengungkap lebih banyak lagi ilmu pengetahuan tentang fenomena kejut kapiler itu sendiri. Eksistensi tanah berbutir halus merupakan jenis tanah yang memiliki permeabilitas yang kecil terhadap penyerapan air hujan, mengingat kedalaman air tanah sangat bergantung pada jenis tanah permukaan. Oleh karena itu menjadi penting bagi kami melakukan penelitian dengan judul **"Analisis Pengaruh Tingkat Intensitas Curah Hujan Terhadap Parameter Kejut Kapiler Pada Jenis Tanah Yang Berbutir Halus"**.

B. Rumusan masalah

Berdasarkan paparan latar belakang diatas dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana intensitas curah hujan mempengaruhi parameter kejut kapiler pada tanah berbutir halus?
2. Bagaimana pengaruh jenis tanah berbutir halus terhadap parameter kejut kapiler ?

C. Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini dilaksanakan adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh intensitas curah hujan terhadap parameter kejut kapiler pada tanah berbutir halus.
2. Menganalisis pengaruh jenis tanah berbutir halus terhadap parameter kejut kapiler.

D. Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan pengembangan tambahan tentang ilmu mekanika tanah khususnya sifat-sifat hidrolik tanah, dalam hal ini peristiwa kejut kapiler dengan melakukan penelitian pada media tanah berbutir halus. Sumbangi terhadap IPTEK juga sangat diharapkan di dalam hasil penelitian ini sekurang-kurangnya memberikan gambaran tambahan terhadap ilmu air tanah.

E. Batasan masalah

Dengan tujuan memfokuskan penelitian agar tepat sasaran maka sasaran penelitian akan lebih difokuskan dengan memberikan batasan-batasan masalah diantaranya yaitu :

1. Penelitian ini menggunakan eksperimen model dan berfokuskan pada media tanah berbutir halus.
2. Sampel tanah yang digunakan adalah tiga jenis tanah berbutir halus yang berdasarkan urutan dominan butiran tertentu yaitu, lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*), lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*), lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*).
3. Intensitas curah hujan yang digunakan adalah I_1 , $I_{1.5}$, dan $I_{2.5}$.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini terdiri dari V (Lima) bab, dimana setiap bab membahas permasalahan tersendiri diantaranya yaitu:

BAB I PENDAHULUAN dimana bab ini membahas tentang gambaran umum atau latar belakang permasalahan, rumusan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA yang memuat secara sistematis tentang teori pemikiran dan hasil penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian ini. Bagian ini akan memberikan kerangka dasar yang komprehensif mengenai konsep prinsip atau teori yang akan digunakan untuk memecahkan

masalah yang meliputi tentang klasifikasi tanah, intensitas curah hujan, tekanan kapiler dan teori kejut kapiler.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN yang menjelaskan jenis penelitian, tempat penelitian, variabel penelitian, definisi operasi variabel, kalibrasi alat, teknik pengambilan data dan teknik analisis data.

BAB IV PEMBAHASAN yang menguraikan tentang hasil-hasil yang diperoleh dari proses penelitian dan hasil pembahasannya. Penyajian hasil penelitian memuat karakteristik tanah dan fluktuasi muka air tanah. Sedangkan pada bagian pembahasan adalah mengolah data hasil penelitian dengan tujuan untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB V PENUTUP bagian ini terdapat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta terdapat saran-saran dari penulis tentang faktor pendukung dan faktor penghambat yang penulis alami selama melakukan penelitian yang tentunya diharapkan agar terangkum dengan baik dan benar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah sistem penggolongan yang diuraikan secara teratur dan logis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1998). Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi kriteria dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi tanah secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori tanah yang memiliki kesamaan sifat fisis. Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (Bowles, 1989).

Klasifikasi tanah digunakan untuk membedakan berbagai jenis, karakteristik, dan sifat tanah. Klasifikasi tanah sangat membantu perancang dalam menentukan metode rancangan yang dipergunakan, melalui cara empiris yang tersedia dari hasil-hasil pengalaman terdahulu. Akan tetapi perancang harus tetap berhati-hati dalam penerapannya karena penyelesaian masalah-masalah yang didasarkan pada klasifikasi tanah, sering kali memberikan hasil yang tidak tepat, terutama dalam hal perhitungan penurunan (*kompressi*), stabilitas, dan aliran air tanah (Darwis, 2018).

Menurut (Darwis, 2018), sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur diberi nama atas dasar komponen tanah yang dikandungnya. Misalnya lempung berlanau (*silty clay*), lempung berpasir (*sandy clay*), dan sebagainya. Sistem ini didasarkan pada ukuran batas butiran tanah yaitu, pasir dengan ukuran butir antara $2,0 - 0,05$ mm, lanau dengan ukuran butir antara $0,05 - 0,002$ mm, lempung dengan ukuran butir $< 0,002$ mm. Selain itu beberapa metode klasifikasi tanah dapat dilihat sebagai berikut :

1. Metode Klasifikasi Tanah Berdasarkan Gradasi Agregat

Agregat tanah terbentuk jika partikel-partikel tanah menyatu membentuk unit-unit yang lebih besar. Menurut (Kemper dan Rosenau, 1986), agregat tanah adalah suatu kesatuan partikel tanah yang melekat satu dengan lainnya lebih kuat dibandingkan dengan partikel sekitarnya. Dua proses dipertimbangkan sebagai proses awal dari pembentukan agregat tanah, yaitu flokulasi dan fregmentasi. Flokulasi kemudian bergabung membentuk agregat. Sedangkan fregmentasi terjadi jika tanah dalam keadaan masif, kemudian terpecah-pecah membentuk agregat yang lebih kecil (Martin, 1955).

Berbagai jenis tanah dapat dikelompokkan berdasarkan ukuran butir (gradasi agregat) yang berbeda-beda. Pada tabel 1 dapat dilihat pembagian jenis tanah berdasarkan ukuran butir (Wesley, 2012) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Ukuran Butir

Jenis Tanah	Batasan Ukuran Butir
Berangkal (<i>Boulder</i>)	>8 inci (20 cm)
Kerakal (<i>Cobblestone</i>)	3 inci - 8 inci (8 - 20 cm)
Batu Kerikil (<i>Gravel</i>)	2 mm - 3 inci (2 mm - 8 cm)
Pasir kasar (<i>Coarse Sand</i>)	0,6 mm - 2 mm
Pasir Sedang (<i>Medium Sand</i>)	0,2 mm - 0,6 mm
Pasir halus (<i>Silt</i>)	0,06 mm - 0,2 mm
Lanau (<i>Silt</i>)	0,002 mm - 0,06 mm
Lempung (<i>Clay</i>)	<0,002 mm

Selain klasifikasi tanah di atas, terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan yaitu AASHTO (*American Association Of State Highway and Transportation Officials Classification*) dan USCS (*Unified Soil Classification System*). Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair, dan indeks plastisitasnya, serta parameter lainnya (Hardiyatmo, 2002).

a. Metode Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem ini pertama kali diperkenalkan oleh Hoentogler dan Terzaghi, yang akhirnya diambil oleh *Bureau Of Public Roads*. Pengklasifikasikan sistem ini berdasarkan kriteria ukuran butir dan plastisitas. Maka dalam mengklasifikasikan tanah membutuhkan pengujian analisis ukuran butiran, pengujian batas cair dan batas plastis. Sistem ini membedakan tanah dalam 8 (delapan) kelompok yang

diberi nama dari A-1 sampai A-8. A-8 adalah kelompok tanah yang organik yang bersifat tidak stabil sebagai bahan lapisan struktur jalan raya, maka pada revisi terakhir oleh AASHTO disebarkan (Sukirman, 1992). Secara umum, tanah yang paling baik untuk tanah dasar adalah A-1, sedangkan paling buruk adalah A-8.

Pengujian tanah yang diperlukan dalam klasifikasi tanah AASHTO diperlukan pengujian analisa saringan dan pengujian batas-batas Atterberg. Selanjutnya dihitung dengan indeks kelompok yang digunakan untuk mengevaluasi pengelompokan tanah-tanah. Indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$GI = (F-35) [0,2 - 0,005(LL-40)] + 0,01(F-15) (PI-10) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : F = Persen lolos saringan No. 200

LL = Batas Cair

PI = Indeks Plastisitas

Pengklasifikasian tanah dilakukan dengan cara memproses dari kiri ke kanan pada bagan AASHTO, sampai menemukan kelompok pertama yang data pengujian bagi tanah tersebut yang terpenuhi (Darwis, 2018). Khusus untuk tanah-tanah yang mengandung bahan butir halus diidentifikasi lebih lanjut dengan indeks kelompoknya. Indeks kelompok didefinisikan sesuai dengan kelompok tanah, yang dapat diklasifikasikan berdasarkan partikel butiran tanah, seperti pada tabel-tabel berikut.

Menurut (Darwis, 2018) klasifikasi tanah AASHTO dibagi atas tanah berbutir kasar seperti yang dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Klasifikasi AASHTO Untuk Tanah Berbutir Kasar

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2-4	A-2		
	A-1-a	A-1-b			A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisa ayakan (% lolos)	Maks	Maks	Min 51				
No. 10	50	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks
No. 40	Maks	50	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks
No. 200	30	Maks	10	35	35	35	35
	Maks 15	25					
Sifat fraksi yang lolos							
Ayakan No. 40				Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41
Batas cair (LL)	Maks 6		NP	40	41	40	Min 11
Indeks plastisitas (PI)				Maks 10	Maks 10	Min 11	
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanas atau berlempong			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Bisa sampai jelek						

Sumber : *Brady M.Das (1998)*

Menurut sistem diatas tanah dibagi menjadi 7 kelompok, dan diberi nama A-1 sampai A-7. Semakin kecil angkanya, semakin baik untuk bahan subgrade jalan dan sebaliknya, semakin besar angkanya semakin jelek untuk subgrade. Kecuali pada tanah group A-3, lebih baik dari pada semua jenis tanah dalam group A-2, sebagai bahan untuk subgrade jalan. Untuk tanah berbutir halus dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini :

Tabel 3. Klasifikasi AASHTO Untuk Tanah Berbutir Halus (kata pengantar)

Klasifikasi umum	Tanah lemas - lempung (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
Klasifikasi kelompok	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7.5* A-7.6
Analisa ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200				
	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sisa fraksi yang lolos ayakan No. 40				
Batas cair (LL)	Max 40	Max 41	Max 40	Min 41
Indeks plastisitas (PI)	Max 10	Max 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlempau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Bahan sangat jelek			

Sumber (Braja M. Das, 1998)

b. Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

Dalam USCS, suatu tanah diklasifikasikan kedalam dua kategori utama yaitu (Darwis, 2018) :

- 1) Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No 200 ($F_{200} < 50$). Simbol kelompok diawali dengan G untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil (*gravelly soil*) atau S untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir (*sandy soil*).
- 2) Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No.200 ($F_{200} \geq 50$).

Tanah berbutir kasar adalah tanah yang mengandung 50 persen atau kurang butiran lolos saringan 0,075 mm (No.200), sedangkan tanah berbutir halus

adalah tanah yang mengandung lebih dari 50 persen butiran yang lolos saringan 0,075 mm (No.200). Lebih lanjut sistem *Unified* membagi tanah menjadi 6 kelompok. Masing-masing kelompok diberi nama dan simbol dengan huruf serta ditentukan berdasarkan istilah yang digunakan pada fraksi tanah, nilai relatif batas cair (tinggi atau rendah), atau gradasi relatif (gradasi menerus atau gradasi buruk) (Sukirman, 1992). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Sistem Klasifikasi Tanah USCS

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi Baik	W
		Gradasi Buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	wL < 50%	L
Organik	O	wL > 50%	H
Gambut	Pt		

Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Bowlex, 1989)

Dimana :

G = Kerikil

S = Pasir

M = Lanau

C = Lempung

O = Organik

- Pt = *Peat* (Gambut)
- W = *Well Graded* (tanah dengan gradasi baik)
- P = *Poorly Graded* (tanah dengan gradasi buruk)
- L = *Low Plasticity* (plastisitas rendah, $LL < 50$)
- H = *High Plasticity* (plastisitas tinggi, $LL > 50$)

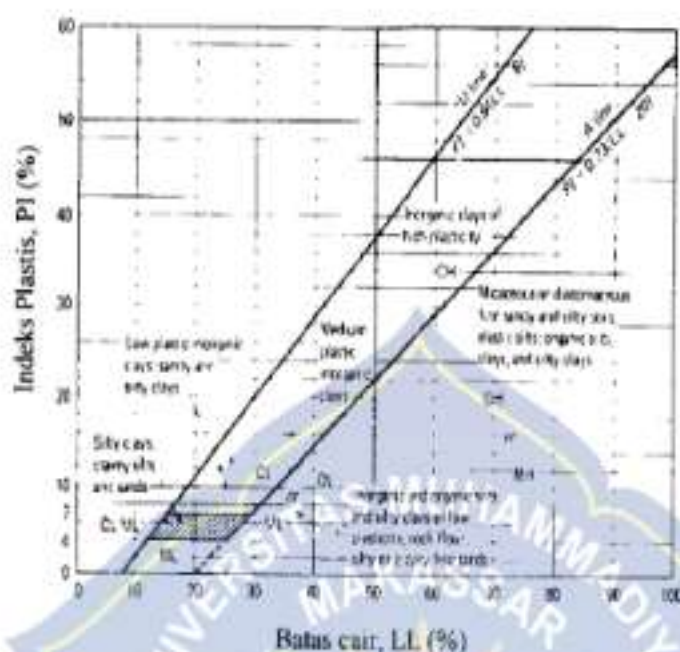
Prosedur penentuan klasifikasi tanah dengan sistem *Unified* sebagai berikut :

- a). Tentukanlah tanah apakah berbutir "halus" atau "kasar" (secara visual atau menggunakan saringan No. 200)
- b). Untuk tanah berbutir kasar, maka lakukan:
 - (1) Saring tanah tersebut dan gambarkan grafik distribusi butiran.
 - (2) Hitung persen lolos saringan No.4 ; bila presentase lolos $< 50\%$ klasifikasi tanah sebagai "pasir".
 - (3) Hitung persen lolos saringan No. 200 : bila presentase lolos $< 50\%$ maka Cu dan Cc : bila termasuk bergradasi baik, klasifikasikan sebagai GW (bila kerikil) dan klasifikasikan sebagai SW (bila pasir) ; bila termasuk bergradasi buruk, klasifikasikan sebagai GP (bila kerikil) dan klasifikasikan sebagai SP (bila pasir)
 - (4) Apabila presentase butiran yang lolos saringan No. 200 diantaranya 50% sampai 12% maka tanah akan memiliki simbol ganda dan mempunyai sifat plastisitas (GW-GM atau SW-SM dan lain-lain).
 - (5) Apabila presentase butiran yang lolos saringan No.200 $> 12\%$, maka harus dilakukan uji batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah

yang tinggal pada saringan No 40. Kemudian dengan menggunakan diagram plastisitas, tentukan klasifikasinya (GM, GC, SM, SC, GM-GC atau SM-SC)

c). Untuk tanah berbutir halus, maka :

- (1) Lakukan uji batas-batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran yang tinggal diatas saringan No 40. Bila batas cair (LL) > 50 , klasifikasikan tanah tersebut sebagai H (plastisitas tinggi) ; bila LL < 50 klasifikasikan tanah sebagai L (plastisitas rendah)
- (2) Untuk tanah H, bila batas-batas Atterberg diplot pada grafik plastisitas dan berada di bawah garis A, tentukanlah apakah masuk kategori OH (Organik) atau MH (anorganik). Dan bila plottingannya jatuh di atas garis A, klasifikasikan sebagai tanah CH (organik plastisitas tinggi).
- (3) Untuk tanah L, bila batas-batas Atterberg diplot pada grafik plastisitas dan berada dibawah garis A dan area yang diarsir, tentukanlah apakah masuk kategori OL (organik) atau ML (anorganik) berdasarkan warna atau perubahan batas cair dan batas plastisnya dengan mengeringkannya di dalam oven.
- (4) Bila batas-batas Atterberg diplot pada grafik plastisitas dan berada pada area yang diarsir, maka gunakan simbol ganda. Berikut pada Gambar 1 klasifikasi tanah metode USCS :



Gambar 1. Grafik Hubungan batas cair, LL (%) dan Batas Plastis, LL (%) (USCS)

2. Jenis-Jenis Tanah Berbutir Halus

Menurut (Dawis, 2017), sifat-sifat tanah tergantung pada ukuran butir-butirnya dan ini dipakai sebagai titik tolak untuk penentuan klasifikasi teknis dari tanah. Berdasarkan batas cair dan indeks plastisitasnya, tanah berbutir halus dibagi menjadi lanau (M) dan lempung (C). Disamping itu, tanah organik (O) dimasukkan juga pada kelompok ini. Lanau adalah tanah berbutir halus dimana batas cair dan indeks plastisitasnya terletak di bawah Garis-A pada grafik plastisitasnya; sedangkan lempung adalah tanah berbutir halus dimana batas cair dan indeks plastisitasnya terletak di atas Garis-A. Lanau, lempung dan tanah organik dibagi lagi menjadi sub kelompok berdasarkan nilai relatif batas cairnya (tinggi dan rendah). Garis pembatas antara batas cair rendah dan batas cair tinggi adalah batas cair 50.

a. ML dan MH

Kelompok ini terdiri atas lanau kepasiran, lanau kelempungan atau lanau anorganik yang mempunyai plastisitas relatif rendah, tanah jenis serbuk batuan serta tanah bersifat diatoma dan mika. Lempung kaolin dan lempung ilit termasuk juga dalam kelompok ini.

b. CH dan CL

Kelompok ini terutama terdiri atas lempung anorganik. Lempung plastisitas medium dan tinggi termasuk pada kelompok CH dan mencakup lempung gemuk, lempung gumbo (*gumbo clay*), bentonite dan beberapa lempung vulkanik. Lempung plastisitas rendah termasuk pada kelompok CL dan biasanya mencakup lempung kurus, lempung kepasiran atau lempung kelanauan.

c. OL dan OH

Kelompok ini ditandai oleh keberadaan bahan organik. Lanau dan lempung organik termasuk pada kelompok ini dan mempunyai rentang plastisitas yang sesuai dengan rentang plastisitas ML dan MH. Pada gambar 2 berikut menunjukkan grafik hubungan batas cair dan indeks plastisitas menurut (Bowles 1989):



Gambar 2. Grafik Hubungan Batas Cair Dan Batas Plastis (Bowles 1989)

Tanah organik terbentuk akibat pemadatan bahan organik yang sudah maupun belum terurai. Tanah organik mampu menyimpan banyak air karena karakteristik fisiknya yang gembur. Tanah organik kerap ditemui di lahan pertanian maupun lahan perkebunan, karena bahan material sisa tumbuhan tercampur saat petani melakukan penanaman maupun pada saat panen raya.

Tanah yang mengandung banyak bahan organik umumnya dapat dikenali melalui pengujian secara visual. Lebih lanjut sistem *unified* membagi tanah menjadi beberapa kelompok dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Klasifikasi Tanah Lanau, Lempung, dan Gambut (Unified)

Jenis	Simbol	Nama Kelompok	Kriteria
Lanau dan lempung dengan batas cair, $LL < 50\%$	ML	Lanau anorganik dan pasir sangat halus atau pasir halus berlanau atau berlempung	$PI < 4$ atau berbeda di bawah garis-A dalam Grafik Plastisitas
	CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah hingga sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus.	$PI > 7$ dan berada pada atau dibawah garis-A dalam Grafik plastisitas.
	CL - ML	Lanau berlempung anorganik dengan pasir halus atau sedikit kerikil.	PI berada dalam daerah dalam antara ML - CL
	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.	PI berada dalam daerah OL dan $\{[LL(\dots)]/[LL(\dots)]\} < 0,75$
Lanau dan lempung dengan batas cair, $LL > 50\%$	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomase, lanau elastis.	PI berada di bawah garis -A dalam grafik plastisitas.
	CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk.	PI berada di atas garis -A dalam grafik plastisitas.
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.	PI berada dalam daerah OH dalam $\{[LL(\dots)]/[LL(\dots)]\} < 0,75$.
Tanah dengan kadar organik tinggi	Pt	Gambut dan tanah lain kandungan organik tinggi	

Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Bowles, 1989)

3. Karakteristik Tanah Berbutir Halus

Deskripsi maupun klasifikasi tanah dimaksudkan untuk memberikan keterangan mengenai sifat-sifat teknis dari tanah itu sendiri, sehingga untuk tanah-tanah tertentu dapat diberikan nama dan istilah-istilah yang tepat sesuai dengan sifatnya. (Darwis, 2018). Klasifikasi tanah menggambarkan karakteristik mekanis dari tanah, juga menentukan kualitas tanah untuk tujuan perencanaan maupun dalam pelaksanaan suatu konstruksi.

Karakteristik tanah berbutir halus dapat dilihat sebagai berikut (Hary, 2002):

- a. Plastisitas adalah sifat teknis yang paling penting dari tanah berbutir halus. Plastisitas tanah berbutir halus ditentukan dari banyaknya butiran tanah yang lolos saringan No.40. Material tanah yang terletak di atas garis A dapat dikelompokkan ke dalam tanah berbutir halus berlempung. Bila terletak dibawah garis A tanah tersebut dapat dikelompokkan ke dalam tanah berbutir halus berlanau.
- b. Batas cair adalah salah satu karakteristik utama dari tanah berbutir halus. Tanah berbutir halus memiliki batas cair tinggi dan adapula yang memiliki batas cair rendah. Tanah yang mempunyai batas cair diatas 50% adalah tanah lempung atau lanau dengan batas cair yang tinggi. Tanah yang memiliki batas cair dibawah 50% adalah tanah lempung atau lanau yang memiliki atas cair rendah.
- c. Butiran tanah berbutir halus diklasifikasikan jika 50% dari total agregat lolos saringan No. 200 (0,074mm). Untuk lebih lengkapnya karakteristik tanah

berbutir halus dapat dilihat pada pembahasan metode klasifikasi tanah sebelumnya.

B. Teori Air Tanah

1. Definisi Air Tanah

Air tanah didefinisikan sebagai air yang terdapat di bawah permukaan bumi. (Hardiyatno, 2002). Salah satu sumber utamanya adalah air hujan yang meresap ke bawah lewat ruang pori diantara butiran tanah. Air tanah sangat berpengaruh pada sifat-sifat teknis tanah, khususnya tanah berbutir halus. Demikian juga, air merupakan faktor yang sangat penting dalam masalah-masalah teknis yang berhubungan dengan tanah seperti, penurunan, stabilitas fondasi, stabilitas lereng, dan lain-lainnya.

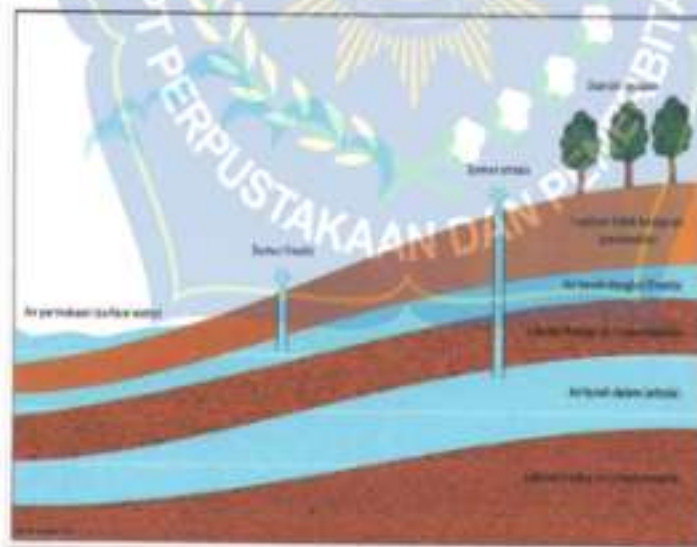
Menurut Budhikuswansusilo, air tanah (*Groundwater*) adalah nama untuk menggambarkan air yang tersimpan di bawah tanah dalam butuan yang permeabel. Periode penyimpanannya dapat berbeda waktunya bergantung dari kondisi geologinya (beberapa minggu – tahun). Pergerakan air tanah dapat muncul ke permukaan, dengan manifestasinya sebagai mata air (*spring*) atau sungai (*river*).

Menurut Herlambang (1996), air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antar butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut akuifer.

2. Klasifikasi Air Tanah

Air tanah dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu berdasarkan letak air tanah dan asal air tanah. Air tanah berdasarkan letaknya dibagi atas dua jenis yaitu sebagai berikut (Bambang Prastitho dkk 2018):

- Air tanah freatik, sebagai air tanah pada permukaan yang dangkal dimana letaknya tidak jauh dari permukaan tanah dan berada diatas lapisan kedap air.
- Air tanah dalam, disebut juga sebagai artesis merupakan air tanah yang terletak diantara lapisan akuifer dan batuan kedap air, misalnya pada sumur artesis. Air artesis merupakan air tanah dalam karena dapat ditemukan pada kedalaman 30 – 80 meter dari permukaan tanah. Air tanah ini kebanyakan dapat dikonsumsi karena kandungannya dari air tanah dari beragam debit air yang stabil, meskipun dalam membangun sumur artesis membutuhkan biaya yang besar. Pada gambar 3 berikut ini dapat dilihat skema lapisan air tanah freatik dan artesis.



Sumber (Wikipedia.com)

Gambar 3. Skema Lapisan Air Tanah

Air tanah berdasarkan asalnya kemudian dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

- 1) Air tanah meteorit (*Vados*), merupakan air tanah yang berasal dari proses presipitasi (hujan) awan yang bercampur dengan debu meteorit dan kemudian mengalami kondensasi.
- 2) Air tanah baru (*Juvenil*), merupakan air tanah yang berasal dari dalam bumi karena tekanan intrusi magma, contohnya adalah pada geyser atau sumber air panas.
- 3) Air konat, merupakan air tanah yang terkandung pada lapisan batuan purba.

3. Proses Terbentuknya Air Tanah

Air tanah terbentuk dan berasal dari air hujan dan air permukaan yang meresap (*Infiltrate*) mula-mula ke zona tak jenuh (*Zone Of Aeration*) dan kemudian meresap makin dalam (*Percolate*) hingga mencapai zona jenuh air (*Zone Of Saturation*) dan menjadi air tanah. Infiltrasi dimaksudkan sebagai proses masuknya air kepermukaan tanah. Proses ini merupakan bagian yang penting dalam daur hidrologi maupun dalam proses pengalihan hujan menjadi aliran sungai, danau, waduk, dan pengimbuhan air tanah. Menurut Darwis (2018), pengertian infiltrasi sering dikacaukan orang dengan pengertian perkolasi. Perkolasi adalah gerakan air kebawah dari zona tidak jenuh, yang terletak diantara permukaan tanah sampai kepermukaan air ke dalam lapisan tanah permukaan, sedangkan perkolasi adalah proses Bergeraknya air melalui lapisan tanah yang disebabkan oleh gaya gravitasi. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh gaya gravitasi yang dipengaruhi oleh diameter pori-pori tanah. Pada sisi yang lain, gaya kapiler bersifat mengalirkan air kearah atas, bawah, dan ke arah horizontal. Gaya kapiler

ini bekerja nyata pada tanah dengan pori-pori tanah yang relatif kecil. Pada tanah dengan pori besar, gaya kapilernya kecil, sebaliknya tanah dengan pori kecil gaya kapilernya lebih besar. Menurut Triatmodjo (2010), laju infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh, kelembaban tanah, pemadatan oleh hujan, tanaman penutup, intensitas hujan, dan sifat-sifat fisik tanah.

Fase air tanah adalah salah satu bagian dalam daur ulang hidrologi, yaitu peristiwa yang selalu berulang dari urutan tahap: pengumpulan dari darat atau laut, pengembunan membentuk awan, pengcurahan, peresapan ke dalam tanah, atau pengaliran ke badan air, dan penguapan kembali. Dari daur hidrologi tersebut dapat dipahami bahwa air tanah berinteraksi dengan air permukaan, serta komponen-komponen lain yang terlibat dalam daur hidrologi termasuk topografi, jenis batuan penutup, penggunaan lahan, tumbuhan penutup, serta manusia yang berada di permukaan. Air tanah dan air permukaan saling berkaitan dan berinteraksi. Setiap aksi (pompaan, pencemaran, dll) terhadap air tanah akan memberikan reaksi terhadap air permukaan, demikian pula sebaliknya (Darwis, 2018).

4. Hidrolika Air Tanah

a. Fluktuasi Air Tanah

Menurut Wiyanti dan Suyarto (2019), fluktuasi air tanah adalah selisih ketinggian muka air tanah pada musim kemarau dan musim hujan yang

diantaranya dipengaruhi oleh karakteristik tanah, intensitas curah hujan, dan laju infiltrasi.

Menurut Hamzah (2013), Fluktuasi air tanah adalah perubahan muka air tanah karena perubahan musim kemarau ke musim hujan maupun penggunaan air tanah yang berlebihan. Hal-hal yang mempengaruhi fluktuasi air tanah secara alami diantaranya adalah besarnya intensitas curah hujan dan kondisi geologis. Skema permukaan air tanah akibat fluktuasi air tanah dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut :



Sumber (Hamzah, 2013)

Gambar 4. Fluktuasi Muka Air Tanah Akibat Perubahan Musim

Akan tetapi fluktuasi muka air tanah juga dapat dipengaruhi oleh penggunaan air tanah secara besar-besaran dapat menyebabkan penurunan muka air tanah yang akan merugikan ketersediaan air jangka panjang. Penggunaan air tanah oleh manusia seperti penggunaan masyarakat, industri, perhotelan, perkantoran dan lain-lain.

b. Cekungan Air Tanah (CAT)

Dalam UU sumber daya air daerah aliran air tanah disebut cekungan air tanah (CAT) atau *groundwater basin*. Definisi cekungan air tanah adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung. Sehingga dapat disimpulkan bahwa cekungan air tanah adalah batas teknis pengelolaan sumber daya air untuk air tanah.

Kriteria cekungan air tanah berdasarkan PP No.43 tahun 2008 adalah sebagai berikut.

- 1) Mempunyai batas hidrogeologis yang dikontrol oleh kondisi geologis dan atau kondisi hidraulik air tanah. Batas hidrogeologis adalah batas fisik wilayah pengelolaan air tanah. Batas hidrogeologis dapat berupa batas antara batuan lulus dan tidak lulus air, batasan pemisah air tanah, dan batas yang dibentuk oleh struktur geologi yang meliputi antara lain, kemiringan lapisan batuan, patahan dan lipatan.
- 2) Mempunyai daerah imbuhan dan daerah lepasan air tanah dalam suatu sistem pembentukan air tanah. Daerah imbuhan air tanah merupakan kawasan lindung air tanah, di daerah tersebut air tanah tidak untuk didayagunakan, sedangkan daerah lepasan air tanah secara umum dapat didayagunakan, dapat dikatakan sebagai kawasan budi air tanah.
- 3) Memiliki satu kesatuan sistem akuifer yaitu kesatuan susunan akuifer, termasuk lapisan batuan kedap air yang berada didalamnya. Akuifer dapat berada pada kondisi tidak tertekan atau bebas (*unconfined*) dan/atau tertekan

(*confined*). Lebih jelasnya PP No. 43 Tahun 2008 mengelompokkannya pada tabel 6 berikut ini :

Tabel 6. Kriteria CAT (PP No. 43 Tahun 2008)

No.	Uraian
1	Batuan lulus air (<i>Permeable</i>)
2	Batuan tidak lulus air (<i>Impermeable</i>)
3	Batas pemisah air tanah
4	Batas oleh struktur geologi: kemiringan lapisan batuan, patahan dan lipatan
5	Daerah imbuhan
6	Daerah lepasan
7	Akuifer bebas (<i>unconfined</i>)
8	Akuifer tertekan (<i>confined</i>)

c. Non Cekungan Air Tanah (NON-CAT)

Daerah non cekungan air tanah (NON-CAT) adalah wilayah yang tidak dibatasi oleh batas-batas hidrogeologis dan tidak atau bukan tempat semua kejadian hidrogeologi seperti proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung serta tidak memiliki suatu sistem kesatuan akuifer (Prasetyo, 2014). Pada daerah NON CAT, ketersediaan air tanah hanya pada pucuk tanah, sehingga sangat penting untuk menjaga ketersediaan air tersebut.

Mengacu pada kriteria cekungan air tanah (CAT) dalam PP No.43 Tahun 2008, maka kriteria bukan cekungan air tanah (NON-CAT) atau CAT tidak berpotensi adalah sebagai berikut :

- 1) Tidak mempunyai batas hidrogeologis yang dikontrol oleh kondisi geologis dan atau kondisi hidraulik air tanah.
- 2) Tidak mempunyai daerah imbuhan dan daerah lepasan air tanah dalam satu sistem pembentukan air tanah.
- 3) Tidak memiliki suatu kesatuan sistem akuifer.

C. Teori Tekanan Kapiler

Menurut (Hardiyatmo, 2002), tekanan kapiler dapat timbul karena adanya tarikan lapisan tipis di permukaan air. Kejadian ini disebabkan oleh adanya pertemuan antara dua jenis material yang berbeda sifatnya. Pada prinsipnya, tarikan permukaan disebabkan oleh perbedaan gaya tarik antara molekul-molekul pada bidang singgung pertemuan dua material yang berbeda sifatnya.

Menurut Terzaghi & Peck (1948), bahwa teori dasar tentang ketinggian air kapiler di dalam lapisan tanah bahwa ketinggian tekanan kapiler (h_c) di dalam tanah dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu ukuran butir tanah (D_{10}) dan angka pori tanah (e). Dalam hal ini angka pori yang digunakan adalah angka pori kumulatif dan tidak memperhitungkan keberadaan air hidroskopik di dalam pori tanah yang akan mengakibatkan mengecilnya pori tanah yang kosong.

1. Pengertian Tekanan Kapiler

Menurut Hardiyatmo (2002) Tekanan Kapiler (P_c) didefinisikan sebagai perbedaan tekanan yang ada antara permukaan dua fluida yang tidak tercampur sebagai akibat dari terjadinya pertemuan permukaan yang memisahkan mereka.

Perbedaan tekanan antara dua fluida ini adalah perbedaan tekanan fluida "*non wetting fase*" (P_{nw}) dengan fluida "*wetting fase*" (P_w) atau:

$$P_c = P_{nw} - P_w \dots \dots \dots (2)$$

Kohesi pada konsistensi tanah merupakan gaya tarik menarik antara zarah tanah akibat adanya selaput legas pada permukaan zarah serta tebal tipisnya selaput legas diantara zarah tersebut. Sedangkan adhesi dalam konsistensi tanah adalah gaya tarik menarik antara zarah tanah (fase padat) dengan molekul air (fase cair).

Menurut Hardiyatmo (2002), tekanan kapiler dapat timbul karena adanya tarikan permukaan air sebelah atas. Pada prinsipnya tarikan permukaan adalah hasil perbedaan gaya tarik antara molekul-molekul pada bidang singgung pertemuan dua material yang berbeda sifat. Peningkatan tekanan kapiler di dalam lapisan tanah yang mendapatkan infiltrasi awal terjadinya akibat tertutupnya sebagian pori-pori tanah di lapisan permukaan sehingga meningkatnya daya ikat tanah terhadap air dan mengakibatkan terjadinya pergerakan air kapiler dari lapisan tanah jenuh ke lapisan tanah tak jenuh.

2. Pengaruh Tekanan Kapiler Terhadap Sifat Hidrolik Tanah

Akibat tekanan kapiler, air tanah tertarik ke atas melebihi permukaan air tanah. Pori-pori tanah sebenarnya bukan sistem pipa kapiler, tetapi teori kapiler dapat diterapkan guna mempelajari kelakuan air tanah pada zone kapiler. Air dalam zone kapiler ini dapat dianggap bertekanan negatif, yaitu mempunyai tekanan di bawah tekanan atmosfer.

Tekanan kapiler mempunyai pengaruh yang penting dalam reservoir air tanah, minyak, maupun gas (Darwis, 2017) yaitu:

- Mengontrol distribusi saturasi di dalam reservoir.
- Merupakan mekanisme pendorong minyak dan gas untuk bergerak atau mengalir melalui pori-pori reservoir dalam arah vertikal.

Untuk tekanan kapiler pada batuan berpori tergantung pada ukuran pori-pori dan macam fluidanya. Secara kuantitatif dapat dinyatakan dalam hubungan yaitu (Hardiyatmo, 2012):

$$P_c = \frac{2\sigma \cdot \cos\theta}{r} = \Delta\rho \cdot g \cdot h \quad (3)$$

Dimana : P_c = Tekanan kapiler

σ = Tegangan permukaan antara dua fluida

$\cos\theta$ = Sudut kontak permukaan antara dua fluida

r = Jari-jari lengkung pori-pori

$\Delta\rho$ = Perbedaan densitas dua fluida

g = Percepatan gravitasi

h = Tinggi kolom

Pengaruh tekanan kapiler pada tanah adalah menambah tegangan efektif. Jika tekanan membesar, maka tegangan kontak diantara partikel membesar pula. Akibatnya, ketahanan tanah terhadap geser atau kuat geser tanah bertambah (Hardiyatmo, 2002).

D. Teori Kejut Kapiler

1. Definisi Kejut Kapiler

Darwis (2018), mengemukakan suatu fenomena cukup ganjil yang terjadi terhadap eksistensi air tanah freatis pada saat awal musim hujan. Fenomena ganjil yang terjadi adalah turunnya permukaan air tanah (*freatis*) pada saat hujan pertama sampai hujan yang keempat atau kelima. Yang mana kejadiannya memberikan kejutan karena bertolak belakang dengan adanya hujan, justru air tanah jenuh permukaannya mengalami penurunan (*degradasi*).

Istilah kejut kapiler (*capillary shock*) adalah gejala penurunan muka air tanah yang terjadi pada awal musim penghujan (*beginning of rainy season*) (Darwis, 2014).

Menurut Darwis (2017), bahwa gejala kejut kapiler disebabkan meningkatnya tekanan kapiler akibat mengecilnya pori tanah pada *redox zone*, sehingga air tanah yang berada pada *saturated zone* akan terhisap (tertarik) ke lapisan tanah *unsaturated*, oleh karena mengecilnya pori yang kosong di dalam tanah sebagai akibat dari terisnya air hidroskopik dari infiltrasi air hujan, maka tekanan kapiler dari lapisan tanah pada zone kapiler akan meningkat sehingga akan menghisap air dari zone freatis. Dengan demikian, permukaan air freatis akan terdegradasi karena air yang berinfiltrasi di awal musim hujan belum sampai ke zone freatis tetapi justru air freatis terisap ke lapisan kapiler karena tingginya tekanan kapiler yang timbul akibat mengecilnya pori tanah pada lapisan tanah di

zone funikuler dan penduler sehingga menurunkan muka air tanah yang signifikan.

2. Mekanisme Dan Proses Terjadinya Kejut Kapiler

Pada musim kemarau, lapisan tanah pada zone penduler dan funikuler mengalami pengeringan, sehingga pori tanah akan membesar. Pada awal turunnya hujan, pori pada kedua zone tersebut akan kembali mengecil karena sebagian pori akan kembali terisi air hidroskopik yang melekat kuat pada setiap butiran tanah yang mengisapnya. Oleh karena mengecilnya pori yang kosong di dalam tanah sebagai akibat dari terisinya air hidroskopik dari infiltrasi air hujan, maka tekanan kapiler dari lapisan tanah pada zone kapiler akan meningkat, sehingga akan menghisap air dari zone freatis. Dengan demikian permukaan air freatis akan terdegradasi, karena air yang berinfiltrasi di awal musim hujan belum sampai ke zone freatis, tetapi justru air freatis terisap ke lapisan kapiler karena tingginya tekanan kapiler yang timbul akibat mengecilnya pori tanah pada lapisan tanah di zone funikuler dan penduler (Darwis, 2018).

Mengingat peristiwa kejut kapiler memungkinkan terjadinya degradasi pada air tanah selama beberapa minggu dan dengan besar penurunan air tanah yang ditimbulkan, menjadi sangat urgen untuk diperhatikan baik dalam rangka menunjang sustainability usaha pertanian maupun dalam pengembangan konsep ilmiah tentang pergerakan air kapiler pada saat-saat tertentu. Belum pernah terungkap selama ini dan merupakan temuan baru yang masih membutuhkan kajian dan eksperimen mendalam. Namun sebagai langkah awal dalam

mendiskripsikan fenomena ini (Darwis, 2015) mengemukakan beberapa sintesa yang dapat menjadi dasar ilmiah sebagai berikut :

- a. Volume air yang berinfiltrasi belum melebihi kapasitas daya ikat tanah terhadap air di zona aerasi sehingga aliran air dalam tanah belum ada yang memasuki proses perkolasi.
- b. Bahwa akibat adanya infiltrasi air permukaan ke dalam lapisan tanah yang belum mencukupi daya ikat tanah terhadap air akan memicu peningkatan nilai pF pada lapisan tanah di zone aerasi, sehingga memungkinkan air bergerak dari zone saturasi ke zone aerasi.
- c. Peningkatan kadar air tanah di lapisan permukaan memperkecil pori udara yang dapat mengakibatkan peningkatan daya ikat partikel tanah terhadap air pada lapisan tanah dibawahnya sehingga tekanan kapiler dalam lapisan tanah pada zone aerasi meningkat dan mengakibatkan *resources* air tanah jenuh akan terisap ke lapisan air.
- d. Kondisi tekstur tanah yang berbutir halus (*clay*) sehingga pori tanah yang kecil memungkinkan tekanan air kapiler dalam lapisan tanah cukup tinggi sehingga mampu menggerakkan air tanah dari zone saturasi ke zone aerasi.

3. Parameter Kejut Kapiler

a. Waktu Kejut Kapiler

Darwis (2017), mengemukakan fenomena yang menunjukkan bahwa pada awal musim hujan, terjadi penurunan muka air tanah (jenuh) yang berlangsung

antara 7 sampai 10 hari tergantung pada intensitas curah hujan pada awal musim penghujan. Fenomena ini disebut "kejut kapiler" (*Capillary shock*).

Dalam penelitian lainnya (Salman dkk, 2020), meneliti pengaruh waktu kejut kapiler pada tanah granuler yang menggunakan perbandingan 5 jenis intensitas curah hujan, terlihat bahwa semakin besar intensitas curah hujan yang diaplikasikan pada tanah granuler yang berbutir sedang (*medium sand*) maka waktu kejut kapilernya akan semakin cepat, hal ini dikarenakan tingginya tekanan kapiler akan menyebabkan cepatnya proses pengisian air kapiler (*capillary water*) pada zone kapiler, sehingga efektivitas air infiltrasi semakin cepat untuk mengisi dan meningkatkan level muka air tanah, sampai terjadi pemulihan muka air tanah pada level sebelum terjadinya kejut kapiler.

b. Tinggi Kejut Kapiler

Darwis (2017), juga mengemukakan penurunan yang terjadi pada muka air tanah (jenuh) mengalami penurunan yang besarnya berkisar antara 30 sampai 50 cm. Dalam penelitian (Salman dkk, 2020), menjelaskan bahwa semakin besar intensitas curah hujan, maka tinggi penurunan muka air tanah akan semakin rendah hal ini dikarenakan tingginya tekanan kapiler akan menyebabkan cepatnya proses pengisian air kapiler (*capillary water*) pada zone kapiler, sehingga efektivitas air infiltrasi semakin cepat untuk mengisi dan meningkatkan level muka air tanah, sampai terjadi pemulihan muka air tanah pada level sebelum terjadinya kejut kapiler.

E. Teori Intensitas Curah Hujan Dan Analisis Hidrologi

1. Definisi Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah banyaknya curah hujan yang jatuh per satuan waktu, dinyatakan dalam mm/jam. Intensitas hujan menunjukkan lebat tidaknya hujan. Intensitas hujan yang besar, berarti air yang dicurahkan jumlahnya banyak dalam waktu singkat, butiran airnya besar, dan akan menyebabkan erosi lebih besar lagi, karena limpasan permukaan yang besar, sementara resapan air akan terhambat (Hanafi, 1988).

Intensitas curah hujan sangat berkaitan dengan ilmu hidrologi. Beberapa ahli berpendapat mengenai pengertian hidrologi. Menurut Asdak Singh (1992), menjelaskan pengertian hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik kuantitas dan kualitas air di bumi menurut ruang serta waktu termasuk proses hidrologi, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan maupun manajemen. Serta Linsley (1996) mengatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang membicarakan tentang air di bumi baik itu mengenai kejadiannya, jenis-jenis, sirkulasi, sifat kimia dan fisika serta reaksinya terhadap lingkungan maupun kehidupan.

2. Mekanisme Proses Terjadinya Intensitas Curah Hujan

Perputaran dan pergerakan air di muka bumi ini termasuk proses terjadinya hujan dikenal dengan istilah siklus hidrologi. Siklus hidrologi merupakan perputaran air di bumi, siklus air tidak pernah berhenti dan jumlah air

di permukaan bumi tidak berkurang. Begitupun dengan proses terjadinya hujan tidak dapat dipisahkan dengan siklus hidrologi Asdak Singh (1992).

Menurut Darwis (2018) siklus hidrologi mengalami beberapa tahapan perpindahan tempat dan wujud air, yang berjalan secara terus menerus (*sirkulasi*). Proses sirkulasi tersebut dapat terjadi dari penguapan air baik di laut (*water evaporation*), di permukaan tanah (*soil evaporation*), dan pada tanaman (*evapotranspiration*) akibat pengaruh panas dari matahari. Uap air tersebut akan naik dan terkondensasi di udara, hal ini dikarenakan udara di atas permukaan bumi lebih rendah dari titik embun uap air. Proses kondensasi inilah yang menyebabkan terjadinya awan. Terbentuk awan pembawa hujan (*cumulonimbus*), dari adanya angin yang mendorong berkumpulnya beberapa awan kecil (*cumulus*). Setelah awan tersebut jenuh air, maka akan terjadi hujan (*precipitation*). Presipitasi tersebut ada yang kembali berevaporasi ke angkasa, ada yang langsung jatuh ke bawah, sebagian ada di intersepsi oleh tanaman, dan sebagian yang jatuh mencapai tanah. Air yang mencapai tanah, ada yang masuk mengisi lubang-lubang atau cekungan pada permukaan tanah (*surface detention*) di danau dan sungai-sungai, kemudian ada yang langsung mengalir di permukaan (*surface run-off*), dan sebagian lagi yang diserap ke dalam tanah (*infiltration*). Air yang mengalami infiltrasi akan menjadi aliran yang selanjutnya disebut *sub-surface run-off* dan sebagian akan mengalir menuju sumber-sumber air permukaan terdekat misal sungai atau danau. Air yang melewati aliran *sub-surface run-off*, sebagian meresap jauh ke dalam tanah (*percolation*) akan menjadi aliran bawah tanah (*groundwater flow*) dan selanjutnya mengalir di dalam akuifer, dan ada

yang keluar menjadi mata air (*springs*), dan sebagian lainnya akan bermuara di danau, sungai, dan laut.

Dari uraian diketahui adanya beberapa istilah yang penting dalam proses sirkulasi air atau siklus hidrologi, diantaranya:

- a. Evaporasi, yang dapat diartikan sebagai proses penguapan daripada cairan (*liquid*) dengan penambahan panas. Evaporasi juga dapat didefinisikan sebagai proses perpindahan kalor ke dalam zat cair mendidih.
- b. Transpirasi, yaitu penguapan yang berasal dari jaringan makhluk hidup (tumbuhan dan hewan). Sama halnya dengan evaporasi, transpirasi ini juga mengubah air yang berwujud cair dari jaringan makhluk hidup tersebut menjadi uap air. Uap air ini juga akan terbawa ke atas, yaitu ke atmosfer. Namun, biasanya penguapan yang terjadi karena transpirasi ini jumlahnya lebih sedikit atau lebih kecil daripada penguapan yang terjadi karena evaporasi.
- c. Evapotranspirasi, adalah gabungan dari evaporasi dan transpirasi. Sehingga dapat dikatakan bahwa evapotranspirasi merupakan total penguapan air atau penguapan air secara keseluruhan, baik yang ada di permukaan bumi (tanah dan air), maupun penguapan dari jaringan makhluk hidup. Dalam siklus hidrologi, evapotranspirasi ini sangatlah mempengaruhi jumlah uap air yang terangkut ke angkasa atau ke atmosfer bumi.
- d. Sublimasi, merupakan proses perubahan es di kutub atau di puncak gunung menjadi uap air, tanpa harus melalui proses cair terlebih dahulu. Jadi selain melalui proses evaporasi dan transpirasi, naiknya uap air ke atmosfer ini juga terjadi melalui proses sublimasi. Sublimasi ini juga tidak sebanyak penguapan

(evaporasi maupun transpirasi), meskipun sedikit akan tetapi proses sublimasi tetap berkontribusi terhadap jumlah uap air yang terangkat ke atmosfer. Dibandingkan dengan evaporasi maupun transpirasi, proses sublimasi ini berjalan lebih lambat daripada keduanya. Proses sublimasi terjadi pada tahap siklus hidrologi panjang.

- e. Kondensasi (pengembunan), adalah proses perubahan wujud zat dari zat gas, menjadi zat cair lalu menjadi padat (partikel es). Ketika uap air dari proses evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, dan sublimasi sudah mencapai ketinggian tertentu, uap air tersebut akan berubah menjadi partikel-partikel es yang berukuran sangat kecil melalui proses kondensasi.
- f. Adveksi, merupakan perpindahan awan secara horizontal dari satu titik ke titik lainnya akibat dorongan angin, atau karena adanya perbedaan tekanan udara di atmosfer. Proses adveksi tidak selalu terjadi pada semua proses hidrologi, yaitu dalam siklus hidrologi pendek.
- g. Presipitasi, adalah peristiwa iklim yang bersifat alamiah yaitu perubahan bentuk uap air di atmosfer menjadi curah hujan sebagai akibat proses kondensasi. Jadi presipitasi merupakan proses mencairnya awan hitam (uap air) akibat adanya pengaruh suhu udara yang tinggi.
- h. Intersepsi, adalah proses tertahannya air hujan pada permukaan tumbuhan/vegetasi, sebelum kembali menguap ke atmosfer.
- i. Limpasan (*run off*), merupakan proses pergerakan air dari permukaan bumi yang tinggi menuju ke permukaan yang lebih rendah. Proses ini menyebabkan

air yang telah melalui siklus hidrologi akan kembali menuju ke lapisan atmosfer (lautan)

- j. Infiltrasi, adalah proses meresapnya air dari permukaan tanah ke dalam lapisan tanah melalui pori-pori tanah,
- k. Perkolasi, adalah proses Bergeraknya air melalui lapisan tanah karena gaya gravitasi.
- l. Aliran air tanah, yaitu proses pergerakan air dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, dalam hal mana prosesnya terjadi di bawah permukaan bumi pada lapisan tanah porous yang disebut akuifer (*aquifer*), dimana terjadi aliran air bawah tanah yang disebut aliran akuifer (*aquifer flow*). Sketsa tahapan siklus hidrologi dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini:



Sumber : Bambang Triandono(2008)

Gambar 5. Siklus Hidrologi

3. Teori Analisis Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan. Curah hujan rencana dihitung berdasarkan distribusi atau sebaran curah hujan harian maksimum selama (minimal) 10 tahun berturut-turut. Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana adalah *Metode Gumbel*, *Metode Log Normal*, *Metode Distribusi Log Person III*.

a. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel

Menurut Gumbel (1941), persoalan tertua adalah berhubungan dengan nilai-nilai ekstrim yang datang dari persoalan banjur. Tujuan teori statistik nilai-nilai ekstrim adalah untuk menganalisis hasil pengamatan nilai-nilai ekstrim tersebut untuk memperkirakan nilai-nilai ekstrim berikutnya.

Distribusi Gumbel mempunyai koefisien kemencengan (*Coefisien of skewness*) atau $CS = 1,139$ dan koefisien kurtosis (*Coefisien Kurtosis*) atau $CK < 4,002$. Pada metode ini biasanya menggunakan distribusi dan nilai ekstrim dengan distribusi dobel eksponensial (Soewarno, 1995). Langkah-langkah perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Gumbel adalah sebagai berikut:

1) Hitung standar deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Dimana : S_x = Standar deviasi

X_i = Curah hujan rata-rata

$\bar{X}$ = Harga rata-rata

n = Jumlah data

2) Hitung nilai faktor frekuensi (K)

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana : K = Faktor frekuensi

Y_n = Harga rata-rata reduce variate

S_n = Reduced standard deviation

Y_t = Reduced variate

3) Hitung hujan dalam periode ulang T tahun

$$X_t = X_r + (K \cdot S_x) \dots\dots\dots (6)$$

Dimana : X_t = Hujan dalam periode ulang tahun

X_r = Harga rata-rata

K = Faktor frekuensi

S_x = Standar deviasi

b. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Normal

Distribusi Log Normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah nilai variat X menjadi nilai logaritmik variat X. Distribusi Log Pearson Type III akan menjadi distribusi Log Normal apabila koefisien kemencengan CS = 0,00.

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Normal sebagai berikut:

$$R_t = X_r + K_t \cdot S_x \dots\dots\dots (7)$$

Dimana : R_t = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun

X_r = Curah hujan rata-rata

K_t = Standar variabel untuk periode ulang tahun

S_x = Standar Deviasi

c. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Person Type III

Distribusi Log Pearson Type III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson Type III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson Type III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Distribusi Log Pearson Type III, mempunyai koefisien kemencengan (*Coeffisien Of Skewness*) atau $CS \neq 0$.

Langkah-langkah perhitungan Metode Log Person Type III adalah:

- 1) Hitung nilai rata-ratanya

$$\log \bar{X} = \frac{\sum (\log X_i)}{n} \quad (8)$$

- 2) Hitung nilai deviasi standarnya dari log X :

$$S \log X = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}} \quad (9)$$

- 3) Hitung nilai koefisien kemencengan

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(s \log X)^3} \quad (10)$$

Tabel 7. Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

Sebaran	Syarat
Normal	$(\bar{x} \pm s) = 68,27\%$ $(\bar{x} \pm 2s) = 95,44\%$ $C_s = 0$ $C_k = 3$
Log Normal	$C_s = C_v^2 = 3C_v$ $C_k = C_v^3 = 6C_v^2 + 15C_v + 16C_v^2 + 3$
Gumbel	$C_s = 1,1396$ $C_k = 5,4002$
Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

Sumber : Bambang Triatmodjo (2008)

Curah hujan jangka pendek dinyatakan dalam intensitas per jam yang disebut intensitas curah hujan (mm/jam). Digunakan rumus Mononobe untuk menghitung intensitas curah hujan.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (11)$$

Dengan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T = Lamanya curah hujan (menit)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

4. Teori Analisis Frekuensi Curah Hujan

Perhitungan frekuensi curah hujan ini sama seperti yang digunakan di Amerika Serikat, yakni cara tahun-stasiun (Station-year-method) yang menjumlahkan banyaknya titik-titik pengamatan dengan banyaknya tahun-tahun pengamatan. Menurut Triatmodjo (2008), dalam statistik dikenal beberapa

parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata ($\bar{X}$), simpangan baku (S), koefisien skewness (C_s), koefisien kurtosis (C_k) dan koefisien variasi (C_v).

a. Nilai rerata $\bar{X}$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i \quad (12)$$

b. Simpangan Baku

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2} \quad (13)$$

c. Koefisien asimetri/skewness (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} \quad (14)$$

d. Koefisien kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^3 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S^4} \quad (15)$$

e. Koefisien variasi

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (16)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah suatu pengembangan dari penelitian lapangan yang mana pada penelitian tersebut terjadi fenomena air tanah yang jarang ditemui yaitu fenomena kejut kapiler. Berdasarkan fenomena tersebut maka peneliti menggunakan model penelitian eksperimental (*experimental research model*) untuk mencari tahu tentang fenomena air tanah yang terjadi. Penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang di dalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat.

Penelitian ini akan menggunakan model penelitian eksperimental tentang **"Analisis Pengaruh Tingkat Intensitas Curah Hujan Terhadap Parameter Kejut Kapiler Pada Tanah Yang Berbutir Halus"** terhadap jenis tanah, lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*), lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*), dan lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*) dengan metode simulasi menggunakan hujan buatan dari alat model simulasi kejut kapiler yang telah didesain dan dibuat khusus (*Specific Equipment*).

B. Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada lokasi sebagai berikut:

1. Untuk penelitian karakteristik tanah dilakukan di Laboratorium Pengujian Tanah Universitas Bosowa Makassar Dan Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Untuk pengujian model dilakukan di Desa Lonjoboko Kabupaten Gowa.

C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah segala kondisi yang diobservasi, dikontrol bahkan dimanipulasi oleh peneliti ketika melakukan penelitian. Pada penelitian ini terdapat 2 (dua) jenis variabel, yaitu variabel bebas (*Independent Variable*) dan variabel terikat (*Dependent Variable*). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas pada penelitian ini, yaitu Intensitas Curah Hujan

2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat pada penelitian ini, yaitu :

- a. Waktu kejut kapiler
- b. Tinggi kejut kapiler

Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam penelitian ini dapat digambarkan dengan skema sebagai berikut.



Gambar 6. Hubungan Variabel Penelitian

D. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional adalah mendefinisikan variabel secara operasional berdasarkan karakteristik yang diamati yang memungkinkan peneliti untuk melakukan observasi atau pengukuran secara cermat terhadap suatu objek atau fenomena. Dalam penelitian ini terdapat tiga variabel yang divariasikan dan diamati, antara lain:

1. Intensitas curah hujan

Intensitas curah hujan adalah banyaknya curah hujan yang jatuh per satuan waktu, dinyatakan dalam mm/jam untuk memudahkan pengukuran maka dikonversikan ke L/jam. Intensitas curah hujan menunjukkan letak tidaknya hujan. Dalam penelitian ini digunakan tiga jenis intensitas curah hujan yaitu I_1 , I_2 , dan I_3 .

2. Waktu kejut kapiler

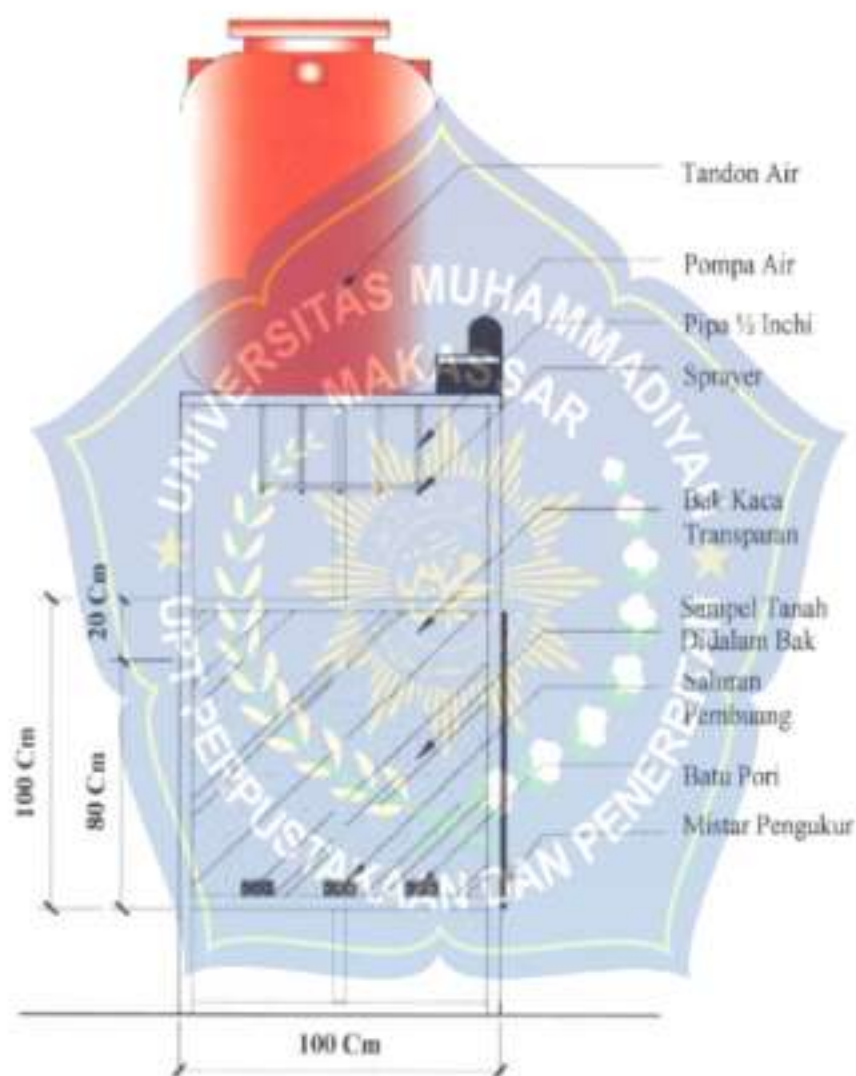
Waktu kejut kapiler adalah durasi waktu saat level muka air tanah mulai turun, sejak menerima curah hujan yang berlangsung hingga level muka air tanah kembali naik, sampai kembali pada level semula.

3. Tinggi kejut kapiler

Tinggi kejut kapiler adalah degradasi level muka air tanah yang turun dari level awal sebelum menerima curah hujan, sampai dengan level terendah sebelum muka air tanah kembali naik.

E. Rancangan Penelitian

1. Instrument Penelitian



Gambar 7. Sketsa Alat Model



Gambar 3. Foto Alat Model

Komponen Alat Pengujian:

- a. Bak Air Kapasitas 600 liter
- b. Mesin Air
- c. Pipa PVC
- d. Keran Air
- e. *Sprayer* yang dilengkapi dengan motor penggerak
- f. Tirai Plastik
- g. Bak Transparan (Kaca)
- h. Mistar Pengukur
- i. Batu Pori

2. Prosedur Pengujian

a. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan untuk mengantisipasi segala keadaan yang berkaitan dengan prosedur penelitian, seperti :

- 1) Pembersihan alat
- 2) Pengecekan alat dan bahan yang akan digunakan
- 3) Persiapan perangkat instrument yang dibutuhkan
- 4) Persiapan personil pengamatan serta persatuan persepsi dalam melakukan tindakan pengujian, pengamatan dan pengambilan data.

b. Tahapan Penentuan Dan Pemeriksaan Media Tanah

Penentuan jenis tanah dengan melakukan uji karakteristik tanah sesuai dengan tanah yang diamati yaitu, tanah berbutir halus. Setelah pengambilan sampel tanah, pertama-tama tanah dijemur di bawah sinar matahari sampai kering, setelah tanah dalam keadaan kering kemudian tanah tersebut disaring dengan nomor ayakan yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan penelitian, agar mendapatkan kondisi tanah yang bagus untuk dilakukan penelitian pada model alat simulasi kejut kapiler.

c. Tahap Kalibrasi Alat

Sebelum prosedur pengujian model simulasi kejut kapiler, perlu dilakukan kalibrasi alat terlebih dahulu. Alat model simulasi kejut kapiler harus disesuaikan intensitasnya dengan intensitas curah hujan yang digunakan. Kalibrasi alat ini dilakukan untuk mencocokkan durasi hujan sesuai dengan intensitas yang telah ditentukan. Kalibrasi alat dilakukan dengan cara mengisi tandon air sesuai dengan

besarnya intensitas (misalnya $I_{15} = 375,94$ Liter/Jam), dengan gelas ukur kapasitas dua liter hingga mencapai intensitas yang ditentukan. Kemudian *sprayer* (alat penyemprot) disetting besar semprotannya. Setelah itu, dilakukan simulasi hujan satu jam dengan kondisi mesin pendorong air menyala agar semprotan air konstan. Langkah tersebut dilakukan hingga tandon air yang berisi air sesuai dengan intensitas curah hujan habis dalam waktu satu jam. Langkah ini dilakukan pada setiap pengukuran.

d. *Running Test*

Pada saat proses *running test* dilakukan tahapan pelaksanaan sebagai berikut:

- 1) Pengisian bak simulasi selebar 100 cm^2 dan tinggi 80 cm dengan sampel tanah ($\pm 0,8$ kubik sampel tanah tiap sekali simulasi).
- 2) Melakukan pemadatan tanah menggunakan bor pemadat. Metode pemadatan yang digunakan yaitu, melakukan pemadatan tiap lapisan dengan cara mengisi tanah kedalam bak setinggi 20 cm, kemudian dipadatkan menggunakan bor pemadat mengelilingi tanah hingga kepadatan merata. Langkah ini dilakukan sebanyak 4 kali hingga tanah mencapai ketinggian 80 cm dengan kepadatan yang merata (diasumsikan menyerupai kepadatan lapangan).
- 3) Bak kontrol muka air tanah yang diasumsikan sebagai lubang atau sumur air di lapangan diisi dengan air setinggi 25 cm yang dibiarkan merembes dari samping melalui batu pori. Jika air habis maka dilakukan penambahan

air dengan interval 15 cm hingga dasar tanah homogen, hal ini bertujuan untuk menyerupai kondisi air tanah di lapangan.

- 4) Bagian atas alat simulasi kejut kapiler ditutup menggunakan tirai plastik transparan, hal ini bertujuan agar tidak ada air yang terbang keluar saat simulasi hujan dilakukan.
- 5) Setelah semua langkah diatas selesai maka proses simulasi hujan dan pengukuran kejut kapiler siap dilakukan. Mula-mula bak air tanah diisi air setinggi 25 cm, kemudian segera setelah itu *sprayer* (alat penyemprot) dan mesin penggerak air dinyalakan bersamaan dengan *stopwatch*.
- 6) Pengukuran parameter kejut kapiler yaitu, waktu kejut kapiler dan tinggi kejut kapiler dilakukan tiap menit.
- 7) Pengukuran dihentikan jika air hujan dengan intensitas yang telah ditentukan telah habis dan ketinggian air tanah telah konstan.
- 8) Bak simulasi dibersihkan untuk bersiap ke pengukuran sampel tanah dan intensitas curah hujan selanjutnya.

F. Teknik Pengumpulan Data

Data-data yang perlu dikumpulkan dalam penelitian ini, terdiri atas beberapa macam, antara lain:

1. Data (*Preliminary Test*), antara lain: level zone jenuh dan level zone kapiler.

Pengambilan data tersebut dilakukan setelah pemberian air genangan di dasar lapisan, dan didiamkan pada saat zone kapiler tidak berubah lagi.

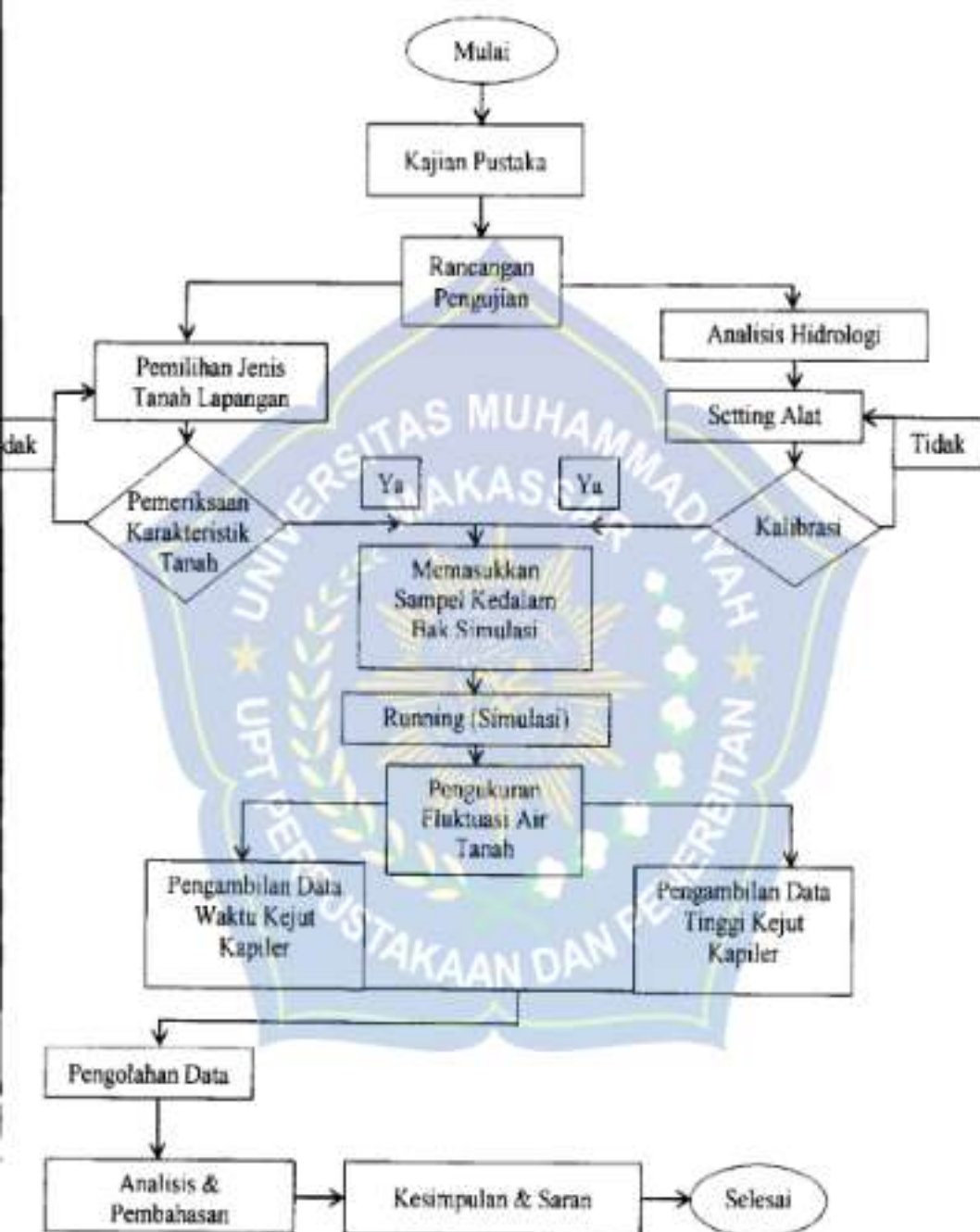
2. Data (*Main Test*), antara lain: volume air semprotan, waktu kejut kapiler, dan tinggi kejut kapiler. Pengambilan data tersebut dilakukan pada saat proses penghujanan (simulasi hujan) selama satu jam.

G. Teknik Analisis Data

Data hasil pengamatan akan diolah dengan metode statistic deskriptif, baik dalam perhitungan numerik maupun dalam penggambaran fluktuasi level zone air tanah. Dari hasil pengolahan data selanjutnya akan dilakukan analisis empiric sehingga dapat dirumuskan formulasi hubungan antar parameter yang dihasilkan dari pengolahan data hasil penelitian. Korelasi parameter yang ingin dilihat dalam penelitian ini, antara lain:

1. Hubungan intensitas curah hujan terhadap waktu kejut kapiler yang diamati sesaat setelah diujani sampai mencapai kondisi stabil.
2. Hubungan intensitas curah hujan terhadap ketinggian kejut kapiler yang diamati sesaat setelah diujani sampai mencapai kondisi stabil.

H. Flow Chart



Gambar 9. Flow Chart Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengamatan menggunakan alat model simulasi hujan yang dilakukan di Jalan Poros Malino Desa Lonjoboko Kabupaten Gowa, dengan menggunakan media tiga jenis tanah berbutir halus yang diambil pada tiga lokasi yang berbeda yaitu, lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*) yang lokasi pengambilan sampelnya di Jungle Camp Waduk Bili-bili Kab. Gowa, lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*) yang lokasi pengambilan sampelnya di Malino Kec. Parigi Kab. Gowa, dan lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*) yang lokasi pengambilan sampelnya di Desa Pakatto Kec. Bontomarannu Kab. Gowa. Kemudian diuji di dalam alat simulasi kejut kapiler menggunakan tiga jenis intensitas curah hujan yaitu, I_3 , I_{12} , dan I_{25} di tiga lokasi terdekat dari pengambilan sampel tanah yaitu stasiun curah hujan Pakatto, stasiun curah hujan Malino, dan stasiun curah hujan Jenetallisa. Maka diperoleh penurunan muka air tanah di awal musim penghujan (*Beginning of rainy season*) atau yang disebut dengan istilah kejut kapiler pada tiga jenis tanah tersebut. Adapun hasil penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

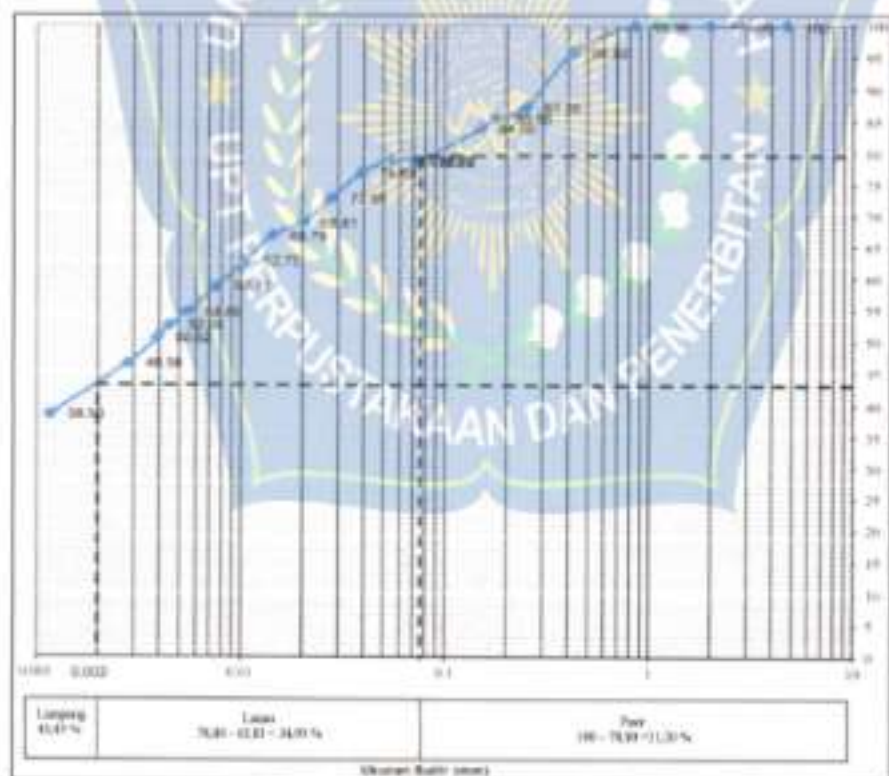
A. Karakteristik Tanah

Pengujian karakteristik tanah untuk mengetahui urutan persentase dominan butiran tanah dan sifat-sifat fisik tanah yang dilakukan di Laboratorium Pengujian tanah Universitas Bosowa dan Politeknik Negeri Ujung Pandang. Adapun hasil pengujian laboratorium sebagai berikut :

1. Sampel Lokasi Jungle Camp Waduk Bili-Bili Kab Gowa



Gambar 10. Grafik Analisa Saringan Sampel Bili-Bili



Gambar 11. Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer Sampel Bili-Bili

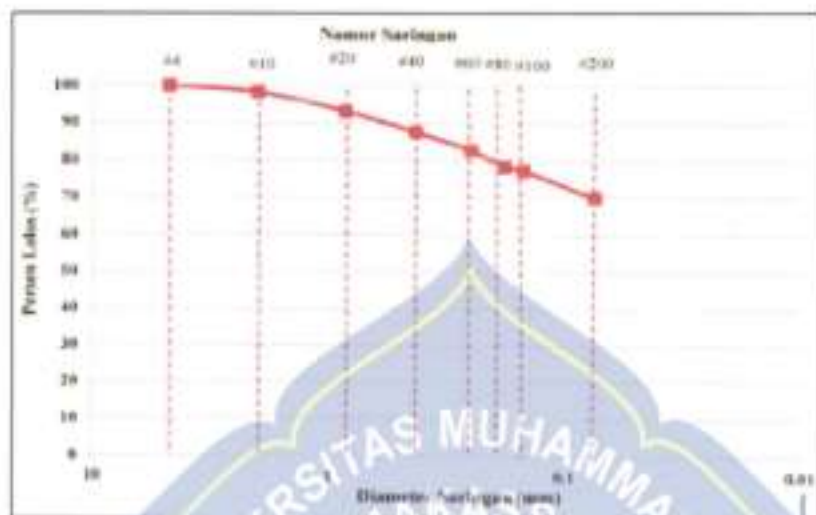
Di dalam metode klasifikasi tanah USCS mendefinisikan jenis tanah berbutir halus sebagai tanah yang mengandung lebih dari 50% butiran lolos saringan 0,075 mm (No. 200) (Sakirman,1992). Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan diperoleh berat tanah yang lolos saringan No. 200 seberat 404,40 gram dari total berat tanah 500 gram. Sedangkan yang tertahan disaringan No. 200 seberat 95,60 gram dari berat total yakni 500 gram. Sehingga tanah yang diuji dapat dikategorikan sebagai tanah berbutir halus.

Selanjutnya dari hasil perhitungan karakteristik tanah yang terlampir pada lampiran 1 halaman L1.4 – L1.5 maka diperoleh persentase ukuran butiran dominan sampel Bili-Bili adalah sebagai berikut :

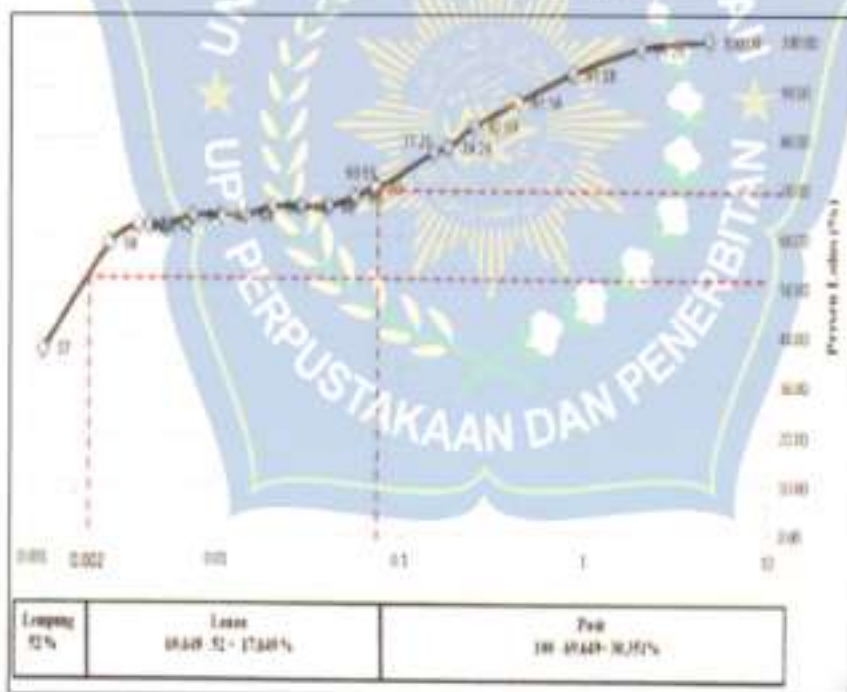
Lempung	: 43,85%
Lanau	: 34,95%
Pasir	: 21,20%

Persentase ukuran dominan butiran diatas menunjukkan bahwa jenis tanah yang telah diuji di laboratorium adalah lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*).

2. Sampel Lokasi Malino Kec Parigi Kab Gowa



Gambar 12. Grafik Analisa Saringan Sampel Malino



Gambar 13. Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer Sampel Malino

Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan diperoleh berat tanah yang lolos saringan No. 200 sebesar 174,823 gram dari total berat tanah 250 gram. Sedangkan yang tertahan disaringan No. 200 sebesar 75,177 gram dari berat total yakni 250 gram sehingga tanah tersebut juga termasuk dalam jenis tanah berbutir halus.

Selanjutnya dari hasil perhitungan karakteristik tanah yang terlampir pada lampiran 1 halaman L1.12 – L1.15 maka diperoleh persentase ukuran butiran dominan sampel Malino adalah sebagai berikut

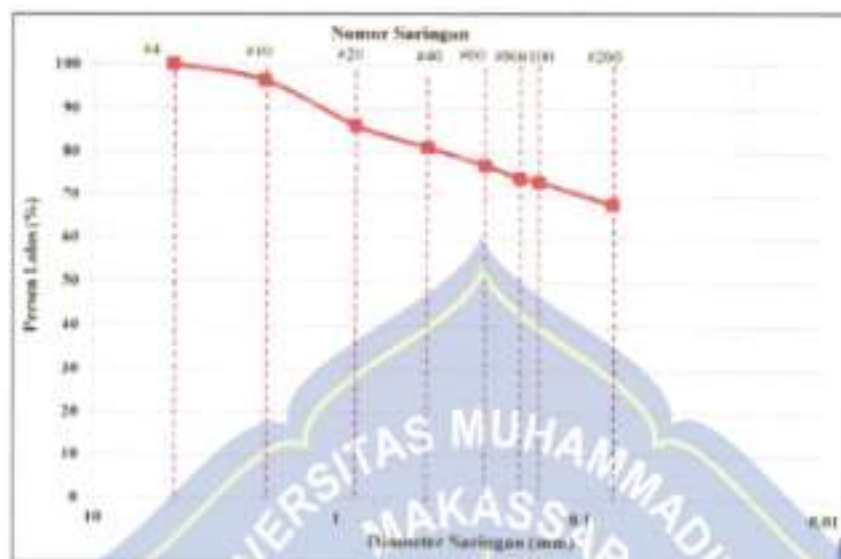
Lempung : 52,00%

Pasir : 30,35%

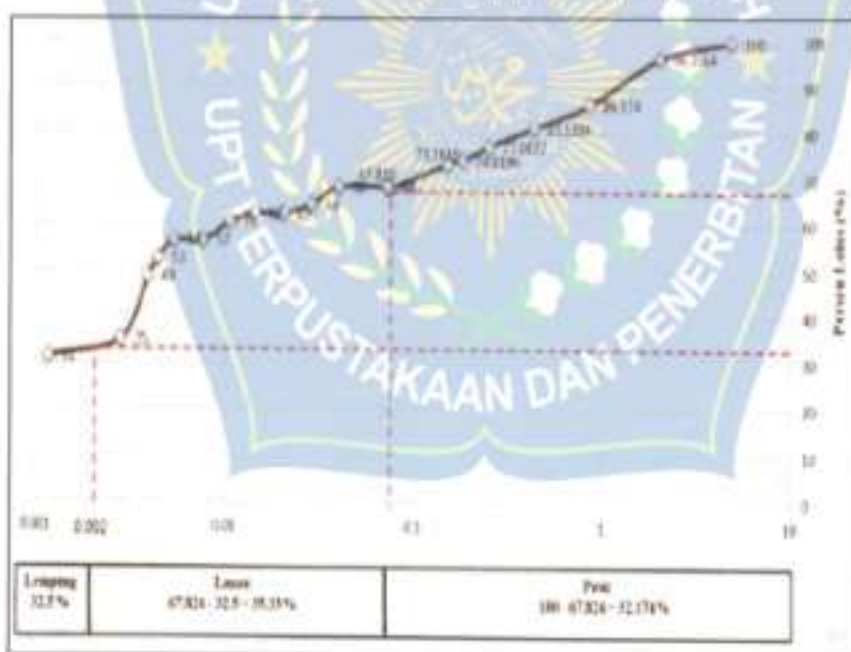
Lanau : 17,65%

Dari persentase ukuran butiran dominan tersebut maka jenis tanah diatas dikategorikan sebagai jenis tanah lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*).

3. Sampel Lokasi Pakatto Kec Bontomarannu Kab Gowa



Gambar 14. Grafik Analisa Saringan Sampel Pakatto



Gambar 15. Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer Sampel Pakatto

Setelah melakukan pengujian analisa saringan untuk tanah Pakatto diperoleh berat tanah yang lolos saringan No. 200 sebesar 169,565 gram dari total berat tanah 250 gram. Sedangkan yang tertahan disaringan No. 200 sebesar 80,435 gram dari berat total yakni 250 gram sehingga tanah tersebut juga termasuk dalam jenis tanah berbutir halus.

Selanjutnya dari hasil perhitungan karakteristik tanah yang terlampir pada lampiran 1 halaman L1.19 – L1.22 maka diperoleh persentase ukuran butiran dominan sampel Pakatto adalah sebagai berikut



Lanau	35,33%
Lempung	32,40%
Pasir	32,17%

Dari hasil pengujian laboratorium tersebut dapat dilihat bahwa jenis tanah diatas merupakan jenis tanah lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*).

B. Hasil Perhitungan Curah Hujan

Data intensitas curah hujan diperoleh dari kantor dinas PU Pettarani Makassar yang kemudian dianalisis untuk memperoleh tiga jenis intensitas curah hujan yang akan digunakan untuk menghujani tiga jenis tanah yang telah diperoleh menggunakan alat model simulasi kejut kapiler. Pengambilan data intensitas curah hujan disesuaikan pada stasiun hidrologi terdekat dan saling berkaitan dari lokasi pengambilan sampel tanah yaitu, stasiun hidrologi Pakatto, stasiun hidrologi Jenetalasa, dan stasiun hidrologi Malino. Adapun peta situasi pengambilan sampel dan stasiun hidrologi yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 2 halaman 1.2.1.

Perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode distribusi Log Pearson Type III dikarenakan metode tersebut yang paling mendekati beberapa parameter yang menjadi syarat penggunaan suatu metode distribusi, dengan memperhitungkan nilai C_s dan C_v (Bambang Triatmodjo, 2008) yang memenuhi persyaratan. Selanjutnya, nilai C_s dan C_v pada metode distribusi Log Pearson type III digunakan pada metode mononobe untuk menghitung intensitas curah hujan. Adapun hasil perhitungan intensitas curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini sebagaimana terlampir pada lampiran 2 halaman 1.2.6 – 1.2.8 adalah sebagai berikut :

$$I_2 = 230,38 \text{ L/Jam}$$

$$I_{15} = 375,94 \text{ L/Jam}$$

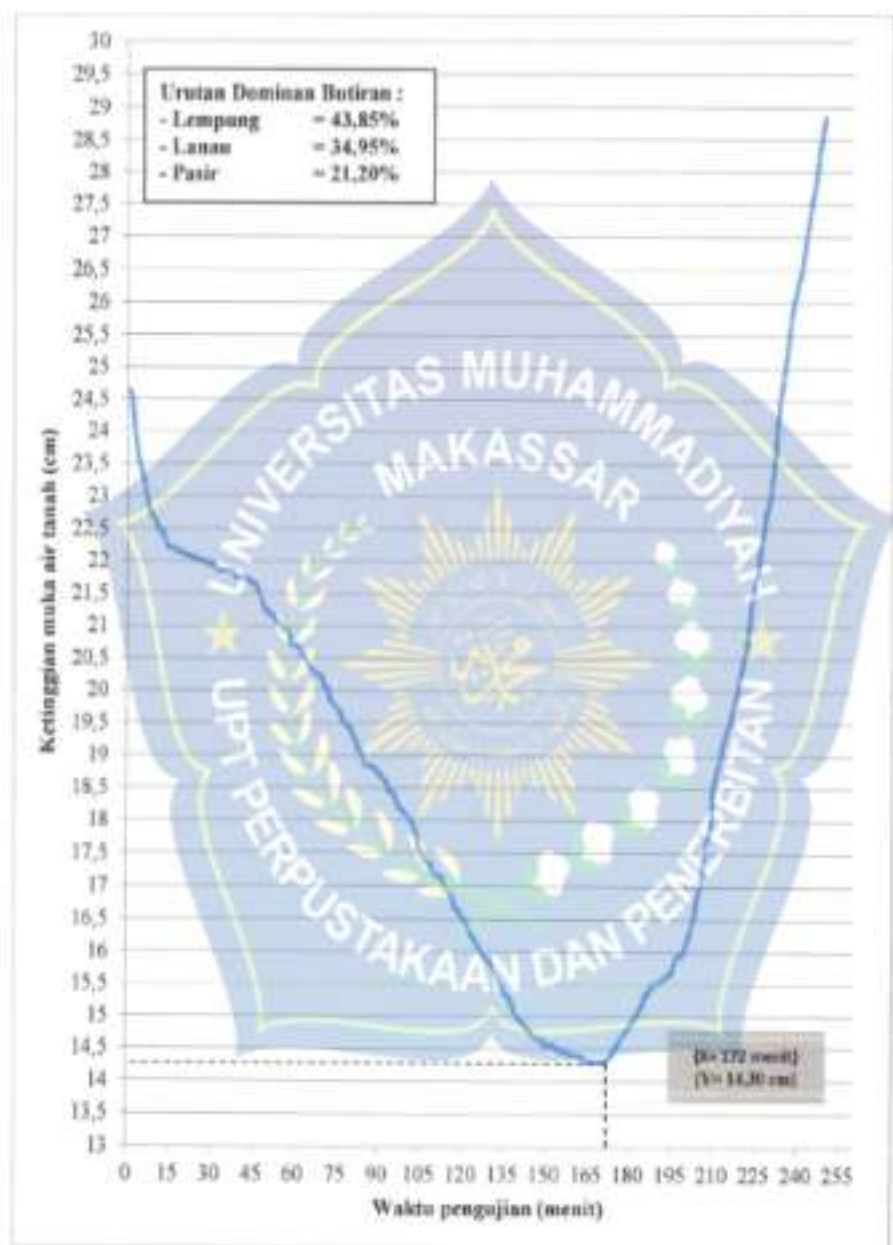
$$I_{25} = 496,48 \text{ L/Jam}$$

C. Fluktuasi Muka Air Tanah

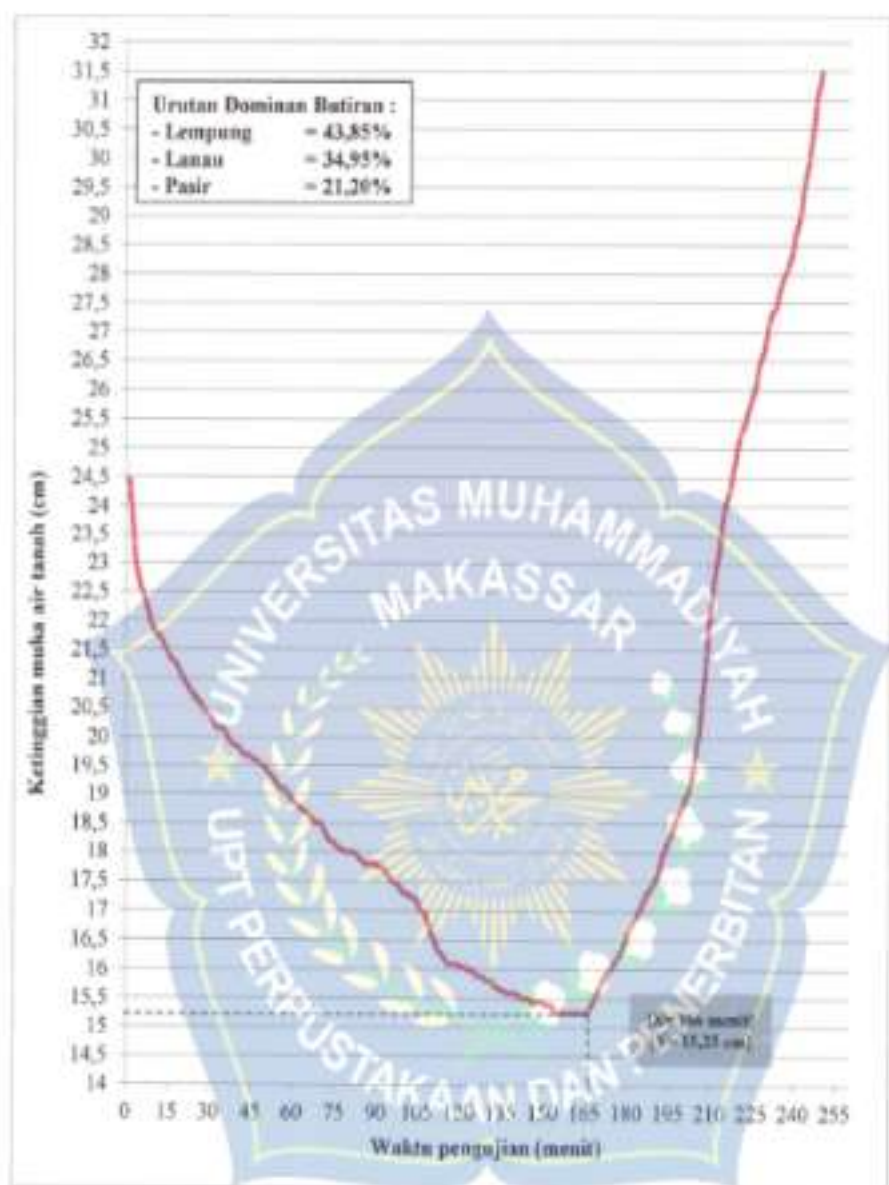
Pemodelan bak air tanah yang diasumsikan sebagai lubang yang terisi air maupun sumur alami di lapangan, digunakan sebagai alat pengukuran fluktuasi muka air tanah pada saat proses *runnng* dilakukan. Pengukuran parameter kejut kapiler yaitu, tinggi kejut kapiler dan waktu kejut kapiler diambil dari perilaku air tanah selama percobaan dilakukan. Menurut Wiyanti dkk (2019), fluktuasi air tanah adalah selisih ketinggian muka air tanah pada musim kemarau dan musim hujan.

Pengukuran fluktuasi air tanah ini bertujuan untuk mengetahui ketinggian level muka air tanah baik sebelum maupun setelah diujani. Pengukuran dilakukan setiap menit, dimulai saat proses *runnng* simulasi dilakukan kemudian terjadi penurunan muka air tanah hingga level ketinggian muka air tanah naik kembali. Pengukuran dihentikan ketika sampel tanah di dalam bak pengukuran telah homogen dan ketinggian air tanah telah konstan diakhir simulasi hujan dengan intensitas tertentu. Setelah mengetahui fluktuasi air tanah maka data pengukuran parameter kejut kapiler yakni tinggi kejut kapiler dan waktu kejut kapiler dapat diperoleh. Berikut ini akan disajikan hasil pengukuran fluktuasi air tanah menggunakan tiga jenis tanah berbutir halus yaitu, lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*), lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*), dan lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*), yang kemudian dilakukan simulasi hujan menggunakan tiga jenis intensitas curah hujan yaitu I_1 , $I_{1.5}$, $I_{2.5}$ sebagaimana yang terlampir pada lampiran 3 halaman L3.1-L3.50.

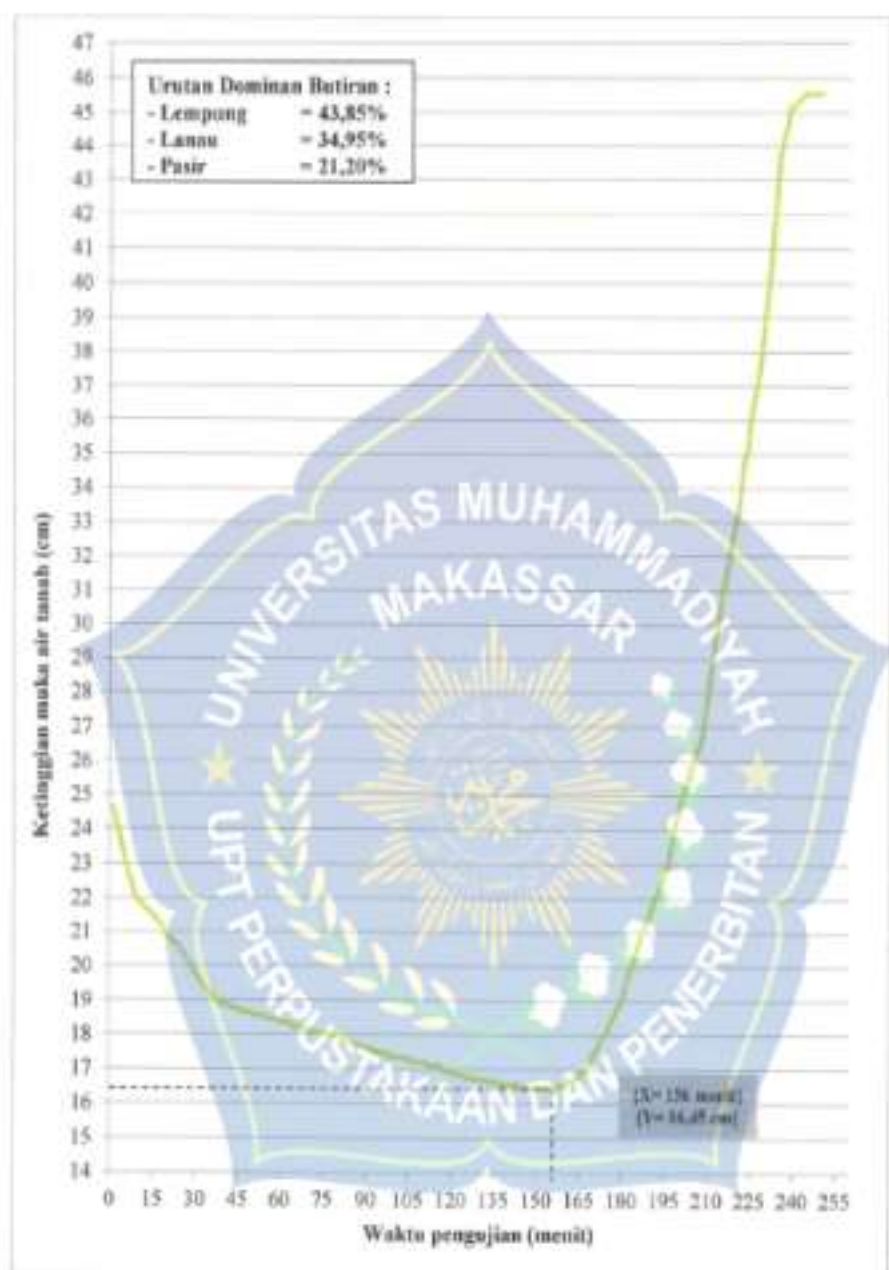
1. Hasil Pengukuran Fluktuasi Muka Air Tanah Lempung Lanau Berpasir
(Sandy Silty Clay) Bili-Bili.



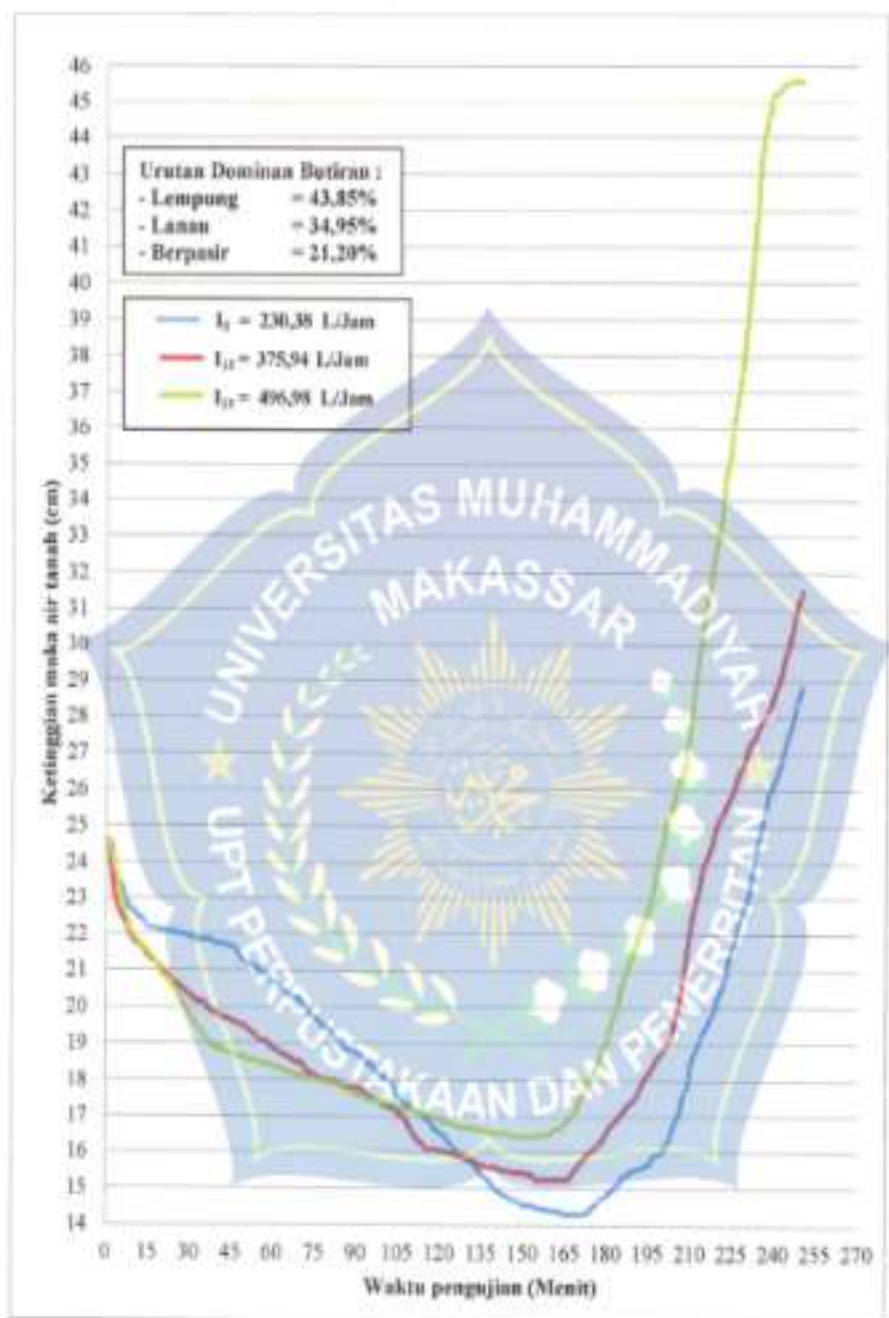
Gambar 16. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_s = 230,38$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (Sandy Silty Clay) Bili-Bili



Gambar 17. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{15} = 375,94$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (Sandy Silty Clay) Bili-Bili



Gambar 18. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{25} = 496,48$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (Sandy Silty Clay) Bili-Bili



Gambar 19. Grafik Kombinasi Fluktuasi Muka Air Tanah Pada Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (Sandy Silty Clay) Bili-Bili Dengan Intensitas Curah Hujan I_5 , I_{15} , Dan I_{25}

Pada gambar 16 dapat dilihat bahwa intensitas curah hujan I_5 dengan nilai 230,38 L/Jam, penurunan level ketinggian muka air tanahnya dimenit pertama mengalami penurunan yang semula setinggi 25 cm menjadi 24,65 cm, pada menit ke 30 ketinggian muka air tanah menurun secara signifikan mencapai ketinggian 21,95 cm, kemudian dimenit 60 ketinggian air tanah mencapai 20,70 cm, untuk menit ke 120 mencapai 16,55 cm. Akhir penurunan level muka air tanah pada menit 172 dengan ketinggian muka air tanah 14,30 cm, hingga level air tanah naik kembali dimenit 173 dengan ketinggian muka air tanah 14,35 cm dan seterusnya. Sehingga diperoleh ketinggian penurunan level muka air tanah (tinggi kejut kapiler) setinggi 10,70 cm.

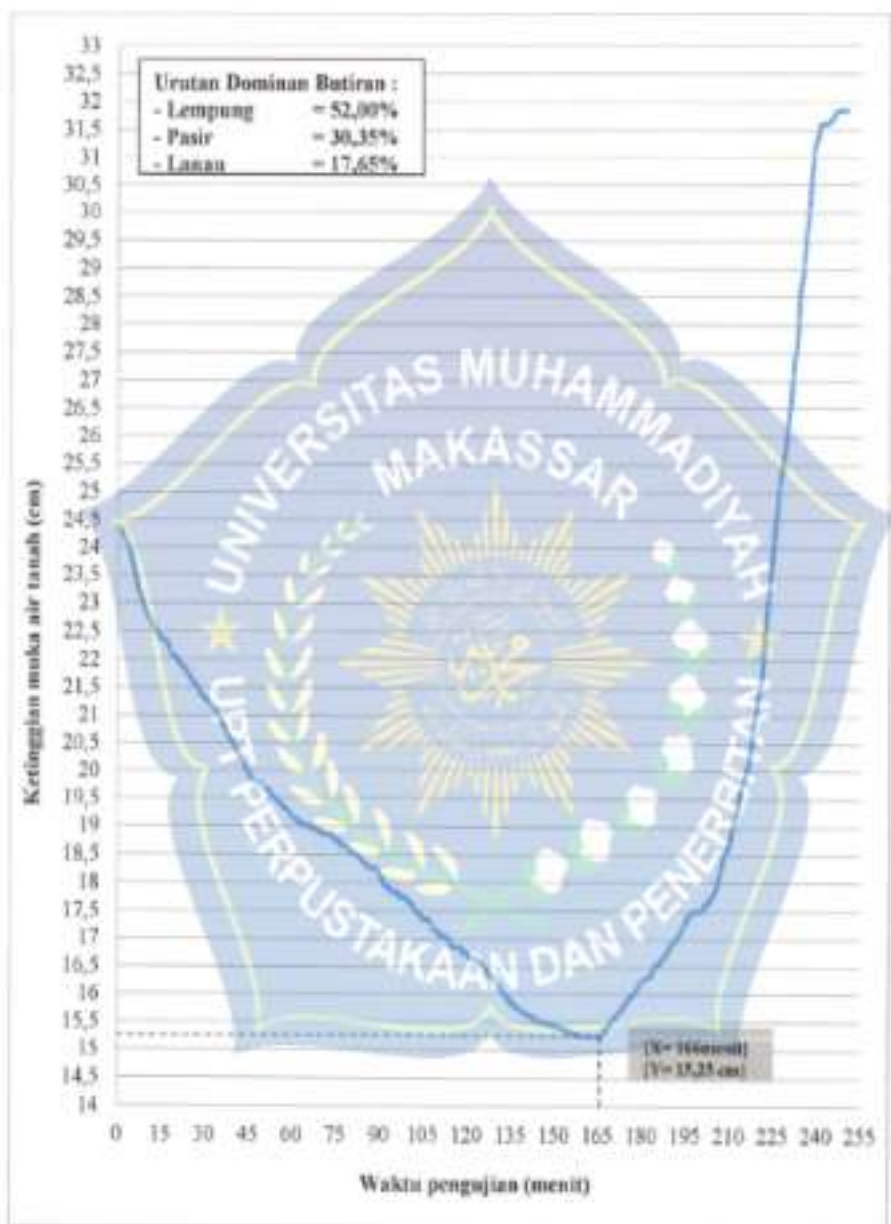
Pada gambar 17 untuk intensitas curah hujan I_{15} dengan nilai 375,94 L/jam, penurunan level ketinggian muka air tanahnya pada menit pertama mengalami penurunan yang awalnya 25 cm menjadi 24,45 cm, pada menit ke 30 menjadi 20,35 cm, pada menit ke 60 level ketinggian muka air tanah semakin menurun yaitu 18,19 cm, kemudian pada menit ke 120 mencapai 16,05 cm. Penurunan level muka air tanah terakhir terjadi dimenit 166 menjadi 15,22 cm, hingga saat menit ke 167 level muka air tanah mengalami kenaikan 15,35 cm dan seterusnya. Maka diperoleh penurunan level ketinggian muka air tanah (tinggi kejut kapiler) setinggi 9,75 cm.

Kemudian pada gambar 18 untuk intensitas curah hujan I_{25} dengan nilai 496,48 L/Jam, penurunan level ketinggian muka air tanahnya pada menit pertama mengalami penurunan yang awalnya 25 cm menjadi 24,65 cm, pada menit ke 30 menjadi 19,80 cm, pada menit ke 60 level ketinggian air tanah semakin menurun

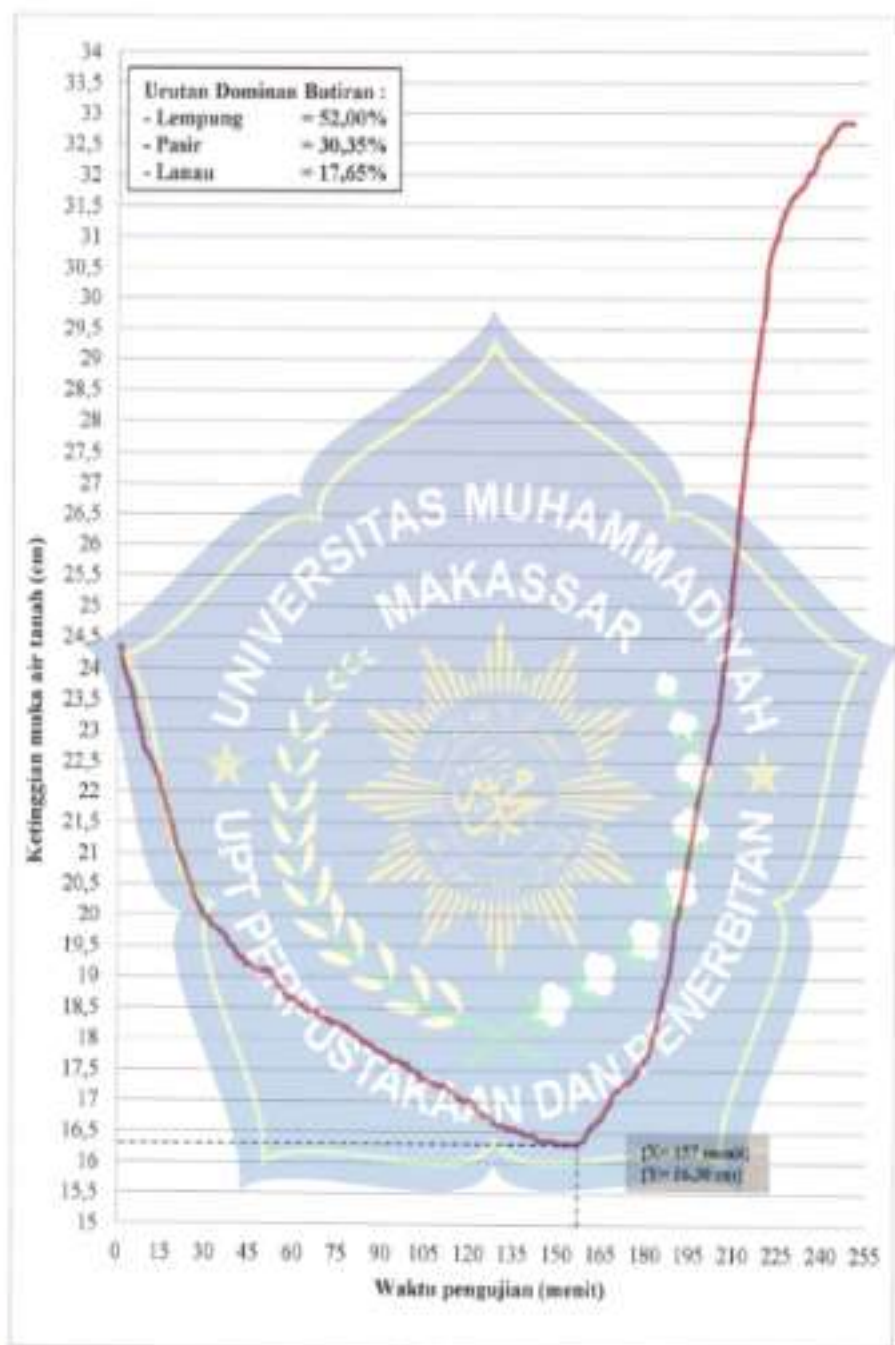
yaitu 18,40 cm, kemudian pada menit ke 120 mencapai 16,95 cm. Penurunan level muka air tanah terakhir terjadi dimenit 156 menjadi 15,22 cm, hingga saat menit ke 157 level muka air tanah mengalami kenaikan 16,50 cm dan seterusnya. Maka diperoleh penurunan level ketinggian muka air tanah (tinggi kejut kapiler) setinggi 8,55 cm.

Selanjutnya dilakukan kombinasi grafik hasil analisis fluktuasi muka air tanah untuk mengetahui perbandingan penurunan dan *recovery* level ketinggian muka air tanah akibat pengaruh tiga intensitas curah hujan yang digunakan sebagaimana yang tertera pada gambar 19. Kecepatan penurunan level muka air tanah berurutan dari intensitas curah hujan terkecil ke intensitas curah hujan yang lebih besar. Dapat dilihat bahwa penurunan level ketinggian muka air tanah maksimum pada intensitas curah hujan I_1 dimenit 172 dengan ketinggian muka air tanah 14,30 cm, kemudian $I_{1.5}$ dimenit 166 ketinggian muka air tanah 15,25 cm, dan yang paling cepat $I_{2.5}$ dimenit 156 ketinggian muka air tanah 16,45 cm. Selain itu, waktu *recovery* level ketinggian muka air tanah pada gambar 4.10 diperoleh juga secara berurutan berdasarkan besarnya intensitas curah hujan yang digunakan dimana untuk intensitas curah hujan I_1 waktu *recovery* level ketinggian muka air tanahnya dimenit ke 173, $I_{1.5}$ dimenit 167, dan yang tercepat $I_{2.5}$ dimenit 157. Sehingga pada jenis tanah lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*) kecepatan *recovery* level ketinggian muka air tanah dipengaruhi oleh besarnya intensitas yang digunakan, dimana semakin besar intensitas curah hujan maka *recovery* level ketinggian muka air tanah akan semakin cepat.

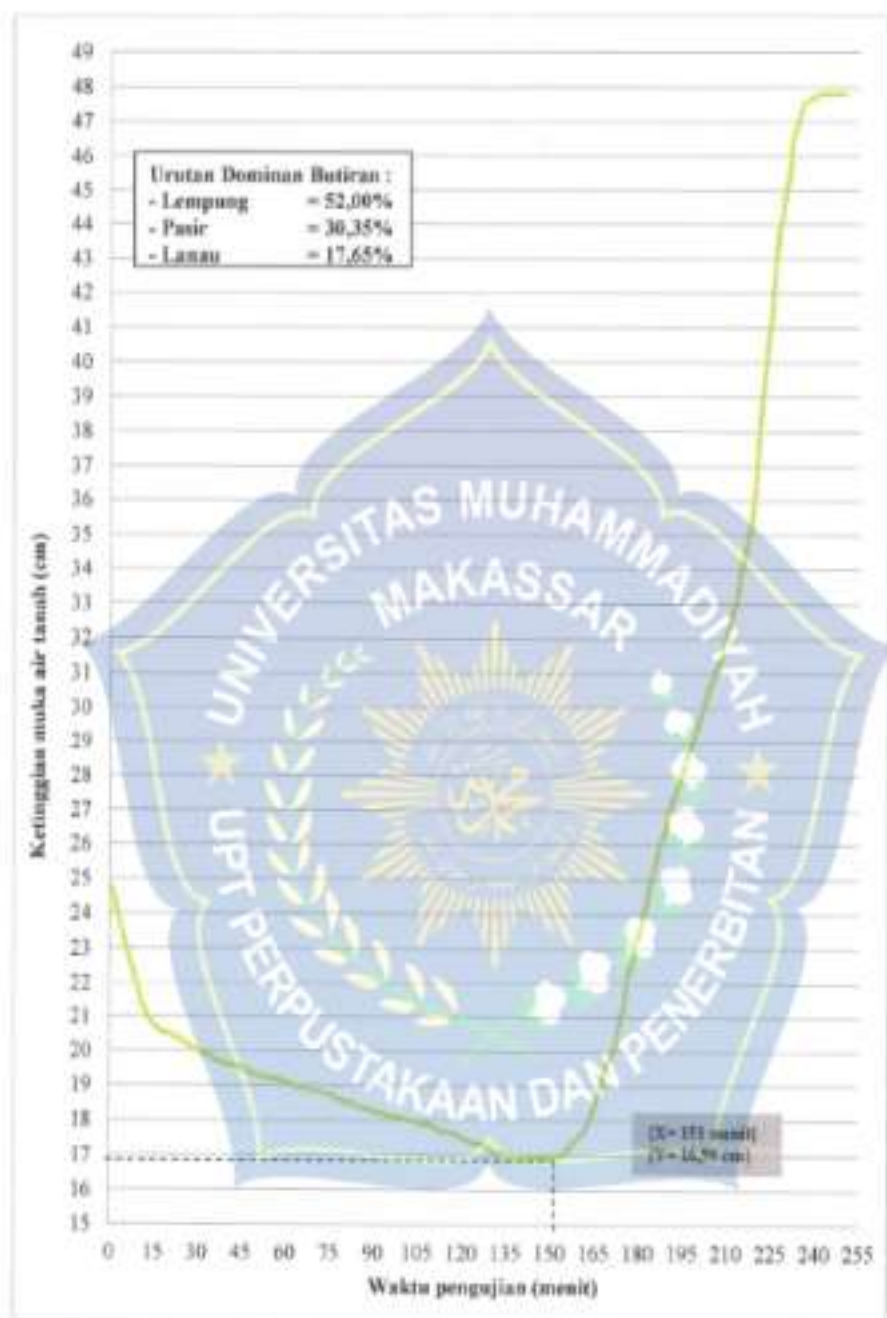
2. Hasil Pengukuran Fluktuasi Muka Air Tanah Lempung Pasir Berlanau (*silty sandy clay*)



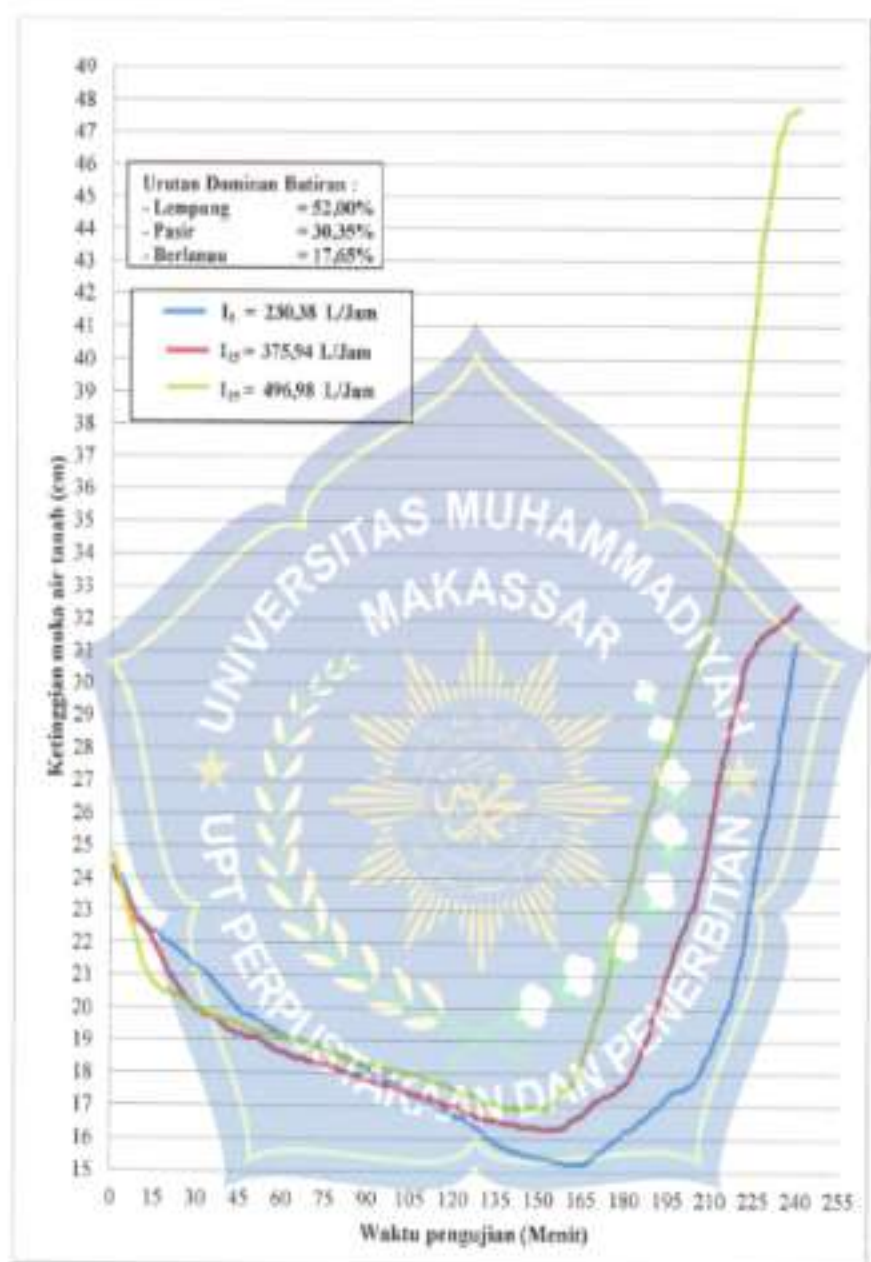
Gambar 20. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_s = 230,38$ L/jam Jenis Tanah Lempung Pasir Berlanau (*silty sandy clay*) Malino



Gambar 21. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{15} = 375,94$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Pasir Berlanau (silty sandy clay) Malino



Gambar 22. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{25} = 496,48$ L/Jam Jenis Tanah Lempung Pasir Berlanau (silty sandy clay) Malino



Gambar 23. Grafik Kombinasi Fluktuasi Muka Air Tanah Pada Jenis Tanah Lempung Pasir Berlempung (silty sandy clay) Malino, Dengan Intensitas Curah Hujan I_1 , I_{15} Dan I_{24}

Intensitas curah hujan I_3 dengan nilai 230,38 L/Jam Pada gambar 20, memiliki penurunan level ketinggian air tanah dimenit pertama yang semula setinggi 25 cm menjadi 24,35 cm, pada menit ke 30 ketinggian air tanah menurun mencapai ketinggian 21,30 cm, dimenit 60 ketinggian air tanah mencapai 19,15 cm, untuk menit ke 120 mencapai 16,75 cm. Akhir penurunan level muka air tanah pada menit 166 dengan ketinggian air tanah 15,25 cm, hingga level air tanah naik kembali dimenit 167 dengan ketinggian air tanah 15,30 cm dan seterusnya. Sehingga diperoleh ketinggian penurunan level air tanah (tinggi kejut kapiler) setinggi 9,75 cm

Pada intensitas curah hujan I_3 dengan nilai 375,94 L/jam, penurunan level ketinggian air tanahnya pada menit pertama mengalami penurunan yang awalnya 25 cm menjadi 24,35 cm, pada menit ke 30 menjadi 19,95 cm, pada menit ke 60 level ketinggian air tanah semakin menurun yaitu 18,65 cm, kemudian pada menit ke 120 mencapai 17,00 cm. Penurunan level muka air tanah terakhir terjadi di menit 157 menjadi 16,30 cm, hingga saat menit ke 158 level muka air tanah mengalami kenaikan 16,35 cm dan seterusnya. Maka diperoleh tinggi penurunan level ketinggian air tanah (tinggi kejut kapiler) 8,70 cm. Dapat dilihat pada gambar 21.

Kemudian digambar 22 intensitas curah hujan I_3 496,48 L/Jam, memiliki penurunan level ketinggian air tanah pada menit pertama mengalami penurunan yang awalnya 25 cm menjadi 24,75 cm, pada menit ke 30 menjadi 20,05 cm, pada menit ke 60 level ketinggian air tanah semakin menurun yaitu 19,10 cm, kemudian pada menit ke 120 mencapai 17,50 cm. Penurunan level muka air tanah terakhir terjadi di menit 151 menjadi 16,90 cm, hingga saat menit ke 152 level

muka air tanah mengalami kenaikan 16,95 cm dan seterusnya. Maka diperoleh tinggi penurunan level ketinggian air tanah (tinggi kejut kapiler) 8,10 cm.

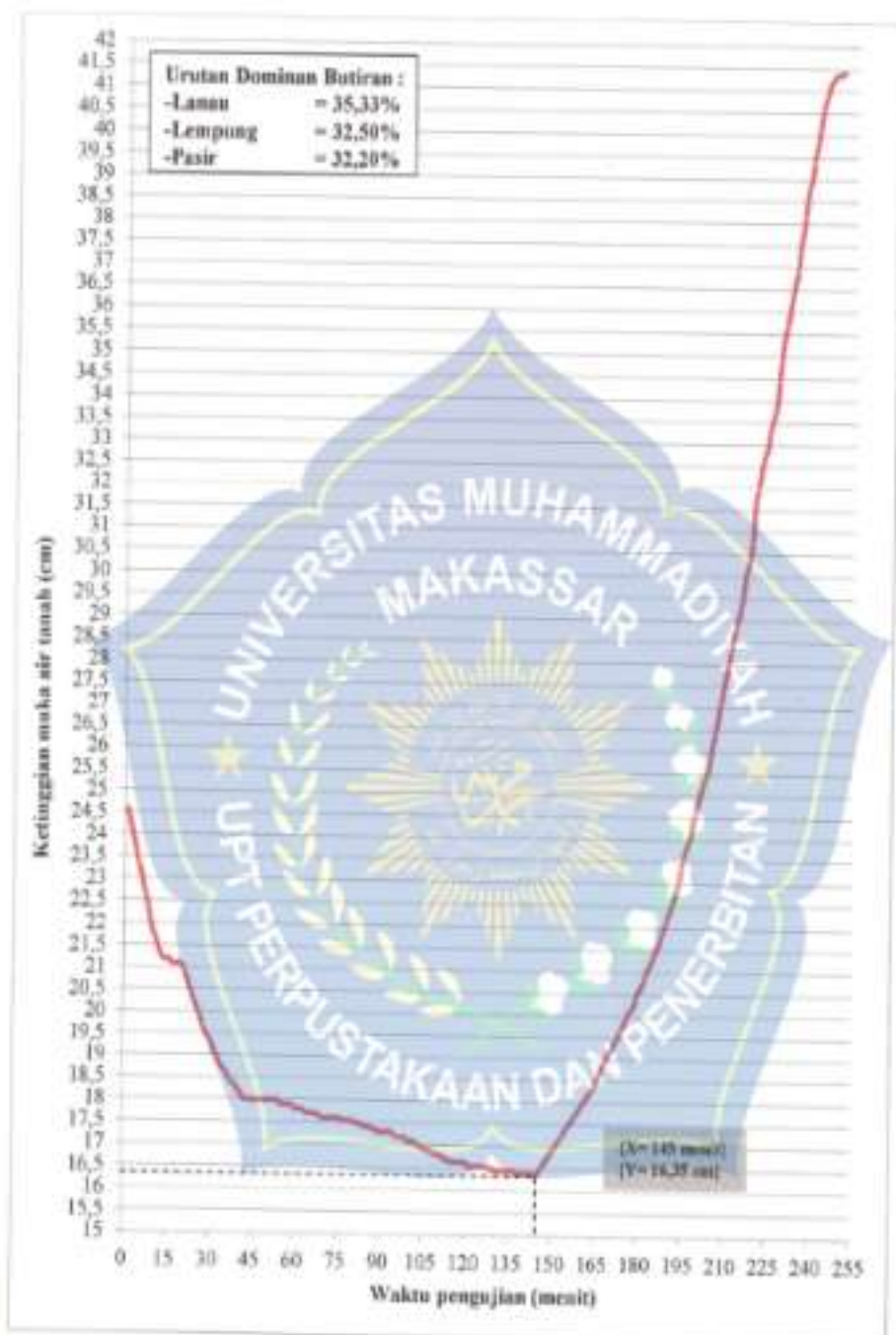
Untuk mengetahui pengaruh intensitas curah hujan terhadap fluktuasi muka air tanah pada sampel tanah lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*), maka ketiga jenis intensitas curah hujan dikombinasikan pengukuran fluktuasi muka air tanahnya seperti yang terdapat pada gambar 23 dapat dilihat bahwa I_1 memiliki titik penurunan muka air tanah maksimum di menit ke 166 dengan ketinggian muka air tanah 15,25 cm, kemudian untuk I_2 memiliki titik penurunan muka air tanah maksimum di menit ke 157 dengan ketinggian muka air tanah 16,30 cm, dan yang terakhir I_3 memiliki titik penurunan muka air tanah maksimum di menit ke 151 dengan ketinggian muka air tanah 16,90 cm. Sehingga dapat dilihat bahwa semakin besar intensitas curah hujan yang digunakan untuk menghujani sampel lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*), maka kecepatan penurunan level ketinggian muka air tanah akan semakin cepat begitupun dengan tinggi kejut kapiler yang dihasilkan.

Waktu naiknya level ketinggian muka air tanah seperti yang ada pada gambar 23 dapat dilihat bahwa I_1 mulai naik di menit 167 dengan ketinggian muka air tanah 15,30 cm, I_2 di menit 158 dengan ketinggian muka air tanah 16,35 cm, dan I_3 di menit 152 dengan ketinggian muka air tanah 16,95 cm. Sehingga pada jenis tanah lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*) kecepatan *recovery* level ketinggian muka air tanah dipengaruhi oleh besarnya intensitas yang digunakan, dimana semakin besar intensitas curah hujan maka *recovery* level ketinggian muka air tanah akan semakin cepat.

3. Hasil Pengukuran Fluktuasi Muka Air Tanah Lanau Lempung Berpasir (*sandy clayey silt*)



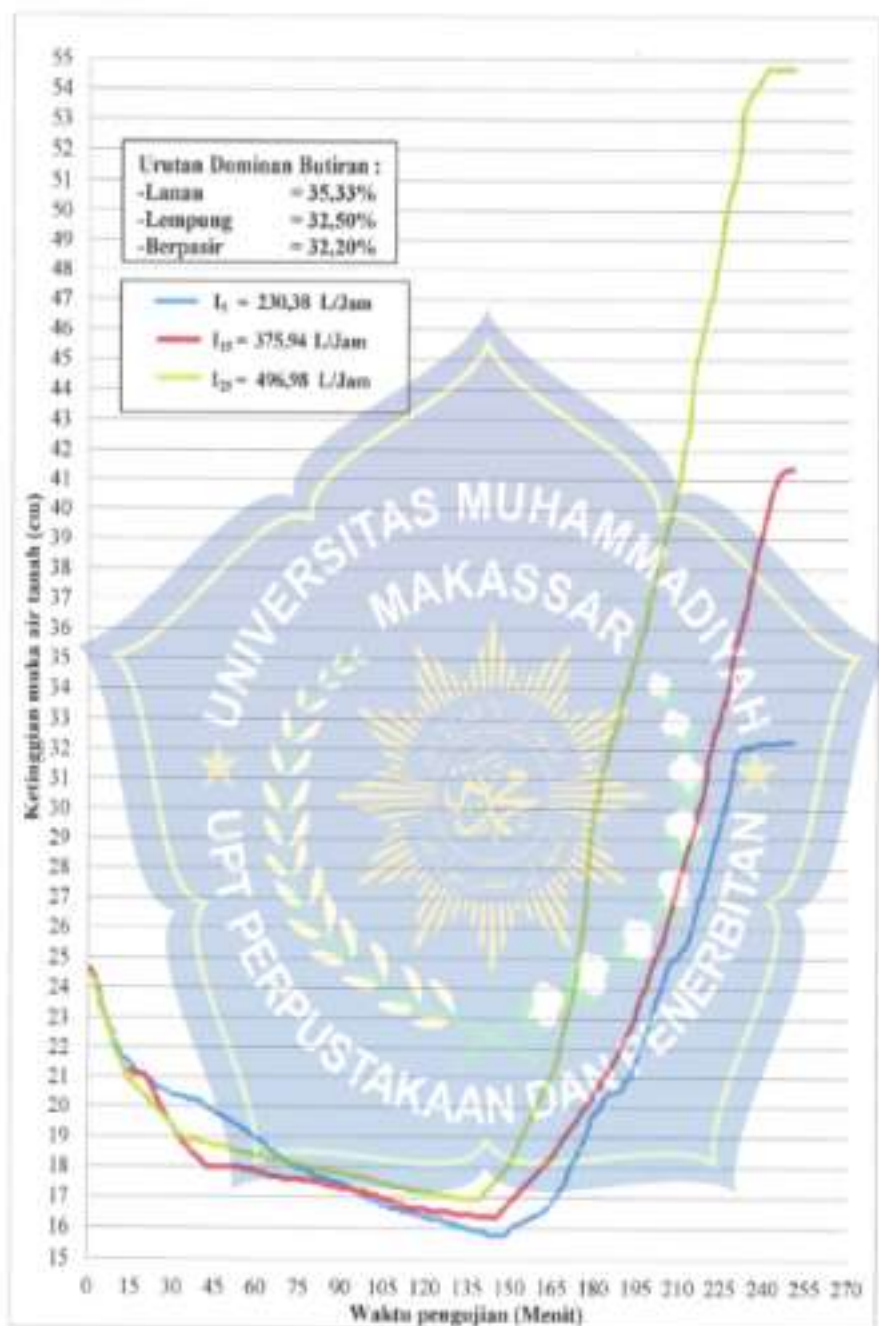
Gambar 24. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_s = 230,38 \text{ L/Jam}$ Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (*sandy clayey silt*) Pakatto



Gambar 25. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{15} = 375,94$ L/Jam Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (sandy clayey silt) Pakatto



Gambar 26. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah $I_{25} = 496,48$ L/Jam Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (sandy clayey silt) Pakatto



Gambar 27. Grafik Kombinasi Fluktuasi Muka Air Tanah Pada Jenis Tanah Lanan Lempung Berpasir (sandy clayey silt) Pakatto Dengan Intensitas Curah Hujan I_1 , I_{15} , Dan I_{25}

Pada gambar 24 dapat dilihat bahwa intensitas curah hujan I_3 dengan nilai 230,38 L/Jam, memiliki penurunan level ketinggian air tanah dimenit pertama mengalami penurunan yang semula setinggi 25 cm menjadi 24,65 cm, pada menit ke 30 ketinggian air tanah menurun secara signifikan mencapai ketinggian 20,40 cm, kemudian dimenit 60 ketinggian air tanah mencapai 18,95 cm, untuk menit ke 120 mencapai 16,40 cm. Akhir penurunan level muka air tanah pada menit 148 dengan ketinggian air tanah 15,80 cm, hingga level air tanah naik kembali dimenit 149 dengan ketinggian air tanah 15,85 cm dan seterusnya. Sehingga diperoleh ketinggian penurunan level air tanah (tinggi kejut kapiler) setinggi 9,20 cm

Digambar 25 dapat dilihat bahwa, pada intensitas curah hujan I_3 dengan nilai 375,94 L/Jam, penurunan level ketinggian air tanah pada menit pertama mengalami penurunan yang awalnya 25 cm menjadi 24,60 cm, pada menit ke 30 menjadi 19,40 cm, pada menit ke 60 level ketinggian air tanah semakin menurun yaitu 17,85 cm, kemudian pada menit ke 120 mencapai 16,65 cm. Penurunan level muka air tanah terakhir terjadi dimenit 145 menjadi 16,35 cm, hingga saat menit ke 146 level muka air tanah mengalami kenaikan 16,45 cm dan seterusnya. Maka diperoleh tinggi penurunan level ketinggian air tanah (tinggi kejut kapiler) 8,65 cm.

Pada gambar 26 diperoleh intensitas curah hujan I_3 496,48 L/Jam, penurunan level ketinggian air tanahnya pada menit pertama mengalami penurunan yang awalnya 25 cm menjadi 24,45 cm, pada menit ke 30 menjadi 19,40 cm, pada menit ke 60 level ketinggian air tanah semakin menurun yaitu 18,35 cm, kemudian pada menit ke 120 mencapai 17,15 cm. Penurunan level muka air tanah terakhir terjadi di menit 139 menjadi 16,95 cm, hingga saat menit ke 140 level muka air tanah mengalami kenaikan 17,05 cm dan seterusnya. Maka

diperoleh tinggi penurunan level ketinggian air tanah (tinggi kejut kapiler) 8,05 cm.

Selanjutnya ketiga jenis intensitas curah hujan dikombinasikan pengukuran fluktuasi muka air tanahnya untuk mengetahui pengaruh intensitas curah hujan terhadap fluktuasi muka air tanah pada sampel tanah lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*). Pada gambar 27 dapat dilihat bahwa I_3 memiliki titik penurunan muka air tanah maksimum dimenit ke 148 dengan ketinggian muka air tanah 15,80 cm, kemudian untuk I_{15} memiliki titik penurunan muka air tanah maksimum dimenit ke 145 dengan ketinggian muka air tanah 16,35 cm, dan yang terakhir I_{25} memiliki titik penurunan muka air tanah maksimum dimenit ke 139 dengan ketinggian muka air tanah 16,95 cm. Sehingga dapat dilihat bahwa semakin besar intensitas curah hujan yang digunakan untuk menghidrasi sampel lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*), maka kecepatan penurunan level ketinggian muka air tanah akan semakin cepat begitupun dengan tinggi kejut kapiler yang dihasilkan.

Pada gambar 27 juga dapat dilihat waktu naiknya level ketinggian muka air tanah sampai akhir pengujian dihentikan untuk I_3 mulai naik dimenit 149 dengan ketinggian muka air tanah 15,85 cm, I_{15} dimenit 146 dengan ketinggian muka air tanah 16,35 cm, dan I_{25} dimenit 140 dengan ketinggian muka air tanah 17,05 cm. Sehingga pada jenis tanah lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*) kecepatan *recovery* level ketinggian muka air tanah dipengaruhi oleh besarnya intensitas yang digunakan, dimana semakin besar intensitas curah hujan maka *recovery* level ketinggian muka air tanah akan semakin cepat.

Setelah melakukan *runing* simulasi sebanyak sembilan kali yang menggunakan media tiga jenis tanah yaitu lempung lanau berpasir (*sandy silty*

clay), lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*), dan lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*), dengan tiga jenis intensitas curah hujan I_5 , I_{15} , dan I_{25} , maka dapat dilihat bahwa besarnya intensitas curah hujan mempengaruhi penurunan dan *recovery* level ketinggian muka air tanah. Hal ini sama dengan pendapat Wiyanti dkk (2019) bahwa salah satu hal yang mempengaruhi fluktuasi muka air tanah adalah besarnya intensitas curah hujan. Dimana semakin besar intensitas curah hujan yang digunakan maka penurunan dan *recovery* level ketinggian muka air tanah juga akan semakin cepat.

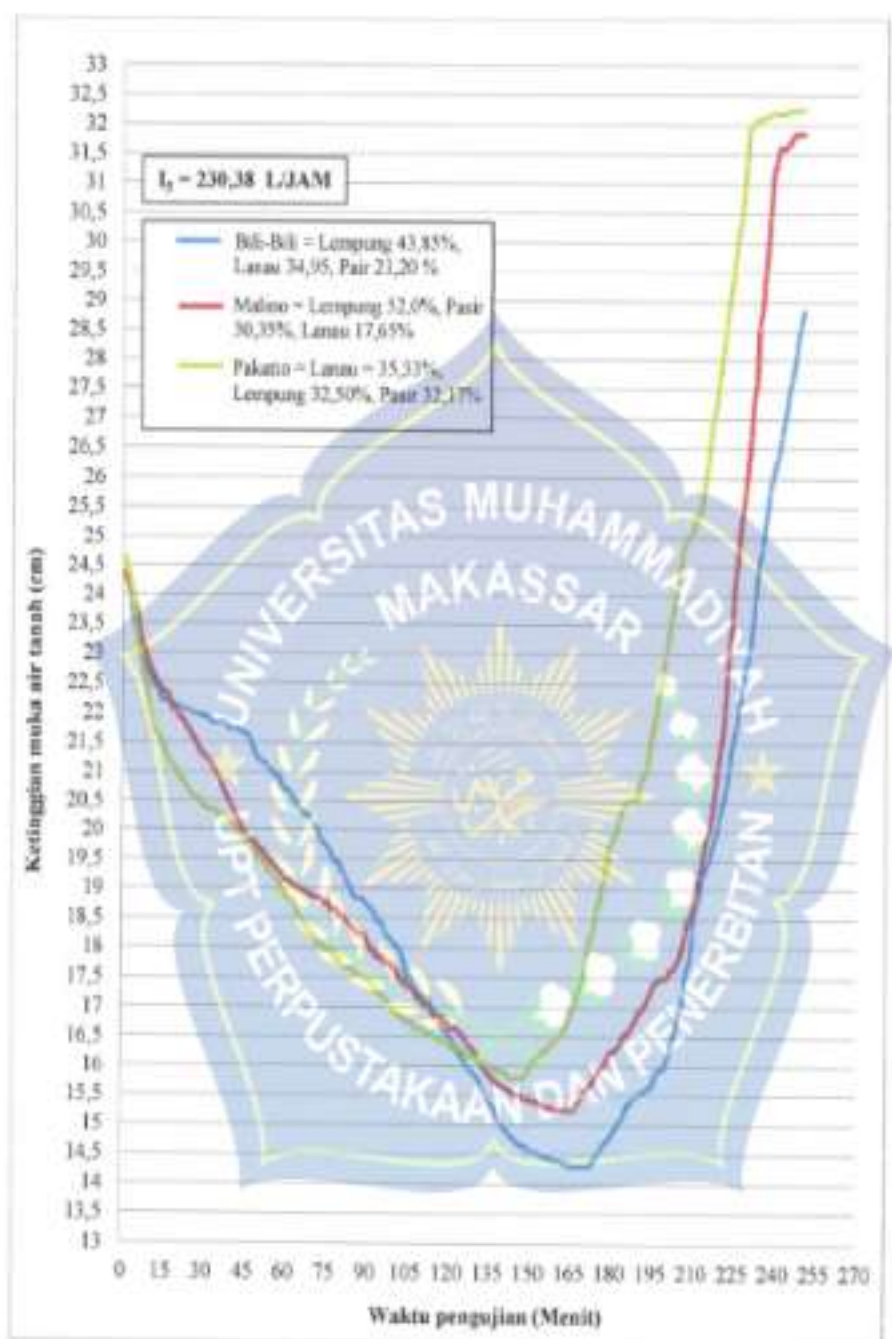
Besarnya intensitas yang dengan cepat mengisi pori tanah dalam keadaan kering memicu terjadinya tekanan kapiler yang membuat penurunan level ketinggian muka air tanah diawal musim penghujan menjadi lebih cepat. Tekanan kapiler dapat timbul karena adanya tarikan tipis permukaan air sebelah atas yang pada prinsipnya terjadi akibat terisinya pori tanah oleh air mikroskopis sehingga meningkatkan daya ikat tanah terhadap air dan mengakibatkan terjadinya pergerakan air kapiler dari lapisan tanah jenuh ke lapisan tak jenuh. Dengan kata lain tekanan kapiler justru memicu air tanah tertarik keatas sampai mencapai titik konstan hingga titik maksimum. Akibatnya level ketinggian muka air tanah akan menurun karena fenomena tersebut. Fenomena inilah yang disebut dengan kejut kapiler (*capillary shock*) Darwis (2014).

Begitupula dengan *recovery* level ketinggian air tanah akibat besarnya intensitas curah hujan *recovery* level ketinggian air tanah akan semakin cepat terjadi. Hal ini dikarenakan semakin besar intensitas curah hujan maka kecepatan infiltrasi air kedalam tanah semakin besar. Menurut Darwis (2018), intensitas

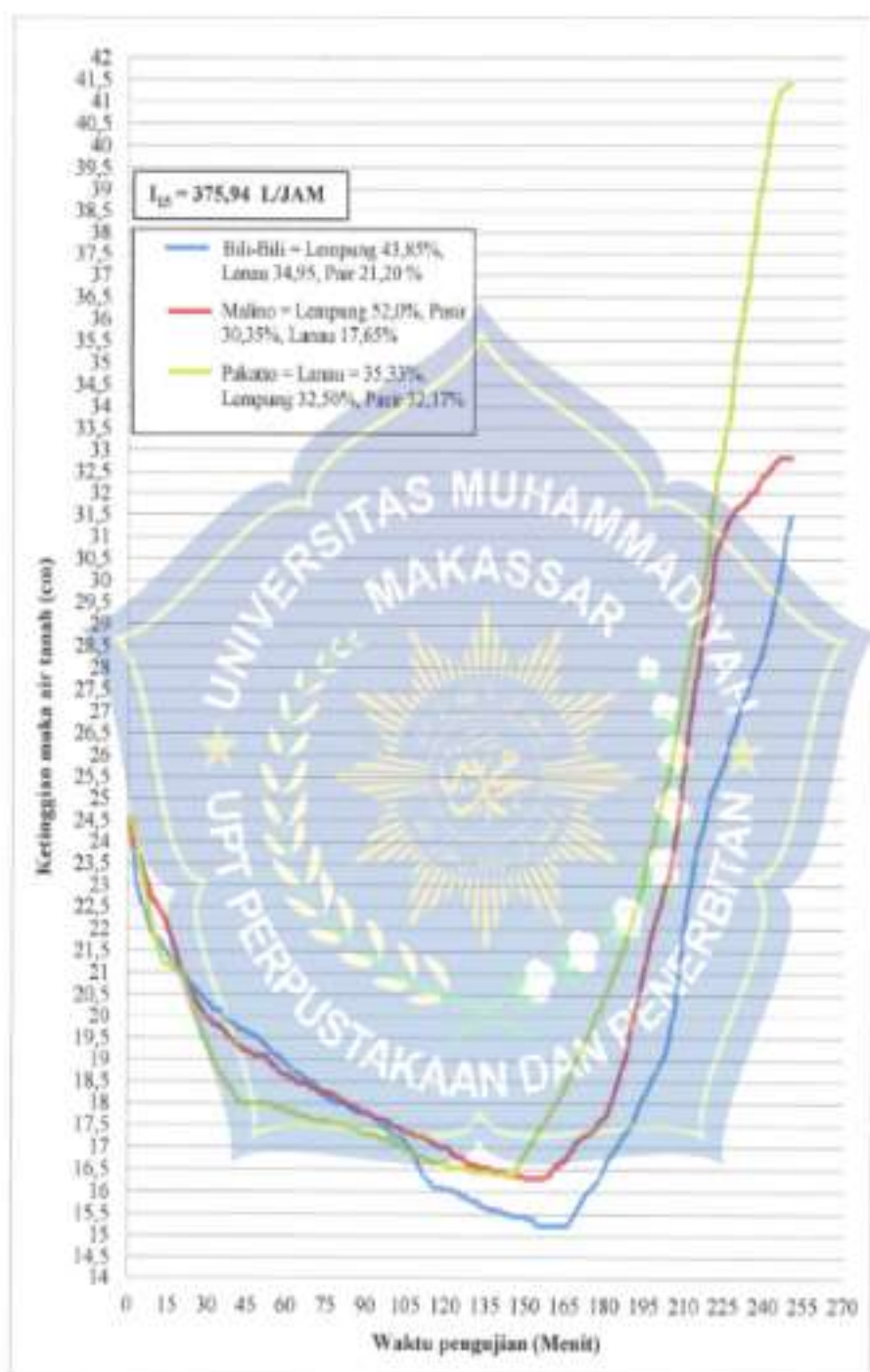
curah hujan mempengaruhi kecepatan infiltrasi air kedalam lapisan tanah permukaan kemudian mengalami proses perkolasi kedalam lapisan tanah yang disebabkan oleh gaya gravitasi. Semakin cepat air permukaan mencapai lapisan jenuh di dalam tanah maka, *recovery level* ketinggian muka air tanah akan semakin cepat begitupun sebaliknya.

Untuk mengetahui pengaruh ukuran butiran terhadap terhadap penurunan dan *recovery level* ketinggian muka air tanah, maka selanjutnya akan disajikan grafik kombinasi tiga jenis tanah dimasing-masing intensitas curah hujan. Tiga jenis tanah di intensitas curah hujan I_1 , tiga jenis tanah di intensitas curah hujan $I_{1.5}$, dan tiga jenis tanah di intensitas curah hujan I_2 sebagai berikut :

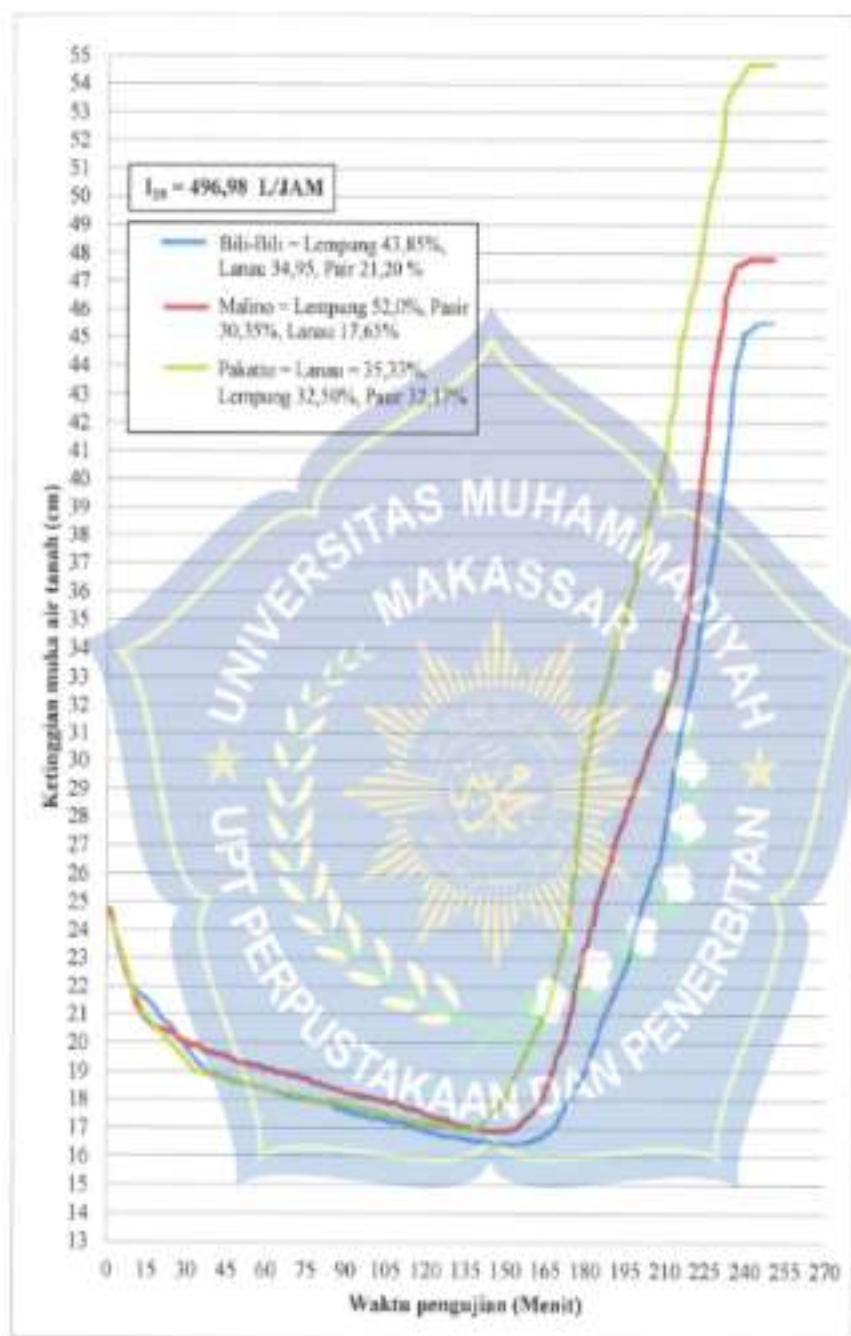




Gambar 28. Grafik Kombinasi Pada Intensitas Curah Hujan I_y Dengan Tiga Jenis Tanah Penelitian



Gambar 29. Grafik Kombinasi Pada Intensitas Curah Hujan I_{15} Dengan Tiga Jenis Tanah Penelitian



Gambar 30. Grafik Kombinasi Pada Intensitas Curah Hujan I_{25} Dengan Tiga Jenis Tanah Penelitian

Menurut Darwis (2018), gaya kapiler membuat air selalu bergerak dari daerah basah menuju daerah yang lebih kering, oleh karena itu tanah yang kering mempunyai gaya kapiler yang lebih besar daripada tanah basah. Gaya tersebut akan berkurang dengan bertambahnya kelembaban tanah. Selain itu, gaya kapiler bekerja lebih kuat pada tanah dengan butiran halus dari pada tanah berbutir kasar. Dari pernyataan tersebut jika dihubungkan dengan tiga grafik kombinasi yang menggunakan satu intensitas dengan tiga jenis tanah diatas diperoleh kecepatan penurunan dan *recovery level* ketinggian muka air tanah berurutan dari lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*), lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*), kemudian yang terakhir lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*). Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar presentase ukuran dominan butiran maka kecepatan penurunan dan *recovery level* ketinggian muka air tanah akan semakin cepat.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa penurunan muka air tanah pada karakteristik butiran tanah yang lebih besar, penurunan muka air tanahnya lebih cepat serta memiliki waktu penurunan level ketinggian muka air tanah yang lebih cepat juga daripada jenis tanah dengan presentase ukuran butiran dominan yang lebih kecil.

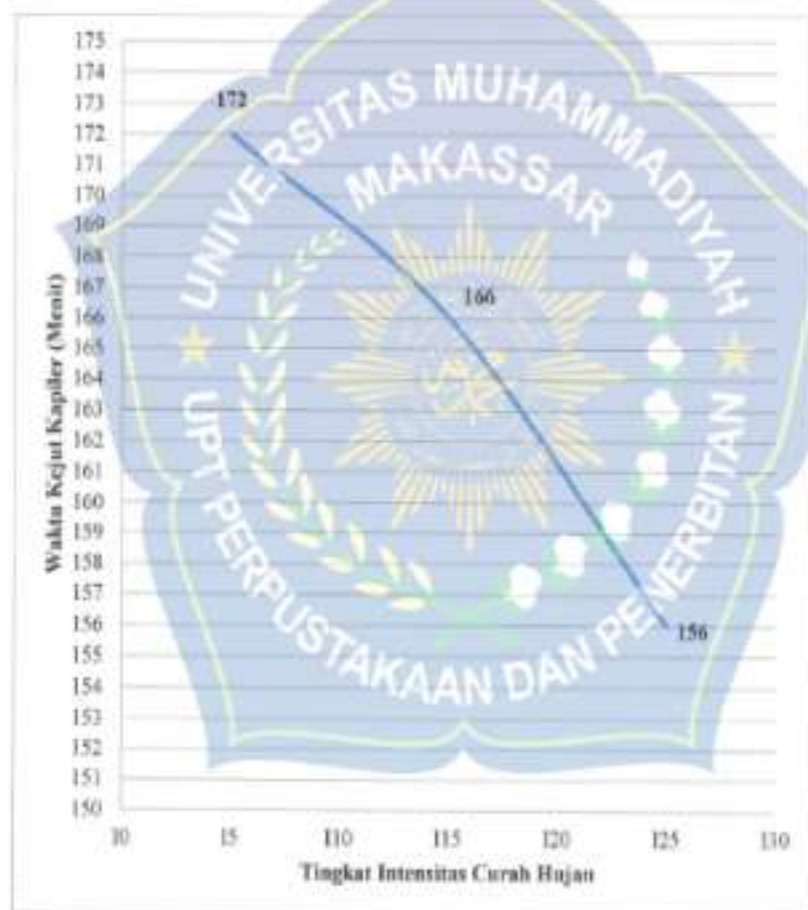
Setelah itu *recovery level* ketinggian muka air tanah bagi tanah yang memiliki presentase ukuran butiran dominan besar akan semakin cepat. Hal ini dipengaruhi oleh ukuran pori pada jenis tanah yang lebih besar mempercepat laju infiltrasi air tanah sehingga mempercepat kenaikan tinggi level permukaan air tanah.

Sebaliknya, jenis tanah dengan presentase ukuran butiran yang lebih kecil memiliki tekanan kapiler yang lebih besar sehingga membuat tinggi penurunan level ketinggian muka air tanah akan lebih besar walaupun dengan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan jenis tanah yang berpori lebih besar. Pada jenis tanah berbutir halus ukuran pori cenderung lebih kecil sehingga proses infiltrasi dan perkolasi air kedalam tanah semakin lama akan semakin melambat. Akan tetapi, akibat adanya lapisan tanah yang porinya telah terisi oleh air mikroskopik dan memicu tekanan kapiler menarik air tanah keatas di awal hujan (kejut kapiler) maka, tekanan kapiler akan terus menarik air tanah keatas beriringan dengan melambatnya infiltrasi dan perkolasi sehingga waktu *recovery* level ketinggian muka air tanah akan semakin melambat. Sebagaimana dikemukakan oleh Triatmodjo (2011), penyumbatan oleh butiran halus, karena pada tanah kering, permukaannya sering terdapat butiran halus. Ketika hujan turun dan infiltrasi terjadi, butiran halus tersebut terbawa masuk ke dalam tanah, dan mengisi pori tanah, sehingga memperlambat proses infiltrasi.

D. Waktu Kejut Kapiler

Setelah melakukan pengukuran fluktuasi muka air tanah maka diperoleh hasil pengukuran waktu kejut kapiler ditiga jenis tanah dan tiga jenis intensitas curah hujan adalah sebagai berikut :

1. Hasil Pengukuran Waktu Kejut Kapiler Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (*sandy silty clay*) Bili-Bili.



Gambar 31. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Waktu Kejut Kapiler Lempung Lanau Berpasir (*sandy silty clay*) Bili-Bili

Berdasarkan grafik diatas diperoleh data pengukuran untuk jenis tanah lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*) Bili-Bili di I_3 menghasilkan waktu kejut kapiler 172 menit, I_{15} waktu kejut kapilernya 166 menit, dan I_{25} waktu kejut kapilernya 156 menit.

2. Hasil Pengukuran Waktu Kejut Kapiler Jenis Tanah Lempung Pasir Berlanau (*silty sandy clay*) Malino.



Gambar 32. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Waktu Kejut Kapiler Lempung Pasir Berlanau (*silty sandy clay*) Malino

Berdasarkan grafik diatas diperoleh data pengukuran untuk jenis tanah lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*) Malino di I_5 menghasilkan waktu kejut kapiler 166 menit, I_{15} waktu kejut kapilernya 157 menit, dan I_{25} waktu kejut kapilernya 151 menit.

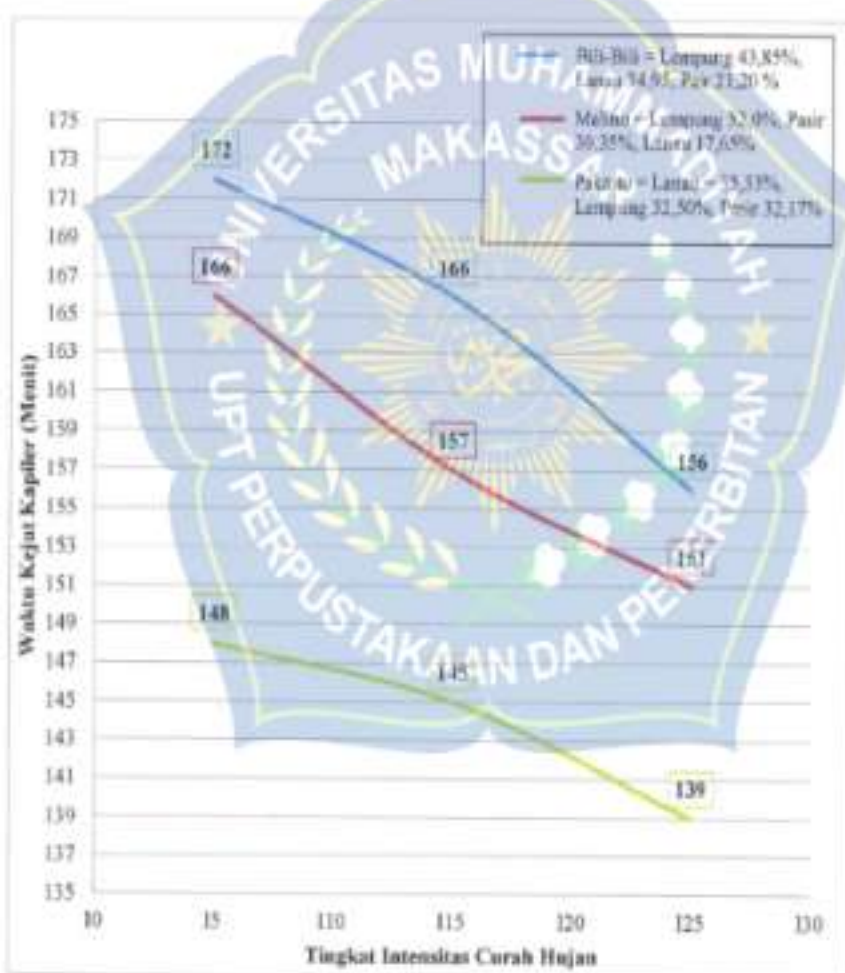
3. Hasil Pengukuran Waktu Kejut Kapiler Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (*sandy clayey silt*) Pakatto.



Gambar 33. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Waktu Kejut Kapiler Lanau Lempung Berpasir (*sandy clayey silt*) Pakatto

Berdasarkan grafik diatas diperoleh data pengukuran untuk jenis tanah lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*) Pakatto di I_2 menghasilkan waktu kejut kapiler 148 menit, $I_{1.5}$ waktu kejut kapilernya 145 menit, dan $I_{2.5}$ waktu kejut kapilernya 139 menit.

Selanjutnya dilakukan kombinasi data waktu kejut kapiler di tiga jenis intensitas dan tiga jenis sampel tanah yang digunakan sebagai berikut :



Gambar 34. Grafik Kombinasi Hubungan Intensitas Curah Hujan & Waktu Kejut Kapiler

Berdasarkan gambar 34 diatas diperoleh waktu kejut kapiler berurutan berdasarkan presentase ukuran butiran dan besarnya intensitas curah hujan yang digunakan. Urutan kecepatan waktu kejut kapiler berdasarkan presentase ukuran butiran menggunakan intensitas curah hujan I_5 , I_{15} , dan I_{25} , dimulai dari sampel lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*) Pakatto memiliki waktu kejut kapiler lebih cepat, kemudian sampel lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*) Malino, dan terakhir lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*) Bili-Bili. Kemudian jika diurutkan berdasarkan intensitas curah hujan yang digunakan maka urutan yang tercepat yaitu I_{25} , I_{15} , kemudian I_5 . Hal ini dikarenakan semakin besar presentase ukuran butiran dominan maka ukuran pori juga akan semakin besar dan mempercepat proses infiltrasi mencapai zona kapiler sehingga memicu tekanan kapiler yang mengakibatkan durasi waktu saat level muka air tanah turun, sejak menerima curah hujan yang berlangsung hingga level muka air tanah kembali naik, sampai level semula (waktu kejut kapiler) akan semakin cepat.

Maka diperoleh data bahwa semakin besar presentase ukuran butiran dominan tanah maka waktu kejut kapiler akan semakin cepat. Serta semakin besar intensitas curah hujan maka waktu kejut kapiler juga akan semakin cepat.

E. Tinggi Kejut Kapiler

Setelah melakukan pengukuran fluktuasi muka air tanah maka diperoleh hasil pengukuran tinggi kejut kapiler ditiga jenis tanah dan tiga jenis intensitas curah hujan adalah sebagai berikut :

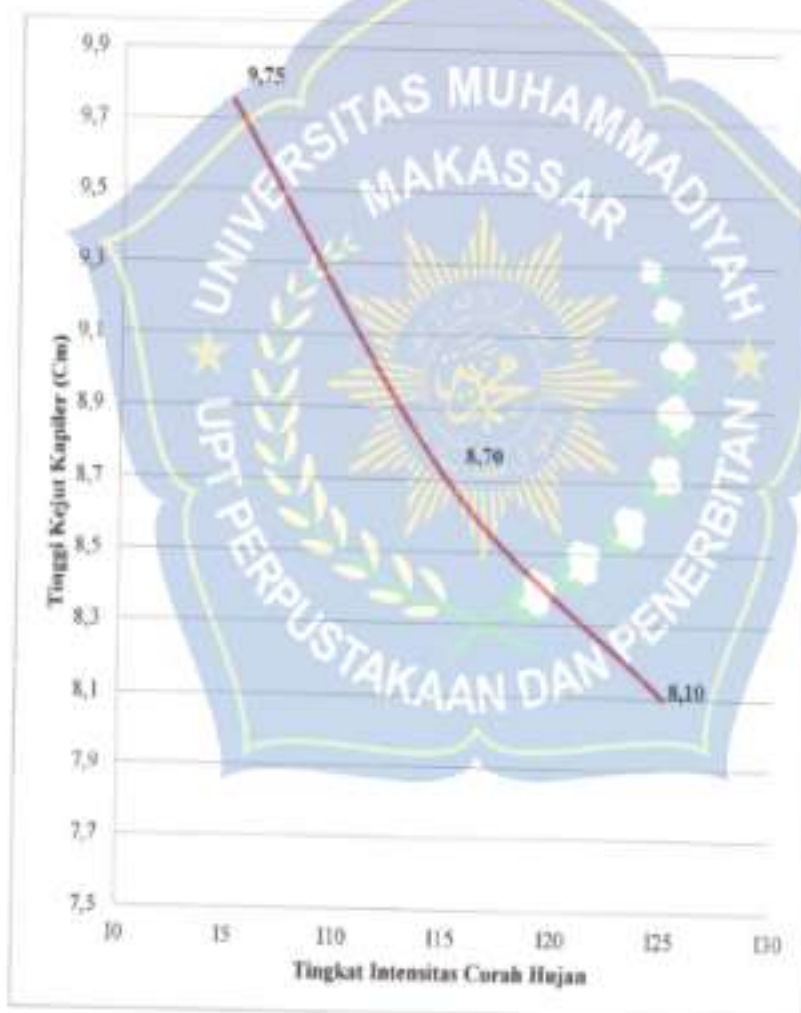
1. Hasil Pengukuran Tinggi Kejut Kapiler Jenis Tanah Lempung Lanau Berpasir (*sandy silty clay*) Bili-Bili.



Gambar 35. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Tinggi Kejut Kapiler Lempung Lanau Berpasir (*sandy silty clay*) Bili-Bili

Berdasarkan grafik diatas diperoleh data pengukuran untuk jenis tanah lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*) Bili-Bili di I_5 menghasilkan tinggi kejut kapiler 10,70 cm, I_{15} tinggi kejut kapilernya 9,75 cm, dan I_{25} tinggi kejut kapilernya 8,55 cm

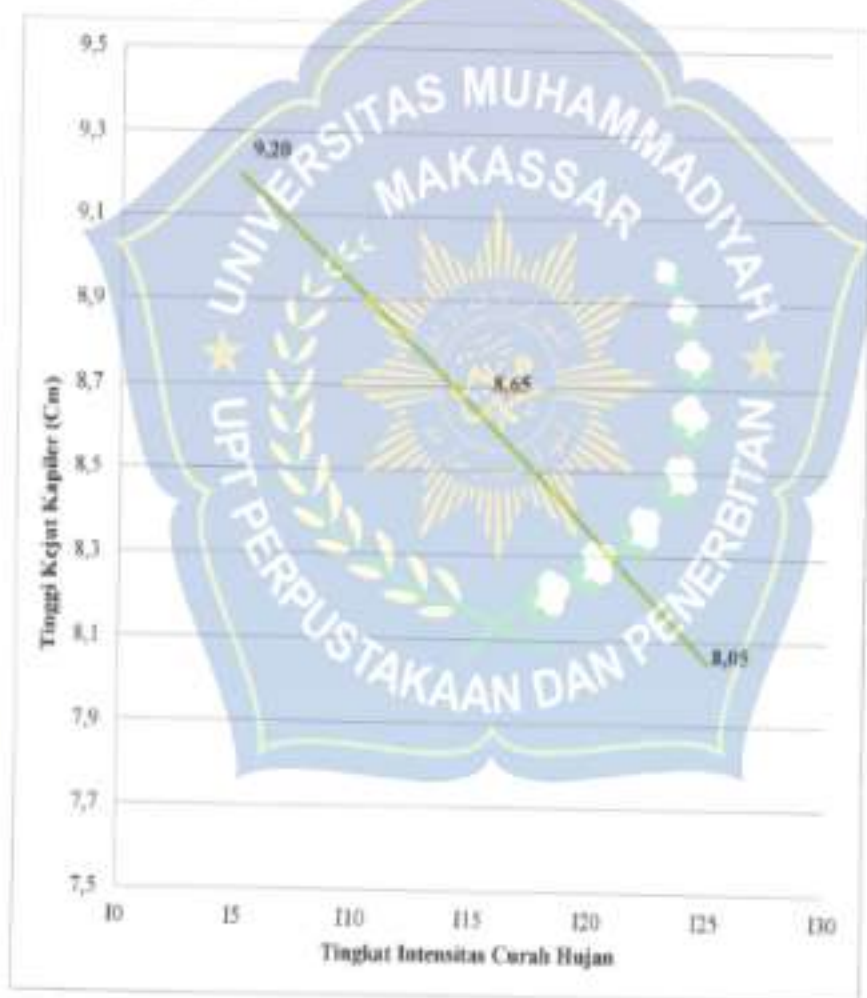
2. Hasil Pengukuran Tinggi Kejut Kapiler Jenis Tanah Lempung Pasir Berlanau (*silty sandy clay*) Malino.



Gambar 36. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Tinggi Kejut Kapiler Lempung Pasir Berlanau (*silty sandy clay*) Malino

Berdasarkan grafik diatas diperoleh data pengukuran untuk jenis tanah lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*) Malino di I_5 menghasilkan tinggi kejut kapiler 9,75 cm, I_{15} tinggi kejut kapilernya 8,70 cm, dan I_{25} tinggi kejut kapilernya 8,10 cm.

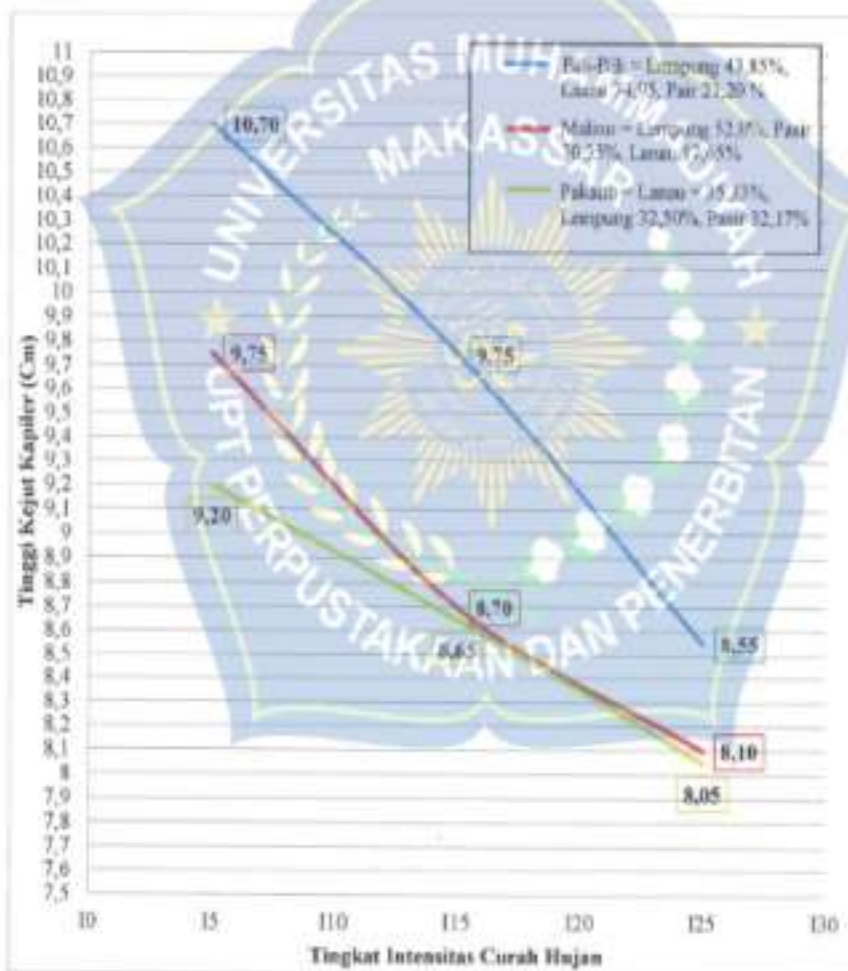
3. Hasil Pengukuran Tinggi Kejut Kapiler Jenis Tanah Lanau Lempung Berpasir (*sandy clayey silt*) Pakatto.



Gambar 37. Grafik Hubungan Intensitas Curah Hujan & Tinggi Kejut Kapiler Lanau Lempung Berpasir (*sandy clayey silt*) Pakatto

Berdasarkan grafik diatas diperoleh data pengukuran untuk jenis tanah lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*) Pakatto di I₃ menghasilkan tinggi kejut kapiler 9,20 cm, I₁₃ tinggi kejut kapilernya 8,65 cm, dan I₂₃ tinggi kejut kapilernya 8,05 cm.

Selanjutnya dilakukan kombinasi data tinggi kejut kapiler di tiga jenis intensitas dan tiga jenis sampel tanah yang digunakan sebagai berikut :



Gambar 38. Grafik Kombinasi Hubungan Intensitas Curah Hujan & Tinggi Kejut Kapiler

Berdasarkan grafik kombinasi diatas diperoleh tinggi kejut kapiler berurutan berdasarkan presentase ukuran butiran dan besarnya intensitas curah hujan yang digunakan. Urutan besarnya tinggi kejut kapiler berdasarkan presentase ukuran butiran menggunakan intensitas curah hujan I_3 , I_{13} , dan I_{25} , dimulai dari sampel lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*) Bili-Bili, kemudian sampel lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*) Malino, dan terakhir sampel lanau lempung berpasir (*sandy clayey silty*) Pakatto. Jika diurut berdasarkan intensitas curah hujan yang digunakan maka urutan tinggi kejut kapiler yang terbesar yaitu I_3 , I_{13} , kemudian I_{25} . Sebaliknya dari perilaku waktu kejut kapiler semakin besar presentase ukuran butiran dominan maka tinggi kejut kapiler akan semakin kecil. Serta semakin besar intensitas curah hujan maka tinggi kejut kapiler juga akan semakin kecil.

Mengingat tinggi kejut kapiler adalah degradasi level muka air tanah yang turun dari level awal sebelum menerima hujan, sampai dengan level terendah sebelum muka air tanah kembali naik, maka ukuran pori dan intensitas yang lebih kecil memungkinkan tekanan kapiler yang lebih besar disamping itu laju infiltrasi yang semakin lama akan semakin melambat akibat pori tanah yang kecil mengakibatkan tinggi degradasi level muka air tanah sebelum terdegradasi dan setelah kembali naik selisihnya akan semakin besar begitupun sebaliknya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan percobaan menggunakan tiga jenis media tanah berbutir halus yaitu, lempung lanau berpasir (*sandy silty clay*), lempung pasir berlanau (*silty sandy clay*), dan lanau lempung berpasir (*sandy clayey silt*) kemudian diujani di dalam alat model simulasi kejut kapiler menggunakan tiga jenis intensitas curah hujan yaitu, I_1 , $I_{1/2}$, dan $I_{2/3}$ serta melakukan analisis data hasil pengukuran, maka dapat dikemukakan beberapa hal yang dapat ditarik sebagai kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh intensitas curah hujan terhadap waktu kejut kapiler pada tanah berbutir halus adalah, semakin besar intensitas curah hujan maka waktu kejut kapiler akan semakin singkat, sebaliknya semakin kecil intensitas curah hujan maka waktu kejut kapilernya akan semakin lama. Kemudian Pengaruh intensitas curah hujan terhadap tinggi kejut kapiler pada tanah berbutir halus adalah, semakin besar intensitas curah hujan maka tinggi kejut kapiler akan semakin kecil, sebaliknya semakin kecil intensitas curah hujan maka tinggi kejut kapilernya akan semakin besar.
2. Pengaruh ukuran butiran terhadap waktu kejut kapiler adalah, semakin besar butiran suatu tanah maka waktu kejut kapilernya akan semakin singkat, sebaliknya semakin kecil ukuran butirannya maka waktu kejut kapilernya akan semakin lama. Selanjutnya pengaruh ukuran butiran terhadap tinggi kejut

kapiler adalah, semakin besar ukuran butiran suatu tanah maka tinggi kejut kapilernya akan semakin kecil. Sebaliknya semakin kecil ukuran butiran suatu tanah maka tinggi kejut kapilernya akan semakin besar.

B. Saran

Kami menyarankan penelitian lebih lanjut pada persentase ukuran butiran dominan tanah berbutir halus. Hal ini dapat diteliti lebih jauh lagi untuk mengetahui fenomena kejut kapiler dipersentase ukuran butiran tanah yang lebih bervariasi.



Daftar Pustaka

- Andi Afian Nur, Nita Anugrah Jupriadi, 2018. Analisis Tingkat 'Kejut Kapiler' Pada Muka Air Tanah Pasir Berlempung Berlanau. *Jurnal Ilmiah Hydro Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar*.
- Asdak, C. 2004. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 2008. Hidrologi Terapan. Yogyakarta. Beta Offset.
- Bambang Triatmodjo, 2011. Hubungan Struktur Geologi Dan Sistem Air Tanah., LPPM UPN. Yogyakarta.
- Bowles, J.E, 1989. Sifat-sifat dan Geoteknis Tanah. Erlangga. Jakarta.
- Das, Braja M., Endah, Noor. Dan Mochtar, Indrasurya B. 1998. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa *Geoteknik*)-Jilid I. Erlangga, Jakarta.
- Darwis. 2014. Pengaruh Jumlah Bambu-Rongga Sebagai Alat Pengimbuhan Terhadap Durasi Kejut Kapiler Dan Waktu Pemulihan Muka Air Tanah Pada Periode Awal Musim Penghujan.
- Darwis. 2015. Fenomena Kejut Kapiler Air Tanah pada Lahan Pengguna Irigasi Air Tanah di Takalar. Dalam: Seminar Nasional FGDT-PTM se-Indonesia.
- Darwis, 2017 dan 2018. Pemodelan Fondasi Sumur Resapan Untuk Recovery Air Tanah Dan Pencegahan Intruksi Air Kedalam Lapisan Tanah Pada Lahan Pertanian Palawija Di Daerah Pesisir Pantai Kabupaten Takalar. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Kegiatan Tahun I dan Tahun II, DP3M, DIKTI.
- Darwis, 2017. Teknologi Konservasi Air Tanah Dangkal Berbasis Potensi Lokal Dengan Bambu Sebagai Alat Pengimbuhan. Laporan Hasil Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT), oktober 2017.
- Darwis, 2018. Pengelolaan Air Tanah., Pena Indris. Nyutran MG. Yogyakarta.
- Darwis, 2018. Kejut Kapiler Pengaruh Jumlah Bambu-Rongga Sebagai Alat Pengimbuhan Terhadap Durasi Kejut Kapiler Dan Waktu Pemulihan Muka Air Tanah Pada Periode Awal Musim Penghujan.
- Gumbel, E. J. 1941. *The Return Period Of Flood Flows*. Ann. Math. Statist.
- Hardiyatmo.H.C, 2002. Mekanika Tanah I, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Herlambang. A., 1996. Kualitas Air Tanah Dangkal di Kabupaten Bekasi. Program Pasca Sarjana, IPB. Bogor.

- Kemper, E. W, and Rosenau, R.C 1986. *Aggregate stability and size distribution*. In: Klute, A. (Ed) *Method of Soil Analysis Part 1-2 ed. ASA*. Madison: Wisconsin.
- Linsley, 1996. Hidrologi Untuk Insinyur. Diterjemahkan oleh Yoga Hermawan, PT Gelora Aksara Pratama, Jakarta
- Martin, J. P., W. P. Martin, J. B. Page, W.A. Raney, and J. D. De Ment. 1955. *Soil Aggregation*. Adv. Agron.
- Peraturan Pemerintah No. 43 Tahun 2008 tentang Air Tanah.
- Sukirman, S., 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova. Bandung
- Soewarno, 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data. Bandung: Nova
- Salman, Husnul Fatimah, 2021. Studi Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Waktu Kejut Kapiler Pada Tanah Granuler. Jurnal Ilmiah Hydro Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Terzaghi, K. and Peck, R.B., 1948, *Soil Mechanics in Engineering Practice*, Wiley, New York.
- Wesley, Laurence D. (2012). *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan dan Resin*. Yogyakarta.
- Muhammad Hamzah Syahrudin, 2013. Perubahan Muka Air Tanah Daerah Cekungan Air Makassar (CAM). Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makassar.
- Putu Sintayani Buana Wiyanti Dan R. Suyarto, 2019. *Agroekoteknologi Tropika. Aplikasi Sistem Informasi Geografi Untuk Kajian Fluktuasi Muka Air Tanah Dan Karakteristik Akuifer di Kawasan Kecamatan Denpasar Timur Kota Denpasar*. Fakultas Pertanian Universitas Udayana.

LAMPIRAN



LAPORAN PENGUJIAN TANAH

(Pengujian Tanah Laboratorium)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR

LOKASI : SAMATA, BILI - BILI, MALINO, KAB.GOWA



DESEMBER 2021



Bosowa University

Bd. City Samratulio Km 6, Lampung B Bosowa Makassar
Website: www.bosowainstitute.com, e-mail: info@bosowainstitute.com

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI : BLS - BLS, SAMATA DAN MALINO, KAGAWA, SULAWESI SELATAN
SAMPUL TES PIT : BH.1, 0.00 - 1.00 METER, BH.2, 0.00 - 1.00 METER DAN BH.3, 0.00 - 1.00 METER
LABORATORIUM : BOSOWA UNIVERSITY

Nama Rupa					Rampak
Tipe Sampul		BH.1	BH.2	BH.3	
Lokasi		00 - 00	Samata	Malino	
Kedalaman Sampul		0.00 - 1.00	0.00 - 1.00	0.00 - 1.00	
Specific Gravity (Gs)		2.65	2.65	2.65	
Gradation Analysis	Gravel	0.00	0.00	0.00	
	Sand	75.40	75.40	75.40	
	SS	14.80	14.80	14.80	
	Clay	10.80	10.80	10.80	
Atterberg Limits	Liquid Limit (LL)	NON PLASTIC		40.14	
	Plastic Limit (PL)			25.72	
	Plasticity Index (PI)			14.42	
	Shrinkage Limit (SL)			15.40	
Alpha Activity				0.00	

Kepala Laboratorium R Makmur Tampi
Universitas Bosowa Makassar



01/01/2024

Makassar, Desember 2023

Engel persipen



01/01/2024





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul :
Lokasi : Samata
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : Desember 2021
Dikerjakan Oleh :

PENGUJIAN BERAT JENIS
(SN 1964:2008)

Sampel		I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	38.2	37.8
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	81.2	80.09
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	96.8	95.7
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	25	25
Temperatur	°C	29	29
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma T / \gamma_{20}$		0.99598	0.99598
Berat Jenis (Gs)		2.65	2.66
Berat Jenis rata-rata		2.661	

Tabel Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Berat Jenis

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
KERIKIL	2.65 - 2.68
PASIR	2.65 - 2.68
LEMPUNG ORGANIK	2.58 - 2.65
LEMPUNG ANORGANIK	2.68 - 2.75
HUMUS	1.37
GAMBUT	1.25 - 1.3



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL, FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jl. Ulu Samudra km 4 Tegal (511) 452901 - 452788

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul :
Lokasi : SAMATA
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : Desember 2021
Dikerjakan Oleh :

PENGUJIAN ANALISA Saringan
(BM 3423 2008)

	Berat (gram)
Berat taring kering oven	500,00
Berat taring kering tertahan srt 200 sesudah dikusi	70,10
Berat taring lolos saringan 200 setelah dikusi	429,90

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persentase Tertahan (%)
4	4,75	0	0	0
10	7,5	0,2	0,2	0,04
20	0,85	3,4	3,6	0,72
40	0,425	8,1	11,7	2,34
60	0,25	26,89	38,6	7,72
80	0,18	14,21	52,8	10,56
100	0,15	1,52	54,3	10,86
200	0,075	70,10	124,4	24,88
Pan		72,10		





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

Jl. Ujung Surodipin km. 4 Telp. (0411) 452501 - 452788

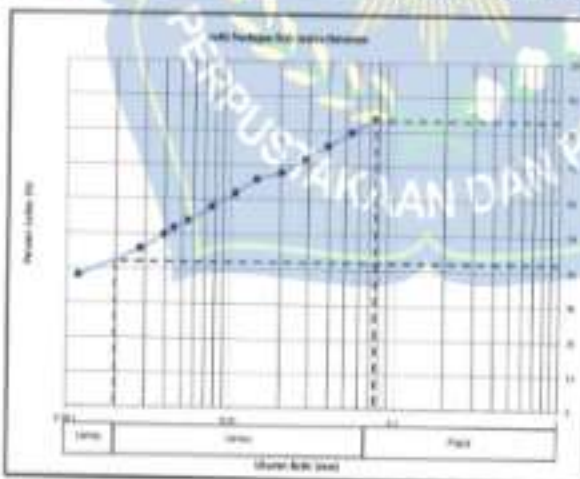
Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Jenis :
Lokasi : Semesta
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : Desember 2021
Dibuat oleh :

PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER TANAH
(SNI 3423:2008)

Berat Jenis : 2.651 gr/cm^3
Zero Correction : 1
Meniscus Correction : 1
Ga Correction : 0.950
 $(a = 1.00 - Ga)/(Gw - 1)$
Berat Tanah, W_s : 50 gram

$R_{90} = R + \text{Temperature Correction} + \text{Zero Correction}$
 $R_{60} = R + \text{Meniscus Correction}$

Waktu (menit)	T (°C)	R	R_{90}	% Kotoran Halus < 0.075 mm	R_{60}	(mm)	C _u	C _u / C _L
0.25	20	42	42	53.24	41	0.7	0.00212	0.00550
0.5	20	40	40	52.51	39	0.7	0.00212	0.00447
1	20	38	38	51.80	37	0.7	0.00212	0.00343
2	20	36	36	51.12	35	0.7	0.00212	0.00285
4	20	34	34	50.45	33	0.7	0.00212	0.00231
8	20	32	32	49.78	32	0.7	0.00212	0.00186
15	20	30	30	49.14	30	0.7	0.00212	0.00148
30	20	27	27	48.52	27	0.7	0.00212	0.00107
60	20	23	23	47.92	23	0.7	0.00212	0.00073
120	20	19	19	47.34	19	0.7	0.00212	0.00042
240	20	14	14	46.78	14	0.7	0.00212	0.00026
480	20	11	11	46.23	11	0.7	0.00212	0.00017





LABORATORIUM TEKNIK TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jl. Urip Sumoharjo km. 4 Telp. (0411) 452601 - 452769

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul :
Lokasi : Samata
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : Desember 2021
Disajikan Oleh :

PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG
(SAS 1996/2008)

No. Test	-	Batas Cair (LL)							
Jumlah Penguji	-	13							
No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Berat Tanah Basah x Container (W1)	gr	50.0	54.5	50.9	54.5	45.2	43.1	58.0	50.8
Berat Tanah Kering x Container (W2)	gr	25.0	27.5	26.1	28.1	22.9	21.7	42.4	36.7
Berat Container (W3)	gr	8.7	6.0	8.2	8.5	6.6	6.7	6.4	6.2
Berat Air (W1-W2-W3)	gr	15.8	19.4	14.2	16.7	12.3	11.4	15.0	13.3
Berat Tanah Kering (W2-W3)	gr	16.2	17.0	15.9	15.5	15.4	12.6	16.0	13.5
Kelembaban Air (W1-W2-W3) x 100%	%	54.3	52.0	45.3	48.8	45.7	45.0	49.3	45.6
Rata-rata	-	52.95							



Batas Cair (LL) diperoleh pada penguji 29
Jarak, LL = 0.4395 (20) + 10.31 = 19.10 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumcharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul :
Lokasi : Samata
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : Desember 2021
Dikerjakan Oleh :

PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG (BATAS PLASTIS, PL)
(SNI 1996-2008)

No Test		1	2
No. Container		A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	24.7	25.7
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	24.0	24.0
Berat Container (W3)	Gram	21.1	27.5
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	0.7	0.7
Berat Tanah Kering (Wd=W2-W3)	Gram	2.9	2.7
Kadar Air (Ww/Wd x 100%)	%	24.1	25.9
Kadar Air Rata-rata	%		25.72

Indeks Plastisitas $PI = LL - PL$

$$= 48.15 - 25.72 = 22.42\%$$

Activity, $A = \frac{PI}{\% \text{ Clay Sizes}}$

$$= \frac{22.42}{42.25}$$

$$= \frac{22.42}{42.28}$$

$$= 0.53$$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumaharjo km 4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul :
Lokasi : Samata
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : Desember 2021
Dikerjakan Oleh :

PENGUJIAN BATAS SUSUT
(SNL 3422 2009)

No. Test		1	2
Berat Mold (W1)	Gram	10.4	11.8
Berat Mold + Tanah Basah (W2)	Gram	53.92	53.55
Berat Mold + Tanah Kering (W3)	Gram	27.1	27.1
Berat Raksa yang dipakai untuk mengisi mangkuk shrinkage (W4)	Gram	210	219.5
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test (W5)	Gram	118.7	106.4
Berat Tanah Basah, $W_w = W2 - W1$	Gram	25.52	22.05
Berat Tanah Kering, $W_d = W3 - W1$	Gram	16.7	15.5
Berat Air, $W_a = W2 - W3$	Gram	8.82	6.6
Berat Cawan Padi (Wp)	Gram	40.4	38.3
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13.6	13.6
Volume tanah basah $V_w = (W_a - W_{p1}) / r$	m ³	12.5	13.5
Volume tanah kering $V_d = (W5 - W_{p1}) / r$	m ³	5.8	6.7
Kadar air = $W_a / W_d \times 100\%$	%	52.8	52.3
Batas susut	%	12.8	12.3
$SL = \text{Kadar air} - (V_w - V_d) / W_d \times 100\%$	%	12.8	12.3
SL rata-rata	%	12.47	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili : (0411)-586043

Website : <http://WWW.polnpu.ac.id>

E-Mail : pnpu@polnpu.ac.id

Lembar Pengesahan

Laporan praktikum Laboratorium ini telah diperiksa oleh PLP dan Kepala Laboratorium pengujian tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang sebagai salah satu proses pelaksanaan penelitian tugas akhir S-1 Universitas Muhammadiyah Makassar.

Dikerjakan Oleh

Hurwan Wahyullah 105 81 11045 17

Nur Indah Egra 105 81 11064 17

Disetujui Oleh

Kepala Lab Pengujian Tanah

Hj. Nursamiah, ST., MT.

PLP Lab Pengujian Tanah

Makmur, ST., MT.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tarnalanrea, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368, Faksimili : (0411)-586043
Website : <http://WWW.politupg.ac.id>
E-Mail : pnup@politupg.ac.id

REKAPITULASI LABORATORIUM PENGUJIAN TANAH

Proyek :		Penelitian S1			
Lokasi :		Malino, Moncong Loe, Pakatto, Samata 2			
Anggal :					
Laboratorium :		Politeknik Negeri Ujung Pandang			
Kedalaman		M 0.60-1.00	0.60-1.00	0.60-1.00	0.60-1.00
Location		Malino	Moncong Loe	Pakatto	Samata 2
Specific Gravity (G _s)		2.70	2.69	2.68	2.60
Analysis	Gravel	% 0	0	0	0
	sand	% 30.351	26.47	32.174	24.91
	silt	% 17.649	29.53	35.33	31.09
	Clay	% 52	44	32.5	44
Limit	Liquid Limit (LL)	% 49.51	49.16	49.83	50.07
	Plastic Limit (PL)	% 33.31	28.44	32.48	28.21
	Plastic Index (PI)	% 16.20	20.72	17.35	21.86

Disetujui Oleh :

PLP Lab Pengujian Tanah

Nursamiah, ST., MT

PLP Lab Pengujian Tanah

Makmur, ST., MT



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368, Faksimili : (0411)-586043
Website : <http://WWW.polunpg.ac.id/>
E-Mail : pmu@polunpg.ac.id

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Jenis Pengujian : Pengujian Berat Jenis
Lokasi Sampel : Malino Kec Parigi Kab Gowa
Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
Tanggal :

Sampel	-	I	III
Berat Piskometer, m ₁	Gram	33.808	33.551
Berat Piskometer + Tanah, m ₂	Gram	76.037	70.332
Berat Piskometer + Air + Tanah, m ₃	Gram	100.660	157.786
Berat Piskometer + Air, m ₄	Gram	135.195	114.502
Temperatura	°C	29	29
Faktor Koreksi, k		0.96598	0.96598
Berat Jenis, G _s		2.68	2.71
Berat Jenis Rata-rata, G _s		2.70	

Tabel Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Berat Jenis

Macam Tanah	Nilai Berat Jenis, G _s
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,8

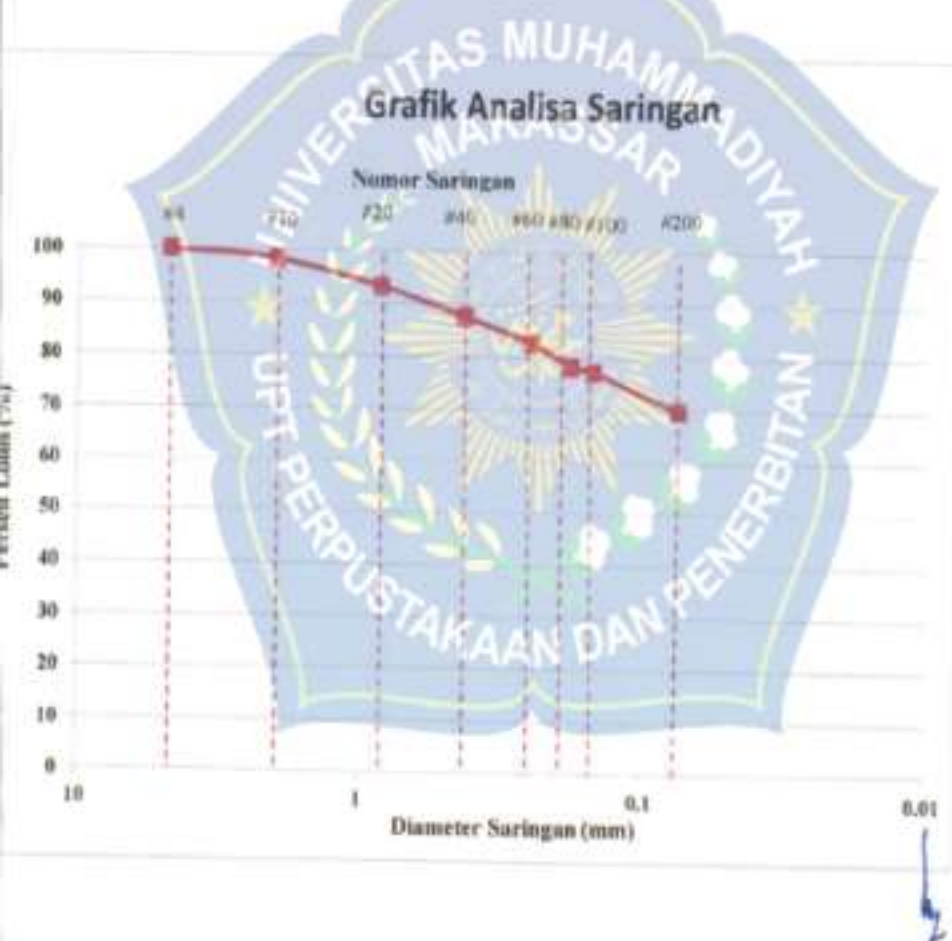


KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368, Faksimili : (0411)-586043
Website : <http://WWW.poliupg.ac.id/>
E-Mail : pmup@poliupg.ac.id

Proyek : Penelitian Tugas Akhir SI
Jenis Pengujian : Analisa Saringan
Lokasi Sampel : Malino Kec Parigi Kab Gowa
Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
Tanggal :





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368, Faksimili : (0411)-586043

Website : <http://WWW.poliupg.ac.id>

E-Mail : pnupg@poliupg.ac.id

Proyek : Penelitian Tugas Akhir SI
 Jenis Pengujian : **Analisis Hidrometer**
 Lokasi Sampel : Malino Kec Parigi Kab Gowa
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
 Tanggal :

Berat : 270 gram/cm³
 Jenis : 1
 Zero Correction : 0.97249
 Meniscus Correction :
 Air Correction :
 $\rho = 1.65 \text{ Gs} / [(Gs-1) \times Gs]$
 Berat Tanah, W_s : 50 gram
 Temperatur (T) : 29°C
 $\rho_{cp} = R + \text{Temperatur Correction} + \text{Zero Correction}$
 $d_L = R + \text{Meniscus Correction}$

Waktu (menit)	T (°C)	R	ρ_{cp}	% Batuan Halus $\alpha = \frac{R_{60}}{W_s} \times 100\%$	R ₆₀	L (cm)	K	D-K (L) ^{0.5}
0.30	29	34	36	20.12	35	10.63	0.01210	0.07192
0.5	29	33	35	28.17	34	10.70	0.01210	0.05597
1	29	32	34	46.23	33	10.90	0.01210	0.03995
2	29	32	34	66.23	33	10.90	0.01210	0.02825
4	29	32	34	66.23	33	10.90	0.01210	0.01997
8	29	31	33	64.28	32	11.10	0.01210	0.01425
15	29	31	33	64.28	32	11.10	0.01210	0.01041
30	29	31	33	64.28	32	11.10	0.01210	0.00736
60	29	30	32	62.34	31	11.20	0.01210	0.00523
90	29	30	32	62.34	31	11.20	0.01210	0.00427
120	29	30	32	62.34	31	11.20	0.01210	0.00370
240	29	28	30	58.45	29	11.00	0.01210	0.00259
1440	29	17	19	37.05	18	12.50	0.01210	0.00113

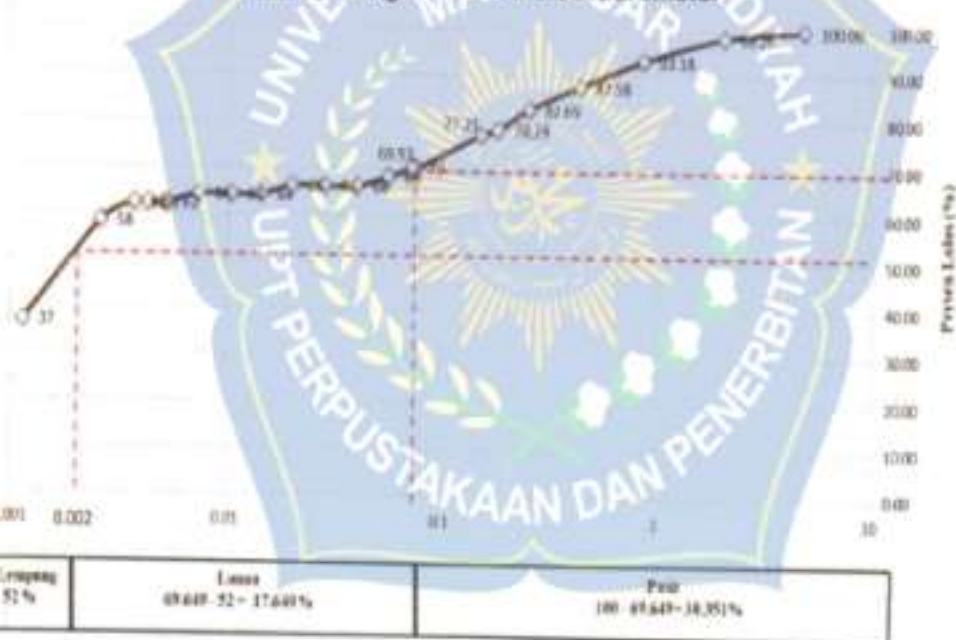


KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368, Faksimili : (0411)-586043
Website : <http://WWW.poliung.ac.id>
E-Mail : pnpu@poliung.ac.id

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Tema Pengujian : Analisis Hidrometer
Lokasi Sampel : Malino Kec Parigi Kab Gowa
Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
Tanggal :

Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368, Faksimili : (0411)-586043

Website : <http://WWW.polunpa.ac.id>

E-Mail : pnupa@polunpa.ac.id

Tema : Penelitian Tugas Akhir S1
Judul : Batas Cair
Lokasi Sampel : Malino Kec Parigi Kab Gowa
Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
Tanggal :

No Test	-				
Jumlah Pukulan		15	22	30	38
No. Cawan		1A	2A	3A	4A
Berat Cawan Kosong	Gram	25.832	6.200	6.000	6.400
Berat Cawan + Tanah Basah	Gram	37.035	30.900	45.200	58.000
Berat Cawan + Tanah Kering	Gram	33.212	35.998	32.312	41.401
Berat Air ($W_w = W_2 - W_3$)	Gram	3.823	14.902	12.888	16.599
Berat Tanah Kering, ($W_d = W_3 - W_1$)	Gram	7.4	29.8	26.3	35.0
Kadar Air, $W_w / W_d \times 100\%$	%	51.80	50.01	48.98	47.42



Jadi LL. = $-454\% \ln(25) + 6412\% = 49.51\%$



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368, Faksimili : (0411)-586043

Website : <http://WWW.polupng.ac.id>

E-Mail : pnup@polupng.ac.id

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Jenis Pengujian : **Pengujian Batas Plastis**
Lokasi Sampel : Malino Kec Parigi Kab Gowa
Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
Tanggal :

No Test		
No Cawan	-	A1
Berat Cawan Kosong	Gram	29.345
Berat Cawan + Tanah Basah	Gram	51.136
Berat Cawan + Tanah kering	Gram	45.69
Berat Air ($W_w = W_2 - W_3$)	Gram	5.45
Berat Tanah Kering, ($W_d = W_3 - W_1$)	Gram	16.35
Batas Plastis, $W_w/W_d \times 100\%$	%	33.31

Indeks Plastis PI = $49.51 - 33.31 = 16.195\%$



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili : (0411)-586043
Website : <http://WWW.polupng.ac.id/>
E-Mail : pmup@polupng.ac.id

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Jenis Pengujian : Pengujian Berat Jenis
Lokasi Sampel : Pakatto Kab. Gowa
Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
Tanggal :

Sampel		I	II
Berat Pycnometer, m ₁	Gram	35.609	34.492
Berat Pycnometer + Tanah, m ₂	Gram	73.73	70.500
Berat Pycnometer + Air + Tanah, m ₃	Gram	158.63	157.311
Berat Pycnometer + Air, m ₄	Gram	134.717	134.658
Temperature	°C	29	29
Faktor Koreksi, k		0.99508	0.99598
Berat Jenis, G _s		2.67	2.68
Berat Jenis Rata-rata, G _s		2.68	

Tabel Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Berat Jenis

Macam Tanah	Nilai Berat Jenis, G _s
Kerikil	2.65 - 2.68
Pasir	2.65 - 2.68
Lempung Organik	2.58 - 2.65
Lempung Anorganik	2.68 - 2.72
Humus	1.37
Gambut	1.25 - 1.8



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

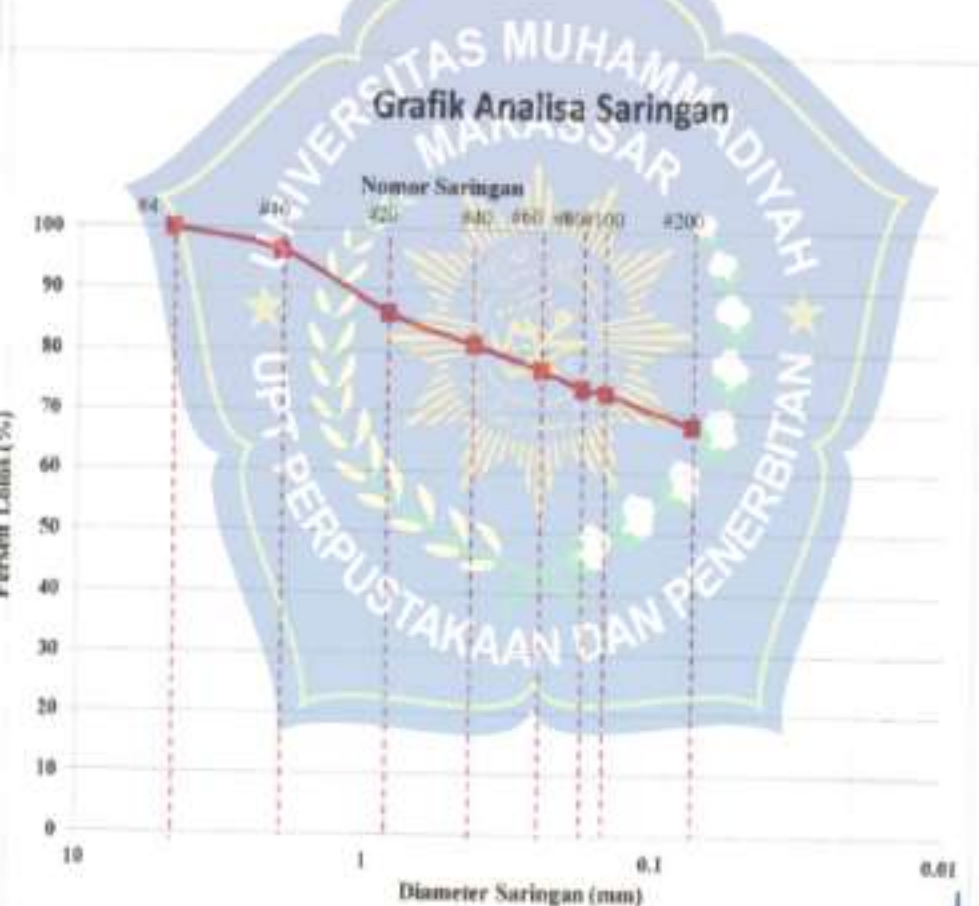
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili : (0411)-586043
Website : <http://WWW.poliupg.ac.id>
E-Mail : pnupg@poliupg.ac.id

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Tipe Pengujian : Analisa Saringan
Lokasi Sampel : Pakatto Kab Gowa
Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
Tanggal :

	Berat (Gram)
Berat tanah kering + Container	299,453
Berat Container	40,453
Berat tanah Kering	250

Saringan No	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lulus
4	4.75	0	0	0	100
10	2	9,109	9,109	3,6436	96,3564
20	0,85	25,456	34,565	13,826	86,174
40	0,43	12,589	47,154	18,8616	81,1384
60	0,25	10,938	57,332	22,9328	77,0672
80	0,18	7,619	64,951	25,9804	74,0196
100	0,15	2,145	67,096	26,8384	73,1616
200	0,075	13,339	80,435	32,174	67,826
Pan		169,565	250	100	0
Jumlah		250			

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
 Jenis Pengujian : Analisa Saringan
 Lokasi Sampel : Pakatto Kab Gowa
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
 Tanggal :





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili : (0411)-586043

Website : <http://WWW.poliung.ac.id/>

E-Mail : pnup@poliung.ac.id

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
 Jenis Pengujian : Analisis Hidrometer
 Lokasi Sampel : Pakatto Kab Gowa
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
 Tanggal :

Berat :
 Jenis :
 Zero Correction :
 Meniscus Correction :
 Gs Correction :
 $(\alpha = 1.65 Gs[(Gs-1)/Gs])$
 Berat Tanah, W_s :
 Temperatur (T) :
 $R_{cp} = R + \text{Temperatur Correction} + \text{Zero Correction}$
 $R_{cl} = R + \text{Meniscus Correction}$



Waktu (menit)	T (°C)	R	R _{cp}	% Butiran Halus $\alpha R_{cp} W_s \times 100\%$	R _{cl}	L (cm)	K	D-K (L ^{1/2})
0.5	29	33	35	68.17	34	10.70	0.01214	0.07250
0.5	29	33	35	68.17	34	10.70	0.01214	0.05616
1	29	33	35	68.17	34	10.70	0.01214	0.03971
2	29	31	33	64.28	32	11.10	0.01214	0.02860
4	29	30	32	62.34	31	11.20	0.01214	0.02031
8	29	30	32	62.34	31	11.20	0.01214	0.01436
15	29	29	31	60.39	30	11.40	0.01214	0.01058
30	29	27	29	56.50	28	11.70	0.01214	0.00758
60	29	27	29	56.50	28	11.70	0.01214	0.00536
90	29	25	27	52.61	26	12.00	0.01214	0.00443
120	29	23	25	48.72	24	12.40	0.01214	0.00390
240	29	16	18	35.11	17	12.90	0.01214	0.00281
1440	29	14	16	31.22	15	13.20	0.01214	0.00116



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

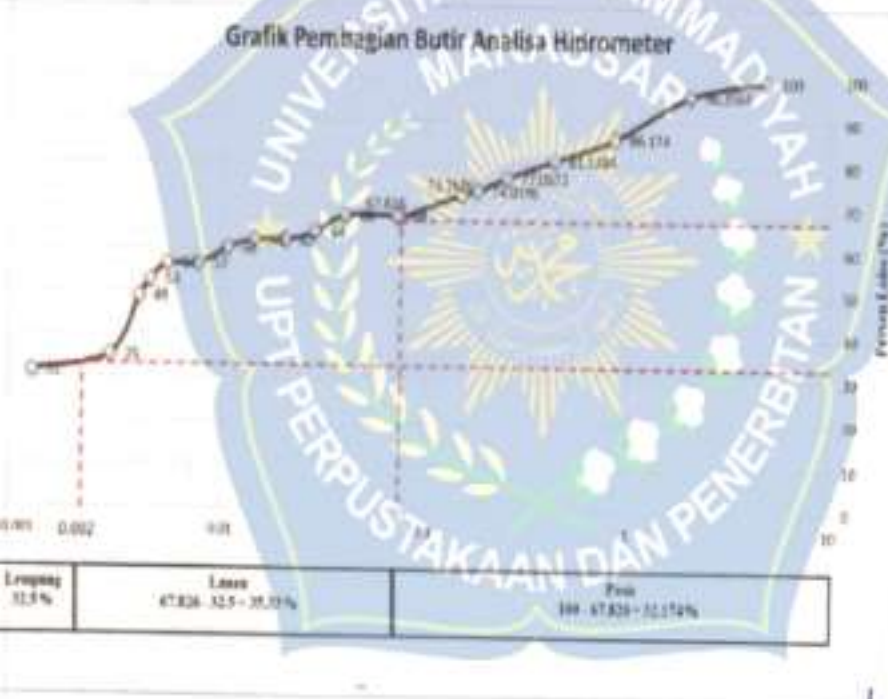
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili : (0411)-586043

Website : <http://WWW.poliupg.ac.id/>

E-Mail : pnupg@poliupg.ac.id

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Tipe Pengujian : Analisis Hidrometer
Lokasi Sampel : Pakatto Kab Gowa
Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
Tanggal :





Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Tipe Pengujian : **Batas Cair**
Lokasi Sampel : Pakatto I Kab Gowa
Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
Tanggal :

No Test		18	22	30	38
Jumlah Pukulan		18	22	30	38
No. Cawan		1A	2A	3A	4A
berat Cawan Kosong	Gram	25.594	9.413	9.783	16.349
berat Cawan + Tanah Basah	Gram	44.826	26.725	27.378	28.911
berat Cawan + Tanah Kering	Gram	38.129	20.592	21.667	24.907
berat Air (Ww-W2-W3)	Gram	6.697	5.733	5.711	4.004
berat Tanah Kering, (Wd-W3-W1)	Gram	12.5	11.2	11.9	8.6
kadar Air, $Ww/Wd \times 100\%$	%	53.43	51.28	48.06	46.79



Jadi LL = $-745\% \ln(25) + 7381\% = 49.83\%$



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili : (0411)-586043

Website : <http://WWW.poliupg.ac.id>

E-Mail : pnugp@poliupg.ac.id

Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1
Tema Pengujian : **Pengujian Batas Plastis**
Lokasi Sampel : Pakatto Kab. Gowa
Lokasi Pengujian : Laboratorium Pengujian Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang
Tanggal :

No Test		1
No. Cawan	-	A1
Berat Cawan Kosong	Gram	29.609
Berat Cawan + Tanah Basah	Gram	54.027
Berat Cawan + Tanah kering	Gram	48.040
Berat Air ($W_w = W_2 - W_1$)	Gram	5.99
Berat Tanah Kering, ($W_d = W_3 - W_1$)	Gram	18.43
Batas Plastis, $W_w/W_d \times 100\%$	%	32.48

Indeks Plastis $PI = 49.83 - 32.48 = 17.347\%$

DATA HASIL PERHITUNGAN CURAH HUJAN

Analisis Hidrologi

Siklus hidrologi adalah proses yang diawali oleh evaporasi/penguapan kemudian terjadinya kondensasi dari awan hasil evaporasi. Awan terus berproses sehingga terjadi salju dan atau hujan yang jatuh ke permukaan tanah sebagai air *run off* dan sebagian infiltrasi/meresap kedalam lapisan tanah.

Analisis Curah Hujan

Besarnya curah hujan maksimum harian rata-rata DAS dihitung dengan metode Thiessen, di mana pada metode ini mempertimbangkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Untuk analisis dipakai data curah hujan yang terdiri dari 3 stasiun pencatatan curah hujan yakni curah hujan stasiun Pakatto, Jenetallasa, dan Malino. Masing-masing curah hujan yang digunakan dari tahun 2006 hingga tahun 2020 di tiap stasiun-stasiun curah hujan dengan luas DAS sebesar 147.53 km². Adapun pembagian daerah aliran menggunakan metode polygon thiessen dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Luas Pengaruh Stasiun Hujan

No.	Stasiun	Luas Daerah Pengaruh (Km ²)	Koefisien Thiessen
1	Pakatto	55.33	0.38
2	Jenetallasa	50.76	0.34
3	Malino	41.44	0.28
Luas Total		147.53	1.00

Dari masing-masing stasiun, curah hujan mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun. Selanjutnya perhitungan curah hujan maximum dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Kondisi / Tanggal	Stasiun			Rata-Rata	Max
		Pakatto	Jenetalisa	Malino	Thiessen	
2006	1 27/02/06	198	120	53	130.43	130.43
	2 20/06/06	0	150	29	59.76	
	3 25/01/06	52	25	220	89.90	
2007	1 01/01/07	130	25	69	76.74	86.65
	2 03/06/07	73	100	1	62.07	
	3 01/02/07	107	25	135	86.65	
2008	1 29/03/08	174	0	4	66.38	66.38
	2 14/03/08	0	175	0	60.22	
	3 05/04/08	0	0	75	21.07	
2009	1 22/12/09	97	0	28	44.24	52.98
	2 16/12/09	50	75	30	52.98	
	3 29/01/09	27	15	53	41.41	
2010	1 12/01/10	95	50	15	57.04	76.38
	2 11/05/10	0	120	45	53.93	
	3 13/01/10	40	100	86	76.38	
2011	1 31/05/11	175	0	4	66.75	81.92
	2 25/02/11	25	100	32	52.77	
	3 12/01/11	50	75	133	81.02	
2012	1 21/12/12	90	0	0	33.75	33.75
	2 15/07/12	0	51	0	17.55	
	3 28/03/12	2	0	17	5.53	
2013	1 26/12/13	0 (Miss Data)	55	10	21.73	137.42
	2 06/01/13	100	80	108	95.37	
	3 05/01/13	110	55	225	137.42	
2014	1 16/01/14	57	40	125	70.25	70.25
	2 25/01/14	0	75	13	29.46	
	3 16/01/14	57	40	125	70.25	
2015	1 29/05/15	125	5	17	53.37	53.37
	2 06/01/15	54	70	31	53.04	
	3 03/03/15	25	30	119	54.12	
2016	1 06/12/16	80	20	0	26.88	46.17
	2 17/03/16	75	50	3	46.17	
	3 16/03/16	0	10	87	27.88	
2017	1 09/06/17	50	0	0	18.75	51.68
	2 21/12/17	10	80	47	44.48	
	3 08/12/17	0	40	135	51.68	
2018	1 18/02/18	0 (Miss Data)	0	0	0.00	41.85
	2 23/01/18	0	40	0	13.76	
	3 22/02/18	0	0	149	41.85	
2019	1 20/01/19	400	0	7	151.97	214.56
	2 22/01/19	175	281	186	214.56	
	3 29/04/19	25	0	201	65.83	
2020	1 29/09/20	350	19	0	137.79	137.79
	2 06/03/20	30	148	59	78.75	
	3 18/12/20	55	110	182	109.60	

Sumber : Data Curah Hujan Stasiun 1, Stasiun 2, Stasiun 3.

Analisis Frekuensi Curah Hujan

Parameter yang diperlukan untuk analisis frekuensi dan probabilitas seperti nilai rata-rata ($\bar{X}_r$), standar deviasi (S), faktor frekuensi (K_t) dan koefisien kemencengan (C_s). Metode distribusi frekuensi yang digunakan yaitu metode distribusi normal, metode log normal, metode gumbel dan metode log pearson III.

Distribusi Log Pearson III

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Metode Log Pearson Type III

Kala Ulang (tahun)	P (%)	X_i	$\log X_i$	$(\log X_i - \log \bar{X}_r)$	$(\log X_i - \log \bar{X}_r)^2$	$(\log X_i - \log \bar{X}_r)^3$
16,00	6,25	214,56	2,33	0,46	0,21	0,10
8,00	12,50	137,79	2,14	0,27	0,07	0,02
5,33	18,75	137,42	2,14	0,26	0,07	0,02
4,00	25,00	130,43	2,12	0,24	0,06	0,01
3,20	31,25	86,65	1,94	0,06	0,00	0,00
2,67	37,50	81,92	1,91	0,04	0,00	0,00
2,29	43,75	76,38	1,88	0,01	0,00	0,00
2,00	50,00	70,25	1,85	-0,03	0,00	0,00
1,78	56,25	66,38	1,82	-0,05	0,00	0,00
1,60	62,50	53,37	1,73	0,15	0,02	0,00
1,45	68,75	52,98	1,72	-0,15	0,02	0,00
1,33	75,00	51,68	1,71	-0,16	0,03	0,00
1,23	81,25	46,17	1,66	-0,21	0,04	-0,01
1,14	87,50	41,85	1,62	-0,25	0,06	-0,02
1,07	93,75	33,75	1,53	-0,35	0,12	-0,04
JUMLAH		1281,60	28,11	0,00	0,71	0,07

$\bar{X}_r$: Hasil Perhitungan

distribusi frekuensi dapat dihitung dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{rata-rata } (\log \bar{X}_r) &= \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \\ &= \frac{28,11}{15} = 1,87 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Deviasi } (S \log X_i) &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X}_r)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,71}{15-1}} \\ &= 0,23 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien Variasi (Cv)} &= \frac{S}{\text{Log } X_1} \\
 &= \frac{0.23}{1.87} \\
 &= 0.12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien Kemencengan (Cs)} &= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } X_1)^3}{(n-1)(n-2) S \log x^3} \\
 &= \frac{15 \times (0.07)}{(15-1)(15-2) \times 0.23^3} \\
 &= 0.50
 \end{aligned}$$

Dari nilai Cs maka dapat ditentukan nilai G
 dan curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun

$$\begin{aligned}
 \text{Log } X_t &= \text{Log } X_1 + G.S \log \\
 &= 1.87 + (-0.08 \times 0.23) \\
 &= 1.85
 \end{aligned}$$

$$X = \text{antilog } X$$

$$X_t = 71.61$$

Untuk langkah perhitungan periode ulang tahun (t) selanjutnya sama dengan diatas. Hasil
 perhitungan dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Type III

NO	Periode ulang	P %	G	Log X _t	X _t (mm)
1	2	50	-0,08	1,85	71,61
2	5	20	0,81	2,06	113,79
3	10	10	1,32	2,17	148,73
4	15	6,7	1,52	2,22	164,68
5	20	5	1,71	2,26	182,35
6	25	4	1,91	2,31	201,91
7	50	2	2,31	2,40	248,74
8	100	1	2,69	2,48	302,42
9	200	0,5	3,04	2,56	363,97

Tabel 5 di bawah menunjukkan beberapa parameter yang menjadi syarat penggunaan metode distribusi. Dari tabel tersebut ditunjukkan beberapa nilai C_s dan C_k yang menjadi persyaratan dari penggunaan empat metode distribusi.

Tabel 5. Syarat Penggunaan Jenis Distribusi/Sebaran Frekuensi

No	Jenis Sebaran	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
1	Log Pearson Type III	$C_s \neq 0$	$C_s = 0.50$	Mendekati
		$C_v = 0.3$	$C_v = 0.12$	

Dari Tabel diatas dapat dinyatakan bahwa yang paling mendekati adalah sebaran metode Log Pearson III dengan nilai $C_s = 0.50$ dan $C_v = 0.12$ yang memenuhi persyaratan.

Intensitas Curah Hujan

Untuk menganalisis debit banjir rencana maka dapat digunakan perhitungan distribusi hujan jam-jaman dengan rumus berikut:

Rumus Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^2$$

Dimana :

- I : Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R_{24} : Curah hujan maksimum dalam satu hari (mm)
- t : Waktu konsentrasi hujan (jam)

Diketahui :

- $R_2 = 71,61 \text{ mm}$
- $R_5 = 113,79 \text{ mm}$
- $R_{10} = 148,73 \text{ mm}$
- $R_{15} = 164,68 \text{ mm}$
- $R_{20} = 182,35 \text{ mm}$
- $R_{25} = 201,91 \text{ mm}$
- $R_{50} = 248,74 \text{ mm}$
- $R_{100} = 302,42 \text{ mm}$
- $R_{200} = 363,97 \text{ mm}$

$t = 1 \text{ Jam}$

$$\frac{71,61}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{\frac{2}{3}} = 130,12 \text{ mm/jam}$$

$$\frac{13,79}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{\frac{2}{3}} = 206,77 \text{ mm/jam}$$

$$\approx 230,38 \text{ mm/jam}$$

$$\frac{148,73}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{\frac{2}{3}} = 270,26 \text{ mm/jam}$$

$$\frac{164,68}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{\frac{2}{3}} = 299,25 \text{ mm/jam}$$

$$\approx 375,94 \text{ mm/jam}$$

$$\frac{182,35}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{\frac{2}{3}} = 331,35 \text{ mm/jam}$$

$$\frac{201,91}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{\frac{2}{3}} = 366,89 \text{ mm/jam}$$

$$\approx 496,48 \text{ mm/jam}$$

$$\frac{248,74}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{\frac{2}{3}} = 451,99 \text{ mm/jam}$$

$$\frac{302,42}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{\frac{2}{3}} = 549,53 \text{ mm/jam}$$

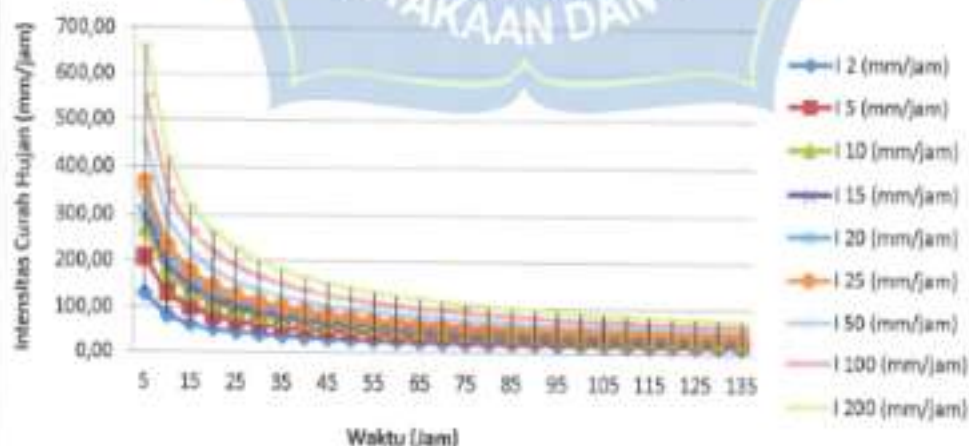
$$\frac{363,97}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{\frac{2}{3}} = 661,37 \text{ mm/jam}$$

Untuk t selanjutnya dapat dilihat pada tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan Metode Mononobe

I_2 (mm/jam)	I_5 (mm/jam)	I_{10} (mm/jam)	I_{15} (mm/jam)	I_{20} (mm/jam)	I_{25} (mm/jam)	I_{50} (mm/jam)	I_{100} (mm/jam)	I_{200} (mm/jam)
130,12	206,77	270,26	299,25	331,35	366,89	451,99	549,53	661,37
81,97	130,26	170,25	188,51	208,74	231,12	284,24	346,18	416,64
62,56	99,41	129,93	143,86	159,29	176,38	217,30	264,18	317,95
51,64	82,06	107,25	118,76	131,49	145,60	179,37	218,08	262,47
44,50	70,72	92,43	102,34	113,32	125,47	154,58	187,94	226,19
39,41	62,62	81,85	90,63	100,35	111,31	136,89	166,43	200,30
35,56	56,51	73,86	81,78	90,55	100,26	123,52	150,17	180,74
32,53	51,69	67,57	74,81	82,84	91,72	113,00	137,38	165,34
30,07	47,79	62,46	69,16	76,58	84,79	104,46	127,91	152,86
28,03	44,55	58,23	64,47	71,39	79,04	97,38	118,39	142,49
26,31	41,81	54,64	60,50	66,99	74,18	91,38	111,10	133,72
24,83	39,45	51,56	57,09	63,22	70,00	86,23	104,84	126,18
23,34	37,40	48,88	54,13	59,93	66,36	81,25	99,39	119,62
22,40	35,60	46,53	51,52	57,04	63,16	77,81	94,60	113,66
21,39	34,00	44,43	49,20	54,40	60,22	74,31	90,35	108,74
20,49	32,56	42,56	47,13	52,18	57,34	71,18	86,54	104,56
19,68	31,27	40,88	45,26	50,12	55,49	68,36	83,12	100,63
18,95	30,11	39,35	43,57	48,24	53,62	65,81	80,03	96,29
18,27	29,04	37,86	42,03	46,53	51,53	63,40	77,15	92,88
17,66	28,05	36,68	40,61	44,97	49,29	61,34	74,58	89,76
17,10	27,17	35,51	39,31	43,53	47,20	59,38	72,20	86,89
16,57	26,34	34,42	38,11	42,20	46,33	57,57	69,96	84,24
16,09	25,57	33,42	37,00	40,97	45,56	55,99	67,95	81,78
15,64	24,85	32,48	35,97	39,82	44,10	54,32	66,15	79,49
15,22	24,18	31,61	35,00	38,75	42,91	52,82	64,27	77,35
14,83	23,56	30,79	34,10	37,75	41,80	51,50	62,61	75,36
14,46	22,97	30,01	33,25	36,82	40,77	50,22	61,06	73,49

Grafik Intensitas Curah Hujan Dengan
Metode Mononobe



Lempung Lanau Berpasir (Bili-Bili)								
15			115			125		
230,38 L/Jam			375,94 L/Jam			496,48 L/Jam		
Waktu	Tinggi Penurunan Air Tanah	Selisih Muka Air Tanah Sebelum Dan Saat Dihujani	Waktu	Tinggi Penurunan Air Tanah	Selisih Muka Air Tanah Sebelum Dan Saat Dihujani	Waktu	Tinggi Penurunan Air Tanah	Selisih Muka Air Tanah Sebelum Dan Saat Dihujani
Menit	H	h	Menit	H	h	Menit	H	h
1	24,65	0,35	1	24,45	0,55	1	24,65	0,35
2	24,45	0,55	2	23,85	1,15	2	24,25	0,75
3	23,95	1,05	3	23,15	1,85	3	23,95	1,05
4	23,60	1,40	4	22,85	2,15	4	23,60	1,40
5	23,45	1,55	5	22,60	2,40	5	23,25	1,75
6	23,25	1,75	6	22,50	2,50	6	22,90	2,10
7	23,00	2,00	7	22,30	2,70	7	22,60	2,40
8	22,80	2,20	8	22,15	2,85	8	22,35	2,65
9	22,70	2,30	9	21,95	3,05	9	22,05	2,95
10	22,65	2,35	10	21,85	3,15	10	21,95	3,05
11	22,55	2,45	11	21,75	3,25	11	21,85	3,15
12	22,45	2,55	12	21,75	3,25	12	21,75	3,25
13	22,45	2,55	13	21,65	3,35	13	21,70	3,30
14	22,30	2,70	14	21,55	3,45	14	21,60	3,40
15	22,20	2,80	15	21,45	3,55	15	21,55	3,45
16	22,20	2,80	16	21,35	3,65	16	21,45	3,55
17	22,20	2,80	17	21,30	3,70	17	21,35	3,65
18	22,15	2,85	18	21,25	3,75	18	21,25	3,75
19	22,15	2,85	19	21,15	3,85	19	21,10	3,90
20	22,10	2,90	20	21,05	3,95	20	20,90	3,60
21	22,10	2,90	21	20,95	4,05	21	20,85	4,15
22	22,10	2,90	22	20,90	4,10	22	20,75	4,25
23	22,05	2,95	23	20,80	4,20	23	20,70	4,30
24	22,05	2,95	24	20,75	4,25	24	20,60	4,40
25	22,05	2,95	25	20,65	4,35	25	20,50	4,50
26	22,00	3,00	26	20,65	4,35	26	20,35	4,65
27	22,00	3,00	27	20,55	4,45	27	20,20	4,80
28	22,00	3,00	28	20,50	4,50	28	20,10	4,90
29	21,95	3,05	29	20,40	4,60	29	19,95	5,05
30	21,95	3,05	30	20,35	4,65	30	19,80	5,20
31	21,95	3,05	31	20,30	4,70	31	19,70	5,30
32	21,90	3,10	32	20,20	4,80	32	19,60	5,40
33	21,85	3,15	33	20,15	4,85	33	19,45	5,55
34	21,85	3,15	34	20,15	4,85	34	19,35	5,65
35	21,85	3,15	35	20,15	4,85	35	19,25	5,75

Lampiran 3 : Data Hasil Pengujian Model 1.3.32

36	21,85	3,15	36	20,05	4,95	36	19,20	5,80
37	21,85	3,15	37	19,95	5,05	37	19,05	5,95
38	21,85	3,15	38	19,90	5,10	38	18,95	6,05
39	21,75	3,25	39	19,85	5,15	39	18,90	6,10
40	21,75	3,25	40	19,85	5,15	40	18,90	6,10
41	21,75	3,25	41	19,80	5,20	41	18,85	6,15
42	21,75	3,25	42	19,70	5,30	42	18,85	6,15
43	21,70	3,30	43	19,70	5,30	43	18,80	6,20
44	21,70	3,30	44	19,70	5,30	44	18,75	6,25
45	21,65	3,35	45	19,65	5,35	45	18,75	6,25
46	21,65	3,35	46	19,60	5,40	46	18,75	6,25
47	21,55	3,45	47	19,60	5,40	47	18,65	6,35
48	21,45	3,55	48	19,55	5,45	48	18,65	6,35
49	21,30	3,70	49	19,50	5,50	49	18,65	6,35
50	21,25	3,75	50	19,50	5,50	50	18,65	6,35
51	21,20	3,80	51	19,40	5,60	51	18,55	6,45
52	21,15	3,85	52	19,35	5,65	52	18,55	6,45
53	21,15	3,85	53	19,30	5,70	53	18,55	6,45
54	21,05	3,95	54	19,20	5,80	54	18,55	6,45
55	21,05	3,95	55	19,15	5,85	55	18,50	6,50
56	20,95	4,05	56	19,10	5,90	56	18,45	6,55
57	20,95	4,05	57	19,10	5,90	57	18,45	6,55
58	20,90	4,10	58	19,05	5,95	58	18,45	6,55
59	20,75	4,25	59	18,95	6,05	59	18,45	6,55
60	20,70	4,30	60	18,90	6,10	60	18,40	6,60
61	20,70	4,30	61	18,85	6,15	61	18,35	6,65
62	20,65	4,35	62	18,80	6,20	62	18,35	6,65
63	20,55	4,45	63	18,75	6,25	63	18,35	6,65
64	20,50	4,50	64	18,70	6,30	64	18,25	6,75
65	20,40	4,60	65	18,70	6,30	65	18,25	6,75
66	20,35	4,65	66	18,60	6,40	66	18,25	6,75
67	20,30	4,70	67	18,60	6,40	67	18,20	6,80
68	20,25	4,75	68	18,50	6,50	68	18,15	6,85
69	20,25	4,75	69	18,50	6,50	69	18,15	6,85
70	20,20	4,80	70	18,50	6,50	70	18,15	6,85
71	20,05	4,95	71	18,40	6,60	71	18,10	6,90
72	20,05	4,95	72	18,30	6,70	72	18,05	6,95
73	19,85	5,15	73	18,20	6,80	73	18,05	6,95
74	19,80	5,20	74	18,20	6,80	74	18,05	6,95
75	19,75	5,25	75	18,15	6,85	75	18,05	6,95
76	19,70	5,30	76	18,10	6,90	76	18,00	7,00
77	19,60	5,40	77	18,05	6,95	77	18,00	7,00
78	19,50	5,50	78	18,05	6,95	78	18,00	7,00
79	19,45	5,55	79	18,00	7,00	79	17,95	7,05
80	19,45	5,55	80	18,00	7,00	80	17,95	7,05
81	19,30	5,70	81	18,00	7,00	81	17,95	7,05
82	19,25	5,75	82	18,00	7,00	82	17,90	7,10
83	19,10	5,90	83	17,95	7,05	83	17,90	7,10

Lampiran 3 : Data Hasil Pengujian Model L3.33

84	19,05	5,95	84	17,90	7,10	84	17,85	7,15
85	18,90	6,10	85	17,85	7,15	85	17,80	7,20
86	18,85	6,15	86	17,80	7,20	86	17,75	7,25
87	18,85	6,15	87	17,80	7,20	87	17,70	7,30
88	18,85	6,15	88	17,80	7,20	88	17,70	7,30
89	18,80	6,20	89	17,80	7,20	89	17,65	7,35
90	18,75	6,25	90	17,80	7,20	90	17,60	7,40
91	18,70	6,30	91	17,75	7,25	91	17,60	7,40
92	18,65	6,35	92	17,75	7,25	92	17,60	7,40
93	18,60	6,40	93	17,70	7,30	93	17,50	7,50
94	18,45	6,55	94	17,65	7,35	94	17,50	7,50
95	18,45	6,55	95	17,55	7,45	95	17,50	7,50
96	18,40	6,60	96	17,50	7,50	96	17,45	7,55
97	18,25	6,75	97	17,45	7,55	97	17,45	7,55
98	18,20	6,80	98	17,45	7,55	98	17,45	7,55
99	18,15	6,85	99	17,35	7,65	99	17,35	7,65
100	18,10	6,90	100	17,30	7,70	100	17,35	7,65
101	18,05	6,95	101	17,30	7,70	101	17,35	7,65
102	18,00	7,00	102	17,25	7,75	102	17,35	7,65
103	17,90	7,10	103	17,25	7,75	103	17,35	7,65
104	17,75	7,25	104	17,20	7,80	104	17,30	7,70
105	17,55	7,45	105	17,15	7,85	105	17,30	7,70
106	17,50	7,50	106	17,00	8,00	106	17,25	7,75
107	17,40	7,60	107	17,00	8,00	107	17,20	7,80
108	17,35	7,65	108	16,90	8,10	108	17,20	7,80
109	17,35	7,65	109	16,75	8,25	109	17,20	7,80
110	17,20	7,80	110	16,60	8,40	110	17,20	7,80
111	17,20	7,80	111	16,50	8,50	111	17,20	7,80
112	17,15	7,85	112	16,35	8,65	112	17,15	7,85
113	17,15	7,85	113	16,30	8,70	113	17,10	7,90
114	17,00	8,00	114	16,25	8,75	114	17,10	7,90
115	16,95	8,05	115	16,15	8,85	115	17,10	7,90
116	16,90	8,10	116	16,10	8,90	116	17,10	7,90
117	16,80	8,20	117	16,10	8,90	117	17,00	8,00
118	16,65	8,35	118	16,10	8,90	118	16,95	8,05
119	16,65	8,35	119	16,10	8,90	119	16,95	8,05
120	16,55	8,45	120	16,05	8,95	120	16,95	8,05
121	16,50	8,50	121	16,05	8,95	121	16,85	8,15
122	16,45	8,55	122	16,05	8,95	122	16,85	8,15
123	16,30	8,70	123	16,00	9,00	123	16,85	8,15
124	16,25	8,75	124	16,00	9,00	124	16,80	8,20
125	16,15	8,85	125	16,00	9,00	125	16,80	8,20
126	16,10	8,90	126	15,90	9,10	126	16,75	8,25
127	16,00	9,00	127	15,90	9,10	127	16,75	8,25
128	15,95	9,05	128	15,90	9,10	128	16,70	8,30
129	15,90	9,10	129	15,85	9,15	129	16,70	8,30
130	15,85	9,15	130	15,80	9,20	130	16,70	8,30
131	15,80	9,20	131	15,80	9,20	131	16,70	8,30

Lampiran 3 : Data Hasil Pengujian Model L3.34

132	15,70	9,30	132	15,80	9,20	132	16,70	8,30
133	15,60	9,40	133	15,70	9,30	133	16,65	8,35
134	15,50	9,50	134	15,70	9,30	134	16,65	8,35
135	15,40	9,60	135	15,65	9,35	135	16,65	8,35
136	15,35	9,65	136	15,65	9,35	136	16,60	8,40
137	15,30	9,70	137	15,60	9,40	137	16,60	8,40
138	15,20	9,80	138	15,60	9,40	138	16,55	8,45
139	15,10	9,90	139	15,60	9,40	139	16,55	8,45
140	15,00	10,00	140	15,60	9,40	140	16,55	8,45
141	14,95	10,05	141	15,55	9,45	141	16,55	8,45
142	14,90	10,10	142	15,55	9,45	142	16,55	8,45
143	14,85	10,15	143	15,50	9,50	143	16,55	8,45
144	14,80	10,20	144	15,50	9,50	144	16,55	8,45
145	14,75	10,25	145	15,50	9,50	145	16,50	8,50
146	14,70	10,30	146	15,45	9,55	146	16,45	8,55
147	14,65	10,35	147	15,45	9,55	147	16,45	8,55
148	14,65	10,35	148	15,45	9,55	148	16,45	8,55
149	14,65	10,35	149	15,45	9,55	149	16,45	8,55
150	14,55	10,45	150	15,45	9,55	150	16,45	8,55
151	14,55	10,45	151	15,40	9,60	151	16,45	8,55
152	14,55	10,45	152	15,40	9,60	152	16,45	8,55
153	14,55	10,45	153	15,40	9,60	153	16,45	8,55
154	14,50	10,50	154	15,30	9,70	154	16,45	8,55
155	14,50	10,50	155	15,25	9,75	155	16,45	8,55
156	14,45	10,55	156	15,25	9,75	156	16,45	8,55
157	14,45	10,55	157	15,25	9,75	157	16,50	8,50
158	14,45	10,55	158	15,25	9,75	158	16,50	8,50
159	14,40	10,60	159	15,25	9,75	159	16,50	8,50
160	14,40	10,60	160	15,25	9,75	160	16,55	8,45
161	14,40	10,60	161	15,25	9,75	161	16,65	8,35
162	14,40	10,60	162	15,25	9,75	162	16,65	8,35
163	14,35	10,65	163	15,25	9,75	163	16,65	8,35
164	14,35	10,65	164	15,25	9,75	164	16,75	8,25
165	14,30	10,70	165	15,25	9,75	165	16,80	8,20
166	14,30	10,70	166	15,25	9,75	166	16,90	8,10
167	14,30	10,70	167	15,35	9,65	167	16,95	8,05
168	14,30	10,70	168	15,45	9,55	168	17,05	7,95
169	14,30	10,70	169	15,55	9,45	169	17,15	7,85
170	14,30	10,70	170	15,65	9,35	170	17,40	7,60
171	14,30	10,70	171	15,75	9,25	171	17,55	7,45
172	14,30	10,70	172	15,85	9,15	172	17,70	7,30
173	14,35	10,65	173	15,95	9,05	173	17,95	7,05
174	14,40	10,60	174	16,00	9,00	174	18,00	7,00
175	14,50	10,50	175	16,05	8,95	175	18,10	6,90
176	14,55	10,45	176	16,15	8,85	176	18,35	6,65
177	14,65	10,35	177	16,20	8,80	177	18,50	6,50
178	14,70	10,30	178	16,30	8,70	178	18,70	6,30
179	14,75	10,25	179	16,40	8,60	179	18,85	6,15

Lampiran 3 : Data Hasil Pengujian Model L3.35

180	14,80	10,20	180	16,55	8,45	180	19,05	5,95
181	14,90	10,10	181	16,70	8,30	181	19,35	5,65
182	14,95	10,05	182	16,80	8,20	182	19,65	5,35
183	15,05	9,95	183	16,85	8,15	183	19,90	5,10
184	15,10	9,90	184	16,95	8,05	184	20,10	4,90
185	15,20	9,80	185	17,05	7,95	185	20,45	4,55
186	15,35	9,65	186	17,15	7,85	186	20,75	4,25
187	15,35	9,65	187	17,25	7,75	187	20,95	4,05
188	15,45	9,55	188	17,35	7,65	188	21,20	3,80
189	15,50	9,50	189	17,40	7,60	189	21,40	3,60
190	15,50	9,50	190	17,50	7,50	190	21,60	3,40
191	15,55	9,45	191	17,60	7,40	191	21,85	3,15
192	15,55	9,45	192	17,80	7,20	192	22,05	2,95
193	15,60	9,40	193	17,95	7,05	193	22,30	2,70
194	15,65	9,35	194	18,10	6,90	194	22,50	2,50
195	15,65	9,35	195	18,20	6,80	195	22,75	2,25
196	15,80	9,20	196	18,30	6,70	196	22,95	2,05
197	15,90	9,10	197	18,45	6,55	197	23,35	1,65
198	15,95	9,05	198	18,60	6,40	198	23,90	1,10
199	15,95	9,05	199	18,70	6,30	199	24,30	0,70
200	16,05	8,95	200	18,80	6,20	200	24,50	0,50
201	16,20	8,80	201	18,95	6,05	201	24,90	0,10
202	16,35	8,65	202	19,05	5,95	202	25,20	0,20
203	16,50	8,50	203	19,20	5,80	203	25,35	0,35
204	16,75	8,25	204	19,50	5,50	204	25,70	0,70
205	16,95	8,05	205	19,85	5,15	205	26,00	1,00
206	17,10	7,90	206	20,10	4,90	206	26,25	1,25
207	17,50	7,50	207	20,65	4,35	207	26,40	1,40
208	17,70	7,30	208	21,05	3,95	208	26,65	1,65
209	17,85	7,15	209	21,70	3,30	209	27,35	2,25
210	18,45	6,55	210	22,10	2,80	210	27,80	2,80
211	18,70	6,30	211	22,65	2,35	211	28,50	3,50
212	18,85	6,15	212	22,95	2,05	212	29,10	4,10
213	19,05	5,95	213	23,25	1,75	213	29,75	4,75
214	19,25	5,75	214	23,70	1,30	214	30,20	5,20
215	19,40	5,60	215	24,00	1,00	215	30,85	5,85
216	19,50	5,50	216	24,15	0,85	216	31,25	6,25
217	19,70	5,30	217	24,35	0,65	217	31,70	6,70
218	19,85	5,15	218	24,60	0,40	218	32,20	7,20
219	20,05	4,95	219	24,90	0,10	219	32,65	7,65
220	20,30	4,70	220	25,15	0,15	220	33,05	8,05
221	20,50	4,50	221	25,30	0,30	221	33,50	8,50
222	20,70	4,30	222	25,40	0,40	222	34,30	9,30
223	21,05	3,95	223	25,60	0,60	223	34,90	9,90
224	21,40	3,60	224	25,75	0,75	224	35,20	10,20
225	21,65	3,35	225	25,90	0,90	225	36,00	11,00
226	21,85	3,15	226	26,10	1,10	226	36,50	11,50
227	22,20	2,80	227	26,40	1,40	227	36,95	11,95

228	22,45	2,55	228	26,55	1,55	228	37,45	12,45
229	22,75	2,25	229	26,70	1,70	229	38,10	13,10
230	22,90	2,10	230	26,95	1,95	230	39,00	14,00
231	23,20	1,80	231	27,20	2,20	231	39,65	14,65
232	23,60	1,40	232	27,35	2,35	232	40,45	15,45
233	24,15	0,85	233	27,40	2,40	233	41,40	16,40
234	24,55	0,45	234	27,60	2,60	234	42,30	17,30
235	24,80	0,20	235	27,80	2,80	235	43,40	18,40
236	25,15	0,15	236	27,95	2,95	236	44,00	19,00
237	25,50	0,50	237	28,05	3,05	237	44,35	19,35
238	25,85	0,85	238	28,20	3,20	238	44,70	19,70
239	26,05	1,05	239	28,35	3,35	239	45,15	20,15
240	26,25	1,25	240	28,65	3,65	240	45,20	20,20
241	26,40	1,40	241	28,85	3,85	241	45,25	20,20
242	26,65	1,65	242	29,05	4,05	242	45,35	20,15
243	26,95	1,95	243	29,40	4,40	243	45,45	20,15
244	27,20	2,20	244	29,70	4,70	244	45,50	20,15
245	27,50	2,50	245	29,80	4,90	245	45,55	20,15
246	27,70	2,70	246	30,25	5,25	246	45,55	20,15
247	28,00	3,00	247	30,50	5,60	247	45,55	20,15
248	28,35	3,35	248	31,05	6,05	248	45,55	20,15
249	28,60	3,60	249	31,25	6,25	249	45,55	20,15
250	28,85	3,85	250	31,50	6,50	250	45,55	20,15



Lempung Pasir Berlanau (Malino)								
15			115			125		
230,38 L/Jam			375,94 L/Jam			496,48 L/Jam		
Waktu	Tinggi Penurunan Air Tanah	Selisih Muka Air Tanah Sebelum Dan Saat Dihujani	Waktu	Tinggi Penurunan Air Tanah	Selisih Muka Air Tanah Sebelum Dan Saat Dihujani	Waktu	Tinggi Penurunan Air Tanah	Selisih Muka Air Tanah Sebelum Dan Saat Dihujani
Menit	H	h	Menit	H	h	Menit	H	h
1	24,35	0,65	1	24,35	0,65	1	24,75	0,25
2	24,20	0,80	2	24,00	1,00	2	24,40	0,60
3	24,10	0,90	3	23,85	1,15	3	23,95	1,05
4	24,00	1,00	4	23,75	1,25	4	23,70	1,30
5	23,75	1,25	5	23,55	1,45	5	23,35	1,65
6	23,50	1,50	6	23,30	1,70	6	23,00	2,00
7	23,25	1,75	7	23,15	1,85	7	22,70	2,30
8	23,10	1,90	8	22,95	2,05	8	22,40	2,60
9	22,95	2,05	9	22,70	2,30	9	22,10	2,90
10	22,80	2,20	10	22,65	2,35	10	21,80	3,20
11	22,70	2,30	11	22,55	2,45	11	21,40	3,60
12	22,60	2,40	12	22,45	2,55	12	21,25	3,75
13	22,50	2,50	13	22,35	2,65	13	21,05	3,95
14	22,45	2,55	14	22,25	2,75	14	20,90	4,10
15	22,35	2,65	15	22,05	2,95	15	20,80	4,20
16	22,35	2,65	16	21,90	3,10	16	20,70	4,30
17	22,30	2,70	17	21,70	3,30	17	20,65	4,35
18	22,15	2,85	18	21,55	3,45	18	20,55	4,45
19	22,05	2,95	19	21,35	3,65	19	20,50	4,50
20	22,05	2,95	20	21,15	3,85	20	20,50	4,50
21	21,95	3,05	21	21,00	4,00	21	20,50	4,50
22	21,90	3,10	22	20,90	4,10	22	20,40	4,60
23	21,85	3,15	23	20,75	4,25	23	20,40	4,60
24	21,75	3,25	24	20,60	4,40	24	20,40	4,60
25	21,70	3,30	25	20,50	4,50	25	20,30	4,70
26	21,60	3,40	26	20,35	4,65	26	20,25	4,75
27	21,55	3,45	27	20,25	4,75	27	20,20	4,80
28	21,45	3,55	28	20,15	4,85	28	20,10	4,90
29	21,35	3,65	29	20,05	4,95	29	20,05	4,95
30	21,30	3,70	30	19,95	5,05	30	20,05	4,95
31	21,25	3,75	31	19,95	5,05	31	19,95	5,05
32	21,20	3,80	32	19,85	5,15	32	19,90	5,10
33	21,15	3,85	33	19,80	5,20	33	19,90	5,10
34	21,05	3,95	34	19,80	5,20	34	19,90	5,10
35	20,95	4,05	35	19,75	5,25	35	19,85	5,15
36	20,85	4,15	36	19,70	5,30	36	19,75	5,25
37	20,75	4,25	37	19,65	5,35	37	19,70	5,30

Lampiran 3 : Data Hasil Pengujian Model L3.38

38	20,65	4,35	38	19,55	5,45	38	19,70	5,30
39	20,55	4,45	39	19,50	5,50	39	19,65	5,35
40	20,45	4,55	40	19,45	5,55	40	19,65	5,35
41	20,35	4,65	41	19,35	5,65	41	19,60	5,40
42	20,25	4,75	42	19,30	5,70	42	19,60	5,40
43	20,15	4,85	43	19,30	5,70	43	19,60	5,40
44	20,05	4,95	44	19,20	5,80	44	19,55	5,45
45	19,95	5,05	45	19,20	5,80	45	19,55	5,45
46	19,85	5,15	46	19,20	5,80	46	19,45	5,55
47	19,80	5,20	47	19,15	5,85	47	19,45	5,55
48	19,80	5,20	48	19,10	5,90	48	19,40	5,60
49	19,80	5,20	49	19,10	5,90	49	19,35	5,65
50	19,70	5,30	50	19,10	5,90	50	19,30	5,70
51	19,65	5,35	51	19,10	5,90	51	19,30	5,70
52	19,65	5,35	52	19,10	5,90	52	19,25	5,75
53	19,55	5,45	53	19,00	6,00	53	19,25	5,75
54	19,50	5,50	54	18,95	6,05	54	19,25	5,75
55	19,45	5,55	55	18,85	6,15	55	19,20	5,80
56	19,40	5,60	56	18,85	6,15	56	19,20	5,80
57	19,35	5,65	57	18,75	6,25	57	19,20	5,80
58	19,30	5,70	58	18,70	6,30	58	19,20	5,80
59	19,25	5,75	59	18,65	6,35	59	19,10	5,90
60	19,15	5,85	60	18,65	6,35	60	19,10	5,90
61	19,15	5,85	61	18,65	6,35	61	19,10	5,90
62	19,10	5,90	62	18,55	6,45	62	19,05	5,95
63	19,05	5,95	63	18,55	6,45	63	19,05	5,95
64	19,05	5,95	64	18,50	6,50	64	18,95	6,05
65	19,00	6,00	65	18,45	6,55	65	18,95	6,05
66	19,00	6,00	66	18,45	6,55	66	18,95	6,05
67	18,95	6,05	67	18,45	6,55	67	18,95	6,05
68	18,95	6,05	68	18,45	6,55	68	18,90	6,10
69	18,90	6,10	69	18,35	6,65	69	18,85	6,15
70	18,90	6,10	70	18,35	6,65	70	18,85	6,15
71	18,85	6,15	71	18,35	6,65	71	18,85	6,15
72	18,85	6,15	72	18,30	6,70	72	18,85	6,15
73	18,85	6,15	73	18,30	6,70	73	18,80	6,20
74	18,80	6,20	74	18,25	6,75	74	18,75	6,25
75	18,75	6,25	75	18,25	6,75	75	18,75	6,25
76	18,75	6,25	76	18,25	6,75	76	18,75	6,25
77	18,65	6,35	77	18,20	6,80	77	18,65	6,35
78	18,65	6,35	78	18,20	6,80	78	18,60	6,40
79	18,65	6,35	79	18,15	6,85	79	18,60	6,40
80	18,55	6,45	80	18,10	6,90	80	18,60	6,40
81	18,55	6,45	81	18,05	6,95	81	18,50	6,50
82	18,50	6,50	82	18,05	6,95	82	18,50	6,50
83	18,45	6,55	83	18,00	7,00	83	18,50	6,50
84	18,40	6,60	84	17,95	7,05	84	18,45	6,55
85	18,35	6,65	85	17,95	7,05	85	18,40	6,60

86	18,30	6,70	86	17,90	7,10	86	18,35	6,65
87	18,25	6,75	87	17,90	7,10	87	18,35	6,65
88	18,25	6,75	88	17,80	7,20	88	18,35	6,65
89	18,25	6,75	89	17,80	7,20	89	18,30	6,70
90	18,15	6,85	90	17,80	7,20	90	18,25	6,75
91	18,05	6,95	91	17,75	7,25	91	18,25	6,75
92	17,95	7,05	92	17,75	7,25	92	18,25	6,75
93	17,95	7,05	93	17,70	7,30	93	18,20	6,80
94	17,85	7,15	94	17,65	7,35	94	18,20	6,80
95	17,85	7,15	95	17,65	7,35	95	18,15	6,85
96	17,85	7,15	96	17,65	7,35	96	18,15	6,85
97	17,75	7,25	97	17,60	7,40	97	18,10	6,90
98	17,75	7,25	98	17,60	7,40	98	18,10	6,90
99	17,75	7,25	99	17,60	7,40	99	18,10	6,90
100	17,65	7,35	100	17,50	7,50	100	18,05	6,95
101	17,65	7,35	101	17,50	7,50	101	18,05	6,95
102	17,55	7,45	102	17,45	7,55	102	18,00	7,00
103	17,45	7,55	103	17,45	7,55	103	18,00	7,00
104	17,45	7,55	104	17,35	7,65	104	18,00	7,00
105	17,35	7,65	105	17,35	7,65	105	17,95	7,05
106	17,35	7,65	106	17,35	7,65	106	17,90	7,10
107	17,35	7,65	107	17,30	7,70	107	17,90	7,10
108	17,25	7,75	108	17,30	7,70	108	17,90	7,10
109	17,15	7,85	109	17,25	7,75	109	17,90	7,10
110	17,15	7,85	110	17,25	7,75	110	17,85	7,15
111	17,05	7,95	111	17,25	7,75	111	17,80	7,20
112	17,05	7,95	112	17,25	7,75	112	17,75	7,25
113	17,05	7,95	113	17,20	7,80	113	17,70	7,30
114	16,95	8,05	114	17,15	7,85	114	17,70	7,30
115	16,85	8,15	115	17,15	7,85	115	17,70	7,30
116	16,85	8,15	116	17,05	7,95	116	17,65	7,35
117	16,85	8,15	117	17,05	7,95	117	17,65	7,35
118	16,85	8,15	118	17,00	8,00	118	17,65	7,35
119	16,75	8,25	119	17,00	8,00	119	17,55	7,45
120	16,75	8,25	120	17,00	8,00	120	17,50	7,50
121	16,65	8,35	121	17,00	8,00	121	17,45	7,55
122	16,65	8,35	122	16,90	8,10	122	17,45	7,55
123	16,65	8,35	123	16,85	8,15	123	17,40	7,60
124	16,60	8,40	124	16,80	8,20	124	17,35	7,65
125	16,55	8,45	125	16,80	8,20	125	17,35	7,65
126	16,50	8,50	126	16,75	8,25	126	17,35	7,65
127	16,40	8,60	127	16,75	8,25	127	17,30	7,70
128	16,35	8,65	128	16,65	8,35	128	17,30	7,70
129	16,30	8,70	129	16,65	8,35	129	17,25	7,75
130	16,25	8,75	130	16,60	8,40	130	17,15	7,85
131	16,15	8,85	131	16,60	8,40	131	17,15	7,85
132	16,05	8,95	132	16,60	8,40	132	17,10	7,90
133	16,00	9,00	133	16,55	8,45	133	17,10	7,90

134	15,95	9,05	134	16,55	8,45	134	17,05	7,95
135	15,85	9,15	135	16,55	8,45	135	17,05	7,95
136	15,85	9,15	136	16,55	8,45	136	17,05	7,95
137	15,75	9,25	137	16,50	8,50	137	17,00	8,00
138	15,75	9,25	138	16,50	8,50	138	16,95	8,05
139	15,70	9,30	139	16,45	8,55	139	16,95	8,05
140	15,65	9,35	140	16,45	8,55	140	16,95	8,05
141	15,65	9,35	141	16,45	8,55	141	16,95	8,05
142	15,60	9,40	142	16,45	8,55	142	16,90	8,10
143	15,60	9,40	143	16,40	8,60	143	16,90	8,10
144	15,55	9,45	144	16,35	8,65	144	16,90	8,10
145	15,50	9,50	145	16,35	8,65	145	16,90	8,10
146	15,50	9,50	146	16,35	8,65	146	16,90	8,10
147	15,50	9,50	147	16,35	8,65	147	16,90	8,10
148	15,45	9,55	148	16,35	8,65	148	16,90	8,10
149	15,45	9,55	149	16,35	8,65	149	16,90	8,10
150	15,45	9,55	150	16,30	8,70	150	16,90	8,10
151	15,40	9,60	151	16,30	8,70	151	16,90	8,10
152	15,40	9,60	152	16,30	8,70	152	16,95	8,05
153	15,40	9,60	153	16,30	8,70	153	17,00	8,00
154	15,35	9,65	154	16,30	8,70	154	17,00	8,00
155	15,35	9,65	155	16,30	8,70	155	17,10	7,90
156	15,30	9,70	156	16,30	8,70	156	17,20	7,80
157	15,30	9,70	157	16,30	8,70	157	17,30	7,70
158	15,30	9,70	158	16,35	8,65	158	17,40	7,60
159	15,25	9,75	159	16,35	8,65	159	17,45	7,55
160	15,25	9,75	160	16,45	8,55	160	17,55	7,45
161	15,25	9,75	161	16,55	8,45	161	17,65	7,35
162	15,25	9,75	162	16,60	8,40	162	17,75	7,25
163	15,25	9,75	163	16,60	8,40	163	17,95	7,05
164	15,25	9,75	164	16,70	8,30	164	18,10	6,90
165	15,25	9,75	165	16,70	8,30	165	18,40	6,60
166	15,25	9,75	166	16,80	8,20	166	18,65	6,35
167	15,30	9,70	167	16,90	8,10	167	18,90	6,10
168	15,40	9,60	168	16,95	8,05	168	19,15	5,85
169	15,45	9,55	169	17,10	7,90	169	19,55	5,45
170	15,55	9,45	170	17,15	7,85	170	19,70	5,30
171	15,60	9,40	171	17,20	7,80	171	19,95	5,05
172	15,65	9,35	172	17,25	7,75	172	20,15	4,85
173	15,70	9,30	173	17,30	7,70	173	20,55	4,45
174	15,80	9,20	174	17,30	7,70	174	21,00	4,00
175	15,85	9,15	175	17,35	7,65	175	21,25	3,75
176	15,95	9,05	176	17,40	7,60	176	22,00	3,00
177	16,00	9,00	177	17,45	7,55	177	22,40	2,60
178	16,05	8,95	178	17,60	7,40	178	22,60	2,40
179	16,15	8,85	179	17,60	7,40	179	23,25	1,75
180	16,25	8,75	180	17,70	7,30	180	23,40	1,60
181	16,25	8,75	181	17,75	7,25	181	23,70	1,30

182	16,30	8,70	182	17,95	7,05	182	24,15	0,85
183	16,35	8,65	183	18,10	6,90	183	24,35	0,65
184	16,45	8,55	184	18,30	6,70	184	24,95	0,05
185	16,55	8,45	185	18,50	6,50	185	25,25	0,25
186	16,55	8,45	186	18,75	6,25	186	25,50	0,50
187	16,65	8,35	187	18,90	6,10	187	25,90	0,90
188	16,70	8,30	188	19,10	5,90	188	26,20	1,20
189	16,80	8,20	189	19,45	5,55	189	26,35	1,35
190	16,90	8,10	190	19,90	5,10	190	26,80	1,80
191	16,95	8,05	191	20,00	5,00	191	27,15	2,15
192	17,00	8,00	192	20,30	4,70	192	27,40	2,40
193	17,10	7,90	193	20,55	4,45	193	27,65	2,65
194	17,20	7,80	194	20,85	4,15	194	27,80	2,80
195	17,30	7,70	195	21,15	3,85	195	28,15	3,15
196	17,40	7,60	196	21,35	3,65	196	28,45	3,45
197	17,45	7,55	197	21,75	3,25	197	28,70	3,70
198	17,50	7,50	198	21,95	3,05	198	28,95	3,95
199	17,50	7,50	199	22,20	2,80	199	29,25	4,25
200	17,50	7,50	200	22,40	2,60	200	29,45	4,45
201	17,55	7,45	201	22,55	2,45	201	29,70	4,70
202	17,65	7,35	202	22,85	2,15	202	30,05	5,05
203	17,65	7,35	203	23,05	1,95	203	30,30	5,30
204	17,75	7,25	204	23,15	1,85	204	30,60	5,60
205	17,85	7,15	205	23,55	1,45	205	30,80	5,80
206	18,00	7,00	206	23,95	1,05	206	31,05	6,05
207	18,20	6,80	207	24,30	0,70	207	31,25	6,25
208	18,45	6,55	208	24,75	0,25	208	31,45	6,45
209	18,55	6,45	209	25,30	0,30	209	31,85	6,85
210	18,70	6,30	210	25,75	0,75	210	32,15	7,15
211	18,95	6,05	211	26,30	1,30	211	32,40	7,40
212	19,20	5,80	212	26,85	1,85	212	32,80	7,80
213	19,35	5,65	213	27,25	2,25	213	33,00	8,00
214	19,65	5,35	214	27,75	2,75	214	33,60	8,60
215	19,85	5,15	215	27,95	2,95	215	34,05	9,05
216	20,00	5,00	216	28,50	3,50	216	34,35	9,35
217	20,25	4,75	217	28,85	3,85	217	34,90	9,90
218	20,65	4,35	218	29,20	4,20	218	35,25	10,25
219	21,05	3,95	219	29,55	4,55	219	35,90	10,90
220	21,40	3,60	220	29,85	4,85	220	36,80	11,80
221	21,70	3,30	221	30,50	5,50	221	38,05	13,05
222	22,30	2,70	222	30,75	5,75	222	39,05	14,05
223	23,00	2,00	223	30,90	5,90	223	39,80	14,80
224	23,40	1,60	224	31,00	6,00	224	40,70	15,70
225	24,10	0,90	225	31,20	6,20	225	41,35	16,35
226	24,55	0,45	226	31,35	6,35	226	42,40	17,40
227	25,10	0,10	227	31,45	6,45	227	43,40	18,40
228	25,45	0,45	228	31,55	6,55	228	44,00	19,00
229	25,80	0,80	229	31,65	6,65	229	44,45	19,45

230	26,25	1,25	230	31,70	6,70	230	45,05	20,05
231	26,75	1,75	231	31,75	6,75	231	45,45	20,45
232	27,35	2,35	232	31,80	6,80	232	46,40	21,40
233	27,70	2,70	233	31,85	6,85	233	46,75	21,75
234	28,60	3,60	234	31,95	6,95	234	47,00	22,00
235	28,90	3,90	235	32,05	7,05	235	47,30	22,30
236	29,50	4,50	236	32,05	7,05	236	47,55	22,55
237	30,00	5,00	237	32,15	7,15	237	47,60	22,60
238	30,65	5,65	238	32,30	7,30	238	47,60	22,60
239	31,20	6,20	239	32,40	7,40	239	47,70	22,70
240	31,35	6,35	240	32,45	7,45	240	47,70	22,70
241	31,60	6,60	241	32,50	7,50	241	47,80	22,80
242	31,60	6,60	242	32,60	7,60	242	47,80	22,80
243	31,60	6,60	243	32,65	7,65	243	47,80	22,80
244	31,65	6,65	244	32,75	7,75	244	47,80	22,80
245	31,70	6,70	245	32,80	7,80	245	47,80	22,80
246	31,80	6,80	246	32,85	7,85	246	47,80	22,80
247	31,85	6,85	247	32,85	7,85	247	47,80	22,80
248	31,85	6,85	248	32,85	7,85	248	47,80	22,80
249	31,85	6,85	249	32,85	7,85	249	47,80	22,80
250	31,85	6,85	250	32,85	7,85	250	47,80	22,80



Lanau Lempung Berpasir (Pakkatto)								
I5			J15			I25		
230,38 L/Jam			375,94 L/Jam			496,48 L/Jam		
Waktu	Tinggi Penurunan Air Tanah	Selisih Muka Air Tanah Sebelum Dan Saat Dihujani	Waktu	Tinggi Penurunan Air Tanah	Selisih Muka Air Tanah Sebelum Dan Saat Dihujani	Waktu	Tinggi Penurunan Air Tanah	Selisih Muka Air Tanah Sebelum Dan Saat Dihujani
Menit	H	h	Menit	H	h	Menit	H	h
1	24,65	0,35	1	24,60	0,40	1	24,45	0,55
2	24,45	0,55	2	24,35	0,65	2	24,25	0,75
3	24,20	0,80	3	24,00	1,00	3	23,95	1,05
4	23,95	1,05	4	23,70	1,30	4	23,75	1,25
5	23,50	1,50	5	23,35	1,65	5	23,45	1,55
6	23,15	1,85	6	23,10	1,90	6	23,10	1,90
7	22,90	2,10	7	22,80	2,20	7	22,80	2,20
8	22,65	2,35	8	22,55	2,45	8	22,55	2,45
9	22,45	2,55	9	22,15	2,85	9	22,15	2,85
10	22,10	2,90	10	21,85	3,15	10	21,85	3,15
11	21,90	3,10	11	21,70	3,30	11	21,70	3,30
12	21,70	3,30	12	21,50	3,50	12	21,50	3,50
13	21,65	3,35	13	21,30	3,70	13	21,30	3,70
14	21,60	3,40	14	21,20	3,80	14	20,95	4,05
15	21,45	3,55	15	21,20	3,80	15	20,90	4,10
16	21,40	3,60	16	21,20	3,80	16	20,80	4,20
17	21,20	3,80	17	21,10	3,90	17	20,70	4,30
18	21,15	3,85	18	21,10	3,90	18	20,60	4,40
19	21,10	3,90	19	21,10	3,90	19	20,50	4,50
20	21,05	3,95	20	21,10	3,90	20	20,40	4,60
21	20,95	4,05	21	21,00	4,00	21	20,30	4,70
22	20,85	4,15	22	20,80	4,20	22	20,20	4,80
23	20,85	4,15	23	20,60	4,40	23	20,10	4,90
24	20,75	4,25	24	20,40	4,60	24	20,00	5,00
25	20,65	4,35	25	20,20	4,80	25	19,90	5,10
26	20,60	4,40	26	20,05	4,95	26	19,80	5,20
27	20,60	4,40	27	19,85	5,15	27	19,70	5,30
28	20,55	4,45	28	19,65	5,35	28	19,60	5,40
29	20,50	4,50	29	19,50	5,50	29	19,50	5,50
30	20,40	4,60	30	19,40	5,60	30	19,40	5,60
31	20,40	4,60	31	19,25	5,75	31	19,25	5,75
32	20,35	4,65	32	19,10	5,90	32	19,15	5,85
33	20,35	4,65	33	18,95	6,05	33	19,05	5,95
34	20,35	4,65	34	18,80	6,20	34	19,00	6,00
35	20,30	4,70	35	18,70	6,30	35	18,95	6,05

Lampiran 3 : Data Hasil Pengujian Model L3.44

36	20,25	4,75	36	18,65	6,35	36	18,95	6,05
37	20,25	4,75	37	18,50	6,50	37	18,90	6,10
38	20,25	4,75	38	18,40	6,60	38	18,90	6,10
39	20,20	4,80	39	18,35	6,65	39	18,85	6,15
40	20,20	4,80	40	18,25	6,75	40	18,85	6,15
41	20,10	4,90	41	18,15	6,85	41	18,80	6,20
42	20,00	5,00	42	18,05	6,95	42	18,80	6,20
43	19,95	5,05	43	18,00	7,00	43	18,80	6,20
44	19,90	5,10	44	18,00	7,00	44	18,75	6,25
45	19,85	5,15	45	18,00	7,00	45	18,70	6,30
46	19,75	5,25	46	18,00	7,00	46	18,70	6,30
47	19,75	5,25	47	18,00	7,00	47	18,70	6,30
48	19,65	5,35	48	18,00	7,00	48	18,70	6,30
49	19,65	5,35	49	18,00	7,00	49	18,70	6,30
50	19,55	5,45	50	18,00	7,00	50	18,60	6,40
51	19,55	5,45	51	18,00	7,00	51	18,60	6,40
52	19,45	5,55	52	18,00	7,00	52	18,60	6,40
53	19,40	5,60	53	18,00	7,00	53	18,55	6,45
54	19,35	5,65	54	18,00	7,00	54	18,50	6,50
55	19,25	5,75	55	17,95	7,05	55	18,50	6,50
56	19,25	5,75	56	17,90	7,10	56	18,50	6,50
57	19,15	5,85	57	17,90	7,10	57	18,45	6,55
58	19,10	5,90	58	17,90	7,10	58	18,45	6,55
59	19,00	6,00	59	17,90	7,10	59	18,40	6,60
60	18,95	6,05	60	17,85	7,15	60	18,35	6,65
61	18,85	6,15	61	17,80	7,20	61	18,35	6,65
62	18,85	6,15	62	17,80	7,20	62	18,35	6,65
63	18,80	6,20	63	17,80	7,20	63	18,35	6,65
64	18,65	6,35	64	17,75	7,25	64	18,30	6,70
65	18,55	6,45	65	17,70	7,30	65	18,30	6,70
66	18,50	6,50	66	17,70	7,30	66	18,25	6,75
67	18,40	6,60	67	17,70	7,30	67	18,25	6,75
68	18,40	6,60	68	17,70	7,30	68	18,25	6,75
69	18,30	6,70	69	17,65	7,35	69	18,25	6,75
70	18,25	6,75	70	17,60	7,40	70	18,20	6,80
71	18,20	6,80	71	17,60	7,40	71	18,15	6,85
72	18,10	6,90	72	17,60	7,40	72	18,15	6,85
73	18,05	6,95	73	17,60	7,40	73	18,15	6,85
74	18,05	6,95	74	17,60	7,40	74	18,10	6,90
75	17,95	7,05	75	17,60	7,40	75	18,10	6,90
76	17,95	7,05	76	17,60	7,40	76	18,10	6,90
77	17,95	7,05	77	17,55	7,45	77	18,05	6,95
78	17,90	7,10	78	17,55	7,45	78	18,00	7,00
79	17,80	7,20	79	17,55	7,45	79	18,00	7,00
80	17,80	7,20	80	17,55	7,45	80	18,00	7,00
81	17,70	7,30	81	17,50	7,50	81	17,95	7,05
82	17,70	7,30	82	17,50	7,50	82	17,95	7,05
83	17,65	7,35	83	17,50	7,50	83	17,90	7,10

84	17,65	7,35	84	17,45	7,55	84	17,90	7,10
85	17,65	7,35	85	17,40	7,60	85	17,90	7,10
86	17,55	7,45	86	17,40	7,60	86	17,90	7,10
87	17,55	7,45	87	17,40	7,60	87	17,90	7,10
88	17,50	7,50	88	17,35	7,65	88	17,80	7,20
89	17,50	7,50	89	17,35	7,65	89	17,80	7,20
90	17,50	7,50	90	17,30	7,70	90	17,80	7,20
91	17,45	7,55	91	17,30	7,70	91	17,80	7,20
92	17,40	7,60	92	17,30	7,70	92	17,75	7,25
93	17,35	7,65	93	17,30	7,70	93	17,75	7,25
94	17,25	7,75	94	17,30	7,70	94	17,70	7,30
95	17,25	7,75	95	17,25	7,75	95	17,70	7,30
96	17,20	7,80	96	17,20	7,80	96	17,70	7,30
97	17,15	7,85	97	17,20	7,80	97	17,70	7,30
98	17,10	7,90	98	17,20	7,80	98	17,65	7,35
99	17,00	8,00	99	17,20	7,80	99	17,65	7,35
100	17,00	8,00	100	17,10	7,90	100	17,65	7,35
101	16,90	8,10	101	17,10	7,90	101	17,60	7,40
102	16,85	8,15	102	17,10	7,90	102	17,55	7,45
103	16,85	8,15	103	17,05	7,95	103	17,50	7,50
104	16,80	8,20	104	17,00	8,00	104	17,50	7,50
105	16,75	8,25	105	16,95	8,05	105	17,50	7,50
106	16,75	8,25	106	16,95	8,05	106	17,45	7,55
107	16,75	8,25	107	16,90	8,10	107	17,45	7,55
108	16,65	8,35	108	16,90	8,10	108	17,40	7,60
109	16,65	8,35	109	16,85	8,15	109	17,35	7,65
110	16,65	8,35	110	16,80	8,20	110	17,35	7,65
111	16,65	8,35	111	16,80	8,20	111	17,35	7,65
112	16,55	8,45	112	16,80	8,20	112	17,35	7,65
113	16,55	8,45	113	16,70	8,30	113	17,30	7,70
114	16,55	8,45	114	16,70	8,30	114	17,25	7,75
115	16,50	8,50	115	16,65	8,35	115	17,25	7,75
116	16,50	8,50	116	16,65	8,35	116	17,25	7,75
117	16,45	8,55	117	16,65	8,35	117	17,20	7,80
118	16,45	8,55	118	16,65	8,35	118	17,20	7,80
119	16,40	8,60	119	16,65	8,35	119	17,20	7,80
120	16,40	8,60	120	16,65	8,35	120	17,15	7,85
121	16,35	8,65	121	16,60	8,40	121	17,15	7,85
122	16,30	8,70	122	16,55	8,45	122	17,15	7,85
123	16,30	8,70	123	16,55	8,45	123	17,15	7,85
124	16,30	8,70	124	16,55	8,45	124	17,10	7,90
125	16,30	8,70	125	16,55	8,45	125	17,10	7,90
126	16,25	8,75	126	16,55	8,45	126	17,10	7,90
127	16,20	8,80	127	16,55	8,45	127	17,10	7,90
128	16,20	8,80	128	16,55	8,45	128	17,05	7,95
129	16,15	8,85	129	16,50	8,50	129	17,05	7,95
130	16,15	8,85	130	16,50	8,50	130	17,05	7,95
131	16,15	8,85	131	16,45	8,55	131	17,00	8,00

132	16,05	8,95	132	16,45	8,55	132	17,00	8,00
133	16,05	8,95	133	16,45	8,55	133	16,95	8,05
134	16,05	8,95	134	16,45	8,55	134	16,95	8,05
135	16,00	9,00	135	16,45	8,55	135	16,95	8,05
136	16,00	9,00	136	16,45	8,55	136	16,95	8,05
137	15,95	8,95	137	16,45	8,55	137	16,95	8,05
138	15,95	8,95	138	16,40	8,60	138	16,95	8,05
139	15,95	8,95	139	16,40	8,60	139	16,95	8,05
140	15,90	9,00	140	16,40	8,60	140	17,05	7,95
141	15,90	9,00	141	16,40	8,60	141	17,15	7,85
142	15,85	9,15	142	16,40	8,60	142	17,25	7,75
143	15,80	9,20	143	16,40	8,60	143	17,35	7,65
144	15,80	9,20	144	16,40	8,60	144	17,45	7,55
145	15,80	9,20	145	16,35	8,65	145	17,55	7,45
146	15,80	9,20	146	16,45	8,55	146	17,65	7,35
147	15,80	9,20	147	16,55	8,45	147	17,75	7,25
148	15,80	9,20	148	16,65	8,35	148	17,85	7,15
149	15,85	9,15	149	16,75	8,25	149	17,95	7,05
150	15,95	9,05	150	16,85	8,15	150	18,15	6,85
151	16,05	8,95	151	16,95	8,05	151	18,35	6,65
152	16,10	8,90	152	17,05	7,95	152	18,55	6,45
153	16,15	8,85	153	17,15	7,85	153	18,75	6,25
154	16,20	8,80	154	17,25	7,75	154	18,95	6,05
155	16,20	8,80	155	17,35	7,65	155	19,15	5,85
156	16,30	8,70	156	17,45	7,55	156	19,35	5,65
157	16,30	8,70	157	17,55	7,45	157	19,55	5,45
158	16,40	8,60	158	17,65	7,35	158	19,75	5,25
159	16,40	8,60	159	17,75	7,25	159	19,95	5,05
160	16,45	8,55	160	17,85	7,15	160	20,15	4,85
161	16,50	8,50	161	17,95	7,05	161	20,35	4,65
162	16,55	8,45	162	18,05	6,95	162	20,55	4,45
163	16,65	8,35	163	18,15	6,85	163	20,75	4,25
164	16,75	8,25	164	18,25	6,75	164	20,95	4,05
165	16,85	8,15	165	18,35	6,65	165	21,15	3,85
166	17,00	8,00	166	18,55	6,50	166	21,40	3,60
167	17,15	7,85	167	18,65	6,35	167	21,70	3,30
168	17,30	7,70	168	18,80	6,20	168	22,20	2,80
169	17,40	7,60	169	18,95	6,05	169	22,60	2,40
170	17,60	7,40	170	19,10	5,90	170	23,05	1,95
171	17,90	7,10	171	19,20	5,80	171	23,30	1,70
172	18,15	6,85	172	19,35	5,65	172	23,70	1,30
173	18,25	6,75	173	19,45	5,55	173	24,15	0,85
174	18,45	6,55	174	19,60	5,40	174	24,60	0,40
175	18,70	6,30	175	19,75	5,25	175	25,60	0,60
176	18,85	6,45	176	19,90	5,10	176	26,05	1,05
177	19,10	5,90	177	20,05	4,95	177	27,25	2,25
178	19,30	5,70	178	20,15	4,85	178	28,45	3,45
179	19,65	5,35	179	20,25	4,75	179	29,50	4,50

Lampiran 3 : Data Hasil Pengujian Model L3.47

180	19,80	5,20	180	20,50	4,50	180	30,05	5,05
181	19,85	5,15	181	20,60	4,40	181	30,35	5,35
182	20,00	5,00	182	20,75	4,25	182	30,95	5,95
183	20,20	4,80	183	20,95	4,05	183	31,35	6,35
184	20,35	4,65	184	21,10	3,90	184	31,65	6,65
185	20,45	4,55	185	21,25	3,75	185	32,05	7,05
186	20,50	4,50	186	21,40	3,60	186	32,40	7,40
187	20,50	4,50	187	21,55	3,45	187	32,65	7,65
188	20,55	4,45	188	21,75	3,25	188	32,90	7,90
189	20,55	4,45	189	21,95	3,05	189	33,35	8,35
190	20,65	4,35	190	22,15	2,85	190	33,80	8,80
191	20,90	4,10	191	22,35	2,65	191	34,00	9,00
192	20,95	4,05	192	22,50	2,50	192	34,30	9,30
193	21,10	3,90	193	22,75	2,25	193	34,70	9,70
194	21,40	3,60	194	22,95	2,05	194	34,95	9,95
195	21,70	3,30	195	23,30	1,70	195	35,30	10,30
196	21,90	3,10	196	23,65	1,35	196	35,70	10,70
197	22,20	2,80	197	23,85	1,15	197	35,90	10,90
198	22,45	2,55	198	24,00	1,00	198	36,30	11,30
199	22,75	2,25	199	24,25	0,65	199	36,90	11,90
200	23,05	1,95	200	24,65	0,35	200	37,20	12,20
201	23,30	1,70	201	24,90	0,10	201	37,45	12,45
202	23,65	1,35	202	25,10	0,10	202	37,95	12,95
203	23,85	1,15	203	25,35	0,35	203	38,45	13,45
204	24,15	0,85	204	25,50	0,50	204	38,85	13,85
205	24,45	0,55	205	25,90	0,90	205	39,20	14,20
206	24,75	0,25	206	26,25	1,25	206	39,60	14,60
207	24,90	0,10	207	26,55	1,55	207	39,85	14,85
208	25,00	0,00	208	27,00	2,00	208	40,30	15,30
209	25,05	0,05	209	27,30	2,30	209	40,70	15,70
210	25,15	0,15	210	27,70	2,70	210	41,15	16,15
211	25,35	0,35	211	28,00	3,00	211	41,95	16,95
212	25,40	0,40	212	28,35	3,35	212	42,35	17,35
213	25,60	0,60	213	28,70	3,70	213	42,70	17,70
214	25,90	0,90	214	29,00	4,00	214	43,70	18,70
215	26,20	1,20	215	29,20	4,20	215	44,65	19,65
216	26,60	1,60	216	29,60	4,60	216	45,10	20,10
217	27,00	2,00	217	30,05	5,05	217	45,45	20,45
218	27,20	1,05	218	30,30	5,30	218	46,00	21,00
219	27,55	1,20	219	30,70	5,70	219	46,40	21,40
220	27,90	1,55	220	31,65	6,65	220	46,75	21,75
221	28,30	1,75	221	31,95	6,95	221	47,00	22,00
222	28,70	2,10	222	32,40	7,40	222	47,55	22,55
223	29,05	2,40	223	32,70	7,70	223	48,15	23,15
224	29,35	2,75	224	32,90	7,90	224	48,65	23,65
225	29,75	3,15	225	33,35	8,35	225	49,40	24,40
226	30,10	3,50	226	33,60	8,60	226	49,90	24,90
227	30,40	3,75	227	33,85	8,85	227	50,40	25,40

228	30,85	4,30	228	34,50	9,50	228	50,70	25,70
229	31,35	4,70	229	35,15	10,15	229	51,05	26,05
230	31,90	5,20	230	35,50	10,50	230	51,40	26,40
231	32,00	5,35	231	35,85	10,85	231	52,05	27,05
232	32,05	5,60	232	36,20	11,20	232	53,30	28,30
233	32,10	5,80	233	36,60	11,60	233	53,50	28,50
234	32,10	6,00	234	36,85	11,85	234	53,70	28,70
235	32,10	6,15	235	37,50	12,50	235	53,85	28,85
236	32,15	6,40	236	37,85	12,85	236	54,00	29,00
237	32,15	6,55	237	38,45	13,45	237	54,15	29,15
238	32,20	6,80	238	38,85	13,85	238	54,30	29,30
239	32,20	7,05	239	39,10	14,10	239	54,45	29,45
240	32,20	7,15	240	39,60	14,60	240	54,60	29,60
241	32,20	7,15	241	39,90	14,90	241	54,70	29,70
242	32,20	7,15	242	40,35	15,35	242	54,70	29,70
243	32,20	7,15	243	40,70	15,70	243	54,70	29,70
244	32,20	7,15	244	40,90	15,90	244	54,70	29,70
245	32,25	7,20	245	41,15	16,15	245	54,70	29,70
246	32,25	7,20	246	41,25	16,25	246	54,70	29,70
247	32,25	7,25	247	41,25	16,35	247	54,70	29,70
248	32,25	7,25	248	41,35	16,35	248	54,70	29,70
249	32,25	7,25	249	41,40	16,40	249	54,70	29,70
250	32,25	7,25	250	41,40	16,40	250	54,70	29,70



DATA TINGGI KEJUT KAPILER

Lempung Lanau Berpasir (Bili-Bili)		
NO	Intensitas Curah Hujan (L/Jam)	Tinggi Kejut Kapiler (Cm)
1	15	10,70
2	115	9,75
3	125	8,55

Lempung Pasir Berlanau (Malino)		
NO	Intensitas Curah Hujan (L/Jam)	Tinggi Kejut Kapiler (Cm)
1	15	9,75
2	115	8,70
3	125	8,10

Lanau Lempung Berpasir (Pakkatto)		
NO	Intensitas Curah Hujan (L/Jam)	Tinggi Kejut Kapiler (Cm)
1	15	9,20
2	115	8,65
3	125	8,05

DATA WAKTU KEJUT KAPILER

Lempung Lanau Berpasir (Bili-Bili)		
NO	Intensitas Curah Hujan (L/Jam)	Waktu Kejut Kapiler
1	15	172
2	115	166
3	125	156

Lempung Pasir Bertanau (Malino)		
NO	Intensitas Curah Hujan (L/Jam)	Waktu Kejut Kapiler
1	15	166
2	115	157
3	125	151

Lanau Lempung Berpasir (Pakkatto)		
NO	Intensitas Curah Hujan (L/Jam)	Waktu Kejut Kapiler
1	15	148
2	115	145
3	125	139

FOTO DOKUMENTASI

Pengujian sampel tanah untuk mengidentifikasi jenis tanah yang akan digunakan. Pengujian dilakukan di laboratorium pengujian tanah Universitas Bosowa Makassar dan Politeknik Negeri Ujung Pandang



Pengambilan sampel di lapangan



Proses pengeringan sampel tanah





Proses pengisian air sesuai dengan intensitas curuh hujan kedalam tandon air kemudian diberi tanda tiap intensitas yang digunakan.



Poses kalibrasi alat untuk menyesuaikan besarnya semprotan *sprayer* agar sesuai dengan intensitas yang digunakan.



Proses pengisian bak simulasi dengan sampel tanah kemudian dipadatkan menggunakan bor pemadai mengelilingi tanah hingga kepadatan merata.



Proses pemasangan tirai plastik transparan agar tidak ada air yang terbuang keluar saat simulasi hujan dilakukan.



Pengisian air setinggi 25 cm ke bak samping yang diasumsikan sebagai lubang atau sumur di lapangan, kemudian segera setelah itu *sparer* (alat penyedot) dan mesin penggerak air dinyalakan bersamaan dengan *stopwatch*.



Pengukuran parameter kejut kapiler yaitu, waktu kejut kapiler dan tinggi kejut kapiler dilakukan tiap menit.



Pengukuran dihentikan jika air hujan dengan intensitas yang telah ditentukan telah habis dan ketinggian air tanah telah konstan.



Bak simulasi dibersihkan untuk bersiap kepengukuran sampel tanah dan intensitas curah hujan selanjutnya.