

**DESAIN DRAINASE PADA LAHAN PERKEBUNAN TEBU
PABRIK GULA TAKALAR**

**VERONICA TANDIPASANG
G041191056**



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**DESAIN DRAINASE PADA LAHAN PERKEBUNAN TEBU
PABRIK GULA TAKALAR**

VERONICA TANDIPASANG

G041191056



Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian

Pada

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN DRAINASE PADA LAHAN PERKEBUNAN TEBU PABRIK GULA TAKALAR

Disusun dan diajukan oleh

VERONICA TANDIPASANG
G041191056

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 20 Juli 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

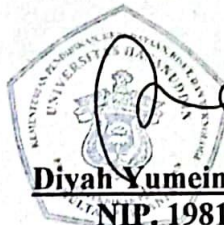


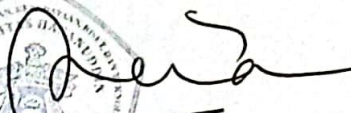
Dr. Suhardi, S.TP., M.P.
NIP. 19710810 200502 1 003



Muhammad Tahir Sapsal, S.TP., M.Si.
NIP. 19840716 201212 1 002

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian




Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D.
NIP. 19810129 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Veronica Tandipasang

NIM : G041191056

Program Studi : Teknik Pertanian

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Desain Drainase Pada Lahan Perkebunan Tebu Pabrik Gula Takalar adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 20 Juli 2023

Mengetahui

Veronica Tandipasang

ABSTRAK

VERONICA TANDIPASANG (G041 19 1056). Desain Drainase pada Lahan Perkebunan Tebu Pabrik Gula Takalar. Pembimbing: SUHARDI dan MUHAMMAD TAHIR SAPSAL.

Tebu merupakan bahan baku produksi gula. Oleh karena itu, lahan perkebunan tebu perlu mendapat perhatian yang baik salah satunya yaitu kondisi saluran drainase. Drainase merupakan saluran untuk mengurangi jumlah air berlebih pada lahan yang akan mempengaruhi produktivitas tebu. Wilayah Pabrik Gula Takalar memiliki curah hujan yang cukup tinggi. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan dimensi dan jenis saluran drainase yang sesuai dengan lahan sehingga tidak terjadi limpasan permukaan serta mempermudah pengoperasian alat mekanisasi pertanian. Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data konduktivitas hidrolik jenuh, data curah hujan, peta jaringan drainase, peta kontur dan peta lahan perkebunan tebu Pabrik Gula Takalar. Penentuan konduktivitas hidrolik jenuh menggunakan metode *Falling-Head*, curah hujan digunakan sebagai penentuan pola distribusi hujan di wilayah tersebut, penentuan intensitas curah hujan dengan metode Mononobe untuk memperoleh kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) dan penentuan dimensi saluran dengan debit kapasitas pelewatan air (Q) $\geq$ debit puncak (Q). Hasil yang diperoleh pada penelitian yang telah dilakukan yaitu konduktivitas hidrolik (K_s) yaitu 2×10^{-4} cm/s sampai 4×10^{-3} dengan tekstur tanah pasir. Dimensi saluran drainase yang diperoleh dengan lebar saluran 1,45 m dan kedalaman 0,4 m dengan $Q = 0,7 \text{ m}^3/\text{s} \geq Q_p = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Jenis saluran yang sesuai untuk diterapkan di lahan tebu Takalar berdasarkan dimensi yang diperoleh yaitu bentuk parabola agar mampu melewatkan air dan mempermudah pengoperasian alat mekanisasi pada lahan tebu.

Kata Kunci: Drainase, Saluran, Tebu.

ABSTRACT

VERONICA TANDIPASANG (G041 19 1056). *Drainage Desing on Plantation Sugarcane in Sugar Factory Takalar. Suvervisors: SUHARDI and MUHAMMAD TAHIR SAPSAL.*

Sugar cane is the raw material for sugar production. Therefore, sugarcane plantation land needs good attention, one of which is the condition of the drainage channel. Drainage is a channel to reduce the amount of excess water on the land that will affect sugarcane productivity. The Takalar Sugar Factory area has quite high rainfall. Therefore, this research was conducted to determine the dimensions and types of drainage channels that are suitable for the land so that surface runoff does not occur and facilitate the operation of agricultural mechanisation tools. In this research, data collection of saturated hydraulic conductivity, rainfall data, drainage network map, contour map and sugar cane plantation map of Takalar Sugar Factory were carried out. Determination of saturated hydraulic conductivity using the Falling-Head method, rainfall is used as a determination of rainfall distribution patterns in the region, determination of rainfall intensity with the Mononobe method to obtain the Intensity Duration Frequency (IDF) curve and determination of channel dimensions with water discharge capacity ($Q \geq \text{peak discharge } (Q)$). The results obtained in the research that has been done are hydraulic conductivity (K_s) which is 2×10^{-4} cm/s to 4×10^{-3} with sandy soil texture. The drainage channel dimensions obtained with a channel width of 1.45 m and a depth of 0.4 m with $Q = 0.7 \text{ m}^3/\text{s} \geq Q_p = 0.6 \text{ m}^3/\text{s}$. The type of channel that is suitable for application in Takalar sugarcane fields based on the dimensions obtained is a parabolic shape to be able to pass water and facilitate the operation of mechanisaion tools in sugarcane fields.

Keywords: *Channel, Drainage, Sugarcane.*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat kasih karunia-Nya dan penyertaan-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan kali ini penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak yang berkontribusi dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini:

1. Orangtua saya **Noh Tandipasang** dan **Kristina Pasiangan** serta ketiga saudara saya yang selalu memberi dukung baik melalui Doa bahkan support melalui nasehat-nasehat selama awal perkuliahan hingga sampai pada tahap ini.
2. **Dr. Suhardi, S. TP., M.P** dan **Muhammad Tahir Sapsal., S. TP, M.Si** selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis selama melakukan penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga rangkumnya skripsi ini.
3. **Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, M.P** dan **Dr. Ir. Iqbal., S. TP, M.Si., IPM** selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, saran serta waktu kepada penulis.
4. **Bapak/Ibu Dosen** yang ada di Program Studi Teknik Pertanian yang telah membimbing, mengarahkan, memberi ilmu selama penulis berada dibangku perkuliahan hingga sampai pada tahap ini.
5. **Anita, Asrianto** serta semua teman-teman **Piston** yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir dan penyusunan skripsi ini.

Kiranya Tuhan Yesus membalas segala kebaikan yang telah dilakukan. Amin.

Makassar, 20 Juli 2023



Veronica Tandipasang

RIWAYAT HIDUP



VERONICA TANDIPASANG, lahir di Palopo, 12 Oktober 2001. Penulis lahir dari pasangan Bapak Noh Tandipasang dan Ibu Kristina Pasiangan. Penulis sebagai anak ketiga dan merupakan satu-satunya putri dari empat bersaudara. Adapun riwayat pendidikan yang telah ditempuh penulis sebagai berikut:

1. Menempuh pendidikan pertama di TK Pertiwi Tarabbi tahun 2006-2007.
2. Menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN 220 Cerekang tahun 2007-2013.
3. Menempuh pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 3 Malili tahun 2013-2016.
4. Menempuh pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 1 Luwu Timur pada tahun 2016-2019.
5. Menempuh pendidikan S1 Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian di kampus Universitas Hasanuddin Makassar di tahun 2019-2023.

Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti beberapa organisasi kampus yakni Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA-UH) dan Persekutuan Mahasiswa Kristen Fakultas Pertanian dan Kehutanan (PMK-PAPERTAHUT UNHAS).

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Drainase	3
2.2 Tebu (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	3
2.3 Konduktivitas Hidrolik Jenuh Tanah	4
2.4 Debit Air Rencana.....	5
2.5 Frekuensi Curah Hujan.....	6
2.5.1. Analisis Statistik.....	6
2.5.1.1 Perhitungan Rata-rata	6
2.5.1.2 Standar Deviasi.....	6
2.5.1.3 Koefisien <i>Skewness</i> (Kemiringan)	7
2.5.1.4 Koevisien Varian	7
2.5.1.5 Koefisien Kurtosis	7
2.5.2 Jenis Distribusi Hujan	7
2.5.3 Faktor Frekuensi Curah Hujan Maksimum (K_T)	8

2.6 Waktu Konsentrasi	8
2.7 Intensitas Curah Hujan.....	9
2.8 Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)	9
2.9 Dimensi Saluran Drainase	10
2.10 GIS (Geographic Information System).....	11
3. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat.....	12
3.3 Bahan	12
3.4 Prosedur Penelitian.....	12
3.4.1 Persiapan	12
3.4.2 Pengumpulan Data.....	12
3.4.3 Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Jenuh Tanah	13
3.4.4 Pengolahan Data.....	13
3.4.4.1 Analisis Konduktivitas Hidrolik Jenuh Tanah (Ks)	13
3.4.4.2 Analisis Debit Puncak.....	13
3.4.4.3 Penentuan Distribusi Curah Hujan	13
3.4.4.4 Perhitungan Waktu Konsentrasi	14
3.4.4.5 Perhitungan Intensitas Hujan	14
3.4.4.6 Kurva IDF	14
3.4.5 Dimensi Saluran Drainase.....	14
3.4.6 Desain Saluran Drainase.....	15
3.5 Bagan Alir Penelitian	16
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1 Konduktivitas Hidrolik Jenuh Tanah (Ks)	17
4.2 Penentuan Distribusi Curah Hujan.....	18
4.3 Kurva IDF.....	18
4.4 Debit Puncak	19
4.5 Dimensi Saluran Drainase.....	20
4.6 Peta Persentase Kemiringan Lahan Perkebunan Tebu Pabrik Gula Takalar.....	21

5. PENUTUP.....	22
Kesimpulan.....	22
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Pengukuran Ks dengan Metode <i>Falling-Head</i>	5
Gambar 2. Kurva IDF	10
Gambar 3. Bagan Alir Penelitian.....	16
Gambar 4. Kurva IDF	18
Gambar 5. Dimensi Saluran Drainase	21
Gambar 6. Peta <i>Slope</i> Kebun B3 Timur	21
Gambar 7. Desain Saluran Drainase	26
Gambar 8. Grafik hubungan antara $\ln (h_1/h_2)$ Blok HI Petak 14	37
Gambar 9. Grafik hubungan antara $\ln (h_1/h_2)$ Blok HI Petak 16	37
Gambar 10. Grafik hubungan antara $\ln (h_1/h_2)$ kebun B3 Timur Petak 24	37
Gambar 11. Grafik hubungan antara $\ln (h_1/h_2)$ kebun C2	38
Gambar 12. Kondisi Lahan Perkebunan Tebu Pabrik Gula Takalar	38
Gambar 13. Kondisi Lahan Perkebunan Tebu Pabrik Gula Takalar	38
Gambar 14. Sampel Tanah Kebun Pabrik Gula Takalar	39
Gambar 15. Pengukuran Sampel dengan Metode <i>Falling-Head</i>	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perkiraan Orde Ks Berdasarkan Tekstur Tanah	5
Tabel 2. Jenis-jenis Sebaran.....	8
Tabel 3. Nilai Konduktivitas Hidrolik Jenuh Tanah Pabrik Gula Takalar	17
Tabel 4. Penentuan Distribusi Curah Hujan Pabrik Gula Takalar.....	18
Tabel 5. Intensitas Curah Hujan.....	19
Tabel 6. Dimensi Saluran Drainase.....	20
Tabel 7. Hasil Pengukuran Sampel Tanah Blok HI Petak 14	27
Tabel 8. Hasil Pengukuran Sampel Tanah Blok HI Petak 16	27
Tabel 9. Hasil Pengukuran Sampel Tanah Kebun B3 Timur Petak 24.....	28
Tabel 10. Hasil Pengukuran Sampel Tanah Kebun C2	28
Tabel 11. Curah Hujan Maksimum.....	29
Tabel 12. Curah Hujan Rata-Rata dalam Durasi (Jam).....	31
Tabel 13. Frekuensi Curah Hujan.....	32
Tabel 14. Intensitas Curah Hujan dalam Setiap Periode Ulang	33
Tabel 15. Intensitas Hujan dalam Durasi (Jam).....	34
Tabel 16. Intensitas Hujan dalam Durasi (Menit).....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Saluran Drainase	26
Lampiran 2. Tabel Hasil Pengukuran Sampel Tanah.....	27
Lampiran 3. Tabel Perhitungan Parameter Statistik	29
Lampiran 4. Tabel Perhitungan Curah Hujan dan Durasi.....	31
Lampiran 5. Tabel Perhitungan Frekuensi	32
Lampiran 6. Tabel Perhitungan Intensitas Hujan	33
Lampiran 7. Perhitungan Debit.....	36
Lampiran 8. Grafik Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Jenuh Tanah.....	37
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian	38

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu komoditas yang cukup strategis dan memegang peran penting khususnya pada sub sektor perkebunan pada perekonomian nasional adalah komoditas tebu. Tebu digunakan sebagai bahan baku utama dalam memproduksi gula. Gula digunakan untuk keperluan konsumsi rumah tangga bahkan sebagai bahan baku industri sehingga produksi dan produktivitas tebu perlu ditingkatkan untuk dapat memenuhi swasembada gula nasional (Nurdianto, 2020).

Salah satu perkebunan milik negara yang memegang peran penting untuk memberi modal besar adalah PT. Perkebunan Nusantara (PTPN). PTPN di Sulawesi Selatan yaitu PTPN XIV berada di Pabrik Gula Takalar yang beroperasi di Kabupaten Takalar. Pabrik Gula Takalar diharapkan mampu memenuhi kebutuhan gula nasional. Oleh sebab itu, untuk terus memproduksi tebu di lahan perkebunan perlu penanganan yang baik terhadap area penanaman dimana hal ini menjadi faktor meningkatnya produksi tebu (Junaedi *et al.*, 2022).

Tebu sebagai tanaman yang banyak memerlukan air, tetapi tanaman tebu tidak termasuk jenis tanaman air. Tingkat produksi tebu sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air seperti pada fase vegetatif awal dan tengah. Selain ketersediaan air juga dipengaruhi oleh iklim (Ardiyansyah & Purwono, 2015).

Salah satu unsur iklim yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tebu adalah curah hujan. PTPN XIV PG Takalar memiliki curah hujan maksimum pada tahun 2022 sebesar 256 mm/hari. Klasifikasi iklim menurut Schimidth-Ferguson, PG Takalar termasuk tipe C yaitu wilayah agak basah sehingga hal tersebut akan berpengaruh terhadap produktivitas lahan (Rahim 2020).

Selain curah hujan, tekstur tanah yang merupakan salah satu sifat fisik tanah yang menunjukkan kasar atau halus suatu tanah yang berpengaruh terhadap produksi tebu pada lahan perkebunan dimana di beberapa lahan memiliki tekstur yang berbeda karena proses pelapukan dan pembentukan tanah yang berbeda sehingga kemampuan tanah dalam meloloskan air berbeda-beda (Agustin, 2018). Kemampuan tanah dalam meloloskan air pada suatu lahan disebut konduktivitas hidrolik jenuh tanah atau permeabilitas. Permeabilitas tanah sangat dipengaruhi

oleh karakteristik pori seperti kestabilan pori yang ditentukan oleh kestabilan agregat tanah dimana pori yang stabil akan mempercepat air bergerak dan pori dengan agregat tanah yang tidak stabil membuat pori mudah tertutup karena hancurnya agregat tanah dan menghambat pergerakan air (Masria *et al.*, 2018).

Drainase sebagai saluran untuk mengurangi atau membuang air yang lebih pada suatu lahan untuk mencegah adanya genangan bahkan kerusakan tanaman pada suatu lahan. Salah satu penentu keberhasilan budidaya tanaman pada suatu lahan yaitu pengolahan tanah melalui sistem drainase yang baik (Bahri & Tajuddin, 2009), Perencanaan drainase di lahan merujuk pada pengukuran konduktivitas hidrolik jenuh (Rosyidah & Wirosodarmo, 2013).

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian mengenai Desain Drainase pada Lahan Perkebunan Tebu Pabrik Gula Takalar perlu dilakukan untuk menentukan dimensi dan jenis saluran drainase pada lahan agar tidak terjadi limpasan permukaan sehingga dapat meningkatkan produktivitas tebu.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan dimensi dan jenis saluran drainase yang sesuai dengan lahan perkebunan tebu Pabrik Gula Takalar agar tidak terjadi limpasan permukaan. Kegunaan dari penelitian ini yaitu dapat diterapkannya desain drainase pada lahan perkebunan tebu Pabrik Gula Takalar sesuai dengan kondisi lahan.

1.3 Manfaat Penelitian

1. Menambah pengetahuan secara teoritis mengenai penerapan drainase pada lahan perkebunan.
2. Memberi desain drainase yang sesuai pada lahan perkebunan PG Takalar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Kata drainase berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* yang berarti mengalir, membuang, menguras atau mengalihkan air. Secara umum, drainase dikatakan sebagai suatu kegiatan atau metode yang dilakukan untuk membuang atau mengurangi air lebih yang ada pada suatu lahan yang berasal dari air hujan akibat rembesan ataupun membuang air yang lebih akibat irigasi lahan tersebut. Drainase berfungsi untuk mengalirkan air dari lahan yang tergenang, mengendalikan limpasan air hujan yang lebih dan mengelola kualitas air. Saluran drainase dibuat sesuai dengan kondisi lahan sehingga diperoleh hasil produksi yang maksimal pada lahan (Fairizi, 2015).

Drainase dibuat dengan menyesuaikan pada kondisi lahan dimana drainase dibuat untuk mencegah genangan dan mengurangi air lebih. Kondisi lahan untuk drainase tebu yaitu kemiringan lereng dibawah 15% atau mendekati datar karena apabila lahan tebu memiliki kemiringan lereng yang tinggi maka dapat membuat tanah akan mudah tererosi (Windiastrika, 2019).

Bentuk penampang saluran drainase terbagi menjadi 4 diantaranya :

- a. Setengah lingkaran, saluran ini terbuat dari beton atau gorong-gorong setengah lingkaran dengan dimensi menyesuaikan dengan kebutuhan. Bentuk saluran ini berfungsi untuk menampung dan mengalirkan limpasan air hujan dan limbah atau air buangan.
- b. Trapesium, saluran ini terbuat dari tanah dan juga sepasang batu atau beton dan memerlukan ruang yang cukup.
- c. Persegi, saluran terbuat dari beton dan batu. Tidak memerlukan banyak ruang.
- d. Segitiga, saluran ini hanya dapat digunakan pada kondisi lahan atau wilayah tertentu (Ardyansyah *et al.* 2020).

2.2 Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) adalah komoditi yang dapat tumbuh pada daerah tropis dan daerah subtropis. Tebu dalam masa pertumbuhannya memiliki empat fase perumbuhan yaitu fase perkecambah dengan masa 0-1 bulan, fase

pertunasan dengan masa 1-3 bulan, fase pemanjangan batang dengan waktu 3-9 bulan dan fase generatif dengan waktu 10-12 bulan. Tebu dapat tumbuh pada dataran rendah dan dataran tinggi. Kondisi topografi, iklim dan tekstur tanah pada lahan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tebu (Windiastrika, 2019).

Tebu selama proses pertumbuhan memerlukan air yang cukup. Curah hujan di setiap daerah berbeda-beda. Curah hujan tentu sangat berpengaruh di setiap fase pertumbuhan tebu. Curah hujan yang baik bagi pertumbuhan tebu berkisar antara 1.500-2.500 mm/tahun. Kelebihan air pada tanaman tebu akan membuat daerah perakaran membusuk dan hal ini akan merusak tanaman dan apabila tanaman tebu kekurangan air maka hal akan membuat tanaman stres dan produksi gula menurun. Sehingga pengolahan yang baik terhadap tanaman tebu akan membantu meningkatkan hasil produksi tebu (Irianto & Surmaini, 2002).

2.3 Konduktivitas Hidrolik Jenuh Tanah

Konduktivitas hidrolik jenuh tanah merupakan pengukuran pergerakan air dalam suatu media berpori dalam keadaan jenuh. Penentuan besarnya nilai konduktivitas hidrolik jenuh sangat penting karena ketersediaan air tanah bergantung pada pergerakan air dalam tanah (Annisa & Prijono, 2023).

Pengukuran konduktivitas hidrolik tanah dilakukan menggunakan Metode *Falling-Head* dimana metode ini dilakukan dengan menjenuhkan terlebih dahulu sampel tanah pada ring sampel dengan menempatkan di atas landasan pasir yang jenuh air, kemudian didiamkan dalam beberapa saat sampai air bergerak secara kapiler mengalir ke bagian atas permukaan tanah secara menyeluruh. Selanjutnya, ring sampel disambung dengan pipa tegak hingga tertutup rapat untuk mencegah terjadinya rembesan air lalu saat pipa tegak diisi air melewati h_1 , air dan secara bersamaan menyalakan *stopwatch* saat air telah sampai pada h_1 dan berhenti pada saat sampai pada h_2 . Hal ini dilakukan berulang-ulang pada beberapa sampel tanah hingga didapatkan rata-rata waktu (t) penurunan muka air. Adapun persamaan yang digunakan (Setiawan 2005) :

$$K_s = \frac{aL}{At} \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \quad (1)$$

Dimana

K_s = Konduktivitas hidrolik tanah (cm/detik)

A = Luas permukaan sampel tanah (cm^2)

a = Luas permukaan pipa (cm^2)

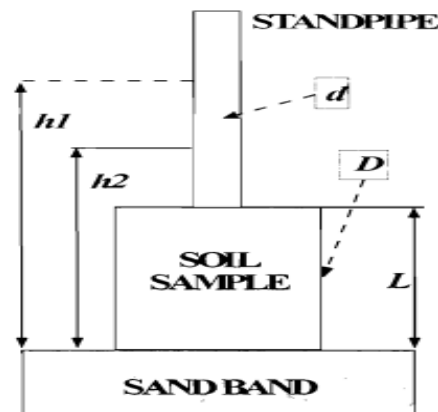
a = Luas permukaan pipa (cm^2)

L = Panjang ring sampel (cm)

t = Waktu (detik)

h_1 = Ketinggian air mula-mula (cm)

h_2 = Ketinggian air akhir (cm)



Gambar 1. Skema Pengukuran K_s dengan Metode *Falling Head*.
(Sumber : Setiawan, 2005)

Tabel 1. Perkiraan Order K_s Berdasarkan Tekstur Tanah

Tekstur Tanah	Diameter Partikel (mm)	Orde K_s (cm/s)
Liat	$<0,0002$	$<10^{-5}$
Lempung	$0,0002-0,02$	$10^{-5}-10^{-3}$
Pasir Halus	$0,02-0,0$	$10^{-3}-10^{-1}$
Pasir Kasar	$0,2-2,0$	$10^{-1}-1$
Kerikil	$>2,0$	>1

(Sumber : Setiawan, 2005)

2.4 Debit Air Rencana

Debit rencana merupakan debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase guna mengurangi atau mencegah kemungkinan terjadi genangan pada suatu lahan. Debit rencana merupakan suatu penjumlahan antara debit air hujan dengan debit air yang dibuang yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus debit berikut (Suroso *et al.*, 2015) :

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2)$$

Dimana :

Q_p = Debit air hujan maksimum (m^3/s)

C = Koefisien limpasan atau pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

0,278 = Faktor konversi

2.5 Frekuensi Curah Hujan

Distribusi frekuensi merupakan metode penyusunan data berdasarkan kategori tertentu untuk memudahkan penyajian data. Proses pembuatan saluran drainase berfungsi sebagai metode untuk mendapatkan kemungkinan besaran curah hujan rencana pada beragam periode ulang. Pada perhitungan distribusi frekuensi dilakukan analisis data berdasarkan parameter yang sesuai seperti data rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi dan koefisien keruncingan (Sari, *et al* 2013).

2.5.1 Analisis Statistik

Analisis statistik pada perhitungan sebaran frekuensi dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Upomo & Kusumawardani 2016):

2.5.1.1 Perhitungan Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

2.5.1.2 Standar Deviasi

Standar deviasi digunakan menghitung kedekatan nilai data terhadap nilai rata-ratanya dimana semakin besar nilai deviasi maka penyebaran distribusi semakin besar. Adapun persamaannya sebagai berikut :

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

2.5.1.3 Koefisien *Skewness* (Kemiringan)

Koefisien *skewness* (kemiringan) adalah distribusi dengan nilai keruncingan positif ditandai dengan kurva frekuensi distribusi mempunyai ujung kurva lebih panjang ke arah kanan. Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (5)$$

2.5.1.4 Koefisien Varian

Koefisien varian digunakan sebagai nilai pembanding antara nilai standar deviasi dengan nilai rerata dengan persamaan sebagai berikut:

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (6)$$

2.5.1.5 Koefisien Kurtosis

Berikut persamaan yang digunakan dalam penentuan distribusi koefisien kurtosis yaitu sebagai berikut :

$$Ck = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad (7)$$

2.5.2 Jenis-jenis Distribusi Hujan

Berikut jenis-jenis distribusi frekuensi (Dewi & Noneng, 2019), (Fahraini Ahdianoor & Rusdiansyah, 2020) :

- a. Distribusi Normal

$$X_T = \bar{x} + K_T \cdot S \quad (8)$$

- b. Distribusi Log Normal

$$\text{Log } X = \text{Log } \bar{x} + K_T \times S \text{ Log } X \quad (9)$$

- c. Distribusi Log Person III

$$\text{Log } X = \text{Log } \bar{x} + K_T \times S \text{ Log } X \quad (10)$$

- d. Distribusi Gumbel

$$X_T = \bar{x} + s \times K_T \quad (11)$$

Dimana

- X_i = Curah hujan maksimum (mm)
 X_T = Curah hujan maksimum harapan (mm/hari)
 $\bar{x}$ = Curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari)
 $\text{Log } \bar{x}$ = Curah hujan maksimum rata-rata logaritmik
 S = Standar deviasi nilai varian
 Z = Faktor frekuensi dari distribusi normal
 T = Kala ulang (tahun)
 n = Jumlah data

Tabel 2. Jenis-jenis Sebaran

Jenis Sebaran	Syarat
	$C_s \approx 0$
Normal	$C_k = 3$
Gumbel	$C_s \leq 1,139$ $C_k \leq 5,4$
Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$ $C_k = 5,383$
Log Pearson III	$C_s \neq 0$

(Sumber : Soemarto, 1999).

2.5.3 Faktor Frekuensi Curah Hujan Maksimum (K_T)

Faktor frekuensi curah hujan maksimum rencana (K_T) dihitung dengan persamaan berikut (Yusman, 2018)

$$K_T = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[0,5772 + \ln \left(\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right) \right] \quad (12)$$

2.6 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (T_c) yaitu waktu yang akan digunakan dalam mengalirkan air hujan dari titik terjauh pada suatu lahan menuju ke area atau titik kontrol atau titik tertentu pada area pengaliran (Yoga *et al.*, 2018).

Persamaan yang digunakan dalam menentukan waktu konsentrasi mengalirkan air (Arya *et al.*, 2014) :

$$T_c = 0,0195 \times L^{0,77} \cdot S^{-0,385} \quad (13)$$

Dimana :

T_c = Waktu konsentrasi

L = Panjang saluran (m)

S = Kemiringan (%)

2.7 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan salah satu data yang penting dalam perhitungan dimensi terhadap saluran dimana intensitas curah hujan merupakan tinggi curah hujan yang berlangsung pada jangka waktu tertentu dengan air yang terkonsentrasi. Intensitas curah hujan tinggi terjadi dalam waktu yang singkat pada wilayah yang tidak luas. Pada wilayah atau daerah yang luas, intensitas curah hujan terjadi dengan durasi waktu cukup lama, tetapi intensitas curah hujan yang tinggi di suatu kawasan jarang terjadi pada wilayah tersebut. Intensitas curah hujan di tiap wilayah berbeda-beda hal ini tergantung pada durasi atau lama curah hujan berlangsung pada wilayah tersebut (Purba *et al.*, (2021).

Intensitas curah hujan pada suatu kawasan atau wilayah dapat dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe (Supriyani *et al.*, 2012):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (14)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

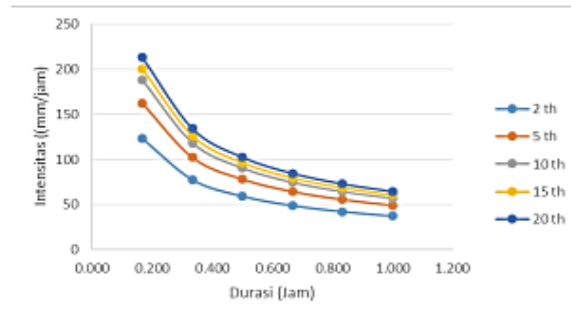
t_c = Waktu konsentrasi (jam)

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

2.8 Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)

Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) adalah suatu bentuk presentasi besaran intensitas curah hujan (I) pada beragam durasi hujan (t) dengan intensitas hujan ditetapkan sebagai ordinat dan durasi hujan sebagai absis yang dilihat dari kala ulang (T_r). Kurva IDF masukan dalam memperkirakan debit banjir rancangan dalam kebutuhan desain bangunan pengendali banjir (Harisuseno, 2020).

Kurva IDF adalah kurva hubungan antara lama durasi hujan dengan intensitas curah hujan dimana hubungan keduanya dinyatakan dalam bentuk lengkung intensitas hujan dalam kala ulang tertentu (Fauziyah *et al.*, 2013).



Gambar 2. Kurva IDF.
(Sumber : Fahraini Ahdianoor & Rusdiansyah, 2020).

2.9 Dimensi Saluran Drainase

Debit pada sebuah saluran yang mengalir akan lebih mudah diamati di penampang terbuka dibanding penampang tertutup. Debit merupakan kecepatan aliran air per satuan waktu dimana debit merupakan hasil dari perkalian antara kecepatan luas penampang dimana semakin besar kecepatan dan luas penampang maka akan semakin besar debit yang dihasilkan (Rauf & Nur, 2019).

Debit aliran merupakan volume air yang lewat pada suatu penampang melintang saluran atau jalur per satuan waktu. Perhitungan kapasitas tampung saluran diperlukan untuk mengetahui kapasitas tampung terhadap debit yang masuk ke saluran. Setelah diperoleh penampang saluran dan kecepatan maka debit pada saluran dapat dihitung dengan persamaan (Ardyansyah *et al.*, 2020) :

$$Q = A \times v \quad (15)$$

$$Q \geq Q_p \quad (16)$$

Dimana :

Q = Debit (m^3/s)

Q_p = Debit puncak (m^3/s)

A = Luas penampang (m^2)

v = Kecepatan aliran (m/s)

Kecepatan aliran adalah waktu yang diperlukan per jarak yang dilalui oleh partikel dalam berpindah tempat satu. Berikut rumus *Manning* yang digunakan untuk memperoleh nilai kecepatan aliran (Putro & Hadihardaja (2013):

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (17)$$

Dimana:

v = Kecepatan rata-rata (m/detik)

R = Jari-jari hidrolik (m)

S = Kemiringan garis energi (%),

n = Faktor kekasaran

S_0 = Kemiringan dasar saluran (%)

S_w = Kemiringan permukaan air (%)

untuk aliran seragam = $S_f = S_w = S_0$

$$A = \frac{2}{3} \times d \times w \quad (18)$$

Dimana :

A = Luas penampang (m^2)

d = Kedalaman (m)

w = Lebar aliran bagian atas (m)

2.10 GIS (Geographic Information System)

Geographic Information System (GIS) atau Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem yang telah ada sejak awal 1980-an. Pada tahun 1990-an hingga saat ini GIS terus mengalami perkembangan. GIS merupakan teknologi informasi yang banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk mengelolah data yang sifatnya spasial. Prinsip GIS yaitu memudahkan untuk mengambil tindakan atau keputusan pada suatu perencanaan serta pengelolaan lahan penggunaan pada suatu wilayah, penelitian atau studi.

GIS akan dapat dioperasikan dengan sistem berupa perangkat keras, perangkat lunak, manusia sebagai operator dan data dimana tiap elemen ini memiliki fungsinya seperti memasukkan data, melakukan penyimpanan data, mengolah data-data, menganalisa setiap data serta menampilkannya dalam bentuk informasi sifatnya geografis. GIS bermanfaat untuk proses pengumpulan data, pengambilan kembali data dan penayangan data ruang yang sifatnya realistis. GIS dapat memberikan koneksi dari beragam data pada titik tertentu kemudian menggabungkan, melakukan analisa dan memetakan (Rosdiana *et al.*, 2015).