

**DESAIN DRAINASE PADA LAHAN PERKEBUNAN
PABRIK GULA BONE**

ANITA

G041 19 1050



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**DESAIN DRAINASE PADA LAHAN PERKEBUNAN
PABRIK GULA BONE**

Anita

G041 19 1050



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 PABRIK GULA BONE

Disusun dan diajukan oleh

Anita

G041 19 1050

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 31 Maret 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

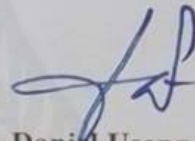
Menyetujui,

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng., Sc.
NIP. 19620201 199002 1 002

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anita
NIM : G041 19 1050
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

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

Makassar, 31 Maret 2023

Yang Menyatakan



Anita

ABSTRAK

ANITA (G041 19 1050). Desain Drainase pada Lahan Perkebunan Pabrik Gula Bone. Pembimbing: SUHARDI dan DANIEL USENG.

Saluran drainase di perkebunan tebu perlu diperhatikan agar pertumbuhan dan produktivitas tebu optimal. Wilayah Pabrik Gula Bone memiliki curah hujan yang tinggi sehingga rawan terjadi masalah drainase. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian untuk mendesain ukuran dan bentuk dimensi saluran drainase yang dapat mengalirkan seluruh limpasan permukaan. Penelitian dilakukan dengan menentukan konduktivitas hidrolis tanah jenuh (K_s) menggunakan metode *Falling Head*. Ukuran dimensi saluran dirancang didasarkan pada debit limpasan permukaan menggunakan persamaan rasional. Intensitas hujan ditentukan menggunakan metode Manonobe untuk membangun kurva *Intensity Duration Frequency* (IDF). Bentuk dimensi saluran ditentukan dengan pertimbangan tidak mengganggu aktivitas alat mekanisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konduktivitas hidrolis tanah sebesar 2×10^{-5} cm/s hingga $5,69 \times 10^{-3}$ cm/s dan tekstur tanah tergolong liat hingga pasir medium. Dimensi saluran drainase berbentuk parabola dengan lebar saluran sekitar 1,7 m dengan kedalaman 0,5 m. Ukuran dimensi saluran tersebut dapat mengalirkan seluruh limpasan permukaan dan bentuk saluran parabola agar pergerakan alat mekanisasi tidak terganggu.

Kata Kunci: IDF, Drainase kebun, Dimensi saluran, Saluran parabola, Tebu.

ABSTRACT

ANITA (G041 19 1050). *Drainage Design on Bone Sugarcane Factory Plantation Land*. Supervisors: SUHARDI and DANIEL USENG.

Drainage channels in sugarcane plantations need attention so that growth and productivity of sugarcane plants is optimal. The Bone Sugar Factory area has high rainfall making it prone to drainage problems. Based on this, a study was conducted to design the size and shape of the dimensions of the drainage channel that can drain all surface runoff. The research was conducted by determining the hydraulic conductivity of saturated soil (Ks) using the method Falling Head. The designed channel dimensions are based on runoff discharge using rational equations. Rain intensity is determined using the Manonobe method to construct an Intensity Duration Frequency (IDF) curve. The shape of the channel dimensions is determined by considering not disturbing the activity of the mechanization tool. The results showed that the hydraulic conductivity of the soil was 2×10^{-5} cm/s to $5,69 \times 10^{-3}$ cm/s or soil texture is classified as loamy to medium sandy. The dimensions of the drainage channel are parabola-shaped with a channel width of about 1.7 m and a depth of 0.5 m. The dimensions of the channel can drain all surface runoff and the shape of the parabolic channel so that the movement of the mechanization equipment is not disturbed.

Keywords: *IDF, Channel dimensions, Garden drainage, Parabola channel, Sugarcane.*

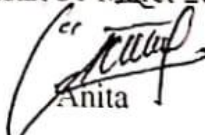
PERSANTUNAN

Puji syukur alhamdulillah yang dipanjatkan atas kehadiran Tuhan yang maha Esa. karena dengan segala rahmat dan hidayahnya sehingga saya bisa menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul "Desain Drainase pada Lahan Perkebunan Pabrik Gula Bone". Penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan, tentunya tidak terlepas dari *support* dan doa berbagai pihak. Oleh sebab itu, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Ayah saya **Alm. Muh. Amir T** dan Ibu saya **Nurjannah** serta saudara saya yaitu **Ayu, Arjun, Maryam, Syamsuddin, Marwah dan Suna** atas segala d pengorbanan berupa moril dan materi yang diberikan selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
2. **Dr. Suhardi, S.TP., M.P** dan **Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng. Sc** selaku dosen pembimbing, atas kesabaran dan kesediaan meluangkan waktunya untuk memberikan petunjuk, saran dan kritikan dalam proses penyelesaian skripsi.
3. **Husnul Mubarak, S.TP., M.Si** dan **Muhammad Rizal, S.TP., M.Si** selaku dosen yang juga memberikan banyak masukan terkait penelitian.
4. **Para dosen Program Studi Teknik Pertanian** yang telah memberikan banyak ilmunya mulai dari semester satu sampai semester delapan.
5. **Asrianto, Scipiah, Vero, ilham, illang, Athohillah** yang telah memberi saran dan membantu dalam perlengkapan (alat dan bahan) pada penelitian.
6. **Nurwa** yang selaku teman yang menemani dalam keadaan apapun mulai dari awal perkuliahan sampai dengan penyelesaian tugas akhir ini.
7. **Teman-teman Piston**, sebagai teman seperjuangan dalam menempuh pendidikan di program studi teknik pertanian dari tahun 2019-2023. Selain itu, mereka sering meluangkan waktu untuk membantu dan mendukung saya.

Semoga segala kebaikan mereka senantiasa dibalas oleh Tuhan Yang Maha Esa.

Makassar, 31 Maret 2023


Anita

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Penelitian.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Drainase.....	3
2.2 Tebu (<i>Saccharum officinarum</i>).....	3
2.3 Konduktivitas Hidrolik Jenuh Tanah (Ks).....	3
2.4 Analisis Curah Hujan	5
2.4.1 Debit Limpasan Permukaan.....	5
2.4.2 Parameter Statistik.....	5
2.4.3 Distribusi (Sebaran Hujan).....	6
2.4.4 Faktor Frekuensi	7
2.4.5 <i>Rainfall Intensity</i>	7
2.4.6 Waktu Konsentrasi.....	8
2.4.7 Kurva <i>Intensity Duration Frequency</i>	9
2.5 Desain Saluran Drainase.....	9

2.6 GIS (<i>Geographic Information System</i>)	10
3. METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Waktu dan Tempat.....	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.3.1 Pengumpulan Data	11
3.3.2 Pengukuran Konduktivitas Hidrolik.....	12
3.3.3 Pengolahan Data.....	12
3.3.4 Penentuan Dimensi Ukuran dan Bentuk Saluran Drainase ...	13
3.4 Bagan Alir Penelitian.....	14
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Konduktivitas Hidrolik Jenuh.....	15
4.2 Kurva IDF	15
4.3 Debit Puncak Limpasan Permukaan.....	17
4.4 Dimensi Saluran Drainase.....	17
4.5 Arah Aliran Lahan Perkebunan Pabrik Gula Bone.....	18
5. PENUTUP	19
Kesimpulan.....	19

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema pengukuran konduktivitas hidrolis jenuh tanah	4
Gambar 2. Diagram alir penelitian	14
Gambar 3. Kurva IDF.....	16
Gambar 4. Dimensi saluran drainase	18
Gambar 5. Peta arah aliran kebun Arasoe/VI A.....	18

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perkiraan orde Ks berdasarkan pada tekstur tanah.	4
Tabel 2. Persyaratan parameter statistik suatu distribusi.....	7
Tabel 3. Nilai konduktivitas hidrolis jenuh tanah.....	15
Tabel 4. <i>Rainfall Intensity</i> berdasarkan periode ulang tertentu.....	16
Tabel 5. Dimensi saluran drainase berdasarkan kemiringan dan luas petak.....	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Pengukuran Sampel Tanah.....	23
Lampiran 2. Tabel Perhitungan Parameter Statistik.....	25
Lampiran 3. Tabel Perhitungan Curah Hujan dalam Durasi.....	26
Lampiran 4. Tabel Perhitungan Frekuensi hujan.....	28
Lampiran 5. Tabel Perhitungan Intensitas Hujan untuk Setiap Periode Ulang.....	28
Lampiran 6. Perhitungan Debit.....	30
Lampiran 7. <i>Attribute Table Slope</i> Rata-Rata Lahan Perkebunan Tebu.....	31
Lampiran 8. Grafik Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Jenuh Tanah.....	32
Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	33

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produktivitas lahan Pabrik Gula Bone tidak optimal yang disebabkan karena sebagian lahan tidak dapat diolah. Hal ini disebabkan karena lahan cenderung digenangi air. Drainase kebun tidak memadai, sehingga air sulit dikeluarkan dari lahan. Kondisi tersebut berdampak pada hasil produksi gula. Pabrik Gula Bone diharapkan memberi kontribusi dalam pemenuhan kebutuhan gula nasional yang senantiasa meningkat setiap tahun. Untuk itu, pemerintah melalui sektor perkebunan melakukan upaya untuk mengatasi berbagai permasalahan seperti drainase yang menghambat produksi gula (Halimah, 2008).

Drainase menjadi salah satu faktor yang menentukan keberhasilan tanaman tebu di Pabrik Gula Bone yang memiliki curah hujan yang tinggi. Berdasarkan data dari PTPN XIV, curah hujan tertinggi wilayah Pabrik Gula Bone sebesar 223 mm/hari pada tahun 2004-2022. Tanah di wilayah tersebut tergolong tidak permeabel. Sifat permeabilitas tanah tersebut berdasarkan pada nilai konduktivitas hidrolis jenis tanah yang mempengaruhi sifat tanah seperti infiltrasi dan *run off* (Carlos, 2018). Akibatnya ukuran saluran drainase tidak memadai, curah hujan yang berlebih tidak dapat dikeluarkan dari kebun dalam waktu yang singkat. Di sisi lain, karena keterbatasan tenaga kerja, maka penggunaan alat mekanisasi adalah alternatif solusi yang diterapkan. Setiap rekayasa yang dilakukan mempertimbangkan keselamatan alat mekanisasi termasuk dalam perancangan drainase agar tidak mengganggu proses pembelokan (HSE, 2013).

Perbaikan saluran drainase termasuk salah satu solusi untuk mengatasi genangan air. Selain berdampak terhadap produktivitas tebu, drainase yang tidak sesuai juga menyebabkan rendemen tebu menjadi rendah. Dampak ini terjadi jika hujan terjadi secara terus-menerus yang menyebabkan proses pematangan tertunda. Dampak lain adalah perakaran tebu yang dangkal, akar tebu membusuk kerana udara sulit masuk ke dalam tanah terutama pada tanah liat, hal ini menunjukkan drainase perlu disesuaikan dengan lahan (Almustanir, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, maka penting untuk mendesain dimensi ukuran saluran drainase yang sesuai untuk diterapkan pada lahan perkebunan Pabrik Gula

Bone berdasarkan debit air hujan lebih/*run off*, konduktivitas hidrolik tanah jenuh dan operasional alat mekanisasi.

2.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dimensi saluran drainase yang sesuai untuk diterapkan pada lahan perkebunan tebu Pabrik Gula Bone berdasarkan debit air lebih/*run off*, konduktivitas hidrolik jenuh tanah dan kondisi topografi lahan perkebunan Pabrik Gula Bone.

2.3 Manfaat Penelitian

Tersedianya desain drainase yang sesuai untuk lahan perkebunan Pabrik Gula Bone.

2.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Data hidrologi hanya mencakup wilayah perkebunan Pabrik Gula Bone.
2. Luasan lahan petak diasumsikan sama yaitu 3 hektar.
3. Desain dimensi saluran drainase hanya pada saluran sekunder.
4. Data dasar yang dipakai yaitu data curah hujan harian, peta jaringan drainase alam dan peta kontur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Saluran drainase dapat diartikan sebagai salah satu jenis sarana air yang memiliki fungsi untuk mengontrol air yang berlebihan. Drainase juga dapat diartikan sebagai saluran untuk mengurangi jumlah air suatu lahan, seperti mengalirkan air yang berlebih dari suatu tempat (lahan perkebunan) ke tempat lainnya. Dengan demikian, lahan tidak mengalami limpasan permukaan. Pengadaan saluran drainase bertujuan agar dapat mengoptimalkan air. Drainase banyak digunakan untuk memperbaiki produktivitas tanaman perkebunan (Yuliyanto dkk., 2022)

2.2 Tebu (*Saccharum officinarum L.*)

Tebu (*Saccharum officinarum L.*) termasuk jenis *grass plants* (tanaman rumput) dan merupakan bahan utama untuk pembuatan gula pasir. Tebu memiliki fase pertumbuhan dengan tingkat kebutuhan air yang berbeda-beda di setiap fasenya. Apabila curah hujan tinggi pada saat menjelang fase akhir, maka akan mengganggu proses pematangan. Selain itu, kondisi tersebut menjadi kendala terhadap proses pemanenan. Saat tanaman tebu memasuki fase pemasakan (siap untuk dilakukan pemanenan), maka tebu perlu situasi yang minim air hujan yakni kondisi yang kering. Pada saat musim hujan, kesempatan tanaman tebu untuk berlanjut ke proses pematangan (pemasak) akan lambat dan tertunda, sehingga bisa mengakibatkan rendamen giling menjadi rendah (Pramuhadi, 2010).

2.3 Konduktivitas Hidrolik Tanah (Ks)

Konduktivitas hidrolik berkaitan dengan sifat fisik tanah. Penentuan jenis drainase pada lahan perkebunan harus mempertimbangkan konduktivitas hidrolik tanah. Hal ini disebabkan karena Ks sebagai sebuah ukuran yang mampu menggambarkan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Untuk desain saluran drainase, besar kecilnya nilai konduktivitas hidrolik tentunya sangat berpengaruh. Ks tanah menjadi suatu aspek yang perlu diperhatikan karena termasuk salah satu parameter penting untuk keberhasilan saluran drainase. Konduktivitas hidrolik

menjadi faktor utama yang mempengaruhi proses transformasi massa pada air di tanah (Ramdhan dkk., 2021).

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai konduktivitas hidrolis tanah sebagai berikut (Musa & Guppa, 2019):

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

Keterangan:

K_s = Konduktivitas hidrolis tanah (cm/detik)

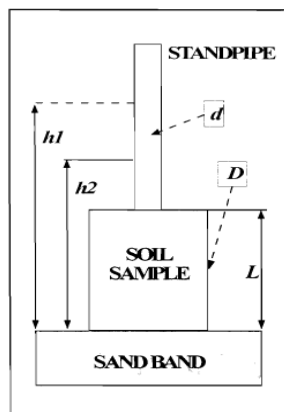
h_1 = Ketinggian air mula-mula (cm)

h_2 = Ketinggian air akhir (cm)

A = Luas sampel tanah di dalam ring (cm²)

a = Luas pipa pengukuran (cm²)

Pengukuran konduktivitas hidrolis jenuh tanah dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Falling Head*. Adapun gambaran metode pengukuran *Falling Head* sebagai berikut.



Gambar 1. Skema pengukuran konduktivitas hidrolis jenuh tanah. (Sumber: Setiawan, 2015).

Tabel 1. Perkiraan orde K_s berdasarkan pada tekstur tanah.

Tekstur tanah	Diameter Partikel (mm)	Orde K_s (cm/detik)
Liat	<0,0002	<10 ⁻⁵
Lempung	0,0002-0,02	10 ⁻⁵ -10 ⁻³
Pasir medium	0,02-0,0	10 ⁻³ -10 ⁻¹
Pasir kasar	0,2-2,0	10 ⁻¹ -1
Kerikil	>2,0	>1

(Sumber: Setiawan, 2015).

2.4 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan perlu dilakukan untuk perencanaan saluran drainase seperti berikut.

2.4.1 Debit Limpasan Permukaan

Perhitungan debit limpasan pada periode tertentu membutuhkan data curah hujan tertinggi. Data debit puncak digunakan untuk menentukan ukuran saluran drainase dengan menggunakan metode rasional. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung debit *run off* (FDOT, 2019):

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

Analisis data curah hujan bertujuan agar mendapatkan besaran curah hujan yang terjadi, sehingga hasil analisa dari data tersebut bisa digunakan pada saat melakukan perhitungan debit rancangan. Analisis frekuensi merupakan suatu perhitungan data-data yang berkaitan dengan hidrologi menggunakan statistika dengan melakukan analisis parameter statistik (Siswanto, 2019).

2.4.2 Parameter Statistik

Berikut persamaan untuk menghitung parameter statistik (Yusman, 2018):

2.4.2.1 Mean (Central Tendency)

Perhitungan *mean* dilakukan dengan mencari nilai rata-rata pada perkumpulan variabel. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

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

persamaan tersebut dapat dibentuk logaritmik untuk perhitungan *mean* dengan nilai log.

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4)$$

2.4.2.2 Standar Deviasi

Standar deviasi termasuk suatu nilai pada pengukuran atau nilai statistik, sehingga nilai tersebut dapat digunakan untuk menentukan kedekatan sampel statistik dengan data *mean*. Standar deviasi juga dapat diartikan sebagai suatu nilai pengukuran dispersi terhadap data yang dikumpulkan. Adapun persamaan standar

deviasi adalah sebagai berikut:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (5)$$

2.4.2.3 Koefisien *Skewness* (Kemiringan)

Koefisien *skewness* (kemiringan) merupakan nilai yang menampilkan tidak simetrisnya bentuk distribusi (keadaan yang miring) pada suatu kurva. Berikut ini persamaan yang digunakan untuk menghitung koefisien *skewness* (kemiringan):

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)S^3 \sum (X - X_n)^3} \quad (6)$$

2.4.2.4 Koefisien Variasi

Koefisien variasi yakni suatu nilai yang membandingkan antara standar deviasi dengan nilai *mean* pada suatu perhitungan distribusi. Adapun rumus yang digunakan untuk mencari koefisien variasi adalah sebagai berikut:

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (7)$$

2.4.2.5 Koefisien Kurtosis (Keruncingan)

Koefisien kurtosis berkaitan dengan sifat keruncingan pada kurva distribusi. Penentuan beberapa jenis distribusi dapat dipadukan dengan parameter data dengan syarat distribusi:

$$C_k = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)S^3 \sum (X - X_n)^3} \quad (8)$$

2.4.3 Distribusi Hujan

Jenis-jenis distribusi frekuensi ada empat yaitu (Armansyah 2020):

a) Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_x \quad (9)$$

b) Distribusi Log Normal

$$\text{Log } X_T = \text{log } \bar{X} + K_T \cdot S_{\text{log } x} \quad (10)$$

c) Distribusi Log Person III

$$\text{Log } X_T = \text{log } \bar{X} + K_T \cdot (S_{\text{log } x}) \quad (11)$$

d) Distribusi Gumbel

$$X_T = \bar{X} + S_x \cdot K_T \quad (12)$$

Tabel 2. Persyaratan parameter statistik suatu distribusi.

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$ $C_k \approx 5,383$
Pearson III	-
Log Pearson III	C_s antara 0 – 0,9
Gumbel	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$

(Sumber: Armansyah, 2020).

2.4.4 Faktor Frekuensi

Perhitungan faktor frekuensi curah hujan maksimum rencana (K_T) menggunakan persamaan sebagai berikut: (Yusman 2018).

$$K_T = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[0,5772 + \ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right] \quad (13)$$

2.4.5 Rainfall Intensity

Rainfall intensity merupakan volume hujan per satuan waktu dimana dalam satu millimeter hujan yang jatuh di wilayah dengan luas satu meter persegi, maka akan memiliki ketinggian satu millimeter jika air hujan tergenang (tidak mengalami infiltrasi, evaporasi dan tidak mengalami limpasan permukaan). Intensitas hujan (*rainfall intensity*) juga dapat diartikan sebagai suatu besaran yang menunjukkan jumlah curah hujan yang turun ke wilayah tertentu dalam periode waktu tertentu. intensitas hujan menjadi pertimbangan perancangan drainase (Siswanto, 2019).

Rainfall intensity (intensitas hujan) dinyatakan sebagai tingginya hujan pada tiap satuan waktu. Dimana nilai pada *rainfall intensity* bergantung dari lamanya curah hujan yang terjadi dan frekuensi. Perhitungan *rainfall intensity* dalam

wilayah tertentu menggunakan metode Manonobe. Perhitungan intensitas hujan menggunakan persamaan sebagai berikut (Maharani dkk., 2021):

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

2.4.6 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang diperlukan air untuk mengalir atau bergerak dari titik (tempat) yang paling jauh menuju ke tempat air yang akan dialirkan (saluran utama) dalam hal ini yang ditentukan adalah bagian hulu (*inlet*) ke hilir saluran (*outlet* saluran). Ada dua macam waktu konsentrasi yakni *inlet time* dan *conduit time*. *Inlet time* termasuk waktu yang digunakan oleh air untuk bergerak menuju drainase dalam hal ini di permukaan tanah. Sedangkan *conduit time* termasuk jenis waktu pada air untuk bergerak atau mengalir di sepanjang lintasan saluran hingga sampai ke bagian *outlet* saluran. Perhitungan waktu konsentrasi (T_c) menurut Armansyah (2020) menggunakan persamaan Kirpich sebagai berikut:

$$T_c = (K \times L^{0,77}) (S^{-0,385}) \quad (15)$$

dimana pada persamaan 2-15 adalah:

- Q_p = Debit air *run off* ($m^3/detik$)
- C = Koefisien banjir rencana
- A = *Catchment area* pengaliran air (km^2)
- I = *Rain intensity* (mm/jam)
- T_c = Waktu konsentrasi (menit)
- L = Panjang saluran (m)
- S = Kemiringan saluran (m/m)
- X_i = Curah hujan maksimum (mm)
- X_T = Curah hujan maksimum harapan (mm/hari)
- \bar{X} = Curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari)
- $\log \bar{X}$ = Curah hujan maksimum rata-rata logaritmik
- T = Kala ulang (tahun)
- n = Jumlah data.
- I = *Rainfall intensity* (mm/jam)
- T_c = Durasi/Lama terjadinya hujan (jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum harian (mm)

Faktor konversi = 0,278

2.4.7 Kurva *Intensity Duration Frekuensi* (IDF)

Kurva *intensity duration frekuensi* sering dipergunakan dengan tujuan untuk mendapatkan banjir rencana dengan menggunakan sebuah metode yang biasa disebut sebagai metode rasional. Kurva intensitas durasi frekuensi merupakan salah satu jenis kurva yang menunjukkan hubungan durasi dengan intensitas curah hujan (mm). Penggunaan jenis kurva ini juga untuk mengetahui kapasitas drainase dengan menggunakan data curah hujan (Siswandi, 2021).

2.5 Desain Saluran Drainase

Dimensi desain saluran drainase berdasarkan pada hasil perhitungan debit limpasan permukaan. Besarnya debit air di suatu daerah dapat mengakibatkan genangan air yang disebabkan oleh curah hujan yang tergolong tinggi, sehingga harus segera dialirkan. Proses pengaliran air berlebih memerlukan saluran yang dapat dilalui air dengan baik, agar dapat menuju ke tempat lainnya. Perhitungan debit pengaliran (Q) harus sama atau lebih besar dari (Q_p). Persamaan yang digunakan untuk menghitung debit pengaliran drainase yaitu (Qholiq, 2021):

$$Q = A \cdot v \quad (16)$$

perhitungan kecepatan (v) aliran dilakukan dengan menggunakan rumus *Manning* sebagai berikut (Todar dkk., 2021):

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

perhitungan luas penampang melintang saluran dapat dihitung menggunakan pendekatan persamaan parabola seperti berikut:

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

dimana:

v = Laju aliran (m/detik)

n = Koefisien kekasaran *manning* (tidak berdimensi)

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = *Slope* dasar saluran (meter/meter)

A = Luas penampang melintang saluran (m^2)

w = Lebar aliran bagian atas (m)

d = Kedalaman aliran (m).

2.6 GIS (*Geographic Information System*)

Geographic information system merupakan salah satu teknologi informasi yang berguna untuk mengelola data-data dengan informasi spasial yang dimiliki (berefensi keruangan). GIS berguna untuk mendapatkan beberapa informasi yang berkaitan dengan permukaan bumi, seperti letak objek dan lokasi geografis. GIS juga dapat disebut sebagai *information system* khusus untuk mengelola data seperti data kontur. SIG juga dapat menggambarkan keterangan lain yang menggambarkan permukaan bumi (Novita & Abdi, 2019).