

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN SISTEM DRAINASE LINGKUNGAN PERUMAHAN BUMI  
PERMATA PENAS GERUNG LOMBOK BARAT**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi**

**Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Mataram**



**DISUSUN OLEH:**

**HENDRIAWAN SANTOSO**

**41511A0024**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING**

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN SISTEM DRAINASE LINGKUNGAN PERUMAHAN BUMI  
PERMATA PENAS GERUNG LOMBOK BARAT**

Disusun Oleh:

**HENDRIAWAN SANTOSO**

**41511A0024**

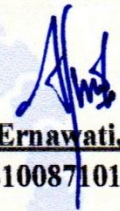
**Mataram, 18 Januari 2021**

**Pembimbing I,**



**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT**  
**NIDN. 0824017501**

**Pembimbing II,**

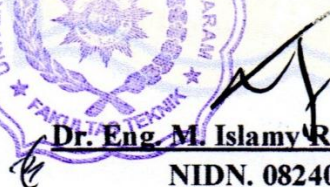


**Agustini Ernawati, ST., M. Tech**  
**NIDN. 0810087101**

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**

**Dekan,**



**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT**  
**NIDN. 0824017501**



**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN SISTEM DRAINASE LINGKUNGAN PERUMAHAN BUMI  
PERMATA PENAS GERUNG LOMBOK BARAT**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

HENDRIAWAN SANTOSO  
41511A0024

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada hari, Senin, 01 Januari 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

1. Penguji I : Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT

2. Penguji II : Agustini Ernawati, ST., M.Tech

3. Penguji III : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**



**Dekan,**

**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT**

**NIDN. 0824017501**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul “Perencanaan Sistem Drainase Lingkungan Perumahan Bumi Permata Panas Gerung Lombok Barat” adalah benar merupakan karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku pada masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis dalam sumbernya secara jelas dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Mataram, 18 Januari 2021

Pembuat pernyataan



HENDRIAWAN SANTOSO

NIM 41511A0024



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
**UPT. PERPUSTAKAAN**

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat  
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [upt.perpusummat@gmail.com](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

**SURAT PERNYATAAN BEBAS  
PLAGIARISME**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : HENDRIAWAN SANTOSO  
NIM : 41511A0024  
Tempat/Tgl Lahir : LOMBOK TIMUR / 05 SEPTEMBER 1995  
Program Studi : TEKNIK SIPIL  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp/Email : 087805804753

Judul Penelitian :-

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE LINGKUNGAN PERUMAHAN  
BUMI PERMATA PEHAS GERUNG LOMBOK BARAT

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 35%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 18 Februari 2021

Penulis



HENDRIAWAN SANTOSO  
NIM 41511A0024

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Istandar, S.Sos., M.A.  
NIDN. 0802048904



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
**UPT. PERPUSTAKAAN**

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat  
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [upt.perpusummat@gmail.com](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : HENDRIAWAN SANTOSO  
NIM : 41511A0024  
Tempat/Tgl Lahir : LOMBOK TIMUR / 05 September 1995  
Program Studi : TEKNIK SIPIL  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp/Email : 087805804753 / santosedesain4@gmail.com  
Jenis Penelitian :  Skripsi  KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE LINGKUNGAN PERUMAHAN  
BUMI PERMATA PANAS GERUNG LOMBOK BARAT

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 18 Februari 2021

Penulis



HENDRIAWAN SANTOSO  
NIM. 41511A0024

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos., M.A.  
NIDN. 0802048904

## PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin segala puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya karena atas kehendaknya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul "Perencanaan Sistem Drainase Lingkungan Perumahan Bumi Permata Panas Gerung Lombok Barat" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram (UMMAT)

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu pendapat dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk kelancaran penelitian dan penyempurnaan penulisan selanjutnya. Ucapan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Dr. H. Arsyad Abd Gani, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Agustin Ernawati, ST., M. Tech. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Agustin Ernawati, ST., M. Tech selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Dr. Heni Pujiastuti ST., MT selaku dosen penguji tugas akhir.
7. Seluruh staf dan pegawai sekretariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Akhir kata semoga karya ini bisa bermanfaat bagi pembacanya.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>PRAKATA</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>MOTTO</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Lokasi Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1.1 Drainase .....	5
2.1.2 Drainase Perkotaan .....	5
2.1.3 Jenis Drainase .....	6
2.1.4 Pola Jaringan Drainase .....	8
2.2 Landasan Teori .....	11
2.2.1 Analisa Hidrologi .....	11



2.2.2	Debit Banjir Rancangan .....	28
2.2.3	Perhitungan Hidraulika.....	30
2.2.4	Pertumbuhan Penduduk.....	33
2.2.5	Debit Air Buangan.....	33
2.2.6	Mekanika Tanah .....	35
2.2.7	Sumur Resapan.....	36
2.2.8	Perencanaan Sumur Resapan.....	39
2.2.9	Spesifikasi Sumur Resapan .....	40
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN .....</b>		<b>43</b>
3.1	Lokasi Studi.....	43
3.2	Tahap Persiapan .....	43
3.3	Pengumpulan Data .....	43
3.3.1	Data Primer.....	43
3.3.2	Data Sekunder .....	43
3.4	Pengolahan Data.....	43
3.5	Bagan Alir Penelitian .....	44
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>47</b>
4.1	Pertumbuhan Penduduk.....	47
4.2	Debit Air Buangan.....	49
4.3	Kedalaman Muka Air Tahan .....	49
4.4	Analisis Nilai Permeabilitas Tanah .....	50
4.5	Perencanaan Sumur Resapan.....	52
4.6	Analisa Hidrologi .....	55
4.6.1	Data Curah Hujan Harian Maksimum.....	55
4.6.2	Pemilihan Metode Sebaran Curah Hujan .....	57
4.6.3	Hujan Rata-Rata Daerah.....	58
4.6.4	Analisa Curah Hujan Rencana.....	60
4.7	Debit Banjir Rencana .....	70
4.7.1	Waktu Konsentrasi .....	70
4.7.2	Debit Banjir Rencana .....	71
4.8	Perencanaan Dimensi Saluran .....	75

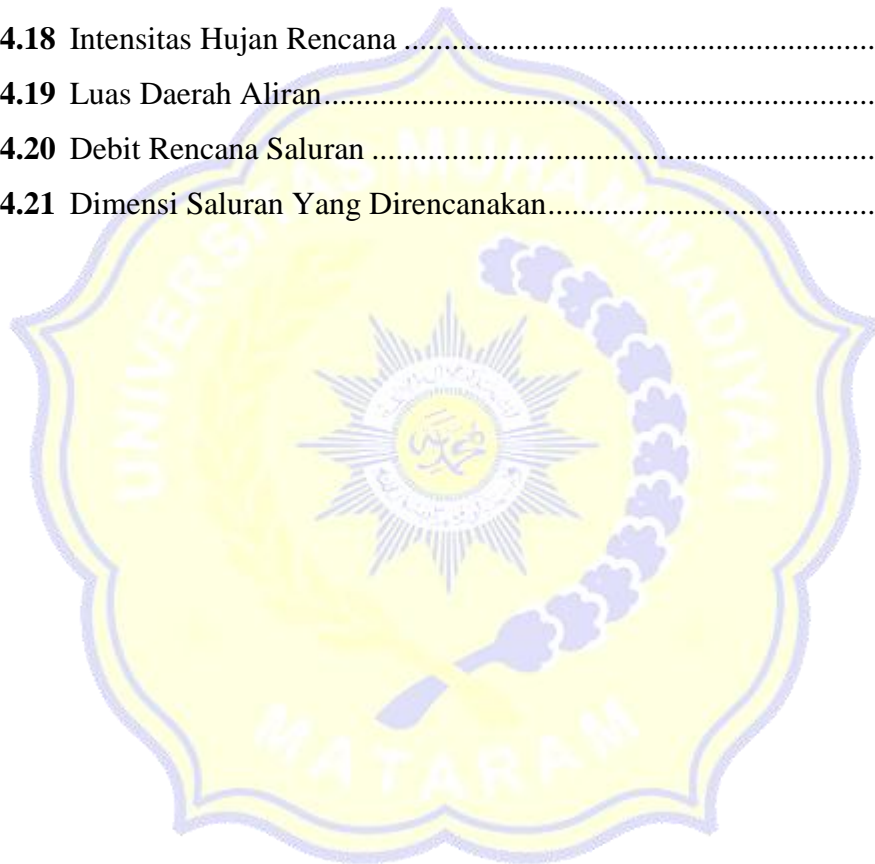
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	119
5.1 Kesimpulan.....	119
5.2 Saran.....	119
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Curah Hujan Daerah .....	11
<b>Tabel 2.2</b> Syarat Pemilihan Distribusi Frekuensi .....	17
<b>Tabel 2.3</b> Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	18
<b>Tabel 2.4</b> Nilai Variabel <i>reduced variate</i> ( $Yt$ ) .....	20
<b>Tabel 2.5</b> Nilai Interval Berulang Koefisien Kemencengan ( $C_s$ ) Positif Dalam Beberapa Tahun.....	21
<b>Tabel 2.6</b> Nilai Interval Berulang Koefisien Kemencengan ( $C_s$ ) Negatif Dalam Beberapa Tahun.....	22
<b>Tabel 2.7</b> Nilai Kritis $D_{cr}$ untuk Uji Smirnov Kolmogorov.....	25
<b>Tabel 2.8</b> Nilai Kritis ( $X^2_{cr}$ ) untuk Uji Chi- <i>Square</i> .....	27
<b>Tabel 2.9</b> Koefisien Limpasan Untuk Metode Rasional.....	29
<b>Tabel 2.10</b> Harga-harga Kekasaran Koefisien Strickler (K) .....	30
<b>Tabel 2.11</b> Tinggi Jagaan Untuk Saluran Pasangan .....	32
<b>Tabel 2.12</b> Volume Air Buangan Rata-Rata Per Orang Setiap/Hari .....	34
<b>Tabel 2.13</b> Jarak Minimum Unit Pengolahan Lanjutan Terhadap Bangunan Tertentu.....	39
<b>Tabel 2.14</b> Alternatif Pemakaian Bahan Konstruksi .....	41
<b>Tabel 4.1</b> Jumlah Penduduk Desa Tempos Selama Periode 2015 Sampai Dengan 2019 .....	47
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Pengukuran Kedalaman Muka Air Tanah.....	50
<b>Tabel 4.3</b> Data Uji Permeabilitas Tanah.....	51
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Perhitungan Koefisien Permeabilitas Sampel Tanah .....	52
<b>Tabel 4.5</b> Data Curah Hujan Harian Maksimum .....	55
<b>Tabel 4.6</b> Pemilihan Metode Sabaran Curah Hujan .....	57
<b>Tabel 4.7</b> Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata metode <i>Polygon Thiessen</i> . .....	59
<b>Tabel 4.8</b> Perhitungan Data Curah Hujan.....	60
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Uji Distribusi Statistik Tiga Pos Stasiun.....	61

<b>Tabel 4.10</b>	Perhitungan Data Curah Hujan Log .....	62
<b>Tabel 4.11</b>	Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Person III .....	64
<b>Tabel 4.12</b>	Uji Chi <i>Square</i> .....	65
<b>Tabel 4.13</b>	Interpolasi nilai K berdasarkan Nilai ( $C_s$ ) = -1,53 .....	66
<b>Tabel 4.14</b>	Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Periode Ulang T .....	67
<b>Tabel 4.15</b>	Curah Hujan Rencana .....	67
<b>Tabel 4.16</b>	Intensitas Hujan Dengan Rumus Mononobe.....	68
<b>Tabel 4.17</b>	Waktu Konsentrasi .....	71
<b>Tabel 4.18</b>	Intensitas Hujan Rencana .....	72
<b>Tabel 4.19</b>	Luas Daerah Aliran.....	73
<b>Tabel 4.20</b>	Debit Rencana Saluran .....	74
<b>Tabel 4.21</b>	Dimensi Saluran Yang Direncanakan.....	116



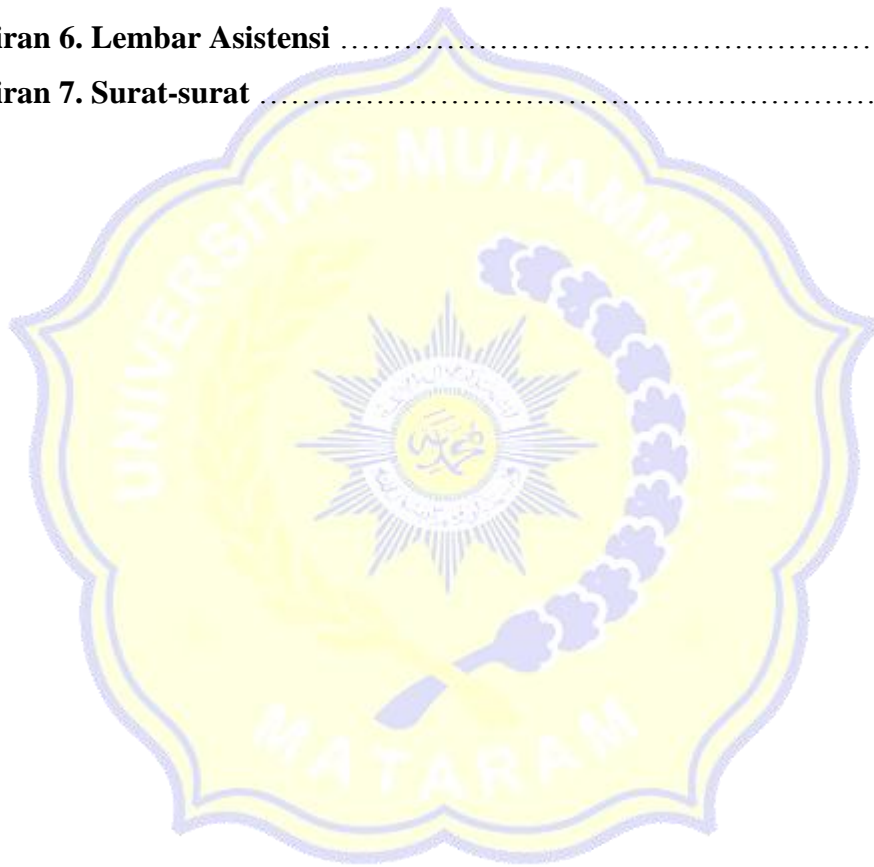
## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.2</b> Peta Lokasi Penelitian Desa Tempos Kecamatan Gerung .....	3
<b>Gambar 1.3</b> Masterplan Lokasi Penelitian Desa Tempos Kecamatan Gerung ...	4
<b>Gambar 1.4</b> Siteplan Perumahan Bumi Permata Panas Gerung .....	4
<b>Gambar 2.1</b> Drainase Alamiah Pada Selules Air .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Drainase Buatan .....	6
<b>Gambar 2.3</b> Pola Jaringan Siku.....	8
<b>Gambar 2.4</b> Pola Jaringan Paralel.....	8
<b>Gambar 2.5</b> Pola Jaringan <i>Grid Iron</i> .....	9
<b>Gambar 2.6</b> Pola Jaringan Alamiah .....	9
<b>Gambar 2.7</b> Pola Jaringan Radial.....	10
<b>Gambar 2.8</b> Pola Jaringan Jaring-Jaring .....	10
<b>Gambar 2.9</b> Metode <i>Polygon Thiessen</i> .....	13
<b>Gambar 2.10</b> Garis Isohyet .....	15
<b>Gambar 2.11</b> Saluran Terbuka dan Saluran Tertutup .....	31
<b>Gambar 2.12</b> Saluran Penampang Persegi Empat.....	31
<b>Gambar 2.13</b> Potongan A-A Sumur Resapan .....	38
<b>Gambar 2.14</b> Tampak Atas Sumur Resapan .....	38
<b>Gambar 2.15</b> Keadaan Resapan Pada Tanah Porus .....	40
<b>Gambar 3.2</b> Bagan Alir Penelitian Perencanaan Saluran Drainase Untuk Air Hujan.....	45
<b>Gambar 3.3</b> Bagan Alir Penelitian Perencanaan Sumur Resapan Untuk Air Limbah Rumah Tangga.....	46
<b>Gambar 4.1</b> Titik Pengukuran Kedalaman Sumur .....	50
<b>Gambar 4.2</b> Titik Pengambilan Sampel .....	51
<b>Gambar 4.3</b> Denah Penempatan Sumur Resapan.....	54
<b>Gambar 4.4</b> Potongan A-A Sumur Resapan .....	54
<b>Gambar 4.5</b> Denah Sumur Resapan .....	55
<b>Gambar 4.6</b> Luas Daerah Sebaran DAS Dodokan.....	58

<b>Gambar 4.7</b>	Grafik Intensitas Curah Hujan .....	69
<b>Gambar 4.8</b>	Denah Rencana Saluran .....	70
<b>Gambar 4.9</b>	Denah Luas Daerah Aliran.....	73
<b>Gambar 4.10</b>	Rencana Saluran Berdasarkan Debit Saluran.....	75
<b>Gambar 4.11</b>	Rencana Saluran Tipe A.....	77
<b>Gambar 4.12</b>	Rencana Saluran Tipe B.....	79
<b>Gambar 4.13</b>	Rencana Saluran Tipe C.....	81
<b>Gambar 4.14</b>	Rencana Saluran Tipe D.....	83
<b>Gambar 4.15</b>	Rencana Saluran Tipe E.....	85
<b>Gambar 4.16</b>	Rencana Saluran Tipe F.....	87
<b>Gambar 4.17</b>	Rencana Saluran Tipe G.....	89
<b>Gambar 4.18</b>	Rencana Saluran Tipe H.....	91
<b>Gambar 4.19</b>	Rencana Saluran Tipe I.....	93
<b>Gambar 4.20</b>	Rencana Saluran Tipe J.....	95
<b>Gambar 4.21</b>	Rencana Saluran Tipe K.....	97
<b>Gambar 4.22</b>	Rencana Saluran Tipe L.....	99
<b>Gambar 4.23</b>	Rencana Saluran Tipe M.....	101
<b>Gambar 4.24</b>	Rencana Saluran Tipe N.....	103
<b>Gambar 4.25</b>	Rencana Saluran Tipe O.....	105
<b>Gambar 4.26</b>	Rencana Saluran Tipe P.....	107
<b>Gambar 4.27</b>	Rencana Saluran Tipe Q.....	109
<b>Gambar 4.28</b>	Rencana Saluran Tipe R.....	111
<b>Gambar 4.29</b>	Rencana Saluran Tipe S.....	113
<b>Gambar 4.30</b>	Rencana Saluran Tipe T.....	115
<b>Gambar 4.31</b>	Rencana Saluran Final.....	117
<b>Gambar 4.32</b>	Potongan 1-1 Saluran Utama Tipe U1 .....	118
<b>Gambar 4.33</b>	Potongan 2-2 Saluran Cabang Tipe C1.....	118
<b>Gambar 4.34</b>	Potongan 3-3 Saluran Cabang Tipe C2.....	118

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1. Data Curah Hujan</b> .....	123
<b>Lampiran 2. Data Jumlah Penduduk Kecamatan Gerung</b> .....	154
<b>Lampiran 3. Gambar Rencana Saluran Drainase</b> .....	159
<b>Lampiran 4. Gambar Rencana Sumur Resapan</b> .....	161
<b>Lampiran 5. Dokumentasi</b> .....	163
<b>Lampiran 6. Lembar Asistensi</b> .....	168
<b>Lampiran 7. Surat-surat</b> .....	175



## DAFTAR NOTASI



$A$	= luas ( $m^2$ )
$A_1, A_2, \dots, A_n$	= luas area ( $km^2$ )
$A_i$	= prosentase (%) luasan lahan
$C$	= Koefisien Aliran
$C_i$	= Koefisien aliran dari masing-masing tata guna lahan
$C_k$	= koefisien kurtosis
$C_s$	= koefisien kemencengan
$C_v$	= koefisien variasi
$D$	= diameter sumur resapan
$d_1, d_2, \dots, d_n$	= tinggi curah hujan pada pos pengamatan (mm)
$e$	= eksponensial = 2,718
$EF$	= nilai yang diharapkan (expected frequency)
$h_1$	= tinggi Head mula-mula (cm)
$h_2$	= tinggi Head akhir (cm)
$H$	= kedalaman sumur resapan
$i$	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
$K$	= faktor distribusi
$k$	= koefisien permeabilitas (cm/detik)
$K_T$	= faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T.
$L$	= panjang (cm)
$Log \bar{X}$	= hujan rata – rata (mm)
$Log X_T$	= nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T (mm),
$m$	= nomor urut data yang telah diurutkan
$n$	= jumlah data
$OF$	= nilai yang diamati (observed frequency)
$P$	= probabilitas
$P_0$	= jumlah penduduk pada tahun dasar
$P_n$	= jumlah penduduk
$P_t$	= jumlah penduduk pada tahun ke-t



$q$	= debit air buangan (lt/dt/orang)
$Q$	= debit ( $m^3$ /detik)
$R$	= jari-jari hidrolis (m)
$R_{24}$	= curah hujan maksimum harian (selama 24jam) (mm)
$S$	= kemiringan saluran
$S_d$	= simpangan baku
$S_{d_{\log X}}$	= simpangan baku dari Log X,
$t$	= waktu (detik)
$T$	= elevasi
$v$	= kapasitas / volume sumur resapan
$V$	= kecepatan aliran (m/detik)
$X$	= hujan yang terjadi (mm)
$\bar{X}$	= nilai rata-rata,
$X_T$	= perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T- tahunan,
$X_i$	= curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
$Y_n$	= <i>Reduced Mean</i>
$Y_t$	= <i>Reduced Variate</i>
$\pi$	= 3,14
$e$	= bilangan eksponensial
$n$	= jangka waktu perkiraan
$\bar{R}$	= tinggi curah hujan rata-rata (mm)
$r$	= rasio
$t$	= periode waktu antara tahun dasar dengan tahun ke-t

## ABSTRAK

Dibangunnya suatu kawasan Perumahan Bumi Permata Panas di Desa Tempos Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat merupakan upaya dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, namun dampak dari pembangunan ini berkurangnya lahan peresapan air hujan sehingga perlu dibuat suatu perencanaan sistem drainase terpadu untuk mencegah terjadinya banjir.

Dalam proses perencanaan saluran drainase dan sumur resapan ini menggunakan beberapa metode di antaranya adalah metode *polygon thiessen*, metode log person tipe III, metode Mononobe, metode rasional, dan metode eksponensial dari kelima metode ini kita dapat merencanakan saluran drainase.

Hasil dari analisa curah hujan dan debit air buangan limbah rumah tangga di dapat besarnya debit air hujan dari yang terkecil 0,003 m<sup>3</sup>/detik hingga yang terbesar 0,194 m<sup>3</sup>/detik, dan debit limbah rumah tangga 0,05 m<sup>3</sup>/jam. Dimensi saluran tipe U1 dengan lebar 0,60 m dan tinggi 0,80 m, saluran tipe C1 dengan lebar 0,35 m dan tinggi 0,55 m, Saluran tipe C2 dengan lebar 0,20 m dan tinggi 0,40 m, serta Diameter sumur resapan sebesar 0,80 cm dan tinggi sumur resapan sebesar 2,00 m.

**Kata kunci:** Drainase, Bumi Permata Panas, Lombok Barat

## ABSTRACT

The construction of the Bumi Permata Penas' housing area in Tempos Village, Gerung Subdistrict, West Lombok Regency, is an attempt to meet the needs of the population, but the effect of this growth is a reduction in rainwater runoff, so an integrated drainage system plan for flood prevention needs to be drawn up. Several techniques are used in the process of designing drainage channels and infiltration wells, including the thiessen polygon method, the type III log person method, the Mononobe method, the logical method, and the exponential method. Based on these five techniques, we may design drainage channels. The results of the rainfall and discharge study of household waste water can be obtained from the smallest volume of discharge of rainwater from 0.003 m<sup>3</sup>/second to the maximum 0.194 m<sup>3</sup>/second, and from 0.05 m<sup>3</sup>/hour of discharge of household waste. The line measurements are type U1 with a width of 0 and 60 m and a height of 0.80 m, type C1 with a width of 0.35 m and a height of 0.55 m, type C2 with a width of 0.20 m and a height of 0.40 m and with a diameter of 0.80 cm for infiltration wells and a height of 2.00 m for infiltration wells.

**Keywords:** *Drainage, Bumi Permata Penas, West Lombok*



## MOTTO

*“Allah mengangkat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat”*

*[Al-Mujadilah: 11]*

*“Jika kamu tidak sanggup menahan lelahnya belajar maka kamu harus sanggup menahan perihnya kebodohan”*

*[Imam asy-syafi'i]*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Provinsi Nusa Tenggara Barat terdiri atas 2 pulau besar yaitu pulau Lombok dan pulau Sumbawa dan dikelilingi oleh pulau-pulau kecil. Pulau Lombok terdiri dari 1 Kota madya yaitu Kota Mataram sekaligus merupakan Ibukota Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) dan 4 Kabupaten yaitu kabupaten Lombok Barat dengan Ibukota Kabupaten Gerung, Kabupaten Lombok Tengah dengan Ibukota Kabupaten Praya, Kabupaten Lombok Timur dengan Ibukota Kabupaten Selong, dan Kabupaten Lombok Utara dengan Ibukota Kabupaten Tanjung. (BPS Lombok Barat, 2020)

Lombok Barat memiliki luas wilayah 105.387 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 694.985 jiwa yang terdiri dari 10 Kecamatan termasuk Kecamatan Gerung yang sekaligus sebagai Ibukota Kabupaten Lombok Barat. (Provinsi NTB dalam angka 2020) Kecamatan gerung memiliki luas wilayah 62,30 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 14 desa dengan jumlah penduduk 84.670 jiwa yang mayoritas sebagai petani. (BPS Lombok Barat, 2020)

Desa Tempos merupakan salah satu Desa di Kecamatan Gerung Lombok Barat memiliki luas wilayah 4,1 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk sebesar 4.317 jiwa. (BPS Lombok Barat, 2020)

Pertumbuhan penduduk yang setiap tahun meningkat mengakibatkan meningkatnya kebutuhan internal seperti kebutuhan tempat tinggal yang mempengaruhi perubahan alih fungsi lahan dari lahan pertanian yang dialihfungsikan menjadi lahan permukiman. Seperti yang terjadi saat ini di desa tempos telah di bangun suatu kawasan perumahan diatas lahan pertanian seluas 9.163m<sup>2</sup> yaitu Perumahan Bumi Permata Penas yang mulai di bangun pada tahun 2019 hingga saat ini pembangunan masih berlanjut. Perumahan Bumi Permata Penas merupakan kawasan perumahan dengan jumlah bangunan sebanyak 78 bangunan yang terdiri dari 16 bangunan toko dengan luas lahan 82 m<sup>2</sup>, 61 bangunan

rumah tipe 30 dengan luas lahan 82 m<sup>2</sup>, dan 1 bangunan musholla dengan luas lahan 148m<sup>2</sup>. Dengan adanya perubahan alih fungsi lahan pertanian yang merupakan kawasan peresapan air menjadi kawasan perumahan yang mengakibatkan meningkatnya debit air permukaan yang dapat mengakibatkan banjir. Untuk mencegah terjadinya banjir perlu di lakukan perencanaan sistem drainase yang terukur dan terencana dengan baik.

Berdasarkan latar belakang diatas Penulis tertarik untuk membuat suatu perencanaan sistem drainase seperti sumur resapan yang berfungsi untuk mengolah air limbah rumah tangga dan sebagai pengendali banjir, melindungi dan memperbaiki (Konservasi) air tanah, dan merencanakan saluran drainase yang berfungsi untuk memindahkan kelebihan air dari suatu kawasan menuju kawasan yang lainnya dengan menerapkan teknik perencanaan yang baik dan benar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas di dapat rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Berapa debit air genangan dan debit air limbah rumah tangga di kawasan Perumahan Bumi Permata Penas?
- 2) Bagaimana ukuran/dimensi saluran drainase dan sumur resapan yang sesuai dengan debit rencana?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penulisan ini adalah:

- 1) Untuk mengetahui debit air genangan dan debit air limbah rumah tangga di kawasan Perumahan Bumi Permata Penas.
- 2) Mengetahui ukuran/dimensi saluran drainase dan sumur resapan yang sesuai dengan debit rencana.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penulisan ini adalah:

- 1) Penelitian dilakukan di kawasan Perumahan Bumi Permata Penas Gerung Lombok Barat.

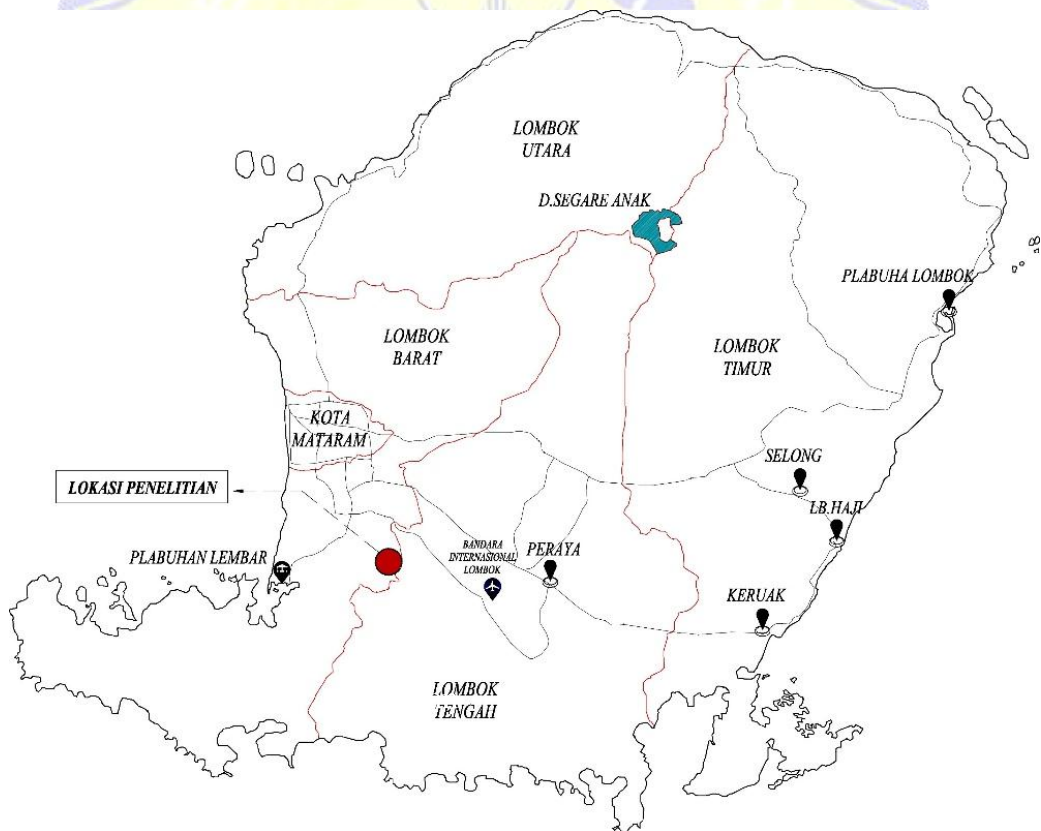
- 2) Penelitian ini menggunakan data pertumbuhan penduduk desa tempos periode tahun 2015 sampai dengan tahun 2019, dan data curah hujan harian tahun Daerah Aliran Sungai (DAS) Dodokan tahun 2009 sampai dengan tahun 2018.

### 1.5 Manfaat Penelitian

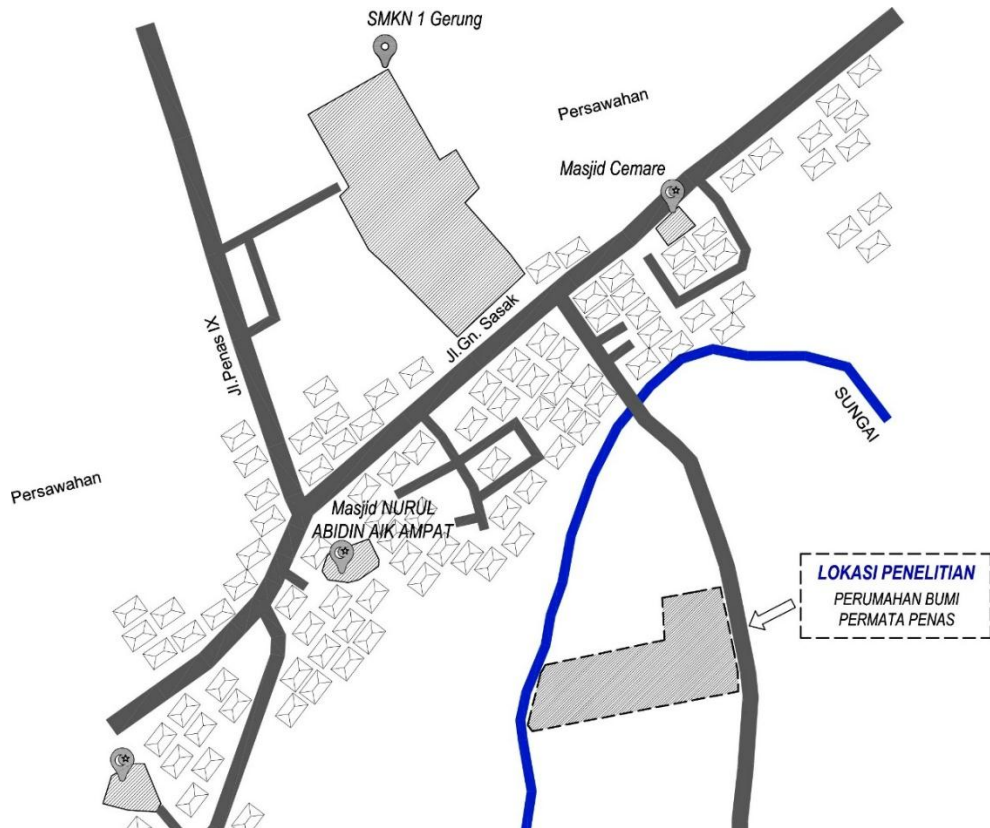
Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi instansi yang terkait untuk di jadikan sebagai acuan perencanaan sistem drainase apabila memenuhi syarat dalam perencanaan, bermanfaat bukan hanya bagi penulis, dinas terkait tetapi juga bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa.

### 1.6 Lokasi Penelitian

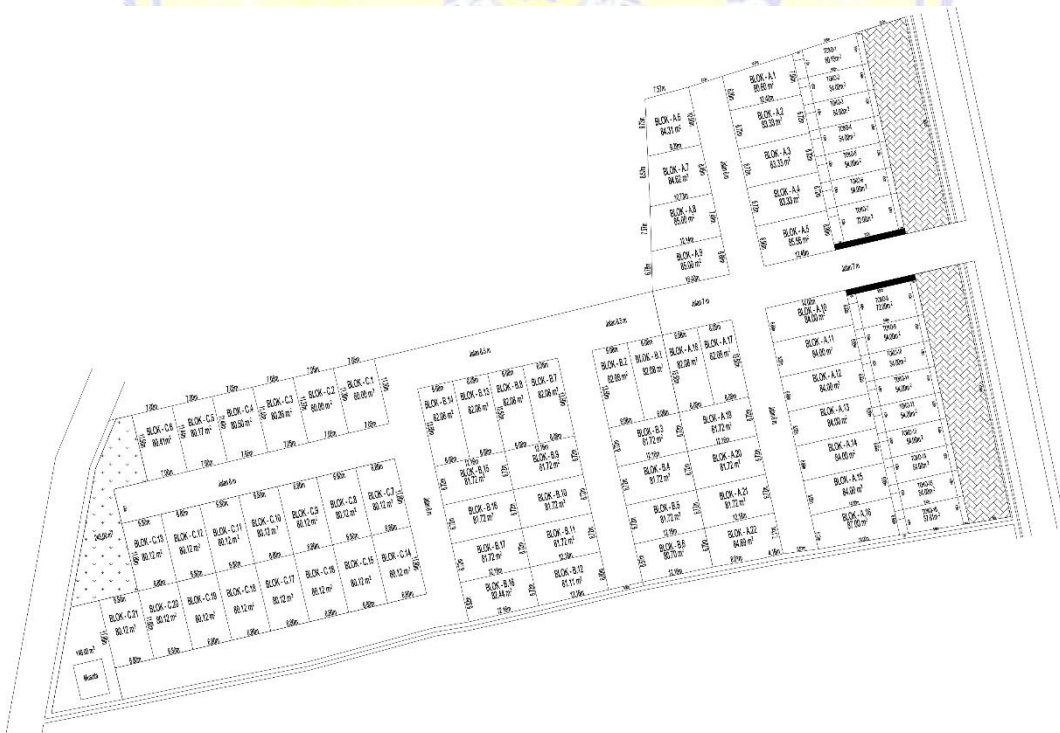
Lokasi penelitian berada di Desa Tempos Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat Propinsi Nusa Tenggara Barat.



**Gambar 1. 1** Peta Lokasi Penelitian Desa Tempos Kecamatan Gerung



Gambar 1. 2 Master plan Lokasi Penelitian Desa Tempos Kecamatan Gerung



Gambar 1. 3 Site plan Perumahan Bumi Permata Penas Gerung



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1 Drainase**

Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu. Berikut ini beberapa definisi drainase menurut para ahli;

Suripin (2004) mengemukakan bahwa “Drainase merupakan pembuangan massa air secara alami atau buatan dari permukaan atau bawah permukaan dari suatu tempat”. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas.

Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah suatu unsur prasarana umum perkotaan yang bertujuan untuk mencapai kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih dan sehat.

Fungsi drainase antara lain sebagai berikut (Suripin, 2004):

- 1) Mengeringkan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
- 2) Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
- 3) Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
- 4) Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

##### **2.1.2 Drainase Perkotaan**

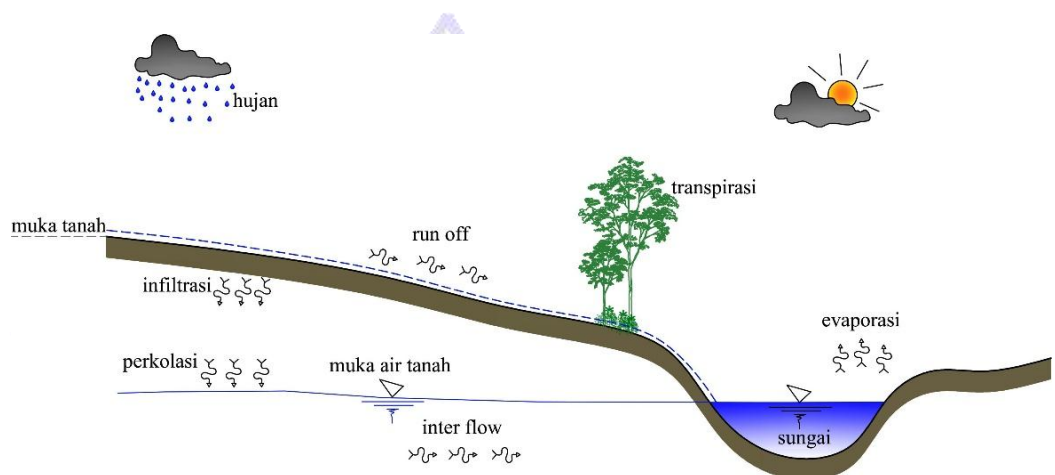
Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi: permukiman, kawasan industri dan perdagangan, sekolah, rumah sakit, dan fasilitas umum lainnya, lapangan olah raga, lapangan parkir, instalasi militer, instalasi listrik dan telekomunikasi, pelabuhan udara, pelabuhan laut/sungai serta tempat lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota.

### 2.1.3 Jenis Drainase

#### 1. Menurut sejarah terbentuknya

##### 1) Drainase alamiah (*Natural Drainase*)

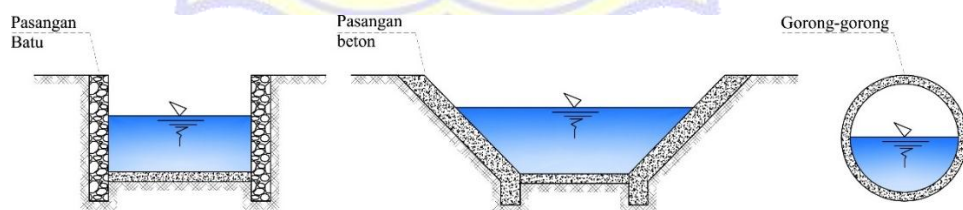
Drainase yang terbentuk secara alamiah dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang (buatan). Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.



**Gambar 2. 1** Drainase Alamiah Pada Selules Air

##### 2) Drainase buatan

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu atau beton, gorong-gorong, pipa dan lain sebagainya.



**Gambar 2. 2** Drainase Buatan

## 2. Menurut letak bangunan

### 1) Drainase permukaan tanah (*Surface Drainage*)

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.

### 2) Drainase bawah permukaan tanah (*Subsurface Drainage*)

Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu, antara lain; tuntutan artistic, fungsi permukaan tanah yang tidak memperbolehkan adanya saluran dipermukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman, dan lain-lain.

## 3. Menurut fungsi

### 1) *Single fourse*

Yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan, jenis air buangan yang lain seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.

### 2) *Multi purpose*

Yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun berganti.

## 4. Menurut konstruksi

### 1) Saluran terbuka

Yaitu saluran yang terletak di daerah yang mempunyai luas yang cukup, yang tidak membahayakan kesehatan / mengganggu lingkungan

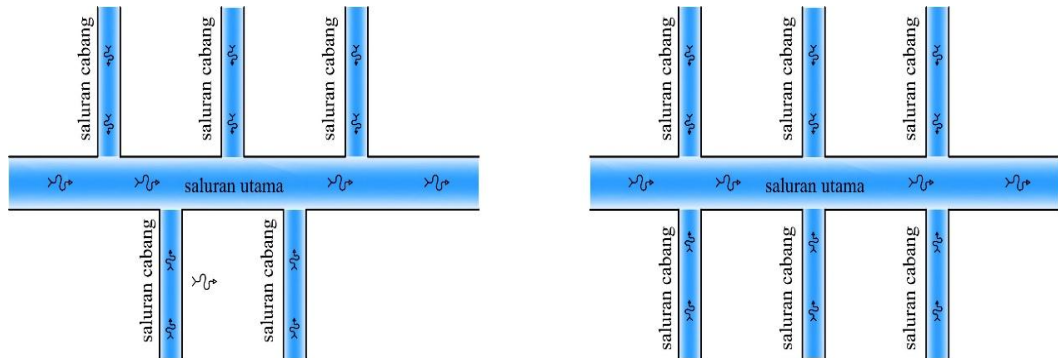
### 2) Saluran tertutup

Yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk air kotor (air yang mengganggu kesehatan / lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

## 2.1.4 Pola Jaringan Drainase

### 1. Siku

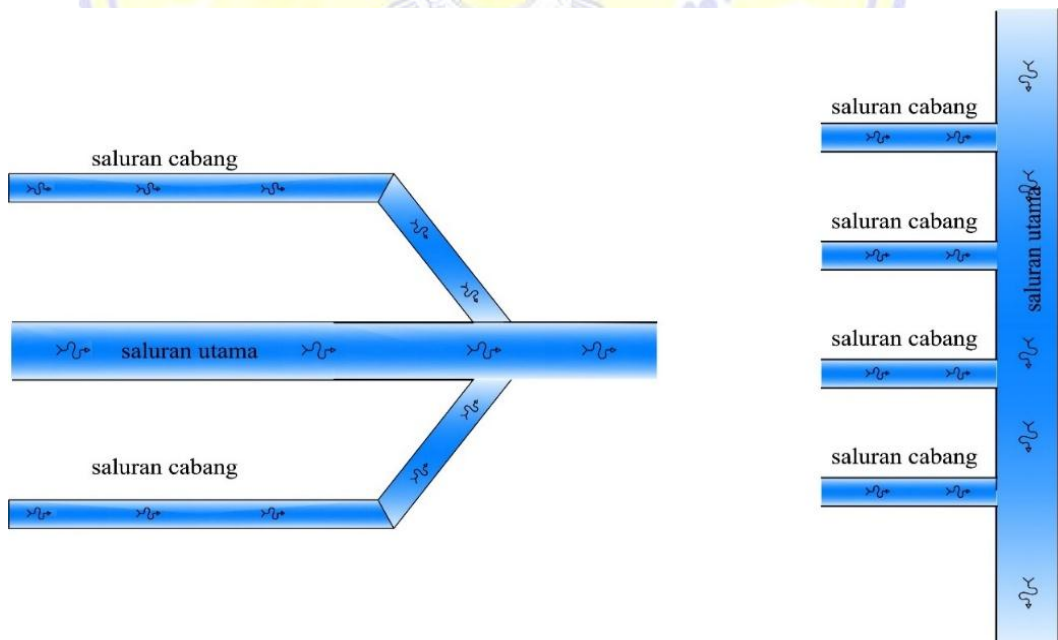
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai sehingga saluran pembuang akhir berada di tengah kota.



Gambar 2. 3 Pola Jaringan Siku

### 5. Paralel

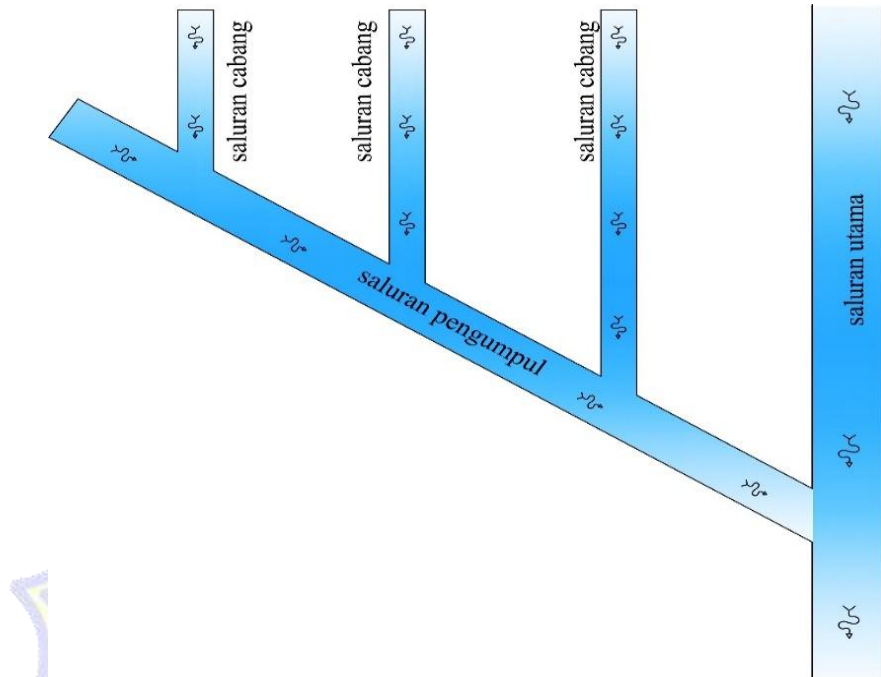
Saluran utama terletak sejajar dan tegak lurus dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (*Sekunder*) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran akan dapat menyesuaikan diri.



Gambar 2. 4 Pola Jaringan Paralel

6. *Grid iron*

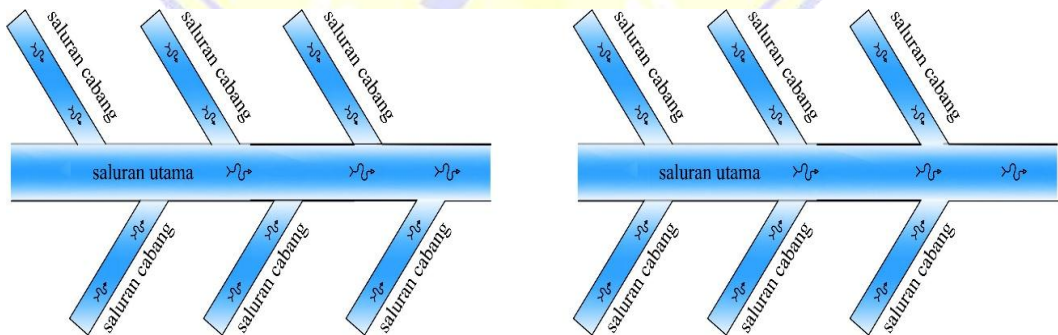
Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



**Gambar 2. 5** Pola Jaringan *Grid Iron*

7. *Alamiah*

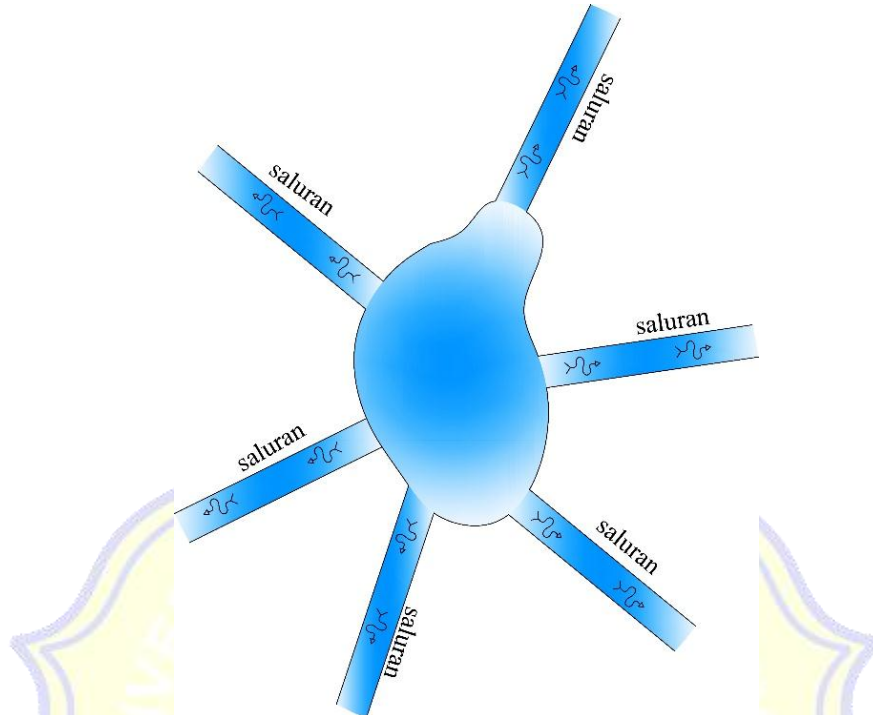
Sama seperti pola siku hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar



**Gambar 2. 6** Pola Jaringan Alamiah

## 8. Radial

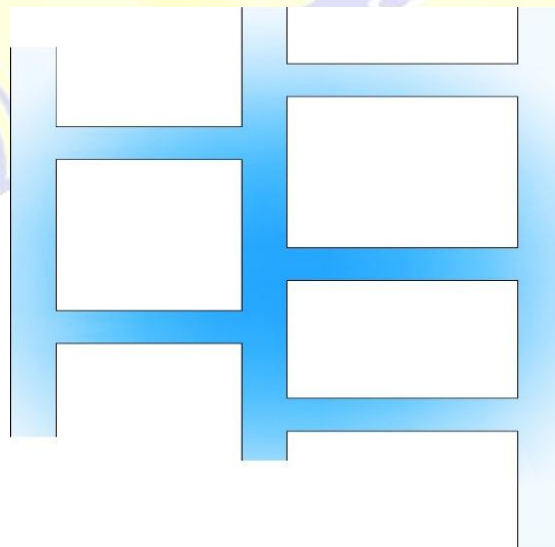
Pada daerah berbukit, pola saluran memencar ke segala arah



**Gambar 2. 7** Pola Jaringan Radial

## 9. Jaring-jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan, dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.



**Gambar 2. 8** Pola Jaringan Jaring-Jaring

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Analisa Hidrologi

#### 1. Data Curah Hujan

Data curah hujan merupakan data berupa jumlah air hujan yang jatuh kepermukaan bumi dalam satuan tinggi (mm) dengan periode waktu tertentu. Data curah hujan digunakan sebagai dasar perencanaan.

#### 2. Pemilihan Metode Curah Hujan Daerah/Wilayah

Pemilihan metode dapat ditentukan dengan mempertimbangkan tiga faktor; jumlah pos curah hujan dalam Daerah Aliran Sungai (DAS); luas DAS; topografi DAS. Faktor-faktor tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dibawah ini.

**Tabel 2.1** Penentuan Metode Curah Hujan Daerah yang Digunakan

Fakto-faktor	Syarat-syarat	Metode
Jaring-jaring pos curah hujan dalam DAS	Jumlah pos curah hujan cukup	Isohyet <i>Thiessen</i> atau rata-rata aljabar
	Jumlah pos curah hujan terbatas	Rata-rata aljabar atau <i>thiessen</i>
	Pos curah hujan tunggal	Metode hujan titik
Luas DAS	DAS besar (>5000 km <sup>2</sup> )	Isohyet
	DAS sedang (500 s/d 5000 km <sup>2</sup> )	<i>Thiessen</i>
	DAS Kecil (<500 km <sup>2</sup> )	Rata-rata aljabar
Topografi DAS	Pegunungan	Rata-rata aljabar
	Dataran	<i>Thiessen</i>
	Berbukit dan tidak beraturan	Isohyet

Sumber: Suripin (2004)

### 3. Hujan Rata-Rata Daerah/wilayah

Untuk menentukan curah hujan rerata harian maksimum daerah dengan berdasarkan hasil pengamatan beberapa stasiun pencatat hujan. Perhitungan curah hujan rata-rata maksimum ini dapat menggunakan beberapa metode, diantaranya

menggunakan metode rata-rata aljabar, garis isohyet, dan *polygon thiessen*.

#### 1) Rata-rata Aljabar

tinggi curah hujan rata-rata dalam metode ini didapatkan dengan cara menghitung nilai rata-rata tinggi curah hujan yang terjadi pada setiap stasiun hujan. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (soemarto, 1995):

$$\bar{R} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n} \dots\dots\dots (2. 1)$$

dengan:

$\bar{R}$  = tinggi curah hujan rata-rata (mm)

$d_1, d_2, \dots, d_n$  = tinggi curah hujan pada stasiun hujan (mm)

$n$  = jumlah titik atau pos pengamatan

#### 2) *Polygon Thiessen*

Dalam metode *polygon thiessen*, bahwa beberapa stasiun hujan dianggap mewakili stasiun hujan pada luas daerah tertentu yang dibentuk dengan menggambar garis sumbu tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua pos curah hujan. Luas masing-masing daerah tersebut diperoleh dengan cara berikut (Sri Harto, 1993):

- a) Semua stasiun hujan yang terdapat di dalam (di luar) Daerah Pengaliran Sungai (DPS) dihubungkan dengan garis, sehingga terbentuk jaringan segitiga.
- b) Pada masing-masing segitiga ditarik garis sumbunya dan semua garis sumbu tersebut membentuk *polygon*.
- c) Luas daerah yang hujan nya dianggap diwakili oleh salah satu stasiun yang bersangkutan adalah daerah yang dibatasi oleh garis-garis *polygon* tersebut (atau dengan batas DPS).



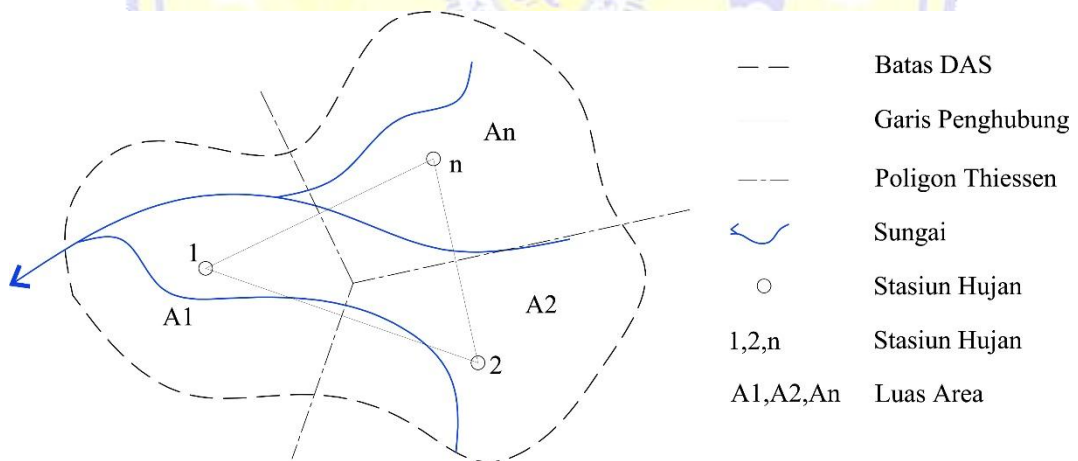
d) Luas relatif daerah ini dengan luas DPS merupakan faktor koreksinya.

*Polygon thiessen* digunakan untuk luas daerah antara 500 – 5000 km<sup>2</sup>, yang mempunyai titik-titik stasiun hujan tidak tersebar merata dan cara perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Dengan cara ini dalam penentuan titik stasiun hujan dan pemilihan ketinggian akan mempengaruhi ketelitian hasil yang didapat. Kerugian cara *polygon thiessen* adalah penentuan kembali jaringan segitiga, jika terdapat kekurangan stasiun hujan pada salah satu titik stasiun hujan. (suyono sosrodarsono, 1999)

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot d_1 + A_2 \cdot d_2 + \dots + A_n \cdot d_n}{A} \dots\dots\dots (2. 2)$$

dengan :

- $\bar{R}$  = tinggi curah hujan rata-rata (mm)
- $A_1, A_2, A_n$  = luas daerah pengaruh pos 1, 2, ..., n (m<sup>2</sup>)
- $d_1, d_2, d_n$  = tinggi curah hujan pada stasiun hujan (mm)
- $A$  = luas total (m<sup>2</sup>)



**Gambar 2. 9** Metode *Polygon Thiessen*

### 3) Peta *Isohyet*

*Isohyet* adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai tinggi hujan yang sama pada saat yang bersamaan. Pada dasarnya cara perhitungan sama dengan yang digunakan pada *polygon*

*thiessen*, kecuali dalam penetapan besaran faktor koreksinya. Kesulitan yang dijumpai adalah kesulitan dalam setiap kali harus menggambarkan garis *isohyet*, yang juga masuknya unsur subyektivitas dalam penggambaran garis kontur *isohyet*. (Sri Harto,1993) Sementara itu, pembuatan garis *isohyet* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Lokasi stasiun hujan dan ketinggian hujan digambarkan pada peta daerah yang akan ditinjau.
- b) Dari nilai ketinggian hujan pada stasiun hujan yang berdampingan, dilakukan interpolasi dengan penambahan nilai yang ditetapkan.
- c) Dibuat kurva yang menghubungkan titik-titik interpolasi yang mempunyai ketinggian hujan yang sama. Ketelitian bergantung pada pembuatan garis *isohyet* dan intervalnya.
- d) Diukur luas daerah antara 2 *isohyet* yang berurutan dan kemudian dilakukan dengan nilai rerata dari nilai ketinggian hujan pada dua garis *isohyet* tersebut.
- e) Jumlah hitungan pada butir 4 untuk semua garis *isohyet* dibagi dengan luas daerah tersebut. Secara matematis hujan daerah tersebut bisa dituliskan sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1 \frac{d_0+d_1}{2} + A_2 \frac{d_1+d_2}{2} + \dots + A_n \frac{d_n+d_{n+1}}{2}}{d_1+d_2+\dots+d_n} \dots\dots\dots(2. 3)$$

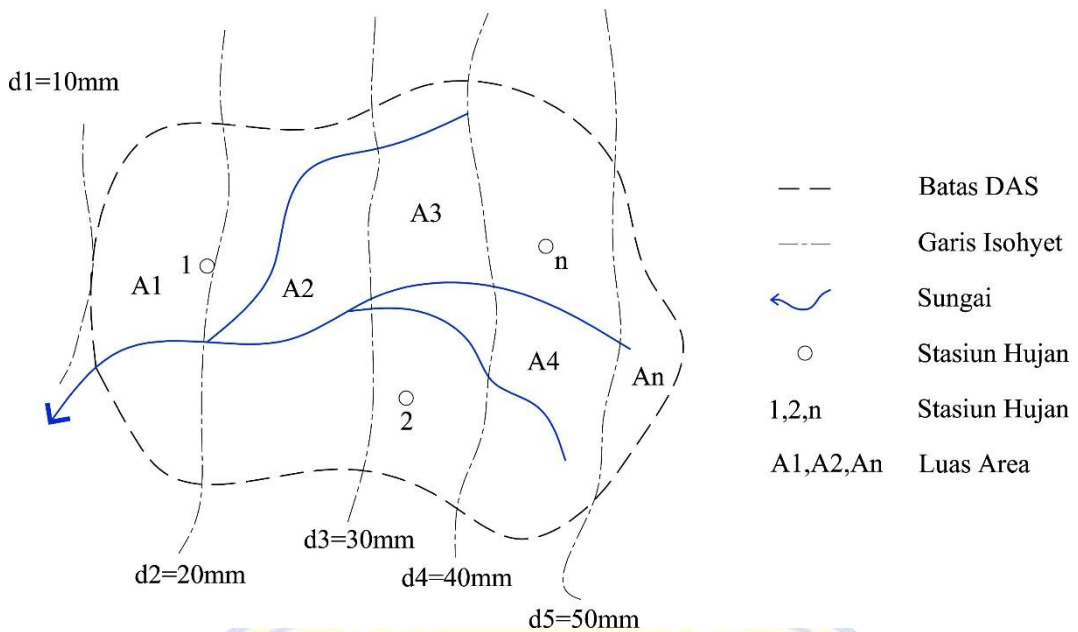
dengan:

$\bar{R}$  = tinggi curah hujan rata-rata (mm)

$d_0, d_1, \dots, d_n$  = tinggi curah hujan pada stasiun hujan (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = luas area ( $km^2$ )

Garis *Isohyet* digambarkan pada peta topografi yang dapat dilihat pada Gambar 2.10 dibawah ini:



**Gambar 2. 10** Garis Isohyet

#### 4. Analisis Hujan Rancangan

Hujan rancangan adalah curah hujan tertinggi dalam periode ulang tertentu. Pemilihan metode analisa hujan rancangan tergantung tergantung dari kesesuaian data parameter dasar statistik yang terpenuhi atau dapat pula dipilih berdasarkan pertimbangan teknis lainnya.

##### 1) Perhitungan Parameter Dasar Statistik

Pemilihan metode distribusi frekuensi dipilih berdasarkan parameter dasar statistik. Adapun perhitungan parameter dasar Statistik adalah sebagai berikut:

- Nilai Rata-rata:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2. 4)$$

dengan:

- $\bar{X}$  = nilai rata-rata
- $X_i$  = nilai varian ke i
- $n$  = jumlah data

- Simpangan Baku ( $S_d$ ):

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan:

- $S_d$  = simpangan baku
- $\bar{X}$  = nilai rata-rata
- $X_i$  = nilai varian ke  $i$
- $n$  = jumlah data

- Koefisien Kemencengan ( $C_s$ ):

$$C_s = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S_d^3} \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan:

- $C_s$  = Koefisien Kemencengan
- $\bar{X}$  = nilai rata-rata
- $X_i$  = nilai varian ke  $i$
- $n$  = jumlah data

- Koefisien Kurtosis ( $C_k$ ):

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan:

- $C_k$  = koefisien kurtosis
- $\bar{X}$  = nilai rata-rata
- $X_i$  = nilai varian ke  $i$
- $n$  = jumlah data

- Koefisien variasi ( $C_v$ ):

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan:

- $C_v$  = koefisien variasi
- $\bar{X}$  = nilai rata-rata
- $S_d$  = simpangan baku

2) Kriteria Pemilihan Distribusi

Penentuan metode analisis distribusi frekuensi curah hujan harus memperhatikan syarat pemilihan distribusi frekuensi yang sesuai.

**Tabel 2. 2** Syarat Pemilihan Distribusi Frekuensi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	$C_s \approx 0, C_k = 3$
2	Log Normal	$C_s = 3C_v$
3	Gumbel	$C_s \approx 1.1396$
4	Log Pearson Tipe III	Tidak ada syarat (seluruh nilai diluar ketiga distribusi lainnya)

Sumber : Sri Harto (1993)

3) Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisa frekuensi dilakukan terhadap data curah hujan harian maksimum dan bertujuan untuk memperoleh besaran curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu.

a. Distribusi normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut distribusi gauss. Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi normal, dapat dihitung dengan persamaan 2.9 dan persamaan 2.10 sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S_d \dots \dots \dots (2. 9)$$

$K_T$  = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari priode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang (Tabel 2.3) Nilai Variable Reduksi Gauss

$$K_T = \frac{x_T - \bar{X}}{S_d} \dots \dots \dots (2. 10)$$

dengan:

$X_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T- tahunan,

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata,

$S_d$  = simpangan baku

**Tabel 2. 3** Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode ulang	T (tahun)	Peluang
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

Sumber: Suripin (2004)

b. Distribusi log normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan distribusi probabilitas Log Normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus berikut

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K_T \cdot S_{\text{log}X} \dots \dots \dots (2. 11)$$

- Harga rata-rata ( $\bar{X}$ )

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^n \text{Log } X_i}{n} \dots\dots\dots (2. 12)$$

- Standar deviasi ( $S$ )

$$S_{\text{Log}X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2. 13)$$

dengan:

$\text{Log } X_T$  = nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T (mm),

$\text{Log } \bar{X}$  = nilai rata-rata dari Log X (mm),

$S_{\text{Log}X}$  = simpangan baku dari Log X,

$K_T$  = faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T.

c. Distribusi gumbel

Metode gumbel merupakan metode analisa distribusi data atau analisa frekuensi, yang sering digunakan karena tingkat akurasi.

Persamaan umum yang digunakan dalam analisa frekuensi dengan metode gumbel adalah:

$$X_i = X + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \times S_d \dots\dots\dots (2. 14)$$

dengan:

$X_i$  = curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

$X$  = curah hujan harian rata-rata

$Y_t$  = *reduced variate*

$Y_n$  = *reduced mean*

$S_d$  = simpangan baku

- Standar deviasi ( $S_d$ ):

$$S_d = \sqrt{\frac{(X_i - X)^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (2. 15)$$

dengan:

$S_d$  = simpangan baku

$X_i$  = Data curah hujan harian maksimum

$X$  = Curah hujan harian rata-rata

$n$  = Jumlah data

**Tabel 2. 4** Nilai Variabel *Reduced Variate* ( $Y_t$ )

Periode Ulang T (tahun)	<i>Reduced Variate</i> ( $Y_t$ )
2	0,3668
5	15,004
10	22,510
20	29,709
25	31,993
50	39,028
75	43,117
100	46,012
200	52,969
250	55,206
500	62,149
1000	69,087
5000	85,188
10000	92,121

Sumber: Suripin (2004)

d. Distribusi Log Person Type III

“Metode Log Person Type III didasarkan pada perubahan data yang ada dalam bentuk logaritma” (Suripin, 2004). Langkah – langkah untuk menghitung besarnya probabilitas hujan rencana dengan periode ulang T (tahun) dengan Metode Log Person Type III sebagai berikut:

Menghitung data – data curah hujan ( $I$ ) mulai dengan harga yang terbesar sampai harga yang terkecil, tahap perhitungan sebagai berikut:

- Menghitung nilai rata – rata

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} \dots\dots\dots (2. 16)$$



- Standard Deviasi

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum(\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2. 17)$$

- Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S_d}{\text{Log } \bar{X}} \dots\dots\dots (2. 18)$$

- Koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{n^2 \sum(\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} \dots\dots\dots (2. 19)$$

- Persamaan Metode Log Person Type III

$$\text{Log } X = \text{Log } \bar{X} + K \times \overline{Sd \text{Log } \bar{X}} \dots\dots\dots (2. 20)$$

dengan:

$\text{Log } \bar{X}$  = hujan rata – rata (mm)

$X$  = hujan yang terjadi (mm)

$n$  = jumlah data

$S_d$  = simpangan baku

$C_s$  = koefisien kemencengan

$K$  = faktor distribusi

**Tabel 2. 5** Nilai Interval Berulang Koefisien Kemencengan ( $C_s$ ) Positif Dalam Beberapa Tahun.

<b>T (th)</b>	<b>1.0101</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>1000</b>
<b>Cs:P(%)</b>	<b>99</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>
0	-2.326	0	0.842	1.282	1.751	2.045	2.376	2.576	3.09
0.1	-2.252	0.017	0.836	1.297	1.785	2.107	2.4	2.67	3.235
0.2	-2.17	0.033	0.83	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.38
0.3	-2.13	0.05	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.4	-2.029	0.066	0.816	1.317	1.88	2.261	2.615	2.947	3.67
0.5	-1.955	0.083	0.808	1.323	1.91	2.311	2.606	3.041	3.815
0.6	-1.88	0.079	0.8	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.96
0.7	-1.806	0.116	0.79	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.8	-1.733	0.132	0.78	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312	4.25
0.9	-1.66	0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
1	-1.588	0.164	0.758	1.34	2.043	2.542	3.022	3.489	4.54
1.1	-1.518	0.18	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575	

Lanjutan, **Tabel 2.5**

1.2	-1.449	-0.195	0.732	1.34	2.087	2.626	3.149	3.661	4.82
1.3	-1.383	-0.21	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745	
1.4	-1.318	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.11
1.5	-1.256	-0.24	0.69	1.333	1.146	2.743	3.33	3.91	
1.6	-1.197	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.78	3.388	3.99	5.39
1.7	-1.14	-0.268	0.66	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069	
1.8	-0.087	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.66
1.9	-1.037	-0.294	0.627	1.31	2.207	2.881	3.553	4.223	
2	-0.99	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.91
2.1	-0.946	-0.309	0.592	1.294	2.23	2.942	3.656	4.372	
2.2	-0.905	-0.33	0.574	1.284	2.24	2.97	3.705	4.444	6.2
2.3	-0.867	-0.381	0.555	1.274	2.248	2.997	3.375	4.515	
2.4	-0.832	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.8	4.584	
2.5	-0.799	-0.36	0.518	1.25	2.262	3.048	3.845	4.652	6.6
2.6	-0.769	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718	
2.7	-0.74	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783	
2.8	-0.714	-0.384	0.46	1.21	2.275	3.114	3.973	4.487	
2.9	-0.69	-0.39	0.44	1.195	2.227	3.134	4.013	4.904	
3	-0.667	-0.396	0.42	1.18	2.278	3.152	4.051	4.97	7.25

Sumber: Sri Harto (1993)

Untuk mencari Nilai interval berulang koefisien kemencengan negative dalam beberapa tahun dapat dilihat pada **Tabel 2.6** sebagai berikut:

**Tabel 2. 6** Nilai Interval Berulang Koefisien Kemencengan ( $C_s$ ) Negatif Dalam Beberapa Tahun

T (th)	1.0101	2	5	10	25	50	100	200	1000
Cs:P(%)	99	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0	-2.326	0	0.845	1.252	1.781	2.054	2.326	2.576	3.09
-0.1	-2.4	0.017	0.846	1.27	1.716	2	2.252	2.482	3.95
-0.2	-2.472	0.033	0.85	1.258	1.68	1.945	2.178	2.388	2.81
-0.3	-2.544	0.05	0.853	1.245	1.643	1.89	2.104	2.294	2.675
-0.4	-2.615	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.54
-0.5	-2.686	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.4
-0.6	-2.755	0.099	0.857	1.2	1.528	1.72	1.88	2.016	2.275

Lanjutan, **Tabel 2.6**

<b>T (th)</b>	<b>1.0101</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>1000</b>
<b>Cs:P(%)</b>	<b>99</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>
-0.7	-2.824	0.116	0.857	1.183	1.488	1,688	1.806	1.926	2.15
-0.8	-2.891	0.013	0.856	1.166	1.488	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	-2.957	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.66	1.749	1.91
-1	-3.022	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.8
-1.1	-3.087	0.18	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581	
-1.2	-3.419	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.3	-3.211	0.21	0.838	1.064	1.24	1.324	1.383	1.424	
-1.4	0	0.225	0.832	1.041	1.198	1.27	1.318	1.351	1.465
-1.5	-3.33	0.24	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282	
-1.6	-3.388	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.28
-1.7	-3.444	0.268	0.808	0.97	1.057	1.116	1.14	1.155	
-1.8	-3.499	0.282	0.8	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.13
-1.9	-3.553	0.294	0.788	0.92	0.996	1.023	1.037	1.044	
-2	-3.065	0.307	0.777	0.895	0.959	0.98	0.99	0.995	1
-2.1	-3.656	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949	
-2.2	-3.703	0.33	0.752	0.844	0.888	0.9	0.905	0.907	0.91
-2.3	-3.753	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869	
-2.4	-3.8	0.351	0.711	0.795	0.823	0.83	0.832	0.833	
-2.5	-3.846	0.36	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.8	0.802
-2.6	-3.889	0.368	0.699	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769	
-2.7	-3.932	0.367	0.681	0.724	0.738	0.74	0.74	0.741	
-2.8	3.973	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714	
-2.9	-4.013	0.39	0.651	0.681	0.683	0.689	0.69	0.69	
-3	-4.051	0.396	0.363	0.66	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Sumber: Sri Harto (1993)

4) Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Pemeriksaan uji kesesuaian distribusi ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa distribusi frekuensi

- a) Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
- b) Kebenaran hipotesa (diterima/ditolak).

Terdapat dua uji kesesuaian distribusi frekuensi yaitu Uji secara horizontal dengan *smirnov – kolmogorov*, dan Uji secara vertikal dengan *Chi Square*.

a. Uji secara horizontal dengan *Smirnov – Kolmogorov*

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov*, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu, maka uji ini digunakan pada daerah studi. Langkah-langkah pekerjaannya adalah sebagai berikut:

- Data diurutkan (dari kecil ke besar atau sebaliknya) dan tentukan besar masing-masing peluangnya.  
 $X_1 = P(X_1)$   
 $X_2 = P(X_2)$   
 $X_3 = P(X_3)$   
 $X_n = P(X_n)$  dan seterusnya
- Masukkan no urut data berdasarkan data yang telah diurutkan
- Menghitung P(x) dengan rumus *Weibull* sebagai berikut :

$$P(x) = m/(n-1) \dots\dots\dots(2. 21)$$

dengan:

$P$  = probabilitas

$m$  = nomor urut data yang telah diurutkan

$n$  = jumlah data

- Menghitung P(x<) dengan rumus sebagai berikut:

$$P(x<) = 1-P(x) \dots\dots\dots(2. 22)$$

- Menghitung f(t) dengan rumus sebagai berikut:

$$f(t) = (Xi-Xrt)/sd \dots\dots\dots(2. 23)$$

- Menghitung  $P'(x)$  dengan rumus sebagai berikut:  

$$P'(x) = m/(n-1) \dots\dots\dots(2. 24)$$
- Menghitung  $P'(x <)$  dengan rumus sebagai berikut:  

$$P'(x <) = 1 - p'(x) \dots\dots\dots(2. 25)$$
- Setelah itu ditentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari penggambaran persamaan distribusinya.  

$$X_1 = P'(X_1)$$
  

$$X_2 = P'(X_2)$$
  

$$X_3 = P'(X_3)$$
  

$$X_n = P'(X_n) \text{ dan seterusnya}$$
- Selisih kedua nilai peluang dapat dihitung dengan persamaan:  

$$D_{maks} = [ P(X_m) - P(X_n) ] \dots\dots\dots(2. 26)$$
- Berdasarkan **Tabel 2.7** nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*), dapat ditentukan nilai  $D_{cr}$ .
- Apabila  $D_{maks} < D_{cr}$  distribusi teoritis diterima.  $D_{maks} > D_{cr}$  distribusi teoritis ditolak.

**Tabel 2. 7** Nilai Kritis  $D_{cr}$  untuk Uji Smirnov Kolmogorov

N	$\alpha = \text{Derajat Kepercayaan}$			
	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
<b>N &gt; 50</b>	<b>1,07/√N</b>	<b>1,22/√N</b>	<b>1,36/√N</b>	<b>1,63/√N</b>

Sumber: MMA.Shahin (1976)

b. Uji secara *vertikal* dengan *Chi Square*

Uji *Chi-Square* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ , oleh karena itu disebut uji *Chi-Square* (Soewarno, 1995). Parameter  $X^2$  dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$X^2_{hit} = \frac{\sum_{i=1}^K (EF - OF)^2}{EF}, \quad EF = \frac{n}{K} \dots\dots\dots (2. 27)$$

Jumlah kelas distribusi dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$K = 1 + 3,22 \log n \dots\dots\dots(2. 28)$$

dengan:

$OF$  = nilai yang diamati (*observed frequency*)

$EF$  = nilai yang diharapkan (*expected frequency*)

$K$  = jumlah kelas distribusi

$n$  = jumlah data

Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, maka harga  $X^2 < X^2_{cr}$ , harga  $X^2_{cr}$  dapat diperoleh dengan menentukan taraf signifikan  $\alpha$  dengan derajat kebebasannya (*level significant*). Nilai  $X^2_{cr}$  disajikan pada **Tabel 2.8**

Prosedur uji *Chi-Square* adalah :

- Mengurutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).
- Kelompokkan data menjadi  $G$  sub kelompok, tiap-tiap sub kelompok minimal 4 data pengamatan.
- Menjumlahkan data pengamatan sebesar  $OF$  tiap-tiap sub kelompok.
- Menjumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan ( $EF$ ).
- Tiap-tiap sub kelompok dihitung nilai  $(OF - EF)^2$  dan  $\frac{(OF - EF)^2}{EF}$
- Menjumlahkan seluruh  $G$  sub kelompok nilai  $\frac{(OF - EF)^2}{EF}$  untuk menentukan nilai *Chi-Square* hitung.
- Menentukan derajat kebebasan:

$$n = K - h - 1 \dots\dots\dots (2. 29)$$

dengan:

$n$  = derajat kebebasan (*number degree of freedom*)

$K$  = banyaknya kelas

$h$  = banyaknya keterikatan (*constrain*) atau banyaknya parameter untuk Chi- Square adalah 2 (nilai  $h = 2$ , untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai  $h = 1$ , untuk distribusi Poisson).

**Tabel 2. 8** Nilai Kritis ( $X^2_{cr}$ ) untuk Uji Chi- Square

Derajat Kebebasan	Probabilitas dari $\chi^2$					
	0,950	0,800	0,500	0,200	0,050	0,001
1	0,004	0,064	0,455	1,642	3,841	10,827
3	0,352	1,005	2,366	4,642	7,815	16,268
5	1,145	2,343	4,351	7,289	11,070	20,517
7	2,167	3,822	6,346	9,803	14,067	24,322
9	3,325	5,380	8,343	12,242	16,919	27,877
11	4,575	6,989	10,341	14,631	19,975	31,264
13	5,892	8,643	12,340	16,983	22,362	34,528
15	7,261	10,307	14,339	19,311	24,996	37,697
17	8,672	12,002	16,338	21,615	27,587	40,790
19	10,117	13,716	18,338	23,900	30,144	43,820
21	11,501	15,445	20,377	26,171	32,671	46,797
23	13,910	17,187	22,337	28,429	35,175	49,728
25	14,611	18,940	24,337	30,675	37,652	52,620
27	16,151	20,703	26,336	32,912	40,113	55,476
29	17,708	22,475	28,336	35,139	42,557	58,302

Sumber: MMA.Shahin (1976)

5) Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tahun

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah 28 hujan yang telah terjadi pada masa lampau.

Rumus yang digunakan:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (2. 30)$$

dengan:

$I$  = Intensitas curah hujan (mm/jam)

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

$t$  = waktu konsentrasi (jam)

### 2.2.2 Debit Banjir Rancangan

#### 1. Waktu Konsentrasi

Perkiraan waktu tiba dari banjir mempunyai pengaruh yang besar pada perkiraan debit banjir. Maka perlu dilakukan perhitungan perkiraan waktu debit banjir guna mendapatkan perkiraan debit banjir yang

$$S = \left(\frac{H}{L}\right) \dots\dots\dots (2. 31)$$

$$H = T_{awal} - T_{akhir} \dots\dots\dots (2. 32)$$

$$t = 0,0195 \times \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \dots\dots\dots (2. 33)$$

dengan:

$S$  = Kemiringan saluran

$H$  = Beda tinggi hulu dengan titik yang di tinjau (m)

$T_{awal}$  = Elevasi hulu

$T_{akhir}$  = Elevasi titik yang di tinjau

$t$  = Waktu konsentrasi (jam)

$L$  = jarak dari ujung daerah hulu sampai titik yang di tinjau (m)

#### 2. Perhitungan Debit Air Hujan

Untuk mencari debit rencana digunakan beberapa metode diantaranya hubungan empiris antara curah hujan dengan limpasan. Metode ini paling banyak dikembangkan sehingga didapat persamaan metode rasional:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2. 34)$$

dengan:

$Q$  = Debit air periode (m<sup>3</sup>/detik)

$C$  = Koefisien Aliran

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = Luas daerah Aliran (km<sup>2</sup>)

(Suyono Sosrodarsono, 2003)



Koefisien Aliran (C) tergantung dari beberapa faktor, antara lain; jenis tanah, kemiringan, luas dan bentuk Aliran sungai. Sedangkan besarnya nilai koefisien Aliran dapat dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2. 35)$$

dengan:

$A_i$  = Prosentase (%) luasan lahan

$C_i$  = Koefisien aliran dari masing-masing tata guna lahan

**Tabel 2. 9** Koefisien Limpasan Untuk Metode Rasional

Deskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien limpasan, C
<b>Business</b>	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
<b>Perumahan</b>	
Rumah tunggal	0,30 – 0,50
Multi unit, terpisah	0,40 – 0,60
Multi unit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
<b>Industri</b>	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
<b>Perkerasan</b>	
Aspal dan beton	0,70 – 0,65
Batu bata, paving	0,50 – 0,70
Atap	0,75 – 0,95
<b>Halaman, tanah berpasir</b>	
Datar 2 %	0,05 – 0,10
Rata-rata, 2- 7 %	0,10 – 0,15
Curam, 7 %	0,15 – 0,20
<b>Halaman, tanah berat</b>	
Datar 2 %	0,13 – 0,17
Rata-rata, 2- 7 %	0,18 – 0,22
Curam, 7 %	0,25 – 0,35
Halaman kereta api	0,10 – 0,35
Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
Taman, pekuburan	0,10 – 0,25

Lanjutan, **Tabel 2.9**

Deskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien limpasan, <i>C</i>
Hutan	
Datar, 0 – 5 %	0,10 – 0,40
Bergelombang, 5 – 10 %	0,25 – 0,50
Berbukit, 10 – 30 %	0,30 – 0,60

Sumber: Suripin (2004)

### 2.2.3 Perhitungan Hidraulika

#### 1. Kecepatan Aliran (*V*)

Pengaruh faktor-faktor diatas terhadap koefisien kekasaran saluran bervariasi menurut ukuran saluran. Untuk harga-harga kekasaran koefisien Strickler (*K*) untuk saluran-saluran irigasi tanah dapat dilihat pada **Tabel 2.10** Adapun rumus Strickler adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2. 36)$$

dengan:

*V* = Kecepatan aliran (m/detik)

*K* = Koefisien kekasaran Strickler (m<sup>1/3</sup>/detik)

*R* = Jari-jari hidrolis (m)

*I* = Kemiringan dasar saluran

**Tabel 2. 10** Harga-harga Kekasaran Koefisien *Strickler* (*K*)

Debit Rencana (m <sup>3</sup> /det)	Koefisien Strickler (m <sup>1/3</sup> /detik)
<i>Q</i> > 10	45
5 < <i>Q</i> < 10	42,5
1 < <i>Q</i> < 5	40
<i>Q</i> < 1 dan saluran tersier	35

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-03



- Keliling basah  
 $P = b + 2h$  ..... (2. 38)

- Jari-jari hidrolis  
 $R = \frac{A}{p}$  ..... (2. 39)

- Kecepatan aliran Haring Huizen:  
 $V = 0,42 \times Q^{0,182}$  .....(2. 40)

4. Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan saluran adalah jarak vertical dari puncak saluran dari permukaan air pada kondisi debit air rencana, yang berfungsi untuk mencegah gelombang atau kenaikan muka air yang melimpah ke tepi saluran. Adapun tinggi minimum jagaan air dapat dilihat pada **Tabel 2.11**.

**Tabel 2. 11** Tinggi Jagaan Untuk Saluran Pasangan

Debit (m <sup>3</sup> /dt)	Tanggul (m)	Pasangan (m)
< 0,5	0,40	0,20
0,5 - 5,0	0,50	0,20
1,5 - 5,0	0,60	0,25
0,5 - 10,0	0,75	0,30
10,0 - 15,0	0,85	0,40
>15,0	1,00	0,50

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-04

5. Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah yang mengalir dalam suatu tempat tiap satu satuan waktu. Debit aliran berfungsi untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir pada suatu saluran dalam waktu satu detik, dengan rumus:

$$Q = A \times V$$
 ..... (2. 41)

dengan:

$Q$  = Debit aliran (m<sup>3</sup>/detik)

$A$  =luas penampang (m<sup>2</sup>)

$V$  = kecepatan aliran (m/detik)

### 2.2.4 Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk adalah perubahan populasi sewaktu-waktu, dan dapat dihitung sebagai perubahan dalam jumlah individu dalam sebuah populasi. Pertumbuhan penduduk dipengaruhi oleh faktor kelahiran, kematian, dan imigrasi. Untuk perkiraan pertumbuhan penduduk dapat menggunakan 3 metode di bawah ini (Adioetomo dan Samosir, 2010);

- Metode aritmatik

$$P_n = P_t(1 + r \times n) \dots\dots\dots (2.42)$$

- Metode geometric

$$P_n = P_t(1 + r)^n \dots\dots\dots (2.43)$$

- Metode eksponensial

$$P_n = P_t \times e^{(r \times n)} \dots\dots\dots (2.44)$$

dengan:

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun yang di prediksi

$P_t$  = jumlah penduduk pada tahun ke-t

$P_0$  = jumlah penduduk pada tahun dasar

$t$  = priode waktu antara tahun dasar dengan tahun ke-t

$n$  = jangka waktu perkiraan

$e$  = bilangan eksponensial

$r$  = rasio dengan rumus;  $\left(\frac{P_t}{P_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1 \dots\dots\dots (2.45)$

### 2.2.5 Debit Air Buangan

“Debit air buangan adalah debit yang berasal dari buangan rumah tangga, instansi dan sebagainya. Besarnya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah penduduk dan kebutuhan air rata-rata penduduk. Adapun besarnya kebutuhan air rata-rata seperti yang ditampilkan pada **Tabel 2.12** dibawah. Sedangkan debit kotor yang harus dibuang di dalam saluran adalah 70% dari kebutuhan air bersih”. (Suhardjono, 1984)

**Tabel 2. 12** Volume Air Buangan Rata-Rata Per Orang Setiap/Hari

Jenis Bangunan	Volume air Buangan (liter/orang/hari)
Daerah Permukiman: - Rumah besar untuk keluarga tunggal - Rumah tipe tertentu untuk keluarga tunggal - Rumah untuk keluarga ganda (rumah susun) - Rumah kecil (cottage). (jika dipasang penggalian sampah, kalikan BOD dengan faktor 1,5)	400 300 240-300 200
Perkemahan dan Motel: - Tempat peristirahatan mewah. - Tempat parkir rumah berjalan (mobile home). - Kemah wisata dan tempat parkir trailer. - Hotel dan motel.	400-600 200 140 240
Sekolah: - Sekolah dengan asrama - Sekolah siang hari dengan kafetaria. - Sekolah siang hari tanpa kafetaria.	300 80 60
Restoran: - Tiap pegawai. - Tiap langganan. - Tiap makan yang disajikan.	120 25-40 15
Terminal transportasi: - Tiap pegawai. - Tiap penumpang.	60 20
Rumah sakit	600-1200
Kantor	60
Teater mobil ( <i>drive in theatre</i> ), per hari	20
Bioskop, per tempat duduk.	10-20
Pabrik, tidak termasuk limbah cair industri cafeteria.	60-120

Sumber: Soeparman dan Suparmin (2001)

Dapat dihitung dengan persamaan

$$Qk = P_n \times q \dots\dots\dots (2. 46)$$

dengan:

$Qk$  = debit air buangan rata-rata (lt/dt/km<sup>2</sup>)

$P_n$  = jumlah penduduk

$q$  = debit air buangan (lt/dt/orang)

### 2.2.6 Mekanika Tanah

#### 1. Permeabilitas Tanah

Jamulya dan Suratman Woro Suprodjo (1983), mengemukakan bahwa permeabilitas adalah cepat lambatnya air merembes ke dalam tanah baik melalui pori makro maupun pori mikro kearah horizontal maupun vertikal. Tanah adalah kumpulan partikel padat dengan rongga yang saling berhubungan. Rongga ini memungkinkan air dapat mengalir didalam partikel melalui rongga dari satu titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah. Sifat tanah yang memungkinkan air untuk melewatinya pada berbagai laju air tertentu disebut sifat permeabilitas tanah. Sifat ini berasal dari sifat alami granular tanah, meskipun dapat dipengaruhi oleh faktor lain (air terikat di tanah liat). Jadi tanah yang berbeda akan memiliki permeabilitas yang berbeda.

Koefisien permeabilitas tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah. Secara garis besar, semakin kecil ukuran partikel maka semakin kecil pula ukuran pori dan semakin rendah koefisien permeabilitasnya.

Pengujian permeabilitas tanah dilakukan di laboratorium menggunakan metode *Constant Head Test* atau *Falling Head Test*, metode yang akan digunakan tergantung jenis tanah.

- Constant Head Test

Uji ini digunakan untuk tanah berbutir kasar.

Rumus:

$$k = \frac{Q \times L}{A \times h \times t} \dots\dots\dots (2. 47)$$

dengan:

$k$  = koefisien permeabilitas (cm/menit)

$Q$  = jumlah air yang merembes dalam waktu (cm<sup>3</sup>)

$L$  = tebal sampel (cm)

$A$  = luas penampang sampel tanah (cm<sup>2</sup>)

$h$  = jarak permukaan air dalam corong (cm)

$t$  = waktu selama percobaan (menit)

- *Falling Head Test*

Uji ini digunakan untuk tanah berbutir halus.

Rumus:

$$k = 2,30 \frac{a \times L}{A \times t} \log \frac{h_1}{h_2} \dots\dots\dots (2.48)$$

dengan:

$k$  = koefisien permeabilitas (cm/detik)

$a$  = luas penampang burete (cm<sup>2</sup>)

$L$  = panjang contoh yang dites (cm)

$A$  = luas penampang sampel tanah (cm<sup>2</sup>)

$t$  = waktu (detik)

$h_1$  = tinggi Head mula-mula (cm)

$h_2$  = *tinggi Head akhir* (cm)

### 2.2.7 Sumur Resapan

Menurut Sunjoto (1989) “pembuatan sumur resapan adalah upaya manusia dalam mempertahankan, meningkatkan, dan mengembangkan daya guna air sesuai dengan peruntukannya dan dapat dicapai dengan memperbesar tampungan air tanah, memperkecil dimensi jaringan drainase, mempertahankan elevasi muka air tanah, mencegah air laut untuk daerah pantai dan memperkecil tingkat pencemaran air tanah”.

#### 2. Persyaratan Umum

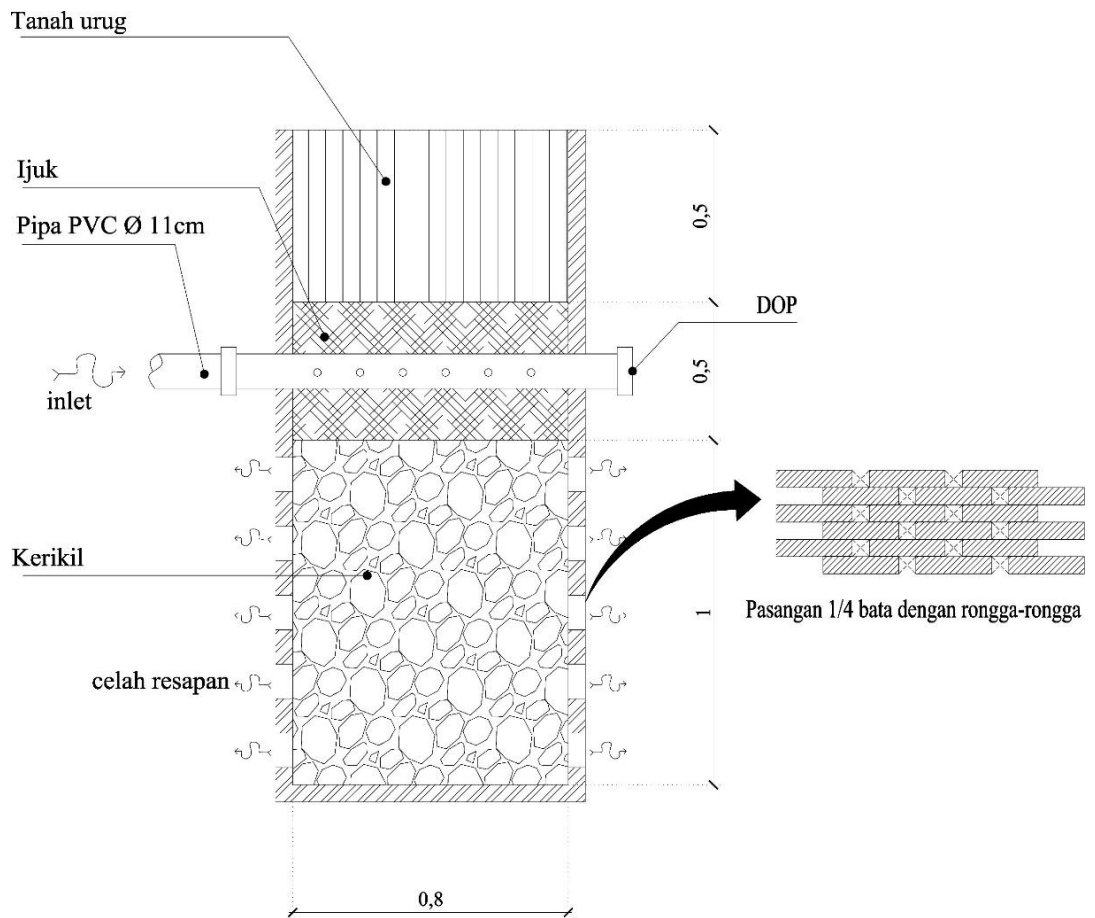
Persyaratan umum yang harus dipenuhi berdasarkan buku sumur resapan untuk pemukiman perkotaan dan pedesaan Kusnaldi adalah sebagai berikut:



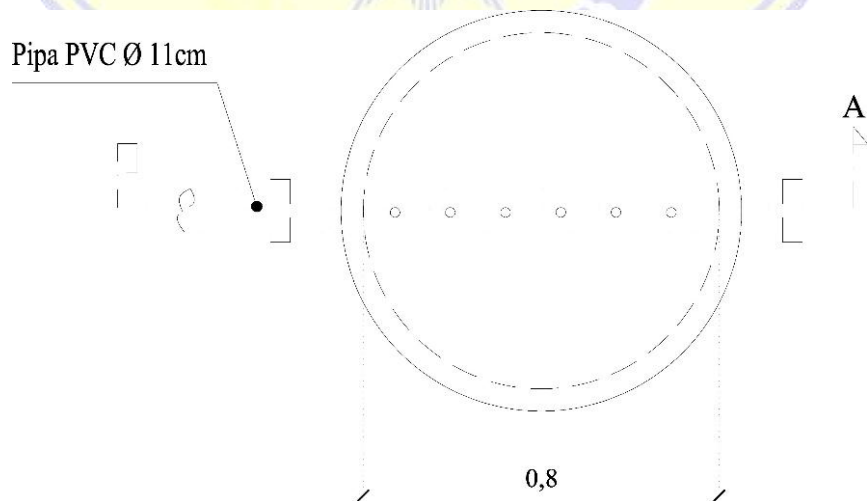
- a) Sumur resapan harus berada pada lahan yang datar, tidak pada tanah berlereng, curam atau labil
- b) Sumur resapan harus dijauhkan dari tempat penimbunan sampah, septic tank (minimum 5 m diukur dari tepi), dan berjarak minimum 1 m dari fondasi bangunan
- c) Penggalian sumur resapan bisa sampai tanah berpasir atau maksimal 2m dibawah permukaan tanah. Kedalaman muka air tanah minimum 1,5m pada musim hujan
- d) Struktur tanah yang dapat digunakan harus mempunyai nilai permeabilitas tanah  $\geq 2,0$  cm/jam, dengan klasifikasi sebagai berikut :
  - Permeabilitas tanah sedang (geluh kelanauan 2,0 – 3,6 cm/jam atau 0,48 – 0,864  $m^3/m^2$ /hari).
  - Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus 3,6 – 36 cm/jam atau 0,864 – 8,64  $m^3/m^2$ /hari).
  - Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar, lebih besar dari 36 cm/jam atau 8,64  $m^3/m^2$ /hari).

Sumur resapan limbah domestik berdasarkan SNI 03-2398-2017 adalah sebagai berikut:

- a) Sumur resapan hanya dapat digunakan untuk tangki septik yang berkapasitas kecil melayani  $\leq 10$  jiwa;
- b) Konstruksi sumur resapan merupakan sumuran yang berdiameter 80 cm dan kedalaman 100 cm;
- c) Sumur di dalamnya diisi penuh dengan kerikil/batu pecah yang berdiameter (30-80) mm;
- d) Pipa pengeluaran dari tangki septik dipasang di bagian atas sumuran dan efluen harus meresap ke dinding dan dasar sumuran;
- e) Bentuk dan ukuran sumur resapan sesuai dengan gambar di bawah.



**Gambar 2. 13** Potongan A-A Sumur Resapan



**Gambar 2. 14** Tampak Atas Sumur Resapan

**Tabel 2. 13** Jarak Minimum Unit Pengolahan Lanjutan Terhadap Bangunan Tertentu

No	Jarak dari	Sumur resapan
1	Bangunan gedung/rumah	1,50
2	Sumur air bersih	10,00
3	Sumur resapan air hujan	5,00

Sumber: SNI 03-2398-2017

### 2.2.8 Perencanaan Sumur Resapan

- Kedalaman sumur resapan

Untuk menentukan kedalaman sumur resapan dapat menggunakan rumus dibawah ini (Sunjoto, 1998)

$$H_{total} = \frac{Q}{Fk} \left[ 1 - \exp\left(\frac{-FkT}{\pi r^2}\right) \right] \dots\dots\dots (2. 49)$$

dengan:

$H_{total}$  = tinggi muka air dalam sumur (m)

$Q$  = debit air masuk ( $m^3/dt$ )

$K$  = Koefisien permeabilitas tanah (m/dt)

$R$  = jari-jari sumur (m)

$\pi$  = 3,14

$e$  = eksponensial = 2,718

$T$  = waktu aliran (dt)

$$T = V \times L \dots\dots\dots (2. 50)$$

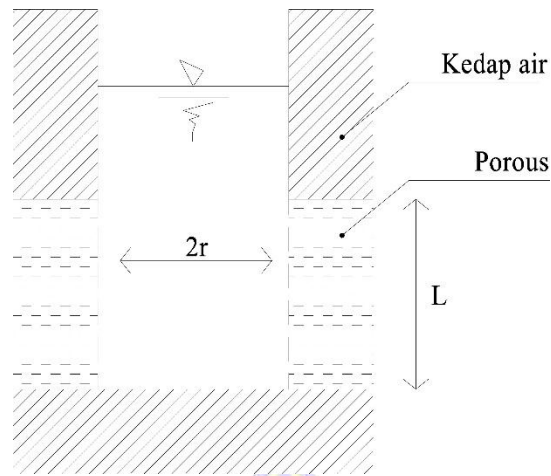
dengan:

$V$  = kecepatan aliran (m/dt)

$L$  = panjang saluran pipa buangan (m)

Untuk kecepatan aliran air limbah dalam pipa, kecepatan minimum 0,3 m/dt dan kecepatan maksimum 3 m/dt (Hardjosupprapto, 2000)

$F$  = faktor geometri (m) dengan keadaan resapan pada tanah porus terletak diantara tanah bersifat kedap air di bagian dasar dan bagian atas dengan dinding porus setinggi L



**Gambar 2. 15** Keadaan Resapan Pada Tanah Porus

$$F = \frac{2\pi L + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L+2R}{2R} + \sqrt{\left(\frac{L}{2R}\right)^2 + 1} \right\}} \dots\dots\dots (2. 51)$$

- Kapasitas atau volume sumur resapan

Untuk kapasitas sumur resapan digunakan di bawah ini (Siswanto, 2001)

$$v = \frac{1}{4} \pi \times D^2 \times H \dots\dots\dots (2. 52)$$

dengan:

- $v$  = kapasitas / volume sumur resapan
- $D$  = diameter sumur resapan
- $H$  = kedalaman sumur resapan

### 2.2.9 Spesifikasi Sumur Resapan

Untuk spesifikasi sumur resapan air hujan di pekarangan rumah, digunakan SNI 03-2459-2002 sebagai acuan.

#### 3. Bentuk dan Ukuran

Persyaratan bentuk dan ukuran sumur resapan air hujan adalah:

- 1) Penampang sumur resapan air hujan berbentuk segi empat atau lingkaran.
- 2) Ukuran sisi lebar / diameter minimum 80 cm dan maksimum 120 cm.
- 3) Ukuran pipa masuk berdiameter 110 mm.
- 4) Ukuran pipa pelimpah berdiameter 110 mm.

#### 4. Bahan Konstruksi

Bahan konstruksi yang digunakan untuk sumur resapan air hujan dapat dipilih sebagai berikut:

**Tabel 2. 14** Alternatif Pemakaian Bahan Konstruksi

No	Bahan Konstruksi	Komponen
1	Plat beton bertulang tebal 10 cm, campuran 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil	Penutup sumur
2	Plat beton tidak bertulang tebal 10 cm, campuran 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil, berbentuk cembung dan tidak diberi beban di atasnya	Penutup sumur
3	Ferocement tebal 10 cm	Penutup sumur, dinding sumur bagian atas
4	Pasangan ½ bata merah, batako, campuran 1 semen : 4 pasir, diplester dan diaci semen	Dinding sumur bagian atas
5	Pasangan ½ batako campuran 1 : 4, jarak	Dinding sumur bagian bawah
6	kosong antar batako 10 cm, tanpa diplester Beton bertulang pracetak Ø 80 – 100 cm	Dinding sumur bagian atas dan dinding sumur bagian bawah
7	Beton bertulang pracetak, dinding porous Ø 100 cm	Dinding sumur bagian atas dan dinding sumur bagian bawah
8	Batu pecah, ukuran 10 -20 cm	Pengisi sumur
9	Pecahan bata merah, ukuran 5 – 10 cm	Pengisi sumur
10	Ijuk	Pengisi sumur
11	Pipa PVC dan aksesorisnya Ø 110 cm	Saluran air hujan
12	Pipa beton Ø 200 mm	Saluran air hujan
13	Pipa beton ½ lingkaran Ø200 mm	Saluran air hujan

Sumber: SNI 03-2459-2002

## 5. Tipe Konstruksi

Tipe konstruksi sumur resapan air hujan terdiri dari:

- Tipe I

Dengan dinding tanah, untuk tanah galuh kelanauan dan dapat diterapkan pada kedalaman maksimum 3 m

- Tipe II

Dengan dinding pasangan batako atau bata merah tanpa diplester dan diantara pasangan diberi celah lubang, dan dapat diterapkan untuk semua jenis tanah dengan kedalaman maksimum 3 m

- Tipe III

Dengan dinding buis beton porous atau tidak porous, pada ujung pertemuan sambungan diberi celah lubang, dan dapat diterapkan dengan kedalaman maksimum sampai dengan muka air tanah

- Tipe IV

Dengan dinding buis beton berlubang dan dapat diterapkan dengan kedalaman maksimum sampai dengan muka air tanah

## 6. Model Sumur Resapan

- Model I

Sistem penyaluran air hujan ke sumur resapan hanya melalui saluran air hujan saja

- Model II

Sistem penyaluran air hujan ke sumur resapan melalui saluran air hujan dan juga pipa talang.

## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Studi**

Lokasi studi merupakan kawasan Perumahan Bumi Permata Penas yang baru dibangun di desa Tempos Kecamatan Gerung.

#### **3.2 Tahap Persiapan**

Tahap persiapan yang dimaksud disini adalah pengumpulan referensi dan literatur yang menjadi landasan teori serta sebagai bahan pembuatan proposal pelaksanaan. Dengan adanya tahap persiapan ini akan memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang akan diambil selanjutnya.

#### **3.3 Pengumpulan Data**

Data di bedakan menjadi 2 jenis data yaitu data primer dan data sekunder

##### **3.3.1 Data Primer**

Data Primer, yaitu data yang diperoleh dari hasil pengamatan dan pengukuran secara langsung di lokasi penelitian. Berikut adalah data primer yang di gunakan:

- Data hasil ukur panjang saluran yang direncanakan
- Elevasi hulu dan hilir saluran yang direncanakan

##### **3.3.2 Data Sekunder**

Data sekunder, yaitu merupakan data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait. Berikut adalah data sekunder yang di gunakan:

- Data curah hujan harian yang dapat diperoleh dari instansi-instansi yang mengelola stasiun hujan terkait yaitu Balai Wilayah Sungai (BWS) Nusa Tenggara I. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan tertinggi setiap tahun.
- Site plan Perumahan Bumi Permata Penas diperoleh dari pemilik Perumahan Bumi Permata Penas.

#### **3.4 Pengolahan Data**

Untuk merencanakan saluran drainase dan sumur resapan pada kawasan Perumahan Bumi Permata Penas di lakukan beberapa tahapan, yaitu menganalisa

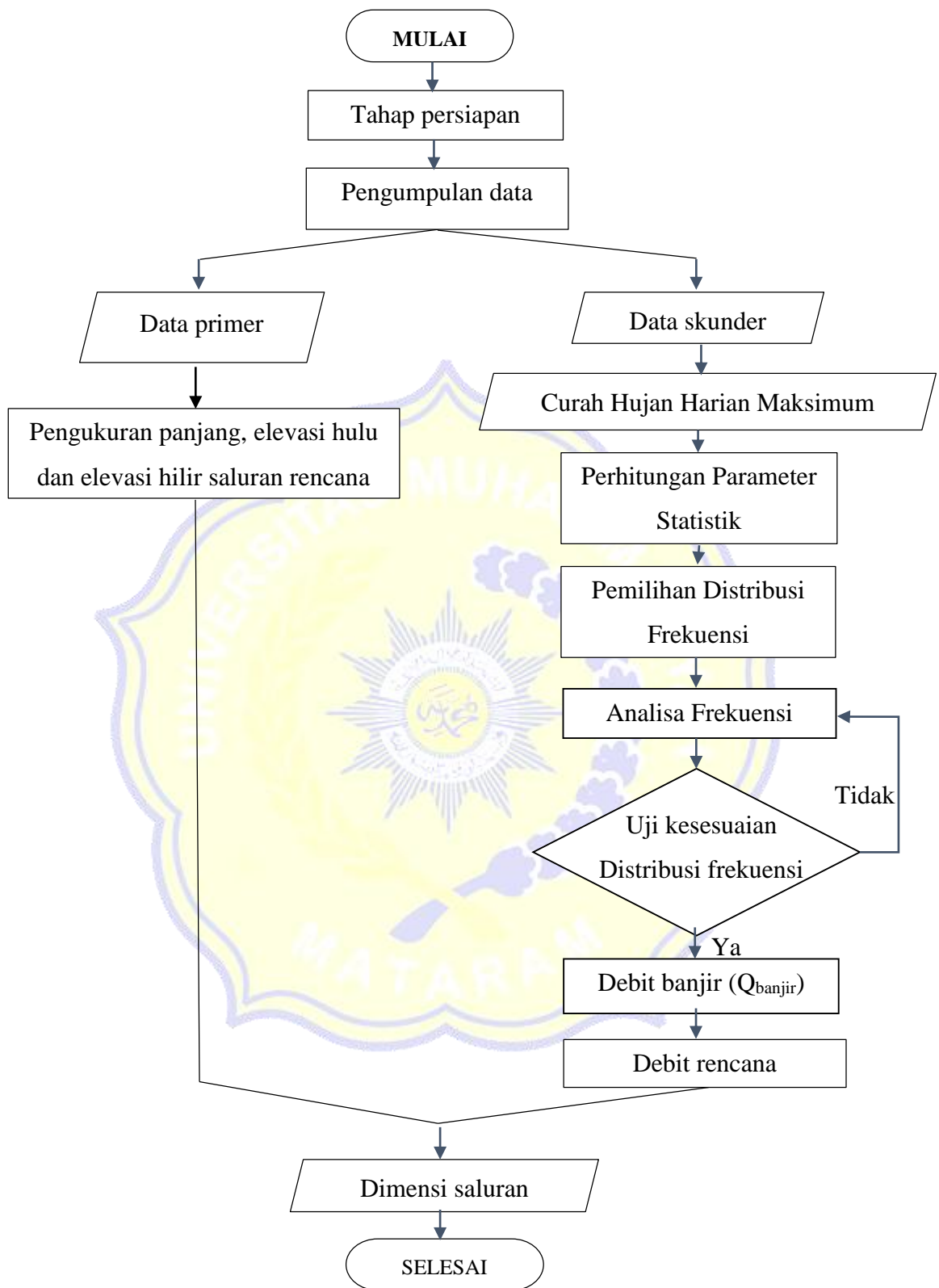
curah hujan rencana untuk perencanaan saluran drainase, menganalisa jumlah debit air limbah rumah tangga untuk perencanaan sumur resapan.

### **3.5 Bagan Alir Penelitian**

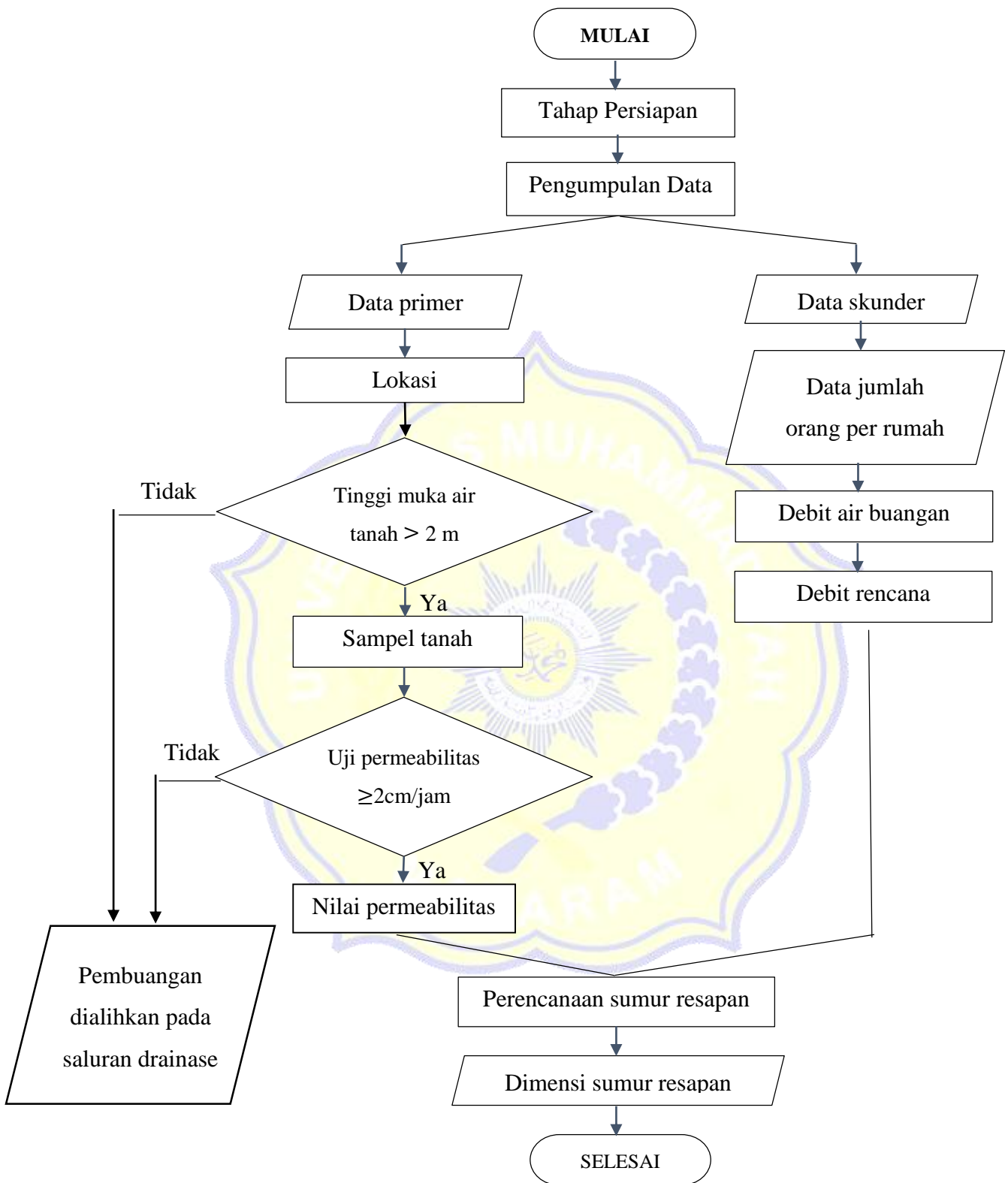
Diagram alir penelitian yang dilakukan dalam penulisan Skripsi ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2**:







**Gambar 3. 1** Bagan Alir Perencanaan Saluran Drainase untuk Air Hujan



**Gambar 3. 2** Bagan Alir Perencanaan Sumur Resapan untuk Air Limbah Rumah Tangga