



**PERENCANAAN SUMUR RESAPAN AIR HUJAN DI DESA YOSORATI  
KECAMATAN SUMBERBARU KABUPATEN JEMBER**

**PROYEK AKHIR**

Oleh  
**ARISKA INDAHSAARI**  
**NIM 171903103013**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2021**



**PERENCANAAN SUMUR RESAPAN AIR HUJAN DI DESA YOSORATI  
KECAMATAN SUMBERBARU KABUPATEN JEMBER**

**PROYEK AKHIR**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma Teknik Sipil (DIII) dan mencapai gelar Ahli Madya

Oleh

**ARISKA INDAHSAARI**

**NIM 171903103013**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

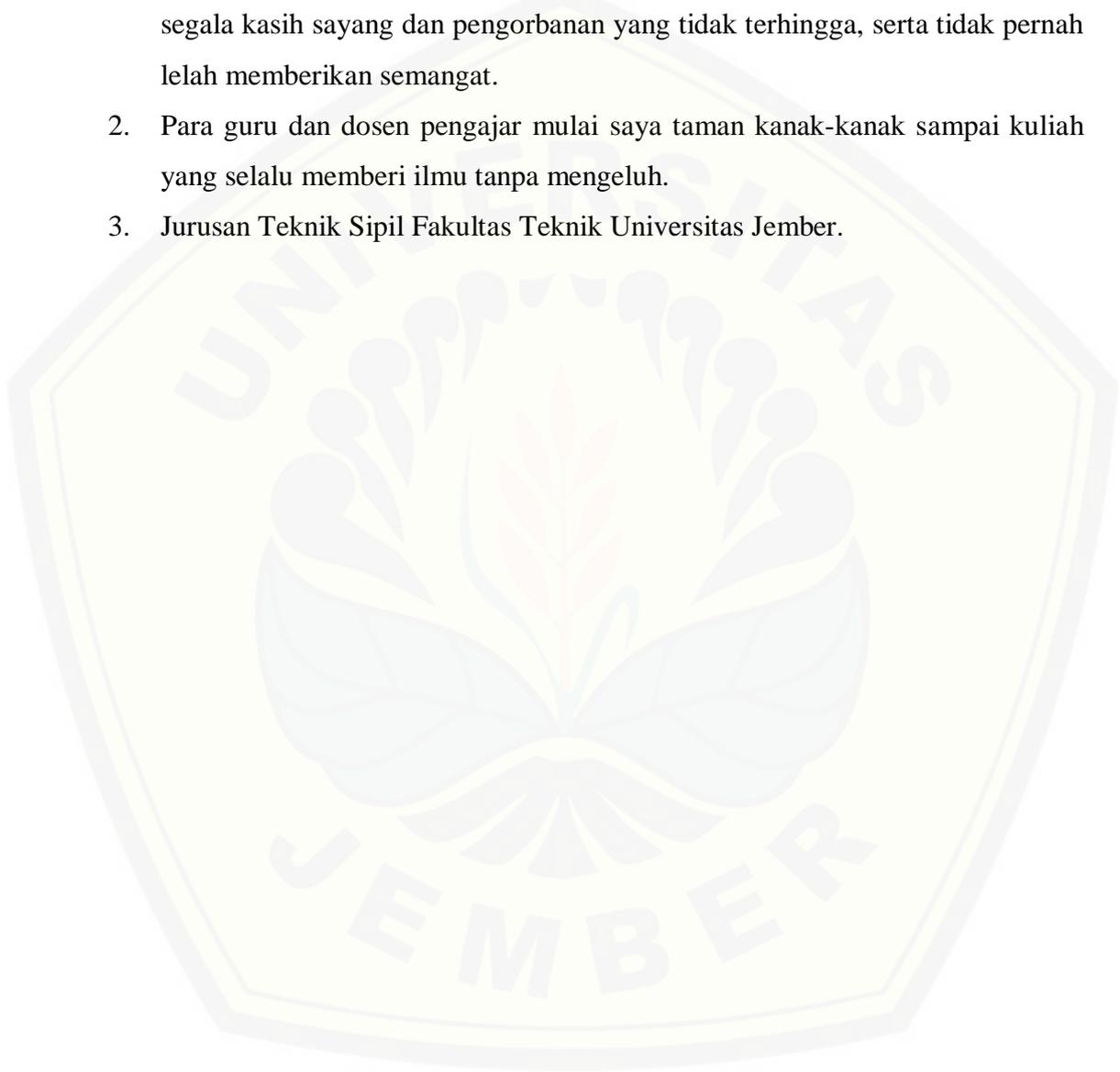
**UNIVERSITAS JEMBER**

**2021**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua yang telah membesarkan, mendidik, dan mendoakan dengan segala kasih sayang dan pengorbanan yang tidak terhingga, serta tidak pernah lelah memberikan semangat.
2. Para guru dan dosen pengajar mulai saya taman kanak-kanak sampai kuliah yang selalu memberi ilmu tanpa mengeluh.
3. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.



**MOTTO**

“Boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.”

(Qs. Al-Baqarah : 216)

"Ingat, ini hari yang buruk, bukan kehidupan yang buruk."

(Anonim)

“Satu-satunya batasan untuk meraih mimpi kita adalah keragu-raguan kita akan hari ini. Marilah kita maju dengan keyakinan yang aktif dan kuat.”

(Franklin Roosevelt)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ariska Indahsari

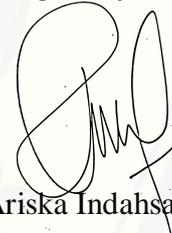
NIM : 171903103013

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan di Desa Yosorati Kecamatan Sumberbaru Kabupaten Jember” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsaan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 21 Januari 2021

Yang menyatakan



Ariska Indahsari

NIM 171903103013

**PROYEK AKHIR**

**PERENCANAAN SUMUR RESAPAN AIR HUJAN DI DESA YOSORATI  
KECAMATAN SUMBERBARU KABUPATEN JEMBER**

Oleh:

**Ariska Indahsari  
NIM. 171903103013**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Wiwik Yunarni W, S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. YenyDhokhikah, S.T.,M.T

PENGESAHAN

Proyek Akhir yang berjudul “Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan di Desa Yosorati Kecamatan Sumberbaru Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis  
Tanggal : 21 Januari 2021  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama



Ir. Wiwik Yunarni W, S.T., M.T  
NIP.197006131998022001

Dosen Pembimbing Anggota



Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T  
NIP.197301271999032002

Dosen Penguji Utama



Dr. Ir. Gusfan Halik, S.T., M.T  
NRP.197108041998031002

Dosen Penguji Anggota



Syaifurridzal, S.T., M.Eng  
NRP.760019061

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember



Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.  
NIP.197008261997021001

**RINGKASAN**

**Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan di Desa Yosorati Kecamatan Sumberbaru Kabupaten Jember;** Ariska Indahsari, 171903103013; 2021: 62 Halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan alih fungsi dari sawah ke perumahan atau pemukiman sehingga berdampak mengurangi daerah resapan air. Salah satu dampaknya, banjir yang terjadi di Desa Yosorati Kecamatan Sumberbaru Kabupaten Jember. Oleh karena itu perlu adanya pembangunan sistem drainase yang berwawasan lingkungan sebagai salah satu upaya untuk pengendalian air, baik untuk mengatasi masalah kekeringan, banjir, genangan dan kemampuan tanah dalam meresap air hujan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perencanaan sumur resapan air hujan yang berwawasan lingkungan.

Jumlah sumur resapan yang dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di Desa Yosorati sebanyak 933 buah sumur resapan dengan diameter 1 meter dan kedalaman 3 meter menggunakan konstruksi dinding buis beton dengan penempatan sesuai dengan peta penempatan titik Sumur Resapan.

## SUMMARY

**Rainwater Infrastructure Well Planning In Yosorati Village, Sumberbaru District, Jember Distric;** Ariska Indahsari; 2021: 62 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Population growth is one of the factors that influence the change of function from rice fields to housing or settlements so as to reduce the area of water absorption. One of the impacts, flooding that occurred in the village of Yosorati District Sumberbaru Jember. Therefore there needs to be the construction of an environmentally sound drainage system as one of the efforts to control water, both to overcome the problem of drought, flooding, inundation and the ability of the soil in permeating rainwater. This study aims to plan rainwater infiltration wells that are environmentally sound. The number of infiltration wells needed to overcome the problems that occurred in Yosorati Village as many as 933 infiltration wells with a diameter of 1 meter and a depth of 3 meters using concrete buis wall construction with placement in accordance with the placement map of the point of Infiltration Wells.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunianya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan di Desa Yosorati Kecamatan Sumberbaru Kabupaten Jember”. Proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma (DIII) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Wiwik Yunarni Widiarti, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberi pengarahan, meluangkan waktu, pikiran, perhatian hingga terselesaikannya proyek akhir ini;
2. Dr. Ir. Gusfan Halik, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I dan Saifurridzal, S.T., M.Eng selaku Dosen Penguji II proyek akhir yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan proyek akhir ini;
3. Willy Kriswardhana, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan pengarahan akademik selama saya menjadi mahasiswa;
4. Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Sumber Daya Air atas bantuan data yang saya butuhkan untuk proyek akhir ini;
5. Teman-teman seperjuangan, Iksa, Inggrid, Orient, Ipeh, Ana, Fandi dan Alif yang selalu membantu dan memotivasi dalam pengerjaan proyek akhir ini;
6. Keluarga besar Teknik Sipil 2017 dan teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu memberi semangat;
7. Almamater Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                            | i    |
| <b>HALAMAN SAMPUL</b> .....                           | ii   |
| <b>PERSEMBAHAN</b> .....                              | iii  |
| <b>MOTTO</b> .....                                    | iv   |
| <b>PERNYATAAN</b> .....                               | v    |
| <b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....                       | vi   |
| <b>PENGESAHAN</b> .....                               | vii  |
| <b>RINGKASAN</b> .....                                | viii |
| <b>SUMMARY</b> .....                                  | ix   |
| <b>PRAKATA</b> .....                                  | x    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                               | xi   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                             | xiii |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                            | xiv  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                          | xv   |
| <br>  |      |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....                       | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                             | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                           | 3    |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                          | 3    |
| 1.5 Batasan Masalah .....                             | 3    |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                  | 5    |
| 2.1 Hujan .....                                       | 5    |
| 2.2 Analisis Hidrologi .....                          | 5    |
| 2.2.1 Distribusi Frekuensi Hujan .....                | 6    |
| 2.2.2 Curah Hujan Rerata Daerah .....                 | 7    |
| 2.2.3 Distribusi Periode Kala Ulang Curah Hujan ..... | 9    |
| 2.3 Uji Kecocokan .....                               | 10   |
| 2.4 Permeabilitas Tanah .....                         | 11   |
| 2.5 Sumur Resapan .....                               | 12   |
| 2.6 Perencanaan Sumur Resapan .....                   | 16   |
| <b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....             | 4    |
| 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....                 | 20   |
| 3.1.1 Waktu Penelitian .....                          | 20   |
| 3.1.2 Lokasi Penelitian .....                         | 20   |
| 3.2 Sumber Data Penelitian .....                      | 20   |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3 Metode Pengumpulan Data Penelitian .....     | 20        |
| 3.3.1 Konsultasi dan Studi Kepustakaan .....     | 22        |
| 3.3.2 Survei Lapangan .....                      | 22        |
| 3.4 Analisis Curah Hujan Rata-rata .....         | 23        |
| 3.5 Analisis Frekuensi .....                     | 23        |
| 3.6 Uji Kecocokan.....                           | 23        |
| 3.7 Analisis Intensitas Curah Hujan.....         | 23        |
| 3.8 Bagan Alir Penelitian.....                   | 23        |
| <b>BAB 4. PEMBAHASAN .....</b>                   | <b>25</b> |
| 4.1 Analisis Curah Hujan Rata-rata .....         | 25        |
| 4.2 Analisis Frekuensi .....                     | 26        |
| 4.3 Uji Kecocokan.....                           | 30        |
| 4.4 Analisis Intensitas Curah Hujan.....         | 32        |
| 4.5 Perhitungan Permeabilitas Tanah.....         | 33        |
| 4.6 Perhitungan dan Penentuan Sumur Resapan..... | 35        |
| <b>BAB 5. PENUTUP .....</b>                      | <b>38</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                             | 38        |
| 5.2 Saran.....                                   | 38        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                      | <b>40</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                            | <b>42</b> |

**DAFTAR TABEL**

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kelas Permeabilitas Tanah .....  | 12 |
| Tabel 2.2 Jumlah Sumur Resapan yang harus dibuat berdasarkan kondisi permeabilitas dan luas bidang tanah ..... | 14 |
| Tabel 2.3 Hubungan Kecepatan Infiltrasi dan Tekstur Tanah.....   | 15 |
| Tabel 2.4 Hubungan Tataguna Tanah dengan Daya Resap Tanah.....   | 16 |
| Tabel 2.4 Jarak Minimum Sumur Resapan Air Hujan terhadap Bangunan.....   | 17 |
| Tabel 3.2 Rencana Waktu Kegiatan Penelitian .....  | 20 |
| Tabel 4.1 Data Curah Hujan.....  | 25 |
| Tabel 4.2 Data Curah Hujan Harian Maksimum.....  | 25 |
| Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Statistik .....  | 26 |
| Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Parameter Statistik .....  | 27 |
| Tabel 4.5 Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi .....  | 28 |
| Tabel 4.6 Perhitungan dengan Metode Log Pearson III .....  | 28 |
| Tabel 4.7 Perhitungan Rencana dengan Periode Ulang T Tahun .....   | 29 |
| Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Uji Chi-Square .....   | 30 |
| Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov .....   | 31 |
| Tabel 4.10 Titik 1 Percobaan Dilakukan di Jln Raya Lumajang – Jember.....                                      | 33 |
| Tabel 4.11 Titik 2 Percobaan Dilakukan di Jln KH. Dewantara .....  | 33 |
| Tabel 4.12 Titik 3 Percobaan Dilakukan di Jln PB. Sudirman.....  | 34 |
| Tabel 4.13 Rencana Penempatan Sumur Resapan .....  | 47 |

**DAFTAR GAMBAR**

|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar 1.1</b> Banjir .....                              | 1  |
| <b>Gambar 1.2</b> Genangan .....                            | 2  |
| <b>Gambar 2.1</b> Cara Rata-rata Aljabar .....              | 8  |
| <b>Gambar 2.2</b> Cara Poligon Thiessen .....               | 8  |
| <b>Gambar 2.3</b> Cara Poligon Isohiet .....                | 9  |
| <b>Gambar 3.1</b> Peta Lokasi Penelitian .....              | 21 |
| <b>Gambar 3.2</b> Peta Penempatan Titik Sumur Resapan ..... | 21 |
| <b>Gambar 3.3</b> Bagan Alir Proyek Akhir .....             | 24 |

**DAFTAR LAMPIRAN**

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 1. Kelas Permeabilitas Tanah .....  | 42 |
| Lampiran 2. Jumlah Sumur Resapan yang harus dibuat berdasarkan kondisi permeabilitas dan luas bidang tanah ..... | 42 |
| Lampiran 3. Jarak minimum sumur resapan air hujan terhadap bangunan.....   | 42 |
| Lampiran 4. Perhitungan Rerata Aljabar .....   | 43 |
| Lampiran 5. Hasil Perhitungan Parameter Statistik .....  | 43 |
| Lampiran 6. Perhitungan Curah Hujan Metode Log-Pearson III.....  | 43 |
| Lampiran 7. Perhitungan Rencana dengan Periode Ulang T Tahun .....   | 44 |
| Lampiran 8. Hasil Perhitungan Permeabilitas di Titik 1 .....   | 44 |
| Lampiran 9. Hasil Perhitungan Permeabilitas di Titik 2 .....   | 45 |
| Lampiran 10. Hasil Perhitungan Permeabilitas di Titik 3 .....  | 45 |
| Lampiran 11. Kondisi Desa Yosorati Saat Terjadi Banjir .....   | 46 |
| Lampiran 12. Pengambilan data dengan alat <i>Bor</i> Tangan .....  | 46 |
| Lampiran 13. Pengujian Permeabilitas di Laboratorium Fakultas Teknik .....                                       | 47 |

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan, tidak ada satupun makhluk hidup di bumi yang tidak membutuhkan air. Disisi lain pengelolaan air yang kurang baik dapat mengakibatkan dampak *negative*, salah satunya terjadi banjir. Dengan melimpahnya ketersediaan air ini, manusia mempunyai kewajiban untuk mengelola dan mempergunakan dengan bijak sehingga air dapat dilestarikan.



Gambar 1.1 Banjir

(Sumber :Google, 2017)

Desa Yosorati merupakan daerah di wilayah kecamatan Sumberbaru, kabupaten Jember dengan jumlah penduduk yang padat. Pada 2017 BPS mencatat ada 103.570 jiwa penduduk di kecamatan Sumberbaru. Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan alih fungsi dari sawah ke perumahan atau pemukiman sehingga berdampak mengurangi daerah resapan air. Penurunan muka air tanah akan sangat terasa ketika musim kemarau, karena mayoritas masyarakat masih menggunakan sumur tanah. Permasalahan yang terkait dengan lingkungan pada saat ini diantaranya adalah perubahan cuaca yang sangat ekstrim, dimana masyarakat akan kekurangan air ketika musim kemarau dan banjiriran ketika musim hujan tiba. Hal ini diperparah dengan

rendahnya kemampuan tanah dalam meresap air hujan terutama di sekitar daerah padat penduduk. Pengesahan UU No. 1 tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman memiliki misi penting yaitu menjamin setiap warga negara menempati, menikmati dan atau memiliki rumah yang layak dalam lingkungan yang sehat, aman, serasi, teratur, terencana, terpadu, dan berkelanjutan. Maka penataan prasarana drainase melalui Sumur Resapan Air Hujan sangat diperlukan sesuai dalam pasal 47 ayat 3, untuk menjamin agar perumahan dan kawasan permukiman tidak tergenang oleh air pada saat hujan dan juga terbebas dari banjir.

Sistem Drainase yang berwawasan lingkungan merupakan salah satu upaya untuk pengendalian air, baik untuk mengatasi masalah kekeringan, banjir, genangan dan kemampuan tanah dalam meresap air hujan adalah dengan membuat sumur resapan air ke dalam tanah dengan memperkecil aliran permukaan sebagai penyebab banjir di beberapa titik yang sering terjadi genangan. Prinsip dasar sumur resapan adalah menyalurkan dan menampung curah hujan ke dalam sebuah sumur dengan tujuan agar air hujan memiliki waktu tinggal di permukaan tanah lebih lama sehingga sedikit sedikit air dapat meresap ke dalam tanah (Arafat, 2008).

Perencanaan sumur resapan air hujan dilakukan selain karena masalah banjir dan kekeringan juga karena belum adanya penerapan sumur resapan air hujan di daerah Yosorati, guna memberi panduan sederhana bagi penduduk sekitar Yosorati agar dapat membangun sumur resapan air hujan sesuai dengan standar yang dibutuhkan.



Gambar 1.2 Genangan

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2021)

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini digunakan untuk mengevaluasi sistem drainase di Jalan Kaliurang Kecamatan Sumber Sari Kabupaten Jember. Maka permasalahan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapakah nilai koefisien permeabilitas tanah di Desa Yosorati Kecamatan Sumberbaru Kabupaten Jember?
2. Berapa jumlah sumur resapan yang dibutuhkan untuk seluruh wilayah?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai koefisien permeabilitas tanah di Desa Yosorati Kecamatan Sumberbaru Kabupaten Jember.
2. Mengetahui jumlah sumur resapan yang dibutuhkan untuk seluruh wilayah.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat sebagai berikut:

1. Sebagai acuan untuk perencanaan sumur resapan air dalam menangani permasalahan banjir dan genangan di Desa Yosorati sehingga diharapkan dapat memberikan panduan sederhana bagi penduduk sekitar Yosorati agar dapat membangun sumur resapan air hujan sesuai dengan kebutuhan.
2. Untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas air tanah di Desa Yosorati yaitu dalam upaya memberikan salah satu solusi dalam pelestarian Sumber Daya Air tanah.

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan dari penelitian ini untuk menghindari terjadinya perluasan permasalahan. Adapun batasan permasalahannya sebagai berikut:

1. Data curah hujan yang digunakan data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun mulai 2010 sampai 2019.
2. Uji permeabilitas tanah dilakukan dengan kedalaman tanah 2 m dari permukaan tanah.

3. Untuk perencanaan sumur resapan berbentuk lingkaran dengan dinding buis beton.
4. Pada proyek akhir ini tidak memperhitungkan Rencana Anggaran Biaya (RAB).
5. Tidak memperhitungkan drainase yang ada disekitar lokasi penelitian.



## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Hujan**

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari alam yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butir-butir air dan kristal-kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan (Triatmojo, 1998)

Jumlah air yang jatuh ke permukaan bumi dapat diukur dengan menggunakan alat penakar hujan. Distribusi hujan dalam ruang dapat diketahui dengan mengukur hujan di beberapa lokasi pada daerah yang ditinjau, sedangkan distribusi waktu dapat diketahui dengan mengukur hujan sepanjang waktu. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inchi namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan milimeter (mm).

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar, tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Apabila dikatakan intensitasnya besar berarti hujan lebat dan kondisi ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan banjir, longsor dan efek negatif terhadap tanaman.

### **2.2 Analisis Hidrologi**

Analisis Hidrologi dilakukan guna mendapatkan besarnya intensitas curah hujan, sebagai dasar perhitungan debit rencana pada suatu daerah untuk mengevaluasi perencanaan sistem drainase. Sehingga diharapkan dapat menghasilkan rancangan yang mampu mencukupi kebutuhan debit rencana (debit maksimum).

Menurut Sri Harto (1993), hasil dari analisis hidrologi berupa perkiraan atau prediksi banjir rancangan untuk mendesain suatu bangunan hidrolis tertentu secara maksimal dan efisien.

### 2.2.1 Distribusi Frekuensi Hujan

Penentuan jenis distribusi frekuensi digunakan untuk mengetahui suatu rangkaian data cocok untuk suatu sebaran tertentu dan tidak cocok untuk sebaran lain. Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui.

Perhitungan analisis frekuensi merupakan pengulangan suatu kejadian untuk meramalkan atau menentukan periode ulang berikut nilai probabilitas. Dalam analisis frekuensi, hasil yang diperoleh tergantung pada kualitas dan panjang data. Adapun distribusi yang dipakai dapat ditentukan setelah mengetahui karakteristik data yang ada, yaitu data curah hujan rata-rata maksimum. Makin pendek data yang tersedia, makin besar penyimpangan yang terjadi. Dalam ilmu statistik dikenal ada 4 jenis distribusi frekuensi yang paling lazim digunakan dalam analisis hidrologi, yaitu metode Distribusi Normal, metode Distribusi Log Normal, metode Distribusi Gumbel, dan metode Distribusi Log Pearson tipe III (Soemarto, 1987).

Dengan menggunakan salah satu metode di atas kita dapat menghitung tinggi hujan rencana yang akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan dimensi suatu bangunan air. Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data, berikut merupakan parameter-parameter statistik yang digunakan :

1. Harga Rata-rata

$$\log \bar{X} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

2. Standar Deviasi

$$Sd = \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2 / n - 1 \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

3. Koefisien Kemencengan

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{n-1} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Dimana :
- n = jumlah tahun
  - $X_i$  = curah hujan di stasiun i (mm)
  - Sd = standar deviasi (mm)
  - $C_s$  = koefisien kemencengan

### 2.2.2 Curah Hujan Rerata Daerah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam mm.

Adapun berbagai cara untuk menghitung tinggi curah hujan rata-rata, Terdapat tiga cara yang digunakan untuk menghitung curah hujan daerah, yaitu (Suhardjono, 2013):

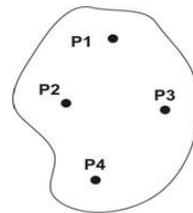
#### 1. Cara rata-rata Aljabar

Cara ini merupakan cara yang paling sederhana yaitu hanya dengan membagi rata pengukuran pada semua stasiun hujan dengan jumlah stasiun dalam wilayah tersebut. Sesuai dengan kesederhanaannya maka cara ini hanya disarankan digunakan untuk wilayah atau kawasan dengan topografi yang relatif rata atau datar dan memiliki sifat hujan yang relatif homogen dan tidak terlalu kasar.

Adapun cara perhitungannya adalah menggunakan rumus sebagai berikut (Suripin, 2004):

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan  $P_1, P_2, \dots, P_n$  merupakan curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, ..., n dan n adalah banyaknya pos penakar hujan.



$$\bar{P} = \frac{P1 + P2 + P3 + P4}{4} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

$\bar{P}$  = hujan rata-rata

P1, P2, P3, P4 = tebal hujan stasiun 1,2,3,4.

**Gambar 2.1** Cara Rata-rata Aljabar

(Sumber :Google)

2. Cara Poligon Thiessen

Cara ini selain memperhatikan tebal hujan dan jumlah stasiun, juga memperhatikan luas wilayah yang diwakili oleh masing-masing stasiun untuk digunakan sebagai salah satu faktor dalam menghitung hujan rata-rata daerah yang bersangkutan. Poligon dibuat dengan cara menghubungkan garis-garis berat diagonal terpendek dari para stasiun hujan yang ada.

Adapun cara perhitungannya adalah menggunakan rumus sebagai berikut :

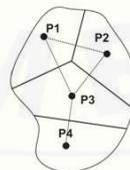
$$P = \frac{1A1 + P2A2 + P3A3 + P4A4}{A1 + A2 + A3 + A4} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

P = hujan rata-rata

P1, P2, P3, P4 = tebal hujan pada stasiun 1, 2, 3, 4

A1, A2, A3, A4 = luas wilayah yang diwakili oleh stasiun 1, 2, 3, 4



$$P = \frac{1A1 + P2A2 + P3A3 + P4A4}{A1 + A2 + A3 + A4} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

$\bar{P}$  = hujan rata-rata

P1, P2, P3, P4 = tebal hujan pada stasiun 1,2,3,4

A1, A2, A3, A4 = luas wilayah yang diwakili oleh stasiun 1,2,3,4.

**Gambar 2.2** Cara Poligon Thiessen

(Sumber :Google)

3. Cara Poligon Isohiet

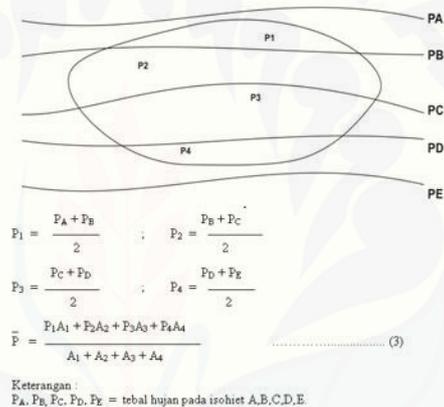
Isohiet adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai hujan yang sama. Metode ini menggunakan isohiet sebagai garis-garis yang membagi daerah aliran sungai menjadi daerah-daerah yang diwakili oleh stasiun-stasiun yang bersangkutan, yang luasnya dipakai sebagai faktor koreksi dalam perhitungan hujan rata-rata.

Adapun cara perhitungannya adalah menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + P_3A_3 + P_4A_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

PA, PB, PC, PD = tebal hujan pada isohiet A,B,C,D,E



**Gambar 2.3** Cara Poligon Isohiet  
 (Sumber :Google)

**2.2.3 Distribusi Periode Kala Ulang Curah Hujan**

Periode ulang adalah rerata selang waktu terjadinya suatu kejadian dengan suatu besaran tertentu atau lebih besar (Haan, 1997). Dalam menganalisis intensitas hujan harus menghitung periode kala ulang curah hujan terlebih dahulu.

Dalam perencanaan sumur resapan periode ulang yang dipergunakan tergantung dari umur rencana bangunan serta luasan dan keadaan daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan.

Adapun cara perhitungan logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang adalah sebagai berikut :

$$\log XT = \log \bar{X} + K.si \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :  $X_T$  = curah hujan rancangan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = rerata hitung dan hujan

$K$  = variabel standart untuk x yang besarnya tergantung koefisien kemencengan

$s_i$  = standar deviasi

#### 2.2.4 Intensitas Hujan

Intensitas Hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu (mm/jam/menit). Sifat umum hujan yaitu, semakin singkat hujan berlangsung intensitas cenderung semakin makin tinggi dan semakin besar periode ulangnya semakin tinggi pula intensitas hujannya (Suripin, 2004)

Adapun rumus sederhana dari intensitas hujan adalah sebagai berikut :

$$I = R/t$$

Dimana :  $I$  = intensitas hujan (mm/jam)

$R$  = tinggi hujan (mm)

$t$  = lamanya hujan (jam)

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

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

$t$  : Lamanya curah hujan/durasi curah hujan (jam)

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

#### 2.3 Uji Kecocokan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi perwakilan tersebut (Suripin, 2004). Ada 2 parameter yang sering digunakan, yaitu :

1. Uji *Chi – Square*

Rumus yang digunakan dalam perhitungan Metode *Chi – Square* adalah sebagai berikut :

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :  $X^2$  = parameter *Chi – Square* terhitung  
 $n$  = jumlah sub kelompok  
 $O_f$  = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke  $f$   
 $E_f$  = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke  $f$

## 2. Uji Smirnov – Kolmogorov

Pengujian distribusi probabilitas dengan metode *Smirnov – Kolmogorov* dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

- a. Mengurutkan data ( $X_i$ ) dari yang besar ke kecil atau sebaliknya.
- b. Menentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut dengan menggunakan rumus.
- c. Menentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.
- d. Menghitung selisih antara empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut.

## 2.4 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas adalah cepat lambatnya air merembes ke dalam tanah baik melalui pori makro maupun pori mikro ke arah horizontal maupun vertikal (Jamulya dan Suratman, 1983). Tanah merupakan kumpulan partikel padat dengan rongga yang saling berhubungan. Rongga ini memungkinkan air dapat mengalir di dalam partikel melalui rongga dari satu titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah. Tanah memiliki permeabilitas yang berbeda tergantung dengan jenis tanahnya.

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

### 1. *Constant Head Test*

Uji ini digunakan untuk tanah berbutir kasar.

$$\text{Rumus : } k = (Q.L) / (h.A.t) \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana : k = koefisien permeabilitas tanah (cm/detik)  
 Q = debit (cm<sup>3</sup>)  
 L = panjang contoh yang ditest (cm)  
 A = luas penampang (cm<sup>2</sup>)  
 h = jarak permukaan air dalam corong (cm)  
 t = waktu (detik)

## 2. *Falling Head Test*

Uji ini digunakan untuk tanah berbutir halus

$$\text{Rumus : } k = 2,303.(a.L / A.t). \log (h_1 / h_2) \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana : k = koefisien permeabilitas tanah (cm/detik)  
 a = luas penampang burete (cm<sup>2</sup>)  
 L = panjang contoh yang ditest (cm)  
 A = luas penampang sampel tanah (cm<sup>2</sup>)  
 t = waktu (detik)  
 h<sub>1</sub> = jarak permukaan air dalam corong (cm)  
 h<sub>2</sub> = jarak permukaan air dalam corong (cm)

Tabel 2.1 Kelas Permeabilitas Tanah

| Kelas | Tingkat Permeabilitas | Kecepatan (cm/Jam) |
|-------|-----------------------|--------------------|
| 1     | Sedang                | 2,0 – 6,5          |
| 2     | Agak Cepat            | 6,5 – 12,5         |
| 3     | Cepat                 | > 12,5             |

(Sumber : SNI 06-2405-1991)

## 2.5 Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah. Sumur resapan ini kebalikan dari sumur air minum. Sumur resapan merupakan lubang untuk memasukkan air ke dalam tanah, sedangkan sumur air minum berfungsi untuk menaikkan air tanah ke permukaan (Kusnaedi, 2011).

Prinsip kerja sumur resapan adalah menyalurkan dan menampung air hujan ke dalam lubang atau sumur agar air dapat memiliki waktu tinggal di permukaan tanah lebih lama, sehingga sedikit demi sedikit air dapat meresap ke dalam tanah (Kusnaedi, 2011).

Penurunan muka air tanah yang banyak terjadi akhir-akhir ini dapat teratasi dengan bantuan sumur resapan. Tanda-tanda penurunan muka air tanah terlihat pada keringnya sumur dan mata air pada musim kemarau serta timbulnya banjir pada musim penghujan. Perubahan lingkungan hidup sebagai akibat dari proses pembangunan, berupa pembukaan lahan, penebangan hutan, serta pembangunan pemukiman dan industri yang diduga menyebabkan terjadinya hal tersebut. Kondisi demikian tidak menguntungkan bagi perkembangan perekonomian yang sedang giat-giatnya membangun. Oleh karena itu, perhatian yang sungguh-sungguh dari semua pihak diperlukan dalam upaya pengendalian banjir serta konservasi air tanah. Salah satu strategi atau cara pengendalian air, baik mengatasi banjir atau kekeringan adalah melalui sumur resapan. Sumur resapan ini merupakan upaya memperbesar resapan air hujan ke dalam tanah dan memperkecil aliran permukaan sebagai penyebab banjir. Beberapa kegunaan sumur resapan, adalah sebagai berikut: (Kusnaedi, 1995)

1. Pengendali banjir

Sumur resapan mampu memperkecil aliran permukaan sehingga terhindar dari penggenangan aliran permukaan secara berlebihan yang menyebabkan banjir.

2. Konservasi air tanah

Sumur resapan sebagai konservasi air tanah, diharapkan agar air hujan lebih banyak yang diresapkan ke dalam tanah menjadi air cadangan dalam tanah. Air yang tersimpan dalam tanah tersebut akan dapat dimanfaatkan melalui sumur-sumur atau mata air. Peresapan air melalui sumur resapan ke dalam tanah sangat penting mengingat adanya perubahan tata guna tanah di permukaan bumi sebagai kosekuensi dari perkembangan penduduk dan perekonomian masyarakat. Dengan adanya perubahan tata guna tanah tersebut akan menurunkan kemampuan tanah untuk meresapkan air. Hal ini mengingat semakin banyaknya tanah yang tertutupi tembok, beton, aspal dan bangunan lainnya yang tidak meresapkan air.

### 3. Menekan laju erosi

Dengan adanya penurunan aliran permukaan maka laju erosi pun akan menurun. Bila aliran permukaan menurun, tanah-tanah yang tergerus dan terhanyut pun akan berkurang. Dampaknya, aliran permukaan air hujan kecil dan erosi pun akan kecil. Dengan demikian adanya sumur resapan yang mampu menekan besarnya aliran permukaan berarti dapat menekan laju erosi.

Faktor – faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan sumur resapan yaitu Sumur resapan yang dibuat harus memenuhi teknis yang baik. Dalam rencana pembuatan sumur resapan perlu diperhitungkan berberapa faktor, antara lain sebagai berikut: (Kusnaedi, 1995)

#### 1. Faktor iklim

Iklim merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan sumur resapan. Faktor yang perlu mendapat perhatian adalah besarnya curah hujan. Semakin besar curah hujan di suatu wilayah berarti semakin besar sumur resapan yang diperlukan.

#### 2. Kondisi air tanah

Pada kondisi permukaan air tanah yang dalam, sumur resapan perlu dibuat secara besar-besaran karena tanah benar-benar memerlukan suplai air dari sumur resapan. Sebaliknya pada lahan yang muka airnya dangkal, sumur resapan kurang efektif dan tidak akan berfungsi dengan baik. Terlebih pada daerah rawa dan pasang surut, sumur resapan kurang efektif. Justru daerah tersebut memerlukan saluran drainase.

Tabel 2.2 Jumlah Sumur Resapan yang harus dibuat berdasarkan kondisi permeabilitas dan luas bidang tanah

| No | Luas Bidang tanah (m <sup>2</sup> ) | Jumlah Sumur Resapan |        |                           |        |                     |        |
|----|-------------------------------------|----------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------|--------|
|    |                                     | Permeabilitas sedang |        | Permeabilitas agak sedang |        | Permeabilitas cepat |        |
|    |                                     | 80 cm                | 140 cm | 80 cm                     | 140 cm | 80 cm               | 140 cm |
| 1  | 20                                  | 1                    | -      | -                         | -      | -                   | -      |
| 2  | 30                                  | 1                    | -      | 1                         | -      | -                   | -      |
| 3  | 40                                  | 2                    | 1      | 1                         | -      | -                   | -      |

| No | Luas Bidang tanah (m <sup>2</sup> ) | Jumlah Sumur Resapan |        |                           |        |                     |        |
|----|-------------------------------------|----------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------|--------|
|    |                                     | Permeabilitas sedang |        | Permeabilitas agak sedang |        | Permeabilitas cepat |        |
|    |                                     | 80 cm                | 140 cm | 80 cm                     | 140 cm | 80 cm               | 140 cm |
| 4  | 50                                  | 2                    | 1      | 1                         | -      | 1                   | -      |
| 5  | 60                                  | 2                    | 1      | 1                         | -      | 1                   | -      |
| 6  | 70                                  | 3                    | 1      | 2                         | 1      | 1                   | -      |
| 7  | 80                                  | 3                    | 2      | 2                         | 1      | 1                   | -      |
| 8  | 90                                  | 3                    | 2      | 2                         | 1      | 2                   | 1      |
| 9  | 100                                 | 4                    | 2      | 2                         | 1      | 2                   | 1      |
| 10 | 200                                 | 8                    | 3      | 4                         | 2      | 3                   | 2      |
| 11 | 300                                 | 12                   | 5      | 7                         | 3      | 5                   | 2      |
| 12 | 400                                 | 15                   | 6      | 9                         | 4      | 6                   | 3      |
| 13 | 500                                 | 19                   | 8      | 11                        | 5      | 7                   | 4      |

(Sumber : Kusnaedi, 2011)

### 3. Kondisi tanah

Keadaan tanah sangat berpengaruh pada besar kecilnya daya resap tanah terhadap air hujan. Dengan demikian konstruksi dari sumur resapan harus mempertimbangkan sifat fisik tanah. Sifat fisik yang langsung berpengaruh terhadap besarnya infiltrasi (resapan air) adalah tekstur dan pori-pori tanah. Tanah berpasir dan porus lebih mampu merembeskan air hujan dengan cepat. Akibatnya, waktu yang diperlukan air hujan untuk tinggal dalam sumur resapan relatif singkat dibandingkan dengan tanah yang kandungan liatnya tinggi dan lekat.

Tabel 2.3 Hubungan kecepatan infiltrasi dan tekstur tanah

| Tekstur tanah    | Kecepatan Infiltrasi (mm/Jam) | Kriteria      |
|------------------|-------------------------------|---------------|
| Pasir berlempung | 25 – 50                       | Sangat cepat  |
| Lempung          | 12,5 – 25                     | Cepat         |
| Lempung berdebu  | 7,5 – 15                      | Sedang        |
| Lempung berliat  | 0,5 - 2,5                     | Lambat        |
| Liat             | < 0,5                         | Sangat lambat |

(Sumber : Sitanala Arsyad, 1976)

#### 4. Tata guna tanah

Tata guna tanah akan berpengaruh terhadap presentasi air yang meresap ke dalam tanah dengan aliran permukaan. Pada tanah yang banyak tertutup beton bangunan, air hujan yang mengalir di permukaan tanah akan lebih besar dibandingkan dengan air yang meresap ke dalam tanah. Dengan demikian, di lahan yang penduduknya padat, sumur resapan harus dibuat lebih banyak dan lebih besar volumenya. Hubungan antara tata guna tanah dengan daya resap tanah terhadap air hujan disajikan pada tabel.

Tabel 2.4 Hubungan tataguna tanah dengan daya resap tanah

| Tata guna tanah ( <i>land use</i> )                    | Daya resap tanah terhadap air hujan (%) |
|--|---|
| Daerah hutan, pekarangan lebat, kebun, ladang berumput | 80 - 100                                |
| Daerah taman kota                                      | 75 - 95                                 |
| Jalan tanah  | 40 - 85                                 |
| Jalan aspal, lantai beton                              | 10 - 15                                 |
| Daerah dengan bangunan terpencar                       | 30 - 70                                 |
| Daerah pemukiman agak padat                            | 5 - 30                                  |
| Daerah pemukiman padat                                 | 10 - 30                                 |

(Sumber : Kusnaedi, 2011)

## 2.6 Perencanaan Sumur Resapan

1. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 8456 : 2017, dapat diketahui bahwa persyaratan umum yang harus dipenuhi sebuah sumur resapan adalah sebagai berikut:
  - a. Sumur resapan dan parit resapan air hujan ditempatkan pada lahan yang relatif datar dengan kemiringan maksimum  $< 2\%$ ;
  - b. Air yang masuk kedalam sumur resapan dan parit resapan adalah limpasan air hujan;
  - c. Penempatan sumur dan parit resapan air hujan harus mempertimbangkan keamanan bangunan sekitarnya;
  - d. Sumur resapan dan parit resapan air hujan bisa dibuat secara individual dan komunal;

- e. Harus memperhatikan peraturan daerah setempat;
- f. Hal-hal yang tidak memenuhi ketentuan ini harus disetujui oleh instansi yang berwenang.

## 2. Permeabilitas Tanah

Struktur tanah yang digunakan harus mempunyai nilai koefisien permeabilitas tanah  $> 2,0$  cm/jam, dengan klasifikasi sebagai berikut :

- a. nilai permeabilitas tanah sedang (jenis tanah lanau, 2,0 - 3,6 cm/jam atau 0,48 - 0,864 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari); .
- b. nilai permeabilitas tanah agak cepat (jenis tanah pasir halus, 3,6 - 36 cm/jam atau 0,864 - 8,64 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari);
- c. nilai permeabilitas tanah cepat (jenis tanah pasir kasar, lebih besar 36 cm/jam atau 8,64 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari).

## 3. Penempatan Sumur Resapan

Penempatan Sumur Resapan air hujan yang dimaksud ialah jarak terhadap tanki septik, bidang resapan tanki septik atau saluran air limbah, Sumur Resapan air hujan atau sumur air bersih lainnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.5 Jarak minimum sumur resapan air hujan terhadap bangunan

| No | Jenis Bangunan                              | Sumur Resapan Air Hujan (m) | Parit Resapan Air Hujan (m) |
|----|---|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. | Pondasi bangunan/ tangki septic             | 1                           | 1                           |
| 2. | Bidang resapan/ sumur resapan tangki septic | 5                           | 5                           |
| 3. | Sumur resapan air hujan/ sumur air bersih   | 3                           | -                           |

Sumber : (SNI) No. 8456 : 2017)

## 4. Konstruksi Sumur Resapan

Bentuk dan jenis bangunan sumur resapan dapat dibuat berbentuk segi empat maupun silinder dengan kedalaman tertentu dan dasar sumur terletak diatas permukaan air tanah. Menurut Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum menetapkan data teknis sumur resapan air sebagai berikut :

- a. Ukuran maksimum diameter 1,4 meter.
- b. Ukuran pipa masuk diameter 110 mm.
- c. Ukuran pipa pelimpahan diameter 110 mm.
- d. Ukuran kedalaman 1,5 sampai dengan 3 meter.
- e. Dinding dibuat pas. Bata atau batako campuran 1 semen: 4 Pasir tanpa semen.
- f. Rongga sumur resapan diisi dengan batuan kosong 20/20 setebal 40 cm.
- g. Penutup sumur resapan dari plat beton dengan tebal 10 cm dengan campuran 1semen: 2pasir: 3kerikil.

Sumur resapan air hujan harus dibuat dengan konstruksi tahan terhadap tekanan tanah pada kedalaman tertentu. Beberapa jenis tipe dan konstruksi sumur resapan air hujan dan peruntukannya menurut teknis tata carapenepatan drainase berwawasan lingkungan di kawasan permukiman, 2002. Berikut adalah jenis dan tipe sumur resapan:

- a. Tipe I, dengan dinding tanah. Tipe ini diterapkan pada kedalaman tanah 1,50 m, untuk jenis tanah geluh kelanauan.
- b. Tipe II, dengan dinding pas. Batako atau bata tanpa diplaster, dan siantara pasangannya diberi lubang. Tipe ini diterapkan pada kedalaman 3 m, untuk semua jenis tanah.
- c. Tipe III, dengan dinding bius beton porous/ tidak berporous dan pad ujung permukaan sambungan diberi celah lubang. Tipe ini diterapkan pada kedalaman maksimum sampai dengan permukaan air tanah berpasir.
- d. Tipe IV, dengan bius beton berlubang. Tipe ini digunakan pada kedalaman maksimum sampai dengan permukaan air tanah, untuk jenis tanah berpasir.

Ada pun menurut penjelasan diatas penulis mengambil asumsi untuk pembuatan sumur resapan di Desa Yosorati menggunakan Tipe III, dikarenakan lebih mudah pengerjaannya.

Perhitungan sumur resapan air hujan sesuai dengan SNI No. 03-2453-2002, antara lain :

1. Volume andil banjir

Volume andil banjir adalah volume air hujan yang jatuh ke bidang tanah kemudian akan dilimpaskan ke sumur resapan air hujan. Rumus yang digunakan :

$$V_{ab} = 0,85 \times C_{tadah} \times A_{tadah} \times R \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

$V_{ab}$  = volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan ( $m^3$ )

$C_{tadah}$  = koefisien limpasan dari bidang tanah ( tanpa satuan )

$A_{tadah}$  = luas bidang tanah ( $m^2$ )

$R$  = tinggi hujan harian rata – rata (  $L/m^2/hari$  )

## 2. Volume air hujan yang meresap

Untuk menghitung volume air hujan yang meresap digunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{rsp} = t_e \cdot 24 \times A_{total} \times k \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :

$V_{rsp}$  = volume air hujan yang meresapa ( $m^3$ )

$t_e$  = durasi hujan efektif (jam) =  $0,9 \cdot R^{0,2}/60$

$A_{total}$  = luas dinding sumur + luas alas sumur ( $m^2$ )

$k$  = koefisien permeabilitas tanah (m/hari)

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan tentang beberapa aspek yang berkaitan dengan metode penelitian, yang akan digunakan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Beberapa aspek tersebut meliputi: tempat penelitian, sumber data, dan metode pengumpulan data serta teknik pengolahan data. Data-data tersebut diolah dengan tahapan pengolahan data yang telah ditentukan. Dari hasil pengolahan data nantinya akan menghasilkan suatu kesimpulan akhir dari penelitian ini.

#### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

##### 3.1.1 Waktu Penelitian

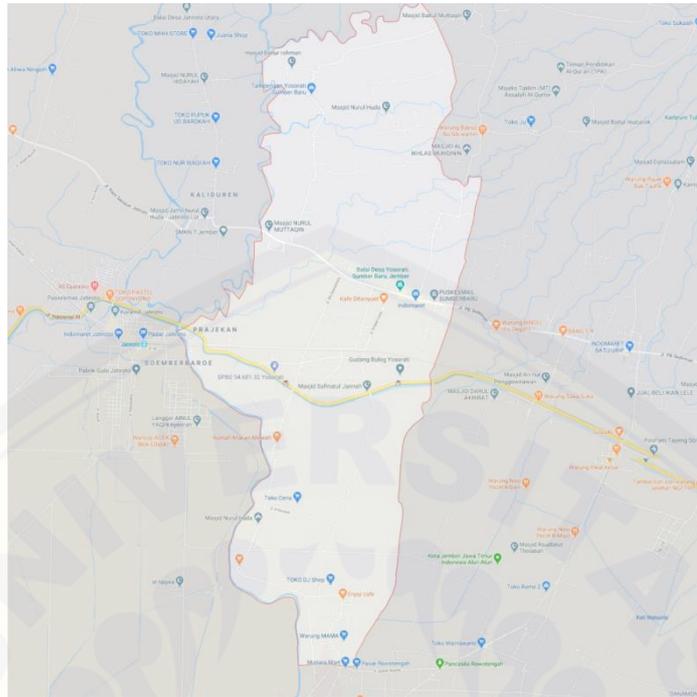
Penelitian dalam proyek akhir ini akan dilakukan pada bulan Februari 2020 sampai Juni 2020. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rencana Waktu Kegiatan Penelitian

| NO | TAHAP                       | FEBRUARI |    |     |    | MARET |    |     |    | APRIL |    |     |    | MEI |    |     |    | JUNI |    |     |    |   |
|----|-----------------------------|----------|----|-----|----|-------|----|-----|----|-------|----|-----|----|-----|----|-----|----|------|----|-----|----|---|
|    |                             | I        | II | III | IV | I     | II | III | IV | I     | II | III | IV | I   | II | III | IV | I    | II | III | IV |   |
| 1. | Survei Lapangan             |          | ■  |     |    |       |    |     |    |       |    |     |    |     |    |     |    |      |    |     |    |   |
| 2. | Studi Pustaka               |          |    | ■   | ■  |       |    |     |    |       |    |     |    |     |    |     |    |      |    |     |    |   |
| 3. | Penyusunan Proposal         |          |    |     |    | ■     | ■  | ■   | ■  |       |    |     |    |     |    |     |    |      |    |     |    |   |
| 4. | Seminar Proposal            |          |    |     |    |       |    |     | ■  |       |    |     |    |     |    |     |    |      |    |     |    |   |
| 5. | Pengumpulan Data            |          |    |     |    |       |    |     |    | ■     | ■  | ■   |    |     |    |     |    |      |    |     |    |   |
| 6. | Pengolahan Data             |          |    |     |    |       |    |     |    |       | ■  | ■   | ■  | ■   |    |     |    |      |    |     |    |   |
| 7. | Penyusunan Hasil Penelitian |          |    |     |    |       |    |     |    |       |    |     |    | ■   | ■  | ■   | ■  |      |    |     |    |   |
| 8. | Seminar Penelitian          |          |    |     |    |       |    |     |    |       |    |     |    |     |    |     |    |      |    |     | ■  |   |
| 9. | Sidang Proyek Akhir         |          |    |     |    |       |    |     |    |       |    |     |    |     |    |     |    |      |    |     |    | ■ |

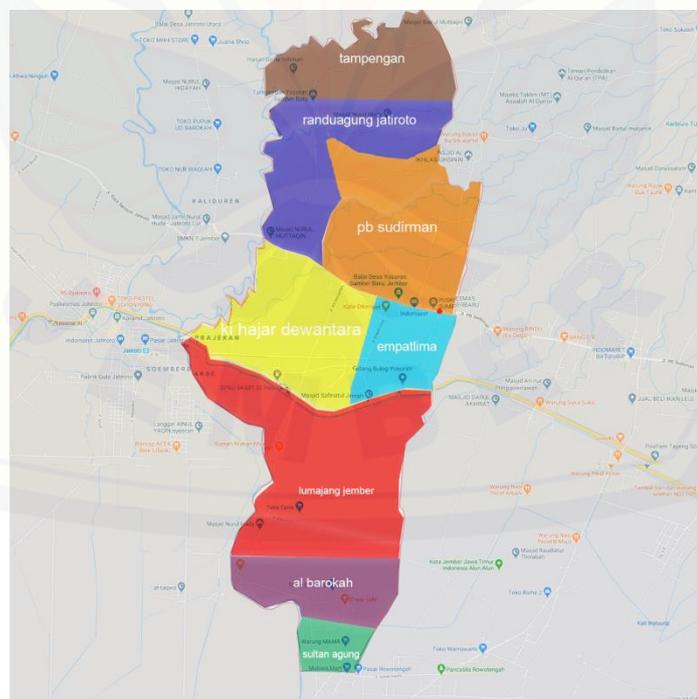
##### 3.1.2 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian dilakukan di Desa Yosorati, Kecamatan Sumberbaru, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur, dengan luas wilayah sebesar 14.120000 m<sup>2</sup>. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Peta Lokasi Penelitian

(Sumber :Google Maps)



**Gambar 3.2** Peta Penempatan Titik Sumur Resapan

(Sumber :Google Maps)

### 3.2 Sumber Data Penelitian

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data yang bersumber dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Jember dan data dari hasil survei di tempat penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data Primer

Data primer yang dimaksudkan adalah data yang diperoleh dari survei secara langsung di tempat penelitian. Dalam penelitian ini data primer yang digunakan adalah data hasil uji permeabilitas tanah di Desa Yosorati.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang dimaksudkan adalah data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait dalam penelitian. Dalam hal ini instansi terkait dalam pengumpulan data sekunder adalah Dinas PU Pengairan Kabupaten Jember dan Dinas Pengairan Sumberbaru. Data tersebut adalah data curah hujan selama 10 tahun mulai 2010 sampai 2019 di wilayah Kecamatan Sumberbaru, Kabupaten Jember.

### 3.3 Metode Pengumpulan Data Penelitian

#### 3.3.1 Konsultasi dan Studi Kepustakaan

Tahap awal dari penelitian ini adalah berkonsultasi dengan dosen mengenai judul dan materi yang akan dibahas dalam penelitian. Kemudian mencari sumber referensi melalui studi literatur yang terkait dengan judul dan materi yang akan dibahas dalam penelitian, sehingga dapat mempermudah dalam pengumpulan data, pengolahan data maupun dalam penyusunan hasil penelitian.

#### 3.3.2 Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk mencari dan memperoleh data riil yang akan diteliti secara langsung di tempat penelitian. Data riil tersebut berupa letak, lokasi, permasalahan-permasalahan lokasi tersebut dan dokumentasi. Dalam survei lapangan ini menggunakan beberapa alat dan bahan untuk penelitian. Alat dan bahan tersebut berupa:

1. Bor Tangan ( Bor jenis Iwan  $\varnothing$  10 cm dengan mata bor helical ).
2. Kepala pengambil contoh 6,8 cm dengan kuncinya.
3. Satu set stang bor.

4. Satu set pipa pelindung (casing) dengan sepatu dan dongkrak pencabut pipa.
5. Kantong plastik.
6. Pemutar stang bor, obeng, dan kunci pipa
7. Tabung contoh ukuran  $\varnothing$  6,8 cm dan panjang 40 cm.
8. Alat penetapan Permeabilitas (permeameter) dan Ring.
9. *Stopwatch* , penggaris, pensil, kertas dan lembaran data.

### 3.4 Analisis Curah Hujan Rata-rata

Data hujan yang didapatkan dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat saja. Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat, maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum tentu dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Diperlukan hujan rata-rata kawasan yang diperoleh dari rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di sekitar wilayah tersebut. Salah satunya dengan cara metode Rata-rata aljabar (Suripin, 2004).

### 3.5 Analisis Frekuensi

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampau. Analisis frekuensi diperlukan untuk memperkirakan hujan rancangan dengan kemungkinan paling tinggi pada tahun tertentu. Dalam analisis frekuensi ada empat jenis distribusi yang banyak digunakan antara lain: distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log-person III, dan distribusi gumbel (Suripin, 2004).

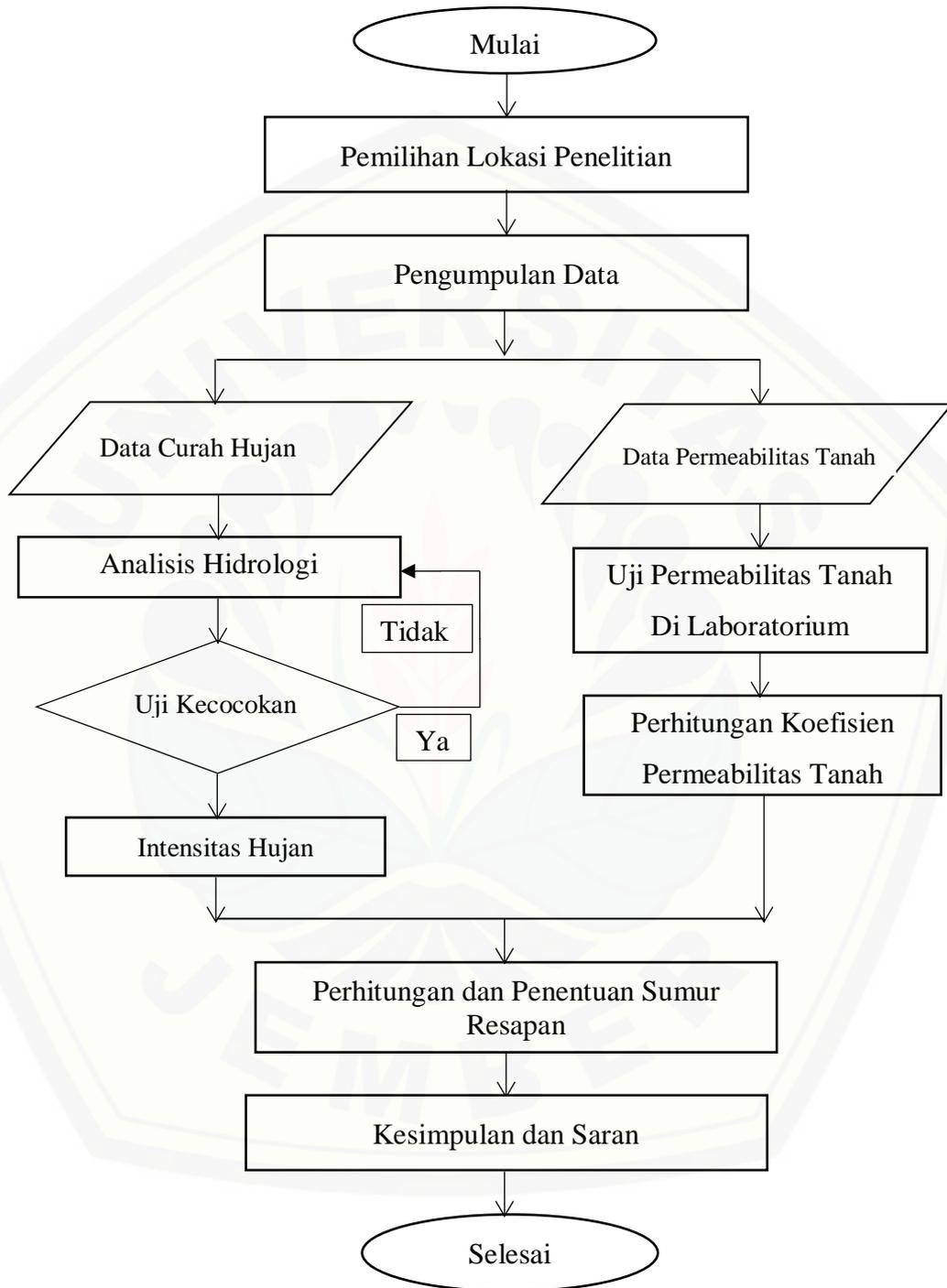
### 3.6 Uji Kecocokan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan analisis frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering digunakan adalah *ujichi-kuadrat* dan uji *smirnov-kolmogorov*.

### 3.7 Analisis Intensitas Curah Hujan

Untuk menghitung intensitas curah hujan maksimum pada periode ulang tertentu. Maka intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus mononobe (Suripin, 2004).

### 3.8 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Proyek Akhir

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil dari pengujian tanah yang telah dilakukan di lapangan, maka diketahui bahwa di desa Yosorati memiliki nilai permeabilitas yaitu pada sampel 1 didapatkan nilai (k) percobaan pada suhu 29°C adalah  $2,900 \times 10^{-3}$  cm/s. Dan pada sampel 2 didapatkan nilai (k) percobaan pada suhu 29°C adalah  $2,372 \times 10^{-3}$  cm/s. Sedangkan pada sampel 3 didapatkan nilai (k) percobaan pada suhu 29°C adalah  $1,448 \times 10^{-3}$  cm/s. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien permeabilitas yang didapat dari ketiga sampel adalah  $2,240 \times 10^{-3}$  cm/s = 806,4 cm/jam. Sehingga dapat dikatakan bahwa permeabilitas tanah termasuk kelas 2 dengan tingkat permeabilitas agak cepat.

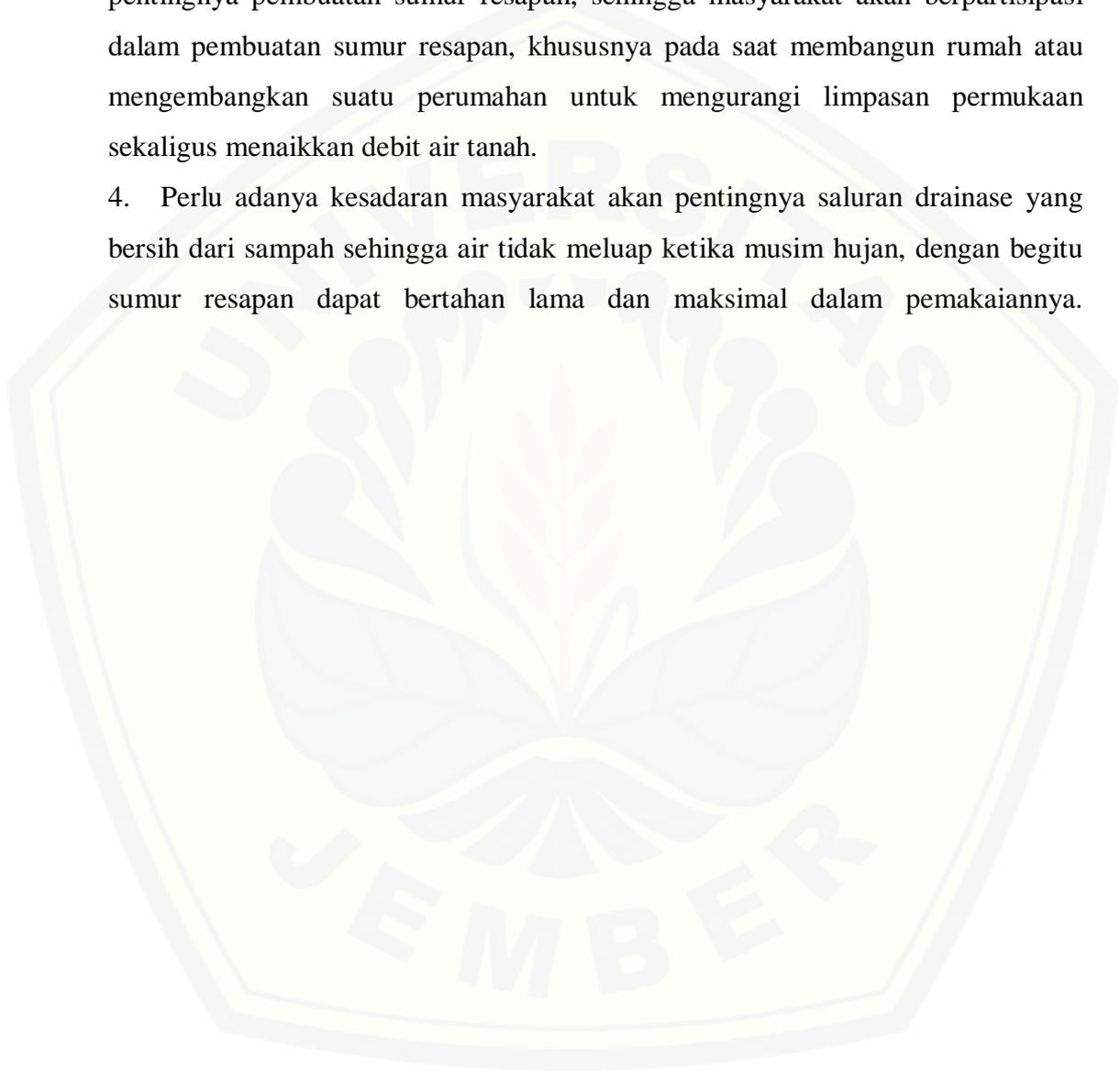
2. Pembangunan perumahan dan kawasan pemukiman dapat menimbulkan permasalahan, salah satunya berupa genangan atau banjir untuk mengatasi permasalahan genangan air atau banjir yang disebabkan karena perubahan alih fungsi dari sawah ke permukiman atau pemukiman yaitu perlu adanya pembuatan sumur resapan untuk mengatasinya. Jumlah sumur resapan yang dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di Desa Yosorati sebanyak 933 buah sumur resapan dengan diameter 1 meter dan kedalaman 3 meter menggunakan konstruksi dinding buis beton dengan penempatan sesuai desain Sumur Resapan menurut SNI 06-2405-1991 Tentang Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Perkarangan, dengan menggunakan perhitungan tiap 500 m<sup>2</sup> luas bangunan dibutuhkan 11 buah sumur resapan.

### 5.2 Saran

Dari analisis data yang telah dilakukan dan dari kesimpulan yang diperoleh maka berikut merupakan saran untuk

1. Perlu adanya penelitian lanjutan terhadap pembuatan dan penerapan sumur resapan khususnya di desa yosorati kecamatan sumberbaru.

2. Dalam perencanaan sumur resapan harus memperhatikan batasan-batasan jarak yang dianjurkan dengan bangunan lain agar tidak menimbulkan dampak negative bagi lingkungan sekitar.
3. Memberikan sosialisasi tentang Sumur Resapan agar masyarakat paham akan pentingnya pembuatan sumur resapan, sehingga masyarakat akan berpartisipasi dalam pembuatan sumur resapan, khususnya pada saat membangun rumah atau mengembangkan suatu perumahan untuk mengurangi limpasan permukaan sekaligus menaikkan debit air tanah.
4. Perlu adanya kesadaran masyarakat akan pentingnya saluran drainase yang bersih dari sampah sehingga air tidak meluap ketika musim hujan, dengan begitu sumur resapan dapat bertahan lama dan maksimal dalam pemakaiannya.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Arafat, Yassir. 2008. *Reduksi Beban Aliran Drainase Permukaan dengan Menggunakan Sumur Resapan*. Jurnal SMARTek, Vol. 06, No. 03.
- Bahunta , Waspodu. 2019. *Rancangan Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Upaya Pengurangan Limpasan di Kampung Babakan, Cibinong, Kabupaten Bogor*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol. 04, No. 01, April.
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset
- Blogspot.com. (2013, 28 Februari).*Sumur Resapan*. Diakses pada 2 Maret 2020, dari [http://sumurresapancatra.blogspot.com/2013/02/standarisasi-dan-jenis-jenis-sumur\\_23.html](http://sumurresapancatra.blogspot.com/2013/02/standarisasi-dan-jenis-jenis-sumur_23.html)
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2017. Sumur dan Parit Resapan Air Hujan. SNI 8456:2017 . Jakarta (ID): BSN.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional.2002. *Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*. SNI 03-2453-2002. Jakarta (ID): BSN.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional.1991. *Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*. SNI 06-2405-1991. Jakarta (ID): BSN.
- BR, Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- C.D. Soemarto. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional
- e-journal.ac.id. (2020). *Bab II Tinjauan Pustaka*. Diakses pada 2 Maret 2020, dari <http://e-journal.uajy.ac.id/8397/3/TS213854.pdf>
- Foresteract.com. (2018, 5 Februari).*Sumur Resapan: Pengertian, Manfaat, Jenis dan Pembuatan*. Diakses pada 2 Maret 2020, dari <https://foresteract.com/sumur-resapan/>
- Jamulya dan Suratman Worosuprojo. 1983. *Pengantar Geografi Tanah*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Kusnaedi. 2011. *Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Kusnaedi. 1995. *Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Rachman AR, Suhardjono, Juwono PT. 2014. *Studi pengendalian banjir di Kecamatan Kepanjen dengan sumur resapan*. Jurnal Teknik Pengairan. 5 (1): 79–90.

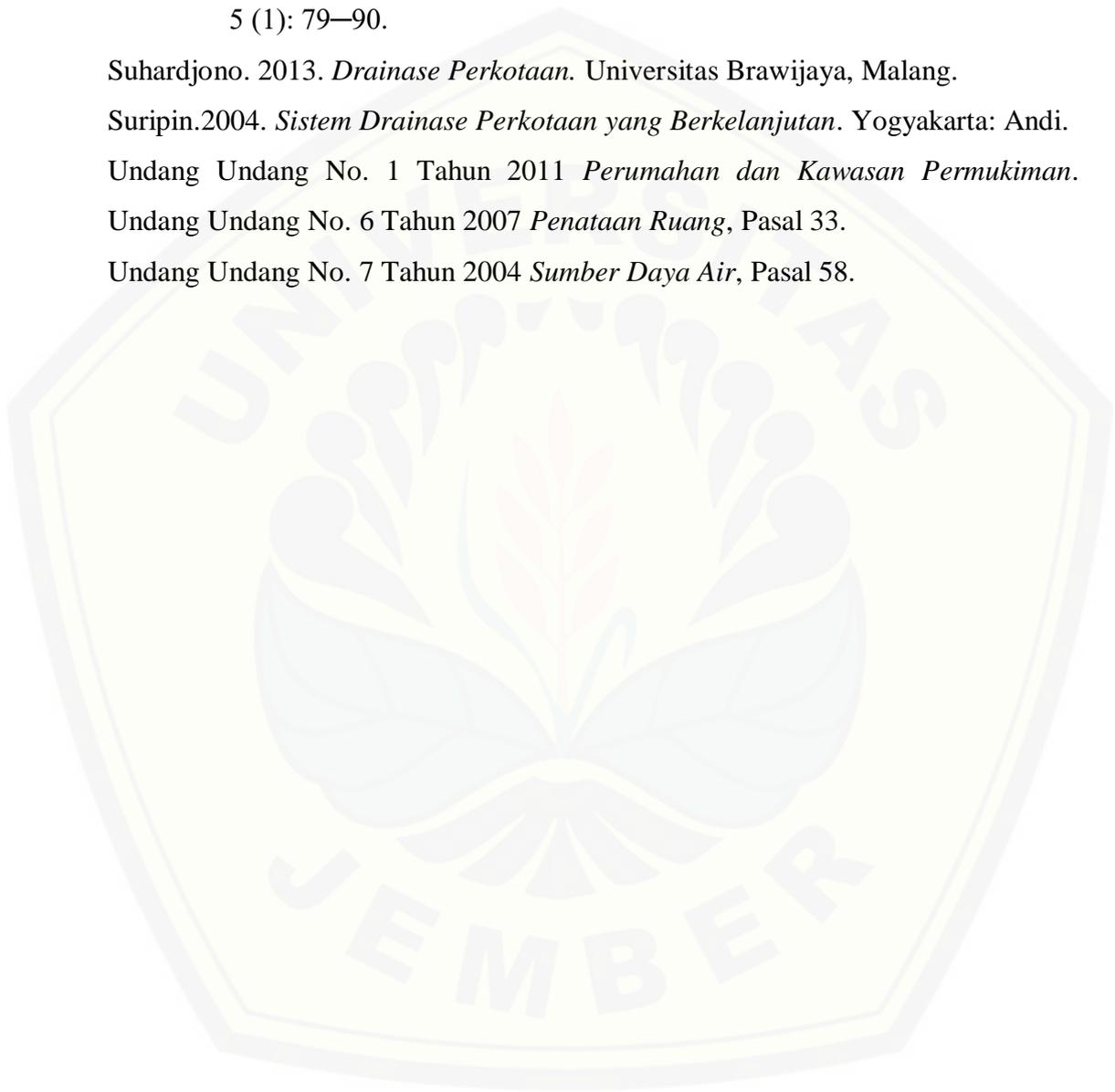
Suhardjono. 2013. *Drainase Perkotaan*. Universitas Brawijaya, Malang.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.

Undang Undang No. 1 Tahun 2011 *Perumahan dan Kawasan Permukiman*.

Undang Undang No. 6 Tahun 2007 *Penataan Ruang*, Pasal 33.

Undang Undang No. 7 Tahun 2004 *Sumber Daya Air*, Pasal 58.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Kelas Permeabilitas Tanah

| Kelas | Tingkat Permeabilitas | Kecepatan (cm/Jam) |
|-------|-----------------------|--------------------|
| 1     | Sedang                | 2,0 – 6,5          |
| 2     | Agak Cepat            | 6,5 – 12,5         |
| 3     | Cepat                 | > 12,5             |

(Sumber : SNI 06-2405-1991)

### Lampiran 2. Jumlah Sumur Resapan yang harus dibuat berdasarkan kondisi permeabilitas dan luas bidang tanah

| No | Luas Bidang tanah (m <sup>2</sup> ) | Jumlah Sumur Resapan |        |                           |        |                     |        |
|----|-------------------------------------|----------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------|--------|
|    |                                     | Permeabilitas sedang |        | Permeabilitas agak sedang |        | Permeabilitas cepat |        |
|    |                                     | 80 cm                | 140 cm | 80 cm                     | 140 cm | 80 cm               | 140 cm |
| 1  | 20                                  | 1                    | -      | -                         | -      | -                   | -      |
| 2  | 30                                  | 1                    | -      | 1                         | -      | -                   | -      |
| 3  | 40                                  | 2                    | 1      | 1                         | -      | -                   | -      |
| 4  | 50                                  | 2                    | 1      | 1                         | -      | 1                   | -      |
| 5  | 60                                  | 2                    | 1      | 1                         | -      | 1                   | -      |
| 6  | 70                                  | 3                    | 1      | 2                         | 1      | 1                   | -      |
| 7  | 80                                  | 3                    | 2      | 2                         | 1      | 1                   | -      |
| 8  | 90                                  | 3                    | 2      | 2                         | 1      | 2                   | 1      |
| 9  | 100                                 | 4                    | 2      | 2                         | 1      | 2                   | 1      |
| 10 | 200                                 | 8                    | 3      | 4                         | 2      | 3                   | 2      |
| 11 | 300                                 | 12                   | 5      | 7                         | 3      | 5                   | 2      |
| 12 | 400                                 | 15                   | 6      | 9                         | 4      | 6                   | 3      |
| 13 | 500                                 | 19                   | 8      | 11                        | 5      | 7                   | 4      |

(Sumber : Kusnaedi, 2011)

### Lampiran 3. Jarak minimum sumur resapan air hujan terhadap bangunan

| No | Jenis Bangunan        | Sumur Resapan Air Hujan (m) | Parit Resapan Air Hujan (m)     |
|----|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
|    |                       | 1.                          | Pondasi bangunan/ tangki septic |
| 2. | Bidang resapan/ sumur | 5                           | 5                               |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
|    | resapan tangki septic                        |   |   |
| 3. | Sumur resapan air hujan/<br>sumur air bersih | 3 | - |

(Sumber : (SNI) No. 8456 : 2017)

#### Lampiran 4. Rerata Aljabar

| DATA CURAH HUJAN |       |                 |                |                  |                       |
|------------------|-------|-----------------|----------------|------------------|-----------------------|
| NO               | Tahun | Sta<br>Watuurip | Sta<br>Tanggul | Sta<br>Darungan  | Curah<br>hujan max    |
| 1                | 2010  | 96              | 89             | 105              | 96,67                 |
| 2                | 2011  | 197             | 135            | 146              | 159,33                |
| 3                | 2012  | 117             | 111            | 118              | 115,33                |
| 4                | 2013  | 103             | 119            | 190              | 137,33                |
| 5                | 2014  | 126             | 87             | 97               | 103,33                |
| 6                | 2015  | 67              | 80             | 120              | 89,00                 |
| 7                | 2016  | 113             | 150            | 150              | 137,67                |
| 8                | 2017  | 83              | 130            | 145              | 119,33                |
| 9                | 2018  | 141             | 156            | 145              | 147,33                |
| 10               | 2019  | 87              | 105            | 109              | 100,33                |
|                  |       |                 |                | Rerata<br>jumlah | 120,5667<br>1205,6667 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### Lampiran 5. Hasil Perhitungan Parameter Statistik

| No | Tahun  | Xi      | $Xi - \bar{X}$ | $(Xi - \bar{X})^2$ | $(Xi - \bar{X})^3$ |
|----|--------|---------|----------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 2015   | 89,00   | -31,57         | 996,4755           | -31455,74          |
| 2  | 2010   | 96,67   | -23,90         | 571,0666           | -13646,78          |
| 3  | 2019   | 100,33  | -20,24         | 409,5362           | -8287,783          |
| 4  | 2014   | 103,33  | -17,24         | 297,1142           | -5121,357          |
| 5  | 2012   | 115,33  | -5,24          | 27,42617           | -143,6308          |
| 6  | 2017   | 119,33  | -1,24          | 1,530169           | -1,892819          |
| 7  | 2013   | 137,33  | 16,76          | 280,9982           | 4710,3723          |
| 8  | 2016   | 137,67  | 17,10          | 292,5126           | 5002,8432          |
| 9  | 2018   | 147,33  | 26,76          | 716,2582           | 19169,217          |
| 10 | 2011   | 159,33  | 38,76          | 1502,57            | 58244,127          |
|    | Jumlah | 1205,65 | -0,02          | 5095,49            | 28469,38           |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

## Lampiran 6. Perhitungan Curah Hujan Metode Log-Pearson III

| No        | Xi        | log Xi  | (log Xi -<br>log Xi) | (log Xi -<br>log Xi) <sup>2</sup> | (log Xi -<br>log Xi) <sup>3</sup> | (log Xi -<br>log Xi) <sup>4</sup> |
|-----------|-----------|---------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1         | 89,0000   | 1,9494  | -0,1242              | 0,0154                            | -0,0019                           | 0,0002                            |
| 2         | 96,6667   | 1,9853  | -0,0884              | 0,0078                            | -0,0007                           | 0,0001                            |
| 3         | 100,3333  | 2,0014  | -0,0722              | 0,0052                            | -0,0004                           | 0,0000                            |
| 4         | 103,3333  | 2,0142  | -0,0594              | 0,0035                            | -0,0002                           | 0,0000                            |
| 5         | 115,3333  | 2,0620  | -0,0117              | 0,0001                            | 0,0000                            | 0,0000                            |
| 6         | 119,3333  | 2,0768  | 0,0031               | 0,0000                            | 0,0000                            | 0,0000                            |
| 7         | 137,3333  | 2,1378  | 0,0641               | 0,0041                            | 0,0003                            | 0,0000                            |
| 8         | 137,6667  | 2,1388  | 0,0652               | 0,0043                            | 0,0003                            | 0,0000                            |
| 9         | 147,3333  | 2,1683  | 0,0947               | 0,0090                            | 0,0008                            | 0,0001                            |
| 10        | 159,3333  | 2,2023  | 0,1287               | 0,0166                            | 0,0021                            | 0,0003                            |
| jumlah    | 1205,6667 | 20,7363 | 0,0000               | 0,0660                            | 0,0003                            | 0,0007                            |
| rata-rata | 120,5667  | 2,0736  | 0,0000               | 0,0066                            | 0,0000                            | 0,0001                            |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

## Lampiran 7. Perhitungan Rencana dengan Periode Ulang T Tahun

| T  | log $\bar{x}$ | G     | K      | s     | Log $X_T$ | $X_T$   |
|----|---------------|-------|--------|-------|-----------|---------|
| 2  | 2,0736        | 0,655 | -0,099 | 0,086 | 2,065     | 116,185 |
| 5  | 2,0736        | 0,655 | 0,8    | 0,086 | 2,142     | 138,721 |
| 10 | 2,0736        | 0,655 | 1,328  | 0,086 | 2,187     | 153,943 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

## Lampiran 8. Hasil Perhitungan Permeabilitas di Titik 1

| No | Test No.                  |                 | 1       | 2       |
|----|---------------------------|-----------------|---------|---------|
| 1  | Permeameter               |                 |         |         |
|    | Diameter, D               | cm              | 6,415   | 6,415   |
|    | Area, A                   | cm <sup>2</sup> | 32,3209 | 32,3209 |
| 2  | Stand Pipe                |                 |         |         |
|    | Diameter, D               | cm              | 0,5     | 0,5     |
|    | Height                    | cm              | 92      | 92      |
|    | Area, A                   | cm <sup>2</sup> | 0,1963  | 0,1963  |
| 3  | Sample Length, L          | cm              | 6       | 6       |
| 4  | Q, quantity of fluid flow | cm <sup>3</sup> | 100     | 100     |

|   |  |        |                        |                        |
|---|--|--------|------------------------|------------------------|
| 5 | Temperature, T                             | °C     | 29°                    | 29°                    |
| 6 | Elapsed Time for Flow<br>from $h_0$ to $h$ | sec    | 5461                   | 5565                   |
| 7 | Permeability at T °C                       | cm/sec | $2,927 \times 10^{-3}$ | $2,873 \times 10^{-3}$ |
| 8 | Average Coefficient of Permeability        |        | $2,900 \times 10^{-3}$ |                        |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

## Lampiran 9. Hasil Perhitungan Permeabilitas di Titik 2

| No | Test No.                                   |                 | 1                      | 2                      |
|----|--|-----------------|------------------------|------------------------|
| 1  | Permeameter                                |                 |                        |                        |
|    | Diameter, D                                | cm              | 6,415                  | 6,415                  |
|    | Area, A                                    | cm <sup>2</sup> | 32,3209                | 32,3209                |
| 2  | Stand Pipe                                 |                 |                        |                        |
|    | Diameter, D                                | cm              | 0,5                    | 0,5                    |
|    | Height                                     | cm              | 92                     | 92                     |
|    | Area, A                                    | cm <sup>2</sup> | 0,1963                 | 0,1963                 |
| 3  | Sample Length, L                           | cm              | 6                      | 6                      |
| 4  | Q, quantity of fluid flow                  | cm <sup>3</sup> | 100                    | 100                    |
| 5  | Temperature, T                             | °C              | 29°                    | 29°                    |
| 6  | Elapsed Time for Flow<br>from $h_0$ to $h$ | sec             | 6454                   | 7050                   |
| 7  | Permeability at T °C                       | cm/sec          | $2,477 \times 10^{-3}$ | $2,267 \times 10^{-3}$ |
| 8  | Average Coefficient of Permeability        |                 | $2,372 \times 10^{-3}$ |                        |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

## Lampiran 10. Hasil Perhitungan Permeabilitas di Titik 3

| No | Test No.    |                 | 1       | 2       |
|----|-------------|-----------------|---------|---------|
| 1  | Permeameter |                 |         |         |
|    | Diameter, D | cm              | 6,415   | 6,415   |
|    | Area, A     | cm <sup>2</sup> | 32,3209 | 32,3209 |
| 2  | Stand Pipe  |                 |         |         |
|    | Diameter, D | cm              | 0,5     | 0,5     |

|   |                                     |                 |                         |                          |
|---|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|
|   | Height                              | cm              | 92                      | 92                       |
|   | Area, A                             | cm <sup>2</sup> | 0,1963                  | 0,1963                   |
| 3 | Sample Length, L                    | cm              | 6                       | 6                        |
| 4 | Q, quantity of fluid flow           | cm <sup>3</sup> | 100                     | 100                      |
| 5 | Temperature, T                      | °C              | 29°                     | 29°                      |
| 6 | Elapsed Time for Flow               |                 |                         |                          |
|   | from h <sub>0</sub> to h            | sec             | 10647                   | 11466                    |
| 7 | Permeability at T °C                | cm/sec          | 1,501x 10 <sup>-3</sup> | 1,394 x 10 <sup>-3</sup> |
| 8 | Average Coefficient of Permeability |                 |                         | 1,448 x 10 <sup>-3</sup> |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### Lampiran 11. Kondisi Desa Yosorati Saat Terjadi Banjir



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2021)

#### Lampiran 12. Pengambilan data dengan alat Bor Tangan



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020)

Lampiran 13. Pengujian Permeabilitas di Laboratorium Fakultas Teknik



(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020)

