



**PERENCANAAN SUMUR RESAPAN AIR HUJAN DI DAERAH PADAT  
WILAYAH TERBANGUN DI KECAMATAN SUMBERSARI  
KABUPATEN JEMBER**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Sarah Safira  
NIM. 151910301066**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**PERENCANAAN SUMUR RESAPAN AIR HUJAN DI DAERAH PADAT WILAYAH  
TERBANGUN DI KECAMATAN SUMBERSARI KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi Tugas Akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Teknik Teknik Sipil  
di Fakultas Teknik Universitas Jember

Oleh :

Sarah Safira  
NIM. 151910301066

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

## PERSEMBAHAN

Di pengujung perjuangan dalam memperoleh gelar sarjana teknik sipil di Universitas Jember, saya persembahkan tugas akhir ini kepada:

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.
2. Kedua orang tua tercinta, Ibunda Ariyanti Hasibuan dan Ayahanda Dedi Ahmad Riyadi yang telah memberikan rasa kepercayaan dan dukungan penuh serta kasih sayang dalam setiap keputusan yang saya ambil serta setiap langkah yang saya tempuh.
3. Abangda M. Yuda Pratama S.T. yang dengan penuh wibawa dan pengorbanan yang tidak terukur nilainya dalam membimbing dan mengajari saya menjadi manusia sebagaimana manusia.
4. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku dosen pembimbing utama dan ibu Retno Utami Agung W.,ST.,M.Eng.,Ph.D selaku dosen pembimbing anggota yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Wiwik Yunarni Widiarti S.T., M.T. dan Ibu Yuliana Sukarmawati S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberi kritik dan saran yang membangun sehingga dapat menyempurnakan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku dosen pembimbing akademik yang tanpa henti memberikan motivasi dalam menjalani masa perkuliahan.
7. Saudara Dandy Wahyu Irwanto, Kartika Dewi Ambar Wati, dan Dwi Ario Prabowo yang telah banyak membantu dan memberi dukungan dalam penyelesaian tugas semasa perkuliahan hingga pengerjaan skripsi ini selesai.
8. Keluarga Besar “Kupu-Kupu 2015” Teknik Sipil Universitas Jember dan Paguyuban mahasiswa Sumatera IMLABS yang menemani selama menempuh masa perkuliahan saya sedari masa mahasiswa baru sampai masa mahasiswa tingkat akhir.
9. Rekan satu atap di ranah perantauan ulfa, Balqis, Ambar, Ajeng dan Anggi yang menemani hari-hari saya selama menjadi mahasiswa.
10. Sahabat-sahabat KKN 057 Desa Biting yang telah menemani belajar dalam menjalani kehidupan bermasyarakat.

**MOTTO**

*Yaa Allah, tidak ada kemudahan kecuali apa yang Engkau jadikan mudah. Sedang yang sulit bisa Engkau jadikan mudah, apabila Engkau menghendakinya menjadi mudah.*

(HR. Ibnu Hibban. Kitab shohih no.2427)<sup>\*)</sup>

*There's nothing you should give up on, just because you've lost your way.*

(Bang Yongguk)

*Let's be a realist, but let's dream impossible dreams.*

(Bang Yongguk)

*Life is only a path full of efforts.*

(Byun Baekhyun)

---

<sup>\*)</sup> HR. Ibnu Hibban. Kitab shohih no.2427. Dishohihkan ‘Abdul Qodir Al-Arnauth dalam takhrij Al-Adzkar An-Nawawi hal.187. As-Silsilah Hadits Ash-Shohihah no.2886.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sarah Safira

NIM : 151910301066

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan di Daerah Padat Wilayah Terbangun di Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember*” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 09 Januari 2020

Yang menyatakan,

Sarah Safira

NIM. 151910301066

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN SUMUR RESAPAN AIR HUJAN DI DAERAH PADAT WILAYAH  
TERBANGUN DI KECAMATAN SUMBERSARI KABUPATEN JEMBER**

Oleh :

Sarah Safira  
NIM. 151910301066

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM

Dosen Pembimbing Anggota : Retno Utami Agung W.,ST.,M.Eng.,Ph.D



## PENGESAHAN


Skripsi berjudul “*Analisis Manfaat Sumur Resapan di Daerah Padat Wilayah Terbangun di Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember*” karya Sarah Safira telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Selasa, 09 Januari 2020  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember


Tim Pembimbing,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,



Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM  
NIP. 19661215 199503 2 001

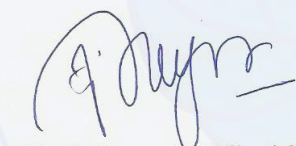


Retno Utami Agung W., ST., M.Eng., Ph.D  
NRP. 760017219

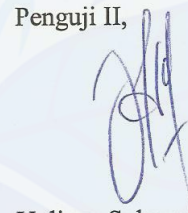
Tim Penguji,

Penguji I,

Penguji II,



Wiwik Yunarni Widiarti S.T., M.T  
NIP. 19700613 199802 2 001



Yuliana Sukarmawati S.T., M.T  
NIP. 760017041

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember



Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM.  
NIP. 19661215 199503 2 001

## RINGKASAN

**PERENCANAAN SUMUR RESAPAN AIR HUJAN DI DAERAH PADAT WILAYAH TERBANGUN DI KECAMATAN SUMBERSARI KABUPATEN JEMBER;** Sarah Safira, 151910301066, 2020; Program S1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Akibat perkembangan pembangunan perkotaan seperti pada wilayah Sumbersari, menyebabkan berkurangnya lahan terbuka hijau sebagai tempat meresapnya air hujan ke dalam tanah, meningkatnya aliran air permukaan, dan tidak diimbangi dengan saluran drainase yang memadai, sehingga terjadi genangan air dan banjir. Kejadian banjir terbesar di kabupaten Jember terdapat di 3 kecamatan yang salah satunya berada di kecamatan Sumbersari dengan jumlah sebanyak 28 titik banjir yang tingginya berkisar 10-15 cm yang diidentifikasi disebabkan karena masalah kapasitas saluran dan penggunaan lahan. Dengan memanfaatkan genangan air yang sering terjadi, aliran air permukaan yang meningkat, ketersediaan lahan bebas yang sangat sempit perlu dilakukan perbaikan produksi air tanah melalui pengadaan daerah resapan air menggunakan sumur air resapan yang akan berpotensi menaikkan tinggi muka air tanah dengan menampung air permukaan untuk diteruskan ke dalam tanah.

Dalam pengerjaan analisis sumur resapan di daerah Sumbersari ini akan meninjau beberapa aspek yaitu mengidentifikasi angka permeabilitas tanah untuk setiap lokasi banjir yang diperkirakan akan dibangun sumur resapan, mengidentifikasi besarnya air yang mampu terserap ke dalam tanah apabila sumur resapan dibangun, serta efisiensi kelayakan sumur resapan pada lokasi yang akan ditempatkan berdasarkan ketersediaan lahan bebas dan bentuk sumur yang paling ideal berdasarkan aturan – aturan terlampir lainnya dalam SNI yang berlaku. Sistem perencanaan hingga disain sumur resapan mengacu pada peraturan resmi yaitu SNI tentang sistem pembangunan sumur resapan tahun 2002 dan 2017. Metode pengerjaan menggunakan beberapa metodologi diantaranya melakukan survey lapangan untuk mengetahui tinggi muka air tanah, mengidentifikasi fungsi sumur sebagai reduktor air untuk banjir rencana dan berdasarkan volume tangkapan air pada bidang tadah observasi pada lokasi untuk mengetahui ketersediaan lahan dan kondisi kepadatan, serta uji laboratorium untuk mengetahui besar permeabilitas tanahnya.



Berdasarkan hasil pengujian angka permeabilitasnya, hanya daerah Jalan Suprpto, S. Parman, Taman Gading, Muktisari, Gladak Pakem yang dapat dibangun sumur resapan air hujan karena memenuhi syarat SNI-8456-2017 yaitu angka permeabilitasnya harus diatas 2 cm/jam. Hasil dari analisis dan perhitungan yang dilakukan didapat jumlah air yang mampu terserap ke dalam tanah dengan adanya sumur resapan air hujan sebesar 44,532m<sup>3</sup>/hari dengan jumlah 7 – 9 sumur per titik lokasi banjir dengan bentuk persegi. Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan pada lokasi – lokasi banjir dengan mengamati lingkungan pinggir jalan dan sekitarnya dapat dilihat bahwa lokasi sangat padat baik rumah warga maupun pertokoan yang menutup permukaan tanahnya sehingga kedap air, namun masih terdapat area lahan bebas yang bisa dibangun sumur resapan di beberapa tempat seperti halaman pekarangan rumah warga, lahan muka pertokoan yang dipasang *paving block*, halaman depan mesjid, ataupun dipinggir jalan yang jaraknya ada yang mencukupi sesuai aturan pada SNI yang berlaku.

## SUMMARY

**THE PLANNING OF RAINWATER INFILTRATION WELLS FOR BUILT UP AREA IN THE SUB – DISTRICT SUMBERSARI, DISTRICT JEMBER;** Sarah Safira, 151910301066, 2020; Program S1 Degree Majoring in Civil Engineering, Faculty of Engineering, Jember University.

As a result of the development of urban development such as the Summersari region, it causes a reduction in green open land as a place to absorb rainwater into the ground, increase surface water flow, and is not matched by adequate drainage channels, resulting in standing water and floods. The biggest flood events in Jember were found in 3 districts, one of which was in Summersari sub-district with a total of 28 flood points which were around 10-15 cm in height which were identified due to channel capacity and land use problems. By utilizing frequent puddles, increased surface water flow, availability of very narrow free land, it is necessary to improve groundwater production through the procurement of water catchment areas using infiltration water wells that will potentially increase groundwater levels by storing surface water to be forwarded to in the ground.

In conducting the analysis of infiltration wells in Summersari, this area will review some several aspects, identifying the rate of soil permeability for each flood location which is expected to build infiltration wells, identifying the amount of water that can be absorbed into the soil when the infiltration well is built, as well as the efficiency of the infiltration well at the location to be placed based on the availability of green space and the most ideal form of wells based on other attached rules in the applicable SNI. The planning system up to the design of infiltration wells refers to the official regulations SNI on the construction of infiltration wells in 2002 and 2017. The method of work uses some methodologies including conducting field surveys to determine groundwater levels, identifying the function of wells as water reducer for flood plans and based on volume water catchment in the field of observation at the location to determine available land and density conditions, and laboratory tests to determine the permeability of the soil.

Based on the results of testing the permeability rate, only in the area of Jalan Suprpto, S. Parman, Taman Gading, Muktisari, Gladak Pakem that rainwater infiltration wells can be built because they meet the requirements of SNI-8456-2017 the permeability rate must be above 2 cm / hour.

The results of the analysis and calculations carried out obtained the amount of water that is able to be absorbed into the ground with the presence of rainwater infiltration wells of 44.532m<sup>3</sup> / day with a total of 7 – 9 wells per flood location point in a square shape. Based on the results of a survey that has been carried out at flood locations by observing the roadside and its surroundings it can be seen that the location is very dense both residents' houses and shops that cover the surface of the land so that it is waterproof, but there are still areas of free land that can be built infiltration wells in several places such as courtyards of residents' houses, land fronts of shops installed by paving blocks, front yards of mosques, or along roads with adequate distances by the applicable SNI regulations.



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Masalah .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Peneliti Terdahulu .....	3
2.2 Pengendalian Air Tanah .....	3
2.3 Sumur Resapan .....	4

<b>2.4 Curah Hujan Rancangan</b> .....	<b>5</b>
2.4.1 Metode Rata-Rata Aljabar .....	5
2.4.2 Metode Thiessen .....	5
2.4.3 Metode Isohyet.....	6
<b>2.5 Waktu Konsentrasi (Tc)</b> .....	<b>7</b>
<b>2.6 Permeabilitas Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Daya Serap Air ke Dalam Tanah</b> .....	<b>8</b>
2.6.1 Constant Head Permeameter .....	8
2.6.2 Falling Head Permeameter.....	9
<b>2.7 Debit Limpasan</b> .....	<b>9</b>
<b>2.8 Koefisien Limpasan (C)</b> .....	<b>10</b>
<b>2.9 Saluran Drainase</b> .....	<b>11</b>
2.9.1 Penampang Bentuk Trapesium .....	11
2.9.2 Penampang Bentuk Persegi .....	12
<b>2.10 Penempatan Lokasi Sumur Resapan</b> .....	<b>13</b>
<b>2.11 Perhitungan dan Perencanaan Sumur Resapan Berdasarkan</b> .....	<b>14</b>
2.11.1 Volume Air yang Dapat di Tampung Sumur Resapan.....	14
2.11.2 Volume Air Hujan yang Meresap.....	14
2.11.3 Volume Penampungan (Storasi) Air Hujan.....	15
2.11.4 penentuan Jumlah Sumur Resapan .....	15
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1 Lokasi Penelitian</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2 Tahap Penelitian</b> .....	<b>17</b>
Flow Chart.....	19

<b>3.3 Sumber Data</b>	<b>21</b>
3.3.1 Data Primer	21
3.3.2 Data Sekunder	21
<b>3.4 Metode Pengambilan Data</b>	<b>21</b>
3.4.1 Data Luas Bidang Tadah	21
3.4.2 Data Curah Hujan Harian Rata – Rata	21
3.4.3 Data Permeabilitas Tanah	22
<b>3.5 Metode Analisis Data</b>	<b>22</b>
3.5.1 Data Curah Hujan	22
3.5.2 Data Tinggi Muka Air Tanah	22
3.5.3 Data Koefisien Infiltrasi	22
<b>3.6 Perhitungan</b>	<b>22</b>
<b>3.7 Pengujian Permeabilitas Tanah</b>	<b>23</b>
3.7.1 Alat dan Bahan	23
3.7.2 Metode Kerja	23
3.7.3 Data yang Diamati	24
<b>3.8 Software</b>	<b>24</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Analisa Hidrologi</b>	<b>25</b>
4.1.1 Curah Hujan Maksimum Rata-Rata	25
4.1.2 Analisa Daerah Banjir	25



<b>4.2 Uji Permeabilitas Tanah</b> .....	<b>28</b>
4.2.1 Penentuan Sampel Tanah.....	28
4.2.2 Perhitungan Hasil Uji Laboratorium.....	29
<b>4.3 Analisis Sumur Resapan</b> .....	<b>30</b>
4.3.1 Bagian Perencanaan Sumur Resapan.....	30
4.3.2 Persyaratan Perencanaan Sumur Resapan.....	31
<b>4.4 Perencanaan Sumur Resapan</b> .....	<b>32</b>
<b>4.5 Analisa Perencanaan Sumur Resapan</b> .....	<b>34</b>
4.5.1 Analisa Sumur Lingkaran.....	34
4.5.2 Analisa Sumur Persegi.....	35
<b>4.6 Pengurangan Debit Banjir dan Jumlah Kebutuhan Sumur Resapan</b> .....	<b>38</b>
<b>4.7 Gambar Desain dan Tipe Konstruksi</b> .....	<b>41</b>
4.7.1 Tipe Konstruksi Sumur Resapan.....	41
4.7.2 Gambar Sistem Penyaluran Sumur Resapan.....	41
4.7.3 Gambar Disain Penampang Sumur Resapan.....	42
<b>4.8 Efisiensi Lokasi Sumur Resapan</b> .....	<b>44</b>
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>47</b>
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	<b>47</b>
<b>5.2 Saran</b> .....	<b>48</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR TABEL</b>	

Tabel 2.1 Kecepatan Aliran Pada Saluran Alami .....	7
Tabel 2.2 Kecepatan Aliran Yang Diizinkan Berdasarkan Material .....	7
Tabel 2.3 Koefisien Limpasan (dr. Monohobe).....	10
Tabel 2.4 Jarak Minimum Sumur Resapan Terhadap Bangunan.....	13
Tabel 4.1 Data Lokasi Banjir Jaringan Kotok-Ajung.....	26
Tabel 4.2 Data Lokasi Banjir Jaringan Kotok-Cakol .....	27
Tabel 4.3 Data Lokasi Banjir Jaringan Cakol-Bedadung.....	27
Tabel 4.4 Banjir Cakol – Bedadung.....	28
Tabel 4.5 Banjir kotok – Ajung.....	28
Tabel 4.6 Banjir Kotok – Cakol.....	28
Tabel 4.7 Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (CBa).....	30
Tabel 4.8 Tabel Koefisien Permeabilitas Bidang Tadah.....	31
Tabel 4.9 Tabel Jarak Minimum Sumur Resapan Terhadap Bangunan.....	32
Tabel 4.10 Perencanaan Sumur Resapan Bentuk Lingkaran.....	33
Tabel 4.11 Perencanaan Sumur Resapan Bentuk Persegi.....	33
Tabel 4.12 Perencanaan Voume Air yang Meresap Sumur Lingkaran.....	36
Tabel 4.13 Perencanaan Voume Air yang Meresap Sumur Persegi.....	37
Tabel 4.14 Jumlah Kebutuhan Sumur Penampang Lingkaran Berdasarkan Luas Bidang Tadah .....	38
Tabel 4.15 Jumlah Kebutuhan Sumur Penampang Persegi Berdasarkan Luas Bidang Tadah .....	38
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Jumlah Kebutuhan Sumur Berdasarkan Volume Banjir yang Terjadi.....	39

Tabel 4.17 Hasil Jumlah Kebutuhan Sumur dan Volume Air yang Teresap Berdasarkan Kebutuhan Luasan Bidang Tadah..... 40

Tabel 4.18 Hasil Jumlah Kebutuhan Sumur dan Volume Penampungan Sumur Resapan...40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Garis Metode Polygon Isoyet.....	11
Gambar 2.2 Potongan Melintang Penampang Trapesium.....	12
Gambar 2.3 Potongan Melintang Penampang Persegi.....	11
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	16
Gambar 3.2 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	18
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> perencanaan sumur resapan air hujan.....	19
Gambar 4.1 Sistem Penyaluran Air Hujan ke Sumur Resapan (SNI-8456-2017).....	47
Gambar 4.2 Tampak Atas Sumur Resapan Air Hujan Penampang Lingkaran (SNI-8456-2017).....	48
Gambar 4.3 Tampak Atas Sumur Resapan Air Hujan Penampang Persegi.....	48
Gambar 4.4 Gambar Detail Sumur Resapan dengan Dinding Pasangan Bata Merah Tanpa Pelaster (SNI-8456-2017).....	49
Gambar 4.5 Gambar keadaan lokasi CB1.....	50
Gambar 4.6 Gambar keadaan lokasi CB2.....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Lampiran 2. Tabel Perhitungan Hasil Uji Permeabilitas Tanah

Lampiran 3. Dokumentasi Pengambilan Sampel Tanah

Lampiran 4. Dokumentasi Pengujian Permeabilitas Tanah

Lampiran 5. Dokumentasi Sampel Tanah

Lampiran 6. Gambar Tabel Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota (PermenPU. 2014)

Lampiran 7. Gambar Klasifikasi Kota (PermenPU. 2014)



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Kabupaten Jember saat ini merupakan kabupaten dengan perkembangan pembangunan yang cukup pesat, khususnya di kecamatan Summersari. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember tahun 2017, Kecamatan Summersari memiliki luas daerah 37,05 km<sup>2</sup> dengan jumlah warga 131.555 jiwa. Akibat perkembangan pembangunan perkotaan seperti pada wilayah Summersari, menyebabkan berkurangnya lahan terbuka hijau sebagai tempat meresapnya air hujan ke dalam tanah, meningkatnya aliran air permukaan, dan tidak diimbangi dengan saluran drainase yang memadai, sehingga terjadi genangan air dan banjir (Tamimi *et al.*, 2016). Kejadian banjir terbesar di kabupaten Jember terdapat di 3 kecamatan yang salah satunya berada di kecamatan Summersari dengan jumlah sebanyak 28 titik banjir yang berkisar setinggi 10-15 cm. Kejadian banjir ini berdasarkan hasil evaluasi disebabkan masalah kapasitas saluran dan penggunaan lahan (Hidayah dkk, 2015).

Dengan memanfaatkan genangan air yang sering terjadi serta aliran air permukaan yang meningkat, dan memanfaatkan sisa lahan yang sangat minim akibat dari sempitnya ketersediaan lahan bebas untuk dijadikan area resap air. Oleh sebab itu, dibutuhkan perbaikan produksi air tanah melalui pengadaan daerah resapan air menggunakan sumur air resapan. Penerapan sumur resapan akan berpotensi menaikkan tinggi muka air tanah dengan menampung aliran air permukaan untuk selanjutnya diteruskan ke dalam tanah dan mampu mengurangi kapasitas tampung saluran serta meminimalisir banjir.

Penelitian ini nantinya akan meneruskan penelitian terdahulu oleh Hidayah dkk (2015) yang telah menganalisis titik banjir berdasarkan kapasitas saluran drainase yang ada di daerah padat wilayah terbangun di kabupaten Jember, salah satunya berlokasi di kecamatan Summersari. Penelitian tersebut mengevaluasi besaran banjir yang diakibatkan saluran drainase, penggunaan lahan, kapasitas saluran, dan arah aliran air permukaan.

#### 1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa nilai permeabilitas tanah yang ada di daerah Kecamatan Summersari?
2. Berapa debit air yang mampu diserap tanah melalui sumur resapan?



3. Dimana lokasi dengan dimensi dan jumlah yang cukup efisien untuk dijadikan sumur resapan di daerah Kecamatan Sumbersari?

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui besar nilai permeabilitas tanah yang terdapat di Kecamatan Sumbersari.
2. Mengetahui debit air yang dapat diserap tanah dari sumur resapan.
3. Mengetahui kelayakan lokasi untuk dijadikan penempatan posisi sumur resapan dengan jumlah dan dimensi yang paling ideal.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya analisis manfaat penggunaan sumur resapan diharapkan dapat mendukung adanya usaha konservasi sumber daya air dengan lebih memanfaatkan kemampuan teknologi *artificial recharge system* sebagai salah satu upaya mengurangi/banjir dan mampu meningkatkan muka air tanah di daerah Kecamatan Sumbersari dalam jangka panjang.

### 1.5 Batasan Masalah

1. Lokasi yang diteliti akan dipusatkan hanya pada 3 jaringan aliran dari total 7 jaringan aliran yang terdapat di Kecamatan Sumbersari.
2. Air yang akan direduksi hanya berdasarkan angka limpasan dan debit banjir berdasarkan jurnal Hidayah dkk (2015)
3. Penempatan sebaran atau posisi sumur resapan akan disesuaikan berdasarkan SNI tahun 03-2459-2002 dan 8456- 2017.
4. Hasil akhir penelitian adalah sebagai analisa manfaat yang didapat apabila dibangun sumur resapan air hujan sebagai upaya peningkatan muka air tanah dengan menggunakan sumur resapan.
5. Uji permeabilitas tanah dilakukan hanya pada titik lokasi sumur akan ditempatkan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai penggunaan serta penerapan sumur resapan di beberapa daerah seperti penelitian Wijaya dkk (2017) yang meneliti manfaat sumur resapan untuk menanggulangi banjir di Kota Malang, Muliawati & Mardyanto (2015) yang merencanakan penerapan sistem Eko-Drainase dengan menggunakan sumur resapan di kawasan Rungkut, dan Saleh (2011) yang mengkaji penanggulangan limpasam menggunakan sumur resapan di daerah perumahan Made Kabupaten Lamongan. Semua peneliti terdahulu di atas mengambil metode penerapan sumur resapan sebagai pengelola luapan saluran dalam jangka panjang guna menampung air permukaan dan meningkatkan muka air tanah dengan metode perhitungan analisis hidrologi dan hidrolika dan kemudian memperhitungkan disain sumur menggunakan sistem pada SNI. No. 03-2459-2002 dan SNI 8456-2017.

Peneliti terdahulu yang telah memperkirakan potensi tanah sebagai material pembawa air ialah Halik & Widodo (2008) dengan judul “Pendugaan Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi *Schlumberger* di Kampus Tegal Boto Universitas Jember” yang meneliti akuifer pembawa air di daerah kelurahan Tegal Boto Kecamatan Sumbersari.

Besarnya potensi banjir di daerah Kabupaten Jember juga sudah diteliti oleh Tamimi dkk (2016) yang mengkaji sistem drainase Jalan Srikoyo, Patrang Kabupaten Jember, dan Hidayah dkk (2015) dengan judul “Floods Analysis in Jember Urban Drainage System” yang meneliti titik banjir dan besarnya debit banjir akibat luapan saluran dan rendahnya area resap air menuju ke dalam tanah.

#### 2.2 Pengendalian Air Tanah

Air hujan yang turun ke permukaan bumi akan jatuh ke permukaan tanah, sungai, danau, laut, hutan, ladang, persawahan atau daerah perkebunan. Air yang meresap ke dalam tanah tersebut akan masuk terus sampai ke kedalaman tertentu dan mencapai permukaan air tanah (*ground water*) yang kemudian dinamakan perkolasi, dan apabila ada

bagian air yang muncul dari permukaan tanah atau yang sering disebut mata air atau *spring* dan ada pula yang muncul dengan cara rembesan yang dinamakan *seepage* (Sutandi, pada Air Tanah 2012).

Air-air yang terdapat dalam bagian-bagian permukaan bumi tersebut selanjutnya akan bergerak mengikuti siklus yang disebut siklus air yaitu penguapan, hujan, dan aliran permukaan (*water run off*) menuju laut, sungai, danau, dll. Melalui siklus tersebut dapat diperhatikan bahwa air tanah sangat berkaitan erat dengan air permukaan dan bagian-bagian yang terkait lainnya seperti topografi tanah, jenis batuan atau tanah yang menutupi, tata guna lahan, tumbuhan, serta manusia yang beraktivitas di atasnya.

Air tanah dapat terbentuk atau mengalir terutama secara horisontal, dari titik atau daerah imbuhan atau pengisian, seketika itu juga pada saat hujan turun, hingga membutuhkan waktu harian, mingguan, bulanan, tahunan, puluhan tahun, ratusan tahun, bahkan ribuan tahun tinggal di dalam akuifer sebelum muncul kembali secara alami di titik atau daerah pengeluaran, tergantung dari kedudukan zona jenuh air, topografi, kondisi iklim dan sifat-sifat hidrolika akuifer (Sutandi, pada Air Tanah 2012).

Permasalahan menurunnya permukaan air tanah akibat dari berkembangnya daerah seperti adanya pengembangan pemukiman maupun perindustrian.

### 2.3 Sumur Resapan

Teknologi *artificial recharge* merupakan tindakan yang sangat penting dilaksanakan untuk mengatasi permasalahan ketersediaan air tanah, juga untuk pengendalian air limpasan yang dapat menyebabkan banjir. Melalui teknologi ini air limpasan hujan di perkotaan secara gravitasi akan dipaksa masuk ke dalam tanah menuju air tanah dalam. Metode paling sederhananya bisa dengan hanya menanamkan pipa paralon sepanjang 60 m atau lebih dengan diameter 10 cm yang di posisikan bisa di halaman rumah, dengan begitu maka air limpasan di permukaan akan masuk dan mengalir ke dalam tanah sebanyak banyaknya saat hujan.

Air limpasan merupakan penyebab tergenangnya air dimana-mana ketika sedang terjadi hujan, sementara di sisi lain air dalam tanah secara terus-menerus dipakai sehingga persediaan air dalam tanah semakin berkurang bahkan terancam tenggelam. Teknologi ini sudah banyak di kenal diantaranya seperti biopori, bioretensi, dan sumur resapan. Biopori merupakan metode sederhana yang membantu proses pemasukan air limpasan menuju air tanah dangkal, sedangkan sumur resapan metodenya biasanya diletakkan di bawah talang

air rumah, dan bioretensi merupakan metode yang sama berbentuk kolam konservasi air dengan fungsi yang serupa. Dengan metode ini limpasan air hujan di perkotaan secara gravitasi akan dimasukkan kedalam air tanah terutapa di daerah padat pemukiman dan padat industri dan pertokoan.

## 2.4 Curah Hujan Rancangan

Dalam penentuan curah hujan data dari pencatat atau penakar hanya didapatkan curah hujan di suatu titik tertentu (*point rainfall*). Untuk mendapatkan harga curah hujan areal dapat dihitung dengan beberapa metode :

### 2.4.1 Metode Rata-Rata Aljabar

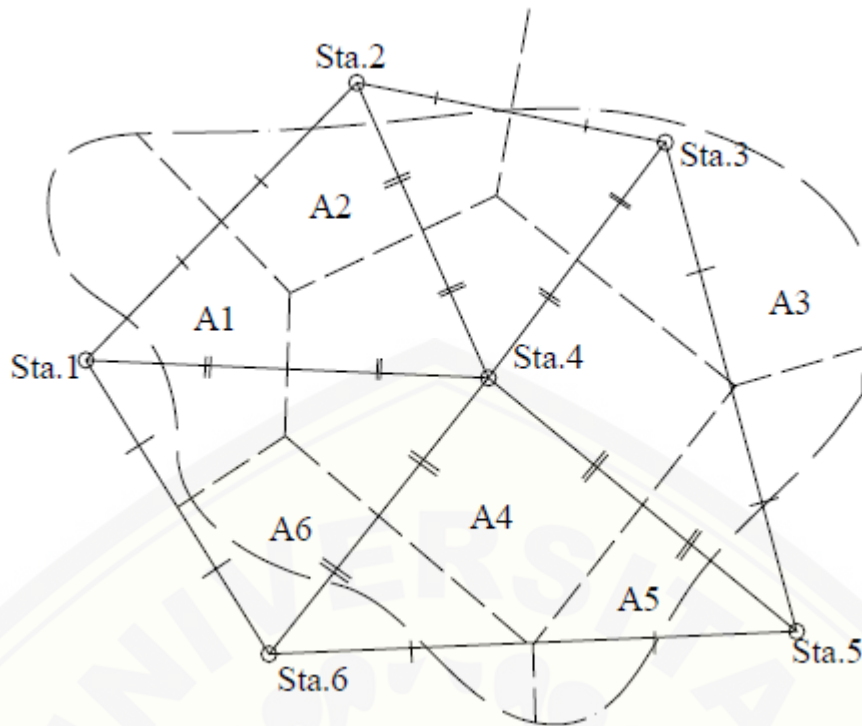
Curah hujan didapatkan dengan mengambil rata-rata hitung (*arithematic mean*) dari penakaran pada penakar hujan areal tersebut. Cara ini digunakan apabila daerah tersebut berada pada daerah yang datar, penempatan alat ukur tersebar merata, variasi curah hujan sedikit dari harga tengahnya.

### 2.4.2 Metode Thiessen

Cara ini didasarkan atas cara rata-rata timbang, di mana masing-masing stasiun mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun. Luas daerah tiap stasiun dapat dihitung yang telah diketahui terlebih dahulu. Masing-masing luas lalu diambil prosentasenya dengan jumlah total 100%. Kemudian harga ini dikalikan dengan curah hujan daerah distasiun yang bersangkutan dan setelah dijumlah hasilnya merupakan curah hujan yang dicari.

Hal yang perlu diperhatikan dalam metode ini adalah sebagai berikut :

- Jumlah stasiun pengamatan minimal tiga buah.
- Penambahan stasiun akan mengubah seluruh jaringan
- Topografi daerah tidak diperhitungkan.
- Stasiun hujan tidak tersebar merata



Gambar 2.1 Pola garis metode Polygon Thiessen

Rumus:

$$\bar{R} = \frac{A1 \cdot R1 + A2 \cdot R2 + \dots + An \cdot Rn}{A1 + A2 + \dots + An} \quad (2.4.1)$$

Keterangan:

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

$R1, R2, \dots$  = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)

$A1, A2, \dots$  = Luas daerah pada polygon 1, 2, ..., n (Km<sup>2</sup>)

#### 2.4.3 Metode Isohyet

Pada metode ini, dengan data curah hujan yang ada dibuat garis-garis yang merupakan daerah yang mempunyai curah hujan yang sama (Isohyet). Kemudian luas bagian di antara isohyet-isohyet yang berdekatan diukur, dan harganya rata-ratanya dihitung sebagai rata-rata timbang dari nilai kontur, kemudian dikalikan dengan masing-masing luasnya. Hasilnya dijumlahkan dan dibagi dengan luas total daerah maka akan didapat curah hujan areal yang dicari.



## 2.5 Waktu Konsentrasi ( $T_c$ )

Waktu konsentrasi ( $T_c$ ) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air hujan dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu ditinjau pada daerah pengaliran. Umumnya waktu konsentrasi terdiri dari waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir pada permukaan tanah menuju saluran terdekat ( $T_0$ ) dan waktu untuk mengalir dalam saluran ke suatu tempat yang ditinjau ( $T_d$ ).

$$T_c = T_0 + T_d \dots\dots\dots( 2.6.1 )$$

Dengan metode Rasional, waktu konsentrasi  $T_0$  dapat pula didekati dengan Rumus Kirpich sebagai berikut :

$$T_0 = 56,7 \times L^{1,156} \times D^{-0,385} \dots\dots\dots(2.5.2)$$

$$T_d = \frac{L}{60} \times V \dots\dots\dots( 2.5.3 )$$

Ket :

- $T_c$  : Waktu konsentrasi durasi hujan (menit)
- $T_d$  : Waktu pengaliran dalam saluran (menit)
- $T_0$  : Waktu pengaliran pada permukaan saluran (menit)
- $L$  : Panjang saluran (m)
- $D$  : Beda tinggi antara titik terjauh (m)
- $V$  : Kecepatan aliran air dalam saluran (m/dt)

Tabel 2.1 Tabel Kecepatan Aliran Pada Saluran Alami

Kemiringan rata-rata dasar saluran (%)	Kecepatan rata-rata (m/detik)
<1	0,40
1 – 2	0,60
2 – 4	0,90
4 – 6	1,20
6 – 10	1,50
10 – 15	2,40

Sumber : SNI-03-2459-2002

Tabel 2.2 Tabel Kecepatan Aliran Air yang Diizinkan Berdasarkan Material

Jenis Bahan	Kecepatan (m/detik)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75



## 2.6 Permeabilitas Tanah dan Pengaruhnya terhadap Daya Serap Air ke Dalam Tanah

Air tanah adalah air yang terdapat pada ruang atau rongga diantara butir-butir tanah atau batuan. Letak air tanah itu sendiri bisa mencapai beberapa puluh bahkan bisa sampai ratusan meter di bawah permukaan bumi. Dari lapisan batuan atau tanah tersebut bisa terdapat jenis batuan atau tanah yang lolos air atau disebut dengan *permeable* dan ada juga yang tidak lolos air yang disebut *impermeable* (Sutandi, 2012)

Lapisan tanah atau jenis tanah yang memiliki kemampuan meloloskan air tinggi misalnya jenis tanah yang terdiri dari kerikil, pasir, batu apung, dan batuan yang retak retak. Untuk jenis tanah yang kurang mampu meresap air atau kedap air adalah jenis tanah yang terdiri dari napal, atau tanah liat, atau lempung. Pada umumnya, lempung memang mampu meresap air dengan sempurna namun apabila tanah lempung tersebut sudah mencapai kejenuhannya maka tanah tersebut tidak mampu lagi meresap air.

Lapisan tanah yang mampu menyimpan air dan menjadi air tanah dalam jumlah besar disebut *aquifer*. Jenis tanah yang baik untuk berperan sebagai aquifer adalah pasir atau kerikil yang kecepatannya bisa mencapai 10 dan 100 sihosinya. Sementara dasar yang menjadi penahan air tanah agar tidak semakin dalam adalah lapisan tanah yang daya serap airnya rendah yang disebut *aquitard*, bisanya jenis tanah lempung (Sutandi, 2012).

Secara umum untuk angka koefisien permeabilitas tanah diantaranya:

- 1) Kerikil > 10 cm/detik
- 2) Pasir = 10 – 1 cm/detik
- 3) Lanau = 10<sup>2</sup> – 10<sup>5</sup> cm/detik
- 4) Lempung < 10<sup>5</sup> cm/detik

Atau bisa dengan menggunakan rumus dari *Hukum Darcy*:

### 2.6.1 Constant Head Permeameter

Uji ini digunakan untuk tanah yang memiliki butiran kasar dan memiliki koefisien permeabilitas tinggi.

Keterangan:

$k$  : koefisien permeabilitas (cm/detik)

$$\sim k = \frac{(Q \cdot L)}{(h \cdot A \cdot t)} \dots\dots\dots (2.6.1)$$

Q : debit (cm<sup>3</sup>)

$$\sim Q = k \cdot A \cdot i \cdot t \dots\dots\dots( 2.6.2 )$$

A : luas penampang (cm<sup>2</sup>)

i : koefisien Hidrolik

$$\sim i = \frac{h}{L} \dots\dots\dots( 2.6.3 )$$

t : lama aliran melewati penampang (detik)

### 2.6.2 Falling head Permeameter

Uji yang biasa digunakan untuk jenis tanah yang berbutir halus dan memiliki koefisien permeabilitas rendah.

$$k = 2,303 \cdot \frac{a \cdot L}{A \cdot L} \cdot \log \left( \frac{h_1}{h_2} \right) \dots\dots\dots( 2.6.4 )$$

keterangan:

k : koefisien permeabilitas (cm/ detik)

a : luas penampang aliran (cm<sup>2</sup>)

L : panjang sampel (cm)

A : Luas penampang sampel tanah (cm<sup>2</sup>)

t : waktu pengamatan (detik)

h1 : Tinggi head mula-mula (cm)

h2 : tinggi head akhir (cm)

## 2.7 Debit Limpasan

Limpasan permukaan adalah air yang mencapai sungai tanpa mencapai permukaan air tanah yaitu curah hujan yang dikurangi sebagian infiltrasi atau besarnya genangan.

$$Q_r = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots( 2.7.1 )$$

Keterangan:

Q<sub>r</sub> : Debit Limpasan (m<sup>3</sup>/detik)

C : koefisien pengaliran

I : intensitas hujan (mm/jam)

A : luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

Atau untuk area yang luas dengan koefisien pengaliran yang berbeda beda berdasarkan tiap luasan, maka digunakan rumus:

$$C = \frac{(C1 \cdot A1) + (C2 \cdot A2) + (C3 \cdot A3) + \dots + (Cn \cdot An)}{A1+A2+A3+\dots+An} \dots\dots\dots(2.7.2)$$

## 2.8 Koefisien Limpasan (C)

Data tata guna lahan ada kaitannya dengan besarnya aliran permukaan. Aliran permukaan ini menjadi besaran aliran drainase. Besarnya aliran permukaan tergantung dari banyaknya air hujan yang mengalir setelah dikurangi banyaknya air hujan yang meresap. Berapa besarnya air yang dialirkan bergantung pula kepada tingkat kerapatan permukaan tanah, dan ini berkaitan dengan penggunaan lahan. Besarnya koefisien limpasan (C) pada berbagai macam kondisi daerah aliran disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.3 Koefisien Limpasan ( Dr. Monohobe)

no.	Tata Guna Lahan	C
1	Areal Perdagangan	0,95
2	Sekitar Areal Perdagangan	0,70
3	Pemukiman:	
	a. Pemukiman tidak padat	0,50
	b. Pemukiman sedang	0,65
	c. Pemukiman padat	0,75
4	Daerah Pinggiran	0,40
5	Apartemen / real estate	0,70
6	Areal Pendidikan	0,80
7	Kawasan Industri	0,80 - 0,90
8	Tempat Bermain	0,35
9	Taman / Kebun	0,25
10	Kawasan Berkembang	0,30

Sumber : tabel Dr. Monohobe

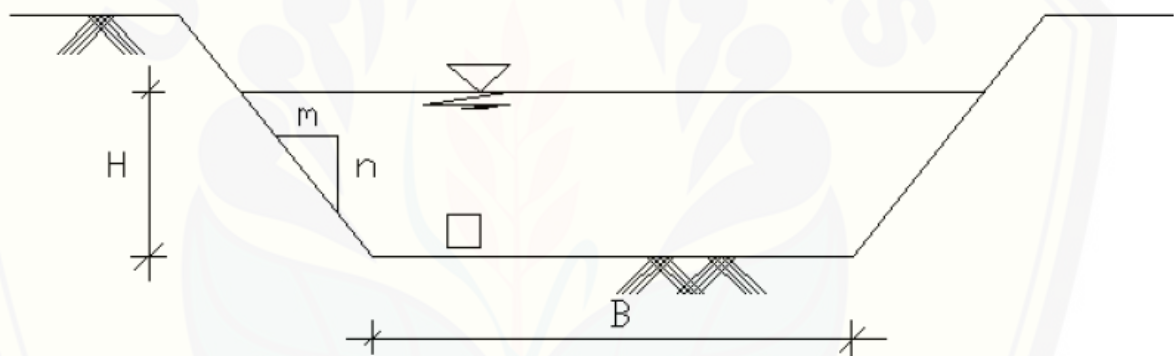
Selain koefisien limpasan diatas, ada juga yang disebut koefisien penyimpanan (Cs). Koefisien Penyimpanan adalah suatu koefisien pengurangan debit banjir rencana akibat adanya penyimpanan / penampungan debit banjir di saluran maupun genangan yang terjadi di daerah tangkapan. Untuk suatu saluran tersier dengan daerah tangkapan kecil dan daerah tersebut bebas banjir, maka koefisien penyimpanannya mempunyai nilai 1 (satu).

Untuk saluran primer dengan luas daerah tangkapan yang besar dan pada daerah tersebut masih diizinkan terjadi genangan, maka koefisien penyimpanannya mempunyai nilai kurang dari 1 (satu).

## 2.9 Saluran Drainase

Penampang melintang pada saluran drainase pada umumnya direncanakan sedemikian rupa agar ideal dan efisien dalam penggunaan lahan yang berarti memperhatikan ketersediaan lahan yang ada. Penampang saluran yang ideal sangat dipengaruhi oleh faktor bentuk penampang. Dengan  $Q$  banjir rencana yang ada, kapasitas penampang akan tetap walaupun bentuk penampang diubah-ubah. Berikut perhitungan volume penampang saluran drainase:

### 2.9.1 Penampang Bentuk Trapesium



Gambar 2.2 Potongan Melintang Penampang Trapesium

$$Q = A \times V \quad \dots\dots\dots (2.8.1)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad \dots\dots\dots (2.8.2)$$

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad \dots\dots\dots (2.8.3)$$

$$A = H (B + m \cdot H) \quad \dots\dots\dots (2.8.4)$$

$$P = B + 2 \cdot H \sqrt{(1 + m^2)} \quad \dots\dots\dots (2.8.5)$$

Keterangan:

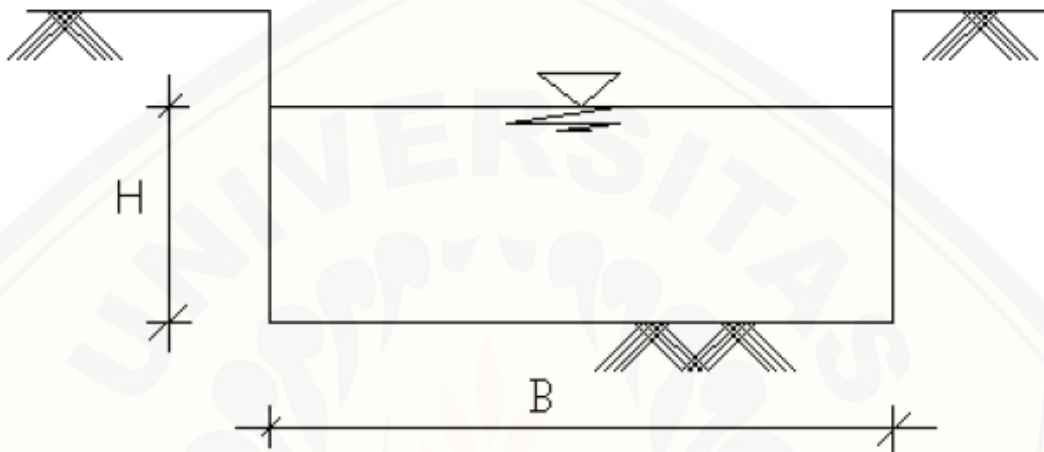
$Q$  : debit aliran ( $m^3/detik$ )

$V$  : kecepatan aliran ( $m/detik$ )

$M$  : kemiringan penampang

- n : koefisien kekasaran meanning
- P : keliling penampang basah (m)
- A : luas penampang basah (m<sup>2</sup>)
- R : jari-jari hidrolis (m)
- I : kemiringan saluran

2.9.2 Penampang Bentuk Persegi



Gambar 2.3 Potongan melintang penampang persegi

$$Q = A \times V \dots\dots\dots ( 2.8.6 )$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots ( 2.8.7 )$$

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) \times R^{2/3} \times I^{1/2} \dots\dots\dots ( 2.8.8 )$$

$$A = B \times H \dots\dots\dots ( 2.8.9 )$$

$$P = 2 \cdot H + B \dots\dots\dots ( 2.8.10 )$$

Keterangan :

- Q : debit aliran (m<sup>3</sup>/detik)
- V : kecepatan aliran (m/detik)
- M : kemiringan penampang
- n : koefisien kekasaran meanning
- P : keliling penampang basah (m)
- A : luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

R : jari-jari hidrolis (m)

I : kemiringan saluran

## 2.10 Penempatan Lokasi Sumur Resapan

Berdasarkan SNI.No.3-2459-2002 sebagai peraturan dasar dalam perencanaan sumur resapan, berikut adalah pembahasan mengenai penempatan posisi sumur resapan berdasarkan SNI.No.3-2459-2002.

Sumur resapan adalah prasarana untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Sumur resapan harus ditempatkan pada area topografi yang relatif datar dengan beda tinggi berkisar antara 0,03 atau 3%. Perlu diperhatikan bahwa air yang masuk ke dalam sumur resapan murni air hujan yang tidak tercemar. Dalam pembangunannya juga perlu mempertimbangkan keamanan bangunan sekitarnya karena sumur resapan diposisikan di daerah yang terbilang cukup padat. Di beberapa daerah biasanya mempunyai ketentuan tersendiri terhadap bangunan-bangunan tanah, maka perlu diperhatikan pula apabila ada ketentuan khusus di daerah setempat. Sumur resapan ditempatkan pada tanah yang memiliki muka air tanah minimum 1,50 m pada musim hujan dan memiliki permeabilitas tanah  $\geq 2,00$  cm/jam atau sebagai berikut:

- Tanah sedang (geluh kelanauan) = 2,0 - 3,6 cm/jam atau 0,48 – 0,864 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari ;
- Tanah agak cepat (pasir halus) = 3,6 – 36 cm/jam atau 0,864 – 8,64 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari ;
- Tanah cepat (pasir kasar) >36 cm/jam atau 8,64 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari ;

Jarak penempatan sumur resapan terhadap bangunan sebagai berikut, dengan catatan jarak dari tepi ke tepi.

Tabel 2.4 Jarak Minimum Sumur Resapan Terhadap Bangunan

no.	Jenis Bangunan	Jarak Minimum dari Sumur Resapan Air Hujan (m)
1	Sumur resapan air hujan/sumur air bersih	3
2	Pondasi bangunan	1
3	Bidang resapan/sumur resapan tangki septik	5

Sumber : SNI-03-2459-2002



## 2.11 Perhitungan dan Perencanaan sumur Resapan Berdasarkan SNI. No. 03-2459-2002

Perhitungan dalam merencanakan sumur resapan berdasarkan SNI. No. 03-2459-2002 adalah sebagai berikut:

2.11.1 Volume air yang dapat ditampung sumur resapan

$$V_{ab} = 0,855 \cdot C_{tadahan} \cdot A_{tadahan} \cdot R \quad (2.10.1)$$

Keterangan:

$V_{ab}$  : volume andil banjir yang akan di tampung sumur resapan ( $m^3$ )

$C_{tadahan}$  : koefisien limpasan dari bidang tadah

$A_{tadahan}$  : luas bidang tadah ( $m^2$ )

$R$  : tinggi curah hujan rata-rata ( $L/m^2/hari$ )

2.11.2 Volume air hujan yang meresap

$$K_{rata-rata} = \frac{K_v \cdot A_h + K_h \cdot A_v}{A_{total}} \quad (2.10.2)$$

Keterangan:

$K_{rata-rata}$  : koefisien permeabilitas tanah rata-rata ( $m/hari$ )

$K_v$  : koef. permeabilitas tanah pada dinding sumur ( $m/hari$ )

$$\sim K_v = 2 \cdot K_h \quad (2.10.3)$$

$K_h$  : koefisien permeabilitas tanah pada alas sumur ( $m/hari$ )

$A_h$  : luas alas sumur dengan penampang lingkaran ( $m^2$ )

$$\sim \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \quad (2.10.4)$$

: luas alas sumur dengan penampang persegi ( $m^2$ )

$$\sim P \cdot L \quad (2.10.5)$$

$A_v$  : luas dinding sumur dengan penampang lingkaran ( $m^2$ )

$$\sim \pi \cdot D \cdot H \quad (2.10.6)$$

: luas dinding sumur dengan penampang persegi ( $m^2$ )

$$\sim 2 \cdot P \cdot L \quad (2.10.7)$$

$$V_{rsp} = \frac{te}{R} \cdot A_{total} \cdot K \quad (2.10.8)$$

Keterangan:

$V_{rsp}$  : volume air hujan yang meresap ( $m^3$ )

$te$  : durasi hujan efektif (jam)

$$\sim te = 0,9 \cdot R^{0,92}/60 \dots\dots\dots ( 2.10.9 )$$

R : tinggi hujan harian rata-rata (L/m<sup>2</sup>/hari)

A total : luas dinding sumur + luas alas sumur (m<sup>2</sup>)

K : koefisien permeabilitas tanah (m/hari)

: untuk dinding sumur yang kedap, **K<sub>v</sub> = K<sub>h</sub>** ; tidak kedap = **K<sub>rata-rata</sub>**

2.11.3 Volume penampungan (storasi) air hujan

$$\mathbf{V \text{ storasi} = V \text{ ab} - V \text{ rsp} \dots\dots\dots ( 2.10.10 )}$$

2.11.4 Penentuan jumlah sumur resapan

$$\mathbf{H = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{Ah} \dots\dots\dots ( 2.10.11 )}$$

$$\mathbf{n = \frac{H \text{ total}}{H \text{ rencana}} \dots\dots\dots ( 2.10.12 )}$$

keterangan:

n : jumlah sumur resapan air hujan (buah)

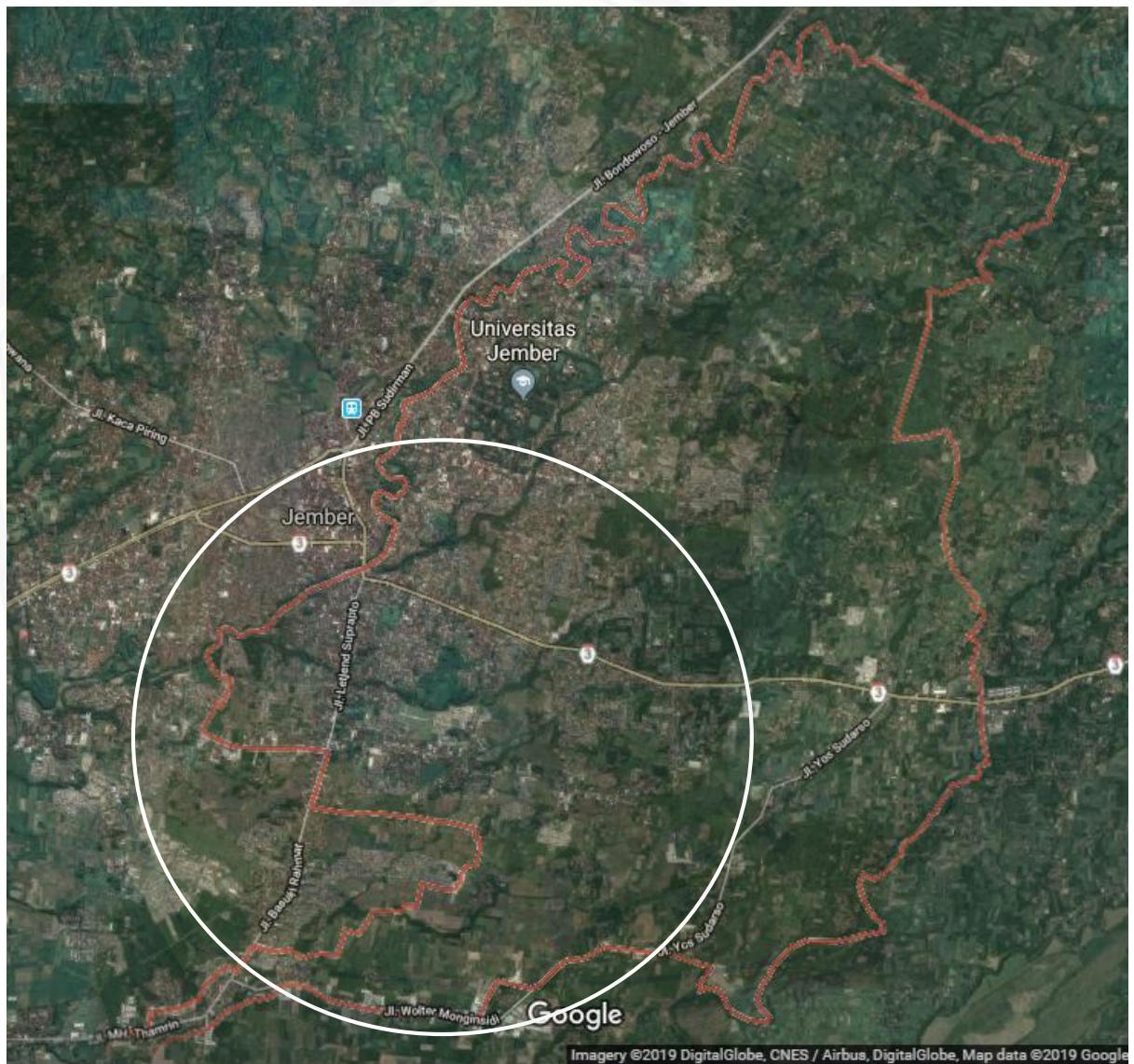
H total : kedalaman total sumur resapan air hujan (m)

H rencana : Kedalaman yang direncanakan < kedalaman air tanah (m)

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian



Sumber : *Google Inc. 2019*

Gambar 3.1 Gambar lokasi penelitian

Terdapat 7 jaringan saluran di daerah Kecamatan Sumbersari. Dari ketujuh jaringan ini terdapat beberapa titik lokasi banjir yang terjadi. Data lokasi diambil dari data penelitian terdahulu yang telah meneliti titik – titik banjir di daerah Kecamatan Sumbersari.

berikut 7 jaringan saluran yang ada di Kecamatan Sumbersari, yaitu:

- a. Jaringan saluran Kotok – Sungai Ajung yang berkontribusi pada aliran dari areal perumahan dan pemukiman di daerah Sriwijaya dan juga aliran DAM Konto. Aliran ini keluar pada Sungai Ajung.
- b. Jaringan saluran Kotok – Sungai Cakol yang berkontribusi pada aliran dari areal perumahan dan pemukiman serta saluran - saluran irigasi dan akan keluar di Sungai Cakol.
- c. Jaringan saluran Sungai Cakol – Sungai Bedadung yang berkontribusi pada aliran dari areal saluran irigasi dan drainase perumahan dan pemukiman di Jalan Karimata dan akan keluar pada Sungai Cakol.
- d. Jaringan saluran Jalan Mastrip yang berkontribusi pada aliran dari areal perumahan – perumahan di jalan mastrip dan saluran irigasi. Aliran ini keluar pada Sungai Antirogo.
- e. Jaringan aliran Jalan kalimantan yang berkontribusi pada aliran dari areal jalan kampus Universitas jember. Aliran ini keluar pada Sungai Bedadung.
- f. Jaringan saluran Jalan Jawa yang berkontribusi pada aliran dari areal padat pemukiman, bangunan, pertokoan, serta kampus dal saluran irigasi sekitar di Jalan Jawa. Saluran ini keluar pada Sungai Antirogo.
- g. Jaringan saluran Jalan Sumatra yang berkontribusi pada aliran dari areal pemukiman warga di jalan Sumatra dan saluran irigasi. Aliran ini keluar pada Sungai Antirogo.

Berdasarkan data yang ada, penelitian akan dilakukan pada 3 lokasi saja yaitu pada jaringan saluran Kotok – Cakol, cakol – Bedadung, dan Cakol – Bedadung.

### 3.2 Tahapan Penelitian

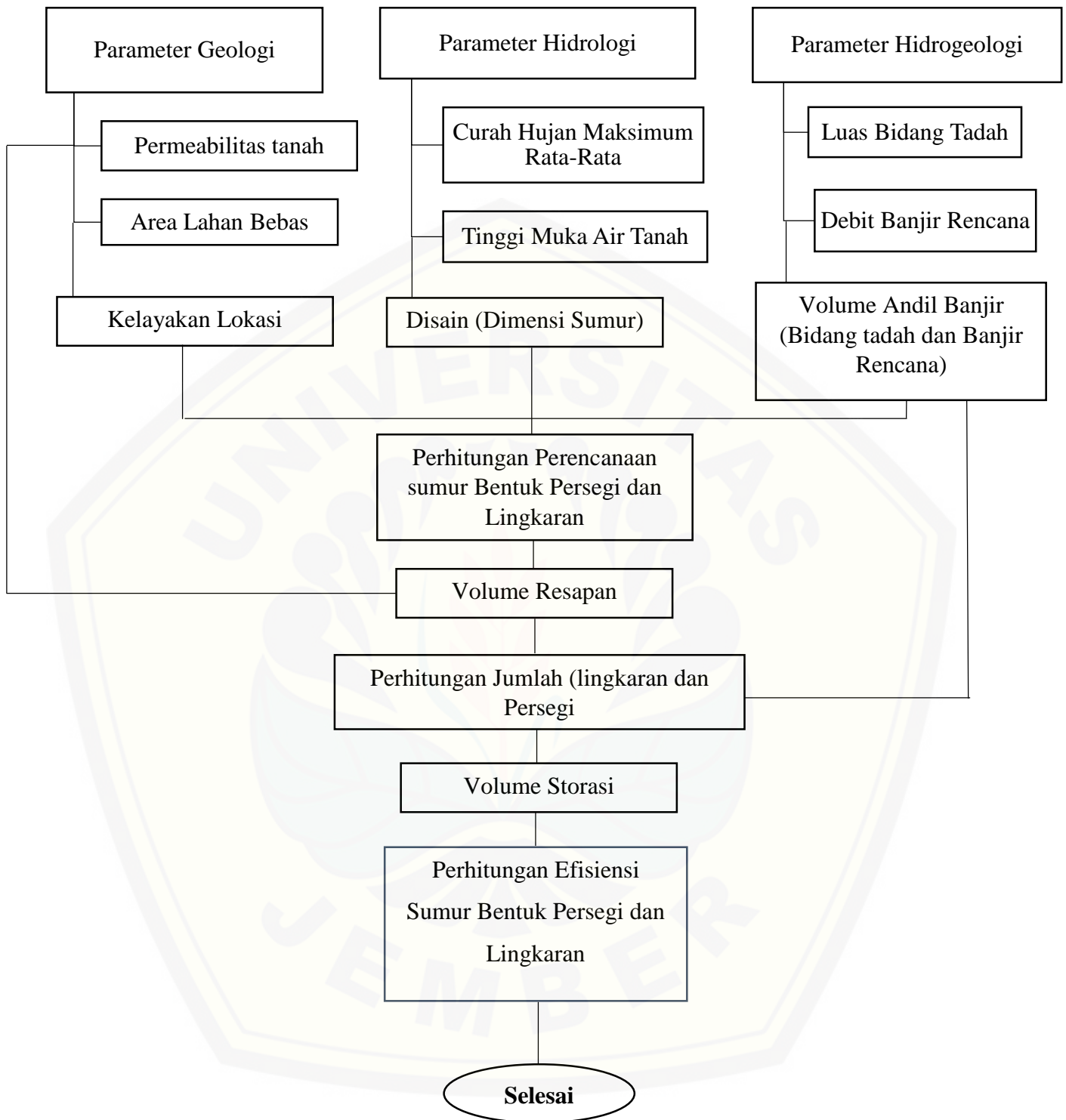
Untuk memperoleh data hingga mendapat hasil penelitian maka akan dilakukan tahap-tahapan seperti berikut ini. Tahapan yang akan dilakukan dalam pelaksanaan perencanaan sumur resapan untuk daerah wilayah terbangun antara lain sebagai berikut:

1. Tahap pertama yang perlu dilakukan adalah mengumpulkan data sebagai bahan acuan dalam perhitungan perencanaan di antaranya peta udara untuk mendapat gambaran dari lokasi penelitian (*site plan*), tinggi muka air tanah di lokasi, data curah hujan harian



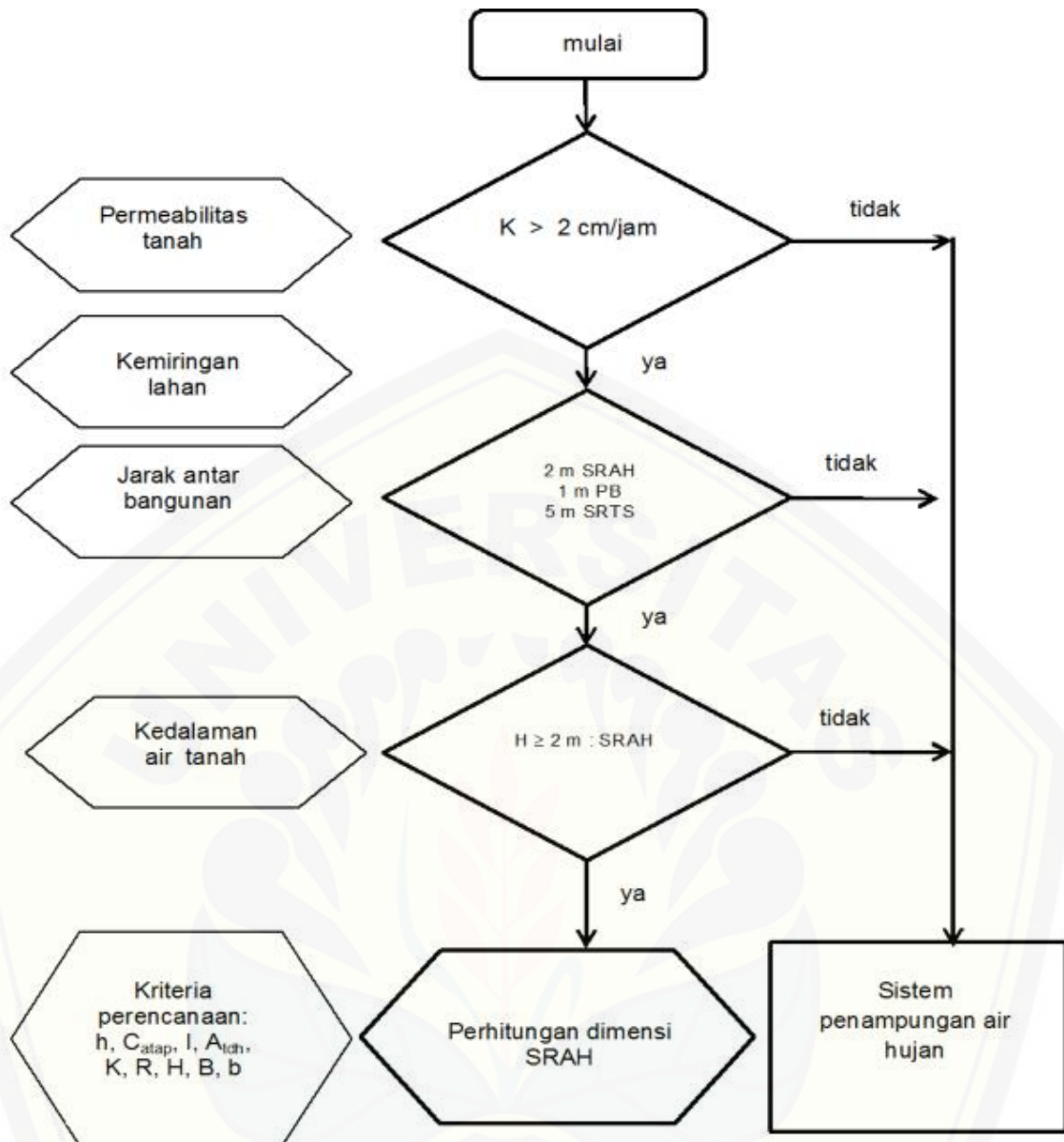
maksimum dan rata-rata dengan kala ulang tertentu, angka koefisien permukaan ( $c$ ), dan data luas ketersediaan area bebas serta luas bidang tadah.

2. Tahap selanjutnya adalah melakukan uji laboratorium untuk mendapatkan angka permeabilitas tanah tersebut.
3. Dari data sekunder untuk jumlah total debit limpasan, data curah hujan maksimum harian rata – rata, dan luasan bidang tadah akan dihitung dan didapat desain sumur dan dimensinya yaitu luasan dan bentuk yang akan digunakan.
4. Setelah desain dan dimensi didapat dan angka curah hujan rata-rata dengan kala ulang yang telah ditentukan, dapat dihitung berapa volume sumur resapan.
5. Dari desain sumur dan dengan tambahan data angka permeabilitas tanah, dapat dihitung berapa debit air yang dapat diserap melalui sumur resapan kedalam tanah.
6. Setelah didapat dimensi, dapat dihitung berapa jumlah kebutuhan sumur berdasarkan luas bidang tadahnya dan data debit banjir yang terjadi.
7. Dengan jumlah sumur dan angka air yang teresap akan didapatkan hasil perhitungan untuk volume penampungan sumur.
8. Kemudian dengan mengacu pada desain sumur resapan (dimensi lebar sumur) dan kebebasan lahan serta kelayakan lokasi berdasarkan tinjauan yang disesuaikan dengan ketentuan pada SNI akan didapat dimana saja lokasi sumur bisa di tempatkan.



Gambar 3.2. Flowchart Penelitian





Sumber : SNI-8456-2017

Gambar 3.3 Flowchart perencanaan sumur resapan air hujan

Keterangan

- SRAH : Sumur resapan air hujan
- PB : Pondasi Bangunan
- SRTS : Sumur resapan tangki septik
- K : Nilai koefisien permeabilitas tanah
- H : Kedalaman muka air tanah

### 1.3 Sumber Data

Berikut adalah sumber data yang akan digunakan dalam penelitian ini, di antaranya adalah sebagai berikut.

#### 1.3.1 Data Primer

Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data luasan bidang tadah dan angka permeabilitas tanah yang tersedia di wilayah kecamatan Sumbersari.

#### 1.3.2 Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian rata-rata, tinggi muka air tanah, dan koefisien infiltrasi. Untuk acuan dan parameter perhitungan serta aspek perencanaan sumur resapan mengikuti aturan SNI 8456-2017, SNI 03-2459-2002, dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Serta dengan didukung dari literatur – literatur yang akan mendukung setiap aspek dalam penelitian ini nantinya.

### 1.4 Metode Pengambilan Data

#### 3.4.1 Data luas Bidang Tadah

Data luasan bidang tadah sebagai data primer akan diperoleh dengan cara melihat dan mengukur langsung lebar badan jalan dan panjang per segmen diambil 20m di bagian jalan yang akan dijadikan sebagai lokasi penempatan dari sumur resapan. Lokasi terletak pada 23 titik-titik banjir yang terdapat di Kecamatan Sumbersari yang didapatkan berdasarkan jurnal Hidayah dkk (2015).

#### 3.4.2 Data Curah Hujan Harian Rata-Rata

Data curah hujan harian rata-rata didapatkan dari jurnal penelitian terdahulu oleh Hidayah dkk (2015) dengan kala ulang n tahun. Angka kala ulang n tahun diambil berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan yang diatur di dalamnya untuk angka kala ulang hujan yang digunakan dalam perencanaan sitem drainase jalan perkotaan disesuaikan berdasarkan luasan wilayah dan jumlah penduduk.

### 3.4.3 Data Permeabilitas Tanah

Data permeabilitas tanah akan didapat melalui uji Laboratorium yang akan dilakukan di Laboratorium Teknologi Terapan fakultas Teknik Universitas Jember. Untuk sampel tanah diambil menggunakan metode *purposive sampling* dengan merujuk kriteria berdasarkan SNI 8456-2017 dan berdasarkan kriteria kebutuhan tujuan akhir penelitian.

Untuk angka permeabilitas tanah yang digunakan dalam perhitungan perencanaan sumur resapan menggunakan acuan berdasarkan SNI 8456-2017 yaitu angka permeabilitas tanah pada lokasi harus  $>2$  cm/jam yang bisa dibangun sumur resapan.

## 1.5 Metode Analisis Data

Ada beberapa data yang dibutuhkan, di antaranya data sekunder. Berikut metode analisis datanya:

### 3.5.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan maupun data curah hujan rata-rata harian akan diadaptasi dari data penelian Hidayah dkk (2015). Data yang diambil dari jurnal tersebut juga termasuk angka luapan banjir dan akan digunakan sebagai angka  $Q_{total}$  yang perlu di reduksi oleh sumur resapan.

### 3.5.2 Data Tinggi Muka Air Tanah

Data tinggi muka air tanah akan didapat dengan mewawancarai masyarakat setempat untuk mengetahui kedalaman sumur gali rata-rata pada lokasi dan juga didukung dan mempertimbangkan dengan beberapa jurnal penelitian terdahulu sebagai data yang dibutuhkan untuk perhitungan perencanaan desain sumur resapan.

### 3.5.3 Data Koefisien Infiltrasi

Data koefisien infiltrasi atau angka aliran permukaan (C) akan disesuaikan pada angka koefisien infiltrasi berdasarkan persyaratan perencanaan SNI-8456-2017.

## 1.6 Perhitungan

Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan pada 2 variabel yaitu perhitungan kebutuhan sumur resapan berdasar volume banjir dan berdasarkan volume air yang

tertangkap dalam luas bidang tadah. Dilakukan 2 perhitungan variabel sebagai bentuk analisa manfaat sumur resapan berdasarkan kebutuhannya sekaligus mengatasi permasalahan yang terjadi pada lokasi penelitian.

Sebagai perbandingan efisiensi sumur yang direncanakan di lokasi penelitian, berdasarkan aturan dalam SNI-8456-2017 diambil 2 bentuk penampang sumur yaitu bentuk persegi dan bentuk lingkaran. Acuan dalam perbandingan efisiensi diambil dari faktor sensitivitas sumur resapan yaitu volume storasi, volume air yang teresap kedalam tanah, dan jumlah kebutuhan sumur berdasarkan 2 variabel perhitungan.

## 1.7 Pengujian Permeabilitas Tanah

Nilai permeabilitas atau nilai rembesan ( $k$ ) adalah nilai yang menyatakan kemudahan aliran air melalui tanah, besar rembesan di dalam tanah tidaklah sama satu dengan yang lain. Permeabilitas tanah bergantung pada beberapa faktor diantaranya adalah ukuran butiran, sifat aliran pori (kekentalan air), angka pori pada tanah, bentuk pori tanah, tata letak pori tanah, dan derajat kejenuhan tanah.

Terdapat dua metode penelitian yang dapat dilakukan untuk mendapatkan nilai permeabilitas tanah, yaitu dengan metode *constant head* dan *falling head*. Dalam penelitian ini akan digunakan metode *falling head*.

### 3.7.1 Alat dan Bahan

Terdapat beberapa bahan – bahan yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian uji permeabilitas, diantaranya sebagai berikut.

1. Sampel tanah
2. *Funnel*
3. *Frame*
4. *Porous stone* / batu pori
5. *Burette*
6. *Stop Watch*
7. *Vernier caliper*

### 3.7.2 Metode Kerja

Berikut metode kerja dalam proses penelitian uji permeabilitas tanah.

1. Menyiapkan sampel tanah yang sudah dikeringkan dengan cara diover selama 24 jam, lalu disaring dengan saringan lolos no.40.

2. Memasukkan sampel tanah kedalam tabung uji.
  3. Melakukan pemadatan sampel tanah setiap 1/3 ketinggian sampel uji dengan alat perojok. Ketinggian sampel 6 cm.
  4. Melepaskan tutup atas alat dengan cara melepaskan baut bautnya, kemudian memasukkan batu pori kedalam tabung uji yang sudah berisi tanah yang dipadatkan.
  5. Setelah memasukkan batu pori, dilanjutkan dengan memasukkan pegas dan ring penahan pegas lalu ditutup kembali dengan memasang kembali baut baut yang sebelumnya sudah dibuka.
  6. Setelah memastikan baut terpasang sempurna dan benar-benar ketat, kemudian menghubungkan slang intik dari kran burette lalu dimasukkan air dari burette sampai penuh.
  7. Biarkan air mengisi saampai air yang memenuhi tabung keluar melalui lubang pengeluaran dibagian atas lalu hitung lama waktu air mengalir sampai 100 ml.
  8. Mengukur suhu air setelah mencapai 100 ml.
- 3.7.3 Data Yang Diamati
1. Lama air mengalir melalui lubang pengeluaran 100 ml.
  2. Suhu air pengeluaran.

## 1.8 Software

*Software* yang digunakan adalah *Microsoft Excel* sebagai alat bantu hitung dalam perencanaan disain umur resapan, *SWMM* sebagai bentuk data banjir, dan *Autocad 2007* sebagai alat gambar desain.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dari data hasil penelitian, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian sampel tanah yang telah diambil dari masing - masing titik lokasi banjir, kemudian didapat angka permeabilitas tanah pada setiap lokasi banjir adalah di daerah jalan Suprpto memiliki angka permeabilitas tanah sebesar 11,87cm/jam, jalan bagian SMA 1 Jember sampai kantor Samsat Jember sebesar 11,38cm/jam, jalan Karimata sebesar 0,51cm/jam, Gunung batu sebesar 0,87cm/jam, daerah Pondok Gede sebesar 1,47cm/jam, daerah Taman Gading sebesar 2,09cm/jam, Muktisari sebesar 2,38cm/jam, Gladak Pakem sebesar 2,17cm/jam, jalan Sriwijaya sebesar 0,25cm/jam, jalan S. Parman sebesar 1,95cm/jam, jalan suprpto sebesar 0,93cm/jam, dan daerah pasar sabtuian sebesar 0,77cm/jam. Berdasarkan angka permeabilitasnya, hanya daerah Jalan Suprpto, S. Parman, Taman Gading, Muktisari, Gladak Pakem yang dapat dibangun sumur resapan air hujan karena memenuhi syarat SNI-8456-2017 yaitu angka permeabilitasnya harus diatas 2 cm/jam.
2. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan, didapat jumlah air yang mampu terserap ke dalam tanah dengan adanya sumur resapan air hujan dan banyaknya kebutuhan sumur di masing – masing lokasi dan dapat disimpulkan yang paling ideal sumur yang digunakan adalah yang kemampuan resapnya lebih tinggi dan jumlah kebutuhannya yang lebih sedikit sesuai desain dan bentuk sumur resapan. Untuk daerah Jl. Suprpto menggunakan sumur berbentuk persegi sebanyak 9 buah dengan total air yang mampu teresap 44,532m<sup>3</sup>/hari, Untuk daerah SMA 1 Jember menggunakan sumur berbentuk persegi sebanyak 9 buah dengan total air yang mampu teresap 42,704m<sup>3</sup>/hari, Untuk daerah Taman Gading menggunakan sumur berbentuk persegi sebanyak 7 buah dengan total air yang mampu teresap 6,116m<sup>3</sup>/hari, Untuk daerah Muktisari dan Gladak Pakem menggunakan sumur berbentuk lingkaran masing – masing sebanyak 8 buah dengan total air yang mampu teresap 7,959m<sup>3</sup>/hari, dan Untuk daerah Jl. S. Parman menggunakan sumur berbentuk persegi sebanyak 9 buah dengan total air yang mampu teresap 7,340m<sup>3</sup>/hari.



3. Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan pada lokasi – lokasi banjir dengan mengamati lingkungan pinggir jalan dan sekitarnya dapat dilihat bahwa lokasi sangat padat baik rumah warga maupun pertokoan yang menutup permukaan tanahnya sehingga kedap air, namun masih terdapat area lahan bebas di beberapa tempat. Sehingga dapat disimpulkan untuk bidang tadah pada 20m panjang segmen jalan dapat dibangun sumur – sumur resapan air hujan sesuai jumlah kebutuhannya pada beberapa lahan bebas seperti halaman pekarangan rumah warga, lahan muka pertokoan yang dipasang *paving block*, halaman depan mesjid, ataupun dipinggir jalan yang jaraknya ada yang mencukupi di beberapa titik dengan menggunakan tipe konstruksi sumur resapan air hujan dengan dinding pasangan bata/batako merah yang tanpa dipelaster dan diberi lubang sebagai pengantar air.

## 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat diteruskan untuk perencanaan yang menggunakan sistem *Artificial Recharge* lainnya seperti sistem *bio pori*, dan lain sebagainya sebagai alternatif untuk menanggulangi masalah kekeringan atau upaya peningkatan muka air tanah di lokasi yang tidak layak adanya sumur resapan.

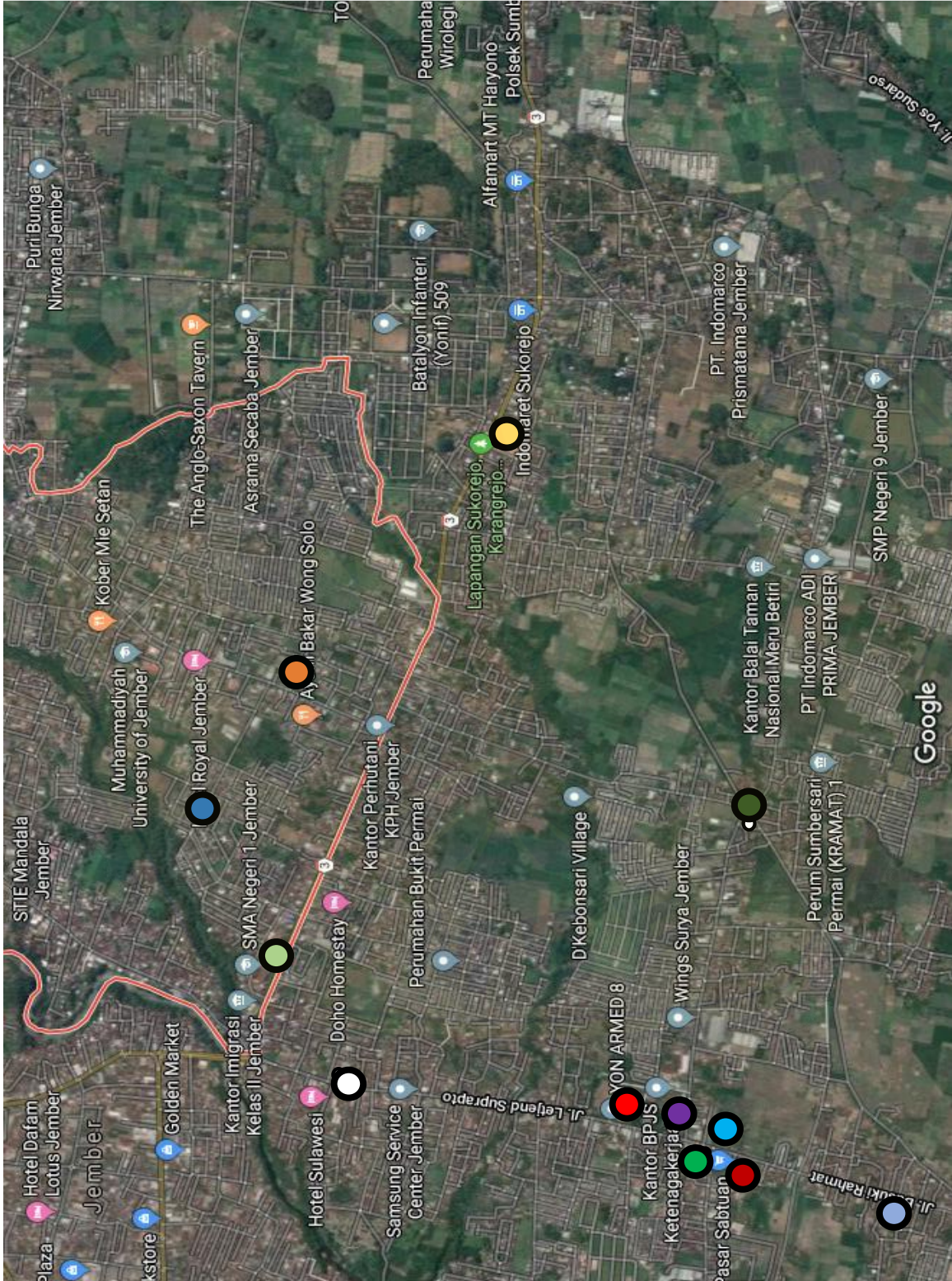
**DAFTAR PUSTAKA**

- Chairil, S. 2011. Kajian Penanggulangan Limpasam Permukaan Dengan Menggunakan Sumur Resapan (Studi Kasus di Daerah Perumnas Made Kabupaten Lamongan).
- Dwiyanti, E. 2006. Perencanaan Penanganan Drainase Kompleks Pantai Indah Kapuk Jakarta.
- Halik, G. dan Widodo, J.S. 2008. Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kampus Tegal Boto Universitas Jember.
- Haumahu, J.P. 2011. Pengaruh Tingkat Kepadatan Pemukiman terhadap Kualitas Kimia Air Tanah di Kota Ambon.
- Hidayah, E., Yunarni, W., dan Wahyuni, S. 2015. Floods Analysis in Jember Urban Drainage System.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014. 2014. Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Muliawati, D.N., dan Mardiyanto, A.M. 2015. Perencanaan Penerapan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Eko-Drainase) Menggunakan Sumur Resapan di Kawasan Rungkut.
- Setyawan, D.H. 2015. Studi Sumur Resapan Di Kawasan Perumahan Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember.
- SNI-8456. 2017. Sumur dan Parit Resapan Air Hujan.
- SNI-03-2453. 2002. Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan.
- Sutandi, M., C. 2012. Penelitian Air Tanah.
- Tamimi, R., Hidayah, E., dan Yunarni, W. 2016. Kajian Evaluasi Sistem Drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember.
- Wijaya, H.T., Anwar, R., Suhariyanto, A. 2017. Manfaat Sumur Resapan dalam Penanggulangan Banjir di Wilayah Kelurahan Penanggung Bagian Selatan Kota Malang.













## LAMPIRAN

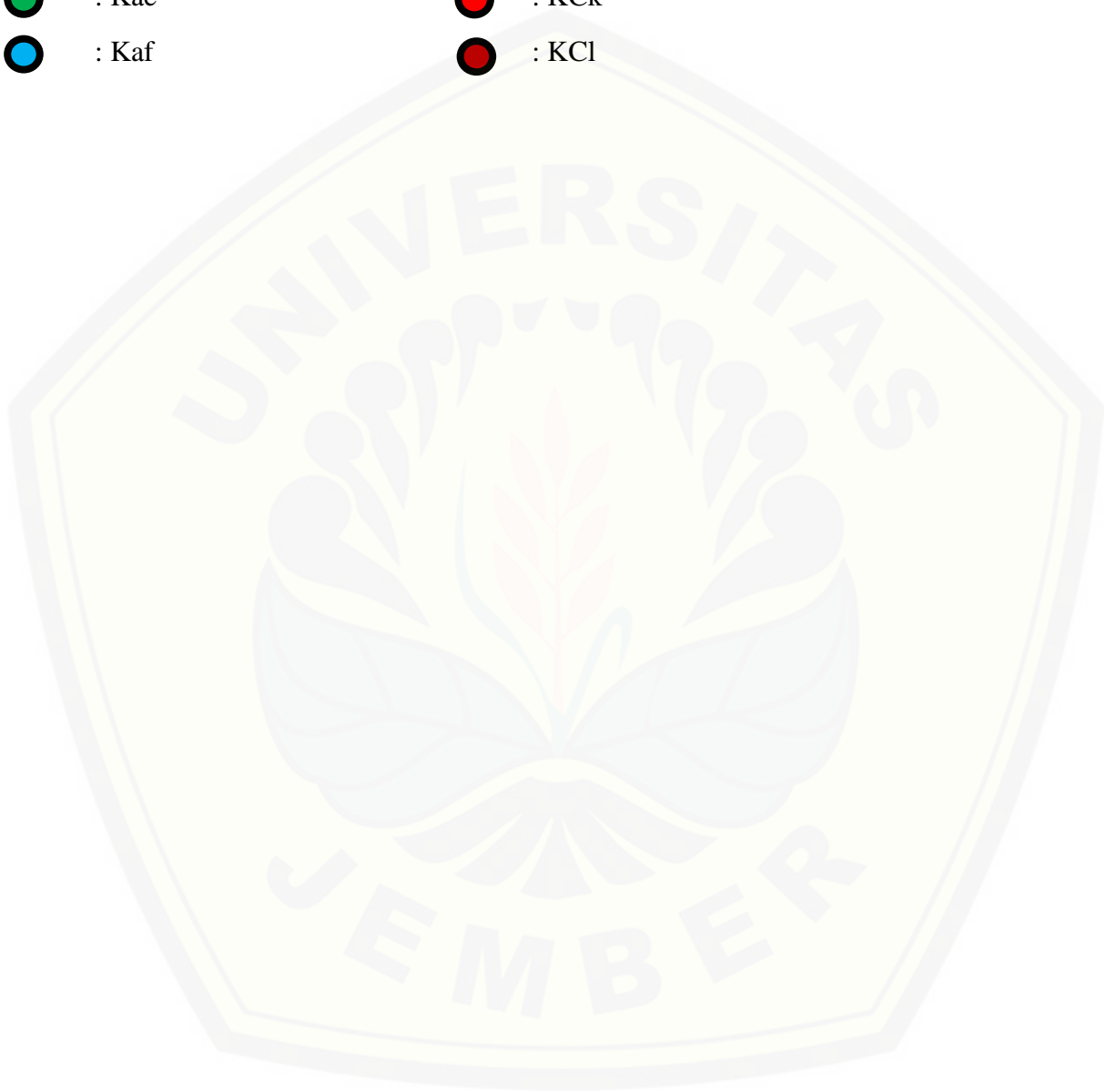
Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah



Sumber: Google.inc.2020

Keterangan :

	: Cba		: KAg
	: CBb		: KAh
	: CBc		: KAi
	: CBd		: KCj
	: Kae		: KCK
	: Kaf		: KCl



Lampiran 2. Tabel Perhitungan Hasil Uji Permeabilitas Tanah

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (CBa)

No	Test No. CBa		1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	24,5	25
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	259	109
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,001952	0,004639
8	Average Coefficient of Permeability		0,0032955	

Sumber : Hasil Analisis

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (CBb)

No	Test No. CBb		1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	29	28
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	400	100
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,001264	0,005056
8	Average Coefficient of Permeability		0,0031602	



Sumber : Hasil Analisis

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (CBc)

No	Test No.	CBc	1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	28	27
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	3452	3693
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,000146	0,000137
8	Average Coefficient of Permeability		0,0001417	

Sumber : Hasil Analisis

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (CBd)

No	Test No.	CBd	1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	26	26
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	1864	2403
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,000271	0,000210
8	Average Coefficient of Permeability		0,0002408	

Sumber : Hasil Analisis



Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (KAe)

No	Test No. Kae		1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	27	26
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	1184	1292
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,000427	0,000391
8	Average Coefficient of Permeability		0,0004092	

Sumber : Hasil Analisis

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (KAf)

No	Test No. Kaf		1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	25	28,5
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	900	840
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,000562	0,000602
8	Average Coefficient of Permeability		0,0005819	

Sumber : Hasil Analisis

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (KA<sub>g</sub>)

No	Test No. Kag		1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	25,5	24
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	689	855
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,000734	0,000591
8	Average Coefficient of Permeability		0,0006626	

Sumber : Hasil Analisis

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (KA<sub>h</sub>)

No	Test No. Kah		1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	28	27
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	775	900
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,000652	0,000562
8	Average Coefficient of Permeability		0,0006071	

Sumber : Hasil Analisis

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (KAi)

No	Test No. Kai		1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	27	28
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	7253	7540
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,000070	0,000067
8	Average Coefficient of Permeability		0,0000684	

Sumber : Hasil Analisis

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (KCj)

No	Test No. KCj		1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	27	26
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	900	964
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,000562	0,000525
8	Average Coefficient of Permeability		0,0005432	

Sumber : Hasil Analisis

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (KCK)

No	Test No. KCK		1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	28	27
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	4231	1265
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,000120	0,000400
8	Average Coefficient of Permeability		0,0002596	

Sumber : Hasil Analisis

Tabel Nilai Permeabilitas Hasil Uji Lab (KCI)

No	Test No. KCI		1	2
1	Permeameter			
	Diameter, D	cm	6,48	6,48
	Area, A	cm <sup>2</sup>	32,9625	32,9625
2	Stand Pipe			
	Diameter, D	cm	0,7	0,7
	Height	cm	109	109
	Area, A	cm <sup>2</sup>	0,3847	0,3847
3	Sample Length, L	cm	6	6
4	Q, quantity of fluid flow	cm <sup>3</sup>	100	100
5	Temperature, T	°C	29	26
6	Elapsed Time for Flow			
	from h <sub>0</sub> to h	sec	2175	2614
7	Permeability at T °C	cm/sec	0,000232	0,000193
8	Average Coefficient of Permeability		0,0002130	

Sumber : Hasil Analisis



Lampiran 3. Dokumentasi Pengambilan Sampel Tanah



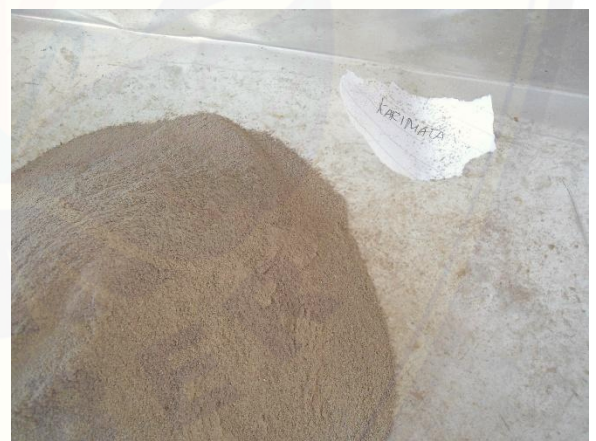


Lampiran 4. Dokumentasi Pengujian Permeabilitas Tanah

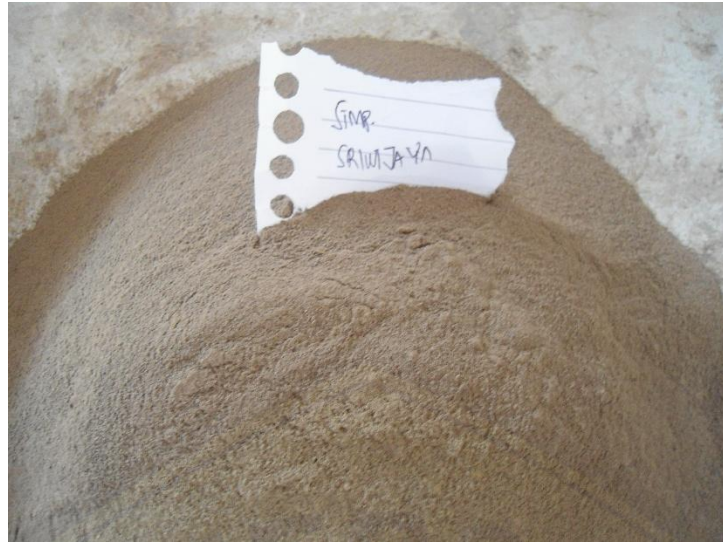




Lampiran 5. Dokumentasi Sampel Tanah







Lampiran 6. Gambar Tabel Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota (PermenPU. 2014)

Tabel 1

Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

TIPOLOGI KOTA	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 – 100	101 – 500	> 500
Kota Metropolitan	2 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th	10 – 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2 - 5 Th

Lampiran 7. Gambar Klasifikasi Kota (PermenPU. 2014)

22. Kota metropolitan adalah kota yang mempunyai penduduk lebih dari 1.000.000 jiwa.
23. Kota besar adalah kota yang mempunyai penduduk antara 500.000 jiwa - 1.000.000 jiwa.
24. Kota sedang adalah kota yang mempunyai penduduk antara 100.000 jiwa - 500.000 jiwa.
25. Kota kecil adalah kota yang mempunyai penduduk antara 20.000 jiwa - 100.000 jiwa.