

## Studi Perencanaan Jaringan Drainase Permukiman Di Perumahan Pegawai Negeri Sipil Kepanjen Kabupaten Malang

Agustinus Bunga Tokan <sup>1</sup>, Dian Noorvy Khaerudin <sup>2</sup>, Andy Kristafi Arifianto <sup>3</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang

Jl. Tlaga Warna Tlogomas Malang 65114, Indonesia

Email: [Agustokan88@gmail.com](mailto:Agustokan88@gmail.com). Tel. 0341-565500; Fax. 0341-565522

### ABSTRAK

Drainase berarti mengalirkan, mengalirkan, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum drainase dapat didefinisikan sebagai rangkaian struktur air yang berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kelebihan air dari suatu wilayah atau tanah, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan jaringan drainase perumahan di PNS kabupaten kepanjen malang yang pada umumnya belum direncanakan semua. Lokasi penelitian terletak pada perumahan di PNS kabupaten kepanjen malang barat Jalan Lingkar Barat Kepanjen. Perumahan di PNS kabupaten kepanjen malang perumahan minimalis dengan tipe rumah 36 dengan luas plot 70 m<sup>2</sup> dengan jumlah rumah yang ada di lokasi penelitian adalah 309 unit rumah di sebelah timur. Perumahan PNS Kepanjen terletak di sebelah utara jalan lingkar barat kepanjen dan barat dari sungai metro dengan ketinggian + 350 meter dari permukaan laut dan berjarak +18 Km dari pusat Malang. Analisis dan metode manajemen data yang digunakan adalah perhitungan manual sesuai dengan metoda rasional untuk menghitung curah hujan, dan rumus mencari ketinggian air menggunakan h SNI untuk debit saluran. Setelah perhitungan diperoleh dimensi saluran primer adalah dengan lebar dasar saluran  $b = 0,30$  m dan kedalaman saluran 0,50 m, dimensi saluran sekunder adalah lebar saluran  $b = 0,30$  m dan kedalaman saluran 0,40 m, Dimensi saluran tersier adalah lebar saluran = 0,30 m dan kedalaman saluran 0,30 m dengan tingkat kemacetan masing-masing saluran adalah 3% dari kedalaman saluran dari rencana tersebut. Penampang saluran itu berbentuk segi empat.

Kata Kunci: Air Hujan; Drainase; Hidrologi; Saluran Drainase; Skema Jaringan Drainase.

### ABSTRACT

*Drainage means streaming, drain, dispose of, or divert water. In general, drainage can be defined as a series of water structures that function to reduce or remove excess water from a region or land, so that the land can be functioned optimally. The purpose of this research is to plan the drainage network housing in civil servants kepanjen malang district which in general has not been planned all. The location of the study lies on housing in civil servants kepanjen malang district west of Kepanjen West Ring Road. Housing in civil servants kepanjen malang district minimalist housing with house type 36 with 70 m<sup>2</sup> plot area with the number of existing housing at the location of the research is 309 units house in the east. Housing PNS Kepanjen is located on the north of the western ring road kepanjen and west of the metro river with a height of + 350 meters from the sea surface and is + 18 Km distance from the center of Malang. Analysis and method of data management used is manual calculation according to rational metode to calculate rainfall, and formula look for water level using h SNI for channel discharge. After the calculation is obtained the primary channel dimension is with the base width of the channel  $b = 0.30$  m and the channel depth of 0.50 m, the secondary channel dimension is the channel width  $b = 0.30$  m and the channel depth is 0.40 m, the tertiary channel dimension is the channel width = 0.30 m and the channel depth of 0.30 m with the congestion level of each channel is 3% of the channel depth of the plan. The cross section of the channel is rectangular.*

**Keywords :** Rain Discharge, Drainage, Hydrology, Drainage Channel, and Drainage Network Scheme.

## 1. PENDAHULUAN

Drainase permukiman dapat diartikan sebagai saluran yang berfungsi mengalirkan air yang terdapat disuatu lingkungan permukiman yang digunakan untuk menjaga agar lingkungan tersebut tidak digenangi oleh air hujan (Sinulingga, 1999). Saluran drainase merupakan suatu hal penting dalam sebuah pembangunan, baik itu rumah sederhana, gedung, dan juga perumahan. Jaringan drainase pada perumahan PNS Kepanjen Malang sangat membutuhkan data-data pengukuran mulai dari pengukuran elevasi permukaan tanah, luas area perumahan, panjang saluran, dan perhitungan debit air hujan dan debit air kotor untuk mengetahui kapasitas penampungan setiap saluran hingga ke pembuangan akhir. Perumahan PNS Kepanjen dapat digolongkan pada drainase permukiman dikarenakan letak perumahan tersebut berjauhan dari Kota Kepanjen. Perumahan Kepanjen terletak di sebelah utara jalan Lingkar Barat Kepanjen dan Sungai Metro dengan elevasi ketinggian rata-rata 350 meter dari permukaan air laut. Masalah - masalah yang ditemukan berdasarkan hasil identifikasi masalah adalah sebagai berikut :

1. Berapakah debit rencana saluran drainase dengan perhitungan kala ulang 10 tahun?
2. Bagaimana skema jaringan drainase yang direncanakan?
3. Bagaimana evaluasi debit rencana drainase dan kapasitas saluran drainase?
4. Bagaimana dimensi saluran perencanaan percontohan, detail rencana saluran dan bak kontrol?

Tujuan Penelitian dari skripsi ini adalah:

1. Mendapatkan curah hujan harian maksimum daerah, debit rancangan kala ulang 10 tahun, dan debit air kotor.

2. Mendapatkan skema jaringan drainase dari hasil pengukuran.
3. Menghasilkan kondisi saluran banjir yang  $\leq 30\%$  dari skema dan debit yang direncanakan untuk skema yang terpilih.
4. Mendapatkan dimensi desain saluran yang dicontohkan, debit rencana saluran dan bak kontrol.

Dalam studi tentang perencanaan bangunan air, hidrologi mempunyai peranan yang sangat penting pada perencanaan bangunan air. Salah satu faktor yang mempunyai peranan itu adalah data hidrologi berupa data curah hujan, data luas Daerah Aliran Sungai (DAS), data koefisien pengaliran, karena dengan adanya data hidrologi maka kita dapat mengetahui besarnya debit rencana sebagai dasar perencanaan untuk perencanaan sebuah bangunan air.

### 1.1 Perhitungan Curah Hujan Rata – Rata Daerah

Dalam menganalisis curah hujan rata-rata daerah, digunakan data sekunder untuk menentukan curah hujan harian maksimum dengan cara Aljabar:

$$R = \frac{1}{n} \cdot (R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

### Curah Hujan Rancangan

- a. Koefisien kepengangan/ skewness (Cs):

$$C_s = \frac{n \cdot \sum(x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

- b. Koefisien kepengangan/ skewness (Cs):

$$C_s = \frac{n \cdot \sum(x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

- c. Koefisien Variasi (Cv):

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}}$$

- d. Menghitung logaritma hujan/ banjir periode ulang T:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K.s$$

### 1.2 Intensitas Curah Hujan

Pada umumnya makin besar waktu (t) intensitas hujannya makin kecil. Jika tidak ada waktu untuk mengamati beberapa intensitas hujan atau disebabkan oleh alatnya tidak ada, dapat ditempuh dengan cara empiris dengan menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut : (Dr. Ir. Wesli, 2008)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Dimana :

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

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

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam).

### 1.3 Koefisien Pengaliran (C)

Jika DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien permukaan aliran yang berbeda, maka C yang di pakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut : (suripin, 2004).

$$C = \frac{\sum_{i=0}^n C_i A_i}{A}$$

Dimana :

$A_i$  = Luas lahan  $i$ ,

$C_i$  = Koefisien aliran permukaan  $i$ ,

$N$  = Jumlah lahan.

### 1.4 Perhitungan Debit Air Hujan

Perhitungan debit air hujan menggunakan metode rasional: (suripin, 2004).  $Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$

Dimana :

$Q$  = debit banjir rancangan ( $m^3/det$ )

$C$  = koefisien pengaliran

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = luas DAS ( $km^2$  atau ha)

### 1.5 Debit Air Kotor

Debit air kotor adalah debit yang berasal dari air buangan rumah tangga, buangan gedung, instansi, pabrik dan

lainnya. Besarnya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah penduduk dan kebutuhan air rata – rata penduduk.

Rumus:

$$Q_{ak} = \frac{P \times (q \times 70\%)}{A}$$

Dimana:

$Q_{ak}$  = Debit air kotor (liter/detik/ $Km^2$ )

$P$  = Jumlah Penduduk (orang)

$Q$  = Jumlah kebutuhan air bersih (liter/detik/orang)

$A$  = Luas daerah ( $Km^2$ )

### 1.6 Analisa Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit banjir rancangan dilakukan dengan cara:

$$Q_r = Q_{ah} + Q_{ak}$$

Dimana:

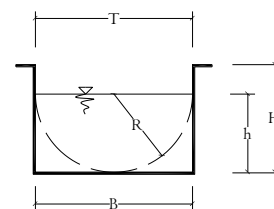
$Q_r$  = debit banjir rancangan ( $m^3/det$ )

$Q_{ah}$  = debit air hujan ( $m^3/det$ )

$Q_{ak}$  = debit air Lotor ( $m^3/det$ )

### 1.7 Perencanaan Saluran Drainase

Kapasitas pengaliran dari saluran tergantung pada bentuk, kemiringan dan kekasaran saluran. Sehingga penentuan kapasitas tamping harus berdasarkan atas besarnya debit air hujan. (suripin, 2004). Perencanaan penampang saluran yang digunakan adalah segi empat:



Gambar. 1.1 Penampang Saluran Berbentuk Persegi

Rumus: (Suripin, 2004)

Luas penampang basah ( $A$ ) =  $b \cdot h$

Keliling basah ( $P$ ) =  $b + 2h$

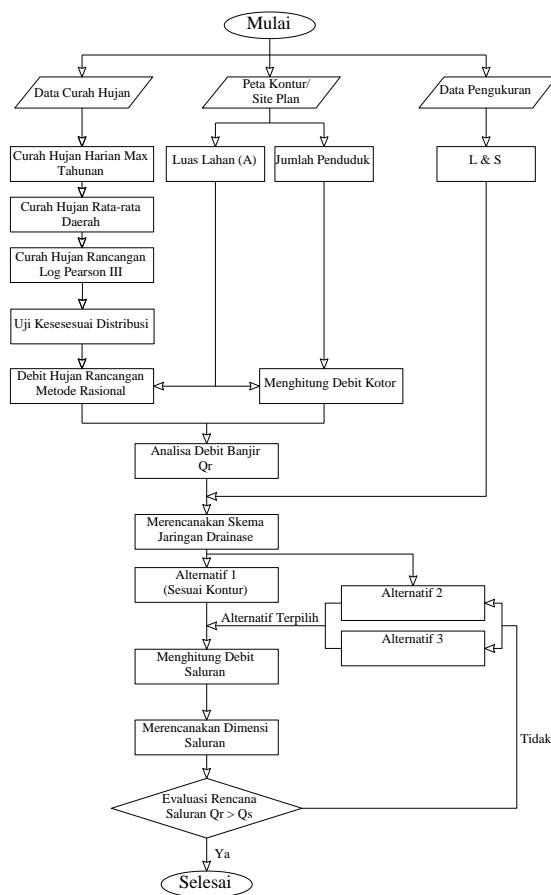
Jari – jari Hidrolik ( $R$ ) =  $\frac{b \cdot h}{b+2h}$

Lebar puncak ( $T$ ) =  $b$

Kedalaman hidrolik =  $h$

Faktor penampang ( $Z$ ) =  $(b \cdot h)^{1,5}$

## 2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Data-data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data curah hujan, data peta kintur atau *site plan* dan data pengukuran. Pengelolaan data meliputi; menghitung curah hujan rancangan, menghitung debit banjir rancangan, merencanakan skema jaringan drainase, menghitung dimensi saluran dan mendesain saluran.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Lokasi penelitian

Tabel 1 Hasil Analisa Perhitungan Curah Hujan Rata - Rata Daerah

No.	Tahun	S1(mm)	S2 (mm)	Curah Hujan Rata-Rata
1	2012	67	75	71,00
2	2013	176	118	147,00
3	2014	84	88	86,00
4	2015	95	118	106,50
5	2016	54	101	77,50

Sumber: hasil perhitungan.

Tabel 1 merupakan perhitungan curah hujan rata – rata dengan dua stasiun curah hujan yaitu Kepanjen CD (S1) dan Stasiun Curah hujan Nganjum (S2).

Tabel 2 Hasil Perhitungan curah hujan Rancangan Metode Log Person III

No	Rx	Log Rx	Probabilitas	Log (Rx - X)	Log (Rx - X) <sup>2</sup>	Log (Rx - X) <sup>3</sup>
1	71,00	1,85	9,09	-0,1227	0,0151	-0,001847
2	77,50	1,89	18,18	-0,0846	0,0072	-0,000606
3	86,00	1,93	27,27	-0,0394	0,0016	-0,000061
4	106,50	2,03	36,36	0,0534	0,0029	0,000152
5	147,00	2,17	45,45	0,1934	0,0374	0,007231
Jumlah	9,87			0,0000	0,0640174	0,004869
Rata-Rata	1,974					
S. Dev	0,127					
Skewness	0,198					

Sumber: hasil perhitungan

Tabel 2 merupakan perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode log person III dengan hasil perhitungan bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel.3 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rancangan Dengan Kala Ulang

No	Kala Ulang	Log X rerata	K	S	Log RX	Curah Hujan Rancangan (Antilog)
1	2		-0,033		1,970	93,284
2	5	1,97	0,830	0,127	2,079	119,939
3	10		1,301		2,139	137,566

Sumber: hasil perhitungan

Hasip perhitungan degan kala ulang 10 tahun untuk perencanaan drainase bisa dilihat pada tabel 3.

### 3.1 Perhitungan Waktu Kosentrasi (Tc)

Hasil perhitungan waktu kosentrasi:

$$T_c = \frac{0.0195}{60} \times \left[ \frac{109,80}{\sqrt{0,107}} \right]^{0.77}$$

$$T_c = 3,25^{-4} \times 88,095$$

$$T_c = 0,0286 \text{ jam.}$$

### 3.2 Perhitungan Intensitas Hujan (I)

Perhitungan nilai itensitas curah hujan untuk Saluran Nomor **S.a** pada perencanaan drainase permukiman di Perumahan PNS Kepanjen Malang adalah sebagai berikut:

*Diketahui:*

$$R \text{ kala ulang 10 tahun} = 137,57 \text{ mm}$$

$$\text{Waktu Kosentrasi (Tc)} = 0,0287 \text{ jam}$$

Jadi besarnya intensitas hujan (I) pada perencanaan Saluran **S.a** adalah:

$$I = \frac{137,57}{24} \times \left[ \frac{24}{0,0287} \right]^{2/3}$$

$$I = 5,732 \times 88,760$$

$$I = 509,278 \text{ mm/jam.}$$

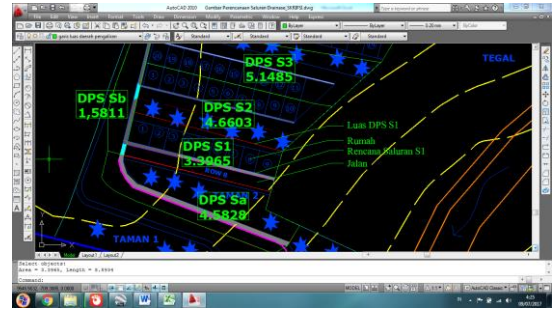
### 3.3 Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

Untuk menentukan nilai koefisien limpasan kali ini sesuai lokasi studi dan perencanaan drainase permukiman maka nilai pengaliran limpasan langsung ditentukan sesuai dengan koefisien limpasan berdasarkan fungsi lahan untuk perumahan kepadatan sedang sampai tinggi sesuai dengan lokasi studi pada perumahan PNS Kepanjen dengan kepadatan 60/Ha yaitu **C = 0,75**.

### 3.4 Perhitungan Luas Daerah Pengaliran (A)

Perhitungan luas daerah pengaliran untuk perencanaan drainase permukiman pada Perumahan PNS Kepanjen Malang dilakukan perhitungan untuk mendapatkan

luas lahan masing-masing saluran dengan menggunakan aplikasi Auto Cad 2010.



Gambar 3 Perhitungan luas daerah pengaliran (A) menggunakan aplikasi Auto Cad 2010

### 3.5 Perhitungan Debit Air Hujan

Perhitungan debit air hujan dilakukan disetiap masing masing saluran untuk mengetahui besarnya debit air hujan yang mengalir masuk ke saluran perencana misalnya Saluran 1 yaitu:

*Diketahui:*

$$\text{Koefisien Pengaliran (C)} = 0,75$$

$$\text{Intensitas curah hujan (I)} = 291,671 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Luasan daerah pengaliran (A)} = 0,0015 \text{ km}^2$$

Maka debit air hujan S1 adalah:

$$Q = 0,00278 \times 0,75 \times 291,671 \times 0,0015$$

$$Q = 0,0008 \text{ m/dtk.}$$

Jadi besar debit pada Saluran 1 adalah 0,0008 m/dtk.

Berikut adalah tabel hasil perhitungan debit air hujan:

**Tabel 4 Hasil Perhitungan Debit Air Hujan Saluran Tersier**

No	No. Saluran	I (mm/jam)	C	A (Km <sup>2</sup> )	Q	
					(ltr/dtk)	(m <sup>3</sup> /dtk)
1	2	3	4	5	6	7
1	S.C	240,366	0,75	0,0022	1,086	0,0011
2	S 1	291,671	0,75	0,0014	0,826	0,0008
3	S 3	420,502	0,75	0,0021	1,806	0,0018
4	S 4	377,274	0,75	0,0019	1,506	0,0015
5	S 5	377,274	0,75	0,0015	1,180	0,0012
6	S 6	311,729	0,75	0,0015	0,972	0,0010
7	S 7	311,729	0,75	0,0016	1,016	0,0010
8	S 8	272,848	0,75	0,0017	0,943	0,0009
9	S 9	272,848	0,75	0,0017	0,967	0,0010
10	S 10	231,106	0,75	0,0018	0,858	0,0009
11	S S11a	242,932	0,75	0,0019	0,937	0,0009

12	S S11b	754,977	0,75	0,0002	0,333	0,0003
13	S 12	381,088	0,75	0,0018	1,409	0,0014
14	S 13	381,088	0,75	0,0019	1,487	0,0015
15	S 14	392,961	0,75	0,0020	1,638	0,0016
16	S 15	392,961	0,75	0,0019	1,579	0,0016
17	S 16	405,721	0,75	0,0017	1,440	0,0014
18	S 17	405,721	0,75	0,0018	1,511	0,0015
19	S 18	417,866	0,75	0,0017	1,497	0,0015
20	S 19	417,866	0,75	0,0017	1,514	0,0015
21	S 20	420,180	0,75	0,0023	2,017	0,0020
<b>TOTAL</b>					26,52	0,0265

Sumber: hasil perhitungan.

Hasil perhitungan untuk intesitas curah hujan, kioefisien pengaliran, luas daerah pengaliran dan debit air hujan pada perencanaan saluran tersier dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 5 Hasil Perhitungan Debit Air Hujan Saluran Sekunder**

No	No Saluran	I (mm/jam)	C	A (km <sup>2</sup> )	Q	
					(ltr/dtk)	(m <sup>3</sup> /dtk)
1	2	3	4	5	6	7
1	S B	655,4758	0,75	0,00672	9,189	0,0092
2	S 2	589,1749	0,75	0,00392	4,820	0,0048
3	S 21	850,2498	0,75	0,00456	8,082	0,0081
4	S 23	653,0086	0,75	0,00554	7,545	0,0075
5	S 25	628,2731	0,75	0,00929	12,165	0,0122
6	S 27	785,3477	0,75	0,00346	5,660	0,0057
<b>TOTAL</b>					47,461	0,0475

Sumber: hasil perhitungan.

Hasil perhitungan untuk intesitas curah hujan, koefisien pengaliran, luas daerah pengaliran dan debit air hujan pada perencanaan saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 6 Hasil Perhitungan Debit Air Hujan Saluran Primer**

No	Nomor Saluran	I (mm/jam)	C	A (km <sup>2</sup> )	Q	
					(ltr/dtk)	(m <sup>3</sup> /dtk)
1	2	3	4	5	6	7
1	Saluran A (S.a)	509,278	0,75	0,015	15,886	0,0159
2	Saluran 22 (S22)	554,554	0,75	0,0126	14,588	0,0146
3	Saluran 24 (S24)	521,569	0,75	0,0141	15,377	0,0154
4	Saluran 26 (S26)	511,113	0,75	0,0178	18,969	0,019
5	Saluran 28 (S28)	470,998	0,75	0,0122	11,938	0,0119
<b>TOTAL</b>					<b>76,758</b>	<b>0,0768</b>

Sumber: hasil perhitungan.

Hasil perhitungan untuk intesitas curah hujan, kioefisien pengaliran, luas daerah pengaliran dan debit air hujan pada

perencanaan saluran primer dapat dilihat pada tabel 6.

### 3.6 Perhitungan Debit Air Kotor

Untuk mengetahui berapa besarnya debit air kotor yang ada pada lokasi studi dari hasil buangan rumah tangga, data-data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan adalah data jumlah penduduk dan kebutuhan air bersih.

#### a. Perhitungan Jumlah Penduduk

Berikut adalah contoh masing masing perhitungan untuk Saluran 1 (S1):

*Diketahui:*

Jumlah unit rumah (S1) = 9 unit

Jumlah penduduk (S1) = 9 x 4 = 36 jiwa

Maka jumlah penduduk pada S1 adalah 36 jiwa.

#### b. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih dilakukan untuk mengetahui berapa besar debit buangan air rumah tangga, sehingga untuk masing-masing untuk perencanaan saluran bisa diketahui berapa debit air kotornya.

Contoh perhitungan kebutuhan air bersih untuk S1

*Diketahui:*

Jumlah penduduk (S1) = 36 jiwa

Jumlah kebutuhan air bersih = 80

liter/hari/orang

$$= \frac{80}{24.60.60}$$

$$= 0,00093 \text{ liter/detik/orang}$$

Maka kebutuhan air bersi untuk S1

$$Q_{\text{bersih}} = 36 \times 0,00093$$

$$= 0,0335 \text{ liter/detik/orang}$$

Jadi untuk kebutuhan air bersih diperumahan di saluran 1 (S1) adalah 0,0335 liter/detik/orang.

Analisa perhitungan debit air kotor bisa dilihat di bawah ini untuk contoh perhitungan saluran 1 (S1):

Diketahui:

Jumlah penduduk (S1) = 36 jiwa

Debit kebutuhan air bersih (S1) =  
0,0335 liter/detik/orang

Maka debit air kotor untuk Saluran 1 :

$$Q_{ak} = \frac{0,0335 \times 70\%}{0,00147}$$

$$Q_{ak} = \frac{0,023}{0,00147}$$

$$Q_{ak} = 15,952 \text{ liter/detik/km}^2$$

$$Q_{ak} = 0,01595 \text{ m}^3/\text{detik/km}^2$$

Jadi debit air kotor yang akan masuk ke Saluran (S1) adalah sebesar 0,01595 liter/detik/km<sup>2</sup>.

### 3.7 Perhitungan debit banjir rancangan

Analisa perhitungan debit banjir rancangan merupakan penjumlahan dari debit air hujan dan debit air kotor masing-masing saluran. Dengan menggunakan rumus di atas diambil salah satu saluran untuk menghitung besar debit banjir rancangan untuk saluran 1 (S1):

Diketahui :

Debit air hujan (Q<sub>ah</sub>) S1 = 0,0008 m<sup>3</sup>/detik

Debit air kotor (Q<sub>ak</sub>) S = 0,000023 m<sup>3</sup>/detik

Maka debit banjir rancangan untuk Saluran 1 (S1) adalah

$$Q_r = 0,0008 + 0,000023$$

$$Q_r = 0,0008 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi untuk Saluran 1 (S1) besar debit banjir rancangan adalah 0,008 m<sup>3</sup>/detik.

Berikut adalah tabel hasil analisa perhitungan debit banjir rancangan untuk perhitungan Saluran Tersier (Tabel 7), Saluran Sekunder (Tabel 8) dan Saluran Primer (Tabel 9):

**Tabel 7 Hasil Analisa Debit Banjir Kala Ulang 10 Tahun (Saluran Tersier)**

No	Nomor Saluran	L (m)	r (unit)	P (jiwa)	q (ltr/dtk/org)	Q <sub>ab</sub>		Q <sub>ak</sub>	
						(ltr/dtk)	(M3/dtk)	(ltr/dtk)	(M3/dtk)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	S.c	216,30	0	0	0	0	0	0	0
2	S1	62,80	9	36	0,00093	0,033	0,000033	0,023	0,000023
3	S3	106,00	10	40	0,00093	0,037	0,000037	0,026	0,000026
4	S4	99,50	14	56	0,00093	0,052	0,000052	0,036	0,000036
5	S5	99,50	14	56	0,00093	0,052	0,000052	0,036	0,000036
6	S6	133,50	14	56	0,00093	0,052	0,000052	0,036	0,000036
7	S7	133,50	16	64	0,00093	0,060	0,000060	0,042	0,000042
8	S8	120,00	16	64	0,00093	0,060	0,000060	0,042	0,000042
9	S9	120,00	17	68	0,00093	0,063	0,000063	0,044	0,000044
10	S10	150,70	17	68	0,00093	0,063	0,000063	0,044	0,000044
11	S11a	133,20	18	72	0,00093	0,067	0,000067	0,047	0,000047
12	S11b	17,50	2	8	0,00093	0,007	0,000007	0,005	0,000005
13	S12	128,00	18	72	0,00093	0,067	0,000067	0,047	0,000047
14	S13	128,00	17	68	0,00093	0,063	0,000063	0,044	0,000044
15	S14	123,00	17	68	0,00093	0,063	0,000063	0,044	0,000044
16	S15	123,00	16	64	0,00093	0,060	0,000060	0,042	0,000042
17	S16	118,00	16	64	0,00093	0,060	0,000060	0,042	0,000042
18	S17	118,00	16	64	0,00093	0,060	0,000060	0,042	0,000042
19	S18	130,00	16	64	0,00093	0,060	0,000060	0,042	0,000042
20	S19	130,00	16	64	0,00093	0,060	0,000060	0,042	0,000042
21	S20	138,00	16	64	0,00093	0,060	0,000060	0,042	0,000042

Sumber: hasil perhitungan.

**Tabel 8 Hasil Analisa Debit Banjir Kala Ulang 10 Tahun (Saluran Sekunder)**

No	Nomor Saluran	L (m)	r (unit)	P (jiwa)	q (ltr/dtk/org)	Q <sub>ab</sub>		Q <sub>ak</sub>	
						(ltr/dtk)	(M3/dtk)	(ltr/dtk)	(M3/dtk)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	S.b	47,8	0	0	0	0,074	0,000074	0,052	0,000052
2	S2	63,5	10	40	0,00093	0,074	0,000074	0,052	0,000052
3	S21	31,3	0	0	0,00093	0,164	0,000164	0,115	0,000115
4	S23	35	0	0	0,00093	0,201	0,000201	0,141	0,000141
5	S25	36,8	0	0	0,00093	0,305	0,000305	0,214	0,000214
6	S27	34,7	0	0	0,00093	0,119	0,000119	0,083	0,000083

Sumber: hasil perhitungan.

**Tabel 9 Hasil Analisa Debit Banjir Kala Ulang 10 Tahun (Saluran Primer)**

No	Nomor Saluran	L (m)	r (unit)	P (jiwa)	q (ltr/dtk/org)	Q <sub>ab</sub>		Q <sub>ak</sub>	
						(ltr/dtk)	(M3/dtk)	(ltr/dtk)	(M3/dtk)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	S.a	109,8	0	0	0,00000	0,108	0,0001	0,076	0,000076
2	S22	112	0	0	0,00093	0,216	0,0002	0,151	0,000151
3	S24	120	0	0	0,00093	0,260	0,0003	0,182	0,000182
4	S26	107	0	0	0,00093	0,372	0,0004	0,260	0,000260
5	S28	107	0	0	0,00093	0,179	0,0002	0,125	0,000125

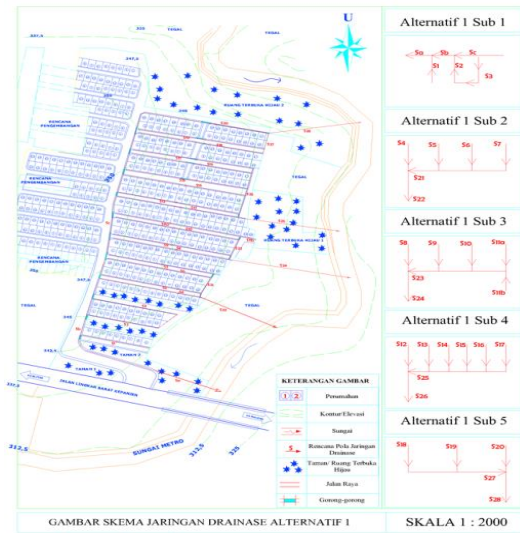
Sumber: hasil perhitungan.

### 3.8 Perencanaan Skema Jaringan Drainase di Perumahan PNS Kepanjen Malang

Perencanaan skema jaringan drainase peneliti menyediakan tiga skema jaringan drainase sebagai alternatif untuk mengatasi permasalahan drainase yang ada pada lokasi penelitian. Berikut adalah gambar skema jaringan drainase:

#### 1. Alternatif Satu

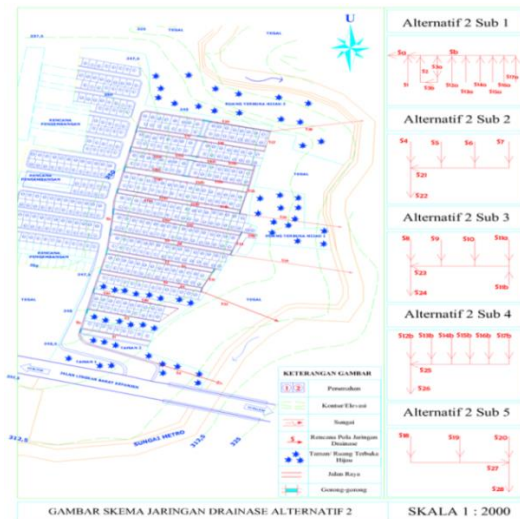
Alternatif satu di rencanakan sesuai keadaan kontur atau elevasi tanah.



Gambar 4 perencanaan jaringan drainase alternatif satu

## 2. Alternatif Dua

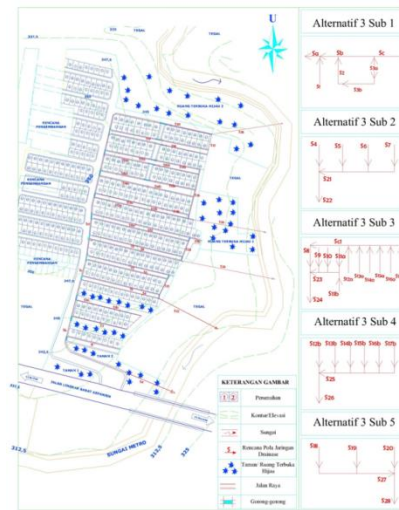
Alternatif dua direncanakan sebagai solusi apabila pada alternatif satu pada saluran S.a mengalami banjir.



Gambar 5 perencanaan jaringan drainase alternatif dua

## 3. Alternatif Tiga

Sedangkan pada alternatif tiga direncanakan untuk mengatasi saluran yang pada alternatif satu dan alternatif dua.



Gambar 6 perencanaan jaringan drainase alternatif tiga

## 3.9 Perencanaan Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran drainase menggunakan dua metode yaitu metode tinggi muka air coba-coba dan metode tinggi muka air SNI.



Tabel 10 Hasil Analisa Perhitungan Dimensi Saluran Tersier (h Coba-coba)

Saluran Tersier																	
No	No. Saluran	L (m)	b (m)	h (m)	A (m)	n	P (m)	R (m)	S	V (m/det)	I(R) <sup>0,5</sup>	Q hitung (liter/dtk) (m <sup>3</sup> /dtk)		Q Saluran (liter/dtk) (m <sup>3</sup> /dtk)		Q hitung-Q sal (liter/dtk) (m <sup>3</sup> /dtk)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	S C	216,30	0,30	0,040	0,012	0,15	0,380	0,032	0,022	0,099	0,0039	1,192	0,0012	1,086	0,0011	0,105	0,0001
2	S 1	62,80	0,30	0,055	0,017	0,15	0,410	0,040	0,004	0,049	0,0008	0,815	0,0008	0,850	0,0008	-0,035	0,0000
3	S 3	106,00	0,30	0,043	0,013	0,15	0,386	0,033	0,047	0,150	0,0086	1,938	0,0019	1,832	0,0018	0,106	0,0001
4	S 4	99,50	0,30	0,045	0,014	0,15	0,390	0,035	0,027	0,117	0,0051	1,578	0,0016	1,543	0,0015	0,035	0,0000
5	S 5	99,50	0,30	0,040	0,012	0,15	0,380	0,032	0,027	0,110	0,0048	1,319	0,0013	1,216	0,0012	0,103	0,0001
6	S 6	133,50	0,30	0,037	0,011	0,15	0,374	0,030	0,023	0,098	0,0040	1,083	0,0011	1,009	0,0010	0,074	0,0001
7	S 7	133,50	0,30	0,037	0,011	0,15	0,374	0,030	0,023	0,098	0,0040	1,083	0,0011	1,058	0,0011	0,025	0,0000
8	S 8	120,00	0,30	0,043	0,013	0,15	0,386	0,033	0,011	0,073	0,0020	0,945	0,0009	0,985	0,0010	-0,040	0,0000
9	S 9	120,00	0,30	0,045	0,014	0,15	0,390	0,035	0,011	0,075	0,0021	1,012	0,0010	1,011	0,0010	0,001	0,0000
10	S 10	150,70	0,30	0,043	0,013	0,15	0,386	0,033	0,009	0,067	0,0017	0,858	0,0009	0,902	0,0009	-0,044	0,0000
11	S 11a	133,20	0,30	0,047	0,014	0,15	0,394	0,036	0,009	0,068	0,0017	0,957	0,0010	0,984	0,0010	-0,027	0,0000
12	S 11b	17,50	0,30	0,027	0,008	0,15	0,354	0,023	0,013	0,060	0,0019	0,488	0,0005	0,338	0,0003	0,150	0,0001
13	S 12	128,00	0,30	0,037	0,011	0,15	0,374	0,030	0,047	0,138	0,0081	1,536	0,0015	1,456	0,0015	0,080	0,0001
14	S 13	128,00	0,30	0,037	0,011	0,15	0,374	0,030	0,047	0,138	0,0081	1,536	0,0015	1,531	0,0015	0,004	0,0000
15	S 14	123,00	0,30	0,040	0,012	0,15	0,380	0,032	0,049	0,147	0,0087	1,765	0,0018	1,682	0,0017	0,083	0,0001
16	S 15	123,00	0,30	0,040	0,012	0,15	0,380	0,032	0,049	0,147	0,0087	1,765	0,0018	1,621	0,0016	0,144	0,0001
17	S 16	118,00	0,30	0,037	0,011	0,15	0,374	0,030	0,051	0,144	0,0088	1,600	0,0016	1,482	0,0015	0,117	0,0001
18	S 17	118,00	0,30	0,037	0,011	0,15	0,374	0,030	0,051	0,144	0,0088	1,600	0,0016	1,552	0,0016	0,047	0,0000
19	S 18	130,00	0,30	0,032	0,010	0,15	0,364	0,026	0,069	0,155	0,0112	1,492	0,0015	1,539	0,0015	-0,047	0,0000
20	S 19	130,00	0,30	0,033	0,010	0,15	0,366	0,027	0,069	0,158	0,0114	1,565	0,0016	1,556	0,0016	0,009	0,0000
21	S 20	138,00	0,30	0,038	0,011	0,15	0,376	0,030	0,080	0,183	0,0139	2,086	0,0021	2,059	0,0021	0,028	0,0000
Saluran Sekunder																	
No	No. Saluran	L (m)	b (m)	h (m)	A (m)	n	P (m)	R (m)	S	V (m/det)	I(R) <sup>0,5</sup>	Q hitung (liter/dtk) (m <sup>3</sup> /dtk)		Q Saluran (liter/dtk) (m <sup>3</sup> /dtk)		Q hitung-Q sal (liter/dtk) (m <sup>3</sup> /dtk)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	S.b	47,80	0,40	0,144	0,058	0,15	0,688	0,084	0,054	0,297	0,016	17,090	0,017	17,031	0,017	0,059	0,0001
2	S 2	63,50	0,40	0,071	0,028	0,15	0,542	0,052	0,063	0,234	0,014	6,654	0,007	6,703	0,007	-0,049	0,0000
3	S 21	31,30	0,40	0,103	0,041	0,15	0,606	0,068	0,064	0,281	0,017	11,566	0,012	11,479	0,011	0,086	0,0001
4	S 23	35,00	0,40	0,132	0,053	0,15	0,664	0,080	0,029	0,208	0,008	11,002	0,011	10,921	0,011	0,081	0,0001
5	S 25	36,80	0,40	0,210	0,084	0,15	0,820	0,102	0,027	0,241	0,009	20,210	0,020	20,248	0,020	-0,038	0,0000
6	S 27	34,70	0,40	0,089	0,036	0,15	0,578	0,062	0,058	0,250	0,014	8,886	0,009	8,838	0,009	0,048	0,0000
Saluran Primer																	
No	No. Saluran	L (m)	b (m)	h (m)	A (m)	n	P (m)	R (m)	S	V (m/det)	I(R) <sup>0,5</sup>	Q hitung (liter/dtk) (m <sup>3</sup> /dtk)		Q Saluran (liter/dtk) (m <sup>3</sup> /dtk)		Q hitung-Q sal (liter/dtk) (m <sup>3</sup> /dtk)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	S.a	109,80	0,50	0,150	0,075	0,15	0,801	0,094	0,107	0,450	0,033	33,809	0,034	33,842	0,034	-0,033	0,0000
2	S 22	112,00	0,50	0,115	0,058	0,15	0,730	0,079	0,155	0,482	0,043	27,747	0,028	27,762	0,028	-0,015	0,0000
3	S 24	120,00	0,50	0,119	0,059	0,15	0,737	0,080	0,140	0,465	0,040	27,522	0,028	27,465	0,027	0,057	0,0001
4	S 26	107,00	0,50	0,175	0,088	0,15	0,850	0,103	0,103	0,470	0,033	41,082	0,041	40,933	0,041	0,148	0,0001
5	S 28	107,00	0,50	0,130	0,065	0,15	0,760	0,086	0,075	0,354	0,022	23,001	0,023	22,959	0,023	0,041	0,0000

Sumber: hasil perhitungan.

Tabel 11 Hasil Analisa Perhitungan Dimensi Saluran Tersier (h SNI)

Saluran Tersier																	
No	No. Saluran	L (m)	b (m)	h (m)	A (m)	n	P (m)	R (m)	S	V (m/det)	I(R) <sup>0,5</sup>	Q hitung		Q Saluran		Q hitung-Q sal	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	S C	216,30	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,022	0,214	0,007	19,271	0,019	1,086	0,0011	18,184	0,0182
2	S 1	62,80	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,004	0,091	0,001	8,156	0,008	0,850	0,0008	7,306	0,0073
3	S 3	106,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,047	0,312	0,015	28,075	0,028	1,832	0,0018	26,243	0,0262
4	S 4	99,50	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,027	0,237	0,009	21,333	0,021	1,543	0,0015	19,790	0,0198
5	S 5	99,50	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,027	0,237	0,009	21,333	0,021	1,216	0,0012	20,117	0,0201
6	S 6	133,50	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,023	0,219	0,007	19,736	0,020	1,009	0,0010	18,728	0,0187
7	S 7	133,50	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,023	0,219	0,007	19,736	0,020	1,058	0,0011	18,679	0,0187
8	S 8	120,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,011	0,152	0,004	13,685	0,014	0,985	0,0010	12,700	0,0127
9	S 9	120,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,011	0,152	0,004	13,685	0,014	1,011	0,0010	12,674	0,0127
10	S 10	150,70	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,009	0,138	0,003	12,437	0,012	0,902	0,0009	11,535	0,0115
11	S 11a	133,20	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,009	0,135	0,003	12,115	0,012	0,984	0,0010	11,131	0,0111
12	S 11b	17,50	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,013	0,161	0,004	14,494	0,014	0,338	0,0003	14,155	0,0142
13	S 12	128,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,047	0,311	0,015	27,987	0,028	1,456	0,0015	26,531	0,0265
14	S 13	128,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,047	0,311	0,015	27,987	0,028	1,531	0,0015	26,456	0,0265
15	S 14	123,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,049	0,317	0,015	28,550	0,029	1,682	0,0017	26,868	0,0269
16	S 15	123,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,049	0,317	0,015	28,550	0,029	1,621	0,0016	26,929	0,0269
17	S 16	118,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,051	0,324	0,016	29,149	0,029	1,482	0,0015	27,667	0,0277
18	S 17	118,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,051	0,324	0,016	29,149	0,029	1,552	0,0016	27,596	0,0276
19	S 18	130,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,069	0,378	0,022	34,012	0,034	1,539	0,0015	32,473	0,0325
20	S 19	130,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,069	0,378	0,022	34,012	0,034	1,556	0,0016	32,456	0,0325
21	S 20	138,00	0,30	0,30	0,090	0,15	0,900	0,100	0,080	0,406	0,025	36,496	0,036	2,059	0,0021	34,437	0,0344

Saluran Sekunder																	
No	No. Saluran	L (m)	b (m)	h (m)	A (m)	n	P (m)	R (m)	S	V (m/det)	I(R) <sup>0,5</sup>	Q hitung		Q Saluran		Q hitung-Q sal	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	S.b	47,80	0,40	0,40	0,160	0,15	1,200	0,133	0,054	0,405	0,020	64,740	0,065	17,031	0,0170	47,709	0,0477
2	S 2	63,50	0,40	0,40	0,160	0,15	1,200	0,133	0,063	0,437	0,023	69,871	0,070	6,703	0,0067	63,168	0,0632
3	S 21	31,30	0,40	0,40	0,160	0,15	1,200	0,133	0,064	0,440	0,023	70,372	0,070	11,479	0,0115	58,892	0,0589
4	S 23	35,00	0,40	0,40	0,160	0,15	1,200	0,133	0,029	0,294	0,010	47,057	0,047	10,921	0,0109	36,136	0,0361
5	S 25	36,80	0,40	0,40	0,160	0,15	1,200	0,133	0,027	0,287	0,010	45,891	0,046	20,248	0,0202	25,643	0,0256

Saluran Primer																	
No	No. Saluran	L (m)	b (m)	h (m)	A (m)	n	P (m)	R (m)	S	V (m/det)	I(R) <sup>0,5</sup>	Q hitung		Q Saluran		Q hitung-Q sal	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	S.a	109,80	0,50	0,50	0,250	0,15	1,500	0,167	0,107	0,660	0,044	164,916	0,165	33,842	0,0338	131,074	0,1311
2	S 22	112,00	0,50	0,50	0,250	0,15	1,500	0,167	0,155	0,794	0,063	198,579	0,199	27,762	0,0278	170,818	0,1708
3	S 24	120,00	0,50	0,50	0,250	0,15	1,500	0,167	0,140	0,755	0,057	188,806	0,189	27,465	0,0275	161,341	0,1613
4	S 26	107,00	0,50	0,50	0,250	0,15	1,500	0,167	0,103	0,647	0,042	161,840	0,162	40,933	0,0409	120,907	0,1209
5	S 28	107,00	0,50	0,50	0,250	0,15	1,500	0,167	0,075	0,552	0,031	138,018	0,138	22,959	0,0230	115,058	0,1151

Sumber: hasil perhitungan.

Keterangan Tabel :

1	Nomor	-	10	Kemiringan Saluran	S
2	Nomor Saluran	-	11	Kecepatan Aliran	$V = (1/n) \times R^{(2/3)} \times S^{0,5}$
3	Panjang Saluran	L	12	Kontrol Aliran	$S \times (R)^{0,5}$
4	Lebar Saluran	B	13	Debit Saluran (ltr/dtk)	$(14) \times 1000$
5	Tinggi Saluran	H	14	Debit Saluran	$A \times V$
6	Luas Penampang Basah	$A = b \times h$	15	Debit Banjir Rancangan	$Q_r$ (ltr/dtk)
7	Mining	Pas. Bata = 0,15	16	Debit Banjir Rancangan	$Q_r$ (m <sup>3</sup> /dtk)
8	Keliling Basah	$P = b + 2h$	17	Debit Kapasitas	$(13) \times (15)$
9	Jari Hidrolik	Jari (b x h) / (b + 2h)	18	Debit Kapasitas	$(14) \times (16)$



**3.10 Analisa Kapasitas Saluran**

Tujuan dari analisa kapasitas saluran adalah untuk mengecek saluran yang direncanakan bisa menampung debit banjir rancangan dengan kala ulang 10 tahun. Dari hasil analisa tersebut debit saluran harus lebih besar dari debit banjir rancangan agar saluran tidak mengalami banjir ( $Q_s > Q_r$ ). Hasil perhitungan pada tabel analisa dimensi saluran dengan menggunakan metode coba – coba dan h SNI dapat diketahui hasil perhitungan antara lain; h air pada perhitungan dengan metode coba – coba merupakan tinggi muka air asli pada saluran sehingga untuk perencanaan dimensi saluran menggunakan h SNI sesuai dengan tabel pedoman pedimensian saluran, sehingga mempengaruhi pada kecepatan aliran pada tabel perhitungan dimensi saluran h coba – coba kecepatan aliran lebih lambat dari pada perhitungan dimensi saluran menggunakan h SNI. Dengan hasil perhitungan dari kedua metode tersebut digunakan perhitungan dimensi saluran h SNI untuk perencanaan dimensi saluran tersier, sekunder dan primer.

**3.11 Kontrol Aliran**

Kontrol aliran digunakan untuk mengetes aliran air apakah air dapat mengalir dengan baik sesuai perencanaan atau tidak. Pada perhitungan kontrol aliran terdapat saluran 17 yang aliran air tidak mengalir dengan baik maka dilakukan perhitungan ulang adalah sebagai berikut pada tabel 12:

**Tabel 12 Perhitungan Kemiringan Saluran Coba – Coba**

No	No Saluran	S existing	S rencana	n	P		V	I(R) <sup>0,5</sup>	
					(m)	(m)		ex	r
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11
3	S17	0,0508	0,048	0,15		0,02968	0	0,00870	0,00827

Sumber: hasil perhitungan.

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan analisa, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai studi perencanaan jaringan drainase permukiman perumahan PNS Kepanjen Malang diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Pada perumahan PNS Kepanjen Malang, besarnya arah hujan yang dihitung dengan kala ulang 10 tahun adalah sebesar 137,556 mm. Besarnya curah hujan ini mempengaruhi saluran yang direncanakan, diantaranya saluran yang memiliki debit banjir, yaitu:
  - ✚ Saluran tersier: 1,8316 liter/dtk = 0,0018 m<sup>3</sup>/detik.
  - ✚ Saluran sekunder : 20,248 liter/dtk = 0,0020 m<sup>3</sup>/detik.
  - ✚ Saluran primer : 40,93 liter/dtk = 0,0041 m<sup>3</sup>/detik.
2. Dari ketiga skema jaringan drainase yang direncanakan, skema yang dipilih adalah skema jaringan alternatif 1, dimana pada perhitungan debit banjir semua saluran pada skema jaringan alternatif 1 tidak mengalami banjir sehingga pada skema perencanaan jaringan alternatif 1 cocok untuk lokasi studi.
3. Evaluasi debit rencana terhadap kapasitas saluran pada perhitungan debit masing – masing saluran menggunakan tinggi saluran (h) SNI (Sumber: SNI Pedoman Perencanaan Saluran Drainase bagian 2, 2002) sehingga debit saluran yang direncanakan memenuhi syarat dan ketentuan perencanaan saluran sehingga setiap saluran tidak mengalami banjir sesuai perhitungan.
4. Dimensi saluran tersier, saluran sekunder dan saluran primer, adalah sebagai berikut:
  - ✚ Saluran tersier : b = 30 cm, h = 30 cm, tinggi jagaan = 9 cm

✚ Saluran sekunder :  $b = 40$  cm,  $h = 40$  cm, tinggi jagaan = 12 cm

✚ Saluran primer :  $b = 30$  cm,  $h = 50$  cm, tinggi jagaan = 15 cm

## 5. DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (2004). SNI 03-2415-1991 Rev. 2004 : “*Tata Cara Perhitungan Debit Banjir*”, Badan Standarisasi Nasional.

Hamsar, H. (2002). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Yogyakarta.

Harto, S .1993. “*Analisis Hidrologi*”. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Haryono, S. 1999. “*Drainase Perkotaan*”. PT.Mediatama Saptakarya.Jakarta.

Isfandari, T. D. dkk. (2014). “*Analisis Sistem Drainase di Kawasan Pemukiman Pada Sub Das Aur Palembang*” (Studi Kasus : Pemukiman 9/10 Ulu). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2 (1), hlm. 131-136

Karya, P. C. (1998). Petunjuk Teknis Sub bidang Air Bersih pada Lampiran 3.a Peraturan Menteri PU No. 39/PRT/M/2006 tentang Petunjuk Teknis Penggunaan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur Tahun 2007. Dalam *Pengembangan SPAM Sederhana* (hal. 295). Jakarta: Jakarta.

Kodoatie, R. (2005). “*Pengelolaan Sumber Daya Air*”. Yogyakarta: Andi.

Kodoatie. 2013. “*Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*”. Penerbit Andi.

Limantara, L. M. (2010). “*Hidrolog Praktis*”. Bandung: Lubuk Agung.

Suripin. 2004. “*Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*”. Penerbit Andi, Yogyakarta.

uripin. 2010. “*Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan II*”. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Sandy. 1985. “*Morfologi Daerah Aliran Sungai*”. Guru Besar Jurusan Geografi Universitas Indonesia, Jakarta.

Subarkah, Imam. 1980. “*Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*”. Bandung: Idea Dharma.

Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku. 1993. “*Hidrologi Perencanaan Bangunan Air*”. Jakarta: Pradya Paramitha.

Soemarto, CD. 1986. “*Hidrologi Teknik*”. Surabaya: Usaha Nasional.

Takeda, kensaku. (tanpa tahun). “*Hidrologi untuk Pengairan*”. PT Pradnya Paramita. Jakarta.

Triatmodjo, Bambang, 2008. “*Hidrologi Terapan*”. Yogyakarta: Beta Offset.

Wesli.(2008). “*Drainase Perkotaan*”. Yogyakarta: Graha Ilmu.