

Artikel Ilmiah

**PERENCANAAN SUMUR RESAPAN DI PERUMAHAN
GRAHA PERMATA KOTA**



Oleh :

SUHERMAN RIADI

F1A 108 049

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MATARAM

DESEMBER 2015

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN SUMUR RESAPAN DI PERUMAHAN
GRAHA PERMATA KOTA

Oleh :
SUHERMAN RIADI
F1A 108 049

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing:

1. Pembimbing Utama



Humairo Saidah, ST., MT.
NIP. 19720609 199703 2 001

Tanggal Januari 2016

2. Pembimbing Pendamping



Agustono Setiawan, ST., MSc
NIP. 19700113 199702 1 001

Tanggal Januari 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



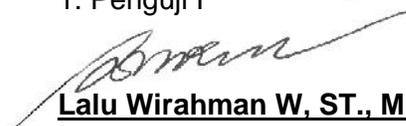
Jauhar Fajrin, ST., MSc(Eng.), Ph.D.
NIP. 19740607 199802 1 001

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN SUMUR RESAPAN DI PERUMAHAN
GRAHA PERMATA KOTA

Oleh :
SUHERMAN RIADI
F1A 108 049

Telah dipertahankan di depan Dewan penguji
Pada tanggal 21 Januari 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
Susunan Tim Penguji :

1. Penguji I


Lalu Wirahman W, ST., M.Sc
NIP. 19680201 199703 1 002

1. Penguji II


Ir. Bambang Harianto, MT
NIP. 19580531 198703 1 002

2. Penguji III


Atas Pracoyo, ST., MT., Ph.D
NIP. 19710717 199803 1 005

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Yusron Saadi, ST., MSc., Ph.D
NIP. 19661020 199403 1 003

PERENCANAAN SUMUR RESAPAN DI PERUMAHAN GRAHA PERMATA KOTA

Suherman Riadi¹, Humairo Saidah, ST., MT. ², Agustono Setiawan. ST., MSc. ³

¹Mahasiswa jurusan teknik sipil, Fakultas teknik, Universitas Mataram

²Dosen Pembimbing Utama

³Dosen Pembimbing Pendamping

ABSTRAK

Seiring dengan berkembangnya jumlah penduduk dan pembangunan yang begitu cepat mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air hujan. Daerah yang dulu menjadi daerah yang potensial bagi meresapnya air hujan telah tertutupi oleh perkerasan yang menyebabkan waktu peresapan air hujan jauh lebih lama, sehingga air hujan yang menjadi aliran permukaan (*surface run off*) semakin besar melampaui kapasitas drainase yang ada.

Perencanaan sumur resapan bertujuan untuk mengetahui tinggi muka air tanah yang diukur langsung dari sumur warga, mengetahui nilai permeabilitas tanah, menghitung dimensi sumur resapan dan menghitung biaya pembuatan sumur resapan yang paling ekonomis, perencanaan sumur resapan ini menggunakan metode Sunjoto.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kedalaman muka air tanah di Perumahan Graha Permata Kota antara 4,73 m sampai 5,93 m. Analisis nilai permeabilitas diperoleh antara 5,43 cm/jam sampai 6,82 cm/jam. Hasil analisis perencanaan dengan menggunakan buis beton 0,8m - 1,2 m, diperoleh kedalaman setiap tipe rumah, yaitu untuk rumah tipe 36 diperoleh kedalaman 0,81 m – 1,81 m dan biaya sebesar Rp. 1.077.000,00 – Rp. 1.112.000,00, rumah tipe 56 diperoleh kedalaman 1,06 m – 2,38 m dan biaya sebesar Rp. 1.205.000,00 – Rp. 1.295.000,00, dan untuk rumah tipe 73 diperoleh kedalaman 1,46 m – 3,28 m dan biaya sebesar Rp. 1.377.000,00 – Rp. 1.588.000,00.

Kata kunci : Desain, Sumur Resapan, Drainase

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Seiring dengan berkembangnya jumlah penduduk dan pembangunan yang begitu cepat mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air hujan karena daerah yang dulu menjadi daerah yang potensial bagi meresapnya air hujan telah tertutupi oleh perkerasan yang menyebabkan waktu peresapan air hujan jauh lebih lama, sehingga air hujan yang menjadi aliran permukaan (*surface run off*) semakin besar melampaui kapasitas drainase yang ada. Hal ini yang mengakibatkan genangan-genangan yang tentunya akan sangat mengganggu aktifitas warga.

Pembangunan Perumahan Graha Permata Kota yang mengakibatkan perubahan tata guna lahan sehingga dapat mengurangi daerah resapan air hujan dan menimbulkan genangan-genangan air dan juga mengurangi air yang meresap ke dalam tanah akan mengakibatkan berkurangnya cadangan air tanah yang dapat di gunakan jika musim kemarau datang, oleh karena itu perlu dilakukan

upaya-upaya yang dapat mengurangi dampak dari berkurangnya daerah dari tangkapan air hujan tersebut, Salah satu cara adalah dengan membuat sumur resapan air hujan. Dengan debit pengaliran yang terkendali dan semakin bertambahnya air hujan yang meresap ke dalam tanah maka kondisi muka air tanah akan semakin baik dari segi kualitas ataupun kuantitas, memperkecil daerah genangan air, memperkecil energi pemompaan air, memperkecil terjadi penurunan tanah dan dimensi prasarana drainase perkotaan akan menjadi lebih ekonomis.

Perencanaan sumur resapan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar sumur resapan dapat berfungsi secara efektif. Hal tersebut antara lain adalah, persyaratan teknis dari pembuatan sumur resapan yang meliputi persyaratan jarak, permeabilitas tanah dan kedalaman muka air tanah yang sebagaimana telah tertulis dalam SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan.

1.2 Rumusan masalah

Dari latar belakang di atas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa kedalaman muka air tanah di Perumahan Graha Permata Kota?
2. Berapa permeabilitas tanah di Perumahan Graha Permata Kota?
3. Berapa dimensi sumur resapan untuk menampung limpasan air di Perumahan Graha Permata Kota ?
4. Berapa biaya pembuatan sumur resapan paling ekonomis dari perbandingan diameter dan kedalaman sumur resapan yang digunakan?

1.3 Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi/daerah penelitian adalah Perumahan Graha Permata Kota.
2. Perencanaan sumur resapan dilakukan untuk daerah Perumahan Graha Permata Kota.
3. Perencanaan sumur resapan memakai buis beton diameter 80 cm, 1 m dan 1,2 m.
4. Pemeriksaan permeabilitas tanah dilakukan di Laboratorium Geoteknik Fakultas Teknik Universitas Mataram.
5. Pengukuran kedalaman muka air tanah mengamati 3 sumur.
6. Perhitungan dimensi sumur resapan memakai metode Sunjoto.

1.4 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tinggi muka air tanah di daerah Perumahan Graha Permata Kota.
2. Mengetahui nilai permeabilitas tanah di daerah Perumahan Graha Permata Kota.
3. Mengetahui dimensi sumur resapan yang efektif untuk Perumahan Graha Permata Kota.
4. Mengetahui biaya pembuatan sumur resapan yang ekonomis.

1.5 Manfaat penelitian

1. Memberikan informasi, masukan dan rekomendasi kepada instansi terkait mengenai dimensi sumur resapan yang efektif pada lokasi/wilayah Perumahan yang berada di Kota Mataram, khususnya Perumahan Graha Permata Kota.
2. Memberikan informasi tentang nilai permeabilitas tanah di Perumahan Graha Permata Kota.
3. Memberikan informasi tentang biaya pembuatan sumur resapan yang ekonomis.

4. Sebagai referensi bagi peneliti dan mahasiswa tentang studi pembuatan sumur resapan.

2. Dasar teori

2.1 Tinjauan pustaka

Istiawan (2007) mengatakan bahwa salah satu cara sederhana yang digunakan untuk mengatasi masalah banjir akibat berkurangnya lahan hijau yang berfungsi sebagai penyerap air hujan adalah dengan menggunakan sumur resapan meskipun hanya dapat menolong 20-30%.

2.2 Landasan teori

a. Sumur resapan

Sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah.

b. Analisis hidrologi

Jika menggunakan satu stasiun alat penakar (titik) dijadikan hujan rerata daerah maka harus dikalikan dengan faktor reduksi hujan titik (ARF). Nilai faktor reduksi ini besarnya tergantung pada luas DAS yang ditinjau. Besarnya faktor reduksi hujan titik dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Luas DAS dengan ARF

Luas DAS (km ²)	ARF
1 - 10	0,99
10 - 30	0,97
30 - 30000	$1,52 - 0,1233 \log A$

Sumber : Soewarno,1995

1. Uji Konsistensi data hujan

Data hujan yang diperoleh dan dikumpulkan dari instansi pengolahannya perlu di lakukan serangkaian pengujian, salah satunya adalah pengujian konsistensi. Beberapa kemungkinan kesalahan dapat terjadi sehingga data yang ada menjadi tidak konsisten.

Untuk mengatasi hal tersebut digunakan cara untuk menguji ketidak panggahan antar data. Untuk pengujian konsistensi data hujan digunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*)

2. Analisis pemilihan agihan

Dalam statistik dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi, masing-masing distribusi memiliki sifat khas, sehingga setiap data harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistik masing-masing distribusi tersebut.

3. Uji Kecocokan

a. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dengan :

X_h^2 = parameter Chi-Kuadrat terhitung,

G = jumlah sub-kelompok,

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke- i,

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke- i.

b. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non parametric (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Parameter uji Smirnov Kolmogorov dapat dihitung dengan rumus :

$$D = \text{maksimum } [P(X_m) - P'(X_m)]$$

Dengan:

D = selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan teoritis,

$P(X_m)$ = peluang data teoritis,

$P'(X_m)$ = peluang data pengamatan

4. Curah hujan rancangan

Besarnya curah hujan rancangan untuk evaluasi ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Log Pearson tipe III sebagai berikut:

$$R = \bar{X} + k \cdot S$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dengan: R = curah hujan rancangan yang dicari,

\bar{X} = logaritma rerata dari curah hujan,

S = deviasi standar,

k = karakteristik dari distribusi

5. Waktu konsentrasi

Perhitungan waktu konsentrasi didasarkan atas waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari bagian terjauh melalui permukaan tanah ke saluran terdekat dan waktu mengalir di dalam saluran ke tempat yang diukur (Suripin, 2004).

Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi adalah sebagai berikut :

$$t_c = t_o + t_d$$

$$t_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] \text{ menit}$$

$$t_d = L_s / (60V) \text{ menit}$$

dengan :

t_c = waktu konsentrasi (menit),

t_o = waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari bagian terjauh melalui permukaan tanah ke saluran terdekat (menit),

t_d = waktu mengalir di dalam saluran ke tempat yang diukur (menit),

L_s = panjang lintasan aliran di dalam saluran (m),

L = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m),

S = kemiringan lahan

V = kecepatan aliran di dalam saluran (m/dt).

6. Analisa intensitas hujan rancangan

Untuk mengetahui seberapa besar intensitas hujan rancangan yang terjadi, perlu dilakukan perhitungangan analisa intensitas hujan, dengan menggunakan rumus Mononobe (Suripin, 2004) :

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

dengan : I = intensitas hujan (mm/jam),

T = waktu konsentrasi (jam),

R_{24} = curah hujan maksimum

dalam 24 jam.

2.3 Pemeriksaan permeabilitas tanah

a. Constant Head Test

$$kT^{\circ C} = \frac{QxL}{Axhxt}$$

dengan :

$K_T^{\circ C}$ = koefisien rembesan/permeabilitas tanah (mm/dtk).

A = luas penampang benda uji (cm²),

Q = volume air dalam gelas ukur (ml),

L = panjang benda uji (cm),

H = jarak permukaan air dalam corong dengan air keluar sel (cm),

T = waktu pengaliran (detik).

Rumus di atas dapat digunakan apabila temperatur air pada saat pengujian 20°C, jika pada saat pengujian temperatur air yang digunakan tidak sama dengan 20°C maka koefisien rembesan tanah (k) pada temperatur 20°C dapat dihitung dengan rumus:

$$K_{20^{\circ}\text{C}} = k_{T^{\circ}\text{C}} \left(\frac{T}{20^{\circ}\text{C}} \right)$$

Dengan:

$K_{20^{\circ}\text{C}}$ = koefisien rembesan tanah pada temperatur air terukur (cm/jam),
T = kekentalan air pada temperatur T°C
 20°C = kekentalan air temperatur 20°C

b. Falling Head Test

Untuk menentukan harga koefisien rembesan tanah (k) digunakan rumusan sebagai berikut :

$$K = 2,303 \frac{aL}{At} \log \frac{h1}{h2}$$

Dengan :

K = koefisien rembesan tanah pada temperatur air 20°C, jika pada saat pengujian temperatur air tidak sama dengan 20°C, maka koefisien rembesan air pada saat 20°C dapat dihitung dengan rumus

h1 = ketinggian air pada awal pengujian pada saat t= 0 (m)

h2 = ketinggian air setelah pengujian (m)

A = luas penampang melintang benda uji (m²)

a = luas pipa pengukur (m²)

L = panjang benda uji (m)

2.4 Metode rasional

Untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak pada halaman rumah, metode rasional ini digunakan karena simpel dan mudah dalam penggunaannya. Persamaan matematik metode rasional dinyatakan dalam bentuk (Suripin, 2004) :

$$Q = 0,002778 C I A$$

Dengan :

Q = laju aliran permukaan (debit) puncak (m³/detik)

C = koefisien aliran permukaan

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas halaman (ha)

3.5 Perencanaan sumur resapan

a. Persyaratan

Sekalipun sumur resapan banyak mendatangkan manfaat, namun pembuatannya harus memperhatikan syarat-syarat yang

diperlukan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Persyaratan umum pembuatan sumur resapan sebagai berikut :

1. Sumur resapan air hujan harus dibuat pada lahan yang lolos air dan tahan longsor.
2. Sumur resapan air hujan harus bebas kontaminasi/pencemaran limbah.
3. Air yang masuk sumur resapan adalah air hujan.
4. Untuk daerah sanitasi lingkungan buruk, sumur resapan air hujan hanya menampung air atap dan disalurkan melalui talang
5. Mempertimbangkan aspek hidrologi

b. Pemilihan lokasi

1. Keadaan muka air tanah

Untuk mengetahui kedalaman muka air tanah dilakukan dengan cara pengukuran/pengamatan langsung di lapangan. Kedalaman diukur dari permukaan air tanah di sumur sekitarnya pada musim hujan yaitu 1,50 m.

2. Permeabilitas tanah

3. Permeabilitas tanah yang dapat digunakan untuk sumur resapan di bagi tiga kelas sebagai berikut:

- a. Permeabilitas tanah sedang (lanau, 2,0-6,5 cm/jam)
- b. Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus, 6,5-12,5 cm/jam)
- c. Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar, lebih besar 12,5 cm/jam)

Dalam perencanaan dimensi sumur resapan dapat dihitung dengan menggunakan metode Sunjoto. Secara teoritis, volume dan efisiensi sumur resapan dapat dihitung berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah dan dapat ditulis sebagai berikut (Suripin, 2004) :

$$H = \frac{Q}{f.k} * \left(1 - e^{\frac{-f.k.t}{fR^2}} \right)$$

Dengan:

H = kedalaman efektif sumur (m)

Q = debit air masuk sumur (m³/detik)

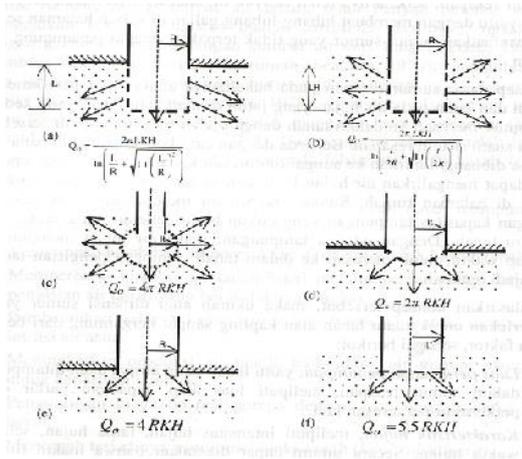
F = faktor geometrik sumur (m)

k = koefisien permeabilitas tanah (m/detik)

t = waktu pengaliran (detik)

R = jari-jari sumur (m)

Faktor geometrik tergantung pada berbagai keadaan sebagai berikut (Suripin, 2004) :



Gambar 2.1 Debit resapan pada sumur dengan berbagai kondisi

Faktor Geometrik tergantung pada berbagai keadaan sebagai mana dapat dilihat pada gambar 2.3, dan secara umum dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$Q_0 = f.K.H$$

Luas penampang sumur resapan :

$$A = \frac{f \cdot d^2}{4}$$

Keliling penampang sumur resapan :

$$P = f \cdot d$$

Jari-jari sumur resapan :

$$R = \frac{1}{2} d$$

2.5 Perhitungan biaya pembuatan sumur resapan

Pada dasarnya analisa biaya ini merupakan bagian penting dalam penyelenggaraan pembuatan bangunan. Membuat analisa berarti memperkirakan harga dari suatu barang, bangunan atau benda yang akan dibuat dengan teliti dan secermat mungkin (Mukomoko, 1986).

Pengetahuan yang dibutuhkan dalam menghitung kuantitas pekerjaan adalah ilmu matematika sederhana, misalnya : menghitung luas, menghitung isi atau volume dari berbagai bentuk benda. Selain matematika, estimator yang akan menghitung kuantitas pekerjaan juga berbekal kemampuan membayangkan, umumnya dalam melihat gambar rencana yang berupa gambar dua dimensi dan harus mampu mengubahnya dalam nuansa tiga dimensi (Wulfram, 2007).

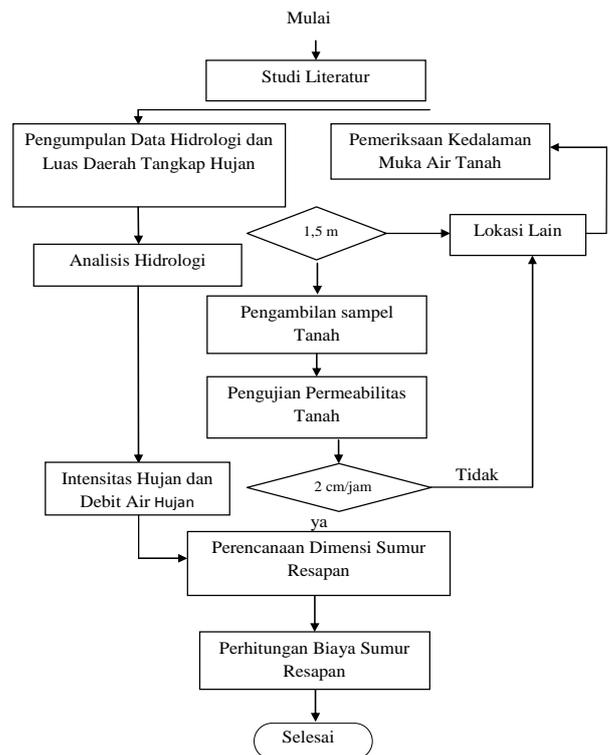
Analisa biaya sumur menggunakan cara-cara perhitungan standar untuk perhitungann bangunan pada umumnya yaitu, Harga = Volume satuan bangunan dikalikan harga satuan.

3. Metode penelitian

Penelitian dilakukan di daerah Perumahan Graha Permata Kota, Sedangkan penelitian permeabilitas dilaksanakan di Laboratorium Geoteknik Fakultas Teknik Mataram.



Gambar 2. Lokasi penelitian



Gambar 3. Bagan alir perencanaan

4. Analisis dan pembahasan

4.1 Analisis kelayakan pembuatan sumur resapan

Dalam analisis kelayakan pembuatan sumur resapan di Perumahan Graha Permata Kota, menurut SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan metode awal yang dilakukan adalah melakukan pengukuran kedalaman muka air tanah di sekitar lokasi, karena sebagai syarat awal yang harus dilakukan dalam perencanaan sumur resapan.

a. Kedalaman Muka Air Tanah

Lokasi Pengambilan Contoh Tanah	Kedalaman Sumur (m)
Tanah I	4.76
Tanah II	5.93
Tanah III	5.31
Rata-Rata	5.333

Sumber : Hasil pengukuran

b. Cara Pengukuran Muka Air Tanah

c. Permeabilitas Tanah

Pengujian I : Blok BB No 3

Lokasi	No. Pengujian	H (cm)	T (detik)	A (cm ²)	L (cm)	Permeabilitas (K ₂₀) (cm/jam)	Rata-rata (cm/jam)
Blok BC No 03	1	127	74	83,28	13,32	5,69	5,67
	2		78		13,32	5,40	
	3		71		13,32	5,94	
Blok BG No 05	1	127	69	83,28	11,84	5,43	5,43
	2		68		11,84	5,67	
	3		72		11,84	5,20	
Blok CE No 09	1	127	57	83,28	12,13	6,74	6,82
	2		58		12,13	6,62	
	3		54		12,13	7,11	

Sumber : Hasil pengujian

4.2 Analisis kelayakan teknis

Sesuai SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan ada 2 parameter yang digunakan untuk menganalisis kelayakan pembuatan sumur resapan yaitu kedalaman muka air tanah diatas 1,5 m pada musim penghujan dan nilai permeabilitas tanah di atas 2 cm/jam. Hasil analisis kelayakan perencanaan sumur resapan di Perumahan Graha Permata Kota dapat dilihat dalam tabel 4.3

Tabel 4.3 Analisis Kelayakan Perencanaan Sumur Resapan

Nama Sampel	Lokasi	Nilai Permeabilitas (cm/jam)	Kedalaman Mukaairtanah (m)	Hasil Analisa
Perumahan GrahaPermata Kota	BlokBBNo.03	5,67	4,76	Layak
	BlokBGNb.05	5,43	5,93	Layak
	BlokCENb.09	6,82	5,31	Layak
Ratarata		5,97	5,33	Layak

Sumber: Hasil analisis dan pengukuran

4.3 Perencanaan dimensi sumur resapan

Perencanaan dimensi sumur resapan dalam studi ini menggunakan buis beton yang dijual di pasaran dengan diameter 0,8 m, 1 m dan 1,2 m dan dalam perhitungan perencanaan sumur resapan menggunakan metode Sunjoto.

a. Analisis hidrologi

Tabel 4.3 Curah hujan harian rerata maksimum

Tahun	Tanggal	CH Harian Maksimum		X (mm)
2005	22-nov-2005	93.00	0.99	92.07
2006	01-Jan-2006	95.00	0.99	94.05
2007	25-Dec-2007	60.00	0.99	59.40
2008	22-May-2008	66.50	0.99	65.84
2009	10-Jan-2009	175.00	0.99	173.25
2010	23-Oct-2010	161.00	0.99	159.39
2011	18-Dec-2011	62.00	0.99	61.38
2012	29-Okt-2014	105.00	0.99	103.95
2013	25-Feb-2014	96.20	0.99	95.24
2014	09-Jan-2014	56.50	0.99	55.94

b. Uji konsistensi data hujan

Uji konsistensi digunakan untuk menguji data curah hujan tahunan. Metode yang digunakan untuk uji konsistensi data adalah metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS). Hasil perhitungan uji konsistensi data hujan ditunjukkan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Uji RAPS Stasiun Cakranegara (Data Curah Hujan)

No.	Tahun	Hujan (y)	(y- \bar{y})	Sk*	Dy ₂ =((y- \bar{y}) ² /n)	Sk**	ISk** I
1	2005	1558.00	45.23	45.23	204.575	0.109	0.109
2	2006	1779.00	266.23	311.46	7087.841	0.751	0.751
3	2007	1368.50	-144.27	167.19	2081.383	0.403	0.403
4	2008	1295.20	-217.57	-50.38	4733.670	-0.122	0.122
5	2009	1495.00	-17.77	-68.15	31.577	-0.164	0.164
6	2010	2459.00	946.23	878.08	89535.121	2.118	2.118
7	2011	813.00	-699.77	178.31	48967.805	0.430	0.430
8	2012	1508.00	-4.77	173.54	2.275	0.419	0.419
9	2013	1724.00	211.23	384.77	4461.811	0.928	0.928
10	2014	1128.00	-384.77	0.00	14804.795	0.000	0.000
Jumlah		15127.70			171910.856		
Rata-rata		1512.77			17191.086		

Sumber : Hasil analisis

$$\begin{aligned}
n &= 10 \\
Dy &= 414,62 \\
Sk^{**min} &= -0,164 \\
Sk^{**maks} &= 2,118 \\
Qy = I Sk^{**maks} I &= 2,118 \\
Ry = Sk^{**maks} - Sk^{**min} &= 2,118 - (-0,164) \\
&= 2,282 \\
Qy/(n^{0,5}) &= 0,670 < 1,290 \\
(\text{tabel 2.2 } Qy/n^{0,5}) &\text{ Konsisten} \\
Ry/(n^{0,5}) &= 0,722 < 1,380 \\
(\text{tabel 2.2 } Ry/n^{0,5}) &\text{ Konsisten}
\end{aligned}$$

c. Analisa pemilihan agihan

Dari data curah hujan tahunan, selanjutnya dihitung parameter statistik untuk memilih sebaran yang cocok. Analisis parameter statistik curah hujan yang diperlukan untuk menentukan agihan atau sebaran yang cocok adalah nilai Cs, Cv, dan Ck disajikan pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Analisa Distribusi Frekuensi

No	Tahun	Hujan (mm)	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
1	2005	92,07	-3,98	15,84	-63,04	250,87
2	2006	94,05	-2,00	4,00	-8,00	15,99
3	2007	59,40	-36,65	1343,21	-49228,30	1804207,30
4	2008	65,84	-30,21	912,93	-27584,12	833448,74
5	2009	173,25	77,20	5959,87	460103,22	35520060,91
6	2010	159,39	63,34	4011,98	254119,67	16095991,03
7	2011	61,38	-34,67	1202,00	-41672,93	1444792,06
8	2012	103,95	7,90	62,41	493,08	3895,40
9	2013	95,24	-0,81	0,66	-0,53	0,43
10	2014	55,94	-40,11	1609,20	-64552,62	2589515,56
Jumlah		960,50		15122,10	531606,44	58292178,30
Xr		96,05				

Sumber : Hasil analisis

a. Nilai rerata

$$\bar{X} = 96,05$$

b. Standar deviasi

$$S = 40,99$$

c. Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = 0,427$$

d. Koefisien Kepencengan (Cs)

$$Cs = 1,072$$

e. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = 4,097$$

Tabel 4.6 Persyaratan Jenis Agihan Hujan

Agihan	Syarat	Perhitungan
1. Normal	Cs ~ 0,0 Ck ~ 3,0	Cs = 1,072 Ck = 4,097
2. Log Normal	Cs/Cv ~ 3,0	Cs/Cv = 2,059
3. Gumbel	Cs ~ 1,3 Ck ~ 5,4	Cs = 1,072 Ck = 4,097
4. Log Pearson Tipe III	Selain syarat diatas	

Agihan yang dipilih adalah Log Pearson Tipe III

Sumber : Hasil analisis

d. Uji kecocokan

Untuk mengetahui data tersebut benar sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih sebelumnya maka perlu dilakukan pengujian kecocokan sebelum dilakukan pengujian. Ada 2 pengujian dalam menentukan kecocokan data yaitu Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

1. Uji Chi-Kuadrat

Tabel 4.7 Hasil uji Chi-Kuadrat

Interval	Ef	Oi	(Ef-Oi)	(Ef-Oi) ²
0 < X 85,27	2,5	4	-1,5	2,25
85,27 < X 114,59	2,5	4	-1,5	2,25
114,59 < X 143,93	2,5	0	2,5	6,25
143,93 < X 173,25	2,5	2	0,5	0,25
JUMLAH	10,0	10		11

Sumber : Hasil analisis

Of = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok f

Ef = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok f

Untuk = 5 %

$$\begin{aligned}
Xh^2(\text{hitung}) &= \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \\
Xh^2(\text{hitung}) &= \frac{11}{10} = 1,1
\end{aligned}$$

Maka, syarat : $Xh^2(\text{hitung}) < X^2(\text{lampiran})$
 $11 < 3,841$

Kesimpulan : Hipotesa Log Pearson Tipe III diterima.

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Tabel 4.8 Hasil uji Sminorv Kolmogorov

M	X (mm)	Log X	Peluang Data Teoritis, P	Peluang Data Pengamatan, P	(P-P)	D I P P I
1	55,94	1,748	9,091	9,175	-0,084	0,084
2	59,40	1,774	18,182	19,156	-0,974	0,974
3	61,38	1,788	27,273	26,483	0,790	0,790
4	66,84	1,818	36,364	35,219	1,145	1,145
5	92,07	1,964	45,455	47,324	-1,869	1,869
6	94,05	1,973	54,545	55,709	-1,164	1,164
7	95,24	1,979	63,636	61,118	2,518	2,518
8	103,95	2,017	72,727	74,672	-1,945	1,945
9	159,39	2,202	81,818	78,981	2,837	2,837
10	173,25	2,239	90,909	91,240	-0,331	0,331

Sumber : Hasil Analisis

D maks = 2,837 %
 Untuk = 5 %
 n = 10
 Do = 41 % (tabel 2.3); D maks < Do
 → 2,837 % < 41 %

Kesimpulan: Hipotesa Log Pearson Tipe III diterima.

e. Curah hujan rancangan

Curah hujan rancangan atau curah hujan rencana merupakan besaran hujan dengan kala ulang tertentu, misal X₂ merupakan besaran hujan dengan kala ulang 2 tahun dengan pengertian bahwa hujan sebesar itu atau lebih akan terjadi sekali selama kurun waktu 2 (dua) tahun.

Perhitungan parameter statistik untuk curah hujan rancangan dengan metode Log Pearson tipe III disajikan pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Parameter statistik curah hujan

M	X (mm)	log X	(Log X-Log Xr)	(Log X-Log Xr) ²
1	55.94	1.748	-0.203	0.0410
2	59.40	1.774	-0.176	0.0311
3	61.38	1.788	-0.162	0.0263
4	66.84	1.818	-0.132	0.0174
5	92.07	1.964	0.014	0.0002
6	94.05	1.973	0.023	0.0005
7	95.24	1.979	0.029	0.0008
8	103.95	2.017	0.067	0.0044
9	159.39	2.202	0.252	0.0636
10	173.25	2.239	0.288	0.0832
Jumlah		19.502		0.2686
Rata-rata		1.950		

Nilai rata-rata

$$\overline{\log X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i$$

$$\overline{\log X} = \frac{19,502}{10} = 1,9502$$

Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{0,2686}{10 - 1}} = 0,173$$

Koefisien kemencengan (Cs)

$$C_s = \frac{0,2686^3}{(10 - 1)(10 - 2)0,173^3} = 0,052$$

Menghitung curah hujan rancangan kala ulang 2 tahun dengan metode Log Pearson Tipe III adalah sebagai berikut :

Nilai k = -0,189 (lampiran IV-2)

$$\log X_T = \log X_r + k \cdot s$$

$$\log X_2 = 1,9502 + (-0,1752 \times 0,173) = 1,92$$

$$X_2 = 83,18 \text{ mm}$$

Jadi R₂ tahun = 83,18 mm

f. Luas daerah tangkapan hujan

Luas daerah tangkapan hujan diambil menurut tipe rumah di Perumahan Graha Permata Kota yaitu tipe 36, 56 dan 73.

Tabel 4.10 Tipe rumah dan luas halaman

No	Lokasi	Tipe Rumah	Luas Atap (m ²)	Luas Halaman (m ²)	Luas Lahan (m ²)
1	Perumahan Graha Permata Kota	36/104	62,91	41,09	104
2		56/150	80,56	69,44	150
3		73/200	112,26	87,74	200

Sumber: Hasil pengukuran

g. Waktu konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi pada perencanaan sumur resapan ini adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari lahan atau atap rumah. Waktu konsentrasi dihitung sesuai dengan tipe rumah yang ada di Perumahan Graha Permata Kota. Adapun perhitungan waktu konsentrasi ini untuk tipe rumah 36/104 m² sebagai berikut :

Data-data perhitungan :

Panjang lintasan (Lx)
 = 18 m

lintasan dalam saluran (Ls)
 = 1,5 m

Koefisien manning halaman tanah (n)
 = 0,02

Kemiringan halaman (I)
 = 0,05

Diameter pipa
 = 0,102 m

Perhitungan waktu konsentrasi :

$$t_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 18 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,05}} \right] = 3,52 \text{ menit}$$

$$A = \frac{f \times d}{4} = \frac{f \times 0,102^2}{4} = 0,008 \text{ m}$$

$$P = \frac{A}{d} = \frac{0,008}{0,102} = 0,032 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,008}{0,32} = 0,025 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,02} \times 0,025^{2/3} \times 0,05^{1/2} = 0,955 \text{ m/dtk}$$

$$T_d = \frac{L_s}{(60 \times V)} = \frac{1,5}{(60 \times 0,955)} = 0,026 \text{ menit}$$

$$T_c = t_o + t_d = 3,52 + 0,026 = 3,546 \text{ menit}$$

Tabel 4.11 Waktu konsentrasi untuk setiap rumah

Nama Lokasi	Tipe Rumah	Lx (m)	(Ls) (m)	I	V (m/dtk)	Jenis Halaman	Tc
Perumahan Graha Permata Kota	36/104	18,0	1,5	0,05	0,955	tanah	3,546
	56/150	18,8	1,5		0,955	tanah	3,703
	73/200	28,8	1,5		0,955	tanah	5,658

sumber : Hasil perhitungan

h. Analisis intensitas-durasi-frekuensi (IDF)

Analisis intensitas hujan memakai rumus *Mononobe* karena data curah hujan yang didapat berdasarkan curah hujan harian. Berikut ini contoh perhitungan intensitas hujan berdasarkan kala ulang 2 tahun dengan besar hujan rancangan = 88,72 mm dan waktu konsentrasi terjauh (t_c) = 5,658 menit

perhitungan intensitas hujan di Perumahan Graha Permata Kota sebagai berikut :

Besaran hujan dengan kala ulang 2 tahun (R_{24})
Waktu konsentrasi (t_c)

Maka :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} = \frac{88,72}{24} \left(\frac{24}{(5,658/60)} \right)^{2/3}$$

$$= 148,46 \text{ mm/jam}$$

4.3 Debit air masuk sumur resapan

Debit air masuk sumur resapan memperhitungkan luas areal rumah maupun atap rumah. Berikut contoh perhitungan debit air masuk sumur resapan untuk contoh rumah tipe 36/104 m² sebagai berikut :

- a. Data-data perhitungan:
- Luas atap : 62,91 m²
 - Luas halaman : 41,09 m²
 - Koefisien pengaliran atap (C atap) : 0,95
 - Koefisien pengaliran halaman tanah : 0,15

Intensitas hujan : 147,46 mm/jam

b. Debit air yang masuk sumur resapan

$$A = 104 \text{ m}^2$$

$$C = \frac{(\text{Catap} \times \text{luas.atap}) + (\text{Chalaman} \times \text{luas.halaman})}{\text{LuasTotal}}$$

$$C = \frac{(0,95 \times 62,91) + (0,15 \times 41,09)}{104}$$

$$= 0,634$$

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,002778 \times 0,634 \times 148,46 \times 104 \times 10^{-4}$$

$$Q = 0,00272 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Untuk perhitungan debit masuk sumur resapan untuk tiap tipe rumah yang ada di Perumahan Graha Permata Kota dapat dilihat dalam Tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil perhitungan koefisien pengaliran dan debit

Tipe Rumah	Luas Atap (m ²)	Luas Halaman (m ²)	Koefisien Pengaliran Atap	Koefisien Pengaliran Halaman	Intensitas Hujan (mm/jam)	Debit (m ³ /dtk)
36/104	62,91	41,09	0,95	0,15	148,46	0,00272
56/150	80,56	69,44				0,00358
45/200	112,26	87,74				0,00492

Sumber: Hasil analisis

4.4. Sumur resapan

Metode yang digunakan dalam perhitungan sumur resapan yaitu metode Sunjoto. Sumur resapan yang direncanakan berbentuk lingkaran yang terbuat dari beton cetak atau buis beton. Untuk dimensi sumur resapan yang direncanakan menggunakan buis beton dengan dimensi 0,8 m, 1 m dan 1,2 m. Air hujan yang masuk ke dalam sumur resapan berasal dari atap rumah direncanakan melalui talang dan pipa PVC \varnothing 4" dan dari halaman.

Berikut contoh perhitungan dimensi sumur resapan untuk rumah tipe 36/104 m² dengan menggunakan buis beton diameter 0,8 m di Perumahan Graha Permata Kota:

- Debit air hujan = 0,00272 m³/dtk
- Permeabilitas tanah = 0,00001658 m/dtk
- Waktu konsentrasi = 339,48 dtk
- Diameter sumur resapan = 0,8 m
- Faktor geometrik : $5,5 \times R = 2,2 \text{ m}$
- Luas penampungan sumur : $0,25 \times d^2 = 0,502 \text{ m}^2$
- Keliling penampang sumur : $\pi d = 2,513 \text{ m}$
- Jari-jari sumur resapan = 0,4 m
- Luas tadah hujan = 104 m²
- Diameter pipa PVC 4" = 0,1016 m

Kedalaman Sumur Resapan Metode Sujoto :

$$H = \frac{Q}{f.k} \times \left(1 - e^{-\frac{f.k.t}{\pi.r^2}}\right)$$

$$H = \frac{0,00272}{2,2 \times 0,00001658} \left(1 - e^{-\frac{-2,2 \times 0,00001658 \times 339,48}{3,14 \times 0,4^2}}\right)$$

$$H = 1,81 \text{ m}$$

Untuk perhitungan dimensi sumur resapan pada tipe rumah yang berada di Perumahan Graha Permata Kota dapat dilihat di tabel 4.12

Tabel 4.12 Dimensi Sumur Resapan Metode Sunjoto untuk semua tipe rumah di Perumahan Graha Permata Kota.

H (m)	Luas Tangkap Hujan (m ²)	Jari-jari Sumur (m)	Keliling Penampang (m)	Luas Penampang (m ²)	Faktor Geometrik (5.5 . R)	Dimensi (m)	Tc (dtk)	k (m/dtk)	Q (m ³ /dtk)	Tipe Rumah
1,81	104	0,4	2,512	0,502	2,20	0,8	339,48	1,658E-05	0,00272	36/104
1,16		0,5	3,140	0,785	2,75	1,0				
0,81		0,6	3,768	1,130	3,30	1,2				
2,38	150	0,4	2,512	0,502	2,20	0,8	339,48	1,658E-05	0,00358	56/150
1,53		0,5	3,140	0,785	2,75	1,0				
1,06		0,6	3,768	1,130	3,30	1,2				
3,28	200	0,4	2,512	0,502	2,20	0,8	339,48	1,658E-05	0,00492	73/200
2,11		0,5	3,140	0,785	2,75	1,0				
1,46		0,6	3,768	1,130	3,30	1,2				

Sumber: Hasil perhitungan

4.5 Perhitungan biaya pembuatan sumur resapan

Dalam perhitungan biaya pembuatan sumur resapan diperlukan data-data yang meliputi:

- Dimensi sumur resapan, data ini diperoleh dari hasil perhitungan.
- Standar harga satuan upah dan bahan, data ini diperoleh dari kantor BAPEDA.

Tabel 4.20 Hasil perhitungan analisis biaya pembuatan sumur resapan di Perumahan Graha Permata Kota

Tipe Rumah (m ²)	Ø (m)	H (m)	Biaya	Ket.
36/104	0,8	1,81	Rp 1.112.000,00	-
	1,0	1,16	Rp 1.077.000,00	Ekonomis
	1,2	0,81	Rp 1.097.000,00	-
56/150	0,8	2,38	Rp 1.295.000,00	-
	1,0	1,53	Rp 1.215.000,00	-
	1,2	1,06	Rp 1.205.000,00	Ekonomis
73/200	0,8	3,28	Rp 1.588.000,00	-
	1,0	2,11	Rp 1.442.000,00	-
	1,2	1,46	Rp 1.377.000,00	Ekonomis

Sumber: Hasil analisis

Berdasarkan pada tabel 4.20 dalam analisis biaya pembuatan sumur resapan untuk rumah tipe 36/104 yang paling ekonomis menggunakan buis beton dengan diameter 1 m, sedangkan untuk rumah tipe 56/150 dan 73/200 yang paling ekonomis menggunakan buis beton diameter 1,2 m.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil survey dan analisis yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Dari hasil survey kedalaman muka air tanah di Perumahan Graha Permata Kota diperoleh nilai kedalaman muka air tanah antara 4,76 m sampai 5,93 m (memenuhi syarat SNI).
- Dari hasil pengujian permeabilitas tanah dan analisa di Perumahan Graha Permata Kota diperoleh nilai antara 5,43 cm/jam sampai 6,82 cm/jam (memenuhi syarat SNI).
- Dari analisa perencanaan dimensi sumur resapan di Perumahan Graha Permata Kota diperoleh dimensi efektif sebagai berikut:
 - Untuk tipe rumah 36/104 m² diameter 0,8 m dengan kedalaman 1,81 m,

- diameter 1 m dengan kedalaman 1,16 m dan diameter 1,2 m dengan kedalaman 0,81 m.
- b. Untuk tipe rumah 56/150 m² diameter 0,8 m dengan kedalaman 2,38 m, diameter 1 m dengan kedalaman 1,53 m dan diameter 1,2 m dengan kedalaman 1,06 m.
 - c. Untuk tipe rumah 73/200 m² diameter 0,8 m dengan kedalaman 3,28 m, diameter 1 m dengan kedalaman 2,11 m dan diameter 1,2 m dengan kedalaman 1,46 m.
4. Analisis biaya perencanaan sumur resapan di Perumahan Graha Permata Kota diperoleh biaya paling ekonomis dari dimensi sumur resapan yang efektif, sebagai berikut :
- a. Untuk tipe rumah 36/104 m², dimensi 1,0 m kedalaman 1,16 m dengan biaya sebesar Rp. 1.077.000,00.
 - b. Untuk tipe rumah 56/150 m², dimensi 1,2 m kedalaman 1,06 m dengan biaya sebesar Rp. 1.205.000,00.
 - c. Untuk tipe rumah 73/200 m², dimensi 1,2 m, kedalaman 1,48 m dengan biaya sebesar Rp. 1.337.000,00.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, Perumahan Graha Permata Kota memenuhi syarat kelayakan pembuatan sumur resapan sehingga perlu adanya sosialisasi dari instansi terkait kepada masyarakat setempat agar membuat sumur resapan guna mengatasi genangan atau luapan air hujan di perumahan tersebut.

Daftar pustaka

- Anonim, 2007, *Sumur Resapan*, <http://Architeccteria.com> /05-06-2015. 14.00
- Anonim, 2002, *Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*, SNI-03-2453, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Handoko, 2010, *Sumur Resapan*, <http://google.com/blok/11-02-2015>. 15.00
- Hardianto, HC, 2006, *Mekanika Tanah I*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kusnaedi, 2011, *Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan Dan*

Pedesaan, Penebar Semangat, Jakarta.

Mukomoko, 1986, *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*, Gaya Media Pratama, Jakarta.

Ramdani F, 2008, *"Laju Infiltrasi Dan Permeabilitas Tanah Pada Perumahan Wisma Sweta Indah Guna Perencanaan Sumur Resapan"*, Tugas Akhir S1 Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram.

Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.

Suewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Jilid I, Nova, Bandung.

Uty Zulkam, 2012, *"Perencanaan Sumur Resapan Untuk Perumahan Kekalik Baru Kota Mataram"*, Tugas Akhir Si Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram.

Wulfram, 2007, *Cara Cepat Menghitung Bangunan*, Andi, Yogyakarta.