

Analisa Dimensi Sumur Resapan Untuk Mereduksi Besar Debit Limpasan Di Kawasan Pemukiman Perkotaan (Studi Kasus Pada Kawasan Urimessing, Kota Ambon)

Charles Johandersson Tiwery,

Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon

Gmail : charlestiwery@gmail.com

Abstract

The development of a city resulted in increased urban development. The existence of this development lead to changes in land use in urban areas. The changing creates larger areas of land covered by buildings and roads, and it resulted reducing the infiltration rate and increasing the surface runoff. One of the area in Ambon city, which often have runoff problems is Urimessing area. One attempt to reduce surface runoff is the application of infiltration wells. Infiltration wells serve as storage for rainwater that falls on the roof of a house or land, and enhance recharge the water into the ground. This study is aimed to determine the type, dimension and number of infiltration wells to determine how much recharge that can fit the wells, so the estimation of runoff reduction because of the wells is known. The method used in this research is the hydrological analysis for runoff discharge of the Urimessing area, field tests to find the infiltration rate, Horton method to know the capacity of soil infiltration, and permeability testing in laboratory using falling head permeability test. The results of field and laboratory test are: infiltration capacity is 50.04 cm/h and soil permeability coefficient is 0.0264 cm/sec. From data analysis resulted that type of infiltration well is cylinder with 1 m diameter of well is 1 m and 1.60 m depth. The number of infiltration wells in the Urimessing area are 884 units, which can accommodate discharge of water at 1.78 m³/sec. The total runoff discharge in the Urimessing area for 50-year return period is 5.53 m³/sec, after the infiltration wells are built will reduce to be 3.75 m³/s, reduced flooding by 32%.

Keywords: infiltration wells, reduce runoff discharge

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya suatu kota akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan di setiap sektor. Dengan kondisi seperti ini berarti tingkat kebutuhan sarana dan prasarana baik fisik maupun non fisik makin bertambah. Terkadang pembangunan yang dilakukan akan membawa permasalahan-permasalahan serta dampak yang kurang baik salah satunya di bidang drainase. Adapun permasalahan tersebut berakibat berkurangnya daerah terbuka yang dapat menahan air sementara waktu dan meresapkannya kedalam tanah pada saat hujan. Pembangunan perumahan yang tidak menyisahkan lahan terbuka, dan semua lahan ditutup beton akan memperbesar volume limpasan permukaan. Adanya volume limpasan yang besar mengakibatkan banjir. Salah satu daerah yang seringkali tergenang air pada saat hujan dan terkena banjir apabila intensitas hujan yang tinggi adalah kawasan Urimessing Kota Ambon. Kawasan ini berada pada pusat kota dan merupakan daerah yang cocok untuk dibangun tempat-tempat usaha serta permukiman masyarakat sehingga mengakibatkan pembangunan di daerah ini meningkat. Dengan adanya pembangunan-pembangunan tersebut mengakibatkan perubahan tata guna lahan sehingga semakin kecilnya lahan untuk menangkap air hujan yang meresapkan air kedalam

tanah. Selain itu kerapatan bangunan kondisi saluran drainase yang ada di kawasan Urimessing tidak berfungsi dengan baik akibat dari sedimentasi pada saluran dan juga kondisi daerah tersebut. Permasalahan inilah yang menyebabkan sering terjadi genangan dan limpasan permukaan yang cukup besar pada saat musim penghujan. Melihat kondisi seperti ini, maka perlu dilakukan suatu kajian mengenai sumur resapan sehingga dapat dilihat seberapa besar pengaruh sumur resapan dalam mereduksi banjir.

2. KAJIAN PUSTAKA

Sumur resapan air merupakan rekayasa teknik konservasi air yang berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampungnya air hujan diatas rumah dan meresapkannya kedalam tanah.

2.1. Syarat Teknis

Standar ini merupakan revisi dari SNI 03-2453-1991, tata cara perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk lahan pekarangan.

Persyaratan umum yang harus dipenuhi antara lain sebagai berikut :

1. Sumur resapan air hujan ditempatkan pada lahan yang relatif datar

- Air yang masuk dalam sumur resapan adalah air hujan tidak tercemar
- Penetapan sumur resapan air hujan harus mempertimbangkan keamanan bangunan sekitarnya
- Harus memperhatikan peraturan daerah setempat
- Hal-hal yang tidak memenuhi ketentuan ini harus disetujui instansi yang berwenang.

Peresyaratan teknis yang harus dipenuhi antara lain adalah sebagai berikut :

- Kedalaman air tanah minimum 1,5 m pada musim hujan.
- Struktur tanah yang dapat digunakan harus mempunyai nilai permeabilitas tanah $\geq 2,0$ cm/jam.
- Jarak penempatan sumur resapan air hujan terhadap bangunan, dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jarak minimum sumur resapan air hujan antara lain :

No	Jenis Bangunan	Jarak minimum dari SRA hujan (m)
1	Sumur Resapan Air hujan/Sumur air bersih.	3
2	Pondasi Bangunan.	1
3	Bidang resapan/ Sumur resapan tangki septik	5

Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum menetapkan data teknis sumur resapan air sebagai berikut :

- Ukuran maksimum diameter sumur 1,4 meter.
- Ukuran pipa masuk diameter 110 mm
- Ukuran pipa pelimpah diameter 110 mm
- Ukuran kedalaman sumur adalah 1,5 – 3 meter.
- Dinding dibuat dari pasangan bata atau batako (camp. 1:4 tanpa plester).
- Rongga sumur resapan diisi dengan batu kosong 20/20 setebal 40 cm.
- Penutup sumur resapan dari plat beton tebal 10 cm dengan campuran 1:2:3.

2.2. Penerapan Konstruksi Sumur Resapan

Untuk mencapai maksud di atas disajikan metode perhitungan dari Sunjoto (1988) yang merupakan pengembangan penelitian yang dilakukan Forchheimer (1930) adalah sebagai berikut :

$$Q_0 = F \cdot K \cdot H.$$

Dimana :

- Q_0 : Debit air yang masuk (m^3/dtk),
 F : Faktor geometrik untuk berbagai kasus (m),
 K : Koefisien permeabilitas tanah (m/dtk),
 H : Kedalaman air dalam sumur resapan (m),

Tabel 2.2. Nilai faktor geometrik untuk berbagai kasus

	$4 R$	Forchheimer (1930) Dachler (1936) Aravin (1965)
	$\frac{2\pi L}{\ln \left\{ \frac{L}{R} + \sqrt{\left(\frac{L}{R}\right)^2 + 1} \right\}}$	Dachler (1936)
	$\frac{2\pi L + 2\pi R \ln 2}{\ln \left\{ \frac{L + 2R}{R} + \sqrt{\left(\frac{L}{R}\right)^2 + 1} \right\}}$	Sunjoto (2002)

Sumber : Teknik Drainasi Pro Air, Sunjoto

Untuk perhitungan kedalaman air dalam sumur (H), Sunjoto memberikan persamaan sebagai berikut :

$$H = \frac{Q_i}{F \cdot K} \left\{ 1 - e^{\left(\frac{-FKT}{\pi R^2} \right)} \right\}$$

Dimana :

- H : Kedalaman air dalam sumur (m),
 Q_i : Debit air masuk (m^3/s)
 F : Faktor geometri sumur (m)
 K : Koefisien permeabilitas tanah (cm/s)
 T : Durasi pengaliran (s),
 R : Radius/jari-jari sumuran (m),

Debit air yang masuk dari atap rumah dapat dihitung dengan formula rational.

2.2 Analisis Hidologi

2.2.1. Analisa Frekuensi Hujan

Parameter yang digunakan dalam pengolahan data hujan adalah parameter statistik yang meliputi pengukuran tendensi sentral (*central tendency*) dan dispersi (*dispersion*) sebagai berikut :

- Tendensi sentral

Nilai rerata (*average*) :

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

- Dispersi

- Nilai deviasi standar (*standard deviation*) :

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

- Koefisien *skewness* :

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

c. Koefisien varians :

$$C_v = \frac{S_x}{\bar{X}}$$

d. Koefisien kurtosis :

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

Dengan :

- n = jumlah data
 X_i = nilai ke- i dari data pengamatan
 S_x = nilai deviasi standar
 $\bar{X}$ = nilai rerata
 C_s = Koefisien skewness
 C_v = Koefisien varians
 C_k = koefisien kurtosis

Dalam analisis frekuensi untuk hidrologi ada beberapa bentuk fungsi distribusi yang digunakan antara lain Distribusi Gumbel, Normal, Log-Normal dan Log-person III dengan bentuk umum rumsnya :

$$X_{tr} = \bar{X} + K_T \cdot S_x$$

Dimana :

- X_{tr} : Hujan rencana dengan periode ulang T Tahun
 $\bar{X}$: Nilai rata-rata dari data hujan
 K_T : Faktor frekuensi (Tiap distribusi mempunyai nilai K_T berbeda)
 S_x : Standar deviasi dari data hujan

Untuk menentukan jenis distribusi data digunakan pendekatan yang bertujuan agar jenis distribusi data yang dipilih sesuai dengan keadaan data yang ada. Adapun salah satu pendekatan yang dilakukan yaitu berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik seperti ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$(x \pm S) = 68,27\%$ $(x \pm 2S) = 94,44\%$ $C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Person III	Selain dari nilai di atas

Sumber ; Buku Hidrologi Terapan (Triatmodjo, 2008)

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Untuk pengujian parameter dilakukan dengan uji kecocokan distribusi Uji Smirnov-Kolmogorof. Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

$$\Delta P_i = P(x_i) - P'(x_i)$$

Apabila ΔP_i lebih kecil dari ΔP kritis maka distribusi yang digunakan untuk menentukan debit rencana dapat diterima, sebaliknya jika harga ΔP_i lebih besar dari ΔP kritis, maka distribusi yang digunakan untuk menentukan debit rencana tidak diterima.

2.2.2. Intensitas Hujan

Besarnya intensitas curah hujan sangat diperlukan dalam menentukan debit banjir rencana (*design flood*) berdasarkan metode Rasional. Apabila di lapangan tidak terdapat data hujan jam-jaman, maka biasanya ditentukan dengan menggunakan metode Mononobe. Rumus empiris intensitas curah hujan dari Mononobe ini adalah sebagai berikut :

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

Dimana :

- I = Intensitas Curah hujan (mm/jam).
 R_{24} = Curah hujan maksimum yang terjadi selama 24 jam (mm/hr).
 T = Lamanya Hujan (jam).

2.2.3. Debit Rencana

Kapasitas (*Debit*) aliran maksimum dianalisis berdasarkan metode Rasional :

$$Q = 0,278 CIA$$

Keterangan :

Q = Debit puncak yang timbul oleh hujan dengan Intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m^3/dt)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan (Km^2)

C = Koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan

Salah satu konsep penting dalam upaya mengendalikan banjir adalah aliran permukaan (runoff) yang biasanya dilambangkan dengan C .

2.3 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas adalah tanah yang dapat menunjukkan kemampuan terhadap meloloskan air. Tanah dengan permeabilitas tinggi dapat menaikkan laju infiltrasi sehingga menurun laju air larian.

Harga koefisien permeabilitas (K) untuk tiap-tiap tanah adalah berbeda-beda. Beberapa koefisien permeabilitas diberikan pada tabel II.10 :

Tabel II.10. Nilai permeabilitas beberapa macam tanah

JENIS TANAH	K (cm/detik)
Kerikil	>10
Pasir	$10 - 10^{-2}$
Lantau	$10^{-2} - 10^{-5}$
Lempung	$<10^{-5}$

Sumber : Buku Mekanika Tanah oleh John FK

Sedangkan untuk mendapatkan koefisien permeabilitas tanah dilakukan dengan uji labolatorium dengan metode Falling Head Permeability test. Untuk menentukan nilai (K) dilakukan dengan menggunakan penurunan ketinggian air pada pipa tersebut sehingga tegangan air tidak tetap. Untuk pengujian Falling Head Permeability, rumus perhitungan permeabilitas tanah (Braja, 1985) :

$$K = 2,303 \frac{a(L)}{A(t)} \log \frac{h_1}{h_2}$$

Dimana :

K : Koefisien permeabilitas tanah (cm/detik),

A : luas penampang pipa (cm²),

L : Panjang sampel (cm),

A : Luas penampang sampel (cm²),

t : interval penurunan h_1 ke h_2 (detik),

h_1 : ketinggian mula-mula air pada interval waktu tertentu (cm),

h_2 : ketinggian akhir air pada interval waktu tertentu (cm).

2.4 Infiltrasi

Infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah itu sendiri. Di dalam tanah, air mengalir ke arah pinggir, sebagai aliran perantara menuju mata air, danau, dan sungai atau secara vertikal yang dikenal dengan penyaringan menuju air tanah. Laju infiltrasi umumnya dinyatakan dalam satuan yang sama dengan satuan intensitas curah hujan, yaitu milimeter per jam (mm/jam).

Laju infiltrasi sebagai fungsi waktu diiberikan oleh Horton (1940) dalam persamaan berikut ini

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

Dimana :

f_t = Kapasitas Infiltrasi pada saat ke t

f_c = Kapasitas Infiltrasi konstan, yang tergantung pada

tipe tanah

f_0 = Kapasitas Infiltrasi Awal

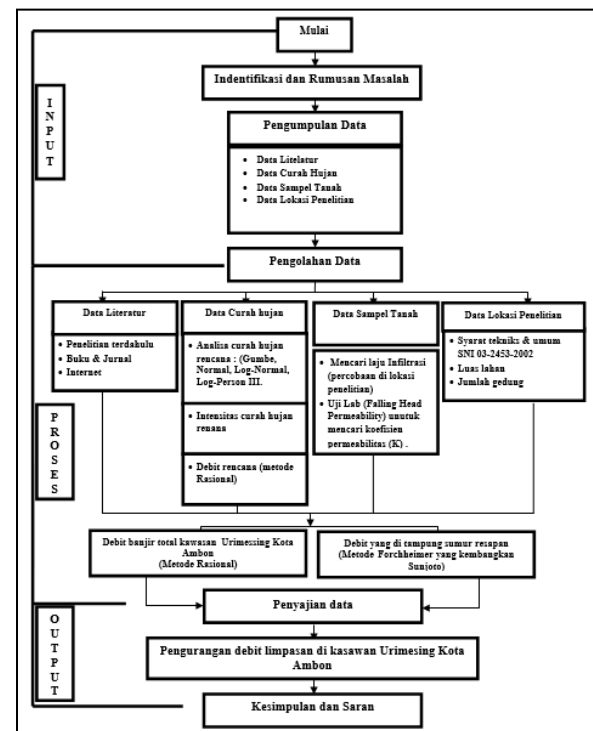
e = 2,7182

k = konstanta yang menunjukkan laju pengurangan kapasitas infiltrasi.

konstatnta k merupakan fungsi tekstur permukaan. Jika pada permukaan ada tanaman nilai k kecil, sedangkan jika tekstur permukaan halus seperti gundul nilai tersebut besar.

3. METODOLOGI

3.1. Alur Penelitian



Gambar 3.1. Alur Penelitian

3.2. Pengumpulan Data

Dalam melakukan suatu penelitian langkah pengumpulan data merupakan data yang paling penting. Adapun tahapan data sebagai berikut :

a. Data literatur : berupa penelitian-penelitian terlebih dahulu, buku-buku sebagai acuan dalam analisis data serta materi-materi tambahan dari internet.

- b. Data curah hujan : data-data ini di ambil dari instansi terkait yaitu Badan Meteorologi dan Geofisika Pattimura Ambon.
- c. Data sampel tanah : untuk mencari koefisien permeabilitas tanah.
- d. Data lokasi penelitian : berupa wilayah lokasi penelitian untuk menentukan luas lokasi penelitian, jumlah rumah (bangunan) serta luas dari atap bangunan tersebut.

3.3. Tahap Analisa

3.3.1 Analisa Hidrologi

- a. Melakukan analisa curah hujan. Analisa curah hujan dihitung dengan menggunakan metode Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Person III, kemudian menentukan jenis distribusi yang akan dipakai selanjutnya dilakukan pengujian data menggunakan metode Smirnof-Kolmogorof.
- b. Menganalisa Intensitas Hujan Rencana dengan periode ulang tahunan. Dengan mengetahui intensitas curah hujan maksimum maka kapasitas sumur resapan akan dapat dihitung.
- c. Menghitung luas tangkapan hujan. Besama-sama dengan intensitas curah hujan maksimum dengan periode ulang tertentu akan dapat dihitung besarnya debit aliran yang terjadi di kawasan pemukiman Urimessing Kota Ambon.

3.3.2. Menganalisa Kapasitas Infiltrasi

Menganalisa kapasitas Infiltrasi di lokasi Penelitian. Analisa kapasitas infiltrasi dilakukan dengan cara pengamatan/pengukuran lansung di lapangan. Dalam hal ini di buat suatu lubang sampel dengan diameter 10 cm dan kedalaman 20 cm kemudian dimasukan air kedalam lubang sampel tersebut dan dilakukan pengamatan terhadap penurunan air didalam lubang sampel tersebut. Pengamatan dilakukan setiap 5 menit, hal ini dilakukan terus-menerus sampai penurunan air mencapai suatu nilai yang konstan. Bahan dan alat yang diperlukan dalam pengukuran laju infiltrasi adalah : Botol berisi air 600 ml = 0,0006 m³, sebagai Suplei debit kedalam lubang sampel, Penggaris (mistar) berukuran 30 cm, Stopwatch, ATK (alat tulis kantor) dan Computer/Laptop. Setelah pengukuran laju infiltrasi dilakukan, kemudian dicari kapasitas infiltrasi (laju infiltrasi maksimum) dengan menggunakan metode Horton.

3.3.3. Menganalisa nilai permeabilitas tanah.

Analisa nilai permeabilitas tanah dilakukan dengan pengujian di Labolatorium dengan metode Falling Head Permeability test.

3.3.4. Menganalisa Debit

Menganalisa besar debit yang dihasilkan sumur resapan, Menganalisa pengurangan debit limpasan

permukaan di kawasan Urimessing Kota Ambon setelah adanya sumur resapan.

3.4. Tahap Finalisasi

Tahap ini merupakan tahap akhir dari studi ini, dimana hasil analisis dan berbagai masukan dari sejumlah pihak untuk melakukan perbaikan penelitian guna menyusun suatu kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Debit Rencana di Kawasan Urimessing Kota Ambon

4.1.1. Analisa Frekuensi Hujan

Tabel 4.1 Data curah hujan harian maksimum

No	Tahun	X (mm)
1	2009	97.30
2	2010	223.90
3	2011	187.70
4	2012	360.40
5	2013	432.00
6	2014	163.00
7	2015	189.00
8	2016	235.00
9	2017	197.00
10	2018	238.00

Sumber : BMKG Pattimura Ambon

Analisa hujan rencana dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$X_{tr} = \bar{X} + K_T \cdot S_x$$

Nilai Rerata hujan dari data yang didapat adalah 232,33 untuk metode Gumbel dan Normal sedangkan metode metode Log Normal dan Log Person III adalah 2,33. Standar devisiasi (Sx) untuk metode Gumbel dan Normal adalah 96,92 sedangkan untuk metode Log Normal dan Log Person III adalah 0,18. Faktor frekuensi untuk berbagai distribusi disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Faktor frekuensi berbagai periode ulang masing-masing distribusi

Periode Ulang	Faktor Frekuensi (K _T)			
(Tahun)	Gumbel	Normal	Log Normal	Log Person III
2	-0,14	0,0000	0,0000	0.0186
5	1,06	0,8400	0,8400	0.8465
10	1,85	1,2800	1,2800	1.2685
25	2,85	1,6402	1,6402	1.7111
50	3,59	2,0500	2,0500	1.9927

Sumber : Hasil analisa

Tabel 4.3. Hujan rencan berbagai periode ulang masing-masing distribusi

Periode Ulang Tahun	Hujan Rencana (mm)			
	Gumbel	Normal	Log Normal	Log Person III
2	219.2210	232.3300	215.5093	217.1599
5	334.9184	313.7410	304.4135	305.2280
10	411.5201	356.3849	364.7826	363.0625
25	508.3066	391.2953	423.0150	435.5225
50	580.1083	431.0116	500.6476	488.9914

Sumber : Hasil analisa

Jenis distribusi yang akan dipakai dalam perhitungan intensitas hujan rencana, adalah jenis distribusi yang telah memenuhi syarat berdasarkan table 2.3, Hasilnya disajikan pada table 4.4.

Tabel 4.4 : Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

DISTRIBUSI	SYARAT	HASIL	KET
GUMBUL	CS = 1.14	1.0757	Tidak diterima
	CK = 5.40	1.1600	
NORMAL	CS = 0.00	1.0757	Tidak diterima
	CK = 3.00	1.1600	
	$(\bar{X} \pm SD) = 0.68$	0.6000	Tidak diterima
	$(\bar{X} \pm 2SD) = 0.94$	1.0000	
LOG NORMAL	CS = $CV^3 + 3CV$	0.2300	Tidak diterima
	CK = $CV^8 + 6CV^6 + 15CV^4 + 16CV^2 + 3$	3.0942	
LOG PERSON III	Selain Nilai Diatas		Diterima

Sumber : Hasil analisa

Jenis distribusi Log Person III yang akan dipakai dalam perhitungan Intensitas Hujan Rencana periode ulang tahunan. Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Untuk pengujian parameter dilakukan dengan uji kecocokan distribusi Uji Smirnov-Kolmogorov.

Hasil pengujian Smirnof-Kolmogorof menghasilkan simpangan maksimum (ΔP) adalah sebesar 0,36. Jika jumlah data 10 dan derajat kepercayaan (α) adalah 5% maka nilai ΔP kritis adalah 0,41. Persyaratan ΔP maksimum < ΔP Kritis atau $0,36 < 0,41$. Dengan demikian jenis distribusi Log Person III ini dapat diterima untuk perhitungan intensitas hujan.

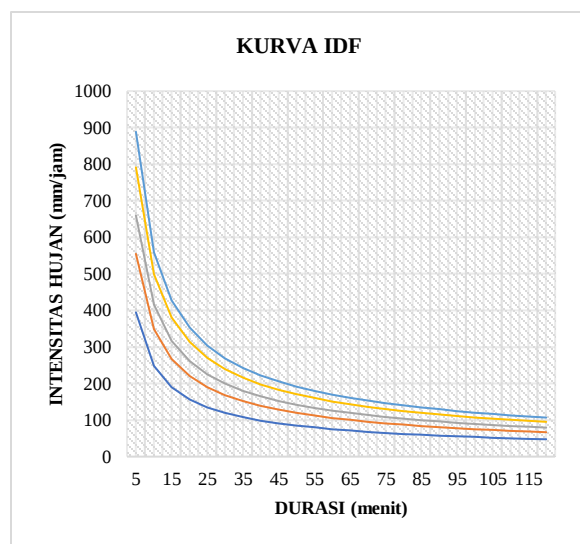
4.1.2. Intensitas Hujan

Analisa intensitas hujan dihitung berdasarkan metode Mononobe dengan besar hujan maksimum periode ulang tahunan berdasarkan hasil perhitungan

metode Log Person III. Hasilnya disajikan pada tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 4.5 Intensitas hujan metode Mononobe

DURASI MENTIT	PERIODE ULANG				
	2	5	10	25	50
	217.1599	305.228	363.0625	435.5225	488.9914
5	394.61	554.64	659.73	791.40	888.56
10	248.59	349.40	415.60	498.55	559.76
15	189.71	266.64	317.16	380.46	427.17
20	156.60	220.11	261.81	314.07	352.62
25	134.95	189.68	225.62	270.65	303.88
30	119.51	167.97	199.80	239.68	269.10
35	107.84	151.57	180.29	216.27	242.82
40	98.65	138.66	164.93	197.85	222.14
45	91.20	128.19	152.48	182.91	205.36
50	85.02	119.49	142.13	170.50	191.43
55	79.78	112.14	133.38	160.00	179.65
60	75.29	105.82	125.87	150.99	169.52
65	71.37	100.32	119.33	143.14	160.71
70	67.93	95.48	113.57	136.24	152.97
75	64.88	91.19	108.47	130.12	146.09
80	62.15	87.35	103.90	124.64	139.94
85	59.68	83.89	99.79	119.70	134.40
90	57.45	80.75	96.05	115.22	129.37
95	55.42	77.89	92.65	111.15	124.79
100	53.56	75.28	89.54	107.41	120.60
105	51.84	72.87	86.67	103.97	116.74
110	50.26	70.64	84.03	100.80	113.17
115	48.79	68.58	81.57	97.85	109.87
120	47.43	66.66	79.29	95.12	106.79



Gambar 4.1. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)

4.1.3. Debit Rencana

Debit rencana dihitung berdasarkan metode rasional
 $Q = 0,278 \text{ CIA}$

- a. Untuk 1 unit rumah dengan luas atap 70 m^2 .

Tabel 4.6. Debit rencana untuk 1 unit rumah dengan luas atap 70 m^2 dengan berbagai periode ulang tahunan

Periode Ulang (Tahun)	A (km^2)	C	I (mm/jam)	Q_0 (m^3/dtk)
2	70×10^{-6}	0,95	47,43	0.00088
5			66,66	0.00123
10			79,29	0.00146
25			95,12	0.00176
50			106,79	0.00197

Sumber : Hasil analisa

- b. Untuk Kawasan Urimessing Kota Ambon.

Tabel 4.7. Tataguna lahan di kawasan Urimessing

NO	Jenis Penutupan Lahan	C	A (km^2)	C.A
1	Perumahan	0,75	0,20	0,15
2	Jalan Beton/Aspal	0,95	0,02	0,02
3	Daerah tidak di kerjakan	0,20	0,07	0,014
Jumlah			0,29	0,19

Sumber : Hasil analisa

Tabel 4.8. Debit rencana kawasan Urimessing dengan berbagai periode ulang tahunan

Periode Ulang (Tahun)	C.A	I (m/jam)	Q_{kawasan} (m^3/dtk)
2	0,19	47,43	2.45
5		66,66	3.45
10		79,29	4.10
25		95,12	4.92
50		106,79	5.53

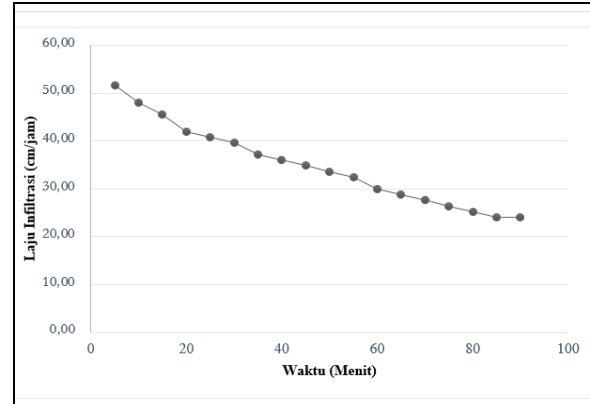
Sumber : Hasil analisa

4.2. Analisa Debit Yang di Tampung Sumur resapan

Untuk menganalisa besar debit yang ditampung sumur resapan air maka diperlukan data permeabilitas tanah, faktor geometri untuk berbagai kasus dan kedalaman air pada sumur. Dalam penelitian ini, nilai permeabilitas tanah dicari berdasarkan hasil uji Lab, kemudian diklasifikasikan berdasarkan jenis tanah. Selain itu juga di analisa laju infiltrasi untuk mengetahui kecepatan air yang masuk kedalam tanah.

4.2.1. Analisa Kapasitas Infiltrasi

Pengukuran infiltrasi dilapangan dilakukan pada kedalaman tanah 2 meter, kemudian dibuat sampel kolam dengan diameter 10 cm dan tinggi kolam 20 cm. Pengamatan laju infiltrasi dilakukan tiap 5 menit sampai mendapatkan laju infiltrasi yang konstan. Lamanya waktu pengamatan adalah 90 menit. Hasil pengukuran infiltrasi disajikan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Laju infiltrasi di lokasi penelitian

Dengan metode Horton dan didapatkan kapasitas infiltrasi di kawasan Urimessing kota Ambon sebesar $50,040 \text{ cm/jam}$ atau $500,40 \text{ mm/jam}$. Dengan besar kapasitas infiltrasi ini maka dapat dikatakan bahwa karakteristik tanah di daerah ini adalah berjenis pasir (morgan 1986, Kapasitas infiltrasi tanah berpasir lebih dari 200 mm per jam dan kurang dari 5 mm per jam untuk tanah liat)

4.2.2. Analisa Koefisien Permeabilitas

Hasil Analisa Permeabilitas tanah di Laboratorium Mekanika Tanah dengan metode Falling Head Permeability, mendapatkan nilai koefisien permeabilitas adalah sebagai berikut :

$$K = 2,303 \frac{a(L)}{A(t)} \log \frac{h_1}{h_2}$$

$$= 0,0264 \text{ cm/detik}$$

Besar nilai permeabilitas tanah adalah $0,0264 \text{ cm/detik}$, sehingga dikategorikan berjenis pasir (sumber, Buku Mekanika Tanah oleh John FK).

4.2.3. Debit Yang di Tampung Sumur Resapan

Bentuk konstruksi sumur resapan yang akan dikaji berbentuk silinder, dengan dimensinya (tinggi rencana sumur resapan) dihitung berdasarkan persamaan yang di berikan oleh Sunjoto 1988.

$$H = \frac{Q_i}{F \cdot K} \left\{ 1 - e^{\left(\frac{-FKT}{\pi R^2} \right)} \right\}$$

Dimana :

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

$$= 4,76601 \text{ m}$$

T = Durasi pengairan (asumsi hujan terjadi selama 2 jam = 7200 detik)

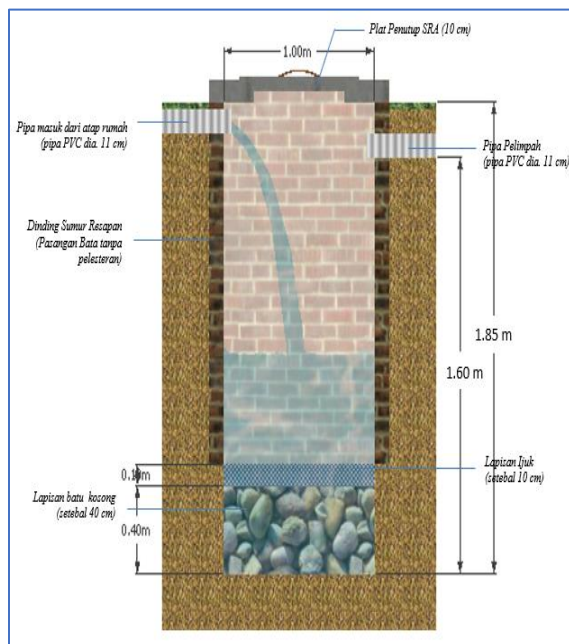
Berdasarkan metode perhitungan Sunjoto maka didapatkan tinggi air pada sumur adalah seperti disajikan pada tabel 4.9

Tabel 4.9. Tinggi air pada sumur resapan

Periode Ulang (Tahun)	Qi (m ³ /dtk)	Tinggi Air (H) (m)
2	0.00088	0.70
5	0.00123	0.98
10	0.00146	1.16
25	0.00176	1.39
50	0.00197	1.57

Sumber : Hasil analisa.

Mengingat tipe luas atap bervariasi di kawasan Urimesing maka diambil tinggi air yang maksimum untuk seluruh sumur yang akan ditempatkan di tiap gedung adalah sebesar 1,60 meter.



Gambar 4.4. Penampang sumur resapan

Untuk 1 rumah dengan luas atap 70 m². Berdasarkan rumus yang ada pada persamaan 2.1 maka didapatkan :

$$Q_o = F.K.H$$

$$= 4,76601 \times 0,000264 \times 1,60$$

$$= 0,00202 \text{ m}^3/\text{dtk}.$$

Volume Tampung 1 Sumur Resapan :

$$V = (\pi r^2) \cdot H$$

$$= (3.14 \times 0.5^2) \cdot 1,50$$

$$= 1,2566 \text{ M}^3$$

Untuk kawasan Urimesing total sumur yang dipasang (dibuat) adalah **1280**.

Total debit yang dapat ditampung sumur resapan adalah :

$$Q_o = 0,00202 \text{ m}^3/\text{dtk} \times 884 \text{ unit}$$

$$= 1,78 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Total Volume Tampung Sumur :

$$V = 1,78 \text{ m}^3 \times 884 \text{ unit}$$

$$= 1110,87 \text{ m}^3$$

4.3. Analisa Pengurangan Debit Limpasan di Kawasan Urimesing Kota Ambon

Pengurangan debit pada 1 unit rumah dengan luas atap 70 m² dengan periode ulang tahunan disajikan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Efisiensi sumur resapan 1 unit rumah dengan luas atap 70 m²

No	Periode Ulang (Tahun)	Debit Dari Atap (m ³ /dtk)	Debit Resapan (m ³ /dtk)	Pengurangan Debit (m ³ /dtk)	Efisiensi Sumur (%)
1	2	3	4	5=3-4	6=(4/3)*100
1	2	0.00088	0,00202	-0.00114	100
2	5	0.00123		-0.000785	100
3	10	0.00146		-0.000551	100
4	20	0.00176		-0.000259	100
5	50	0.00197		-0.00004	100

Sumber : Hasil analisa.

Dari hasil analisa pengurangan debit dengan periode tahunan pada 1 unit rumah dengan luas atap 70 m² memberikan hasil minus (-), hal ini berarti bahwa air hujan yang jatuh ke atap rumah dan akan diteruskan

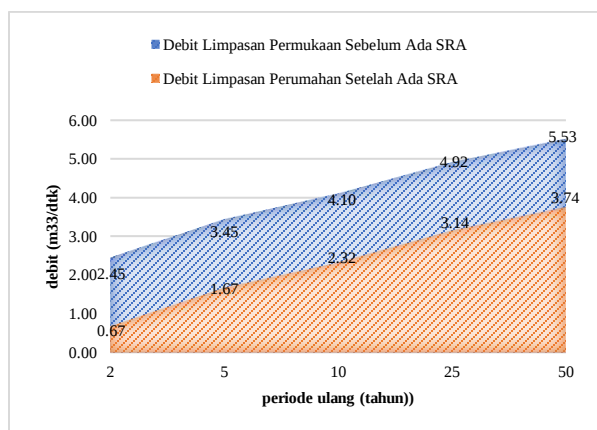
kedalam sumur resapan, semuanya akan terinfiltrasi kedalam tanah dan tidak menimbulkan limpasan ke saluran pelimpah didalam sumur.

Pengurangan total debit pada kawasan Urimesing Kota Ambon dengan periode ulang tahunan disajikan pada tabel V.11.

Tabel 4.11. Pengurangan debit dan efesiensi sumur dengan periode ulang tahunan

Periode Ulang (Tahun)	Debit Kawasan (m ³ /dtk)	Debit Resapan (m ³ /dtk)	Pengurangan Debit (m ³ /dtk)	Efisiensi Sumur (%)
2	3	4	5=3-4	6=(4/3)*100
2	2.45	1,78	0.67	73
5	3.45		1.67	52
10	4.1		2.32	43
20	4.92		3.14	36
50	5.53		3.75	32

Sumber : Hasil analisa



Gambar 4.5. Pengurangan debit limpasan di kawasan Urimesing setelah adanya sumur resapan air.

Dari hasil analisis pengurangan debit limpasan yang terjadi di kawasan pemukiman Urimesing kota Ambon menunjukkan bahwa pada periode ulang 50 tahun debit limpasan terjadi sebesar 68 %. Debit limpasan ini nantinya akan masuk ke saluran-saluran drainase yang ada di kawasan ini dan diteruskan ke sungai terdekat (sungai Wai Batu Gajah).

4.4. Penerapan Sumur Resapan

Sumur resapan yang dibuat harus memenuhi teknis yang baik agar daya kerja dapat dipertanggung jawabkan serta tidak menimbulkan dampak yang baru terhadap lingkungan. Model dan ukuran sumur resapan yang digunakan harus memperhitungkan faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Kontruksi harus terbuat dari bahan yang kuat, tetapi tersedia di

lokasi dan mudah didapat. Dengan demikian, masyarakat kota lebih khususnya masyarakat yang ada di kawasan Urimesing Kota Ambon mudah untuk menerapkannya. Perhitungan jumlah sumur resapan yang akan dibuat di kawasan pemukiman Urimesing kota Ambon adalah 884 unit yang mampu menampung debit sebesar 1,78 m³/dtk. Untuk gedung yang tidak memiliki halaman maka dapat dibuat suatu kolam resapan untuk menampung debit akibat hujan dari beberapa rumah. Pembuatan sumur resapan harus disadari oleh masyarakat sebagai kebutuhan dan kewajiban demi kelangsungan hidupnya. Oleh karena itu, dalam rangka meningkatkan kesadaran dan kemauan untuk membuat sumur resapan, harus ditempuh melalui kebijakan pemerintah kota atau daerah. Kebijakan tersebut dengan cara mengeluarkan peraturan atau undang-undang yang mengatur tentang sumur resapan. Penerapannya dapat berupa aturan yang mewajibkan kepada setiap pemilik rumah atau bangunan lainnya untuk memiliki sumur resapan. Hal tersebut misalnya dapat diterapkan dalam pengurusan IMB. Izin Mendirikan Bangunan (IMB) akan diberikan dengan syarat ada sumur resapan. Terlebih lagi untuk proyek-proyek bangunan besar atau perumahan, setiap developer diwajibkan untuk membuat sumur resapan di kawasan pemukiman secara kolektif. Dalam hal ini pemerintah juga dapat menerapkan sanksi-sanksi administratif atau denda kepada developer yang tidak peduli akan kepentingan lingkungan dengan tidak melengkapi kawasannya dengan sumur resapan. Keefektifan dari sumur resapan sangat tergantung kepada volume dan jumlah sumur resapan. Oleh karena itu, banyaknya air yang dapat diserap kedalam tanah sehingga mengurangi limpasan permukaan dan menjadi pasokan air tanah, tergantung pada banyaknya orang yang sadar dan mau membuat sumur resapan. Hal ini terkait dengan keadaan sosial budaya masyarakat kota khususnya masyarakat yang menempati kawasan pemukiman Urimesing kota Ambon, terutama pengetahuan masyarakat akan pentingnya lingkungan sekitar dimana kita berada.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Analisa, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran di lapangan memberikan hasil bahwa laju infiltrasi yang terjadi di kawasan Urimesing Kota Ambon pada kedalaman tanah 2 meter adalah sebesar 50,04 mm/jam. Sedangkan hasil pengujian tanah di Labolatorium Melanika Tanah Institut Teknologi Bandung menunjukkan bahwa besar nilai permeabilitas tanah (K) adalah sebesar 0,0264 cm/dtk dan dikategorikan berjenis pasir.

2. Besar intensitas hujan di lokasi studi berdasarkan data curah hujan harian maksimum tahun 2009 s.d 20184 dengan metode Mononobe dengan asumsi rerata durasi hujan 2 jam (120 menit) pada periode ulang 50 tahun adalah 106,79 mm/jam.
3. Berdasarkan analisa data didapat tipe sumur resapan berbentuk selinder dengan diameter sumur sebesar 1,00 meter, kedalaman 1,60 meter yang menghasilkan total debit yang dapat tertampung sumur resapan (884 unit) untuk periode ulang 50 tahun adalah sebesar 1,78 m³/dtk. Total debit limpasan di kawasan Urimessing dengan periode ulang 50 tahun adalah 5,53 m³/dtk, setelah ada sumur resapan berkurang menjadi 3,75 m³/dtk, mengurangi limpasan permukaan (banjir) sebesar 32 %. Debit banjir periode ulang 50 tahun untuk 1 unit rumah dengan luas atap 70 m² adalah 0,00202 m³/dtk, yang mampu mereduksi limpasan permukaan sebesar 100%.

5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah :

1. Untuk hasil yang maksimal dalam melakukan studi sumur resapan, sebaiknya membuat sumur percontohan dengan dimensi yang sebenarnya sesuai dengan syarat yang diberikan oleh Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, pada salah satu rumah di lokasi studi.
2. Mengingat pentingnya pelestarian sumber daya air maka pemerintah perlu membuat peraturan-peraturan tentang sumur resapan sehingga dapat mengikat masyarakat atau developer untuk dilaksanakan. Serta diperlukan kesadaran dan partisipasi masyarakat maupun developer perumahan agar mengalokasikan lahan untuk pembuatan sumur resapan pada saat membangun atau mengembangkan suatu perumahan.
3. Untuk keefektifan sumur resapan maka perlu diperhatikan sistim pemeliharaan terhadap sumur. Sistim pemeliharaan sumur dilakukan dengan cara pembersian pipa saluran air dan pembersian debu atau kotoran yang menempel/tertahan oleh material penyaringan (ijuk) didalam sumur resapan, sehingga pada saat sumur resapan ini berfungsi kembali di musim penghujan, kecepatan aliran yang masuk ke tanah menjadi maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Buku Putih Sanitasi Kota Ambon, 2012. *Gambaran Umum Wilayah*, diunduh tanggal 28 Januari 2015
- Cipta Karya, 2014. *Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi dan Polder Dengan Saluran-saluran Utama*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Chay, Asdak. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Chow, V.T. 1988. *Applied Hydrology*. Singapore : McGraw-Hill Book Co.,
- Departemen Pekerjaan Umum, Litbang Pemukiman, 1990. *Tatacara Perencanaan Teknis sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*, standar, LPMB, Bandung
- Dachler, R. 1963. *Grundwasserstromung*, Julius Springer, Wein.
- Fasdarsyah, 2013. *Kajian Sumur Resapan Dalam Mereduksi Limpasan Pada Kawasan Lancang Garam Lhokseumawe*, Jurnal ISSN 2088-0561, diunduh tanggal 18 Desember 2013.
- Forchheimer P, 1930. *Hydraulik*, 3rd, B.G. Teubner, Leipzig.
- Gemilang Galih dan Taring Mulia Perwira Ahmad, 2012. *Kajian Sumur Resapan Dalam Mereduksi Debit Banjir Pada Kawasan Perumahan Anugerah Lestari Kuala Gomit*, Langkat. Tugas Akhir USU Medan, diunduh tanggal 18 Desember 2013.
- HMTL-ITB, 1990. *Peresapan Buatan Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Kota Bandung*. ITB.
- Kainama Made I, 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu.
- Kalsim Kusnadi Dedi, 2010. *Teknik Drainase Bawah Permukaan*, Graha Ilmu
- Kodoatie J Robert ,2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*, Andi Offset Yogyakarta.
- Morgan,R.P.C, 1979. *Soil Erosion*. New York: Longman Inc.

- Ruslan Wirosoneoedarno, 2009. *Evaluasi Laju Infiltrasi Pada Berbagai Penggunaan Lahan Menggunakan Metode Horton di Sub Das Coban Rondo Kecamatan Pujon Kabupaten Malang*. Jurnal Teknologi Pertanian, diunduh tanggal 27 Januari 2012.
- Santosa Budi, 2002. *Dasar Mekanika Tanah*, Penerbit Gunadarma.
- Schmidt-Ferguson, 1951. *Klasifikasi Iklim*. Staklimasiana.blogspot.com/2011/05/klasifikasi-iklim-Schmidt-Ferguson.html. diunduh tanggal 15 Mei 2015.
- SNI: 03-2453-2002. *Tata Cara Perencanaan sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*. From <http://www.pu.go.id/satminkal/balitbang/SNI/pdf/SNI%2003-2453-2002.pdf>. Diunduh tanggal 03 Maret 2015.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisis Data*, Penerbit Nova.
- Sri Harto Br, 1993. *Analisa Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakrta.
- Sumur Resapan, <http://bebasbanjir2025.wordpress.com/teknologi-pengendalian-banjir/sumur-resapan/>, diunduh tanggal 18 Desember 2013.
- Sunjoto, 2011. *Teknik Drainase Pro-Air*, Universitas Gadjah Mada.
- Suripin S, 2003. *Sistim Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*, Andi Yogyakarta.
- Taylor, D.W. 1948. *Fundamental of Soil Mechanics*, Wiley, New York.
- Triatmojo Bambang, 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset Yogyakarta