

CLAPEYRON : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil 1(1): 15-24

ISSN xxxx-xxxx

DESAIN SUMUR RESAPAN UNTUK DAERAH PADAT PENDUDUK DI KELURAHAN MALIARO TERNATE TENGAH

Hartini Ridwan^{1*}, Nani Nagu²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun
Jalan Jusuf Abdulrahman Kampus II Gambesi Kota Ternate Selatan, Indonesia
*hartiniridwan043@gmail.com

Abstrak

Pengembangan rumah atau penambahan jumlah ruangan terjadi di hampir semua lokasi pemukiman. Penurunan kemampuan tanah untuk meresapkan air sebagai akibat adanya perubahan lingkungan yang merupakan dampak dari proses pembangunan. Salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam meresapkan air hujan ialah melalui pembuatan sumur resapan. Dengan sumur resapan ini air hujan akan ditampung dan diresapkan kedalam tanah sehingga dapat memperbaiki permukaan air tanah serta mengurangi aliran permukaan. Pada studi ini akan membahas masalah dikelurahan Maliaro Ternate Tengah yang memiliki kapasitas jumlah penduduk cukup padat. Kesan padat dapat dilihat dengan banyaknya pertumbuhan penduduk pada tahun 2018 yang mencapai 8.300 jiwa dengan luas wilayah 1.385.213 m². Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai suatu keadaan berdasarkan data yang diperoleh dengan cara menyajikan, mengumpulkan dan menganalisis data tersebut sehingga menjadi informasi baru yang dapat digunakan untuk menganalisa masalah yang sedang diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi intensitas curah hujan di lokasi studi berdasarkan curah hujan 2008 s.d 2017 dengan metode Van Breen untuk durasi hujan 1 jam pada PUH 2, 5, 10, dan 25 tahun masing-masing adalah 89,8045 mm/jam, 96,5213 mm/jam, 98,0888 mm/jam, 98,9118 mm/jam. Berdasarkan perhitungan, desain sumur resapan adalah berbentuk lingkaran dengan diameter 1 m dan kedalaman 2,16 m, air hujan yang masuk kedalam saluran drainase yang berasal dari halaman dan jalan adalah 4,1703 m³/detik. Dengan demikian, terjadi pengurangan debit sebesar 18,0215 m³/detik. Jumlah sumur resapan yang dibangun untuk kelurahan Maliaro adalah sebanyak 23 buah.

Kata Kunci : Kawasan Pemukiman, Sumur Resapan

PENDAHULUAN

Pengembangan rumah atau penambahan jumlah ruangan terjadi di hampir semua lokasi pemukiman, rumah-rumah dikembangkan kearah horisontal dengan pertimbangan biaya konstruksi akan lebih murah jika dibandingkan dengan pengembangan kearah vertikal. Penurunan kemampuan tanah untuk meresapkan air sebagai akibat adanya perubahan lingkungan yang merupakan dampak dari proses pembangunan. Salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam meresapkan air hujan ialah melalui pembuatan sumur resapan. Dengan sumur resapan ini air hujan akan ditampung dan diresapkan kedalam tanah sehingga dapat memperbaiki permukaan air tanah serta mengurangi aliran permukaan.

Pada studi ini akan membahas masalah dikelurahan Maliaro Ternate Tengah yang memiliki kapasitas jumlah penduduk cukup padat. Kesan padat dapat dilihat dengan tingginya pertumbuhan penduduk, pada tahun 2018 yang mencapai 8300 jiwa dengan luas

wilayah 1.385.213 m² (BPS Kota Ternate, 2018). Daerah Maliaro terletak pada lokasi yang strategis. Konstruksi sumur resapan air merupakan alternatif pilihan dalam mengatasi menurunnya air permukaan pada daerah kawasan Maliaro Ternate Tengah. Sumur resapan air merupakan rekayasa teknik konservasi air berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampung air hujan dari atas atap rumah dan diresapkan ke dalam tanah agar dapat memperbaiki permukaan air tanah agar mampu menyediakan air tanah pada saat musim kemarau.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif artinya penelitian yang digunakan adalah penelitian yang analisisnya bergantung pada numerik (angka). Bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai suatu keadaan berdasarkan data yang diperoleh dengan cara menyajikan, mengumpulkan dan menganalisis data tersebut sehingga menjadi informasi baru yang dapat digunakan untuk menganalisis masalah yang sedang diteliti.

Waktu penelitian dilaksanakan selama 6 bulan sejak pengambilan data sampai analisis hasil perhitungan yaitu pada akhir bulan Desember 2018 sampai dengan bulan Mei 2019. Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Maliaro Ternate Tengah.

Prosedur yang pertama kali dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan survey lapangan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi. Setelah itu dilakukan studi pustaka untuk mengetahui cara-cara penyelesaian masalah yang terjadi di lapangan. Kemudian dilakukan pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah: data uji permeabilitas tanah, data curah hujan 10 tahun terakhir dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Kota Ternate. Data kependudukan dari Kantor Kecamatan Ternate Selatan, dan data luas wilayah Kelurahan Maliaro dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Ternate.

Prosedur pengolahan data yang dilakukan berturut-turut adalah sebagai berikut:

1. Analisis koefisien permeabilitas tanah
2. Analisis hidrologi
 - a. Analisis curah hujan harian maksimum (HHM), metode yang digunakan adalah distribusi *Log Person Tipe III*, distribusi normal, distribusi Log Normal dan distribusi Gumbel untuk periode 10 tahun selanjutnya dipilih hasil perhitungan yang memberikan hasil paling besar untuk keamanan desain.
 - b. Uji keselarasan, data curah hujan yang dipilih selanjutnya diuji keselarasannya menggunakan metode *Smirnov-Kolmogorof* dan *Chi-square*.
 - c. Analisis intensitas hujan, perhitungan analisis intensitas hujan dilakukan dengan metode Van Breen.
 - d. Penentuan metode perhitungan intensitas curah hujan yaitu menggunakan metode Sherman, Ishiguro dan Talbot.
 - e. Perencanaan dimensi dan jumlah bangunan resapan menggunakan metode Sujonto (1992 dan 2011) dengan memerhatikan persyaratan umum dan teknis sumur resapan berdasarkan peraturan SNI 03-2453-2002.

- f. Pengurangan debit banjir, pada penelitian ini akan dibandingkan debit banjir dengan atau tanpa menggunakan sumur resapan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal dalam pembuatan sumur resapan adalah menentukan harga koefisien permeabilitas (k) suatu tanah yang didapat dari pengujian *Constan Head Permeability Test*. Sampel tanah yang digunakan diambil pada kedalaman 1 meter. Nilai koefisien Permeabilitas (k) adalah sebesar 0,00060915 cm/detik. Selanjutnya, dilakukan analisis hidrologi yang bertujuan untuk mengetahui debit limpasan air hujan pada Kelurahan Maliaro Ternate Tengah pada saat hujan. Untuk dapat melakukan analisis ini maka diperlukan data curah hujan stasiun pengamatan pada wilayah tersebut. Pada perhitungan analisis hidrologi, data-data yang dibutuhkan diantaranya adalah data curah hujan maksimum harian. Debit limpasan air hujan dianalisis dari curah hujan rencana yang terjadi berdasarkan PUH (Periode Ulang Hujan).

Untuk memperoleh data curah hujan yang terjadi berdasarkan PUH tahun tertentu, maka perlu dilakukan analisis berdasarkan langkah-langkah seperti melakukan analisis curah hujan rencana dan analisis intensitas curah hujan. Ada beberapa jenis distribusi yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana, seperti distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan *Log Pearson Type III*. Setelah diketahui nilai faktor-faktor dari perhitungan maka ditentukan metode distribusi mana yang dapat dipakai. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan syarat-syarat, maka dipilih metode *Log Pearson Type III*. Setelah dilakukan perhitungan parameter statistik selanjutnya dilakukan uji keselarasan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Ada dua jenis keselarasan, yaitu uji keselarasan *Chi Square* dan *Smirnov Kolmogorof*. Oleh karena itu, distribusi probabilitas gumbel dapat diterima untuk menganalisis data hujan. Intensitas curah hujan yang dinyatakan dengan I menyatakan besarnya curah hujan dalam jangka pendek yang memberikan gambaran deras nya hujan perjam. Untuk mengubah curah hujan menjadi intensitas curah hujan digunakan metode Van Breen dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 1. Perhitungan intensitas curah hujan Metode Van Breen

Durasi (menit)	Periode Ulang (tahun)			
	r (2 th)	r(5 th)	r(10 th)	r(25 th)
	205,9137	240,3972	249,3838	254,2247
5	161,5612	163,2623	163,6331	163,8226
10	150,6202	153,6045	154,2622	154,5993
15	141,0671	145,0254	145,9064	146,3593
30	118,5164	124,2130	125,5111	126,1829
50	97,6936	104,2628	105,7936	106,5907
60	89,8045	96,5123	98,0888	98,9118
80	77,3172	84,0206	85,6179	86,4552
120	60,4939	66,7434	68,2608	69,0606

Sumber : hasil perhitungan

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada contoh perhitungan intensitas curah hujan menurut Van Breen dengan durasi 5 menit dan PUH 2 tahun berikut ini.

$$IT = \frac{54RT + 0,007RT^2}{t + 0,31RT}$$

$$IT = \frac{54(205,9137) + 0,007(205,9137)^2}{5 + 0,31(205,9137)}$$

IT = 161,5612 mm/menit

Hasil analisis dari metode diatas selanjutnya diuji kecocokan yang dipakai dalam standar desain banjir debit Indonesia yaitu Talbot, Sherman, dan Ishiguro. Hasil dari intensitas curah hujan nantinya akan digunakan untuk menghitung debit banjir di Kelurahan Maliaro dan debit masukan air hujan kedalam sumur resapan. Langkah terakhir untuk menghitung intensitas curah hujan adalah memilih metode perhitungan intensitas curah hujan yang akan digunakan. Pemilihan ini dimaksudkan untuk menentukan persamaan intensitas curah hujan yang paling mendekati atau dapat mewakili intensitas curah hujan untuk daerah penelitian. Uji kecocokan dilakukan melalui metode Talbot, Sherman dan Ishiguro (Sosrodarsono,2003).

Hasil perhitungan uji kecocokan intensitas metode Van Breen dengan rumus Talbot, Sherman dan Ishiguro dapat dilihat pada Tabel 2 dengan variabel persamaan pada Tabel 3.

Tabel 2. Uji kecocokan intensitas hujan metode Van Breen dengan Metode Talbot, Sherman dan Ishiguro PUH 5 Tahun

t	I	It	I ²	I ² t	Log t	Log I	(Log I) ²	Log t ²
5	163,3	816,3	26654,6	133272,9	0,6990	2,2129	4,8969	0,4886
10	153,6	1536,0	23594,3	235943,4	1,0000	2,1864	4,7804	1,0000
15	145,0	2175,4	21032,4	315485,7	1,1761	2,1614	4,6718	1,3832
30	124,2	3726,4	15428,9	462866,1	1,4771	2,0942	4,3855	2,1819
50	104,3	5213,1	10870,7	543536,7	1,6990	2,0181	4,0728	2,8865
60	96,5	5790,7	9314,6	558877,0	1,7782	1,9846	3,9386	3,1618
80	84,0	6721,7	7059,5	564757,4	1,9031	1,9244	3,7033	3,6218
120	66,7	8009,2	4454,7	534561,5	2,0792	1,8244	3,3285	4,3230
Jumlah	937,6	33988,9	118409,7	3349300,5	11,8116	16,4064	33,7777	19,0467

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 3. Variabel persamaan Talbot, Sherman dan Ishiguro

Variabel	Talbot	Ishiguro	Sherman	Anti Log Ishiguro
a	12983,1316	1072,548603	2,456265	285,9334732
b	74,523132	3,754183392		
n			0,2746215	

Sumber : hasil perhitungan

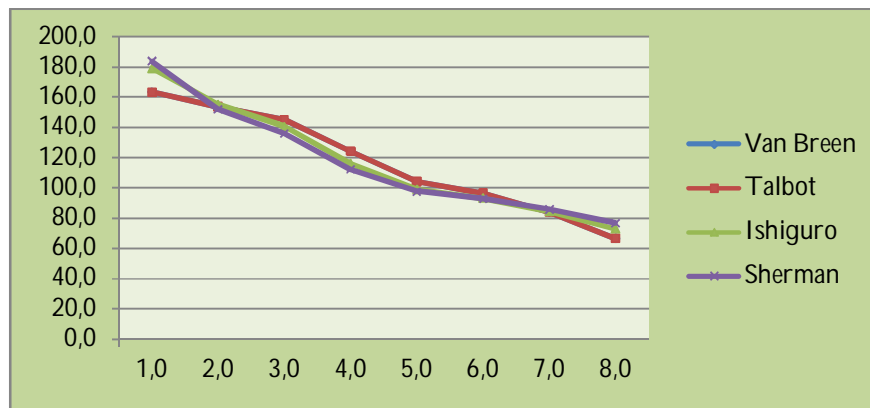
Setelah diketahui variabel persamaan untuk masing-masing persamaan maka dilakukan uji kecocokan terhadap metode intensitas curah hujan dengan menghitung selisih terkecil pada masing-masing metode. Nilai data yang dihasilkan oleh persamaan Talbot, Sherman, dan Ishiguro dibandingkan dengan nilai Intensitas persamaan Van Breen.

Tabel 4. Selisih intensitas hujan metode Van Breen dengan metode Talbot, Sherman dan Ishiguro PUH (periode ulang hujan) 5 tahun

t (menit)	Van Breen (mm/jam)	Talbot (mm/jam)	Selisih (mm/jam)	Ishiguro (mm/jam)	Selisih (mm/jam)	Sherman (mm/jam)	Selisih (mm/jam)
5	163,3	163,26	0,0	179,05	15,8	183,79	20,5
10	153,6	153,60	0,0	155,07	1,5	151,93	-1,7
15	145,0	145,03	0,0	140,62	-4,4	135,92	-9,1
30	124,2	124,21	0,0	116,18	-8,0	112,36	-11,9
50	104,3	104,26	0,0	99,08	-5,2	97,65	-6,6
60	96,5	96,51	0,0	93,26	-3,2	92,89	-3,6
80	84,0	84,02	0,0	84,46	0,4	85,83	1,8
120	66,7	66,74	0,0	72,92	6,2	76,79	10,0
Jumlah			0,0		3,01		-0,49
Rata-rata			0,0		0,38		-0,06

Sumber : hasil perhitungan

Grafik Intensitas Hujan Metode Van Breen dengan Metode Talbot, Sherman dan Ishiguro PUH (Periode Ulang Hujan) 5 Tahun ditunjukkan pada Gambar 1.

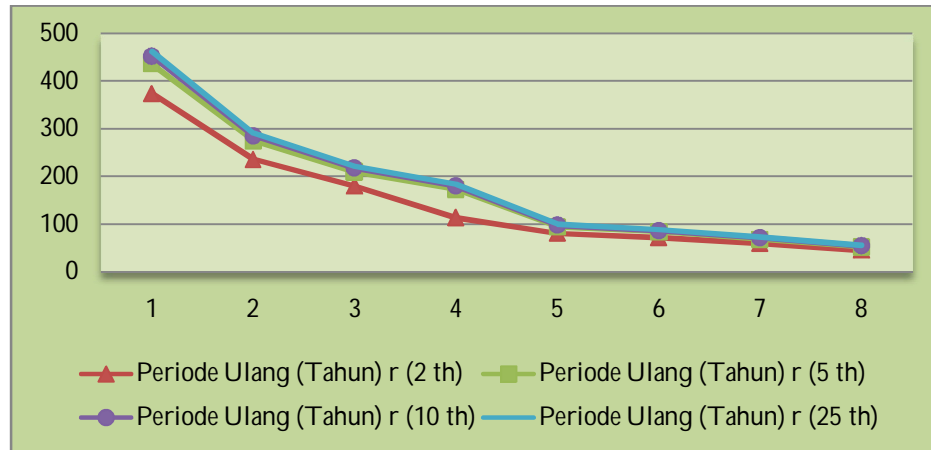


Gambar 1. Grafik intensitas hujan metode Van Breen dengan metode Talbot, Sherman dan Ishiguro PUH (periode ulang hujan) 5 Tahun

Hasil perhitungan uji kecocokan pada perhitungan menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*least square*) dihasilkan bahwa intensitas hujan metode Van Breen menggunakan persamaan pola Talbot, mempunyai selisih terkecil. Melalui analisis tersebut dapat diketahui intensitas curah hujan untuk daeran perencanaan.

Setelah analisis intensitas curah hujan dilakukan kemudian digambar kurva IDF (Kurva Frekuensi Intensitas) yang menggambarkan persamaan-persamaan intensitas curah hujan

wilayah perencanaan yang dapat digunakan untuk perhitungan debit banjir dengan metode rasional. Pada Gambar 2 adalah kurva IDF intensitas hujan wilayah Kota Ternate.



Gambar 2. Kurva IDF daerah perencanaan

Hasil dari intensitas curah hujan nantinya akan digunakan untuk menghitung debit banjir di Kelurahan Maliaro dan debit masukan air hujan kedalam sumur resapan.

Perencanaan Dimensi Sumur Resapan

Diketahui juga data-data dalam perhitungan debit banjir di kelurahan Maliaro Ternate Tengah adalah:

Intensitas curah hujan PUH 2 Tahun:

- Luas wilayah = 1385213,0 m² = 138,5213 Ha
- Luas halaman (Ah) = 905666,4 m² = 90,5666 Ha, dimana Ch 0,10 = 65,4% = 398,445
- Luas atap total (Aa) = 466847,4 m² = 46,68474 Ha, dimana Ca 0,95 = 33,7% = 205,388
- Luas atap aspal (Aj) = 12699,1 m² = 1,26991 Ha, dimana Cj 0,95 = 0,9% = 5,586
- Luas atap rumah = 609,420 m²

Perhitungan Koefisien Pengaliran Rata-rata

$$C_{gab} = \frac{\sum c \cdot A}{\sum A}$$

$$C_{gab} = \frac{398,445 \times 0,10 + 205,388 \times 0,95 + 5,586 \times 0,95}{609,420}$$

$$C_{gab} = 0,394$$

Panjang lintasan terjauh = $\sqrt{1000^2 + 1385,213^2} = 1708,454 \text{ m}$

Waktu konsentrasi, diambil $V=2 \text{ m/dt}$ maka $t_c = 854,227 \text{ det}$ atau $t_c = 14,23 \text{ menit}$.

Dengan grafik IDF pada gambar 2, daerah perencanaan, untuk kala ulang 2 tahunan diperoleh:

$$I = \frac{a}{(t + b)} = \frac{12983,1316}{(14,23 + 74,523132)} = 146,270 \text{ mm/jam.}$$

Debit total yang terjadi di kelurahan Maliaro dengan luas daerah 138,5213 Ha, maka:

$$Q_{all} = 0,002778 \times 0,394 \times 146,272 \times 138,5213$$

$$Q_{all} = 22,1918 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Cara menentukan nilai I dilihat dari Garfik IDF kota Ternate pada gambar untuk kala ulang 2 tahunan, Yaitu $I = 12983/(t+74,523)$. Untuk durasi hujan 2 jam = 120 Menit. Maka nilai $I = 12983/(120+74,523)$, $I = 66,7433$

$$\text{Luas Atap Total} = 205,388$$

$$C \text{ atap} = 0,95$$

$$\text{Intensitas curah hujan (I)} = 66,7433 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Durasi hujan dominan (t)} = 2 \text{ Jam} = 7200 \text{ detik}$$

$$\text{Koefisien permeabilitas tanah (K)} = 0,00060905 \text{ cm/detik}$$

Untuk drainase dengan sumur resapan, maka debit yang masuk ke sumur resapan dari atap adalah:

$$Q_{mak} \text{ dari atap} = 0,002778 \times 0,95 \times 66,7434 \times 205,388 \times 10^{-4}$$

$$Q_{mak} \text{ dari atap} = 0,0036118 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jenis sumur kosong tampang lingkaran

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

Diameter sumur rencana (D) = 1 m maka Jari-jari sumur rencana (R)=0,5 m

Faktor Geometri (K)= 5,5 . R

$$= 5,5 \times 0,5$$

$$= 2,75 \text{ m}$$

Maka tinggi sumur resapan (H)

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

$$H = \frac{0,003618}{2,75 \times 0,000609} \left(1 - e^{-\frac{2,75 \times 0,000609 \times 7200}{\pi 0,5^2}}\right)$$

$$H = 2,16 \text{ meter}$$

Jadi, sumur yang diperlukan untuk setiap rumah yang di perlukan untuk setiap rumah yang berdiameter 1 meter dengan kedalaman 2,16 meter.

Air hujan yang masuk saluran drainase:

Air berasal dari halaman dan jalan:

$$C_{gab} = \frac{\sum c \cdot A}{\sum A}$$

$$C_{gab} = \frac{398,445 \times 0,10 + 5,586 \times 0,95}{404,0324}$$

$$C_{gab} = 0,1118$$

$$Q = 0,002778 \times 0,1118 \times 146,272 \times 91,837$$

$$Q = 4,1703 \text{ m}^3/\text{det}$$

Jadi terjadi pengurangan debit sebesar :

$$Q = 22,1918 - 4,1703 = 18,0215 \text{ m}^3/\text{det}$$

Atau 81,207%

Jumlah Sumur Resapan

Untuk menghitung jumlah sumur resapan digunakan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{Q}{\pi r^2}$$

$$n = \frac{18,0215}{\pi r^2} = 22,94 \approx 23 \text{ buah sumur resapan.}$$

Perencanaan sumur resapan yang akan dibuat harus sesuai pada persyaratan teknis secara umum maupun khusus berdasarkan SNI No.03-2459-2002. Oleh karena itu dalam penelitian ini proses analisis dilakukan terhadap penentuan dimensi sumur resapan, sehingga perencanaan sumur resapan harus mengacu berdasarkan hasil analisis. Dalam penelitian ini data keadaan asli yang dijadikan acuan adalah data yang didapat dari lokasi penelitian yang telah dilakukan analisis dan pengamatan sebelumnya, yaitu:

- Kedalaman muka air tanah memenuhi persyaratan yaitu 10 m dan 20 m pada daerah dataran tinggi dan dataran rendah > 1.5 m pada musim hujan (pengamatan kedalaman muka air tanah diketahui berdasarkan sumur air bersih penghuni perumahan di lokasi studi).
- Struktur tanah pada lokasi penelitian mempunyai nilai koefisien permeabilitas tanah $2,19 \text{ cm/jam} \geq 2,0 \text{ cm/jam}$.

Dalam analisis dimensi sumur resapan, air hujan yang diperhitungkan masuk kedalam air tanah adalah air hujan yang jatuh melalui atap bangunan saja sedangkan air hujan yang jatuh pada permukaan tanah, jalan dan fasilitas umum lainnya tidak di perhitungkan peresapannya, karena bila di alirkan kedalam sumur resapan maka partikel tanah akan masuk kedalam sumur sehingga akan mengganggu fungsi sumur resapan.

Setelah dilakukan penelitian, untuk drainase tanpa sumur resapan memiliki debit sebesar 22,1918 m³/detik. Untuk debit maka dari atap yang masuk kedalam sumur resapan adalah sebesar 0,0036 m³/detik. Jadi untuk kedalaman yang diperlukan setiap rumah dengan diameter 1 meter adalah 2,16 meter. Air hujan yang masuk kedalam saluran drainase yang berasal dari halaman dan jalan adalah 2,1199 m³/detik. Dengan demikian, terjadi pengurangan debit sebesar 20,0719 m³/detik. Dari hasil perhitungan dalam menentukan jumlah sumur resapan

dengan desain yang ditentukan, maka jumlah sumur resapan yang dibutuhkan adalah sebanyak 28 buah sumur. Lokasi penempatan sumur resapan tersebut sebaiknya diletakkan ditengah pekarangan rumah agar lebih efisien. Pembangunan Sumur Resapan akan sejalan dengan konsep perancangan sistem drainase air hujan yang berkelanjutan berasaskan pada konservasi air tanah, yang pada hakekatnya adalah perancangan suatu sistem drainase yang mana air hujan jatuh di atap/perkerasan, ditampung pada suatu sistem resapan air antara lain Sumur Resapan Air Hujan dan sisanya masuk ke saluran drainase. Sehingga dengan adanya sumur resapan akan menambah ketinggian muka air tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Tinggi intensitas curah hujan di lokasi studi berdasarkan curah hujan 2008 s.d 2017 dengan metode Van Breen yang dikombinasikan dengan metode Talbot untuk durasi hujan 1 jam pada PUH 2, 5, 10, dan 25 tahun masing-masing adalah 71,3863 mm/jam, 83,3411 mm/jam, 86,4565 mm/jam, 88,1348 mm/jam.
- b. Berdasarkan perhitungan, desain sumur resapan untuk drainase tanpa sumur resapan memiliki debit sebesar 22,1918 m³/detik. Untuk debit dari atap yang masuk kedalam sumur resapan adalah sebesar 0,00362 m³/detik. Jadi untuk kedalaman yang diperlukan setiap rumah dengan diameter 1 meter adalah 2,16 meter. Air hujan yang masuk kedalam saluran drainase yang berasal dari halaman dan jalan adalah 4,1703 m³/detik. dengan demikian, terjadi pengurangan debit sebesar 18,0215 m³/detik.
- c. Jumlah sumur resapan yang dapat di bangun di kelurahan Maliaro Ternate Tengah adalah sebanyak 23 buah Sumur Resapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bisri, M. 2009. *Imbuhan Air tanah Buatan Untuk Mereduksi Genangan (Studi Kasus Di Kecamatan Batu Kota Batu)*. Jurnal Rekayasa Sipil.
- Bowles. J.E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*. PT. Erlangga. Jakarta
- Cahyaningsih, D.I.2014. *Desain Sumur Resapan Berdasarkan Kualitas dan Kuantitas Air Tanah di Daerah Cengkareng. Skripsi S1*. Universitas Bina Nusantara.
- Damayanti, W.D. 2011. *Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Salah Satu Pencegahan Terjadinya Limpasan pada Perumahan Graha Sejahtera 7 Boyolali*.
- Gemilang, G. 2010. *Kajian Sumur Resapan dalam Mereduksi Debit Banjir pada Kawasan Perumahan Anugerah Lestari Kuala Gomit, Langkat. Skripsi S1*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Indramaya, E.. 2013. *Rancangan Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Salah Satu Usaha Konservasi Air Tanah Perumahan Dayu Baru Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. Skripsi S1*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kamiana, I.M. 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Kusnaedi. 2003. *Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan Dan Pedesaan*. Jakarta, Penebar Swadaya.

CLAPEYRON : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil 1(1): 15-24

ISSN xxxx-xxxx

- Kaosdaryani. 2009. *Penggunaan Modifikasi Desain Sumur Resapan Sebagai Pengisian Kembali Air Tanah dan Pengendalian Banjir di kelurahan Sewu Surakarta*. Skripsi S1.Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Nugraha, A. 2014. Analisis dan Desain Bangunan Resapan Air Hujan di Sekitar Jalan Meranti-Tanjung Kampus IPB Dermaga, Bogor.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2014 Tentang Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung Dan Persilnya.
- SNI 03-2453-2002. *Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan*.
- Soemarto, C. D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta Erlangga.
- Sosrodarsono. S. 2003. *Hidrologi Teknik Pengairan*. Depertemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- Sunjoto. 1988. *Outline Teknik Drainase Pro-Air*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Gadjah Mada
- Triatmojo, B. 2008. *Hidrolika Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset