

EFEKTIVITAS SUMUR RESAPAN PENUNJANG PROGRAM *GREEN BUILDING* PADA KAWASAN PERUMAHAN DI PEKANBARU

Yolly Adriati¹

¹Program Studi Magister Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Islam Riau
Jl.Kaharuddin Nasution No.113, Perhentian Marpoyan, Kecamatan Bukit Raya, Pekanbaru, Kode
Pos 28284
Email: yollyadriati@eng.uir.ac.id

ABSTRAK

Pertumbuhan jumlah penduduk di kota Pekanbaru yang semakin lama semakin meningkat membuat penduduk memerlukan tempat tinggal yang menyebabkan perubahan tata guna lahan dari lahan terbuka menjadi lahan tertutup atau pemukiman. Lahan tertutup akan mengakibatkan air hujan yang turun tidak dapat mengalir secara optimal dan dapat mengakibatkan limpasan.. Pembangunan berkelanjutan merupakan sebuah solusi untuk mengatasi lingkungan yang kurang baik, dimana prinsip pembangunan berkelanjutan ini dapat diterapkan salah satu programnya ialah *green building*. *Green building* menjadi urgensi khususnya dalam menerapkan manajemen limpasan air hujan berupa teknologi sumur resapan. Salah satu kawasan yang mengalami limpasan permukaan atau banjir pada saat musim hujan adalah Perumahan Hang Tuah Cipta Residence yang terletak di Kelurahan Kulim, Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru. Metode dalam penelitian ini menggunakan perhitungan debit resapan berbagai kondisi menurut Suripin, 2004 dan didukung oleh data curah hujan, data permeabilitas, data muka air tanah, data tipe rumah dan data dimensi sumur resapan. Dari hasil analisis didapat besarnya debit yang keluar dari semua rumah sebelum menggunakan sumur resapan adalah 1,635 m³/dt. Setelah direncanakan sumur resapan dengan Jari-Jari 0.5 m dan kedalaman 9 m didapat kondisi sumur (b) memiliki efektivitas terbesar dalam mereduksi limpasan yaitu sebesar 87,321% dengan debit sisa setelah menggunakan sumur resapan sebesar 0,207 m³/dt, sesuai dengan aturan dalam *greenship existing building* versi 1.1 untuk menerapkan *prinsip green building* pada Kawasan pemukiman Hang Tuah Cipta Residence

Kata Kunci : Limpasan, Sumur Resapan, Kondisi Sumur, Efektivitas, *Green Building*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk di kota Pekanbaru yang semakin lama semakin meningkat membuat penduduk memerlukan tempat tinggal yang menyebabkan perubahan tata guna lahan. Perubahan tata guna lahan akan menyebabkan perubahan pola limpasan air hujan yang berakibatkan terjadinya peningkatan genangan dan debit banjir pada musim penghujan serta ancaman kekeringan pada musim kemarau

Pembangunan berkelanjutan merupakan sebuah solusi untuk mengatasi lingkungan yang kurang baik, dimana prinsip pembangunan berkelanjutan ini dapat diterapkan salah satu programnya ialah *green building*. *Green building* menjadi urgensi khususnya dalam menerapkan manajemen limpasan air hujan berupa teknologi sumur resapan. Salah satu kawasan yang mengalami limpasan permukaan atau banjir pada saat musim hujan adalah Perumahan Hang Tuah Cipta Residence yang terletak di Kelurahan Kulim, Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru.

Penerapan prinsip-prinsip *green building* (bangunan hijau) di Indonesia dilakukan dengan adanya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 21/PRT/M/2021. Menurut Permen PU No 21 Tahun 2021 bangunan yang berkelanjutan memiliki urgensi dalam pemanfaatan sumber daya yang efisien salah satunya limpasan air hujan sekaligus mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan dan penghuninya selama penggunaannya (KemenPUPR, 2021)



LANDASAN TEORI

Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan salah satu teknik pemanenan air hujan dengan memanfaatkan galian tanah untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah sebagai cadangan air bawah tanah. Hal ini mengingat bahwa walaupun ketersediaan air selalu konstan, pertumbuhan bangunan yang selalu meningkat akan mengurangi lahan terbuka hijau sebagai resapan air. Menurut SNI 8456:2017, sumur resapan ialah prasarana yang digunakan untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Pembuatan sumur resapan sendiri tidak terlepas dari persyaratan, untuk itu ada persyaratan khusus yang mengatur tentang perencanaan dan pelaksanaan sumur resapan yang diatur di SNI 8456:2017. Sumur resapan merupakan sumur atau lubang di permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah (Kusnaedi, 2011)

Analisis Frekuensi

Analisa Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Perhitungan analisis frekuensi merupakan pengulangan suatu kejadian untuk meramalkan atau menentukan periode ulang nilai probabilitas. Dalam analisis frekuensi, hasil yang diperoleh tergantung kepada kualitas dan panjang data. Adapun distribusi yang dipakai dapat ditentukan setelah mengetahui karakteristik data yang ada, yaitu data curah hujan rata-rata maksimum. Parameter statistik data curah hujan yang perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data adalah sebagai berikut. (Suripin, 2004)

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi hujan dapat dihitung dengan membedakannya menjadi dua yaitu, waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan lahan sampai saluran terdekat (t_o), dan waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran (t_d). Adapun perhitungan waktu pengaliran dapat menggunakan persamaan seperti berikut

$$t_c = t_o + t_d \quad (1)$$

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

$$t_d = \frac{L_s}{60 \times V} \quad (3)$$

Keterangan

- n = Angka kekasaran manning
- L = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)
- S = Kemiringan Lahan
- L_s = Panjang lintasan aliran di dalam saluran (m)
- V = Kecepatan aliran di dalam saluran (m/dt)

Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Suripin, 2004).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2,3} \quad (4)$$

Keterangan :

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- t = Lamanya hujan (jam)
- R_{24} = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

Debit Banjir

Debit adalah banyaknya volume air yang dapat lewat dalam suatu tempat atau volume air yang dapat ditampung dalam suatu tempat tiap satuan waktu, dalam penelitian ini debit yang dihitung merupakan

debit hujan yang berasal dari atap rumah yang nanti akan ditampung oleh talang dan dialirkan menuju sumur resapan.

Metode yang umum digunakan adalah metode rasional, rumus metode rasional adalah sebagai berikut (Triatmodjo, 2013)

$$Q_p = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (5)$$

Keterangan

- Q_p = Laju permukaan debit puncak (m³/detik)
- C = Koefisien limpasan permukaan
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas DAS (hektar)

Permeabilitas Tanah

Koefisien permeabilitas tanah, semakin tinggi nilai koefisien permeabilitas tanah maka semakin cepat kecepatan air untuk meresap. Berikut adalah nilai koefisien permeabilitas tanah berdasarkan klasifikasi jenis tanah pada Tabel 1 :

Tabel 1. Koefisien Permeabilitas Tanah (Braja, 1995)

No.	Jenis Tanah	k (cm/s)
1	Kerikil Bersih	1,0-100
2	Pasir Kasar	1,0-0,01
3	Pasir Halus	0,01-0,001
4	Lanau	0,001-0,00001
5	Lempung	Kurang dari 0,000001

Waktu Pengisian Sumur Resapan

Waktu yang dibutuhkan untuk pengisian sumur resapan hingga penuh, lalu sisa air yang masuk akan dialirkan ke drainase. Waktu pengisian sumur resapan dipengaruhi oleh debit air hujan dan dimensi sumur resapan. Semakin besar debit air hujan maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk pengisian sumur resapan. Waktu pengisian sumur resapan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Kusnaedi, 2011)

$$t_{c2} = \frac{V}{Q_{tertampung}} \quad (9)$$

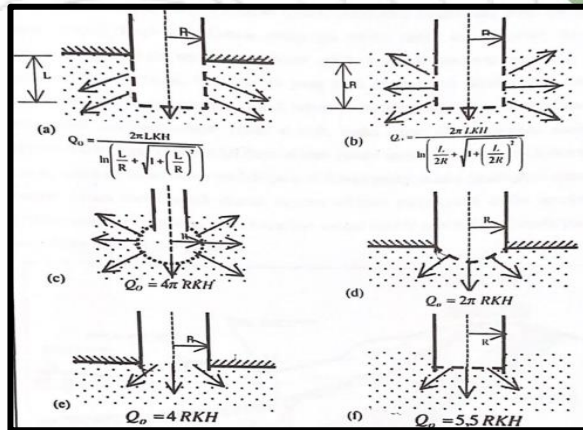
$$Q_{tertampung} = Q_p - Q_0 \quad (10)$$

Keterangan

- t_{c2} = Waktu yang dibutuhkan untuk pengisian sumur (dt)
- V = Volume sumur resapan (m³)
- $Q_{tertampung}$ = Debit air yang tertampung (m³/dt)
- Q_p = Debit puncak (m³/dt)
- Q_0 = Debit yang meresap ke dalam tanah (m³/dt)

Debit Resapan

Debit resapan merupakan banyaknya volume air yang dapat meresap ke dalam tanah melalui sumur resapan tiap satuan waktu. Debit resapan sumur dipengaruhi oleh dimensi sumur, bentuk sumur dan permeabilitas tanah, semakin besar dimensi sumur dan permeabilitas tanah, maka semakin besar pula debit resapan pada sumur resapan. Bentuk yang digunakan dalam pembuatan sumur resapan juga berperan besar untuk mempengaruhi besarnya debit resapan, debit resapan yang sesuai dengan bentuk-bentuk sumur resapan dapat dilihat pada Gambar 1 (Suripin, 2004).



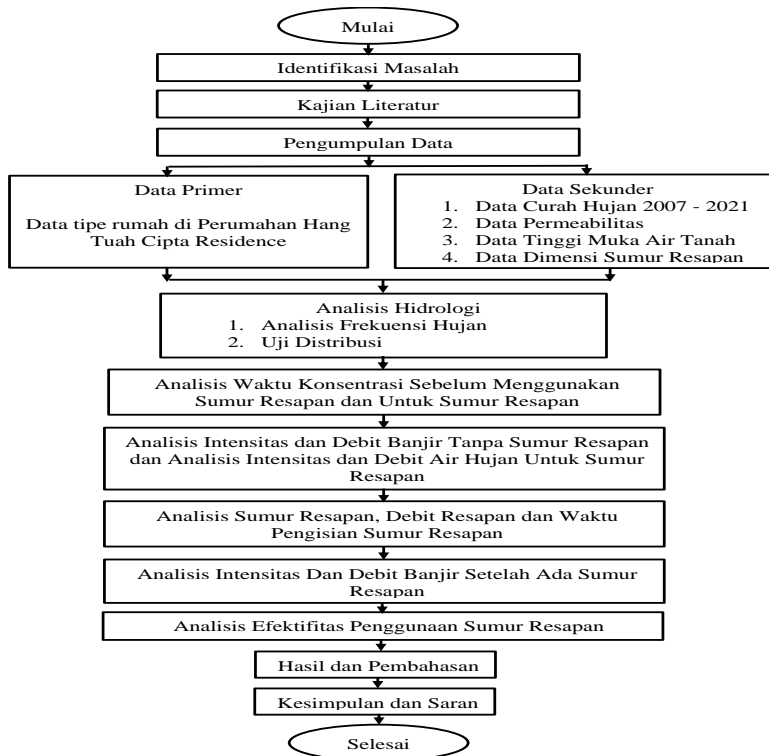
Gambar 1 .Debit Resapan Pada Sumur Dengan Berbagai Kondisi (Suripin, 2004)

Keterangan

- Q_0 = Debit resapan (m³/dt)
- H = Tinggi muka air dalam sumur (m)
- K = Koefisien permeabilitas tanah (m/dt)
- R = Jari-Jari sumur (m)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Perumahan Hang Tuah Cipta Residence, Tenayan Raya, Kulim, Pekanbaru. Tahapan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan-tahapan penelitian agar sesuai arah dan tujuannya, langkah-langkah pelaksanaan berbentuk bagan alir(*flow chart*), dari bagan alir ini dapat dilihat tahapan kegiatan penelitian antara sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan Maksimum Harian

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 15 Tahun, mulai dari tahun 2007 – 2021

Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi bertujuan untuk menentukan distribusi yang sesuai untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana, berikut adalah hasil analisisnya

Nilai Curah Hujan Rata-Rata (\bar{X}) = 122,56 mm

Deviasi Standart (S) = 33,938

Koefisien Variasi (CV) = 0,276

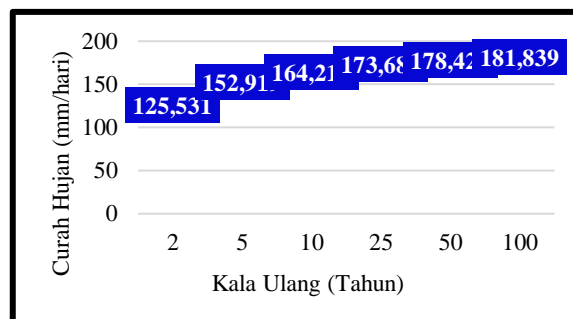
Koefisien Kemencengan (CS) = 0,166

Koefisien Ketajaman (CK) = 5,491

Dari hasil analisa didapat bahwa sesuai dengan jenis distribusi yang digunakan dalam analisis data curah hujan ini adalah Distribusi *Log-Pearson Tipe III*.

Analisis Distribusi Log Pearson Tipe III

Hasil perhitungan uji distribusi *Log Pearson Tipe III* berdasarkan data curah hujan 15 tahun didapat curah hujan rencana sesuai dengan kriteria periode ulang



Gambar 3. Grafik Curah Hujan

Berdasarkan Gambar 3 didapat curah hujan rencana terbesar adalah curah hujan rencana dengan kala ulang 100 tahun yaitu 181,839 mm/hari sedangkan untuk curah hujan rencana terkecil adalah 125,531 mm/hari dengan skala ulang 2 tahun, karena makin besar kala ulang / periode ulangnya maka akan semakin besar juga curah hujan rencananya

Waktu Konsentrasi Sebelum Menggunakan Sumur Resapan

Waktu konsentrasi (t_c) sebelum menggunakan sumur resapan dapat dianalisis dengan membedakannya menjadi beberapa bagian yaitu waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik jatuh sampai ke saluran terdekat (talang air) (t_0), waktu yang dibutuhkan air mengalir dari titik awal saluran (talang air) sampai ke ujung atap (t_{d1}), waktu yang dibutuhkan air mengalir dari ujung atap (atas) sampai ke permukaan tanah (bawah) (t_{d2}), dan waktu yang dibutuhkan air mengalir dari saluran di permukaan tanah sampai ke drainase (t_{d3}) Dari hasil analisis didapat sebagai berikut

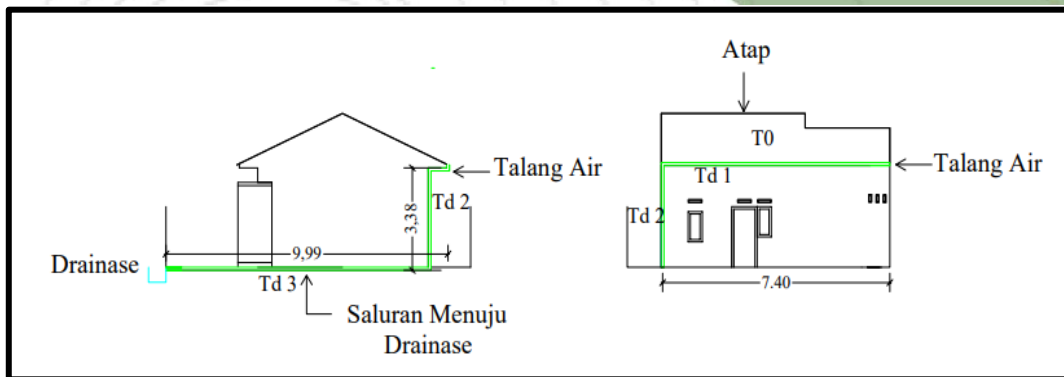
t_0 = 10,0613 detik

t_{d1} = 5,40 detik

t_{d2} = 0,247 detik

t_{d3} = 7,290 detik

t_c (SSR) = 22,998 detik



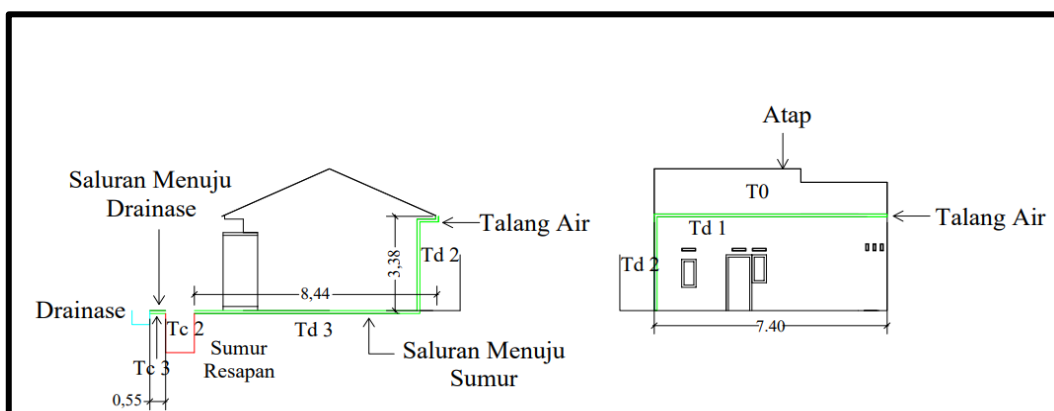
Gambar 4. Sketsa Waktu Konsentrasi Tanpa Menggunakan Sumur Resapan

Dari hasil analisis diketahui waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh (ujung atap belakang bagian atas) hingga masuk ke saluran drainase adalah 22,998 detik

Waktu Konsentrasi Untuk Perhitungan Sumur Resapan (t_c UPSR)

Waktu konsentrasi (t_c) untuk perhitungan sumur resapan dibagi menjadi 3 waktu konsentrasi, waktu konsentrasi pertama (t_{c1}) dapat dianalisis dengan membedakannya menjadi beberapa bagian yaitu waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik jatuh sampai ke saluran terdekat (talang air) (t_0), waktu yang dibutuhkan air mengalir dari titik awal saluran (talang air) sampai ke ujung atap (t_{d1}), waktu yang dibutuhkan air mengalir dari ujung atap (atas) sampai ke permukaan tanah (bawah) (t_{d2}), dan waktu yang dibutuhkan air mengalir dari saluran di permukaan tanah sampai ke sumur resapan (t_{d3}). Dari hasil analisis didapat sebagai berikut

- t_0 = 10,0613 detik
- t_{d1} = 5,40 detik
- t_{d2} = 0,247 detik
- t_{d3} = 6,159 detik
- t_{c1} (UPSR) = 21,867 detik



Gambar 5. Sketsa Waktu Konsentrasi Menggunakan Sumur Resapan

Dari hasil analisis diketahui bahwa waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh (ujung atap belakang bagian atas) hingga masuk ke sumur resapan adalah 21,867 detik

Debit Air Hujan Untuk Sumur Resapan

Debit air hujan untuk sumur resapan adalah debit yang berasal dari atap lalu turun mengalir menuju sumur resapan, Dari hasil analisis didapat sebagai berikut

Koefisien Aliran (C) = 80%

Curah Hujan Rencana = 125,531 mm/hari
 Waktu Konsentrasi (tc UPSR) = 0,00607 Jam
 Intensitas Hujan (I UPSR) = 1306,528 mm/jam
 Debit Air Hujan (Qp UPSR)

Debit air hujan untuk masing-masing tipe dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Debit Air Hujan Untuk Sumur Resapan

Tipe Rumah	Total (Rumah)	Luas (Ha)	Qp (UPSR) (m ³ /detik)
Tipe 49/93 Standart	47	0.00490	0.0142
Tipe 49/93 Renovasi I	11	0.00520	0.0151
Tipe 49/93 Renovasi II	17	0.00742	0.0216
Tipe 49/93 Renovasi III	7	0.00680	0.0197
Tipe 49/93 Renovasi IV	15	0.00805	0.0234
Total Keseluruhan	97	0.03237	0,094

Debit Banjir Tanpa Sumur Resapan

Debit banjir tanpa sumur resapan atau debit banjir rencana adalah debit yang terjadi di kawasan perumahan sebelum dibuatnya sumur resapan, debit yang berasal dari air hujan yang turun di atap lalu masuk ke saluran drainase. Dari hasil analisis didapat sebagai berikut

Koefisien Aliran (C) = 80%
 Curah Hujan Rencana = 125,531 mm/hari
 Waktu Konsentrasi (tc SSR) = 0,00639 Jam
 Intensitas Hujan (I SSR) = 1263,335 mm/jam
 Debit Banjir Tanpa Sumur Resapan (Qp SSR)

Debit banjir tanpa sumur resapan masing-masing rumah sesuai dengan tipenya dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Debit Banjir Tanpa Sumur Resapan

Tipe Rumah	jumlah	Luas (Ha)	Qp (SSR) (m ³ /detik)
Tipe 49/93 Standart	47	0.00490	0.0138
Tipe 49/93 Renovasi I	11	0.00520	0.0146
Tipe 49/93 Renovasi II	17	0.00742	0.0209
Tipe 49/93 Renovasi III	7	0.00680	0.0191
Tipe 49/93 Renovasi IV	15	0.00805	0.0226
Total Keseluruhan	97	0.03237	0.091

Debit Banjir Total (Qp all SSR)

Debit total adalah debit yang keluar dari semua rumah yang ada di perumahan Hang Tuah Cipta Residence Pekanbaru. Dari hasil analisis didapat banyaknya rumah dan besar debit total yang keluar dari kawasan perumahan dapat dilihat pada Tabel 4



Tabel 4. Debit Banjir Total Tanpa Sumur Resapan

Tipe Rumah	Total (Rumah)	Luas (Ha)	Qp all (SSR) (m ³ /detik)
Tipe 49/93 Standart	47	0.00490	0.647
Tipe 49/93 Renovasi I	11	0.00520	0.161
Tipe 49/93 Renovasi II	17	0.00742	0.355
Tipe 49/93 Renovasi III	7	0.00680	0.134
Tipe 49/93 Renovasi IV	15	0.00805	0.339
Total Keseluruhan	97	0.03237	1.635

Perencanaan Sumur Resapan

Sumur resapan yang digunakan berbentuk tabung dengan ukuran sebagai berikut

Tinggi (H)	= 9 m
Jari-Jari (R)	= 0,5 m
Volume Sumur Resapan	= 7,065 m

Analisa Debit Resapan

Debit resapan (Q_0) di analisa dengan 6 kondisi yang berbeda untuk ukuran sumur seperti tinggi sumur (H), jari-jari (R) sama untuk setiap bentuknya sesuai dengan Perencanaan Sumur Resapan. Nilai *permeabilitas* diketahui sebesar 0,001629 cm/detik atau 0,00001629 m/detik Berdasarkan hasil analisis didapat debit resapan untuk 6 kondisi yang berbeda adalah sebagai berikut

Tabel 5. Debit Resapan (Q_0)

Kondisi Sumur	Debit Resapan (m ³ /dt)
Kondisi (a)	0.00231
Kondisi (b)	0.00287
Kondisi (c)	0.000921
Kondisi (d)	0.000461
Kondisi (e)	0.000293
Kondisi (f)	0.000403

Debit Resapan Sesuai Rumah dan Jumlah

Analisis debit resapan sesuai tipe rumah adalah analisis untuk mengetahui kemampuan dari masing-masing kondisi sumur jika hanya di rencanakan untuk tipe-tipe rumah tertentu sesuai dengan banyaknya unit per tipe. Dari hasil analisa didapat hasil sebagai berikut

Tabel 6 . Debit Resapan (Q_0) Sesuai Tipe Rumah

Kondisi Sumur	Debit Resapan (Q_0) m ³ /detik					
	Tipe Standart	Renov I	Renov II	Renov III	Renov IV	Semua Type
(a)	0.109	0.025	0.039	0.016	0.035	0.224
(b)	0.135	0.032	0.049	0.020	0.043	0.278
(c)	0.0433	0.010	0.016	0.006	0.014	0.089
(d)	0.0216	0.005	0.008	0.003	0.007	0.045
(e)	0.0138	0.003	0.005	0.002	0.004	0.028
(f)	0.0190	0.004	0.007	0.003	0.006	0.039

Analisa Waktu Pengisian Sumur Resapan (T_c 2 UPSR)

Waktu pengisian sumur resapan (T_c 2 all R) adalah waktu yang diperlukan untuk mengisi sumur resapan hingga penuh oleh air hujan berdasarkan jumlah rumah per tipe (sumur hanya direncanakan untuk tipe tertentu dan harus menampung debit untuk semua rumah). Dari hasil analisis didapat sebagai berikut.

Volume Sumur Resapan (V) = 7,065 m³

Debit Air Hujan Dari Atap Keseluruhan ($Q_{p \text{ all UPSR}} = 1,691 \text{ m}^3/\text{detik}$) waktu pengisian sumur resapan ($t_{c2 \text{ all R}}$),

Tabel 7. Waktu Pengisian Sumur Resapan ($t_{c2 \text{ all R}}$) Sesuai Dengan Jumlah Rumah

Sumur	Waktu Pengisian Sumur Resapan (Detik)					
	Tipe Standart	Renov I	Renov II	Renov III	Renov IV	Semua Tipe
(a)	209.83	46.65	72.71	29.53	11.70	467.21
(b)	213.33	46.83	73.12	29.59	11.64	484.92
(c)	201.50	46.23	71.68	29.35	11.85	427.83
(d)	198.89	46.09	71.35	29.30	11.90	416.22
(e)	197.96	46.04	71.23	29.28	11.92	412.15
(f)	198.57	46.07	71.31	29.29	11.91	414.81

Efektifitas Penggunaan Sumur Resapan

Efektifitas penggunaan sumur resapan sesuai dengan jumlah rumah / tipe adalah analisis yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar debit yang bisa di reduksi jika sumur resapan hanya direncanakan untuk tipe tertentu dan harus menampung debit semua rumah yang ada di perumahan Hang Tuah Cipta Residence Pekanbaru. Dari hasil analisis didapatkan hasil sebagai berikut (Tabel 8)

Tabel 8. Efektivitas Sumur Resapan Berdasarkan Jumlah Rumah Untuk Setiap Tipe Dan Jenis Renovasinya

Sumur	Efektivitas Penggunaan Sumur Resapan Berdasarkan Tipenya (%)					
	Tipe Standar	Tipe Renov I	Tipe Renov II	Tipe Renov III	Tipe Renov IV	Semua Tipe
(a)	34.43	8.55	18.869	7.11	18.06	87.02
(b)	34.55	8.58	18.935	7.14	18.12	87.32
(c)	34.13	8.48	18.708	7.05	17.90	86.27
(d)	34.04	8.46	18.655	7.03	17.85	86.03
(e)	34.00	8.45	18.636	7.03	17.83	85.94
(f)	34.02	8.45	18.649	7.03	17.85	86.00

Adapun besarnya debit yang masuk ke drainase sesuai dengan persentasi efektivitas dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Debit Banjir Setelah Menggunakan Sumur Resapan Berdasarkan Kondisi Penerapannya

Sumur	Tipe Standart	Tipe Renov I	Tipe Renov II	Tipe Renov III	Tipe Renov IV	Semua Tipe
	$Q_{\text{Drainase}} \text{ (m}^3/\text{dt)}$	$Q_{\text{Drainase}} \text{ (m}^3/\text{dt)}$	$Q_{\text{Drainase}} \text{ (m}^3/\text{dt)}$	$Q_{\text{Drainase}} \text{ (m}^3/\text{dt)}$	$Q_{\text{Drainase}} \text{ (m}^3/\text{dt)}$	$Q_{\text{Drainase}} \text{ (m}^3/\text{dt)}$
(a)	1.072	1.495	1.3267	1.519	1.340	0.212
(b)	1.070	1.495	1.3256	1.519	1.339	0.207
(c)	1.077	1.497	1.3294	1.520	1.343	0.225
(d)	1.079	1.497	1.3302	1.520	1.343	0.228
(e)	1.079	1.497	1.3305	1.520	1.344	0.230
(f)	1.079	1.497	1.3303	1.520	1.343	0.229



KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil analisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut

- Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa besar debit banjir tanpa menggunakan sumur resapan adalah 1,635 m³/detik
- Berdasarkan hasil analisis didapat kondisi sumur yang memiliki efektivitas terbesar dalam mereduksi limpasan adalah sumur kondisi (b) untuk perencanaan semua tipe rumah (tunggal). Total debit yang keluar dari semua rumah sebanyak 97 unit setelah menggunakan sumur resapan (tunggal) adalah 0,207 m³/detik dengan nilai efektivitas sebesar 87,321 % , sesuai dengan aturan dalam *greenship existing building* versi 1.1 untuk menerapkan prinsip *green building* pada Kawasan pemukiman Hang Tuah Cipta Residence

DAFTAR PUSTAKA

Braja, M. 1995. *Mekanika Tanah 1*. Erlangga ; Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum. 2006. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Badan Standardisasi Nasional. 1991. *Spesifikasi Sumur Resapan Air Hujan Untuk Pekarangan*. SNI 03-2459-1991. Jakarta (ID): BSN.

Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*. SNI 03-2453-2002. Jakarta (ID): BSN

Badan Standardisasi Nasional. 2017. *Sumur dan Resapan Air Hujan*. SNI 8456:2017. Jakarta (ID): Dewan Standardisasi Indonesia

Green Building Council Indonesia. 2016. *Greenship Rating Tools untuk Gedung Terbangun versi 1.1*. Jakarta (ID): Green Building Council Indonesia.

Herlambang, A., Indriatmoko, R. H., Yudo, S., & Samsuhadi, S. 2018. Uji Coba Aplikasi Pemanenan Air Hujan dan Sumur Resapan di Wilayah Bogor, Depok dan Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 6(2).

Kusnaedi. (2011). *Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan Dan Pedesaan*. Penebar Swadaya ; Jakarta.

SNI: 03-2453-2002. *Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*.

SNI: 06-2405-1991. *Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Perkarangan*.

Soemarto. 1987. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional ; Surabaya.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi ; Yogyakarta.

Triatmojo 2013. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset ; Yogyakarta.