

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu antara lain sebagai berikut:

Ambo Sakka dan Herman B (2014) telah melakukan penelitian "*Studi Pengaruh Sumur Resapan Pada Wilayah Pemukiman Terhadap Genangan Air Di Kecamatan Tanete Riattang Kabupaten Bone*". Hampir pada setiap tahunnya musim penghujan air meluap dari saluran drainase, sehingga terjadi genangan air bahkan sering terjadi banjir yang mengganggu aktivitas masyarakat. Genangan-genangan ini disebabkan oleh berkurangnya daerah resapan air hujan dan kapasitas saluran drainase yang tidak mampu menampung akumulasi air hujan, kebiasaan masyarakat membuang sampah ke saluran drainase, serta saluran drainase yang telah tertutup dan kurang terawat. Maka dari itu, perlu dilakukan pembangunan sistem drainase berupa sumur resapan agar aliran air tidak meluap keluar jalan maupun menyebar ke pemukiman warga. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa genangan yang terjadi di kawasan pemukiman disebabkan oleh 6 saluran drainase eksisting yang tidak mampu menampung debit banjir mengakibatkan terjadinya genangan sebesar $0,381 \text{ m}^3/\text{det}$, dan sumur resapan dapat menampung debit banjir sebesar $0,295 \text{ m}^3/\text{det}$ untuk 210 buah sumur resapan. Persentase debit banjir yang berkurang akibat sumur resapan adalah 77,43%.

Rizka Aditya Rachman, Suhardjono dan Pitojo Tri Juwono (2014) telah melakukan penelitian "*Studi Pengendalian Banjir Di Kecamatan Kepanjen Dengan Sumur Resapan*". Masalah pada penelitian ini adalah saluran yang tidak mampu menampung debit rencana dikarenakan kurang terawat dan terdapat sampah pada saluran drainase. Untuk mengatasi masalah ini peneliti melakukan upaya penanganan berupa mendesain ulang dimensi saluran dan merencanakan sumur resapan dengan bentuk lingkaran dengan diameter 1 m dan kedalaman 3 m dengan 619 buah. Penelitian ini menggunakan sejumlah data primer dan data

sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan langsung dilapangan kemudian data sekunder berupa data yang diperoleh dari studi literatur instansi terkait.

Muhammad Iqbal (2020) telah melakukan penelitian “*Analisis Kebutuhan Sumur Resapan Untuk Mengatasi Banjir (Studi Kasus: SMP Negeri 21 Pekanbaru)*”. Permasalahan yang terjadi pada peneliti merupakan kondisi elevasi tanah yang lebih rendah dari permukaan aspal jalan dan saluran drainase yang ada di sekolah. Sehingga ketika hujan turun kawasan ini mengalami banjir ehingga genangan aliran tersebut tidak dapat mengalir ke saluran drainase. Untuk itu dilakukanlah penelitian ini dengan pembuatan sistem saluran baru berupa sumur resapan yang mana lebih efektif untuk mengatasi banjir. Tujuan daripada penelitian ini adalah untuk mengetahui besar dimensi sumur resapan dan jumlah kebutuhan sumur resapan di area SMP Negeri 21 Pekanbaru. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan perhitungan SNI 03-2453-2002 mengenai tata cara perencanaan teknik sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan dan didukung data melalui observasi lapangan. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini berdasarkan luas area sebesar 17.792 m² dan luas seluruh bangunan sebesar 2.648 m² adalah sumur resapan yang dibutuhkan untuk mengatasi banjir memiliki sumur resapan dimensi berbentuk persegi dengan sumur resapan berukuran panjang 1 m dan lebar 1 m dengan kedalaman 2 m yang berjumlah 76 sumur resapan dan hasil volume andil banjir sebesar 153,05 m³ dan volume air hujan yang meresap sebesar 0,375 m³ dengan jarak sumur resapan untuk seluruh bangunan dari limpasan atap sebesar 1,5 m.

Panji Purbo Bawono (2021) telah melakukan penelitian “*Perancangan Sumur Resapan Pada Bangunan Rumah Tinggal Di Daerah Jalan Nusa Indah, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta*”. Permasalahan yang terjadi pada peneliti merupakan meluasnya pembangunan bangunan komersil dan non-komersil yang menyebabkan pengalihan fungsi lahan hijau sebagai drainase alami. Air yang seharusnya langsung meresap ke dalam tanah menjadikan air mengalir langsung ke saluran drainase. Maka dari itu diperlukan untuk membangun sumur resapan yang berfungsi sebagai media konservasi air dan mengurangi peningkatan aliran permukaan. Adapun beberapa data yang digunakan peneliti yaitu data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan

berupa luas area bangun rumah dan nilai infiltrasi tanah yang diukur menggunakan alat ring infiltrometer, kemudian data sekunder berupa data curah hujan kala ulang 10 tahun dari 2 stasiun hujan terdekat dengan lokasi penelitian. Analisis sumur resapan dihitung dengan menggunakan metode SNI dan metode Sunjoto. Lalu memilih metode yang lebih efisien dan membandingkan perbedaan limpasan permukaan sebelum dan sesudah terdapat sumur resapan. Hasilnya, metode SNI lebih efisien dari segi jumlah dan dimensi. Maka diperoleh jumlah dan dimensi sumur resapan pada lokasi sebanyak 4 buah sumur resapan berdiameter 1 m dengan kedalaman 2 m. Dengan bentuk sumur resapan berbentuk lingkaran dengan dinding kedap air. Pengurangan debit limpasan permukaan yang diperoleh bervariasi, yaitu 74,7274% hingga 97,738%.

Roya Sukma Adam (2021) telah melakukan penelitian "*Analisis Kebutuhan Sumur Resapan Pada Saluran Drainase Sekunder*". Yang terjadi disini adalah meningkatnya pertumbuhan penduduk menyebabkan meningkatnya kebutuhan air. Kemudian menurunnya ketersediaan air tanah seiring berjalannya dengan pertumbuhan bangunan yang terjadi di Tamansiswa. Perlunya solusi untuk mengatasi hal tersebut diperlukan sistem drainase yang berwawasan lingkungan, yaitu kombinasi antara drainase permukaan dan pembuatan sumur resapan. Penelitian ini menggunakan sejumlah data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari studi literatur instansi terkait berupa data hujan 2008-2017, data permeabilitas tanah daerah Taman Siswa, peta topografi Taman Siswa, data dimensi eksisting saluran drainase, pola jaringan saluran drainase. Hasil yang didapat dari penelitian ini berupa kedalaman sumur pada masing-masing saluran drainase yang dibagi dengan kedalaman tertentu sehingga mendapatkan jumlah sumur resapan. Diameter yang diperoleh pada penelitian ini yaitu 0,4 m, kedalaman sumur resapan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sedalam 3 m, dan jumlahnya menyesuaikan pada masing-masing saluran drainase. Sumur resapan dibuat pada daerah ini karena telah memenuhi SNI dengan nilai permeabilitas tanah sebesar 3,6 cm/jam.

2.2 Drainase

Drainase adalah sekumpulan fitur air yang mengurangi atau membuang kelebihan air dari lahan agar lahan dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya.

Bisa juga diartikan sebagai cara untuk mengurangi kelebihan air di daerah tersebut. Struktur drainase terdiri dari saluran pengumpul, saluran pengumpul, saluran pengangkut, saluran utama dan badan air penerima. Menurut sistem drainase ada juga bangunan lain seperti gorong-gorong, siphon, pelimpah, pintu air, bangunan terjun, waduk dan stasiun pompa (Suripin, 2004).

2.3 Fungsi Drainase

Menurut Hardjosuprpto (1998), sistem drainase berfungsi sebagai:

1. Meringankan daerah becek dan genangan air.
2. Mengendalikan akumulasi limpasan air hujan yang berlebihan dan memanfaatkan sebesar-besarnya untuk imbuhan air tanah.
3. Mengendalikan erosi, kerusakan jalan dan kerusakan infrastruktur.
4. Mengelola kualitas air.

2.4 Jenis-Jenis Saluran Drainase

1. Saluran Primer

Saluran primer adalah saluran yang menerima masukan aliran air dari saluran-saluran sekunder. Saluran ini relatif besar karena letaknya di hilir. Aliran dari saluran primer langsung dialirkan ke badan air.

2. Saluran Sekunder

Saluran terbuka atau tertutup yang berfungsi menerima aliran dari saluran-saluran tersier dan meneruskan aliran ke saluran primer.

3. Saluran Tersier

Saluran drainase yang menerima air langsung dari saluran-saluran pembuangan rumah. Umumnya saluran tersier ini adalah saluran kiri dan kanan jalan perumahan.

2.5 Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah cabang ilmu yang mempelajari persebaran air bumi yang ada di atmosfer berupa uap air, di atas permukaan sebagai air es, dan di bawah permukaan sebagai air bawah tanah (Soemarto, 1993).

Pada dasarnya hidrologi bukanlah ilmu pasti, melainkan ilmu yang membutuhkan interpretasi. Persyaratan dasar yang diperlukan adalah data observasi curah hujan, limpasan, aliran sungai, infiltrasi, rembesan, evaporasi dan aspek lainnya. Dengan pengetahuan tersebut dan berdasarkan pengalaman dalam

beberapa ilmu yang berkaitan dengan hidrologi, ahli hidrologi mampu memberikan solusi atas permasalahan yang berkaitan dengan kebutuhan penggunaan air dalam desain teknik struktur hidrolis.

2.5.1 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi presipitasi adalah jumlah hujan yang terjadi beberapa kali persatuan waktu menurut jumlah frekuensi dan periode ulangnya. Ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah curah hujan pada periode ulang tertentu. Analisis frekuensi dilakukan dengan menggunakan data curah hujan dan data aliran sungai. Jenis distribusi frekuensi yang digunakan dalam hidrologi adalah distribusi EJ Gumbel, Log Pearson Type III, Log Normal dan Normal.

Sebelum menentukan metode distribusi atau jenis distribusi frekuensi, perlu dilakukan perhitungan parameter statistik untuk data distribusi terhadap data distribusi yang telah dihitung. Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data, parameter tersebut merupakan curah hujan rata-rata, *coefisien variansi*, *coefisien asimetris* (koefisien kemencengan) dan *coefisien kurtosis* (koefisien kepuncakan) dengan persamaan:

1. Curah hujan rata-rata (X):

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.1)$$

2. *Coefisien Variasi* (Cv):

$$Cv = \frac{s}{x} \quad (2.2)$$

Dimana Standar Deviasi (S):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{(n-1)}} \quad (2.3)$$

3. *Coefisien Asimetris* (Cs):

$$Cs = \frac{\sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3}{(n-1)(n-2)S^3}}}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.4)$$

4. *Coefisien Kurtosis* (Ck):

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (2.5)$$

Dimana:

X = harga rata-rata curah hujan tahunan (mm)

N = jumlah data

X_{ii} = curah hujan maksimum tahunan (mm)

C_v = koefisien variansi

C_s = koefisien asimetri

C_k = koefisien kurtosis

S = standar deviasi

Syarat-syarat penentuan distribusi frekuensi dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Syarat Distribusi Frekuensi (Soemarto, 1993)

Distribusi Frekuensi	Ck	Cs
<i>Gumbel</i>	5,4002	1,1369
<i>Log Normal</i>	3,00	0
<i>Log Pearson Type III</i>	Bebas	Bebas

Keterangan:

- Apabila harga $C_s = \text{bebas}$, $C_k = \text{bebas}$, maka distribusi yang digunakan adalah distribusi *Log Person Type III*.
- Apabila harga koefisien asimetri mendekati tiga kali besar variasi ($C_s = 3$ kali C_v) maka distribusi yang digunakan adalah *Log Normal*.
- Apabila harga $C_s = 1,1369$, $C_k = 5,4002$, maka distribusi yang digunakan adalah distribusi *EJ Gumbel*.
- Apabila harga $C_s = 0$, maka distribusi yang digunakan adalah distribusi Normal.

1. Metode Distribusi EJ. Gumbel

Hal yang berhubungan dengan harga ekstrim adalah dari masalah banjir. Gumbel menggunakan teori-teori ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, dimana semua sampelnya sama besar dan X merupakan variabel berdistribusi eksponensial maka probabilitas kumulatifnya adalah:

$$P(X) = e^{-e^{-a(X-b)}} \quad (2.6)$$

Dimana:

$P(X)$ = probabilitas

X = variable distribusi eksponensial

E = bilangan alam = 2,7182818

A = konstanta

Waktu balik antara dua buah pengamatan konstan yaitu:

$$Tr(X) = \frac{1}{P(X)^1} \quad (2.7)$$

Ahli teknik pada bidang permasalahan pengendalian banjir lebih mementingkan waktu balik $Tr(X)$ daripada probabilitas $P(X)$ (Soemarto, 1986), maka dari itu digunakan:

$$X_T = b - \frac{1}{a} \ln\left(n \frac{Tr(K)-1}{Tr(K)}\right) \text{ atau } Y_T = -\ln\left(-\ln \frac{Tr(K)-1}{Tr(K)}\right) \quad (2.8)$$

Dimana:

X_T = variasi X

A, b = konstanta

$Tr(X)$ = waktu balik

Y_T = *reduced variate*

Faktor frekuensi K untuk harga-harga ekstrim Gumbel ditulis dengan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (2.9)$$

Dimana:

Y_T = *reduced variate* sebagai fungsi periode ulang T

Y_n = *reduce mean* sebagai fungsi dari banyaknya data n

S_n = *reduced standard deviation* sebagai fungsi dari banyaknya data n

Menurut Soemarto (1986) menyarankan agar *variate X* yang menggambarkan deret hidrologi acak dapat dinyatakan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X_T = X + K \times S \quad (2.10)$$

Dimana:

X_T = variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang pada T tahun (mm)

X = harga rerata dari harga (mm)

S = standar deviasi

K = faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang tahun dan tipe distribusi frekuensi

2. Metode Distribusi *Log Person Type III*

Distribusi *Log Pearson Type III* merupakan sebaran *Log Pearson Type III*

yang merupakan hasil transformasi dari sebaran *Person Type III* dengan menggantikan variate menjadi nilai logaritmik. Adapun prosedur penggunaan distribusi metode *Log Pearson Type III* adalah sebagai berikut:

- a. Mengubah data kedalam logaritmik, $\text{Log } X = X$
- b. Menghitung nilai rerata:

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (2.11)$$

- c. Standar deviasi:

$$S = \sqrt{\left[\frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n} \right]} \quad (2.12)$$

- d. Hitung koefisien kemencengan:

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(N-1)(N-2)S^3} \quad (2.13)$$

- e. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x}_i + K \times s \quad (2.14)$$

2.5.2 Uji Kecocokan Distribusi

Untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi ini. Dapat digunakan metode antara lain:

1. Uji *Chi-Square*

Metode ini mengasumsikan pengamatan statistik pembentukan variabel acak mengikuti kurva distribusi chi-kuadrat dengan derajat kebebasan $k-p-1$, di mana p adalah jumlah parameter yang diestimasi dari data. Uji statistik ini didasarkan pada pembobotan jumlah kuadrat selisih antara pengamatan dan teori, dibagi ke dalam kelompok kelas.

Uji parametrik dilakukan untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi data sampel dengan fungsi distribusi probabilitas yang diharapkan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi. Berikut prosedur uji Chi-Kuadrat distribusi Gumbel dan *Log Pearson Type III*:

1. Urutkan data pengamatan mulai dari besar ke kecil atau sebaliknya.
2. Hitung jumlah kelas (K)

$$K = 1 + 3,33 \log n$$
3. Hitung Derajat Kebebasan (Dk)

$$Dk = K - (P+1)$$

Dimana:

Dk = derajat kebebasan

K = jumlah kelas

R = banyaknya keterikatan

4. Mencari harga X^2Cr dilihat dari derajat kebebasan (Dk) dan signifikansi (X)
5. Hitung nilai yang diharapkan (EF)

$$EF = \frac{n}{k}$$

Dimana:

EF = nilai yang diharapkan

n = jumlah data

K = jumlah kelas

6. Hitung X^2Cr

$$X^2Cr = \frac{(EF - OF)^2}{EF}$$

7. Bandingkan X^2Cr hasil tabel dengan X^2Cr hasil hitungan

Syarat : X^2Cr hitungan < X^2Cr Tabel

8. Hitung Koefisien Asimetri (Cs)

$$Cs = \frac{n \cdot (Xi - X)^3}{(n - 1)(n - 2)S^3}$$

9. Hitung Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{s}{x}$$

10. Hitung Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \cdot (Xi - X)^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4}$$

Maka dapat ditentukan metode distribusi yang akan digunakan dengan uji kecocokan Chi-Square:

1. Uji Kecocokan Chi Square Metode Distribusi Log Pearson Type III

a. Menghitung Data Curah Hujan Maksimum

b. Menentukan batas kelas untuk distribusi Log Pearson Type III

$$\Delta X = \frac{(\text{Log } Xi \text{ max} - \text{Log } Xi \text{ min})}{K - 1}$$

$$X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X$$

Bandungkan X^2Cr hasil tabel dengan X^2Cr hasil hitungan untuk menentukan bahwa metodedistribusi Log Pearson Type III dapat diterima atau tidak.

2. Uji Kecocokan Chi Square Metode Distribusi EJ Gumbel

- a. Urutkan data pengamatan dari kecil ke besar atau sebaliknya.
- b. Menentukan batas kelas untuk distribusi Gumbel

$$\Delta X = \frac{(Xi \max - Xi \min)}{K - 1}$$

$$X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X$$

Bandungkan X^2Cr hasil tabel dengan X^2Cr hasil hitungan untuk menentukan bahwa metode distribusi EJ Gumbel dapat diterima atau tidak.

Hitung koefisien Skewness (Cs):

$$Cs = \frac{10 \times \sum Xi - X^3}{(n-1)(n-2) \times Sd^3}$$

$$Ck = \frac{10 \times \sum Xi - X^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \times Sd^4}$$

2.5.3 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan partikel air untuk mengalir dari titik terjauh DAS ke titik yang ditinjau, tergantung pada jenis DAS dan tata guna lahan. Beberapa faktor juga dapat mempengaruhi berapa lama waktu yang dibutuhkan dari titik kedatangan ke titik masuk sampai titik keluar (t_0), hal-hal yang berpengaruh tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Intensitas Hujan
2. Jarak aliran
3. Kemiringan medan
4. Kapasitas infiltrasi
5. Kekasaran medan

Waktu konsentrasi dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$T_c = \frac{0,87 \times L^2 \times S^{0,385}}{1000 \times S} \quad (2.15)$$

Dimana:

T_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang lintasan air dari titik terjauh sampai yang ditinjau (km)

S = kemiringan rata-rata daerah lintasan air

2.5.4 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan selama periode ketika air terkonsentrasi atau tinggi kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin pendek durasi hujan cenderung semakin tinggi intensitasnya, dan semakin lama periode ulangnya maka intensitasnya semakin tinggi. Intensitas curah hujan dinyatakan dalam mm/jam. Intensitas hujan digunakan untuk penentuan rumus *Mononobe* yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.16)$$

Dengan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum (mm)

t = waktu curah hujan (mm)

2.5.5 Koefisien Tampung

Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relatif lebih sedikit air hujan daripada daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Adapun rumus perhitungan yang digunakan dalam koefisien tampung:

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \quad (2.17)$$

Dimana:

C_s = koefisien tampungan

T_c = waktu konsentrasi

T_d = *conduit time* sampai ketempat pengukuran (jam)

2.5.6 Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah limpasan banjir yang digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi tingkat perlindungan. Berbagai jenis struktur badan air memerlukan perhitungan hidrologi yang merupakan bagian dari perencanaan struktur seperti bendungan, jembatan dan struktur kontrol (pengerukan, pelebaran, pembangunan pintu air, bendungan dan terowongan).

Metode rasional digunakan untuk menghitung debit banjir (Imam Subarkah, 1980). Persamaan ini sangat sederhana dan mengandung parameter air sebagai unsur pokok. Lapisan yang dihitung dengan rumus Rasional memiliki variabel I (intensitas hujan) yang menunjukkan besarnya debit air, dan koefisien C

(koefisien limpasan permukaan) yang juga merupakan faktor penentu limpasan. Metode Rasional ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = Kc \times C \times I \times A \quad (2.18)$$

Bila Q (m^3/det), I (mm/jam), A (km^2)

Dimana:

C = koefisien pengaliran (tanpa satuan)

Kc = faktor konversi satuan unit

Sehingga:

$$Kc = \left[\frac{(m^3/det)}{\left(\frac{10^{-3}}{3600} m/det\right)(10^6 m^2)} \right] \quad (2.19)$$

Rumus metode rasional dalam satuan metrik adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Dimana:

Q = debit banjir maksimum (m^3/det)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

2.5.7 Debit Rencana

Debit rencana adalah besarnya debit pada periode ulang tertentu yang akan melalui bangunan air yang telah direncanakan. Debit rencana dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rasional (Kuichling, 1889). Perhitungan debit rencana peluang terjadinya $Q \geq Qt$, sebagai berikut:

$$P(Q \geq Qt) = \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2.20)$$

Dimana:

P = peluang

T = periode ulang tahunan

Qt = debit rencana dengan periode ulang

Kemudian dilakukan perhitungan terhadap eksisting saluran sekunder dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

1. Luas Penampang

$$A = b \times h$$

2. Keliling Basah Saluran (P)

$$P = b + 2.h$$

3. Jari-jari Hidrolik (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

4. Kecepatan Rata-rata Aliran Sungai (V)

$$V = \frac{1}{n} (R)^{\frac{2}{3}} (S)^{\frac{1}{2}}$$

5. Mencari Debit Rencana (QEks)

$$QEks = A.V$$

2.6 Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah, sumur resapan ini kebalikan dari sumur air minum, yang dimana sumur resapan merupakan lubang untuk memasukkan air ke dalam tanah, sedangkan sumur air minum berfungsi untuk menaikkan air tanah ke permukaan. Dengan demikian konstruksi dan kedalamannya berbeda, sumur resapan digali dengan kedalaman diatas muka air tanah, sumur air minum digali lebih lagi atau di bawah muka air tanah.

2.7.1 Fungsi Sumur Resapan

Menurut Kusnaedi (2007) sumur resapan memiliki beberapa fungsi yaitu untuk pengendalian banjir, melindungi dan memperbaiki (konservasi) air tanah, serta menekan laju erosi. Beberapa fungsi akan dijelaskan menurut Kusnaedi (2007) sebagai berikut:

1. Pengendali Banjir

Pengendalian banjir merupakan upaya untuk menekan banjir karena seperti yang telah dibahas sebelumnya, sumur resapan mampu mereduksi limpasan permukaan untuk menghindari limpasan permukaan yang berlebihan sehingga menyebabkan banjir.

2. Konservasi Air Tanah

Konservasi air tanah meningkatkan status air tanah atau menurunkan muka air sumur, sehingga diharapkan lebih banyak air hujan yang terserap ke

dalam tanah sebagai air cadangan. Air yang tersimpan di dalam tanah dapat dimanfaatkan dari sumur atau mata air.

3. Menekan Laju Erosi

Dengan berkurangnya aliran permukaan, laju erosi juga berkurang, limpasan permukaan berkurang, tanah yang tererosi dan tercuci juga berkurang. Karena itu, limpasan air hujan rendah dan erosi rendah, sehingga keberadaan sumur rembesan dapat mengurangi jumlah limpasan permukaan dan laju erosi.

2.7.2 Persyaratan Sumur Resapan

Persyaratan umum sumur resapan yang harus dipenuhi berdasarkan SNI No.03-2453-2002 antara lain sebagai berikut:

1. Sumur resapan air hujan ditempatkan pada lahan yang relatif datar.
2. Air yang masuk ke dalam sumur resapan adalah air hujan tidak tercemar.
3. Penetapan sumur resapan air hujan harus mempertimbangkan keamanan bangunan sekitarnya.
4. Harus memperhatikan peraturan daerah setempat.
5. Hal-hal yang tidak memenuhi ketentuan ini harus disetujui instansi yang berwenang.

Persyaratan teknis yang harus dipenuhi (SNI No.03-2453-2002):

1. Kedalaman air tanah minimum 1,5 m pada musim hujan.
2. Struktur tanah yang dapat digunakan harus mempunyai nilai permeabilitas tanah ε 2,0 cm/jam. Artinya, genangan air setinggi 2 cm akan teresap habis dalam 1 jam. Adapun 3 klasifikasi nilai permeabilitas, yaitu:
 - a. Permeabilitas tanah sedang (geluh kelanauan), yaitu 2,0 – 3,6 cm/ja atau 0,48 – 0,864 m³/m²/hari.
 - b. Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus), yaitu 3,6 – 36 cm/jam atau 0,864 – 8,64 m³/m²/hari.
 - c. Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar), yaitu lebih besar dari 36 cm/jam atau 8,64 m³/m²/hari.
3. Jarak penempatan sumur resapan air hujan bangunan.

2.7.3 Perencanaan Sumur Resapan

Dalam setiap perencanaan tentu ada hal penting yang perlu diperhatikan agar

hasil perencanaan yang dibuat sesuai. Tidak terkecuali pada perencanaan sumur resapan. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan sumur resapan, berikut beberapa diantaranya:

1. Volume sumur resapan harus dapat menampung air hujan yang diresapkan. Jika karena kondisi tertentu volume sumur resapan tidak dapat menampung maka perlu dipertimbangkan untuk menambah jumlah sumur resapan.
2. Minimal diameter atau lebar sumur adalah 80 cm. Hal ini dapat diartikan agar orang dapat masuk ke dalamnya. Sedangkan maksimal lebar atau diameternya adalah 1,4 m.
3. Kedalaman sumur resapan maksimal hingga 1,5 meter di atas muka air tanah.

2.7.4 Tata Letak Sumur Resapan

Lokasi pembuatan sumur resapan juga harus memperhatikan tata letak atau kondisi sekitarnya:

1. Jarak minimum sumur resapan terhadap sumur sumber air bersih adalah 3 meter.
2. Jarak minimum sumur resapan terhadap pondasi bangunan adalah 1 meter.
3. Sedangkan jarak terhadap bidang resapan atau sumur resapan lainnya adalah 5 meter.
4. Sumur resapan hanya dapat digunakan pada kondisi tanah dengan nilai permeabilitas tanah $\leq 2,0$ cm/jam.

2.7.5 Perhitungan Sumur Resapan Air Hujan

Perhitungan sumur resapan air hujan sesuai dengan SNI No.03-2453-2002 terbagi atas:

1. Volume andil banjir

Volume andil banjir adalah volume air hujan yang jatuh ke bidang tadah, yang akan dilimpaskan ke sumur resapan air hujan. Rumus yang digunakan:

$$V_{ab} = 0,855 \times C_{tadah} \times A_{tadah} \times R \quad (2.21)$$

Dimana:

V_{ab} = volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan (m^3)

C_{tadah} = koefisien limpasan dari bidang tadah (tanpa satuan)

A_{tadah} = luas bidang tanah (m^2)

R = tinggi hujan harian rata-rata ($L/m^2/hari$)

2. Volume air hujan yang meresap, digunakan rumus berikut:

$$t_e = 0,9 \times R^{0,92} / 60 \quad (2.22)$$

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{24} \times A_{total} \times k \quad (2.23)$$

Dimana:

V_{rsp} = volume air hujan yang meresap (m^3)

t_e = durasi hujan efektif (jam)

A_{total} = luas dinding sumur + luas alas sumur (m^2)

K = koefisien permeabilitas tanah (m/hari)(untuk dinding sumur yang kedap, nilai $k_v = k_h$. Untuk dinding yang tidak kedap, diambil nilai $k_{rata-rata}$)

$$K_{rata-rata} = \frac{K_v \cdot A_h \cdot K_h \cdot A_v}{A_{total}} \quad (2.24)$$

Dimana:

$K_{rata-rata}$ = koefisien permeabilitas tanah rata-rata (m/hari)

K_v = koefisien permeabilitas tanah pada dinding sumur (m/hari) = $2 \cdot K_h$

K_h = koefisien permeabilitas tanah pada alas sumur (m/hari)

A_h = luas alas sumur dengan penampang lingkaran = $1/4\pi \cdot D^2$ (m^2)

luas alas sumur dengan penampang segiempat = $P \cdot L$ (m^2)

A_v = luas dinding sumur dengan penampang lingkaran = $\pi \cdot D \cdot H$ (m^2)

luas dinding sumur dengan penampang segiempat = $2 \cdot P \cdot L$ (m^2)

3. Volume penampungan (storasi) air hujan, digunakan rumus berikut:

$$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp} \quad (2.25)$$

2.7.6 Penentuan Sumur Resapan Air Hujan

1. Penentuan dimensi sumur resapan air hujan dapat menggunakan persamaan sederhana sebagai berikut:

$$V_{rsp} = V_{ab} \quad (2.26)$$

$$t_e/24 \times A_{total} = V_{ab} \quad (2.27)$$

$$A_{total} = V_{ab} / (t_e/24 \cdot K) \quad (2.28)$$

Bentuk penampang daripada sumur resapan ini akan direncanakan dengan menggunakan penampang berbentuk lingkaran atau tabung. Maka digunakan persamaan lingkaran atau tabung, yaitu:

$$L = \pi \times r^2 \text{ (luas alas lingkaran)} \quad (2.29)$$

$$L = 2\pi \times r \times t \text{ (luas selimut lingkaran)} \quad (2.30)$$

Dimana:

r = jari-jari tabung

t = tinggi tabung/kedalaman tabung

π = 22/7 atau 3,14

Untuk sumur resapan dengan bentuk penampang lingkaran maka:

$$A_{\text{total}} = L (\text{luas alas lingkaran}) + L (\text{luas selimut lingkaran}) \times H$$

Dimana:

H = kedalaman sumur

2. Penentuan jumlah sumur resapan air hujan didahului dengan menghitung H_{total} (SNI No.03-2453-2002):

$$H_{\text{total}} = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{A_h} \quad (2.31)$$

$$n = \frac{H_{\text{total}}}{H_{\text{rencana}}} \quad (2.32)$$

Dimana:

n = jumlah sumur resapan air hujan (buah)

H_{total} = kedalaman total sumur resapan air hujan (m)

H_{rencana} = kedalaman yang direncanakan < kedalaman air tanah (m)

A_h = luas alas sumur penampang lingkaran