

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian Terdahulu adalah sebagai bahan perbandingan untuk melakukan penulisan Tugas Akhir. Dan untuk menghindari kesamaan dalam penulisan.

1. Hasil Penelitian Wilhelmus Bunganaen. (2016)

Penelitian Wilhelmus Bunganaen (2016), berjudul "Pemanfaatan Sumur Resapan Untuk Meminimalisir Genangan Di Sekitar Jalan Cak Doko". Penelitian ini bertujuan untuk membuat dimensi sumur resapan yang tepat serta pembuatan sumur resapan di rumah – rumah tangkapan hujan dan disesuaikan dengan lahan yang ada untuk menghindari banjir.

Dapat disimpulkan dalam penelitian ini bahwa terjadi reduksi banjir untuk setiap rumah dimana untuk rumah I tipe 15x20 tereduksi $0,0007 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang masuk ke sumur resapan dan meresap ke dalam tanah sebesar $0,000006 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan debit tertampung sebesar $0,000694 \text{ m}^3/\text{detik}$.

2. Hasil Penelitian Ady Purnama. (2016)

Penelitian Ady Purnama (2016), berjudul "Perencanaan Sistem Jaringan Drainase Untuk Perumahan Baiti Jannati Surabaya". Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan analisis perhitungan terhadap data Cross Section dan Data curah hujan sehingga didapat dimensi saluran drainase.

3. Hasil Penelitian Diaz Palangda. (2015)

Penelitian Diaz Palangda (2015), berjudul “Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat di Kecamatan Tallo Kotamadya Makassar”. Dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinerja sistem IPAL di daerah tersebut. Di penelitian ini dapat disimpulkan bahwa IPAL di daerah tersebut belum memenuhi nilai baku sesuai kemenerian negara.

2.2. Pengertian Drainase

Drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan khususnya untuk mengkaji pada wilayah perkotaan yang berkaitan dengan kondisi lingkungan sosial budaya di kawasan kota. Drainase perkotaan/terapan merupakan suatu system pengeringan dan pengairan air dari suatu wilayah perkotaan, yang meliputi :

1. Pemukiman
2. Kawasan industry dan perdagangan
3. Kampus dan sekolah
4. Rumah sakit dan fasilitas umum
5. Lapangan olahraga
6. Lapangan parkir
7. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi
8. Pelabuhan udara

Jika hujan terjadi di daerah perkotaan, sebagian besar air akan mengalir di permukaan. Hal ini akan menyebabkan kelebihan air yang berakibat genangan pada suatu kawasan tertentu. Untuk mengatasi genangan tersebut maka diperlukan suatu penanganan dan pengelolaan yang terpadu melalui Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.

Menurut Abdel dayem (2005) drainase adalah suatu proses alami, yang diadaptasikan manusia untuk tujuan mereka sendiri, mengarahkan air dalam ruang dan waktu dengan memanipulasi ketinggian muka air.

Drainase juga didefinisikan sebagai unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota atau desa dalam rangka menuju kehidupan kota atau desa yang nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) atau bangunan resapan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa drainase merupakan system untuk menangani dari kelebihan air. Kelebihan air yang perlu ditangani atau dibuang meliputi:

1. Air atau aliran/limpasasn diatas permukaan tanah (*surface flow*)
2. Aliran bawah tanah (*subsurface flow*)

Pada dasarnya drainase tidak diperlukan jika terjadi kelebihan air yang tidak menimbulkan permasalahan bagi masyarakat/penduduk. Drainase diperlukan bila air kelebihan menggenang pada suatu daerah.

2.3. Fungsi Drainase

Fungsi drainase adalah sebagai berikut :

1. Membuang sisa air yang lebih

Membuang sisa air yang berlebihan ke tujuan akhirnya yaitu perairan bebas, dapat berupa sungai, danau maupun laut, sehingga air lebih ini dapat dialirkan. Dalam hal ini merupakan fungsi untuk mencegah menggenangnya air pada lahan perkotaan atau saluran-saluran yang menjadi bagian dari sistem drainase.

2. Mengangkut sisa limbah dan mencuci polusi di daerah perkotaan

Di lahan perkotaan tertumpuk bahan polutan seperti debu dan sampah organik yang dapat berpotensi mencemari lingkungan hidup. Sehingga diperlukan adanya saluran drainase yang tepat dan optimal.

3. Mengatur arah & kecepatan aliran

Air hujan harus melewati sistem drainase dan mengarah ke tempat penampungan akhir. Disamping itu alirannya dapat diatur seoptimal mungkin supaya tidak terjadinya penggerusan atau pengendapan pada saluran drainase yang ada.

4. Mengatur elevasi muka air tanah

Jika kondisi muka air tanah dangkal, daya serap lahan terhadap hujan kecil dan dapat menambah potensi terjadinya banjir. Muka air tanah yang dalam akan menyulitkan tumbuhan penghijauan di perkotaan untuk menyerapnya khususnya pada musim kemarau tetapi daya serap terhadap hujan tinggi.

2.4. Storm Drainage

Storm Drainage adalah sistem yang hanya melayani kelebihan air hujan saja. Untuk menentukan frekuensi di bawah ini berdasarkan dari kondisi lokal dan mempertimbangkan biaya pembangunan sistem drainase.

1. Daerah pemukiman curah hujan yang harus dievakuasi dari frekuensi maksimum 5 tahunan.
2. Bagi daerah komersial diambil frekuensi curah hujan maksimum 10 tahunan yang harus dapat dievakuasi.
3. Untuk daerah industri diambil frekuensi curah hujan maksimum 10 tahunan yang harus dapat dievakuasi.

2.5. Pengertian 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. 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 di atas muka air tanah. Sumur air minum digali lebih dalam lagi atau di bawah muka air tanah. (Kusnaedi, 1995) Secara sederhana sumur resapan diartikan sebagai sumur gali yang berbentuk lingkaran. Sumur resapan berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah baik melalui atap bangunan, jalan dan halaman. (Bisri dan Prastya, 2009)

2.6. Kegunaan Sumur Resapan

Salah satu konsep sederhana dalam pengendalian banjir adalah dengan sumur resapan. Sumur resapan berfungsi untuk mengurangi air

permukaan (*run-off*) dengan jalan menampung, menahan dan meresapkannya ke dalam tanah.

Beberapa kegunaan sumur resapan, adalah sebagai berikut: (Kusnaedi, 1995):

1. Pengendali banjir.

Sumur resapan mampu memperkecil aliran permukaan sehingga terhindar dari penggenangan aliran permukaan secara berlebihan yang menyebabkan banjir.

2. Konservasi air tanah.

Sumur resapan sebagai konservasi air tanah, diharapkan agar air hujan lebih banyak yang diresapkan ke dalam tanah menjadi air cadangan dalam tanah. Air yang tersimpan dalam tanah tersebut akan dapat dimanfaatkan melalui sumur-sumur atau mata air. Peresapan air melalui sumur resapan ke dalam tanah sangat penting mengingat adanya perubahan tata guna tanah di permukaan bumi sebagai kosekuensi dari perkembangan penduduk dan perekonomian masyarakat. Dengan adanya perubahan tata guna tanah tersebut akan menurunkan kemampuan tanah untuk meresapkan air. Hal ini mengingat semakin banyaknya tanah yang tertutupi tembok, beton, aspal dan bangunan lainnya yang tidak meresapkan air.

3. Menekan laju erosi.

Dengan adanya penurunan aliran permukaan maka laju erosi pun akan menurun. Bila aliran permukaan menurun, tanah-tanah yang tergerus dan terhanyut pun akan berkurang. Dampaknya, aliran

permukaan air hujan kecil dan erosi pun akan kecil. Dengan demikian adanya sumur resapan yang mampu menekan besarnya aliran permukaan berarti dapat menekan laju erosi.

2.7. Faktor-faktor yang Perlu Dipertimbangkan Dalam Menentukan Sumur Resapan

Sumur resapan yang dibuat harus memenuhi teknis yang baik. Dalam rencana pembuatan sumur resapan perlu diperhitungkan beberapa faktor, antara lain sebagai berikut: (Kusnaedi, 1995):

1. Faktor iklim

Iklim merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan sumur resapan. Faktor yang perlu mendapat perhatian adalah besarnya curah hujan. Semakin besar curah hujan di suatu wilayah berarti semakin besar sumur resapan yang diperlukan.

2. Kondisi air tanah

Pada kondisi permukaan air tanah yang dalam, sumur resapan perlu dibuat secara besar-besaran karena tanah benar-benar memerlukan suplai air dari sumur resapan. Sebaliknya pada lahan yang muka airnya dangkal, sumur resapan kurang efektif dan tidak akan berfungsi dengan baik. Terlebih pada daerah rawa dan pasang surut, sumur resapan kurang efektif. Justru daerah tersebut memerlukan saluran drainase.

3. Kondisi tanah

Keadaan tanah sangat berpengaruh pada besar kecilnya daya resap tanah terhadap air hujan. Dengan demikian konstruksi dari sumur resapan harus mempertimbangkan sifat fisik tanah. Sifat fisik yang langsung berpengaruh terhadap besarnya infiltrasi (resapan air) adalah

tekstur dan pori-pori tanah. Tanah berpasir dan porus lebih mampu merembeskan air hujan dengan cepat. Akibatnya, waktu yang diperlukan air hujan untuk tinggal dalam sumur resapan relatif singkat dibandingkan dengan tanah yang kandungan liatnya tinggi dan lekat.

2.8. Analisa Hidrologi

Dalam perencanaan saluran air hujan sebagai bagian dari sistem air buangan, maka analisa terhadap aspek hidrologi merupakan hal yang sangat penting. Analisa curah hujan sangat diperlukan untuk menentukan seberapa besar intensitas yang digunakan sebagai prediksi timbulnya aliran pada permukaan wilayah.

2.8.1. Curah Hujan Wilayah

Untuk menggambarkan tinggi hujan di suatu wilayah maka dipasang beberapa alat penakar hujan yang akan dianalisa menjadi besaran curah hujan untuk wilayah tersebut. Hal ini curah hujan disebut curah hujan wilayah dan dinyatakan dalam satuan mm.

Untuk menghitung curah hujan wilayah dapat dilakukan dengan metode : cara rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen dan Isohyet. Pemilihan metode yang paling cocok untuk suatu DAS dapat ditentukan dengan memperhatikan tiga faktor berikut (Suripin 2004) :

Tabel 2.1 Faktor Untuk Menentukan Metode Penghitungan Curah Hujan Wilayah

1. Jaring-jaring penakar hujan	
Jumlah pos penakar hujan cukup banyak	Rata-rata Aljabar, Thiessen atau Isohyet
Jumlah pos penakar hujan terbatas	Rata-rata Aljabar & Thiessen
Jumlah pos penakar hujan tunggal	Metode hujan titik

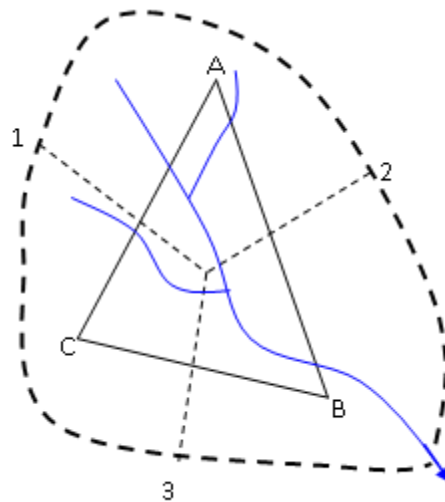
2. Luas DAS	
>5000 km ²	Isohyet
500 – 5000 km ²	Thiessen
< 500 km ²	Rata-rata Aljabar
3. Topografi DAS	
Pegunungan	Rata-rata Aljabar
Daratan	Thiessen
Berbukit & tidak beraturan	Isohyet

Jumlah pos penakar hujan terbatas dan tidak secara merata maka dipakai metode Poligon Thiessen. Dengan demikian setiap pos menakar hujan R_n akan terletak pada suatu wilayah polygon tertutup dengan luas A_n . Dengan menghitung luas % luas untuk setiap pos = A_n/A dimana A luas daerah pengaliran (daerah penampungan) dan memperbanyak dengan harga curah hujan R_n , maka $R_n \times (A_n/A)$ ini menyatakan curah hujan berimbang. Curah hujan rata-rata didapatkan dengan menjumlahkan curah hujan berimbang untuk ada n buah pos penakar hujan di dalam daerah penampungan. maka curah hujan rata-rata (R) adalah :

$$R = \sum_1^n \frac{A_n}{A} R_n \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- R = Curah hujan rata-rata
- R_n = Curah hujan di tiap pos
- A = Luas daerah yang mewakili pos pengamat
- A_n = Luas wilayah polygon tertutup



Gambar 2.1. Cara Poligon Thiesen

2.8.2. Analisa Distribusi Frekuensi

Analisa distribusi frekwensi bertujuan untuk menentukan besaran curah hujan dengan kala ulang tertentu. Beberapa metode yang lazim digunakan untuk menentukan distribusi frekuensi adalah : Distribusi Normal, Distribusi Log Pearson III, Distribusi Gumbel Tipe I.

1. Distribusi Normal

Distribusi Normal Merupakan fungsi distribusi kumulatif normal atau dikenal dengan distribusi Gauss. Distribusi normal memiliki fungsi kerapatan probabilitas yang dirumuskan:

$$P(X) = \frac{1}{\sigma \times \sqrt{2x\pi}} \times e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

P(X) = fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal)

- π = 3,14156
- e = 2,71828
- X = v variabel acak kontinyu
- μ = rata-rata dari nilai X
- σ = deviasi standar dari nilai X

Untuk menganalisa kurva normal, menggunakan parameter statistic μ dan σ . Bentuk kurva simetris terhadap $X = \mu$, dan grafiknya selalu diatas sumbu datar X , serta mendekati (berasimtot) sumbu datar X , dimulai dari $X = \mu + 3\sigma$ dan $X - 3\sigma$. Nilai mean = modus = median. Nilai X mempunyai batas $-\infty < X < +\infty$.

Apabila sebuah populasi dari data hidrologi, mempunyai distribusi berbentuk distribusi normal, maka :

- a) Kira-kira 68,27%, terletak di daerah satu deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara $(\mu - \sigma)$ dan $(\mu + \sigma)$.
- b) Kira-kira 95,45%, terletak di daerah satu deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara $(\mu - 2\sigma)$ dan $(\mu + 2\sigma)$.
- c) Kira-kira 95,45%, terletak di daerah satu deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara $(\mu - 3\sigma)$ dan $(\mu + 3\sigma)$.
- d) Sedangkan 50% dari nilainya terletak di daerah $(\mu - 0,6745\sigma)$ dan $(\mu + 0,674\sigma)$.

Luas dari kurva normal selalu sama dengan persegi, sehingga :

$$P(-\infty < X < +\infty) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2} dx = 1,0 \dots\dots\dots (2.3)$$

Untuk menentukan peluang nilai X antara $X = x_1$ dan $X = x_2$, adalah :

$$P(X_1 < X < X_2) = \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2} dx = 1,0 \dots\dots\dots (2.4)$$

Apabila nilai X adalah standar, dengan kata lain nilai rata-rata $\mu = 0$ dan deviasi standar $\sigma = 1,0$ maka persamaan (2.4) dapat ditulis sebagai berikut :

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}t^2} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\text{Dengan } t = \frac{X-\mu}{\sigma} \dots\dots\dots (2.6)$$

2. Distribusi Log - Pearson Tipe III

Distribusi Log - Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem. Persamaan fungsi kerapatan peluangnya adalah :

$$P(X) = \frac{1}{(a)\Gamma(b)} \cdot \left[\frac{X-c}{a}\right]^{b-1} \cdot e^{-\left(\frac{X-c}{a}\right)} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan :

- P(X) = peluang dari variat X
- X = nilai variat X
- a = parameter skala
- b = parameter bentuk
- c = parameter letak
- Γ = fungsi gamma

Bentuk kumulatif dari distribusi log – Pearson Tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan dalam kertas peluang logaritmik (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah :

$$Y = \bar{Y} \cdot K \cdot S \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan :

- Y = nilai logaritmik dari X
- \bar{Y} = nilai rata-rata dari Y
- S = deviasi standar dari Y
- k = karakteristik dari distribusi log – Pearson Tipe III

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi log – Pearson Tipe III, adalah :

1).....

Tentukan logaritma dari semua nilai variat X.

2).....

Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} \dots\dots\dots (2.9)$$

n = jumlah data

3).....

Hitung nilai deviasi standar dari log X :

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.10)$$

4).....

5).....

Hitung nilai koefisien kemencengan :

$$CS = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\log X})^3} \dots\dots\dots (2.11)$$

Sehingga persamaan (2.8) dapat ditulis :

$$\log X = \overline{\log X} + k(S_{\log X}) \dots\dots\dots (2.12)$$

6) Tentukan antilog dari log X, untuk mendapatkan nilai X yang diinginkan terjadi pada tingkat peluang sesuai dengan nilai CS.

Apabila CS = 0, maka distribusi log – Pearson Tipe III identic dengan distribusi log normal, sehingga distribusi komulatifnya akan tergambar sebagai garis lurus pada kertas grafik log normal.

$$X = \bar{X} + \left[\frac{CS}{2} W - \frac{2}{CS} \right] . S \dots\dots\dots (2.13)$$

Tabel 2.2 Nilai K Distribusi Log Pearson Tipe III

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.4	-0.255	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	0.017	0.836	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.294	2.675
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.201	2.540
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	0.166	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910

-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Sumber : Soewarno, 1995

3. Distribusi Gumbel Tipe I

Distribusi Gumbel Tipe I disebut dengan distribusi ekstrem tipe I (*extreme type I distribution*) digunakan untuk menganalisa data maksimum,

misalnya untuk analisa frekwensi suatu banjir. Peluang komulatip dari distribusi Gumbel adalah :

$$P = (X \leq x) = e^{(-e)^{-y}} \dots\dots\dots (2.14)$$

dengan: $-\infty < X < +\infty$

$P(X \leq x)$ = fungsi densitas peluang Gumbel Tipe I

X= variable acak kontinyu

e = 2,71828

Y= factor reduksi Gumbel

Persamaan garis lurus Matematik Distribusi Gumbel Tipe I dengan ditentukan menggunakan metode momen yaitu :

$$Y = a(X - X_0) \dots\dots\dots (2.15)$$

$$a = \frac{1,283}{\sigma} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$X_0 = \mu - \frac{0,577}{a} \text{ atau } X_0 = \mu - 0,455\sigma \dots\dots\dots (2.17)$$

dengan:

μ = nilai rata-rata

σ = deviasi standar

Distribusi Gumbel Tipe I mempunyai koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) $CS = 1,139$. Nilai Y , factor reduksi Gumbel adalah fungsi dari besarnya suatu peluang atau periode ulang.

4. Parameter Dasar Statistik

Parameter dasar statistic yang digunakan dalam analisa distribusi frekuensi adalah : nilai rata-rata ($\mu = x$), deviasi standar/ simpangan baku ($\sigma = S$), koefisien variasi (Cv), skewness/ koefisien kemencengan (Cs) dan kurtosis/ koefisien ketajaman (Ck). Rumus-rumus yang dipakai dalam menentukan parameter dasar statisti meliputi :

$$\bar{X} = \sum \frac{X}{n} \dots\dots\dots (2.18)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.19)$$

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2).S^3} \sum(X - \bar{X})^3 \dots\dots\dots (2.21)$$

$$Cs = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3).S^4} \sum(X - \bar{X})^4 \dots\dots\dots (2.22)$$

2.8.3. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Untuk mengetahui kebenaran analisis curah hujan terhadap simpangan data vertikal maupun simpangan data horisontal maka dilakukan uji kesesuaian (*the goodness of fit test*) sehingga diketahui apakah pemilihan metode distribusi frekwensi yang digunakan dalam perhitungan curah hujan diterima atau ditolak. Metode yang umum dipakai dalam hal ini adalah : Uji Chi-Kuadrat (*Chi-Square Test*) dan Uji Smirnov-Kolmogorof.

1. Uji Chi-Kuadrat

$$X^2 = \sum_{i=1}^K \left[\frac{(E_f - O_f)^2}{E_f} \right]_I \dots\dots\dots (2.23)$$

dengan :

X^2 = harga Chi Kuadrat,

E_f = frekuensi yang diharapkan untuk kelas i ,

O_f = frekuensi terbaca pada kelas i ,

K = banyaknya kelas.

2. Uji Smirnov-Kolmogorof

Pengujian yang dilakukan dengan mencari nilai selisih probabilitas tiap variant X menurut distribusi empiris dan teoritis, yaitu Δ_i . Nilai Δ_i maksimum harus lebih kecil dari Δ kritik. Jenis distribusi yang memiliki penyimpangan maksimum distribusi empiris terhadap teoritisnya terkecil dibandingkan jenis distribusi lain adalah distribusi yang dipakai dalam analisis frekuensi curah hujan. Nilai Δ kritik dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Nilai Δ kritik

α

n	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.21	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

Sumber : Charles T. Haan, 1993 dalam Hidrologi I, Rachmad Jayadi

Data hujan empiris digambarkan pada tiap kertas distribusi dari jenis yang dipakai dengan menggunakan data yang diurutkan dari besar ke kecil untuk kala ulang banjir, sebagai berikut :

$$P(X_i \leq X) = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots (2.24)$$

dengan:

- P = probabilitas
- m = nomor urut
- n = jumlah data

Selanjutnya dihitung besaran-besaran statistik dari data yang diperlukan dalam analisis distribusi frekuensi.

2.8.4. Analisa Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan dilakukan dengan persamaan Mononobe

berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.25)$$

dengan :

I = intensitas curah hujan pada durasi t untuk kala ulang T tahun,
dalam mm/jam.

t = durasi curah hujan, dalam jam

R₂₄ = curah hujan harian maksimum dengan kala ulang T tahun,
dalam mm

2.8.5. Analisa Debit Banjir Rencana

Secara umum, metode yang digunakan adalah

(1) metode rasional dan

(2) metode hidrograf banjir.

Persamaan matematik metode Rasional dinyatakan dalam bentuk

$$Q_p = 0,00278 CIA \dots\dots\dots(2.26)$$

dengan :

Q_p : laju aliran permukaan (m³/detik)

C : Koefisien aliran permukaan

I : intensitas hujan (mm/jam)

A : luas DAS (hektar)

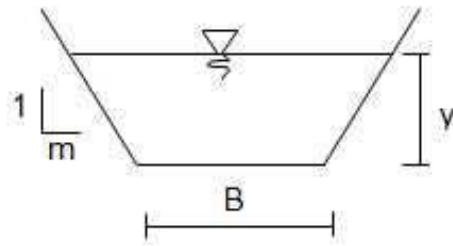
Tabel 2.4. Koefisien Limpasan Dari Beberapa Karakteristik

Karakter Permukaan	Koefisien Aliran (C)
Bussines	
Perkotaan	0,70 - 0,95
Pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan	
Rumah Tunggal	0,30 - 0,50
Multi unit, terpisah	0,40 - 0,60
Multi unit, tergabung	0,60 - 0,75
Perkampungan	0,25 - 0,40
Apartemen	0,50 - 0,70
Industri	
Ringan	0,50 - 0,80
Berat	0,60 - 0,90
Perkerasan	
Aspal dan Beton	0,70 - 0,95
Bat Bata dan Paving	0,50 - 0,70
Atap	0,75 - 0,95
Halaman, Tanah Berpasir	
Datar 2%	0,05 - 0,10
Rata-rata 2 - 7 %	0,10 - 0,15
Curam 7%	0,15 - 0,20
Halaman, tanah berat	
Datar 2%	0,13 - 0,17
Rata-rata 2 - 7 %	0,18 - 0,22
Curam 7%	0,25 - 0,35
Halaman Kereta api	0,10 - 0,35
Taman Tempat bermain	0,20 - 0,35
Taman, Perkebunan	0,10 - 0,25
Hutan	
Datar, 0 - 5%	0,10 - 0,40
Bergelombang, 5 - 10%	0,25 - 0,50
Berbukit, 10 - 30%	0,30 - 0,60

Sumber: Suripin, 2011:81

2.9. Analisa Hidrolika

Dalam merencanakan dimensi saluran drainase diperlukan analisa hidrolika. Analisa ini bertujuan untuk merencanakan suatu dimensi yang sesuai dengan jumlah debit limpasan yang telah dihitung dalam analisa hidrologi. Analisa hidrolika dalam Perencanaan Ulang Drainase di Desa Japan Kecamatan Sooko Kabupaten Mojokerto ini menggunakan sistem saluran terbuka.



Gambar 2.2. Penampang Saluran Trapesium

Persamaan analisa hidrolika yaitu :

$$Q=A.V \dots\dots\dots(2.27)$$

Dengan :

Q : Debit saluran (m³/det)

A : Luas penampang saluran (m²)

V : Kecepatan aliran (m/det)

2.9.1. Kecepatan Aliran (V)

Untuk menghitung kecepatan aliran (V) dapat digunakan rumus Manning. Insinyur Irlandia bernama Robert Manning mengemukakan sebuah rumus:

$$V= 1/n.R^{2/3}.S^{1/2} \dots\dots\dots(2.28)$$

Dengan :

V : Kecepatan aliran (m/det)

n : Koefisien Manning (tabel 2.6)

R : Jari-jari hidrolis (m)

S : Sloop (kemiringan)

Tabel 2.5. Harga Koefisien Manning (n)

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Harga n		
		Minimal	Normal	Maksimum
1	Beton			
	<u>Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran</u>	0,01	0,011	0,013
	<u>Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran</u>	0,011	0,013	0,014
	<u>Beton dipoles</u>	0,011	0,012	0,014
	<u>Saluran pembuang dengan bak control</u>	0,013	0,015	0,017
2	<u>Tanah, lurus dan sragam</u>			
	<u>bersih baru</u>	0,016	0,018	0,022
	<u>Bersih Telah melapuk</u>	0,018	0,022	0,025
	<u>Berkrikil</u>	0,022	0,025	0,03
	<u>Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu</u>	0,022	0,027	0,033
3	<u>Saluran Alam</u>			
	<u>Bersih Lurus</u>	0,025	0,03	0,033
	<u>Bersih Berkelok-kelok</u>	0,033	0,04	0,045
	<u>Banyak tanaman pengganggu</u>	0,05	0,07	0,08
	<u>Dataran banjir berumput pendek – tinggi</u>	0,025	0,03	0,035
	<u>Saluran di belukar</u>	0,035	0,05	0,07

Sumber: Suripin, 2011

2.9.2. Luas Penampang Saluran

Rumus untuk menghitung luas penampang saluran adalah :

$$A = Q/V \dots\dots\dots(2.29)$$

Dengan :

Q : Debit saluran (m³)

A : Luas penampang saluran (m²)

V : Kecepatan aliran (m/det)

Menghitung dimensi penampang berbentuk trapesium :

$$A=(b+m.h)h \dots\dots\dots(2.30)$$

$$P=b+2h\sqrt{1+m^2} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$R=A/P$$

$$\dots\dots\dots(2.32)$$

2.10. Perencanaan Sumur Resapan

Sumur resapan adalah struktur bangunan yang menyerupai sumur gali yang digunakan untuk menampung sisa air hujan atau tempat pembuangan air. Air yang masuk ke dalam sumur resapan dapat meresap ke dalam tanah. Di lokasi penelitian sumur resapan akan dialokasikan di tempat yang jauh dari rumah penduduk yakni di dekat sungai desa Japan.

Untuk membangun sumur resapan agar dapat memberikan kontribusi yang umum diperlukan metoda perhitungan sebagai berikut (Sunjoto,1992) :

1. Menghitung debit masuk sebagai fungsi karakteristik luas atap bangunan dengan formula rasional ($Q=CIA$, Q =debit masuk, C =koefisien aliran (jenis atap rumah), I =intensitas hujan, A =luas atap).

2. Menghitung kedalaman sumur optimum diformulakan sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{FK} \left[1 - \exp\left(-\frac{FKT}{\pi R^2}\right) \right] \dots\dots\dots (2.33)$$

Dengan :

- H : Kedalaman air (m)
- Q : Debit masuk (m³/dt)
- F : Faktor geometrik sumur (m)
- K : Permeabilitas tanah (m/dt)
- R : Radius sumur (m)
- T : Durasi aliran (dt)

2.10.1. Analisa Infiltrasi Yang Masuk Sumur Resapan

$$Q_{in} = Q_c = 1 - Q_r$$

$$T_e = \frac{0,9 \times R^{0,92}}{60}$$

$$V_{in} = T_e \times Q_{in}$$

2.10.2. Analisa Andil Drainase Talang

$$Q_{andil} = 0,855 \times C_{tadah} \times A_{tadah} \times R$$

2.10.3. Analisa Storasi Sumur Resapan

$$\text{Luas Alas Sumur (A}_v) = 0,25 \times 3,14 \times D^2$$

$$\text{Luas Dinding Sumur (A}_h) = 3,14 \times D \times H_{asumsi}$$

2.10.4. Analisa Perhitungan Konduktifitas Hidrolis

$$K_{horizontal} = 2 \times K_{vertical}$$

$$K_{rerata} = (K_{vertical} \times A_v + K_{horizontal} \times A_h) / A_{total}$$

2.10.5. Analisa Volume Sumur Resapan

$$V_{resapan} = \frac{0,9 \times R^{0,92}}{60} \times A_{total} \times K_{rerata}$$
$$R$$

$$H_{total} = \frac{V_{andil} - V_{resap}}{Ah}$$

$$= \frac{3131,7 - 0,07}{6,28}$$

$$= 3131,689 \text{ m}$$

2.10.6. Analisa Jumlah Sumur Resapan

$$n = \frac{H_{total}}{H_{asumsi}}$$

2.11. Pengertian IPAL

IPAL adalah sarana pembuangan sisa air limbah domestik atau septic tank sebelum air dibuang ke sungai atau air tanah. Air dibuang ke sungai air tanah harus diolah terlebih dahulu supaya tidak mencemari lingkungan sekitarnya.

2.11.1 Dampak Tidak Ada Ipal

Dampak Segi Kesehatan

Air limbah yang berasal dari WC mengandung bakteri E-Colli bisa berakibat penyakit seperti kolera, diare, dan tyfus. Bila air limbah WC tidak diolah secara serius, limbah tersebut bisa merembes ke

dalam sumur. Jika air sumur tersebut dimasak, bakteri akan mati tetapi bakteri tetap menyebar melalui proses cuci piring, mandi, wudhu yang menggunakan air sumur tidak dimasak.

Dampak Segi Lingkungan

Air limbah yang dihasilkan dari cuci piring atau cuci pakaian mengandung keasaman atau PH tinggi. Jika tidak dioalah secara serius air tersebut masuk ke sungai dapat merusak ekosistem sungai, dan dalam waktu jangka panjang dapat merusak ekologi sungai secara keseluruhan.

Dampak Estetika

Misalnya limbah padat, limbah ini akan menimbulkan masalah seperti dari segi bau dan pemandangan yang kotor.

2.11.2 Perencanaan IPAL

a. Bak Pemisah Lemak

Berfungsi untuk memisahkan lemak dari kegiatan dapur atau memasak yang tidak bisa terurai secara biologis.

Rumus :

$$\frac{rt}{60 \text{ menit} \times 24 \text{ jam}} \text{ hari} \times Q$$

Ket :

rt = Retention Time (waktu tunggu)

Q = Debit air limbah

b. Bak Ekualisasi

Bak Ekualisasi adalah bak untuk meminimumkan dan mengendalikan fluktuasi aliran limbah cair dari segi kuantitas

maupun kualitas dan menghomogenkan konsentrasi limbah cair.

Rumus :

$$\frac{rt}{24 \text{ jam}} \text{ hari} \times Q$$

Ket :

rt = Retention Time (waktu tunggu)

Q = Debit air limbah

c. Bak Pengendapan Awal

Bak Pengendapan Awal adalah bak untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir, dan kotoran tersuspensi. Dan bak ini berfungsi untuk pengurai senyawa organik.

Rumus :

$$\frac{rt}{24 \text{ jam}} \text{ hari} \times Q$$

Ket :

rt = Retention Time (waktu tunggu)

Q = Debit air limbah

d. Biofilter Anaerob

Penguraian zat organik di dalam air limbah domestik dilakukan oleh bakteri anaerobik. Di biofilter anaerob terdapat mikroorganisme yang dapat menguraikan zat organik yang belum terurai pada bak pengendap.

Rumus menghitung dimensi biofilter anaerob :

$$\frac{BOD\ masuk}{BOD\ standar}$$

e. Biofilter Aerob

Di dalam bak ini berisi dengan media khusus sambil diaerasi dan dihembus dengan udara supaya mikroorganismenya akan menguraikan zat organik di dalam air limbah.

Rumus :

$$\frac{BOD\ masuk}{BOD\ beban}$$

f. Bak Pengendapan Akhir

Di bak ini lumpur aktif yang mengandung mikroorganismenya diendapkan sebagian air dipompa kembali ke bagian bak pengendapan awal dengan pompa sirkulasi lumpur.

Rumus menghitung dimensi :

$$\frac{rt}{24\ jam} \text{ hari} \times Q$$

Ket :

rt = Retention Time (waktu tunggu)

Q = Debit air limbah

g. Saluran Pipa Pembuangan Air limbah

Rumus untuk menghitung saluran pipa yaitu :

$$Q = V \times A$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

h. Kemiringan Minimum Saluran

Rumus menghitung kemiringan saluran yaitu :

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

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi r^2}{2\pi r} = \frac{r}{2}$$

$$I = \left(\frac{v \cdot n}{\left(\frac{r}{2}\right)^{2/3}} \right)^2$$