

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan Analisis Perencanaan Sistem Drainase Pembangunan Perumahan Newtown Park.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Hasil Penelitian	Penulis
1	<p>Kajian Pembangunan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Di Kawasan Perumahan</p> <p>Lokasi : Kecamatan Ujung Berung Kota Bandung</p> <p>Tahun : 2008</p>	<p>Tujuan utama pembangunan drainase yang berwawasan lingkungan di kawasan perumahan adalah agar sarana yang dibangun tersebut mampu menyerapkan air hujan. Jika melihat besarnya kontribusi sarana drainase berwawasan lingkungan yang diberikan, maka pembangunan sumur resapan merupakan sarana yang paling efektif untuk dilakukan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa di daerah studi hanya menghasilkan beberapa unit sumur resapan yang dibutuhkan. Hal ini mengindikasikan jika jenis tanah mendukung pelolosan air ke dalam tanah maka tidak harus selalu sumur resapan dibangun pada setiap rumah, artinya bisa dibangun secara kolektif. Adapun RTH tetap harus dikembangkan untuk kepentingan lebih jauh seperti nilai estetika, sumber oksigen dan kenyamanan lingkungan.</p>	<p>Nurhapni & Hani Burhanudin</p> <p>Universitas Islam Bandung</p>
2	<p>Analisis Kinerja Saluran Drainase di Daerah Tangkapan Air Hujan</p> <p>Lokasi : Sepanjang Kali Pepe Kota Surakarta</p>	<p>Saluran drainase direncanakan untuk menampung debit rencana dengan aman berdasarkan data curah hujan, tata guna lahan dan dimensi saluran. Saluran drainase di daerah tangkapan air hujan sepanjang Kali Pepe</p>	<p>Mursitaningsih</p> <p>Universitas Sebelas Maret</p>

	Tahun : 2009	merupakan salah satu Prasarana yang mendukung fungsinya suatu sistem perkotaan di Kota Surakarta Hasil yang diperoleh diketahui bahwa ada 6 bagian saluran yang terjadi luapan air pada debit rencana periode ulang 5-tahunan.	
3	<p>Analisis Sistem Drainase Medokan Terhadap Fluktuasi debit Kali Wonokromo</p> <p>Lokasi : Kali Wonokromo</p> <p>Tahun : 2009</p>	terjadi genangan pada umumnya disebabkan tidak fungsinya saluran dengan baik dikarenakan rusaknya saluran yang ditandai dengan amblasnya permukaan dasar saluran serta tersumbatnya saluran akibat sampah dan timbunan lainnya. Kapasitas saluran yang ada masih mencukupi debit air sebesar 1.658 m ³ /detik, Dapat disimpulkan bahwa penyebab genangan adalah sampah dan sedimen dibutuhkan normalisasi pada tiap saluran untuk penanganan 5 tahun pertama dan menumbuhkan kesadaran masyarakat untuk tidak membuang sampah pada saluran dan pengawasan dari pemerintah setempat.	<p>Yudha Febriana</p> <p>Universitas Indonesia</p>
4	<p>Evaluasi Kinerja sistem Drainase</p> <p>Lokasi : Di Wilayah Jombang</p> <p>Tahun : 2015</p>	permasalahan lingkungan yang terjadi. Mulai dari banjir, polusi udara, longsor Berbagai masalah itu terjadi akibat kelalaian kita dalam menjaga lingkungan. Kini banjir sudah umum terjadi di kawasan perkotaan. Persoalan ini diakibatkan karena berbagai hal, salah satu penyebabnya adalah kurangnya perhatian dalam mengelola sistem drainase. Sistem drainase sendiri terdiri dari empat macam, yaitu sistem drainase primer, sistem drainase sekunder, Pada sistem drainase dan bangunan pelengkap saluran drainase banyak ditemukan permasalahan	<p>Widhita Satya Herlambang</p> <p>Institut Teknologi Nasional Malang</p>

		<p>yang terjadi. Permasalahan-permasalahan ini terjadi akibat adanya peningkatan debit pada saluran drainase. Penyebab lainnya adalah karena peningkatan jumlah penduduk, amblesan tanah, penyempitan dan pendangkalan saluran, serta sampah di saluran drainase. terjadi genangan pada umunya disebabkan tidak berfungsinya saluran dengan baik dikarenakan rusaknya saluran akibat sampah dan timbunan lainnya. Dengan debit air sebesar 1.658 m³/detik, Dapat disimpulkan bahwa penyebab genangan adalah sampah dan sedimen dibutuhkan normalisasi pada tiap saluran untuk penanganan 5 tahun pertama dan menumbuhkan kesadaran masyarakat untuk tidak membuang sampah pada saluran dan pengawasan dari pemerintah setempat.</p>	
5	<p>Perencanaan Sistem Drainase</p> <p>Lokasi : Kawasan Perumahan Green Mansion Residence Sidoarjo</p> <p>Tahun : 2016</p>	<p>Perumahan Green Mansion Residence yang terletak di Jalan Ngingas, Waru - Sidoarjo. Dimana kawasan perumahan tersebut dikelilingi oleh 3 saluran, yaitu saluran Kedungturi yang mengalir menuju saluran Anak Afvoer Cantel dan dilanjutkan ke saluran Cantel yang berada di sisi selatan kawasan perumahan. Adapun perumahan Green Mansion Residence didirikan di atas lahan kosong yang masih berupa sawah. Dengan adanya perubahan alih fungsi lahan menjadi pemukiman, maka daya resap air hujan pada lahan tersebut juga akan berubah. Dengan adanya drainase pada perumahan diharapkan untuk</p>	<p>Wahyu Indra Kusuma</p> <p>Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya</p>

		dapat meminimalisir terjadinya genangan yang terjadi akibat air hujan, serta didukung juga dari kondisi setempat seperti kemiringan lahan, kemiringan saluran dan material yang dipakai	
6	<p>Pengaruh Drainase Terhadap Lingkungan</p> <p>Lokasi : Jalan Mendawai dan sekitar Pasar Kahayan</p> <p>Tahun : 2017</p>	<p>Pencemaran lingkungan yang disebabkan saluran drainase ini menimbulkan pertanyaan apa dan bagaimana pengaruh saluran drainase yang kurang baik terhadap pencemaran lingkungan permukiman di sekitar Kawasan Pasar Kahayan</p> <p>Kondisi ini terjadi juga karena infiltrasi air dimana masuknya atau meresapnya air dari permukaan tanah tercemar ke dalam bumi. Kesimpulan penelitian ini adalah bahwa kondisi saluran drainase cukup baik tetapi perlunya dilakukan pembersihan secara kontinu dan sosialisasi kepada masyarakat.</p>	<p>Novrianti</p> <p>Universitas Muhammadiyah Palangkaraya</p>
7	<p>Evaluasi Sistem Drainase Dan Pengendalian Genangan Air</p> <p>Lokasi : Di Kampus Dan Perumahan ITS Surabaya</p> <p>Tahun : 2017</p>	<p>Wilayah Kampus dan Perumahan Institut Teknologi Sepuluh nopember (ITS) seringkali mengalami genangan saat hujan lebat. Hal ini terjadi dikarenakan kemiringan lahan pada Kampus dan Perumahan ITS relatif datar. Selain itu, beberapa alasan lainnya adalah karena beberapa saluran mengandung sedimen sehingga menyebabkan kapasitas pada saluran tidak optimum. Sehingga dibutuhkan evaluasi sistem drainase pada wilayah Kampus dan Perumahan ITS. Dari hasil analisis, menunjukkan Hujan Harian Maksimum 136,09 mm/hari untuk PUH 5 tahun Sedangkan 159,19 mm/hari untuk PUH 10 tahun. Penyebab terjadinya</p>	<p>Eldo Fikri Alvin</p> <p>Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya</p>

		genangan air adalah beberapa saluran tidak saling terhubung dan kemiringan saluran tidak terbentuk dengan baik	
8	<p>Studi Kecocokan Metode Perhitungan Hujan Rencana Wilayah Dan Perhitungan Debit Banjir Rencana Krueng Seunagan</p> <p>Lokasi : Krueng Seunagan</p> <p>Tahun : 2018</p>	<p>Kr. Seunagan merupakan bagian dari Wilayah Sungai (WS) Woyla-Batee dengan tingkat kerawanan banjir yang tinggi.. Seunagan dari data hujan maupun data observasi AWLR (Automatic Water Level Recorder). Data hujan berasal dari 16 stasiun hujan yang tersebar di Kabupaten Nagan Raya, Aceh Barat, Aceh Tengah dan Gayo Lues. Sementara data observasi debit sungai berasal dari Pos AWLR Paya Udeueng, Kecamatan Seunagan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit banjir rencana periode ulang 5, 10, 20, 50 dan 100 tahunan Kr. Seunagan pada pos AWLR Paya Udeueng menggunakan data hujan dan data observasi AWLR. Selanjutnya mendapatkan metode debit banjir rencana dengan pendekatan curah hujan wilayah yang sesuai untuk diterapkan pada Kr. Analisis hujan rencana wilayah menggunakan metode Aritmatik, Thiessen dan Isohyet. Analisis debit banjir rencana dari data hujan menggunakan metode Rasional, Melchior, Weduwen dan Hasper. Sedangkan untuk data observasi AWLR digunakan metode POT (Peak Over Threshold), dengan debit threshold yaitu 132,27 m³/dtk. Hasil analisis debit banjir rencana Kr. Seunagan dari data hujan untuk periode ulang 5, 10, 20, 50 dan 100 tahunan masing-</p>	<p>Andi Rinaldi</p> <p>Universitas Syiah Kuala Darrusalam Banda Aceh</p>

		<p>masing. Metode debit banjir rencana yang paling cocok untuk diterapkan pada Kr. Seunagan adalah metode Hasper dengan hujan rencana wilayah metode Aritmatik. Metode ini menghasilkan selisih terkecil debit banjir rencana dari data observasi AWLR dengan data hujan. Hubungan keduanya diperoleh persamaan regresi:</p> $Q_{POT} = (1,4697 * Q_{HA}) - 297,38.$	
9	<p>Studi Kasus Sistem Jaringan Drainase Kelurahan Petemon Kecamatan Gunungpati Kota Semarang</p> <p>Lokasi : Kelurahan Petemon Kecamatan Gunungpati</p> <p>Tahun : 2020</p>	<p>Studi kasus ini dilakukan di Kelurahan Patemon Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. Luas wilayah Kelurahan Patemon mencapai 3,478 km². Berdasarkan metode penelitian, Peneliti membutuhkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini. Alat yang digunakan adalah Seperti roll meter dan software Arcmap sebagai media untuk mengolah data. dan bahan yang dibutuhkan adalah data-data yang mengenai informasi seputar kondisi Kelurahan Patemon berupa peta topografi, data curah hujan. Metode perhitungan data menggunakan perhitungan secara manual sesuai dengan metode rasional untuk menghitung debit hujan, dan rumus manning untuk debit saluran. Besarnya curah hujan rancangan untuk 5 tahun dan 10 tahun sebesar 159,7 mm dan 161,5 mm; sedangkan debit rancangan kala ulang 5 dan 10 tahun sebagai contoh dalam</p>	<p>Bagas Ari Kuncara Brata</p> <p>Universitas Negeri Semarang</p>

		saluran 5 yaitu yaitu cabang 4a sebesar 0,6470 m ³ /s dan utama 4 sebesar 3,0731 m ³ /s Dimensi saluran ekonomis untuk saluran utama dengan Lebar dasar B = 1,596 m ≈ 1,6 m dan tinggi air h = 0,796 m ≈ 0,8 m, Penampang melintang berbentuk Persegi.	
10	<p>Evaluasi Kinerja Saluran Drainase Di Jalan Teluk Banyur Dan Jalan Swakarya III Kelurahan Kekalek Jaya</p> <p>Lokasi : Jl Teluk Banyur dan Jl Swakarya</p> <p>Tahun : 2020</p>	<p>Dalam perkembangannya, kota tidak terlepas dari masalah-masalah yang menimbulkan dampak terhadap lingkungan, sehingga harus mendapat perhatian dan penanganan dari pemerintah dan masyarakat. Jalan Teluk Banyur dan jalan Swakarya III kelurahan Kekalek Jaya. Sebagai salah satu jalan di Kota Mataram yang di kedua sisi jalan tersebut terdapat saluran drainase sebagai infrastruktur penunjang, sudah mengalami masalah (Genangan) dan masalah ini mengganggu aktifitas masyarakat dan merusak infrastruktur. Evaluasi penyebab dilakukan dengan menganalisa hujan maksimum harian rata-rata dengan metode Al jabar dari tiga setasiun hujan yaitu stasiun Monjok, Bertais, dan Gunung Sari selama 10 tahun dari tahun 2009 sampai 2018. Kemudian di lanjutkan dengan menganalisa saluran drainase.` Dari hasil evaluasi saluran dijalan Teluk Banyur dan di jalan Swakarya III Pada saluran A1 Q rencana = 0.24 ,Q saluran = 0.13, saluran A3, Q rencana = 0.27 ,Q saluran = 0.10, saluran A3 Q rencana = 0.26 ,Q saluran = 0.11, saluran A4 Q rencana = 0.29 ,Q saluran = 0.11. Sehingga didapatkan</p>	<p>Lalu Satya Bintara</p> <p>Universitas Muhammadiyah Mataram</p>

		kesimpulan bahwa, pada saluran di Jalan Teluk Banyur dan Jalan Swakarya III sudah tidak mampu menampung debit air hujan dan debit air limbah	
--	--	--	--

Sumber: Hasil Studi Pustaka.

2.2 Drainase

Drainase merupakan sistem jaringan air yang berfungsi untuk menghindarkan daerah tersebut agar tidak terjadi genangan atau banjir Menurut (Suripin,2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. (Suhardjono,1948)

Jenis-jenis Drainase

1. Drainase yang terbuat secara alami, saluran yang terbentuk akibat gerusan air akibat gravitasi yang terbentuk dengan bertambahnya waktu seperti contohnya sungai.

2. Drainase Buatan , Drainase yang dibuat dengan tujuan untuk mengurangi kelebihan air pada daerah tertentu

2.3 Menghitung Data Hujan

Ada tiga cara untuk melakukan perhitungan hujan rata rata daerah pematusan yaitu (a) Cara rata rata Aritmatik, (b) Cara rata rata thiesen dan (c) Cara Isyohiet. Dari ketiga cara tersebut hanya dua cara pertama yang paling sering digunakan di Indonesia karena kesederhanaannya.

2.3.1 Rata – Rata Aritmatik

Metode rata – rata aritmatik ini, digunakan dengan cara menghitung rata – rata curah hujan dari stasiun yang terdekat.

Rumus yang digunakan dengan cara ini adalah sebagai berikut.

$$R_x = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_i \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

R_x = Curah hujan rata rata daerah pematusan

N = Jumlah stasiun hujan

R_i = Curah hujan di stasiun hujan ke –I (mm)

2.3.2 Polygon Thiesen

Cara ini lebih teliti dibandingkan dengan cara sebelumnya terutama untuk daerah pematusan yang penyebaran stasiunnya tidak merata. Dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari masing masing

stasiun maka diharapkan hasilnya lebih mendekati dari kenyataan.

$$R = \frac{(A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- R = Curah hujan rata rata
- R_1, R_2, R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan
- A_1, A_2, A_n = Bagian luas yang mewakili tiap titik Pengamatan
- n = Jumlah titik pengamatan

2.4 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi yang dimaksud disini adalah perhitungan curah hujan dan debit untuk mendapatkan debit banjir rancangan. Agar dapat diperoleh gambaran karakteristik curah hujan suatu daerah, maka dari hasil-hasil pencatatan pos-pos penakar curah hujan dilakukan perhitungan antara lain pola curah hujan tiap jam dan pola curah hujan daerah (areal rainfall) dimana hasilnya akan sangat berguna untuk melakukan perhitungan-perhitungan hidrolis selanjutnya.

2.4.1 Daerah tangkapan Air Hujan (Catchment Area)

Daerah Tangkapan Air Hujan (*Catchment area*) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang fungsinya menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal

dari curah hujan pada wilayah tersebut ke sungai, danau atau ke laut secara alami.

2.4.2 Perhitungan Hujan Rencana Dengan Distribusi Frekuensi

Curah hujan rencana untuk periode ulang tertentu Secara statistik dapat diperkirakan berdasarkan seri data curah hujan harian maksimum tahunan (*maximum annual series*) jangka panjang dengan analisis distribusi frekuensi. Curah hujan rancangan/desain ini biasanya dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, 20 atau 25 tahun. Untuk mencari distribusi yang cocok dengan data yang tersedia dari pos-pos penakar hujan yang ada di sekitar lokasi pekerjaan perlu dilakukan Analisis Frekuensi. Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data hujan maupun data debit. Jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah distribusi Gumbel, LogPearson type III, Log Normal, dan Normal

2.4.3 Distribusi Gumbell

Menurut Gumbell (1941), Tujuan dari teori statistic harga-harga ekstrim adalah untuk menganalisa hasil pengamatan harga-harga ekstrim tersebut untuk meramal harga-harga ekstrim berikutnya. Gumbell menggunakan teori untuk menunjukkan bahwa dalam deret harga-harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, dimana sample-sampelnya sangat besar,

dan X merupakan variable berdistribusi eksponensial, maka probabilitas kumulatifnya P dalam mana sebaran harga diantara n buah harga Xn akan lebih kecil dari harga X tertentu (dengan waktu balik Tr), mendekati.

$$X_T = X + S.K \dots\dots\dots (3)$$

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun

S = Standard Deviasi

K = Faktor Frekuensi

Untuk mencari K dapat dihitung dengan rumus

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana

Y_n = Reduce Mean

S_n = Reduce Standard Deviasi

Y_{tr} = Reduce Variate

Tabel 2.2 Reduce Mean

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5181	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5525	0.5266	0.5283	0.5296	0.5309	0.5532	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5380	0.5380	0.5388	0.5396	0.5403	0.5410	0.5418	0.5424	0.5436
40	0.5436	0.5448	0.5448	0.5453	0.5463	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5606	0.5607	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611

(Sumber : Suripin,2004)

Tabel 2.3 Reduce Standard Deviasi

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

(Sumber : Suripin,2004)

Tabel 2.4 Reduce Variate

Periode	Reduce
Ulang	Variate
Tr (Tahun)	Ytr
2	0,3668
5	15,004
10	22,510
20	29,709
25	31,993
50	39,028
75	43,117
100	46,012
200	52,969
250	55,206
500	62,149
1000	69,087
5000	85,188
10000	92,121

(Sumber : Suripin 2004)

2.4.4 Log Person Tipe III

Distribusi Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, Terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim.

Bentuk distribusi Log Pearson Tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson Tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Persamaan fungsi kerapatan peluangnya adalah:

Bentuk kumulatif dari distribusi Log Pearson Tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang

logaritmik (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah

$$Y = Y - k S \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

Y = Nilai logaritmik dari X

Y = Nilai rata rata dari Y

S = Deviasi standar dari Y

k = Karakteristik dari distribusi log pearson tipe III

Tabel 2.5 Nilai K Untuk Distribusi Log Person III

Interval Kejadian (Recurrence Interval), Tahun(Periode Ulang)

	1.0101	1.2500	2	5	10	25	50	100
Koef G	Persentase peluang terlampaui (Percent chace of being exceted)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0.667	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	2.889
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.282	2.256	3.023	3.800
2.2	-0.905	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705
2.0	-0.99	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605
1.8	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388
1.4	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
1.0	-1.588	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.543	3.022
0.8	-1.733	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891
0.6	-1.880	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
0.4	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.2	-2.178	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.475
0.0	-2.326	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.051	2.326
-0.2	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178
-0.4	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0.6	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880
-0.8	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-1.0	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.366	1.366	1.492	1.588
-1.2	-2.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.4	-2.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318
-1.6	-2.388	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197
-1.8	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087
-2.0	-3.605	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990
-2.2	-3.705	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905

-2.4	-3.800	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832
-2.6	-3.889	-0.490	0.384	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769
-2.8	-3.973	-0.469	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-3.0	-7.051	-0.420	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667

(Sumber : Soewarno 1995)

2.4.5 Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula distribusi Gauss. Secara sederhana, persamaan distribusi normal dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_T = Y + K_T x S \dots\dots\dots (6)$$

Dengan :

Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T- tahunan

$$Y_T = \text{Log } X$$

Y = Nilai rata – rata hitung variant

S = Deviasi standar nilai variant

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi periode ulang

Tabel 2.6 Nilai Reduksi

No	Periode ulang	Peluang	K_T
1	1,001	0.999	-3.05
2	1,005	0.995	-2.58
3	1,010	0.990	-2.33
4	1,050	0.950	-1.64
5	1,110	0.900	-1.28
6	1,250	0.800	-0.84
7	1,330	0.750	-0.67
8	1,430	0.700	-0.52
9	1,670	0.600	-0.25
10	2,000	0.500	0
11	2,500	0.400	0.25
12	3,330	0.300	0.52
13	4,000	0.250	0.67
14	5,000	0.200	0.84
15	10,000	0.100	1.28
16	20,000	0.050	1.64
17	50,000	0.020	2.05
18	100,000	0.010	2.33
19	200,000	0.005	2.58
20	500,000	0.002	2.88
21	1000,000	0.001	3.09

(Sumber :*Bonnier*, 1980 dalam Suripin 2004)

2.5 Uji Distribusi Data

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fittest*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter yang akan di sajikan dalam masalah ini menggunakan:

- 1) Chi-Kuadrat (*Chi-Square*)
- 2) Smirnov – Kolmogorov.

2.5.1 Uji Chi Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data analisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut Chi-Kuadrat.

Parameter X^2 dapat dihitung dengan rumus

$$Xh^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

Xh^2 = Parameter uji chi kuadrat

G = Jumlah sub kelompok (minimal 4 data pengamatan)

Of = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-1

Ef = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

Parameter Xh^2 merupakan variable acak. Peluang untuk mencapai nilai Xh^2 sama atau lebih besar dari pada nilai

Chi-Kuadrat yang sebenarnya (X_h^2) dapat dilihat pada tabel 2.2.

Prosedur Uji Chi-Kuadrat adalah:

Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)

1. Penentuan nilai K dengan cara $1 + 3.322 \log n$
2. Menghitung Range dari sebuah data menggunakan cara pengurangan nilai data terbesar dan data terkecil
 $R = \text{Data terbesar} - \text{Data terkecil}$
3. Menghitung nilai interval kelas atau jarak antara data dengan cara : $I = \frac{R}{K}$
4. Tiap tiap subgroup hitung nilai $(O_f - E_f)^2$ dan $\frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$
5. Jumlah seluruh G subgroup nilai $\frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$ untuk menentukan nilai Chi - Kuadrat
6. Tentukan derajat kebebasan $dk = K - (P+1)$

Dengan :

P = nilai untuk distribusi normal dan binominal $P= 2$
dan untuk distribusi poisson $P= 1$

7. Apabila peluang lebih besar dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima,
8. Apabila peluang lebih kecil dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima,

Tabel 2.7 Nilai Kritis Do Untuk Uji Chi - Square

Nilai Kritis Do Untuk Uji Chi - Square					
	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
1	1.642	2.706	3.841	6.635	10.827
2	3.219	4.605	5.991	9.210	13.815
3	4.642	6.251	7.815	11.345	16.268
4	5.989	7.779	9.488	13.277	18.465
6	8.588	10.645	12.592	16.812	22.547
7	9.803	12.017	14.067	18.475	24.322
8	11.000	13.362	15.507	20.090	26.125
9	12.242	14.684	16.919	21.666	27.877
10	13.442	15.987	18.307	23.209	29.588
11	14.631	17.275	19.675	24.725	31.264
12	15.812	18.549	21.020	26.217	32.909
13	16.985	19.812	22.362	27.688	34.528
14	18.151	21.064	23.685	29.141	36.123
15	19.311	22.307	24.996	30.578	37.697
16	20.456	23.545	26.296	32.000	39.252
17	21.615	24.769	27.587	33.409	40.790
18	22.760	25.989	28.869	34.805	42.312
19	23.900	27.204	30.144	36.191	43.820
20	25.038	28.412	31.410	37.566	45.316

(Sumber : Soewarno 1995)

2.5.2 Smirnov-Kolmogorof

Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan Non Parametric (*nonparametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing – masing data tersebut

$X_1 P(X_1)$

$X_2 P(X_2)$

$X_m P(X_m)$

$X_n P(X_n)$

2. Tentukan nilai masing masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

$X_1 P(X_1)$

$X_2 P(X_2)$

$X_m P(X_m)$

$X_n P(X_n)$

3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis. $D = \text{maximum } [P(X_m) - P'(X_m)]$. Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang di gunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat di terima.

Tabel 2.8 Distribusi Frekuensi

N	α			
	0.20	0.10	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	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
N>50	$\frac{1.07}{N^{0.5}}$	$\frac{1.22}{N^{0.5}}$	$\frac{1.36}{N^{0.5}}$	$\frac{1.63}{N^{0.5}}$

(Sumber : Soewarno,1995)

Distribusi frekuensi yang akan dipakai dalam perhitungan selanjutnya (debit banjir rancangan) ditentukan berdasarkan hasil perhitungan uji kesesuaian distribusi (Uji Smirnov Kolmogorov dan Chi Kuadrat), dimana metode terpilih adalah yang mempunyai simpangan minimum.

Dengan mengacu pada hasil perhitungan sebagaimana disajikan pada laporan hidrologi berikut disajikan rekapitulasi curah hujan rencana yang terpilih berdasarkan simpangan terkecil, sehingga akan dipakai pada perhitungan selanjutnya

2.6 Analisis Intensitas Curah Hujan

Dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan adalah berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan (jumlah curah hujan dalam setahun), curah hujan bulanan (jumlah curah hujan dalam sebulan), curah hujan harian (jumlah curah hujan dalam 24 jam) di hitung dengan rumus.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^m \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

R 24 = Curah hujan harian (24 jam)

T = Waktu konsentrasi hujan (jam)

M = Sesuai dengan angka Van Breen diambil $m = 2/3$

2.6.1 Waktu Konsentrasi

Kirpich (1940) dalam Suripin (2004) mengembangkan rumus dalam memperkirakan waktu konsentrasi, dimana dalam hal ini durasi hujan diasumsikan sama dengan waktu konsentrasi. Rumus waktu konsentrasi tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S_o} \right)^{0.385} \dots \dots \dots (9)$$

dengan :

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

S_o = Kemiringan rata – rata saluran

L = Jarak ujung daerah hulu sampai titik yang ditinjau (km)

2.6.2 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut (Subarkah, 1980).

Tabel 2 9 Koefisien Aliran

Deskripsi lahan / karakteristik permukaan	Koefisien Aliran C
Business	
Perkotaan	0.70 - 0.95
Pinggiran	0.50 - 0.70
Perumahan	
Rumah Tunggal	0.30-0.50

Multiunit Terpisah	0.40-0.60
Multiunit Tergabung	0.60-0.75
Perkampungan	0.25-0.40
Apartement	0.50-0.70
Area Perumahan	
Ringan	0.50-0.80
Berat	0.60-0.90

(Sumber : Soewarno,2000)

2.7 Analisis Hss Nakayashu

Metode Nakayasu dikembangkan di Jepang oleh Dr. Nakayasu pada tahun 1940. Metode Nakayasu merupakan salah satu metode yang sering digunakan pada DAS-DAS di Indonesia. Berikut persamaan-persamaan dan dari HSS Nakayasu (Triatmodjo, 2008)

$$Qp = \frac{1}{3.6} \left(\frac{A Re}{0.3 x Tp + T0.3} \right) \dots\dots\dots(10)$$

$$Tp = tg + 0.8 x Tr \dots\dots\dots(11)$$

$$Tr = (0.5 \text{ sampai } 1) x Tg \dots\dots\dots(12)$$

$$Tg = 0.4 + 0.058 x L \dots\dots\dots(13)$$

$$T0.3 = \alpha x tg \dots\dots\dots(14)$$

dengan:

QP : debit puncak banjir (m³/s)

A : luas DAS (km²)

Re : curah hujan efektif (1 mm)

TP : waktu dari permulaan banjir hingga puncak banjir (jam)

T0,3 : waktu dari puncak banjir hingga 0,3 kali QP (jam)

tg : waktu konsentrasi (jam)

Tr : satuan waktu dari curah hujan (jam)

α : koefisien karakteristik DAS

L : panjang sungai utama (km)

Berikut merupakan persamaan-persamaan kurva hidrograf Metode Nakayasu, bentuk dari hidrograf Nakayasu ditunjukkan pada gambar dibawah (Triatmodjo, 2008).

1. Pada kurva naik ($0 < t < TP$)

$$Qa = Qp \times \left(\frac{t}{Tp}\right)^{2.4} \dots\dots\dots(15)$$

2. Pada kurva turun ($TP < t < TP + T0,3$)

$$Qd1 = Qp \times 0.3^{\left(\frac{t-tp}{T0,3}\right)} \dots\dots\dots(16)$$

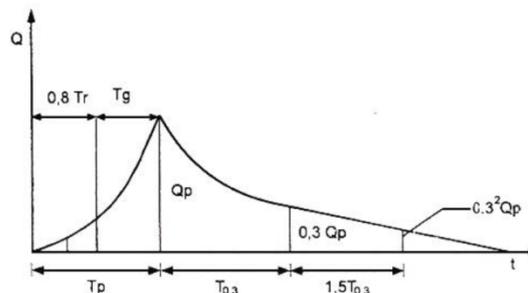
3. Pada kurva turun ($TP + T0,3 < t < TP + T0,3 + 1,5 T0,3$)

$$Qd2 = Qp \times 0.3^{\left(\frac{t-tp+0.5 \times T0,3}{1.5 \times T0,3}\right)} \dots\dots\dots(17)$$

4. Pada kurva turun ($t > TP + T0,3 + 1,5 T0,3$)

$$Qd3 = Qp \times 0.3^{\left(\frac{t-tp+1.5 \times T0,3}{2 \times T0,3}\right)} \dots\dots\dots(18)$$

Gambar 2.1 Kurva Hidrograf Nakayashu



(Sumber : Triatmojo :2008)

2.8 Perhitungan Debit Maksimum

2.8.1 Debit Maksimum Metode Rasional

$$W = 72 \times \left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} \dots\dots\dots(19)$$

$$T_c = \frac{L}{W} \dots\dots\dots(20)$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{T_c}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(21)$$

$$Q_t = \frac{(C \times I \times A)}{3.6} = 0.278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(22)$$

Dengan :

L = Jarak ujung daerah hulu sampai titik yang ditinjau
(km)

A = Luas DAS (km²)

H = Beda tinggi ujung hulu dengan titik yang ditinjau
(Km)

R₂₄ = R₂₄ Kala ulang yang ditinjau

2.8.2 Debit Maksimum Metode Weduwen

Metode Weduwen untuk merumuskan debit maksimum menggunakan rumus

$$Q_n = \alpha \times \beta \times q_n \times A \dots\dots\dots(23)$$

Menghitung nilai α

$$\alpha = 1 - \frac{4.1}{\beta \times q_n + 7} \dots\dots\dots(24)$$

Menghitung nilai β

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9}A}{120+A} \dots \dots \dots (25)$$

Menghitung nilai q_n

$$q_n = \frac{Rn}{240} \times \frac{67.65}{t+1.45} \dots \dots \dots (26)$$

Menghitung nilai t

$$t = 0.25 \times L \times Q^{-0.125} \times I^{-0.25} \dots \dots \dots (27)$$

Dimana :

Q_n = Debit rancangan (m^3/dt) dengan kala ulanh n tahun

R_n = Curah hujan rancangan (mm/hari) periode ulang n tahun

α = Koefisien limpasan air hujan

β = Koefisien pengurangan luas untuk curah hujan di daerah aliran sungai

q_n = Luasan curah hujan ($m^3/dt.Km^2$)

A = Luasan DAS

t = Lamanya hujan , jam

L = Panjang sungai (Km)

I = Kemiringan sungai

2.9 Perhitungan Saluran Drainase

Perhitungan untuk menentukan dimensi saluran dimulai dengan menghitung waktu konsentersasi

$$T_c = \left(\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.384} \dots \dots \dots (28)$$

$$I = \left(\frac{R24}{24}\right) \times \left(\frac{24}{A}\right)^{2/3} \dots\dots\dots(29)$$

$$\text{Debit Banjir Rencana} = 0.278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(30)$$

Dimana

C = Koefisen pengaliran

I = Intensitas Hujan Dengan Kala ulang tertentu

A = Catchment area pada lokasi saluran (km²)

L = Panjang Saluran

S = Kemiringan Saluran

2.9.1 Perhitungan dimensi saluran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(31)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(32)$$

$$A = B \times H \dots\dots\dots(33)$$

$$P = B + (2 \times H) \dots\dots\dots(34)$$

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(35)$$

Setelah di dapatkan debit rencana dan debit saluran

maka debit saluran harus lebih besar dari debit rencana

2.10 Muka air tanah

Di daerah Sidoarjo muka air tanah pada akuifer tidak terkekang berkisar antara 0,52–4,62 m bmt. Perubahan kedudukan muka air tanah pada akuifer tidak terkekang sangat dipengaruhi oleh musim dan besarnya curah hujan, karena daerah imbuhan nya di tempat itu juga. Hal ini ditunjukkan oleh naiknya muka air tanah sebagai akibat proses pengisian kembali pada musim hujan dan penurunan muka air

tanah secara gradual berlangsung pada musim kemarau. (Heni Rengganis & Harnadi, 2010)

Ketika musim kemarau muka air tanah = ± 0.52 m bmt

Ketika musim hujan muka air tanah = ± 4.62 m bmt

2.11 Sumur Resapan Dan Lubang Biopori

Sumur resapan berfungsi sebagai tempat menampung air hujan dan meresapkannya ke dalam tanah

Volume sumur resapan

$$V = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2\right) \times h \dots\dots\dots(35)$$

Jumlah Sumur resapan

$$n = \frac{Q \text{ Rancangan}}{\text{Volume Sumur}} \dots\dots\dots(36)$$

Lubang Resapan Biopori (LRB) Memaksimalkan air yang meresap ke dalam tanah agar tidak banyak menggenang pada permukaan tanah.

$$V = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2\right) \times h \dots\dots\dots(37)$$

- Jumlah Lubang Resapan Biopori yang diperlukan

$$n = \frac{I \times L}{V} \dots\dots\dots(38)$$

Jarak antar Lubang Resapan Biopori

$$\text{Jarak antar LRB} = \frac{L}{n} \dots\dots\dots(36)$$