

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu

Menurut (ubaidillah, 2015) meningkatnya jumlah penduduk dan industri mengakibatkan dampak pada siklus hidrologi dan juga mengurangi daerah resapan sehingga terjadi genangan. Dari permasalahan yang terjadi kondisi sistem drainase eksisting tidak mampu menerima debit yang ada sehingga penanganan seperti konservasi dengan cara menggunakan Bozem serta Sumur injeksi. Hasilnya diperoleh bahwa cakupan lahan eksisting dengan disertai bozem serta sumur injeksi bisa menerima debit air yang cukup.

Berdasarkan Jurnal Perencanaan Long Storage pada bendung Ciperu (Imawan,2015) pada bandung Ciperu sudah tidak dapat mencukupi kebutuhan air karena berkurangnya area tangkapan hujan atau Catchment area, maka perlu dibuatkan penampungan long storage, desain long storage bisa meningkatkan jumlah volume air untuk irigasi.

Banjir merupakan bencana alam yang rutin dating setiap musim penghujan Upaya untuk mengurangi adalah dengan memanfaatkan saluran sungai sebagai tampungan dan dilengkapi juga bangunan bendung pada hilir sungai.

Long storage yang direncanakan di hulu Sungai Lusi terletak di desa Jetis, Kabupaten Blora. Tujuannya long storage Jetis yaitu untuk salah satu bagian dari pengendalian banjir serta tampungan untuk daerah sekitar Jetis. Dari hasil penelitian data hujan di stasiun Blora, Jiken, Jepon, Bogorejo, dan Tempuran diperoleh debit banjir rencana kala ulang 25 tahunan $Q_{25} = 242,059 \text{ m}^3/\text{det}$ yang

digunakan untuk menganalisis kapasitas sungai serta stabilitas bendung, sedangkan untuk memperoleh debit yang digunakan untuk menghitung long storage yaitu debit berdasarkan rumus F.J Mock dengan besar daya tampung long storage yaitu 42 liter/det. (Eka Cahyaningsih. 2016)

Menurut (Syupri Riyanto,2011) drainase diartikan sebagai rangkaian bangunan air yang berguna mengurangi kelebihan air di dalam wilayah. Genangan banjir tahunan umumnya terjadi dalam waktu 3 – 5 hari dimana tinggi genangan sekitar antara 0,5 m sampai 1,0 m yang menggenangi sebagian besar daerah pemukiman. permasalahan banjir di Kota Sangatta hampir terjadi pada musim hujan (bahkan lebih dari satu kali dalam setahun) dikarenakan Kota Sangatta adalah dataran rendah yang juga dipengaruhi pasang dan surut air laut, sementara itu alur drainase alami Kota Sangatta terganggu oleh adanya beberapa fasilitas.

Dalam studi evaluasi ini, Metode perhitungan yang dipergunakan dalam menghitung curah hujan adalah Log Pearson Type III. Dengan membandingkan perhitungan lain nilai C_s yang didapatkan adalah -1.27 sehingga berdasarkan syarat pemilihan distribusi memenuhi syarat.

Debit Banjir Rancangan Metode Rasional: Metode ini akan membuahkan hasil yang memadai serta biasanya dipakai pada daerah perkotaan dengan luas maksimum perbagian yang dihitung 12 Km² (1200 ha). Dengan memakai Rumus Manning untuk menentukan perencanaan dimensi saluran drainase diketahui tiap ruas $Q: AxV= m^3/dt$. Setelah dilakukan evaluasi studi lapangan dan analisa debit rencana.

Kawasan Industri Deli Serdang dengan luas 310 Ha yang mempunyai 110 kapling. Awalnya wilayah ini merupakan rawa yang sudah di kelola oleh penduduk guna dijadikan sawah. Karena ada perubahan untuk guna lahan yang maka perlu di kaji untuk melihat debit banjir yang terjadi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Rasional. Dalam hasil penelitian curah hujan yang digunakan untuk menghitung intensitas hujan adalah nilai curah hujan Distribusi Log Person III kala ulang 5 tahun. Waktu konsentrasi diperoleh dari persamaan Kirpich . Untuk Intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe, dan untuk mencari debit digunakan metode Rasional. Dari hasil perhitungan saluran jaringan drainase yang akan dibuat sebanyak sebelas bentuk, yaitu semua sama trapesium. Jenis pada saluran tersebut ada 1 bentuk saluran tersier, 4 berbentuk saluran sekunder, dan 6 berbentuk saluran primer yang akan direncanakan. Pada Kawasan Industri Deli Serdang (KIDS) ini juga merencanakan sumur resapan, terdapat 110 sumur resapan untuk bias mengurangi debit banjir agar diharapkan air dari permukaan dapat masuk kedalam sistem air dalam tanah. (Yusuf, 2015)

(Supriyani, 2010) dalam Penelitiannya mempunyai tujuan untuk mengetahui kondisi sistem drainase dan mengevaluasi kapasitas drainase, dan metode drainase berwawasan lingkungan. Data yang digunakan: curah hujan, jumlah penduduk, dimensi saluran eksisting, tata guna lahan, genangan, serta peta lokasi. Hasil perhitungan dan analisis, rasio kawasan resapan = 0,36 sehingga Sub Sistem Drainase Magersari termasuk kategori tidak berwawasan lingkungan. Kapasitas saluran, $Q_s < Q_{2\text{tahun}}$, sehingga sebagian besar drainase tidak bias menampung debit rencana hujan 2 tahun. Berdasarkan pada keterbatasan lahan

serta asas kelestarian lingkungan, untuk mengurangi genangan yang terjadi dipilihlah metode sumur injeksi berdiameter 1 meter dan tinggi 3 meter,serta kolam penampungan berdimensi 100 x 100 x 3meterkubik dengan waktu pengisian 8,79 jam di daerah pengaliran Afvour Sinoman I.

Kebutuhan air untuk irigasi dan baku di Kabupaten Klaten meningkat dengan cepatnya perkembangan penduduk. Kebutuhan air di Kabupaten Klaten selama ini didapat dari air sumur. Maka dari itu Pemerintah berupaya merencanakan sumber air baku baru dengan cara membuat Long Storage Kemalang. Perencanaan dari long storage Kemalang mempunyai tujuan untuk memenuhi kebutuhan air di 3 kecamatan Karangnongko, Manisrenggo dan Kebonarum dan juga mengairi air irigasi dengan luas 322 ha. Berdasarkan hasil perhitungan debit dengan metode F.J Mock didapat debit sebesar 125 lt/det. Untuk desain bentuk long storage dipakai data hidrologi debit banjir dengan Metode HSS Gamma I, dan debit banjir rencana kala ulang 50 tahun sebesar 43,432 m³/dt. Sedangkan untuk tampungan Long Storage Kemalang sebesar 27.235,10 m³. Long storage ini digunakan untuk menyediakan kebutuhan air baku sebesar 0,138 m³/dt dan mampu mengairi daerah irigasi dengan luas 23 lt/dt/ha. Dam Long Storage ini didisain setinggi 14,5 m, dengan elevasi dasar dam +348,00 m, sedangkan elevasi puncak dam +362,5,00 m, tinggi jagaan 1,5 m, lebar puncak dam 6 m, untuk kemiringan hulu 1:3, untuk kemiringan hilir 1:2,25.(Susanto, 2016)

Kawasan Sungai serok di kecamatan Pontianak Barat adalah kawasan yang sedang berkembang, elevasi tanah yang rendah dan juga pasang surut air laut

dipertengahan anak sungai nipah kuning dalam, kerap menjadi zona rawan banjir ketika hujan. Maka dari itu perlu dilakukan kajian konsep agar masalah tersebut dapat diatasi. Diperoleh dari data curah hujan 10 tahun terakhir, didapatkan curah hujan yang mendapatkan hitungan dengan metode normal. Kemudian dilakukan perhitungan debit lapangan yang hasilnya berguna untuk perhitungan penampang saluran dengan metode manning. Setelah hasil debit didapatkan, dapat dihitung volume rencana dan hasilnya digunakan sebagai acuan pembesaran kapasitas volume saluran. (Indra, 2010)

(Rasyid, 2017) dalam penelitiannya pada Kecamatan Patukangan–Pegulon adalah wilayah industri dan juga perumahan yang berada di Kota Kendal. banjir menyebabkan potensi ekonomi serta lingkungan tidak bisa berkembang. drainase yang tepat adalah salah satu cara untuk mengatasi permasalahan banjir di wilayah tersebut. Perhitungan debit banjir di Sungai Kendal menggunakan metode HSS Nakayasu dengan kala ulang 20 tahun dan didapat debit banjir dengan 68,19 m³ /det. Perhitungan pengaruh backwater dari Laut Jawa dengan cara metode tahapan langsung. Pengaruh backwater hanya sampai di jarak 5543,88 meter dari muara sungai. Jarak antara outlet saluran dari muara sungai adalah 6096 meter, sehingga outlet tidak dipengaruhi backwater. Debit banjir rencana pada saluran didapatkan dengan rumus Mononobe dengan kala ulang 5 tahun dan didapatkan debit banjir rencana sebesar 4,8 m³ /dt. Berdasarkan debit banjir rencana ini, dimensi saluran drainase yang direncanakan adalah : 1,0 x 1,0 m ; 0,9 x 0,7 m ; 0,7 x 0,7 m ; 0,8 x 0,7 m ; 1,6 x 1,5 m ; 1,0 x 0,7 m ; dan 1,3 x 1,0 m.

Dalam penelitiannya (afidah, 2017) PT Indo Permata Usahatama akan melakukan pengembangan wilayah pada KIC. Pengembangan daerah KIC menyebabkan dampak negatif, yaitu bertambahnya debit banjir. Analisis debit dilakukan dengan dua metode, yaitu metode Rasional dan HSS Gama 1. Penanganan banjir tersebut dengan cara direncanakan dengan membangun beberapa long storage pada sub DAS Kreo yang mendapatkan dampak pengembangan, yaitu pada sub DAS 1, 2, dan 6. Untuk keperluan penelitian ini, perencanaan dilakukan pada long storage 1c, meliputi mercu dan pintu air. Dari perencanaan long storage ini diharapkan bisa menangani dampak banjir yang bisa saja terjadi dari pengembangan kawasan industri daerah Sungai Kreo. Dari perhitungan hidrologi didapatkan debit banjir rencana dengan periode 50 tahun sebesar 29,66 m³/s. dengan Volume long storage yang direncanakan agar bias mengurangi debit sesudah dan sebelum pengembangan. Dari hasil perhitungan didapatkan volume tampungan long storage sebesar 5418 m³, elevasi dasar +77, elevasi mercu +80, tinggi mercu 3 meter

2.2 Banjir

Menurut (Hasmar,2002) Banjir merupakan suatu genangan yang ditimbulkan pada suatu areal atau kawasan yang dimana kapasitas saluran tidak dapat menerima atau menampung debit air pada saat curah hujan yang sangat tinggi.

Secara keseluruhan banjir disebabkan oleh beberapa hal yaitu sebab – sebab alami dan sebab – sebab perlakuan manusia. Sebab alami yaitu dari hujan, pengaruh fisik atau bentuk saluran, penumpukan sedimentasi pada saluran, kapasitas saluran yang kecil dan juga di sebabkan oleh afvoer atau sungai pembuangnya yang di pengaruhi oleh pasang air laut yang menyebabkan aliran kembali (*back water*)

2.3 Sistem Drainase

Drainase adalah kata bahasa inggris yaitu *drainage* yang berarti mengalirkan atau membuang air. Dengan prinsip sebagai tempat pembuangan pada waktu hujan, air yang mengalir di atas permukaan agar secepatnya dibuang supaya tidak menimbulkan banjir yang bisa mengganggu aktivitas bahkan menimbulkan kerugian . (R. J. Kordoatie, 2005).

Standar dan juga sistem drainase kota sistem jaringan drainase terdiri dari empat, yaitu (Hasmar, 2002) :

1. Sistem drainase utama adalah sistem drainase perkotaan yang digunakan kepentingan besar warga masyarakat kota.
2. Sistem drainase lokal adalah sistem drainase perkotaan yang digunakan

kepentingan sebagian warga masyarakat kota.

3. Sistem drainase terpisah adalah sistem drainase yang mempunyai saluran pembuangan terpisah untuk air hujan atau air limpasan.

4. Sistem gabungan adalah sistem drainase yang mempunyai saluran pembuangan yang sama, baik untuk air hujan atau air limpasan yang sudah diolah.

2.4 Long Storage

Long storage bisa disebut juga sebagai kolam detensi yang berbentuk memanjang yang berfungsi sebagai tampungan sementara air hujan pada suatu kawasan, dengan adanya direncanakannya long storage, waktu debit puncak banjir bisa diperlambat sehingga dapat mengurangi debit banjir secara sementara waktu. (Eka Cahyaningsih,2016)

2.5 Bozem

Bozem bisa disebut juga kolam penampungan sementara seperti long storage tapi lebih cenderung lebih seperti waduk buatan yang berguna sebagai penyimpanan sementara air hujan sehingga puncak debit banjir bias dikurangi dan dapat dibuang kembali di saat air dalam keadaan surut atau saat debit pada sungai pembuang tidak besar atau pada saat hujan reda.(Buku Hidrologi Teknik)

Untuk dapat menentukan kapasitas tampungan bozem yang dapat mengatasi debit banjir maksimum, maka perlu menganalisa tampungan yang terjadi setiap jam dengan menggunakan metode penelusuran banjir melalui

tampungan, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Soemarto,1987:188) :

$$\frac{I_1+I_2}{2} \Delta t + \left(S_1 - \frac{Q_1}{2} \Delta t\right) = \left(S_2 + \frac{Q_2}{2} \Delta t\right) \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

S_1, S_2 = volume tampungan (storage) pada bozem (m^3)

I_1, I_2 = debit yang masuk (inflow) ke bozem (m^3/dt)

Q_1, Q_2 = debit yang keluar (outflow) dari pintu bozem (m^3/dt)

Δt = periode penelusuran, 1 jam (detik)

2.6 Analisa Perencanaan Hidrologi

Untuk analisa perencanaan hidrologi di butuhkan curah hujan rerata harian yang maksimum untuk periode minimum selama 10 tahun terakhir yang berurutan, dari berbagai stasiun hujan di daerah pengaliran saluran tersebut. Untuk menghitung tinggi curah hujan rerata harian tersebut dapat digunakan dengan cara aritmatik , cara Thiesen atau cara isohyet. Dalam kasus ini penulis menggunakan cara Thiesen.

2.6.1 Metode Aritmatik

Metode aritmatik digunakan apabila daerah penelitian konturnya datar dan stasiun hujan tersebar rata di dalam atau diluar kawasan penelitian.

Metode aritmatik dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R = \frac{\sum(R_1+R_2+\dots\dots R_n)}{n} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

R = tinggi hujan rata – rata harian di suatu daerah pengaliran saluran (mm/hari),

R_1, R_2, \dots, R_n = tinggi hujan harian di masing – masing stasiun
 pengamatan hujan (mm/hari),
 n = jumlah total stasiun hujan tahunan.

2.6.2 Metode Polygon Thiessen

Metode ini pada setiap stasiun penakar hujan mempunyai daerah atau wilayah pengaruh jika yang dibentuk dengan menggambarkan garis – garis sumbu tegak lurus pada garis penghubung antara dua stasiun hujan penakar, dengan rumus yaitu :

$$d = \sum_{n=1}^n \left(\frac{A_i \cdot d_i}{A} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

- A = luas area / chatchment
- d = tinggi curah hujan rerata area
- $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan di stasiun 1,2,3,.....n
- $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas daerah pengaruh stasiun 1,2,3,.....n
- $A_1 \cdot d_1, A_2 \cdot d_2, \dots, A_n \cdot d_n$ = luas daerah pengaruh x tinggi curah hujan
- n = banyaknya stasiun pengamatan hujan

2.6.3 Metode Isohyet

Untuk metode ini harus digambar terlebih dahulu kontur dengan tinggi hujan yang sama (isohyet), kemudian luas area bagian di antara isohyet yang saling dekat di ukur serta dihitung harga rata-rata timbang dari nilai tinggi kontur dengan rumus sebagai berikut:

$$d = \frac{\sum_1^{n-1} \frac{d_{i-1} + d_i}{2} A_i}{A} \dots\dots\dots (4)$$

Dengan :

- A = luas areal / chatchment
- d = tinggi curah hujan rata – rata areal
- $d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan di isohyet 0,1,2,3,.....n
- $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas bagian areal yang dibatasi isohyet-isohyet yang bersangkutan.
- A = $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$

2.6.4 Analisa Frekuensi Curah Hujan

2.6.4.1 Analisis Frekuensi metode persamaan Gumbel

$$X_t = X + k S_x \dots\dots\dots (5)$$

Dengan :

- X_t = x yang terjadi dalam kala ulang t tahun,
- X = rata – rata dari seri data X_i
- X_i = seri data maksimum tiap tahun
- S_x = simpangan baku
- n = jumlah data

atau

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - x)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (6)$$

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{n-i} \dots\dots\dots (7)$$

$$Y_t = -\ln\left(-\ln\left(\frac{t-1}{t}\right)\right) \dots\dots\dots(8)$$

Dengan :

k = konstanta dari tabel 2.2

Yn dan Sn = besaran fungsi dari jumlah pengamatan (n)

Yt = reduksi sebagai fungsi dari probabilitas; besaran Yt, k;

Sn; Yn, (lihat table 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 ,2.5)

t = jumlah tahun periode ulang

Tabel 2.1 Harga Yt Sebagai Fungsi T

T	Yt	T	Yt
1.01	-1.53		
1.58	0.00	20.00	2.97
2.00	0.37	50.00	3.90
5.00	1.50	100.00	4.60
10.00	2.25	200.00	5.30

Sumber : "Standart SK SNI m-18-1989-F,metode perhitungan debit banjir"

Tabel 2.2 Faktor Frekuensi untuk nilai Ekstrem (k)

n	KALA ULANG						
	10	20	25	50	75	100	1000
15	1.703	2.41	2.632	3.321	3.712	4.005	6.265
20	1.625	2.302	2.517	3.179	3.563	3.836	6.006
25	1.575	2.235	2.444	3.088	3.463	3.729	5.843
30	1.541	2.188	2.393	3.026	3.393	3.653	5.727
40	1.495	2.126	2.326	2.943	3.301	3.554	5.767
50	1.466	2.086	2.283	2.889	3.241	3.491	5.478
60	1.466	2.059	2.253	2.852	3.2	3.446	
70	1.43	2.038	2.23	2.824	3.169	3.413	5.359
75	1.423	2.029	2.22	2.812	3.155	3.4	
100	1.401	1.998	2.187	2.77	3.109	3.349	5.261

Sumber : "Standart SK SNI m-18-1989-F,metode perhitungan debit banjir"

Tabel 2.3 Rata – Rata Tereduksi Yn

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	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 : "Standart SK SNI m-18-1989-F,metode perhitungan debit banjir"

Tabel 2.4 Simpangan Baku Tereduksi (Sn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	10,095	10,206	10,316	10,411	10,493	10,565
20	10,628	10,696	10,754	10,811	10,864	10,915	10,961	11,004	11,047	11,080
30	11,124	11,159	11,193	11,226	11,255	11,285	11,313	11,339	11,363	11,388
40	11,413	11,436	11,458	11,480	11,499	11,519	11,538	11,557	11,574	11,590
50	11,607	11,623	11,638	11,658	11,667	11,681	11,696	11,708	11,721	11,734
60	11,747	11,759	11,770	11,782	11,793	11,803	11,814	11,824	11,834	11,844
70	11,854	11,863	11,873	11,881	11,890	11,898	11,906	11,915	11,923	11,930
80	11,938	11,945	11,953	11,959	11,967	11,973	11,980	11,987	11,994	12,001
90	12,007	12,013	12,020	12,026	12,032	12,038	12,044	12,049	12,055	12,060
100	12,065	12,069	12,073	12,077	12,081	12,084	12,087	12,090	12,093	12,096

Sumber : "Standart SK SNI m-18-1989-F,metode perhitungan debit banjir"

Tabel 2.5 Hubungan antara kala ulang dengan faktor reduksi (Yt)

Kala Ulang (Th)	Faktor Reduksi
2	0.3665
5	1.4999
10	2.2502
25	3.1985
50	3.9019
100	4.6001

Sumber : "Standart SK SNI m-18-1989-F, metode perhitungan debit banjir"

2.6.4.2 Analisis metode Log Pearson type III

Parameter yang diperlukan untuk distribusi log pearson II adalah :

- Harga rerata,
 - Standart deviasi,
 - Koefisien kepengengan.
- a. Ubah data curah hujan maksimum $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$

- b. Hitung harga rata – ratanya dengan rumus sebagai berikut :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots(9)$$

- c. Hitung harga standart deviasinya dengan rumus sebagai berikut :

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(10)$$

- d. Hitung koefisien kepengengannya (skew Coefficient) dengan rumus berikut :

$$Cs = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} \dots\dots\dots(11)$$

- e. Hitung logaritma curah hujan dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus berikut :

$$\log Q = \overline{\log X} + G.S_1 \dots\dots\dots(12)$$

Untuk harga G di ambil dari tabel 2.6 untuk harga positif dan tabel 2.7 untuk harga negatif, jadi dengan harga Cs yang di hitung dan waktu balik yang dikehendaki G dapat diketahui.

- f. Mencari antilog dari Log q untuk memperoleh debit banjir dengan waktu balik yang diperlukan.

Tabel 2.6 Faktor K untuk Sebaran logaritma pearson III (Cs > 0)

Cs	Kala Ulang										
	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	30	100	200
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.690	-0.668	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.812	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.454
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.745	3.330	3.910
1.4	-1.318	-1.163	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-1.383	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.880	-1.455	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.616	2.949
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.176	-1.586	-1.248	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

Sumber : Hidrologi Teknik Ir. CD. Soemarto

2.6.5 Uji kesesuaian Distribusi

2.6.5.1 Uji secara vertical dengan Chi Square

Uji Chi Square dipergunakan untuk menguji data hujan simpangan secara vertikal apakah distribusi frekuensi dari hasil pengamatan dapat diterima.

Persamaannya adalah :

$$(x^2)_{hit} = \frac{\sum_{i=1}^k (EF - OF)^2}{EF} \dots\dots\dots(13)$$

$$EF = n/K$$

Jumlah kelas distribusi yang ada dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$K = 1 + 3.22 \text{ Log } n \dots\dots\dots(14)$$

Dimana :

OF = nilai yang di amati

EF = nilai yang diharapkan

K = Jumlah kelas distribusi

N = banyaknya data

Agar distribusi dapat diterima, maka harga $X^2 < X^2_{cr}$ harga X^2_{cr} dapat diperoleh dengan menentukan taraf signifikansi α dengan derajat kebebasannya.

Tabel 2.7 Tabel Distribusi χ^2

Tabel Distribusi χ^2

α	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
db 1	2.70554	3.84146	5.02390	6.63489	7.87940
2	4.60518	5.99148	7.37778	9.21035	10.59653
3	6.25139	7.81472	9.34840	11.34488	12.83807
4	7.77943	9.48773	11.14326	13.27670	14.86017
5	9.23635	11.07048	12.83249	15.08632	16.74965
6	10.64464	12.59158	14.44935	16.81187	18.54751
7	12.01703	14.06713	16.01277	18.47532	20.27774
8	13.36156	15.50731	17.53454	20.09018	21.95486
9	14.68366	16.91896	19.02278	21.66605	23.58927
10	15.98717	18.30703	20.48320	23.20929	25.18805
11	17.27501	19.67515	21.92002	24.72502	26.75686
12	18.54934	21.02606	23.33666	26.21696	28.29986
13	19.81193	22.36203	24.73558	27.68818	29.81932
14	21.06414	23.68478	26.11893	29.14116	31.31943
15	22.30712	24.99580	27.48836	30.57795	32.80149
16	23.54182	26.29622	28.84532	31.99986	34.26705
17	24.76903	27.58710	30.19098	33.40872	35.71838
18	25.98942	28.86932	31.52641	34.80524	37.15639
19	27.20356	30.14351	32.85234	36.19077	38.58212
20	28.41197	31.41042	34.16958	37.56627	39.99686
21	29.61509	32.67056	35.47886	38.93223	41.40094
22	30.81329	33.92446	36.78068	40.28945	42.79566
23	32.00689	35.17246	38.07561	41.63833	44.18139
24	33.19624	36.41503	39.36406	42.97978	45.55836
25	34.38158	37.65249	40.64650	44.31401	46.92797
26	35.56316	38.88513	41.92314	45.64164	48.28978
27	36.74123	40.11327	43.19452	46.96284	49.64504
28	37.91591	41.33715	44.46079	48.27817	50.99356
29	39.08748	42.55695	45.72228	49.58783	52.33550
30	40.25602	43.77295	46.97922	50.89218	53.67187

2.6.5.2 Uji secara horizontal dengan Smirnov Kolmogorof

Uji smirnov kolmogorof digunakan untuk menguji data simpangan horizontal yaitu selisih atau simpangan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris (Δ maks) dimana dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta \text{ maks} = [Sn - Px] \dots\dots\dots(15)$$

Dimana :

Δ maks = selisih data probabilitas teoritis dan empiris

S_n = Peluang teoritis

P_x = Peluang empiris

Kemudian di bandingkan antara Δ maks dan Δ cr. Apabila Δ maks < Δ cr, maka pemilihan frekuensi tersebut bisa diterapkan untuk data yang ada. Berikut adalah cara perhitungannya :

- Data curah hujan di urutkan dari kecil ke besar
- Menghilangkan $S_n(x)$ dengan rumus weibull sebagai berikut :

$$S_n = m / (n-1) * 100\% \dots\dots\dots(16)$$

- Menghitung probabilitas terjadi (Pr)

Dimana :

P = Probabilitas (%)

M = nomor urut data dari seri yang telah diurutkan

N = banyaknya data

Tabel 2.8. Nilai Kritis D untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	α			
	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	0.3	0.34	0.4
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	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24

2.6.6 Penentuan Distribusi Frekuensi

Untuk perhitungan data curah hujan dengan distribusi di atas maka perlu pendekatan parameter statistik untuk menentukan distribusi mana yang cocok untuk digunakan, parameter meliputi yaitu :

- Rerata (X) $= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Xi$
- Simpangan Baku $= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi-x)^2}{n-1}}$
- Koefisien variasi $= \frac{s}{x}$
- Koefisien skewness Cs $= \frac{n \sum_{i=1}^n (xi-x)^3}{(n-1)(n-2).S^3}$
- Koefisien ketajaman Ck $= \frac{n^2 \sum (xi-x)^4}{(n-1)(n-2)(n-3).S^4}$

Tabel 2.9 karakteristik distribusi frekuensi

Jenis distribusi frekuensi	Syarat distribusi
Distribusi Normal	Cs=0 dan Ck=3
Distribusi Gumbel	Cs= 1.139 dan Ck =5.402
Distribusi Log- Person III	Cs ≠ 0

Sumber : Soewarno,(1995)

2.6.7 Analisa Debit Rencana Banjir

Distribusi curah hujan yang sangat penting untuk Rencana dan rancangan saluran, distribusi curah hujan berbeda beda sesuai dengan waktu yang ditinjau. Debit rencana banjir bisa dihitung dengan cara metode rasional, untuk metode rasional persamaannya adalah :

$$Q_p = 0.00278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots \dots \dots (17)$$

Dengan :

Q_p = Debit puncak banjir (m^3 / dt)

C = koefisien aliran (tabel 2.10)

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran

Tabel 2.10 koefisien aliran (C)

Deskripsi lahan	Koefisien aliran
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
Apartemen	0.50-0.70
Industri	
Ringan	0.50-0.80
Berat	0.60-0.90
Perkerasan	
Aspal dan Beton	0.70-0.95
Batu bata, 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, perkuburan	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 : McGuen,1989 dalam Suripin,2004)

Waktu konsentrasi (t_c) persamaannya yaitu menurut kirpich (1940) adalah sebagai berikut :

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S_o} \right)^{0.385} \dots\dots\dots(17)$$

Dengan :

T_c = waktu konsentrasi

L = panjang saluran dari titik yang terjauh sampai dengan titik yang ditinjau

S_o = Kemiringan dasar saluran / rata-rata saluran

Untuk menghitung intensitas hujan dapat menggunakan rumus Mononobe dalam satuan mm/jam yaitu :

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(19)$$

Dengan :

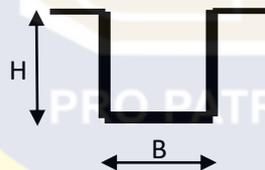
I = Intensitas hujan dalam mm/jam

R24 = curah hujan maksimum untuk kala ulang t tahun

Tc = waktu konsentrasi.

2.7 Analisa Perencanaan Hidrolika

Untuk perencanaan hidrolika ditentukan bentuk dari saluran drainase pada umumnya yaitu trapesium, segiempat, lingkaran dan segitiga. Untuk bentuk dan rumusnya profil yang berbentuk segiempat adalah yaitu :



Gambar 2.1 profil berbentuk segiempat

1. Luas penampang profil adalah :

$$A = B \times H \dots\dots\dots(20)$$

Dengan :

A = Luas penampang basah (m²)

B = lebar dasar saluran (m)

H = tinggi air didalam saluran (m)

T = B

m = 0 (nol) dan

t = 0 (nol)

2. kecepatan saluran rata – rata dapat dihitung menggunakan rumus manning yang di usulkan oleh Robert Manning dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{i}{n} R^{2/3}$$

Dengan koefisien tersebut maka rumus aliran kecepatan menjadi yaitu:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots(21)$$

Rumus ini dikenal juga dengan rumus manning

Dengan :

n = koefisien manning (dilihat dalam tabel 2.11)

R = jari – jari hidrolis (m)

A = profil basah saluran (m²)

P = keliling basah (m)

I = Kemiringan dasar saluran

Tabel 2.11 Harga koefisien manning (n)

Bahan Dasar	Koefisien Manning
Besi tuang dilapis	0.014
Kaca	0.010
Saluran beton	0.013
Bata dilapis mortar	0.015
Pasangan batu disemen	0.025
Saluran tanah air bersih	0.022
Saluran tanah	0.030

Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0.040
Saluran pada galian batu padas	0.040

Sumber: B Triatmodjo, 1993

Untuk mencari debit pada saluran yang direncanakan dapat menggunakan rumus :

$$Q = V.A \dots \dots \dots (22)$$

Dengan :

Q = debit aliran pada saluran (m^3 / dt)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

A = Luas penampang basah saluran (m^2)

