

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase Perkotaan

2.1.1 Definisi Drainase Perkotaan

Drainase yaitu suatu cara pembuangan air yang berlebihan yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut (Suhardjono, 1948). Drainase merupakan salah satu fasilitas yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan masyarakat dan menjadikannya salah satu poin penting dalam perencanaan kota (Afrina, 2018).

Drainase perkotaan adalah salah satu sistem yang berfungsi untuk mengalirkan lahan ke berbagai wilayah dan mengeringkan lahan yang terdiri dari beberapa sistem saluran yang berada di dalam kota (Nurhamidin, 2015). Drainase perkotaan memiliki bangunan yang diantaranya saluran induk, saluran pengumpul, saluran pembawa dan saluran penerima dan ditopang oleh berbagai bangunan pendukung (Jamal, 2020)

2.1.2 Tujuan Drainase Perkotaan

Tujuan perencanaan drainase perkotaan antara lain (Suripin, 2004) :

- a. Mengatur, menampung, meresapkan ke tanah dan mengalirkan air ke berbagai wilayah permukiman agar menghindari banjir atau genangan.
- b. Menentukan pola dan sistem drainase yang sesuai dengan permasalahan di wilayah tersebut.
- c. Melakukan perhitungan untuk menentukan dimensi saluran yang dibutuhkan apabila diperlukan untuk mencegah terjadinya banjir.

2.1.3 Jenis-Jenis Drainase Perkotaan

Jenis-jenis drainase dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok, antara lain:

- a. Berdasarkan sejarah terbentuknya:
 1. Drainase alamiah
 2. Drainase buatan
- b. Berdasarkan letak bangunan:
 1. Drainase permukaan tanah
 2. Drainase bawah permukaan tanah

- c. Berdasarkan fungsi layanan:
 1. Sistem drainase lokal
 2. Sistem drainase utama
 3. Pengendalian banjir
- d. Berdasarkan fisiknya:
 1. Sistem drainase primer
 2. Sistem drainase sekunder
 3. Sistem drainase tersier

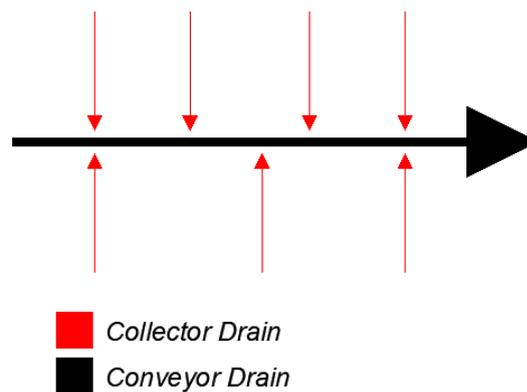
Faktor yang berpengaruh dalam sistem Drainase Perkotaan antara lain:

- a. Intensitas hujan
- b. Daerah tangkapan air (*Catchment Area*)
- c. Faktor medan dan lingkungan
- d. Pertumbuhan daerah perkotaan

Beberapa model untuk tata letak jalur saluran yang dapat digunakan dalam perencanaan drainase sebagai berikut:

- a. Pola Siku

Didesain dengan *conveyor drain* berada pada posisi paling rendah, sedangkan *collector drain* sejajar lurus terhadap *conveyor drain*. Pola dapat dilihat pada Gambar 2.1

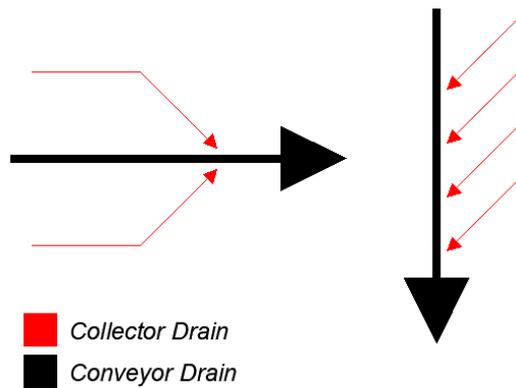


Sumber: (Nazarudin, 2019)

Gambar 2 1 Pola Jaringan Drainase Siku

- b. Pola Paralel

Didesain dengan *collector drain* sejajar satu dengan yang lainnya dan debit air yang ditampung lebih kecil dan mengalir menuju *conveyor drain*. Pola dapat dilihat pada Gambar 2.2.

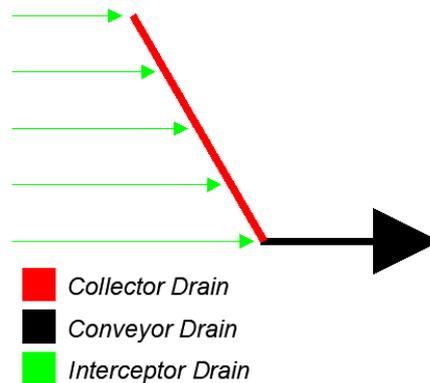


Sumber: (Nazarudin, 2019)

Gambar 2 2 Pola Jaringan Drainase Paralel

c. Pola *Grid Iron*

Didesain dengan *collector drain* yang menampung beberapa *interceptor drain* yang sejajar lurus, yang kemudian mengalir menuju *conveyor drain*. Pola dapat dilihat pada Gambar 2.3

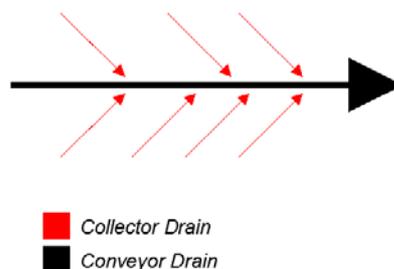


Sumber: (Nazarudin, 2019)

Gambar 2 3 Pola Jaringan Drainase *Grid Iron*

d. Pola Alamiah

Didesain dimana posisi *conveyor drain* ada di bagian terendah dari suatu wilayah yang efektif berfungsi sebagai pengumpul dari *collector drain*. Pola dapat dilihat pada Gambar 2.4

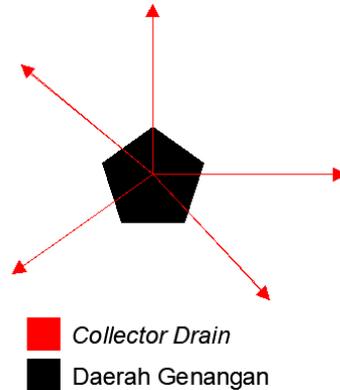


Sumber: (Nazarudin, 2019)

Gambar 2 4 Pola Jaringan Drainase Alamiah

e. Pola Radial

Didesain dengan daerah genangan yang menyebar beberapa *collector drain* dan menyebar ke segala arah. Pola dapat dilihat pada Gambar 2.5.

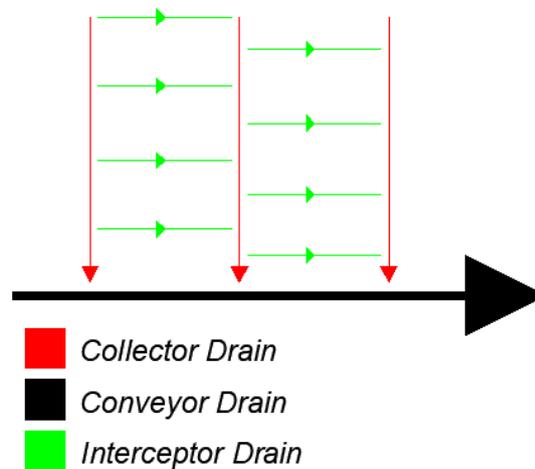


Sumber: (Nazarudin, 2019)

Gambar 2 5 Pola Jaringan Drainase Radial

f. Pola Jaring-Jaring

Didesain dengan beberapa *interceptor drain* yang ditampung ke dalam saluran *collector drain* dan selanjutnya dialirkan menuju *conveyor drain*. Pola dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Sumber: (Nazarudin, 2019)

Gambar 2 6 Pola Jaringan Drainase Jaring - Jaring

2.2 Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air yang mempelajari keterkaitan dengan waktu terjadinya, penyebarannya, dan pengaruhnya terhadap makhluk hidup serta mengetahui karakteristik air yang berupa kualitas air, distribusi, sifat fisik dan sifat kimia dari air tersebut.

Analisa hidrologi merupakan suatu analisis yang berfungsi untuk mengendalikan potensi air agar dapat terdistribusi dengan memerhatikan siklus hidrologi, kualitas data, dan rekaman data (Triatmodjo, Hidrologi Terapan, 2010). Dalam melakukan analisa hidrologi sering dihadapkan pada kejadian ekstrim seperti banjir dan kekeringan. Banjir mempengaruhi bangunan-bangunan air seperti bendung, tanggul, jembatan, dsb. Bangunan-bangunan tersebut harus direncanakan untuk dapat melewati debit banjir maksimum yang mungkin terjadi

2.2.1 Analisa Distribusi Curah Hujan

Distribusi Curah Hujan dibutuhkan untuk perencanaan drainase yang jangka waktunya disesuaikan berdasarkan sifat-sifatnya antara lain curah hujan tahunan, curah hujan bulanan, curah hujan harian, jam-jam an dan menitan. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk perencanaan prospek di masa yang akan datang saat perencanaan dan perancangan terjadi (Ponce, 1989). Analisa distribusi untuk curah hujan secara umum dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis distribusi probabilitas kontinu antara lain:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal 2 Parameter
3. Distribusi Log Normal 3 Parameter
4. Distribusi Gumbel Tipe I
5. Distribusi Log Pearson III

2.3.1.1 Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal ini biasanya disebut juga distribusi Gauss. Langkah-langkah perhitungan analisa frekuensi curah hujan dengan Metode Normal adalah sebagai berikut:

$$C_k = 3.C_v^2 \qquad C_s = 0$$

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_n.S_x \dots\dots\dots(2.1)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

\bar{X} = Nilai curah hujan rata-rata selama n tahun pengamatan

X_{tr} = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu.

S_x = Deviasi standar nilai variat.

kn = Faktor frekuensi.

n = Jumlah tahun pengamatan

Untuk nilai probabilitas kumulatif yang dihitung, nilai t_p diperoleh dari Tabel 2.1

Tabel 2 1 Nilai Variasi Reduksi Gauss

Periode Ulang T (Tahun)	Peluang	k	Periode Ulang T (Tahun)	Peluang	K
1,001	0,999	-3,05	3,33	0,3	0,52
1,005	0,995	-2,58	4	0,25	0,67
1,01	0,99	-2,33	5	0,2	0,84
1,05	0,95	-1,64	10	0,1	1,28
1,11	0,9	-1,28	20	0,05	1,64
1,25	0,8	-0,84	50	0,02	2,05
1,33	0,75	-0,67	100	0,01	2,33
1,43	0,7	-0,52	200	0,005	2,58
1,67	0,6	-0,25	500	0,002	2,88
2	0,5	0	1000	0,001	3,09
2,5	0,4	0,25			

Sumber: (Soewarno, 1995)

2.3.1.2 Distribusi Log Normal 2 Parameter

Distribusi Log Normal 2 Parameter memiliki persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log}X = \overline{\text{Log} X} + K \times S_{\text{log}X} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

$\text{Log} X$ = Nilai variasi X yang diharapkan terjadi

$\overline{\text{Log} X}$ = Rata-rata nilai X hasil pengamatan

$S_{\text{log}X}$ = Deviasi standar logaritmik nilai X hasil pengamatan

k = Karakteristik dari distribusi Log Normal

Nilai k dapat diperoleh dari tabel yang merupakan fungsi peluang kumulatif dan periode ulang. Parameter statistik metode Log Normal 2 Parameter dapat dicari dengan

- Koefisien Variasi (Cv)
- Koefisien *Skewness* (Cs)
- Koefisien Kurtosis (Ck)

Atau tanpa memakai nilai logaritmik dengan cara rumus $X = \bar{X} + K \times S$ dimana nilai faktor k diambil dari tabel nilai fungsi kumulatif dari periode ulang dengan nilai koefisien variasinya, nilai k dapat diperoleh dari Tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai Faktor Frekuensi k untuk Log Normal 2 Parameter

Koefisien Variasi (Cv)	Peluang Kumulatif P(%):P(X≤X)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
0,05	-0,025	0,8334	1,2965	1,6863	2,1341	2,457
0,1	-0,0496	0,8222	1,3078	1,7247	2,213	2,5489
0,15	-0,0738	0,8085	1,3156	1,7598	2,2899	2,2607
0,2	-0,0971	0,7926	1,32	1,7598	2,364	2,7716
0,25	-0,1194	0,7746	1,3209	1,7911	2,4318	2,8805
0,3	-0,1406	0,7647	1,3183	1,8183	2,5015	2,9866
0,35	-0,1604	0,7333	1,3126	1,8414	2,5638	3,089
0,4	-0,1788	0,71	1,3037	1,8602	2,6212	3,187
0,45	-0,1957	0,687	1,29	1,8746	2,6731	3,2799
0,5	-0,2111	0,6626	1,2778	1,8848	2,7202	3,3673
0,55	-0,2251	0,6379	1,2613	1,8909	2,7613	3,4488
0,6	-0,2375	0,6129	1,2428	1,8931	2,7971	3,5211
0,65	-0,2185	0,5879	1,2226	1,8951	2,8279	3,393
0,7	-0,2582	0,5631	1,2011	1,8866	2,8532	3,3663
0,75	-0,2667	0,5387	1,1784	1,8677	2,8735	3,7118
0,8	-0,2739	0,5118	1,1548	1,8543	2,8891	3,7617
0,85	-0,2801	0,4914	1,1306	1,8388	2,9002	3,8056
0,9	-0,2852	0,4686	1,106	1,8212	2,9071	3,8137
0,95	-0,2895	0,4466	1,081	1,8021	2,9103	3,8762
1	-0,2929	0,4254	1,056	1,7815	2,9098	3,9035

Sumber: (Soewarno, 1995)

2.3.1.3 Distribusi Log Normal 3 Parameter

Distribusi Log Normal 3 Parameter adalah hasil modifikasi suatu parameter dengan β (Beta) sebagai batas bawah yang merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yang membuat nilai variat X menjadi $(X - \beta)$ dan nilai Ln menjadi $(\ln(X - \beta))$ Persamaan Log Normal 3 Parameter sebagai berikut :

$$Y = \bar{Y} + K \times S \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

Y = Logaritma dari kejadian pada periode ulang tertentu

\bar{Y} = Nilai rata-rata kejadian Y

S = Deviasi Standar kejadian Y

k = Nilai Karakteristik dari distribusi Log Normal 3 Parameter

Atau tanpa memakai nilai logaritmik dengan cara $Y = \bar{Y} + K \times S$ dimana nilai k tergantung pada Koefisien *Skewness* (Cs) dan diambil dari tabel nilai fungsi

kumulatif dari periode ulang dengan nilai koefisien *Skewness* nya, nilai k dapat diperoleh dari Tabel 3.3

Tabel 2 3 Nilai Faktor Frekuensi k untuk Log Normal 3 Parameter

Koefisien Variasi (Cv)	Peluang Kumulatif P(%):P(X≤X)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
-2	0,2366	-0,6144	-1,2437	-1,8916	-2,7943	-3,5196
-1,8	0,224	-0,6395	-1,2621	-1,8928	-2,7578	-3,4433
-1,6	0,2092	-0,6654	-1,2792	-1,8901	-2,7138	-3,357
-1,4	0,192	-0,692	-1,2943	-1,8827	-2,6615	-3,2601
-1,2	0,1722	-0,7186	-1,3067	-1,8696	-2,6002	-3,1521
-1	0,1495	-0,7449	-1,3156	-1,8501	-2,5294	-3,0333
-0,8	0,1241	-0,77	-1,3201	-1,8235	-2,4492	-2,9043
-0,6	0,0959	-0,793	-0,3194	-1,7894	-2,36	-2,7665
-0,4	0,0654	-0,8131	-0,3128	-1,7478	-2,2631	-2,6223
-0,2	0,0332	-0,8296	-0,3002	-1,6993	-2,1602	-2,4745
0	0	0	0	0	0	0
0,2	-0,0332	0,8296	0,3002	1,6993	2,1602	2,4745
0,4	-0,0654	0,8131	0,3128	1,7478	2,2631	2,6223
0,6	-0,0959	0,793	0,3194	1,7894	2,36	2,7665
0,8	-0,1241	0,77	1,3201	1,8235	2,4492	2,9043
1	-0,1495	0,7449	1,3156	1,8501	2,5294	3,0333
1,2	-0,1722	0,7186	1,3067	1,8696	2,6002	3,1521
1,4	-0,192	0,692	1,2943	1,8827	2,6615	3,2601
1,6	-0,2092	0,6654	1,2792	1,8901	2,7138	3,357
1,8	-0,224	0,6395	1,2621	1,8928	2,7578	3,4433
2	-0,2366	0,6144	1,2437	1,8916	2,7943	3,5196

Sumber: (Soewarno, 1995)

2.3.1.4 Distribusi Gumbel Tipe I

Distribusi Gumbel Tipe I atau disebut juga dengan distribusi ekstrem 1 (*extreme type I distribution*) umumnya digunakan untuk analisa data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir. Peluang kumulatif ini sering dipakai untuk menganalisa keadaan maximum seperti frekuensi banjir (Soewarno, 1995). Langkah-langkah perhitungan analisa frekuensi curah hujan dengan Metode Gumbel adalah sebagai berikut dengan ciri khas:

$$C_s = 1,3960$$

$$C_k = 5,4002$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$X_{tr} = \bar{X} + K \cdot S_x \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

X = Nilai curah hujan rata-rata selama n tahun pengamatan

n = Jumlah tahun pengamatan

X_{tr} = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi pada periode tertentu

K = Faktor frekuensi yang dapat dihitung dengan persamaan

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Y_t = *Reduced variate* (Y_t) dapat diperoleh dari Tabel 2.4

Y_n dan S_n = Y_n (*Reduced Mean*) dapat dilihat pada Tabel 2..5 dan S_n (*Reduced Standard Deviation*) dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2 4 Nilai Variabel Reduksi Gumbel

T (Tahun)	Peluang	Y
1,001	0,001	-1,93
1,005	0,005	-1,67
1,01	0,01	-1,53
1,05	0,05	-1,097
1,11	0,1	-0,834
1,25	0,2	-0,476
1,33	0,25	-0,326
1,43	0,3	-0,185
1,67	0,4	0,087
2	0,5	0,366
2,5	0,6	0,671

T (Tahun)	Peluang	Y
3,33	0,7	1,03
4	0,75	1,24
5	0,8	1,51
10	0,9	2,25
20	0,95	2,97
50	0,98	3,9
100	0,99	4,6
200	0,995	5,29
500	0,998	6,21
1000	0,999	6,9

Sumber: (Soewarno, 1995)

Tabel 2 5 Hubungan Nilai Y_n dengan Jumlah Data n

N	Y _n	S _n
5	0,4588	0,7928
6	0,469	0,8388
7	0,4774	0,8749
8	0,4843	0,9013
9	0,4902	0,9288
10	0,4952	0,9496
11	0,4996	0,9697
12	0,5035	0,9833
13	0,507	0,9971
14	0,51	1,0095
15	0,5128	1,0206
16	0,5154	1,0306
17	0,5177	1,0397
18	0,5198	1,0481
19	0,5217	1,0557

N	Y _n	S _n
20	0,5236	1,0628
21	0,5252	1,0694
22	0,5252	1,0755
23	0,5268	1,0812
24	0,5282	1,0865
25	0,5309	1,0914
26	0,5321	1,0961
27	0,5332	1,1005
28	0,5343	1,1017
29	0,5353	1,1086
30	0,5362	1,1124
31	0,5371	1,1159
32	0,538	1,1193
33	0,5388	1,1225
34	0,5396	1,1256

Sumber: (Soewarno, 1995)

Tabel 2 6 Hubungan Nilai Sn dengan Jumlah Data n

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0,9496	33	1,1226	56	1,1696	79	1,193
11	0,9676	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9933	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9971	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0095	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1959
15	1,0206	38	1,1363	61	1,1759	84	1,1967
16	1,0316	39	1,1388	62	1,177	85	1,1973
17	1,0411	40	1,1413	63	1,1782	86	1,198
18	1,0493	41	1,1436	64	1,1793	87	1,1987
19	1,0565	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0628	43	1,148	66	1,1814	89	1,2001
21	1,0696	44	1,1499	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1519	68	1,1834	91	1,2013
23	1,0811	46	1,1538	69	1,1844	92	1,202
24	1,0864	47	1,1557	70	1,1854	93	1,2026
25	1,0915	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,1961	49	1,159	72	1,1873	95	1,2038
27	1,1004	50	1,1607	73	1,1881	96	1,2044
28	1,1047	51	1,1623	74	1,189	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1658	76	1,1906	99	1,206
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	100	1,2065
32	1,1193	55	1,1682	78	1,1923		

Sumber: (Soewarno, 1995)

2.3.1.5 Distribusi Log Pearson III

Sedangkan Langkah-langkah perhitungan analisa frekwensi curah hujan dengan metode Log Person Type III secara analitis dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mengubah data curah hujan ke dalam bentuk logaritma
2. Menghitung nilai rata-rata dari logaritma data curah hujan dengan persamaan

$$\overline{\log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots(2.7)$$

3. Menghitung nilai standar deviasi untuk data dalam bentuk logaritma dengan persamaan :

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots(2.8)$$

4. Menghitung nilai koefisien kemencengan dengan persamaan :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{(n-1)(n-2)S_{\log X}^3} \dots\dots\dots(2.9)$$

5. Menentukan faktor nilai frekuensi (KT) dengan melihat tabel berdasarkan periode ulang (Tr)
6. Menghitung besarnya harga logaritma masing-masing curah hujan dengan rencana (Rn) untuk suatu rekurensi interval atau *persen change* yang dipilih dengan persamaan :

$$\log X_T = \overline{\log X} + K.S_{\log X} \dots\dots\dots(2.10)$$

7. Menghitung curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu (X_T) dengan menghitung antilog dari log X_T.

Dengan nilai k berdasarkan Koefisien *Skewness* (Cs) diperoleh dari Tabel 2.7

Tabel 2.7 Nilai Faktor Frekuensi Distribusi Log Pearson 3 Parameter

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
3	-0,360	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	1,048	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	-0,307	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	-0,225	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	-0,164	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	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,847	1,270	1,761	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	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	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	0,164	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	0,307	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	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber: (Soewarno, 1995)

2.2.2 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Cara yang dianggap paling baik untuk memperkirakan besarnya curah hujan dengan periode ulang tertentu adalah dengan melakukan analisa frekuensi pada tempat yang ditinjau. Data curah hujan merupakan suatu rangkaian data yang dianggap mempunyai bentuk persamaan atau fungsi probabilitas (*probability function*).

Analisa frekuensi adalah analisa tentang pengulangan suatu kejadian, dengan tujuan, yaitu:

- Menyimpulkan atau memberi kesan tentang sifat-sifat populasi dengan menggunakan urutan pengamatan hidrologi.
- Memperkirakan besarnya suatu kejadian (x), untuk periode ulang rencana yang lebih kecil atau lebih besar dari rentang waktu pencatatan.
- Menentukan periode ulang (frekuensi) dari kejadian-kejadian ekstrim hasil pencatatan (misalnya kejadian banjir atau musim kering) berikut nilai probabilitasnya.

Beberapa parameter statistik yang digunakan dalam perhitungan yaitu :

- Nilai Rata-rata

Besaran-besaran suatu variabel sering cenderung dekat nilai tengah tertentu, yaitu nilai rata-rata (*mean*). Apabila sampel terdiri dari sejumlah n pengamatan, x_1, x_2, \dots, x_n , maka besaran rata-rata variabel tersebut adalah:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan :

\bar{X} = Curah hujan rata-rata

X_i = Data curah hujan

n = Jumlah data

- Deviasi Standar

Deskriptor tengah lain yaitu deskriptor variabilitas atau penyebaran yang diukur dengan varian (*variance*) atau deviasi standar (*standard deviation*). Varian diartikan sebagai kuadrat perbedaan antara besaran variat dengan nilai rata-ratanya.

$$S = \left[\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{Atau} \quad S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan :

S = Simpangan standar

N = Jumlah data

$(X_i - \bar{X})^2$ = Kuadrat dari selisih data dan nilai rata-ratanya yang ditotalkan

c. Koefisien Variasi

Koefisien variasi (Cv) adalah nilai perbandingan antara nilai deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Koefisien variasi dapat di hitung dengan persamaan berikut:

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dengan :

Cv = Koefisien Variasi

\bar{X} = Curah hujan rata-rata

S = Standar Deviasi

d. Koefisien Kurtosis

Koefisien Kurtosis (Ck) di gunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi, dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Ck = \frac{1/n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan :

Ck = Koefisien kurtosis

\bar{X} = Curah hujan rata-rata

Xi = Data curah hujan

N = Jumlah data

$\sum (X_i - \bar{X})^4$ = Pangkat empat dari selisih curah hujan dan nilai rata-ratanya yang ditotalkan

e. Koefisien *Skewness*

Koefisien *Skewness* (C_s) merupakan nilai kemencengan atau nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*asymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetri atau menceng. Umumnya ukuran kemencengan dinyatakan dengan besarnya koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) dan dapat dihitung dengan persamaan

$$C_s = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan :

C_s = Koefisien *Skewness*

\bar{X} = Curah hujan rata-rata

X_i = Data curah hujan

n = Jumlah data

$\sum (X_i - \bar{X})^3$ = Pangkat tiga dari selisih curah hujan dan nilai rata-ratanya yang ditotalkan

2.2.3 Uji Kecocokan

Uji kecocokan bertujuan untuk memilih metode analisa yang sesuai untuk digunakan dalam menentukan hujan periode ulang. Metode metode tersebut adalah metode yang digunakan dalam menghitung distribusi curah hujan, antara lain: Metode Normal, Metode Gumbel, Metode Log Normal dan Metode Log Pearson III.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan Metode Uji Deskriptor Statistik yang berfokus terhadap nilai koefisien kurtosis, *skewness*, variasi sebagai besaran statistik data, yang kemudian akan dibandingkan dengan nilai tabel acuan agar dapat menentukan metode yang akan digunakan sesuai atau mendekati parameter yang ada di tabel acuan. Tabel nilai acuan uji deskriptor statistik bisa dilihat pada Tabel 2.8

Tabel 2 8 Nilai Acuan Uji Deskriptor Statistik

Metode	Cv	C _k	C _s
Normal	$\frac{\sigma}{v}$	3	0
Gumbel tipe I	$\frac{\sigma}{v}$	5.402	1.139
Log Pearson Tipe III	0.3	$\left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X}}{S} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$	$\frac{n \sum (\text{Log}X - \overline{\text{Log}X})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\text{Log}X})^3}$
Log Normal 2 Parameter	$\frac{\sigma}{v}$	$Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	$3Cv + Cv^3$
Log Normal 3 Parameter	$\frac{\sigma}{v}$	3.8	0.702

2.2.4 Intensitas Curah Hujan

Intensitas Curah Hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Analisa Intensitas Curah Hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau.

Intensitas Curah Hujan dinotasikan dengan huruf I dengan satuan (mm/jam), yang artinya tinggi curah hujan yang terjadi sekian mm dalam kurun waktu per jam. Intensitas Curah Hujan dihubungkan dengan kejadian dan lamanya (*duration*) hujan turun, yang disebut *Intensitas Duration Frequency (IDF)*. Oleh karena itu diperlukan data curah hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit, dan jam-jaman.

Seandainya data curah hujan yang ada hanya Curah Hujan Harian, maka rumus yang digunakan yaitu rumus Mononobe. Rumus ini digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian, dengan rumus yang bisa dilihat pada persamaan 2.6.

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

tc = Waktu konsentrasi (jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

Untuk mencari nilai Waktu Konsentrasi (t_c) menggunakan rumus :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

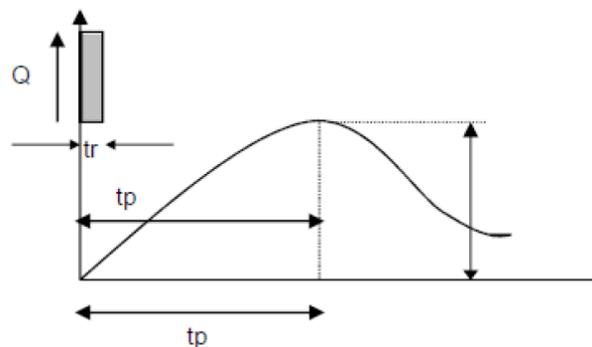
L = Panjang jarak titik terjauh sampai titik yang ditinjau (km)

S = Kemiringan rata-rata saluran utama

2.2.5 Analisa Debit Curah Hujan

Untuk menentukan besarnya debit saluran yang diakibatkan besarnya curah hujan perlu ditinjau hubungan antara hujan dan aliran di saluran. Besarnya aliran di dalam saluran ditentukan terutama oleh besarnya curah hujan, durasi hujan, luas daerah sungai dan ciri-ciri daerah aliran tersebut.

Untuk mendapatkan debit akibat curah hujan dapat dicari dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder karena metode tersebut disesuaikan untuk kondisi daerah pengaliran yang dipengaruhi oleh pasang surut dan karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) seperti luas, topografi, kemiringan saluran, bentuk, dan daya tampung. Parameter-parameter metode Snyder ini terdiri dari debit puncak (Q_p), waktu rencana (t_r) waktu puncak (T_p) waktu kelambatan (t_p). berikut bentuk kurva HSS menggunakan metode Snyder dan Bilangan Alexseyev bisa dilihat pada Gambar 2.7



Sumber: (Nazarudin, 2019)

Gambar 2 7 Kurva Hidrograf Satuan Sintetik

Parameter-parameter dalam kurva diatas bisa dihubungkan dengan:

A = Luas (DAS) (km^2)

L = Panjang aliran sungai (km)

L_c = Panjang sungai terdekat yang diukur sampai ke titik pusat DAS (km)

Dengan parameter-parameter diatas model HSS Snyder dapat dibuat sebagai berikut:

$$t_p = C_t(L \times L_c)^{0,3} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$q_p = 2,75 \frac{C_p}{t_p} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana:

t_p = Waktu kelambatan (*time lag*) (jam)

L = Panjang aliran sungai (km)

L_c = Panjang sungai terdekat yang diukur sampai ke titik pusat DAS (km)

q_p = Debit puncak hidrograf dengan tinggi hujan 1 inch dengan durasi waktu rencana (t_r) (l/detik)

C_t, C_p = Koefisien berdasarkan pada *characteristic basic*

Pada dasarnya nilai C_t dan C_p dihitung dengan cara *trial and error* dari hasil *flood hydrograph* yang diamati kemudian dihitung kembali menggunakan nilai C_t dan C_p secara acak sehingga hasil perhitungan sama dengan yang diamati.

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengamatan, nilai C_t dan C_p dapat diasumsikan dari *catchment area*. Harga C_t dan C_p dapat dilihat pada Tabel 2.9

Tabel 2 9 Harga C_t dan C_p Berdasarkan Luas Catchment Area

Luas Catchment Area (km ²)	C_t	C_p
0 – 50	1,10	0,69
50 – 300	1,25	0,63
≥ 300	1,40	0,56

Sumber: (Direktorat Penyelidikan Masalah Air, 1967)

Untuk menghitung curah hujan efektif (t_e) yang dipengaruhi langsung oleh *time lag* menggunakan persamaan:

$$t_e = \frac{t_p}{5,5} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dengan didapatnya nilai t_e dan t_p , maka:

Jika $t_e < t_p$; maka t_p adalah benar

Jika $t_e > t_p$; maka t_p adalah salah

Jika t_p dinyatakan salah, maka nilai t_p harus dikoreksi dengan persamaan berikut:

$$T'_p = t_p + 0,25(t_r - t_p)$$

rumus ini dapat disederhanakan menjadi

$$T_p = t_p + 0,5t_r \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana:

T_p = Waktu unit hidrograf mencapai titik puncak (*peak time*) (jam)

Debit maksimum (Q_p) dihitung dengan waktu rencana (t_r) diasumsikan menjadi 1 jam karena intensitas jam diambil tiap per jam dengan hujan menggunakan asumsi 1 inch (25,4 mm) dan luas pengaliran (km^2) didapat persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = qp \frac{25,4}{1000} A \dots\dots\dots(2,22)$$

Untuk grafik hubungan antara debit dengan waktu menggunakan metode Bilangan Alexeseyev digambarkan dengan nilai t sebagai absis dan nilai $Q = f(x)$ sebagai ordinaat. Metode Alexseyev dihitung dengan persamaanya dinyatakan sebagai fungsi *exponential*, yaitu:

$$Y = 10^{-\alpha \frac{(1-x)^2}{x}} \dots\dots\dots(2,23)$$

Nilai α didapat menggunakan nilai tinggi hujan (h) yaitu 1 jam.

$$\lambda = \frac{Q_p \times t_p}{W} \dots\dots\dots(2,24)$$

$$\alpha = 1,32\lambda^2 + 0,15\lambda + 0,045 \dots\dots\dots(2,25)$$

$$W = h \times A \times 1000 \dots\dots\dots(2,26)$$

Dimana:

W = Lebar hidrograf satuan

A = Luas daerah pengaliran

λ = Bilangan Alexseyev

h = Tinggi satuan hujan dengan satuan 1 inch yang dinyatakan dengan mm

Susunan hubungan berdasarkan nilai λ antara nilai Q pada titik y dan nilai t pada titik x dengan metode Alexseyev. Koefisien λ ditentukan dalam persamaan:

$$X = \frac{t}{t_p} \dots\dots\dots(2,27)$$

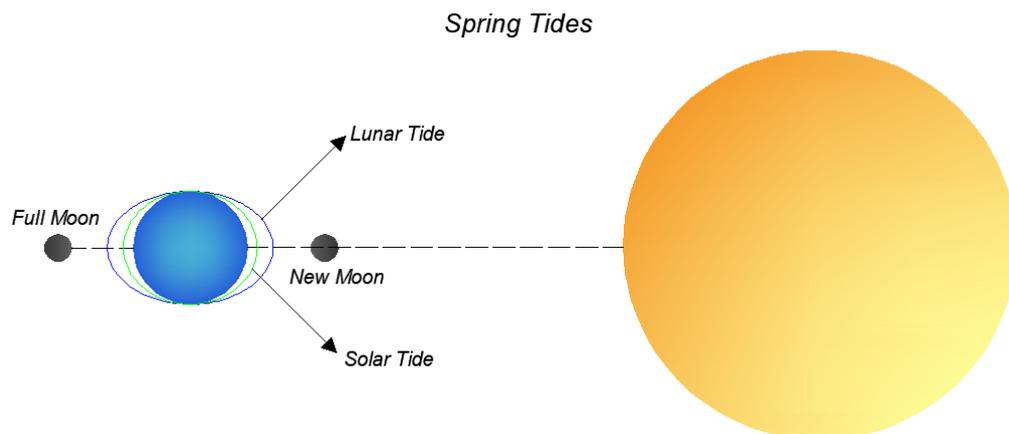
$$Y = \frac{Q}{Q_p} \dots\dots\dots(2,28)$$

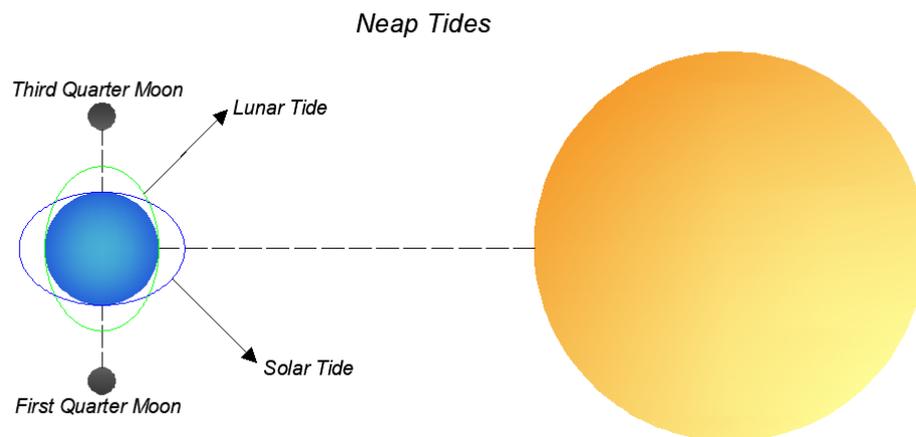
2.3 Pasang Surut

Pasang surut merupakan salah satu gejala yang terjadi di laut akibat fenomena pergerakan naik turunnya air laut dari permukaan sampai dasar laut yang disebabkan oleh berbagai faktor, seperti adanya gaya gravitasi antar bumi, bulan dan matahari serta gaya sentrifugal yakni gaya yang timbul akibat pergerakan benda yang cenderung mengikuti gerakan melingkar yang menjauh dari pusat. Secara umum pasang dibedakan menjadi 2 yaitu pasang purnama (*Spring Tides*) dan pasang perbani (*Neap Tides*).

Pasang purnama (*Spring Tides*) terjadi apabila bumi, bulan, matahari berada di garis vertikal lurus satu sama lain dengan posisi bulan yang lebih dekat dengan bumi. Saat pasang ini terjadi, permukaan air laut berada di titik tertinggi pada daerah yang mengalami purnama, sedangkan permukaan air laut akan berada di titik terendah pada daerah yang tidak mengalami purnama. Pasang ini terjadi setiap dua kali dalam sebulan yaitu pada saat bulan purnama (*Full Moon*) dan bulan baru (*New Moon*).

Pasang perbani (*Neap Tides*) terjadi apabila bumi, bulan, matahari berada di garis tegak lurus satu sama lain. Saat pasang ini terjadi, permukaan laut mengalami pasang naik yang tidak terlalu tinggi dan surut yang tidak terlalu rendah. Pasang perbani terjadi saat bulan kuartier pertama dan kuartier ketiga. Skema pasang purnama dan pasang perbani bisa dilihat pada Gambar 2.7





Gambar 2 8 Skema Pasang Surut Purnama (Spring Tides) dan Pasang Surut Perbani (Neap Tides)

Pasang surut di Indonesia dapat dibedakan menjadi 4 jenis dengan peta penyebaran pasang surut di Indonesia bisa dilihat pada Gambar 2.8.



Sumber: (Triatmodjo, Perencanaan Bangunan Pantai, 2012)

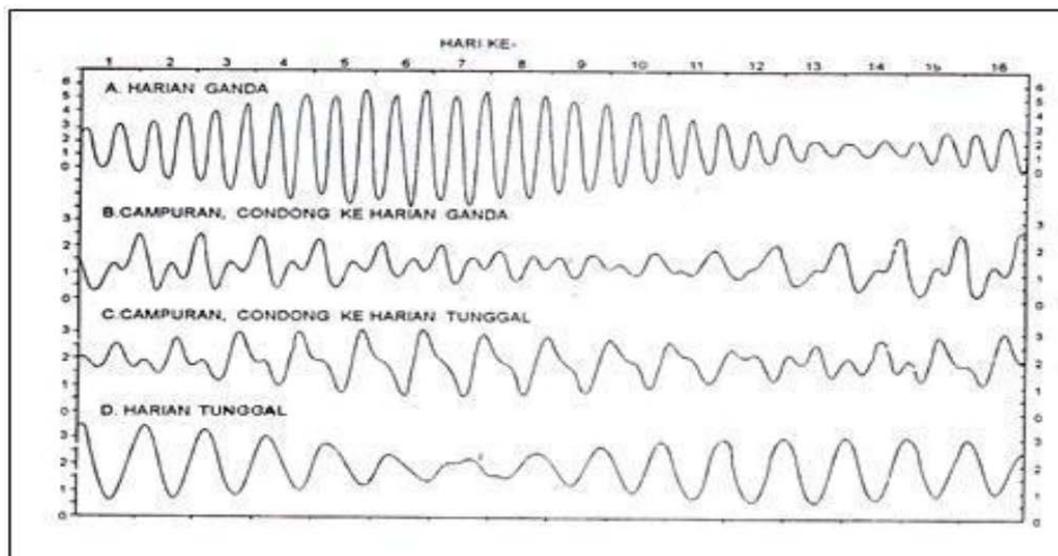
Gambar 2 9 Peta Penyebaran Pasang Surut di Indonesia dan Sekitarnya

Jenis-jenis pasang surut di Indonesia antara lain:

1. Pasang surut dengan tipe harian tunggal (*diurnal type*) adalah jenis pasang surut yang terjadi di sekitaran perairan Selat Karimata, dan memiliki skala terjadinya 1 kali air pasang dan 1 kali air surut dalam periode 24 jam 50 menit.
2. Pasang surut dengan tipe harian ganda (*semi-diurnal type*) adalah jenis pasang surut yang terjadi di sekitaran Laut Andaman sampai Selat Malaka, memiliki skala terjadinya 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dalam kurun waktu 1 hari

dan periode 12 jam 40 menit, serta pasang surut ini selalu terjadi secara konsisten

3. Pasang surut dengan tipe campuran ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal type*) adalah pasang surut yang terjadi pada Selat Kalimantan sampai Jawa Barat, dalam kurun waktu 1 hari dapat terjadi 1 kali air pasang dan 1 kali air surut, terkadang dalam kondisi tinggi muka air dan periode yang berbeda dapat menimbulkan terjadinya 2 kali air pasang dan 2 kali air surut.
4. Pasang surut dengan tipe campuran ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi-diurnal type*) adalah pasang surut sering dijumpai pada daerah Indonesia Timur, dalam kurun waktu 1 hari dapat terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan tinggi serta periode yang berbeda. Penggambaran jenis-jenis pasang surut bisa dilihat pada Gambar 2.9



Sumber: (Triatmodjo, Perencanaan Bangunan Pantai, 2012)

Gambar 2 10 Jenis-Jenis Pasang Surut

2.3.1 Pengaruh Pasang Surut Terhadap Saluran Drainase

Pasang surut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap saluran drainase di wilayah perkotaan khususnya wilayah penelitian ini memiliki elevasi muka tanah yang terbilang cukup rendah. Permasalahan-permasalahan yang sering terjadi pada saluran yang dipengaruhi oleh pasang surut antara lain (Suripin, 2004):

1. Terhambatnya aliran air yang terhubung langsung dengan saluran primer atau sekunder dikarenakan naiknya permukaan air pada saluran tersebut pada saat terjadinya air pasang.

2. Munculnya genangan atau banjir pada wilayah-wilayah yang memiliki elevasi muka tanah yang lebih rendah dari elevasi air pasang.
3. Drainase yang tidak dapat bekerja dengan baik akan menyebabkan terjadinya genangan atau banjir sehingga diperlukanya alat bantu seperti pompa ataupun pintu air agar dapat mencegah masuknya air melalui hulu saluran sehingga dapat mengantisipasi terjadinya genangan atau banjir.
4. Bangunan-bangunan air yang memiliki konstruksi terbuat dari metal akan mengalami kerusakan dan berkarat akibat air yang datang sehingga memerlukan biaya lebih mahal dalam pemeliharaan nya.

2.4 Hidrolika

Hidrolika adalah ilmu yang mencakup suatu bidang yang mempelajari tentang karakteristik, hukum, sifat-sifat pada suatu zat cair dalam kondisi bergerak ataupun diam (Chow, 1992). Hidrolika merupakan ilmu terapan dengan melihat suatu masalah melalui dua dimensi. Hidrolika berasal dari ilmu hidrodinamika yang melihat suatu masalah dengan tiga dimensi dan mempelajari koefisien-koefisien aliran yang didapatkan melalui studi empiris. Hidrolika memiliki sifat yang biasanya tidak menentu sehingga syarat-syarat aliran pada saluran bisa diterima dalam menyelesaikan analisa hidrolika teoritis.

2.4.1 Profil Saluran (Teoritis)

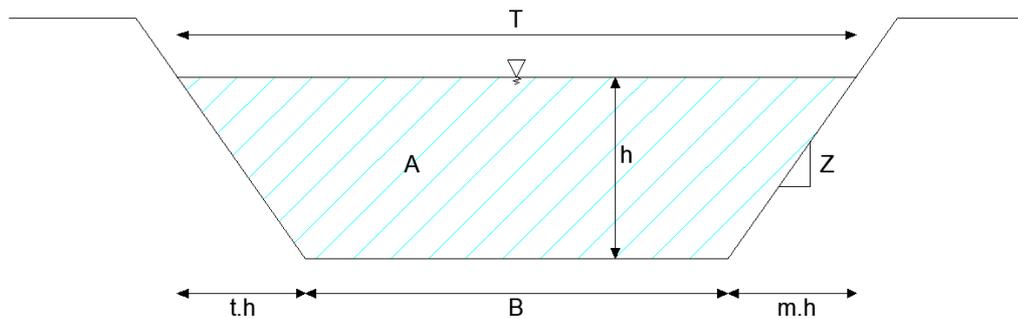
Saluran Terbuka adalah saluran yang memiliki tekanan di permukaan air yang sama di sepanjang saluran dimana air mengalir dengan bebas. Saluran Terbuka terletak pada wilayah yang masih memiliki ketersediaan lahan dan memiliki fungsi untuk menyalurkan air yang masih bersih dan kualitas yang baik, saluran yang biasanya terletak pada sisi kiri dan kanan jalan berfungsi untuk menampung air hujan dari jalan dengan besar kecilnya dimensi saluran tergantung pada lebar jalan. Talud saluran yang berbentuk segiempat atau trapesium biasanya diberi beton bertulang atau pasangan batu dan umumnya terletak pada daerah perkotaan.

Untuk mencari tahu bentuk saluran yang paling ekonomis dapat dilakukan perhitungan *trial and error* dengan catatan saluran tersebut dapat menyalurkan debit maksimum untuk kemiringan dasar, luas penampang basah dan kekasaran tertentu, bentuk umum yang biasanya digunakan dalam perhitungan yaitu bentuk

penampang trapesium dengan bahan yang digunakan tergantung pada jenis tanah dan lokasi penelitian, untuk lokasi penelitian di Jalan Parit Haji Husin 2

Bentuk saluran trapesium dapat dilihat pada Gambar 2.8, dengan luas profil basah bentuk saluran trapesium memiliki rumus sebagai berikut:

$$A = \frac{(B+T)}{2} \times h \dots\dots\dots(2.19)$$



Gambar 2 11 Profil Saluran Drainase Trapesium

Dengan:

- A = Luas profil basah (m²)
- B = Lebar dasar saluran (m)
- T = Lebar atas muka air (B+t.h+m.h) (m)
- t = Kemiringan talud kiri
- m = Kemiringan talud kanan
- h = Tinggi air di dalam saluran (m)

2.4.2 Kecepatan Saluran (Teoritis)

Perhitungan menggunakan persamaan *Chezy*, *Manning* dan *Strickler*, untuk menghitung kecepatan saluran. Persamaan nya adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dengan koefisien tersebut maka rumus kecepatan aliran menjadi:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{2/3} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan:

- n = Koefisien Manning
- I = Kemiringan dasar saluran
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- P = Keliling basah (m)
- A = Luas profil basah (m²)

2.5 Hidrodinamika

Hidrodinamika adalah ilmu yang mempelajari tentang aliran fluida yang mengalami perubahan energi serta gaya yang muncul akibat perubahan tersebut. Jenis aliran berdasarkan pengaliran dibagi menjadi dua, yaitu aliran tunak (*steady flow*) dan aliran tidak tunak (*unsteady flow*). Aliran tunak (*steady flow*) adalah aliran yang memiliki pola kecepatan yang sama dengan kedalaman aliran yang sama pula, sedangkan aliran tidak tunak (*unsteady flow*) adalah aliran yang memiliki pola kecepatan yang berubah-ubah dan kedalaman aliran yang berbeda-beda pula. Tahapan simulasi saluran dengan menggunakan model fisik memiliki beberapa tahap, yaitu:

1. Pemetaan saluran di lokasi studi penelitian.
2. Meniru geometri saluran berdasarkan data di lapangan.
3. Meniru aliran berdasarkan kondisi lapangan
4. Menghitung kedalaman dan kecepatan aliran
5. Menghasilkan model fisik sepanjang saluran.

Program aplikasi yang digunakan dalam melakukan simulasi saluran adalah HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center-River Analysis System*). HEC-RAS merupakan aplikasi pemodelan satu dimensi aliran tunak (*steady one-dimensional flow*) dan aliran tak tunak (*unsteady one-dimensional flow*) dengan pemakaian data geometri dan hidraulika yang sama yang didapat setelah perhitungan profil saluran berhasil dilakukan. HEC-RAS memiliki beberapa komponen dalam pemodelan satu dimensi, antara lain:

1. Model profil muka air aliran tunak.
2. Simulasi aliran tak tunak.
3. Perhitungan sedimentasi.
4. Perhitungan kualitas air.

Penggunaan aplikasi HEC-RAS dalam pemodelan hidrodinamik dapat menghasilkan beberapa parameter yang di antara nya:

1. Profil saluran hasil pemodelan dengan detail profil melintang dan profil memanjang, sehingga dapat dilihat apakah dimensi saluran tersebut terjadi limpasan atau tidak.

2. Kecepatan aliran pada saluran sepanjang lokasi penelitian termasuk lokasi bangunan-bangunan yang ada.
3. Debit yang terdapat pada saluran pada beberapa lokasi dan waktu tertentu.

2.5.1 Aliran Tunak (*Steady Flow*)

Aliran tunak adalah aliran yang memiliki kondisi dimana kecepatan aliran, tekanan, densitas, dan kedalaman aliran yang tidak berubah seiring dengan berjalannya waktu. Debit yang dihitung pada suatu saluran dengan aliran tunak menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(2.22)$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \cdot A \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana:

Q = Debit puncak (m³/s)

V = Kecepatan aliran (m/s)

A = Luas profil basah (m²)

S = Kemiringan saluran

R = Jari-jari hidrolis (m)

n = Koefisien kekasaran Manning

2.5.2 Aliran Tidak Tunak (*Unsteady Flow*)

Aliran tidak tunak adalah aliran yang mempunyai pola kecepatan yang berubah-ubah dan dengan kedalaman aliran yang berbeda-beda pula. Dalam perkembangan selanjutnya aliran tidak tunak terbagi lagi menjadi aliran berubah tiba-tiba dan aliran berubah lambat laun. Sehingga rumus awal tersebut berubah menjadi seperti di bawah ini:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f}{1 - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot Z^2}} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana:

S₀ = Kemiringan saluran dasar

S_f = Kemiringan garis energi

Q = Debit rencana (m³/s)

g = Percepatan gravitasi

Z = Elevasi muka air

α = Koefisien energi