

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 HASIL PENELITIAN**

Sistem Drainase Cerme Kidul dibatasi oleh :

- Sebelah Utara : Sistem Drainase Cerme Lor
- Sebelah Timur : Sungai Lamong
- Sebelah Selatan : Sistem Sungai Medangan/Morowudi
- Sebelah Barat : Sistem Drainase Dungus

Sistem ini memiliki luas catchment area 397.51 ha dengan jumlah saluran sebagai berikut :

- Saluran Primer : 1 saluran yaitu Sal. Primer Cerme Kidul
- Saluran Sekunder : 3 saluran yaitu Sal. Sekunder Cerme Kidul, Sal. Sekunder Iker-iker, dan Sal. Sekunder Betiting 7.
- Saluran Tersier : 20 saluran

Penggunaan lahan eksisting di daerah hulu dan tengah merupakan daerah permukiman (perkampungan). Di bagian hilir di dominasi areal tambak dan sawah yang dikembangkan oleh masyarakat.

Pendekatan dari beberapa aspek diatas menjadi pertimbangan dalam penetapan kriteria desain dibawah ini. Kriteria desain yang akan digunakan untuk analisa adalah sebagai berikut :

1. Periode Ulang Perencanaan untuk saluran Primer digunakan periode ulang 10 tahun dan untuk saluran sekunder digunakan periode ulang 5 tahun, dan saluran tersier dengan periode ulang 2 tahun
2. Penampang saluran ditetapkan mampu untuk melewati debit banjir rencana dalam kondisi masih ada jagaan/free board, untuk saluran primer digunakan jagaan 0,50 m, saluran sekunder 0,30 m dan saluran tersier 0,20 m. Tinggi jagaan hanya digunakan untuk mengakomodasi gelombang akibat angin atau penutupan pintu air secara mendadak dan tidak untukantisipasi tambahan debit.

3. Alur rencana saluran drainase yang ditetapkan untuk digunakan sedapatnya menggunakan alur saluran yang sudah ada. Kecuali pada beberapa kawasan yang mempunyai kerapatan drainase dipandang agak kurang.
4. Perhitungan debit banjir rencana yang digunakan untuk penentuan kapasitas saluran menggunakan metode Rasional.
5. Perhitungan hidrolika untuk saluran drainase menggunakan metode analitis dengan menganggap bahwa pada saluran sudah terbentuk aliran seragam. Rumus-rumus yang digunakan untuk ini adalah rumus-rumus aliran seragam antara lain rumus Manning, rumus Strickler atau rumus lainnya untuk aliran seragam.

## **4.2 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

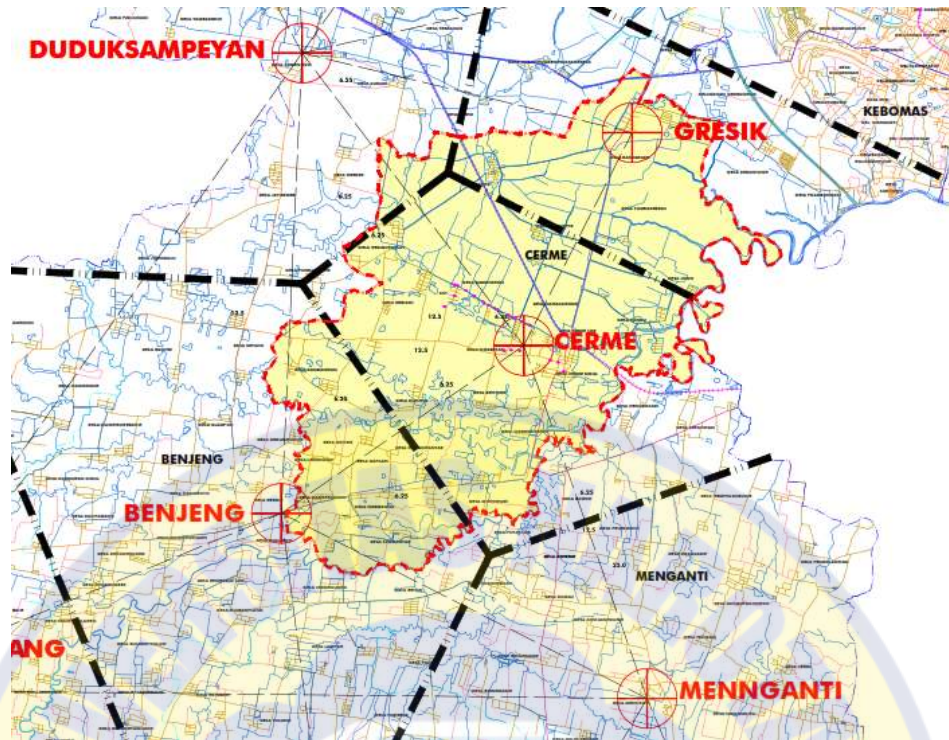
### **4.2.1. ANALISA HIDROLOGI**

Analisa hidrologi bertujuan untuk memperoleh debit banjir rencana pada titik di ruas saluran yang ditinjau yang nantinya digunakan untuk perhitungan kapasitas saluran yang dibutuhkan. Analisa hidrologi ini diolah dari data curah hujan harian maksimum yang berpengaruh di wilayah drainase Kecamatan Cerme.

#### **a. Data Hujan**

Data utama yang digunakan untuk analisa hidrologi adalah data curah hujan yang ada yang berpengaruh di sistem drainase Kecamatan Cerme dan setelah dianalisa ternyata terdapat 4 (empat) stasiun hujan yang berpengaruh, yaitu stasiun curah hujan Bunder, Cerme, Duduk Sampeyan dan Benjeng dengan panjang data 16 tahun yaitu dari tahun 1998 s/d 2013.

Penggambaran polygon Thiessen untuk menentukan daerah pengaruh stasiun curah hujan yang berada di Kecamatan Cerme dilakukan kerana jumlah stasun hujan yang dipergunakan lebih dari satu, gambar daerah pengaruh poligon Thiessen dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Daerah Pengaruh Stasiun Hujan (Poligon Thiessen)

Tabel 4.1. Rata-rata Curah Hujan Daerah Kec.Cerme

No.	Tahun	TANGGAL TERJADI	RERATA CH MAX
1	1998	Mei	72,86
2	1999	April	100,61
3	2000	Maret	68,79
4	2001	April	104,78
5	2002	April	92,95
6	2003	Februari	34,10
7	2004	Maret	62,32
8	2005	April	34,55
9	2006	Desember	119,76
10	2007	Maret	51,34
11	2008	Maret	57,57
12	2009	Februari	81,11
13	2010	Maret	97,38
14	2011	November	71,06
15	2012	Januari	54,18
16	2013	November	70,12
17	2014	Februari	21,00
18	2015	Desember	19,00
19	2016	Mei	27,00
20	2017	November	29,60
<b>Jumlah</b>			<b>1270,10</b>
<b>Rerata</b>			<b>63,50</b>
<b>Standart Deviasi (Sd)</b>			<b>29,938</b>
<b>Koef Skewness (Cs)</b>			<b>0,144</b>
<b>Koef Kurtosis (Ck)</b>			<b>-0,953</b>
<b>Pemilihan Distribusi</b>			<b>Log Pearson III</b>

## b. Analisis Distribusi Frekuensi

Dari data rata-rata curah hujan harian maksimum yang tercantum pada tabel 4.1, juga merupakan curah hujan daerah dapat dihitung nilai koefisien skewness dan koefisien kurtosisnya sebagai persyaratan pemilihan distribusi frekuensi. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil bahwa di wilayah pekerjaan lebih cocok menggunakan distribusi Log Pearson type III karena nilai koefisien Skewnessnya (0,157) dan koefisien kurtosisnya (-0,607) lebih mendekati persyaratan dari distribusi Log Pearson Type III ( $C_s = *$ bebas).

Tabel 4.2. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Pearson Type III

No.	Tahun	Tanggal Terjadi	CH Daerah (mm)	Log X	$(\text{Log X} - \text{LogXr})^2$	$(\text{Log X} - \text{LogXr})^3$
1	1998	Mei	72,86	1,8625	0,0133	0,0015
2	1999	April	100,61	2,0027	0,0654	0,0167
3	2000	Maret	68,79	1,8375	0,0082	0,0007
4	2001	April	104,78	2,0203	0,0747	0,0204
5	2002	April	92,95	1,9682	0,0490	0,0108
6	2003	Februari	34,10	1,5328	0,0458	-0,0098
7	2004	Maret	62,32	1,7947	0,0023	0,0001
8	2005	April	34,55	1,5384	0,0435	-0,0091
9	2006	Desember	119,76	2,0783	0,1098	0,0364
10	2007	Maret	51,34	1,7104	0,0013	0,0000
11	2008	Maret	57,57	1,7602	0,0002	0,0000
12	2009	Februari	81,11	1,9091	0,0263	0,0043
13	2010	Maret	97,38	1,9885	0,0584	0,0141
14	2011	November	71,06	1,8516	0,0110	0,0011
15	2012	Januari	54,18	1,7339	0,0002	0,0000
16	2013	November	70,12	1,8458	0,0098	0,0010
17	2014	Februari	21,00	1,3222	0,1804	-0,0766
18	2015	Desember	19,00	1,2788	0,2192	-0,1026
19	2016	Mei	27,00	1,4314	0,0996	-0,0314
20	2017	November	29,60	1,4713	0,0760	-0,0209
<b>Jumlah</b>			<b>1270,10</b>	<b>34,9386</b>	<b>1,0943</b>	<b>-0,1433</b>
<b>Rerata</b>			<b>63,505</b>	<b>1,7469</b>	<b>0,0547</b>	<b>-0,0072</b>

Dari hasil analisa distrusi frekuensi Log Perason type III tersebut selanjutnya dapat dihitung curah hujan rencana untuk berbagai periode ulang, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.3. Besar Curah Hujan Rencana Setiap Periode Ulang

Uraian	Simbol	Nilai
Log Rerata Curah Hujan	Log (Xr)	1,747
Standart Deviasi	S1	0,240
Koef Skewness	Cs	-0,606
Koefisien G (Log Pearson Type III)	G <sub>1,01</sub>	-2,759
	G <sub>1,25</sub>	-0,800
	G <sub>2</sub>	0,100
	G <sub>5</sub>	0,857
	G <sub>10</sub>	1,199
	G <sub>25</sub>	1,526
	G <sub>50</sub>	1,716
Curah Hujan Rencana (mm)	R <sub>1,01</sub>	12,154
	R <sub>1,25</sub>	35,897
	R <sub>2</sub>	59,011
	R <sub>5</sub>	89,663
	R <sub>10</sub>	108,312
	R <sub>25</sub>	129,730
	R <sub>50</sub>	144,161

**c. Uji Kesesuaian Distribusi**

Selain akan dilakukan uji distribusi frekuensi yang sesuai, juga dilakukan uji konsistensi data dengan menggunakan uji Chi-Square dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

Langkah pertama adalah dengan menentukan jumlah sub-kelompok, yaitu:

$$G = 1 + 3,3 \text{ Log } N$$

$$G = 1 + 3,3 \text{ Log } (20)$$

$$G = 5,29 \approx 5$$

Nilai interval peluang pada setiap kelompok adalah  $P = 1/5 = 0,2$ . Selanjutnya terbagi menjadi beberapa sub-kelompok. Perhitungan distribusi frekuensi dapat dilihat pada uraian dan tabel selanjutnya.

Tabel 4.4. Penentuan Batas Kelas Pada Uji Chi Square

Kelas	P (%)	G	G*S1	Log X	Batas Kelas (Xt)
1	80	-0,800	-0,192	1,555	35,897
2	60	-0,200	-0,048	1,699	51,307
3	40	0,352	0,085	1,831	69,228
4	20	0,857	0,206	1,953	89,663

Keterangan :

Banyaknya kelas =  $1 + 3,3 \text{ Log } N = 5$

N = banyak data (= 20)

Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Uji Chi Square

Kelas	Batas Kelas (Xt)	(Ej)	(Oj)	(Oj-Ej) <sup>2</sup> /Ej
1	0,000 - 35,897	4,00	6	1,000
2	35,897 - 51,307	4,00	0	4,000
3	51,307 - 69,228	4,00	5	0,250
4	69,228 - 89,663	4,00	4	0,000
5	> 89,663	4,00	5	0,250
	Σ		20	5,500

Didapatkan  $X^2$  hitung = 5,50

Dengan derajat kebebasan =  $G-R-1 = 5 - 2 - 1 = 2$

Maka dari tabel Chi Square untuk :  $\alpha = 5\%$  maka  $X^2$  tabel = 5,99

$\alpha = 1\%$  maka  $X^2$  tabel = 9,21

Karena  $X^2$  hitung <  $X^2$  tabel (5,50 < 5,99) maka distribusi **DITERIMA**

Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov

No.	R (mm)	Log R	Sn(x)	G	Pr	Px	Sn(x)-Px
1	19,000	1,279	0,048	-1,951	0,912	0,088	0,041
2	21,000	1,322	0,095	-1,770	0,894	0,106	0,011
3	27,000	1,431	0,143	-1,315	0,850	0,150	0,007
4	29,600	1,471	0,190	-1,149	0,916	0,084	0,107
5	34,105	1,533	0,238	-0,892	0,809	0,191	0,047
6	34,547	1,538	0,286	-0,869	0,807	0,193	0,092
7	51,337	1,710	0,333	-0,152	0,737	0,263	0,071
8	54,185	1,734	0,381	-0,054	0,551	0,449	0,068
9	57,575	1,760	0,429	0,055	0,515	0,485	0,057
10	62,325	1,795	0,476	0,199	0,467	0,533	0,057
11	68,793	1,838	0,524	0,378	0,407	0,593	0,069
12	70,121	1,846	0,571	0,412	0,396	0,604	0,033
13	71,060	1,852	0,619	0,436	0,388	0,612	0,007
14	72,857	1,862	0,667	0,481	0,349	0,651	0,016
15	81,112	1,909	0,714	0,676	0,272	0,728	0,014
16	92,948	1,968	0,762	0,922	0,174	0,826	0,064
17	97,384	1,988	0,810	1,007	0,156	0,844	0,034
18	100,613	2,003	0,857	1,066	0,139	0,861	0,004
19	104,776	2,020	0,905	1,139	0,118	0,882	0,022
20	119,759	2,078	0,952	1,381	0,067	0,933	0,019
						<b>D max</b>	<b>0,071</b>

Dari Tabel nilai kritis Uji Smirnov–Kolmogorof dengan jumlah data (n) = 20 data, diperoleh  $\Delta_{max} = 0,071$

Maka dari tabel Smirnov Kolmogorov untuk :

$$\alpha = 5\% \text{ diperoleh } \Delta_{cr} = 0,29$$

$$\alpha = 1\% \text{ diperoleh } \Delta_{cr} = 0,36$$

Karena  $\Delta_{max} < \Delta_{cr}$  ( $0,071 < 0,29$ ) maka distribusi **DITERIMA**

Keterangan :

$X^2$  = parameter Chi – Kuadrat terhitung

$O_i$  = jumlah nilai pengamatan

$E_i$  = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke – i

G = jumlah sub kelompok

Dk = derajat kebebasan

R = konstanta (R = 2 untuk distribusi normal dan binomial serta R = 1 untuk distribusi poisson)

- P = peluang  
N = jumlah data (lama pengamatan)  
m = no urut kejadian

#### d. Perhitungan Debit Banjir

Pada setiap saluran drainase dibatasi oleh area catchment, berdasarkan batas catchment tersebut dihitung luasnya serta koefisien pengaliran (C). Nilai koefisien pengaliran (C) didasarkan pada penggunaan lahan eksisting dan penggunaan lahan rencana yang diperoleh dari rencana tata ruang yang ada yaitu dari RTRW Kabupaten Gresik yang berada di Kecamatan Cerme. Wilayah Kecamatan Cerme akan dibagi menjadi 2 kelompok yaitu cerme utara dan cerme selatan berdasarkan perbedaan penggunaan lahan eksistingnya, dimana wilayah cerme utara yang berada di utara rel kereta api di dominasi oleh lahan tambak sedangkan wilayah cerme selatan didominasi lahan sawah. Sebelumnya *sub-catchment* sekunder Cerme Kidul termasuk pada wilayah cerme selatan.

Perhitungan nilai koefisien pengaliran eksisting (Cekst) dan koefisien pengaliran rencana (Crcn) dapat dilihat pada setiap saluran dapat dilihat pada Tabel 4.7. dan Tabel 4.8.



Tabel 4.7. Data Tata Guna Lahan *Existing* Cerme Selatan

No.	Jenis Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C <sub>i</sub>	C <sub>x</sub> A
1	Rumput	78.40	0.25	19.60093
2	Kebun	177.03	0.25	44.25766
3	Tanah Ladang	305.79	0.3	91.73553
4	Belukar	19.95	0.25	4.986395
5	Sawah Irigasi	267.52	0.3	80.2558
6	Sawah Tadah Hujan	1969.24	0.3	590.7715
7	Pemukiman	430.32	0.7	301.2251
8	Industri & Pegudangan	28.49	0.85	24.21226
9	Air Tawar & Hutan Rawa	45.51	0.5	22.75257
10	Empang	323.25	0.5	161.6274
	<b>Total</b>	<b>3645.49</b>		<b>1341.425</b>
	<b>C rata-rata</b>		<b>0.37</b>	

Tabel 4.8. Data Tata Guna Lahan Rencana Cerme Selatan

No.	Jenis Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C	C <sub>x</sub> A
1	Resapan Air	57.89	0.25	14.47
2	Holtikultura	25.06	0.3	7.52
3	Pertanian Lahan Basah	846.79	0.3	254.04
4	Budidaya Perikanan	102.24	0.5	51.12
5	Permukiman	1918.66	0.7	1343.06
6	Perdagangan, Jasa dan Fasum	124.51	0.8	99.61
7	Industri	62.57	0.85	53.18
8	Rawan Bencana Banjir	507.75	0.65	330.04
	<b>Total</b>	<b>3645.49</b>		<b>2153.05</b>
	<b>C rata-rata</b>		<b>0.59</b>	

Diperoleh luas pada jenis tata guna lahan yaitu dari RTRW Kabupaten Gresik yang berada di Kecamatan Cerme. Sedangkan koefisien pengaliran dapat ditentukan pada tabel 2.2. Selanjutnya diperoleh “C rata-rata” yang nantinya digunakan sebagai koefisien pengaliran dalam perhitungan debit banjir rencana.

Tugas akhir ini mengetahui dan merencanakan kapasitas saluran yang ada di dalam *sub-catchment* sekunder cerme kidul, sehingga hanya menggunakan dua periode ulang, yaitu sebagai berikut:

- Saluran Sekunder : periode ulang 5 tahun (Q5)
- Saluran Tersier : periode ulang 2 tahun (Q2)

**e. Waktu Konsentrasi (tc)**

Waktu konsentrasi (tc) terdiri dari waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dipermukaan tanah sampai ke saluran terdekat (to) ditambah dengan waktu yang diperlukan bagi air hujan mengalir di saluran sampai ke titik yang ditinjau (td).

Besar kecepatan aliran pada lahan ditunjukkan oleh Nomogram pada gambar 2.2. yang menampilkan hubungan antara variabel-variabel tersebut di atas.

Berikut contoh perhitungan waktu pengaliran di lahan “to” pada saluran “Sekunder Cerme Kidul R1”:

$$to = \frac{Lo}{60 Vo}$$

$$to = \frac{260}{60 (0,46)}$$

$$to = 9,48 \text{ menit}$$

dimana :

to = Waktu pengaliran di lahan (menit)

Lo = Panjang aliran diatas permukaan lahan (m)

Vo = Kecepatan aliran pada lahan (m/dt) yang dapat diperoleh pada nomogram pada gambar 2.2.

Sedangkan harga “td” pada saluran “Sekunder Cerme Kidul R1” adalah sebagai berikut:

$$td = \frac{L}{60 V}$$

$$td = \frac{438}{60 (1,14)}$$

$$td = 6,40 \text{ menit}$$

dimana :

$t_d$  = Waktu pengaliran di saluran (menit)

$L$  = Panjang saluran (m)

$V$  = Kecepatan aliran di saluran (m/dt)

Sehingga untuk mencari waktu konsentrasi pada suatu titik ( $t_c$ ) pada saluran “Sekunder Cerme Kidul R1” adalah:

$$t_c = t_o + t_d$$

$$= \frac{L_o}{60 V_o} + \frac{L}{60 V}$$

$$= \frac{260}{60 (0,46)} + \frac{438}{60 (1,16)}$$

$$= 15,78 \text{ menit}$$

dimana :

$t_c$  = Waktu konsentrasi (menit)

$t_o$  = Waktu pengaliran di lahan (menit)

$t_d$  = Waktu pengaliran di saluran (menit)

#### f. Metode Rasional

Sebelum mengetahui debit rencana, maka digunakan rumus mononobe untuk mengetahui intensitas curah hujan, berikut contoh perhitungan intensitas curah hujan saluran “Sekunder Cerme Kidul R1”:

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

$$I = \frac{89,66}{24} \left( \frac{24}{15,78} \right)^{2/3}$$

$$I = 75,73 \text{ mm/jam}$$

Dimana:

$I$  = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

$t_c$  = Waktu konsentrasi (menit)

Debit rencana dihitung dengan menggunakan metode Rasional yang persamaannya adalah sebagai berikut :

$$Q = 1/3,6 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit rencana (m<sup>3</sup>/detik)

C = Koefisien Pengaliran (*Runoff*)

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Pengaliran (Km<sup>2</sup>)

Sebelumnya sudah diketahui nilai koefisien pengaliran (C), intensitas curah hujan (I) dari perhitungan diatas. Sedangkan nilai luas daerah pengaliran (A) dapat diperoleh dari luar daerah aliran air atau disebut juga *catchment area* pada setiap saluran. Bila debit rencana sekunder ataupun primer yang akan dihitung, maka digunakan “A” dari hasil penjumlahan dari beberapa “A” pada saluran sebelumnya.

Berikut contoh perhitungan debit rencana pada saluran “Sekunder Cerme Kidul R1” :

Debit rencana dengan tata guna lahan *existing*.

$$Q = 1/3,6 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 1/3,6 \cdot 0,37 \cdot 75,73 \text{ mm/jam} \cdot 20,80 \text{ Ha}/100$$

$$Q = 1,349 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dimana:

C = yang digunakan adalah C existing pada tabel 4.7 yaitu 0,37

I = Intensitas curah hujan pada saluran “Sekunder Cerme Kidul R1” yaitu 75,73 mm/jam

A = Luas daerah pengaliran saluran “Sekunder Cerme Kidul R1” yaitu “A” dari penjumlahan saluran “Cerme Kidul 1”, “Cerme Kidul 2” dan “Sekunder Cerme Kidul R1” ( $A=4,13 + 10,08 + 6,59=20,80$  Ha)

Debit rencana dengan tata guna lahan rencana.

$$Q = 1/3,6 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 1/3,6 \cdot 0,37 \cdot 75,73 \text{ mm/jam} \cdot 20,80 \text{ Ha}/100$$

$$Q = 2,152 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dimana:

C = yang digunakan adalah C existing pada tabel 4.7 yaitu 0,37

I = Intensitas curah hujan pada saluran “Sekunder Cerme Kidul R1” yaitu 75,73 mm/jam

A = Luas daerah pengaliran saluran “Sekunder Cerme Kidul R1” yaitu “A” dari penjumlahan saluran “Cerme Kidul 1”, “Cerme Kidul 2” dan “Sekunder Cerme Kidul R1” ( $A=4,13 + 10,08 + 6,59=20,80$  Ha)

Hasil perhitungan debit banjir rencana saluran dengan menggunakan “C” existing dapat dilihat pada tabel 4.9, sedangkan “C” rencana dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.9. Analisa Hidrologi Existing Sub-Catchment Sekunder Cerme Kidul

No.	Lokasi	Jenis Sal.	Periode Ulang	ANALISA HIDROLOGI																
				Luas	Luas	Koeff Pengaliran Eksisting	Panjang Sal. Per ruas	Panjang	Panjang Aliran di lahan	Kec. Aliran di Sal.	Kecepatan Aliran di Lahan	Waktu Pengaliran di Lahan	Waktu Pengaliran di Sal.	Waktu Konsepsi	Koeff. Tampung	Curah Hujan Rencana	Intensitas Hujan	Debit Banjir Rencana		
				Per ruas	Total		L	L	Lo			V	Vo			to	td	Rn	In	Qn
				A Ha	A Ha		C	(m)	(m)			(m)	(m/dt)			(m/dt)	(menit)	(menit)	(menit)	Cs
Sistem Drainase Cerme Kidul																				
1	Sal. Cerme Kidul 1	T	2	4,13	4,13	0,37	201	201	280	0,55	0,46	10,19	6,08	16,27	0,84	59,01	48,83	0,175		
2	Sal. Cerme Kidul 2	T	2	10,08	10,08	0,37	156	156	295	0,53	0,46	10,76	4,90	15,66	0,86	59,01	50,10	0,449		
3	Sal. Sek. Cerme Kidul R1	S	5	6,59	20,80	0,37	237	438	260	1,16	0,46	9,48	6,30	15,78	0,83	89,66	75,73	1,349		
4	Sal. Cerme Kidul 3	T	2	2,06	2,06	0,37	138	138	186	0,53	0,46	6,78	4,32	11,10	0,84	59,01	63,01	0,112		
5	Sal. Sek. Cerme Kidul R2	S	5	0,94	23,80	0,37	63	501	161	0,78	0,46	5,88	10,69	16,57	0,76	89,66	73,30	1,355		
6	Sal. Cerme Kidul 4	T	2	2,92	2,92	0,37	133	133	216	0,39	0,46	7,87	5,69	13,55	0,83	59,01	55,15	0,137		
7	Sal. Cerme Kidul 5	T	2	1,42	1,42	0,37	192	192	119	0,36	0,46	4,34	8,97	13,31	0,75	59,01	55,83	0,061		
8	Sal. Sek. Cerme Kidul R3	S	5	4,62	32,76	0,37	272	772	140	0,81	0,46	5,11	15,86	20,97	0,73	89,66	62,65	1,531		
9	Sal. Cerme Kidul 6	T	2	1,75	1,75	0,37	99	99	141	0,36	0,46	5,14	4,62	9,77	0,81	59,01	68,63	0,100		
10	Sal. Sek. Cerme Kidul R4	S	5	39,35	73,86	0,37	1096	1869	299	1,09	0,46	10,91	28,65	39,55	0,73	89,66	41,04	2,287		

Tabel 4.10. Analisa Hidrologi Rencana Sub-Catchment Sekunder Cerme Kidul

No.	Lokasi	Jenis Sal.	Periode Ulang	ANALISA HIDROLOGI																
				Luas	Luas	Koeff Pengaliran Rencana	Panjang Sal. Per ruas	Panjang	Panjang Aliran di lahan	Kec. Aliran di Sal.	Kecepatan Aliran di Lahan	Waktu Pengaliran di Lahan	Waktu Pengaliran di Sal.	Waktu Konsepsi	Koeff. Tampung	Curah Hujan Rencana	Intensitas Hujan	Debit Banjir Rencana		
				Per ruas	Total		L	L	Lo			V	Vo			to	td	Rn	In	Qn
				A Ha	A Ha		C ren	(m)	(m)			(m)	(m/dt)			(m/dt)	(menit)	(menit)	(menit)	Cs
Sistem Drainase Cerme Kidul																				
1	Sal. Cerme Kidul 1	T	2	4,13	4,13	0,59	201	201	280	0,55	0,46	10,19	6,08	16,27	0,84	59,01	48,83	0,279		
2	Sal. Cerme Kidul 2	T	2	10,08	10,08	0,59	156	156	295	0,53	0,46	10,76	4,90	15,66	0,86	59,01	50,10	0,715		
3	Sal. Sek. Cerme Kidul R1	S	5	6,59	20,80	0,59	237	438	260	1,16	0,46	9,48	6,30	15,78	0,83	89,66	75,73	2,152		
4	Sal. Cerme Kidul 3	T	2	2,06	2,06	0,59	138	138	186	0,53	0,46	6,78	4,32	11,10	0,84	59,01	63,01	0,178		
5	Sal. Sek. Cerme Kidul R2	S	5	0,94	23,80	0,59	63	501	161	0,78	0,46	5,88	10,69	16,57	0,76	89,66	73,30	2,161		
6	Sal. Cerme Kidul 4	T	2	2,92	2,92	0,59	133	133	216	0,39	0,46	7,87	5,69	13,55	0,83	59,01	55,15	0,218		
7	Sal. Cerme Kidul 5	T	2	1,42	1,42	0,59	192	192	119	0,36	0,46	4,34	8,97	13,31	0,75	59,01	55,83	0,097		
8	Sal. Sek. Cerme Kidul R3	S	5	4,62	32,76	0,59	272	772	140	0,81	0,46	5,11	15,86	20,97	0,73	89,66	62,65	2,441		
9	Sal. Cerme Kidul 6	T	2	1,75	1,75	0,59	99	99	141	0,36	0,46	5,14	4,62	9,77	0,81	59,01	68,63	0,159		
10	Sal. Sek. Cerme Kidul R4	S	5	39,35	73,86	0,59	1096	1869	299	1,09	0,46	10,91	28,65	39,55	0,73	89,66	41,04	3,647		

#### 4.2.2. ANALISA HIDROLIKA

Analisa hidrolika dilakukan untuk melihat perilaku aliran air pada suatu saluran akibat debit banjir yang harus dialirkan. Dengan melakukan analisa hidrolika dapat diketahui kemampuan suatu penampang sungai atau saluran dalam mengalirkan debit banjir. Perhitungan hidrolika akan dilakukan dengan dengan cara steady flow menggunakan Metode Manning

Untuk mendapatkan debit banjir rencana dengan program Manning ini dilakukan bersamaan dengan analisa hidrologi dengan cara rational.

Dari hasil perhitungan tersebut terlihat bahwa masih banyak saluran yang kapasitasnya kurang untuk mengalirkan debit banjir rencana sehingga luber.

Dasar analisa perencanaan dimensi saluran drainase dapat menggunakan beberapa persamaan rumus sebagai berikut:

$$A = b * h \quad (\text{profil segi empat})$$

$$A = \frac{(b_1 + b_2)}{2} * h \quad (\text{profil trapesium})$$

$$P = b + 2h \quad (\text{profil segi empat})$$

$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (\text{profil trapesium})$$

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

$$v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = A * v$$

dimana :

$$Q = \text{Debit banjir yang dialirkan (m}^3/\text{dt)}$$

$$A = \text{luas penampang saluran (m}^2\text{)}$$

$$v = \text{kecepatan aliran (m/dt)}$$

$$n = \text{koefisien Kekasaran Manning}$$

$$R = \text{jari-jari hidrolis} = A/P \text{ (m)}$$

P = keliling basah saluran (m)

S = kemiringan dasar saluran

Kondisi existing saluran pada sub-catchment sekunder cerme kidul menggunakan pasangan batu kali dengan plesteran yang membentuk profil segi empat. Berikut contoh perhitungan pada saluran Cerme kidul 1 yang menggunakan profil segi empat:

Diketahui::

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$h' = 0,80 \text{ m}$ , sehingga untuk menentukan "h" dapat melihat tabel 2.10 yaitu dengan mengurangi tinggi jagaan berdasarkan desain saluran.

$n = 0,025$ , dapat dilihat koefisien manning's pada tabel 2.11

$$A = b * h$$

$$A = 1,1 * 0,60$$

$$A = 0,66 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2h$$

$$P = 1 + 2(0,60)$$

$$P = 2,20 \text{ m}$$

Setelah A dan P diketahui, berikutnya dapat dihitung faktor hidrolis (R) :

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

$$R = \frac{0,66}{2,20}$$

$$R = 0,29 \text{ m}^2$$



Berikutnya dapat dihitung kecepatan aliran (v) :

$$v = 1/n * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$v = 1/0,025 * 0,29^{2/3} * 0,001^{1/2}$$

$$v = 0,55 \text{ m/det}$$

Setelah faktor hidrolis (R) dan kecepatan aliran (v) sudah diketahui, selanjutnya dapat menghitung kapasitas saluran:

$$Q = A * v$$

$$Q = 0,66 * 0,55$$

$$Q = 0,36 \text{ m}^3/\text{det}$$

Pada tabel 4.10 dan 4.12 dapat dilihat adanya kapasitas saluran maksimal (Q'), perhitungan kapasitas maksimal ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas maksimal pada saluran terhadap debit banjir rencana, berikut contoh perhitungannya:

$$A' = b * h' \quad , \text{dimana } h' \text{ (tinggi saluran) tanpa dikurangi tinggi jagaan}$$

$$A' = 1,1 * 0,80$$

$$A' = 0,88 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2h$$

$$P = 1 + 2(0,60)$$

$$P = 2,20 \text{ m}$$

Setelah A dan P diketahui, berikutnya dapat dihitung faktor hidrolis (R'):

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

$$R' = \frac{0,88}{2,20}$$

$$R = 0,38 \text{ m}^2$$

Berikutnya dapat dihitung kecepatan aliran (v) :

$$v = 1/n * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$v = 1/0,025 * 0,38^{2/3} * 0,001^{1/2}$$

$$v = 0,67 \text{ m/det}$$

Setelah faktor hidrolis (R) dan kecepatan aliran (v) sudah diketahui, selanjutnya dapat menghitung kapasitas saluran:

$$Q' = A' * v'$$

$$Q = 0,88 * 0,67$$

$$Q = 0,59 \text{ m}^3/\text{det}$$

Hasil perhitungan dimensi saluran diatas, dapat disimpulkan bila debit banjir rencana lebih besar dari kapasitas saluran ( $Q_n > Q$ ), maka saluran yang ada di sub-catchment sekunder cerme kidul perlu dinormalisasi. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.9 – 4.10 untuk perhitungan hidrologi, sedangkan untuk perhitungan hidrolis pada tabel 4.11 - 4.12.

Pengendalian banjir, seperti memperbesar dimensi saluran kurang tepat bila di terapkan karena area sub-catchment sekunder cerme kidul adalah area yang sudah padat pemukiman. Langkah normalisasi adalah pilihan yang paling tepat untuk pengendalian banjir pada area sub-catchment sekunder cerme kidul, karena dalam area ini masih banyak sampah yang dibuang di dalam saluran, serta banyaknya sedimen yang memperdangkal saluran.

Tabel 4.11. Analisa Hidrolika Existing Sub-Catchment Sekunder Cerme Kidul

Jenis Sal.	Jenis Saluran Eksisting	DIMENSI SALURAN EKSISTING								ANALISA HIDROLIKA								Keterangan
		Lebar		Tinggi air	Jagaan	Tinggi Saluran	Talud	Slope Sal.	Koef.Kek asaran	Luas penampang		Faktor hidrolitik		Kec. Aliran		Kapasitas Saluran		
		Dasar	Atas	H	W	H'	z/m	S	n	Normal	Maks.	Normal	Maks.	Normal	Maks.	Normal	Maks.	
		b	B	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	A	A'	R	R'	V	V'	Q	Q'	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m/dt)	(m/dt)	(m <sup>3</sup> /dt)	(m <sup>3</sup> /dt)			
T	Pas. batu kali diplester	1,10	1,10	0,60	0,20	0,80	0,00	0,0010	0,025	0,66	0,88	0,29	0,38	0,55	0,67	0,36	0,59	Aman
T	Pas. batu kali diplester	1,00	1,00	0,60	0,20	0,80	0,00	0,0010	0,025	0,60	0,80	0,27	0,36	0,53	0,64	0,32	0,52	Luber, perlu dinormalisasi
S	Pas. batu kali diplester	2,10	2,10	0,90	0,30	1,20	0,00	0,0022	0,025	1,89	2,52	0,48	0,65	1,16	1,40	2,19	3,53	Aman
T	Pas. batu kali diplester	1,00	1,00	0,60	0,20	0,80	0,00	0,0010	0,025	0,60	0,80	0,27	0,36	0,53	0,64	0,32	0,52	Aman
S	Pas. batu kali diplester	2,10	2,10	0,90	0,30	1,20	0,00	0,0010	0,025	1,89	2,52	0,48	0,65	0,78	0,95	1,47	2,38	Aman
T	Pas. batu kali diplester	0,60	0,60	0,40	0,20	0,60	0,00	0,0010	0,025	0,24	0,36	0,17	0,26	0,39	0,51	0,09	0,18	Luber, perlu dinormalisasi
T	Pas. batu kali diplester	0,60	0,60	0,30	0,20	0,50	0,00	0,0010	0,025	0,18	0,30	0,15	0,25	0,36	0,50	0,06	0,15	Aman
S	Pas. batu kali diplester	2,40	2,40	0,90	0,30	1,20	0,00	0,0010	0,025	2,16	2,88	0,51	0,69	0,81	0,98	1,75	2,83	Aman
T	Pas. batu kali diplester	0,60	0,60	0,30	0,20	0,50	0,00	0,0010	0,025	0,18	0,30	0,15	0,25	0,36	0,50	0,06	0,15	Luber, perlu dinormalisasi
S	Tanah	4,00	4,00	2,20	0,30	2,50	0,00	0,0010	0,030	8,80	10,00	1,05	1,19	1,09	1,18	9,57	11,84	Aman

Tabel 4.12. Analisa Hidrolika Rencana Sub-Catchment Sekunder Cerme Kidul

Jenis Sal.	Jenis Saluran Eksisting	DIMENSI SALURAN EKSISTING								ANALISA HIDROLIKA								Keterangan
		Lebar		Tinggi air	Jagaan	Tinggi Saluran	Talud	Slope Sal.	Koef.Kek asaran	Luas penampang		Faktor hidrolitik		Kec. Aliran		Kapasitas Saluran		
		Dasar	Atas	H	W	H'	z/m	S	n	Normal	Maks.	Normal	Maks.	Normal	Maks.	Normal	Maks.	
		b	B	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	A	A'	R	R'	V	V'	Q	Q'	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m/dt)	(m/dt)	(m <sup>3</sup> /dt)	(m <sup>3</sup> /dt)			
T	Pas. batu kali diplester	1,10	1,10	0,60	0,20	0,80	0,00	0,0010	0,025	0,66	0,88	0,29	0,38	0,55	0,67	0,36	0,59	Aman
T	Pas. batu kali diplester	1,00	1,00	0,60	0,20	0,80	0,00	0,0010	0,025	0,60	0,80	0,27	0,36	0,53	0,64	0,32	0,52	Luber, perlu dinormalisasi
S	Pas. batu kali diplester	2,10	2,10	0,90	0,30	1,20	0,00	0,0022	0,025	1,89	2,52	0,48	0,65	1,16	1,40	2,19	3,53	Aman
T	Pas. batu kali diplester	1,00	1,00	0,60	0,20	0,80	0,00	0,0010	0,025	0,60	0,80	0,27	0,36	0,53	0,64	0,32	0,52	Aman
S	Pas. batu kali diplester	2,10	2,10	0,90	0,30	1,20	0,00	0,0010	0,025	1,89	2,52	0,48	0,65	0,78	0,95	1,47	2,38	Luber, perlu dinormalisasi
T	Pas. batu kali diplester	0,60	0,60	0,40	0,20	0,60	0,00	0,0010	0,025	0,24	0,36	0,17	0,26	0,39	0,51	0,09	0,18	Luber, perlu dinormalisasi
T	Pas. batu kali diplester	0,60	0,60	0,30	0,20	0,50	0,00	0,0010	0,025	0,18	0,30	0,15	0,25	0,36	0,50	0,06	0,15	Luber, perlu dinormalisasi
S	Pas. batu kali diplester	2,40	2,40	0,90	0,30	1,20	0,00	0,0010	0,025	2,16	2,88	0,51	0,69	0,81	0,98	1,75	2,83	Luber, perlu dinormalisasi
T	Pas. batu kali diplester	0,60	0,60	0,30	0,20	0,50	0,00	0,0010	0,025	0,18	0,30	0,15	0,25	0,36	0,50	0,06	0,15	Luber, perlu dinormalisasi
S	Tanah	4,00	4,00	2,20	0,30	2,50	0,00	0,0010	0,030	8,80	10,00	1,05	1,19	1,09	1,18	9,57	11,84	Aman