

PERENCANAAN SALURAN DRAINASE DI DESA BANYULEGI KECAMATAN DAWARBLANDONG KABUPATEN MOJOKERTO

Muhammad Alif Derry Bachtiar¹, Soebagio²

¹*Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*

²*Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*

Jl. Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: alifderry075@gmail.com & mrbag212@gmail.com

ABSTRAK: Permasalahan banjir sering terjadi di Desa Banyulegi Kecamatan Dawarblandong Kabupaten Mojokerto. Dalam studi ini mempunyai tujuan untuk mengetahui tangkapan hujan yang berada di Desa Banyulegi untuk mengetahui berapa debit rencana pada sungai yang dikaji, dan mengetahui penyebab terjadinya banjir. Penyebabnya adalah penampang pada saluran primer yang ada wilayah tersebut hanya mampu menampung debit sebesar 252,51 m³/det yang seharusnya dapat menampung debit banjir maksimum sebesar 278,12 m³/det. Lama genangan terparah terjadi pada tahun 2019 lebih dari 3 jam dengan kedalaman 60 - 70 cm dan wilayah yang tergenang 24,637 m². Untuk menangani masalah banjir tersebut dilakukan kajian drainase, sehingga saluran bisa menampung debit banjir yang ada dikawasan tersebut. Curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson III didapatkan R₁₀ = 78,79 mm dan R₂₅ = 89,79 mm. Debit banjir maksimum dihitung menggunakan Metode Nakayashu untuk saluran primer dengan periode ulang 10 tahun. Debit banjir maksimum akan dibandingkan dengan kapasitas penampang saluran yang dihitung dengan perumusan Manning. Saluran yang tidak dapat menampung debit banjir yang diakibatkan oleh mengecilnya saluran, diperlukan pengerukan atau perencanaan ulang dimensi saluran yang sesuai dengan kebutuhan lebar dasar di setiap penampang. sehingga tiap penampang mampu menampung debit banjir maksimum.

KATA KUNCI : Penampang, Banjir, Dawarblandong.

1. PENDAHULUAN

Banjir adalah kondisi alam yang hampir dapat diperkirakan terjadi pada saat datangnya musim hujan. Banjir juga menjadi rutinitas yang terjadi dari tahun ketahun untuk beberapa tempat. Berbagai dan macam-macam solusi dari permasalahan banjir yang ditawarkan senantiasa tidak dapat berjalan sesuai perkiraan dalam tataran operasional untuk menanggulangi serta mengurangi banjir, baik secara volume maupun persebarannya (Marfai, 2005 : 17).

Banjir merupakan bencana alam paling sering terjadi, baik dilihat dari intensitasnya pada suatu tempat maupun jumlah lokasi kejadian dalam setahun yaitu sekitar 40% di antara bencana alam yang lain. Bahkan pada tempat-tempat tertentu, banjir merupakan rutinitas tahunan. Lokasi kejadiannya bisa perkotaan atau pedesaan, negara sedang berkembang atau negara maju sekalipun

Berdasarkan hal tersebut maka disimpulkan bahwa faktor utama penyebab banjir antara lain tingginya intensitas curah hujan dalam waktu yang lama serta kondisi lahan (bentuk lahan dan sifat fisiknya). Sedikitnya ada lima faktor penting penyebab banjir di Indonesia yaitu : faktor hujan, faktor hancurnya retensi Daerah Aliran Sungai (DAS), faktor kesalahan

perencanaan pembangunan alur sungai, faktor pendangkalan sungai dan faktor kesalahan tata wilayah dan pembangunan sarana dan prasarana (Maryono, 2005).

2. METODE PENELITIAN

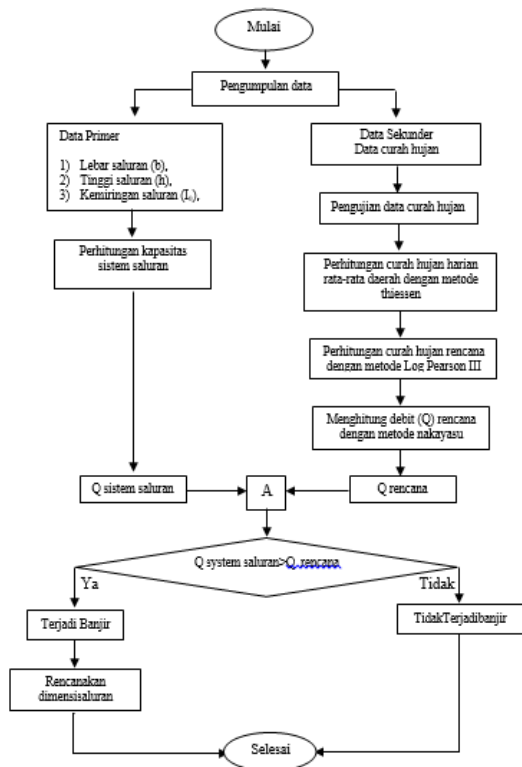
Metode penelitian yang digunakan dalam kajian sistem drainase meliputi tahap pengumpulan dan pengolahan data serta tahap analisis data. Setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul, kemudian dilakukan perhitungan dengan beberapa metode dan perangkat lunak.

2.1 Pengumpulan Data

Dalam proses ini memerlukan 2 jenis data yang digunakan dalam perhitungan :

- a. Data Primer
- b. Data Sekunder

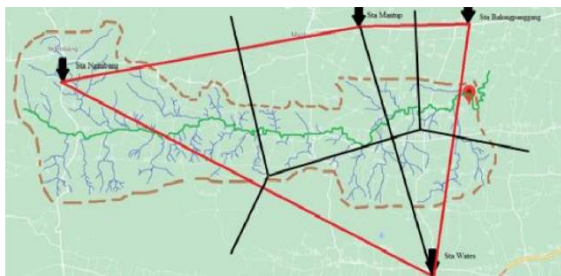
PERENCANAAN SALURAN PEMATUSAN DI BOEZEM UTARA MOROKREMBANGAN SURABAYA
(Muhammad Alif Derry Bachtiar, Soebagio)



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN
3.1 Analisa Hidrologi

Analisa data hidrologi dibutuhkan sebagai dasar perhitungan untuk menentukan curah hujan rencana yang terjadi di suatu wilayah berdasarkan periode ulang yang diinginkan. Pada kajian ini menggunakan data curah hujan dari 4 Stasiun (Sta) terdekat dari *catchment area* yaitu Sta Ngimbang, Sta Mantup, Sta Balongpanggung dan Sta Wates dengan periode 10 tahun, kemudian dilakukan analisis sebaran dengan metode *Polygon Thiessen* yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ploygon Thiessen

Tabel 1. Curah Hujan Rerata Thiessen

Thn	Tgl	Sta Hujan				Ch
		Ngbng	Mntp	Bp	Wts	
	Rasio	0,51	0,21	0,09	0,19	
2019	25/3	107	45	0	8	65,5
	31/12	18	94	24	31	36,9
	01/5	29	45	105	43,6	41,9
2018	21/1	0	0	9	66,8	13,5
	16/12	82	0	32	62,5	56,5
	19/12	44	79	20	0	40,8
2017	07/1	31	0	83	47	32,2
	11/3	61	12	0	79,2	48,6
	02/3	0	93	0	0	19,5
2016	30/4	0	0	75	29,4	12,3
	28/9	0	32	0	90	23,8
	30/1	64	17	40	21,3	43,8
2015	26/1	0	0	114	66	22,8
	30/5	25	72	24	4	30,7
	24/6	0	0	0	78	14,8
2014	09/4	95	32	0	0	55,1
	18/4	0	20	90	24	16,8
	07/2	104	47	0	0	62,9
2013	24/4	0	16	0	68	16,2
	07/2	47	104	12	0	46,8
	07/12	0	81	0	0	17,0
2012	16/2	30	0	5	45	24,3
	30/11	18	0	90	35	23,9
	07/12	81	0	0	0	41,3
2011	14/12	83	9	70	18	53,9
	01/4	0	84	0	0	17,6
	15/12	80	3	109	0	51,2
2010	15/1	39	33	28	69	42,4
	13/2	15	22	4	106	32,7
	03/3	3	21	68	0	12,0
2009	05/4	41	63	0	42	42,1
	05/12	64	0	23	16	37,7
	12/12	119	0	45	29	70,2
2008	23/3	10	100	5	15	29,4
	05/4	29	0	153	24	33,1
	13/2	42	0	56	106	46,6
2007	21/5	156	0	10	0	80,4
	24/3	118	105	114	0	92,4
	8/10	0	90	16	0	20,3
-	-	-	-	-	-	-

Sumber: Perhitungan

3.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Curah hujan untuk periode ulang tertentu secara statistic dapat diperkirakan berdasarkan seri data curah hujan harian maksimum tahunan jangka panjang dengan analisis distribusi frekuensi. Curah hujan rencana/desain ini biasanya dihitung untuk periode 2,5,10,25,50 dst, Langkah pertama dalam perhitungan dengan Metode Gumbel ini adalah dengan menyusun data curah hujan tertinggi dlam 10 tahun terakhir. Data dihitung setiap stasiun hujan masing-masing :

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	R (mm)
1	2019	65,54
2	2018	56,58
3	2017	43,86
4	2016	55,17
5	2015	62,91
6	2014	41,31
7	2013	53,94
8	2012	42,12
9	2011	70,25
10	2010	92,49
Jumlah		584,162

Sumber : Perhitungan

$n = 10$
 $R_{\text{rata}} = 58,42 \text{ mm}$
 Standar Deviasi (S) = 15,55

Setelah didapat nilai rata-rata dan harga deviasi rata-rata selanjutnya menghitung besarnya harga 1/a dan b

$n = 10$
 $Y_n = 0,4952$ (didapat pada tabel lampiran 2)
 $S_n = 0,9496$ (didapat pada tabel lampiran 1)
 $1/a = S/S_n = 16,37$
 $b = 50,31$

Persamaan Ekstrapolasi :

$R_t = 50,31 + 16,37 \times Y_t$

Untuk perhitungan curah hujan dengan periode ulang pada persamaan distribusi Gumbel, maka didapat sebagai berikut :

Tabel 3. Perhitungan Curah Hujan periode Tertentu Metode Gumbel

No	T	Yt	Rt (mm)
1	2	0,3665	48,87
2	5	1,4999	67,43
3	10	2,2502	79,71
4	25	3,1985	95,24

Sumber : Perhitungan

Tujuan Uji Chi Square (X^2) untuk menaksir atau memperkirakan nilai – nilai tertentu, berdasarkan data-data pengamatan yang ada, dengan pertimbangan agar nilai perkiraan itu mengandung kesalahan terkecil sehingga dapat diabaikan.

Penyelesaian : Jumlah data, $n = 10$
 Taraf Kepercayaan, $\alpha = 5\%$
 Kelas distribusi (Sturges) = $K = 1 + 3,322 \log N$
 $= 1 + 3,322 \log 10$
 $= 7,64 \rightarrow 8$
 Derajat Kebebasan, $Dk = K - (p + 1)$

$Dk = 8 - (2 + 1) = 5$

$Ef = 10/8 = 1,25$

Adapun :

- K : Kelas Distribusi
- N : Probabilitas (100%)
- Dk / v : Derajat Kebebasan
- n : Jumlah data
- P / h : Jumlah parameter untuk sebaran Chi Square adalah 2
- Ef : Nilai yang diharapkan (*expected frequency*)

Tabel 4. Uji Chi Square Metode Gumbel

xi	%	(P) %	Ef	Of	$\frac{Ef - Of}{Of}$	$\frac{(Ef - Of)^2}{n}$
65,54	9,09	$P < 12,5$	1,25	1	0,25	0,0625
56,58	18,18	$12,5 < P < 25$	1,25	1	0,25	0,0625
43,86	27,27	$25 < P < 37,5$	1,25	2	-0,75	0,5625
55,17	36,36	$37,5 < P < 50$	1,25	1	0,25	0,0625
62,91	45,45	$50 < P < 62,5$	1,25	1	0,25	0,0625
41,31	54,55	$62,5 < P < 75$	1,25	2	-0,75	0,5625
53,94	63,64	$75 < P < 87,5$	1,25	1	0,25	0,0625
42,12	72,73	$87,5 < P < 100$	1,25	1	0,25	0,0625
70,25	81,82	Jumlah	10	10		1,5
92,49	90,91					

sumber : Perhitungan

Dengan $Dk = 5$ dan $\alpha = 0,05$

di dapat $X^2Cr = 11,070$ (Lampiran 4)

$X^2_{\text{hit}} = 1,5 / 1,25 = 1,2$

$X^2_{\text{hit}} (1,2) < X^2Cr (11,070) \rightarrow$ **Diterima**

Disebut uji kecocokan non parametrik karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi. Pengujian dilakukan dengan melihat simpangan terbesar dari sekumpulan data terhadap persamaan garis extrapolasi yang telah dibuat. Penyelesaian :

$R_t = 50,31 + 16,37 \times Y_t$

Untuk $Y_t = -1$ maka $R_t = 33,94$

Untuk $Y_t = 2,5$ maka $R_t = 91,23$

Untuk perhitungan curah hujan dengan periode ulang pada persamaan distribusi Gumbel, maka didapat sebagai berikut :

Tabel 5. Uji Smirnov Kolomogorov

No	data (xi)	Pe (%)	Pt (%)	Pe - Pt (%)	Pe - Pt
1	41,31	9,091	6	3,091	0,031
2	42,12	18,182	6,6	11,582	0,116
3	43,86	27,273	7	20,273	0,203
4	53,94	36,364	22	14,364	0,144
5	55,17	45,455	28	17,455	0,175

PERENCANAAN SALURAN PEMATUSAN DI BOEZEM UTARA MOROKREMBANGAN SURABAYA

(Muhammad Alif Derry Bachtiar, Soebagio)

6	56,58	54,545	46,2	8,345	0,083
7	62,91	63,636	46,25	17,386	0,174
8	65,54	72,727	42	30,727	0,307
9	70,25	81,818	65,5	16,318	0,163
10	92,49	90,909	85	5,909	0,059

Sumber : Perhitungan

Dengan $\alpha = 0,05$ $N = 10$, $\Delta Cr = 0,41$

(Lampiran 5) $> \Delta maks = 0,307$

Kesimpulan Hipotesa *EJ Gumbel* (Diterima)

Dalam memperkirakan curah hujan rencana digunakan metode Log Pearson III, karena metode ini masih cukup handal dan dapat dipakai untuk setiap kondisi tanpa harus memperhatikan persyaratan seperti pada metode lain. Adapun perhitungan dengan menggunakan metode Log Person III sebagai berikut :

Tabel 6. Perhitungan Metode Log Pearson III

data (xi)	log Xi (2)	log X (3)	(2-3)	(2 - 3) 2	(2 - 3)3
65,54	1,82	1,75	0,063	0,003946	0,000248
56,58	1,75	1,75	-0,001	0,000001	0,0000000
43,86	1,64	1,75	-0,112	0,012458	-0,0013906
55,17	1,74	1,75	-0,012	0,000144	-0,0000017
62,91	1,80	1,75	0,045	0,002028	0,0000913
41,31	1,62	1,75	-0,138	0,018942	-0,0026070
53,94	1,73	1,75	-0,022	0,000474	-0,0000103
42,12	1,62	1,75	-0,129	0,016692	-0,0021566
70,25	1,85	1,75	0,093	0,008642	0,0008033
92,49	1,97	1,75	0,212	0,045118	0,0095834
jumlah	17,54	17,54	0,000	0,108	0,0045598

Sumber : Perhitungan

Rerata : 1,754

Simpangan Baku (S) : 0,110

Koef. Skewness : 0,2

Curah Hujan Rancangan :

Log Xt = 1,754 + 0,110 x K

Tabel 7. Perhitungan Hujan Rencana
Menggunakan Metode Log Pearson III

Tr (th)	K	Log Xt	Xt (mm)
2	-0,033	1,75	56,24
5	0,83	1,84	69,95
10	1,301	1,90	78,79
25	1,818	1,95	89,79

Sumber : Perhitungan

Tujuan Uji Chi Square (X^2) untuk menaksir atau memperkirakan nilai – nilai tertentu, berdasarkan data-data pengamatan yang ada, dengan pertimbangan agar nilai perkiraan itu mengandung kesalahan terkecil sehingga dapat diabaikan. Penyelesaian :

Jumlah data, n = 10

Taraf Kepercayaan , $\alpha = 5\%$

Kelas distribusi (Sturges) = $K = 1 + 3,322 \log N$

$$K = 1 + 3.322 \log 100 = 7,64 \square 8$$

Derajat Kebebasan, $Dk = K - (p + 1)$

$$Dk = 8 - (2 + 1) = 5$$

$$Ef = 10/8 = 1,25$$

Adapun :

K : Kelas Distribusi

N : Probabilitas (100%)

Dk /v : Derajat Kebebasan

n : Jumlah data

P / h : Jumlah parameter untuk sebaran Chi Square adalah 2

Ef : Nilai yang diharapkan (*expected frequency*)

Tabel 8. Uji Chi Square Metode Log Pearson

xi	%	(P) %	Ef	Of	$\frac{Ef - Of}{Of}$	$(\frac{Ef - Of}{Of})^2$
65,54	9,09	$P < 12.5$	1,25	1	0,25	0,0625
56,58	18,18	$12.5 < P < 25$	1,25	1	0,25	0,0625
43,86	27,27	$25 < P < 37.5$	1,25	2	-0,75	0,5625
55,17	36,36	$37.5 < P < 50$	1,25	1	0,25	0,0625
62,91	45,45	$50 < P < 62.5$	1,25	1	0,25	0,0625
41,31	54,55	$62.5 < P < 75$	1,25	2	-0,75	0,5625
53,94	63,64	$75 < P < 87.5$	1,25	1	0,25	0,0625
42,12	72,73	$87.5 < P < 100$	1,25	1	0,25	0,0625
70,25	81,82	Jumlah	10	10		1,5
92,49	90,91					

III

Sumber : Perhitungan

Dengan $\alpha = 0,05$ $N = 10$, $\Delta Cr = 0,41 > \Delta maks = 0,15$

Kesimpulan Hipotesa *EJ Gumbel* : Diterima

Disebut uji kecocokan non parametric karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi. Pengujian dilakukan dengan melihat simpangan terbesar dari sekumpulan data terhadap persamaan garis extrapolasi yang telah dibuat.

Penyelesaian :

Probabilitas = 0,1

Cs = 0,2

K = 3,38

Log Xt = 1,754 + (0,110 * 3,38)

$$= 2,125$$

Antilog Xt = 133,6

A = (0,1 . 133,6)

Probabilitas = 50

Cs = 0,2

K = -0.033

Log Xt = 1,754 + (0,110* (-0.033))

$$= 1,75$$

$$\text{Antilog Xt} = 56,28$$

$$B = (50. 56,28)$$

Tabel 9. Uji Smirnov Kolmogorov Metode Log Pearson III

data (xi)	Pe (%)	Pt (%)	Pe - Pt (%)	Pe - Pt
92,49	9,091	6	3,091	0,031
70,25	18,182	6,6	11,582	0,116
65,54	27,273	7	20,273	0,203
62,91	36,364	22	14,364	0,144
56,58	45,455	28	17,455	0,175
55,17	54,545	46,2	8,345	0,083
53,94	63,636	46,25	17,386	0,174
43,86	72,727	42	30,727	0,307
42,12	81,818	65,5	16,318	0,163
41,31	90,909	85	5,909	0,059

Sumber : Perhitungan

Dengan $\alpha = 0,05$ $N = 10$, $\Delta Cr = 0,40 > \Delta$ maks = 0,307

Hipotesa Log Person III : Diterima

Tabel 10. Perbandingan Perhitungan Metode Gumbel dan Metode Log Pearson III

Tr (th)	GUMBEL (mm)	LOG PEARSON III (mm)
2	48,87	56,24
5	67,43	69,95
10	79,71	78,79
25	95,24	89,79

Sumber : Perhitungan

Untuk perhitungan yang selanjutnya digunakan hasil perhitungan dari metode Log Pearson III. Karena Pada tabel perhitungan 10 didapatkan nilai dari metode Gumbell lebih kecil dari pada metode Log Pearson III, dengan demikian maka metode Log Pearson III nilai keamanannya lebih besar dari metode Gumbell dan selanjutnya perhitungan debit banjir maksimum dengan menggunakan Metode Nakayashu, Metode Weduwen dan Metode Haspers.

3.3 Perhitungan Debit Banjir Maksimum Menggunakan Metode Nakayashu

Pada contoh perhitungan di pakai curah hujan rencana periode ulang 10 tahun :

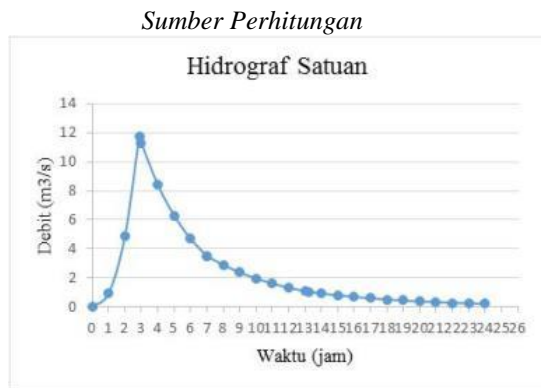
Panjang Saluran (L) = 28,5 km
 Luas Daerah (A) = 210,53 km²
 Elevasi Hulu = +76,00
 Elevasi Hilir = +19,00
 Beda Tinggi Elevasi = 57 m = 0,057 km
 $T_g = 0,4 + (0,058 L)$
 $= 0,4 + (0,058 \times 28,5)$

$T_r = 2,053 \text{ jam}$
 $= 0,5 \times T_g$
 $= 0,5 \times 2,053$
 $= 1,0265$
 $T_p = T_g + (0,8 T_r)$
 $= 2,053 + (0,8 \times 1,539)$
 $= 2,87$
 $\alpha = 1/T_g \times 0,47 (A.L.)^{0,25}$
 $= 1/2,053 \times 0,47 (210,53 \times 28,5)^{0,25} = 2$
 $T_{0,3} = \alpha T_g$
 $= 2 \times 2,053$
 $= 4,134$
 $Q_p = \frac{A R O}{3,6 (0,37p + T_{0,3})}$
 $= \frac{210,53 \times 1}{3,6 ((0,3 \times 2,87) + 4,134)} = 11,703$

Tabel 11. Kurva untuk $0 < t < 24$

t(jam)	Qt(m3/det/mm)
0	0
1	0,9287
2	4,9015
2,87	11,7031
3	11,2822
4	8,4321
t(jam)	Qt(m3/det/mm)
5	6,3019
6	4,7099
7	3,5201
7,009	3,5109
8	2,8965
9	2,3854
10	1,9645
11	1,6179
12	1,3324
13	1,0973
13,21	1,0533
14	0,9390
15	0,8118
16	0,7018
17	0,6067
18	0,5245
19	0,4534
20	0,3920
21	0,3389
22	0,2930
t(jam)	Qt(m3/det/mm)
23	0,2533
24	0,2190

PERENCANAAN SALURAN PEMATUSAN DI BOEZEM UTARA MOROKREMBANGAN SURABAYA
(Muhammad Alif Derry Bachtiar, Soebagio)



Gambar 3. Grafik Hidrograf Satuan

Untuk mencari nilai curah hujan efektif nilai dari curah hujan harian dikalikan koefisien tata guna lahan.

Tabel 12. Curah Hujan Efektif Tahunan

No.	Kala Ulang	RT	R eff.
1	2	56,24	22,50
2	5	69,95	27,98
3	10	78,79	31,52
4	25	89,79	35,92

Sumber : Perhitungan

Tabel 13. Rasio Presentase Periode Ulang

Kala Ulang	10
Curah Hujan Efektif	31,52
Ratio (Persentase)	
	0,6934
	0,1802
	0,1264
	3,98413

Sumber : Perhitungan

Tabel 14. Hidrograf Banjir Rencana dengan Periode Ulang 10 Tahun

T	U.h m3/d et/m m	Aliran Permukaan			Q m3/dt
		R1	R2	R3	
		21,86	5,68	3,98	
0	0,00	0			0,00
1	0,93	20,30	0		20,30
2	4,90	107,1	5,27	0	112,4
3	11,2	246,5	27,84	3,70	278,1
4	8,43	184,2	64,08	19,53	267,9
5	6,30	137,7	47,89	44,95	230,5
6	4,71	102,9	35,79	33,59	172,3
7	3,52	76,94	26,75	25,11	128,7
8	2,90	63,31	19,99	18,76	102,0
9	2,39	52,14	16,45	14,02	82,61
10	1,96	42,94	13,55	11,54	68,03
11	1,62	35,36	11,16	9,50	56,02

12	1,33	29,12	9,19	7,83	46,14
13	1,10	23,98	7,57	6,45	38,00
14	0,94	20,52	6,23	5,31	32,06
15	0,81	17,74	5,33	4,37	27,45
16	0,70	15,34	4,61	3,74	23,69
17	0,61	13,26	3,99	3,23	20,48
18	0,52	11,46	3,45	2,80	17,71
19	0,45	9,91	2,98	2,42	15,31
20	0,39	8,57	2,58	2,09	13,23

Sumber : Perhitungan



Gambar 4. Hidrograf Aliran DAS Periode 10 Tahun

Tabel 15. Perhitungan Debit Banjir Maksimum Metode Nakayashu

T	A	L	Tr	R24	α	Q
10	210,53	28,5	1,026	78,79	2	278,12

sumber : Perhitungan

3.4 Perhitungan Debit Banjir Maksimum Menggunakan Metode Haspers

Pada contoh perhitungan di pakai curah hujan rencana periode ulang 10 tahun :

Panjang saluran (L) = 28,5 km
Luas Daerah (A) = 210.53 km²
R₂₄ = 78,79 mm

$$\alpha = \frac{1+0,012(A)^{0,7}}{1+0,075(A)^{0,7}} = \frac{1+0,012(210,53)^{0,7}}{1+0,075(210,53)^{0,7}} = 0,36$$

$$Tr = 0,1 \times L^{0,8} \times I^{-0,3} = 0,1 \times 28,5^{0,8} \times 78,79^{-0,3} = 3,44$$

$$1/\beta = 1 + \frac{Tr + 3,7 \times 10^{-5,468}}{Tr^2 \times 15} \times \frac{A^{0,75}}{12} = 1 + \frac{9,11 + 3,7 \times 10^{-5,468}}{9,11^2 \times 15} \times \frac{210,53^{0,75}}{12} = 1,089$$

$$\beta = 0,91$$

$$tr = 9,11 \text{ jam } tr > 2 \text{ jam}$$

$$rt = \frac{Tr \times R24}{Tr-1} = \frac{3,44 \times 78,79}{3,44-1} = 61,06 \text{ mm}$$

$$q = \frac{rt}{3,6 \times tr}$$

$$q = 3,94 \text{ m}^3/\text{det}/\text{km}^2$$

$$Q = \alpha \times \beta \times q \times A$$

$$Q = 0,36 \times 0,91 \times 3,94 \times 210,53$$

$$Q = 271,74 \text{ m}^3/\text{dt}$$

T	R	I	T _c	β	q	A	Q
1	78,7	0,05	7	0,6	2,6	0,5	201,2
0	9	7	8	2	3	3	3

Tabel 16. Perhitungan Debit Banjir Maksimum Dengan Metode Haspers

Sumber : Perhitungan

3.5 Perhitungan Debit Banjir Maksimum Menggunakan Metode Werduwen

Pada contoh perhitungan di pakai curah hujan rencana periode ulang 10 tahun :

- Panjang saluran (L) = 28,5 km
- Luas Daerah (A) = 210,53 km²
- I = 0,057
- R24 = 78,79
- Harga t coba-coba t = 7 jam

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} A}{120 A}$$

$$= \frac{120 + \frac{7+1}{7+9} \times 210,53}{120 \times 210,53}$$

$$= 0,68$$

$$qn = \frac{R2}{240} \times \frac{67,65}{t+1,45}$$

$$= \frac{78,79}{240} \times \frac{67,65}{7+1,45}$$

$$= 2,62 \text{ m}^3/\text{det}/\text{km}^2$$

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta q + 7}$$

$$= 1 - \frac{4,1}{0,68 \times 2,62 + 7}$$

$$= 0,53$$

$$Qn = \alpha \times \beta \times q \times A$$

$$= 0,53 \times 0,68 \times 2,62 \times 210,53$$

$$= 201,23 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Periksa nilai t coba-coba = t hitung, t = 0,125 x 28,5 x 138,86^{-0,125} x 0,057^{-0,25} t = 6,9 = 7 jam
 t coba-coba = t hitung → 7 jam, nilai Qn adalah benar.

T	R	A	Tr	b	Rt	q	Q
10	78,79	0,36	3,44	0,91	61,06	3,94	271,74

Tabel 17. Perhitungan Debit Banjir Maksimum dengan Metode Werduwen

sumber : Perhitungan

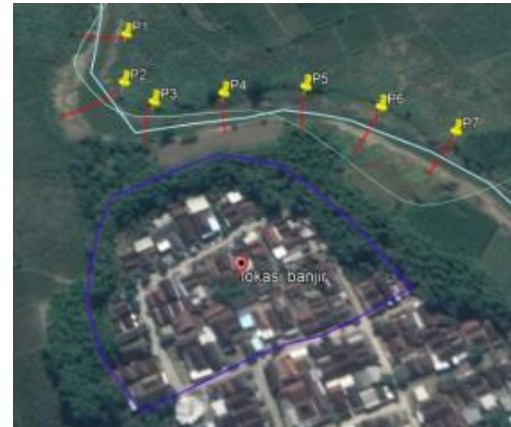
Tabel 18. Perbandingan Perhitungan Debit Banjir Maksimum

Qp	Nakayasu	Hasper	Weduwen
10	278,12	271,74	210,23

Sumber : Perhitungan

3.6 Perhitungan Kapasitas Debit Saluran

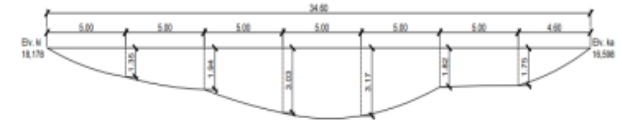
Untuk perhitungan kajian saluran, langkah-langkah yang diambil salah satunya adalah menghitung kapasitas saluran dalam kondisi yang sesuai dilapangan. Berikut perhitungan kapasitas saluran Desa Banyulegi : Sebagai contoh perhitungan kapasitas saluran digunakan saluran P3 :



Gambar 5. Penampang Saluran Lokasi Banjir

Keterangan :

- : Saluran Tersier
- : Saluran Primer
- : Catchment Area



Gambar 6. Bentuk dan Elevasi Penampang P3

- Panjang Saluran = 50 m
- Beda Elevasi (m) = 0,067 m
- Tinggi saluran (h) = 3,17 m
- Lebar Dasar Saluran (b) = 26,81 m
- Koef. Manning (n) = 40
- Kemiringan Dasar Saluran = 0,00134 m
- Bentuk Penampang = Trapesium

$$A = (b + mh)h$$

$$= (26,81 + 1,15 \times 3,17)3,17$$

$$= 96,54 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2 \times h \times \sqrt{1 + m^2}$$

$$= 26,81 + 2 \times 3,17 \times \sqrt{1 + 1,15^2}$$

$$= 40,44 \text{ m}$$

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

$$= \frac{96,54}{40,44}$$

$$= 2,39 \text{ m}$$

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

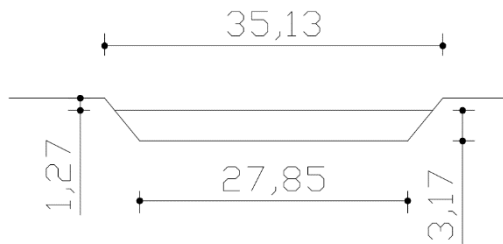
PERENCANAAN SALURAN PEMATUSAN DI BOEZEM UTARA MOROKREMBANGAN SURABAYA

(Muhammad Alif Derry Bachtiar, Soebagio)

$$\begin{aligned}
 &= 40,239^{\frac{2}{3}} 0,00134^{\frac{1}{2}} \\
 &= 2,62 \text{ m/dt} \\
 \text{Q Sal.} &= A \times V \\
 &= 96,54 \times 2,62 = 252,51 \text{ m}^3/\text{d}
 \end{aligned}$$

3.7 Perencanaan Saluran Pengganti

Perencanaan dimensi saluran atau normalisasi saluran dilakukan untuk mengatasi banjir dengan cara memperbesar atau mendesain ulang dimensi saluran. Berdasarkan perhitungan pada sub bab sebelumnya terdapat saluran yang tidak dapat menampung debit banjir rencana total adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Perencanaan Dimensi Saluran P3

Perencanaan penampang di atas dengan menggunakan bentuk penampang trapesium dengan debit banjir rencana periode 10 tahun untuk saluran Primer Dusun Balong:

$$\text{Q Rencana Total} = 278,12 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\text{Saluran } b = 26,81 \text{ m}$$

$$h = 3,17 \text{ m}$$

Perencanaan Saluran :

$$b = 27,85 \text{ m}$$

$$h = 3,17 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 w &= \sqrt{0,5 \times h} \\
 &= \sqrt{0,5 \times 3,17} \\
 &= 1,27
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= (b + (mh))h \\
 &= (27,85 + 1,15 \times 3,17) 3,17 \\
 &= 99,84 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2 \times h \times \sqrt{1 + m^2} \\
 &= 27,85 + 2 \times 3,17 \times \sqrt{1 + 1,15^2} \\
 &= 36,45 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{99,84}{36,45} \\
 &= 2,74 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= n R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \\
 &= 40,287^{\frac{2}{3}} 0,00134^{\frac{1}{2}} \\
 &= 2,87 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 &= 99,84 \times 2,87 \\
 &= 286,21 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan Q saluran selama 10 tahun sebesar 286,21 m³/det sehingga dapat menampung Qhujan sebesar 278,12 m³/det

4. KESIMPULAN

Dari data diatas dapat disimpulkan :

1. Saluran yang ditinjau merupakan saluran primer dengan panjang 28,5 km dan memiliki luas Catchmen area pada Desa Banyulegi adalah 210,53 km².
2. Berdasarkan perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode Log Person I didapat untuk saluran primer dengan periode ulang 5 tahun (R5) adalah 69,95 mm, sedangkan untuk saluran primer dengan periode ulang 10 tahun (R10) adalah 78,79 mm.
3. Kapasitas pada penampang saluran di wilayah Desa Banyulegi sebesar 252 m³/det
4. Debit banjir maksimum yang didapat dengan perhitungan menggunakan metode Nakayasu sebesar 278 m³/det.
5. Supaya tidak terjadi banjir maka diperlukan redesain pada penampang sungai dengan lebar dasar 27,85 m, tinggi saluran 3,17 m dengan kemiringan dinding 1,15 dan kemiringan saluran 0,00134.
6. Penyebab terjadinya banjir pada wilayah studi adalah tidak mencukupinya penampang saluran untuk menampung debit banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Maryono, *Menangani Banjir, Kekeringan dan Lingkungan*, Yogyakarta Gadjah Mada University Pers, 2005.
- Andriawan, Heri A dan Sarya, Gede. 2014. *Intensitas Curah Hujan Memicu Tanah Longsor Dangkal di Desa Wonodadi Kulon*. Jurnal Pengabdian LPPM. Surabaya: Fakultas Teknik UNTAG Surabaya.
- Defi, Reini Baitullah. 2014. *Analisis Sistem Drainase Kawasan Pemukiman Pada SUB DAS AUR Palembang (Studi Kasus : Pemukiman 9/10 ULU)*, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2, No 1. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Fairizi, Dimitri. 2015. *Analisa dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Subdas Lambidaro Kota Palembang*, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 3. Palembang. Universitas Udayana. Denpasar.
- Heri, 2013. *Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam*

- Ratulangi*, Jurnal Sipil Statik Vol. 1, No. 3, Universitas Sam Ratulangi
- Joesron Loebis, Ir, M.Eng, 1992, *Banjir Rencana untuk Bangunan Air, Departemen Pekerjaan Umum*, Jakarta.
- Kartodihardjo H. 2008. *Dibalik Kerusakan Hutan dan Bencana Alam*. Wana Aksara.Tangerang
- Kodoatie Robert J, Sugiyanto. 2002. *Banjir Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Marfai, M.A., Raja, L., Sartohadi, J., Sudrajat, S.,Budiani, S.R., dan Yulianto, F. 2008. " *DampakBanjir Pasang Surut pada Masyarakat Pesisir semarang, Indonesia*", *Pegiat lingkungan*. 28: 237-248.
- Mawardi, 2010. *Majalah Perencanaan Pembangunan*, Edisi 3
- Rofiq, Yuningsih. 2017. *Penerapan Model Kendali Mutu Data Hidrologi Dalam Rangka Peningkatan Kualitas Data*, Jurnal sumber Daya Air Vol.13.No.2. Balai Litbang Hidrologi dan Tata Air, Pusat Litbang sumber Daya Air.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Sucipto, 2008, *Kajian Sedimentasi di Sungai Kaligarang Dalam Upaya Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Kaligarang – Semarang*, Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaa Triadmodjo, 2008,Evaluasi Sistem Mitigasi Penanganan Bencana Gempabumi di Kecamatan Bantul Propinsi Daerah Istimewa YOGYAKARTA*, *Civil Engineering Forum Teknik Sipil 18 (3)*, 959-971 n yang *Berkelanjutan*, Adhi, Yogyakarta.

**PERENCANAAN SALURAN PEMATUSAN DI BOEZEM UTARA
MOROKREMBANGAN SURABAYA**
(Muhammad Alif Derry Bachtiar, Soebagio)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan