

Analisis Debit Banjir Pada Perencanaan Saluran Drainase Daerah Padangsambian Kelod Ruas Jalan Gunung Salak

Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mahasaraswati Denpasar,
Jln Kamboja No. 11A, Denpasar Bali, Indonesia
E-mail: ritaka2020@unmas.ac.id

ABSTRACT: *The Padangsambian Kelod area is one of the densely populated areas. This causes changes in the land use function from rice fields to housing, which reduces water infiltration, causing surface runoff. So that the author needs to calculate the flood discharge and drainage planning in the area. The stages in calculating flood discharge to planning drainage channels include looking for stations that affect, namely Ngurah Rai Station, Sanglah Station, Ship Station, conducting existing drainage channels. After that, calculate the total rainfall and maximum rainfall, which means that the data will be used for further calculations such as the consistency test of the Double Mass Analysis method, calculating the regional average rainfall, testing the selection of distribution, calculating rainfall, design the Log Person Type III method, calculating Rain intensity (Talbot, Sherman, Ishiguro), Calculating distribution suitability test (Smirnov Kolmogorov), Calculating flood discharge analysis (Rational) to dimensional calculations. In the analysis of the flood discharge, the flood discharge plan for the 5 year return period is $0.049 \text{ (m}^3/\text{s)}$ > the existing flood discharge is $0.030 \text{ (m}^3/\text{s)}$ so it is necessary to plan drainage channels in the Padangsambian Kelod area.*

Keyword: *Flood discharge, drainage channels, roads.*

PENDAHULUAN

Perancangan bangunan-bangunan hidraulik merupakan satu bagian analisis awal dari analisis hidrologi secara umum. Pemahaman yang terkait di dalamnya adalah besaran-besaran dan informasi yang diperoleh dalam analisis hidrologi yang memberikan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Bangunan hidraulik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir, dan sebagainya. Karakter dan ukuran bangunan-bangunan tersebut sangat berkaitan dengan tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisis hidrologi.

Analisis hidrologi merupakan suatu analisis yang bertujuan untuk menghitung potensi air yang ada pada daerah atau kawasan tertentu, untuk bisa dimanfaatkan, dikembangkan serta mengendalikan potensi air untuk kepentingan masyarakat di sekitar daerah tersebut. Analisis hidrologi ini sangat penting artinya dalam tahap perencanaan khususnya untuk bangunan-

bangunan pengairan. Dalam pekerjaan ini analisis hidrologi diperlukan untuk memperkirakan besarnya debit yang akan mengisi kapasitas saluran atau sungai di daerah Padangsambian Kelod.

Perhitungan debit banjir rancangan merupakan salah satu unsur di dalam analisis hidrologi sangat mutlak diperlukan. Mengingat di dalam setiap perencanaan bangunan-bangunan air khususnya di dalam mendesain atau mendimensi saluran harus mengetahui besarnya debit banjir rencana. Dilihat dari data-data seperti banyaknya sampah yang terdapat pada saluran drainase, dimensi salurannya yang kecil, banjir yang melanda daerah Padangsambian Kelod, adanya ahli fungsi tata guna lahan dari sawah menjadi perumahan yang menyebabkan mengecilnya resapan air yang menyebabkan membesarnya limpasan permukaan

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penulis memandang perlu untuk melakukan

perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode rasional, sehingga nantinya akan dapat membantu di dalam merencanakan, mendisain atau mendimensi saluran pembuang pada daerah Padangsambian Kelod Ruas Jalan Gunung Salak, yang dihitung berdasarkan intensitas curah hujan dengan formula Rasional (Soemarto, 1995).

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung curah hujan rancangan di daerah Padangsambian Kelod ruas jalan Gunung Salak.
2. Menghitung debit banjir rancangan pada saluran di daerah Padangsambian Kelod ruas jalan Gunung Salak
3. Menganalisis dimensi saluran drainase di daerah Padangsambian Kelod ruas jalan Gunung Salak

LANDASAN TEORI

Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dibutuhkan adalah data curah hujan untuk menghitung banjir rancangan pada daerah Padangsambian Kelod, jalan Gunung Salak. Untuk sungai atau saluran pembuang utama debit banjirnya dihitung berdasarkan hidrograph sedangkan sub-sistem dengan wilayah tangkapan dibawah 450 Ha dihitung berdasarkan intensitas curah hujan dengan formula rasional. Oleh karena itu data curah hujan untuk sungai harus dihitung berdasarkan data curah hujan yang bersesuaian dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang bersangkutan (Sri Harto, 1993).

Pengujian Konsistensi Data Curah Hujan

Pengujian konsistensi data curah hujan dapat dilakukan dengan dua metode yaitu:

Metode Rescaled Adjusted Partial Sum (RAPS)

Pengujian ini dilakukan dengan kumulatif kuadrat penyimpangan terhadap nilai reratanya, kemudian membandingkan nilai hitung Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} dengan nilai statistiknya, tingkat kepercayaan tertentu dapat dipilih.

Metode Double Mass Analysis

Persamaan yang dipakai adalah :

$$X_t = \sum_{n=t}^{i=1} R A_t Y_t$$

$$Y_t = \sum_{n=t}^{i=1} R_i$$

$$DMC_t = (X_t, Y_t)$$

Dengan :

X_t = Kumulatif hujan stasiun A pada tahun ke t (mm)

Y_t = Kumulatif hujan stasiun referensi pada tahun ke t (mm)

R_i = Rata-rata curah hujan tahunan stasiun referensi pada tahun ke t (mm)

R_{at} = Curah hujan tahunan di stasiun A (mm)

DMC_t = Titik koordinat kurva lengkung massa ganda tahun ke t

Curah Hujan Wilayah

Menurut Sri Harto (1993), ada 3 jenis cara yang berbeda dalam menentukan tinggi curah hujan rata-rata di atas area tertentu dari angka-angka curah hujan di beberapa titik pos penakar atau pencatat hujan, yaitu:

Cara Rata-Rata Aljabar

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n}$$

dimana :

d = tinggi curah hujan rata-rata area

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,3,.....n

n = banyaknya pos penakar hujan

Cara Poligon Thiessen

$$P = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_{total}}$$

dimana:

P = tinggi curah hujan rata-rata (mm/hari)

$P_1 \dots P_n$ = tinggi curah hujan harian pada setiap pos (mm/hari)

$A_1 \dots A_n$ = luas yang dibatasi garis polygon (km²)

Cara Isohyet

$$P = \frac{A_1 (P_1 + P_2)}{A_i \cdot 2} + \frac{A_2 (P_2 + P_3)}{A_i \cdot 2} + \dots + \frac{A_n (P_n + P_{n+1})}{A_i \cdot 2}$$

dimana :

P = tinggi curah hujan rata-rata (mm/hari)

$P_1 \dots P_n$ = tinggi curah hujan yang sama pada setiap garis isohiet (mm/hari)

$A_1 \dots A_n$ = luas yang dibatasi garis isohyet (km^2)
 A_t = luas total DPS ($A_1 + A_2 + \dots + A_n$) (km^2)
 Kebutuhan Air Rata-Rata

Uji Pemilihan Distribusi

Uji pemilihan distribusi dilakukan berdasarkan syarat pengujian agihan data untuk menggunakan analisis frekuensi. Pemilihan metode perhitungan hujan rencana ditetapkan berdasarkan parameter dasar statistiknya. Syarat pengujian yang dipakai pada uji pemilihan distribusi adalah (Sri Harto, 1993):

Distribusi Normal $-0,05 < C_s < + 0,05$
 Distribusi Log Person Type III $C_k = 1,50$ $C_s = 5$
 Distribusi Gumbel $C_s = 1,1395$ $C_k = 5,4002$

Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan kejadian tertentu. Untuk menganalisis frekuensi curah hujan guna mendapatkan curah hujan rancangan, ada beberapa metode yang dapat dilakukan. Curah hujan rancangan dalam studi ini dianalisis menggunakan metode *Gumbel* (Sri Harto, 1981).

$$R_t = R + S.K$$

dimana :

R_t = curah hujan rancangan untuk periode “t” tahun

R = curah hujan harian maksimum rata-rata

S = standard deviasi

K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang “t”

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa distribusi frekuensi.

Metode *Smirnov – Kolmogorov*

Langkah-langkah pemeriksaan menurut metode ini adalah:

1. Data curah hujan harian maks yang dipakai disusun/diurut dari kecil ke besar.
2. Probabilitas dihitung menurut persamaan Weibull: $P = m/(n+1) \times 100\%$
3. Δ Maks = | P teoritis – P empiris |
4. Berdasarkan nilai kritis (*Smirnov Kolmogorof test*) nilai Δ kritis
5. Apabila Δ Maks \leq Δ kritis, maka distribusi teoritisnya dapat diterima dan bila sebaliknya maka distribusi teoritisnya tidak dapat diterima

Intensitas Hujan

Perencanaan intensitas hujan sangat tergantung dari ketersediaan data pada daerah studi. Apabila data yang tersedia berupa data dari penakar hujan harian, maka perhitungan kurva IDF (*Intencity Duration Frequence*) digunakan rumus pendekatan Mononobe. Untuk mendapatkan persamaan lengkung IDF dipakai cara kwadrat terkecil (lest square) dari tiga jenis metode yang umum dipakai yaitu: metode *Talbot* (1881), metode *Sherman* (1905) dan metode *Ishiguro* (1953).

Banjir Rancangan

Berdasarkan analisis curah hujan rencana dari data curah hujan harian maksimum dapat dihitung besarnya debit banjir rencana dengan kala ulang 5, 10, 25, 50. Analisis banjir rancangan dibedakan antara banjir di Sungai dan banjir pada saluran drainase. Banjir pada saluran drainase dianalisis menggunakan rumus rasional (Soemarto 1987).

$$Q_p = 0,00278. C. I. A$$

Dimana :

Q_p = debit limpasan permukaan banjir (m^3/dt)

C = koefisien limpasan permukaan

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

A = luas daerah pengaliran (ha)

Perencanaan Saluran Drainase

Saluran terbuka berpenampang persegi empat pada umumnya merupakan saluran buatan terutama banyak digunakan untuk saluran drainase di perkotaan atau untuk *flame* (talang untuk jaringan irigasi). Dibanding dengan penampang trapesium, penggunaan saluran berpenampang persegi empat cenderung dihindari karena tebingnya yang tegak. Untuk keperluan saluran drainase penampang persegi empat ini semakin dipertimbangkan penggunaannya karena 2 hal berikut :

1. Terbatasnya lahan

2. Estetika

Analisis dalam kapasitas saluran mempergunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$Q = A.V$$

Dimana:

Q = Debit banjir rencana (m^3/dt)

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan air

Rumus Manning

$$V = \frac{1}{N} R^{\frac{2}{3}} S^{1/2}$$

Dimana:

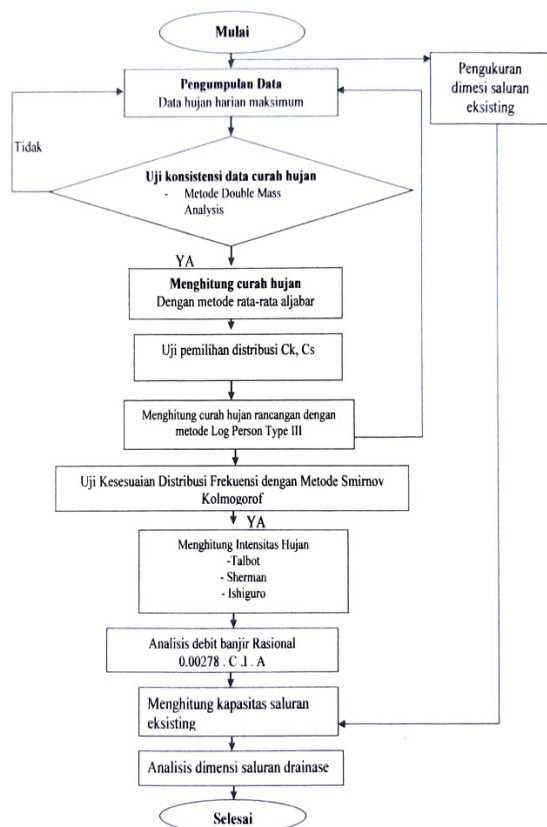
n = Kekasaran dasar saluran

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran

METODE PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian



Gambar Bagan Alir Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini di daerah Padangambian Kelod, Denpasar pada ruas jalan Gunung Salak.

Penentuan Sumber Data

Sumber data yang digunakan sebagai acuan dalam perencanaan debit banjir dan perencanaan saluran drainase berupa:

Data Primer:

1. Lebar drainase
2. Tinggi drainase
3. Lebar jalan
4. Panjang saluran drainase

Data Sekunder:

1. Curah hujan tahunan maksimum

2. Luas DAS

3. Long section

Analisis Data

Tahap-tahap menganalisis data adalah:

1. Data curah hujan diuji konsistensinya dengan metode *Double Mass Analysis*.
2. Perhitungan Curah Hujan Wilayah
3. Uji Pemilihan Distribusi
4. Curah Hujan Rancangan
5. Intensitas Hujan
6. Pemeriksaan Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi
7. Banjir Rancangan
8. Perencanaan Saluran Drainase

PEMBAHASAN

Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Maksimum Tahunan

No.	Tahun	Stasiun	Stasiun	Stasiun
		NgurahRai (mm)	Sanglah(mm)	Kapal(mm)
1	2000	139	228	97
2	2001	99	136	163
3	2002	78	80	112
4	2003	120	143	166
5	2004	142	110	100
6	2005	117	102	300
7	2006	116	95	154
8	2007	161,1	189,7	175
9	2008	94,9	106	218
10	2009	112	189,6	239
11	2010	113,7	89	117
12	2011	81	106,3	133
13	2012	102,1	98,9	108
14	2013	103,2	128	87
15	2014	107,4	68	112,5

Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika, 2015.

Tabel Data Total Curah Hujan Tahunan

No.	Tahun	Stasiun	Stasiun	Stasiun
		NgurahRai (mm)	Sanglah(mm)	Kapal(mm)
1	2000	139	228	97
2	2001	99	136	163
3	2002	78	80	112
4	2003	120	143	166
5	2004	142	110	100
6	2005	117	102	300
7	2006	116	95	154
8	2007	571,5	523,3	700,5
9	2008	414,6	554,2	823
10	2009	414,6	633,9	784,5
11	2010	699,6	744,6	982,5
12	2011	468,3	469,8	562
13	2012	438,8	445,5	593,5
14	2013	561,6	516,2	559
15	2014	402,3	407,4	430,5

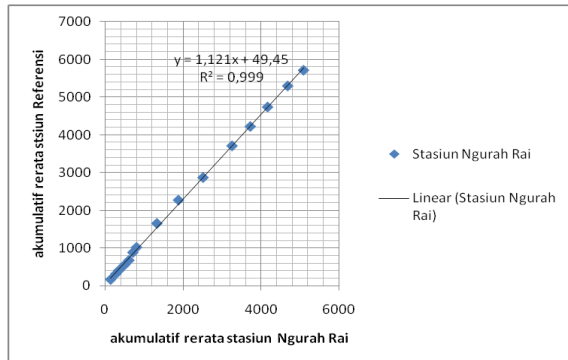
Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika, 2015.

Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Tabel Uji Konsistensi Curah Hujan stasiun Ngurah Rai dengan metode *Double Mass Analysis*

No.	Tahun	Stasiun NgrahRai(mm)	Stasiun Sanglah(mm)	Stasiun Kapal(mm)	stasiun referensi (mm)	stasiun ngurahrai (mm)
1	2000	139	228	97	162,5	139
2	2001	99	136	163	312	275
3	2002	78	80	112	407	355
4	2003	120	143	166	550	498
5	2004	142	110	100	671	608
6	2005	117	102	300	879,5	710
7	2006	116	95	154	1014,5	805
8	2007	571,5	523,3	700,5	1650,3	1328,3
9	2008	414,6	554,2	823	2269,3	1882,5
10	2009	414,6	633,9	784,5	2868,85	2516,4
11	2010	699,6	744,6	982,5	3709,9	3261
12	2011	468,3	469,8	562	4225,05	3730,8
13	2012	438,8	445,5	593,5	4741,2	4176,3
14	2013	561,6	516,2	559	5301,5	4692,5
15	2014	402,3	407,4	430,5	5717,9	5099,9

Sumber: Analisis, 2015.

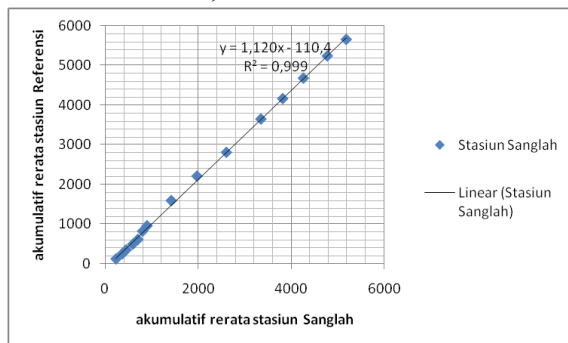


Grafik Double Mass Analysis stasiun Ngrah Rai

Tabel Uji Data Konsistensi Curah Hujan Sanglah dengan Metode Double Mass Analysis

No.	Tahun	Stasiun NgrahRai(mm)	Stasiun Sanglah(mm)	Stasiun Kapal(mm)	stasiun referensi (mm)	stasiun sanglah (mm)
1	2000	139	228	97	118	228
2	2001	99	136	163	249	364
3	2002	78	80	112	344	444
4	2003	120	143	166	487	587
5	2004	142	110	100	608	697
6	2005	117	102	300	816,5	799
7	2006	116	95	154	951,5	894
8	2007	571,5	523,3	700,5	1587,5	1417,3
9	2008	414,6	554,2	823	2206,3	1971,5
10	2009	414,6	633,9	784,5	2805,85	2605,4
11	2010	699,6	744,6	982,5	3646,9	3350
12	2011	468,3	469,8	562	4162,05	3819,8
13	2012	438,8	445,5	593,5	4678,2	4265,3
14	2013	561,6	516,2	559	5238,5	4781,5
15	2014	402,3	407,4	430,5	5654,9	5188,9

Sumber: Analisis, 2015.

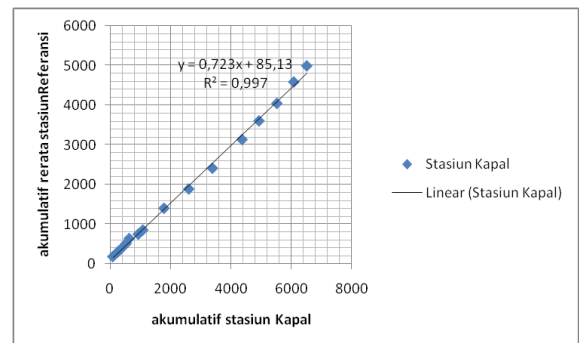


Grafik Double Mass Analysis stasiun Sanglah

Tabel Uji Data Konsistensi Curah Hujan Kapal dengan Metode Double Mass Analysis

No.	Tahun	Stasiun NgrahRai(mm)	Stasiun Sanglah(mm)	Stasiun Kapal(mm)	stasiun referensi (mm)	stasiun kapal (mm)
1	2000	139	228	97	183,5	97
2	2001	99	136	163	301	260
3	2002	78	80	112	380	372
4	2003	120	143	166	511,5	538
5	2004	142	110	100	637,5	638
6	2005	117	102	300	747	938
7	2006	116	95	154	852,5	1092
8	2007	571,5	523,3	700,5	1399,9	1792,5
9	2008	414,6	554,2	823	1884,3	2615,5
10	2009	414,6	633,9	784,5	2408,55	3400
11	2010	699,6	744,6	982,5	3130,65	4382,5
12	2011	468,3	469,8	562	3599,7	4944,5
13	2012	438,8	445,5	593,5	4041,85	5538
14	2013	561,6	516,2	559	4580,75	6097
15	2014	402,3	407,4	430,5	4985,6	6527,5

Sumber: Analisis, 2015.



Grafik Double Mass Analysis stasiun Kapal

Curah Hujan Rerata Daerah

Tabel Curah Hujan Rerata Daerah di desa Padangsambian Kelod

No.	Tahun	Stasiun NgrahRai (mm)	Stasiun Sanglah(mm)	Stasiun Kapal(mm)	curah hujan wilayah (mm)
1	2000	139	228	97	154,67
2	2001	99	136	163	132,67
3	2002	78	80	112	90,00
4	2003	120	143	166	143,00
5	2004	142	110	100	117,33
6	2005	117	102	300	173,00
7	2006	116	95	154	121,67
8	2007	161,1	189,7	175	175,27
9	2008	94,9	106	218	139,63
10	2009	112	189,6	239	180,20
11	2010	113,7	89	117	106,57
12	2011	81	106,3	133	106,77
13	2012	102,1	98,9	108	103,00
14	2013	103,2	128	87	106,07
15	2014	107,4	68	112,5	95,97

Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika, 2015.

Uji Pemilihan Distribusi Frekuensi

Tabel Uji Pemilihan Distribusi Frekuensi untuk Daerah Padangsambian Kelod

No	Hujan Max (mm)	(X _i - X _o)	(X _i - X _o) ²	(X _i - X _o) ³	(X _i - X _o) ⁴
1	180,20	50,48	2548,23	128634,67	6493478,17
2	175,27	45,55	2074,30	94520,35	4302037,61
3	173,00	43,28	1873,16	81070,30	3508722,39
4	154,67	24,95	622,34	15525,21	387302,32
5	143,00	13,28	176,36	2342,04	31102,29
6	139,63	9,91	98,27	974,22	9657,81
7	132,67	2,95	8,68	25,59	75,39
8	121,67	-8,05	64,86	-522,31	4206,32
9	117,33	-12,39	153,43	-1900,48	23540,61
10	106,77	-22,95	526,86	-12093,09	277576,73
11	106,57	-23,15	536,08	-12411,97	287378,38
12	106,07	-23,65	559,48	-13233,57	313108,17
13	103,00	-26,72	713,96	-19076,97	509736,60
14	95,97	-33,75	1139,29	-38454,75	1297976,03
15	90,00	-39,72	1577,68	-62665,39	2489069,13
Jumlah	129,72		41317,07	5452125,86	959253211,87
Jumlah data (n)	=	15	Koefisien Skewness (C _s)	0,615	
X _o (rata-rata)	=	129,72	Koefisien Skewness (C _k)	3,645	
Standar Deviasi	=	30,09			

Sumber: Analisis, 2015.

Tabel Syarat Pengujian Agihan Data untuk menggunakan Analisis Frekuensi

No	Distribusi/Metode	Syarat	Hasil	Kesimpulan
1	Distribusi Normal	1 $-0,05 < Cs < +0,05$ 2 $2,70 < Ck < 3,3$	Cs = 0,615 Ck = 3,645	Tidak Diterima
2	Distribusi Log Pearson Ty	Ck = $1,50 Cs^2 + 3$ = 3,566	Cs = 0,615 Ck = 3,645	Diterima
3	Distribusi Gumbel	Cs = 1,1395 Ck = 5,4002	Cs = 0,615 Ck = 3,645	Tidak Diterima

Sumber: Analisis, 2015.

Analisis Curah Hujan Rancangan

Tabel Analisis Curah Hujan Rancangan dengan Metode Log Person Type III

No	Curah hujan (R) (mm)	Log R	Log R-Log Rrt	(Log R-Log Rrt) ²	(Log R-Log Rrt) ³
1	180,20	2,256	0,153	0,024	0,004
2	175,27	2,244	0,141	0,020	0,003
3	173,00	2,238	0,136	0,018	0,002
4	154,67	2,189	0,087	0,008	0,001
5	143,00	2,155	0,053	0,003	0,000
6	139,63	2,145	0,043	0,002	0,000
7	132,67	2,123	0,020	0,000	0,000
8	121,67	2,085	-0,017	0,000	0,000
9	117,33	2,069	-0,033	0,001	0,000
10	106,77	2,028	-0,074	0,005	0,000
11	106,57	2,028	-0,075	0,006	0,000
12	106,07	2,026	-0,077	0,006	0,000
13	103,00	2,013	-0,090	0,008	-0,001
14	95,97	1,982	-0,120	0,014	-0,002
15	90,00	1,954	-0,148	0,022	-0,003
jumlah	1945,80	31,535	0,000	0,137	0,003
Rerata	102,41	2,102			

Sumber: Analisis, 2015.

Tabel Perhitungan Hujan Rancangan Untuk berbagai Periode Ulang Metode Log Person type III

No	Periode ulang T (tahun)	Probabilita P (%)	G	Log Rt	Hujan Rancangan (Rt) (mm)
1	2	50	-0,033	2,099	125,630
2	5	20	0,83	2,185	152,949
3	10	10	1,301	2,231	170,289
4	25	4	1,818	2,282	191,593
5	50	2	2,159	2,316	207,083
6	100	1	2,472	2,347	222,402
7	200	0,5	2,763	2,376	237,659
8	1000	0,1	3,38	2,437	273,558

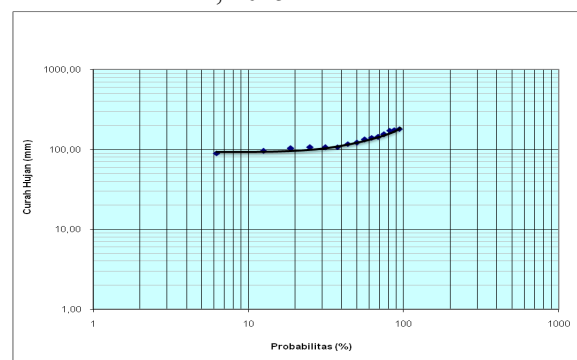
Sumber: Analisis, 2015.

Uji Kesesuaian Distribusi Dengan Metode Smirnov Kolmogorof

Tabel Pengujian nilai distribusi frekuensi metode Log Person dengan metode Smirnov Kolmogorof

No	Rangking (mm/hari)	P. Empiris PE (%)	P. Teoritis PT (%)	P Pt - Pe (%)
1	90,00	6,25	5,99	0,26
2	95,97	12,50	11,78	0,72
3	103,00	18,75	19,99	1,24
4	106,07	25,00	24,25	0,75
5	106,57	31,25	30,05	1,20
6	106,77	37,50	38,55	1,05
7	117,33	43,75	43,23	0,52
8	121,67	50,00	50,00	0,00
9	132,67	56,25	59,99	3,74
10	139,63	62,50	61,12	1,38
11	143,00	68,75	70,00	1,25
12	154,67	75,00	72,24	2,76
13	173,00	81,25	80,00	1,25
14	175,27	87,50	89,75	2,25
15	180,20	93,75	99,78	6,03

Sumber: Analisis, 2015.



Grafik Smirnov Kolmogorof

Intensitas Hujan

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan

	Waktu (t) jam	Waktu (t) menit	I _{2h} (mm/jam)	I _{5h} (mm/jam)
1	0,08	5	228,716	278,453
2	0,17	10	144,049	175,374
3	0,25	15	109,915	133,817
4	0,33	20	90,724	110,453
5	0,50	30	69,226	84,280
6	0,75	45	52,822	64,309
7	1,00	60	43,600	53,081
8	2,00	120	27,460	33,431
9	3,00	180	20,953	25,509
10	4,00	240	17,295	21,055
11	6,00	360	13,196	16,066

Sumber: Analisis, 2015.

Tabel Perhitungan Konstanta (a,b,n) Hujan Rancangan R₂ = 125,630

No	t	am	l	h	D	Dh	log t	log l	log ² Log	log D	akart	I ² akart	D ² akart
1	5	0,08	228,285	1141,424	53113,940	260560,701	0,698970	2,358477	1,648505	0,485559	2,735668	510,46	116530,31
2	10	0,17	143,810	1438,104	20681,451	206814,509	1,000000	2,157790	2,157790	1,000000	3,162278	454,77	45468,45
3	15	0,25	109,740	1646,210	13044,596	189668,940	1,176091	2,040936	2,399602	1,381391	3,372983	425,05	46648,52
4	20	0,33	90,995	1811,807	8207,451	164148,626	1,301030	1,957104	2,546251	1,692670	4,472154	405,15	36704,75
5	30	0,50	69,137	2074,095	4779,901	14397,053	1,477121	1,939709	2,717474	2,181887	5,472226	378,68	26180,60
6	45	0,75	52,761	2374,257	2783,752	125368,846	1,653213	1,872215	2,847355	2,733112	6,708204	355,93	18673,98
7	60	1,00	43,555	2613,300	1896,905	113814,300	1,778151	1,839023	2,914430	3,161822	7,75967	337,56	14693,36
8	120	2,00	27,437	3292,494	752,787	90234,470	2,079181	1,483254	2,998562	4,322985	10,954451	200,54	1246,37
9	180	3,00	20,939	3768,899	438,413	78914,429	2,253733	1,239462	2,979804	5,086254	13,416480	280,92	581,83
10	240	4,00	17,294	4148,210	298,744	71698,516	2,380211	1,237649	2,945867	5,665406	15,491933	267,77	4628,12
11	360	6,00	13,196	4748,515	173,985	42624,423	2,556302	1,120253	2,865711	6,534682	18,973466	250,27	2301,12
Jumlah			816,739	2967,273	104171,884	1490362,392	18,355544	18,821997	29,010719	34,258284	92,512139	394,92	34689,49

Sumber: Analisis, 2015.

Tabel Hasil Kosntanta a,b,n dengan berbagai metode

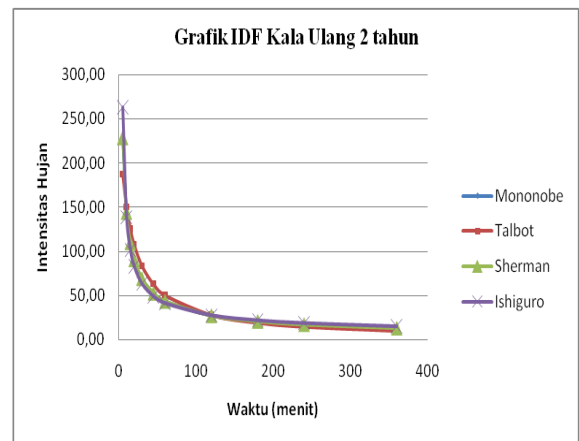
Metode / Konstanta	Metode Talbot	Metode Sherman	Metode Ishiguro
a	3765,99	667,51	270,96
b	15,14	-	-1,21
Log a	-	2,82	-
n	-	0,67	-

Sumber: Analisis, 2015.

Tabel Perhitungan Hujan dengan berbagai Metode kala ulang 2 tahun

No	t (menit)	I Mononobe	I Talbot	I Sherman	I Ishiguro
1	5	228,28	186,954	228,285	263,001
2	10	143,81	149,777	143,810	138,480
3	15	109,75	124,934	109,748	101,577
4	20	90,59	107,159	90,595	82,943
5	30	69,14	83,422	69,137	63,425
6	45	52,76	62,616	52,761	49,235
7	60	43,55	50,117	43,553	41,422
8	120	27,44	27,867	27,437	27,789
9	180	20,94	19,299	20,938	22,186
10	240	17,28	14,760	17,284	18,963
11	360	13,19	10,039	13,190	15,247

Sumber: Analisis, 2015.

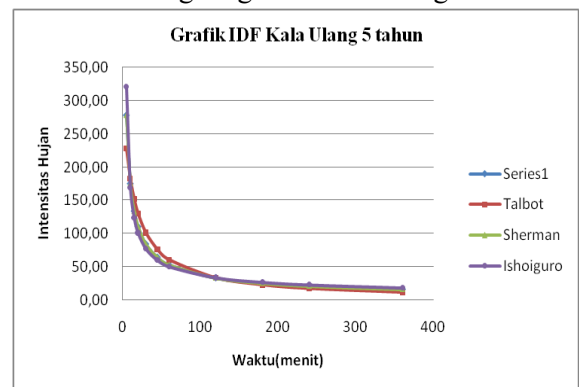


Grafik Lengkung IDF Kala Ulang 2 tahun

Tabel Perhitungan Konstanta (a,b,n) Hujan Rancangan R5 Th = 152,494

No	t	jam	I	It	It	log I	log I	log I*Log	log I ²	akar I	I*akar I	I ² *akar I	
1	5	0,08	277,927	1389,637	7243,035	38628,173	0,689970	2,443951	1,780233	0,485559	2,230603	621,484	172722,02
2	10	0,17	175,083	1750,833	3864,157	30654,367	1,000000	2,243245	2,243245	1,000000	3,162278	555,66	96938,95
3	15	0,25	133,614	2004,203	3782,362	26778,725	1,176091	2,125851	2,500194	1,383191	3,872983	537,48	69142,75
4	20	0,33	110,296	2205,911	37165,110	24530,203	1,301030	2,042558	2,657428	1,692678	4,472138	493,26	54404,03
5	30	0,50	84,171	2525,138	3084,802	21254,053	1,477121	1,925164	2,843700	2,183387	5,477228	461,03	38095,06
6	45	0,75	64,235	2890,561	4126,096	18504,531	1,632313	1,807770	2,988627	2,733112	6,708204	430,90	27678,70
7	60	1,00	53,025	3181,474	2811,606	16806,325	1,778153	1,724477	3,066381	3,161822	7,749657	410,73	21778,80
8	120	2,00	33,403	4008,407	1115,786	13389,362	2,079181	1,523791	3,168237	4,322995	10,954457	365,92	12222,83
9	180	3,00	25,492	4588,480	649,819	11096,209	2,352373	1,406394	3,171807	5,086254	13,416408	342,01	8718,24
10	240	4,00	21,043	5050,270	442,800	10027,028	2,380211	1,323104	3,149267	5,665406	15,491933	325,99	6859,83
11	360	6,00	16,059	5781,123	257,881	92837,166	2,556303	1,265710	3,082159	6,534802	18,973664	304,69	4892,95
Jumlah			994,247	35376,043	154044,273	2220736,429	18,355544	19,771996	36,579281	34,298586	92,511319	4827,12	514161,95

Sumber: Analisis, 2015.



Grafik Lengkung IDF Kala Ulang 5 tahun

Tabel Hasil Kosntanta a,b,n dengan berbagai metode

Metode / Konstanta	Metode Talbot	Metode Sherman	Metode Ishiguro
a	4584,9	812,66	329,81
b	15,14	-	-1,21
Log a	-	2,91	-
n	-	0,67	-

Sumber: Analisis, 2015.

Tabel Perbandingan Kecocokan Rumus-Rumus Intensitas Hujan kala ulang 2 tahun

NO	t	I	I Talbot	Alfa Talbot	I Sherman	Alfa Sherman	I Ishiguro	Alfa Ishiguro
1	5	228,285	186,954	41,330	228,285	0,000	263,001	34,716
2	10	143,810	149,777	5,967	143,810	0,000	138,480	5,331
3	15	109,748	124,934	15,186	109,748	0,000	101,577	8,171
4	20	90,595	107,159	16,564	90,595	0,000	82,943	7,652
5	30	69,137	83,422	14,285	69,137	0,000	63,425	5,712
6	45	52,761	62,616	9,853	52,761	0,000	49,235	3,526
7	60	43,553	50,117	6,564	43,553	0,000	41,422	2,131
8	120	27,437	27,867	0,430	27,437	0,000	27,789	0,352
9	180	20,938	19,299	1,640	20,938	0,000	22,186	1,248
10	240	17,284	14,760	2,524	17,284	0,000	18,963	1,679
11	360	13,190	10,039	3,152	13,190	0,000	15,247	2,057
Jumlah				117,496		0,000	72,574	
Rata-rata				10,681		0,000	6,598	

Sumber: Analisis, 2015.

Tabel Perhitungan Hujan dengan berbagai Metode kala ulang 5 tahun

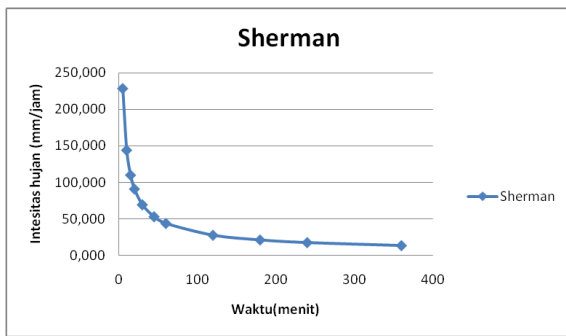
No	t	I Mononobe	I Talbot	I Sherman	I Ishiguro
1	5	277,93	227,609	277,927	320,193
2	10	175,08	182,348	175,083	168,593
3	15	133,61	152,102	133,614	123,666
4	20	110,30	130,462	110,296	100,980
5	30	84,17	101,563	84,171	77,217
6	45	64,23	76,233	64,235	59,942
7	60	53,02	61,015	53,025	50,430
8	120	33,40	33,926	33,403	33,832
9	180	25,49	23,495	25,492	27,011
10	240	21,04	17,970	21,043	23,086
11	360	16,06	12,222	16,059	18,562

Sumber: Analisis, 2015.

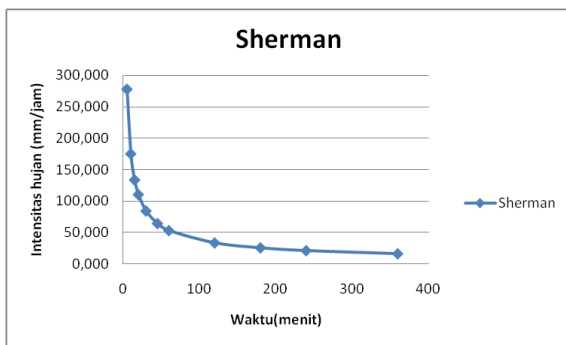
Tabel Perbandingan Kecocokan Rumus-Rumus Intensitas Hujan kala ulang 5 tahun

NO	t	I	I Talbot	Alfa Talbot	I Sherman	Alfa Sherman	I Ishiguro	Alfa Ishiguro
1	5	277,927	227,609	50,318	277,927	0,000	320,193	42,265
2	10	175,083	182,348	7,265	175,083	0,000	168,593	6,490
3	15	133,614	152,102	18,488	133,614	0,000	123,666	9,948
4	20	110,296	130,462	20,166	110,296	0,000	100,980	9,316
5	30	84,171	101,563	17,391	84,171	0,000	77,217	6,954
6	45	64,235	76,233	11,998	64,235	0,000	59,942	4,293
7	60	53,025	61,015	7,991	53,025	0,000	50,430	2,594
8	120	33,403	33,926	0,523	33,403	0,000	33,832	0,429
9	180	25,492	23,495	1,996	25,492	0,000	27,011	1,519
10	240	21,043	17,970	3,073	21,043	0,000	23,086	2,044
11	360	16,059	12,222	3,837	16,059	0,000	18,562	2,504
Jumlah				143,047		0,000	88,355	
Rata-rata				13,004		0,000	8,032	

Sumber: Analisis, 2015.



Grafik Sherman kala ulang 2 tahun



Grafik Sherman kala ulang 5 tahun

Debit Banjir Rancangan

Tabel Debit Banjir Rencana Kala Ulang 2 tahun

Dari Point	Ke Point	Panjang saluran(m)	a	n	t _c (menit)	I (mm/jam)	A Luas(Ha)	C	Debit Rencana Q _{5th} (m ³ /dt)
T0	T1	200	667,51	0,67	2075,84	4,00	4,81	0,75	0,040
T1	T2	400	667,51	0,67	3756,30	2,69	6,74	0,75	0,038
T2	T3	600	667,51	0,67	4509,12	2,38	8,32	0,75	0,041
T3	T4	800	667,51	0,67	5790,09	2,01	10,35	0,75	0,043
T4	T5	1000	667,51	0,67	8891,39	1,51	11,67	0,75	0,037
T5	T6	1200	667,51	0,67	7190,06	1,74	12,85	0,75	0,047
T6	T7	1400	667,51	0,67	7152,01	1,75	14,04	0,75	0,051
T7	T8	1570	667,51	0,67	8775,95	1,52	15,15	0,75	0,048

Sumber: Analisis, 2015.

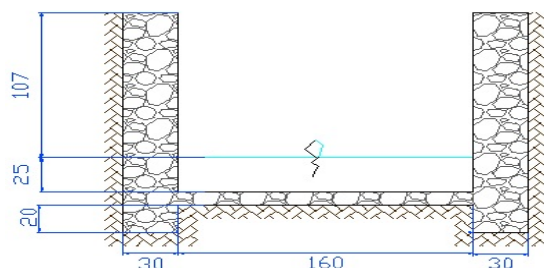
Tabel Debit Banjir Rencana Kala Ulang 5 tahun

Dari Point	Ke Point	Panjang saluran(m)	a	n	t _c (menit)	I (mm/jam)	A Luas(Ha)	C	Debit Rencana Q _{5th} (m ³ /dt)
T0	T1	200	812,66	0,67	2075,84	4,87	4,81	0,75	0,049
T1	T2	400	812,66	0,67	3756,30	3,27	6,74	0,75	0,046
T2	T3	600	812,66	0,67	4509,12	2,90	8,32	0,75	0,050
T3	T4	800	812,66	0,67	5790,09	2,45	10,35	0,75	0,053
T4	T5	1000	812,66	0,67	8891,39	1,84	11,67	0,75	0,045
T5	T6	1200	812,66	0,67	7190,06	2,12	12,85	0,75	0,057
T6	T7	1400	812,66	0,67	7152,01	2,13	14,04	0,75	0,062
T7	T8	1570	812,66	0,67	8775,95	1,85	15,15	0,75	0,059

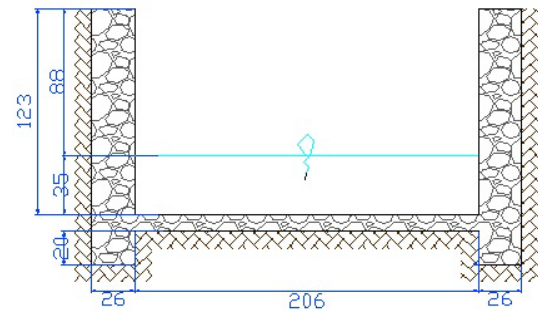
Sumber: Analisis, 2015.

Kapasitas Saluran Drainase

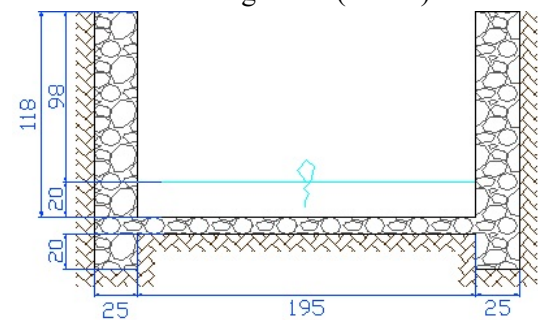
Kapasitas saluran eksisting



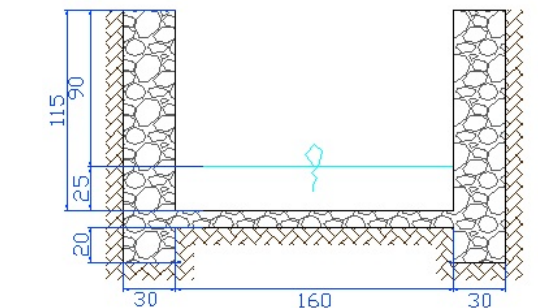
Gambar Penampang saluran eksisting ruas jalan Gunung Salak (T0-T1)



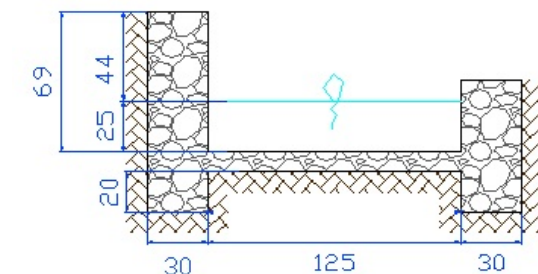
Gambar Penampang saluran eksisting ruas jalan Gunung Salak (T1-T2)



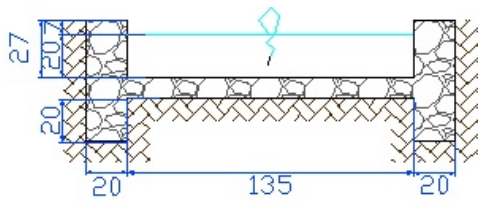
Gambar Penampang saluran eksisting ruas jalan Gunung Salak (T2-T3)



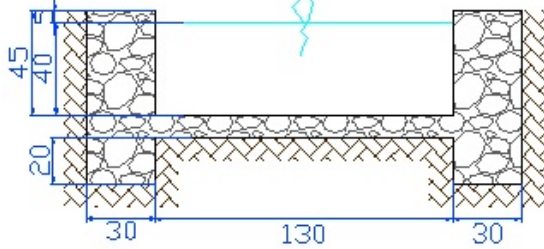
Gambar Penampang saluran eksisting ruas jalan Gunung Salak (T3-T4)



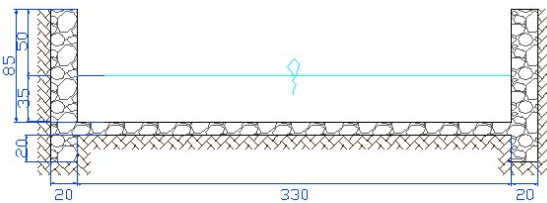
Gambar Penampang saluran eksisting ruas jalan Gunung Salak (T4-T5)



Gambar Penampang saluran eksisting ruas jalan Gunung Salak (T5-T6)



Gambar Penampang saluran eksisting ruas jalan Gunung Salak (T6-T7)

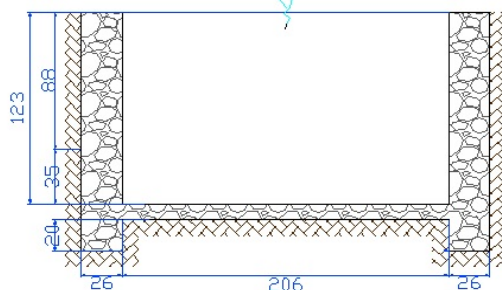


Gambar Penampang saluran eksisting ruas jalan Gunung Salak (T7-T8)

Tabel Kapasitas Saluran Eksisting Drainase

Dari point	ke point	jarak	S dasar saluran	n	Dimensi		A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/dt)	Debit Saluran (m ³ /dt)	Debit rencana (m ³ /dt)	ket
					b (m)	H(m)							
T0	T1	200	0,0035	0,020	2,200	1,320	2,904	4,840	0,600	0,011	0,030	0,049	banjir
T1	T2	400	0,0030	0,020	2,060	1,230	2,534	4,520	0,561	0,008	0,020	0,046	banjir
T2	T3	600	0,0042	0,020	1,950	1,180	2,301	4,310	0,534	0,010	0,023	0,050	banjir
T3	T4	800	0,0039	0,020	2,200	0,900	1,980	4,000	0,495	0,008	0,016	0,053	banjir
T4	T5	1000	0,0020	0,020	1,850	0,690	1,277	3,230	0,395	0,003	0,003	0,045	banjir
T5	T6	1200	0,0050	0,020	1,750	0,270	0,473	2,290	0,206	0,002	0,001	0,057	banjir
T6	T7	1400	0,0069	0,020	1,900	0,450	0,855	2,800	0,305	0,005	0,005	0,062	banjir
T7	T8	1570	0,0051	0,020	3,300	0,850	2,805	5,000	0,561	0,013	0,036	0,059	banjir

Sumber: Analisis, 2015.

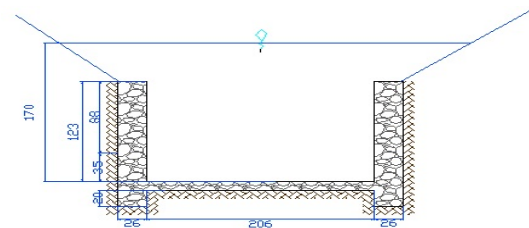


Gambar perhitungan Kapasitas saluran eksisting drainase di daerah Padangsambian Kelod

Tabel Kondisi Saluran Eksisting Pada Saat Debit Banjir Rancangan 5 Tahun

Dari point	ke point	jarak	S dasar saluran	n	Dimensi		A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/dt)	Debit Saluran (m ³ /dt)	Debit rencana (m ³ /dt)	ket
					b (m)	H(m)							
T0	T1	200	0,0035	0,020	2,200	1,700	3,740	5,600	0,668	0,013	0,049	0,049	banjir
T1	T2	400	0,0030	0,020	2,060	2,000	4,120	6,060	0,680	0,012	0,048	0,046	banjir
T2	T3	600	0,0042	0,020	1,950	1,850	3,608	5,650	0,638	0,014	0,051	0,050	banjir
T3	T4	800	0,0039	0,020	2,200	1,710	3,762	5,620	0,669	0,015	0,055	0,053	banjir
T4	T5	1000	0,0020	0,020	1,850	3,000	5,550	7,850	0,707	0,008	0,046	0,045	banjir
T5	T6	1200	0,0050	0,020	1,750	2,100	3,675	5,950	0,618	0,016	0,058	0,057	banjir
T6	T7	1400	0,0069	0,020	1,900	1,600	3,040	5,100	0,596	0,020	0,062	0,062	banjir
T7	T8	1570	0,0051	0,020	3,300	1,000	3,300	5,300	0,623	0,016	0,054	0,059	banjir

Sumber: Analisis, 2015.

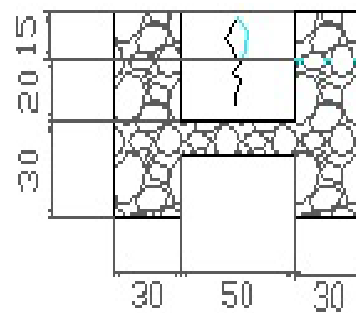


Gambar Saluran Eksisting Pada Saat Debit Banjir Rancangan 5 tahun

Tabel Perencanaan Dimensi Saluran Drainase

Dari point	ke point	jarak	S dasar saluran	n	Dimensi		A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/dt)	Debit Saluran (m ³ /dt)	Debit rencana (m ³ /dt)	ket
					b (m)	h air (m)							
T0	T1	200	0,0020	0,020	0,500	0,200	0,100	0,900	0,111	0,513	0,051	0,049	Ok
T1	T2	400	0,0019	0,020	0,500	0,200	0,100	0,900	0,111	0,500	0,050	0,046	Ok
T2	T3	600	0,0020	0,020	0,500	0,200	0,100	0,900	0,111	0,513	0,051	0,050	Ok
T3	T4	800	0,0025	0,020	0,500	0,200	0,100	0,900	0,111	0,574	0,057	0,053	Ok
T4	T5	1000	0,0018	0,020	0,500	0,200	0,100	0,900	0,111	0,487	0,049	0,045	Ok
T5	T6	1200	0,0025	0,020	0,500	0,200	0,100	0,900	0,111	0,574	0,057	0,057	Ok
T6	T7	1400	0,0030	0,020	0,500	0,200	0,100	0,900	0,111	0,628	0,063	0,062	Ok
T7	T8	1570	0,0027	0,020	0,500	0,200	0,100	0,900	0,111	0,596	0,060	0,059	Ok

Sumber: Analisis, 2015.



Gambar Saluran Perencanaan Drainase Perhitungan

Direncanakan dimensi saluran T0 –T1 dengan ketentuan sebagai berikut :

- Q rencana 5 th = 0,049 m³/dt
 - Lebar bawah = 0,5 m
 - Tinggi air = 0,20 m
 - Kemiringan dasar saluran = 0,0020
 - Koefisien Manning = 0,020
 - Tinggi jagaan = 0,15 m
- Penyelesaian:

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,5 \cdot 0,20 \\ &= 0,1 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,5 + (2 \cdot 0,20) \\ &= 0,9 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= A/P \\ &= 0,1/0,9 \\ &= 0,111 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,020} \cdot 0,111^{0,67} \cdot 0,0020^{0,5} \\ &= 0,513 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Debit Saluran

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot V \\ &= 0,1 \cdot 0,513 \\ &= 0,51 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Debit Rencana

$$\begin{aligned} Q_p &= 0,00278 \cdot C.I.A \\ &= 0,00278 \cdot 0,75 \cdot 8,39 \cdot 4,81 \\ &= 0,049 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$Q \text{ eksisting} = Q \text{ rencana } 5 \text{ th} = 0,51 \text{ m}^3/\text{dt} \approx 0,049 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ (OK)}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa:

1. Curah hujan rencana untuk perencanaan drainase daerah Padangsambian Kelod adalah :
 $R_{2th} = 125,630 \text{ mm}$
 $R_{5th} = 152,949 \text{ mm}$
2. Debit banjir untuk daerah PadangSambian Kelod dengan kala ulang 2 sebesar $0,040 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan 5 tahun sebesar $0,049 \text{ m}^3/\text{dt}$
3. Perencanaan dimensi ideal pada ruas jalan Gunung Salak untuk debit banjir rencana dengan kala ulang 5 tahun (Q_{5th}), adalah saluran drainase dengan dimensi :
Lebar bawah = $0,5 \text{ m}$
h (tinggi air) = $0,2 \text{ m}$
H (keseluruhan) = $1,2 \text{ m}$
Kemiringan Saluran rata-rata = $0,0023$
Tinggi Jagaan (W) = $0,15 \text{ m}$

Saran

Beberapa saran yang dapat penulis sampaikan, diantaranya:

1. Dimensi saluran ruas jalan Gunung Salak saat ini harus dirubah karena dimensi saluran yang sekarang tidak dapat menampung banjir dengan kala ulang 5 tahun.
2. Selain dimensi yang ukurannya kurang ideal, kebiasaan masyarakat yang sering membuang sampah pada saluran drainase dapat memicu terhambatnya aliran air pada saluran drainase. Maka dari itu perlu adanya sosialisasi terhadap pentingnya menjaga kebersihan saluran drainase di daerah setempat.

Karena kapasitas salurannya yang kecil jadi sebaiknya digunakan pasangan precast pada saluran drainase daerah Padangsambian Kelod.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. SNI-03-3424-1994.
- Kirpich, 1940. *Time of concentration of small agricultural watersheds*. *Civil Engineering*.
- Soemarto, 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soemarto, 1995. *Hidrologi Teknik Edisi Ke-2*. Jakarta: Erlangga.
- Sosrodarsono, 1978. *Perencanaan Sumur Resapan dan Saluran Drainase pada Perumahan Chandra Kirana Regency Kecamatan Singosari*. Prokons: Jurnal Teknik Sipil, 2015 - prokons.polinema.ac.id Diakses Juni 2015.
- Sri Harto, 1981. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Keluarga Himpunan.
- Sri Harto, 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.