

ANALISIS KAPASITAS SALURAN DRAINASE DAN PENANGANAN BANJIR DI JALAN BUMI AYU DESA SANUR KECAMATAN DENPASAR SELATAN

I Made Sutrisna Ari Kesuma, Mawiti Infantri Yekti, dan Ida Bagus Purbawijaya

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email: sutrisnaariss@gmail.com

Abstrak: Banjir yaitu kondisi kelebihan kapasitas air tidak bisa tertampung yang menjadikan air meluap ke sisi kanan dan kiri tanggul jaringan drainase sehingga menimbulkan genangan. Fenomena banjir disebabkan oleh kondisi fisik dari topografi suatu wilayah yaitu daratan yang lebih landai dibandingkan dengan daratan sekitarnya. Permasalahan tersebut terjadi pada saluran drainase yang terletak di Jalan Bumi Ayu Denpasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas saluran eksisting serta peningkatan saluran. Kapasitas saluran drainase dianalisis berdasarkan perhitungan debit air hujan dengan mengamati pola aliran dan perencanaan dimensi saluran berdasarkan survei yang telah dilakukan. Stasiun curah hujan yang ditinjau adalah Stasiun Sanglah dan Stasiun Sumerta. Perhitungan dimulai dengan menganalisis data curah hujan harian maksimum tahunan hingga mendapatkan kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF). Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus Kirpich. Debit banjir rencana teoritis dianalisis dengan Metode Rasional yaitu $Q_t = 0,278.C.I.A$ dan kapasitas saluran dihitung dengan rumus $Q_{sal} = A.V$. Hasil analisis menunjukkan bahwa saluran drainase sekunder dan tersier tidak mampu menampung debit teoritis untuk periode ulang 2, 5 dan 10 tahun. Sehingga perlu peningkatan dimensi kapasitas saluran Saluran Bumi Ayu 1 sampai Saluran Pungutan 4 menjadi (B: 0,75 - 1; H: 0,9 - 1,7) m. Kondisi eksisting pompa Bumi Ayu menunjukkan waktu Pompa 0,52 menit yang berarti lebih kecil dari waktu Konsentrasi keseluruhan saluran yaitu 1,395 menit, sehingga pompa eksisting dikatakan tidak efektif.

Kata kunci: banjir, pola aliran, kapasitas saluran, dimensi saluran

AN ANALYSIS OF DRAINAGE CHANNEL AND FLOOD HANDLING CAPACITY IN BUMI AYU DESA STREET, DENPASAR SELATAN DISTRICT

Abstract: *Flooding is a condition where the excess water capacity cannot be accommodated, which causes water to overflow to the right and left of the drainage network embankment, causing puddles. The phenomenon of flooding is caused by the physical condition of the topography of an area, i.e. the level of the land is lower than the surrounding land. This problem occurs in the drainage channel which is located on Jalan Bumi Ayu Denpasar. This study aimed to evaluate the capacity of the existing channel and to improve it. The capacity of the drainage channel was analyzed based on the calculation of rainwater discharge by observing the flow pattern and planning of the channel dimensions based on the survey that has been conducted. The rainfall stations reviewed were Sanglah Station and Sumerta Station. The calculation began by analyzing the annual maximum daily rainfall data to obtain a Frequency Duration Intensity (FDI) curve. The concentration time was calculated using the Kirpich formula. The theoretical plan flood discharge was analyzed by the Rational Method, namely $Q_t = 0.278.C.I.A$, and the channel capacity was calculated by the formula $Q_{sal} = A.V$. The results showed that the secondary and tertiary drainage channels were unable to accommodate the theoretical discharge for the return period of 2, 5, and 10 years. Therefore, it is necessary to increase the dimensions of the channel capacity of the Bumi Ayu Channel 1 to Channel Pungutan 4 into (B: 0.75 - 1; H: 0.9 - 1.7) m. The existing condition of Bumi Ayu pump demonstrated a pump time of 0.52 minutes, which was less than the concentration of the entire channel, i.e. 1.395 minutes. Accordingly, the existing pump was indicated to be ineffective.*

Keywords: *flood, flow pattern, channel capacity, channel dimensions*

PENDAHULUAN

Banjir adalah kondisi terjadinya kelebihan kapasitas air tidak bisa tertampung menjadikan air meluap ke sisi kanan dan kiri tanggul jaringan drainase sehingga menimbulkan genangan yang merugikan. Kerugian ini biasanya sulit mendapat solusi dari masyarakat maupun instansi terkait. Fenomena banjir tentunya tidak terlepas dari kontribusi kondisi fisik suatu wilayah dari topografi suatu wilayah yang dimana daratan yang lebih landau dibandingkan dengan daratan sekitarnya.

Saluran drainase yang berada di wilayah perkotaan Denpasar sangat penting karena mempunyai fungsi penting untuk mengurangi serta mengantisipasi banjir akibat genangan air dimana wilayah perkotaan merupakan wilayah padat pemukiman.

Masing-masing kecamatan yang ada di Denpasar memiliki kondisi tanah yang berbeda sehingga dapat menyebabkan banjir di setiap wilayah. Salah satu contohnya dapat dilihat pada kondisi nyata tanah yang ada di Kecamatan Denpasar Selatan umumnya merupakan tanah jenuh air. Hal tersebut menyebabkan air akan sulit untuk mengalir dan daya resap tanah yang buruk memiliki peluang yang besar dapat menerima banjir dibandingkan daerah-daerah lainnya. Titik-titik banjir di Denpasar Selatan salah satunya terjadi di Jalan Bumi Ayu Denpasar.

Dilihat dari kondisi eksistingnya saluran drainase yang ada sudah tidak efektif karena tebalnya sedimentasi yang mengendap sedalam 35 cm di saluran tersebut. Ketika hujan terjadi maka pola aliran eksisting di Jalan Bumi Ayu berasal dari air hujan Jalan Pungutan dan Jalan Tamblingan kemudian mengalir menuju daerah terendah dari Jalan Bumi Ayu selanjutnya dipompa agar air dapat naik dan mengalir ke anak sungai Tukad Loloan sampai akhirnya ke saluran pembuangnya yaitu Laut. Berdasarkan wawancara terhadap warga sekitar yang bertempat tinggal di Jalan Bumi Ayu Denpasar menyebutkan jika hujan terjadi maka banjir di areal Jalan Bumi Ayu tidak teratasi karena pompa yang ada tidak berfungsi secara efektif. Kedalaman genangan akibat banjir yang terjadi pada saat musim hujan antara 30cm - 40cm dengan luas genangan air yang terjadi pada saat banjir di lingkungan Bumi Ayu yaitu 2,6 Ha meliputi titik-titik banjir yaitu Jalan Utama Bumi Ayu, Jalan Bumi Ayu I, Jalan Bumi Ayu II, Jalan Bumi Ayu III, serta Jalan Bumi Ayu Gang Tunjung dan Gang Mawar.

Dilihat dari peran pemerintah Kota Denpasar, belum adanya normalisasi yang dilakukan pada drainase yang menyebabkan tidak berfungsi secara efektif. Selain itu, adanya tumpukan sampah di sepanjang saluran juga menunjang terjadinya banjir. Saluran drainase di Jalan Bumi Ayu hampir

keseluruhan di sepanjang jalannya menggunakan saluran drainase tertutup.

Dilihat dari kontur tanahnya termasuk daerah cekungan dengan kontur topografi lebih rendah dibandingkan Jalan Tamblingan dan Jalan Pungutan sehingga ketika hujan keseluruhan air akan tergenang di areal tersebut. Buruknya daya resap tanah pada areal tersebut dikarenakan wilayah ini merupakan daerah pemukiman yang cukup padat. Hal ini menjadikan air terus tergenang sampai musim penghujan berakhir.

Berdasarkan hal tersebut maka analisis saluran drainase dan penanganan solusi banjir di Jalan Bumi Ayu Denpasar perlu dilakukan dan diharapkan dapat memberikan informasi penanganan banjir di hari akan datang dan dampak yang diakibatkan oleh banjir sendiri dapat dihindari.

MATERI DAN METODE

Definisi Banjir

Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya (Suripin, 2004).

Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian (Amiwarti dan Aliyansyah, 2017), yaitu:

1. Sistem Drainase Makro

Sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*catchment area*) disebut sistem drainase makro atau disebut juga pembuangan utama (*major system*) dan drainase primer.

2. Sistem Drainase Mikro

Sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan disebut sistem drainase mikro dan memiliki kapasitas saluran untuk menampung debit air tidak terlalu besar.

Analisis Hidrologi

Menentukan Curah Hujan Kawasan

Titik pengukuran dengan stasiun penakar diperkirakan pada suatu luasan hujan hanya memberikan kedalaman hujan di titik mana stasiun berada. Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut. Dalam perhitungan hujan rata-rata daerah aliran sungai berapa metode yang sering digunakan: (Rahmawati et al., 2015).

1. Metode Aritmatik baik digunakan untuk daerah datar dan penyebaran stasiun hujannya merata.

2. Metode Polygon Thiessen baik digunakan untuk daerah yang stasiun hujannya tidak merata.
3. Metode Isohiet baik digunakan untuk daerah pegunungan.

Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi data hujan dalam studi kasus ini memakai uji konsistensi dengan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sum) (Febyana et al., 2016).

Curah Hujan Rancangan

Metode analisis hujan rancangan tersebut pemilihannya sangat tergantung dari kesesuaian parameter statistik dari data yang bersangkutan, atau dipilih berdasarkan pertimbangan teknis-teknis lainnya. Data curah hujan yang dipergunakan untuk Jalan Bumi Ayu adalah stasiun hujan Sumerta dan stasiun hujan Sanglah dengan periode pengamatan tahun 2009 sampai dengan 2018. Perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan analisis frekuensi yang biasa dipakai di Indonesia yaitu Metode Gumbel, Metode Log Pearson Type III, Normal, dan Log Normal (Suripin, 2004).

Penentuan Distribusi Frekuensi

Mengetahui data pantas dengan cara diuji penentuan ragam distribusi frekuensi didapat suatu sebaran tertentu dan tidak layak untuk sebaran lain. (Lashari et al. 2017) Ketentuan-ketentuan yang ada, yaitu:

1. Menghitung parameter-parameter statistik Cs dan Ck, untuk menentukan macam analisis frekuensi yang dipakai.

2. Koefisien kepencengan (Cs) :

$$Cs = \frac{n \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (1)$$

3. Koefisien kepuncungan (Ck) :

$$Ck = \frac{n^2 \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)S^4} \quad (2)$$

4. Koefisien variasi (Cv) :

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad (3)$$

Dimana :

n = jumlah data

\bar{x} = rata-rata data hujan (mm)

S = simpangan baku (standar deviasi)

x = data hujan (mm)

Uji Distribusi Frekuensi

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai

adalah Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov (Upomo dan Kusumawardani, 2016).

Analisis Intensitas Hujan

Kedalaman air hujan per satuan waktu ialah intensitas hujan. Membentuk lengkung IDF membutuhkan data hujan jangka pendek seperti 5, 10, 30, 60 menit dan jam-jaman.. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis. Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dengan persamaan berikut (Rurung et al., 2019):

Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_0} \right)^{2/3} \quad (4)$$

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R24 = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

Untuk menentukan persamaan IDF dilakukan dengan beberapa pendekatan sebagai berikut :

1) Talbot (1881)

$$I = \frac{a}{t+b} \quad (5)$$

$$a = \frac{\sum [I.t] \sum [I^2] - \sum [I^2.t] \sum [I]}{n \sum [I^2] - \sum [I][I]} \quad (6)$$

$$b = \frac{\sum [I] \sum [I.t] - N \sum [I^2.t]}{n \sum [I^2] - \sum [I][I]} \quad (7)$$

2) Sherman (1905)

$$I = \frac{a}{t^2} \quad (8)$$

$$\text{Log } a = \frac{\sum \log I [\log t]^2 - \sum [\log t \cdot \log I] \sum \log t}{N \sum [\log t]^2 - [\sum \log t]^2} \quad (9)$$

$$n = \frac{\sum \log I \cdot \sum \log t - N \sum [\log t \cdot \log I]}{N \sum [\log t]^2 - [\sum \log t]^2} \quad (10)$$

3) Ishiguro (1953)

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \quad (11)$$

$$a = \frac{\sum [I\sqrt{t}] \sum [I^2] - \sum [I^2\sqrt{t}] \sum [I]}{N \sum [I^2] - \sum [I][I]} \quad (12)$$

$$n = \frac{\sum [I\sqrt{t}] \sum [I] - N \sum [I^2\sqrt{t}]}{N \sum [I^2] - \sum [I][I]} \quad (13)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = waktu curah hujan (menit)

a,b,n = konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS

N = jumlah data

Analisis Debit Banjir

Diperkirakan laju aliran puncak (debit banjir) menggunakan beberapa metode. Ketersediaan data ditentukan di suatu lokasi dengan metode yang dipakai. Rumus metode rasional yang dipakai (Fachrizal dan Wesli, 2015).

$$Q = 0,278 C I A \tag{14}$$

Dimana:

- Q = laju aliran permukaan (debit) puncak (m³/detik)
- C = koefisien aliran permukaan (0 ≤ C ≤ 1)
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- A = luas DAS (km²)

Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi 2 komponen tof dan tdf. Dimana besarnya tof dipengaruhi oleh panjang lintasan daerah aliran, koefisien retardasi, dan kemiringan rata-rata daerah aliran. Sedangkan besarnya tdf sendiri dipengaruhi oleh panjang lintasan air di dalam saluran dan kecepatan aliran (Arsana et al., 2014).

$$tof = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \tag{15}$$

$$tdf = \frac{Ls}{60V} \tag{16}$$

$$tc = tof + tdf \tag{17}$$

Dimana :

- tof = (*time overload flow*) waktu yang diperlukan air mengalir melalui permukaan tanah kesaluran terdekat (menit)
- tdf = (*time detention flow*) waktu yang diperlukan air mengalir dari pertama kali masuk saluran hingga ke titik keluaran DAS (menit)
- nd = koefisien retardasi
- L = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (meter)
- Ls = panjang lintasan air di dalam saluran (meter)

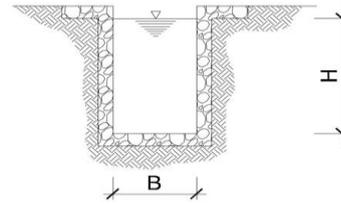
Analisis Hidrolika Penampang Saluran

Penampang berbentuk persegi, pada penampang melintang saluran berbentuk persegi, dapat dituliskan persamaan sebagai berikut:

$$P = B + 2H \tag{18}$$

$$A = B \cdot H \tag{19}$$

$$R = \frac{A}{P} \tag{20}$$



Gambar 1. Penampang Melintang Persegi

Kekasaran Dinding Saluran

Robert Manning mengemukakan sebuah rumus yang akhirnya diperbaiki menjadi rumus : Rumus kecepatan menurut Manning (1889):

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \tag{21}$$

Dimana :

- R = jari-jari hidrolis (m)
- V = kecepatan aliran s (m/dt2)
- I = kemiringan memanjang dasar saluran
- n = koefisien kekasaran menurut Manning yang besarnya tergantung dari bahan dinding saluran yang dipakai

Kapasitas Saluran

Kapasitas maksimum saluran dipakai untuk mengkaji dimensi penampang dengan perhitungan hidraulika. Debit maksimum yang akan dialirkan ditentukan dari dimensi eksisting atau yang direncanakan (Restiani dan Sabri, 2015).

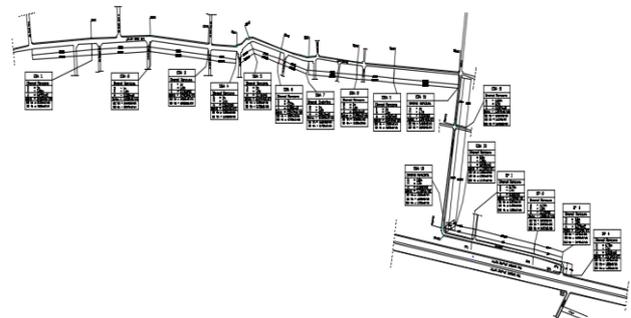
Rumus kapasitas saluran yang digunakan

$$Q = A \cdot V \tag{22}$$

Dimana :

- Q = Debit banjir saluran (m3/dt)
- A = Luas penampang basah (m2)
- V = Kecepatan rata-rata (m/dt)

Penelitian ini mengambil lokasi di Jalan Bumi Ayu Desa Sanur Kecamatan Denpasar Selatan. Jalan ini berada di antara Jalan Pungutan dan Jalan Tamblingan.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Pada studi ini dilakukan pengumpulan data primer berupa data kondisi eksisting saluran drainase di Jalan Bumi Ayu Denpasar dan data dari pihak lain yang dalam hal ini berupa data sekunder sebagai berikut:

- Data curah hujan harian maksimum yang diperoleh dari BMKG
- Data Topografi dan pola aliran kawasan Jl. Bumi Ayu Denpasar yang diperoleh dari PUPR Kota Denpasar
- Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Denpasar yang diperoleh dari BAPPEDA Kota Denpasar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan Rerata Daerah

Pos Hujan Sumerta dan Pos Hujan Sanglah dengan data hujan selama 10 tahun dari tahun 2009 sampai 2018 digunakan untuk mengenal curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan air, dan mempertimbangkan besarnya debit banjir rencana. Metode Aritmatik digunakan dalam analisis ini. Data curah hujan harian maksimum yang telah diolah dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perhitungan Hujan Harian Maksimum Rata-Rata

Tahun	STA Sumerta (mm)	STA Sanglah (mm)	CH rata-rata Aritmatika (mm)	Urutan
2009	91,5	189,6	140,6	95,9
2010	134,7	89,0	111,9	102,0
2011	122,5	106,3	114,4	104,3
2012	92,9	98,9	95,9	105,3
2013	140,0	128,0	134,0	111,9
2014	119,0	91,5	105,3	114,4
2015	110,0	98,6	104,3	134,0
2016	164,0	180,0	172,0	140,6
2017	98,0	106,0	102,0	172,0
2018	194,0	138,7	166,4	166,4

Pemilihan Distribusi Frekuensi

Mengenal suatu rangkaian data pantas untuk sebaran tertentu dan tak layak untuk sebaran lain diperlukan dalam penentuan jenis distribusi frekuensi. Adapun hasil analisis untuk pemilihan distribusi frekuensi adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Perhitungan Koefisien kemencengan (Cs) dan Koefisien Kurtosis (Ck)

No	Tahun	Curah Hujan Rata-rata	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	2009	140,6	15,9	252,5	4012,1	63752,3
2	2010	111,9	-12,8	164,1	-2102,1	26927,5
3	2011	114,4	-10,3	105,3	-1080,0	11081,3
4	2012	95,9	-28,8	827,1	-23788,5	684156,6
5	2013	134,0	9,3	87,2	814,8	7610,0
6	2014	105,3	-19,4	376,7	-7312,7	141939,1
7	2015	104,3	-20,4	414,5	-8439,8	171834,8
8	2016	172,0	47,3	2241,1	106092,5	5022419,8
9	2017	102,0	-22,7	513,5	-11635,4	263657,2
10	2018	166,4	41,7	1738,1	72459,6	3020839,0
Jumlah		1246,6	0,0	6720,1	129020,5	9414217,7
Rerata (\bar{X}) =		124,7				
n	=	10				
STDV	=	27,32543382				
Cs	=	0,878263914				
Ck	=	3,350313425				
Cv	=	0,219199694				

Analisis Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Type III

Dalam Analitik frekuensi dengan sistem Log Pearson type III data curah hujan yang diaplikasikan yakni data curah hujan maksimum tahunan yang kemudian data tersebut diurutkan dari kecil ke besar.

Tabel 3. Analisis Hujan Rancangan dengan Metode Log Pearson Type III

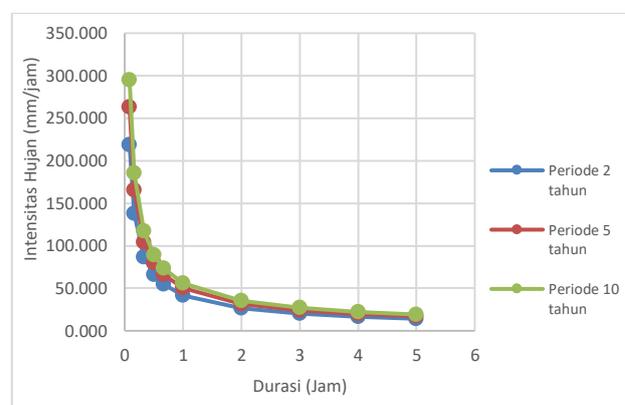
Kata Ulang T (Tahun)	Frekuensi (K)	Log X_t	Hujan Rencana RT (mm/hari)	Pembulatan
2	-0,1136	2,0767	119,3060	120
5	0,7914	2,1586	144,0742	145
10	1,3323	2,2075	161,2684	162
20	1,7531	2,2456	176,0505	177
25	1,9631	2,2646	183,9283	184
50	2,4003	2,3042	201,4765	202
100	2,8143	2,3417	219,6371	220
200	3,2103	2,3775	238,5310	239
1000	4,0804	2,4563	285,9638	286

Intensitas Curah Hujan

Saluran sekunder yang direncanakan dengan periode ulang 2, 5, dan 10 tahun. Dari tabel perbandingan kecocokan rumus intensitas tersebut, dapat ditentukan bahwa Rumus Sherman adalah optimum untuk keadaan ini.

Tabel 4. Perbandingan curah hujan Rumus Sherman

Durasi t (jam)	Periode Ulang		
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
0,083	218,517	262,703	294,729
0,167	137,657	165,493	185,667
0,333	86,719	104,254	116,963
0,5	66,179	79,561	89,260
0,667	54,629	65,676	73,682
1	41,690	50,120	56,230
2	26,263	31,574	35,423
3	20,042	24,095	27,033
4	16,545	19,890	22,315
5	14,258	17,141	19,230



Gambar 3. Grafik IDF dengan berbagai periode

Perhitungan Debit Rencana

Debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan Metode Rasional sebagai berikut :

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (23)$$

Luas area Jalan Bumi Ayu Denpasar yaitu 2,621 km² dengan komposisi total wilayah Jalan Bumi Ayu sebagai berikut :

$$C_{gabungan} = ((18704 \times 0,10) + (399947 \times 0,95) + (4806.64 \times 0,95))/423457.64$$

$$C_{gabungan} = 0,938 \approx 0,95$$

Perbandingan Debit Teoritis Periode Ulang 2,5 dan 10 Tahun Dengan Kapasitas Saluran Eksisting

Tabel 5. Perbandingan Debit Teoritis Periode Ulang 2 Tahun Dengan Kapasitas Saluran Eksisting

Kode Saluran	A eks (m ²)	P (m)	R (m)	V hitung (m/dt)	Q eks (m ³ /detik)	Q 2 th (m ³ /detik)	Keterangan
SBA1	0,750	2,75	0,273	1,778	1,333	2,734	Tidak Memenuhi
SBA2	0,385	1,8	0,214	1,494	0,575	2,440	Tidak Memenuhi
SBA3	0,390	1,9	0,205	1,414	0,551	2,336	Tidak Memenuhi
SBA4	0,630	2,5	0,252	1,559	0,982	2,254	Tidak Memenuhi
SBA5	0,450	2,1	0,214	1,375	0,619	2,301	Tidak Memenuhi
SBA6	0,735	2,8	0,263	1,558	1,145	2,291	Tidak Memenuhi
SBA7	0,760	2,7	0,281	1,574	1,196	2,284	Tidak Memenuhi
SBA8	0,675	2,55	0,265	1,464	0,988	2,366	Tidak Memenuhi
SBA9	0,788	2,85	0,276	1,437	1,132	2,330	Tidak Memenuhi
SBA10	0,525	2,2	0,239	1,273	0,668	2,468	Tidak Memenuhi
SBA11	0,420	2	0,210	1,423	0,597	0,924	Tidak Memenuhi
SBA12	0,600	2,35	0,255	1,475	0,885	1,266	Tidak Memenuhi
SBA13	0,720	2,6	0,277	1,508	1,086	1,294	Tidak Memenuhi
SP1	0,825	2,95	0,280	1,588	1,310	1,187	Memenuhi
SP2	0,788	2,85	0,276	1,551	1,222	1,072	Memenuhi
SP3	0,760	2,7	0,281	1,588	1,207	1,070	Memenuhi
SP4	0,750	2,75	0,273	1,545	1,159	1,076	Memenuhi

Tabel 6. Perbandingan Debit Teoritis Periode Ulang 5 Tahun Dengan Kapasitas Saluran Eksisting

Kode Saluran	A eks (m ²)	P (m)	R (m)	V hitung (m/dt)	Q eks (m ³ /detik)	Q 5 th (m ³ /detik)	Keterangan
SBA1	0,750	2,75	0,273	1,778	1,333	3,304	Tidak Memenuhi
SBA2	0,385	1,8	0,214	1,494	0,575	2,949	Tidak Memenuhi
SBA3	0,390	1,9	0,205	1,414	0,551	2,823	Tidak Memenuhi
SBA4	0,630	2,5	0,252	1,559	0,982	2,723	Tidak Memenuhi
SBA5	0,450	2,1	0,214	1,375	0,619	2,780	Tidak Memenuhi
SBA6	0,735	2,8	0,263	1,558	1,145	2,768	Tidak Memenuhi
SBA7	0,760	2,7	0,281	1,574	1,196	2,760	Tidak Memenuhi
SBA8	0,675	2,55	0,265	1,464	0,988	2,859	Tidak Memenuhi

SBA9	0,788	2,85	0,276	1,437	1,132	2,815	Tidak Memenuhi
SBA10	0,525	2,2	0,239	1,273	0,668	2,982	Tidak Memenuhi
SBA11	0,420	2	0,210	1,423	0,597	1,117	Tidak Memenuhi
SBA12	0,600	2,35	0,255	1,475	0,885	1,530	Tidak Memenuhi
SBA13	0,720	2,6	0,277	1,508	1,086	1,564	Tidak Memenuhi
SP1	0,825	2,95	0,280	1,588	1,310	1,435	Tidak Memenuhi
SP2	0,788	2,85	0,276	1,551	1,222	1,295	Tidak Memenuhi
SP3	0,760	2,7	0,281	1,588	1,207	1,293	Tidak Memenuhi
SP4	0,750	2,75	0,273	1,545	1,159	1,301	Tidak Memenuhi

Tabel 7. Perbandingan Debit Teoritis Periode Ulang 10 Tahun Dengan Kapasitas Saluran Eksisting

Kode Saluran	A eks (m ²)	P (m)	R (m)	V hitung (m/dt)	Q eks (m ³ /detik)	Q 5 th (m ³ /detik)	Keterangan
SBA1	0,750	2,75	0,273	1,778	1,333	3,691	Tidak Memenuhi
SBA2	0,385	1,8	0,214	1,494	0,575	3,294	Tidak Memenuhi
SBA3	0,390	1,9	0,205	1,414	0,551	3,154	Tidak Memenuhi
SBA4	0,630	2,5	0,252	1,559	0,982	3,042	Tidak Memenuhi
SBA5	0,450	2,1	0,214	1,375	0,619	3,106	Tidak Memenuhi
SBA6	0,735	2,8	0,263	1,558	1,145	3,092	Tidak Memenuhi
SBA7	0,760	2,7	0,281	1,574	1,196	3,084	Tidak Memenuhi
SBA8	0,675	2,55	0,265	1,464	0,988	3,195	Tidak Memenuhi
SBA9	0,788	2,85	0,276	1,437	1,132	3,145	Tidak Memenuhi
SBA10	0,525	2,2	0,239	1,273	0,668	3,331	Tidak Memenuhi
SBA11	0,420	2	0,210	1,423	0,597	1,248	Tidak Memenuhi
SBA12	0,600	2,35	0,255	1,475	0,885	1,709	Tidak Memenuhi
SBA13	0,720	2,6	0,277	1,508	1,086	1,747	Tidak Memenuhi
SP1	0,825	2,95	0,280	1,588	1,310	1,603	Tidak Memenuhi
SP2	0,788	2,85	0,276	1,551	1,222	1,447	Tidak Memenuhi
SP3	0,760	2,7	0,281	1,588	1,207	1,445	Tidak Memenuhi
SP4	0,750	2,75	0,273	1,545	1,159	1,453	Tidak Memenuhi

Perhitungan Dimensi Saluran

Direncanakan dalam penelitian ini drainase berbentuk segi empat dengan pasangan batu kali dengan pelesteran

- Untuk saluran tersier

Tabel 8. Perbandingan Dimensi Teoritis Periode Ulang 5 Tahun Dengan Dimensi Saluran Eksisting

Kode Saluran	s	B eks ; H eks	QDebit 5 th	B ; H Desain	Qteoritis	Keterangan
SBA1	0,00302	0,75 ; 1	3,304	1 ; 1,55	3,426	Memenuhi
SBA2	0,00295	0,7 ; 0,55	2,949	1 ; 1,4	3,006	Memenuhi
SBA3	0,00279	0,6 ; 0,65	2,823	1 ; 1,4	2,923	Memenuhi
SBA4	0,00258	0,7 ; 0,9	2,723	1 ; 1,4	2,811	Memenuhi
SBA5	0,00249	0,6 ; 0,75	2,780	1 ; 1,5	2,994	Memenuhi
SBA6	0,00244	0,7 ; 1,05	2,768	1 ; 1,45	2,849	Memenuhi
SBA7	0,00227	0,8 ; 0,95	2,760	1 ; 1,5	2,859	Memenuhi
SBA8	0,00213	0,75 ; 0,90	2,859	1 ; 1,6	2,985	Memenuhi
SBA9	0,00194	0,75 ; 1,05	2,815	1 ; 1,6	2,849	Memenuhi
SBA10	0,00185	0,7 ; 0,75	2,982	1 ; 1,7	2,984	Memenuhi

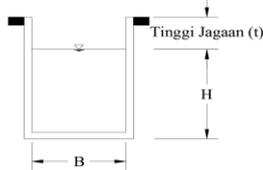
• Untuk saluran Sekunder

Tabel 9. Perbandingan Dimensi Teoritis Periode Ulang 10 Tahun Dengan Dimensi Saluran Eksisting

Kode Saluran	S	B eks ; H eks	QDebit 10 th	B ; H Desain	Qteoritis	Keterangan
SBA11	0,0027	0,8 ; 0,7	1,248	0,85 ; 0,9	1,345	Memenuhi
SBA12	0,0022	0,75 ; 0,8	1,709	0,8 ; 1,3	1,730	Memenuhi
SBA13	0,0021	0,8 ; 0,9	1,747	0,8 ; 1,35	1,751	Memenuhi
SP1	0,0023	0,8 ; 1,1	1,603	0,75 ; 1,4	1,731	Memenuhi
SP2	0,0022	0,75 ; 1,05	1,447	0,75 ; 1,3	1,566	Memenuhi
SP3	0,0023	0,8 ; 0,95	1,445	0,8 ; 1,2	1,591	Memenuhi
SP4	0,0022	0,8 ; 1,1	1,453	0,75 ; 1,3	1,573	Memenuhi

Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan untuk saluran rencana disesuaikan dengan perhitungan dimensi saluran rencana. Dari Hasil perhitungan diperoleh Q pada saluran SBA 10 tersier adalah 2,982 m³/dt, maka tinggi jagaan yang direncanakan yaitu 0,60 (untuk Q = 1,5 – 15,0 m³/dt) dan Q diperoleh pada saluran SP 4 sekunder adalah 1,453 m³/dt, maka tinggi jagaan yang direncanakan yaitu 0,50 (untuk Q = 0,5 – 1,5 m³/dt). Dimensi dan tinggi jagaan untuk masing masing saluran diilustrasikan seperti gambar dibawah:



Gambar 4. Potongan melintang saluran drainase

Eksisting Pompa Bumi Ayu

Kapasitas Pompa

Volume pompa = 900 m³/hari

= 900/((5 x 3600)) = 0,05 m³/dtk = 50 liter/dtk

Head Pompa = 10 m

Daya Pompa = 60 Hp

Putaran mesin penggerak (n) = 90 rpm

Debit Teoritis Q_{10 th} saluran SP 4 = 1,573 m³/dtk

Waktu pompa beroperasi (t) = (Debit (Q))/(Volume (V))

$$= 1,573/0,05$$

$$= 31,46 \text{ dtk} = 0,52 \text{ menit}$$

Jadi, Waktu Pompa 0,52 menit < Waktu Konsentrasi keseluruhan saluran yaitu 1,395 menit sehingga pompa eksisting dikatakan tidak efektif.

SIMPULAN

1. Debit teoritis dengan kala ulang 2 dan 5 tahun tidak sesuai dengan kapasitas saluran eksisting yang berada di saluran tersier SBA 1 sampai SBA 10. Sedangkan debit teoritis periode ulang 2, 5 dan 10 tahun tidak sesuai dengan kapasitas saluran eksisting yang berada di saluran tersier SBA 11 sampai SBA 13 dan kode saluran SP 1 sampai SP 4 yang merupakan saluran sekunder tidak sesuai menampung debit teoritis periode ulang 5 dan 10 tahun.

2. Perencanaan saluran drainase dilakukan dengan melihat setiap beda lebar jalan dan tikungan yang ada. Sehingga upaya untuk menanggulangi masalah genangan air dan banjir pada saat musim hujan di Jalan Bumi Ayu adalah sebagai berikut :

- Memperbesar dimensi saluran sekunder agar sesuai dengan debit teoritis periode ulang 5 dan 10 direncanakan perubahan dimensi saluran dari SBA 11 sampai SP 4 menjadi (B:0,75 - 0,8; H:0,9 - 1,4) m.
- Hasil pompa eksisting yang ada di Jalan Bumi Ayu menghasilkan waktu pompa yang beroperasi selama 0,52 menit tidak mampu menyedot debit air dengan waktu konsentrasi keseluruhan yaitu 1,395 menit sehingga pompa eksisting dikatakan tidak mampu.
- Hasil pompa eksisting yang ada di Jalan Bumi Ayu menghasilkan waktu pompa yang beroperasi selama 0,52 menit tidak mampu menyedot debit air dengan waktu konsentrasi keseluruhan yaitu 1,395 menit sehingga pompa eksisting dikatakan tidak mampu.

SARAN

- Perlunya pembaruan pompa untuk mengatasi adanya banjir di Jalan Bumi Ayu Denpasar.
- Perlunya pemeliharaan secara berkala seperti pembersihan saluran drainase tersier dan sekunder dari instansi terkait agar tidak terjadinya sedimentasi yang menghambat aliran menuju saluran drainase induk.
- Perlu adanya alternatif lain selain memperbesar dimensi saluran yang ada di areal banjir Jalan Bumi Ayu Denpasar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibantu oleh Balai Besar Badan Meteorologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar.

DAFTAR PUSTAKA

Amiwarti dan Aliyansyah, T. 2017. Analisis Saluran Drainase Jalan H. Abdul Rozak Palembang. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas PGRI Palembang, Vol 2.

Arsana, IG.N., Pariartha, I P.G.S., dan Wirawan, I P.A.I. 2014. Penataan Pola Aliran Saluran Sekunder di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tukad Rangka. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 18, No. 2, hal 103-113.

Fachrizal dan Wesli. 2015. Analisa Kapasitas Saluran Primer Terhadap Pengendalian Banjir (Studi Kasus Sistem Drainase Kota Langsa). Teras Jurnal, Vol. 5, No.1.

- Febyana, K.D.T., Sulistiyono H., dan Setiawan A. 2016. Analisis Tingkat Kekeringan Di Wilayah Lombok Bagian Selatan Dengan Menggunakan Metode EDI (*Effective Drought Index*). Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Lashari, Kusumawardani, R., dan Prakasa, F. 2017. Analisa Distribusi Curah Hujan di Area Merapi Menggunakan Metode Aritmatika Dan Poligon. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan 19 (1), hal 39 – 48.
- Rahmawati, A., Damayanti, A., dan Soedjono E.S. 2015. Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Genangan di Kota Sidoarjo, Brantas Catchment Area. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS, Surabaya.
- Restiani, E. dan Sabri, F. 2015. Analisis Kinerja Sistem Drainase Kelurahan Kuto Panji Kecamatan Belinyu. Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, Vol. 3 No. 2, hal 72-88.
- Rurung, M.A. Riogilang, H. dan Hendratta, L.A. 2019. Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Dengan Sumur Resapan Di Lahan Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.2.
- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, ANDI, Yogyakarta.
- Upomo, T.C. dan Kusumawardani, R. 2016. Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan Dengan Metode *Goodness of Fit Test*. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan Vol. 18, No. 2, hal 139-148.