

PERENCANAAN SALURAN TERTUTUP DRAINASE BAWAH TANAH DI JALAN PRAJURIT SATU MERAUKE.

Siti Fatimah Nelson¹, Abner Doloksaribu², Budi Doloksaribu³

sitifatimah@gmail.com, abnerdoloksaribu@unmus.ac.id, budi@unmus.ac.id

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Musamus

ABSTRAK

Sistim drainase yang ada di jalan Prajurit Satu pada saat ini kurang begitu efektif bekerja. Genangan air yang sering terjadi di jalan Prajurit diakibatkan oleh air hujan dan air buangan rumah tangga yang masuk ke drainase, sehingga tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui debit banjir dan kapasitas saluran serta merencanakan saluran tertutup yang sekaligus berfungsi sebagai bahu jalan. Analisis data curah hujan menggunakan metode Gumbel, *Log Pearson Type III*, Log Normal dan Normal. Pengujian metode di atas dihitung menggunakan *Chi Square* dan *Smirnov Kolmogorof*. Hasil perhitungan diperoleh debit saluran *existing* 0,031 m³/detik lebih kecil dari pada debit banjir 0,671 m³/detik, sehingga perlu direncanakan saluran drainase baru menggunakan penampang persegi dengan lebar dasar saluran (b) = 150 cm, kedalaman aliran (h) = 150 cm, tinggi jagaan (w) = 30 cm dan diperoleh debit (Q) = 0,842 m³/detik. Penutup drainase menggunakan tulangan pokok (A_s) = D13 – 150, tulangan bagi (A_{sb}) = D10 – 175 dan tebal plat 200 mm.

Kata kunci : Saluran tertutup, Debit banjir, Kapasitas saluran.

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Drainase adalah suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Drainase juga dapat dikatakan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah. Selain itu juga drainase berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir.

Debit air yang terjadi pada musim hujan mengakibatkan genangan air yang tinggi dan memenuhi permukaan jalan sehingga menjadi masalah serius yang dihadapi secara terus menerus oleh penduduk kota Merauke. Di samping itu juga kondisi topografi daerah perkotaan Merauke yang datar menyebabkan air hujan tidak mengalir dengan lancar sehingga terjadi limpasan besar yang menggenangi pemukiman dan jalan khususnya dialami penduduk yang berada di sekitar daerah jalan Prajurit Satu Merauke.

Sistim drainase yang ada di jalan Prajurit Satu pada saat ini kurang begitu efektif bekerja. Genangan air yang sering terjadi di jalan Prajurit diakibatkan oleh air hujan dan air buangan rumah tangga yang masuk ke drainase, sehingga limbah dan air hujan tersebut tidak mengalir dengan baik ke drainase pembuangan terakhir yang ada di jalan Prajurit tersebut. Drainase yang sudah adapun hingga kini tidak berfungsi dengan baik bagi aliran air yang ada pada drainase tersebut maupun pengguna jalan karena bentuk drainase yang memenuhi bagian badan jalan Prajurit tersebut.

Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis tertarik untuk membuat penelitian dengan judul Perencanaan Saluran Tertutup Drainase Bawah Tanah Di Jalan Prajurit Satu Merauke.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa debit air banjir dan kapasitas saluran drainase yang ada pada jalan Prajurit Satu Merauke ?
2. Bagaimana merencanakan saluran tertutup yang berfungsi sebagai saluran dan bahu jalan ?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Mengetahui debit air banjir yang ada pada jalan Prajurit Satu Merauke dan kapasitas saluran yang ada.
2. Dapat merencanakan saluran tertutup yang berfungsi sebagai saluran dan bahu jalan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan ini adalah :

1. Penelitian dilakukan hanya pada jalan Prajurit Satu Merauke.
2. Saluran berfungsi sebagai bahu jalan.
3. Analisa yang direncanakan sebagai saluran dan jalan.
4. Penelitian ini hanya merencanakan dimensi saluran dan penutup saluran.

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Menurut Noer Amalia dalam Perencanaan saluran drainase pada Bandar Udara Mopah Merauke, metode yang digunakan yaitu metode gumbel. Sedangkan untuk menghitung intensitas curah hujan menggunakan rumus *Mononobe*. Hasil dari intensitas curah hujan kemudian dibandingkan dengan kapasitas *existing* drainase yang ada sekarang dengan menggunakan metode Rasional. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh $Q_{\text{kapasitas}} = 1,28 \text{ m}^3/\text{detik}$, sedangkan $Q_{\text{banjir}} = 5,22 \text{ m}^3/\text{detik}$. Sehingga direncanakan saluran drainase yang baru menggunakan penampang saluran trapesium dengan lebar dasar saluran (b) = 2,1 m, kedalaman aliran

(h) = 1,8 m, kemiringan dinding saluran (m) = 1,5 m, tinggi jagaan (w) = 0,5 m, dan debit maksimum $Q = 8,60 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selain itu juga perlu adanya pembersihan saluran drainase secara berkala untuk mengurangi dampak dari sedimentasi.

Menurut Ida Ayu Asrina Dewi dkk, dalam Analisis Kapasitas Saluran Drainase Sekunder dan penanganan banjir di Jalan Gatot Subroto Denpasar untuk perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional. Dari hasil analisis diperoleh bahwa kapasitas saluran sudah tidak mampu menampung debit banjir rencana dan penampang saluran yang dibutuhkan lebih besar dari pada penampang saluran yang ada sehingga harus dilakukan pembesaran dimensi saluran sesuai dengan hasil perhitungan. Pembesaran dimensi penampang saluran dilakukan dari bagian hulu sampai bagian hilir, dan selanjutnya direncanakan pembuatan sodetan untuk mengurangi debit dibagian hilir. Saluran direncanakan dengan *precast* beton bertulang dengan penampang persegi dari yang semula menggunakan pasangan.

Menurut Dipo Suryapraja dalam Perencanaan sistem drainase pada proyek pembangunan jalan tol Surabaya - Mojokerto seksi ia, harus mampu melayani air limpasan hujan yang terjadi di permukaan jalan tol dan kawasan-kawasan sekitar jalan tol yang membebani saluran-saluran drainase yang direncanakan. Selain itu, diharapkan adanya Jalan Tol Surabaya - Mojokerto (SUMO) tidak menjadi permasalahan banjir di masa yang akan datang.

2.2 Umum

Drainase adalah suatu usaha untuk menyalurkan dan mengeringkan sejumlah kelebihan air dari suatu wilayah ke wilayah lain, sehingga didapat suatu lingkungan yang kering di wilayah tersebut. Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu

kawasan / rembesan fungsi kawasan / lahan tidak terganggu (Suripin, 2004).

Hujan merupakan faktor terpenting dalam analisis hidrologi. Intensitas hujan yang tinggi pada suatu kawasan hunian yang kecil dapat mengakibatkan genangan pada jalan-jalan, tempat parkir, dan tempat - tempat lainnya karena fasilitas drainase tidak didesain untuk mengalirkan air akibat intensitas hujan yang tinggi. (Suripin, 2004).

2.3 Analisa Hidrologi

2.3.1 Data curah hujan

Hujan merupakan faktor terpenting dalam analisis hidrologi. Intensitas hujan yang tinggi pada suatu kawasan hunian yang kecil dapat mengakibatkan genangan pada jalan-jalan, tempat parkir, dan tempat - tempat lainnya karena fasilitas drainase tidak didesain untuk mengalirkan air akibat intensitas hujan yang tinggi. (Suripin, 2004).

2.3.2 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisa frekuensi dilakukan terhadap data curah hujan harian maksimum dan bertujuan untuk memperoleh besaran curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu. Metode yang digunakan dalam analisa frekuensi ini adalah :

Metode Gumbel

Metode gumbel merupakan metode analisa distribusi data atau analisa frekuensi, yang sering digunakan karena tingkat akurasi. Persamaan umum yang digunakan dalam analisa frekuensi dengan metode gumbel adalah :

$$X_T = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \times S$$

dengan :

X_T = Curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

\bar{X} = Curah hujan harian rata-rata.

Y_t = *Reduced Variate*

Y_n = *Reduced Mean*

S_n = *Reduced standar deviation*

Untuk standar deviasi (S) dipakai persamaan :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n - 1}}$$

dengan :

S = Standar deviasi

X_i = Data curah hujan harian maksimum.

X = Curah hujan harian rata-rata.

n = Jumlah data

Tabel 1. Nilai Variabel *Reduced Variate* Y_t

Periode ulang T (tahun)	<i>Reduced Variate</i> Y_t
2	0,3668
5	1,5004
10	2,2510
20	2,9709
25	3,1993
50	3,9028
75	4,3117
100	4,6012
200	5,2969
250	5,5206
500	6,2149
1000	6,9087
5000	8,5188
10000	9,2121

Sumber : Suripin (2004)

2.3.3 Uji Keselarasan Distribusi

a. Uji Keselarasan *Chi Square*

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

dengan :

χ^2 = Harga *chi square* terhitung

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

N = Jumlah Data

2.3.4 Intensitas Hujan

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

2.3.5 Waktu Konsentrasi

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

2.3.6 Debit rencana

$$Q = 0,278 C \times I \times A$$

2.3.7 Kapasitas Saluran (Q_{saluran})

Pengaruh faktor - faktor di atas terhadap koefisien kekasaran saluran akan bervariasi menurut ukuran saluran. Untuk harga-harga kekasaran koefisien Strickler (K) untuk saluran-saluran irigasi tanah, dapat dilihat pada tabel 2. Adapun rumus Strickler adalah seperti berikut :

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

dengan :

V = Kecepatan aliran (m/det)

K = Koefisien kekasaran Strickler ($m^{1/3}/det$)

R = Jari-jari hidrolis (m)

I = Kemiringan dasar saluran

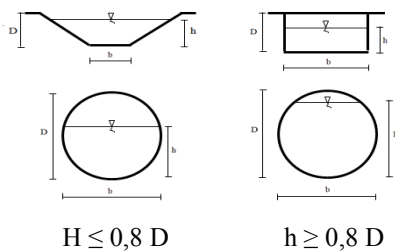
Tabel 2. Harga - harga kekasaran koefisien Strickler (K)

Debit rencana (m^3/det)	Koefisien Strickler ($m^{1/3}/detik$)
$Q > 10$	45
$5 < Q < 10$	42,5
$1 < Q < 5$	40
$Q < 1$ dan saluran tersier	35

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP-03

2.4 Jenis Aliran

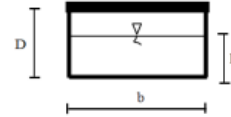
Beberapa contoh saluran terbuka dan saluran tertutup dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 1. Saluran Terbuka dan Tertutup

2.5 Bentuk Penampang Saluran

Bentuk penampang empat persegi panjang dipakai untuk debit-debit yang besar, untuk membuat saluran seperti ini biasanya dibuat pada daerah yang memiliki luasan areal yang kecil, hanya didukung oleh konstruksi yang kokoh dan digunakan untuk saluran air hujan, air rumah tangga dll.



Gambar 2. Saluran Drainase Empat Persegi Panjang

- Luas penampang basah
 $A = b \times h$
- Keliling basah
 $P = b + 2h$
- Jari-jari hidrolis

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

III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Dalam hal ini jenis penelitian yang digunakan penulis yaitu Penelitian Deskriptif dan Penelitian Kuantitatif.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2016 sampai dengan bulan Maret 2017. Lokasi penelitian yaitu di Jalan Prajurit Merauke. Dalam hal ini, jalan Prajurit Satu Merauke sebagai sampel penelitian penulis.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber aslinya dengan cara mengadakan peninjauan atau survei lapangan yaitu dengan melihat langsung lokasi penelitian dan mengukur dimensi saluran *existing* pada lokasi tersebut.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan adalah Peta Topografi Jalan Prajurit, Data curah hujan harian dan *Catchment area*.

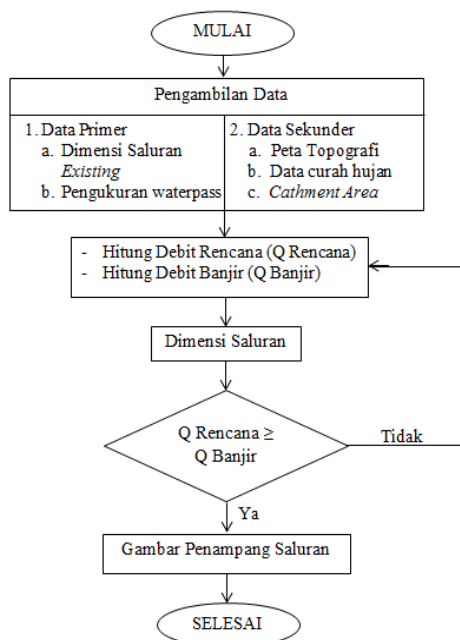
c. Metode Penelitian

Dalam hal ini diperlukan analisa hidrologi yaitu menghitung kapasitas saluran dan besarnya debit rencana pada saluran drainase yang ada. Perhitungan ini dilakukan dengan memperhitungkan data-data curah hujan yang ada, koefisien limpasan dan waktu konsentrasi.

Setelah mendapat hasil dari pengolahan data-data tersebut, dapat diperhitungkan besarnya kapasitas saluran drainase yang ada, sudah cukup menampung debit rencana yang ada atau sebaliknya kapasitas saluran tidak cukup menampung debit aliran yang ada. Jika kapasitas saluran tidak cukup menampung debit aliran maka direncanakan dimensi saluran yang baru dengan memperhitungkan data-data hasil penelitian dan kriteria pendimensian saluran drainase.

d. Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan dalam penulisan Skripsi ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**4.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan****1. Analisis Data Curah Hujan**

Perhitungan curah hujan rata-rata digunakan untuk mengetahui besarnya hujan harian maksimum yang terjadi pada suatu daerah. Dalam perencanaan saluran tertutup bawah tanah pada jalan Prajurit Satu Merauke, data curah hujan yang dipakai berasal dari Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Merauke sejak tahun 2006 sampai tahun 2015. Berikut adalah perhitungan data curah hujan dengan menggunakan Metode Gumbel.

a. Metode Gumbel

Perhitungan curah hujan Metode Gumbel dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Analisis Data Curah Hujan Metode Gumbel.

NO	TAHUN	Xi	(Xi-X)	(Xi-X) ²
1	2006	227,667	48,1583	2319,225
2	2007	163,583	-15,925	253,606
3	2008	142,883	-36,625	1341,391
4	2009	203,483	23,975	574,801
5	2010	256,150	76,642	5873,945
6	2011	180,525	1,017	1,034
7	2012	174,742	-4,767	22,721
8	2013	215,192	35,683	1273,300
9	2014	127,550	-51,958	2699,668
10	2015	103,308	-76,200	5806,440
Σ		1795,083		20166,130

Berdasarkan data curah hujan dan hasil perhitungan pada tabel di atas, dapat dilakukan perhitungan hujan rencana sebagai berikut :

- Menghitung hujan rencana periode ulang 5 tahun.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$= \frac{1795,083}{10}$$

$$= 179,508 \text{ mm}$$

- Menghitung Standar Deviasi (S) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{20166,130}{10 - 1}}$$

$$= 47,336 \text{ mm}$$

- Menghitung Nilai Jumlah Kelompok Distribusi (k)

Dengan T = 5 tahun dan jumlah data (n) = 10 maka :

$Y_t = 1,5004$ (lihat tabel 2.1)

$Y_n = 0,4952$ (lihat lampiran 1)

$S_n = 0,9496$ (lihat lampiran 2)

Dengan nilai-nilai di atas maka nilai k adalah:

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

$$= \frac{1,5004 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 1,059$$

Sehingga nilai hujan rencana periode ulang 5 tahun adalah :

$X_5 = \bar{X} + S \times k$

$= 179,508 + 47,336 \times 1,059$

$= 229,637 \text{ mm}$

4.2. Uji Keselarasan Distribusi

a. Uji Keselarasan *Chi Square*

1) Data curah hujan diurut dari terkecil ke yang terbesar dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data Hujan Dari Yang Terkecil Ke Yang Terbesar

No	Xi	Urutan Xi
1	227,667	103,308
2	163,583	127,550
3	142,883	142,883
4	203,483	163,583
5	256,150	174,742
6	180,525	180,525
7	174,742	203,483
8	215,192	215,192
9	127,550	227,667
10	103,308	256,150

2). Menghitung Jumlah kelompok

Jumlah data (n) = 10

Kelompok Distribusi (K) = 5 Kelas

3). Menghitung Derajat Kebebasan (Dk) dan X^2_{cr}

Parameter (P) = 2

Derajat Kebebasan (Dk) = K - (P+1)
= 2

Dengan n = 10,

$\alpha = 5 \%$,

Dk = 2 maka

$X^2_{cr} = 5,991$

4). Menghitung Kelompok Distribusi

Kelompok Distribusi = $\frac{1}{5} \times 100 \%$ = 20 %

5). Menghitung Interval Kelompok.

Perhitungan Interval kelompok Distribusi Gumbel dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Interval Kelompok Distribusi Gumbel

T	Yt	Yn	Sn	K	X	S	Xt (mm)
5	1,5004	0,4952	0,9496	1,0586	179,685	47,022	229,460
2,5	0,5557	0,4952	0,9496	0,0637	179,685	47,022	182,681
1,67	0,3063	0,4952	0,9496	-0,1989	179,685	47,022	170,331
1,25	0,2293	0,4952	0,9496	-0,2800	179,685	47,022	166,518

6). Menghitung Nilai X^2

Perhitungan nilai X^2 Distribusi Gumbel, Distribusi Normal, Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Person Type III dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Nilai X^2 Distribusi Gumbel

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef (Of-Ef)	
				-	+
1	> 229,637	2	2	0	0
2	182,524 - 229,616	2	2	0	0
3	170,092 - 182,524	2	2	0	0
4	166,253 - 170,092	2	1	-1	0,5
5	< 166,253	2	3	1	0,5
Σ		10	10	X^2	1

7). Perbandingan Nilai X^2 dan X^2_{cr}

Dari perhitungan nilai X^2 dan X^2_{cr} maka nilai perbandingannya dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai X^2 dan X^2_{cr}

Berdasarkan rekapitulasi di atas, semua distribusi probabilitas memiliki nilai X^2 lebih kecil dari pada nilai X^2 Cr. Tapi metode yang paling baik yang akan digunakan untuk menganalisis data hujan adalah Distribusi Gumbel, karena metode ini mempunyai nilai X^2 paling kecil diantara metode lainnya.

b. Uji Keselarasan *Smirnov Kolmogrov*

Perhitungan pengujian keselarasan *Smirnov Kolmogrov* dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan Uji Smirnof Kolmogrof Distribusi Gumbel

I	Xi	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
1	256,150	0,09	1,63	0,05	-0,041
2	227,667	0,18	1,02	0,15	-0,032
3	215,192	0,27	0,76	0,22	-0,053
4	203,483	0,36	0,51	0,31	-0,054
5	180,525	0,45	0,02	0,49	0,035
6	174,742	0,55	-0,11	0,54	-0,005
7	163,583	0,64	-0,34	0,63	-0,006
8	142,883	0,73	-0,78	0,78	0,053
9	127,550	0,82	-1,11	0,87	0,052
10	103,308	0,91	-1,62	0,95	0,041

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa ΔP maksimum (Tabel 8.) < ΔP kritis (Tabel 2.3) yaitu 0,053 < 0,41.

Sehingga dari kesimpulan ke empat metode perhitungan uji *Smirnov Kolmogrov* di atas, metode Gumbel adalah metode yang paling baik digunakan dalam menganalisis data hujan, karena memiliki ΔP maksimum paling kecil yaitu 0,053.

4.3. Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan sangat diperlukan dalam menganalisis frekuensi curah hujan. Dengan Menggunakan curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun (RT) pada analisis perkiraan curah hujan pada Metode Gumbel, dapat dilihat pada tabel 4.23 dan grafik intensitas curah hujan pada Metode Gumbel dapat dilihat pada gambar 4.1.

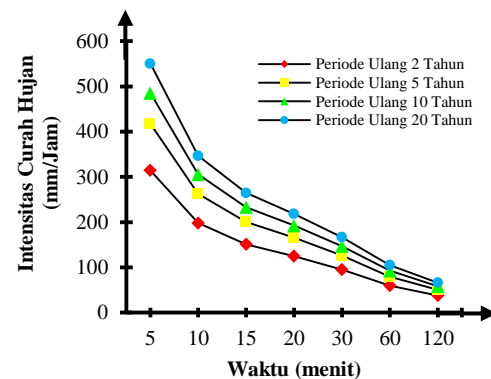
No	Distribusi Probabilitas	X ² terhitung	X ² cr	Keterangan
1	Gumbel	1	5,991	Diterima
2	Normal	2	5,991	Diterima
3	Log Normal	2	5,991	Diterima
4	Log person type III	4	5,991	Diterima

perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus mononobe adalah sebagai berikut :

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

$$= \frac{229,637}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{2/3}$$

$$= 417,278 \text{ mm/jam}$$



Gambar 4. Grafik Intensitas Curah Hujan

4.1.4 Waktu Konsentrasi

Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan waktu konsentrasi adalah :

Panjang saluran (L) = 590 m = 590.000 mm.

Kemiringan lahan (S) = 0,000032

$$\text{Waktu konsentrasi (Tc)} = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

$$= 2,376 \text{ jam}$$

4.1.5 Koefisien Pengaliran

Nilai koefisien pengaliran (C) yang dipakai dalam penelitian ini adalah 0,50 karena deskripsi lahan yang ada di lapangan adalah perumahan, rumah tinggal.

4.1.6 Debit Banjir (Q Banjir)

Perhitungan Debit rencana dihitung dengan Metode Rasional yaitu :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan debit rencana adalah:

Koefisien pengaliran (C) = 0,50

Catchment area (A) = 18,54 ha = 185.400 m²

Curah Hujan Maksimum (R) = 229,637 mm

Waktu konsentrasi (tc) = 2,376 jam

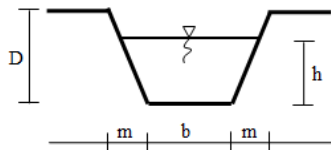
Intensitas Hujan (I) = 44,710 mm/jam

Sehingga : $Q = 0,278 \times C \times I \times A$

$$\begin{aligned} &= 0,278 \times 0,50 \times 0,0000124 \times \\ &185.400 \times 2,1 \\ &= 0,671 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

4.1.7 Kapasitas Saluran Yang Ada (Existing)

Dari hasil pengamatan dan pengukuran saluran *existing* di jalan Prajurit Satu, maka dimensi saluran yang ada yaitu :



Gambar 5. Saluran *Existing*

L = 590 m

b = 0,40 m

h = 0,60 m

m = 0,15

w = 0,10 m

Sehingga :

Luas penampang basah (A)

$$A = b \cdot h + m \cdot h^2 = 0,294 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P)

$$P = b + 2h \sqrt{1 + m^2} = 1,613 \text{ m}^2$$

Jari-jari Hidraulis (R)

$$R = \frac{A}{P} = 0,182 \text{ m}^2$$

Kecepatan rata-rata aliran (V)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S_o^{1/2} = 0,107 \text{ m/detik}$$

Debit rencana Q

$$Q = A \times V$$

$$= 0,294 \times 0,107$$

$$= 0,031 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4.1.8 Perencanaan Saluran Drainase (Q Rencana)

Dalam merencanakan saluran drainase perlu dilihat beberapa hal yang telah diketahui pada perhitungan sebelumnya yaitu :

$Q = 0,671 \text{ m}^3/\text{detik}$ (debit banjir)

$S_o = 0,006356$

K = 40 (Koefisien Strickler)

untuk saluran persegi yang ekonomis, dapat dihitung dengan rumus-rumus :

$$A = b \cdot h = 2h^2$$

$$P = b + 2h$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{h}{2}$$

Jadi, untuk mencari debit saluran yang akan direncanakan yaitu dengan rumus :

$$Q = A \times V$$

$$Q = (K \times R^{2/3} \times I^{1/2}) \times A$$

$$Q = (40 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} \times 0,000032^{1/2}) \times 2h^2$$

$$0,671 = (40 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} \times 0,006356^{1/2}) \times 2h^2$$

$$0,671 = 2h^2 \times \left(\frac{h^{2/3}}{1,59}\right) \times 0,226$$

$$0,671 = \frac{(2 \times h^{8/3})}{1,59} \times 0,226$$

$$0,671 = (1,26 \times h^{8/3}) \times 0,226$$

$$1,26 \times h^{8/3} = \frac{0,671}{0,226}$$

$$h^{8/3} = 2,96$$

$$h = 2,96^{3/8} = 1,5 \text{ m}$$

$$b = 2h = 2 \times 1,5 = 3 \text{ m}$$

Kontrol :

$$A = b \times h = 3 \times 1,5 = 4,5 \text{ m}^2$$

$$P = 2h + b = (2 \times 1,5) + 3 = 6 \text{ m}^2$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{4,5}{6} = 0,75 \text{ m}^2$$

$$V = K \times R^{2/3} \times I^{1/2} = 0,187 \text{ m/detik}$$

$$Q = A \times V = 0,842 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Maka Q_s (Debit Rencana) \geq Q_T (Debit Banjir)

$$Q_s = 0,842 \geq Q_T = 0,671 \dots\dots\dots \text{OK !!!}$$

4.1.9 Desain Penutup Saluran

Dalam penelitian ini plat lantai juga dihitung sebagai penutup saluran, yang direncanakan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$P = 1 \text{ m.}$$

$$L = 150 \text{ cm} = 1,5 \text{ m.}$$

$$t = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m} = 200 \text{ mm.}$$

$$\text{Mutu baja tulangan } (f_y) = 300 \text{ MPa.}$$

$$\text{Mutu beton } (f'_c) = 20 \text{ MPa.}$$

Tulangan utama D 13

Tulangan bagi D 10

Penyelesaian :

$$\text{Beban mati (DD)} = 0,2 \times 2400 \times 1,5 = 720 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (DL)} = 2200 \times 1,5 = 3300 \text{ kg/m}$$

$$\text{Qult} = 1,6 \text{ DD} + 1,2 \text{ DL} = 51,12 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Mult} = 1/8 \times \text{Qult} \times L^2 = 14,377 \text{ Nmm}$$

Kontrol Ledutan :

$$E = 4700 \sqrt{f'_c} = 21019,04 \text{ N/mm}^2$$

$$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3 = 1 \times 10^9 \text{ mm}^2$$

Lendutan ijin max (SNI 03-2847-2002. Hal

$$65) = \frac{L}{360} = \frac{1500}{360} = 4,167 \text{ mm}$$

$$\Delta = \frac{5}{384} \times \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I} = 0,584 < 1,667 \dots \text{ Aman}$$

Tebal pelat minimum untuk konstruksi pelat satu arah berdasarkan (SNI 03 – 2847 - 2002.

$$\text{Tabel 8) diperoleh } h_{\min} = \frac{L}{20} = \frac{1500}{20} = 75 \text{ mm}$$

Direncanakan tulangan D 13 dan D 10

$$d_s = 20 + \frac{13}{2} = 26,5 \text{ mm}$$

$$d = h - d_s = 200 - 26,5 = 173,5 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = 0,0001 \text{ N/mm}^2$$

$$a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K}{0,85 \cdot f'_c}} \right) \cdot D = 0,0010 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan pokok } (A_s) = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b}{f_y}$$

$$= 35,36 \text{ mm}^2$$

Karena f'_c (20 MPa) < 31,36 MPa, maka :

$$A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$\frac{1,4}{300} \times 1000 \times 173,5$$

$$809,667 \text{ mm}^2$$

Dipilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 809,667 \text{ mm}^2$

$$s = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{1/4 \cdot \pi \cdot 13^2 \cdot 1000}{809,667}$$

$$= 164 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

$$s \leq (3 \cdot h = 3 \cdot 200 = 600 \text{ mm})$$

Dipilih yang kecil, maka dipakai $s = 150 \text{ mm}$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b}{s}$$

$$= \frac{1/4 \cdot \pi \cdot 13^2 \cdot 1000}{150}$$

$$= 885,238 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas tulangan} = 885,238 \text{ mm}^2 > A_{s,u} =$$

$$809,667 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{ (OK)}$$

$$\text{Tulangan bagi } A_{s,b} = 20\% \cdot A_{s,u}$$

$$= 161,934 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan bagi } A_{s,b} = 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$= 400 \text{ mm}^2$$

Dipilih yang besar, maka $A_{s,b,u} = 400 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan } s = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b}{A_{s,b,u}}$$

$$= \frac{1/4 \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot 1000}{400}$$

$$= 196,428 \text{ mm}$$

$$s \leq (5 \cdot h = 5 \cdot 200 = 1000 \text{ mm})$$

Dipilih yang kecil $s = 196,428 \text{ mm} \approx 175 \text{ mm}$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b}{s}$$

$$= \frac{1/4 \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot 1000}{175}$$

$$= 448,979 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan = $448,979 \text{ mm}^2 > A_{sb,u} = 400 \text{ mm}^2$ (OK)

Jadi, digunakan tulangan pokok $A_{su} = D13 - 150 = 809,667 \text{ mm}^2$ dan tulangan bagi $A_{sb} = D10 - 175 = 448,979 \text{ mm}^2$

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Debit air banjir yang ada pada jalan Prajurit satu yang dihitung dengan metode Rasional sebesar $0,671 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kapasitas saluran yang ada di jalan Prajurit satu merauke sebesar $0,031 \text{ m}^3/\text{detik}$, kemudian ditingkatkan menjadi $Q_{rencana} = 0,842 \text{ m}^3/\text{detik}$.
2. Dalam perencanaan plat lantai atau penutup saluran empat persegi panjang telah dihitung dan direncanakan pada bab sebelumnya menjadi saluran tertutup yang juga berfungsi sebagai bahu jalan dengan lebar dasar saluran (b) = 150 cm, kedalaman aliran (h) = 150 cm, tinggi jagaan (w) = 30 cm, tinggi saluran (D) = 180 cm dan ditutup dengan plat berukuran 200 mm yang menggunakan tulangan pokok (A_s) = D13 - 150, tulangan bagi (A_{sb}) = D10 - 175.

5.2 Saran

Dari kesimpulan di atas penulis memberikan saran yang perlu diperhatikan sebagai berikut :

1. Dengan sempit dan padatnya daerah pemukiman di Merauke hingga keterbatasan daerah pengaliran, maka perlu adanya pembuatan saluran dengan menggunakan penutup atau bak kontrol sesuai dengan dimensi dan perencanaan saluran pada daerah tersebut.
2. Rencanakan drainase dengan benar sesuai dengan kondisi lapangan dan

disesuaikan dengan kebutuhan, sehingga air hujan dapat mengalir ke arah pembuangan yang telah dibuat.

3. Perlu adanya pemeliharaan saluran agar tidak terjadi penumpukan sedimen yang akan mengakibatkan banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Noer, 2015, *Perencanaan Saluran Drainase Pada Bandar Udara Mopah Merauke*, Skripsi S-1, Universitas Musamus, Merauke.
- Anonim, 2008, *Pedoman Teknis Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Indonesia*. Universitas Indonesia.
- Dewi, I. A. A, dkk., 2013, *Analisis kapasitas saluran drainase sekunder dan penanganan banjir di Jalan Gatot Subroto Denpasar*. Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil, Volume 2, No. 2.
- Dinas Pekerjaan Umum, 2010, *Standar Perencanaan Irigasi*, KP 03, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Republik Indonesia
- Hidayat, Taufik, 2010, *Tinjauan Perencanaan Saluran Drainase Jalan Jati Kelurahan Tangkerang Utar a Kota Pekanbaru - Riau*, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Kamiana, M. I., 2011, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Penerbit Yogyakarta.
- Nasution, I. R., 2005, *Aliran Seragam Pada Aliran Terbuka Teori & Penyelesaian Soal-Soal*. Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- SNI 03-2847-2002, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*
- Subarkah, Iman, 1980, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Penerbit Idea Dharma, Bandung
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

- Suryapraja, Dipo, 2011, *Perencanaan Sistem Drainase Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Surabaya - Mojokerto Seksi Ia*.
Jurnal, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Triatmodjo, Bambang, 1995, *Hidraulika I*,
Beta Offset, Yogyakarta.