

# STUDI KASUS DIMENSI SALURAN DI AREA SEAWALL BANDARA SULTAN AJI MUHAMMAD SULAIMAN SEPINGGAN BALIKPAPAN

**Irna Hendriyani<sup>(1)</sup>, Mustakim<sup>(2)</sup>, Dana Amari Pratiwi<sup>(3)</sup>, Suheriah Mulia Devi<sup>(4)</sup>**  
Program Studi Teknik Sipil Universitas Balikpapan  
E-mail : [irna.hendriyani@uniba-bpn.ac.id](mailto:irna.hendriyani@uniba-bpn.ac.id) [mustakimm@uniba-bpn.ac.id](mailto:mustakimm@uniba-bpn.ac.id)  
[dana\\_amari@ymail.com](mailto:dana_amari@ymail.com) [suheria@uniba-bpn.ac.id](mailto:suheria@uniba-bpn.ac.id)

## ABSTRAK

*Penyebab genangan air di saluran drainase pada area Seawall di Bandar Udara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggan Balikpapan dikarenakan sedimentasi dan pendangkalan drainase pada saluran existing. Drainase berperan penting untuk mengatur laju air demi pencegahan banjir. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui daya tampung dari dimensi drainase existing yang ada, serta melihat bentuk, kondisi dan arah aliran saluran pada area Seawall tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan debit banjir rencana ( $Q_{rencana}$ ) sebesar  $1,95 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan didapatkan hasil debit aktual drainase ( $Q_{aktual}$ ) Section 1 =  $2,858 \text{ m}^3/\text{s}$  pada Section 2 =  $2,314 \text{ m}^3/\text{s}$ . Didapatkan juga dimensi drainase rencana ( $A_{rencana}$ ) sebesar  $0,812 \text{ m}^2$ , dan didapatkan juga hasil dimensi drainase existing sebesar  $1,12 \text{ m}^2$  pada Section 1, dan  $0,96 \text{ m}^2$  pada Section 2. Berdasarkan hasil diatas, dapat disimpulkan bahwa drainase pada Section 1 dan 2 masih dapat menampung debit banjir rencana pada kawasan tersebut. Akan tetapi, untuk Section 1 dan 2 diperlukan pengerukan sedimentasi, pembersihan rumput dan sampah buangan dari laut secara berkala, agar drainase dapat bekerja secara optimal.*

**Kata Kunci:** *Kajian, Banjir, Drainase, Debit, Section, Dimensi drainase, Saluran*

## CASE STUDY OF CHANNEL DIMENSIONS IN THE SEAWALL AREA OF SULTAN AJI MUHAMMAD SULAIMAN SEPINGGAN AIRPORT BALIKPAPAN

### ABSTRACT

*Causes puddle of water in the drainage on Seawall area at Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggan Airport Balikpapan because of sedimentation and drainage in the existing. Drainage plays an important role in regulating water rates for flood prevention. The purpose of this research is to know the capacity of existing drainage dimensions, as well as to see the shape, condition and direction of the flow of drainage in the Seawall area. Based on the calculation result, obtained flood discharge plan ( $Q_{plan}$ ) of  $1.95 \text{ m}^3/\text{s}$ , and obtained the actual drainage discharge ( $q_{actuation}$ ) Section 1 =  $2.858 \text{ m}^3/\text{s}$  in Section 2 =  $2.314 \text{ m}^3/\text{s}$ . Obtained also the dimension of Drainage plan ( $A_{plan}$ ) amounting to  $0.812 \text{ m}^2$ , and obtained from the existing drainage dimensions of  $1.12 \text{ m}^2$  in Section 1, and  $0.96$*

*m<sup>2</sup> in Section 2. Based on the results above, it can be concluded that the drainage in Section 1 and 2 can still accommodate flood discharge plans in the region. However, sections 1 and 2 are required to periodically drain sedimentation, weed and waste clearance from the sea, so that drainage can work optimally.*

**Keywords:** *study, flood, drainage, discharge, Section, dimension of drainage.*

## 1. PENDAHULUAN

Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman (SAMS) Sepinggian Balikpapan adalah salah satu bandar udara besar kelas satu yang di kelola oleh PT. Angkasa Pura I (Persero) setelah bandar udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali dan bandar udara Internasional Juanda Surabaya. Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Balikpapan, intensitas curah hujan di Kota Balikpapan termasuk tinggi. Pada bulan Desember 2016 curah hujan di Kota Balikpapan mencapai 538.42 mm, lalu pada bulan Mei 2017 curah hujan di Kota Balikpapan mencapai 535.4 mm dan pada bulan September 2018 curah hujan di Kota Balikpapan mencapai 639.9 mm Berdasarkan data-data tersebut, Kota Balikpapan memiliki curah hujan yang sangat tinggi, setidaknya sekali dalam setahun, curah hujan yang turun dapat berpotensi menyebabkan banjir setidaknya sekali dalam sebulan. Ditambah lagi berubahnya tata guna lahan di kawasan Bandara SAMS Sepinggian yang awalnya sebagai daerah tangkapan air menjadi fasilitas penunjang.

Pengembangan Bandara SAMS Sepinggian yang mengalami alih fungsi lahan permukaan tanah yang hijau vegetatif berubah menjadi kawasan kedap air, sehingga tidak mampu merembeskan air hujan ke dalam tanah secara alamiah dan dihasilkan koefisien limpasan yang terus membesar dari waktu ke waktu, yang secara langsung berpengaruh pada sistem drainase kawasan permukaan dan/atau drainase perkotaan (Sarbidi 2014). Drainase yang ada saat ini

merupakan saluran buatan sepanjang 2.153 meter, lebar 1.6 meter dengan bentuk penampang empat persegi panjang. Saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi, drainase ini sudah tidak mampu menampung limpasan air hujan atau luber, sehingga terjadi banjir. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian kembali berkenaan dengan profil saluran drainase yang sudah ada ini. Apakah kondisi seperti yang sudah ada saat ini tidak memberikan pengaruh pelayanan pada fasilitas bandara, atau malah diperlukan suatu perencanaan ulang sehingga banjir yang dikhawatirkan tidak terjadi.

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang ada apakah dimensi *existing* dapat menampung debit curah hujan di sepanjang saluran drainase pada area *seawall* Bandara SAMS Sepinggian Balikpapan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kondisi saluran *existing* drainase saat ini dalam menampung debit limpasan air hujan, melihat bentuk, kondisi, serta arah aliran dan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya luapan di saluran drainase pada area *seawall* di Bandara SAMS Sepinggian Balikpapan

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jenis Drainase

1. Menurut Sejarah Terbentuknya
  - a. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*), yaitu drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton,

gorong-gorong dan lain-lain. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

- b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*) Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.
2. Menurut Letak Bangunan
    - a. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*), yaitu saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open channel flow*.
    - b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Subsurface Drainage*), yaitu Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan itu antara lain tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.
  3. Menurut Fungsi
    - a. *Single Purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lainnya seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.
    - b. *Multi Purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.
  4. Menurut Konstruksi.
    - a. Saluran Terbuka, yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup,

ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/ mengganggu lingkungan.

- b. Saluran Tertutup, yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran kotor (air yang mengganggu kesehatan/lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di kota/permukiman.

## 2.2 Pola Jaringan Drainase

1. Siku  
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada akhir berada di tengah kota
2. Pararel  
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.
3. Grid Iron  
Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpulan.
4. Alamiah  
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar
5. Radial  
Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.

## 2.3 Permasalahan Drainase

Faktor-faktor permasalahan pada Drainase antara lain :

1. Peningkatan Debit  
manajemen sampah yang kurang baik memberi kontribusi percepatan pendangkalan/ penyempitan saluran dan sungai. Kapasitas sungai dan saluran drainase menjadi berkurang, sehingga tidak mampu menampung debit yang terjadi, air meluap dan terjadilah genangan.
2. Peningkatan Jumlah Penduduk

meningkatnya jumlah penduduk perkotaan yang sangat cepat, akibat dari pertumbuhan maupun urbanisasi. Peningkatan jumlah penduduk selalu diikuti oleh penambahan infrastruktur perkotaan, disamping itu peningkatan penduduk juga selalu diikuti oleh peningkatan limbah, baik limbah cair maupun pada sampah.

3. Amblesan Tanah  
disebabkan oleh pengambilan air tanah yang berlebihan, mengakibatkan beberapa bagian kota berada dibawah muka air laut pasang.
4. Penyempitan dan Pendangkalan Saluran  
Penyempitan dan pendangkalan saluran sering terjadi karna adanya pembangunan gedung yang tidak sesuai dengan izin mendirikan bangunan (IMB). Pendangkalan juga bisa terjadi karna sedimentasi yang terus menerus terjadi di aliran saluran yang mengakibatkan pendangkalan pada saluran.
5. Reklamasi  
Reklamasi yang mempunyai maksud kegiatan yang dilakukan dengan tujuan menambah luasan daratan untuk suatu aktivitas yang sesuai di wilayah tersebut dan juga dimanfaatkan untuk keperluan konservasi wilayah pantai. Tentu saja akan memiliki dampak dari reklamasi pada sistem saluran drainase seperti berpotensi sedimentasi, banjir dan genangan yang berada di wilayah pesisir.
6. Limbah Sampah dan Pasang Surut  
Limbah sampah yang di hasilkan manusia jelas sangat merugikan bagi sistem drainase yang ada. Tersumbatnya saluran akibat limbah sampah yang mengakibatkan air susah mengalir. Pasang surut air laut juga berdampak sama, jika banyak sampah

yang di buang ke laut, maka sampah-sampah tersebut akan kembali lagi ke daratan saat air sedang pasang dan dapat menyumbat saluran saluran drainase yang ada.

## 2.4 Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Ada tiga macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan, yaitu rata-rata aljabar, polygon Thiessen, dan isohyet (Suripin, 2004)

### 1. Metode rata-rata aritmatik (aljabar)

Metode rata-rata aljabar memberikan hasil yang baik apabila :

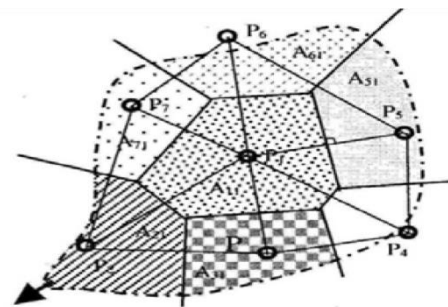
- a. Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS.
- b. Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

Rumus:

$$P = \frac{1}{n} (P_1 + P_1 + \dots + P_n) \dots \dots \dots (1)$$

dengan P adalah curah hujan daerah (mm), n adalah jumlah titik-titik (stasiun-stasiun) pengamat hujan, dan P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ..., P<sub>n</sub> adalah curah hujan di tiap titik pengamatan

### 2. Metode Thiessen



**Gambar 1** Poligon Thiessen  
**Sumber:**Suripin, 2004

Rumus:

$$P = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + \dots + A_nP_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2)$$

dengan P merupakan rata-rata curah hujan wilayah (mm), P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ..., P<sub>n</sub> merupakan curah hujan masing masing stasiun (mm),

dan  $A_1, A_2, \dots, A_n$  merupakan luas pengaruh masing masing stasiun ( $\text{km}^2$ )

### 3. Metode Isohyet

Rumus:

$$P = \frac{A_1\left(\frac{P_1+P_2}{2}\right) + A_2\left(\frac{P_2+P_3}{2}\right) + \dots + A_n\left(\frac{P_n+P_{n+1}}{2}\right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots(3)$$

dengan  $P$  merupakan rata-rata curah hujan wilayah (mm),  $P_1, P_2, \dots, P_n$  merupakan curah hujan masing-masing Isohiet (mm), dan  $A_1, A_2, \dots, A_n$  merupakan luas wilayah antara 2 Isohyet ( $\text{km}^2$ )

#### Cara Memilih Metode

**Tabel 1** Pemilihan Metode Perhitungan Curah Hujan Wilayah Berdasarkan Banyaknya Jaring-Jaring Pos Penakar Hujan.

Jaring-Jaring pos penakar hujan	Metode
Jumlah pos penakar hujan cukup	Metode Isohyet, Thiessen atau rata-rata aljabar dapat dipakai
Jumlah pos penakar hujan terbatas	Metode rata-rata aljabar atau Thiessen
Pos penakar hujan tunggal	Metode hujan titik

Sumber: Suripin,2004

**Tabel 2** Pemilihan Metode Perhitungan Curah Hujan Wilayah Berdasarkan Luas DAS.

Luas DAS	Metode
DAS besar (>5000 $\text{km}^2$ )	Metode Isohyet
DAS SEDANG (500 s/d 5000 $\text{km}^2$ )	Metode Thiessen
DAS kecil (<5000 $\text{km}^2$ )	Metode rata-rata aljabar

Sumber: Suripin,2004

**Tabel 3** Pemilihan Metode Perhitungan Curah Hujan Wilayah Berdasarkan Topografi DAS.

Topografi DAS	Metode
Pegunungan	Metode rata-rata aljabar
Dataran	Metode Thiessen
Berbukit dan tidak beraturan	Metode Isohyet

Sumber: Suripin,2004

## 2.5 Perhitungan Curah Hujan Rencana

### 1. Metode Gumbel

Rumus-rumus yang digunakan untuk menentukan curah hujan rencana menurut metode Gumbel adalah sebagai berikut :

$$R_T = \bar{R} + K.S_x \dots\dots\dots(4)$$

dengan :

- $R_T$  = hujan rencana (mm)
- $\bar{R}$  = nilai rata-rata dari hujan
- $S_x$  = Standar deviasi dari data hujan
- $K$  = Faktor frekuensi Gumbel

Faktor frekuensi  $k$  didapat dengan menggunakan rumus :

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan  $Y_n$  adalah harga rata-rata *reduced mean* (Tabel 4),  $S_n$  adalah *reduced Standar Deviation* (Tabel 5), dan  $Y_{tr}$  adalah *reduced variate* (Tabel 6).

**Tabel 4** *Reduced mean (Yn)*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5403	0.5410	0.5418	0.5424	0.5436
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5606	0.5607	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611

Sumber: Suripin,2004

**Tabel 5** *Reduced standar deviation (Sn)*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	1.2069	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.2090	1.2093	1.2096

Sumber: Suripin,2004

Rumus untuk menentukan Standar Deviasi adalah sebagai berikut

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{R})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(6)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(7)$$

Dengan  $S_x$  merupakan standar deviasi,  $\sum X_i$  merupakan jumlah data curah hujan rata-rata dengan periode ulang  $n$ -tahun,  $\bar{R}$  merupakan nilai rata-rata dari hujan, dan  $n$  merupakan periode ulang

**Tabel 6 Reduced variate (Ytr)**

PERIODE ULANG Tr (tahun)	Reduced Variate, Ytr
2	0.3668
5	1.5004
10	2.2519
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

## 2.6 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

### 1. Metode Dr. Mononobe

Rumus ini digunakan apabila data curah hujan yang tersedia hanya curah hujan harian. Rumus :

$$r = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana r adalah intensitas curah hujan (mm/jam), R<sub>24</sub> adalah curah hujan maksimum dalam 24 jam(mm), dan t adalah lamanya curah hujan (jam).

### 2.7 Waktu Konsentrasi

Rumus:

$$t_c = \left[ \frac{0,87 \times L^2}{1.000 \times S} \right]^{0,385} \dots\dots\dots (9)$$

Dengan t<sub>c</sub> sebagai waktu konsentrasi (jam), L sebagai panjang saluran utama dari hulu sampai penguras (km), dan S sebagai kemiringan rata-rata saluran utama (m/m).

### 2.8 Perhitungan Debit Rencana

Rumus:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (10)$$

Dengan Q adalah debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan, dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m<sup>3</sup>/detik), C adalah koefisien aliran, I adalah intensitas hujan selama waktu tiba banjir (mm/jam), dan A adalah luas daerah tangkapan (km<sup>2</sup>)

**Tabel 7 Koefisien Aliran ( C )**

TIPE DAERAH ALIRAN	Koefisien Aliran ( C )
<b>Rerumputan</b>	
Tanah pasir, datar, 2%	0,50 - 0,10
Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,10 - 0,15
Tanah pasir, curam, 7%	0,15 - 0,20
Tanah gemuk, datar, 2%	0,13 - 0,17
Tanah gemuk, sedang, 2-7%	0,18 - 0,22
Tanah gemuk, curam, 7%	0,25 - 0,35
<b>Perdagangan</b>	
Daerah kota lama	0,75 - 0,95
Daerah pinggiran	0,50 - 0,70
<b>Perumahan</b>	
Daerah single family	0,30 - 0,50
multi unit terpisah	0,40 - 0,60
multi unit tertutup	0,60 - 0,75
Suburban	0,25 - 0,40
Daerah apartemen	0,50 - 0,70
<b>Industri</b>	
Daerah ringan	0,50 - 0,80
Daerah berat	0,60 - 0,90
Taman, kuburan	0,10 - 0,25
Tempat bermain	0,20 - 0,35
Halaman kereta api	0,20 - 0,40
Daerah tidak dikerjakan	0,10 - 0,30
Jalan: beraspal	0,70 - 0,95
beton	0,80 - 0,95
batu	0,70 - 0,85
Atap	0,75 - 0,95

Sumber: Triatmodjo,2015

**Tabel 8 Kriteria Desain Hidrologi System Drainase Perkotaan**

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (tahun)	Metode perhitungan debit banjir
< 10	2	Rasional
10 - 100	2 - 5	Rasional
101 - 500	5 - 20	Rasional
> 500	10 - 25	Hidrograf Satuan

Sumber: Suripin,2004

### 2.9 Perhitungan Debit Aktual

Rumus:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (11)$$

Dimana Q merupakan debit maksimum, A merupakan luas penampang basah, V merupakan kecepatan aliran pada drainase

### 2.10 Perhitungan Koefisien Aliran untuk Daerah Aliran Sungai dengan Penggunaan Lahan yang Berbeda-Beda

Rumus:

$$C_{Total} = \frac{\Sigma(C \times A)}{\Sigma A} \dots\dots\dots (II.12)$$

Dengan C<sub>Total</sub> sebagai koefisien aliran total pada DAS, ΣC sebagai jumlah koefisien aliran dalam setiap tata guna lahan pada DAS, dan ΣA sebagai jumlah Luas daerah aliran sungai.

## 2.11 Perhitungan Debit Banjir Rencana Berdasarkan Dimensi Aktual Saluran Drainase

Rumus:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana V adalah kecepatan rata-rata (m/det), n adalah koefisien kekasaran manning, R adalah radius hidrolis (m), dan S adalah kemiringan energi (-). Perlu dicatat bahwa “n” bukan bilangan nondimensional, tetapi berdimensi TL<sup>-1/3</sup> (Suripin, 2004)

**Tabel 9** Nilai Koefisien Kekasaran Manning (n)

NO	TIPE SALURAN DAN JENIS BAHAN	HARGA n		
		MINIMUM	NORMAL	MAKSI
1	BETON			
	Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0.01	0.011	0.0
	Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran gangguan	0.011	0.013	0.0
	Beton Dipoles	0.011	0.012	0.0
	Saluran pembuang dengan bak kontrol	0.013	0.015	0.0
2	TANAH LURUS DAN SERAGAM			
	Bersih baru	0.016	0.018	0.0
	Bersih telah melapuk	0.018	0.022	0.0
	Berkerkil	0.022	0.025	0.0
	Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0.022	0.027	0.0
3	SALURAN ALAM			
	Bersih lurus	0.025	0.03	0.0
	Bersih, berkelok kelok	0.033	0.04	0.0
	Banyak tanaman pengganggu	0.05	0.07	0.0
	Dataran banjir berumput pendek - tinggi	0.025	0.03	0.0
	Saluran di belukar	0.035	0.05	0.0

Sumber: Suripin, 2004

Rumus untuk menghitung nilai kemiringan dasar saluran adalah sebagai berikut.

$$S = \frac{\Delta H}{L} \dots\dots\dots(14)$$

$$\Delta H = H_{\max} - H_{\min} \dots\dots\dots(15)$$

Dengan S merupakan kemiringan dasar saluran, ΔH merupakan selisih antara titik tertinggi dan terendah dalam DAS, H<sub>max</sub> merupakan titik tertinggi dalam DAS, H<sub>min</sub> merupakan titik terendah dalam DAS, dan L merupakan panjang saluran drainase.

## 2.12 Bentuk Saluran yang Paling Ekonomis

Rumus penampang trapesium ekonomis

$$A = (B + mh) \times h \dots\dots\dots(16)$$

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(17)$$

$$B = P - 2h\sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(18)$$

Dengan R sebagai jari-jari hidrolis (m), A sebagai luas penampang basah (m<sup>2</sup>), dan P sebagai keliling basah (m).

## 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan seperti yang dilakukan oleh Irna, dkk (2021) adalah metode deskriptif kuantitatif. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini adalah pengukuran profil saluran drainase eksisting, wawancara dan dokumentasi daerah penelitian. Sedangkan data sekunder berupa data curah hujan dari BMKG Kota Balikpapan dan catchment area bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggian Balikpapan.

Untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, maka dilakukan pengumpulan data dengan cara sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur / Kepustakaan

Studi literatur didapatkan dengan cara mengumpulkan berbagai data yang berasal dari berita, laporan, dokumen, jurnal, riset, data tertulis, peraturan SNI, pedoman-pedoman dan buku referensi atau sumber bacaan yang relevan dengan objek penelitian.

### 2. Metode Observasi

Pengumpulan data dengan metode observasi ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di lokasi penelitian untuk mengetahui keadaan jaringan drainase dan kondisi eksisting drainase. Untuk beberapa data primer dan data sekunder didapatkan dari pihak-pihak terkait. Teknik Analisa data ini dilakukan secara sistematis dan logis sesuai dengan dasar teori, hasil penelitian, dan perhitungan yang mempunyai tujuan agar memperoleh kebenaran atas suatu objek permasalahan, sehingga nantinya

kan mempermudah dalam menyimpulkan debit rencana dan debit aktual penelitian

#### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika melalui stasiun pengamatan hujan. Dalam penelitian ini, data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, dengan periode 10 tahun, dari bulan Januari tahun 2009, sampai dengan bulan maret tahun 2019.

**Tabel 10** Data Curah Hujan Kota Balikpapan Tahun 2009-2014

BULAN	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch
Januari	215.9	218.8	175.63	254.2	190	199.6
Februari	203.7	248	224.4	293.53	515.9	98
Maret	290.5	210.2	253.5	244.2	36.8	256.1
April	161.3	342.9	255	181.8	205	271.5
Mei	103	262.2	232.1	483.4	259.4	146.8
Juni	157	337.5	424.4	230.2	191.2	246.3
Juli	259.6	275	122.6	361.8	205.3	242.2
Agustus	93.1	76.7	128.3	165.6	328.7	187.3
September	64.4	182	355	76.9	165.1	21.2
Oktober	144.7	369.7	198.82	203	146.6	164.3
November	178.6	241.5	247.8	243.8	442.4	145.8
Desember	338	222.9	330.8	176	220.4	421.9
<b>RATA-RATA</b>	<b>184.15</b>	<b>248.95</b>	<b>245.69</b>	<b>242.87</b>	<b>242.23</b>	<b>200.08</b>
<b>Curah Hujan Maksimum</b>	<b>338</b>	<b>369.7</b>	<b>424.4</b>	<b>483.4</b>	<b>515.9</b>	<b>421.9</b>

**Sumber:** BMKG Kota Balikpapan

**Tabel 11** Data Curah Hujan Kota Balikpapan Tahun 2015-2019

BULAN	2015	2016	2017	2018	2019
	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch
Januari	267.9	67.8	221.2	254.4	239.8
Februari	329.1	172.3	104.3	217.7	75.4
Maret	182.8	189.6	340	412.2	159.3
April	220.5	101	195.4	117.1	134.3
Mei	199.7	202.1	535.4	400.8	165.7
Juni	509.8	92	250.9	223.7	
Juli	114.5	243.9	325.5	348.9	
Agustus	69.1	44.8	430.4	178.4	
September	0	195.7	266.5	639.9	
Oktober	37.5	203	115.7	205	
November	111.8	288	281.7	122.3	
Desember	112.7	538.42	272.1	366.9	
<b>RATA-RATA</b>	<b>179.61667</b>	<b>194.885</b>	<b>278.2583</b>	<b>290.6083</b>	<b>165.7</b>
<b>Curah Hujan Maksimum</b>	<b>509.8</b>	<b>538.42</b>	<b>535.4</b>	<b>639.9</b>	<b>293.8</b>

**Sumber:** BMKG Kota Balikpapan

**Tabel 12** Tabel Konfigurasi Data Curah Hujan

NO	Tahun Pengamatan(N)	Curah Hujan Maksimum-Xi (mm)	$\bar{R}$	$X_i - \bar{R}$	$(X_i - \bar{R})^2$
1	2009	338	507.062	169.062	28582
2	2010	369.7	507.062	137.362	18868
3	2011	424.4	507.062	82.662	6833.01
4	2012	483.4	507.062	23.662	559.89
5	2013	515.9	507.062	-8.838	78.1102
6	2014	421.9	507.062	85.162	7252.57
7	2015	509.8	507.062	-2.738	7.49664
8	2016	538.42	507.062	-31.358	983.324
9	2017	535.4	507.062	-28.338	803.042
10	2018	293.8	507.062	-132.838	17645.9
11	2019	293.8	507.062	213.262	45480.7
$\Sigma$	10	5070.62			127094

\*Curah hujan rata-rata dan curah hujan maksimum dihitung mulai Januari 2009

**Sumber:** Hasil Analisis

Berdasarkan perhitungan pada tabel, maka standar deviasi dapat dihitung sebagai berikut.

$$S_x = \sqrt{\frac{(127094)^2}{10 - 1}} = 118.8343057$$

Berdasarkan Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6, untuk curah hujan dengan kala ulang 10 tahun didapat nilai  $Y_n$  0,4952;  $S_n$  0,9496; dan  $Y_{tr}$  2,2519.

Berdasarkan tabel konfigurasi curah hujan, maka didapat nilai standar deviasi sebesar 118,8343.

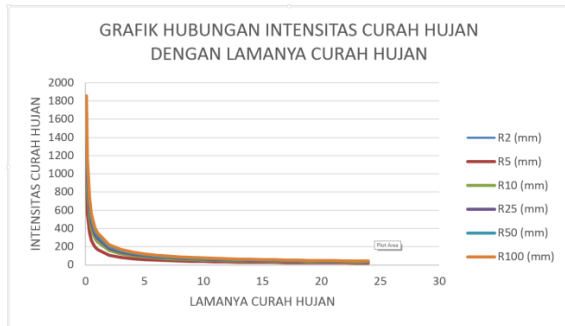
**Tabel 13** Tabel Perhitungan Data Curah Hujan

T	$\bar{R}$	$Y_{tr}$	$Y_n$	$S_n$	K	$S_x$	$K.S_x$	RT
2	507.062	0.3668	0.4952	0.9496	-0.13521	118.8343	-16.0682	490.9938
5	507.062	1.5004	0.4952	0.9496	1.058551	118.8343	125.7922	632.8542
10	507.062	2.2519	0.4952	0.9496	1.849937	118.8343	219.836	726.898
20	507.062	2.9709	0.4952	0.9496	2.607098	118.8343	309.8126	816.8746
25	507.062	3.1993	0.4952	0.9496	2.84762	118.8343	338.395	845.457
50	507.062	3.9028	0.4952	0.9496	3.588458	118.8343	426.432	933.494
75	507.062	4.3117	0.4952	0.9496	4.019061	118.8343	477.6023	984.6643
100	507.062	4.6012	0.4952	0.9496	4.323926	118.8343	513.8307	1020.893

**Sumber:** Hasil Analisis

Grafik yang menggambarkan hubungan antara intensitas curah hujan dengan lamanya curah hujan terlihat pada Gambar 2.





**Gambar 2** Hubungan Intensitas Curah Hujan dengan Lamanya Curah Hujan

**Sumber:** Hasil Analisis

Menghitung luas daerah tangkapan air dan koefisien pengaliran (C). Pertama dilakukan perhitungan masing-masing luas daerah tata guna lahan dan diperoleh:

- Jalan beton dengan panjang 2.153 m, lebar 6 m, maka luasnya adalah 10.765 m<sup>2</sup>.
- Area pembuangan, dimana panjangnya 95 m, lebar 40 m, maka luasnya 3.800 m<sup>2</sup>
- Area incinerator dengan panjang 30 m, lebar 16 m, maka luasnya 480 m<sup>2</sup>.
- Rerumputan, dimana panjang 1.750 m, lebar 75 m, maka luasnya 131 250 m<sup>2</sup>

Koefisien pengaliran yang digunakan dalam penelitian terlihat pada Tabel 14.

**Tabel 14** Luas Daerah Tangkapan dan nilai Koefisien Pengaliran

Area	Luas (km <sup>2</sup> )	C	C x A
Jalan beton	0,010765	0,95	0,010277
Pembuangan	0,0038	0,3	0,00114
Incinerator	0,00048	0,75	0,00036
Rerumputan	0,13125	0,22	0,028875
Total	0,146295		0,040602

**Sumber:** Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis total koefisien pengaliran (C) tata guna lahan, diperoleh:

$$C_{Total} = \frac{\Sigma(C \times A)}{\Sigma A} = \frac{0,040602}{0,146295}$$

$$C = 0,277$$

## Menghitung Intensitas Curah Hujan Rencana



**Gambar 3** Wilayah Penelitian

Berdasarkan peta topografi pada Gambar 3, titik tertinggi ada pada angka 12,94 dan titik terendah ada pada angka 5,43.

$$\Delta H = 12,94 - 5,43 = 7,51 \text{ m}$$

Kemiringan dasar saluran

$$S = \frac{\Delta H}{L} = \frac{7,51}{2153 \text{ m}}$$

$$S = 0,0034$$

Menghitung waktu konsentrasi

$$tc = \left[ \frac{0,87 \times L^2}{1.000 \times S} \right]^{0,385} = \left[ \frac{0,87 \times 2,153^2 \text{ km}}{1.000 \times 0,034} \right]^{0,385}$$

$$tc = 1 \text{ jam}$$

Kemudian dapat dihitung intensitas curah hujan sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{tc} \right]^{2/3} = \frac{490,99}{24} \times \left[ \frac{24}{1} \right]^{2/3}$$

$$I = 163,9958 \text{ mm/jam}$$

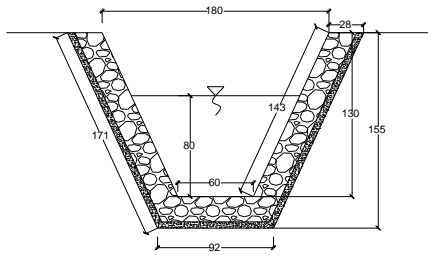
Menghitung Debit Banjir Rencana

$$Q_{rencana} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,277 \times 163,9958 \times 0,1462$$

$$Q_{rencana} = 1,85 \text{ m}^3/\text{s}$$

Menghitung dimensi dari luas drainase existing



**Gambar 4** Section 1

**Section 1**

Lebar atas drainase (D) = 1,80 m

Lebar bawah drainase (B) = 0,6 m

Tinggi drainase (H) = 1,3 m

Tinggi kedalaman air (h) = 0,8 m

Selisih lebar atas dan bawah (mh)

$$= (D - B) : 2 = (1,80 - 0,6) : 2 = 0,6 \text{ m}$$

Kemiringan dinding (m) = mh : h

$$= 0,6 / 0,8$$

$$= 0,75 \text{ m}$$

Luas penampang basah (A) = (B+mh) × h

$$= (0,6 + 0,6) \times 0,8$$

$$= 0,96 \text{ m}^2$$

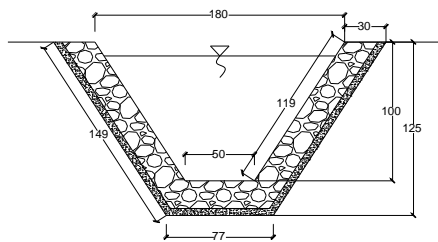
Keliling basah drainase (P) = B+2h (√m<sup>2</sup> + 1)

$$= 0,6 + \{2 \times 0,8 \times (\sqrt{(0,75)^2 + 1})\} =$$

$$= 3,45 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolik (R) = A : P = 0,96 : 3,45

$$= 0,278 \text{ m}$$



**Gambar 5** Section 2

**Section 2**

D = 1,80 m

B = 0,5 m

H = 1 m

h = 0,9 m

mh = 0,65 m

m = 0,722 m

A = 1,035 m<sup>2</sup>

P = 3,53 m

R = 0,292 m

Kecepatan Aliran Saluran Drainase

Diketahui:

n = 0,012 (beton dipoles)

S = 0.00348

Maka dapat dihitung kecepatan aliran saluran drainase sebagai berikut:

a. Section 1 :

$$R = 0,278 \text{ m}$$

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

$$V = \frac{1}{0,012} \cdot 0,278^{\frac{2}{3}} \cdot 0,00348^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 2,09 \text{ m/s}$$

b. Section 2 :

$$R = 0,292 \text{ m}$$

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

$$V = \frac{1}{0,012} \cdot 0,292^{\frac{2}{3}} \cdot 0,00348^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 2,17 \text{ m/s}$$

Setelah didapatkan luasan dari drainase dan kecepatan saluran drainase, debit aktual dapat dihitung sebagai berikut

a. Section 1:

$$Q_{\text{aktual}} = A \times V$$

$$Q_{\text{aktual}} = 0,96 \times 2,09 = 2,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

b. Section 2:

$$Q_{\text{aktual}} = A \times V$$

$$Q_{\text{aktual}} = 1,035 \times 2,17 = 2,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

Maka dimensi rencana drainase dapat dihitung sebagai berikut

$$Q = A \times V$$

$$Q = (H^2 \sqrt{3}) \times \left\{ \frac{1}{n} \left( \frac{H}{2} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \right\}$$

$$1,85 = H^2 \sqrt{3} \times \frac{1}{0,012} \frac{H^{\frac{2}{3}}}{H^{\frac{2}{3}}} 0,00348^{\frac{1}{2}}$$

$$1,85 \times 2^{\frac{2}{3}} = H^2 \sqrt{3} \times 83,333 \times H^{\frac{2}{3}} \times 0,274$$

$$1,58 = 17,68 \times H^{\frac{8}{3}}$$

$$H^{\frac{8}{3}} = \frac{1,58}{17,68} = 0,166$$

$$H = 0,166^{\frac{3}{8}} = 0,51 \text{ m}$$

Lebar bawah penampang drainase

$$B = \frac{2}{3} H \sqrt{3} = \frac{2}{3} \times 0,51 \sqrt{3}$$

$$B = 0,58 \text{ m}$$

Luas penampang basah drainase

$$A = H^2\sqrt{3} = 0,51^2 \sqrt{3}$$

$$A = 0,45 \text{ m}^2$$

Berdasarkan perbandingan debit rencana dan aktual, drainase *existing* dianggap tidak mampu menampung debit banjir rencana apabila:  $Q_{rencana} > Q_{aktual}$

*Section 1:*

$$1,85 \text{ m}^3/\text{s} > 2,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

dimensi drainase *existing* di *section 1* mampu menampung debit banjir rencana.

*Section 2:*

$$1,85 \text{ m}^3/\text{s} > 2,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

dimensi drainase *existing* di *section 2* mampu menampung debit banjir rencana.

Drainase desain lama dianggap tidak mampu menampung debit banjir rencana apabila:  $A_{aktual} < A_{rencana}$

1. *Section 1:*

$$0,96 \text{ m}^2 < 0,45 \text{ m}^2$$

dimensi drainase di *section 1* mampu menampung debit banjir rencana.

2. *Section 2:*

$$1,035 \text{ m}^2 < 0,45 \text{ m}^2$$

dimensi drainase di *section 2* mampu menampung debit banjir rencana.

## 5. KESIMPULAN

- Debit banjir rencana saluran sebesar  $1,85 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan debit aktual saluran drainase *section 1* adalah  $2,01 \text{ m}^3/\text{s}$  dan *section 2* adalah  $2,24 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Dimensi drainase rencana sebesar  $0,45 \text{ m}^2$  dan dimensi drainase *existing* *Section 1* sebesar  $0,96 \text{ m}^2$  dan *Section 2* sebesar  $1,035 \text{ m}^2$ .
- Drainase pada *Section 1* dan *2* dapat menampung debit banjir rencana pada kawasan saluran area *seawall* di Bandara SAMS Balikpapan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Drainase Perkotaan*. Penerbit: Gunadarma Press. Jakarta 1997
- Badan Standardisasi Nasional. *SNI. 03-2406-1991: Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan*. 1991.
- Badan Standardisasi Nasional. *SNI. 03-1724-1998: Pedoman dan Perencanaan Hidrologi untuk Bangunan Sungai*. 1998.
- Badan Standardisasi Nasional. *SNI. 03-3424-1994: Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Permukaan Jalan*. 1994.
- Chow, Ven Te. *Hidrolika Saluran Terbuka (terjemahan oleh Rosalina)*. Penerbit: Erlangga. Jakarta. 1997.
- Dinas Pekerjaan Umum. *Pd. T-02-2006-B: Perencanaan Sistem Drainase Jalan: Pedoman Konstruksi Bangunan*. Jakarta. 1991.
- Hasmar, H.A. Halim. *Drainase Terapan*. Penerbit: UII Press. Yogyakarta. 2011.
- Irna Hendriyani, Reno Pratiwi, Rahmat, dan Marisha Dewi Sartika. *Kajian Saluran Drainase Berdasarkan Curah Hujan di Kelurahan Karang Joang Balikpapan*. *Jurnal Transukma Prodi Teknik Sipil Universitas Balikpapan Volume 04 Nomor 1 Desember 2021*. Link <https://transukma.uniba-bpn.ac.id/index.php/transukma/article/view/106>
- Mannulang, Krisman Pebrian. *Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya (Studi Kasus: Lingkungan Jalan Nusantara Raya Perumnas 3 Kota Bekasi)*, Skripsi. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta. 2018.
- Setyana, Yaya Putra. *Analisis Sistem Saluran Drainase Di Sepanjang Akses Road Gedung PKP-PK Di Bandar Udara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggan*

*Balikpapan*, Skripsi. Universitas Balikpapan. Balikpapan. 2018.  
Soetopo, Rony Hartono. *Kajian Terhadap Sistem Drainase Pada Jalan Z.A.Maulani Kelurahan Damai Bahagia Kota Balikpapan (Studi Kasus Depan Kampus Stikom*

*Balikpapan*), Skripsi. Universitas Balikpapan. Balikpapan. 2017.  
Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit: ANDI Offset. Yogyakarta. 2004  
Triatmodjo, Bambang. *Hidrologi Terapan*. Penerbit: Beta Offset. Yogyakarta. 2016