

Analisa Hubungan Tingkat Hujan dengan Desain Infrastruktur Drainase yang Berada di Kawasan Mega Superblock Meisterstadt Pollux Habibie Batam

Delfia Annisa^{1*}, Indrastuti², Wa Ode Sumartini³

*^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Internasional Batam*

**delfiaannisa101010@gmail.com*

Abstract

In this study, Meisterstadt Batam plans that rainwater runoff from outside the area will not enter the area. Accordingly, the originally planned catchment area remains as large as 4.7 Ha as originally planned. Based on the catchment area, drainage planning uses a 5-year flood discharge. Rainfall analysis used rainfall data for the last 10 years, from 2009 until 2019 originated from one rain station, namely the Hang Nadim Meteorological Station. There are 3 types of methods commonly used in calculating the average rainfall for drainage infrastructure development, namely calculating the algebraic mean, the Thiessen polygon, and the isohyet. For the Pollux Meisterstadt project, Batam uses the algebraic average method because this method adds up all the results of the rainfall levels at all stations and divides them by the number of existing stations. As a result, the calculation of rainfall is very influential on the drainage system planning because it can determine the maximum water capacity of the drainage. . From the results of the research, it is found that the appropriate rainfall rate for the drainage layout was $0.01 \text{ m}^3 / \text{sec}$. Based on the results of the calculation of the channel dimensions required for Q5 were $B = 0.40 \text{ m}$, $h = 0.20$, $A = 0.08 \text{ m}^2$, $P = 0.80 \text{ m}$, $R = 0.10 \text{ m}$, $v = 0.48 \text{ m} / \text{sec}$. Then, $Q = 0.04 \text{ m}^3/\text{s}$ was with a guard height of 0.20 m . Finally, the flow coefficient is 0.70 .

Keywords: Meisterstadt Batam, Rainfall, Drainage

Abstrak

Pada penelitian ini Meisterstadt Batam merencanakan limpasan air hujan dari luar kawasan tidak akan masuk ke dalam kawasan, sehingga daerah tangkapan air yang direncanakan pada awalnya tetap seluas 4,7 Ha seperti perencanaan awal. Berdasarkan luas daerah tangkapan air, perencanaan drainase menggunakan debit banjir 5 tahun. Analisis curah hujan menggunakan data curah hujan selama 10 tahun terakhir, dari tahun 2009 - 2019 yang bersumber dari satu stasiun hujan yaitu Stasiun Meteorologi Hang Nadim. Ada 3 jenis metode yang biasa digunakan dalam menghitung curah hujan rata-rata untuk pembangunan infrastruktur drainase, yaitu menghitung rata-rata aljabar, poligon thiessen, dan isohyet. Untuk proyek Pollux Meisterstadt Batam menggunakan metode rata-rata aljabar karena metode ini menjumlahkan semua hasil tingkat curah hujan pada semua stasiun dan membaginya dengan jumlah stasiun yang ada, maka perhitungan curah hujan sangat berpengaruh pada perencanaan sistem drainase karena itu dapat menentukan kapasitas air maksimum dari drainase. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh debit curah hujan yang sesuai tata letak drainase adalah $0,01 \text{ m}^3 / \text{detik}$. Berdasarkan hasil dari perhitungan dimensi saluran yang diperlukan untuk Q5 adalah $B = 0,40 \text{ m}$, $h = 0,20$, $A = 0,08 \text{ m}^2$, $P = 0,80 \text{ m}$, $R = 0,10 \text{ m}$, $v = 0,48 \text{ m/detik}$. Maka, $Q = 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$, dengan tinggi jagaan $0,20 \text{ m}$. Lalu koefisien pengaliran sebesar $0,70$.

Kata kunci: Meisterstadt Batam, Curah hujan, Drainase

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Drainase adalah pembuangan air secara alami maupun buatan yang berasal dari permukaan di suatu tempat. Sistem drainase sendiri melakukan pembuangan dengan cara mengalirkan air, menguras, dan membuang (Halim Hasmar, 2012). Di dalam ilmu sipil, bangunan air adalah serangkaian pembatas drainase yang berperan untuk mengurangi kelebihan air yang berasal dari wilayah atau lahan yang terkena genangan air, dan dapat difungsikan secara optimal karena drainase juga berperan penting dalam mengontrol kualitas air tanah. Ada juga beberapa manfaat dari sistem drainase salah satunya yang paling besar yaitu berperan mengurangi potensi terjadinya banjir, karena drainase dalam tata ruang berfungsi mengatur debit air, maka dari itu untuk mengurangi terjadinya banjir, di kawasan yang rawan terkena banjir biasanya kawasan tersebut melakukan normalisasi saluran drainase dampaknya akan terlihat di kawasan tersebut bisa memetakan wilayah mana saja yang debit airnya lebih tinggi, dan meminimalisirkan banjir dikawasan tersebut.

Meisterstadt Batam merupakan kawasan terpadu dan modern yang memiliki konsep “kota vertikal” yang diprediksikan menjadi kawasan unggulan dan kota maju atau dikenal (*landmark*) bagi Kota Batam. Lingkup area proyek tahap konstruksi 1 4 unit gedung apartemen dan area ruko seluas 4,7 hektar. Limpasan air hujan dari luar kawasan tidak akan masuk ke dalam kawasan, sehingga daerah tangkapan air yang direncanakan tetap seluas 4,7 Ha. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan analisa perhitungan tingkat curah hujan sangat berpengaruh pada saat membuat perencanaan sistem drainase, maka dari itu penulis akan menganalisa cara perhitungan tingkat curah hujan khususnya pada proyek Pollux Meisterstadt Batam.

2. Tinjauan Pustaka

Drainase adalah kata yang berasal dari kata kerja "to drain" yang artinya menguras dan mengeringkan air, sedangkan kata lain yang cocok untuk mengungkapkannya adalah sistem ini dapat menampung kelebihan air dari atas dan bawah tanah. Drainase secara keseluruhan merupakan ilmu yang mempelajari tentang penanganan kelebihan air di suatu tempat dan bagaimana memanfaatkan keadaan tersebut untuk menjadi suatu keuntungan (Halim Hasmar, 2012).

Drainase perkotaan merupakan ilmu drainase terapan khusus untuk mempelajari kawasan perkotaan yang sangat erat kaitannya dengan kondisi yang ada di daerah tersebut. Drainase perkotaan atau terapan memiliki sistem drainase dan irigasi yang meliputi:

1. Permukiman
2. Kampus dan sekolah
3. Lapangan olahraga
4. Kawasan industri maupun perdagangan
5. Pelabuhan udara

Di era yang serba canggih dimana sistem drainase telah menjadi salah satu infrastruktur terpenting di kota, kualitas drainase sangat berpengaruh dari sistem kota itu sendiri. Berikut pengertian drainase menurut beberapa sumber, salah satunya adalah:

- a) Pada drainase perkotaan biasa terdapat sistem untuk mengalirkan dan mengalirkan air dari kawasan permukiman, kawasan industri, lapangan olahraga dan parkir, instalasi militer, dan pelabuhan ke seluruh bagian fasilitas kota (Gunadarma, 2007).
- b) Maka drainase secara umum merupakan aplikasi yang diartikan sebagai ilmu yang mempelajari upaya untuk mengalirkan kelebihan air pada atau di bawah permukaan tanah dan memanfaatkan sistem tersebut untuk mendapatkan keuntungan (Halim Hasmar, 2012).

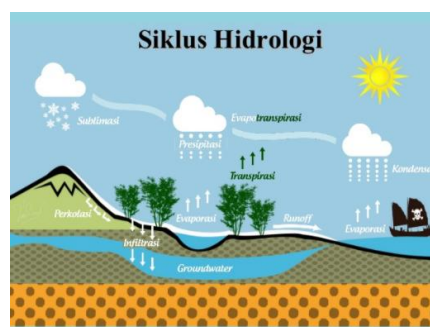
2.1 Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang adanya gerakan dalam air, berupa air yang berupa gas, padat dan cair. Hidrologi selalu berhubungan dengan air, dimana air merupakan sumber yang sangat berpengaruh dalam kehidupan sehari-hari. Bagi ilmuwan yang berkecimpung dalam perencanaan dan eksploitasi bangunan, pengetahuan tentang hidrologi sangat penting karena tidak dihitung tetapi akan dipelajari juga analisis pergerakan air yang nantinya akan membantu merancang bangunan udara di daerah rendah dan tinggi. (Soemarto, 1986). Dari salah satu stasiun hujan yang paling dekat dengan lokasi penelitian yaitu Stasiun Hujan Hang Nadim Riau. Data tersebut diperoleh dari Stasiun Meteorologi Hang Nadim Riau. Panjang rangkaian data untuk setiap stasiun adalah 12 tahun dari tahun 2008 hingga 2019. Untuk menganalisa menggunakan aspek hidrologi yaitu :

1. Data hujan
2. Hujan rencana
3. Analisis distribusi frekuensi
4. Analisis hujan rata-rata

Menurut Soemarto (1986: 17) siklus hidrologi ialah pergerakan air laut yang naik atau menguap ke udara, yang nantinya jatuh kembali sebagai hujan atau bentuk manipulasi lainnya, dan akhirnya mengalir kembali ke laut. Ada 4 siklus hidrologi yaitu:

- 1) Dapat berupa siklus jangka pendek, contohnya hujan yang turun akan mengalir kembali ke laut.
- 2) Tidak ada siklus yang terjadi pada saat kemarau tetapi pada saat musim hujan siklus terjadi kembali.
- 3) Intensitas dan frekuensi siklus tergantung pada kondisi geografis dan iklim, yang merupakan akibat dari perubahan arah matahari dari terbit hingga terbenam.
- 4) Siklus hidrologi sangat kompleks air laut yang naik ke langit atau awan lalu menjadi hujan dan balik kembali ke laut.



Gambar 2.3. Siklus Hidrologi
(Sumber : Google)

2.2 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi berkaitan dengan besarnya kejadian ekstrem yang berhubungan dengan frekuensi penerapan distribusi probabilitas. Analisis data hidrologi diasumsikan independen dan terdistribusi secara acak dan stokastik (Suripin, Dr. Ir., M. Eng, 2004).

Dalam ilmu statistik, dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi. Berikut adalah 4 jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi, antara lain:

1. Distribusi Normal

Distribusi ini biasa juga disebut dengan kurva normal atau distribusi Gauss.

$$X_T = \bar{x} + K_T \cdot S \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

- X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T
- \bar{x} = harga rata-rata curah hujan
- S = standar deviasi

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang/periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. Nilai faktor frekuensi dapat dilihat pada tabel 2.1. Reduksi Gauss.

2. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal data X diubah ke dalam bentuk logaritma $Y = \log X$. jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi log normal. Untuk distribusi log normal, perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Y_T = Y + K_T \cdot S \text{ atau } K_T = \frac{Y - Y_T}{S} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

- Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun
- Y = harga rata-rata data curah hujan
- S = standar deviasi
- K_T = faktor frekuensi

3. Distribusi Log Person III

Statistik parameter yang digunakan dalam distribusi log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

- a. Ubah data menjadi logaritmis

$$X = \text{Log } X \dots\dots\dots (2.3)$$

- b. Menghitung harga rata-rata

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots (2.4)$$

- c. Menghitung harga simpangan baku (standar deviasi)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.5)$$

- d. Menghitung koefisien kemencengan (skewness) (CS atau G)

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) s^3} \dots\dots\dots (2.6)$$

e. Menghitung logaritma curah hujan atau banjir

$$\log X_T = \log \bar{x} + K_s \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

K = variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan (Cs atau G) yang bisa dilihat pada tabel 2.2 berikut:

4. Distribusi Gumbel

Analisis frekuensi untuk curah hujan rancangan (x) dengan metode Gumbel, yaitu :

$$X_T = X + S. K \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan :

X_T = curah hujan rancangan dengan kala ulang T tahun

X = harga rata-rata data curah hujan

S = standar deviasi

K = faktor frekuensi

Faktor frekuensi K untuk harga-harga ekstrim Gumbel :

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

Y_n = *Reduced Mean* yang tergantung jumlah sample

S_n = *Reduced Standard Deviation* yang juga tergantung jumlah sample

Y_{tr} = *Reduced Variated*, mempunyai nilai yang berbeda pada setiap periode ulang

2.3 Curah Hujan Regional Atau Wilayah

Apabila dalam suatu wilayah terdapat beberapa alat ukur atau pencatat curah hujan maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan wilayah tersebut. (Soemarto, C.D, 1995). Tiga metode berikut untuk menghitung kedalaman rata-rata curah hujan di area cekungan, yaitu :

1. Metode Rerata Aljabar

Metode ini memberikan hasil yang akurat jika stasiun tersebar merata di seluruh wilayah. Seharusnya tidak ada banyak variasi nilai curah hujan dari stasiun yang dipertimbangkan, lalu kelemahan dari metode ini adalah stasiun-stasiun yang berada tepat di luar wilayah sungai tidak dipertimbangkan meskipun stasiun-stasiun ini mungkin memiliki pengaruh terhadap wilayah sungai yang sedang dipertimbangkan.

$$R = \frac{1}{n} x (R_A + R_B + R_C + \dots + R_n) \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan :

R = tinggi curah hujan rata-rata

R_A,R_B,...,R_n = tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,...,n

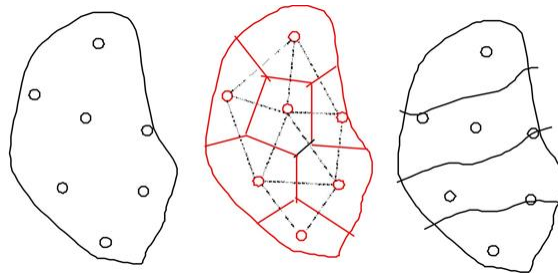
N = banyaknya pos penakar

(Soemarto C.D,1995)

2. Cara Poligon Thiessen

Domain setiap stasiun pengukur pencatatan hujan dapat ditandai seperti yang sekarang yang disebutkan di sini ialah gabungkan semua stasiun ke

tiap stasiun yang berdekatan dengan garis putus-putus sehingga membentuk sistem segitiga.



Gambar 2.4. Grafik Metode Poligon Thiessen
(Sumber : diunduh dari Google 19 Juni 2020 12.48 WIB)

$$R = \frac{R_a A_a + R_b A_b + R_c A_c + \dots + R_n A_n}{A_a + A_b + A_c + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan :

- A = luas areal
 - R = tinggi curah hujan rata-rata areal
 - R_A, R_B, ..., R_n = tinggi curah hujan di pos 1, 2, ..., n
 - A_A, A_B, ..., A_n = luas daerah pengaruh pos 1, 2, ..., n
- (Soemarto C.D, 1995)

3. Cara isohyet

Dengan cara ini, pertama-tama gambarkan kontur dengan ketinggian hujan yang sama (isohyet).

$$R = \frac{A_a \left[\frac{R_a + R_b}{2} \right] + A_b \left[\frac{R_b + R_c}{2} \right] + \dots + A_{n-1} \left[\frac{R_{n-1} + R_n}{2} \right]}{A_a + A_b + \dots + A_{n-1}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan :

- A = luas areal
 - R = tinggi curah hujan rata-rata areal
 - R_A, R_B, ..., R_n = tinggi curah hujan di pos 1, 2, ..., n
 - A_A, A_B, ..., A_n = luas daerah pengaruh pos 1, 2, ..., n
- (Soemarto C.D, 1995)

2.4 Analisa Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada saat air terkonsentrasi. Intensitas curah hujan dilambangkan dengan huruf I dengan satuan (mm / jam). Salah satu rumus yang dapat digunakan untuk mengetahui intensitas curah hujan adalah dengan menggunakan rumus mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R₂₄ = Curah hujan harian maksimum (mm)
- t_c = Waktu konsentrasi (jam)

Untuk mencari waktu konsentrasi (t_c), persamaan yang dapat digunakan adalah:

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$t_2 = \frac{Ls}{60v} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$t_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

- t1 = waktu inlet (menit)
- t2 = waktu aliran (menit)
- Lo = jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
- L = panjang saluran (m)
- nd = koefisien hambatan
- s = kemiringan daerah pengaliran
- v = kecepatan air rata – rata disaluran (m/det)

2.5 Debit Air Hujan Atau Limpasan

Debit air hujan atau limpasan adalah hujan yang jatuh dan melebihi kapasitas suatu daerah yang berpotensi banjir pada daerah tersebut. Debit air hujan ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

- Q = Debit aliran air limpasan (m³/detik)
- C = Koefisien run off (berdasarkan standar baku)
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran (ha)
- 0,278 = Konstanta

2.6 Perancangan Saluran Drainase

Sebelum merencanakan pembuatan saluran drainase, langkah pertama ialah mengetahui debit rencana, perhitungan debit dilakukan dengan menghitung luas daerah yang harus dikeringkan oleh saluran tersebut. Langkah kedua ialah menghitung hujan rencana untuk memperkirakan berapa persen air hujan yang dapat ditampung oleh saluran drainase tersebut, lalu merencanakan dimensi penampang pada saluran drainase, bentuk penampang sendiri terbagi menjadi dua bentuk yaitu terbuka dan tertutup tergantung pada kondisi daerah saluran drainase tersebut. Untuk rumus perhitungan dimensi saluran menggunakan rumus manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan, berikut rumus perhitungan dimensi saluran :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (2.18)$$

$$Q = A \cdot V = A \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

- V = kecepatan aliran (m/det)
- n = angka kekasaran saluran
- R = jari-jari hidrolis saluran (m)
- S = kemiringan dasar saluran
- Q = debit saluran (m³/det)
- A = luas penampang basah saluran (m²)

3. Metode Penelitian

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Pollux Meisterstadt Batam - Apartemen Tower 1. Alamat proyek dari timur jalan Ahmad Yani, dan di seberang Politeknik Negeri Batam, di barat terletak di Perumahan Mitra Raya dan Perumahan Livia Garden, di Jl. Arah utara terletak di Perumahan Citra Batam dan Perumahan Livia Garden, di arah Selatan terletak di Jalan Laksamana Bintan dan berseberangan dengan Perumahan Anggrek Sari.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian pada Proyek Meisterstadt, Batam
Sumber : *Google Earth*

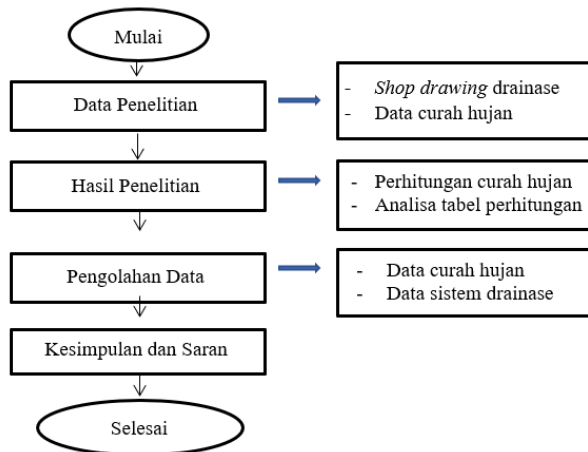
3.2. Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Data primer adalah data yang didapatkan dari penelitian secara langsung:
 1. Gambar-gambar pekerjaan drainase pada lampiran
- b. Data sekunder adalah data yang didapatkan dari penelitian secara tidak langsung:
 1. *Shop drawing* pada sistem drainase Proyek Pollux-Meisterstadt Batam
 2. Metode perhitungan curah hujan yang digunakan Proyek Pollux-Meisterstadt Batam
 3. Dari jurnal maupun dari buku drainase dan hidrologi

3.3. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian pada penelitian ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Data Hujan

Data hujan yang mempengaruhi lokasi proyek adalah stasiun hujan Hang Nadim dengan panjang seri data yang digunakan yaitu 12 tahun, yang mana data diambil dari tahun 2008-2019. Dan ini merupakan data curah hujan bulanan maksimum yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.1. Data Analisa Curah Hujan Bulanan Maksimum
(Sumber: Pos hujan Hang Nadim,2019)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Max
2008	174,0	25,9	65,0	27,0	59,0	51,0	84,4	72,8	35,0	63,8	39,0	209,0	209,0
2009	57,0	73,9	81,2	38,8	27,3	42,9	67,0	64,4	103,2	28,4	38,5	117,4	117,4
2010	5,2	22,2	99,3	36,6	45,5	89,2	34,2	40,4	69,0	36,2	65,4	49,1	99,3
2011	18,0	23,0	83,4	50,7	58,2	37,4	30,4	31,2	94,1	61,2	50,5	23,2	94,1
2012	279,5	4,3	30,8	64,4	19,5	42,1	67,8	91,4	70,8	110,8	163,3	53,7	279,5
2013	0,3	2,7	77,6	30,9	39,9	6,8	4,6	0,1	5,6	11,6	3,6	11,2	77,6
2014	4,9	1,5	10,5	55,0	36,2	4,5	8,6	19,7	18,1	2,5	64,5	46,4	64,5
2015	6,3	0,0	29,6	57,7	47,0	41,3	39,4	76,4	60,5	7,8	59,4	116,7	116,7
2016	0,0	28,4	35,6	38,5	60,1	30,6	15,0	46,0	18,1	58,0	68,2	50,6	68,2
2017	0,0	109,0	9,7	17,5	61,9	45,5	67,0	36,6	18,5	55,9	104,2	0,0	109,0
2018	0,0	16,0	149,3	48,3	92,6	43,5	19,3	87,0	38,7	64,5	155,7	36,2	155,7
2019	74,5	5,0	39,6	51,2	34,5	45,7	15,0	92,9	48,3	27,5	45,0	0,0	92,9

4.1.2. Data Hujan Rencana

Hujan rencana adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan dan rancangan hujan biasanya menggunakan periode ulang tertentu yang mana apabila data catatan debit sungai dengan panjang yang cukup tidak didapatkan maka periode ulang ditentukan berdasarkan tipologi kota. Berikut data hujan rencana yang didapat dari Proyek Pollux-Meisterstadt Batam:

Tabel 4.2. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Pos Hujan Hang Nadim (mm)

Tahun	Maks
2008	209.00
2009	117.40
2010	99.30

2011	94.10
2012	279.50
2013	77.60
2014	64.50
2015	116.70
2016	68.20
2017	109.00
2018	155.70
2019	92.90

(Sumber: Pos hujan Hang Nadim,2019)

4.1.3. Menghitung Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan dengan Distribusi Normal

No.	Periode Ulang	KT	KT. S	XT
1	2.00	0	0	123.66
2	5.00	0.84	4.2	127.86
3	10.00	1.28	12.8	136.46
4	20.00	1.64	32.8	156.46
5	50.00	2.05	102.5	226.16
6	100.00	2.33	233	356.66

Analisa hasil perhitungan dengan distribusi normal (pada tabel 4.3.), angka dari KT didapat dari tabel variabel reduksi Gauss pada bab 2 (tabel 2.1). Angka dari KT.S didapat dari hasil periode ulang dikali dengan KT contoh (2.00 × 0 = 0). Angka dari XT didapat dari rumus dibab 2 paragraf 2.7.2 (rumus 2.1) untuk X bar didapat daei data curah hujan rata-rata, contoh perhitungan (123,66 + 0 = 123,66).

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan dengan Distribusi Log Normal

No.	Periode Ulang	KT	KT. S	Log XT	XT
1	2.00	0	0	2.09	123.66
2	5.00	0.84	4.2	2.11	127.86
3	10.00	1.28	12.8	2.14	136.46
4	20.00	1.64	32.8	2.19	156.46
5	50.00	2.05	102.5	2.35	226.16
6	100.00	2.33	233	2.55	356.66

Analisa hasil perhitungan dengan distribusi log normal (pada tabel 4.4.), untuk menentukan angka dari KT, KT.S, dan XT sama dengan mencari di distribusi normal, bedanya ialah bahwa tabel 4.4 menggunakan Log pada excel

Log XT	$X_T = \bar{x} + K_T \cdot S$
=LOG(I28)	123,66

Tabel 4.5. Hasil Perhitungan dengan Distribusi Log Pearson Tipe III

No.	Periode Ulang	Y	S log X	Cs	KT	$Y = \text{Log X} + \text{KT.S log X}$	$XT = 10^y$
1	2.00	2.05	0.19	0.88	0	2.32	209.00
2	5.00	2.05	0.19	0.88	0.84	2.23	169.51
3	10.00	2.05	0.19	0.88	1.28	2.24	173.80
4	20.00	2.05	0.19	0.88	1.64	2.29	192.78
5	50.00	2.05	0.19	0.88	2.05	2.84	685.04

Analisa hasil perhitungan dengan distribusi Log Pearson Tipe III (pada tabel 4.5.), untuk rumus dari Log Pearson Tipe III pada bab 2 pada paragraf 2.7.2. (pada rumus 2.3 sampai 2.7), sebelum menghitung Y (curah hujan rata-rata), S Log (standar deviasi), Cs (koef. Kemencengan). Maka cari nilai Log X terlebih dahulu pada excel lalu diambil nilai rata-ratanya Y, S Log, dan Cs. untuk menentukan angka dari KT, dan XT sama dengan mencari di distribusi normal bedanya hanya pada rata-rata Log X saja.

Tabel 4.6. Hasil Perhitungan dengan Distribusi Gumbel

No.	Periode Ulang	Ytr	Yn	Sn	$K = (Ytr - Yn)/Sn$	$XT = X + S.K$
1	2.00	0.3668	0.5070	0.9971	-0.14	208.97
2	5.00	1.5004	0.5070	0.9971	1.00	117.59
3	10.00	2.251	0.5070	0.9971	1.75	99.63
4	20.00	3.1993	0.5070	0.9971	2.70	94.61
5	50.00	3.9028	0.5070	0.9971	3.41	280.15
6	100.00	4.6012	0.5070	0.9971	4.11	78.38

Analisa hasil perhitungan dengan distribusi Gumbel (pada tabel 4.6.), untuk angka dari Ytr didapat pada bab 2 (pada tabel 2.5), angka dari Yn didapat pada bab 2 (pada tabel 2.3), angka dari Sn didapat pada bab 2 (pada tabel 2.4), lalu untuk mendapatkan angka K yaitu Ytr dikurang dengan Yn lalu hasilnya dibagi dengan Sn, dan XT didapat dari nilai X ditambah rata-rata S lalu dikali hasil yang didapat K.

Tabel 4.7. Hasil Kombinasi Distribusi Curah Hujan

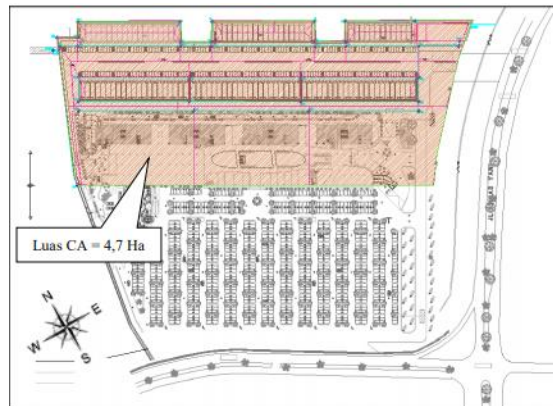
No.	Periode Ulang	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
1	2.00	123.66	123.66	209.00	208.97
2	5.00	127.86	127.86	169.51	117.59
3	10.00	136.46	136.46	173.80	99.63
4	20.00	156.46	156.46	192.78	94.61
5	50.00	226.16	226.16	685.04	280.15
6	100.00	356.66	356.66	214.97	78.38

Analisa hasil dari kombinasi distribusi curah hujan (pada tabel 4.7.) didapat pada semua hasil perhitungan distribusi mulai dari normal (tabel 4.3.), Log normal (tabel 4.4.), Log Pearson III (tabel 4.5.), dan gumbel (tabel 4.6.).

4.1.4. Debit Rencana Saluran

Debit rencana saluran dengan luas *catchment area* kawasan Mega Super Blok Pollux Habibie Meisterstadt adalah 4,7 Ha. Berikut merupakan peta *catchment*

area dari saluran drainase lokasi proyek yang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4.1. Peta Catchment Area pada Lokasi Proyek
(Sumber : data dari Pollux Meisterstadt Batam)

Lalu pada daerah resapan air hujan dan koefisien pengaliran (C) koefisien pengaliran merupakan perbandingan suatu jumlah air yang mengalir di dalam permukaan akibat curah hujan (limpasan) pada suatu daerah dengan curah hujan yang rendah pada daerah tersebut. Nilai koefisien akan dipengaruhi kondisi tata guna lahan berkisar antara 0–1.

4.1.5. Perhitungan Debit Akibat Curah Hujan

Pada Saluran Drainase A1 – A2 diketahui data perencanaan :



Gambar 4.2. Shopdrawing Sistem Drainase Meisterstadt Batam
(Sumber : data dari Pollux Meisterstadt Batam)

R = 157,36 mm (5 tahun)

C = 0,70

S = 0,1 %

Llahan = 9,57 m

Lsal = 60,34 m

nd = 0,013 (saluran beton)

Maka, waktu konsentrasi yang didapat (tc) adalah sebagai berikut:

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_{\text{lahan}} \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167}$$

$$= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 9,57 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,002}} \right)^{0,167} = 1,35 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{L_s}{60v} = \frac{60,35}{60 \times 0,48} = 2,11 \text{ menit}$$

$$t_c = t_o + t_d = 1,35 + 2,11 = \mathbf{3,46 \text{ menit} \neq 0,06 \text{ jam}}$$

Berdasarkan layout drainase rencana, diketahui sebagai berikut :

$$A = 0,02 \text{ Ha}$$

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} = \frac{157,36}{24} \left(\frac{24}{0,06} \right)^{2/3} = 365,44 \text{ mm/jam}$$

Jadi, debit banjir kala ulang 5 tahun (Q_5) adalah :

$$Q_5 = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q_5 = 0,002778 \times 0,70 \times 365,44 \times 0,02 \times 0,77 = \mathbf{0,01 \text{ m}^3 / \text{detik}}$$

Tabel 4.10. Perhitungan Debit Rencana Saluran Drainase

No	LOKASI			AREA	Lsal	I	C	Qtotal
	RUAS			(Ha)	(m)	(mm/jam)		(m3/s)
1	A1	-	A2	0,02	60,34	365,44	0,70	0,01
2	A2	-	A3	0,01	18,01	329,36	0,70	0,01

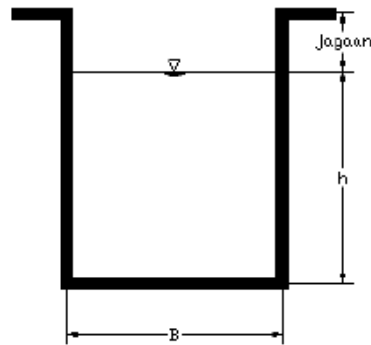
4.1.6. Perhitungan Perencanaan Drainase

Salah satu hal yang paling penting untuk melakukan perhitungan perencanaan drainase terutama dimensi saluran ialah menggunakan koefisien kekasaran manning seperti pada tabel berikut :

SALURAN	KETERANGAN	K
Beton	Seluruh permukaan	70
	Pada dua sisi	50
	Pada satu sisi	45

Tabel 4.11. Koefisien Kekerasan
(Sumber : Ven Te Chow, 1989)

Perhitungan :



Saluran drainase A1-A2

Data perencanaan :

$$s = 0,1 \%$$

$$K = 70 \text{ (beton)}$$

Dimensi yang diperlukan untuk Q5 adalah $B = 0,40 \text{ m}$, $h = 0,20 \text{ m}$ maka:

$$A = B \times h = 0,40 \times 0,20 = 0,08 \text{ m}^2$$

$$P = B + (2 \times H) = 0,40 + (2 \times 0,20) = 0,80 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = 0,10 \text{ m}$$

$$v = K \times R^{2/3} \times s^{1/2} = 70 \times 0,10^{2/3} \times 0,001^{1/2} = 0,48 \text{ m/detik}$$

Maka,

$$Q = A \times v = 0,08 \times 0,48 = 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

Maka dimensi yang di dapatkan ialah

$$B = 0,40 \text{ m}, h = 0,20 \text{ m}, \text{ dengan tinggi jagaan } 0,20 \text{ m}.$$

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan penelitian penulis menyimpulkan bahwa pada proyek Pollux Meisterstadt Batam memiliki sistem perencanaan saluran dan bangunan drainase adalah sebagai berikut :

1. Debit rencana saluran drainase menggunakan debit banjir periode ulang 5 tahun (Q5).
2. Adanya pembuatan pond untuk alternatif mengatasi debit hujan yang tidak dapat tertampung di saluran kawasan.
3. Koefisien pengaliran sebesar 0,70
4. Periode ulang yang digunakan dalam perencanaan drainase kawasan Mega Super Blok Pollux Habibie Meisterstadt adalah 5 tahun
5. Dimensi drainase yang didapatkan yaitu $B = 0,40 \text{ m}$, $h = 0,20 \text{ m}$, dengan tinggi jagaan 0,20 m.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini ialah bahwa pada perhitungan luasan dan volume kebutuhan seharusnya tidak diasumsikan, karena untuk setiap luasan dan volume yang salah diperhitungkan nantinya akan mengakibatkan kerugian berlipat, tetapi jika perhitungannya berlebihan atau kekurangan juga bisa mengakibatkan desainnya tidak optimal, dan untuk penambahan waktu pekerjaan dilapangan juga harusnya dikontrol agar tidak keluar dari yang sudah direncanakan yang dapat mengakibatkan penurunan pekerjaan.

Daftar Pustaka

- Djony Budi Santoso. (2019). Draft Laporan Akhir. *Detail desain infrastruktur sipil & mep kawasan mega superblook*.
- Dr. Ir. Suripin, M. Eng. (2019, Oktober 7). *Wikipedia*. Retrieved from Drainase: <https://id.wikipedia.org/wiki/Drainase>
- HASMAR, H.A. HALIM. (2001). *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press, Yogyakarta.
- Ven Te Chow. (1989). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga, Jakarta.
- Teknik Sipil Unikom, 2012, "Sistem Drainase". <http://tsipilunikom.wordpress.com/?s=sistem+drainase&search=Lanjut> (diakses 19 September 2020)
- Wilson, 1993, Hidrologi Teknik, Penerbit ITB, Bandung.
- Soewarno, 1995, Hidrologi Metode Statistik Untuk Analisa Data, Jilid I, Penerbit NOVA, Bandung.
- Sosrodarsono, suyono, 1997, Hidrologi Untuk Pengairan, Penerbit PT Pradnya Paramita Takeda, Jakarta.
- Icha, 2011, "Curah Hujan, Pengertian Hujan dan Jenis-Jenis Hujan". <http://blog-pengetahuan-umum.blogspot.com/2011/11/curah-hujan-pengertian-hujan-dan-jenis.html> (diakses tanggal 5 Juli 2020)
- Asdak, Chay, 2007, Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Nugraha, 2009, "Distribusi Frekuensi (Perencanaan Saluran Drainase Bag. III)". <https://mtnugraha.wordpress.com/2009/07/05/distribusi-frekuensi-perencanaan-saluran-drainase-bag-iii/> (diakses tanggal 5 juli 2020)
- Rizka Arbaningrum, ST., MT, 2015, "Curah Hujan Rencana". <https://ocw.upj.ac.id/files/Slide-CIV-202-CIV-202-P11-HujanRencana.pdf> (diakses tanggal 18 agustus 2020)