

# PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERUMAHAN GRAND KENJERAN DENGAN PRINSIP ZERO DELTA Q

Hafidz Firmanda Nadzmi<sup>1</sup>, Didik Harijanto<sup>2</sup>, Nurul Jannah Asid<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Hafidz Firmanda Nadzmi, Universitas Dr. Soetomo.

e-mail: [hafidz.nadzmi@gmail.com](mailto:hafidz.nadzmi@gmail.com)

<sup>2</sup> Didik Harijanto, Universitas Dr. Soetomo.

e-mail: [didihari2@yahoo.com](mailto:didihari2@yahoo.com)

<sup>3</sup> Nurul Jannah Asid, Universitas Dr. Soetomo.

e-mail: [nuruljannahasid@gmail.com](mailto:nuruljannahasid@gmail.com)

## ABSTRAK

Perumahan Grand Kenjeran merupakan mega proyek yang memiliki banyak akses dan fasilitas di kawasan Surabaya Timur. Berkaitan dengan lokasi pembangunannya, Kawasan Surabaya Timur awalnya merupakan tanah gambut dan rawa yang memiliki penurunan tanah cukup tinggi serta rawan akan terjadinya banjir. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan sistem drainase untuk mengalirkan air hujan yang jatuh pada lahan/debit limpasan yang sebelumnya meresap ke dalam tanah menuju sistem drainase yang sudah tersedia.

Kebijakan Zero Delta Q merupakan sebuah konsep “awas banjir” dengan menerapkan pembatasan limpasan air akibat pembangunan dimana selisih antara debit limpasan air sebelum pembangunan dan sesudah pembangunan harus 0 (nol). Berdasarkan hasil Analisis perhitungan, maka ada beberapa tipe saluran precast yang digunakan yaitu pada Sistem Drainase I: Box Culvert ukuran 200x150x100 cm; Box Culvert ukuran 120x120x100 cm; Uditch ditambah cover ukuran 50x50x120 cm dan pada Sistem Drainase II: Box Culvert ukuran 120x150x100 cm; Box Culvert ukuran 100x100x100 cm; Uditch ditambah cover ukuran 40x50x120 cm. Dalam memenuhi konsep “Zero Delta Q” digunakan Kolam Tampung/Boezem dengan volume total tampungan sebesar  $7.182,47 \text{ m}^3 > 7.181,925 \text{ m}^3$  dan dibuat pintu air pada hilir saluran drainase maka konsep “Zero Delta Q” dapat terpenuhi.

**Kata kunci:** Zero Delta Q, debit rencana, kolam tampung, pompa air, pintu air

## 1. PENDAHULUAN

Kawasan Surabaya Timur awalnya merupakan tanah gambut dan rawa yang memiliki penurunan tanah cukup tinggi serta rawan akan terjadinya banjir. Terjadinya banjir ini disebabkan oleh pembangunan yang dikerjakan di atas lahan kosong dan berfungsi sebagai daerah konservasi air, sehingga air hujan tidak dapat langsung meresap ke dalam tanah. Berdasarkan hal itu, maka diperlukan sistem drainase untuk mengalirkan air hujan yang jatuh pada lahan/debit limpasan yang sebelumnya meresap ke dalam tanah menuju sistem drainase yang sudah tersedia.

Pada kawasan Perumahan Grand Kenjeran terbagi menjadi beberapa jenis yakni perumahan, perdagangan, Fasilitas Umum dan RTH. Dengan berbagai macam peruntukkan lahan ini, maka diperlukan perencanaan drainase yang dapat mencukupi kebutuhan limpasan air seluruh kawasan. Lokasi studi berada pada Jl. Babatan Pantai Brt. XII, Dukuh Sutorejo, Kec. Mulyorejo, Kota Surabaya, Jawa Timur. Lokasi studi tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 1.** Layout berdasarkan Google Earth

Dari penelitian ini diharapkan terbentuknya sistem drainase yang sesuai dengan peruntukan blok-blok perumahan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Zero Delta Q Policy adalah suatu kebijakan untuk mempertahankan besaran debit limpasan supaya tidak bertambah dari waktu ke waktu, dan memperbesar kesempatan air untuk berinfiltrasi ke dalam tanah (Indriatmoko, 2010). Pada hakekatnya, air hujan yang turun terinfiltrasi ke dalam tanah. Namun akibat adanya pembangunan di wilayah perkotaan, sebagian besar air hujan berubah menjadi air permukaan atau limpasan dan sedikit sekali yang terinfiltrasi ke dalam tanah. Perubahan tata guna lahan ini menyebabkan kualitas lingkungan turun di daerah perkotaan (Hadisusanto, 2011).

### 2.1. Analisis Hujan Rencana

#### 2.1.1. Distribusi Pearson Tipe III

Distribusi Pearson Tipe III sering juga disebut dengan Distribusi Gamma. Fungsi kerapatan peluang distribusi dari distribusi Pearson Tipe III adalah:

$$p(x) = \frac{1}{a(b)} \left[ \frac{x-c}{a} \right]^{b-1} \cdot e - \left( \frac{x-c}{a} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- P(X) : fungsi kerapatan peluang distribusi Pearson Tipe III
- X : variabel acak kontinyu
- a : parameter skala
- b : parameter bentuk
- c : parameter letal
- D : (baca fungsi gamma)

(Sumber: Soewarno, 1995)

#### 2.1.2. Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

#### 2.1.3. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ , oleh karena itu disebut uji Chi-Kuadrat. Parameter  $X^2$  dapat dihitung dengan rumus:

$$X_{h^2} = \sum_{i=1}^G \frac{(o_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- Xh<sup>2</sup> : parameter chi-kuadrat terhitung
  - G : jumlah sub – kelompok
  - O<sub>i</sub> : jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i
  - E<sub>i</sub> : jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i
- (Sumber: Suripin, 2004)

## 2.2. Analisis Debit Banjir

### 2.2.1. Intensitas Hujan ( I )

Intensitas hujan menurut Suripin (2004) adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu.

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

Keterangan:

- I : intensitas hujan (mm/jam)
- R<sub>24</sub> : tinggi hujan max. Peretmal (mm)
- tc : waktu/lama hujan (jam)

### 2.2.2. Koefisien Aliran Permukaan ( C )

Koefisien aliran permukaan (C), didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan.

**Tabel 1.** Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional (dari Mc. Guen, 1989)

No	Deskripsi Lahan	Koefisien Aliran
1	Bisnis: Perkotaan	<b>0,70 – 0,95</b>
	Pinggiran	<b>0,50 - 0,70</b>
2	Perumahan: Rumah Tinggal	<b>0,30 – 0,50</b>
	Multiunit Terpisah	<b>0,40 – 0,60</b>
	Multiunit tergabung	<b>0,60 – 0,75</b>
	Perkampungan	<b>0,25 – 0,40</b>
	Apertemen	<b>0,50 – 0,70</b>

Sumber: Suripin, 2004

$$C_{gabungan} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- A<sub>i</sub> : luas lahan dengan jenis penutup tanah i
  - C<sub>i</sub> : koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i
  - n : jumlah jenis penutup lahan
- (Sumber: Suripin,2004)

## 2.3. Analisis Hidrolika

### 2.3.1. Debit Hidrolika

Menurut Suripin (2004), dalam merencanakan dimensi penampang saluran, digunakan rumusan:

Rumus Manning:

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots (5)$$

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

Keterangan:

- V : kecepatan disaluran (m/dt)
- n : koefisien kekasaran (tabel 7)
- R : jari-jari hidrolis (m)
- S : kemiringan saluran

## 2.4. Perencanaan Saluran Drainase

### 2.4.1. Perhitungan Penampang Bentuk Persegi

$$A = b \cdot h$$

$$P = b + 2 \cdot h$$

$$R = \frac{A}{p} \dots\dots\dots (6)$$

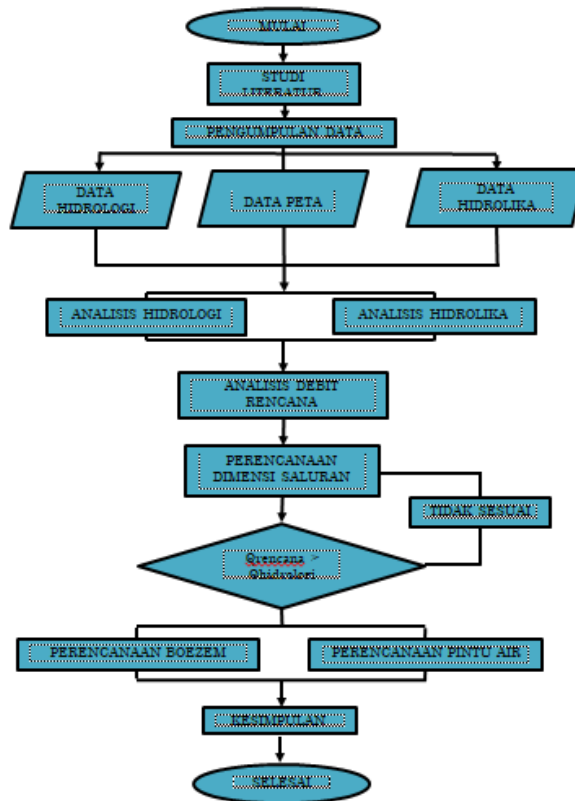
Keterangan:

- b : lebar saluran (m)
- h : tinggi muka air (m)
- A : luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)
- R : jari-jari hidrolis (m)
- P : penampang basah (m)

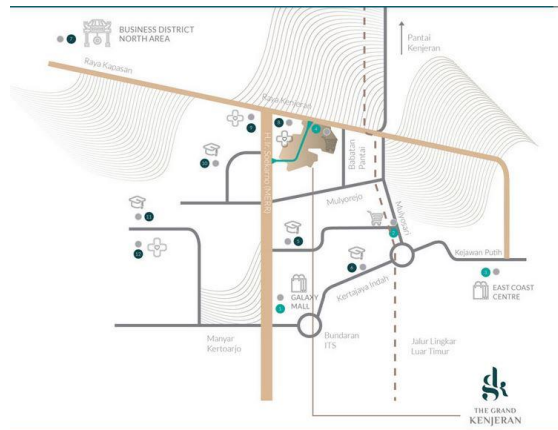
(Sumber: Suripin, 2004)

## 3. METODOLOGI

### 3.1. Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir



Gambar 3. Denah Lokasi Studi Perumahan Grand Kenjeran (1)



Gambar 4. Denah Lokasi Studi Perumahan Grand Kenjeran (2)

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Penentuan Hujan Wilayah

Tabel 2. Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Larangan

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum
		Stasiun Hujan Larangan (mm)
1	2016	118,00
2	2010	113,00
3	2017	111,00
4	2014	105,00
5	2013	80,00
6	2011	72,00
7	2012	70,00
8	2019	58,45
9	2015	57,00
10	2018	54,20

Sumber: Hasil perhitungan, 2021

#### 4.1.1. Analisis Distribusi Curah Hujan Maksimum Harian Rencana

Selanjutnya dilakukan analisis curah hujan maksimum harian rencana untuk mengetahui metode apa yang cocok digunakan menggunakan data tersebut.

**Tabel 3.** Pemilihan Distribusi Statistik

No	Jenis Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Nilai	Hasil	Ket.
1	Normal	$C_s = 0$ $-0,015 < C_s < +0,015$	0	0,235	Tidak Mendekati
		$C_k \approx 3$ $+ 2,70 < C_k < +3,30$	3	2,198	
2	Gumbel	$C_s \approx 1,1396$	1,1396	0,235	Tidak Mendekati
		$C_k \approx 5,4002$	5,4002	2,198	
3	Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$	$\neq 0$	0,235	Mendekati
		$C_v = 0,3$	0,3	0,303	
4	Log Pearson Tipe III	$C_k = 1,5 C_s^2 + 3$	3,003	2,25	Tidak Mendekati
5	Log Normal 2 Perimeter	$C_s = 0$ $-0,015 < C_s < +0,015$	0	0,235	Tidak Mendekati
		$C_k \approx 3$ $+ 2,70 < C_k < +3,30$	3	2,198	
6	Log Normal 3 Perimeter	$C_s = +$ (positif) atau $C_s = C_v^3 + 3C_v$	0	0,235	Tidak Mendekati
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	3	2,198	

Sumber: Hasil perhitungan, 2021

Berdasarkan Tabel di atas, bahwa distribusi yang paling mendekati dan bisa digunakan dipilih **Distribusi Pearson Tipe III**.

#### 4.2. Analisis Saluran Drainase

Ada beberapa jenis U-Ditch dan Box Culvert yang dapat digunakan dengan beban Gandar 10 Ton untuk saluran biasa dan Gandar 20 Ton untuk crossing jalan, agar dapat menghemat biaya dan waktu pembangunan sistem drainase Kawasan Grand Kenjeran:

##### A. Sistem Drainase I

1. Box Culvert ukuran 200x150x100 cm : 18 Buah
2. Box Culvert ukuran 120x120x100 cm : 654 Buah
3. Uditch + Cover ukuran 50x50x120 cm : 1498 Buah

##### B. Sistem Drainase II

1. Box Culvert ukuran 120x150x100 cm : 99 Buah
2. Box Culvert ukuran 100x100x100 cm : 119 Buah
3. Uditch + Cover ukuran 40x50x120 cm : 1059 Buah

#### 4.3. Kolam Tampung / Boezem

$$b_1 = 80 \text{ m}$$

$$b_2 = 80 \text{ m}$$

$$t = 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} V_1 &= \text{Luas segitiga} \times t \\ &= (0,5 \times 80 \times 80) \times 2 \text{ m} \\ &= 6.400 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= V_{\text{tot}} - V_1 \\ &= 7.181,93 - 6.400 = 781,925 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b_1 &= 32,3 \text{ m} \\
 b_2 &= 32,3 \text{ m} \\
 t &= 1,5 \text{ m} \\
 V_1 &= \text{Luas persegi} \times t \\
 &= (32,3 \times 32,3) \times 1,5 \text{ m} \\
 &= 782,47 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vtampung sisa} &= 781,925 - 782,47 \\
 &= -0,542 \text{ m}^3 \text{ (LEBIH)}
 \end{aligned}$$

Dalam memenuhi konsep “Zero Delta Q” digunakan Kolam Tampung / Boezem sebagai penampung kelebihan limpasan akibat perubahan tata guna lahan. Dengan volume tampungan sebesar  $7.182,47 \text{ m}^3 > 7.181,925 \text{ m}^3$  dan dibuat pintu air pada hilir saluran drainase maka konsep “Zero Delta Q” dapat terpenuhi

#### 4.4. Kebutuhan Pompa

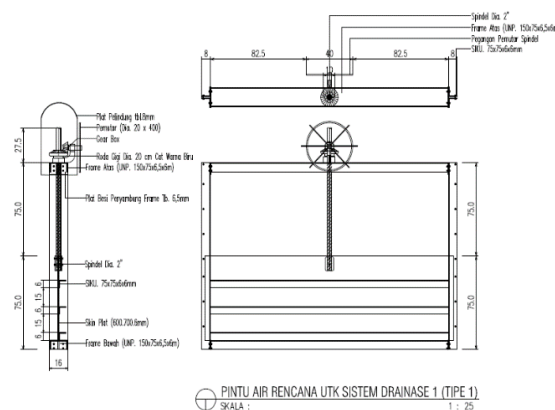
Pompa ini diperuntukkan untuk mengalirkan air dari Kolam Tampung 1 / Boezem 1 dan meneruskan ke Saluran Sekunder SK5. Maka volume tampungan yang harus dipompa adalah:

$$\begin{aligned}
 V &= \text{Luas segitiga} \times t \\
 &= (0,5 \times 80 \times 80) \times 0,8 \text{ m} \\
 &= 2.560 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan Pompa} = 2.560 \text{ m}^3 / 4 \text{ jam} = 640 \text{ m}^3 / \text{jam} = 1066,67 \text{ liter/menit}$$

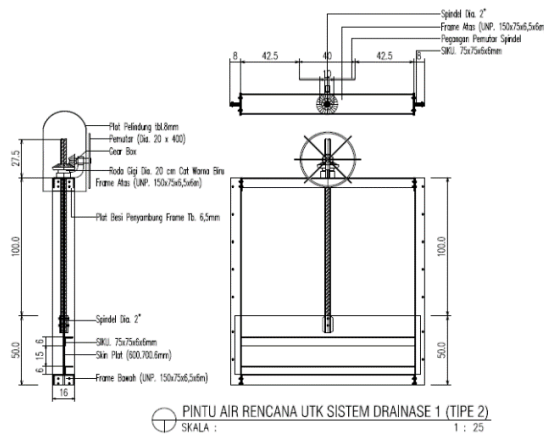
#### 4.5. Hasil Analisis Kebutuhan Pintu Air

Dimensi Pintu Air Rencana pada Sistem Drainase 1 (Tipe I) lebar pintu air yang akan digunakan adalah 2,20 m. tinggi bukaan pintu air adalah 0,608 meter, tinggi pintu air 0,75 meter dan tebal pintu air 1 cm.



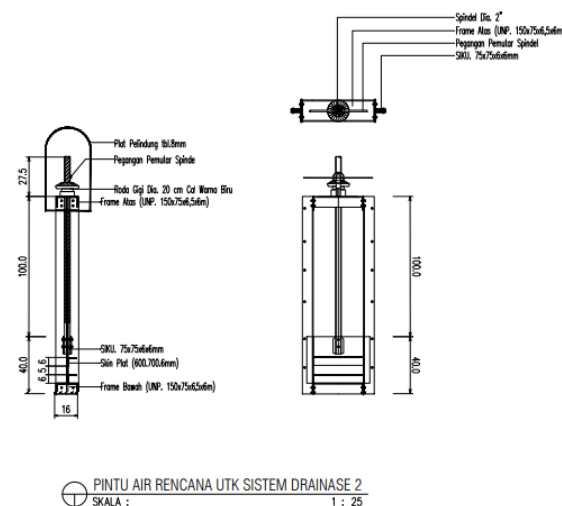
**Gambar 5.** Rencana Pintu Air Tipe 1

Dimensi Pintu Air Rencana pada Sistem Drainase 1 (Tipe 2) lebar pintu air yang akan digunakan adalah 1,40 m. tinggi bukaan pintu air adalah 0,35 meter, tinggi pintu air 0,50 meter dan tebal pintu air 1 cm.



**Gambar 6.** Rencana Pintu Air Tipe 2

Dimensi Pintu Air Rencana pada Sistem Drainase 2 lebar pintu air yang akan digunakan adalah 0,40 m. tinggi bukaan pintu air adalah 0,11 meter, tinggi pintu air 0,40 meter dan tebal pintu air 3 cm.



**Gambar 7.** Rencana Pintu Air Tipe 3

## 5. KESIMPULAN

Sebelum dibangun perumahan, volume limpasan = 4.529,06 m<sup>3</sup> setelah dilakukan pembangunan volume limpasan yang ditampung Kawasan sebesar = 6.979,49 m<sup>3</sup>.

Sistem jaringan drainase yang direncanakan dibagi menjadi 2 bagian, hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan ukuran kolam tampung yang terbatas.

Jenis Pompa digunakan adalah merk Niagara tipe GTR 6 yang memiliki kapasitas hisap 1340 liter/menit dengan jumlah 2 unit dengan lama pengurasan selama 4 jam.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Hadisusanto, Nugroho. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Malang.
2. Indriatmoko, R.H. 2010. "Penerapan Prinsip Zero Delta Q dalam Pembangunan Wilayah". *Jurnal Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi* Vol 6. No. 1.
3. Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.