

EVALUASI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN BUMI MARINA EMAS DI SURABAYA TIMUR

Muh. Fikri Ardwan, Umboro Lasminto dan Edijatno

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail : umborolasminto@ce.its.ac.id

Abstrak— Surabaya berkembang pesat dalam sektor pembangunan perumahan menyebabkan daerah berupa sawah, tambak dan lahan kosong berubah fungsi menjadi perumahan. Dengan adanya perubahan tata guna lahan maka besarnya koefisien pengaliran akan meningkat. Perumahan Bumi Marina Emas dahulunya merupakan daerah tambak. Pada saat terjadi hujan dan air pasang, saluran di perumahan tidak mampu untuk mengalirkan air hujan dan mengakibatkan terjadinya genangan di saluran perumahan. Berdasarkan kondisi eksisting saluran Perumahan Bumi Marina Emas dapat disimpulkan bahwa sistem jaringan drainase perlu dievaluasi kembali agar genangan yang terjadi dapat teratasi.

Evaluasi sistem drainase diawali dengan melakukan analisis hidrologi untuk mendapatkan debit banjir rencana. Kemudian mengontrol kapasitas saluran eksisting antara debit banjir rencana dengan kapasitas penampang. Setelah dilakukan kontrol, kapasitas saluran eksisting tidak dapat mengalirkan debit banjir rencana. Sehingga perlu direncanakan penampang baru yang dilengkapi dengan perencanaan fasilitas drainase berupa kolam tampung, pompa dan pintu air untuk mengatur debit pembuangan agar tidak membebani saluran eksisting.

Berdasarkan hasil perhitungan saluran baru diperoleh dimensi terbesar dalam kawasan sebesar 1,2 x 1,4 m. Kolam tampung Bumi Marina Emas Utara dengan volume tampungan sebesar 2019,260 m³, direncanakan berdimensi 30 x 50 m dengan kedalaman 1,8 m dan kolam tampung Bumi Marina Emas Selatan dengan volume tampungan sebesar 3796,176 m³, direncanakan berdimensi 30 x 60 m dengan kedalaman 2,3 m. Masing- masing kolam tampung dilengkapi pompa dengan debit 0,522 m³/s dan 0,522 m³/s ditambah 0,350 m³/s serta dilengkapi juga dengan pintu air. Dengan adanya fasilitas drainase seperti diatas diharapkan dapat menanggulangi genangan yang terjadi di kawasan perumahan.

Kata Kunci : drainase, genangan, perumahan bumi marina emas, surabaya timur

I. PENDAHULUAN

Surabaya adalah ibukota Propinsi Jawa Timur yang dikenal sebagai Kota Pahlawan, kini menjelma menjadi salah satu kota metropolitan terbesar di Indonesia. Potensi besar yang dimilikinya dalam bidang transportasi, industri, perdagangan dan pariwisata menyebabkan kebutuhan masyarakat akan tempat tinggal meningkat. Hal ini diikuti oleh perkembangan pesat dalam sektor pembangunan perumahan menyebabkan daerah yang dahulu berupa sawah, tambak ataupun lahan kosong berubah fungsi menjadi perumahan. Daerah Keputih di Surabaya Timur dahulu merupakan daerah tambak beralih fungsi menjadi lahan perumahan, salah satunya adalah Perumahan Bumi Marina Emas. Dengan adanya perubahan tata guna lahan tersebut, maka besarnya koefisien pengaliran akan berubah dikarenakan fungsi penyerapan lahan semakin kecil dan akibatnya air yang mengalir di permukaan akan semakin besar. Lokasi Perumahan Bumi Marina Emas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Evaluasi Sistem Drainase

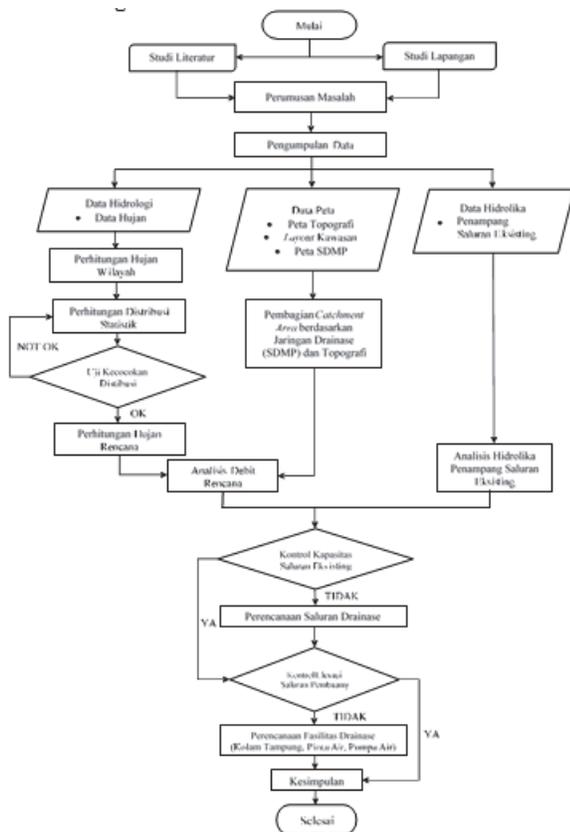
Pembangunan Perumahan Bumi Marina Emas di Surabaya Timur merupakan suatu usaha untuk meningkatkan perekonomian di Kota Surabaya. Perumahan Bumi Marina Emas dahulunya merupakan daerah tambak dengan kondisi geografis rendah dan datar. Dengan kondisi elevasi lahan perumahan seperti diatas masih memungkinkan terbebas dari banjir, akan tetapi pada saat hujan dan air pasang terjadi saluran di perumahan tidak mampu untuk menampung air hujan. Hal ini mengakibatkan terjadinya banjir pada saluran ataupun genangan di dalam kawasan

perumahan. Besarnya limpasan air dari perumahan menuju ke saluran sekunder tanpa adanya peningkatan kapasitas saluran dapat menjadi masalah dalam pengelolaan sistem drainase. Apalagi belum adanya fasilitas drainase di kawasan perumahan seperti kolam tampung sementara, pintu air dan pompa air pada kolam tampung.

Dari kondisi eksisting Perumahan Bumi Marina Emas dapat disimpulkan bahwa sistem jaringan drainase perlu dievaluasi kembali dengan baik agar genangan atau banjir yang terjadi dapat teratasi. Namun, tidak adanya data mendetail tentang saluran sekunder menjadi salah satu kendala dalam evaluasi sistem drainase ini. Solusi untuk mengatasi genangan atau banjir yang terjadi adalah dengan penambahan fasilitas drainase berupa perencanaan kolam tampung sementara, penambahan pompa dan pintu air untuk mengontrol debit air yang mengalir.

II. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam evaluasi sistem drainase ini dapat dilihat pada Gambar 2.



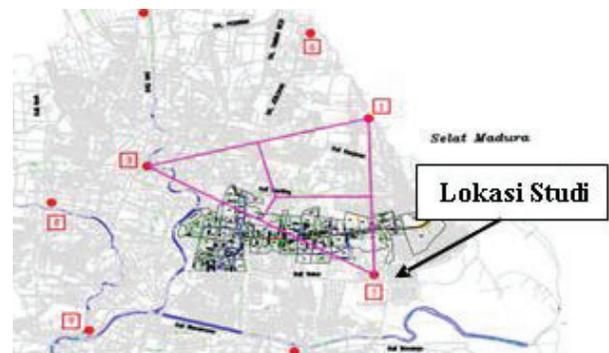
Gambar 2. Flowchart Metodologi Penyusunan Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Hujan Rencana

1. Menentukan Stasiun Hujan

Letak stasiun hujan akan mempengaruhi data curah hujan di suatu lokasi studi. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini digunakan Metode Polygon Thiessen^[1] untuk menentukan stasiun hujan mana yang berpengaruh pada lokasi. Dapat dilihat pada Gambar 3 setelah menghubungkan 3 stasiun terdekat dengan lokasi, kemudian dibuat garis sumbu, didapatkan satu stasiun yang berpengaruh yaitu Stasiun Hujan Keputih seperti pada Gambar 3. Data Hujan Stasiun Keputih yang digunakan adalah selama 18 tahun dari tahun 2000-2017.



Gambar 3. Hasil Polygon Thiessen

2. Perhitungan Parameter Statistik

Perhitungan parameter statistik untuk distribusi Normal dan Gumbel dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan parameter untuk Log Pearson Tipe III dan Log Normal dapat dilihat pada Tabel 2. Contoh perhitungan parameter statistik untuk distribusi Normal dan Gumbel :

$$X = \frac{1}{18} \times 1900 = 105,556 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{18 - 1}} \times 12116,44 = 26,697 \text{ mm}$$

$$C_v = \frac{26,697}{105,556} = 0,253$$

$$C_s = \frac{18}{(18 - 1) \times (18 - 2) \times 26,697^3} \times 111194,84 = 0,387$$

$$C_k = \frac{18^2}{(18 - 1)(18 - 2)(18 - 3)26,697^4} \times 20917626,78 = 3,270$$

Tabel 1: Perhitungan Parameter Statistik untuk Distribusi Normal dan Gumbel

No	Tahun	X (mm)	\bar{X}	$(X-\bar{X})$	$(X-\bar{X})^2$	$(X-\bar{X})^3$	$(X-\bar{X})^4$
1	2016	164	105,556	58,444	3415,753	199631,79	11667369,147
2	2006	140	105,556	34,444	1186,420	40865,57	1407591,831
3	2014	134	105,556	28,444	809,086	23014,01	654620,835
4	2007	127	105,556	21,444	459,864	9861,53	211475,080
5	2017	124	105,556	18,444	340,198	6274,75	115734,360
6	2002	123	105,556	17,444	304,309	5308,50	92603,750
7	2009	120	105,556	14,444	208,642	3013,72	43531,474
8	2005	110	105,556	4,444	19,753	87,79	390,184
9	2001	103	105,556	-2,556	6,531	-16,69	42,652
10	2003	102	105,556	-3,556	12,642	-44,95	159,820
11	2008	90	105,556	-15,556	241,975	-3764,06	58552,050
12	2010	90	105,556	-15,556	241,975	-3764,06	58552,050
13	2000	88	105,556	-17,556	308,198	-5410,58	94985,718
14	2012	85	105,556	-20,556	422,531	-8685,36	178532,331
15	2015	84	105,556	-21,556	464,642	-10015,62	215892,165
16	2013	80	105,556	-25,556	653,086	-16689,99	426521,872
17	2011	78	105,556	-27,556	759,309	-20923,17	576549,614
18	2004	58	105,556	-47,556	2261,531	-107548,36	5114521,850
S		1900		0	12116,44	35266,58	20917626,78

Contoh perhitungan parameter statistik untuk distribusi Log Normal dan Log Pearson Tipe III :

$$\log X = \frac{36,182}{18} = 2,010$$

$$s \log X = \sqrt{\frac{0,2126}{18 - 1}} = 0,112$$

$$C_v = \frac{s \log X}{\log X} = \frac{0,112}{2,010} = 0,056$$

$$CS = \frac{18x - 0,004719}{(18 - 1)(18 - 2)(0,112)^3} = -0,223$$

$$Ck = \frac{18^2 x 0,006639}{(18 - 1)(18 - 2)(18 - 3)(0,112)^4} = 3,371$$

Tabel 2: Perhitungan Parameter Statistik untuk Distribusi Log Normal dan Log Pearson Tipe III

n	Tahun	X	Log X	Log \bar{X}	Log (X- \bar{X})	Log (X- \bar{X}) ²	Log (X- \bar{X}) ³	Log (X- \bar{X}) ⁴
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2016	164	2.15	2,010	0,205	0,0419	0,205	0,00175596
2	2006	140	2.13	2,010	0,136	0,0185	0,136	0,00034199
3	2014	134	2.10	2,010	0,117	0,0137	0,117	0,00018717
4	2007	127	2.09	2,010	0,094	0,0088	0,094	0,00007697
5	2017	124	2.08	2,010	0,083	0,0069	0,083	0,00004811
6	2002	123	2.06	2,010	0,080	0,0064	0,080	0,00004048
7	2009	120	2.05	2,010	0,069	0,0048	0,069	0,00002272
8	2005	110	2.04	2,010	0,031	0,0010	0,031	0,00000095
9	2001	103	2.01	2,010	0,003	0,0000	0,003	0,00000000
10	2003	102	2.01	2,010	-0,002	0,0000	-0,002	0,00000000
11	2008	90	1.95	2,010	-0,056	0,0031	-0,056	0,00000976
12	2010	90	1.95	2,010	-0,056	0,0031	-0,056	0,00000976
13	2000	88	1.95	2,010	-0,066	0,0043	-0,066	0,00001858
14	2012	85	1.95	2,010	-0,081	0,0065	-0,081	0,00004245
15	2015	84	1.94	2,010	-0,086	0,0074	-0,086	0,00005434
16	2013	80	1.93	2,010	-0,107	0,0115	-0,107	0,00013132
17	2011	78	1.93	2,010	-0,118	0,0139	-0,118	0,00019417
18	2004	58	1.90	2,010	-0,247	0,0609	-0,247	0,00370469
S		1900	36,182		0,2126	-0,004719	0,00663945	

Sifat dari masing-masing parameter statistik dapat ditinjau dengan syarat masing-masing distribusi. Kesimpulan analisis distribusi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Pemilihan Jenis Distirbusi yang Sesuai

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisis Frekuensi	Kesimpulan
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3	Cs = 0,387 Ck = 3,270	OK
2	Gumbel	Cs = 1,139 Ck = 5,402	Cs = 0,387 Ck = 3,270	NOT OK
3	Log Normal	Cs = Cv3+3Cv Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ +16Cv ² +3	Cs = -0,223 Ck = 3,371	NOT OK
4	Log Pearson III	Cs dan Ck = Fleksibel	Cs = -0,223 Ck = 3,371	OK

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa terdapat 2 jenis distribusi yang dapat digunakan, yaitu Distribusi Normal dan Distribusi Log Pearson III. Dari kedua jenis distribusi tersebut dilakukan uji kecocokan yaitu uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov – Kolmogorov untuk menentukan distribusi mana yang paling sesuai untuk di gunakan[2]. Hasil uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov – Kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4: Pemilihan Jenis Distirbusi yang Sesuai

Persamaan distribusi	Uji Kecocokan							
	Chi Kuadrat				Smirnov Kolmogorov			
	Xh2	Nilai	X2	Keterangan	Dmax	Nilai	D0	Keterangan
Normal	5,33	<	7,82	Dapat Diterima	0,074	<	0,31	Dapat Diterima
Log Pearson III	2,67	<	9,49	Dapat Diterima	0,101	<	0,31	Dapat Diterima

Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa kedua distribusi telah memenuhi syarat uji kecocokan distribusi. Untuk perhitungan curah hujan digunakan periode ulang 5 tahunan menggunakan Distribusi Normal dengan perhitungan seperti berikut ini :

Pada perhitungan sebelumnya didapatkan :

$$X = 105,556$$

$$S = 26,697$$

$$Cs = 0,387$$

Nilai k untuk untuk periode T = 5 tahunan didapatkan dari Tabel Variable Reduksi Gauss adalah :

$$K = 0,84$$

R₂₄ maksimum periode ulang 5 tahunan :

$$X_T = X + S \cdot k = 105,556 + 26,697 \cdot 0,84$$

$$X_5 = 127,981 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan curah hujan digunakan periode ulang 5 tahunan menggunakan Distribusi Log Pearson III dengan perhitungan seperti berikut ini:

Pada perhitungan sebelumnya didapatkan :

$$\log X = 2,010$$

$$S = 0,112$$

$$Cs = -0,223$$

Nilai k untuk periode $T = 5$ tahunan didapatkan dari Tabel Variable Reduksi Gauss adalah :

$$K = 0,851$$

R_{24} maksimum periode ulang 5 tahunan :

$$X_T = X + S \cdot k$$

$$= 2,010 + 0,112 \cdot 0,851$$

$$X_5 = 127,427 \text{ mm}$$

Yang digunakan untuk perhitungan curah hujan periode ulang adalah Distribusi Normal dikarenakan nilai curah hujannya lebih besar daripada nilai curah hujan Distribusi Log Pearson III.

B. Evaluasi Sistem Drainase Perumahan

1. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Sistem jaringan drainase yang terdapat pada Perumahan Bumi Marina Emas dibagi menjadi BME Utara dan BME Selatan dimulai dari air hujan yang jatuh ke atap rumah, air hujan tersebut mengalir menuju saluran tepi jalan yang digabungkan dengan limpasan air hujan yang jatuh langsung di jalan, taman dan lahan hingga akhirnya dialirkan menuju outlet saluran perumahan dan masuk ke saluran sekunder eksisting luar area Perumahan Bumi Marina Emas.

- Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

Dalam perhitungan, ditetapkan empat jenis permukaan dalam lokasi studi dengan nilai koefisien pengaliran ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5: Nilai Koefisien Pengaliran (C)

Jenis Permukaan	Koefisien Pengaliran (C)
Bangunan	0,9
Lahan	0,2
Taman	0,15
Jalan	0,8

Hasil perhitungan nilai koefisien (C gabungan) untuk Perumahan Bumi Marina Emas Utara diperoleh 0,702 sedangkan untuk Perumahan Bumi Marina Emas Selatan diperoleh 0,521.

- Perhitungan Waktu Konsentrasi

Perhitungan waktu konsentrasi (t_c) dibagi menjadi dua komponen, yaitu t_0 (waktu aliran air pada permukaan lahan menuju saluran) dan t_f (waktu aliran air mengalir sepanjang saluran).

Hasil perhitungan waktu konsentrasi (t_c) untuk Perumahan Bumi Marina Emas Utara diperoleh 35,41 menit (0,59 jam) dan untuk Bumi Marina Emas Selatan diperoleh 56,74 menit (0,946 jam).

- Perhitungan Intensitas Hujan (I)

Data curah hujan yang tersedia dalam perencanaan ini adalah data curah hujan harian sehingga digunakan rumus Mononobe untuk menghitung intensitas hujan.

Dari hasil perhitungan yang dilakukan menggunakan hujan harian rencana (R_{24}) sebesar 127,91 mm, didapatkan nilai Intensitas hujan untuk Perumahan Bumi Marina Emas Utara sebesar 63,054 mm/jam hingga 466,096 mm/jam dan untuk Perumahan Bumi Marina Emas Selatan sebesar 46,05 mm/jam hingga 460,93 mm/jam.

- Perhitungan Debit Banjir Rencana (Q)

Perhitungan debit banjir (Q) menggunakan Metode Rasional. Parameter untuk menghitung debit banjir adalah nilai koefisien pengaliran (C), intensitas hujan (I), dan luas daerah pengaliran atau DAS (A). Hasil dari perhitungan didapatkan nilai Q hidrologi untuk Perumahan Bumi Marina Emas Utara adalah sebesar 0,628 m^3/s dan untuk Perumahan Bumi Marina Emas Selatan sebesar 1,108 m^3/s .

2. Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

Perhitungan Q hidrolika dihitung menggunakan rumus Manning[3]. Dimensi saluran didapatkan dari hasil *survey* lapangan.

Contoh perhitungan Saluran TU3.

$$Q_{hidrologi} = 0,0426 \text{ m}^3/s$$

$$\text{Panjang saluran (L)} = 76 \text{ m}$$

$$\text{Kekasaran saluran (n)} = 0,02$$

$$\text{Kemiringan saluran (S)} = 0,001297$$

$$\text{Lebar saluran (b)} = 0,37 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi saluran (h)} = 0,61 \text{ m}$$

$$\text{Luas penampang (A)} = b \times h$$

$$= 0,37 \times 0,61$$

$$= 0,226 \text{ m}^2$$

$$\text{Penampang basah (P)} = b + 2h$$

$$= 0,37 + (2 \times 0,61)$$

$$= 1,59 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = \frac{A}{P} = \frac{0,226}{1,59} = 0,14 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan (V)} = \frac{1}{0,02} \times 0,14^{2/3} \times 0,001297^{1/2}$$

$$= 0,490 \text{ m/s}$$

$$Q = V \times A = 0,490 \times 0,226 = 0,111 \text{ m}^3/s$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai Q hidrolika untuk Perumahan Bumi Marina Emas Utara sebesar 0,064 m^3/s dan Perumahan Bumi Marina Emas Selatan sebesar 0,387 m^3/s .

3. Evaluasi Saluran Eksisting

Evaluasi saluran eksisting dapat dilakukan dengan cara membandingkan Q hidrologi dengan Q hidrolika. Jika Q hidrolika lebih besar dari Q hidrologi maka penampang saluran dapat menampung debit yang masuk. Sebaliknya jika Q hidrologi lebih besar dari nilai Q hidrolika maka penampang saluran eksisting tidak dapat menampung debit yang masuk. Maka diperlukan

perencanaan saluran baru untuk menampung debit di saluran atau solusi lain untuk menampung debit di saluran Perumahan Bumi Marina Emas.

Berdasarkan hasil evaluasi saluran eksisting didapatkan kesimpulan bahwa sebagian besar penampang eksisting tidak dapat menampung debit Q 5 tahun. Untuk menghindari terjadinya banjir pada lokasi studi, direncanakan saluran baru menggunakan saluran *U-ditch*.

C. Perencanaan Saluran Baru Perumahan

Perencanaan saluran baru Bumi Marina Emas ini direncanakan seluruhnya menggunakan saluran *U-ditch*. Spesifikasi dan dimensi *U-ditch* yang digunakan berdasarkan brosur dari “*Pipe & Precast Indonesia*”.

Berdasarkan perhitungan diperoleh untuk Perumahan Bumi Marina Emas Utara menggunakan saluran *U-ditch* terbesar berdimensi 0,8 x 1 m dan untuk Perumahan Bumi Marina Emas Selatan menggunakan saluran *U-ditch* terbesar berdimensi 1,2 x 1,4 m. Setelah dilakukan perencanaan saluran baru kemudian dievaluasi kembali didapatkan kesimpulan bahwa penampang baru (*U-ditch*) saluran Bumi Marina Emas dapat menampung debit PUH 5 tahun yang mengalir.

D. Perencanaan Fasilitas Drainase

1. Perencanaan Kolam Tampung

Tahap pertama dalam perencanaan kolam tampung adalah mencari debit limpasan di dalam perumahan. Debit limpasan ini dapat dicari dengan mencari tinggi hujan tiap jam selama hujan berlangsung (4 jam) dengan periode ulang 5 tahun.

Perhitungan debit pada perencanaan kolam tampung ini menggunakan metode rasional dimana memerlukan data hujan jam-jaman.

Hasil perhitungan tinggi hujan pada jam ke-t ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6: Tinggi Hujan pada Jam ke-t

Rt	PUH 5 Tahun	Rt'	PUH 5 Tahun
Jam	mm	Jam	mm
1	80,623	1	80,62302
2	50,789	2	20,95562
3	38,760	3	14,69988
4	31,995	4	11,70255

- Perencanaan Kolam Tampung Bumi Marina Emas Utara

Contoh perhitungan debit inflow kolam tampung T_c perumahan = 35,4 menit (0,590 jam)

Cgabungan perumahan = 0,702

Luas (*Catchment Area*) = 0,051 km²

Sehingga perhitungan debitnya sebagai berikut:

$$I = \frac{Rt'}{1} \left(\frac{1}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{80,623}{1} \left(\frac{1}{0,590} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 114,5785 \text{ mm/jam}$$

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

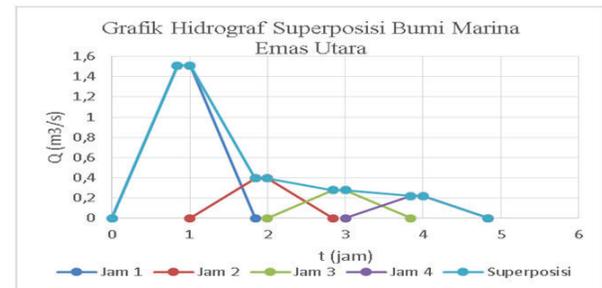
$$I = 0,278 \times 0,702 \times 114,5785 \times 0,051 = 1,1405 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hasil perhitungan debit *inflow* Bumi Marina Emas Utara dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7: Hasil Perhitungan Debit *Inflow* Bumi Marina Emas Utara

Jam	R	I	C	A	Q
		mm/jam		km ²	m ³ /s
1	80,62302	114,5785	0,702	0,051	1,140
2	20,95562	29,7814	0,702	0,051	0,296
3	14,69988	20,8909	0,702	0,051	0,208
4	11,70255	16,6312	0,702	0,051	0,166

Setelah didapat debit limpasan tiap jam, maka dibuatlah grafik hidrograf dengan tambahan superposisi yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hidrograf Superposisi Bumi Marina Emas Utara

- Perencanaan Pompa Air

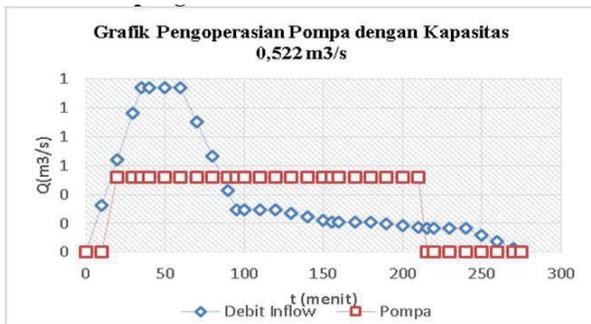
Direncanakan memasang pompa untuk membantu mengeluarkan air dari kolam tampung menuju saluran sekunder. Pompa yang direncanakan menggunakan kapasitas debit 0,522 m³/s. Durasi pengoperasian dimulai dari menit ke 20 sampai dengan menit ke 210.

Volume tampungan kolam tampung yang diperlukan didapat dengan cara sebagai berikut. Volume Tampungan = selisih maksimal – selisih minimum

$$\text{Volume Tampungan} = 2111,034 - 96,611$$

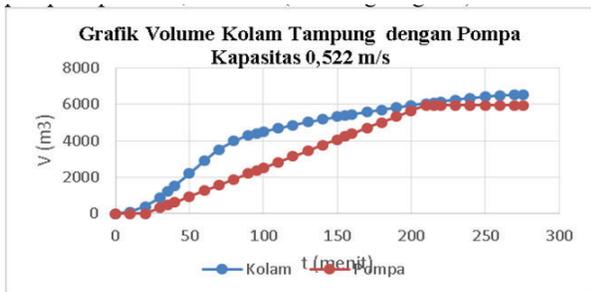
$$\text{Volume Tampungan} = 2019,260 \text{ m}^3$$

Grafik pengoperasian pompa dengan kapasitas 0,552 m³/s dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengoperasian Pompa Kapasitas 0,522 m³/s

Berikut ini dilampirkan grafik volume kolam dengan pompa kapasitas 0,522 m³/s (cara lengkung “S”).



Gambar 6. Grafik Volume Kolam Tampung dengan Pompa Kapasitas 0,522 m³/s

Direncanakan dimensi kolam tampung dengan panjang 50 meter, lebar 30 meter dan dengan pengoperasian pompa seperti diatas, dibutuhkan kedalaman 1,5 m ditambah jagaan 0,3 m.

- Perencanaan Kolam Tampung Bumi Marina Emas Utara

Contoh perhitungan.

Tc perumahan = 50,4 menit (0,84 jam)

Cgabungan (TS107) = 0,575

Luas (Catchment Area) = 0,118 km²

Sehingga perhitungan debitnya sebagai berikut:

$$I = \frac{Rt'}{1} \left(\frac{1}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{80,623}{1} \left(\frac{1}{0,841}\right)^{\frac{2}{3}}$$

I = 90,523 mm/jam

Q = 0,278 x C x I x A

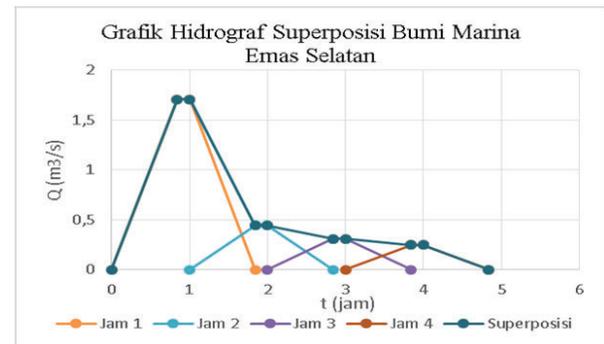
I = 0,278 x 0,575 x 90,523 x 0,118 = 1,706 m³/s

Hasil perhitungan debit inflow Bumi Marina Emas Utara dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8: Hasil Perhitungan Debit Inflow Bumi Marina Emas Utara

Jam	R	I	C	A	Q
		mm/jam			
1	80,62302	90,523	0,575	0,118	1,706
2	20,95562	23,529	0,575	0,118	0,443
3	14,69988	16,505	0,575	0,118	0,311
4	11,70255	13,140	0,575	0,118	0,248

Setelah didapat debit limpasan tiap jam, maka dibuatlah grafik hidrograf dengan tambahan superposisi yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hidrograf Superposisi Bumi Marina Emas Selatan

- Perencanaan Pompa Air

Direncanakan memasang pompa untuk membantu mengeluarkan air dari kolam tampung menuju saluran selanjutnya. Pompa yang direncanakan menggunakan kapasitas debit 0,522 m³/s dan 0,350 m³/s. Durasi pengoperasian dimulai dari menit ke 50 sampai dengan menit ke 270.

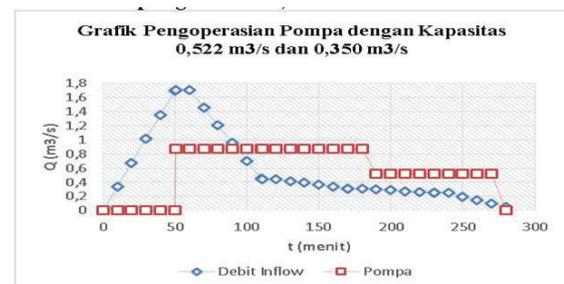
Volume tampungan kolam tampung yang diperlukan didapat dengan cara sebagai berikut.

Volume Tampungan = selisih maksimal – selisih minimum

Volume Tampungan = 3861,544 – 64,966

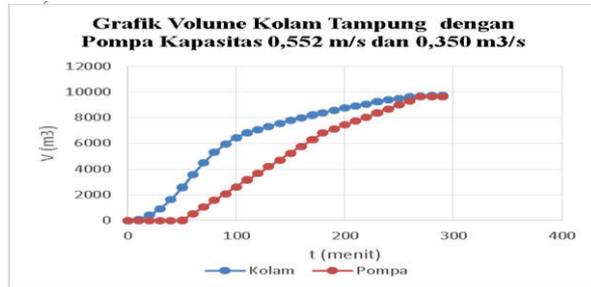
Volume Tampungan = 3796,176 m³

Grafik pengoperasian pompa dengan kapasitas 0,552 m³/s dan 0,350 m³/s dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Pengoperasian Pompa Kapasitas 0,522 m³/s dan 0,350 m³/s

Berikut ini dilampirkan grafik volume kolam dengan pompa kapasitas 0,522 m³/s dan 0,350 m³/s (cara lengkung “S”)



Gambar 9. Grafik Volume Kolam Tampung dengan Pompa Kapasitas 0,522 m³/s dan 0,350 m³/s

Direncanakan dimensi kolam tampung dengan panjang 60 meter, lebar 30 meter dan dengan pengoperasian pompa seperti tabel diatas dibutuhkan kedalaman 2 m ditambah jagaan 0,3 m.

2. Perencanaan Pintu Air

- Pintu Air Kolam Tampung Bumi Marina Emas Utara

Dengan dimensi saluran sebagai berikut

b saluran = 0,8 m

h saluran = 1 m

Didapatkan dimensi pintu yaitu lebar pintu air yang akan digunakan adalah 1 m, tinggi bukaan pintu air adalah 0,6 m, tinggi pintu air 0,7 m, tebal pintu air 0,02 m dan panjang stang 0,4 m.

- Pintu Air Kolam Tampung Bumi Marina Emas Selatan

Dengan dimensi saluran sebagai berikut

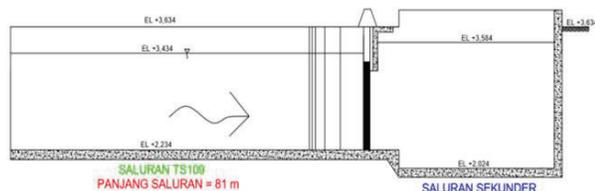
b saluran = 1,2 m

h saluran = 1,2 m

Didapatkan dimensi pintu yaitu lebar pintu air yang akan digunakan adalah 1,4 m, tinggi bukaan pintu air adalah 0,7 m, tinggi pintu air 0,8 m, tebal pintu air 0,02 m dan panjang stang 0,5 m.

E. Analisis Backwater

Sketsa analisis *backwater* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Sketsa Analisis Backwater

Dari hasil perhitungan perencanaan saluran baru Perumahan Bumi Marina Emas, diperoleh elevasi muka air hilir saluran adalah + 3,434 dan elevasi dasar saluran +2,234. Dari data lapangan diperoleh dimensi saluran sekunder di luar perumahan Bumi Marina Emas adalah 2 x 1,6 m. Diasumsikan bahwa saat air pasang, tinggi muka air maksimum di saluran sekunder adalah setinggi muka air di hilir saluran perumahan ditambah 15-20 cm sehingga terjadi *backwater* pada saluran perumahan.

Maka diperlukan adanya tambahan fasilitas drainase berupa pintu air dilengkapi dengan pompa air pada hilir saluran perumahan untuk mengatasi terjadinya *backwater* di saluran sekunder.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari Tugas Akhir Evaluasi Sistem Drainase Perumahan Bumi Marina Emas ini berdasarkan analisis yang telah dilakukan adalah:

1. Terjadi genangan pada kawasan Perumahan Bumi Marina Emas terutama pada saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Letak genangan paling sering terjadi di saluran perumahan yang belum terdimensi (terbuat dari tanah).
2. Berdasarkan perhitungan dengan tinggi hujan 127,98 mm diperoleh debit banjir rencana periode ulang 5 tahun untuk saluran tersier eksisting (TU43) Bumi Marina Emas Utara sebesar 0,628 m³/s sedangkan saluran tersier eksisting hanya dapat mengalirkan debit sebesar 0,064 m³/s. Debit banjir rencana untuk saluran tersier eksisting (TS109) Bumi Marina Emas Selatan sebesar 1,108 m³/s sedangkan saluran tersier eksisting hanya dapat mengalirkan debit sebesar 0,387 m³/s.
3. Perencanaan saluran baru menggunakan saluran *U-ditch* untuk menanggulangi debit banjir rencana yang tidak dapat dialirkan oleh saluran eksisting. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh dimensi saluran *U-ditch* yang digunakan untuk saluran tersier baru (TU43) Bumi Marina Emas Utara berukuran 0,8 x 1 m dan saluran tersier baru (TS109) Bumi Marina Emas Selatan berukuran 1,2 x 1,4 m.
4. Perencanaan fasilitas drainase berupa kolam tampung untuk menanggulangi masalah

genangan yang terjadi saat pasang dengan cara menampung debit limpasan sementara agar debit limpasan tersebut tidak membebani saluran eksisting. Berdasarkan perhitungan diperoleh volume tampungan sebesar $2019,260 \text{ m}^3$, direncanakan kolam tampung Bumi Marina Emas Utara dengan dimensi $30 \times 50 \text{ m}$ dengan kedalaman $1,5 \text{ m}$ dan volume tampungan sebesar $3796,176 \text{ m}^3$, direncanakan kolam tampung Bumi Marina Emas Selatan dengan dimensi $30 \times 60 \text{ m}$ dengan kedalaman 2 m . Masing-masing kolam tampung dilengkapi pompa dengan debit $0,522 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $0,522 \text{ m}^3/\text{s}$ ditambah $0,350 \text{ m}^3/\text{s}$ yang difungsikan untuk menanggulangi keterbatasan lahan yang tersedia sehingga dimensi kolam tampung yang dibutuhkan tidak terlalu besar serta pintu air.

4.1 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan pada Tugas Akhir ini, terdapat saran yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan kedepannya yaitu perlu adanya peninjauan ulang terhadap debit yang berasal dari hulu saluran sekunder.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triadmodjo, Bambang. 2008. Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset.
- [2] Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: ANDI.
- [3] Sofia, Fifi. 2006. Modul Ajar Sistem dan Bangunan Drainase. Surabaya