



BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Saluran Drainase Sistem Polder Tawang

Sistem Polder Tawang merupakan subsistem drainase dengan perlengkapan pintu air, kolam retensi dan stasiun pompa yang berada di Kawasan Kota Lama, Kelurahan Tanjung Mas dan Kecamatan Semarang Utara. Subsistem drainase Polder Tawang ini mencakup *catchment area* ± 167 ha atau $1,67 \text{ km}^2$, bagian utara dibatasi Jalan Usman Janatin, bagian timur dibatasi Jalan Ronggowarsito dan Jalan MT. Haryono, bagian selatan dibatasi Jalan Petudungan dan Jalan Agus Salim, sedangkan bagian barat dibatasi Jalan Pekojan, Kali Semarang dan Kali Baru. Sistem Polder Tawang memiliki aliran melalui beberapa saluran drainase utama yaitu:

1. Saluran Bandarharjo yang berfungsi untuk mengalirkan air dari Jalan MT Haryono, Pekojan, Jurnatan Kota Lama dan Stasiun Tawang.
2. Saluran Usman Janatin yang berfungsi untuk mengalirkan air dari saluran Ronggowarsito daaan Mpu Tantular.
3. Kali Baru merupakan saluran primer yang berfungsi membuang air dari saluran Bandarharjo dan Saluran Usman Janatin menuju ke laut.

Kondisi geografis wilayah cakupan kolam retensi Polder Tawang, Semarang Utara yang berlokasi ± 700 meter dari pantai Laut Jawa dan diapit oleh sungai Kali Semarang, Kali Baru, dan Kali Banger. Sistem drainase Polder Tawang mempunyai dua sistem drainase berdasarkan fisiknya yaitu saluran primer dan sekunder. Sebagian air yang mengalir pada saluran drainase Polder Tawang nantinya akan ditampung di kolam retensi seluas 10.000 m^2 dengan kapasitas tampungan air mencapai 30.000 m^3 . Pada subsistem drainase Polder Tawang, sistem jaringan drainasinya merupakan sistem drainase mikro, hal ini dikarenakan merupakan wilayah pemukiman dan perkotaan. Gambar 4.1 memperlihatkan sistem jaringan saluran drainase yang mencakup Polder Tawang.



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang



Gambar 4.1 Subcatchment Saluran Drainase Polder Tawang (Sumber: Pramono, 2020)

Dimensi saluran diukur secara manual menggunakan bantuan bak ukur agar lebih akurat. Pengukuran tinggi muka air saluran dilakukan pada siang hari disaat cuaca cerah (musim kemarau). Pengukuran tinggi muka air pada saluran dilakukan saat tidak dipengaruhi air pasang. Berdasarkan informasi dari warga sekitar kolam retensi, saluran yang mengalami pasang pada saat bulan purnama akan mengalami kenaikan tinggi muka air berkisar antara 2 – 10 cm. Berikut ini penjelasan tentang saluran drainase yang ada di Polder Tawang yaitu:

1. Saluran Jalan Pengapon

Jenis Saluran	= Terbuka
Kedalaman Saluran	= 200 cm
Lebar Saluran	= 250 cm
Tinggi Muka Air	= 70 cm
Bentuk Saluran	= Persegi
Material Saluran	= Beton
Deskripsi	= Saluran Jalan Pengapon ini merupakan saluran



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

sekunder yang berfungsi menerima masukan aliran air dari saluran – saluran sekunder dari langsung dialirkan menuju ke kolom retensi Polder Tawang.

2. Saluran Jalan Merak

Jenis Saluran	= Terbuka
Kedalaman Saluran	= 200 cm
Lebar Saluran	= 180 cm
Tinggi Muka Air	= 70 cm
Bentuk Saluran	= Persegi
Material Saluran	= Beton
Deskripsi	= Saluran ini merupakan saluran sekunder yang berfungsi menerima masukan aliran air dari saluran – saluran sekunder di Jalan Cendrawasih dan langsung dialirkan menuju ke kolam retensi Polder Tawang.

3. Saluran Jalan Ronggowarsito

Jenis Saluran	= Terbuka
Kedalaman Saluran	= 200 cm
Lebar Saluran	= 235 cm
Tinggi Muka Air	= 90cm
Bentuk Saluran	= Persegi
Material Saluran	= Beton
Deskripsi	= Saluran ini merupakan saluran sekunder yang berfungsi menerima aliran air dari saluran sekunder di perumahan PJKA dan wilayah Ronggowarsito itu sendiri.

4. Saluran Jalan Empu Tantular

Jenis Saluran	= Terbuka
Kedalaman Saluran	= 180 cm
Lebar Saluran	= 210 cm



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Tinggi Muka Air	= 60 cm
Bentuk Saluran	= Persegi
Material Saluran	= Beton
Deskripsi	= Saluran ini merupakan saluran sekunder yang berfungsi menerima masukan aliran air dari saluran-saluran sekunder di wilayah Kebonharjo dan sekitarnya kemudian dialirkan ke kolam retensi Polder Tawang melalui saluran di Jalan Tawang.

5. Saluran Jalan MT Haryono

Jenis Saluran	= Terbuka
Kedalaman Saluran	= 200 cm
Lebar Saluran	= 225 cm
Tinggi Muka Air	= 95 cm
Bentuk Saluran	= Persegi
Material Saluran	= Beton
Deskripsi	= Saluran ini merupakan saluran sekunder yang berfungsi menerima masukan aliran air dari saluran-saluran sekunder wilayah Bubakan dan melalui saluran Pengapon diteruskan ke kolam retensi Polder Tawang.

6. Saluran Jalan Agus Salim

Jenis Saluran	= Terbuka
Kedalaman Saluran	= 180 cm
Lebar Saluran	= 195 cm
Tinggi Muka Air	= 90 cm
Bentuk Saluran	= Persegi
Material Saluran	= Beton
Deskripsi	= Saluran ini mengalirkan air dari saluran-saluran sekunder yang ada pada kawasan Kota Lama dan sekitarnya kemudian diteruskan ke kolam retensi



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Polder Tawang melalui saluran MT Haryono dan saluran Pengapon.

7. Saluran Jalan Cendrawasih

Jenis Saluran	= Terbuka
Kedalaman Saluran	= 160 cm
Lebar Saluran	= 250 cm
Tinggi Muka Air	= 60 cm
Bentuk Saluran	= Persegi
Material Saluran	= Beton
Deskripsi	= Saluran ini merupakan saluran sekunder yang mengalirkan air dari kawasan pertokoan di jalan Pekojan dan dialirkan menuju ke kolam retensi Polder Tawang. Kondisi di saluran Cendrawasih ini cukup bersih dari sampah meskipun pada dasar saluran terdapat sedimentasi.

8. Saluran Jalan Pekojan

Jenis Saluran	= Terbuka
Kedalaman Saluran	= 150 cm
Lebar Saluran	= 230 cm
Tinggi Muka Air	= 45 cm
Bentuk Saluran	= Persegi
Material Saluran	= Beton
Deskripsi	= Saluran jalan Pekojan ini merupakan saluran sekunder yang dialiri air dari kawasan subcatchment pertokoan dan bangunan-bangunan penting lainnya seperti kantor Samsat Kota Semarang.

9. Saluran Jalan Bandarharjo

Jenis Saluran	= Terbuka
Kedalaman Saluran	= 200 cm
Lebar Saluran	= 200 cm



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Tinggi Muka Air	= 70 cm
Bentuk Saluran	= Persegi
Material Saluran	= Beton
Deskripsi	= Saluran Bandarharjo merupakan saluran sekunder yang berfungsi untuk mengalirkan air dari saluran jalan MT. Haryono, Pekojan, Agus Salim, Pengapon dan area Stasiun Tawang. Kemudian air tersebut dibuang langsung ke Kali Baru sebagai saluran primer-nya.

10. Saluran Jalan Usman Janatin

Jenis Saluran	= Terbuka
Kedalaman Saluran	= 200 cm
Lebar Saluran	= 240 cm
Tinggi Muka Air	= 70 cm
Bentuk Saluran	= Persegi
Material Saluran	= Beton
Deskripsi	= Saluran Usman Janatin merupakan saluran sekunder yang berfungsi untuk mengalirkan air dari saluran Ronggowarsito dan Empu Tantular untuk di buang langsung ke Kali Baru sebagai saluran primer-nya.

4.2. Analisis Curah Hujan Rancangan

Analisis curah hujan rancangan bertujuan untuk membandingkan perhitungan curah hujan rencana dengan distribusi log person III dengan menggunakan data curah hujan yang ada, serta memperoleh gambaran besarnya curah hujan maksimum dengan periode ulang.

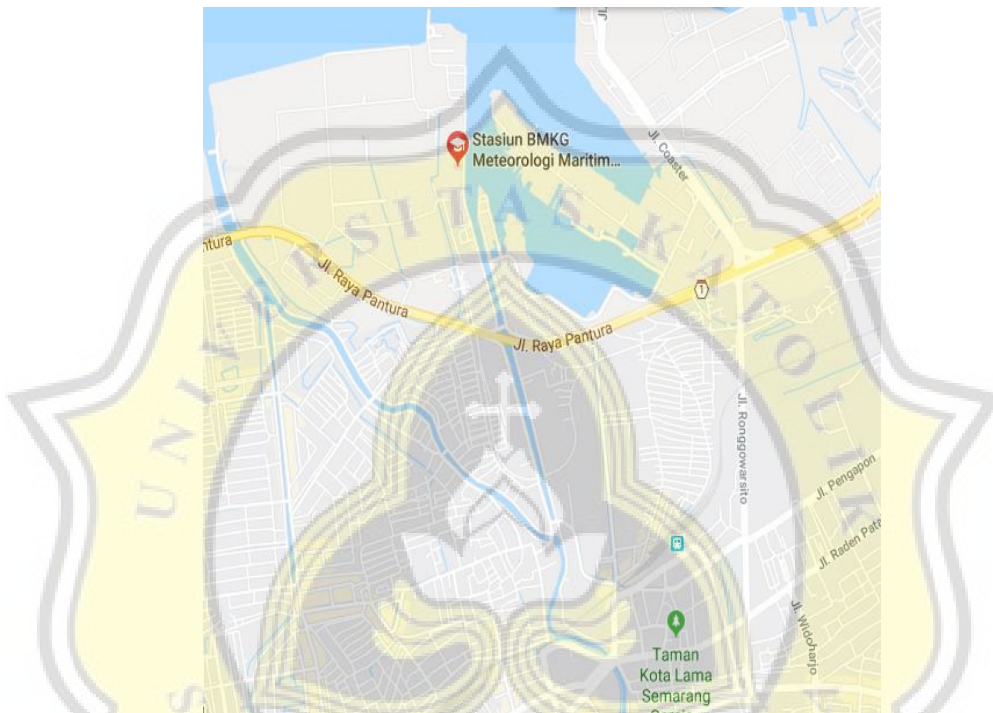
4.2.1 Data curah hujan

Pada penelitian ini data hujan yang digunakan data curah hujan harian maksimum. Stasiun hujan yang digunakan sebagai acuan yaitu Stasiun Hujan Maritim Semarang dengan periode ulang 10 tahunan (2004-2014). Dipilihnya Stasiun Hujan



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

Maritim Semarang ini karena dinilai mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan daerah lokasi penelitian. Stasiun Hujan Maritim Semarang terletak pada koordinat $110^{\circ}25'05.67''T$ dan $6^{\circ}57'02.92''S$. Gambar 4.3 merupakan lokasi letak Stasiun Hujan Maritim Semarang. Tabel 4.1 merupakan curah hujan harian maksimum (R_{24} maks) Maritim Semarang.



Gambar 4.2 Lokasi letak Stasiun Hujan Maritim Semarang (Sumber: Google Maps)

Tabel 4.1 Curah Hujan Harian Maksimum (R_{24} maks) Maritim Semarang

Tahun	R_{24} maks (mm)
2004	78,1
2005	64,8
2006	156,5
2007	78,6
2008	96,8
2009	105
2010	168,8
2011	100
2012	96
2013	135,3
2014	120,5

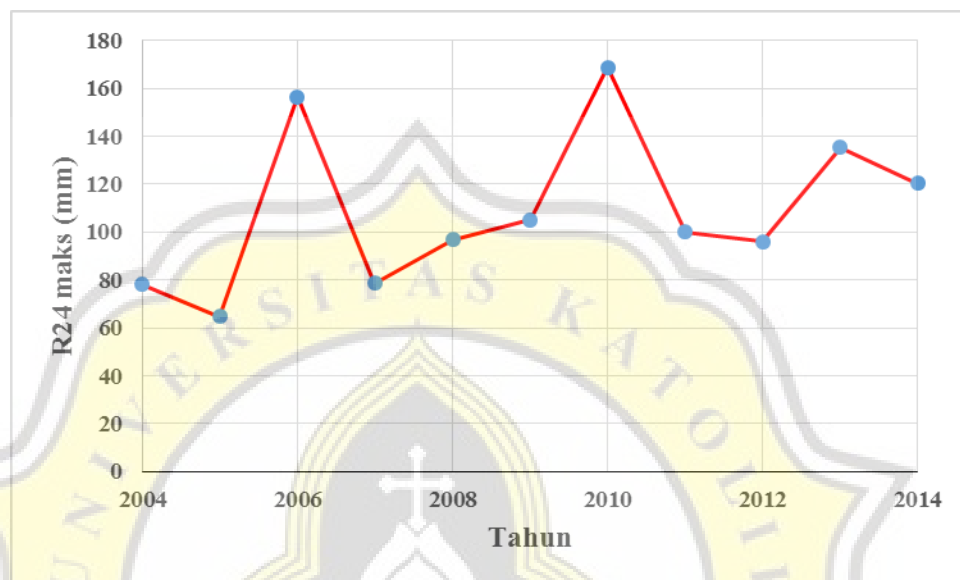
(Sumber: Stasiun Hujan Maritim Semarang)



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

Berdasarkan data curah hujan pada tabel diatas, curah hujan harian maksimum (R_{24}) di Stasiun Hujan Maritim Semarang dapat dibuat grafik antara waktu terhadap curah hujan harian maksimum R_{24} . Adapun grafik curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Curah Hujan Harian Maksimum (R_{24} maks) Maritim Semarang tahun 2004-2014

Dari gambar diatas dapat diketahun curah hujan harian maksimum terbesar terjadi pada tahun 2010 yakni sebesar 168,8 mm sedangkan untuk curah hujan maksimum terkecil terjadi pada tahun 2005 yaitu sebesar 64,8 mm.

4.2.2 Pemilihan jenis distribusi frekuensi

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dalam bidang hidrologi, diantaranya Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Pearson III. Keempat distribusi frekuensi tersebut memiliki syarat batas penentuan sebaran yang berbeda-beda seperti pada Tabel 2.7. Dalam pemilihan jenis distribusi frekuensi ini diawali dengan penentuan parameter statistik yang meliputi simpangan baku (S), koefisien variasi (C_v), koefisien skewness (C_s), dan koefisien kurtosis (C_k). Perhitungan parameter statistik ini didasarkan pada data curah hujan harian maksimum selama 11 tahun yakni dari tahun 2004 – 2014. Setelah diketahui paramater statistik tersebut, nantinya akan



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

dicocokkan dengan syarat-syarat batas penentuan sebaran yang diperlihatkan pada Tabel 2.1 untuk menentukan jenis distribusi yang akan digunakan. Berikut tahap-tahap yang dilakukan dalam pemilihan jenis distribusi frekuensi:

1. Menghitung curah hujan harian maksimum rata-rata (\bar{X})

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

Keterangan:

X_i = curah hujan harian maksimum (mm)

\bar{X} = curah hujan harian maksimum rata-rata (mm)

n = jumlah data

maka,

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{1}{11} \times (78,1 + 64,8 + 156,5 + 78,6 + 96,8 + 105 + 168,8 + 100 + 96 + 135,3 \\ &\quad + 120,5) \\ &= 109,13 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk mempermudah dalam perhitungan parameter selanjutnya maka dibuatlah tabel perhitungan berpangkat selisih antara curah hujan harian maksimum (X_i) dan curah hujan harian maksimum rata-rata (\bar{X}) seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan Berpangkat Curah Hujan Maksimum Dan Curah Hujan Rata-Rata

No	Tahun	X_i (mm)	\bar{X} (mm)	$X_i - \bar{X}$ (mm)	$(X_i - \bar{X})^2$ (mm ²)	$(X_i - \bar{X})^3$ (mm ³)	$(X_i - \bar{X})^4$ (mm ⁴)
1	2004	78,10	109,13	-31,03	962,69	-29.869,70	926.775,22
2	2005	64,80	109,13	-44,33	1964,91	-87.098,97	3.860.859,94
3	2006	156,50	109,13	47,37	2244,18	106.312,70	5.036.322,73
4	2007	78,60	109,13	-30,53	931,91	-28.448,80	868.464,41
5	2008	96,80	109,13	-12,33	151,96	-1.873,27	23.092,34
6	2009	105,00	109,13	-4,13	17,03	-70,31	290,17
7	2010	168,80	109,13	59,67	3560,83	212.484,70	12.679.541,48
8	2011	100,00	109,13	-9,13	83,31	-760,37	6.940,07
9	2012	96,00	109,13	-13,13	172,33	-2.262,16	29.696,01
10	2013	135,30	109,13	26,17	685,01	17.928,62	469.240,96
11	2014	120,50	109,13	11,37	129,34	1.470,94	16.728,56
Jumlah		1200,40			10.903,5	187.813,38	23.917.951,90



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

2. Menghitung Simpangan Baku/Standar Deviasi (S)

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

maka,

$$S = \sqrt{\frac{10.903,50}{11-1}} = 34,806 \text{ mm}$$

3. Menghitung Koefisien Skewness (C_S)

$$C_S = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$C_S = \frac{11 \times 187.813,38}{10 \times 9 \times 34,806^3} = 0,544$$

4. Menghitung Koefisien Kurtosis (C_K)

$$C_K = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$C_K = \frac{11^2 \times 23.917.951,90}{10 \times 9 \times 8 \times 34,806^4} = 2,738$$

5. Menghitung Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$C_v = \frac{34,806}{109,13} = 0,318$$

Selanjutnya memilih metode distribusi yang akan digunakan dengan cara menyesuaikan parameter statistik yang didapat dari perhitungan dengan sifat-sifat yang ada pada masing-masing metode distribusi. Tabel 4.3 dibawah ini merupakan hasil perhitungan nilai koefisien *skewness* dan *kurtosis* untuk masing-masing metode distribusi frekuensi.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien *Skewness* Dan *Kurtosis*

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Normal	$C_s \approx 0$	$C_s = 0,544$	Tidak memenuhi
		$C_k \approx 3$	$C_k = 2,738$	
2	Log – Normal	$C_s = 0,9862$	$C_s = 0,544$	Tidak memenuhi
		$C_k = 4,7777$	$C_k = 2,738$	
3	Gumbel	$C_s \approx 1,396$	$C_s = 0,544$	Tidak memenuhi
		$C_k \approx 5,4002$	$C_k = 2,738$	
4	Log – Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s = 0,544$	Memenuhi



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, yang memenuhi persyaratan adalah jenis distribusi Normal dan Log-Pearson III. Namun distribusi Log-Person III lebih mendekati dari pada distribusi Normal, maka distribusi yang digunakan adalah distribusi Log-Person III. Dari jenis distribusi yang telah memenuhi syarat tersebut perlu diuji kecocokannya dengan beberapa metode. Dari hasil uji kecocokan, nantinya menunjukkan apakah metode distribusi tersebut dapat diterima atau tidak.

4.2.3 Perhitungan curah hujan rancangan

Analisa distribusi sangat erat hubungannya dengan frekuensi hujan dan periode ulang hujan. Frekuensi hujan merupakan besaran kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui sedangkan periode ulang adalah waktu hipotetik pada saat hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Masing-masing distribusi hujan memiliki rumus perhitungan hujan rancangan yang berbeda-beda. Setelah dilakukannya pemilihan distribusi hujan dengan parameter statistik yang ada, maka pada data curah hujan ini digunakan metode Distribusi Frekuensi Log-Pearson III untuk menghitung curah hujan rancangan. Berikut perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan metode Distribusi Hujan Log Pearson III :

1. Menghitung curah hujan harian maksimum rata-rata (\bar{X})

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

Keterangan,

X_i = curah hujan harian maksimum (mm)

\bar{X} = curah hujan harian maksimum rata-rata (mm)

n = jumlah data

maka,

$$\begin{aligned} \text{Log}\bar{X} &= \frac{1}{11} \times (1,893 + 1,812 + 2,195 + 1,895 + 1,986 + 2,021 + 2,227 + 2,000 \\ &\quad + 1,982 + 2,131 + 2,081) \\ &= 2,020 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk mempermudah dalam perhitungan parameter selanjutnya maka dibuatlah tabel perhitungan berpangkat selisih antara curah hujan harian



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

maksimum (X_i) dan curah hujan harian maksimum rata-rata (\bar{X}) seperti pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Perhitungan Berpangkat Selisih Curah Hujan Maksimum Dan Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata

Tahun	X_i (mm)	Log X_i (mm)	Log \bar{X} (mm)	(Log X_i -Log \bar{X}) mm	(Log X_i - Log \bar{X}) ² mm ²	(Log X_i - Log \bar{X}) ³ mm ³
2004	78,10	1,893	2,020	-0,128	0,016	-0,00208
2005	64,80	1,812	2,020	-0,209	0,044	-0,00909
2006	156,50	2,195	2,020	0,174	0,030	0,00529
2007	78,60	1,895	2,020	-0,125	0,016	-0,00195
2008	96,80	1,986	2,020	-0,034	0,001	-0,00004
2009	105,00	2,021	2,020	0,001	0,000	0,00000
2010	168,80	2,227	2,020	0,207	0,043	0,00888
2011	100,00	2,000	2,020	-0,020	0,000	-0,00001
2012	96,00	1,982	2,020	-0,038	0,001	-0,00005
2013	135,30	2,131	2,020	0,111	0,012	0,00137
2014	120,50	2,081	2,020	0,061	0,004	0,00022
Jumlah	1200,40	22,223			0,168	0,00254

3. Menghitung nilai standar deviasi (S)

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

$$S = \sqrt{\frac{0,168}{11-1}} = 0,129 \text{ mm}$$

4. Menghitung nilai koefisien skewness (C_S)

$$C_S = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$C_S = \frac{11 \times 0,00254}{10 \times 9 \times 0,129^3} = 0,14$$

5. Menentukan nilai faktor frekuensi (K_T)

Untuk menghitung curah hujan rancangan dengan distribusi Log-Pearson III maka dibutuhkan tabel nilai faktor frekuensi (K_T) seperti pada Tabel 4.5 Setelah itu dilakukan interpolasi data untuk mendapatkan nilai faktor frekuensi (K_T)



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Log-Pearson III dengan nilai koefisien *skewness* (C_S) = 0,14 untuk tiap periode ulang yang ditentukan. Berikut contoh perhitungan interpolasi nilai faktor frekuensi (K_T) untuk periode ulang 2 (tahun) dengan nilai koefisien *skewness* (C_S) = 0,14.

Tabel 4.5 Nilai Faktor Frekuensi Log-Pearson III Untuk $C_S = 0,14$

C_S	Periode Ulang (tahun)				
	2	5	10	25	50
0,2	-0,033	0,831	1,301	1,818	2,159
0,14	-0,023	0,834	1,296	1,798	2,128
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107

Berikut perhitungan interpolasi data untuk nilai faktor koreksi Log Pearson

$$y = y_1 + \left[\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \right] (y_2 - y_1)$$

Keterangan,

y = Nilai faktor frekuensi yang diharapkan

$x = 0,14$ (Nilai C_S terhitung)

$x_1 = 0,1$ (Nilai tepi bawah C_S terhitung)

$x_2 = 0,2$ (Nilai tepi atas C_S terhitung)

$y_1 = -0,017$ (Nilai faktor frekuensi untuk periode 2 tahunan terhadap nilai y_1)

$y_2 = -0,033$ (Nilai faktor frekuensi untuk periode 2 tahunan terhadap nilai y_2)

Maka untuk menghitung K_T dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$y = -0,017 + \left[\frac{(0,14 - 0,1)}{0,2 - 0,1} \right] (-0,033 - (-0,017))$$

$$y = -0,017 + ((0,4 \times (-0,016)))$$

$$y = -0,017 + (-0,0064) = -0,023$$

Jadi nilai K_2 didapatkan sebesar -0,023

Setelah di dapat nilai K_2 kemudian dilakukan perhitungan menghitung curah hujan rancangan.

1. Menghitung Curah Hujan Rancangan (X_T)

a. Untuk periode ulang 2 tahunan

$$\log X_2 = \log X + K_2 \times S$$



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

$$= 2,020 + (-0,023 \times 0,129)$$

$$= 2,017 \text{ mm}$$

$$X_2 = 10^{\log x + K_2 \cdot S}$$

$$= 10^{2,017}$$

$$= 104,053 \text{ mm}$$

b. Untuk periode ulang 5 tahunan

$$\log X_5 = \log X + K_5 \times S$$

$$= 2,020 + (0,834 \times 0,129)$$

$$= 2,128 \text{ mm}$$

$$X_5 = 10^{\log 5 + K_5 \cdot S}$$

$$= 10^{2,128}$$

$$= 134,369 \text{ mm}$$

Dengan langkah – langkah yang serupa dilakukan perhitungan curah hujan rancangan untuk periode 5 tahunan hingga 50 tahunan. Hasil perhitungan curah hujan rancangan untuk periode 2 tahunan hingga 50 tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rancangan

T (tahun)	LogX (mm)	K _T	S (mm)	LogX _T (mm)	X _T (mm)
2	2,020	-0,023	0,129	2,017	104,053
5	2,020	0,834	0,129	2,128	134,369
10	2,020	1,296	0,129	2,188	154,199
25	2,020	1,798	0,129	2,253	179,132
50	2,020	2,128	0,129	2,296	197,634

4.2.4 Uji kecocokan distribusi frekuensi

Metode yang digunakan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi sampel yang dianalisis adalah metode uji chi kuadrat (*Chi Square Test*) dan uji Smirnov Kolmogorov.

1. Uji Chi Kuadrat

Pengujian dengan uji Chi-kuadrat dimulai dengan menentukan banyaknya kelas dalam data frekuensi dan derajat kebebasan. Tingkat kecocokan dari uji statistik



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

ini adalah 5% atau derajat kepercayaan (α)=0,05.

Berikut adalah langkah-langkah perhitungan (*Chi Square Test*):

a. Menghitung banyaknya sub kelompok (K)

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

Keterangan:

K = Banyaknya sub kelompok

n = Jumlah data

maka,

$$K = 1 + 3,322 \log 11$$

$$K = 4,46 \approx 5$$

Jadi pada Uji Chi Kuadrat ini dengan jumlah data 11 didapatkan 5 sub kelompok

b. Menentukan nilai batas sub kelompok

Untuk menentukan nilai batas sub kelompok, sebelumnya data curah hujan maksimum diurutkan dari yang terkecil ke besar dahulu. Tabel 4.7 merupakan data curah hujan maksimum yang telah diurutkan dari yang terkecil ke besar.

Tabel 4.7 Data Curah Hujan Maksimum Yang Sudah Diurutkan

Tahun	Curah Hujan (mm)
2005	64,8
2004	78,1
2007	78,6
2012	96
2008	96,8
2011	100
2009	105
2014	120,5
2013	135,3
2006	156,5
2010	168,8

Menghitung nilai batas sub kelompok

$$\Delta x = \frac{X_{max} - X_{min}}{K - 1}$$



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

$$= \frac{168,8 - 64,8}{5 - 1} = 26 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} X_{awal} &= X_{min} - 0,5 \Delta x \\ &= 64,8 - (0,5 \times 26) \\ &= 51,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{akhir} &= X_{max} + 0,5 \Delta x \\ &= 168,8 + (0,5 \times 26) \\ &= 181,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai batas sub kelompok maka dapat dilakukan pembagian kelompok sesuai dengan nilai intervalnya. Sebagai contoh untuk sub kelompok pertama terdapat pada interval $51,8 < X < (51,8 + 26 = 77,8)$. Untuk interval kelompok lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Interval Tiap Sub Kelompok

Sub Kelompok	Interval (mm)
1	$51,8 < \underline{X} < 77,8$
2	$77,8 < \underline{X} < 103,8$
3	$103,8 < \underline{X} < 129,8$
4	$129,8 < \underline{X} < 155,8$
5	$155,8 < \underline{X} < 181,8$

Dengan melihat Tabel 4.8 diatas dapat diketahui bahwa:

1. Sub kelompok 1 merupakan kelompok data dengan interval 51,8 – 77,8 mm,
2. Sub kelompok 2 merupakan kelompok data dengan interval 77,8 – 103,8 mm,
3. Sub kelompok 3 merupakan kelompok data dengan interval 103,8 – 129,8 mm,
4. Sub kelompok 4 merupakan kelompok data dengan interval 129,8 – 155,8 mm,
5. Sub kelompok 5 merupakan kelompok data dengan interval 155,8 – 181,8 mm,



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

c. Menghitung derajat kebebasan (DK)

$$DK = K - (P+1)$$

Keterangan:

DK = derajat kebebasan

K = banyaknya sub kelompok

P = banyaknya parameter = 2 (karena nilai rerata dan standar deviasi digunakan dalam perhitungan)

maka,

$$\text{Derajat Kebebasan (DK)} = 5 - (2 + 1) = 2$$

d. Menghitung nilai teoritis (EF)

$$EF = \frac{n}{K}$$

Keterangan:

EF = nilai teoritis

n = jumlah data

K = banyaknya sub kelompok

maka,

$$(EF) = \frac{11}{5} = 2,2$$

e. Menghitung nilai Chi-Kuadrat (X^2)

Setelah diperolehnya nilai parameter yang dibutuhkan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai Chi-Kuadrat.

$$(X^2) = \sum_{i=1}^K \frac{(OF - EF)^2}{EF}$$

Banyaknya data curah hujan maksimum yang sesuai dengan interval sub kelompok dengan kata lain OF merupakan jumlah data yang muncul dalam 1 interval.

Tabel 4.9 Menentukan Jumlah Nilai Pengamatan Tiap Sub Kelompok

Sub Kelompok	Interval (mm)	R24 (mm)	OF
1	$51.8 < X \leq 77.8$	64,8	1
2	$77.8 < X \leq 103.8$	78,1	5
		78,6	
		96	



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Tabel 4.9 Menentukan Jumlah Nilai Pengamatan Tiap Sub Kelompok(lanjutan)

Sub Kelompok	Interval (mm)	R24 (mm)	OF
		96,8	
		100	
3	$103.8 < X \leq 129.8$	105	2
		120,5	
4	$129.8 < X \leq 155.8$	135,3	1
5	$155.8 < X \leq 181.8$	156,5	2
		168,8	

Berikut contoh perhitungan nilai Chi-Kuadrat pada sub kelompok pertama untuk interval $51,8 < X < 77,8$

$$\begin{aligned} (X^2) &= \frac{(OF - EF)^2}{EF} \\ &= \frac{(1 - 2,2)^2}{2,2} \\ (X^2) &= \frac{1,440}{2,2} = 0,655 \end{aligned}$$

Setelah dilakukanya perhitungan nilai Chi-Kuadrat untuk sub kelompok 1-5 maka didapatkan nilai Chi-Kuadrat terhitung seperti pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Perhitungan Uji Chi Kuadrat Terhitung

No	Sub Kelompok	OF	EF	OF - EF	(OF-EF) ²	(OF-EF) ² /EF
1	$51.8 < X < 77.8$	1	2,2	-1,200	1,440	0,655
2	$77.8 < X < 103.8$	5	2,2	2,800	7,840	3,564
3	$103.8 < X < 129.8$	2	2,2	-0,200	0,040	0,018
4	$129.8 < X < 155.8$	1	2,2	-1,200	1,440	0,655
5	$155.8 < X < 181.8$	2	2,2	-0,200	0,040	0,018
Jumlah		11	11			4,909

Dari pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode uji Chi-Kuadrat didapatkan nilai Uji Chi-Kuadrat terhitung (X^2) sebesar = 4,909 sedangkan dengan melihat data pada Tabel 2.10 dengan derajat kebebasan (DK) = 2 dan derajat kepercayaan (α) = 5% didapatkan nilai Uji Chi-Kuadrat kritis (X^2_{cr}) sebesar = 5,991. Untuk lebih jelasnya mengenai nilai Uji Chi-Kuadrat kritis dapat dilihat pada Tabel 4.11.



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Tabel 4.11 Nilai Chi Kuadrat Kritis Untuk Derajat Kebebasan (DK) = 2 Dan Derajat Kepercayaan (A) = 5%

DK	α Derajat Kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597

Suatu jenis distribusi dapat diterima apabila memenuhi persyaratan nilai Chi-Kuadrat terhitung (X^2) lebih kecil dari nilai Chi-Kuadrat kritik (X^2_{cr}). Karena pada Uji Kecocokan Chi kuadrat ini didapatkan nilai Chi Kuadrat terhitung (= 4,909) < Chi Kuadrat kritis (= 5,991) maka pemilihan distribusi Log-Pearson III memenuhi syarat.

2. Uji Smirnov Kolmogorov

Kelemahan dari Uji Chi-Kuadrat adalah jumlah sampel yang kecil, karena paling tidak pada masing-masing kelas harus mempunyai frekuensi 5 atau lebih. Uji Smirnov Kolmogorov dapat digunakan untuk menguji sampel yang kecil, sehingga pada penelitian ini dilakukan kembali uji kecocokan dengan menggunakan Uji Smirnov Kolmogorov. Berikut contoh perhitungan uji kecocokan dengan metode Uji Smirnov Kolmogorov untuk data curah hujan harian maksimum dengan nomor urut ($m = 1$). Mengurutkan data curah hujan maksimum dari yang terbesar ke terkecil dan kemudian memberi nomor urut peringkat (m) sesuai data yang sudah diurutkan seperti pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Urutan Data Curah Hujan Maksimum (Terbesar - Terkecil)

X_i (mm)	m
168,8	1
156,5	2
135,3	3
120,5	4
105	5
100	6
96,8	7
96	8
78,6	9
78,1	10
64,8	11



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

a. Menghitung nilai Peluang Pengamatan ($P(X)$)

$$P(X) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{11+1} = 0,083$$

b. Menghitung nilai maksimum Peluang Pengamatan ($P(X_m)$)

$$\begin{aligned} P(X_m) &= 1 - P(X) \\ &= 1 - 0,083 \\ &= 0,917 \end{aligned}$$

c. Menghitung nilai Peluang Teoritis ($P'(X)$)

$$\text{Parameter skala (a)} = \left(\frac{CS \times S}{2}\right) = \left(\frac{1,3658 \times 29,2058}{2}\right) = 9,467$$

$$\text{Parameter bentuk (b)} = \left(\frac{1}{CS} \times 2\right)^2 = \left(\frac{1}{1,3658} \times 2\right)^2 = 18,516$$

$$\text{Parameter letak (c)} = \left(\bar{X} \times \frac{2S}{CS}\right) = \left(109,13 \times \frac{2 \times 0,544}{0,544}\right) = 139,646$$

$$\begin{aligned} P'(X) &= \frac{1}{(a)\Gamma(b)} \left[\frac{x_i - c}{a}\right]^{b-1} e^{-\left[\frac{x_i - c}{a}\right]} \\ &= \frac{1}{(9,467)\Gamma(18,516)} \left[\frac{168,8 - 139,646}{9,467}\right]^{18,516-1} e^{-\left[\frac{168,8 - 139,646}{9,467}\right]} \\ &= 0,277 \end{aligned}$$

d. Menghitung nilai maksimum Peluang Teoritis ($P'(X_m)$)

$$\begin{aligned} P'(X_m) &= 1 - P'(X) \\ &= 1 - 0,610 \\ &= 0,390 \end{aligned}$$

e. Menghitung selisih antara nilai maksimum probabilitas pengamatan dengan probabilitas teoritis (D)

$$\begin{aligned} D &= P(X_m) - P'(X_m) \\ &= 0,083 - 0,390 \\ &= 0,307 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov dengan nomor urut 1-11 dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut.



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov

X_i (mm)	m	$P(X) = \frac{m}{n+1}$	$P(X_m) = 1 - P(X)$	$P'(X)$	$P'(X_m) = 1 - P'(X)$	D
168,8	1	0,083	0,917	0,227	0,773	0,144
156,5	2	0,167	0,833	0,247	0,753	0,080
135,3	3	0,250	0,750	0,298	0,702	0,048
120,5	4	0,333	0,667	0,307	0,693	-0,026
105	5	0,417	0,583	0,314	0,686	-0,103
100	6	0,500	0,500	0,323	0,677	-0,117
96,8	7	0,583	0,417	0,356	0,644	-0,227
96	8	0,667	0,333	0,471	0,529	-0,196
78,6	9	0,750	0,250	0,512	0,488	-0,238
78,1	10	0,833	0,167	0,554	0,446	-0,279
64,8	11	0,917	0,083	0,610	0,390	-0,307

Berdasarkan hasil perhitungan seperti pada Tabel 4.13 didapatkan nilai D_{\max} sebesar = 0,307. Sehingga dengan melihat data pada Tabel 2.9 untuk jumlah data 11 dan derajat kepercayaan (α) = 5 %, maka diperoleh D kritis = 0,391.

Tabel 4.14 Nilai D Kritis untuk jumlah data 11 dan $\alpha = 0.05$

N	$\alpha = 0.20$	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.02$	$\alpha = 0.01$
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468

Karena nilai D_{\max} lebih kecil dari nilai D kritis ($0,307 < 0,391$), maka persamaan distribusi Log-Pearson III dapat diterima.

4.2.5 Perhitungan intensitas curah hujan rancangan

Setelah dilakukannya perhitungan curah hujan rancangan dengan distribusi Log-Pearson III didapatkan curah hujan rancangan untuk periode ulang 2 tahunan hingga 50 tahunan seperti pada Tabel 4.6. Dalam studi ini untuk menghitung intensitas curah hujan digunakan rumus Mononobe, karena tidak tersedia data hujan jangka pendek (menitan atau jam-jaman). Sehingga bila data hujan jangka pendek tidak



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

tersedia, dan yang tersedia hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe. Berikut ini contoh perhitungan intensitas hujan dengan metode Mononobe untuk periode ulang 2 tahunan (T_2).

Perhitungan untuk durasi hujan (t) = 1 jam

$$\begin{aligned} \text{a. } I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \\ &= \frac{104,053}{24} \times \left(\frac{24}{1}\right)^{2/3} = 36,073 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk durasi hujan (t) = 2 jam

$$\begin{aligned} \text{b. } I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \\ &= \frac{104,053}{24} \times \left(\frac{24}{2}\right)^{2/3} = 22,725 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk durasi hujan (t) = 3 jam

$$\begin{aligned} \text{c. } I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \\ &= \frac{104,053}{24} \times \left(\frac{24}{3}\right)^{2/3} = 17,342 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk durasi hujan (t) = 4 jam

$$\begin{aligned} \text{d. } I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \\ &= \frac{104,053}{24} \times \left(\frac{24}{4}\right)^{2/3} = 14,316 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk durasi hujan (t) = 5 jam

$$\begin{aligned} \text{e. } I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \\ &= \frac{104,053}{24} \times \left(\frac{24}{5}\right)^{2/3} = 12,337 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk durasi hujan (t) = 6 jam

$$\text{f. } I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

$$= \frac{104,053}{24} \times \left(\frac{24}{6}\right)^{2/3} = 10,925 \text{ mm/jam}$$

Menurut informasi yang didapat dari warga sekitar kolam retensi, durasi hujan terjadi selama 6 jam. Setelah mendapatkan nilai intensitas hujan (I), kemudian dilakukan perhitungan curah hujan jam-jaman. Berikut contoh perhitungan curah hujan jam-jaman untuk periode ulang 2 tahunan:

a. Curah hujan jam ke-1 = $\left(\frac{I}{\sum I} \times 100\%\right) \times X_T$

$$= \left(\frac{36,073}{113,717} \times 100\%\right) \times 104,053$$

$$= 33,007 \text{ mm}$$

b. Curah hujan jam ke-2 = $\left(\frac{I}{\sum I} \times 100\%\right) \times X_T$

$$= \left(\frac{22,725}{113,717} \times 100\%\right) \times 104,053$$

$$= 20,793 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan distribusi hujan Jam-Jaman untuk periode ulang 2 tahunan yang ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 2 Tahunan

t (jam)	Intensitas Hujan (I)		Distribusi hujan Jam-Jaman (mm/jam)
	mm/jam	%	
1	36,073	31,722	33,007
2	22,725	19,983	20,793
3	17,342	15,250	15,868
4	14,316	12,589	13,099
5	12,337	10,849	11,288
6	10,925	9,607	9,996
Σ	113,717	100	104,053

Berikut ini adalah hasil perhitungan distribusi hujan Jam - Jaman untuk periode ulang 5 tahunan yang ditunjukkan pada Tabel 4.16.



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Tabel 4.16 Perhitungan Distribusi Hujan Jam - Jaman Periode Ulang 5 Tahunan.

t (jam)	Intensitas Hujan (I)		Distribusi hujan Jam - Jaman (mm/jam)
	mm/jam	%	
1	46,583	31,722	42,624
2	29,346	19,983	26,852
3	22,395	15,250	20,492
4	18,487	12,589	16,915
5	15,931	10,849	14,577
6	14,108	9,607	12,909
Σ	146,849	100	134,369

Berikut ini adalah hasil perhitungan distribusi hujan Jam-Jaman untuk periode ulang 10 tahunan yang ditunjukkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Perhitungan Distribusi Hujan Jam - Jaman Periode Ulang 10 Tahunan

t (jam)	Intensitas Hujan (I)		Distribusi hujan Jam - Jaman (mm/jam)
	mm/jam	%	
1	53,458	31,722	48,915
2	33,676	19,983	30,814
3	25,700	15,250	23,516
4	21,215	12,589	19,412
5	18,282	10,849	16,729
6	16,190	9,607	14,814
Σ	168,521	100	154,199

Berikut ini adalah hasil perhitungan distribusi hujan Jam-Jaman untuk periode ulang 25 tahunan yang ditunjukkan pada Tabel 4.18.



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Tabel 4.18 Perhitungan Distribusi Hujan Jam - Jaman Periode Ulang 25 Tahunan

t (jam)	Intensitas Hujan (I)		Distribusi hujan Jam - Jaman (mm/jam)
	mm/jam	%	
1	62,102	31,722	56,824
2	39,122	19,983	35,797
3	29,855	15,250	27,318
4	24,645	12,589	22,551
5	21,238	10,849	19,433
6	18,808	9,607	17,209
Σ	195,770	100	179,132

Berikut hasil perhitungan distribusi hujan Jam-Jaman untuk periode ulang 50 tahunan yang ditunjukkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 50 Tahunan

t (jam)	Intensitas Hujan (I)		Distribusi hujan Jam-Jaman (mm/jam)
	mm/jam	%	
1	68,516	31,722	62,693
2	43,162	19,983	39,494
3	32,939	15,250	30,140
4	27,191	12,589	24,880
5	23,432	10,849	21,441
6	20,750	9,607	18,987
Σ	215,990	100	197,634

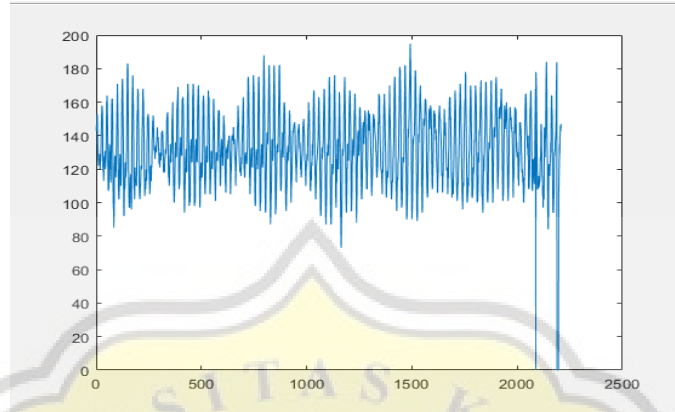
4.3 Analisis Data Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut dari Oktober 2022 sampai dengan Desember 2022 menggunakan metode *Admiralty* menghasilkan komponen harmonik pasang surut dan melalui perhitungan dengan menggunakan nilai – nilai komponen harmonik



Tugas Akhir Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

tersebut didapatkan nilai muka air laut rata-rata (MSL) yaitu 130 cm, nilai muka air terendah (LLWL) yaitu 0 cm dan muka air tinggi tertinggi (HHWL) yaitu 195 cm.



Gambar 4.4 Data Asli Pasang Surut

Nilai MSL pada tahun 2022 dapat diketahui dari grafik yang diperlihatkan menggunakan aplikasi MATLAB setelah nilai MSL diketahui kemudian akan digunakan untuk prediksi nilai pasang surut tertinggi pada tahun 2022 (*HHWL/ Highest High Water Level*) yang diperlihatkan menggunakan aplikasi MATLAB. Hasil pengolahan data prediksi Oktober sampai dengan Desember 2022, maka dapat diketahui bahwa tren nilai MSL, HHWL dan LLWL mengalami perubahan yang tidak terlalu signifikan. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh dari gaya tarik antara bumi, bulan dan matahari. Prediksi pasang surut dilakukan hanya dalam waktu yang singkat sehingga nilai MSL tidak mengalami perubahan yang terlalu jauh karena untuk mendapatkan nilai MSL sejati harus dilakukan pengamatan selama 18,6 tahun menurut Djaja dalam Ongkosongo, (1989).

4.4 Pemodelan

Seperti pada Gambar 4.5 di atas sub sistem drainase Polder Tawang dibagi menjadi beberapa sub kawasan dan beberapa *outlet*. Pada sistem drainase Polder Tawang ini terdiri dari 1 *Raingage*, 17 *Subcatchment*, 14 *Junction*, 14 *Conduit*, 1 pompa eksisting, dan 1 kolam retensi yang dapat di lihat pada halaman L-D3. Komponen-komponen tersebut saling berhubungan satu sama lain. Pemodelan ini dimaksudkan untuk evaluasi efektivitas kolam retensi Polder Tawang terhadap pengendalian banjir di daerah kawasan Kota Lama Semarang. Pemodelan sistem drainase Polder



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

Tawang ini dilakukan dengan menggunakan program *software* EPA.SWMM 5.1. Pemodelan yang dilakukan 4 (empat) yakni pemodelan sesuai kondisi eksisting, pemodelan dengan optimasi kolam retensi, pemodelan dengan optimasi pompa, dan yang terakhir adalah pemodelan dengan optimasi kolam retensi beserta pompa. Hasil simulasi dari masing-masing pemodelan nantinya akan dikaji ulang untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan efisien.



Gambar 4.5 Sub Sistem Drainase Polder Tawang

4.4.1 Kalibrasi model

Kalibrasi model dimaksudkan agar model yang akan digunakan sebagai penelitian dapat menghasilkan simulasi yang sesuai dengan keadaan aslinya. Simulasi kalibrasi model ini nantinya dijadikan sebagai pendekatan dengan kondisi aslinya di lapangan. Kalibrasi model mengacu pada kejadian banjir di Kota Semarang bagian utara pada tanggal 16 Mei 2010 tepatnya di kawasan Polder Tawang Semarang (Suaramerdeka,2010). Ketinggian banjir berkisar antara 10 cm hingga 70 cm yang terjadi di kawasan Stasiun Tawang, Jalan Mpu Tantular dan Usman Janatin. Berikut ini langkah – langkah dalam pengerjaan kalibrasi model.

4.4.2 Komponen dan parameter kalibrasi model

Sebelum dilakukannya pemodelan dan simulasi langkah pertama yang harus dilakukan yakni menentukan parameter-parameter mengenai komponen sistem



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

drainase Polder Tawang. Parameter-parameter tersebut didapatkan dengan pendekatan keadaan aslinya di lapangan. Parameter – parameter yang dimaksud yakni:

1. Data curah hujan Jam-Jaman (*Raingage*)

Raingage merupakan data penyedia curah hujan yang digunakan untuk satu atau lebih subcatchment. Data curah hujan didefinisikan sebagai *time series* pada *software* SWMM V5.1. Data curah hujan pada *raingage* didapatkan dari hasil perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan analisis frekuensi distribusi probabilitas. Melihat *history* kejadian banjir yang pernah terjadi di Kota Semarang pada tahun 2010, maka data curah hujan diambil di tahun 2010 pada tanggal 17 Mei yakni sebesar $R_{24} = 107,6$ mm.

Berikut ini langkah – langkah menentukan distribusi hujan Jam-Jaman:

Menghitung Intensitas Hujan (I)

Perhitungan untuk intensitas hujan durasi 1 jam

a. Untuk durasi hujan (t) = 1 jam

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

$$= \frac{107,6}{24} \times \left(\frac{24}{1}\right)^{2/3} = 37,303 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan untuk intensitas hujan durasi 2 jam

b. Untuk durasi hujan (t) = 2 jam

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

$$= \frac{107,6}{24} \times \left(\frac{24}{2}\right)^{2/3} = 23,499 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan untuk intensitas hujan durasi 3 jam

c. Untuk durasi hujan (t) = 3 jam

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



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

$$= \frac{107,6}{24} \times \left(\frac{24}{3}\right)^{2/3} = 17,933 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan untuk intensitas hujan durasi 4 jam

d. Untuk durasi hujan (t) = 4 jam

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \\ &= \frac{107,6}{24} \times \left(\frac{24}{4}\right)^{2/3} = 14,804 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk intensitas hujan durasi 5 jam

e. Untuk durasi hujan (t) = 5 jam

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \\ &= \frac{107,6}{24} \times \left(\frac{24}{5}\right)^{2/3} = 12,757 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk intensitas hujan durasi 6 jam

f. Untuk durasi hujan (t) = 6 jam

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \\ &= \frac{107,6}{24} \times \left(\frac{24}{6}\right)^{2/3} = 11,297 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai intensitas hujan (I), kemudian dilakukan perhitungan curah hujan jam-jaman. Berikut contoh perhitungan curah hujan jam-jaman:

$$\begin{aligned} \text{a. Curah hujan jam ke-1} &= \left(\frac{I}{\sum I} \times 100\%\right) \times R_{24} \\ &= \left(\frac{37,303}{117,594} \times 100\%\right) \times 107,6 \\ &= 34,133 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Curah hujan jam ke-2} &= \left(\frac{I}{\sum I} \times 100\%\right) \times R_{24} \\ &= \left(\frac{23,499}{117,594} \times 100\%\right) \times 107,6 \\ &= 21,502 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Tabel 4.20 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman

t (jam)	Intensitas Hujan (I)		Distribusi hujan Jam-Jaman (mm/jam)
	mm/jam	%	
1	37,303	31,722	34,133
2	23,499	19,983	21,502
3	17,933	15,250	16,409
4	14,804	12,589	13,546
5	12,757	10,849	11,673
6	11,297	9,607	10,337
Σ	117,594	100	107,6

2. Subcatchment

Subcatchment merupakan daerah topografi dan sistem drainase yang mengalirkan langsung aliran permukaan menuju suatu titik aliran *outlet*. *Subcatchment* pada sistem drainase Polder Tawang ini mencakup kawasan industri, komersil, taman, dan pemukiman penduduk. Gambar 4.6 memperlihatkan pembagian *subcatchment* pada sistem drainase Polder Tawang. Pembagian luas masing-masing *subcatchment* dilakukan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan tentang arah aliran, pembacaan peta drainase, dan hasil wawancara dari dinas terkait.



Gambar 4.6 Pembagian *Subcatchment* Sistem Drainase Polder Tawang



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Parameter *subcatchment* yang dibutuhkan pada pemodelan ini meliputi :

a. *Area* / luas *subcatchment* (ha)

Masing-masing *subcatchment* mempunyai luasan yang berbeda-beda. Untuk luas masing-masing *subcatchment* dapat dilihat pada Tabel 4.23.

b. *Width* / lebar *subcatchment* (m)

Contoh pengukuran lebar *subcatchment* untuk SPT.09 dapat dilihat pada Gambar 4.7. Pada *subcatchment* SPT.09 memiliki lebar (*width*) 324.109 m dan untuk lebar masing-masing *subcatchment* dapat dilihat pada Tabel 4.7.



Gambar 4.7 Pengukuran Lebar *Subcatchment* SPT.09

c. % *Slope* / prosentase kemiringan suatu *subcatchment*

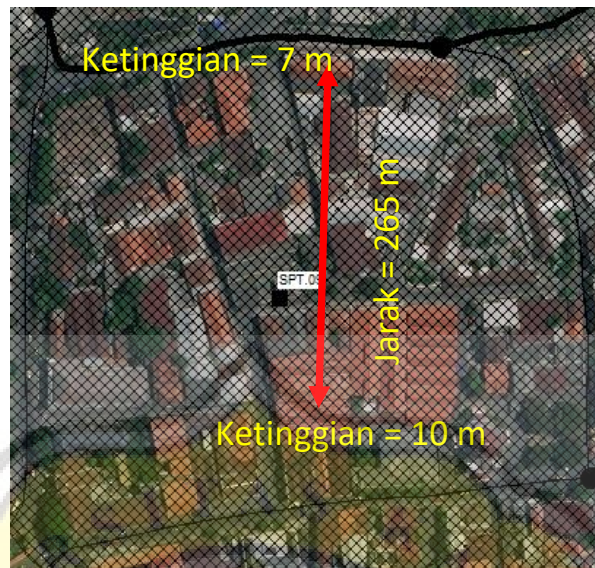
Untuk mencari kemiringan (*slope*) suatu *subcatchment* dapat digunakan rumus perbandingan antara jarak dan selisih ketinggian. Untuk mengetahui profil ketinggian elevasi tanah suatu *subcatchment* dapat digunakan program *Google Earth*. Gambar 4.8 merupakan profil ketinggian elevasi tanah pada SPT.09 yang diperoleh dari *Google Earth*.



Gambar 4.8 Profil Ketinggian Elevasi Tanah Pada SPT.09



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang



Gambar 4.9 Jarak X pada SPT.09

Berikut contoh perhitungan % *Slope* untuk SPT.09 :

$$\% \text{ Slope} = \frac{y}{x} \times 100$$

Keterangan:

y = beda tinggi (m)

x = jarak (m)

maka,

$$\% \text{ Slope} = \frac{10-7}{265} \times 100 = 1,132$$

d. % *Impervious* / prosentase daerah kedap air

Salah satu pendekatan untuk memperkirakan area kedap air di wilayah luas dengan banyak penggunaan lahan adalah dengan mengaitkan persen area kedap air dengan setiap kategori penggunaan lahan. Pada penelitian ini besarnya % *Impervious* didasarkan dengan penggunaan lahan pada daerah tersebut. Pembagian nilai prosentase daerah kedap air berdasarkan pengguna lahan dapat dilihat pada Tabel 2.15. Pada daerah Merak (SPT.09) merupakan kawasan komersil yang terdiri dari toko-toko, restoran, hotel, perkantoran dll sehingga termasuk dalam kategori *neighborhood area* dengan besarnya nilai % *Impervious* 85%. Gambar 4.21 menunjukkan penggunaan lahan pada *subcatchment* SPT.09 dan Untuk pembagian nilai % *Impervious* tiap *subcatchment* dapat dilihat pada Tabel 4.21.



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang



Gambar 4.10 Penggunaan lahan pada *subcatchment* SPT.09

Tabel 4.21 Pembagian Nilai %-*Impervious* Tiap *Subcatchment*

<i>Subcatchment</i>	Jenis Area	%- <i>Imperviuos</i>
SPT.01	<i>Neighborhood</i>	85
SPT.02	<i>Neighborhood</i>	85
SPT.03	<i>Multi unit (attached)</i>	75
SPT.04	<i>Multi unit (attached)</i>	75
SPT.05	<i>Commercial areas</i>	95
SPT.06	<i>Neighborhood</i>	85
SPT.07	<i>Neighborhood</i>	85
SPT.08	<i>Neighborhood</i>	85
SPT.09	<i>Neighborhood</i>	85
SPT.10	<i>Multi unit (detached)</i>	65
SPT.11	<i>Multi unit (detached)</i>	65
SPT.12	<i>Multi unit (attached)</i>	75
SPT.13	<i>Light area</i>	80
SPT.14	<i>Neighborhood</i>	85
SPT.15	<i>Multi unit (detached)</i>	70
SPT.16	<i>Neighborhood</i>	85
SPT.17	<i>Neighborhood</i>	85

e. *N-Impervious* / koefisien kekasaran *Manning* daerah kedap air

N-Impervious merupakan nilai kekasaran *Manning* untuk aliran di atas permukaan tanah yang tidak dapat diserap oleh tanah. Untuk masing-masing *subcatchment* memiliki nilai *N-Impervious* yang berbeda-beda, hal ini tergantung dengan kondisi penggunaan lahan pada wilayah tersebut. Untuk besarnya nilai kekasaran *Manning* (*n*) berdasarkan material penutup lahan yang



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

kedap air dapat dilihat pada Tabel 2.22. Lebih jelasnya untuk nilai *N-Impervious* komposit masing-masing *subcatchment* dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Nilai *N-Impervious* Komposit Masing-Masing *Subcatchment*

DTA	Material Kedap Air	%	<i>N-Impervious</i>	<i>N-Imperviuos</i> komposit
SPT.01	<i>Smooth asphalt</i>	70	0,011	0,015
	<i>Corrugated metal roof</i>	30	0,024	
SPT.02	<i>Cement asbestos roof</i>	80	0,024	0,021
	<i>Smooth asphalt</i>	20	0,011	
SPT.03	<i>Smooth concrete</i>	25	0,011	0,021
	<i>Corrugated metal roof</i>	75	0,024	
SPT.04	<i>Smooth asphalt</i>	20	0,011	0,014
	<i>Vetrified clay</i>	80	0,015	
SPT.05	<i>Corrugated metal roof</i>	25	0,024	0,016
	<i>Smooth concrete</i>	45	0,012	
	<i>Paving bloCk</i>	30	0,014	
SPT.06	<i>Corrugated metal roof</i>	80	0,024	0,022
	<i>Paving bloCk</i>	20	0,014	
SPT.07	<i>Paving bloCk</i>	20	0,014	0,015
	<i>Vetrified clay</i>	80	0,015	
SPT.08	<i>Paving bloCk</i>	15	0,014	0,023
	<i>Corrugated metal roof</i>	45	0,024	
	<i>Cement asbestos roof</i>	40	0,024	
SPT.09	<i>Paving bloCk</i>	20	0,014	0,021
	<i>Corrugated metal roof</i>	70	0,024	
	<i>Smooth concrete</i>	10	0,012	
SPT.10	<i>Corrugated metal roof</i>	75	0,024	0,022
	<i>Paving bloCk</i>	25	0,014	
SPT.11	<i>Cement asbestos roof</i>	40	0,024	0,023
	<i>Corrugated metal roof</i>	50	0,024	
	<i>Smooth asphalt</i>	10	0,011	
SPT.12	<i>Smooth concrete</i>	10	0,012	0,023
	<i>Cement asbestos roof</i>	70	0,024	
	<i>Corrugated metal roof</i>	20	0,024	
SPT.13	<i>Smooth concrete</i>	10	0,012	0,023
	<i>Cement asbestos roof</i>	70	0,024	
	<i>Corrugated metal roof</i>	20	0,024	
SPT.14	<i>Smooth asphalt</i>	25	0,011	0,021
	<i>Corrugated metal roof</i>	75	0,024	
SPT.15	<i>Smooth concrete</i>	20	0,012	0,022
	<i>Cement asbestos roof</i>	40	0,024	
	<i>Corrugated metal roof</i>	40	0,024	
SPT.16	<i>Smooth asphalt</i>	20	0,011	0,021
	<i>Corrugated metal roof</i>	80	0,024	
SPT.17	<i>Cement asbestos roof</i>	45	0,024	0,022
	<i>Smooth concrete</i>	15	0,012	
	<i>Corrugated metal roof</i>	40	0,024	

f. *N-Pervious* / koefisien kekasaran *Manning* daerah tidak kedap air



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

N-Pervious adalah nilai kekasaran *Manning* untuk aliran di atas permukaan tanah yang dapat diserap oleh tanah. Nilai *N-Pervious* suatu wilayah didapatkan berdasarkan karakteristik lapisan permukaan tanah pada wilayah tersebut dengan kelompok tertentu seperti pada Tabel 2.16. Mengingat pada kawasan Polder Tawang ini karakteristik permukaan tanahnya merupakan tanah alami maka didapatkan nilai *N-Pervious* sebesar 0,13. Tabel 4.23 menunjukkan nilai parameter masing-masing *subcatchment* pada sistem Polder Tawang.

Tabel 4.23 Nilai Parameter Masing-Masing *Subcatchment* Pada Sistem Polder Tawang

Sub DTA	Rain Gage	Outlet	Luas (ha)	% Slope	Width (m)	% Impervious	N- Impervious	N- Pervious
SPT.01	RPT.01	JPT.01	5,716	0,571	143,743	85	0,015	0,13
SPT.02	RPT.01	JPT.02	5,512	0,667	101,642	85	0,021	0,13
SPT.03	RPT.01	JPT.03	8,655	0,778	138,248	75	0,021	0,13
SPT.04	RPT.01	JPT.04	7,210	0,741	210,653	75	0,014	0,13
SPT.05	RPT.01	JPT.05	6,451	0,889	487,667	95	0,016	0,13
SPT.06	RPT.01	JPT.06	6,008	0,497	137,399	85	0,022	0,13
SPT.07	RPT.01	JPT.07	9,220	0,623	149,884	85	0,015	0,13
SPT.08	RPT.01	JPT.05	8,195	0,631	200,046	85	0,023	0,13
SPT.09	RPT.01	JPT.08	9,458	1,132	318,985	85	0,021	0,13
SPT.10	RPT.01	JPT.09	5,391	0,877	159,186	65	0,022	0,13
SPT.11	RPT.01	OPT.01	7,800	0,578	194,262	65	0,023	0,13
SPT.12	RPT.01	JPT.10	13,626	0,343	539,900	75	0,023	0,13
SPT.13	RPT.01	JPT.11	16,250	0,211	519,945	80	0,023	0,13
SPT.14	RPT.01	JPT.12	25,721	0,109	456,482	85	0,021	0,13
SPT.15	RPT.01	JPT.13	7,753	0,056	303,227	70	0,022	0,13
SPT.16	RPT.01	JPT.14	10,217	0,033	153,268	85	0,021	0,13
SPT.17	RPT.01	OPT.02	13,125	0,122	308,430	85	0,022	0,13

3. Junction

Junction merupakan *node-node* sistem drainase yang berfungsi untuk menggabungkan satu saluran dengan saluran lainnya. Dalam memodelkan suatu *junction* diperlukan beberapa parameter sebagai berikut:

a. *Invert Elv* / elevasi dasar *junction* (m)

Elevasi dasar *junction* diambil dari elevasi muka tanah di tambah kedalaman maksimum suatu *junction*. Gambar 4.11 memperlihatkan dimensi *junction* Bandarharjo (JPT.09) yang menunjukkan elevasi dasar



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

junction 3,86 m. Untuk besarnya nilai elevasi dasar tiap *junction* dapat dilihat pada Tabel 4.24.

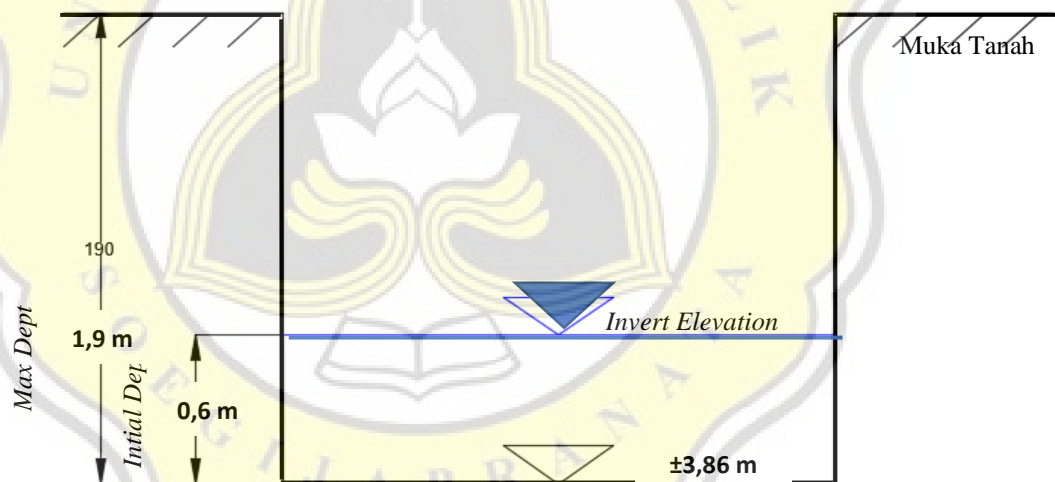
b. *Max Depth* / kedalaman maksimum (m)

Max dept merupakan jarak antara muka tanah dengan dasar saluran.

Sebagai contoh pada Gambar 4.11 dapat diketahui kedalaman maksimum pada *junction* Bandarharjo (JPT.09) yakni 1,9 m.

c. *Initial Depth* / kedalaman muka air awal (m)

Kedalaman muka air awal ini diketahui dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Kedalaman muka air awal ini didefinisikan sebagai kedalaman muka air saat pengamatan. Gambar 4.11 menunjukkan dimensi *junction* Bandarharjo (JPT.09) dengan kedalaman muka air saat pengamatan mencapai 0,6 m.



Gambar 4.11 Dimensi *Junction* Bandarharjo (JPT.09)

Parameter – parameter yang digunakan pemodelan tiap *junction* pada sistem drainase Polder Tawang ditunjukkan pada Tabel 4.24 dibawah ini.

Tabel 4.24 Nilai Parameter tiap *Junction* Sistem Drainase Polder Tawang.

Node	<i>Invert El.</i> (m)	<i>Max. Depth</i> (m)	<i>Initial depth</i> (m)
JPT.01	7,13	1,8	0,90
JPT.02	6,63	1,8	0,90
JPT.03	5,98	1,8	0,95
JPT.04	6,39	1,8	0,90



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Tabel 4.24 Nilai Parameter tiap *Junction* Sistem Drainase Polder Tawang (lanjutan)

Node	Invert El. (m)	Max. Depth (m)	Initial depth (m)
JPT.05	5,13	1,6	0,60
JPT.06	7,05	1,5	0,45
JPT.07	6,41	1,5	0,45
JPT.08	4,25	1,9	0,70
JPT.09	3,86	1,9	0,60
JPT.10	4,24	1,8	0,60
JPT.11	4,19	1,8	0,60
JPT.12	4,38	2,0	0,70
JPT.13	4,13	1,9	0,65
JPT.14	3,93	2,0	0,65

4. Conduit

Conduit merupakan saluran atau pipa yang menyalurkan air dari *node* satu ke *node* lainnya, selain itu *conduit* juga berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan dari suatu *subcatchment*. Pada umumnya bentuk penampang *conduit* bermacam-macam mulai dari jenis saluran yang terbuka dan tertutup. Pada sistem drainase Polder Tawang ini terdiri dari 14 saluran drainase yang memiliki dimensi dan karakteristik yang berbeda-beda. Gambar 4.12 memperlihatkan pembagian *conduit* pada sistem drainase Polder Tawang.



Gambar 4.12 Pembagian *Conduit* Pada Sistem Drainase Polder Tawang



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

Parameter yang diperlukan pada *conduit* ini meliputi :

a. Bentuk penampang saluran (*Shape*)

Bentuk penampang saluran pada sistem drainase Polder Tawang merupakan saluran terbuka dengan bentuk penampang persegi panjang. Untuk dimensinya memiliki ukuran yang berbeda-beda.

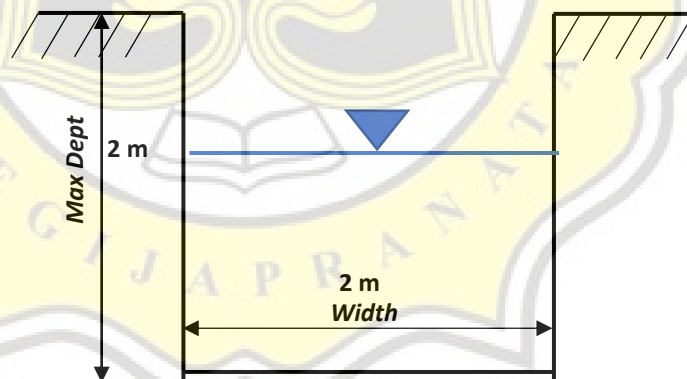
b. Kedalaman maksimum / *Max Depth* (m)

Kedalaman maksimum untuk masing-masing saluran drainase Polder Tawang berbeda-beda. Gambar 4.13 menunjukkan dimensi saluran Bandarharjo (CPT.09) dengan kedalaman maksimum 2 m.

c. Lebar saluran / *Width* (m)

Lebar masing-masing saluran drainase Polder Tawang memiliki ukuran yang bervariasi, hal ini menyesuaikan kapasitas saluran tersebut. Gambar 4.13 menunjukkan dimensi saluran

Bandarharjo (CPT.09) memiliki lebar saluran 2 m. Sedangkan untuk lebar masing – masing saluran dapat dilihat pada Tabel 4.25.



Gambar 4.13 Dimensi Saluran Bandarharjo (CPT.09)

d. Panjang saluran / *Length* (m)

Untuk panjang masing-masing saluran drainase Polder Tawang didapatkan secara otomatis dengan pengukuran pada EPA SWMM 5.1. Sebagai contoh Gambar 4.14 menunjukkan lokasi saluran Bandarharjo (CPT.09)



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang



Gambar 4.14 Lokasi Saluran Bandarharjo (CPT.09)

e. *Roughness*

Mengingat saluran drainase Polder Tawang menggunakan material pelapis beton, maka untuk nilai angka kekasaran *Manning* didapatkan angka 0,012 hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.17. Angka kekasaran *Manning* dipengaruhi oleh material pelapis saluran tersebut. Untuk nilai parameter *conduit* sistem drainase Polder Tawang dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Nilai Parameter *Conduit* Sistem Drainase Polder Tawang

Data	Inlet Node	Outlet Node	Shape	Max. Depth (m)	Bottom Width (m)	Length (m)	Roughness
CPT.01	JPT.01	JPT.02	RECT_OPEN	1,8	1,95	365,91	0,012
CPT.02	JPT.02	JPT.03	RECT_OPEN	1,8	2,25	617,82	0,012
CPT.03	JPT.04	JPT.03	RECT_OPEN	1,8	2,35	323,40	0,012
CPT.04	JPT.03	JPT.05	RECT_OPEN	1,8	2,35	223,69	0,012
CPT.05	JPT.06	JPT.07	RECT_OPEN	1,5	2,30	239,78	0,012
CPT.06	JPT.07	JPT.05	RECT_OPEN	1,6	2,50	293,46	0,012
CPT.07	JPT.05	JPT.08	RECT_OPEN	1,9	3,10	245,34	0,012
CPT.08	JPT.08	JPT.09	RECT_OPEN	1,9	2,0	253,38	0,012
CPT.09	JPT.09	OPT.01	RECT_OPEN	2,0	2,0	453,27	0,012
CPT.10	JPT.10	JPT.11	RECT_OPEN	1,8	2,10	512,19	0,012
CPT.11	JPT.11	JPT.13	RECT_OPEN	2,0	2,10	264,78	0,012
CPT.12	JPT.12	JPT.13	RECT_OPEN	2,0	2,10	361,77	0,012
CPT.13	JPT.13	JPT.14	RECT_OPEN	2,0	2,10	105,55	0,012
CPT.14	JPT.14	OPT..02	RECT_OPEN	2,0	2,10	415,15	0,012



5. *Outfall*

Outfall merupakan titik pemberhentian dari sistem drainase yang digunakan untuk menentukan batas hilir (*downstream*). Pada pemodelan ini *outfall* pada sistem drainase Polder Tawang ini menggunakan *type FREE*, hal ini dikarenakan aliran air yang bermuara ke hilir tidak terhambat oleh bangunan apapun (tidak ada pintu air). Pada sistem drainase Polder Tawang ini terdiri dari 2 *outfall* yaitu *outfall* OPT.01 yang bermuara di Kali Semarang dan *outfall* OPT.02 yang bermuara di Kali Baru seperti pada Gambar 4.3 . Berikut parameter yang diperlukan dalam pemodelan *outfall*.

Tabel 4.26 Parameter Pada Pemodelan *Outfall*

<i>Outfall</i>	<i>Elevasi dasar (m)</i>	<i>Max Depth (m)</i>	<i>Tide Gate</i>	<i>Inflows</i>	<i>Type</i>	<i>Fixed Stage</i>
OPT.01	3,46	1,90	No	No	FREE	0
OPT.02	3,84	2,00	No	No	FREE	0

6. *Storage Unit*

Pada sistem drainase Polder Tawang ini terdapat kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) yang berlokasi didepan Stasiun Tawang Semarang. Kolam retensi ini berfungsi untuk menampung air limpasan sementara dan kemudian dialirkan kembali ke badan air penerima. Gambar 4.15 menunjukkan tampak atas kolam retensi Polder Tawang (JPT.05).

Invert Elevasi = 5,13 m

Max.Depth = 3 m

Initial Depth = 2 m

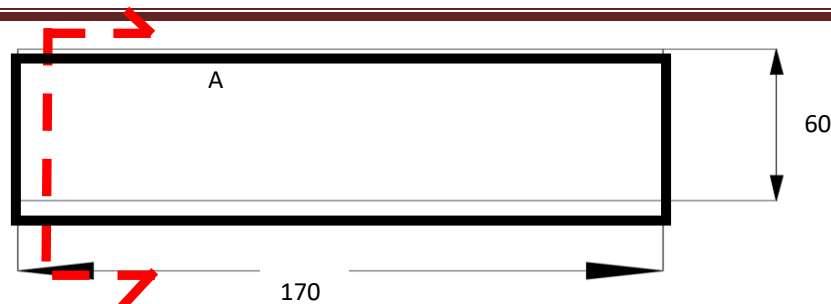
Storage Curve = Tabular

Storage Editor = Depth (0 m) ----- Area 10.000 m²

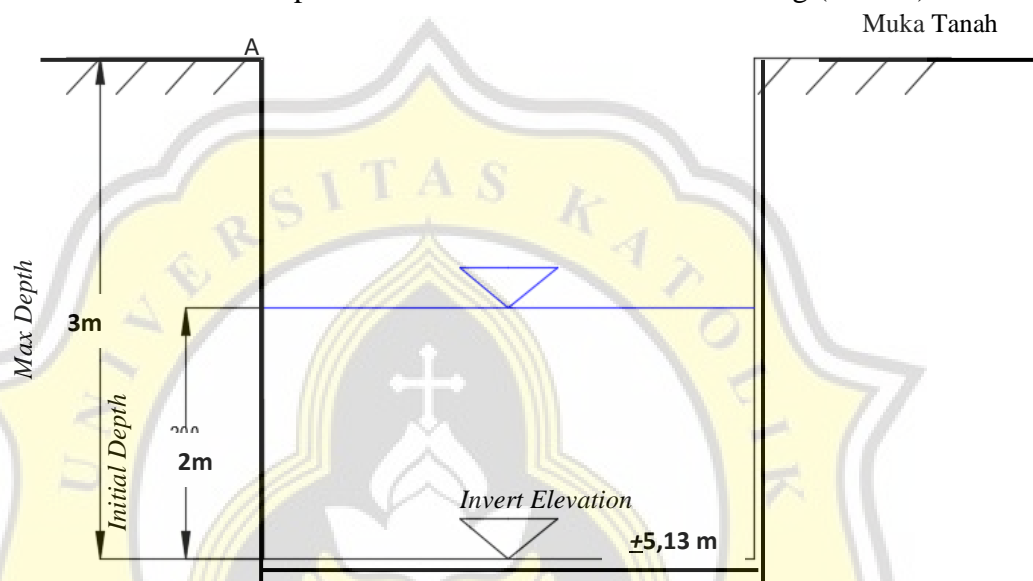
Depth (3 m) ----- Area 10.000 m²



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang



Gambar 4.15 Tampak Atas Kolam Retensi Polder Tawang (JPT.05)



Gambar 4.16 Potongan A – A' Kolam Retensi Polder Tawang (JPT.05)

7. Pump

Jika pada suatu sistem drainase, aliran air tidak dapat mengalir secara gravitasi maka diperlukan pompa untuk membantu mengalirkan air ke tempat yang lebih tinggi. Biasanya sistem pompa ini sendiri juga digunakan untuk mempercepat laju aliran air agar tidak terjadi limpasan pada saluran. Kurva pompa menjelaskan hubungan antara laju aliran dan kondisi pompa pada *inlet* dan *outlet* nya node. Pada permodelan sistem drainase Polder Tawang ini terdiri dari 1 pompa eksisting (CPT.07) yang terletak di Jalan Merak tepatnya didepan Stasiun Tawang Semarang. Pompa eksisting Polder Tawang dapat dilihat pada Gambar 2.17. Parameter yang diperlukan pada pemodelan *pump* ini meliputi:

- a. *Initial on/off status* : Status pompa nyala atau mati
- b. *Startup depths* : Kedalaman pada saat pompa dinyalakan (m)



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

- c. *Shutoff depths* : Kedalaman pada saat pompa dimatikan (m)
d. Kapasitas pompa : 0,6 m³/s

Parameter pompa eksisting didapatkan dari hasil wawancara dengan penjaga rumah pompa kolam retensi Polder Tawang. Tabel 4.27 menunjukkan parameter pompa eksisting sistem Polder Tawang

Tabel 4.27 Parameter Pompa Eksisting sistem Polder Tawang

Pompa eksisting	<i>Initial on/off status</i>	<i>Startup depths (m)</i>	<i>Shutoff depths (m)</i>	<i>Kapasitas Pompa m³/s</i>
1	Off	2,5	1,0	0,6

4.4.3 Analisis hasil simulasi kalibrasi

1. *Summary Report*

Setelah melakukan permodelan dengan parameter yang ada, selanjutnya dapat dilakukan simulasi untuk melihat respon aliran air. Pada pemodelan ini lamanya hujan dimodelkan selama 6 jam dan disimulasikan setiap 15 menit. Simulasi menghasilkan kualitas yang cukup baik dengan nilai *continuity error surface runoff* sebesar 0,56 % dan nilai *continuity error flow routing* sebesar 0,52%. Nilai simulasi kurang baik jika nilai *continuity error* mencapai 10%.

2. Pendekatan Hasil Simulasi

Dengan mengacu history terjadinya banjir yang pernah melanda Kecamatan Semarang Utara pada tanggal 17 Mei 2010, maka dilakukan pendekatan dengan hasil simulasi kalibrasi data ini. Hal ini dimaksudkan untuk meninjau permodelan yang telah dilakukan sudah sesuai atau belum dengan kondisi di lapangan.

Hasil simulasi menunjukkan terjadinya banjir pada *junction* Merak (JPT.08), *junction* Bandarharjo (JPT.09), dan *junction* Empu Tantular (JPT.11). Hal ini terjadi dikarenakan kapasitas saluran yang ada tidak dapat menampung besarnya debit air yang mengalir dari hasil limpasan dari beberapa *subcatchment* di sekitarnya. Pada daerah yang berdampak



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

banjir seperti JPT.08, JPT.09, dan JPT.11 merupakan daerah dengan prosentase daerah kedap air yang tinggi, mengingat pada wilayah tersebut merupakan daerah industri dan komersil. Besarnya volume dan lamanya banjir yang terjadi pada *junction* JPT.09, JPT.11, dan JPT.14 dapat dilihat pada Tabel 4.28 di bawah ini.

Tabel 4.28. Volume Dan Lama Banjir Pada JPT.09, JPT.11, Dan JPT.14.

<i>Node</i>	Nama Saluran	<i>Hours Flooded</i>	<i>Total Flood Volume</i> 10⁶ liter
JPT.09	Jalan Bandarharjo	0,781	7,945
JPT.11	Jalan Empu Tantular	2,013	14,,597
JPT.14	Jalan Usman Janatin	1,61	17,811
	Jumlah		40,353

Dengan melihat Tabel 4.28 di atas, hal itu sesuai dengan data history terjadinya banjir yang pernah terjadi di Kecamatan Semarang Utara pada tanggal 17 Mei 2010. Banjir saat itu merendam Kelurahan Tanjungmas khususnya di daerah Bandarharjo dengan ketinggian genangan mencapai 50 centimeter dengan wilayah terparah berdampak banjir di Jalan Empu Tantular. Banjir merendam daerah Bandarharjo seluas 8,074 ha selama 2-3 jam (Suara Merdeka). Dengan luas area yang terendam banjir mencapai 8,705 ha dengan ketinggian 50 cm maka volume banjir diperkirakan mencapai $40,375 \times 10^6$ liter. Hal ini sesuai dengan total volume banjir yang terjadi pada *junction* Bandarharjo (JPT.09), Empu Tantular (JPT.11), dan Usman Janatin(JPT.14) yakni sebesar $40,353 \times 10^6$ liter seperti pada Tabel 4.28. Sehingga parameter yang digunakan untuk parameter kalibrasi dapat digunakan untuk simulasi berikutnya.

4.5 Kondisi eksisting

Pemodelan dilakukan sesuai dengan kondisi eksisting sistem drainase Polder Tawang di lapangan. Sistem drainase Polder Tawang ini terdiri dari jaringan saluran drainase, pintu air, rumah pompa, dan kolam retensi. Selain itu simulasi sesuai kondisi eksisting ini dilakukan untuk mengetahui kondisi terkini dan permasalahan



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

yang ada mengenai sistem drainase Polder Tawang tersebut. Tujuannya agar solusi yang diterapkan pada pemodelan ini tepat dan akurat. Kondisi – kondisi tersebut didapatkan melalui survey lapangan.

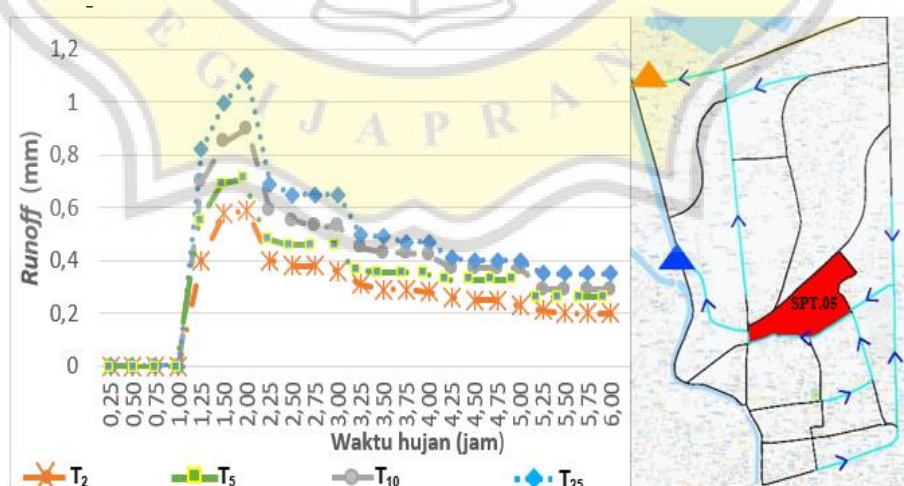
1. Komponen dan parameter Simulasi Kondisi Eksisting

Komponen serta parameter yang digunakan dalam simulasi kondisi eksisting ini menggunakan parameter dan komponen simulasi kalibrasi. Perbedaannya yaitu data curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan periode ulang 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan dan 25 tahunan. Komponen dan parameter lainnya telah dijelaskan pada sub bab kalibrasi model.

2. Analisis hasil simulasi hujan

a. Hidrograf *Subcatchment*

Hasil simulasi dengan periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}) menunjukkan bahwa limpasan terbesar terjadi pada *subcatchment* Stasiun Tawang (SPT.05). Hal ini dikarenakan pada *subcatchment* tersebut mempunyai nilai %-impervious (daerah kedap air) yang cukup besar mengingat pada daerah tersebut merupakan wilayah komersial yaitu stasiun Tawang. Hasil simulasi *subcatchment* untuk masing – masing periode ulang dapat dilihat pada Tabel 4.29. Sedangkan untuk Grafik hidrograf aliran pada SPT.05 dapat dilihat pada Gambar 4.17.



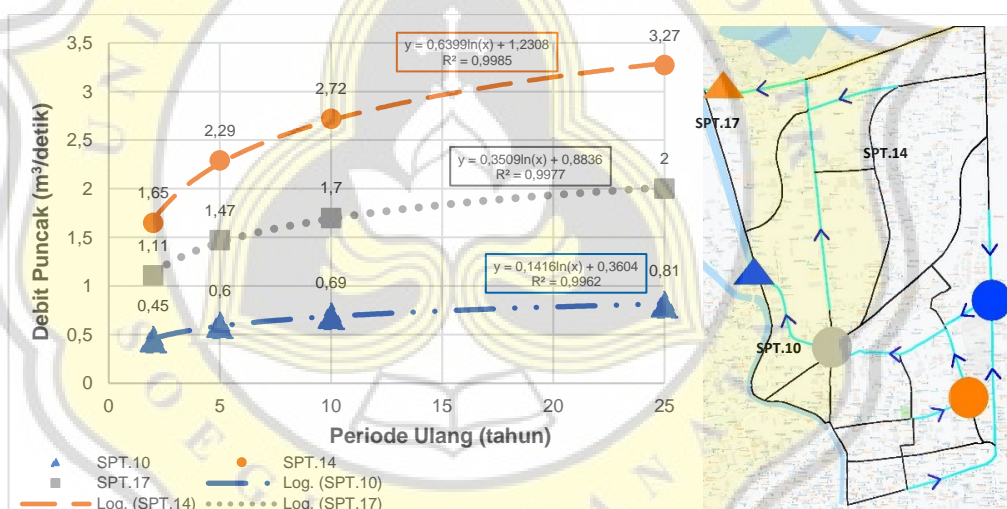
Gambar 4.17 Grafik Hidrograf Aliran Pada SPT.05 Dengan Periode Ulang 2 Tahunan (T_2), 5 Tahunan (T_5), 10 Tahunan (T_{10}), Dan 25 Tahunan (T_{25})



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

b. Debit Puncak pada *Subcatchment*

Hasil simulasi pada Tabel 4.30 menunjukkan bahwa pada tiap periode ulang menghasilkan nilai debit puncak yang berbeda-beda. Sebagai contoh pada periode ulang 2 tahunan debit puncak terbesar terjadi pada *subcatchment* Ronggowarsito (SPT.14) yaitu sebesar 1,65 m³/detik, hal ini terjadi karena pada *subcatchment* SPT.14 merupakan daerah pemukiman penduduk. Sedangkan debit puncak terkecil terjadi pada *subcatchment* Bandarharjo (SPT.10) sebesar 0,45 m³/detik dengan luas wilayah 5,391 ha. Untuk debit puncak sedang terjadi pada *subcatchment* Usman Janatin (SPT.17) sebesar 1,1 m³/detik. Grafik debit puncak pada SPT.10, SPT.14, dan SPT.17 untuk tiap periode ulang dapat dilihat pada Gambar 4.18. Sedangkan Tabel 4.29 menunjukkan besarnya nilai debit puncak pada SPT.10, SPT.14, dan SPT.17.



Gambar 4.18 Grafik Debit Puncak Pada SPT.10, SPT.14, Dan SPT.17 Untuk Tiap Periode Ulang

Tabel 4.29 Nilai Debit Puncak Pada SPT.10, SPT.14, Dan SPT.17

Debit Puncak (m ³ /detik)			
Periode Ulang (tahun)	SPT.10	SPT.14	SPT.17
2	0,45	1,65	1,11
5	0,6	2,29	1,47
10	0,69	2,72	1,7
25	0,81	3,27	2

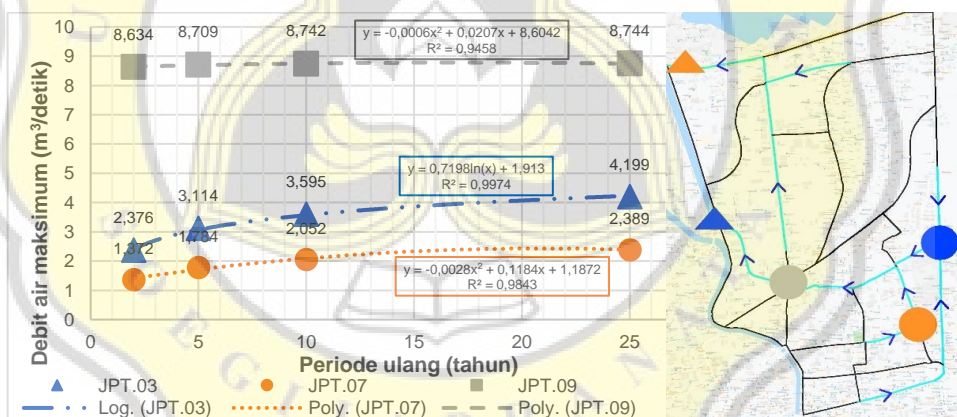


Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

c. Debit air maksimum pada *Junction*

Hasil simulasi menunjukkan untuk periode ulang 2 tahunan debit air maksimum yang masuk pada kolam retensi melalui *junction* Pengapon (JPT.03) sebesar 2,376 m³/detik. Sedangkan debit air maksimum yang masuk pada kolam retensi melalui *junction* Cendrawasih (JPT.07) yakni sebesar 1,372 m³/detik. Untuk debit air maksimum terbesar terjadi pada *junction* Bandarharjo (JPT.09) yakni sebesar 8,634 m³/detik, hal ini dikarenakan pada *junction* JPT.09 mengalirkan limpasan air yang cukup besar dari beberapa *subcatchment* dengan area yang cukup luas dan presentase daerah kedap airnya cukup besar. Hasil simulasi debit air maksimum pada *junction* tiap periode ulang dapat dilihat pada Tabel 4.30. Sedangkan Gambar 4.19 menunjukkan Grafik debit air maksimum pada JPT.03, JPT.07, dan JPT.09 untuk tiap periode ulang.



Gambar 4.19 Grafik Debit Air Maksimum Pada JPT.03, JPT.07, Dan JPT.09 Untuk Tiap Periode Ulang

Tabel 4.30 Hasil Simulasi Debit Air Maksimum Pada *Junction* Tiap Periode Ulang

Node	Total Aliran Maksimum (m ³ /detik)			
	Periode Ulang (tahun)			
	2	5	10	25
JPT.01	0,508	0,663	0,765	0,892
JPT.02	0,981	1,289	1,489	1,740
JPT.03	2,376	3,114	3,595	4,199
JPT.04	0,642	0,836	0,963	1,123
JPT.05	5,058	6,604	7,613	8,879
JPT.06	0,547	0,708	0,814	0,946



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Tabel 4.30 Hasil Simulasi Debit Air Maksimum Pada *Junction* Tiap Periode Ulang (lanjutan)

Node	Total Aliran Maksimum (m ³ /detik)			
	Periode Ulang (tahun)			
	2	5	10	25
JPT.07	1,372	1,784	2,052	2,389
JPT.08	6,623	7,115	7,281	7,490
JPT.09	8,634	8,709	8,742	8,744
JPT.10	1,889	1,985	2,048	2,098
JPT.11	3,889	4,089	4,231	4,531
JPT.12	2,773	2,978	3,111	3,271
JPT.13	7,899	8,111	8,231	8,387
JPT.14	7,864	8,009	8,211	8,435

3. Node flooding

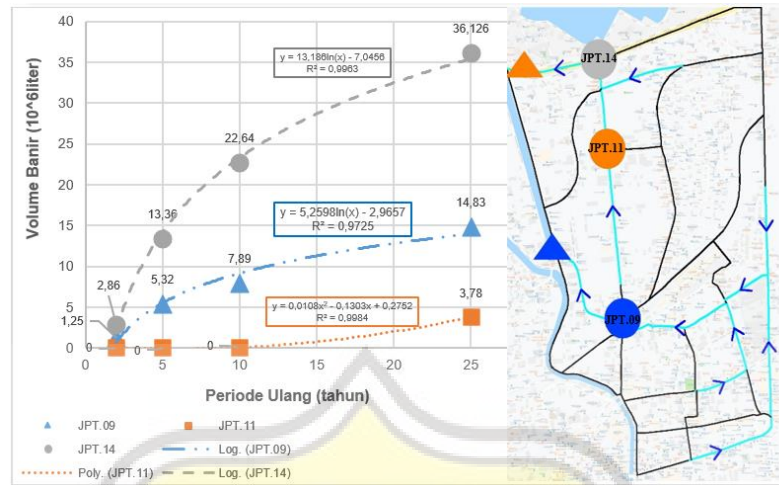
Hasil simulasi menunjukkan bahwa limpasan air pada masing-masing *subcatchment* cukup besar sehingga mengakibatkan meluapnya air pada beberapa *junction* dengan volume yang berbeda-beda. Hasil simulasi *Node Flooding* dapat dilihat pada Tabel 4.32 dibawah ini. Dengan melihat Tabel 4.31 menunjukkan bahwa pada periode ulang 25 tahunan terjadi banjir pada *junction* Bandarharjo (JPT.09) dengan volume banjir mencapai $14,83 \times 10^6$ liter. Selain itu banjir juga terjadi pada *junction* Empu Tantular (JPT.11) dan *junction* Usman Janatin (JPT.14) dengan volume banjir $3,78 \times 10^6$ liter dan $36,126 \times 10^6$ liter. Gambar 4.20 menunjukkan Grafik volume banjir pada JPT.09, JPT.11, dan JPT.14 untuk tiap periode ulang.

Tabel 4.31 Hasil Simulasi *Node Flooding* Tiap Periode Ulang

Periode Ulang (tahun)	Volume Banjir (10 ⁶ liter)		
	JPT.09	JPT.11	JPT.14
2	1.25	0	2.86
5	5.32	0	13.36
10	7.89	0	22.64
25	14.83	3.78	36.126
25	14.83	3.78	36.126



Tugas Akhir
 Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

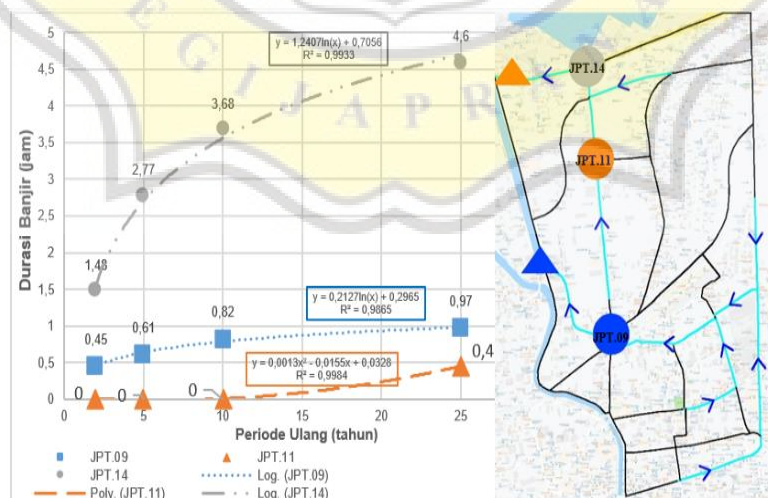


Gambar 4.20 Grafik Volume Banjir Pada JPT.09, JPT.11, Dan JPT.14 Untuk Tiap Periode Ulang

Sedangkan untuk durasi banjir pada *junction* Bandarharjo (JPT.09), *junction* Empu Tantular (JPT.11), dan *junction* Usman Janatin (JPT.14) dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Durasi Banjir

Periode ulang (tahun)	Durasi Banjir (jam)		
	JPT.09	JPT.11	JPT.14
2	0.45	0	1.48
5	0.61	0	2.77
10	0.82	0	3.68
25	0.97	0.45	4.6



Gambar 4.21 Grafik Durasi Banjir Pada JPT.09, JPT.11, Dan JPT.14 Untuk Tiap Periode Ulang



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

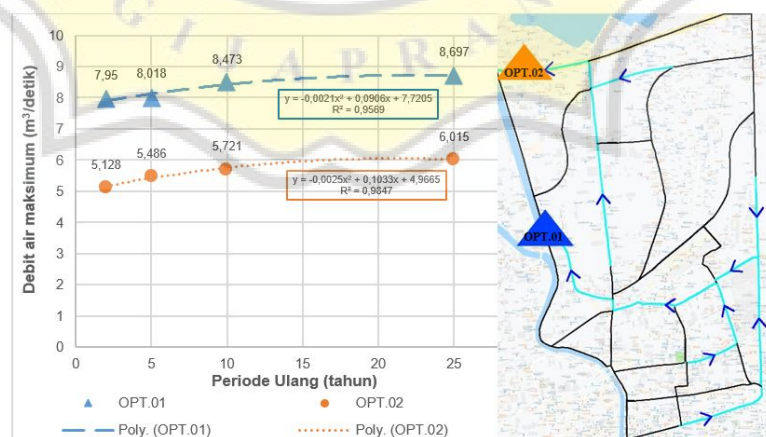
Untuk masing-masing *junction* memiliki durasi banjir yang berbeda-beda, hal ini bergantung pada besarnya volume banjir yang terjadi. Gambar 4.21 menunjukkan grafik durasi banjir pada JPT.09, JPT.11, dan JPT.14 untuk tiap periode ulang.

d. Debit air maksimum pada *Outfall*

Hasil simulasi pemodelan kondisi eksisting menunjukkan besarnya debit air maksimum yang mengalir pada masing-masing *outfall* berbeda-beda. Tabel 4.33 menunjukkan hasil simulasi debit air maksimum yang mengalir pada masing-masing *outfall* untuk periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}). Dengan melihat Tabel 4.34 dapat diketahui pada periode ulang 2 tahunan besarnya debit air maksimum yang mengalir melalui *outfall* Kali Semarang (OPT.01) sebesar 7,95 m³/detik, sedangkan untuk *outfall* Kali Baru (OPT.02) sebesar 5,128 m³/detik. Gambar 4.22 memperlihatkan Grafik debit air maksimum pada OPT.01 dan OPT.02 untuk tiap periode ulang.

Tabel 4.33 Hasil Simulasi Debit Air Maksimum Pada *Outfall*

Periode ulang (tahun)	Debit air maksimum (m ³ /detik)	
	OPT.01	OPT.02
2	7.95	5.128
5	8.018	5.486
10	8.473	5.721
25	8.697	6.015



Gambar 4.22 Grafik Debit Air Maksimum Pada OPT.01 Dan OPT.02 Untuk Tiap Periode Ulang

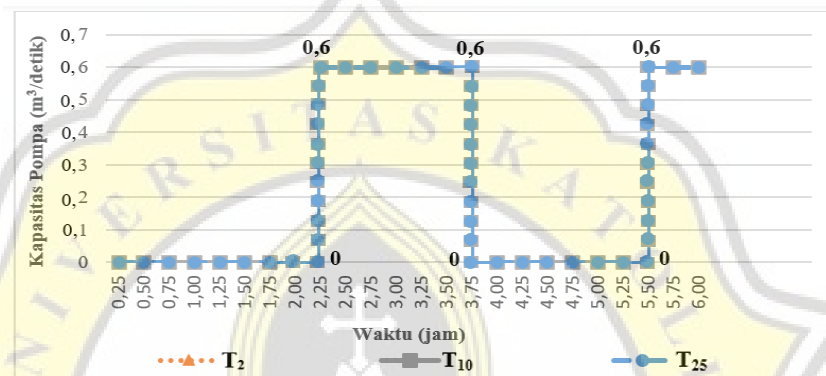


Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

e. Pompa

Hasil simulasi pemodelan menunjukkan kinerja kapasitas pompa eksisting terhadap waktu berfungsinya pompa. Gambar 4.24 menunjukkan kinerja pompa eksisting saluran Merak (CPT.07) untuk periode ulang 2 tahunan (T_2), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}). Dengan melihat Gambar 4.23 dapat diketahui bahwa kinerja pompa eksisting (CPT.07) tidak efisien, dikarenakan status hidup dan mati pompa eksisting berdekatan.



Gambar 4.23 Kinerja Pompa Eksisting (CPT.07) Untuk Periode Ulang 2 Tahunan (T_2), 10 Tahunan (T_{10}), Dan 25 Tahunan (T_{25})

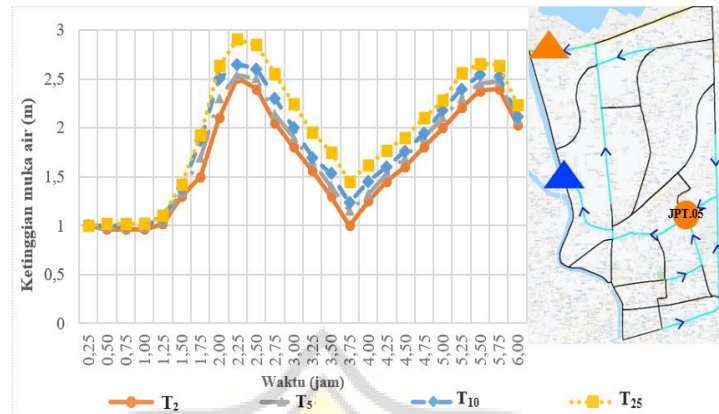
Sebagai contoh pada periode ulang 2 tahunan, pada jam ke-2,25 status pompa dalam kondisi hidup, setelah itu pada jam ke-3,75 status pompa dalam kondisi mati, dan pompa hidup kembali pada jam ke-5,50. Dengan kondisi seperti dapat mengakibatkan pompa cepat rusak

f. Kolam retensi

Hasil simulasi menunjukkan ketinggian muka air pada kolam retensi yang berlokasi di depan Stasiun Tawang (JPT.05) yang ditunjukkan pada Gambar 4.24. Ketinggian muka air kolam retensi ini dipengaruhi oleh kinerja pompa eksisting yang ada. Mengingat salah satu fungsi pompa eksisting ialah untuk menurunkan ketinggian muka air.



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang



Gambar 4.24 Ketinggian Muka Air Kolam Retensi Polder Tawang (JPT.05) Untuk Periode Ulang 2 Tahunan (T_2), 5 Tahunan (T_5), 10 Tahunan (T_{10}), Dan 25 Tahunan (T_{25})

Gambar 4.24 menunjukkan Grafik ketinggian muka air pada kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) untuk periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}). Seperti yang dapat kita lihat pada Tabel 4.34 ketinggian muka air kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) pada periode ulang 2 tahunan mencapai 2,506 m. Hal ini cukup riskan mengingat kedalaman kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) hanya 3 meter.

Tabel 4.34 Ketinggian Muka Air Kolam Retensi Polder Tawang (JPT.05)

Periode ulang (tahun)	Ketinggian muka air (m)
2	2.506
5	2.537
10	2.649
25	2.902

Hasil Analisis menunjukkan bahwa pada simulasi pemodelan sesuai kondisi eksisting dengan periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), dan 10 tahunan (T_{10}) terjadi banjir pada *junction* Bandarharjo (JPT.09) dan *junction* Usman Janatin (JPT.14) dengan volume dan durasi banjir yang berbeda. Sedangkan untuk simulasi pemodelan dengan periode ulang 25 tahunan (T_{25}) terjadi banjir pada *junction* Bandarharjo (JPT.09), *junction* Empu



Tantular (JPT.11), dan *junction* Usman Janatin (JPT.14). Dengan melihat masih terjadinya banjir di beberapa kawasan sistem Polder Tawang, maka perlu dilakukannya optimalisasi kolam retensi dan pompa eksisting guna mengurangi resiko terjadinya banjir di wilayah Tanjung Mas Semarang.

4.6 Optimalisasi

Pemodelan ini bertujuan untuk memperoleh suatu kondisi kolam retensi dan pompa dapat bekerja dengan optimal sehingga dapat mencegah resiko terjadinya banjir pada daerah cakupan Polder Tawang. Pemodelan optimalisasi ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu pemodelan dengan optimalisasi kolam retensi, pemodelan dengan optimalisasi pompa, dan pemodelan dengan optimalisasi kolam retensi beserta pompa.

4.6.1 Pemodelan dengan optimalisasi kolam retensi

Dengan melihat hasil simulasi pemodelan sesuai kondisi eksisting dapat kita ketahui bahwa debit air yang mengalir pada masing-masing saluran cukup besar khususnya pada kawasan Usman Janatin dan sekitarnya. Sehingga dibutuhkan kolam retensi baru untuk mengurangi debit air yang mengalir pada saluran Usman Janatin dan sekitarnya.

Selain itu untuk menampung sementara debit air yang mengalir pada kawasan Tawang dan sekitarnya, maka diperlukan desain baru kolam retensi Polder Tawang seperti pada Gambar 4.25 yang sebelumnya sudah ada. Hal ini perlu dilakukan karena kolam retensi Polder Tawang yang ada saat ini dinilai belum optimal dalam pengendalian banjir di Kawasan Tawang dan sekitarnya.

Berikut parameter-paramater dan desain kolam retensi yang digunakan pada Pemodelan Optimalisasi Kolam Retensi :

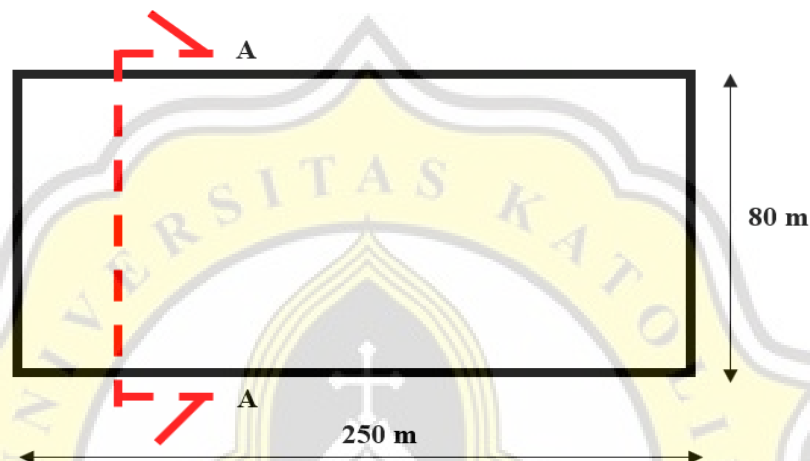
1. Kolam Retensi Usman Janatin (JPT.14 / baru)

- a. Lokasi : JPT.14 (di daerah Usman Janatin)
Pemilihan lokasi berdasarkan ketersediaan lahan kosong yang ada pada daerah tersebut.
- b. *Invert Elevasi* : 3,93 m

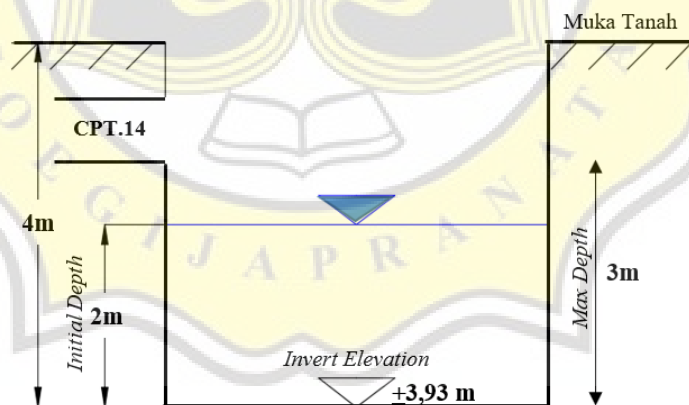


Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

- c. *Max Depth* : 4 m
- d. *Initial Depth* : 2 m
- e. Luas Kolam : 20.000 m²
- f. Kapasitas Kolam: 80.000 m³
- g. Dimensi Kolam : Direncanakan kolam retensi penampang sebagai berikut.



Gambar 4.25 Tampak Atas Kolam Retensi Baru Usman Janatin (JPT.14)



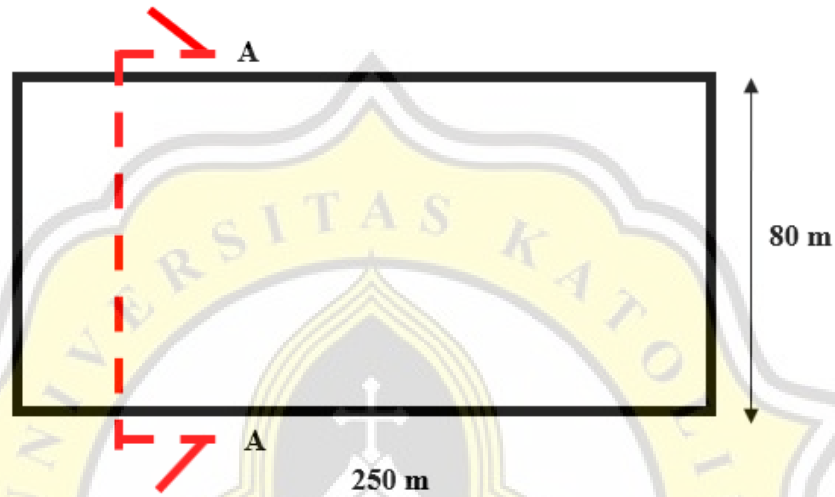
Gambar 4.26 Potongan A-A Kolam Retensi Baru Usman Janatin (JPT.14)

2. Kolam Retensi Polder Tawang (JPT.05 / desain ulang)
 - a. Lokasi : JPT.05 (di depan Stasiun Tawang Semarang)
 - b. *Invert Elevasi* : 5,13 m
 - c. *Max Depth* : 4 m

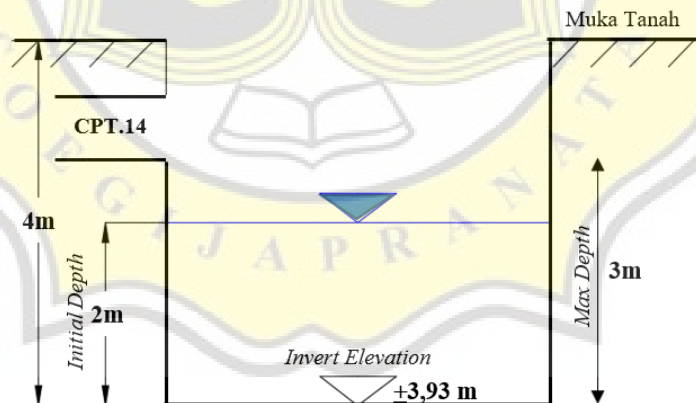


Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

- d. *Initial Depth* : 2 m
 e. Luas Kolam : 20.000 m²
 f. Kapasitas Kolam : 80.000 m³
 g. Dimensi Kolam : Direncanakan kolam retensi dengan penampang sebagai berikut



Gambar 4.27 Tampak Atas Desain Baru Kolam Retensi Polder Tawang (JPT.05)



Gambar 4.28 Potongan A-A Kolam Retensi Polder Tawang (JPT.05)

Dari hasil perhitungan dan gambar yang sudah diterapkan didapatkan hasil analisis sebagai berikut:

1. Hasil analisis optimalisasi kolam retensi
 - a. Debit air maksimum pada *Outfall*

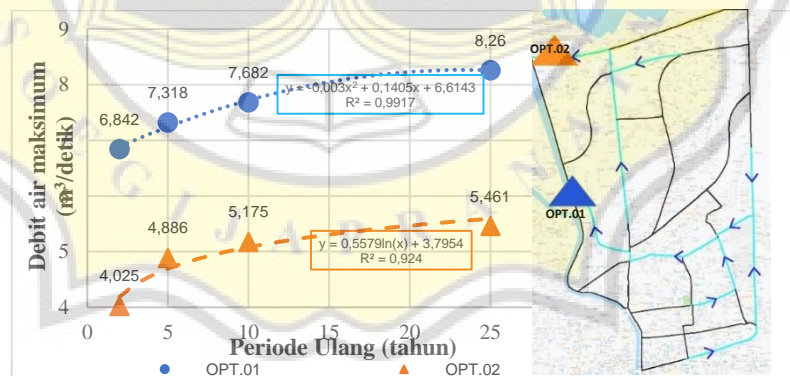


Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

Hasil simulasi pemodelan Optimalisasi kolam retensi menunjukkan besarnya debit air maksimum yang mengalir pada masing-masing *outfall* berbeda-beda. Tabel 4.35. menunjukkan hasil simulasi debit air maksimum yang mengalir pada masing-masing *Outfall* untuk periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}) dan 25 tahunan (T_{25}). Dengan melihat Tabel 4.36 dapat diketahui bahwa pada periode ulang 10 tahunan (T_{10}) besarnya debit air maksimum yang mengalir melalui *outfall* Kali Semarang (OPT.01) sebesar 7,682 m³/detik sedangkan untuk *outfall* Kali Baru (OPT.02) sebesar 5,175 m³/detik. Gambar 4.29 memperlihatkan Grafik debit air maksimum pada OPT.01 dan OPT.02 untuk tiap periode ulang.

Tabel 4.35 Hasil Simulasi Debit Air Maksimum Pada *Outfall*

Periode ulang (Tahun)	OPT.01 (m ³ /detik)	OPT.02 (m ³ /detik)
2	6.842	4.025
5	7.318	4.886
10	7.682	5.175
25	8.26	5.461



Gambar 4.29 Grafik Debit Air Maksimum Pada *Outfall* OPT.01 Dan OPT.02 Untuk Tiap Periode Ulang

b. Pompa

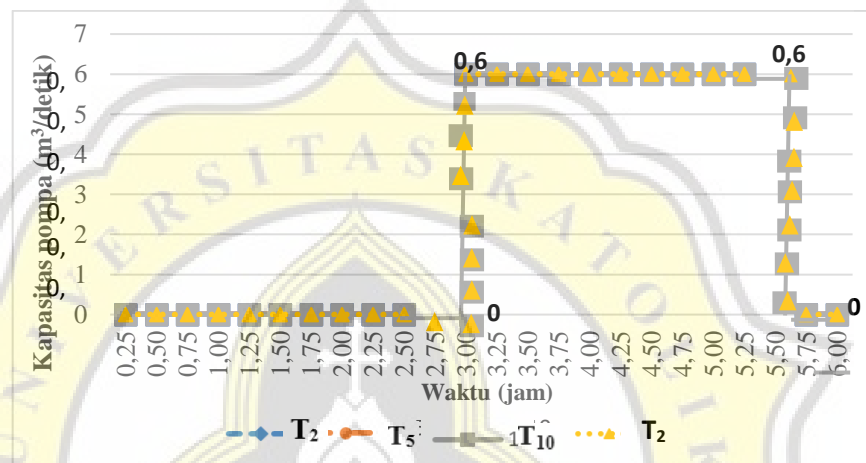
Hasil simulasi pemodelan menunjukkan kinerja kapasitas pompa terhadap waktu berfungsinya pompa. Gambar 4.31 menunjukkan kinerja pompa saluran Merak (CPT.07) untuk periode ulang 2 tahunan



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

(T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}). Mengingat kinerja pompa stabil sehingga status pompa tidak sering hidup dan mati. Dengan kondisi seperti inilah pompa akan tidak cepat rusak dan dapat bekerja secara optimal. Dengan melihat Gambar 4.31 dapat kita ketahui bahwa pompa akan hidup pada jam ke-3 dan akan mati kembali pada jam ke-5,5.



Gambar 4.30 Kinerja Pompa Saluran Merak (CPT.07) Untuk Periode Ulang 2 Tahunan (T_2), 5 Tahunan (T_5), 10 Tahunan (T_{10}), Dan 25 Tahunan (T_{25})

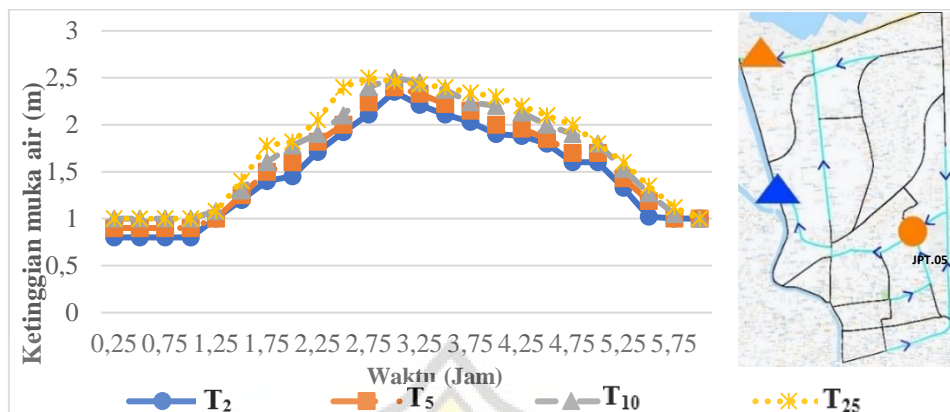
c. Kolam retensi

Hasil simulasi dengan periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}) menunjukkan ketinggian muka air pada kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) dan kolam retensi baru Usman Janatin (JPT.14). Ketinggian muka air kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) pada periode ulang 2 tahunan (T_2) mencapai 2,5 m yakni terjadi pada jam ke-3 dan setelah itu mengalami penurunan, mengingat pada jam ke-3 pompa saluran Merak (CPT.07) mulai hidup. Gambar 4.31 menunjukkan Grafik ketinggian muka air pada kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) untuk tiap periode ulang.

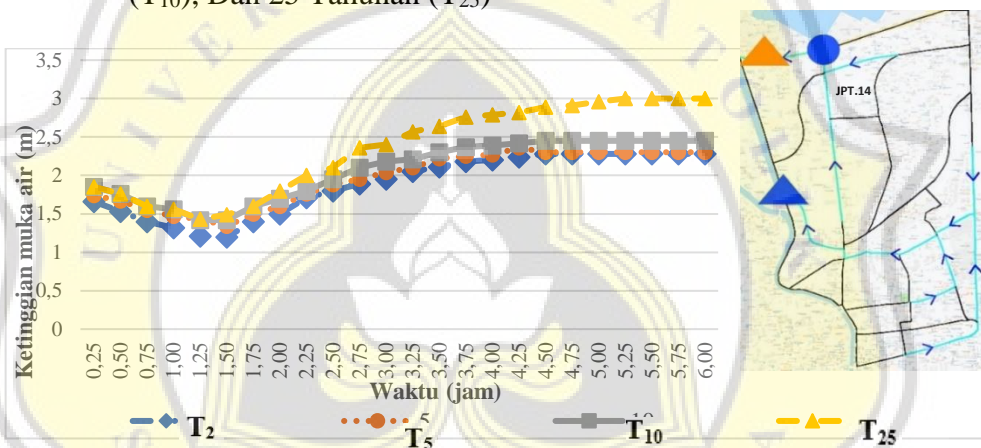


Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang



Gambar 4.31 Grafik Ketinggian Muka Air Kolam Retensi Polder Tawang (JPT.05) Untuk Periode Ulang 2 Tahunan (T₂), 5 Tahunan (T₅), 10 Tahunan (T₁₀), Dan 25 Tahunan (T₂₅)



Gambar 4.32 Grafik Ketinggian Muka Air Kolam Retensi Usman Janatin (JPT.14) Untuk Periode Ulang 2 Tahunan (T₂), 5 Tahunan (T₅), 10 Tahunan (T₁₀), Dan 25 Tahunan (T₂₅)

Grafik ketinggian muka air pada kolam retensi baru Usman Janatin (JPT.14) dapat dilihat pada Gambar 4.32. Hal ini berbeda dengan kolam retensi baru Usman Janatin (JPT.14) yang tidak memiliki pompa, maka ketinggian muka air pada kolam retensi Usman Janatin (JPT.14) tidak mengalami penurunan.

4.6.2 Komponen dan parameter optimalisasi pompa

1. Pump / pompa

Sesuai kondisi eksisting sistem Polder Tawang hanya memiliki 1 buah pompa (CPT.07) yang terdapat pada Saluran Merak. Berikut ini parameter pompa CPT.07 yang ada saat ini :



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

Initial Status = Off

Startup Depth = 2,5 m

Shutoff Depth = 1 m

Kapasitas pompa = 0,6 m³/s

Pada pemodelan Optimalisasi pompa ini terdiri dari 2 buah pompa dengan parameter sebagai berikut :

a. Parameter pompa pada saluran Merak (CPT.07):

Initial Status = Off

Startup Depth = 2,5 m

Shutoff Depth = 1 m

Kapasitas pompa = 0,8 m³/s

b. Parameter pompa baru pada saluran Usman Janantin (CPT.14):

Initial Status = Off

Startup Depth = 1,5 m

Shutoff Depth = 0,5 m

Kapasitas pompa = 0,6 m³/s

Karena komponen dan parameter lainnya tidak ada perubahan maka untuk parameter – parameter lainnya dapat dilihat pada sub bab kalibrasi.

2. Hasil analisis optimalisasi pompa

a. *Node Flooding* / Volume Banjir

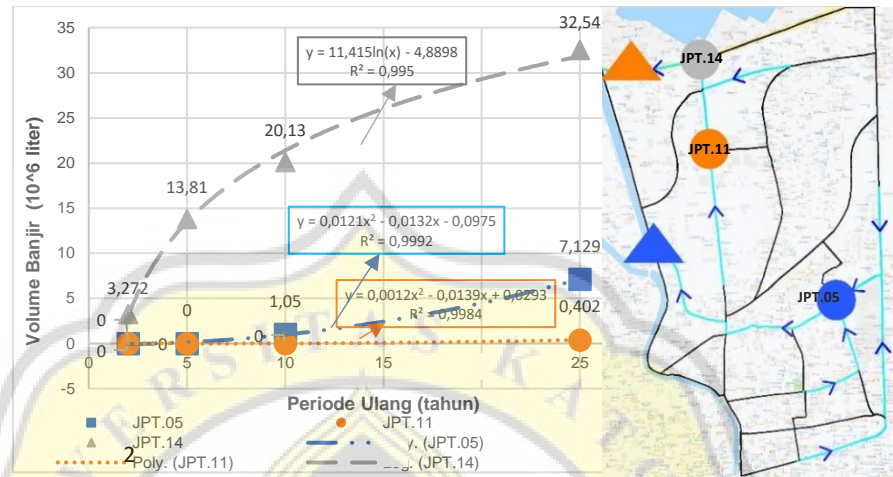
Hasil simulasi menunjukkan bahwa limpasan air yang terjadi pada masing-masing *subcatchment* cukup besar sehingga mengakibatkan meluapnya air pada beberapa *junction* dengan volume yang berbeda-beda. Dengan melihat Tabel 4.36 dapat kita ketahui bahwa pada periode ulang 2 tahunan (T₂) hingga 10 tahunan (T₁₀) banjir terjadi pada *junction* Pengapon (JPT.05), dan *junction* Usman Janantin (JPT.14). Sedangkan pada periode ulang 25 tahunan (T₂₅) banjir terjadi pada *junction* Pengapon (JPT.05), *junction* Empu Tantular (JPT.11), dan *junction* Usman Janantin (JPT.14). Besarnya volume banjir pada *junction* JPT.05, JPT.11, dan JPT.14 untuk tiap periode ulang dapat dilihat



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

pada Tabel 4.36. Sedangkan Gambar 4.33 menunjukkan grafik volume banjir pada *junction* Pengapon (JPT.05), *junction* Empu Tantular (JPT.11), dan *junction* Usman Janatin (JPT.14) untuk tiap periode ulang.



Gambar 4.33 Grafik Volume Banjir Pada *Junction* JPT.05, JPT.11, Dan JPT.14 Untuk Periode Ulang 2 Tahunan (T_2), 5 Tahunan (T_5), 10 Tahunan (T_{10}), Dan 25 Tahunan (T_{25})

Tabel 4.36 Volume Banjir Pada JPT.05, JPT.11, Dan JPT.14

Periode Ulang (Tahun)	Volume banjir (10^6 liter)		
	JPT.05	JPT.11	JPT.14
2	0	0	3.272
5	0	0	13.81
10	1.05	0	20.13
25	7.129	0.402	32.54

Sedangkan untuk durasi banjir dapat dilihat pada Tabel 4.37. Gambar 4.34 menunjukkan grafik durasi banjir pada *junction* JPT.05, JPT.11, dan JPT.14 untuk periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}).

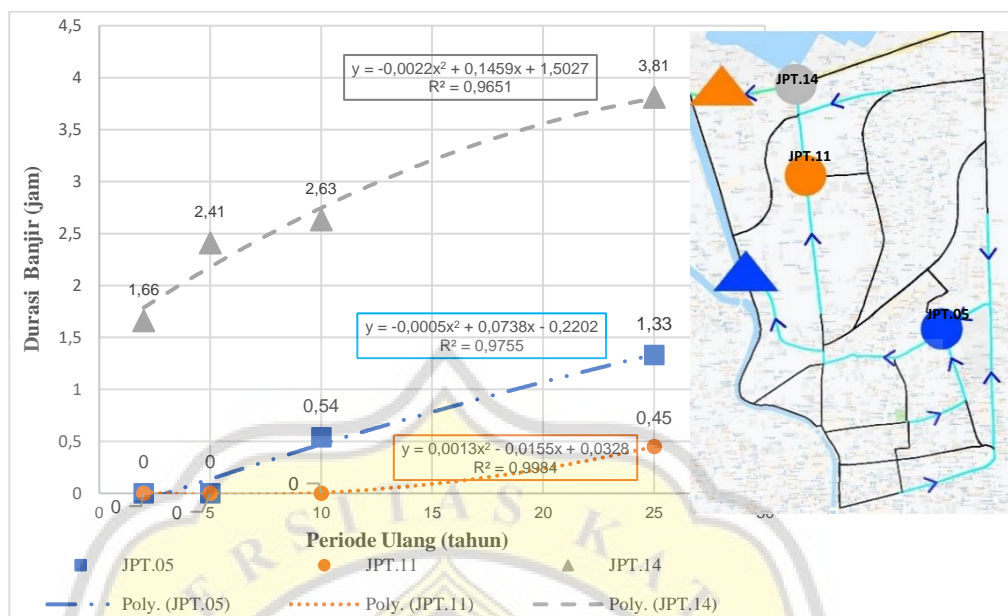
Tabel 4.37 Durasi Banjir

Periode Ulang (Tahun)	Durasi banjir (jam)		
	JPT.05	JPT.11	JPT.14
2	0	0	1.66
5	0	0	2.41
10	0.54	0	2.63
25	1.33	0.45	3.81



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang



Gambar 4.34 Grafik Durasi Banjir pada JPT.05, JPT.11, dan JPT.14 Untuk Periode Ulang 2 Tahunan (T_2), 5 Tahunan (T_5), 10 Tahunan (T_{10}), dan 25 Tahunan (T_{25})

Dari hasil simulasi optimalisasi pompa menunjukkan bahwa dengan penambahan jumlah dan kapasitas pompa masih belum dapat menghindarkan kawasan Tanjung Mas dari resiko banjir. Namun dengan optimalisasi pompa ini dapat mengurangi volume banjir yang terjadi pada beberapa daerah. Sebagai contoh, pada periode ulang 10 tahunan (T_{10}) banjir yang terjadi pada *junction* Usman Janatin (JPT.14) sebelum adanya optimalisasi pompa mencapai $22,64 \text{ m}^3/\text{detik}$. Sedangkan setelah dilakukannya optimalisasi pompa menjadi $20,13 \text{ m}^3/\text{detik}$.

b. Debit air maksimum pada *Outfall*

Tabel 4.38 menunjukkan hasil simulasi debit air maksimum pada *outfall* untuk periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}). Untuk periode ulang 10 tahunan, dengan melihat Tabel 4.39 dapat diketahui besarnya debit air maksimum yang mengalir pada *Outfall* OPT.01 sebesar $7,921 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan pada OPT.02 sebesar $5,702 \text{ m}^3/\text{detik}$. Gambar 4.35 menunjukkan Grafik debit air maksimum yang mengalir pada *outfall* Kali Semarang OPT.01 dan *outfall* Kali Baru OPT.02.

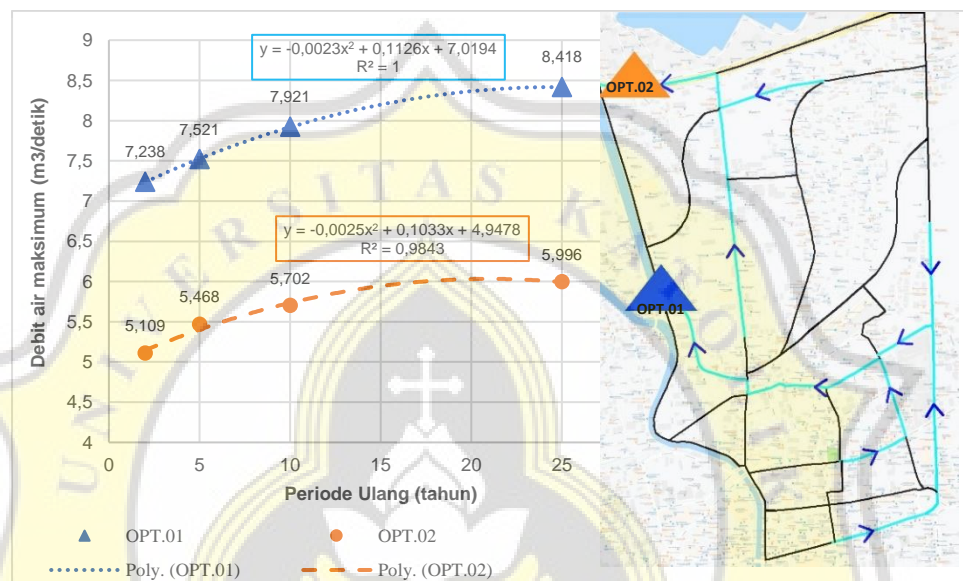


Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

Tabel 4.38 Hasil Simulasi Debit Air Maksimum Pada *Outfall* (OPT 02)

Periode Ulang (Tahun)	OPT.01 (m ³ /detik)	OPT.02 (m ³ /detik)
2	7.238	5.109
5	7.521	5.468
10	7.921	5.702
25	8.418	5.996

Gambar 4.35 Grafik Debit Air Maksimum Pada *Outfall* Kali Semarang (OPT.01) dan *Outfall* Kali Baru (OPT.02) Untuk Tiap Periode Ulang

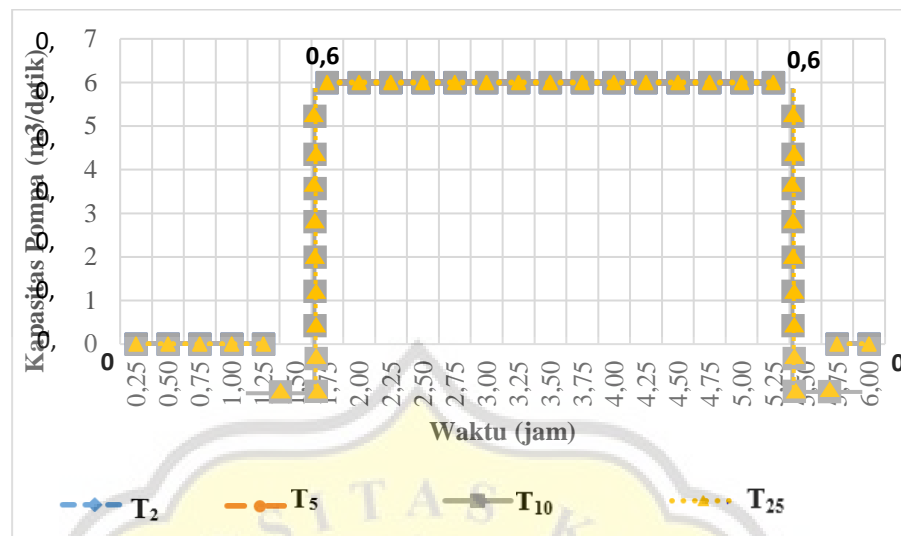
c. Pompa

Hasil simulasi Optimalisasi pompa menunjukkan kinerja kapasitas pompa terhadap waktu berfungsinya pompa. Gambar 4.36 menunjukkan kinerja pompa Usman Janatin (CPT.14) untuk periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}). Dengan melihat Gambar 4.48 dapat diketahui bahwa kinerja pompa cukup efektif, mengingat kinerja pompa stabil sehingga status pompa tidak hidup mati. Dengan melihat Gambar 4.36 dapat kita ketahui bahwa pompa akan hidup pada jam ke-1,75 dan akan mati kembali pada jam ke-5,25.

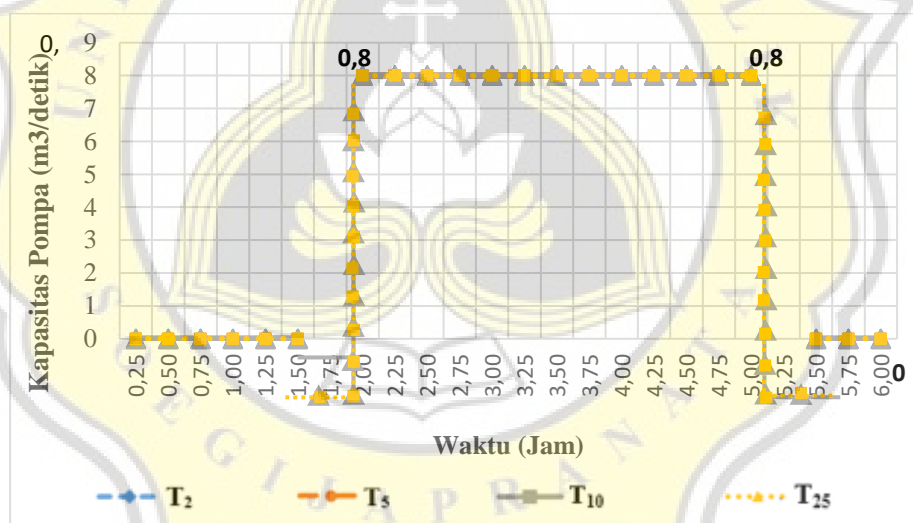


Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang



Gambar 4.36 Kinerja Pompa Usman Janatin (CPT.14) Dengan Periode Ulang 2 Tahunan (T₂), 5 Tahunan (T₅), 10 Tahunan (T₁₀), Dan 25 Tahunan (T₂₅)



Gambar 4.37 Kinerja Pompa Saluran Merak (CPT.07) Dengan Periode Ulang 2 Tahunan (T₂), 5 Tahunan (T₅), 10 Tahunan (T₁₀), Dan 25 Tahunan (T₂₅)

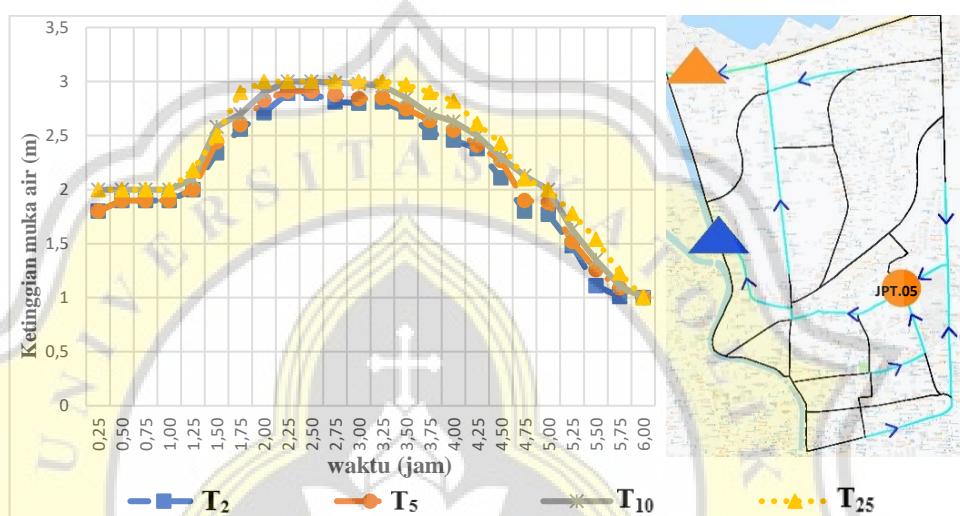
untuk kinerja pompa saluran Merak (CPT.07) dapat dilihat pada Gambar 4.37. Pompa saluran Merak (CPT.07) mulai hidup pada jam ke-2 dan akan mati pada jam ke-5. Dengan hasil simulasi seperti ini maka kinerja kedua pompa dinilai sudah baik dan efektif.



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

d. Kolam Retensi

Hasil simulasi optimalisasi pompa dengan periode ulang 10 tahunan menunjukkan ketinggian muka air kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) mencapai 3 m terjadi pada jam ke-2,5. Grafik ketinggian muka air kolam retensi (JPT.05) dengan periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}) ditunjukkan pada Gambar 4.38.



Gambar 4.38 Ketinggian muka air kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) dengan Periode Ulang 2 Tahunan (T_2), 5 Tahunan (T_5), 10 Tahunan (T_{10}), Dan 25 Tahunan (T_{25})

4.6.3 Komponen, parameter optimalisasi kolam retensi dan pompa

1. Storage Unit

Jumlah kolam retensi sesudah optimalisasi yakni 2 buah kolam retensi. Untuk komponen serta parameter kolam sebelum dioptimalisasi dapat dilihat pada sub bab optimalisasi kolam retensi. Berikut ini parameter yang digunakan pada pemodelan kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) dan kolam retensi Usman Janatin (JPT.14) :

a. Parameter kolam retensi Tawang (JPT.05) / desain baru :

$$\text{Invert Elevasi} = 5,13 \text{ m}$$

$$\text{Max.Depth} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Initial Depth} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Storage Curve} = \text{Tabular}$$



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

Storage Editor = *Depth* (0 m) ----- Area 13.000 m²

Depth (3 m) ----- Area 13.000 m²

b. Parameter kolam retensi baru Usman Janantin (JPT.14):

Invert Elevasi = 3,93 m

Max.Depth = 3 m

Initial Depth = 2 m

Storage Curve = Tabular

Storage Editor = *Depth* (0 m) ----- Area 12.000 m²

Depth (3 m) ----- Area 12.000 m²

3. *Pump* / Pompa

Jumlah pompa setelah optimalisasi yakni 2 buah pompa. Untuk komponen serta parameter pompa sebelum dioptimalisasi dapat dilihat pada sub bab optimalisasi pompa. Berikut ini parameter pompa CPT.07 yang terletak di saluran Merak dan CPT.14 di saluran Usman Janantin:

a. Parameter pompa saluran Merak (CPT.07):

Initial Status = Off

Startup Depth = 2,5 m

Shutoff Depth = 1 m

Kapasitas pompa = 0,6 m³/s

b. Parameter pompa saluran Usman Janantin (CPT.14):

Initial Status = Off

Startup Depth = 2 m

Shutoff Depth = 1 m

Kapasitas pompa = 0,6 m³/s

Karena komponen dan parameter lainnya tidak ada perubahan maka untuk parameter – parameter lainnya dapat dilihat pada sub bab kalibrasi.

2. Hasil analisis optimalisasi kolam retensi dan pompa

a. Debit air maksimum pada *Outfall*

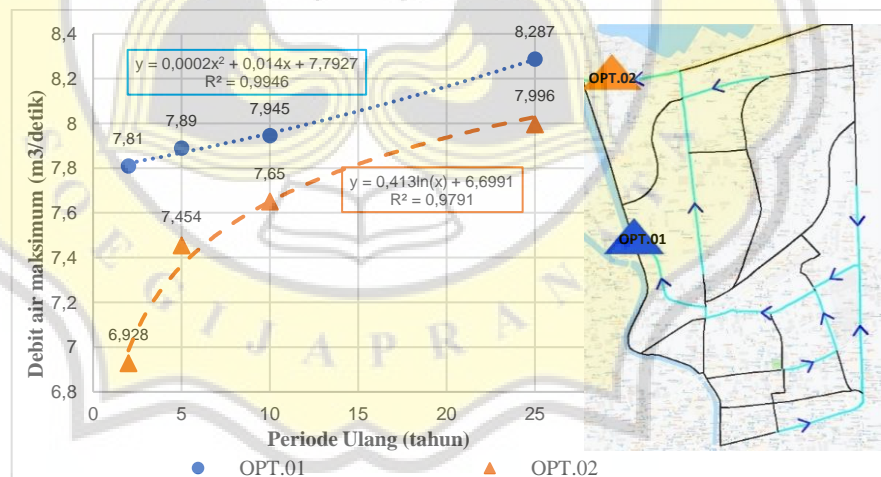


Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan
Rob Di Semarang

Tabel 4.39 merupakan hasil simulasi debit air maksimum pada *outfall* untuk periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}) dengan optimalisasi kolam retensi dan pompa. Pada Tabel 4.40 untuk periode ulang 10 tahunan dapat dilihat bahwa debit air maksimum yang mengalir pada *outfall* Kali Semarang (OPT.01) sebesar 7,945 m³/detik sedangkan pada *outfall* Kali Baru (OPT.02) sebesar 7,65 m³/detik. Gambar 4.39 menunjukkan Grafik debit air maksimum yang mengalir pada *outfall* OPT.01 dan OPT.02 untuk tiap periode ulang.

Tabel 4.39 Hasil Simulasi Debit Air Maksimum Pada *Outfall*

Periode Ulang (tahun)	OPT.01 (m ³ /detik)	OPT.02 (m ³ /detik)
2	7.81	6.928
5	7.89	7.454
10	7.945	7.65
25	8.287	7.996



Gambar 4.39 Grafik Debit Air Maksimum Pada OPT.01 Dan OPT.02 Dengan Periode Ulang 2 Tahunan (T_2), 5 Tahunan (T_5), 10 Tahunan (T_{10}), Dan 25 Tahunan (T_{25})

b. Pompa

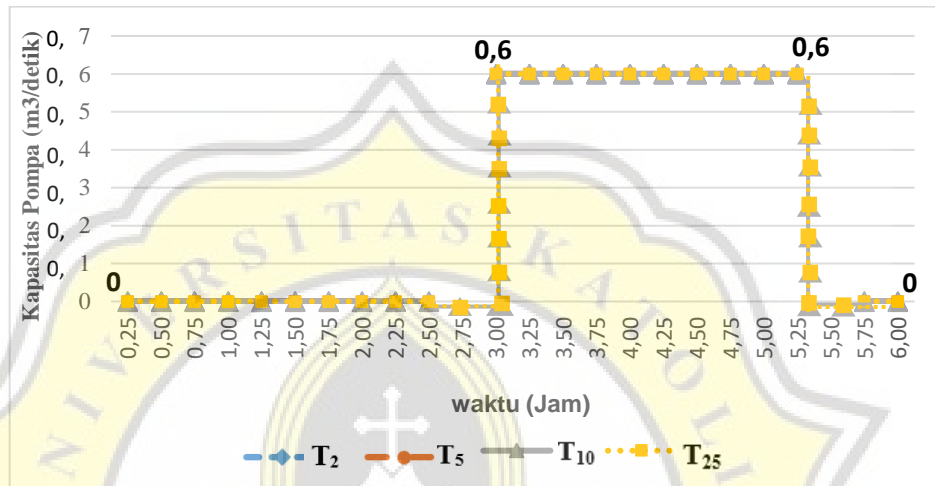
Hasil simulasi pemodelan menunjukkan kinerja kapasitas pompa terhadap waktu berfungsinya pompa. Gambar 4.40 menunjukkan kinerja pompa saluran Merak (CPT.07) untuk periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5),



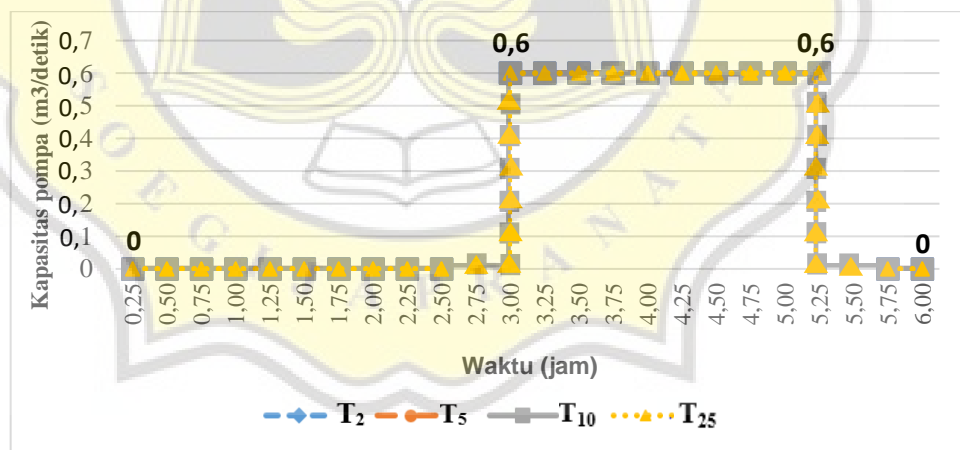
Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}). Gambar 4.41 dapat diketahui bahwa kinerja pompa cukup efektif, Kondisi seperti inilah pompa akan tidak cepat rusak dan dapat bekerja secara optimal. Dengan melihat Gambar 4.40 dapat kita ketahui bahwa pompa akan hidup pada jam ke-3 dan akan mati kembali pada jam ke-5,25.



Gambar 4.40 Kinerja pompa saluran Merak (CPT.07) dengan periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25})



Gambar 4.41 Kinerja pompa Usman Janatin (CPT.14) dengan periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25})

kinerja pompa Usman Janatin (CPT.14) dapat dilihat pada Gambar 4.41. Sama halnya dengan pompa CPT.07, kinerja pompa Usman Janatin (CPT.14) dinilai cukup efektif sehingga pompa dapat bekerja dengan optimal.

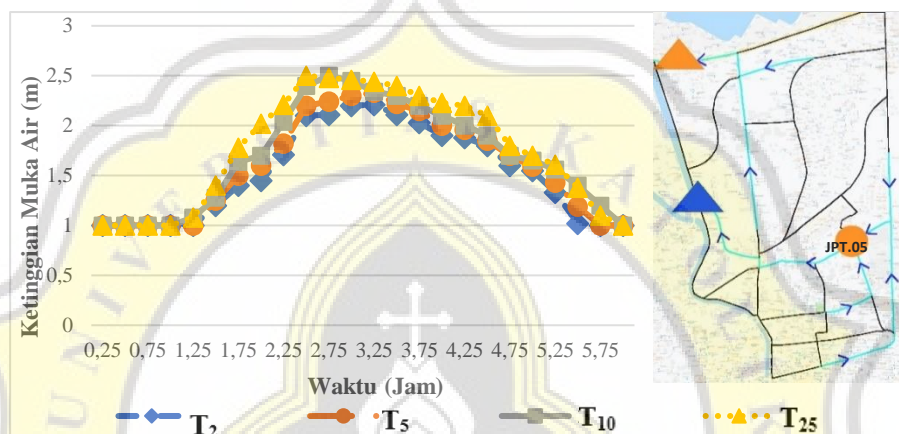


Tugas Akhir

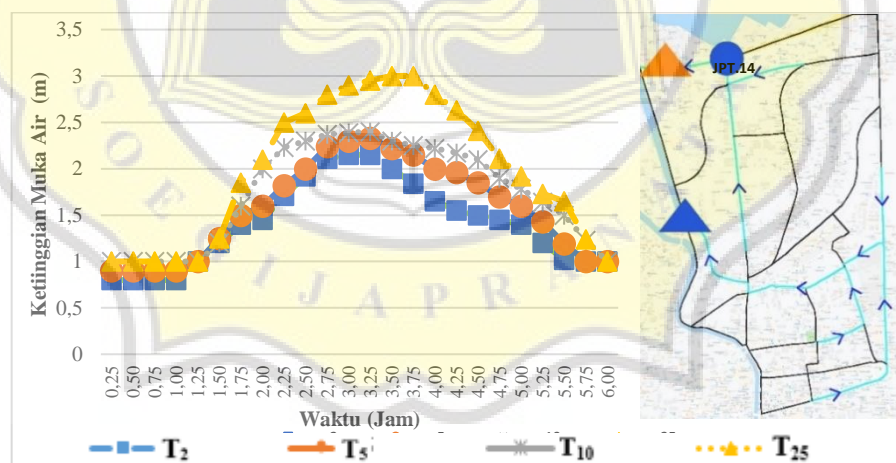
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

c. Kolam Retensi

Hasil simulasi optimalisasi pompa dan kolam retensi menunjukkan ketinggian muka air kolam retensi Tawang (JPT.05) dan Usman Janatin (JPT.14) untuk periode ulang 2 tahunan (T_2), 5 tahunan (T_5), 10 tahunan (T_{10}), dan 25 tahunan (T_{25}). Gambar 4.42 menunjukkan ketinggian muka air kolam retensi Tawang (JPT.05) pada periode ulang 10 tahunan mencapai 2,5 meter yang terjadi pada jam ke-2,75.



Gambar 4.42 Grafik ketinggian muka air pada kolam retensi Tawang (JPT.05)



Gambar 4.43 Grafik ketinggian muka air pada kolam retensi Usman Janatin (JPT.14)

kolam retensi Usman Janatin (JPT.14) pada periode ulang 10 tahunan ketinggian muka air mencapai 2,4 meter terjadi pada jam ke-3 hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.43.

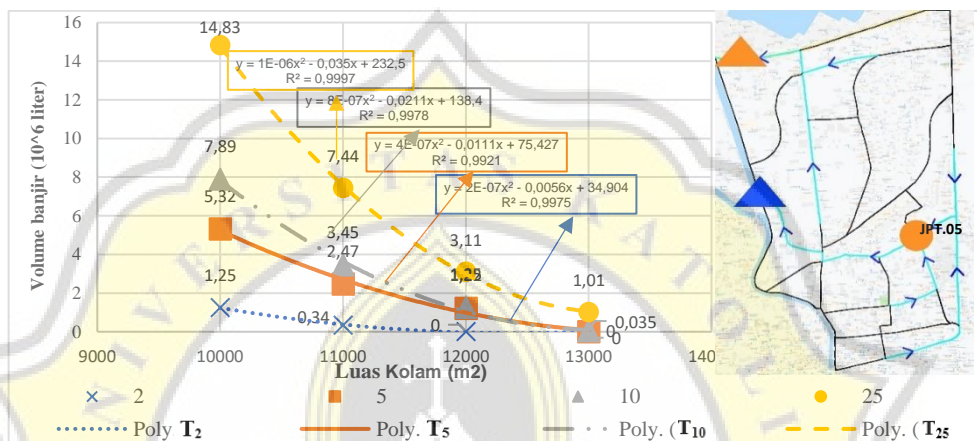


Tugas Akhir

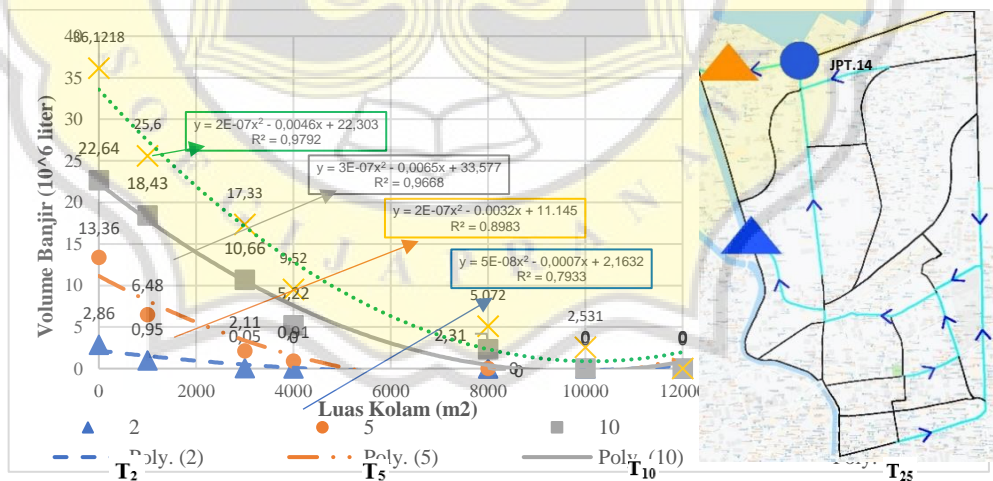
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

d. Perbandingan Volume Banjir dengan Luas Kolam Retensi

Gambar 4.44 merupakan grafik perbandingan luas kolam retensi terhadap volume banjir sebelum optimalisasi yang ditunjukkan angka 10.000 dan sesudah optimalisasi yang ditunjukkan angka 13.000, kolam retensi ini terletak di depan stasiun Tawang (JPT.05). Gambar 4.44 menunjukkan penurunan volume banjir pada saat luas kolam retensi diperbesar .



Gambar 4.44 Grafik perbandingan luas kolam terhadap volume bajir (JPT.05) dengan periode ulang 2 tahunan (T₂), 5 tahunan (T₅), 10 tahunan (T₁₀), dan 25 tahunan (T₂₅)



Gambar 4.45 Grafik perbandingan luas kolam terhadap volume bajir (JPT.14) dengan periode ulang 2 tahunan (T₂), 5 tahunan (T₅), 10 tahunan (T₁₀), dan 25 tahunan (T₂₅)

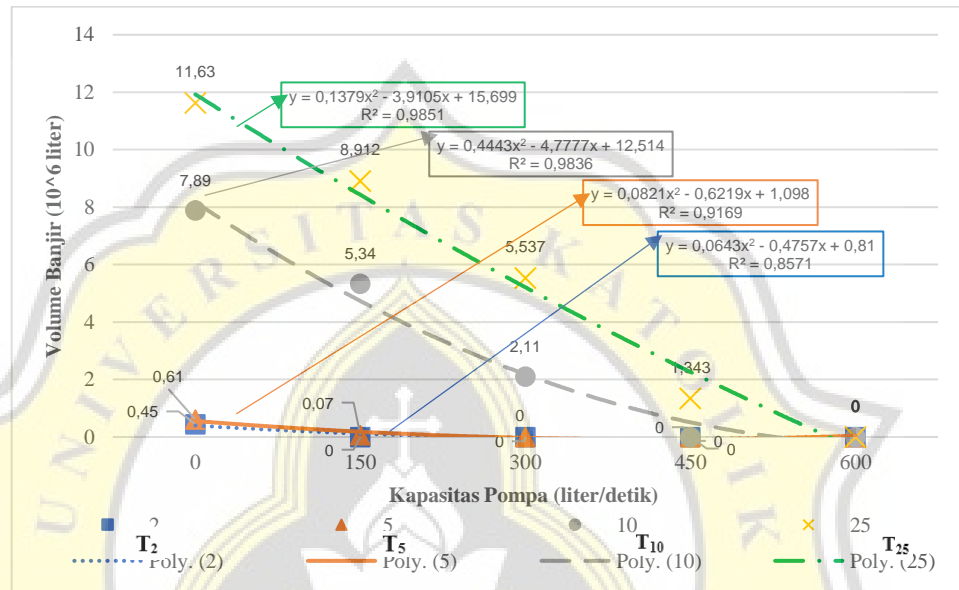
Hal serupa juga terjadi pada Gambar 4.45 untuk kolam retensi Usman Jananting (JPT.14). Dengan demikian penambahan atau perluasan kolam retensi dinilai lebih efektif untuk menurunkan volume banjir yang terjadi pada suatu wilayah.



Tugas Akhir

Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

Gambar 4.46 merupakan grafik perbandingan banjir sebelum optimalisasi yang ditunjukkan angka 0 dan sesudah optimalisasi yang ditunjukkan angka 600, pompa ini terletak di saluran Merak (CPT.07). Gambar 4.58 menunjukkan grafik penurunan volume banjir pada saat kapasitas pompa diperbesar. Penambahan pompa pada area tersebut membuat volume banjir juga mengalami penurunan.



Gambar 4.46 Grafik perbandingan kapasitas pompa (CPT.07) terhadap volume banjir dengan periode ulang 2 tahunan (T₂), 5 tahunan (T₅), 10 tahunan (T₁₀), dan 25 tahunan (T₂₅)

4.7 Hasil analisis optimalisasi

Berikut ini hasil analisis optimalisasi pada kolam retensi, pompa, dan kolam retensi beserta pompa:

1. Hasil Analisis Optimalisasi Kolam Retensi

a. Kolam Retensi Polder Tawang (JPT.05)

Berdasarkan Gambar 4.39 untuk menanggulangi banjir yang terjadi di kawasan Stasiun Tawang dan sekitarnya diperlukan penambahan kapasitas tampungan air pada Kolam retensi Polder Tawang. Diperlukan kapasitas tampungan kolam retensi Polder Tawang mencapai 80.000 m³. Dengan hal ini maka luas kolam retensi Polder Tawang harus diperluas menjadi 20.000 m² dengan kedalaman kolam 4 meter. Mengingat di sekitar kawasan kolam retensi Polder Tawang merupakan daerah perkotaan dengan di sekeliling



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

kolam merupakan jalan raya utama, sehingga dengan perluasan kolam menjadi 20.000 m² sulit untuk diterapkan di lapangan.

b. Kolam Retensi Usman Janatin (JPT.14)

Berdasarkan Gambar 4.37 untuk mengendalikan banjir yang terjadi di kawasan Usman Janatin dan sekitarnya maka diperlukan kolam retensi baru yaitu Kolam Retensi Usman Janatin (JPT.04). Kolam retensi Usman Janatin ini digunakan untuk menampung air sementara hasil limpasan dari berbagai *subcatchment* di Kawasan Usman Janatin, mengingat pada daerah tersebut memiliki debit puncak yang besar. Kolam retensi diperlukan dengan kapasitas tampungan 80.000 m³, dengan hal ini maka kolam retensi harus didesain dengan luas kolam 20.000 m² dengan kedalaman kolam 4 meter. Mengingat pada Kawasan Usman Janatin merupakan daerah pemukiman penduduk maka perlu dilakukan relokasi untuk membangun kolam retensi baru di daerah tersebut, meskipun pada daerah tersebut terdapat sedikit lahan kosong.

2. Hasil Analisis Optimalisasi Pompa

a. Optimalisasi Pompa Tawang (CPT.07)

Pada Gambar 4.45 hasil simulasi dengan optimalisasi pompa pada CPT.07 menunjukkan bahwa dengan mengoptimalkan kinerja pompa dari kapasitas awal 0,6 m³/detik menjadi 0,8 m³/detik tetap tidak dapat menanggulangi banjir yang terjadi pada daerah Bandarharjo (JPT.05), Empu Tantular (JPT.11), dan Usman Janatin (JPT.14). Hal ini dapat dilihat pada hasil simulasi volume banjir pada Tabel 4.37. Mengoptimalkan kinerja pompa hanya akan memindahkan banjir dari satu wilayah ke wilayah lain. Dalam kasus ini pompa hanya mengurangi kapasitas air dari beberapa saluran saja dan selebihnya air dibebankan pada saluran selanjutnya.

b. Optimalisasi Pompa Usman Janatin (CPT.14)

Pada Gambar 4.45 hasil optimalisasi pompa menunjukkan dengan menambahkan pompa baru di Saluran Usman Janatin (CPT.14) dengan kapasitas 0,6 m³/detik ternyata masih tidak dapat mengatasi banjir yang



Tugas Akhir
Analisis Kinerja Sistem Polder Tawang Terhadap Pengendalian Banjir dan Rob Di Semarang

terjadi pada daerah tersebut. Hal ini dikarenakan debit puncak yang terjadi pada Kawasan Usman Janatin cukup besar sehingga selain ditambahkan pompa juga perlu dilakukan pengadaan kolam retensi baru untuk membantu kinerja pompa.

c. Hasil Analisis Optimalisasi Kolam retensi serta Pompa

Pada Gambar 4.45 dan Gambar 4.47 dengan periode ulang 10 tahunan hasil analisis dengan optimalisasi kolam retensi dan pompa menunjukkan dapat digunakan untuk mengatasi banjir yang terjadi pada daerah yang berdampak banjir. Solusi menghindari banjir pada Kawasan Tawang dan sekitarnya diperlukan kolam retensi dengan kapasitas tampungan air mencapai 39.000 m³ (luas kolam 13.000 m² dengan kedalaman 3 m) dan pompa dengan kapasitas 0,6 m³/detik. Sedangkan pada Gambar 4.46 untuk menanggulangi banjir pada Kawasan Ronggowarsito dan sekitarnya untuk periode ulang 10 tahunan diperlukan kolam retensi dengan kapasitas tampungan 36.000 m³ (luas kolam 12.000 m² dengan kedalaman 3 m) dan pompa dengan kapasitas 0,6 m³/detik.