

Efektivitas Kolam Retensi Terhadap Pengendalian Banjir (Studi Kasus : Polder Tawang Semarang)

Alexander Nugi Pramono¹, Prasetyo Tri Saputro²

email: ²fabrepras04@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Unika Soegijapranata, Semarang, Universitas Katolik Soegijapranata; Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Dhuwur Semarang 50234, 024-8441555

Abstrak

Kecamatan Semarang Utara merupakan salah satu wilayah di Kota Semarang yang sampai saat ini masih dihadapkan dengan permasalahan banjir, khususnya saat musim penghujan. Pada tanggal 19 Februari 2008 banjir besar telah merendam Staisun Tawang dan sekitarnya dengan ketinggian banjir mencapai 50 cm. Hal ini sangat memprihatinkan mengingat pada wilayah tersebut terdapat beberapa bangunan penting yang notabene harus dihindarkan dari resiko banjir. Perubahan tata guna lahan diduga menjadi salah satu penyebab wilayah ini menjadi langganan terendam banjir saat musim penghujan. Dengan maraknya pembangunan di wilayah tersebut mengakibatkan lahan yang semula memiliki daya resap air yang besar menjadi lahan masive dengan daya resap air yang kecil. Selain itu diperparah dengan sistem drainase yang buruk, dimana kolam retensi yang terletak di depan Stasiun Tawang ternyata belum mampu menghindarkan Stasiun Tawang dari genangan banjir. Semestinya dengan adanya kolam retensi Polder Tawang ini diharapkan mampu mengeringkan Stasiun Tawang dan sekitarnya dari banjir, mengingat fungsi kolam retensi sebagai pengendali debit puncak banjir. Tujuan dari penelitian ini ialah menganalisa deit puncak aliran yang masuk ke kolam retensi Polder Tawang. Sehingga dengan menggunakan Program EPA SWMM hasil simulasi akan memunjukkan debit puncak aliran pada masing-masing saluran. Dengan diketahuinya debit aliran tersebut dapat dilakukannya kajian mengenai optimalisasi kolam retensi Polder Tawang. Dengan dilakukannya optimalisasi kolam retensi ini diharapkan dapat mengeringkan atau membebaskan Stasiun Tawang dan sekitarnya dari resiko banjir.

Kata kunci : Banjir, kolam retensi, EPA SWMM, pengendalian banjir

Abstract

North Semarang District is one of the areas in Semarang City which is still faced with flooding problems, especially during the rainy season. On the 19 February 2008, a great flooded Stasiun Tawang and its surroundings with a flood height of 50 cm. This is very alarming considering that in the area there area several important buildings which incidentally must be avoided from the risk of flooding. Changes in land use are thought to be one of the causes of this region being flooded during the rainy sesaon. With the rise of developmnet in the region resulted in land that had originally had a large water catchment capacity becomes land with small water absorption capacity. Also exacerbated by the poor drainage system, where retention pond located in front of Tawang Station have not been able to prevent Tawang Station from being flooded. With the existence of the Tawang retention pond, it is expected to be able to dry the Tawang Station and its surroundings from flooding, bearing in mind the function of the retention pond as a controller for flood peak runoff. The purpose of this study is to analyze the peak runoff into the Polder Tawang retention ponds. So by using the EPA SWMM program the simulation results will show the peak runoff discharge in each channel.

With the knowledge of the flowrate, a study on optimizing the Tawang retention pond can be carried out. By optimizing the retention pond, it is expected to dry or free Tawang Station and its surroundings from the risk of flooding.

Keywords: *Flooding, retention pond, EPA SWMM, flood controller*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Semarang merupakan Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah yang mempunyai luas wilayah mencapai 373,7 km². Secara administratif Kota Semarang terbagi menjadi 177 wilayah kelurahan dan 16 wilayah kecamatan. dimana Semarang Utara merupakan salah satu kecamatan di Kota Semarang yang terdiri dari 9 wilayah kelurahan, diantaranya adalah Kelurahan Tanjung Mas. Kelurahan Tanjung Mas merupakan salah satu wilayah yang sering terjadi banjir khususnya saat musim penghujan, hal ini dikarenakan wilayah Kelurahan Tanjung Mas mempunyai topografi berupa dataran rendah (hilir) sehingga ketika musim penghujan menerima aliran air dengan debit yang cukup besar. Selain itu semakin berkurangnya daerah resapan air di wilayah tersebut, sistem drainase perkotaan yang buruk juga memicu daerah ini menjadi langganan terendam banjir khususnya saat musim penghujan. Sebagai contoh pada tanggal 19 Februari 2008 banjir besar telah merendam halaman parkir Stasiun Tawang Semarang dengan ketinggian banjir mencapai 50 cm atau sama tinggi dengan permukaan jalan Tawang. Kolam retensi yang terletak di tanah milik PT. KAI (Polder Tawang), yang awalnya direncanakan dapat mengeringkan atau menghindarkan stasiun Tawang dari banjir ternyata belum memberikan hasil sesuai harapan.

Hal ini sangat memperhatikan mengingat pada Kelurahan Tanjung Mas

khususnya kawasan Kota Lama dan sekitarnya terdapat bangunan-bangunan penting dan bersejarah yang semestinya harus terhindar dari resiko banjir. Banjir yang terjadi selain menimbulkan pencemaran lingkungan, namun juga dapat mengganggu berbagai aktivitas di kawasan tersebut sehingga pada akhirnya dapat berdampak pula ke seluruh wilayah Kota Semarang. Dengan adanya penelitian ini, maka dilakukannya kajian analisis pada sistem drainase Polder Tawang sehingga untuk kedepannya kinerja sistem polder, khususnya kolam retensi dan pompa dapat bekerja secara optimal sebagai solusi pengendalian banjir di wilayah Tanjung Mas dan sekitarnya.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis debit puncak aliran yang masuk ke kolam retensi Polder Tawang Semarang,
2. Mengevaluasi kemampuan kolam retensi dan pompa eksisting Polder Tawang dalam mengatasi permasalahan banjir pada kawasan Kota Lama dan sekitarnya,
3. Optimalisasi kinerja kolam retensi dan pompa eksisting Polder Tawang terhadap upaya pengendalian banjir di kawasan Kota Lama Semarang.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Mengetahui informasi terkait debit puncak aliran yang masuk ke kolam retensi Polder Tawang pada *catchment*

area kawasan Kota Lama dan sekitarnya,

2. Mengetahui kinerja kolam retensi dan pompa eksisting Polder Tawang terhadap pengendalian banjir di kawasan Kota Lama Semarang,
3. Mengetahui solusi alternatif guna peningkatan kinerja kolam retensi Polder Tawang dalam pengendalian banjir di kawasan Kota Lama Semarang.

1.4 Batasan Penelitian

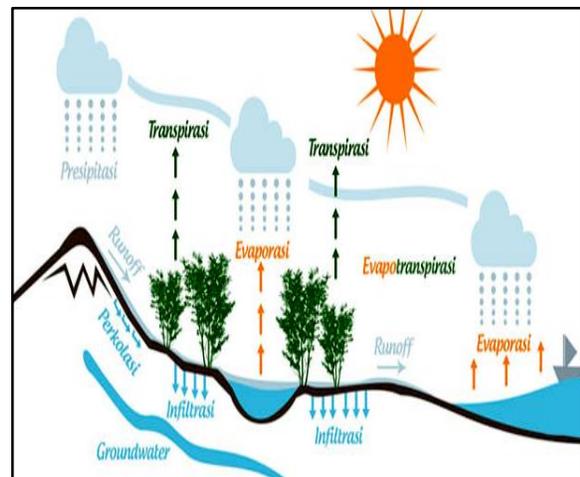
Pada penelitian ini hal-hal yang akan kami bahas memiliki batasan penelitian sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian dilakukan di kawasan yang tercakup oleh layanan kolam retensi sistem polder Tawang Kota Lama Semarang,
2. Data teknis mengenai volume kolam retensi mengacu pada data dimensi kolam retensi yang didapatkan dari penelitian terdahulu yang pernah dilakukan,
3. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini ialah data curah hujan yang tercatat pada stasiun hujan maritim Pelabuhan Tanjung Mas Semarang, dimana mempunyai karakteristik yang sama dengan lokasi penelitian,
4. Saluran pada daerah penelitian dianggap satu arah dan diambil saluran terpanjang yang langsung berhubungan dengan *inlet* kolam retensi Polder Tawang,
5. Penurunan tanah diabaikan dalam penelitian ini,
6. Pendangkalan saluran pada sistem Polder tidak diperhitungkan,
7. Tinggi muka air tanah 1 meter dari muka tanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses pergerakan air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara kontinyu melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi (Triatmodjo, 2009). Pemanasan air laut oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara terus menerus.



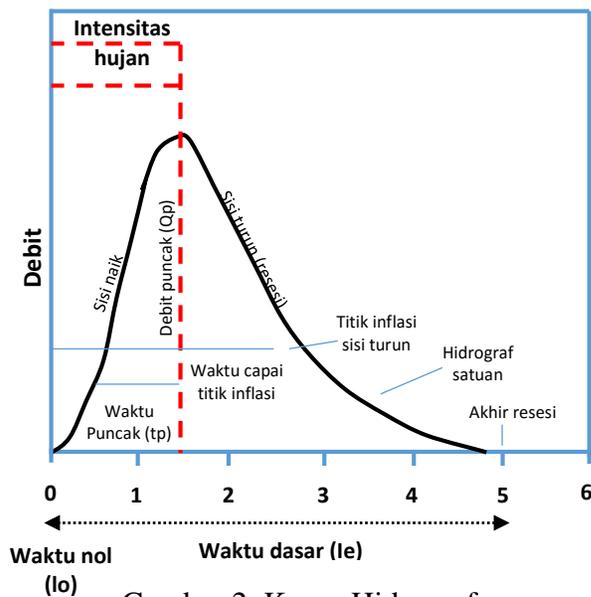
Gambar 1. Siklus Hidrologi

Sumber :

<https://materibelajar.co.id/siklus-hidrologi>

2.2 Hidrograf

Hidrograf merupakan suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara unsur-unsur aliran (kedalaman dan debit) dengan waktu. Kurva ini memberikan gambaran mengenai berbagai kondisi yang ada di suatu daerah pada waktu yang bersamaan. Apabila karakteristik suatu daerah berubah, maka bentuk hidrograf juga akan berubah.



Gambar 2. Kurva Hidrograf

Sedangkan hidrograf satuan ialah hidrograf limpasan langsung yang dihasilkan oleh hujan efektif yang terjadi secara merata di seluruh DAS dengan intensitas yang tetap. Sifat-sifat hidrograf adalah sebagai berikut :

1. *Time Lag* (L)
Adalah waktu dari titik berat hujan sampai puncak hidrograf.
2. Waktu naik / *rising time* (tp)
Adalah waktu mulai hujan sampai puncak.
3. Waktu konsentrasi (tc)
Adalah waktu dari akhir hujan sampai titik belok pada sisi turun.
4. Waktu turun / *recession time* (tr)
Adalah waktu dari puncak sampai akhir limpasan permukaan.
5. Waktu dasar / *base time* (tb)
Adalah waktu dari awal sampai akhir limpasan permukaan.

2.3 Drainase Perkotaan

Drainase merupakan prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan air (laut, sungai, dan waduk) atau ke bangunan resapan buatan. Sedangkan sistem drainase merupakan

serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air permukaan pada suatu kawasan tertentu. Sesuai dengan penjelasan sebelumnya, maka drainase perkotaan di definisikan sebagai jaringan pembuangan air yang berfungsi untuk mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai yang melintas di dalam kota (SK Menteri PU No. 233/1987).

Jenis-Jenis Drainase

Dalam penerapannya suatu jenis drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Drainase menurut Sejarah Terbentuknya
 - a. Drainase Alami
Yaitu drainase yang terbentuk secara alami atau faktor alam, dimana tidak ada campur tangan manusia dalam pembentukannya. Saluran ini terbentuk akibat gerusan air yang bergerak secara gravitasi sehingga membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.
 - b. Drainase Buatan
Dimana drainase ini dibentuk dengan memerlukan bangunan-bangunan khusus guna maksud dan tujuan tertentu.
2. Drainase menurut Letak Bangunannya
 - a. Drainase Permukaan Tanah
Saluran drainase yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan yang berada di atas permukaan tanah. Analisis alirannya merupakan analisis *open channel flow* (aliran saluran terbuka).
 - b. Drainase di bawah Permukaan Tanah
Saluran drainase yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan

- melalui media di bawah tanah (pipa-pipa) karena suatu alasan tertentu.
3. Drainase menurut Konstruksinya
 - a. Saluran Terbuka
Jenis saluran ini biasanya digunakan pada daerah yang mempunyai ruang wilayah yang cukup ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak mengganggu lingkungan.
 - b. Saluran Tertutup
Jenis saluran tertutup ini lebih cocok di aplikasikan pada sistem drainase perkotaan yang dimana mempunyai ruang terbatas. Sehingga tidak mempengaruhi infrastrukturnya.
 4. Drainase menurut Sistem Buangannya
 - a. Sistem Terpisah
Dimana aliran air kotor dan air hujan dilayani oleh sistem saluran masing-masing secara terpisah sehingga mencegah resiko terjadinya pencemaran air.
 - b. Sistem Tercampur
Dimana aliran air kotor dan air hujan disalurkan melalui satu saluran yang sama.

2.4 Banjir

Banjir merupakan suatu peristiwa tergenangnya suatu wilayah atau tempat karena air meluap melebihi kapasitas saluran yang dapat ditampung. Banjir merupakan sebuah fenomena alam yang sangat merugikan. Kerugian banjir meliputi segi fiisk, social, dan ekonomi. Pada dasarnya kejadian banjir disebabkan karena adanya perubahan tata guna lahan sehingga daerah resapan air semakin berkurang. Selain itu sistem drainase yang buruk juga dapat memicu terjadinya banjir. Salah satu pengendalian banjir yang dapat diaplikasikan di daerah perkotaan ialah Sistem Polder.

2.5 Sistem Polder

Sistem Polder merupakan salah satu alternatif rekayasa yang dinilai tepat

dan efektif untuk mengendalikan banjir dan mendukung pengembangan kawasan perkotaan di daerah dataran rendah rawan banjir. Dimana pada penerapannya di lapangan sistem polder sendiri terdiri dari beberapa bangunan penunjang yaitu tanggul, pintu air, kolam retensi, dan pompa.

Tanggul

Tanggul merupakan suatu batas yang mengelilingi suatu badan air atau daerah tertentu dengan elevasi yang lebih tinggi dari pada elevasi disekitar kawasan tersebut. Tanggul di fungsikan untuk melindungi kawasan tersebut dari limpasan air yang berasal dari luar kawasan.

Pintu Air

Pintu air merupakan bangunan memotong tanggul yang berfungsi sebagai pengatur aliran air untuk pembangunan (drainase), peniadapan, dan pengatur lalu lintas air. Pintu air sebagai penyadap berfungsi untuk mengatur besarnya debit air yang dialirkan ke dalam sistem saluran air.

Rumah Pompa

Pada suatu rumah pompa terdapat pompa yang berfungsi untuk mengeluarkan air yang sudah terkumpul dalam suatu kolam retensi atau *junction* jaringan drainase ke luar cakupan area. Pada umumnya fungsi pompa ini sendiri ialah membantu mengalirkan air yang tidak dapat mengalir secara gravitasi. Dimana jumlah dan kapasitas pompa yang disediakan di dalam stasiun pompa harus disesuaikan dengan volume layanan air yang harus dikeluarkan.

Kolam Retensi

Kolam Retensi merupakan suatu kolam tampungan air yang digunakan untuk menampung sementara air hasil limpasan yang berlebihan pada waktu tertentu yang nantinya akan di alirkan

kembali. Selain itu pada penerapannya di lapangan kolam retensi digunakan untuk memotong puncak banjir sehingga dapat mengendalikan puncak banjir di bagian hilir. Kolam retensi merupakan salah satu konsep drainase berwawasan lingkungan, dimana kelebihan air limpasan pada suatu kawasan tidak langsung dilimpaskan ke sungai sebagai badan air penerima, akan tetapi ditahan pada suatu tempat untuk memberikan waktu yang cukup bagi air untuk meresap ke dalam tanah.

2.6 Analisis Hidrologi

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dalam bidang hidrologi, diantaranya ialah Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Gumbel (Triatmodjo, 2009). Secara sistematis analisis hidrologi dilakukan secara berurutan sebagai berikut : Analisis Frekuensi, Pemilihan Jenis Distribusi, Uji Kecocokan Distribusi, dan Analisis Curah Hujan Rancangan.

Analisis Frekuensi

Dalam analisis frekuensi langkah awal yang harus dilakukan ialah menghitung parameter statistik yang meliputi: nilai rerata (\bar{X}), standar deviasi (S), koefisien skewness (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck). Perhitungan parameter ini didasarkan pada data curah hujan harian maksimum. Dibawah ini merupakan rumus yang digunakan dalam perhitungan parameter-parameter tersebut.

- 1. Nilai Rerata (\bar{X})

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

- 2. Standar Deviasi (S)

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

- 3. Koefisien Skewness (Cs)

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

- 4. Koefisien Kurtosis (Ck)

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

Dimana :

X_i = curah hujan harian maksimum (mm)

n = jumlah data

Pemilihan Jenis Distribusi

Setelah nilai-nilai parameter statistik didapatkan, selanjutnya memilih metode distribusi frekuensi yang akan digunakan dengan cara menyesuaikan parameter statistik yang didapatkan dari perhitungan data dengan sifat-sifat yang ada pada masing-masing distribusi frekuensi.

Tabel 1. Syarat sebaran distribusi frekuensi

No.	Jenis Distribusi	Syarat
1.	Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3
2.	Log Normal	Cs = 0,986 Ck = 4,777
3.	Gumbel	Cs ≈ 1,396 Ck ≈ 5,402
4.	Log Pearson III	Cs ≠ 0

Uji Kecocokan Distribusi

Setelah diketahui distribusi frekuensi yang akan digunakan, maka selanjutnya harus dilakukan Uji Kecocokan dengan Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov. Hal ini dimaksudkan agar distribusi frekuensi yang telah dipilih benar-benar sesuai dengan data curah hujan yang digunakan.

- 1. Uji Chi-Kuadrat (X_h^2)

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

$$(X_h^2) = \sum_{i=1}^K \frac{(OF - EF)^2}{EF} \dots\dots\dots (5)$$

$$K = 1 + 3,322 \log n \dots\dots\dots (6)$$

$$DK = K - (P+1) \dots\dots\dots (7)$$

$$EF = \frac{n}{K} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

X_h^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

K = jumlah sub kelompok

OF = jumlah nilai pengamatan tiap sub kelompok

EF = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok

n = jumlah data

DK = derajat kebebasan

Pada pengujian ini, distribusi frekuensi yang dipilih dinyatakan cocok apabila nilai Chi-Kuadrat Hitung (X_h^2) < nilai Chi-Kuadrat Kritis (X_{cr}^2). Dimana Besarnya nilai Chi-Kuadrat Kritis (X_{cr}^2) didapatkan dari Tabel yang diambil berdasarkan nilai derajat kebebasan (DK) dan derajat kepercayaan (α)

2. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik dikarenakan pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Pada Uji Smirnov Kolmogorov akan dihitung nilai Do, yaitu perbedaan maksimum antara fungsi kumulatif sampel dan fungsi probabilitas kumulatif. Berikut rumus-rumus yang digunakan pada pengujian ini:

$$P(X) = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots (9)$$

$$P(X_m) = 1 - P(X) \dots\dots\dots (10)$$

$$P'(X) = \frac{1}{(a)\Gamma(b)} \left[\frac{x_i - c}{a} \right]^{b-1} e^{-\left[\frac{x_i - c}{a} \right]} \dots (11)$$

$$a = \left(\frac{CS \times S}{2} \right) \dots\dots\dots (12)$$

$$b = \left(\frac{1}{CS} \times 2 \right)^2 \dots\dots\dots (13)$$

$$c = \left(\bar{X} \times \frac{2S}{CS} \right) \dots\dots\dots (14)$$

$$P'(X_m) = 1 - P'(X) \dots\dots\dots (15)$$

$$Do = P(X_m) - P'(X_m) \dots\dots\dots (16)$$

Dimana :

P(X) = nilai peluang pengamatan

m = nomor urut peringkat

n = jumlah data

P(X_m) = nilai maksimum peluang pengamatan

A = parameter skala

B = parameter bentuk

C = parameter letak

P'(X) = nilai peluang teoritis

P'(X_m) = nilai maksimum peluang teoritis

Nilai Do tersebut selanjutnya dibandingkan dengan nilai Dcr. Dimana nilai Dcr ini didapatkan dari Tabel hubungan antara jumlah data (n) dan derajat kepercayaan (α). Distribusi probabilitas akan diterima apabila nilai Do lebih kecil dari nilai Dcr.

Analisis Curah Hujan Rancangan

Perhitungan hujan rancangan dengan beberapa metode distribusi frekuensi untuk periode ulang T tahun menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \dots\dots\dots (17)$$

2. Distribusi Log Normal

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_T \times S \dots\dots\dots (18)$$

3. Distribusi Log Pearson III

$$\log X_T = \log X + K_T \times S \dots\dots\dots (19)$$

4. Distribusi Gumbel

$$X_T = \bar{X} + S \times K_T \dots\dots\dots(20)$$

$$K_T = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(21)$$

Dimana :

X_T = hujan rancangan periode T tahun (mm)

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

K_T = faktor probabilitas distribusi frekuensi

S = standar deviasi (mm)

Y_T = *reduced variate*

Y_n = *reduced mean*

S_n = *reduced standard deviation*

Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(22)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum harian (mm)

2.7 EPA SWMM

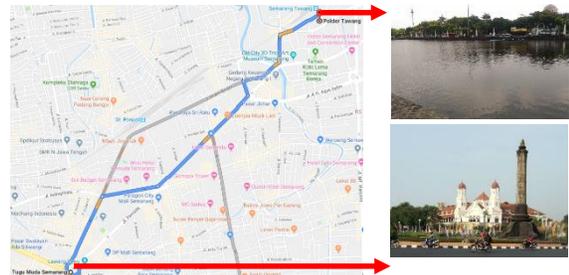
Storm Water Management Model (SWMM) merupakan pemodelan yang digunakan untuk merencanakan, menganalisis, dan mendesain suatu model yang berhubungan dengan limpasan air hujan dan sistem drainase pada area perkotaan. Selain itu EPA SWMM juga didefinisikan sebagai model simulasi dinamis hubungan antara curah hujan dan limpasan. Aplikasi ini dapat digunakan untuk beberapa hal antara lain perencanaan dan dimensi jaringan pembuang untuk pengendalian banjir serta perencanaan daerah penahan sementara guna pengendalian banjir.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini lokasi yang dijadikan sebagai studi kasus adalah kolam

retensi Polder Tawang yang berada di kawasan Kota Lama, Jln Tawang Mas, Semarang Utara, Jawa Tengah. Pemilihan kolam retensi Polder Tawang ini sebagai lokasi penelitian didasarkan karena pada setiap musim hujan kawasan tersebut mengalami banjir.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

3.2 Konsep Pikir

Metode penelitian pada penelitian ini menggunakan metode studi kasus dan pemodelan. Dimana konsep pikir penelitian ini dimulai dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan. Setelah itu, dilakukan pengumpulan data (primer dan sekunder) dilanjutkan dengan melakukan pengolahan data dan analisis data. Konsep pikir di atas akan diperjelas sebagai berikut :

1. Pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Data primer meliputi : dimensi saluran, kapasitas kolam retensi dan pompa, arah aliran air, dan batas daerah tangkapan air. Sedangkan data sekunder berupa data curah hujan harian, dan peta topografi wilayah studi kasus
2. Membuat Skema Jaringan Drainase
3. Pemilihan jenis distribusi frekuensi
4. Uji kecocokan distribusi frekuensi, dengan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov
5. Menghitung curah hujan rancangan dan dijadikan sebagai distribusi hujan jam-jam an
6. Melakukan kalibrasi model dengan pendekatan history banjir yang ada

7. Melakukan pemodelan sesuai kondisi eksisting
8. Melakukan evaluasi hasil simulasi kondisi eksisting, untuk dijadikan sebagai kajian optimalisasi kolam retensi dan pompa.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Curah Hujan Rancangan

Pada penelitian ini data hujan yang digunakan ialah data curah hujan harian maksimum. Dimana stasiun hujan yang digunakan sebagai acuan yaitu Stasiun Hujan Maritim Semarang dengan periode data 11 tahunan (2004-2014). Dipilihnya Stasiun Hujan Maritim Semarang ini karena dinilai mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan daerah lokasi penelitian.

Pemilihan Jenis Distribusi Frekuensi

Berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik dan uji kecocokan distribusi frekuensi yang telah dilakukan, maka dapat diketahui distribusi frekuensi yang memenuhi ialah Distribusi Log-Pearson III.

Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Setelah dilakukannya perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan metode Distribusi Log Pearson III untuk masing-masing periode ulang didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rancangan

T (tahun)	Log X (m m)	K _T	S (m m)	Log X _T (mm)	X _T (mm)
2	2,0	-	0,1	2,01	104,0
	20	0,0	29	7	53
		23			

5	2,0	0,8	0,1	2,12	134,3
	20	34	29	8	69
10	2,0	1,2	0,1	2,18	154,1
	20	96	29	8	99
25	2,0	1,7	0,1	2,25	179,1
	20	98	29	3	32

Tabel 3. Hasil Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman

t (jam)	Intensitas hujan (I)		Distribusi hujan jam-jam an (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

4.2 Pemodelan



Gambar 4. Sub Sistem Drainase Polder Tawang

Seperti pada gambar diatas, pada sistem drainase Polder Tawang ini terdiri dari 1 *Rainage*, 17 *Subcatchment*, 14 *Junction*, 14 *Conduit*, 1 pompa eksisting,

dan 1 kolam retensi. Dimana akan dilakukan 3 (tiga) pemodelan yakni pemodelan kalibrasi model, pemodelan sesuai kondisi eksisting, dan pemodelan dengan optimalisasi kolam retensi dan pompa.

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 17 Mei 2010 tepatnya di kawasan Polder Tawang Semarang.

Hasil simulasi menunjukkan terjadinya banjir pada saluran Merak (JPT.08), saluran Bandarharjo (JPT.09), dan saluran Empu Tantular (JPT.11) dengan volume dan lama banjir yang berbeda-beda. Dimana pada lokasi tersebut merupakan kawasan industri dan komersil sehingga prosentase daerah kedap airnya cukup tinggi.

Tabel 4. Hasil simulasi volume dan durasi banjir pada saluran JPT.09, JPT.11, dan JPT.14

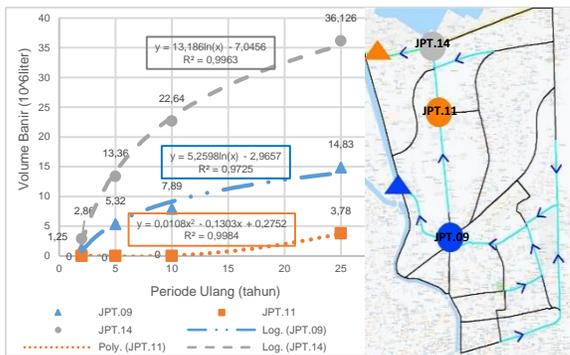
<i>Node</i>	<i>Nama Saluran</i>	<i>Hours Flooded</i>	<i>Total Flood Volume 10⁶ liter</i>
JPT.09	Jalan Bandarharjo	0,781	7,945
JPT.11	Jalan Empu Tantular	2,013	14,,597
JPT.14	Jalan Usman Janatin	1,61	17,811
Jumlah			40,353

Dimana pada tanggal 17 Mei 2010 banjir merendam wilayah Bandarharjo dan sekitarnya dengan ketinggian 50 cm. Dimana luas wilayah yang berdampak banjir 8,705 ha, sehingga volume banjir diperkirakan mencapai 40,375 x 10⁶ liter. Nilai tersebut sesuai dengan hasil simulasi kalibrasi data diatas, sehingga pemodelan yang dilakukan sesuai.

Pemodelan Sesuai Kondisi Eksisting

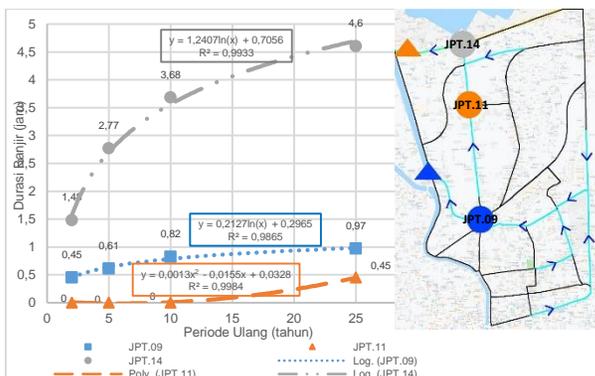
Pada pemodelan ini terdiri dari beberapa komponen yang meliputi 17 *subcatchment* (SPT), 13 *junction* (JPT), 14 *conduit* (CPT), 1 pompa, dan 1 kolam retensi. Dimana kolam retensi terletak di depan Stasiun Tawang dengan kapasitas tampungan 30.000 m³, sedangkan kapasitas pompa yang ada 0,6 m³/detik. Parameter-parameter yang digunakan pada pemodelan ini diambil berdasarkan kondisi aslinya di lapangan.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa limpasan air pada masing-masing *subcatchment* cukup besar sehingga mengakibatkan meluapnya air pada beberapa *junction* dengan volume yang berbeda-beda. Dimana pada periode ulang 25 tahunan terjadi banjir pada *junction* Bandarharjo (JPT.09) dengan volume banjir mencapai 14,83 x 10⁶ liter. Selain itu banjir juga terjadi pada *junction* Empu Tantular (JPT.11) dan *junction* Usman Janatin (JPT.14) dengan volume banjir 3,78 x 10⁶ liter dan 36,126 x 10⁶ liter. Dimana untuk masing-masing *junction* memiliki durasi banjir yang berbeda-beda, hal ini bergantung besarnya volume banjir.



Gambar 5. Grafik volume banjir pada JPT.09, JPT.11, dan JPT.14 untuk tiap periode ulang

Hasil simulasi menunjukkan bahwa limpasan air pada masing-masing *subcatchment* cukup besar sehingga mengakibatkan meluapnya air pada beberapa *junction* dengan volume yang berbeda-beda. Dimana 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. Dimana untuk masing-masing *junction* memiliki durasi banjir yang berbeda-beda, hal ini bergantung besarnya volume banjir.



Gambar 6. Grafik durasi banjir pada JPT.09, JPT.11, dan JPT.14 untuk tiap periode ulang

Pemodelan dengan Optimalisasi Pompa dan Kolam Retensi

Pada pemodelan optimalisasi ini selain dilakukannya perluasan kolam retensi Tawang (JPT.05), juga dilakukan penambahan kolam retensi dan pompa baru yang berada di wilayah Usman Janatin. Berikut data optimalisasi yang dilakukan :

- a. Kolam Retensi Tawang (JPT.05) “Redesain”
 - kapasitas tampungan awal = 30.000 m^3
 - kapasitas tampungan rencana = 39.000 m^3
 - kapasitas pompa eksisting = $0,6 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - kapasitas pompa rencana = $0,6 \text{ m}^3/\text{detik}$



Gambar 7. Desain baru kolam retensi Polder Tawang

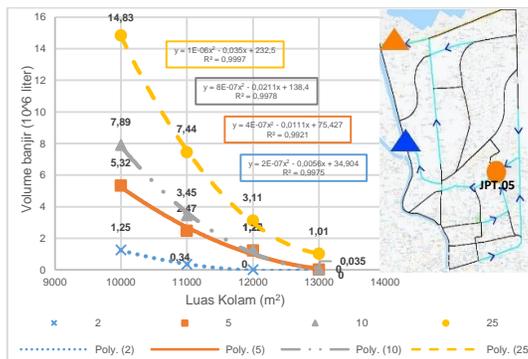
- b. Kolam Retensi Usman Janatin (JPT.17) “Baru”
 - kapasitas tampungan rencana = 36.000 m^3
 - kapasitas pompa rencan = $0,6 \text{ m}^3/\text{detik}$



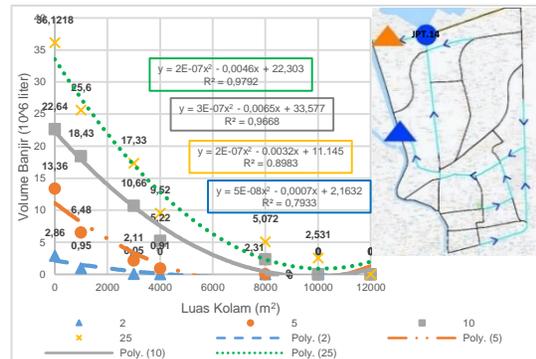
Gambar 8. Desain rencana kolam retensi Usman Janatin

1. Perbandingan Volume Banjir dengan Luas Kolan Retensi

Gambar 9. merupakan grafik perbandingan luas kolan retensi Tawang (JPT.05) terhadap volume banjir (JPT.09) sebelum optimalisasi yang ditunjukkan angka 10.000 dan sesudah optimalisasi yang ditunjukkan angka 13.000. Dimana grafik tersebut menunjukkan adanya penurunan volume banjir pada saat luas kolan retensi diperbesar. Hal serupa juga terjadi pada kolam retensi Usman Janatin (JPT.14) yang ditunjukkan pada Gambar 10. Dengan demikian perluasan kolam retensi dinilai lebih efektif untuk menurunkan volume banjir yang terjadi pada suatu wilayah.



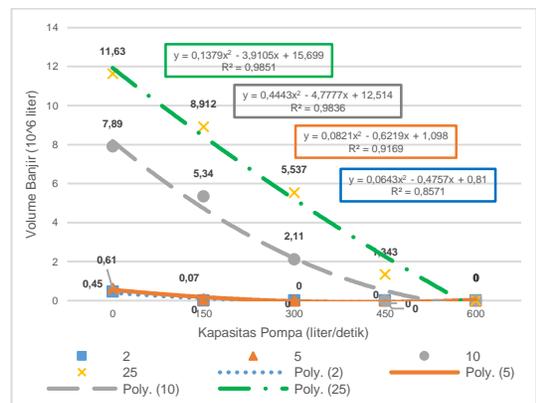
Gambar 9. Grafik perbandingan luas kolan (JPT.05) terhadap volume banjir (JPT.09) dengan tiap periode ulang



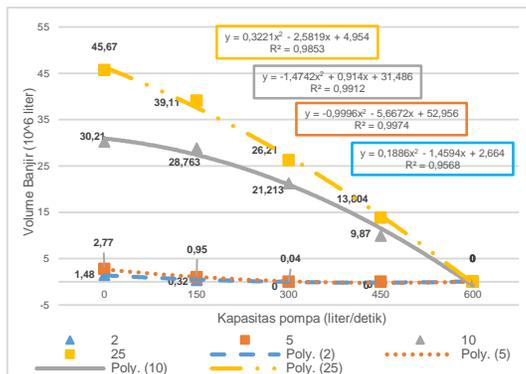
Gambar 10. Grafik perbandingan luas kolan (JPT.14) terhadap volume banjir (JPT.14) dengan tiap periode ulang

2. Perbandingan kapasitas pompa dengan volume banjir

Gambar 11. merupakan grafik perbandingan kapasitas pompa saluran Merak (CPT.07) terhadap volume banjir (JPT.09) sebelum optimalisasi yang ditunjukkan angka 0 dan sesudah optimalisasi ditunjukkan angka 600. Dimana grafik tersebut menunjukkan adanya penurunan volume banjir pada saat kapasitas pompa diperbesar. Hal serupa juga terjadi pada pompa Usman Janatin (JPT.14) yang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 11. Grafik perbandingan kapasitas pompa (CPT.07) terhadap volume banjir (JPT.09) dengan tiap periode ulang



Gambar 12. Grafik perbandingan kapasitas pompa (CPT.14) terhadap volume banjir (JPT.14) dengan tiap periode ulang

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berikut ini beberapa kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan analisis efektivitas kolam retensi terhadap pengendalian banjir :

1. Hasil simulasi dengan periode ulang 10 tahunan menunjukkan debit puncak aliran yang masuk kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) melalui *junction* Pengapon (JPT.03) sebesar 3,595 m³/detik. Sedangkan debit puncak aliran yang masuk ke kolam retensi melalui *junction* Cendrawasih (JPT.07) sebesar 2,052 m³/detik. Untuk debit puncak terbesar terjadi pada *junction* Bandarharjo (JPT.09) yakni sebesar 8,742 m³/detik. Hal ini terjadi karena *junction* Bandarharjo (JPT.09) merupakan saluran yang menerima limpasan air yang cukup besar dari beberapa *subcatchment* yang cukup luas dan dengan prosentase daerah kedap air yang cukup besar.
2. Dengan kondisi yang ada saat ini, Kolam retensi dan pompa Polder Tawang dinilai belum mampu mengatasi permasalahan banjir pada

kawasan Kota Lama dan sekitarnya. Mengingat besarnya limpasan air yang terjadi saat turun hujan dan tidak diimbangi dengan sistem drainase perkotaan yang memadai sehingga terjadi banjir di beberapa wilayah kelurahan Tanjung Mas dan sekitarnya. Dengan periode ulang 25 tahunan daerah-daerah yang berdampak banjir meliputi wilayah Bandarharjo (JPT.09) dengan volume 14,83 x 10⁶ liter, Empu Tantar (JPT.11) dengan volume 3,78 x 10⁶ liter, dan Usman Janatin (JPT.14) dengan volume 36,126 x 10⁶ liter. Sehingga dalam kasus ini kinerja Kolam retensi dan pompa Polder Tawang belum efektif dalam pengendalian banjir di kawasan Kota Lama dan sekitarnya

Dalam upaya pengendalian banjir di kelurahan Tanjung Mas khususnya di kawasan Kota Lama Semarang, maka perlu dilakukan optimalisasi kinerja kolam retensi dan pompa sistem drainase Polder Tawang Semarang. Dimana diperlukan penambahan kapasitas tampungan air Kolam retensi lama Polder Tawang (JPT.05) menjadi 39.000 m³ dan mendesain Kolam Retensi baru (JPT.14) di wilayah Usman Janatin dengan kapasitas 36.000 m³ untuk periode ulang 10 tahunan. Optimalisasi pompa dilakukan dengan menambahkan pompa baru (CPT.14) dengan kapasitas pompa 0,6 m³/detik di saluran Usman Janatin untuk membantu kinerja kolam retensi baru (JPT.14).

5.2 Saran

Berikut ini beberapa saran yang diperoleh setelah melakukan analisis efektivitas kolam retensi dan pompa terhadap pengendalian banjir:

1. Perawatan saluran perlu dilakukan setidaknya diadakan pengerukan sedimentasi dan pembersihan saluran

- drainase agar saluran tidak dangkal dan dapat menampung kapasitas air yang optimal.
2. Untuk mengatasi permasalahan banjir di kawasan Tawang dan sekitarnya diperlukan penambahan kapasitas tampungan air pada kolam retensi Polder Tawang (JPT.05) sebesar 39.000 m³ dengan luas kolam 13.000 m² dan kedalaman 3 meter serta pompa yang terletak di saluran Merak (CPT.07) dengan kapasitas 0,6 m³/detik. Sedangkan untuk kawasan Usman Janatin diperlukan kolam retensi baru (JPT.14) yang berlokasi di Usman Janatin dengan kapasitas kolam retensi 36.000 m³ (luas kolam 12.000 m² dan kedalaman 3 m) serta pompa baru yang terletak di saluran Usman Janatin (CPT.14) dengan kapasitas 0,6 m³/detik.

Perdana, D. (2015). Studi Pemodelan Sinetik Curah Hujan Pada Beberapa Stasiun Hujan di Kabupaten Pringsewu. Universitas Lampung.

Rifki (2017). Evaluasi Saluran Drainase Dengan Menggunakan Program SWMM 5.1 di Perumahan De Bale Permata Arcadia, Depok, Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor.

Rossman, L. (2015): Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1 (Revised): EPA United States Environmental Agency

Soewarno, (1995). Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa data. Bandung : NOVA (Jilid 1)

Togani (2016). Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan Dengan Metode Goodness Of Fit Test. Universitas Negeri Semarang: Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

Gunawan (2018). Evaluasi dan Perencanaan Drainase Perkotaan Kawasan Perumahan Sawojajar Permai Kelurahan Lesanpuro Kota Malang. Skripsi Universitas Muhammadiyah: Malang.

Herryandi, dkk (2008). Perencanaan Bangunan Suplesi Pegadis Daerah Irigasi Batang Samo Riau. Universitas Diponegoro: Semarang.

Khoerul (2017). Pengendalian Genangan Hujan di Kampus. Universitas Muhammadiyah: Purwokerto

Nugroho (2016). Kajian Kinerja Sistem Polder Sebagai Model Pengembangan Drainase Kota Semarang Bagian Bawah dengan Balanced Scorecard. Universitas Diponegoro: Semarang.