

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE WILAYAH TAWANG SARI DAN TAWANG MAS SEMARANG BARAT

Lina Dwi Damayanti, Hane Syafarini, Suseno Darsono ^{*)}, Sugiyanto ^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Tawang Sari dan Tawang Mas merupakan kawasan pesisir pantai utara di kecamatan Semarang Barat Kota Semarang. Permasalahan banjir dan rob menyebabkan aktivitas masyarakat di kawasan tersebut terganggu. Sistem drainase dianggap sebagai alternatif yang efektif dan efisien untuk menanggulangi permasalahan banjir dan rob. Perencanaan sistem drainase ini meliputi perencanaan long storage, rumah pompa, tanggul dan pintu air. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan pemodelan EPA SWMM versi 5.1 untuk periode ulang 10 tahun dan dicek menggunakan HEC-RAS. Dari hasil pemodelan diperoleh debit banjir rencana sebesar 21,63 m³/s pada long storage Semarang Indah, 9,01 m³/s pada long storage Madukoro dan 15,78 pada long storage Tawang Sari. Dengan hasil debit banjir rencana, long storage Semarang Indah didesain menggunakan 5 pompa berkapasitas 3 m³/s dan 2 buah pompa eksisting berkapasitas 0,6 m³/s, long storage Madukoro menggunakan 3 pompa berkapasitas 1,2 m³/s dan 2 pompa eksisting berkapasitas 0,6 m³/s, serta long storage Tawang Sari menggunakan 4 pompa berkapasitas 1,5 m³/s. Untuk perencanaan long storage, dimensi disesuaikan dengan kondisi eksisting yaitu 12 m pada Semarang Indah, 5 m pada Madukoro dan 12 m pada Tawang Sari dengan kedalaman 3 m dan ketinggian air dijaga pada kedalaman 2 meter dari dasar kolam. Sedangkan, untuk perencanaan elevasi tanggul dihitung berdasarkan tinggi pasang surut, wave set up, wind set up, sea level rise, dan penurunan tanah di Wilayah Tawang Sari dan Tawang Mas. Berdasarkan hasil perhitungan tanggul Banjir Kanal Barat berada pada elevasi +3,62 m. Pintu air dibuat untuk menutup aliran storage Tawang Sari menuju kali Siangker dan sebaliknya agar terbebas dari pengaruh banjir maupun pasang surut Kali Siangker.

Kata kunci: Banjir dan Rob, Long Storage, Pompa

ABSTRACT

Tawang Sari and Tawang Mas are area in the district of the northern coast of West Semarang. Flooding and rob problems disturbing people activities in the area. The drainage system is regarded as an effective and efficient alternative to overcome the flood and rob problems. This drainage system planning includes long storage, the pump housing, embankment and sluice. The calculation of flood discharge plan using EPA SWMM modeling version 5.1 for the 10-year period and checked using HEC-RAS. From the modeling results obtained flood discharge plan amounted to 21.63 m³ / s in long storage Semarang Indah, 9.01 m³ / s on a long storage Madukoro and 15.78 in long storage Tawang Sari. With the results of the flood discharge plan, long storage Semarang Indah

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

designed using 5 pumps capacity of $3 \text{ m}^3 / \text{s}$ and 2 existing pumps capacity of $0.6 \text{ m}^3 / \text{s}$, long storage Madukoro using 3 pumps capacity of $1.2 \text{ m}^3 / \text{s}$ and 2 existing pumps capacity $0.6 \text{ m}^3 / \text{s}$, and long storage Tawang Sari using 4 pumps capacity of $1.5 \text{ m}^3 / \text{s}$. For long storage dimension planning adapted to existing conditions, which is 12 m in Semarang Indah, 5 m in Madukoro and 12 m in Tawang Sari with a depth of 3 m and water level is maintained at a depth of 2 meters from the bottom of the elementary channel. The planning of the embankment elevation is calculated based on the high tide, wave set up, set up wind, sea level rise and land subsidence in Tawang Sari and Tawang Mas. Based on calculations the embankment of Banjir Kanal Barat elevation is +3.62 m. The sluice is made to stop the flow of water from Siangker river to long storage Tawang Sari and vice versa to be free from the effects of flooding and rob that causing from tidal Siangker.

Key words : *Flooding and rob, long storage, pump*

PENDAHULUAN

Berbagai kota besar di Indonesia terletak di wilayah pesisir dan memiliki jumlah penduduk yang padat serta pertumbuhan perekonomian yang pesat, namun pada umumnya infrastruktur kotanya tidak tersedia dan tidak mendukung kondisi lingkungan kota tersebut (Huda, 2013). Meningkatnya jumlah bangunan (konstruksi) akibat pertumbuhan penduduk akan menyebabkan beban bangunan meningkat sehingga terjadi penurunan tanah.

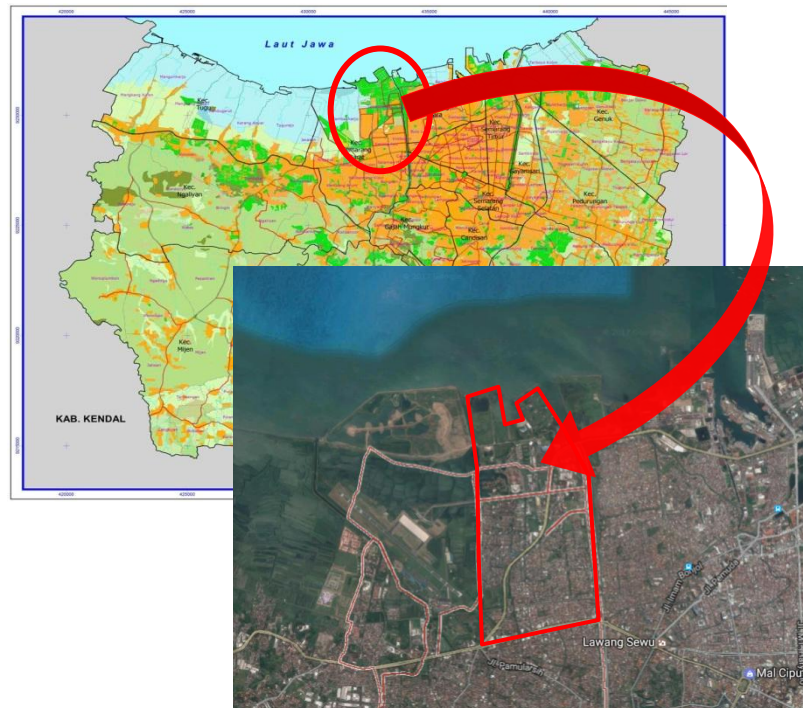
Rob merupakan kejadian dimana air laut masuk ke daratan pada saat permukaan air laut mengalami pasang. Ada dua penyebab terjadinya rob, yaitu naiknya muka air laut (*sea level rise*) dan penurunan permukaan tanah (*land subsidence*) (Nugroho, 2013).

Kelurahan Tawang Mas, Tawang Sari dan sekitarnya yang terletak di Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang merupakan daerah rawan banjir. Kelurahan ini masuk kedalam Sub Sistem Kali Siangker. Banjir terutama pada musim hujan diakibatkan oleh topografi tanah yang rendah dan berdekatan dengan pantai utara pulau Jawa yang mengakibatkan air rob mudah masuk ke daerah ini. Selain itu sedimentasi kali Siangker pada bagian hilir sangat tinggi sehingga aliran limpasan dari DAS bagian atas tidak dapat mengalir secara efektif secara gravitasi ke hilir kali Siangker.

Kali Ronggolawe dan Kali Karangayu yang mengalir di Sub Sistem Kali Siangker pada masa lalu langsung bermuara ke laut. Akan tetapi setelah pembangunan PRPP, muara kedua kali tersebut dialirkan ke Kali Siangker dan Banjir Kanal Barat melalui Kali Tawang Sari dengan outlet dikontrol pintu air. Kemudian Kali Ronggolawe dan Kali Karangayu dialihkan langsung ke Banjir Kanal Barat melalui Saluran Semarang Indah karena pembangunan perumahan Puri Anjasmoro. Semua pintu air dan saluran drainase sekarang dalam keadaan yang buruk dan beberapa pintu tidak berfungsi karena tingginya endapan.

Kondisi ini tentu menyebabkan kinerja sub sistem Siangker tidak bekerja optimal. Dampaknya adalah air tidak dapat mengalir dan timbul genangan banjir di beberapa titik terutama di Jalan Madukoro yang merupakan pusat perkantoran Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dan Pemerintah Kota Semarang. Hal ini tentu sangat mengganggu aktivitas masyarakat daerah tersebut. Untuk menanggulangi masalah tersebut terdapat beberapa cara pengendalian banjir, salah satunya dengan perencanaan perbaikan sistem drainase pada daerah tersebut

Lokasi perencanaan adalah Kelurahan Tawang Sari dan Tawang Mas di Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang. Lokasi wilayah banjir dan rob yang akan ditanggulangi dengan sistem drainase ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Perencanaan Sistem Drainase
(Sumber: Peta RTRW Kota Semarang 2011-2031 dan Google Earth, 2016)

METODOLOGI PENELITIAN

Perencanaan sistem drainase guna menanggulangi banjir dan rob ini dilakukan dengan metodologi seperti berikut:

1. Survei lapangan
Survei lapangan dilakukan untuk memahami lokasi studi dan identifikasi permasalahan awal yang didapat di lapangan serta melihat kemungkinan solusi yang diusulkan. Survei lapangan dilakukan guna memperkirakan dimensi tanggul, bangunan, dan *long storage*. GPS dan peta topografi.
2. Pengumpulan Data Sekunder
Data yang diperlukan dalam perencanaan ini antara lain:
 - a. Data curah hujan;
 - b. Data pasang surut;
 - c. Data angin;
 - d. Data tanah; dan
 - e. Peta topografi.
3. Analisis Hidrologi
Model yang digunakan dalam analisis debit banjir adalah EPA SWMM 5.1. Model EPA SWMM (*Storm Water Management Model*) versi 5.1 adalah model simulasi limpasan (*runoff*) curah hujan periodik yang digunakan untuk mensimulasi kejadian tunggal atau kejadian terus-menerus dengan kuantitas dan kualitas limpasan dari luas wilayah yang ditinjau terutama wilayah perkotaan. EPA SWMM adalah software yang

dikembangkan oleh *U.S. Environmental Protection Agency's National Risk Management Research Laboratory*.

4. Analisis Hidrolika

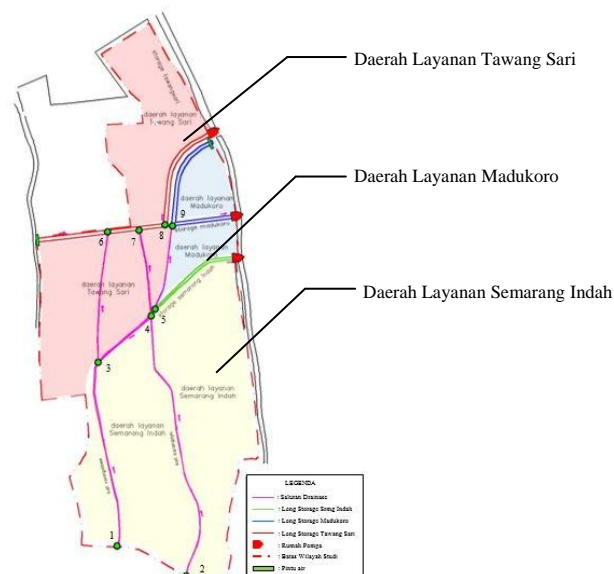
Saluran drainase rencana dimodelkan dengan menggunakan HEC-RAS. HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) adalah software yang dikembangkan oleh *U.S Army Corps of Engineering*. HEC-RAS didesain untuk melakukan perhitungan hidrolika satu dimensi untuk jaringan saluran secara keseluruhan baik yang alami maupun buatan.

5. Perencanaan Teknis

Perencanaan teknis meliputi setiap komponen sistem drainase, yaitu *long storage*, pompa, pintu air serta tanggul. Merancang dan membangun *long storage*, tanggul, pintu air yang dilengkapi dengan pompa pembuangan air banjir merupakan tugas utama dalam penanggulangan banjir dan rob.

HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan analisis hasil pengukuran topografi di kawasan Tawang Sari dan Tawang Mas, muka tanah terendah pada daerah hilir berada pada elevasi sebesar $\pm 0,2$ terletak di utara Jalan Madukoro yang merupakan area depo kontainer dan muka tanah tertinggi pada daerah hulu berada pada elevasi sebesar $\pm 17m$ pada daerah Jalan Pamularsih, namun lokasi yang tinggi ini yang jauh dari laut Jawa. Elevasi rata-rata pada area studi kurang dari $\pm 1m$, yaitu pada daerah Perkantoran Madukoro, Jalan Arteri Jakarta-Surabaya, kompleks PRPP dan sekitarnya. Apabila air laut mengalami pasang tertinggi maka kawasan ini pasti terendam oleh rob. Oleh karena itu direncanakan sistem drainase yang terdiri dari *long storage*, rumah pompa, tanggul, dan pintu air. Gambar 2 merupakan perencanaan sistem drainase di kawasan Tawang Sari dan Tawang Mas. *Long Storage* dan rumah pompa direncanakan di tiga lokasi berbeda yaitu Semarang Indah, Madukoro dan Tawang Sari. Tanggul sebagai penahan banjir rob direncanakan sepanjang sisi Barat kali Banjir Kanal Barat dan sepanjang jalan Marina. Sedangkan pintu air direncanakan pada outlet *long storage* Tawang Sari yang berhubungan langsung dengan Kali Siangker.



Gambar 2. Perencanaan Sistem Drainase Tawang Sari dan Tawang Mas

Perhitungan hujan harian rata-rata maksimum pada stasiun hujan Ahmad Yani, Maritim dan Kalisari dianalisis dengan menggunakan program A-Prob (Istiarto, 2014) untuk memperoleh curah hujan rencana. Tipe sebaran yang digunakan adalah Log Pearson III. Tipe sebaran tersebut telah diuji dengan metode Chi-kuadrat dan *Smirnov-Kolmogorov*. Hasil curah hujan rencana dengan periode ulang 2 hingga 50 tahun ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hujan Rencana Stasiun Ahmad Yani, Maritim dan Kalisari

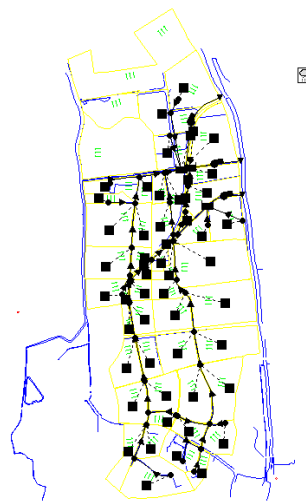
| Kala Ulang (Tahun) | Hujan Rencana (mm) |
|-----------------------|-----------------------|
| 2 | 76 |
| 5 | 103 |
| 10 | 122 |
| 20 | 142 |
| 50 | 170 |

Berdasarkan hasil curah hujan rencana dari aplikasi A-Prob kemudian dihitung intensitas hujan. Perhitungan intensitas hujan menggunakan pendekatan melalui hyetograf hujan jam-jaman Stasiun Maritim dengan menghitung waktu konsentrasi (*tc*) setiap saluran drainase menggunakan rumus *Kirpich* (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Tabel 2. Intensitas Hujan Stasiun Maritim

| Kala Ulang (tahun) | Hujan Rencana (mm) | <i>tc</i> (jam) | Hujan 2 jam-an | | Intensitas Hujan | |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | | jam ke-1 (%) | jam ke-2 (%) | jam ke-1 (mm) | jam ke-2 (mm) |
| 10 | 122.346 | 2 | 45.91 | 54.09 | 56.16 | 66.17 |

Perhitungan debit banjir dengan menggunakan pemodelan EPA SWMM 5.1 dilakukan dengan membuat simulasi saluran drainase dan *long storage* rencana seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Pada pemodelan ini, kawasan Tawang Sari dan Tawang Mas dibagi ke dalam beberapa *subcatchment* dan dimodelkan masuk ke *long storage* rencana.



Gambar 3. Pemodelan Sistem Drainase Tawang Sari dan Tawang Mas

Hasil pemodelan hidrologi dengan menggunakan EPA SWMM 5.1 diperoleh debit banjir periode ulang rencana 10 tahun seperti disajikan pada Tabel 3 berikut.

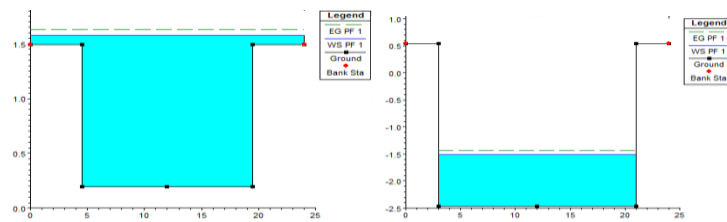
Tabel 3. Perencanaan Dimensi *Long Storage*

| <i>Long Storage</i> | Debit Banjir (Q) m ³ /s |
|---------------------|---------------------------------------|
| Semarang Indah | 21.433 |
| Madukoro | 5.058 |
| Tawang Sari | 10.094 |

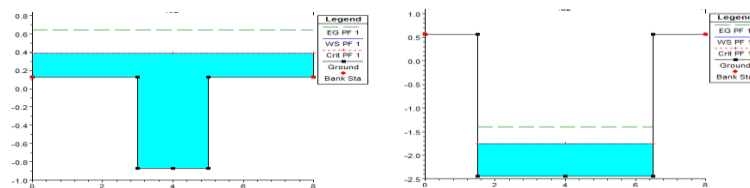
Perencanaan saluran primer di kawasan Tawang Sari dan Tawang Mas menggunakan debit banjir periode ulang 10 tahun. Perencanaan ini dilakukan dengan memodelkan saluran drainase rencana menggunakan HEC-RAS. Saluran drainase rencana berupa *long storage*. Pemodelan saluran drainase rencana dapat dilihat pada Tabel 4 berikut. Perencanaan long storage terdapat pada 3 lokasi yaitu Semarang Indah, Madukoro dan Tawang Sari dimana masing-masing *long storage* memiliki dimensi rencana sebagai berikut.

Tabel 4. Perencanaan Dimensi *Long Storage*

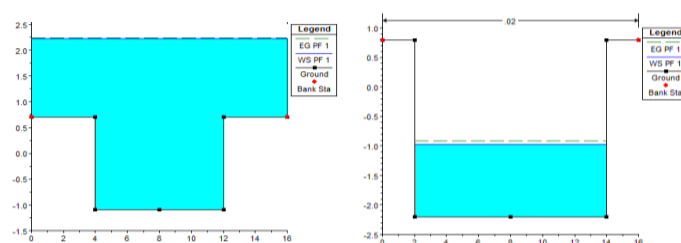
| <i>Long Storage</i> | Lebar Dasar (B) m | Tinggi Saluran (H) m | Panjang Saluran (L) m | Volume Tampungan m ² |
|---------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Semarang Indah | 18 | 3 | 837 | 45.177 |
| Madukoro | 5,5 | 3 | 1.405 | 21.876 |
| Tawang Sari | 12 | 3 | 2.020 | 72.720 |



Gambar 4. Hasil Pemodelan HEC-RAS pada *Long Storage* Semarang Indah



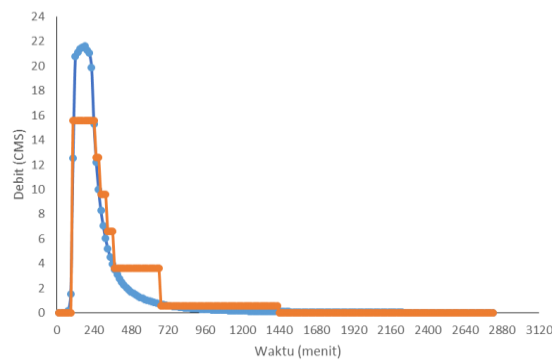
Gambar 5. Hasil Pemodelan HEC-RAS pada *Long Storage* Madukoro



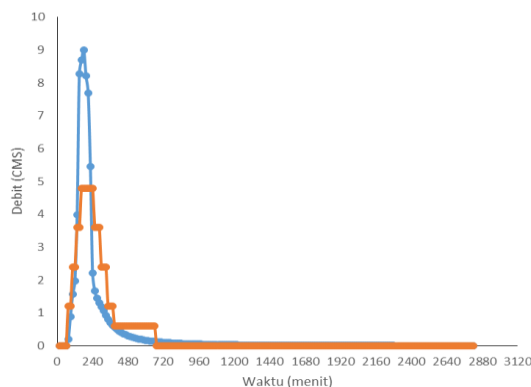
Gambar 6. Hasil Pemodelan HEC-RAS pada *Long Storage* Tawang Sari

Dimensi *long storage* didesain dengan mengacu pada kondisi eksisting saluran drainase karena terbatasnya lahan pada daerah studi. Elevasi air tertinggi *long storage* direncanakan pada elevasi +0.01 m agar elevasi air terendah pada *long storage* (pada elevasi -1.64 m) tetap dapat mengalir secara gravitasi, sedangkan elevasi dasar *long storage* direncanakan pada elevasi tertinggi -0.73 m dan terendah sebesar -2.97 m. Dengan kedalaman efektif *long storage* sebesar 3 m, maka diperoleh volume efektif *long storage* sebesar 45177 m³ pada *long storage* Semarang Indah, 21876 m³ pada *long storage* Madukoro, 72720 m³ pada *long storage* Tawang Sari.

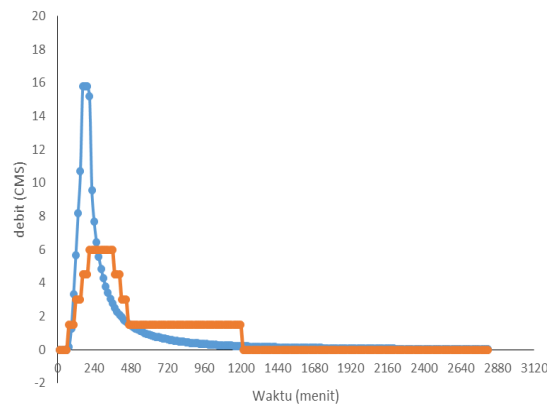
Dengan hasil debit banjir rencana, *long storage* Semarang Indah didesain menggunakan 5 pompa berkapasitas 3 m³/s dan 2 buah pompa eksisting berkapasitas 0,6 m³/s, *long storage* Madukoro didesain menggunakan 3 pompa berkapasitas 1,2 m³/s dan 2 pompa eksisting berkapasitas 0,6 m³/s, serta *long storage* Tawang Sari didesain menggunakan 4 pompa berkapasitas 1,5 m³/s. Dari grafik hidrograf banjir periode 10 tahun dan grafik keluaran akibat adanya pompa, dapat diplot sehingga menjadi grafik yang ditunjukkan pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9.



Gambar 7. Hidrograf Inflow dan Outflow *Long Storage* Semarang Indah



Gambar 8. Hidrograf Inflow dan Outflow *Long Storage* Madukoro



Gambar 9. Hidrograf Inflow dan Outflow *Long Storage* Tawang Sari

Volume yang harus ditampung di *long storage* Semarang Indah adalah sebesar $50,09 \text{ m}^3/\text{s} \times 15 \times 60 = 45081 \text{ m}^3$ ($\Sigma Q_{in} - Q_{out}$ pada jam 2:00:00 sampai jam 3:45:00). Volume yang harus ditampung di *long storage* Tawang Sari adalah sebesar $75,11 \text{ m}^3/\text{s} \times 15 \times 60 = 67.599 \text{ m}^3$ ($\Sigma Q_{in} - Q_{out}$ pada jam 1:45:00 sampai jam 4:15:00). Volume yang harus ditampung di *long storage* Madukoro adalah sebesar $23,12 \text{ m}^3/\text{s} \times 15 \times 60 = 20808 \text{ m}^3$ ($\Sigma Q_{in} - Q_{out}$ pada jam 2:15:00 sampai jam 3:45:00).

Perhitungan tinggi HHWL dan LLWL dilakukan dengan mengolah data pasang surut dari Stasiun Maritim menggunakan metode *Admiralty*. Berdasarkan perhitungan diperoleh bahwa HHWL berada pada elevasi +161 cm dan LLWL berada pada elevasi +15,181 cm. Setelah dilakukan analisis hasil pengukuran muka air banjir pada outlet saluran Tawang Sari pada kali Banjir Kanal Barat diperoleh elevasi muka air banjir sebesar +1,68 m.

Perencanaan tanggul pada sisi jalan Marina direncanakan menggunakan parapet berukuran 0,3x 1,5 m sepanjang 630 m. Sedangkan untuk tanggul pada sisi Barat Kali Banjir Kanal Barat direncanakan dengan pertimbangan faktor elevasi daerah studi. Dikarenakan daerah Tawang Sari dan Tawang Mas mengalami penurunan tanah cukup tinggi yaitu $\pm 5 \text{ cm}$ per tahun (Pujiastuti et al., 2015). Pada perencanaan tanggul, diperhitungkan penurunan tanah selama 20 tahun, sehingga diperoleh tinggi tanggul sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Tanggul} &= \text{DWL} + \text{Land Subsidence} + \text{Tinggi Jagaan} \dots\dots\dots(1) \\ \text{Tinggi Tanggul} &= +2,02 + 1 + 0,5 \\ &= +3,62 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil perencanaan sistem drainase Tawang Sari dan Tawang Mas diperoleh Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) aktual dengan rincian seperti pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Sistem Drainase Tawang Sari dan Tawang Mas

| No. | Jenis Pekerjaan | Harga |
|-----|-------------------------------|-----------------|
| I | Pekerjaan Persiapan | 146.849.900 |
| II | Pekerjaan <i>Long Storage</i> | |
| | a. Semarang Indah | 68.667.265.694 |
| | b. Madukoro | 112.231.672.391 |
| | c. Tawang Sari | 162.346.520.908 |
| III | Pekerjaan Rumah Pompa | |
| | a. Semarang Indah | 18.055.996.189 |
| | b. Madukoro | 11.562.711.914 |
| | c. Tawang Sari | 19.439.090.088 |
| | d. Rumah Operator Tawang Sari | 359.006.980 |
| IV | Pekerjaan Tanggul | |
| | a. Tanggul Banjir Kanal Barat | 51.655.980.424 |
| | b. Tanggul Marina | 10.809.890.565 |
| V | Pekerjaan Pintu Air | 678.907.227 |
| | Jumlah | 456.037.693.214 |
| | Pajak (PPN 10%) | 45.603.769.321 |
| | Jumlah Akhir | 501.641.461.536 |
| | Pembulatan | 501.641.462.000 |

KESIMPULAN

Perencanaan Sistem Drainase di wilayah Tawang Sari dan Tawang Mas yang sering tergenang akibat banjir dan rob hasilnya sebagai berikut:

1. Debit banjir yang telah dianalisis dengan program SWMM 5.1 pada sistem perencanaan drainase ini yaitu sebesar 21.63 m³/s pada *long sotrage* Semarang Indah, 9.01 m³/s pada *long sotrage* Madukoro dan 15.78 m³/s pada *long sotrage* Tawang Sari.
2. Kapasitas penampang *long storage* pada perencanaan sistem drainase ini yaitu memiliki volume sebesar 72720 m³ pada *long sotrage* Semarang Indah, 21876 m³ pada *long sotrage* Madukoro dan 45177 m³ pada *long sotrage* Tawang Sari. Dimana kapasitas volume rencana pada *long storage* rencana lebih besar daripada volume *long storage* yang dibutuhkan.
3. Elevasi muka air maksimum yang diperoleh dari program HEC-RAS yaitu berada pada elevasi -1.860 m pada outlet *long sotrage* Semarang Indah, -2.820 m pada outlet *long sotrage* Madukoro dan -1.720 m pada outlet *long sotrage* Tawang Sari.
4. Sistem drainase dianggap sebagai alternatif yang efektif dan efisien untuk menanggulangi permasalahan banjir dan rob di wilayah Tawang Sari dan Tawang Mas yang memiliki topografi landai. Perencanaan sistem drainase ini meliputi perencanaan *long storage*, rumah pompa, tanggul serta pintu air.

SARAN

Studi lanjutan guna mempelajari sistem operasi dan pemeliharaan yang efisien dan berbasis masyarakat perlu dilakukan. Jadi, penelitian selanjutnya perlu disusun sistem pengelolaan drainase yang berbasis masyarakat sehingga biaya pemeliharaan tidak terlalu membebani anggaran pemerintah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Dinas PSDA dan ESDM Kota Jawa Tengah, Stasiun Meteorologi Maritim Semarang, BBWS Pemali Juana, dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Semarang atas dukungan dan bantuan data sekunder dalam perencanaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Davis. 1997. *HEC-RAS River Analysis System Version 2.0*. US Army Corps of Engineers.
- Istiarto, 2014. *Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS*, <http://istiarto.staff.ugm.ac.id/docs/hidter/HEC-RAS%20Dasar%20Simple%20Geometry%20River%20Jul14.pdf>, 11 September 2016.
- Huda, M. C., 2013. *Pengaturan Perizinan Reklamasi Pantai Terhadap Perlindungan Lingkungan Hidup*, PERSPEKTIF Volume XVIII No. 2 Tahun 2013 Edisi Mei.
- Kodoatie, Robert J. dan Sugiyanto. 2002. *Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta: ANDI.
- Nugroho, S.H., 2013, *Prediksi Luas Genangan Pasang Surut (Rob) Berdasarkan Analisis Data Spasial di Kota Semarang, Indonesia*, Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi Volume 4 No. 1 Hal 71-87 Tahun 2013 Edisi April.
- Pujiastuti, R., Suripin & Syafrudin, 2015. *Pengaruh Land Subsidence terhadap Genangan Banjir dan Rob di Semarang Timur*, Volume 21 No 1 Tahun 2015 Edisi Juli.
- Suripin. 2003. *Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wahyudi, S. Imam. 2010. *Perbandingan Penanganan Banjir Rob di La Briere (Perancis), Rotterdam (Belanda), dan Perspektif di Semarang (Indonesia)*, Riptek Vol. 4, No. II, Hal 29-35, http://bappeda.semarangkota.go.id/v2/wp-content/uploads/2013/12/4.rob_imam-wahyudi.pdf, 11 September 2016.