



PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KALI TENGGANG SEMARANG

Martin Martunas Agung P.S, Riekea Astika Putri Gultom, Suripin^{*)}, Dwi Kurniani^{*)}

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

ABSTRAK

Kali Tenggang merupakan salah satu sistem drainase kota di Semarang Timur. Aliran Kali Tenggang melintasi daerah-daerah industri di Semarang, seperti Kawasan Kaligawe yang memiliki peranan penting bagi perekonomian kota Semarang. Kali Tenggang melewati kota membuat daerah aliran sungainya tidak lepas dari masalah drainase yang sering terjadi di kota besar yaitu banjir. Banjir yang terjadi di Kali Tenggang disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kapasitas sungai yang terbatas akibat sedimentasi, angka penurunan tanah, pasang air laut, dan luapan air dari sungai sekitarnya. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk menangani masalah banjir yang terjadi di aliran Kali Tenggang ialah dengan perbaikan saluran (redesign penampang) dan membangun kolam retensi, sehingga kehidupan masyarakat di sekitar wilayah Kali Tenggang dapat berjalan dengan baik. Perencanaan kolam retensi dan redesign penampang menggunakan program HEC-RAS dengan debit banjir hasil HEC-HMS dan cross section Kali Tenggang menjadi input datanya. Perencanaan perbaikan saluran dilakukan pada 9 section; antara lain Majapahit, Bugen, Tlogosari, Rel area, Muktiharjo, Dempellor, Terboyo, Pacar, dan Tambakrejo. Estimasi biaya yang diperlukan dalam pekerjaan redesign saluran penampang dan pembangunan kolam retensi adalah Rp 122.269.035.885,00 dengan waktu pelaksanaan yang dibutuhkan adalah 156 hari.

kata kunci : banjir, sistem drainase, perbaikan saluran, kolam retensi

ABSTRACT

Kali Tenggang is one of the urban drainage systems in East Semarang. Kali Tenggang flows through industrial zones in Semarang, such as Kaligawe that has an important roles for regional economy. Kali Tenggang which through downtown makes watershed of Kali Tenggang cannot out from flood disaster. There are many factors cause this disaster, like reducing channel capacity because of sedimentation, number of land subsidence, backwater and overflow from rivers around Kali Tenggang. Some of the attempt to solve this problem are redesign channel and build retention pond, so the live of the people who live around Kali tenggang can run well and prosper. Design of Retention Pond and redesign channel use HEC-RAS program with HEC-HMS's discharge and cross section data as input data. Redesign channel planned on 9 sections, they are Majapahit, Bugen,

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

Tlogosari, Rel area, Muktiharjo, Dempellor, Terboyo, Pacar, and Tambakrejo. Construction of retention pond and redesign channel project spend Rp 122.269.035.885,00 and this project finished on 156 days.

keywords: flood disaster, drainage system, redesign channel, retention pond

PENDAHULUAN

Kali Tenggang adalah salah satu sistem drainase kota Semarang Timur, yang wilayah layanannya membentang dari Banjir Kanal Timur di sebelah Barat sampai Kali Babon di sebelah Timur. Kali Tenggang yang melewati kota membuat daerah aliran Kali Tenggang tidak lepas dari masalah banjir. Masalah banjir itu sendiri disebabkan oleh beberapa faktor antara lain, penurunan kapasitas penampang sungai akibat sedimentasi dan penyempitan, angka penurunan tanah yang tinggi, pasang air laut ke daratan, dan luapan dari saluran atau sungai-sungai sekitar. Oleh karena itu perlu penanganan teknis untuk mengatasi masalah banjir tersebut. Beberapa usaha untuk mengatasi masalah tersebut adalah perbaikan dimensi (*redesign*) penampang saluran Kali Tenggang dan pembangunan kolam retensi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tugas akhir ini bertujuan untuk menghitung debit banjir rencana, menganalisis kapasitas eksisting penampang, menganalisis sistem drainase yang sesuai, dan pada akhirnya dapat menyusun laporan akhir perencanaan sistem drainase Kali Tenggang.

METODOLOGI

Metodologi penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 1.

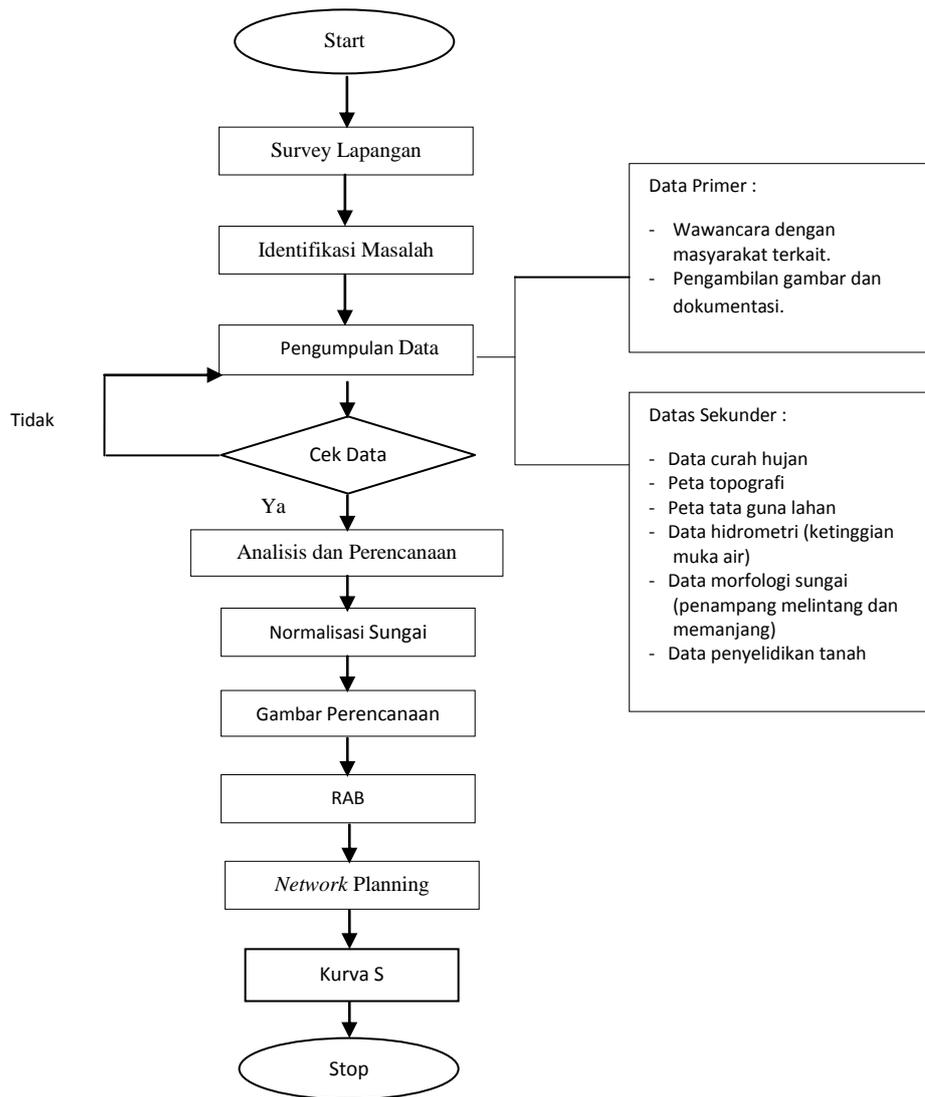
PEMBAHASAN DAN HASIL

Hidrologi adalah bidang pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian serta penyebab air alamiah di bumi. Curah hujan pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi di suatu wilayah. Berdasarkan data curah hujan tersebut kemudian dilakukan perhitungan untuk memperkirakan debit banjir rencana. Stasiun hujan yang digunakan berjumlah tiga buah stasiun yaitu Stasiun Meteorologi Maritim Semarang (49a), Stasiun Karangroto (94), dan Stasiun Pucanggading (98). Adapun bobot pengaruh luasan stasiun hujan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Luas Pengaruh Stasiun Hujan DAS Kali Tenggang

| Stasiun | Luas (km ²) | Bobot Stasiun |
|------------------------------------|--------------------------|---------------|
| Meteorologi Maritim Semarang (49a) | 10,503 | 0,4708 |
| Karangroto (94) | 8,0296 | 0,3599 |
| Pucanggading (98) | 3,7764 | 0,1693 |
| Total | 22,309 | 1 |

Sumber : perhitungan



Gambar 1. Bagan Alir Rencana Kerja Tugas Akhir

Perhitungan dispersi (sebaran) bertujuan untuk menghitung persebaran data curah hujan. Berdasarkan Uji Chi Kuadrat dan Uji *Smirnov-Kolmogorov*, jenis distribusi yang digunakan adalah distribusi *Log Pearson III*. Hasil perhitungan curah hujan dengan menggunakan metode distribusi *Log Pearson* dapat dilihat pada Tabel 2 dan analisis hujan jam-jaman dapat dilihat pada Tabel 3. Distribusi hujan jam-jaman ini diperoleh dari data hujan otomatis pada stasiun Meteorologi Maritim Semarang, data hujan otomatis direkap menurut skala hujan lebat (lebih > 50 mm) , setelah itu diperoleh durasi hujan yang sering muncul dalam kajian ini durasi hujan terpilih 3 jam. Hujan jam-jaman diperoleh dari hasil perkalian distribusi hujan dengan curah hujan hasil *Log Pearson III*.

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan dengan Periode Ulang berdasarkan Log Pearson III

| Periode | Probabilitas (%) | KT | $X = \overline{\text{Log}X} + \text{KT.S}$ | $p = \text{arc log } X$ (mm) |
|---------|------------------|---------|--|------------------------------|
| 2 | 50 | -0,0251 | 1,927204 | 84,57 |
| 5 | 80 | 0,841 | 2,023687 | 105,61 |
| 10 | 90 | 1,2830 | 2,072926 | 118,28 |
| 25 | 96 | 1,756 | 2,125618 | 133,54 |
| 50 | 98 | 2,059 | 2,159373 | 144,34 |

Sumber : perhitungan

Tabel 3. Hujan Jam-Jaman Periode Ulang 25 Tahun

| Periode Ulang (Tahun) | Hujan Rencana (mm) | Distribusi Hujan (%) | Hujan Jam-Jaman (mm) |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 25 | 133,54 | 33,10 | 44,203 |
| | | 46,02 | 61,461 |
| | | 20,88 | 27,878 |

Sumber : perhitungan

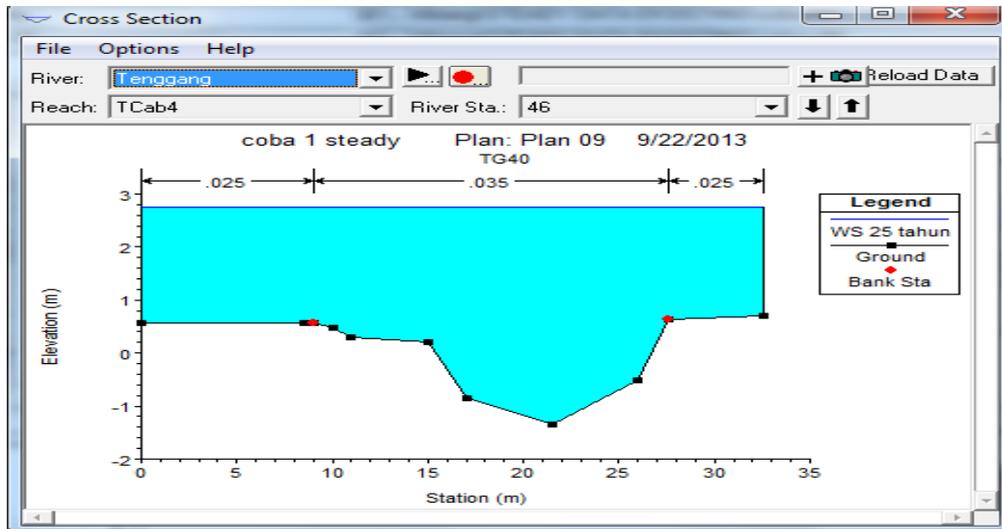
Debit banjir rencana yang digunakan diperoleh dengan 2 metode yaitu metode HEC-HMS dan metode HSS-Snyder. Hasil analisis debit banjir rencana menghasilkan nilai terbesar berasal dari metode HSS-Snyder, tetapi yang digunakan dalam perencanaan menggunakan nilai terkecil yang berasal dari metode HEC-HMS karena parameter perhitungan yang lebih lengkap dibandingkan dengan metode HSS-Snyder, seperti kondisi topografi, jumlah anak sungai, dan kondisi tanah. Hasil analisis debit banjir rencana dengan metode HEC-HMS dan HSS-Snyder dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Debit Kali Tenggang dengan metode HSS –Snyder dan HEC HMS

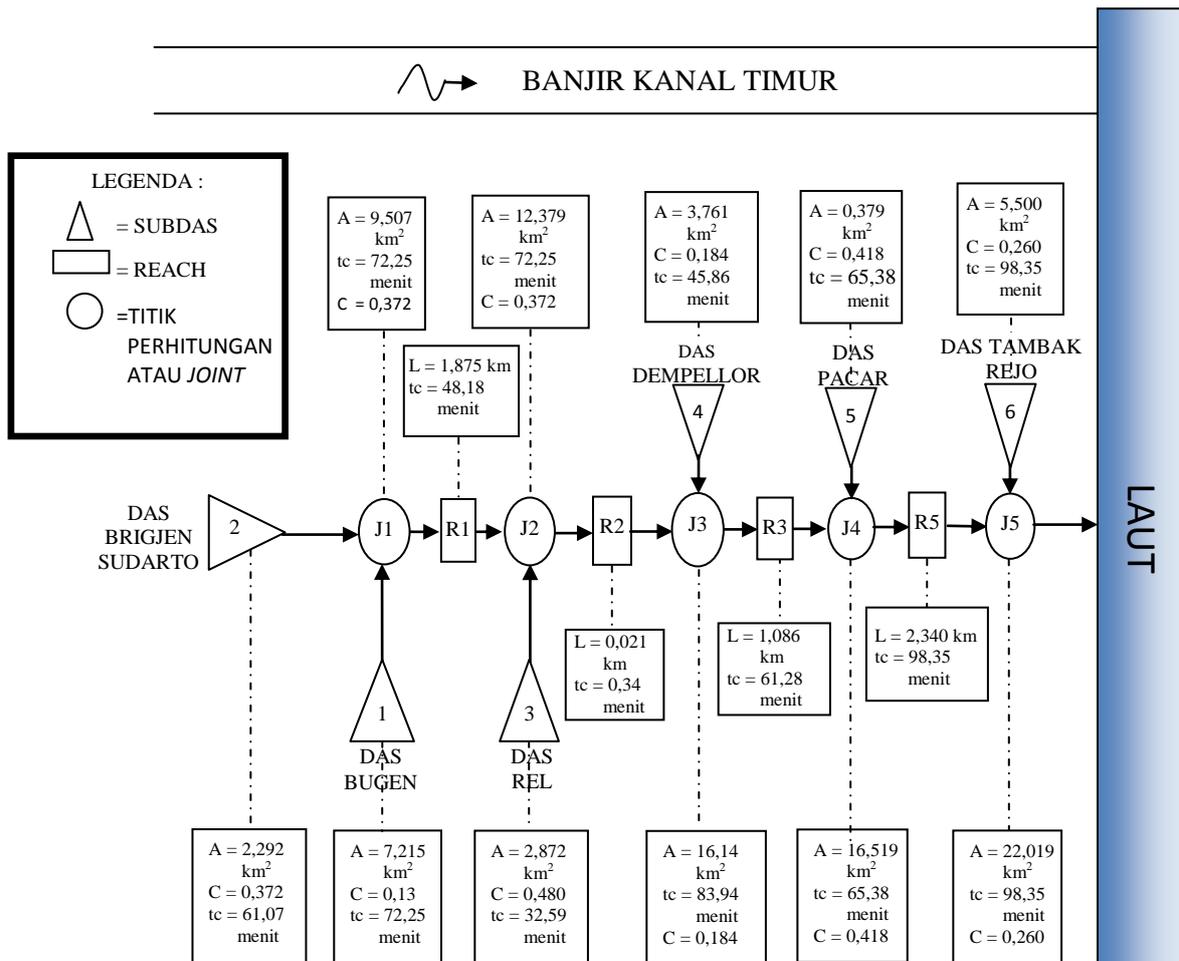
| Periode Ulang | HEC HMS | HSS-SNYDER |
|---------------|---------------------|---------------------|
| | Debit | Debit |
| | (M ³ /S) | (M ³ /S) |
| 2 Tahun | 65,2 | 46,834 |
| 5 Tahun | 86,9 | 71,450 |
| 10 Tahun | 100,1 | 87,413 |
| 25 Tahun | 116,3 | 107,492 |
| 50 Tahun | 127,7 | 122,169 |

Perencanaan, debit banjir rencana yang digunakan hasil analisis menggunakan metode HEC-HMS dengan periode ulang 25 tahun yaitu 116,3 m³/s. Dengan debit banjir rencana tersebut, selanjutnya dilakukan analisis kapasitas penampang saluran eksisting dalam melayani debit banjir yang terjadi. Hasil analisis penampang eksisting menunjukkan bahwa saluran eksisting tidak dapat melayani debit banjir rencana seperti yang terdapat pada Gambar 2. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan dimensi saluran yang baru atau

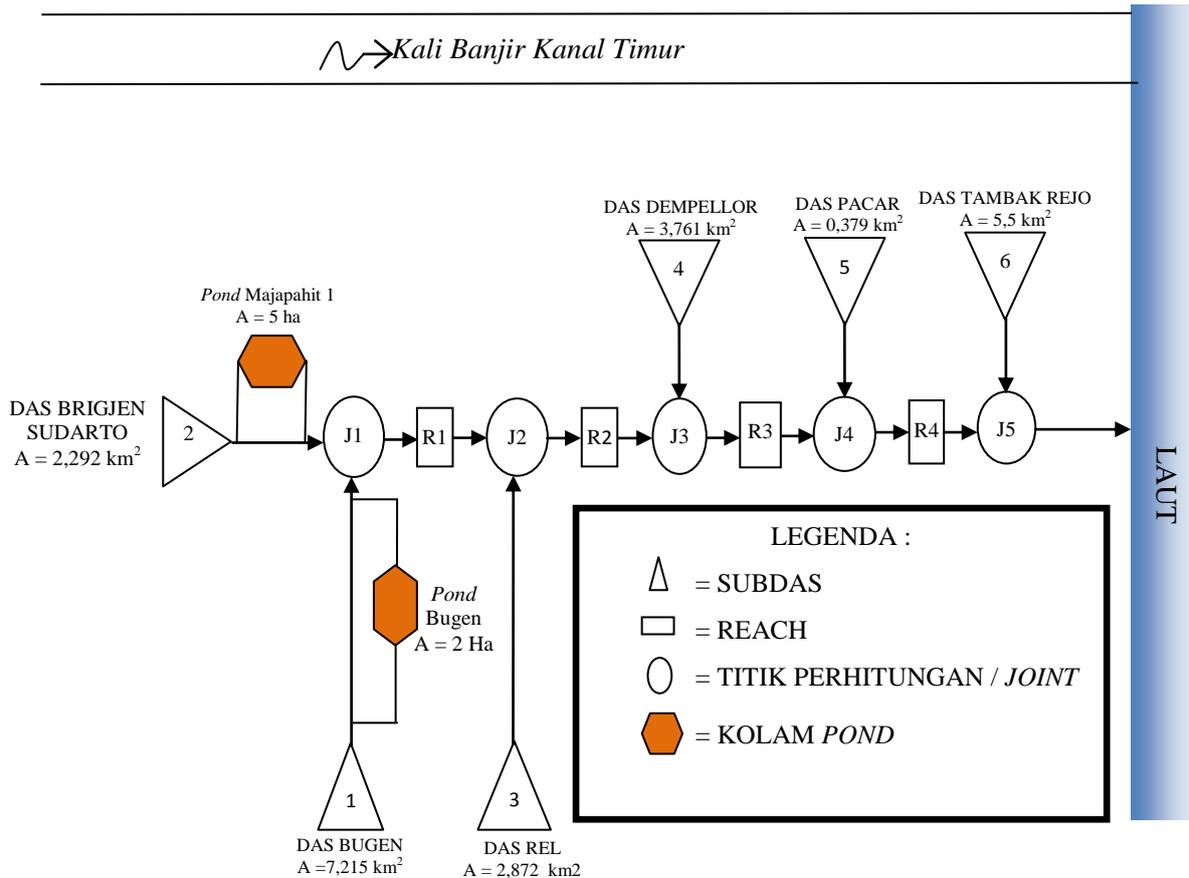
dengan kata lain *redesign* saluran sehingga dapat melayani debit banjir rencana. Hasil *redesign* saluran yang dapat melayani debit banjir rencana dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 2. Kondisi Penampang Eksisting Hasil Analisis

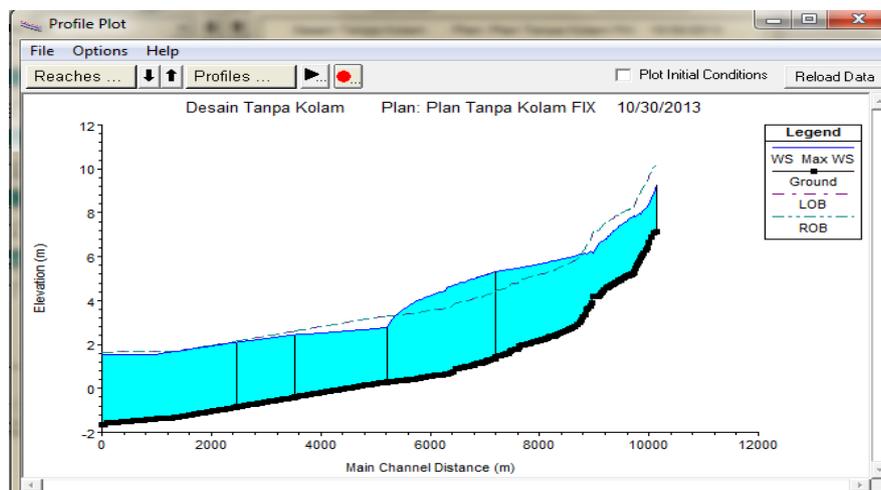


Gambar 3. Skema Jaringan Drainase Sebelum Pemasangan Kolam

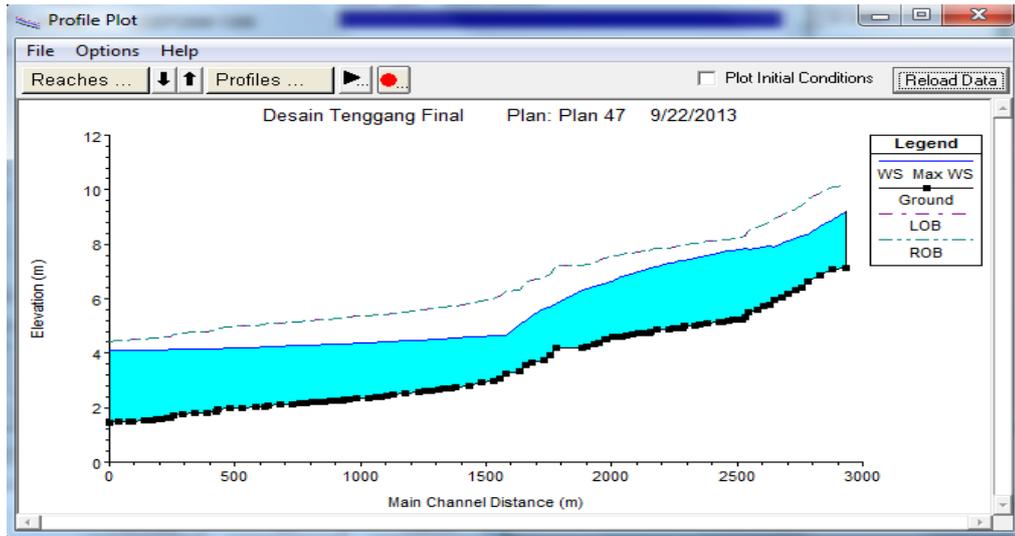


Gambar 4. Skema Jaringan Drainase Sesudah Pemasangan Kolam

Hasil analisis *redesign* saluran penampang Kali Tenggang dengan menggunakan *software* HEC-RAS menunjukkan bahwa terdapat beberapa lokasi / daerah saluran Kali Tenggang yang masih mengalami banjir atau tidak dapat melayani debit banjir rencana seperti yang terdapat dalam Gambar 3. Oleh karena itu, perlu pembangunan kolam retensi untuk mengurangi debit yang terjadi. Lokasi Kolam ditunjukkan seperti Gambar 4., Berikut merupakan profile muka air hasil *running* HEC-RAS sebelum dan sesudah adanya kolam.



Gambar 5. Profile Muka Air Sebelum Pemasangan Kolam



Gambar 6. Profile Muka Air Sesudah Pemasangan Kolan

Tabel 5. Debit Kali Tenggang Pra dan Pasca Pembangunan Kolan

| No | Lokasi | Dimensi Penampang Saluran (Saluran Berbentuk Trapesium) | | | I (Kemiringan Saluran) (m) | A (Luas Penampang Saluran) (m ²) | P (Keliling Basah) (M) | R (Jari-Jari Hidraulik) (M) | Q _{design} (Pra Kolan) (m ³ /s) | Q banjir (m ³ /s) | Keterangan (kondisi Pra Kolan) | Q (Perubahan Q Pasca Kolan) (m ³ /s) | Keterangan (Kondisi Pasca Kolan) |
|----|---|---|-----------------|-----------------------|----------------------------|--|------------------------|-----------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|---|----------------------------------|
| | | Lebar Atas (m) | Lebar Bawah (m) | Kedalaman Saluran (m) | | | | | | | | | |
| 1 | Daerah Majapahit/ Tenggang Cabang Utama (2-J1) | 5 | 3 | 3 | 0,00193 | 12 | 9,325 | 1,287 | 31,167 | 23,186 | Tidak Banjir | 2,3,19 | Tidak Banjir |
| 2 | Kali Bugen (1-J1) | 5 | 3 | 3 | 0,00211 | 12 | 9,325 | 1,287 | 32,583 | 69,386 | Banjir | 16,63 | Tidak Banjir |
| 3 | Daerah Tlogosari / Tenggang Cabang 1 (J1-J2) | 6 | 4 | 3 | 0,00054 | 15 | 10,325 | 1,453 | 22,315 | 91,986 | Banjir | 22,57 | Tidak Banjir |
| 4 | Daerah Rel (3-J2) | 6 | 3,5 | 3 | 0,00574 | 13,5 | 9,825 | 1,374 | 63,209 | 35,086 | Tidak Banjir | 35,09 | Tidak Banjir |
| 5 | Daerah Muktiharjo / Tenggang Cabang 2 (J2-J3) | 23 | 20 | 3 | 0,00038 | 63 | 26,325 | 2,393 | 110,605 | 102,286 | Tidak Banjir | 45,89 | Tidak Banjir |
| 6 | Kali Dempelor (4-J3) | 7 | 4,5 | 3 | 0,00222 | 16,5 | 10,825 | 1,524 | 51,428 | 38,186 | Tidak Banjir | 37,59 | Tidak Banjir |
| 7 | Daerah Terboyo / Tenggang Cabang 3 (J3 -J4) | 23 | 20 | 3 | 0,00040 | 63 | 26,325 | 2,393 | 111,876 | 96,386 | Tidak Banjir | 82,11 | Tidak Banjir |
| 8 | Kali Pacar (5-J4) | 3,2 | 1,2 | 3 | 0,00083 | 6,6 | 7,525 | 0,877 | 8,688 | 8,686 | Tidak Banjir | 8,69 | Tidak Banjir |
| 9 | Daerah Muara / Tenggang Cabang 4 (J4-J5) | 23 | 20 | 3 | 0,00032 | 63 | 26,325 | 2,393 | 101,010 | 92,886 | Tidak Banjir | 90,13 | Tidak Banjir |

Dalam perencanaan, kolam retensi yang digunakan adalah :

- Berjumlah dua buah yang berlokasi di Majapahit sebagai *Pond* Majapahit dan di daerah Bugen sebagai *Pond* Bugen. *Pond* Majapahit berdimensi panjang x lebar x tinggi adalah 500 m x 100 m x 4,7 m dan luas 50 Ha. *Pond* Bugen berdimensi panjang x lebar x tinggi adalah 200 m x 100 m x 4,7 m dan luas 20 Ha.
- Dinding kolam terbuat dari pasangan batu kali dan lantai kolam terbuat dari tanah.
- Kolam retensi direncanakan memiliki 2 saluran pelimpah yaitu pelimpah *inflow* dan pelimpah *outflow*. Pelimpah *inflow* berfungsi sebagai saluran masuk dari sungai ke kolam. Sedangkan pelimpah *outflow* berfungsi sebagai saluran keluar dari kolam menuju ke sungai.

- d. Pelimpah *inflow* memiliki 5 pintu air sedangkan pelimpah *outflow* memiliki 2 buah pintu air.

Estimasi biaya yang diperlukan dalam pekerjaan perbaikan dimensi (*redesign*) saluran penampang Kali Tenggang dan pembangunan kolam retensi adalah Rp 122.269.035.885,00 (Seratus Dua Puluh Dua Miliar Dua Ratus Enam Puluh Sembilan Juta Tiga Puluh Lima Ribu Delapan Ratus Delapan Puluh Lima Rupiah) dengan waktu pelaksanaan selama 156 hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan :

1. Perencanaan sistem drainase merupakan tahapan perencanaan sistem pengaliran perkotaan yang dapat mengatasi masalah di perkotaan terutama yang menyangkut masalah banjir.
2. Banjir merupakan kondisi di mana saluran tidak dapat melayani atau mengaliri aliran sungai yang terjadi di saluran tersebut.
3. Hasil analisis perencanaan sistem drainase Kali Tenggang menunjukkan bahwa perbaikan dimensi (*redesign*) penampang saluran dan pembangunan kolam retensi dapat mengurangi debit yang terjadi sepanjang aliran Kali Tenggang. Hal ini dapat membuktikan bahwa kedua solusi di atas dapat mengatasi masalah banjir di sepanjang Kali Tenggang.
4. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan dua metode yaitu metode HEC-HMS dan metode HSS-Snyder. Debit terbesar dihasilkan dengan menggunakan metode HSS Snyder, sedangkan yang digunakan dalam kajian adalah debit hasil metode HEC-HMS karena parameter yang digunakan metode HEC-HMS lebih lengkap daripada HSS Snyder, antara lain kondisi topografi sungai, jumlah anak sungai, dan kondisi tanah.
5. Perencanaan teknik yang berhubungan dengan sungai sebaiknya tidak mengubah bentuk asli palung sungai. Selain susah dalam pelaksanaannya, perubahan palung sungai dapat mengakibatkan proses sedimentasi yang terjadi semakin cepat.

Saran :

1. Pembangunan kolam retensi dalam penanggulangan banjir yang terjadi di aliran Kali Tenggang dapat berhasil jika masyarakat ikut serta dalam merawat dan menjaga kolam retensi sebagai wadah penampungan banjir. Hal ini perlu diperhatikan untuk menjaga umur kolam dapat bertahan sesuai umur rencana dan mencegah sedimentasi yang berasal dari limbah atau buangan masyarakat.
2. Pengawasan terhadap fungsi kolam harus diperhatikan agar kolam dapat beroperasi sesuai pada waktunya dengan kata lain pada saat banjir atau kapasitas debit yang terjadi melebihi kapasitas penampang. Oleh karena itu perawatan atau *maintenance* perlu dilakukan secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Proivnsi Jawa Tengah , 2011. *Semarang Dalam Angka 2011*, Semarang.

- Br., Sri Harto , 1993. *Analisis Hidrologi* , Gramedia Pustaka Utama ; Jakarta .
- Br., Sri Harto . 2003. *Hidrologi Terapan* , UGM; Yogyakarta .
- Istiarto, 2013. *Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS Jenjang Lanjut*, Yogyakarta.
- Kodoatie. R dan Sugiyanto, 2000. *Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Soemarto, CD, 1999. *Hidrologi Teknik*, Edisi Dua , Erlangga , Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono dan Masateru Tomunaga, 1984. *Perbaikan Dan Pengaturan Sungai*, Terjemahan oleh M. Yusuf Gayo, dkk, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, ANDI Offset, Yogyakarta.