

# **POLDER SEMARANG TIMUR**

Suseno Darsono\*, Susilowati, dan Fitria Maya Lestari

Pusat Studi Bencana LPPM Universitas Diponegoro

\*E-mail: sdarsono@hotmail.com

## **Intisari**

Saat ini wilayah Semarang Timur sistem drainasenya sangat dipengaruhi oleh adanya air laut pasang. Hal ini menyebabkan kerugian sosial dan ekonomi akibat genangan rob yang menggenangi wilayah pantai utara Jawa Tengah, oleh karena itu perlu kajian untuk mengatasi masalah banjir dan rob yang ada. Penanggulangan air laut pasang yang masuk daratan (yang disebut rob) dilakukan dengan membangun tanggul yang menghubungkan tanggul kanan Kanal Banjir Barat dengan tanggul kiri Kali Babon. Untuk membuang air banjir dari Kali Tenggang dan Kali Sringin diperlukan pompa dengan kolam detensi agar kapasitas pompa dapat dapat diminimalkan. Permasalahan sosial yang mungkin timbul adalah merubah penggunaan lahan dari tambak menjadi lahan kering, atau merubah tambak air payau menjadi tambak air tawar. Penyusunan Basic Design ini dimaksudkan untuk mendapatkan teknik pengendalian banjir dan rob untuk disampaikan pada pemerintah dalam hal ini adalah Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana. Sistem pengendalian banjir dan rob yang sesuai adalah sistem polder, dengan komponen infrastrukturnya adalah: tanggul laut yang dimanfaatkan sebagai proteksi terhadap masuknya air pasang (rob) kearah daratan DAS Kali Tenggang dan DAS Kali Sringin. Pengeluaran air hujan yang turun di DAS tersebut menggunakan pompa dan kolam detensi.

Kata Kunci: Polder, Drainasi Kota, Pengendalian Daya Rusak Air.

## **LATAR BELAKANG**

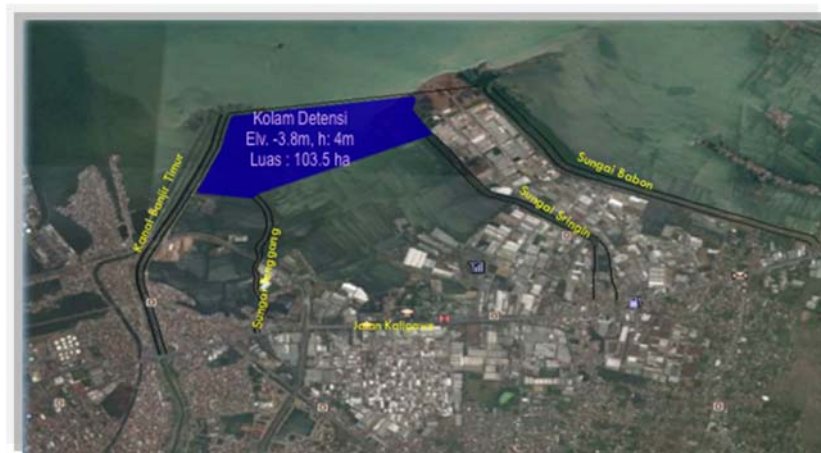
Dampak rob dan banjir di wilayah Semarang Timur, khususnya Kecamatan Genuk berpengaruh negatif pada kondisi sosial ekonomi dan kesehatan masyarakat. Lokasi wilayah rob dan banjir yang akan ditanggulangi dengan sistem polder

Semarang timur ditunjukkan pada



Gambar 1. Saat ini fokus pengendalian banjir dan rob masih pada upaya perbaikan Kali Tenggang dan Kali Sringin dan belum terealisasi.

Dewan Riset Daerah (DRD) Jawa Tengah bekerja sama dengan Pusat Studi Bencana LPPM UNDIP mendapat tugas dari Gubernur Provinsi Jawa Tengah untuk mengkaji dan memberikan solusi penanggulangan banjir dan rob di wilayah Semarang Timur. Hasil kajian tersebut masih berupa kajian awal berupa *Basic Design Polder Semarang Timur*, karena itu diperlukan kajian dan pemikiran lebih lanjut serta masukan dari para pakar dan instansi terkait.



Gambar 1. Lokasi Polder Semarang Timur

Penurunan kapasitas sungai serta saluran drainase perkotaan di akibatkan oleh sedimentasi dan padatnya bangunan-bangunan (ilegal) di bantaran dan badan sungai. Hal tersebut juga diperparah oleh puncak hidrograf banjir dan menurunnya waktu konsentrasi hidrograf yang diakibatkan oleh penurunan kapasitas infiltrasi daerah tangkapan air (DTA).

Beberapa upaya penanggulangan banjir dan rob telah dilakukan, diantaranya adalah pembangunan bendungan Jatibarang, perbaikan Kanal Banjir Barat, pembangunan rumah pompa dan kolam retensi kali Semarang, serta pembangunan Polder Banger. Kajian pemaduserasian antara RTRW dengan Rencana Induk Drainasi Kota Semarang dan Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air (SDA) Wilayah Sungai Jratunseluna sangat diperlukan.

Berdasarkan pengalaman penanggulangan banjir di Semarang dan daerah lain, menyimpulkan sistem polder akan dapat dan cocok untuk menanggulangi banjir dan rob (Mondel & Budinetto, 2010). Daerah polder akan terbangun lebih maju di bidang sosial, ekonomi, kesehatan dan kondisi lingkungannya. Pengelolaan polder yang berbasis masyarakat dapat membiayai operasi dan pemeliharaan polder dengan efisien tanpa membebani ekonomi masyarakat. Akan tetapi pembangunannya perlu adanya bantuan dari pemerintah karena biaya pembangunan cukup besar dan teknologinya cukup tinggi.

Kawasan Semarang Timur merupakan daerah padat penduduk dengan berbagai masalah mengenai lingkungan. Daerah ini merupakan daerah yang sering tergenang banjir dan rob dengan daya dukung tanah sangat rendah, sehingga menyebabkan penurunan muka tanah tiap tahunnya. Permasalahan yang terjadi di daerah Kota Semarang Timur yaitu terjadinya banjir atau genangan yang disebabkan oleh:

1. Kenaikan muka air laut akibat kondisi pasang yang merambat ke daratan yang disebut rob.
2. Genangan yang terjadi akibat adanya hujan deras.

Daerah rawan genangan banjir merupakan daerah permukiman dan industri, dalam area Polder Semarang Timur terdapat jaringan rel kereta api, serta industri-industri besar dan kecil.

Untuk dapat menanggulangi masalah yang diakibatkan banjir dan rob, maka perlu di capai beberapa tujuan seperti berikut;

1. Menganalisis hidrograf banjir berbagai periode ulang dengan metoda tertentu.
2. Menganalisis daerah genangan banjir dan rob untuk mengetahui daerah yang terdampak bencana banjir dan rob.
3. Menentukan kapasitas pompa dan dimensi kolam tando yang paling optimal.
4. Menganalisis bentuk dan elevasi tanggul penahan air rob.

## **METODOLOGI**

Perencanaan dan perancangan infrastruktur perkotaan hijau yang baik dapat mengadaptasi perubahan iklim seperti kenaikan muka air pasang, meningkatnya puncak banjir dan penurunan muka tanah. Dampak dari perubahan iklim ini dapat menurunkan ketahanan kota akibat penambahan frekuensi genangan banjir, penurunan kondisi kesehatan penduduknya dan menurunkan perkembangan sosial ekonomi wilayah (Mondel dan Budinetto, 2010).

Kegiatan kajian penanggulangan banjir dan rob ini dilakukan dengan metodologi seperti berikut:

1. Pengumpulan data sekunder;  
 Peninjauan lapangan dilakukan sebagai langkah awal kegiatan untuk mengetahui rona lingkungan awal / kondisi terkini bangunan dan saluran dalam sistem polder Semarang Timur. Data tersebut berupa data hidrometeorologi, data topografi, peta penggunaan lahan dan peta jenis tanah serta peta geologi dan patahan.
2. Peninjauan lapangan, Identifikasi Saluran dan Bangunan Pendukung yang diperlukan;  
 Peninjauan lapangan dilakukan sebagai langkah awal kegiatan untuk mengetahui rona lingkungan awal / kondisi terkini bangunan dan saluran dalam sistem polder Semarang Timur. Identifikasi dilakukan untuk memahami lokasi studi dan identifikasi permasalahan awal yang didapat di lapangan serta melihat kemungkinan solusi yang diusulkan masyarakat di lokasi genangan. Identifikasi dilakukan guna memperkirakan dimensi bangunan dan saluran dengan menggunakan form tertentu. Untuk investigasi data lokasi di setiap bangunan dilakukan dengan bantuan alat GPS dan peta topografi yang ada. Tujuan dari identifikasi saluran dan bangunan adalah untuk mengetahui titik koordinat dari saluran/sungai, tanggul sungai dan bangunan infrastruktur yang ada.
3. Penentuan dimensi infrastruktur polder termasuk kapasitas pompa dan volume kolam tampungan;  
 Merancang dan membangun tanggul penutup atau tanggul laut yang dilengkapi dengan pompa pembuangan air banjir merupakan tugas utama dalam penanggulangan banjir dan rob. Perbaikan sungai-sungai yang masuk wilayah polder merupakan tahap kedua di dalam pembangunan polder. Sedang tahap akhir adalah penataan infrastruktur perkotaan di wilayah polder seperti jalan, sistem sanitasi (Ankum, 2002).

Standar desain banjir untuk drainase perkotaan di **Error! Reference source not found.** telah dikembangkan oleh Haskoning dan Rayakonsult untuk Pengembangan Sumber Daya Air Direktorat Jenderal (Sleen, 2013).

Tabel 1. Periode ulang rencana (Sumber: Haskoning and Rayakonsult)

Klasifikasi Kota	Periode ulang rencana (Tahun)			
	Daerah Tangkapan Air	Daerah Tangkapan Air	Daerah Tangkapan Air	Daerah Tangkapan Air
	< 10 ha	10 - 100 ha	100 - 500 ha	> 500 ha
Metropolitan	1 - 2	2-5	5-10	10-25
Besar	1-2	2-5	2-5	5-15
Medium	1-2	2-5	2-5	5-10
Kecil	1-2	1-2	1-2	2-5
Amat Kecil	1	1	1	-

Penanggulangan banjir dan rob di Indonesia mengarah ke adopsi metode berbasis resiko untuk perencanaan, penilaian, desain dan operasi pertahanan banjir yang dikembangkan relatif baik di Belanda (Weijs et al., 2007).

Meskipun dibatasi oleh keterbatasan data, metode keandalan memberikan perkiraan probabilitas kegagalan sistem pertahanan banjir, mengidentifikasi komponen

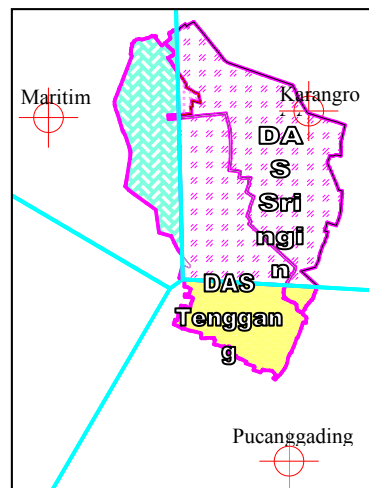
sistem yang lemah dan mengidentifikasi parameter yang berkontribusi paling besar terhadap kemungkinan kegagalan (Buijs et al., 2004).

Metode keandalan yang dikembangkan di Belanda tidak universal dan langsung diterapkan di Indonesia, oleh karena itu perlu kajian pemantapan dalam pemanfaatan metode tersebut.

HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System*) merupakan model hidrologi sebagai alat bantu yang digunakan bersamaan dengan perangkat lunak SIG guna memudahkan dan meningkatkan keakuratan dalam memprediksi puncak dan volume debit banjir guna perancangan drainase perkotaan (Waikar et al., 2015). Teknik analisis hidrologi HEC-HMS ini dapat menganalisis banjir perkotaan dengan penggunaan lahan yang kompleks dan dapat menelusuri banjir dengan mengkaji volume kolam tampungan dan kapasitas pompa. *Predictive Control* merupakan model yang dimanfaatkan guna meminimalkan kegagalan operasi pompa dalam menanggulangi debit banjir yang ekstrim (Talsma et al., 2014).

## HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Data utama yang digunakan dalam analisis perancangan Polder Semarang Timur adalah data hujan harian pada stasiun hujan Karangroto, stasiun hujan Maritim dan stasiun hujan Pucanggading. Dari data hujan harian akan diolah menjadi hujan maksimum harian rata-rata daerah, dengan metode *Polygon Thiessen*. Setelah diperoleh koefisien *Thiessen* selanjutnya adalah menghitung hujan harian rata-rata dianalisis dengan program A-Prob (Istiarto, 2014) untuk memperoleh curah hujan rencana.



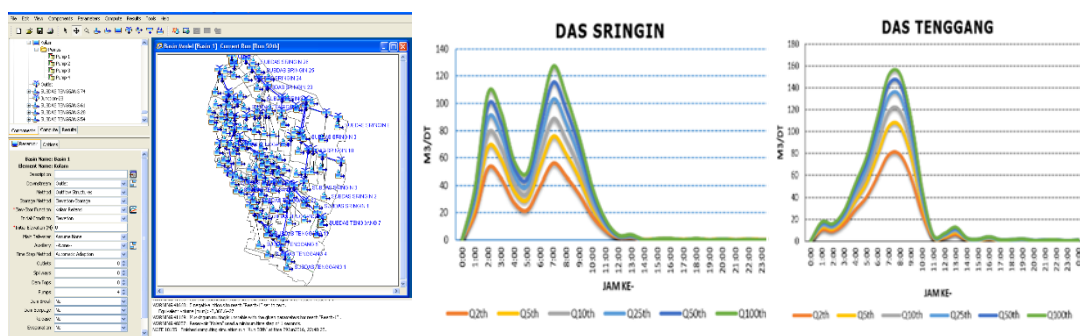
Gambar 2. *Catchment Area* Masing-Masing Stasiun Hujan

Tabel 2. Hujan Rencana DAS Sringin dan DAS Tenggangan

Hujan Rencana DAS Sringin								
T(Tahun)	2	5	10	20	25	50	100	1000

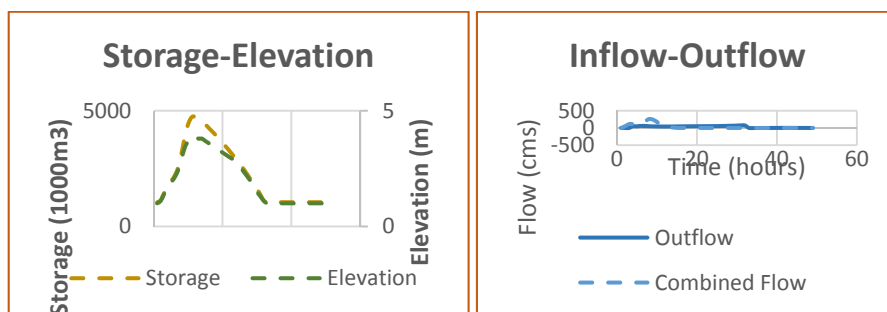
Xt (mm)	84	106	118	128	130	138	146	166
Hujan Rencana DAS Tenggang								
T(Tahun)	2	5	10	20	25	50	100	1000
Xt (mm)	108	140	162	183	189	210	232	306

Data hujan harian dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun merupakan input dari model hidrologi HEC-HMS guna memperkirakan besar banjir dengan periode ulang yang sama.



Gambar 3. Hidrograf Banjir pada DAS Sringin dan DAS Tenggang

Analisis kolam dan pompa ini dibantu dengan perangkat lunak HEC-HMS. Dari data debit banjir dan volume kolam tando (*detention pond*) didapatkan kebutuhan pompa dengan kapasitas 80 m<sup>3</sup>/det (untuk periode ulang 50 tahun) guna menurunkan elevasi muka air di kolam tando disaat elevasi muka air melebihi batas elevasi tampungan efektif. Kapasitas 80 m<sup>3</sup>/det tersebut dibagi menjadi 4 buah pompa dengan kapasitas 20 m<sup>3</sup>/det. Hasil Analisis menunjukkan dengan kapasitas pompa tersebut dapat menurunkan inflow dari 250 m<sup>3</sup>/det menjadi outflow sebesar 50 m<sup>3</sup>/det.

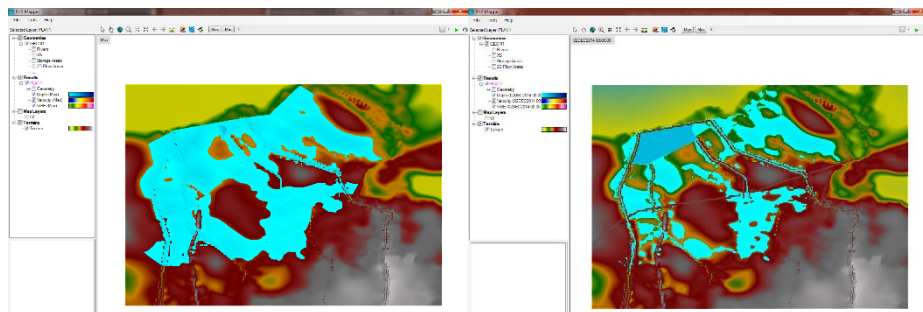


Gambar 4. Grafik hubungan Tampungan-Elevasi (kiri) dan Grafik Inflow-Outflow (kanan)

Data hidrometeorologi di gunakan dalam menentukan tinggi pasang tertinggi, tinggi gelombang rencana yang hasil akhirnya berupa tinggi tanggul atau elevasi tanggul penahan banjir rob dari laut. Pertimbangan adanya kecenderungan

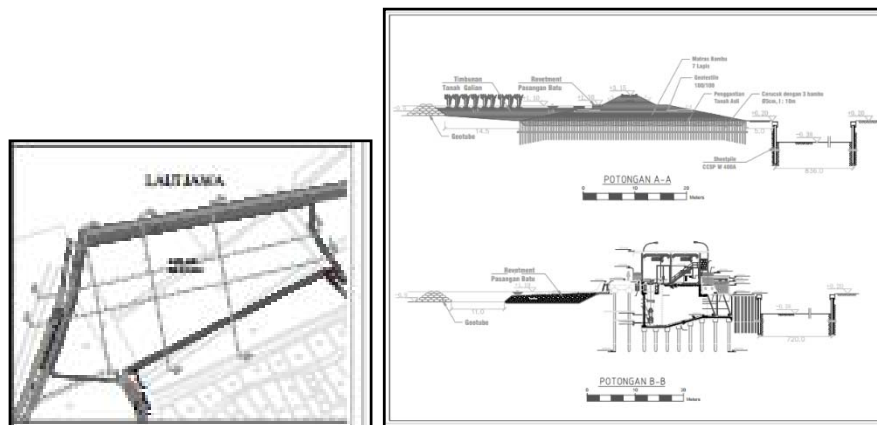
meningkatnya kenaikan muka air pasang dan adanya kecenderungan penurunan muka tanah (*land subsidence*) juga digunakan dalam menentukan elevasi tanggul penahan banjir rob.

Analisis hidrolika menggunakan bantuan perangkat lunak HECRAS 5.0.1. HECRAS (*Hydrologic Engineering Center's River Analysis System*) adalah software yang dikembangkan oleh U.S Army Corps of Engineering. Data tinggi pasang surut dan data debit digunakan sebagai input pemodelan genangan. Kolam detensi yang direncanakan seluas 103.5 ha. Pada kondisi rencana, kolam detensi ditutup dengan tanggul, sehingga air rob tidak masuk ke dalam kolam detensi, dan kolam detensi hanya menampung air dari sungai Sringin dan Sungai Tenggara. Pengurangan genangan banjir akibat air hujan dapat berkurang sebesar 47% dari luas genangan 1469.50 ha, yaitu sebesar 837.18 ha.



Gambar 5. Hasil Pemodelan Genangan Kondisi Eksisting (Kiri) dan Kondisi Rencana (Kanan)

Tanggul penahan banjir rob adalah bendungan tanah urugan dan bendungan penutup selama masa pembangunan dibuat dari *Geotube*, selanjutnya areal laut yang terletak antara *cover dam* dan tanggul laut ditanami pohon bakau sebagai ruang terbuka hijau dari kota Semarang yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 7. Lokasi Tanggul dan potongan lintang tanggul laut serta stasiun pompa

## **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

### **Kesimpulan**

Hasil kajian dari Polder Semarang Timur adalah sebagai berikut :

1. Analisis hydrograph banjir dengan menggunakan metode SCS dengan periode ulang 1000 tahun, 100 tahun, 50 tahun, 25 tahun , 20 tahun, 10 tahun 5 tahun dan 2 tahun.
2. Dari hasil running menggunakan model dua dimensi didapatkan luas genangan sebesar 1469.50 ha pada kondisi eksisting dan 837.18 ha pada kondisi rencana.
3. Dengan kapasitas kolam tando sebesar 414 m<sup>3</sup>, diperlukan pompa dengan kapasitas 80 m<sup>3</sup>/dt.
4. Bentuk tanggul penahan rob direncanakan menempel dengan tanggul Kanal Banjir Timur (sebelah kiri) dan Sungai Babon (sebelah kanan).

### **Rekomendasi**

Studi lanjutan guna mempelajari sistem operasi dan pemeliharaan yang efisien dan berbasis masyarakat perlu dilakukan, jadi pada penelitian tahap kedua perlu disusun sistem pengelolaan polder yang berbasis masyarakat sehingga biaya pemeliharaan tidak membebani anggaran pemerintah.

Saat ini pengoperasian yang optimal dari suatu sistem drainase merupakan kesulitan yang paling utama dalam menanggulangi permasalahan sampah yang meningkatkan biaya operasi dan pemeliharaan.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Diucapkan terimakasih pada BBWS Pemali Juana, Dinas PSDA Propinsi Jateng, PSDA dan ESDM Kota Semarang dan Dewan Riset Daerah Provinsi. Jateng atas dukungan dan bantuan data sekunder guna menunjang terlaksananya kajian ini.

### **REFERENCES**

- Ankum, P., 2002. *Design of Open Channels and Hydraulic Structure*. Delft: College CT3410.
- Buijs, F., Gelder, V., H.A.J.M, & Hall, J., 2004. *Application of Reability-based flood defence design in the UK*. Heron.
- Engineers, C.o., 2000. *Hydrologic Modelling System HEC-HMS Technical References Manual*. Washington, DC: U.S. Army.
- Engineers, C.o., 2010. *Hydrologic Engineering Center's River Analysis System User's Manual*. Washington, DC: U.S. Army.
- Istiarto, 2014. *AProb\_4.1*. Retrieved from Analisis Frekuensi Data Hidrologi : <http://istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/modul/hecras/>
- Mondel, H., & Budinetro, H., 2010. *The Banger Polder in Semarang*. Semarang: CRBOM Small Publication.

- Talsma, J., Schwanen berg, D., Gooijer, J., dan Klaas-Jan Van Heeringen, K.J., 2014. Model Predictive Control for Real Time Operation of Hydraulic Structures for Draining the Operational Area of the Dutch Water Authority Noorderzijlvest, *11th International Conference on Hydroinformatics HIC 2014*, New York City, USA.
- Van der Sleen, N., 2013. *An Analysis of The Pluit Polder Jakarta*. Twente: University of Twente.
- Waikar, M., Namita, & Undegaonkar, 2015. Urban Flood Modeling by Using EPA SWMM 5, *Special Volume on 'Clean Earth-Green Earth'*. *SRTM University's Research Journal of Science*, 73-82.
- Weijs, S., Van Leeuwen, E., Jules van Overloop, P., & Van de Giesen, N. 2007. Effect of uncertainties on the real-time operation of a lowland water system in The Netherlands, Quantification and Reduction of Predictive Uncertainty for Sustainable Water Resources Management. *Proceedings of Symposium HS2004* (p. 313). Perugia: IAHS .