

# Pemodelan Pola Operasi Sistem Pompa Pada Desain Polder Guna Mitigasi Banjir Dan Rob Di Wilayah Semarang Timur

Rizka Arbaningrum

Departemen Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Jaya,  
Jalan Cendrawasih Raya Blok B7/P, Sawah Baru, Ciputat, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia 15413

## Abstrak

Banjir dan rob yang sering terjadi di wilayah Semarang Timur mengakibatkan kerugian ekonomi, sosial dan lingkungan. Guna memperbaiki kondisi tersebut diperlukan penanganan secara permanen yaitu dengan pembuatan sistem polder yang terdiri dari tanggul laut, kolam retensi dan rumah pompa. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pemodelan pola operasional sistem pompa pada desain polder. Tahapan analisis pemodelan pola operasional sistem pompa ini dimulai dari perhitungan debit banjir, pemodelan kolam retensi, dan pompa menggunakan software HEC-HMS 4.0. Tahap berikutnya adalah melakukan analisis pemodelan pola operasional sistem pompa. Dari hasil penelitian didapat rencana dalam 25 tahunan debit banjir untuk kolam retensi adalah  $138 \text{ m}^3/\text{s}$ . Desain kolam retensi adalah seluas 210 hektar dengan kedalaman 3,7 m. Kapasitas pompa yang diperlukan adalah  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan komposisi pompa berkapasitas  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , masing masing 2 unit. Pada analisis pemodelan pompa menggunakan pompa berkapasitas  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  sejumlah 2 unit dan  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  sejumlah 6 unit. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa pola operasional menggunakan fungsi elevation-discharge, dimana fungsi tersebut membentuk pola operasional masing-masing pompa akan beroperasi berdasarkan kriteria elevasi muka air pada masing-masing pompa. Dengan pola operasional tersebut, maka akan mengurangi biaya operasional dan pemeliharaan.

**Kata kunci:** Banjir dan rob; Pola Operasional Pompa, Sistem Polder Wilayah Semarang Timur

## Abstract

**[Title: Modeling of the operational pattern of the pump system in the polder design for flood and rob mitigation in East Semarang]** Floods and robs that often occur in the East Semarang region result in economic, social and environmental losses. In order to improve this condition, permanent handling is needed, namely by making a polder system consisting of sea dikes, retention ponds and pump houses. The purpose of this study was to analyze the modeling of the operational pattern of the pump system in the polder design. The stages of modeling the operational pattern of the pumping system starts from the calculation of flood discharge, modeling of retention ponds, and pumps using HEC-HMS 4.0 software. The next step is analyzing the operational pattern of the pump system. From the results of the study obtained a plan in 25 annual flood discharge for retention ponds is  $138 \text{ m}^3 / \text{s}$ . The design of the retention pond is 210 hectares with a depth of 3.7 m. The pump capacity required is  $15 \text{ m}^3 / \text{s}$  with a pump composition with a capacity of  $2.5 \text{ m}^3 / \text{s}$  and  $5 \text{ m}^3 / \text{s}$ , each of 2 units. The pump modeling analysis uses a pump with a capacity of  $2.5 \text{ m}^3 / \text{s}$  of 2 units and  $5 \text{ m}^3 / \text{s}$  of 6 units. From the results of the analysis show that the operational pattern uses an elevation-discharge function, where the function forms the operational pattern of each pump which will operate based on the water level evaluation criteria for each pump. With these operational patterns, it will reduce operational and maintenance costs.

**Keywords:** Flood and rob; Pump Operational Pattern, East Polder Area Polder System

---

\*) Penulis Korespondensi.  
E-mail: rizka.arbaningrum@upj.ac.id

## 1. Pendahuluan

Kota Semarang memiliki letak strategis sebagai ibukota Provinsi Jawa Tengah dan berkembang sebagai

kota perdagangan dan industri. Kota Semarang dilalui jalur transportasi pantai utara (Pantura) yang sangat vital dalam perekonomian nasional. Wilayah Semarang Timur merupakan salah satu jalur utama Pantura dan sekaligus sebagai pintu gerbang Kota Semarang dari arah timur. Lalu lintas di Wilayah Semarang Timur saat ini sering mengalami kelumpuhan karena terjadi banjir dan rob. Disamping kemacetan lalu lintas, banjir dan rob juga menggenangi Wilayah Semarang timur secara keseluruhan sehingga mengakibatkan kerusakan infrastruktur, lingkungan industri, perkantoran, pendidikan, rumah sakit dan pemukiman.

Faktor utama penyebab rob adalah kenaikan muka air laut yang lebih tinggi dari pada permukaan lahan/daratan di kawasan pesisir, sehingga air laut masuk menggenangi daratan, baik masuk secara langsung maupun melalui alur sungai. Namun, untuk kawasan pesisir, rob diperparah dengan adanya penurunan tanah di daerah tersebut. Hal ini terjadi terutama di kota-kota dengan tingkat pembangunan tinggi dan berada di kawasan pesisir seperti Kota Semarang.

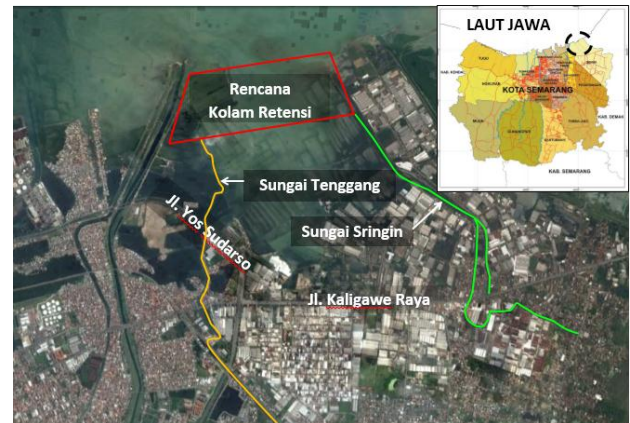
Guna memperbaiki kondisi tersebut serta mengantisipasi kemungkinan terjadinya permasalahan banjir dan rob yang semakin kompleks, maka diperlukan penanganan secara permanen agar banjir dan rob bisa ditanggulangi secara jangka panjang. Salah satu rencana untuk menangani banjir rob yaitu dengan pembuatan sistem polder untuk Wilayah Semarang Timur, dengan dibatasi Tanggul kanan di Kanal Banjir Timur dan Tanggul kiri di Sungai Babon. Sistem polder terdiri dari tanggul laut, kolam retensi dan rumah pompa.

Biasanya pada sistem polder, sebelum air dialirkan ke saluran utama atau sungai, air tersebut akan ditampung di waduk/ kolam retensi terlebih dahulu. Dengan menggunakan sistem pompa, kita bisa mengalirkan air yang ditampung tersebut ke sungai atau badan air. Pengoperasian pompa sangat penting karena muka air di waduk meningkat karena curah hujan dan banjir. Manajemen operasi pompa bertujuan untuk memberikan informasi tentang waktu terbaik untuk mulai pemompaan dan menghentikan pemompaan berdasarkan karakteristik debit banjir yang masuk/inflow ke dalam waduk. Sehingga diperlukan analisi untuk menggambarkan pola operasional pompa saat terjadi banjir pada sistem polder.

Maksud dari pemodelan pola operasional sistem pompa ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari operasi pompa terhadap banjir yang terjadi. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dalam perencanaan sistem polder di lokasi yang sejenis seperti di Wilayah Semarang Timur. Tujuan analisis ini adalah menggambarkan contoh manajemen pola operasi pompa saat terjadi banjir di

Sistem Polder Semarang Timur serta mengetahui pola operasi pompa yang ekonomis.

Lokasi studi pada penelitian ini lebih dikhususkan pada Sistem Drainase Semarang Timur. Lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Studi di Wilayah Semarang Timur

### 1.1 Sistem Polder

Polder didefinisikan sebagai suatu kawasan atau lahan reklamasi, dengan kondisi awal mempunyai muka air tanah tinggi, yang diisolasi secara hidrologis dari daerah di sekitarnya dan kondisi muka air (air permukaan dan air tanah) dapat dikendalikan. Kondisi lahanya sendiri dibiarkan pada elevasi asalnya atau sedikit ditinggikan (Suripin, 2004). Komponen-komponen yang ada pada sistem polder meliputi :

1. Taggul keliling dan/atau pertahanan laut (*sea defense*) atau konstruksi isolasi lainnya.
2. Sistem drainase lapangan (*field drainage system*).
3. Sistem pembawa (*conveyor system*).
4. Kolam penampung dan stasiun pompa (*outfall system*).
5. Badan air penerima (*recipient waters*).

Sistem polder berasal dari Negeri Belanda dan telah memiliki teruji berhasil. Saat ini sekitar 65% wilayah negeri belanda akan banjir jika tidak ada sistem polder. Sistem ini semakin diakui sebagai solusi untuk menghindari bencana banjir bagi kawasan rendah. Pengalaman pengembangan polder yang diperoleh dari Negeri Belanda mulai dimanfaatkan oleh negara-negara lain yang memiliki fitur lahan yang sama (Sawarendro, 2010).

Drainase sistem polder secara umum dapat digunakan pada kondisi sebagai berikut:

- a. Elevasi muka tanah lebih rendah dibanding dengan elevasi muka air laut pasang, sehingga pada daerah tersebut akan sering terjadi genangan akibat air laut pasang yang masuk ke daratan (rob).

- b. Elevasi muka tanah lebih rendah daripada muka air banjir di sungai (pengendali banjir) yang merupakan *outlet* dari saluran drainase kota.
- c. Daerah yang mengalami penurunan (*land subsidence*), sehingga daerah yang semula lebih tinggi dari muka air laut pasang maupun muka air banjir di sungai pengendali banjir diprediksikan akan tergenang akibat air laut pasang maupun *backwater* dari sungai pengendali.

Secara sederhana, pembuatan sistem polder bertujuan untuk pengendalian banjir. Akan tetapi, dalam mendesain sistem polder sasaran yang ingin dicapai tidak hanya sebatas itu. Ada tiga tujuan utama yang mendasari pembuatan desain dari sistem polder yaitu (Sawarendro, 2010): (1) untuk menciptakan suatu kawasan rendah yang rawan banjir menjadi daerah yang relatif terkontrol dari banjir dan genangan, yang akan memberikan kenyamanan dalam mempergunakan lahan sesuai peruntukannya; (2) lebih menjamin keberlanjutan (*sustainability*) sistem pengelolaan tata air dengan peran yang lebih besar diberikan pada partisipasi masyarakat; dan (3) untuk menciptakan kondisi lingkungan yang lebih baik, terutama peningkatan kualitas air.

Drainase sistem polder mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Suripin, 2004): (1) polder adalah daerah yang dibatasi dengan baik, dimana air yang berasal dari luar kawasan tidak diperbolehkan masuk, hanya air hujan dan kadang-kadang air rembesan pada kawasan itu sendiri yang dikumpulkan; (2) dalam polder tidak aliran permukaan bebas seperti pada daerah tangkapan air alamiah, tetapi dilengkapi dengan bangunan pengendali pada pembuangannya (dengan penguras atau pompa) untuk mengendalikan aliran air ke luar; (3) muka air di dalam polder (air permukaan dan air bawah permukaan) tidak bergantung pada permukaan air di daerah sekitarnya dan dinilai berdasarkan elevasi lahan, sifat tanah, iklim dan tanaman

### 1.2 Kolam Retensi

Konsep dasar dari kolam retensi adalah menampung volume air ketika debit maksimum di sungai datang, kemudian secara perlahan-lahan mengalirkannya ketika debit di sungai sudah kembali normal. Secara spesifik kolam retensi akan memangkas besarnya puncak banjir yang ada di sungai, sehingga potensi *over topping* yang mengakibatkan kegagalan tanggul dan luapan sungai tereduksi.

Kolam retensi berfungsi untuk menampung air pada sistem, kemudian dipompa ke luar sistem. Tampungan pada kedua komponen tersebut harus diperhitungkan sedemikian rupa sehingga tidak terjadi sisa air dalam sistem yang akan menyebabkan banjir. Pada kolam retensi ini, volume tampungan total didesain berdasarkan aliran debit yang masuk kedalam kolam.

Disesuaikan dengan hidrograf banjir dan hidrograf yang terbentuk akibat pompa.

Ketinggian muka air maksimum di kolam harus mampu menjamin dapat melayani jaringan saluran drainase dan saluran kolektor agar debit banjir dapat masuk ke kolam tanpa adanya pengaruh *back water*. Volume genangan tergantung dari kedalaman genangan yang diizinkan dan luas genangan yang terjadi. Volume tampungan di saluran drainase tergantung pada panjang (L), lebar (B), dan kedalaman air di saluran (H). Pada kolam etensi ini juga dirancang konstruksi perkuatan dindingnya agar kuat menahan tekanan tanah maupun tekanan air yang ada.

Tahap-tahap perencanaan kapasitas kolam retensi dan pompa adalah sebagai berikut (Ditjen Cipta Karya, 2011):

- a. Buat unit hidrograph daerah perkotaan, kemudian jumlahkan masing-masing ordinatnya. Sehingga diperoleh debit rencana maksimum dengan gambar hidrographnya;
- b. Hitung volume kumulatif air yang masuk ke dalam kolam retensi dari hidrograph;
- c. Gambarkan hasil perhitungan volume kumulatif dari butir b di atas dalam koordinat orthogonal dengan ordinat besarnya volume kumulatif dan absis besarnya waktu;
- d. Hitung volume kumulatif pompa untuk berbagai kapasitas pompa dan terapkan pada kumulatif air yang masuk kolam retensi dari butir c di atas;
- e. Ukur ordinat yang terletak antara garis volume kumulatif pompa dengan garis singgung volume kumulatif air yang masuk ke dalam kolam retensi seperti pada butir d di atas, menunjukkan volume air yang tertinggal dalam kolam retensi;
- f. Hitung luas kolam retensi yang diperlukan dengan membagi volume kumulatif yang tertinggal di dalam kolam retensi seperti pada butir e dengan rencana dalamnya air efektif di kolam retensi;
- g. Lakukan langkah butir d, butir e dan butir f di atas berulang-ulang, sehingga diperoleh biaya yang efisien dan efektif dalam menentukan luas kolam retensi dan kapasitas pompa yang dibutuhkan;
- h. Hitung kebutuhan head pompa dari elevasi muka air minimum di kolam retensi ke muka air maksimum banjir di sungai atau muka air pasang tertinggi di laut;
- i. Pilih tipe pompa sesuai kebutuhan yang ada.

### 1.3 Pompa

Daerah hilir pada suatu daerah pengaliran sungai biasanya memiliki elevasi yang rendah dan cenderung lebih rendah dari muka air banjir dan air laut. Hal ini menyebabkan air tidak dapat mengalir dan menimbulkan genangan di daerah tersebut. Oleh karena itu untuk mengurangi genangan dan mempercepat air untuk

mengalir ke laut, maka pada daerah tersebut dipasang pompa atau stasiun pompa. Hal yang berkaitan dengan pengendalian banjir dan drainase maka pompa ini dibangun bersamaan dengan rumah pompa.

Hal ini bertujuan untuk melindungi pompa dari udara luar dengan tujuan untuk memudahkan perawatan dan memperpanjang masa layan pompa. Hal ini sangat wajar karena pembangunan stasiun pompa bukan hal yang murah.

Melihat hal ini maka dalam pembangunan dan pemilihan pompa harus diperhitungkan *cost* dan *benefit*-nya. *Cost* diartikan sebagai harga pompa tersebut, sedangkan *benefit* merupakan besaran pengendalian banjir yang dapat dilakukan oleh pompa tersebut. Dalam perhitungan biaya dan keuntungan (*cost* dan *benefit*), maka komponen yang harus diperhatikan adalah biaya pembangunan, biaya eksploitasi & pemeliharaan dan keuntungan yang diperoleh dari pengurangan kemungkinan kerusakan (Sosrodarsono & Tominaga, 1985).

Terdapat berbagai macam jenis pompa, tergantung pada kebutuhan pompa tersebut digunakan. Kebutuhan dan konstruksi pompa akan sangat menentukan penggunaan pompa. Hal ini dikarenakan keduanya akan berpengaruh pada karakteristik pompa. Terdapat tiga kelas pompa yang saat ini digunakan yaitu *sentrifugal*, *rotary* dan *torak*(Hicks & Edwards, 1996).

Namun pompa juga dapat diklasifikasikan menjadi lebih umum dan cakupan yang lebih besar yaitu pompa turbo, volumetrik dan khusus. Pompa-pompa ini diklasifikasikan menurut jumlah hisap, tingkatan dan kapasitas pompa. Pada pompa drainase pada umumnya digunakan pompa turbin seperti pompa aliran aksial (*axial flow*) atau pompa aliran semi aksial (*mix-flow*) untuk tinggi tekan yang rendah dan sedang dengan kapasitas yang besar dan pompa volut (*volute pump*) untuk tinggi tekanan yang tinggi (Sosrodarsono & Tominaga, 1985).

Karakteristik pompa merupakan keterangan yang menunjukkan kapasitas pompa, tinggi tekan maksimum pompa, tinggi hisap pompa dan efisiensi pompa. Dengan diketahuinya besar debit dan tinggi tekan rencana, maka pemilihan pompa dapat dilakukan dengan menggunakan kurva karakteristik pompa. Kurva karakteristik pompa dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

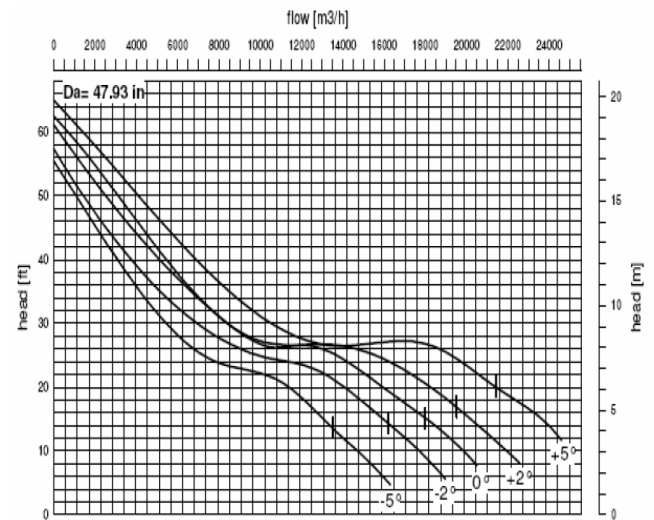
1.4 Pemodelan HEC-HMS 4.0

Program *HEC-HMS* merupakan program komputer untuk menghitung transformasi hujan dan proses *routing* pada suatu sistem DAS. Model ini dapat digunakan untuk menghitung volume *runof*, *direct runoff*, *baseflow* dan *channel flow*. Seperti yang dijelaskan dalam buku "*Hydrologic Modeling System (HECHMS) Technical Reference Manual*", program HEC-HMS ini merupakan

program komputer untuk menghitung pengalih ragaman hujan dan proses *routing* pada suatu sistem DAS. *Software* ini dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Centre (HEC)* dari *US Army Corps Of Engineers*. Dalam *software HEC-HMS* terdapat fasilitas kalibrasi maupun simulasi model distribusi, model menerus dan kemampuan membaca data GIS

Dalam pemodelan menggunakan HEC-HMS ini, disediakan beberapa pilihan metode yang dapat digunakan untuk perhitungan hidrograf satuan. Metode-metode yang ada antara lain adalah (*HEC-HMS Technical Reference Manual, 2000:56*) :

- a. Hidrograf satuan sintetis Snyder
- b. Hidrograf satuan SCS (*Soil Conservation Service*)
- c. Hidrograf satuan Clark
- d. Hidrograf satuan Clark modifikasi
- e. Hidrograf satuan *Kinematic Wave*



Gambar 2. Kurva Karakteristik Pompa Sulzer SJP

2. Metode Penelitian

2.1 Metode Pengumpulan Data

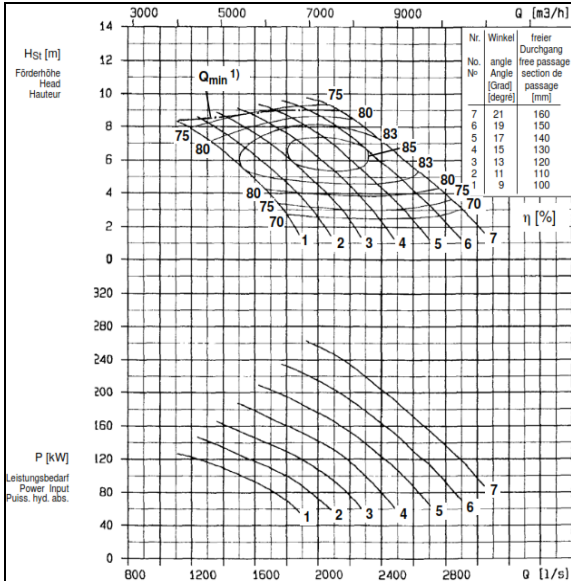
Data diperoleh dengan mengkombinasi data primer dan sekunder. Data sekunder merupakan data teknis yang terkait dengan kegiatan ini yang sudah ada dan di dapat dari instansi terkait. Sedangkan data primer yang digunakan di dalam penelitian ini adalah data yang diambil secara langsung di lapangan, khususnya di Sungai Tenggang, Sungai Sringin dan kawasan terkena dampak rob dan banjir di Wilayah Semarang Timur.

2.2 Tahapan Pengolahan Data

a. Pengolahan Data Hidrologi

Terdapat dua sungai yang berhilir di kawasan terkena dampak banjir dan rob, yaitu Sungai Sringin dan Sungai Tenggang. Kedua sungai tersebut akan di analisis debit banjirnya menggunakan *software HEC*

HMS. Analisis debit banjir rencana pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis tak berdimensi SCS (*Soil Conservation Service*).



Gambar 3. Kurva Karakteristik Pompa PNW

b. Pemodelan Sistem Polder

Pemodelan sistem polder menggunakan data debit banjir rencana Sungai Tenggang dan Sungai Sringin, yang merupakan hasil *out put Software* HEC HMS. Data debit banjir tersebut kemudian digunakan untuk permodelan sistem polder, yaitu dengan memasukan model reservoir pada *Software* HEC HMS.

Pada analisis pemodelan polder ini akan di input luas kolam retensi. Luas kolam retensi yang di input di mulai dari luas 100 ha hingga 300 ha, dengan interval 10 ha. Setelah di running pada HEC HMS, akan di dapat *out put* elevasi muka air di kolam retensi dan *outflow* kapasitas pompa maksimum. Selanjutnya akan di analisis hubungan luas kolam retensi dengan kapasitas pompa. Hubungan tersebut akan di gambarkan dalam bentuk grafik.

c. Simulasi Desain Sistem Polder

Salah satu kriteria desain sistem polder pada penelitian ini menitikberatkan pada aspek biaya. Aspek biaya yang diperhitungkan dalam analisis ini ada empat, yaitu Biaya konstruksi, pembebasan lahan, pengadaan pompa serta biaya operasional dan pemeliharaan.

Dalam analisis ini penentuan luas kolam retensi akan sangat berpengaruh pada besarnya biaya pembebasan lahan, sedangkan kapasitas pompa yang akan digunakan sangat berpengaruh pada besarnya biaya operasional dan pemeliharaan. Sehingga pada simulasi

ini akan dipilih luas kolam retensi dengan biaya pembebasan lahan, operasional dan perawatan paling ekonomis.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Lokasi Kolam Retensi

Analisis pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah menganalisis wilayah yang akan dijadikan lokasi kolam retensi (Gambar 1). Daerah yang dijadikan sebagai lokasi kolam direncanakan berada di daerah hilir Sungai Tenggang dan Sungai Sringin yang telah tergenang oleh masuknya air laut. Berdasarkan pada peta topografi dan pecitraan satelit dapat diperkirakan luas lahan yang berpotensi menjadi kolam retensi memiliki luas ±300 hektar. Pada penelitian ini akan di modelkan luas kolam retensi 100 hektar hingga 300 hektar dengan interval 10 hektar.

3.2 Analisis Hidrologi

Analisis berikutnya adalah analisis hidrologi untuk memperoleh debit banjir rencana. Untuk memperoleh debit banjir rencana terlebih dahulu data hujan yang ada di olah menjadi data hujan harian maksimum tahunan rata-rata dengan mempertimbangkan pengaruh dari berbagai stasiun hujan yang digunakan yaitu Stasiun Maritim, Wolo dan Brumbung. Perhitungan pengaruh masing-masing stasiun hujan menggunakan metode *Poligon Thiessen* seperti pada Gambar 4.

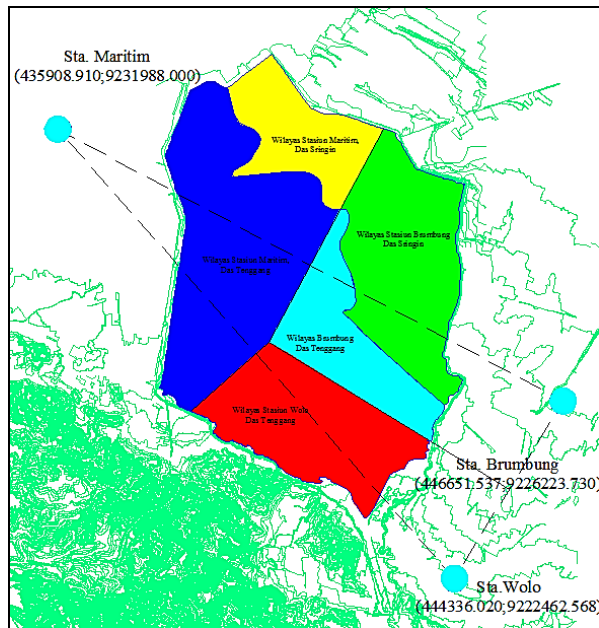
Berdasarkan hasil analisis Thiessen, didapat bahwa ketiga stasiun hujan memberikan pengaruh pada DAS Tenggang, sementara pada DAS Sringin hanya dari dua stasiun. Luas Pengaruh stasiun dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Hasil rekapitulasi curah hujan maksimum harian rata-rata Das Sringin dan DAS Tenggang dapat di lihat pada Tabel 3. Kemudian dianalisis menjadi curah hujan rencana dengan menggunakan distribusi seperti Gumbel, Normal, log Normal dan Log Pearson III. Berdasarkan analisis statistik dan uji sebaran data menggunakan Chi-kuadrat dan *Smirnov-Kolmogorov*, didapatkan curah hujan rencana 25 tahun untuk masing-masing sungai seperti pada Tabel 4.

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan pemodelan HEC-HMS 4.0. Metode yang digunakan adalah SCS (*Soil Conservation Service*) Curve Number, yang dipengaruhi oleh penggunaan lahan pada daerah aliran sungai yang ditinjau dengan diwakili oleh *curve number* tersebut. Pada pemodelan ini, daerah aliran Sungai Tenggang dan Sungai Sringin dibagi menjadi beberapa sub daerah aliran sungai.

Hasil perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan HEC-HMS 4.0 diperoleh debit banjir dengan periode ulang 25 tahun pada Sungai Tenggang 91,3 m<sup>3</sup>/s dan Sungai Sringin 52,8 m<sup>3</sup>/s. Sedangkan grafik unit hidrograf dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 4. Poligon Thiessen pada DAS Tenggang dan Sringin

Tabel 1. Perhitungan Bobot Pengaruh Stasiun Hujan DAS Tenggang

Nama Stasiun	Luas Pengaruh (m <sup>2</sup> )	Luas (Km <sup>2</sup> )	Bobot
Sta. Wolo	8.551.162,86	8,55	0,30
Sta. Brumbung	5.789.612,42	5,79	0,20
Sta. Maritim	14.520.715,4	14,52	0,50
Total		28,86	1,00

Tabel 2. Perhitungan Bobot Pengaruh Stasiun Hujan DAS Sringin

Nama Stasiun	Luas Pengaruh (m <sup>2</sup> )	Luas (Km <sup>2</sup> )	Bobot
Sta. Wolo	0,00	0,00	0,00
Sta. Brumbung	9.920.204,476	9,92	0,66
Sta. Maritim	5.087.891,855	5,09	0,34
Total		15,01	1,0

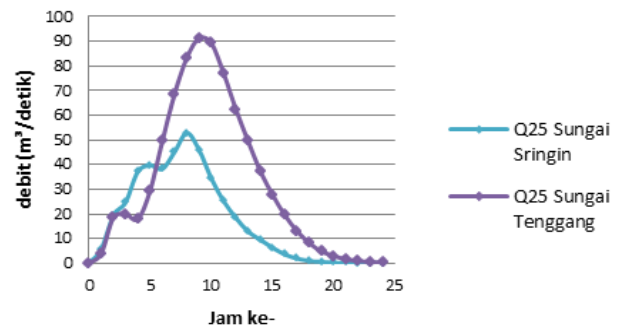
Tabel 3. Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata DAS Sringin dan DAS Tenggang

Tahun	Hujan Max Harian Rata-rata DAS Sringin (mm)	Hujan Max Harian Rata-rata DAS Tenggang (mm)
2006	109,24	95,79
2007	52,88	39,75
2008	95,37	73,92
2009	101,53	82,12

Tahun	Hujan Max Harian Rata-rata DAS Sringin (mm)	Hujan Max Harian Rata-rata DAS Tenggang (mm)
2010	100,12	106,46
2011	75,51	51,00
2012	82,12	66,00
2013	103,80	105,95
2014	133,39	119,82
2015	93,22	80,96

Tabel 4. Curah Hujan Rencana pada masing-masing sungai

Sungai	T(Tahun)	Metode	Xt(mm)
Tenggang	25	Log Pearson III	126,511
Sringin	25	Log Pearson III	126,368



Gambar 5. Hidrograf banjir Sungai Sringin dan tenggang pada kala ulang 25 tahun

### 3.3 Pemodelan Kolam Retensi dan Pompa

Pemodelan kolam retensi dan pompa juga dilakukan menggunakan HEC HMS. Luas kolam dimodelkan menggunakan komponen paired data manager berjenis hubungan elevasi – luas. Luas kolam retensi yang di input dimulai dari 100 hektar hingga 300 hektar dengan interval 10 hektar.

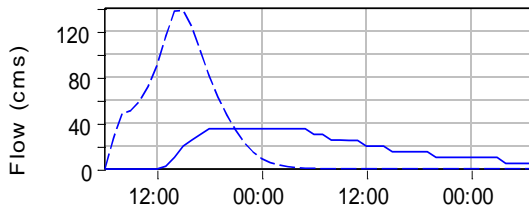
Pompa dimodelkan menggunakan komponen paired data manager berjenis hubungan *elevation-discharge*. Pompa yang digunakan yaitu kapasitas 5 m<sup>3</sup>/s dengan head 5 m dan kapasitas 2,5 m<sup>3</sup>/s dengan head 5 m. Data operasi pompa pada Sistem Polder Semarang Timur yaitu seperti pada Tabel 5.

Salah satu contoh hasil penelusuran banjir dan pompa pada pemodelan kolam retensi dan pompa dapat dilihat pada Gambar 6.

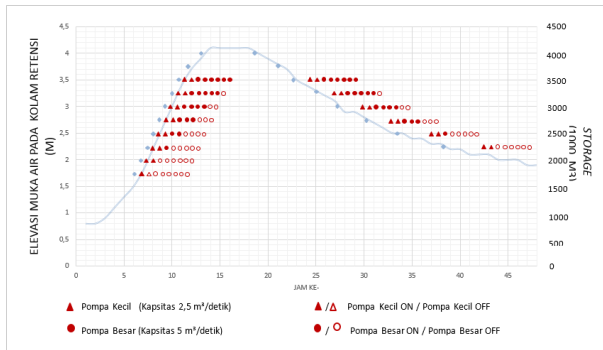
Pada pemodelan kolam retensi dan pompa dengan HEC-HMS ini dapat diketahui *Inflow* (debit maksimum) kolam, volume maksimum kolam, elevasi maksimum kolam dan *Outflow* pompa dari tiap luasan yang di *input*. Sehingga dapat di gambarkan pola operasi pompa saat terjadi banjir seperti pada Gambar 7.

Tabel 5. Data pola operasi pompa

Nama Pompa	Intake Elevation	On Elevation	Off Elevation	Jumlah	Kap (m <sup>3</sup> /s)
Pompa 1	0,75 m	1,75 m	1,50 m	1	2,50
Pompa 2	0,75 m	2,00 m	1,75 m	1	2,50
Pompa 3	0,75 m	2,25 m	2,00 m	1	5,00
Pompa 4	0,75 m	2,50 m	2,25 m	1	5,00
Pompa 5	0,75 m	2,75 m	2,50 m	1	5,00
Pompa 6	0,75 m	3,00 m	2,75 m	1	5,00
Pompa 7	0,75 m	3,25 m	3,00 m	1	5,00
Pompa 8	0,75 m	3,50 m	3,25 m	1	5,00



Gambar 6. Penelusuran banjir dan pompa pada luas kolam retensi 100 ha



Gambar 7. Pola operasi pompa pada luas kolam retensi 100 ha

4. Kesimpulan

Hasil analisis dan pembahasan pemodelan pola operasional sistem pompa pada desain polder guna mitigasi banjir dan rob di wilayah Semarang timur menunjukkan bahwa: (1) pada gambar grafik pola operasi pompa, tergambar bahwa pompa hanya beroperasi di saat muka air pada ketinggian tertentu, sesuai fungsi elevation- discharge masing-masing pompa (2) pompa yang ekonomis mensyaratkan debit maksimum kolam retensi sebesar 138 m<sup>3</sup>/s. Luas kolam adalah 210 hektar dengan kedalaman 3,7 m. Kapasitas pompa yang diperlukan adalah sebesar 15 m<sup>3</sup>/s, yang terdiri dari 2 unit pompa berkapasitas 2,5 m<sup>3</sup>/s dan 2 unit pompa berkapasitas 5 m<sup>3</sup>/s.

Dari hasil analisa dan pembahasan serta kesimpulan tentang Pemodelan Pola Operasi Sistem Pompa pada Sistem Polder di Wilayah Semarang Timur,

maka terdapat beberapa saran/rekomendasi dari peneliti yaitu: (1) perlu adanya operasi yang terkoordinasi dengan baik dan pemeliharaan yang menerus dalam mengatasi genangan banjir dan rob di Wilayah Semarang Timur tersebut; (2) partisipasi masyarakat dalam pembinaan, pengendalian dan penanggulangan terhadap banjir dan rob secara intensif dan terkoordinasi secara terpadu dengan meningkatkan kesadaran masyarakat misalnya dengan mengadakan peng-hijauan dan tata guna lahan yang ada sehingga dapat mengatasi permasalahan banjir dan rob di masa mendatang; (3) untuk mengatasi rob perlu adanya upaya untuk menguatkan pengaturan pengambilan air tanah dari sumur yang memompa air dari akuifer terutama menyebabkan penurunan muka tanah serta (4) perlu adanya perbaikan fungsi DAS yang berada di hulu Sungai Tenggang dan Sungai Sringin sebagai upaya penanganan banjir di hilir Sungai Tenggang dan Sungai Sringin.

Daftar Pustaka

Darsono, S., Susilowati dkk. (2016). *Polder Semarang Timur*. Pusat Studi Bencana LPPM Universitas Diponegoro. Semarang

Hicks, taylor G, T.W. Edwards. (1996). *Teknologi Pemakaian Pompa*. Jakarta:Erlangga

*Hydraulogy Reference Manual HEC HMS* .(2001), US Army Corps of Engineering

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). *Rencana Induk Drainase Kota Semarang*. Semarang : KemenPUPR.

Kementerian Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Dirjen Cipta Karya. (2011). *Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi (NSPM)*. Jakarta : KemenPUPR

Sawarendro.( 2010). *Sistem Polder & Tanggul Laut*. Yogyakarta: ILWI (*Indonesian Land Reclamation and Water Management Institute*).

Soemarto, CD. (1999). *Hidrologi Teknik Edisi Dua*. Erlangga, Jakarta

Sosrodarsono, S. dan Tominaga, M. (1985). *Perbaikan Sungai*. Terjemahan oleh Gayo, M.Y. Jakarta: Pradnya Paramita.

Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset: Yogyakarta.

Yudi, Royna K dan Agung M N. (2017). *Perencanaan Sistem Polder Wilayah Semarang Timur*. Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 6, Nomor 2, Tahun 2017, Halaman 265-275.