

## PERANCANGAN WADUK MUNDINGAN DI KOTA SEMARANG

Muhammad Taufiq Abror, Rizka Setiawan, Suseno Darsono <sup>\*)</sup>, Hari Nugroho <sup>\*)</sup>

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

### ABSTRAK

*Banjir di kota Semarang terjadi setiap tahun di musim penghujan, kekeringan dan kesulitan air bersih di musim kemarau. Telah dibangun Waduk Jatibarang dan di bagian hulunya terdapat potensi waduk yang dapat menambah suplai air baku dan pengendalian banjir. Analisis yang digunakan dalam perencanaan waduk yaitu analisis hidrologi dan hidrolika. Analisis hidrologi menggunakan metode Soil Conservation Service Unit Hydrograph Synthetic (SCS) dan Hidrograf Satuan Sintetis GAMA I. Debit banjir  $Q_{100}$  dengan hujan rencana 165 mm, hasil dari metode SCS Unit Hydrograph yang dibantu program HEC-HMS sebesar  $442 \text{ m}^3/\text{dt}$  sedangkan metode HSS GAMA I dengan hujan rencana 218 mm debit yang dihasilkan sebesar  $359.02 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Perhitungan debit banjir yang dipakai adalah metode SCS. Banjir PMF yang dihasilkan dari hujan sedalam 677 mm sebesar  $2408.7 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Dengan desain penggelontoran air sebesar  $1.7 \text{ m}^3/\text{dt}$  maka volume tampungannya sebesar  $20.000.000 \text{ m}^3$  dan volume tampungan sedimen sebesar  $1.000.000 \text{ m}^3$ . Dengan adanya waduk dapat mereduksi banjir periode 100 tahun sebesar 77% dari  $442.9 \text{ m}^3/\text{dt}$  menjadi  $97.1 \text{ m}^3/\text{dt}$ , dan mereduksi debit PMF sebesar 66% dari  $2408.7 \text{ m}^3/\text{dt}$  menjadi  $814.2 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan tampungan total sebesar  $38.000.000 \text{ m}^3$ . Tinggi bendungan 34 m, lebar mercu 10 m, tipe urugan batu berzona dan lebar mercu spillway 20 m.*

**kata kunci :** banjir, kekeringan, waduk, bendungan

### ABSTRACT

*Flood in the Semarang City occur every year in the rainy season, drought and water shortages in the dry season. It has been built Jatibarang Reservoir and upstream there is a potential reservoir that could add to the raw water supply and flood control. The analysis used in planning reservoir that is the analysis of hydrology and hydraulics. Hydrological analysis using methods Soil Conservation Service Unit Hydrograph Synthetic (SCS) and Unit Hydrograph Synthetic of GAMA I.  $Q_{100}$  flood discharge plan with 165 mm of rain, the result of a method SCS unit hydrograph assisted HEC-HMS program amounting to  $442 \text{ m}^3 / \text{sec}$  while the HSS GAMA I method with 218 mm of rain discharge plan generated at  $359.02 \text{ m}^3 / \text{sec}$ . Flood discharge calculation used is a method SCS. PMF flood resulting from rainfall of 677 mm deep as  $2408.7 \text{ m}^3 / \text{sec}$ . With the design of flushing water of  $1.7 \text{ m}^3 / \text{sec}$  then storage volume up to  $20,000,000 \text{ m}^3$  and a storage volume of sediment up to  $1,000,000 \text{ m}^3$ . With the reservoir can reduce flooding 100-year period by 77% from  $442.9$*

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab

*m<sup>3</sup> / sec to be 97.1 m<sup>3</sup> / sec, and reduces the PMF discharge of 66% of 2408.7 m<sup>3</sup> / sec to be 814.2 m<sup>3</sup> / sec and reservoirs totaling 38 million m<sup>3</sup>. Dam 34 m high, dam crest 10 m wide, rock fill zone embankment type and spillway crest width of 20 m.*

**keywords:** *flood, drought, reservoir, dam*

## **PENDAHULUAN**

Semarang adalah ibukota Provinsi Jawa Tengah yang hampir setiap tahun di musim penghujan dihadapkan dengan banjir, kekeringan dan kesulitan air bersih ketika musim kemarau maka perlu dilakukan rekayasa sipil pada daerah khususnya di Daerah Aliran Sungai Garang. DAS Garang adalah Daerah Aliran Sungai dimana sebagian besar wilayahnya berada di Kota Semarang dan sebagian kecil berada di Kabupaten Semarang dan Kabupaten Kendal, dengan hulunya dari Gunung Ungaran mengalir ke hilir ke Laut Jawa. DAS Garang terdiri dari tiga anak sungai utama yaitu, Sungai Garang, Sungai Kreo dan Sungai Kripik yang bergabung menjadi satu sungai yaitu Sungai Garang di Tugu Suharto. Setelah melewati Bendung Simongan namanya berubah menjadi Kanal Banjir Barat. Pada DAS Garang tersebut telah dibangun Waduk Jatibarang yang didesain mampu mengendalikan debit banjir periode ulang 50 tahun dan mampu mengalirkan air baku sebanyak 1.05 m<sup>3</sup>/dt dengan volume tampungan total 20,400,000 m<sup>3</sup>. Dan dalam studi JICA terdapat potensi waduk di hulu Waduk Jatibarang yaitu Waduk Mundingan. Sehingga diharapkan jika Waduk Mundingan juga dibangun maka dapat memanfaatkan sumber daya air secara maksimal dan mengendalikan banjir yang memasuki Kota Semarang.

Maksud dari perencanaan Waduk Mundingan ini adalah mendesain bendungan yang diperlukan untuk menahan laju debit banjir sungai dan penambahan penyediaan air baku untuk Kota Semarang. Adapun tujuan perencanaan Waduk Mundingan adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan desain bagi pelaksana konstruksi bendungan,
- Membantu Waduk Jatibarang dalam mengendalikan debit banjir di Sungai Kreo,
- Menambah persediaan air baku untuk Kota Semarang.

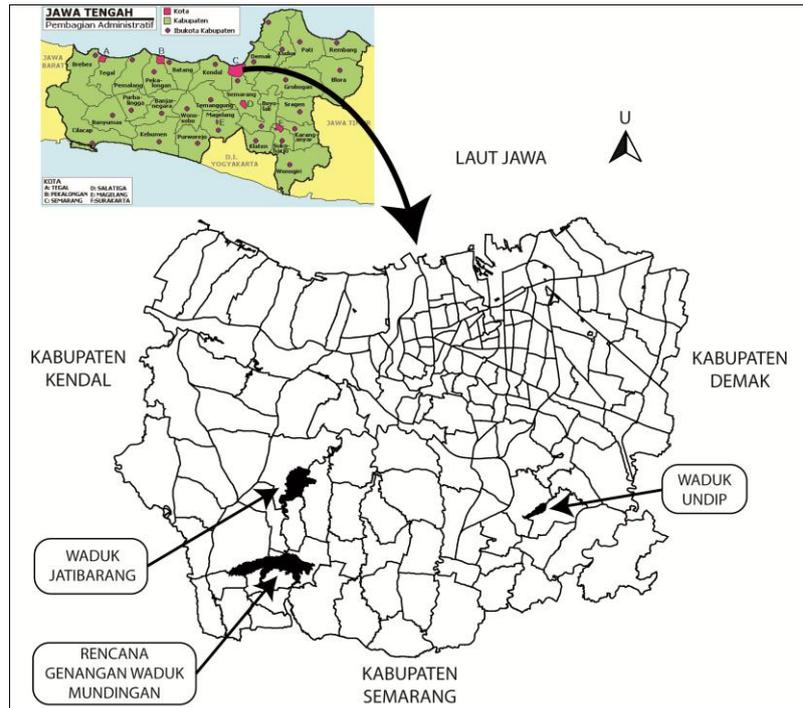
Waduk direncanakan di aliran Kali Kranji (7°4'16.97" LS dan 110°20'31.83" BT) yang merupakan anak Sungai Kreo, Kelurahan Purwosari, Kecamatan Mijen, Kota Semarang, Jawa Tengah. Lokasi tersebut berjarak kurang lebih 5 km dari lokasi Waduk Jatibarang ke arah hulu. (Gambar 1)

## **METODOLOGI**

### **Metodologi Perencanaan Bendungan**

Metodologi perencanaan yang digunakan dalam perencanaan bendungan di Waduk Mundingan sebagai berikut:

- Identifikasi masalah
- Studi pustaka
- Pengumpulan data
- Analisis data

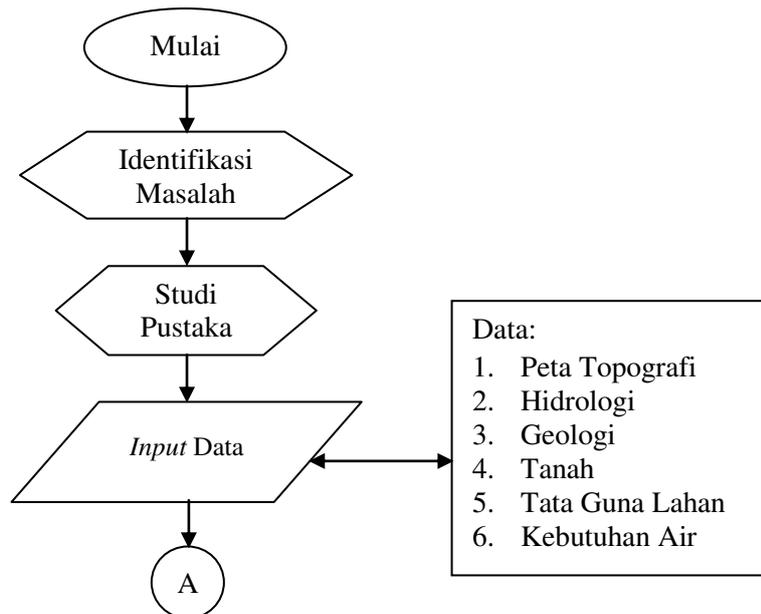


Gambar 1. Peta rencana lokasi Waduk Mundingan, Semarang, Jawa Tengah

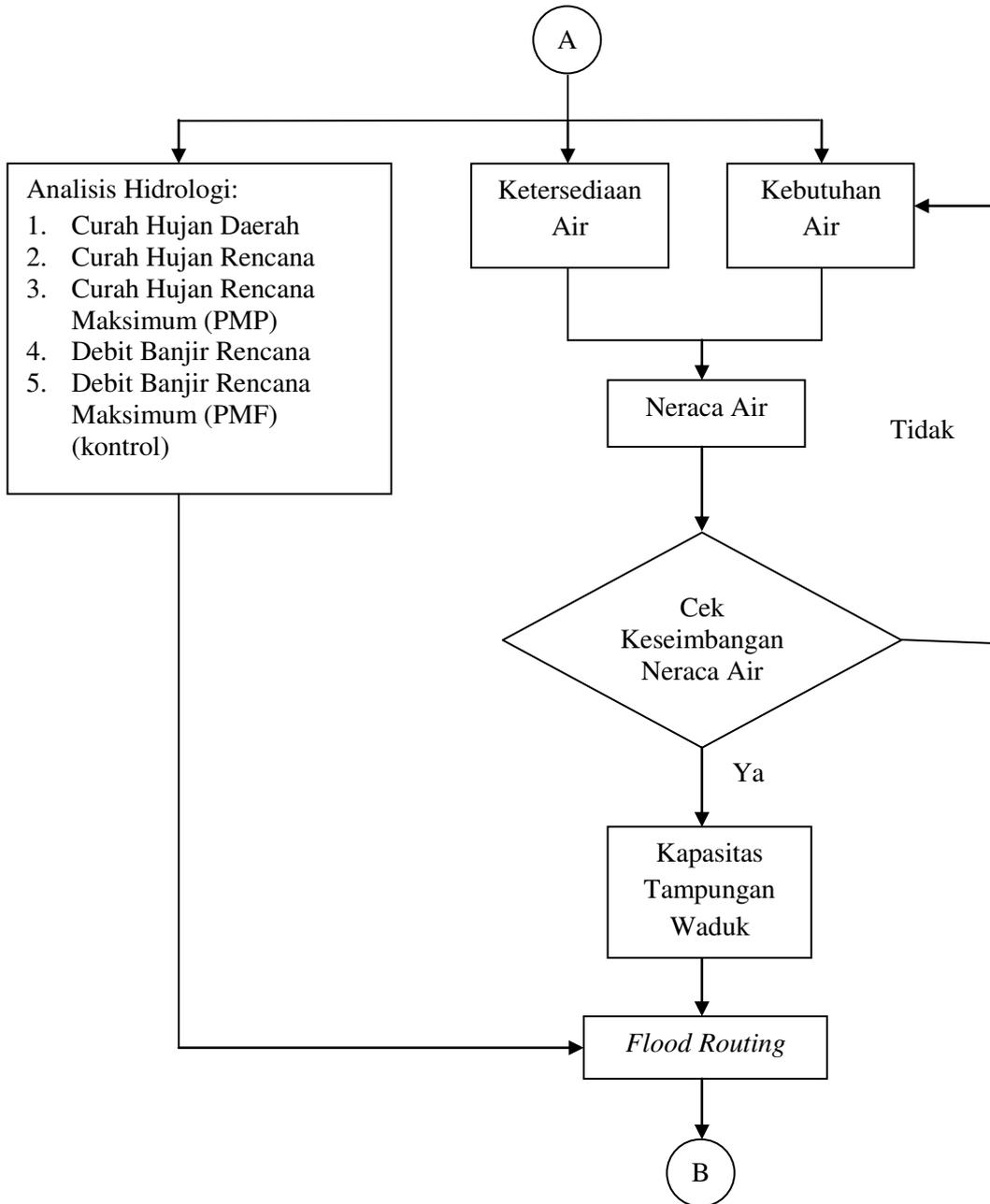
- Perencanaan konstruksi
- RAB, penjadwalan dan gambar
- Rencana kerja dan syarat-syarat

### Langkah Kerja

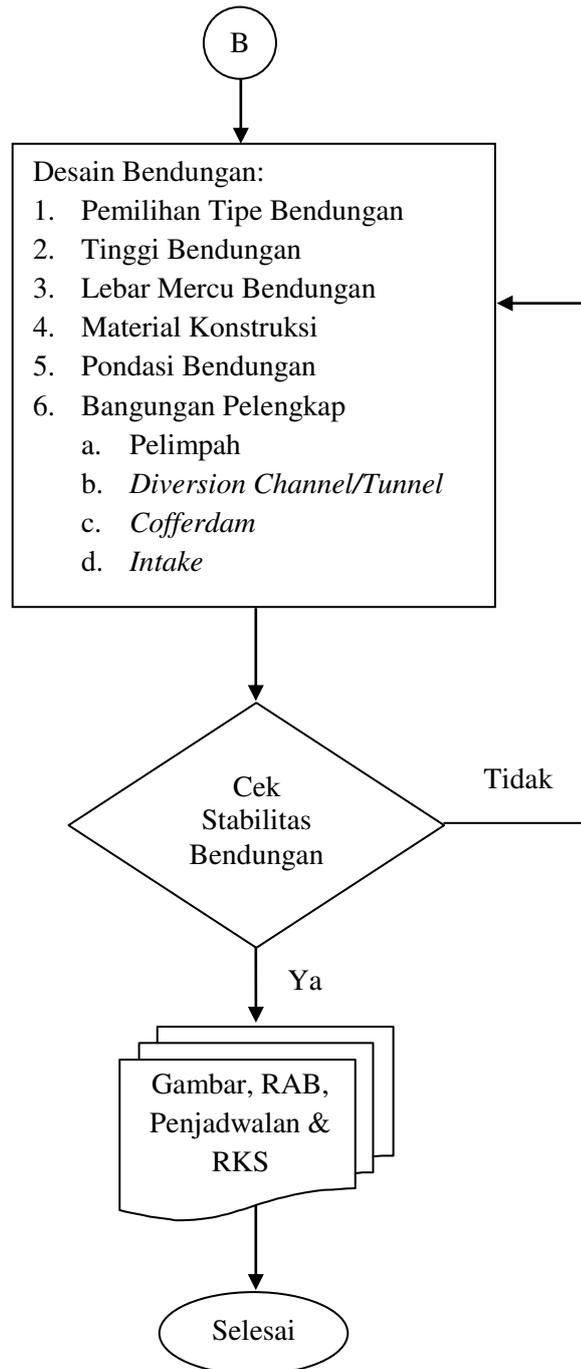
Langkah kerja dalam perencanaan bendungan dapat digambarkan dengan diagram alir sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram alir kerja



Gambar 2. Diagram alir kerja (lanjutan)



Gambar 2. Diagram alir kerja (lanjutan)

## ANALISIS HIDROLOGI

### Curah Hujan Rencana

Penentuan daerah aliran sungai pada peta topografi yang termasuk DAS Garang seluas 200.23 km<sup>2</sup>. Pembagian DAS Garang menjadi subDAS Kanal Banjir Barat, subDAS Garang, subDAS Kripik, subDAS Gung, subDAS Contok, subDAS Kandri, subDAS Kreo dan subDAS Mundingan. Analisis curah hujan rata-rata DAS dihitung dengan metode

*thiessen* dengan stasiun hujan yang berpengaruh stasiun hujan Simongan (42), stasiun hujan Tugu (41), stasiun hujan Ungaran (65) dan stasiun hujan Sumur Jurang (65c).

Curah hujan rencana dihitung dengan 4 (empat) metode distribusi yaitu Distribusi *Normal*, Distribusi *Gumbel* tipe I, Distribusi *Log Normal* dan Distribusi *Log Pearson* tipe III. Penentuan jenis distribusi menggunakan parameter statistik dan uji *Smirnov-Kolmogorov*. Dari hasil perhitungan curah hujan rencana yang memenuhi syarat adalah dengan metode Distribusi *Log Pearson* tipe III. Curah hujan rencana periode ulang 100 tahun pada DAS Garang sebesar 165 mm. Sedangkan pada subDAS Mundingan sebesar 218 mm.

Perhitungan curah hujan maksimum boleh jadi (*Probability Maximum Precipitation*) menggunakan metode *Hersfield* dengan rumus (*BSN, 2004*).

$$X_m = \bar{X}_p + K_m \cdot S_p \dots\dots\dots (1)$$

Hasil perhitungan curah hujan maksimum boleh jadi yang diperoleh di DAS Garang sebesar 677 mm.

**Debit Banjir Rencana**

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan 2 (dua) metode yaitu metode Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I dan Hidrograf Satuan Sintetik SCS. Pada penggunaan HSS GAMA I hanya diperuntukkan subDAS Mundingan sedangkan HSS SCS diperuntukkan untuk seluruh DAS Garang. Rumus yang digunakan dalam perhitungan debit banjir metode HSS GAMA I sebagai berikut (*Triatmodjo, 2009*).

- Debit puncak:  
 $QP = 0,1836 \cdot A^{0,5886} \cdot JN^{0,2381} \cdot TR^{-0,4008} \dots\dots\dots (2)$

- Debit ke - t:  
 $QT = QP \cdot e^{-t/k} = 5,318 \cdot e^{-(t-1,44)/3,551} \dots\dots\dots (3)$

Maka hasil dari perhitungan debit metode HSS GAMA I pada banjir periode ulang 100 tahun sebesar 359.02 m<sup>3</sup>/dt.

Pada perhitungan debit banjir rencana metode HSS SCS mencakup seluruh DAS Garang menggunakan program bantu HEC-HMS. Penentuan parameter fisik DAS Garang dilakukan berdasarkan data peta topografi untuk menghitung waktu konsentrasi (*Tc*) dan waktu tunda (*Lag*) dari masing-masing subDAS dan pada anak sungai atau sungai utamanya dihitung pula nilai *Muskingum K* dan *x*. Nilai *Curve Number (CN)* dan *impervious* masing-masing subDAS dilihat dari tata guna lahan di lokasi masing-masing. Setelah pengaturan pada program HEC-HMS selesai maka program tersebut dijalankan dan dihasilkan debit banjir pada lokasi waduk rencana sebesar 442.9 m<sup>3</sup>/dt.

Terdapat perbedaan hasil debit banjir rencana dari kedua metode tersebut. Sehingga digunakan hasil debit yang dapat dikalibrasi dengan keadaan eksisting di lapangan yaitu debit banjir rencana metode HSS SCS dengan besar debit 442.9 m<sup>3</sup>/dt. Perhitungan selanjutnya menggunakan debit dari hasil tersebut.

Perhitungan debit banjir maksimum boleh jadi menggunakan metode HSS SCS dengan bantuan program HEC-HMS. Hasil perhitungan debit banjir maksimum boleh jadi dengan hujan PMP sebesar 677 mm diperoleh debit sebesar 2408.7 m<sup>3</sup>/dt. Debit banjir maksimum boleh jadi hanya digunakan sebagai kontrol keamanan dari desain bendungan, bukan sebagai kapasitas pengendalian banjir yang harus ditangani.

**Ketersediaan Air**

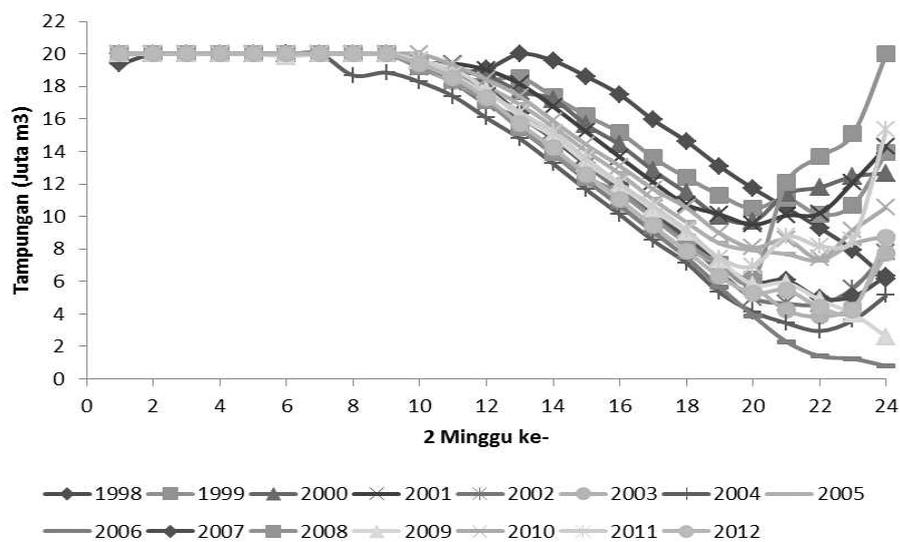
Ketersediaan air dihitung dengan metode debit bangkitan dengan data hujan yang ada sepanjang pengamatan kemudian diubah menjadi debit dengan menyatakan hubungan antara data hujan dengan data debit yang ada di tahun yang sama. Hubungan tersebut menghasilkan persamaan sebagai berikut (Triatmodjo, 2009).

$$Q = f(p) \dots\dots\dots (4)$$

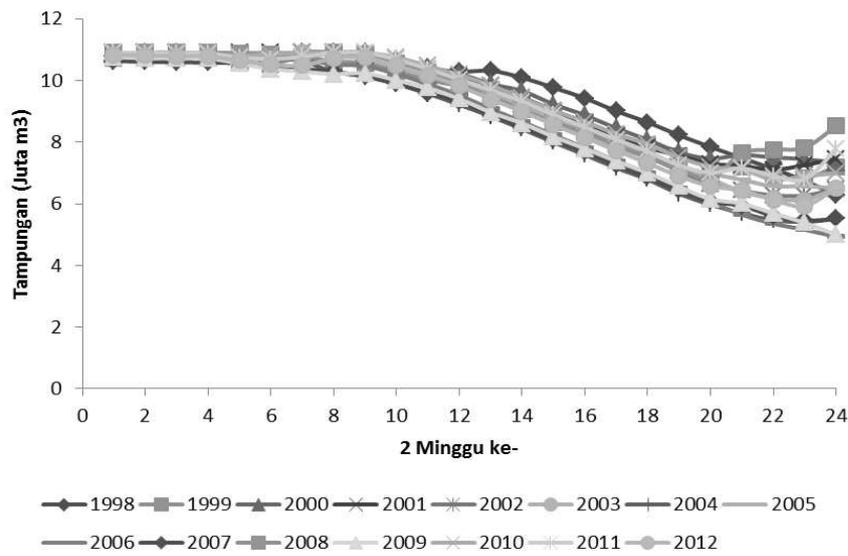
Dari persamaan tersebut dihasilkan perkiraan debit yang mengalir pada lokasi waduk yang tersedia sepanjang data hujan yang digunakan.

**Volume Tampungan Waduk**

Perhitungan volume kebutuhan tampungan waduk menggunakan metode simulasi. Waduk diasumsikan penuh pada pengoperasian awal. Direncanakan Waduk Mundingan dapat menggelontorkan air sebesar 1.7 m<sup>3</sup>/dt dan volume tampungan waduk sebesar 20 juta m<sup>3</sup>. Dianggap tidak ada proses kehilangan air dalam simulasi ini. Air yang digelontorkan dari Waduk Mundingan dialirkan ke Waduk Jatibarang sebagai pemasok air tambahan. Dalam proses simulasi tampungan Waduk Mundingan tidak terjadi kegagalan. Kondisi air di Waduk Jatibarang pun hanya berkurang sedikit dibanding sebelum adanya Waduk Mundingan. Kemampuan Waduk Jatibarang dalam menggelontorkan air pun bertambah dari 1.05 m<sup>3</sup>/dt menjadi 2.1 m<sup>3</sup>/dt atau meningkat 100% dari sebelumnya. Berikut ini simulasi tampungan Waduk Mundingan dan Waduk Jatibarang.



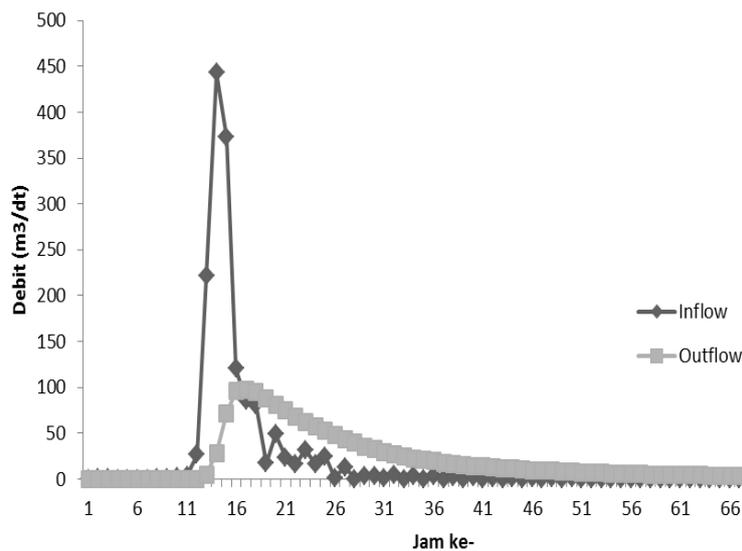
Gambar 3. Simulasi tampungan Waduk Mundingan



Gambar 4. Simulasi tampungan Waduk Jatibarang

### PENELUSURAN BANJIR

Perhitungan penelusuran banjir dilakukan untuk melihat seberapa besar reduksi banjir yang terjadi jika dibangun Waduk Mundingan dengan desain lebar *spillway* 20 m. Ternyata dengan adanya Waduk Mundingan banjir dapat tereduksi hingga 77% yaitu dari 442.9 m<sup>3</sup>/dt menjadi 97.1 m<sup>3</sup>/dt. Sedangkan debit PMF tereduksi sebesar 66% dari 2408.7 m<sup>3</sup>/dt menjadi 814.2 m<sup>3</sup>/dt dan tampungan total sebesar 38.000.000 m<sup>3</sup> dengan tinggi genangan total saat PMF 33.1 m dari dasar bendungan. Maka tinggi tubuh bendungan di desain setinggi 34 m dengan lebar mercu 10 m, menggunakan tipe bendungan urugan batu berzona dengan inti tegak dan lebar mercu *spillway* 20 m.



Gambar 5. Penelusuran banjir periode ulang 100 tahun di Waduk Mundingan

## **KESIMPULAN**

Pembangunan Waduk Mundingan di hulu Waduk Jatibarang dapat berdampak secara signifikan dalam pengendalian banjir di DAS Garang yang melewati kota Semarang, yaitu dapat mereduksi banjir hingga 77% dari 442.9 m<sup>3</sup>/dt menjadi 97.1 m<sup>3</sup>/dt. Waduk ini juga berguna untuk menampung air dan digunakan untuk air baku PDAM yang bisa menambah suplai air menjadi 100% dari kondisi eksisting dari Waduk Jatibarang sebesar 1.05 m<sup>3</sup>/dt menjadi 2.1 m<sup>3</sup>/dt. Waduk Mundingan dapat menampung volume air sebanyak 38,000,000 m<sup>3</sup> dengan tinggi bendungan 34 m, lebar mercu bendungan 10 m dan lebar mercu *spillway* 20 m.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Standardisasi Nasional, 2012. *SNI 1726:2012*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2004. *SNI T-02-2004*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan (Pd T-14-2004-A)*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Natural Resources Conservation Service, 2004. *NEH Part 630 Hydrology*, U.S. Department of Agriculture, Washington DC.
- Peterka, A. J, 1984. *Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators*, United States Department of the Interior Bureau of Reclamation, Denver.
- Soedibyo, 2003. *Teknik Bendungan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sosrodarsono dan Takeda, 1989. *Bendungan Type Urugan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sugiyanto, 1994. *Pengendalian Banjir*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Triatmodjo, B, 2009. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B, 2008. *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- USACE Institute for Water Resources, 2010. *Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual Version 3.5*, USACE Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center, Davis.
- Ven Te Chow, P. D, 1959. *Open Channel Hydraulics*. McGraw-Hill Book Company Inc, New York.