



**EVALUASI OPERASI PINTU PENGENDALI BANJIR  
PUCANG GADING**

**TESIS**

Diajukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan  
Program Magister Teknik Sipil

**Oleh :**

**DUL MUNTOLIB**

**NIM L4A003009**

**PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2006**

# HALAMAN PENGESAHAN

## EVALUASI OPERASI PINTU PENGENDALI BANJIR PUCANG GADING

Disusun Oleh  
DUL MUNTOLIB  
NIM L4A003009

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada Tanggal:

26 Desember 2006

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

### Tim Penguji

- |               |   |        |
|---------------|---|--------|
| 1. Ketua      | : Dr.Ir. Suripin,M.Eng                  | 1..... |
| 2. Sekretaris | : Dr.Ir. Robert J. Kodoatie,M.Eng       | 2..... |
| 3. Anggota 1  | : Dr.Ir. Suseno Darsono,M.Sc            | 3..... |
| 4. Anggota 2  | : Ir. Pranoto Samto Atmojo,Dipl. HE, MT | 4..... |

Semarang, 26 Desember 2006  
Universitas Diponegoro  
Program Pascasarjana  
Magister Teknik Sipil,  
Ketua,

Dr.Ir. Suripin,M.Eng  
NIP. 131668511

## *ABSTRACT*

Increasing floods in mainly caused by the change of lang use due to the need of housing, industrial and as consequence of urban development. Generally, flood occurrence have never controlled effectively so that floods is still happen at the downstream.

This research is aimed to evaluate the operation of flood controll gates of Pucanggading, analyze the raised of its influence discharge to operation of gate and evaluate the river capacities of Each Floodway and Babon river.

The data used is primary and secondary data. Primary data is Questionair to the operator's gate and completed by photo documentation. Secondary data are Cross section and Long Section of River East Floodway, Babon river, Penggaron river and Dombo Sayung Floodway.

The analysis of operational gate conducted with opening flood control gate simulation of Pucanggading at 4 conditions: condition of existing operation of east floodway and of Babon and its proposal before Dombo Sayung Floodway operated, condition of existing gate operated and its proposal after Dombo Sayung Floodway operated. Existing opening gate refer to the actual opening gate in the weir, while proposed opening gate modify the condition of exsisting, suppose the discharge higher. The design discharge refer to the SMEC data year 1999,  $Q_2 = 240 \text{ m}^3/\text{second}$ ,  $Q_5 = 340 \text{ m}^3/\text{second}$ ,  $Q_{10} = 420 \text{ m}^3/\text{second}$ ,  $Q_{25} = 520 \text{ m}^3/\text{second}$ . Simulation done at condition of steady flow. Upstream boundary use discharge design Penggaron river, its downstream boundary use average water level of tide + 1,46 stemming from Semarang Harbour.

The results indicate that capacity of east floodway is equal to  $153 \text{ m}^3/\text{second}$ , Flood design  $170 \text{ m}^3/\text{second}$ , while the capacity of Babon river is  $167 \text{ m}^3/\text{second}$  design  $200 \text{ m}^3/\text{second}$ . Flood design for 25 year return period is  $520 \text{ m}^3/\text{second}$  (SMEC, 1999) increased to  $626 \text{ m}^3/\text{second}$ . Based on the simulation for 10 year return period, it is  $420 \text{ m}^3/\text{second}$  and  $535 \text{ m}^3/\text{second}$ . Based on Simulation It means the discharge increased of about 24,7 %. Hence flood control gate operational of Pucang Gading Weir is not effective anymore as the reference discharge used have never been calibrated since 1982.

## ABSTRAK

Penyebab meningkatnya banjir sungai-sungai di perkotaan yang paling dominan adalah perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai (DAS) karena adanya peningkatan kebutuhan perumahan, industri sebagai konsekuensi dari pengembangan kota. Umumnya kejadian banjir tidak pernah efektif dikendalikan sehingga kejadian banjir di hilir masih sering terjadi.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi operasi pintu pengendali banjir pintu pengendali banjir Pucang Gading, menganalisis perkembangan debit pengaruhnya terhadap pengoperasian pintu dan mengevaluasi kapasitas sungai BKT dan Sungai Babon.

Data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah kuesioner dari penjaga pintu bendung dilengkapi dokumentasi foto. Data sekunder berupa data penampang sungai dan data debit dari sungai yang dimodelkan yaitu BKT, Sungai Babon, Sungai Penggaron dan Dombo Sayung Floodway.

Analisis operasional pintu dilakukan dengan mensimulasikan bukaan pintu pengendali banjir Pucangading pada 4 kondisi yaitu kondisi operasi pintu eksisting dari sistem BKT dan Babon dan usulannya sebelum Dombo Sayung Floodway beroperasi, kondisi operasi pintu eksisting dan usulannya setelah Dombo Sayung Floodway beroperasi. Bukaan pintu eksisting mengacu pada bukaan pintu aktual di bendung, sedangkan usulan bukaan pintu memodifikasi kondisi eksisting supaya debit bukaan di pintu menjadi lebih besar. Debit rencana yang digunakan mengacu data SMEC tahun 1999 periode ulang  $Q_2 = 240$  m<sup>3</sup>/detik,  $Q_5 = 340$  m<sup>3</sup>/detik,  $Q_{10} = 420$  m<sup>3</sup>/detik dan  $Q_{25} = 520$  m<sup>3</sup>/detik. Simulasi dilakukan pada kondisi aliran tunak. Batas hulu menggunakan debit rencana Sungai Penggaron, batas hilirnya menggunakan elevasi muka air pasang rata-rata + 1,46 yang bersumber dari Pelabuhan Semarang.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kapasitas BKT sebesar 153 m<sup>3</sup>/detik dari rencana 170 m<sup>3</sup>/detik sedangkan sungai babon kapasitasnya sebesar 167 m<sup>3</sup>/detik dari rencana 200 m<sup>3</sup>/detik. Debit periode ulang 25 tahun yang didesain 520 m<sup>3</sup>/detik (SMEC,1999) berdasarkan hasil simulasi meningkat menjadi 626 m<sup>3</sup>/detik. Pada periode ulang 10 tahun yang didesain 420 m<sup>3</sup>/detik setelah disimulasikan menjadi 535 m<sup>3</sup>/detik. Peningkatan debit terhadap kapasitas rencana rata-rata mencapai 24,7%. Maka operasional pintu pengendali banjir di lokasi penelitian (Bendung Pucang Gading) dianggap tidak efektif lagi karena acuan debit yang digunakan belum pernah dikalibrasi sejak tahun 1982.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkah, rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan proposal tesis dengan judul **EVALUASI OPERASI PINTU PENGENDALI BANJIR PUCANG GADING**

Penyusunan proposal tesis ini dilakukan sebagai salah satu persyaratan yang harus ditempuh oleh mahasiswa untuk menyelesaikan studi Program Pasca Sarjana Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

Selama penyusunan tesis, berbagai pihak telah membantu. Sehingga dalam kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Suripin, M.Eng. Selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro sekaligus selaku Dosen Pembimbing Utama.
2. Bapak Dr. Ir. Robert J. Kodoatie, M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
3. Bapak Dr.Ir. Suharyanto,M.Sc, Dr.Ir.Suseno Darsono,M.Sc dan Ir. Pranoto Samto Atmojo, Dipl.HE, MT sebagai Dosen Pembahas.
4. Ibu dan Bapak Dosen Pengajar di Lingkungan Program Pasca Sarjana Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, yang telah cukup memberikan tambahan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.
5. Ibu Dra. Hj. Endang Setyaningdyah, MM. Selaku Bupati Demak yang telah memberikan ijin untuk mengikuti belajar di Universitas Diponegoro Semarang.
6. Bapak Soeharto PS, Bsc, S.IP. Selaku Kepala Dinas Kimpraswil Kabupaten Demak serta Ibu, Bapak di Jajaran Dinas Kimpraswil atas dorongan moral dan materialnya.
7. Istri tercinta Dra. Maemunah serta anak-anak tersayang Siti Ekaowati Rusdini dan Ginanjar Abdunnafi', yang telah memberikan motivasi dan kerelaan waktu berkumpul berkurang.
8. Ibu, Bapak dan Mertua atas bimbingan moral serta Do'a Restunya.
9. Rekan Mahasiswa, Mahasiswi Program Pasca Sarjana Magister Teknik Sipil Undip Angkatan tahun 2003 atas dorongannya.
10. Serta semua pihak, yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu proses penyelesaian tesis ini.

Semarang, Desember 2006

Penyusun.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRACT .....	iii
ABSTRAKSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan Operasi Pintu Pengendali Banjir .....	6
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	8
1.3.1. Maksud Penelitian .....	8
1.3.2. Tujuan Penelitian.....	8
1.4. Manfaat Penelitian.....	8
1.5. Batasan Masalah .....	8
1.6. Lokasi Penelitian .....	9
1.7. Sistematika Penulisan .....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	11
2.1. Pengelolaan Banjir.....	11
2.1.1. Daerah Aliran Sungai .....	12
2.1.2. Hidrologi.....	13
2.1.3. Penyebab Banjir.....	14
2.1.4. Metode Pengendalian Banjir .....	19
2.2. Sistem Pengendali Banjir Perkotaan.....	20
2.2.1. Sitem Banjir Kanal .....	20
2.2.2. Pintu Pengendali Banjir .....	22
2.3. Hipotesis .....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	28
3.1. Tahapan Penelitian .....	28
3.2. Variabel Penelitian .....	30
3.3. Sumber Data .....	30
3.3.1. Data Primer.....	31
3.3.2. Data Sekunder .....	31
3.4. Rencana Penelitian .....	32
3.4.1. Deskripsi Lokasi Penelitian.....	32
3.4.2. Pengambilan dan Pengolahan Data .....	33
BAB IV DATA DAN ANALISIS.....	35
4.1. Data Penelitian.....	35

4.1.1. Data Primer.....	35
4.1.2. Data Sekunder .....	35
4.2. Identifikasi Lokasi Penelitian .....	36
4.2.1. Gambaran Umum .....	36
4.2.2. Bendung Pucang Gading .....	36
4.2.3. Sungai Babon dan Banjir Kanal Timur .....	42
4.3. Kapasitas Alur Sungai Babon dan Sungai Banjir Kanal Timur dan Pengaruhnya Terhadap Operasi Pintu Pengendali Banjir .....	45
4.3.1. Kapasitas Alur Sungai Babon dan BKT .....	45
4.3.2. Pengaruh Kapasitas Sungai Terhadap Operasi Pintu Pengendali Banjir.....	50
4.4. Operasi Pintu Pengendali Banjir Bendung Pucang Gading.....	52
4.4.1. Tenaga Operasional Pintu Bendung Pucang Gading.....	52
4.4.2. Penjadwalan Piket Banjir Bendung Pucang Gading .....	53
4.5. Permasalahan Manajemen Operasi Pintu Pengendali Banjir Bendung Pucang Gading .....	54
4.6. Pengendalian Banjir Bendung Pucang Gading.....	56
4.6.1. Kondisi Eksisting dan Modifikasi OP .....	56
4.6.2. Usaha Optimalisasi Operasi Pintu Pengendali Banjir di BKT .....	70
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	 73
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran-Saran.....	74
 DAFTAR PUSTAKA.....	 75
 LAMPIRAN .....	 76

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kejadian Rusaknya Tanggung Akibat Banjir (2003-2005).....	3
Tabel 1.2. Debit Banjir Pada Berbagai Periode Ulang ( $Q_{Tr}$ ) Di Bendung Pucang Gading (Dalam Satuan $m^3/detik$ ) .....	6
Tabel 2.1. Beberapa Penyebab Banjir .....	16
Tabel 3.1. Penggunaan Lahan Di Derah Aliran Sungai Dolok-Penggaron (Tahun 1998). 33	
Tabel 4.1. Debit Sungai Babon Pada Beberapa Kejadian Banjir (1999-2005).....	45
Tabel 4.2. Pembagian Debit Banjir Bendung Pucang Gading Menurut BPSDA Jateng (2003) .....	46
Tabel 4.3. Debit Sungai BKT pada Beberapa Kejadian Banjir (1995-2005).....	47
Tabel 4.4. Analisis Frekuensi Banjir di Bendung Pucang Gading.....	48
Tabel 4.5. Permasalahan OP Pintu Pengendali Banjir di Bendung Pucang Gading .....	50
Tabel 4.6. Daftar Piket Banjir Bendung Pucang Gading .....	54
Tabel 4.7. Permasalahan Operasional Pintu Pengendali Banjir Bendung Pucang Gading	54
Tabel 4.8. Bukaannya Pintu Eksisting BKT .....	60
Tabel 4.9. Jumlah Titik Limpasan Tiap Kondisi Bukaannya Pintu Pengendali Banjir Bendung Pucang Gading.....	67
Tabel 4.10. Debit Sistem Pengendalian Banjir BKT (Sungai Penggaron) terhadap $Q$ desain .....	68
Tabel 4.11. Perbandingan Operasional Pintu BKT Kondisi Eksisting dan Usulan .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Debit Banjir Tahunan Terbesar Sistem Sungai BKT dan Babon Tahun 1959-2005 (Sumber: SMEC, 1999 dan Dinas PSDA Jateng 2005) .....	4
Gambar 1.2. Probabilitas Banjir Tahunan Di Bendung Pucang Gading 1959-1990 dan 1991-2005 (SMEC, 1999 dan Dinas PSDA, 2005) .....	5
Gambar 1.3. Lokasi Penelitian .....	9
Gambar 2. 1. Hubungan Sebab-Akibat Terjadinya Banjir (Sumber Dinas PSDA, 2003)...	18
Gambar 2.2. Pintu Pengendali Banjir Bentuk Radial (HEC-RAS p.8-8, 2001) .....	24
Gambar 2.3. Pintu Pengendali Banjir Bentuk Sorong (HEC-RAS p. 8-9, 2001).....	26
Gambar 3.1. Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian .....	28
Gambar 3.2. Bendung Pucang Gading (Sumber: Data Primer).....	32
Gambar 4.1. Skema Bendung Pucang Gading (Sumber: Dinas PSDA Jawa Tengah, 2003) .....	38
Gambar 4.2. Stasiun Hujan Pucang Gading (Sumber: Data Primer, 2005) .....	39
Gambar 4.3. Pintu Bagi Banjir Pucang Gading (Sumber: Data Primer, 2005) .....	40
Gambar 4.4. Skema Sistem Dolok-Penggaron (Sumber: <i>SMEC</i> , 1999) .....	44
Gambar 4.5. Hidrograf Banjir Rencana Sungai Penggaron ( <i>SMEC</i> ,1999) .....	49
Gambar 4.6. Perubahan Debit Limpas Bendung Pucang Gading ( <i>SMEC</i> ,1999) .....	51
Gambar 4. 7. Masa Kerja Petugas Pintu Bendung Pucang Gading (Sumber: Data Primer, 2006).....	52
Gambar 4. 8. Status Kepindahan Petugas Pintu Bendung Pucang Gading (Sumber: Data Primer, 2006) .....	53
Gambar 4. 9. Operasional Bukaan Pintu BKT Kondisi Eksisting/Akhir 2005 (Sumber : Dinas PSDA, 2003 dan Analisis, 2005) .....	56
Gambar 4.10. Banjir Pada Tanggal 28 Januari 2005 Gambar Kiri: Dari Jembatan Gemah, Kanan: Di Sawah Besar (Sumber: Data Primer) .....	57
Gambar 4.11. Skema Perbandingan Hasil Simulasi Kondisi Eksisting dan Usulan .....	68
Gambar 4.12. Komponen Optimalisasi Operasi Pintu Pengendali Banjir.....	71

## DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

### SINGKATAN

- AWLR: *Automatic Water Level Recorder*
- BKT: Banjir Kanal Timur
- DAS: Daerah Aliran Sungai
- DPS: Daerah Pengaliran Sungai
- Jratun: Jragung Tuntang
- STA: Stasiun
- BPSDA: Balai Pengelolaan Sumber Daya Air
- DPSDA: Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air
- Jratun: Jragung Tuntang

### ISTILAH

- Stakeholder*: Pihak yang terkait
- Bendung: Bangunan melintang sungai yang berfungsi untuk menaikkan elevasi muka air. Jenisnya ada 2 yaitu bendung gerak dan bendung tetap,
- Cartography*: Perpetaan
- Kuesioner: Instrumen yang berisi pertanyaan untuk memperoleh informasi dari nara sumber atau responden pada suatu pekerjaan atau penelitian tertentu
- Probabilitas: Kemungkinan kejadian, peluang kejadian
- Short Cut*: Sudetan, alur yang dibuat manusia untuk memperpendek jalur aliran suatu sungai atau bertujuan mempercepat aliran air ke laut

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 3.1 Kuesioner Penelitian Optimalisasi Operasi Pintu Pengendali Banjir
- Lampiran 3.2 Data Historis Debit Banjir Rencana BKT dan Babon
- Lampiran 4.1 Data Bukaan Pintu dan Debit Sungai BKT dan Sungai Babon
- Lampiran 4.2 Hasil interview/Kuesioner dengan petugas pintu bagi banjir di Pucang Gading.
- Lampiran 4.3 Data Penampang Memanjang dan Melintang Sungai dari Sungai Banjir Kanal Timur dan Sungai Babon
- Lampiran 4.4. Output Simulasi Operasional Pintu
- Lampiran 4.5. Lokasi STA Limpas Banjir Akibat Operasional Pintu Pucang Gading

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1. Latar Belakang**

Penyebab meningkatnya banjir sungai-sungai di perkotaan yang paling dominan adalah perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai (DAS) karena adanya peningkatan kebutuhan perumahan, industri sebagai konsekuensi dari pengembangan kota. Perubahan tata guna lahan di suatu daerah resapan atau daerah konservasi menjadi perumahan dapat meningkatkan debit 5– 20 kali debit, sedangkan perubahan tata guna lahan dari daerah resapan menjadi industri dapat meningkatkan debit 6 sampai 25 kali lipat debit sungai normal (Kodoatie, 2003).

Perubahan tata guna lahan dari pertanian menjadi perumahan atau industri di bagian hulu DAS mengakibatkan meningkatnya debit banjir dan erosi. Alur sungai di bagian hilir menjadi sempit dan dangkal akibat sedimentasi, kapasitasnya menurun dan pada akhirnya sungai tidak mampu lagi menampung debit dan mengakibatkan terjadinya banjir serta menggenangi daerah sekitar alur sungai hingga merugikan masyarakat

Untuk mengendalikan banjir di Kota Semarang bagian Timur, pada awal tahun 1900-an dibuat alur Banjir Kanal Timur (BKT) yang digunakan untuk menampung debit dari sungai-sungai kecil seperti Kali Kedung Mundu, Kali Bajak dan Kali Candi (DHV, 1991 dalam Dinas PSDA, 2003).

Pada tahun 1920-an di Sungai Penggaron dibangun Bendung Pucang Gading yang kemudian dihubungkan dengan saluran BKT (untuk membagi banjir sungai Dolok-Penggaron menuju ke Sungai Babon dan BKT).

Pada saat ini bagian hilir sungai Dolok-Penggaron (Sungai Babon) kapasitas penampungannya tidak cukup menampung debit banjir yang terjadi sehingga sering terjadi banjir di perbatasan Kota Semarang bagian Timur dan Kabupaten Demak bagian Barat (DHV, 1991 dalam Dinas PSDA, 2003).

Sungai Dolok, yang berada di sebelah timur Sungai Penggaron, pada tahun 1978 dibuat Sudetan (*Short cut*) yang menghubungkannya dengan Sungai Penggaron yang diatur lewat Bangunan Bagi Banjir Kebon Batur, sedangkan Sungai Dolok bagian hilir berfungsi sebagai drainase lingkungan (DHV, 1991 dalam Dinas PSDA, 2003).

Daerah tangkapan sungai Dolok-Penggaron saat ini sebagian telah mengalami perubahan fungsi lahan yang semula merupakan kawasan perkebunan di kembangkan untuk daerah permukiman seperti munculnya kawasan-kawasan perumahan Banyumanik, Bukit Semarang Jaya Metro, Bukit Kencana Jaya dan Sendang Mulyo. Disamping itu juga adanya lahan perbukitan yang dikepras untuk reklamasi pantai seperti bukit Rowosari, bukit Sendang Mulyo (BPSDA Jratun, 2003).

Sejak tahun 1997 masyarakat mulai mendirikan bangunan untuk hunian atau tempat usaha khususnya di bantaran sungai Banjir Kanal Timur. Bangunan tersebut mulai dari Kelurahan Pedurungan Kidul daerah hulu sampai Terboyo Kulon daerah hilir. Selain didirikan bangunan permanen/semi permanen juga ada yang ditanami pohon pisang terutama di Kelurahan Tambakrejo. Dengan adanya pemanfaatan lahan oleh masyarakat di daerah terlarang/bantaran akan menghambat aliran sungai dan akhirnya menimbulkan banjir (BPSDA Jratun, 2003).

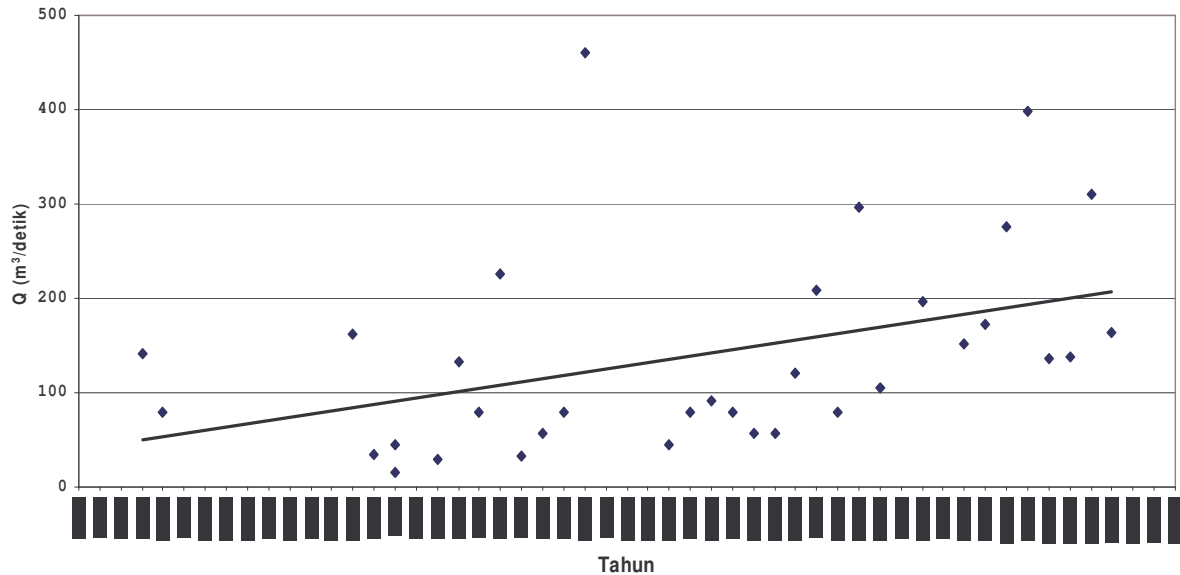
Selain itu juga masih sering terjadi adanya banjir yang melanda pada daerah-daerah yang dilewati alur Sungai Dolok dan Sungai Babon di antaranya adalah terjadinya tanggul bobol di beberapa tempat pada wilayah Kecamatan Mranggen, dan Kecamatan Guntur (Dinas Kimpraswil Kab. Demak, 2004). Beberapa kejadian kerusakan tanggul disajikan pada Tabel 1.1 berikut.

**Tabel 1. 1.** Kejadian Rusaknya Tanggung Akibat Banjir (2003-2005)

NO	URAIAN KEJADIAN	LOKASI DESA, KECAMATAN	HARI, TANGGAL, JAM	KETERANGAN
1	2	3	4	5
1	<b>K. DOLOK</b> L = 100 m' <b>LIMPAS</b> L = 40 m' <b>BOBOL</b>	Desa Pilangsari Kec. Sayung	Senin 8 Des 2003 Jam 18.00 WIB.	sudah ditangani
2	<b>K. DOLOK</b> L = 60 m' <b>LIMPAS</b> L = 30 m' <b>BOBOL</b>	Desa Tambakroto Kec. Sayung	Senin 8 Des 2003 Jam 18.00 WIB.	sudah ditangani
3	<b>K. DOLOK</b> Tanggul Kiri L = 35+25 m'= 60 <b>BOBOL</b>  Tanggul Kanan L = 25+375= 400 <b>LIMPAS</b>	Desa Blerong Kec. Guntur	Senin 8 Des 2003 Jam 18.00 WIB.	sudah ditangani
4	<b>K. DOLOK</b> Tanggul Kiri L = 15 + 10 = 25 <b>BOBOL</b>  Tanggul Kanan L = 5 m <b>BOBOL</b>	Desa Blerong Kec. Guntur	Kamis 2 Des 2004 Jam 23.00 WIB.	sudah ditangani
5	<b>K. DOLOK</b> Tanggul Kiri L = 18 m <b>BOBOL</b>	Desa Blerong Kec. Guntur	Senin 28 Des 2004 Jam 23.45 WIB.	sudah ditangani
6	<b>SUNGAI BABON</b> Tanggul Kiri L = 50 m <b>LIMPAS</b> <b>LONGSOR</b>	Desa Trimulyo Kec. Genuk	Senin 07-Mar-05 Jam 21.00 WIB.	sudah ditangani
7	<b>BANJIR KANAL TIMUR (BKT)</b> Tanggul Kiri ( Parapet) L = 15 m' <b>LIMPAS</b> <b>PUTUS</b>	Desa Kemijen Kec. Semarang Utara	Senin 07-Mar-05 Jam 20.30 WIB.	sudah ditangani

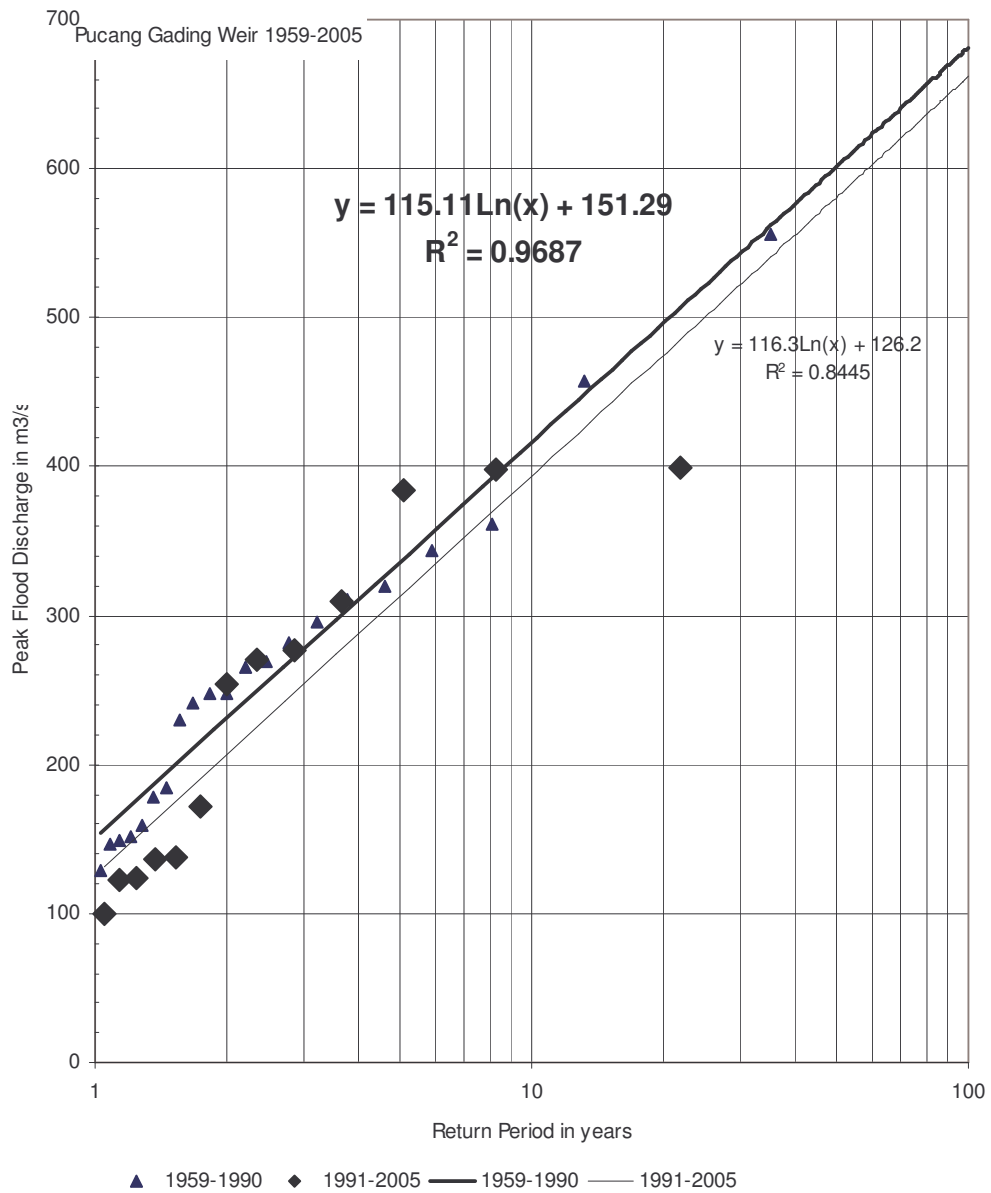
Sumber : BPSDA Jratun dan Dinas Kimpraswil Kabupaten Demak, 2005

Ditinjau dari kejadian banjir terbesar tiap tahunnya, di Sistem Sungai Banjir Kanal Timur dan Sungai Babon, terjadi kecenderungan peningkatan debit pasca tahun 1990 seperti ditunjukkan Gambar 1.1.



**Gambar 1. 1.** Debit Banjir Tahunan Terbesar Sistem Sungai BKT dan Babon Tahun 1959-2005 (Sumber: SMEC, 1999 dan Dinas PSDA Jateng 2005)

Gambar 1.1. menunjukkan pada periode tahun 1959 sampai 1980 terjadi fluktuasi debit banjir yang tidak teratur trendnya. Namun pasca tahun 1990 debit banjir cenderung naik. Probabilitas kejadian banjir tahun sebelum dan sesudah tahun 1990 menunjukkan bahwa pasca 1990 periode ulang semakin singkat. Dengan kata lain kejadian banjir lebih cepat berulang terjadi dengan debit yang cenderung meningkat. *Trend* data pasca 1990 cenderung lebih tegak, seperti ditunjukkan Gambar1.2 berikut.



**Gambar 1.2.** Probabilitas Banjir Tahunan Di Bendung Pucang Gading 1959-1990 dan 1991-2005 (SMEC, 1999 dan Dinas PSDA, 2005)

**Tabel 1.2.** Debit Banjir Pada Berbagai Periode Ulang ( $Q_{Tr}$ )  
Di Bendung Pucang Gading (Dalam Satuan  $m^3$ /detik)

<b>Tr (Periode Ulang)</b>	<b>1959-1990</b>	<b>1991-2005</b>
1	129	100.00
2	247	222
5	361	349
10	436	434
20	508	515
50	601	620
100	671	698

Sumber: Analisis Data, 2005

Pada periode 1991-2005, debit banjir periode ulang di atas 10 tahun menunjukkan peningkatan, seperti disajikan dalam Tabel 1.2.

### **1.2. Permasalahan Operasi Pintu Pengendali Banjir**

Beberapa pintu pengendali banjir yang ada gagal menjalankan fungsinya. Berdasarkan referensi beberapa operasi pintu di beberapa bendung di Jawa Tengah seperti di Bendung Kebon Batur, Bendung Klambu, Bendung Gerak Serayu, Bendung Guntur, Bendung Cileumeuh dan Bendung Pucang Gading. Umumnya kejadian banjir tidak pernah efektif dikendalikan sehingga kejadian banjir di hilir masih sering terjadi.

Di Bendung Klambu Kualitas air yang mengalir pada Sungai Lusi yang kini mengandung banyak lumpur dan mengakibatkan sedimentasi yang cukup besar. Perilaku masyarakat yang memanfaatkan Saluran ini bukan hanya sebagai air untuk irigasi namun untuk sarana membuang sampah dan limbah padat yang sangat mengganggu lancarnya aliran air dan mempengaruhi debit air yang ada. Sedimentasi terlalu besar yang mengakibatkan terjadinya proses yang sama di Saluran Induk Klambu Kanan dan Saluran Induk Klambu Wilalung sehingga walaupun pintu penguras dapat berjalan dengan cepat, namun dengan sedimen yang besar tidak cukup untuk dapat mengendalikannya (OP Bendung Klambu, Dinas PSDA, 2003).

Keberadaan bangunan-bangunan dan pintu-pintu Air dalam kenyataannya kurang perawatan dimana banyak mengalami kerusakan bahkan hilang sehingga berpengaruh

besar terhadap pengoperasiannya, hal ini terjadi pada Bendung Cileumeuh. Permasalahan di Bendung Guntur adalah Pintu tidak dapat ditutup rapat disebabkan banyaknya sampah-sampah yang dibawa aliran sungai pada waktu banjir, berupa sampah kayu yang berukuran besar. Disamping itu aliran sungai juga membawa lumpur, sehingga pada kali tersebut mempunyai intensitas lumpur yang sangat tinggi.

Permasalahan di Bendung Serayu adalah Mahalnya biaya pemeliharaan perangkat lunak (*software*) untuk operasi pintu elektrik/mekanik dan perangkat keras (*hardware*) berupa sensor. Adanya beda tinggi antara mercu Bendung Kebon Batur (+34,36) dan drempeel pintu (+32,33) sebesar 2 m menyebabkan kesulitan dalam pembagian air dari dan ke Kali Dolok di Bendung Kebon Batur. Peningkatan Debit Sungai dari waktu ke waktu terutama karena perubahan tata guna lahan di hulu, khususnya bendung yang terletak di lereng perbukitan/ topografinya pegunungan, menyebabkan *travel time* yang singkat dan sulitnya bukaan pintu. Keterbatasan Sarana Fisik Pintu Bendung seperti, mahalnya biaya penggantian pintu yang rusak atau sistem masih manual juga menjadi permasalahan sampai akhir tahun 2005 di Bendung Pucang Gading

Pintu pengendali banjir Pucang Gading pada Sistem Sungai Dolok-Penggaron dipilih sebagai objek studi karena merupakan prototipe bangunan pintu pengendali banjir di perbatasan kota.

### **1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1. Maksud Penelitian**

1. Memperbaiki kinerja operasional pintu pengatur banjir di Bendung Pucang Gading
2. Menganalisis perkembangan debit yang terjadi di Bendung Pucang Gading dan pengaruhnya terhadap operasional pintu pengendali banjirnya.

#### **1.3.2. Tujuan Penelitian**

1. Mengevaluasi Kapasitas Sungai di Lokasi Studi (BKT dan Sungai Babon) dengan cara simulasi operasional pintu pengendali banjir.
2. Menganalisis usaha optimalisasi operasional pintu pengendali banjir Pucang Gading.
3. Menguji efektifitas operasional pintu di Pembagi Banjir Pucang Gading ditinjau dari pelaksana operasional/petugas pintu dan dampak banjir di hilir pintu pengendali banjir.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

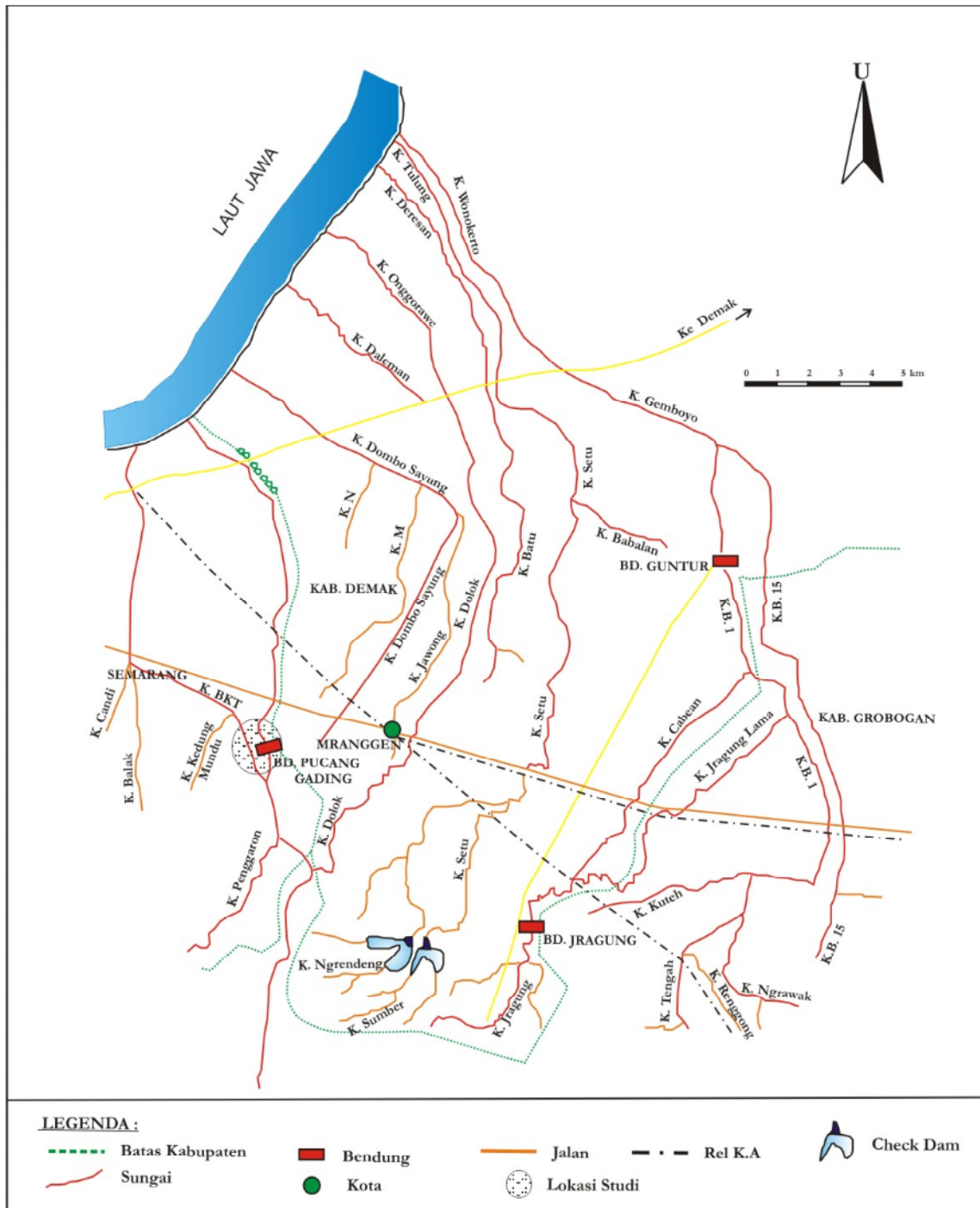
Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi *stakeholder* yang kompeten dengan persoalan operasional pintu pengendali banjir di Kota Semarang.

### **1.5. Batasan Masalah**

1. Penelitian ini dilakukan pada sistem pembagian debit banjir Sungai Dolok-Penggaron pada pintu bagi banjir Pucanggading.
2. Debit banjir pada bendung Pucanggading dibagi menuju dua alur yaitu Banjir Kanal Timur (BKT) dan Sungai Babon. Untuk Simulasi ditinjau pada dampak banjir di hilir Sungai BKT dan Kondisinya jika Floodway Dombo-Sayung Berfungsi.
3. Tinjauan perubahan penampang sungai dilakukan dengan pendekatan data sekunder berdasarkan debit kapasitas maksimum dari instansi terkait. Tidak dilakukan analisis penampang historis karena keterbatasan data yang diperoleh.

## 1.6. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Sistem Sungai Dolog-Penggaron tepatnya di Bendung Pucang Gading . Peta Lokasi Seperti disajikan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3. Lokasi Penelitian

## 1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Laporan tesis ini adalah sebagai berikut :

### B A B I : PENDAHULUAN.

Dalam bab ini dibahas mengenai Latar Belakang, Permasalahan, Maksud dan Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan masalah, Lokasi Penelitian dan Sistematika Penulisan.

### B A B II : TINJAUAN PUSTAKA.

Bab ini membahas mengenai dasar teori yang digunakan dalam penyelesaian masalah-masalah yang ada. Tinjauan Pustaka meliputi: Pengendalian Banjir, Daerah Aliran Sungai, Hidrologi, Sungai Babon dan BKT, Bendung Pucang Gading, Metode Pengeperasian Pintu Bagi Banjir dan Hipotesis

### B A B III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi Tahapan Penelitian, Variabel Penelitian, Sumber Data dan metode analisis

### B A B IV : DATA DAN ANALISIS

Bab ini berisi uraian tentang data penelitian dan analisis yang telah dilakukan.

### B A B V : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini dibuat kesimpulan mengenai hasil pengolahan data dan analisis. Sebagai pelengkap laporan disertakan juga beberapa data dan hasil analisis sebagai LAMPIRAN

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengelolaan Banjir

Banjir merupakan fenomena alam yang tidak dapat dicegah, melainkan dapat dikurangi akibat yang ditimbulkannya. Peristiwa banjir merupakan akibat dari berbagai penyebab, seperti terjadinya curah hujan yang tinggi dan lama, serta ditambah dengan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang tidak mampu menahan air hujan sehingga menimbulkan aliran permukaan (*run off*) yang besar. Meskipun faktor alam memberikan kontribusi penyebabnya namun faktor manusia juga memberikan andil yang besar terhadap terjadinya banjir. Salah satunya adalah terjadinya penjarahan hutan yang mengakibatkan gundulnya daerah aliran sungai. Di samping menghasilkan *run off* juga menghasilkan sediment yang luar biasa besar.

Walaupun banjir tidak dapat dicegah, namun dapat diusahakan untuk dikendalikan. Usaha pengendalian banjir (*flood control*) bertujuan untuk memperkecil risiko terjadinya banjir sampai batas tertentu. Dalam pengelolaan risiko banjir terdapat beberapa kegiatan fisik (*technical measures*) maupun kegiatan non fisik (*non-technical measures*). Penanganan secara fisik dapat disebutkan kegiatan Perpetaan (*cartography*), pengendalian banjir (*flood control works*), dan penanggulangan banjir (*flood fighting*). Sedangkan pengendalian banjir secara non fisik dapat meliputi *Flood Zone Management*, pembuatan Pedoman Penanggulangan Banjir, Pedoman Evakuasi, Serta sistim peramalan dan informasi banjir. Sehingga diharapkan saat terjadi banjir, masyarakat sudah memiliki pengetahuan dasar bagaimana harus bertindak yang tepat.

### 2.1.1. Daerah Aliran Sungai

Menurut *Linsley* dan *Franzini* (1985) dalam terjemahan Sasongko (1985), DAS adalah daerah yang dianggap sebagai wilayah dari suatu titik tertentu pada suatu sungai dan dipisahkan dari DAS-DAS di sebelahnya oleh suatu pembagi (*divide*), atau punggung bukit/gunung yang dapat ditelusur di atas peta topografi. Semua air permukaan yang berasal dari daerah yang dikelilingi oleh pembagi tersebut dialirkan melalui titik terendah dari pembagi, yaitu tempat yang dilalui oleh sungai utama dari DAS yang bersangkutan. Pada umumnya dianggap bahwa aliran air tanah sesuai pula dengan pembagi-pembagi di atas permukaan tanah, tetapi anggapan ini tidaklah selalu benar, dan nyatanya banyak sekali air yang mengalir dari DAS yang satu ke DAS lainnya sebagai air tanah.

Menurut *Kodoatie* (2002), DAS adalah suatu kesatuan wilayah tata air yang terbentuk secara alamiah, dimana air akan mengalir melalui sungai dan anak sungai yang bersangkutan. Ada orang yang menyebutkan dengan Daerah Aliran Sungai (DAS), Daerah Tangkapan Air (DTA). Dalam istilah bahasa Inggris juga ada beberapa macam istilah yaitu *Catchment Area*, *Watershed*, *River Basin*, dan lain lain.

Pemanfaatan sumber daya alam DAS yang tidak memperhatikan kemampuan dan kelestarian lingkungan, akan menyebabkan kerusakan ekosistem dan tata guna air. Oleh karena itu dalam membuat perencanaan pengelolaan DAS, pilihan teknologi yang tepat adalah berdasarkan kaidah-kaidah konservasi (*Kodoatie*, 2002).

Menurut *Susanto* (1994), Daerah Aliran Sungai merupakan rangkaian kesatuan fisik dan biologis dan hampir semua pengelolaan DAS, mempunyai pengaruh pada ekosistemnya, sehingga masalah yang terjadi pada bagian hulu, seperti larutan bahan organik (*chemical pollutant*), akan dapat mempengaruhi eksistensi kawasan pada bagian hilir.

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai di masa sekarang menjadi sangat penting terhadap potensi sumber daya air, sehingga perusakan di daerah hulunya akan linier dengan kerusakan di daerah hilirnya, misalnya banjir, potensi longsor, atau menurunnya permukaan air tanah.

### 2.1.2. Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu pengetahuan yang mengenai air di bumi, kejadiannya, perputarannya, serta penyebarannya, kekayaan kimiawi serta fisiknya, reaksinya terhadap lingkungannya, termasuk hubungannya dengan benda-benda hayati.

Persediaan air dunia hampir seluruhnya didapatkan dari proses siklus hidrologi dimulai dari penguapan air laut akibat energi panas matahari. Uap air dibawa ke atmosfer, membentuk menjadi awan dan akibat dorongan angin, maka awan tersebut bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butiran air yang akan jatuh kembali sebagai presipitasi berupa hujan.

Kira-kira dua pertiga dari curah hujan yang mencapai permukaan tanah dikembalikan lagi ke udara melalui penguapan dari permukaan air, tanah dan tumbuh-tumbuhan serta melalui transpirasi oleh tanaman. Sisa dari curah hujan akhirnya kembali ke laut melalui saluran-saluran di atas atau di bawah tanah. Persentase yang besar dari curah hujan yang diuapkan sering menimbulkan keyakinan bahwa penambahan penguapan dengan pembangunan waduk atau penanaman pohon akan meningkatkan jumlah embun di udara yang bisa diperoleh untuk curah hujan (*Linsley dan Franzini, 1985*).

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Kontribusi air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar (*baseflow*), sementara total aliran disebut debit (*runoff*). Air yang tersimpan di waduk, danau, dan sungai disebut air permukaan (*surface water*). Dalam kaitannya dengan perencanaan drainase, komponen dalam siklus hidrologi yang terpenting adalah aliran permukaan. Oleh karena itu, komponen inilah yang ditangani secara baik untuk menghindari berbagai bencana, khususnya bencana banjir (*Suripin, 2004*).

### 2.1.3. Penyebab Banjir

Banyak faktor menjadi penyebab terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Yang termasuk sebab-sebab alami diantaranya adalah:

#### ❑ Curah hujan

Indonesia mempunyai iklim tropis sehingga sepanjang tahun mempunyai dua musim yaitu musim hujan umumnya terjadi antara bulan Oktober sampai bulan Maret, dan musim kemarau terjadi antara bulan April sampai bulan September. Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir di sungai dan bilamana melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan.

#### ❑ Pengaruh Fisiografi

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah pengaliran sungai (DPS), kemiringan sungai, geometrik hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai dll. merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

#### ❑ Erosi & Sedimentasi

Erosi di DPS berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi menjadi problem klasik sungai-sungai di Indonesia. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas pengaliran sungai, sehingga terjadi limpasang yang menggenangi daerah sekitarnya.

#### ❑ Kapasitas Drainasi yang tidak memadai

Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainasi yang tidak memadai seperti kecilnya kapasitas jaringan drainasi dibandingkan besarnya volume air yang melalui jaringan tersebut atau jeleknya pemeliharaan lingkungan, sehingga kota-kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan.

- Pengaruh air pasang

Air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (*backwater*). Contoh terjadi di Kota Semarang dan Jakarta. Genangan ini terjadi sepanjang tahun baik di musim hujan dan maupun di musim kemarau. Apabila banjir tidak bersamaan terjadinya dengan air pasang, maka pengaruh air pasang tidak ada.

Yang termasuk sebab-sebab banjir karena tindakan manusia adalah:

- Perubahan Kondisi DPS

Perubahan Kondisi DPS seperti pengundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tataguna lainnya dapat memperburuk masalah banjir karena meningkatnya aliran banjir. Dari persamaan-persamaan yang ada, perubahan tataguna lahan memberikan kontribusi yang besar terhadap naiknya kuantitas (debit banjirnya) dan kualitas banjir. (bahan banjirannya seperti air dan material yang ikut bersama saat banjir).

- Kawasan kumuh

Perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai, dapat merupakan penghambat aliran. Masalah kawasan kumuh dikenal sebagai faktor penting terhadap masalah banjir daerah perkotaan.

- Sampah

Disiplin masyarakat untuk membuang sampah pada tempat yang ditentukan tidak baik, umumnya mereka langsung membuang sampah ke sungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah dijumpai. Pembuangan sampah di alur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran.

□ Drainasi lahan

Drainasi perkotaan dan pengembangan pertanian pada daerah bantaran banjir akan mengurangi kemampuan bantaran dalam menampung debit air yang tinggi.

□ Bendung dan bangunan air

Bendung dan bangunan lain seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (*backwater*). Apabila fungsi dari operasionalnya jelek, seperti tidak dapat mengatur ketinggian air atau debit buangan banjirnya, maka akan menyebabkan terjadinya bencana banjir di daerah hilir atau luapan di daerah hulunya karena air tertahan di titik pengendalian banjir.

□ Kerusakan bangunan pengendali banjir

Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya tidak berfungsi dan dapat meningkatkan kuantitas banjir.

□ Perencanaan sistim pengendalian banjir tidak tepat

Beberapa sistim pengendalian banjir memang dapat mengurangi kerusakan akibat banjir kecil sampai sedang, tetapi mungkin dapat menambah kerusakan selama banjir-banjir yang besar. Sebagai contoh bangunan tanggul sungai yang tinggi. Limpasan pada tanggul pada waktu terjadi banjir yang melebihi banjir rencana dapat menyebabkan keruntuhan tanggul, menyebabkan kecepatan aliran yang sangat besar yang melalui bobolnya tanggul sehingga menimbulkan banjir yang besar. Tabel 2.1 berikut adalah beberapa hal penyebab banjir berikut.

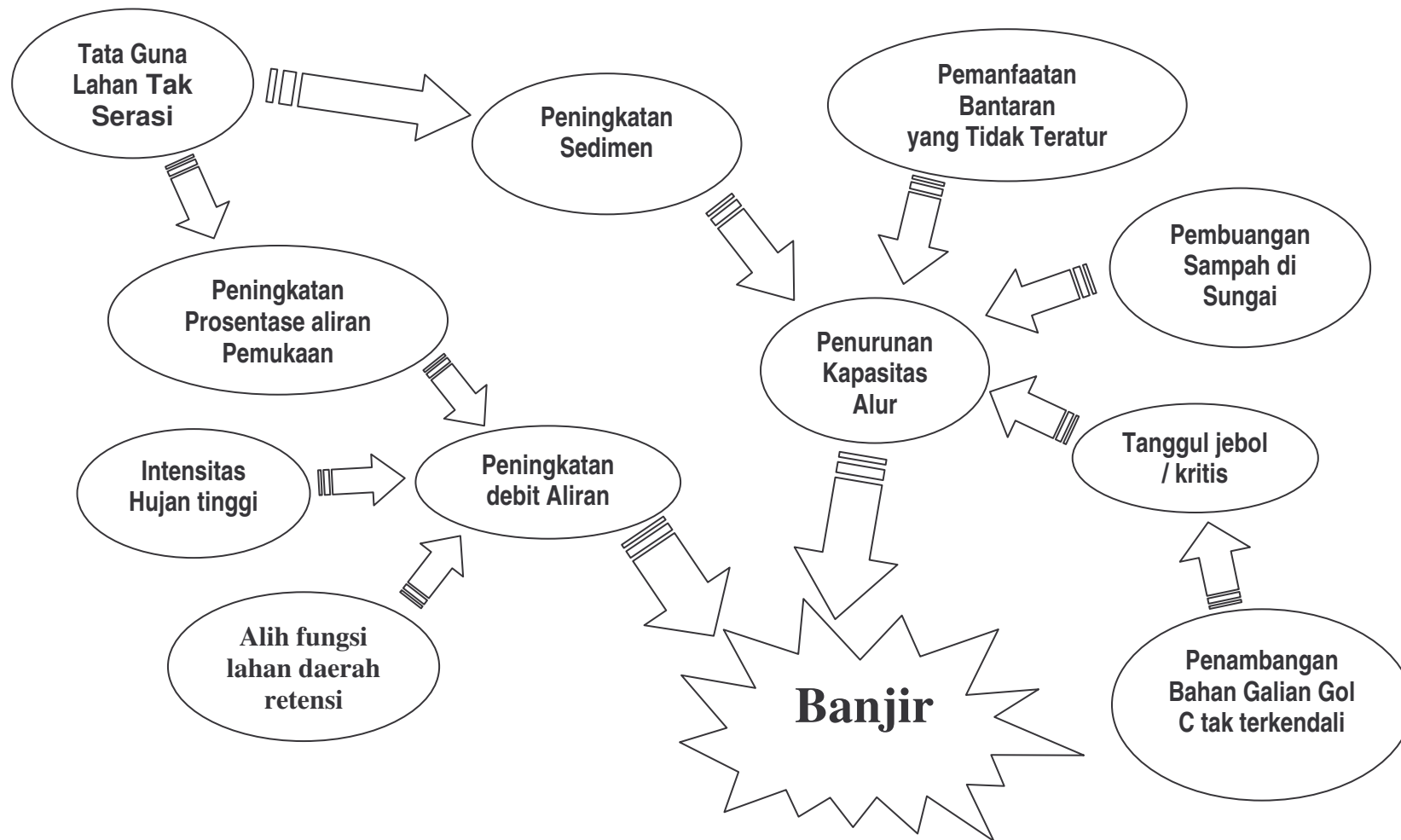
**Tabel 2.1.** Beberapa Penyebab Banjir

No.	Penyebab
1	Perubahan <i>Land-Use</i>
2	Pembuangan sampah
3	Erosi & sedimentasi

<b>No.</b>	<b>Penyebab</b>
4	Kawasan kumuh di sepanjang sungai/drainase
5	Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat
6	Curah hujan
7	Pengaruh fisiografi/geofisik sungai
8	Kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai
9	Pengaruh air pasang
10	Penurunan tanah dan <i>rob</i>
11	Drainase lahan
12	Bendung & bangunan air
13	Kerusakan bangunan pengendali banjir

Sumber: Kodoatie, 2002

Hubungan sebab akibat dari persoalan banjir menunjukkan bahwa persoalan banjir merupakan masalah yang kompleks. Kecenderungan perubahan fungsi lahan, peningkatan penduduk yang membutuhkan penambahan infrastruktur, kepentingan ekonomi menyebabkan daya dukung lahan cenderung menurun sehingga banjir menjadi meningkat baik secara kualitas dan kuantitas. Hubungan sebab-akibat banjir ditunjukkan dalam Gambar 2.3 berikut.



**Gambar 2.1.** Hubungan Sebab-Akibat Terjadinya Banjir (Sumber Dinas PSDA, 2003)

#### 2.1.4. Metode Pengendalian Banjir

Pada prinsipnya metode pengendalian banjir dapat dibedakan menjadi dua metode struktur dan non-struktur (Kodoatie, 2002) . Kedua metode ini dijelaskan berikut ini

##### a. Metode Non-Struktur

- *Law Enforcement*
- Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS)
- Pengaturan Tata Guna Lahan
- Persiapan terhadap bencana (SatKorLak)
- Rencana tindak darurat: *evacuation, relocation*
- *Flood proofing, forecasting and warning system*
- Informasi dan Pendidikan
- Konservasi Lahan
- Pengendalian Erosi di DAS
- Pengaturan dan Pengembangan dan Daerah Banjir
- Asuransi

##### b. Metode Struktur

###### 1. Dengan Bangunan Pengendali Banjir

- Bendungan (*dam*)
- Embung-embung
- Kolam Retensi
- *Retarding Basin*
- Pembuatan *Polder*

###### 2. Melakukan Perbaikan dan Pengaturan Sistem Sungai

- Sistem jaringan sungai/drainase
- Normalisasi sungai/drainase: pengerukan dan pelebaran
- Tanggul Banjir
- Sudetan (*By pass*) *Floodway*

## **2.2. Sistem Pengendali Banjir Perkotaan**

### **2.2.1. Sitem Banjir Kanal**

Salah satu alternatif untuk mengurangi beban banjir di pusat kota adalah dengan menerapkan sistem banjir kanal. Hal ini sangat efektif guna mengurai permasalahan banjir di perkotaan yang pada umumnya untuk meningkatkan kapasitas alur di pusat kota sangat sulit untuk direalisasikan karena terbentur berbagai kendala sosial.

Sungai sungai yang melewati pusat kota apabila tidak dikelola dengan baik akan semakin sempit dan tidak mampu lagi menampung beban debit yang harus disalurkan, seiring dengan perluasan daerah permukiman yang disebabkan oleh cepatnya pertumbuhan penduduk perkotaan, kurangnya kesadaran masyarakat untuk menjaga kebersihan sungai dan sedimentasi yang semakin meningkat.

Normalisasi sungai untuk meningkatkan kapasitasnya bukan lagi menjadi cara yang ampuh dan mudah dilakukan untuk menanggulangi banjir. Dampak sosialnya sangat kompleks dan rumit, karena menyangkut pembebasan lahan dan pemindahan penduduk. Dalam kondisi yang demikian, dimungkinkan normalisasi hanya untuk mengatasi banjir lokal, sementara banjir kiriman dari hulu harus dialihkan ke luar atau pinggiran kota melalui saluran yang disebut kanal banjir (*Suripin, 2004*)

Berbagai keuntungan dapat diperoleh dari konsep banjir kanal karena dapat direncanakan lebih leluasa dengan kapasitas yang lebih besar dan dapat berfungsi sebagai saluran bebas hambatan, disebabkan :

- Alur terletak di luar atau pinggiran kota, sehingga masih banyak lahan kosong dan kemungkinan tidak perlu memindahkan penduduk
- Merupakan saluran baru di luar kota, kapasitasnya besar, sehingga dapat melayani drainase kawasan yang luas
- Jauh dari lokasi pusat kota, permukiman dan industri, sehingga sedikit limbah yang masuk sungai
- Operasi dan pemeliharaan sungai lebih murah dan mudah dilakukan karena tersedia lahan dan jalan inspeksi yang cukup

Sistem banjir kanal telah diterapkan di beberapa kota besar di Indonesia antaranya adalah banjir kanal kota Jakarta, yaitu Banjir Kanal Barat berhulu di Pintu Air Manggarai digunakan untuk mengalihkan aliran Ciliwung, Kali Baru Barat, Kali Krukut, Kali Grogol, Kali Sekretaris dan Kali Pesangrahan. Sedangkan Banjir Kanal Timur berhulu di Cipinang ke arah Timur Laut menuju Laut Jawa yang mengalirkan air dari Cipinang, Kali Sunter dan Kali Cakung. Sehingga banjir yang datang dari bagian hulu sungai tersebut tidak masuk ke kota Jakarta Pusat.

Kota Semarang yang mempunyai daerah perbukitan di bagian Selatan dan daerah dataran rendah di bagian Utara, sistem banjir kanal sangat efektif diterapkan untuk mengatasi problem banjir di pusat kota, sehingga pada akhir abad 19 telah dibangun kanal banjir kota Semarang, yaitu Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur.

Banjir Kanal Barat merupakan terusan dari Kali Garang yang mempunyai dua buah anak sungai yaitu Kali Kripik dan Kali Kreo bersumber dari lereng Gunung Ungaran, Daerah Tangkapan Kali Garang seluas  $204 \text{ Km}^2$ , semula muara Kali Garang dialirkan lewat Kali Semarang yang membelah pusat Kota Semarang, setelah alur Kali Semarang sudah tidak mampu lagi menerima beban debit maka dibuat alur baru yaitu Banjir Kanal Barat mulai dari Simongan langsung menuju Laut Jawa.

Banjir Kanal Timur merupakan alur buatan guna mengalirkan air dari daerah perbukitan selatan Kota Semarang, alur ini mengalirkan debit dari Kali Penggaron dan menampung daerah tangkapan Kali Candi  $5,8 \text{ Km}^2$ , Kali Bajak  $6,8 \text{ Km}^2$ , dan Kali Kedung Mundu  $17,10 \text{ Km}^2$ . Banjir Kanal Timur yang dibangun pada tahun 1896 berada di pinggiran bagian Timur Kota Semarang, seiring dengan penambahan penduduk dan perkembangan permukiman daerah Semarang Timur pada saat ini alur Banjir Kanal Timur sekarang seakan sudah berada di tengah Kota Semarang.

### 2.2.2. Pintu Pengendali Banjir

Pintu Pengendali banjir adalah bangunan yang berfungsi sebagai pengendalian, baik mengatur, mengalirkan atau membendung aliran banjir pada suatu sistem sungai berdasarkan pola operasi tertentu yang digerakkan/ dioperasikan secara manual maupun otomatis/elektrik.

Ada banyak jenis pintu pengendali banjir (KP-02, Standar Perencanaan Irigasi, 1986), yaitu:

#### 1. Pintu Sorong

Dipakai dengan tinggi maksimum 3 meter dan lebar tidak lebih dari 3 m. Pintu tipe ini hanya digunakan untuk bukaan kecil, karena untuk bukaan yang lebih besar alat-alat angkatnya akan terlalu berat untuk menanggulangi gaya gesekan pada sponengan. Untuk bukaan yang lebih besar dapat dipakai pintu rol, yang mempunyai keuntungan tambahan karena di bagian atas terdapat lebih sedikit gesekan, dan pintu dapat diangkat dengan kabel baja atau rantai baja. Ada dua tipe pintu rol yang dapat dipertimbangkan, yaitu pintu stoney dengan roda yang tidak dipasang pada pintu, tetapi pada kerangka yang terpisah, dan pintu rol biasa yang dipasang langsung pada pintu.

#### 2. Pintu Rangkap

Pintu ini disebut juga pintu sorong/rol yang terdiri dari dua pintu, yang tidak saling berhubungan, dapat diangkat atau diturunkan. Oleh sebab itu, pintu-pintu ini dapat mempunyai debit melimpah (*over flowing discharge*) dan debit dasar (*bottom discharge*). Keuntungan dari pemakaian pintu ini adalah dapat dioperasikan dengan alat angkat yang lebih ringan. Contoh khas dari tipe ini adalah tipe pintu segmen ganda (*hook type gate*). Pintu ini dipakai dengan tinggi sampai 20 meter dan lebar sampai 50 meter.

#### 3. Pintu Segmen atau Radial

Pintu Segmen atau radial memiliki keuntungan bahwa tidak ada gaya gesekan yang harus diperhitungkan. Oleh karena itu, alat-alat angkatnya bias dibuat kecil dan

ringan. Sudah biasa untuk memberi pintu radial kemungkinan mengalirkan air melalui puncak pintu dengan jalan menurunkan pintu atau memasang katup/tingkap gerak pada puncak pintu. Debit di atas puncak ini bermanfaat untuk menggelontorkan benda-benda hanyut di atas bendung.

Dalam merencanakan pintu, faktor faktor yang harus dipertimbangkan yaitu:

1. Pembebanan Pintu

Pada pintu sorong tekanan air diteruskan ke sponengan dan pada pintu radial ke bantalan pusat. Pintu sorong kayu direncanakan sedemikian rupa sehingga masing-masing balok kayu mampu menahan beban dan meneruskan ke sponengan, untuk pintu sorong baja, gaya tersebut harus dibawa oleh balok.

2. Alat Pengangkat

Alat pengangkut dengan stang biasanya dipakai untuk pintu-pintu kecil. Pintu-pintu yang dapat menutup sendiri karena menggunakan rantai dengan memanfaatkan berat sendiri atau kabel baja tegangan tinggi. Pemilihan tenaga manusia atau mesin bergantung pada ukuran dan berat pintu, tersedianya tenaga listrik, waktu eksploitasi, mudah atau tidaknya eksploitasi pertimbangan-pertimbangan ekonomi.

3. Kedap Air

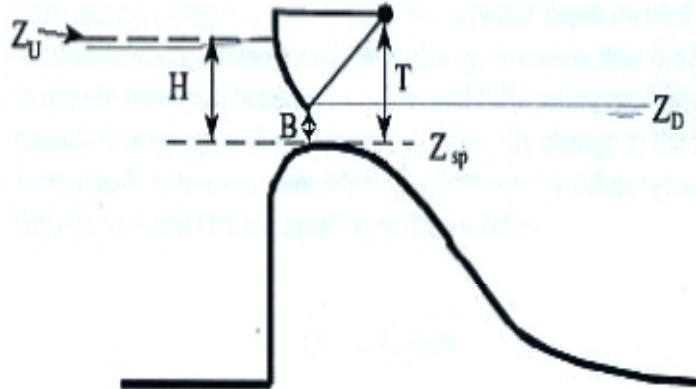
Umumnya pintu sorong memperoleh kekedapannya dari pelat perunggu yang dipasang pada pintu. Pelat-pelat ini juga dipasang untuk mengurangi gesekan. Jika pintu sorong harus dibuat kedap sama sekali, maka sekat atasnya juga dibuat dari perunggu. Sekat dasarnya bisa dibuat dari kayu atau karet.

4. Bahan Bangunan

Pintu yang dipakai untuk pengambilan dan pembilas dibuat dari kayu dengan kerangka baja atau dibuat dari pelat baja yang diperkuat dengan gelagar baja. Pelat-pelat perunggu dipasang pada pintu untuk mengurangi gesekan di antara pintu dengan sponengnya. Pintu berukuran kecil jarang menggunakan rol.

Jenis Pintu Pengendali Banjir yang ada di Indonesia umumnya ada 2 macam, yaitu pintu radial (*radial gate*) dan pintu sorong (*sluice gate*).

a. Pintu Radial (Gambar 2.1)



**Gambar 2.2. Pintu Pengendali Banjir Bentuk Radial (HEC-RAS p.8-8, 2001)**

Aliran melalui pintu radial merupakan aliran bebas (*free flow*) ketika elevasi *tail water* ( $Z_D$ ) tidak cukup tinggi untuk meningkatkan tinggi muka air di hulu (*downstream head water*) sehingga terjadilah aliran. Persamaan untuk pintu radial di bawah aliran bebas seperti Persamaan 2.1 berikut.

$$Q = C \sqrt{2g} W T^{TE} B^{BE} H^{HE} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$Q$  = debit (cfs)

$C$  = Koefisien aliran (antara 0,6 sampai 0,8)

$W$  = Lebar pintu pelimpah dalam kaki atau feet (ft)

$T$  = Tinggi Poros pintu sampai elevasi mercu pelimpah (ft)

$TE$  = koefisien Poros, umumnya 0,16 atau diambil harga 0

$B$  = Tinggi bukaan pintu radial

$BE$  = koefisien bukaan pintu (0,72 atau 1)

$H$  = *Upstream Energi Head* di atas mercu pelimpah ( $Z_U - Z_{SP}$ )

$HE$  = Eksponen Head (0,62 atau 0,5)

$Z_U$  = Elevasi Garis Energi Hulu

$Z_D$  = Elevasi Muka Air Hilir

$Z_{SP}$  = Elevasi Mercu Pelimpah sampai dengan pintu

Pada saat *tailwater* hilir naik sampai pada titik dimana aliran tidak lagi bebas (bagain hilir setengah terendam menyebabkan muka air hulu mengalir) maka Persamaan 2.1 berubah menjadi Persamaan 2.1.a berikut:

$$Q = C\sqrt{2g}WT^{TE} B^{BE} (3H)^{HE} \dots\dots\dots(2.1.a)$$

Dimana :  $H = Z_U - Z_D$

Aliran setengah tenggelam mulai terjadi saat kedalaman tailwater dibagi dengan tinggi energi muka air di atas pelimpah yang lebih besar daripada 0,67. Persamaan 2.1.a digunakan untuk peralihan antara aliran bebas dan aliran tenggelam penuh. Apabila aliran menjadi tenggelam penuh pada saat pintu tenggelam kira-kira 0,8 bagian. digunakan persamaan *orifice* tenggelam seperti pada Persamaan 2.1.b berikut:

$$Q = CA\sqrt{2gH} \dots\dots\dots(2.1.b)$$

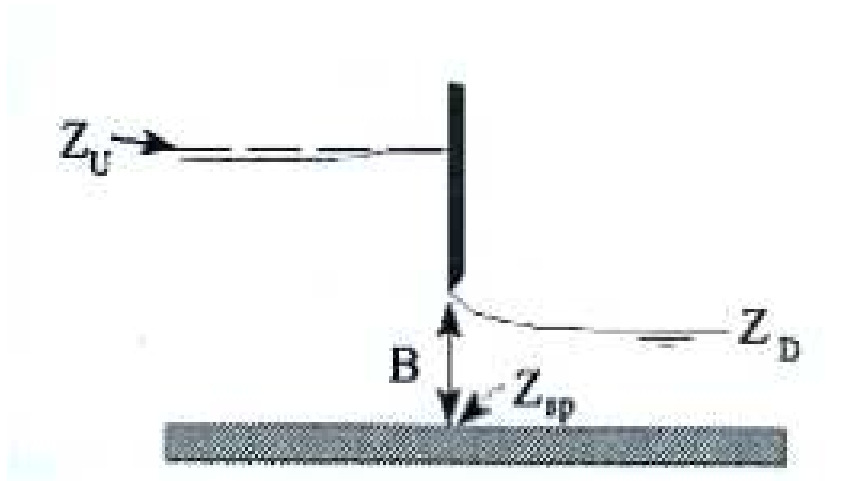
Dimana:

A= Luas bukaan pintu

$H = Z_U - Z_D$

Bentuk pintu radial sebagai pengendali banjir misalnya terdapat di Bendung Gerak Serayu di Purwokerto, Jawa Tengah. Sedangkan di lokasi studi jenis pintu pengendali banjirnya adalah pintu sorong.

b. Pintu Sorong (Gambar 2.2)



**Gambar 2.3. Pintu Pengendali Banjir Bentuk Sorong (HEC-RAS p. 8-9, 2001)**

Persamaan aliran melalui pintu sorong seperti Persamaan 2.2 berikut:

$$Q = CWB\sqrt{2gH} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

Q = debit

H = *Upstream Energi Head* di atas mercu pelimpah ( $Z_U - Z_D$ )

C = Koefisien debit (0,5 sampai 0,7)

W = lebar pintu pelimpah dalam kaki atau feet (ft)

B = Tinggi bukaan pintu sorong

Ketika tailwater hilir naik pada titik dimana aliran tidak dapat mengalir dengan bebas, maka Persamaan (2.2) menjadi Persamaan (2.2.a) berikut:

$$Q = CWB\sqrt{2g3H} \dots\dots\dots(2.2.a)$$

Dimana:  $H = Z_U - Z_D$

Aliran setengah tenggelam mulai terjadi saat kedalaman *tailwater* dibagi dengan tinggi energi muka air di atas pelimpah yang lebih besar daripada 0,67. Persamaan (2.2.a) digunakan untuk peralihan antara aliran bebas dan aliran tenggelam penuh. Apabila aliran menjadi tenggelam penuh pada saat pintu tenggelam kira-kira 0,8 bagian. digunakan persamaan *orifice* tenggelam seperti pada Persamaan (2.1.b).

Bentuk pintu sorong sebagai pengendali banjir misalnya terdapat di Bendung Pengendali Banjir Pucang Gading, Kabupaten Demak, Jawa Tengah.

### **2.3. Hipotesis**

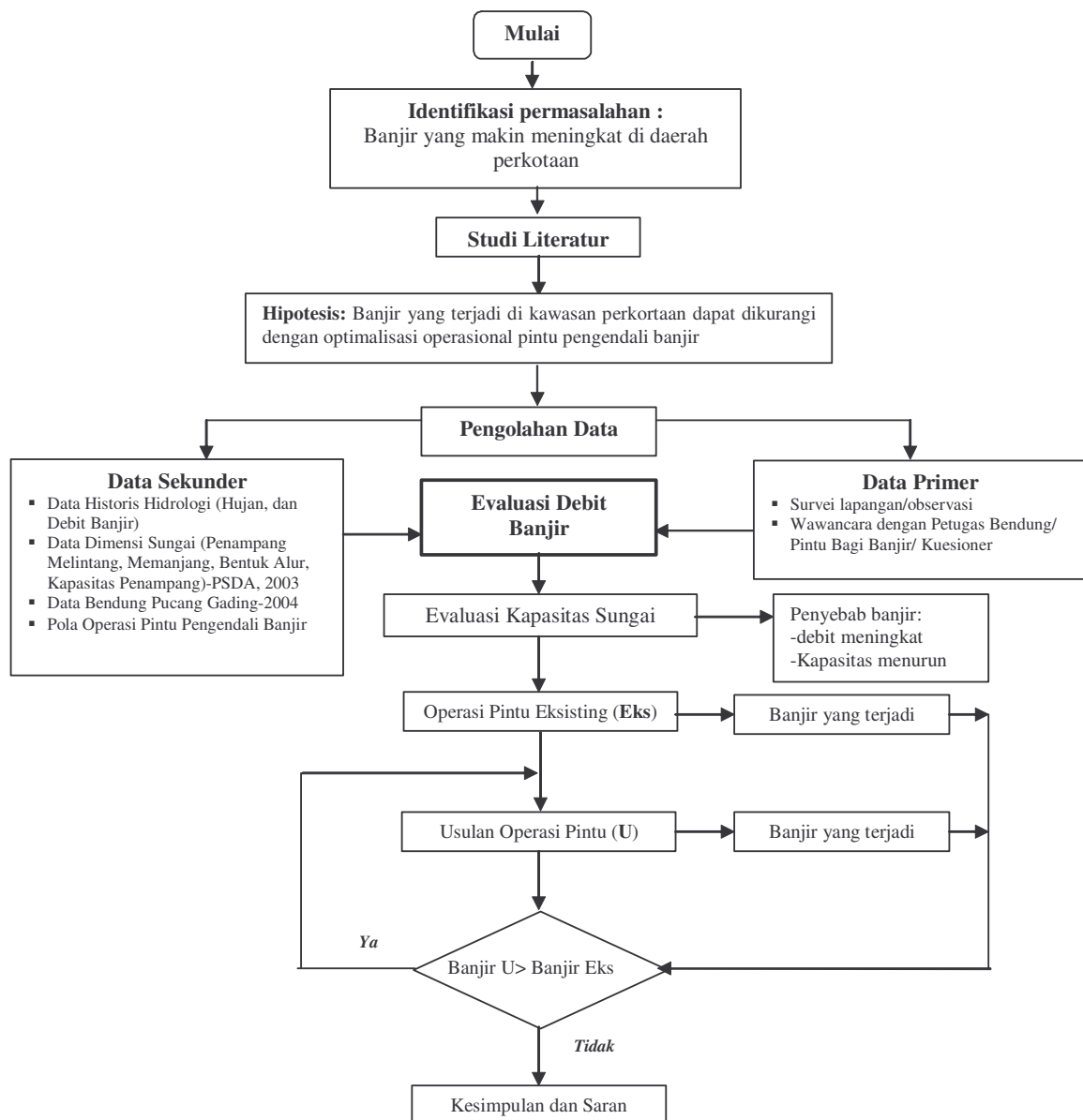
Peningkatan banjir di kawasan perkotaan dapat terjadi karena peningkatan debit dan penurunan kapasitas, untuk mengurangi banjir peranan pintu pengendali banjir perlu dioptimalkan

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tahapan Penelitian

Berikut adalah Bagan Alir Tahapan Penelitian yang dilakukan :



Gambar 3.1. Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

Metode Analisis penelitian hasil penelitian ini (Lihat Gambar 3.1) secara umum terdiri dari 5 tahapan, yaitu:

#### Tahap 1: Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan penjelasan terhadap fokus permasalahan yang akan dianalisis. Permasalahan pada penelitian ini di-identifikasikan kejadian banjir yang makin meningkat di daerah perkotaan

#### Tahap 2: Studi Literatur

Tahap ini merupakan tinjauan teoritis dari permasalahan yang dianalisis. Beberapa tinjauan pustaka yang dibahas antara lain mengenai hidrologi, Daerah Aliran Sungai, Banjir di Perkotaan dan Metode Pengendalian Banjir. Beberapa literatur yang digunakan selain dari beberapa referensi buku teks juga beberapa pedoman yang berkaitan dengan operasional pintu pengendali banjir. Setelah tahap ini kemudian dijadikan landasan menyusun hipotesis penelitian.

#### Tahap 3: Hipotesis Penelitian

Tahap ini merupakan dugaan sementara penelitian terhadap masalah yang dianalisis. Hipotesis dibuat berdasarkan beberapa tinjauan pustaka dan pendekatan filosofi permasalahan, sehingga muncul pertanyaan yang perlu dibuktikan pada analisis selanjutnya.

#### Tahap 4: Pengolahan Data

Tahap ini menjelaskan macam data yang digunakan, sumber data, metode pengolahannya dan penggunaan data pada analisis. Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Analisis pada penelitian ini menggunakan simulasi data untuk menjelaskan operasional pintu sebagai fokus penelitian. Sehingga pada tahap pengolahan data juga digunakan alat bantu simulasi untuk mempercepat perhitungan. Pada penelitian ini alat bantu simulasi tersebut adalah *software* HEC-RAS versi 3.0.

## Tahap 5: Analisis

Tahap ini merupakan penjelasan terhadap simulasi data primer dan sekunder yang diperoleh. Analisis dimulai dengan evaluasi debit banjir yang terjadi pada kondisi eksisting yaitu Operasional Pintu yang digunakan di lokasi penelitian pada saat penelitian berlangsung. Tahap berikutnya adalah evaluasi debit banjir dengan usulan operasional yang optimal yaitu kondisi dimana bagian hilir pintu pengendali banjir seminimal mungkin, maksudnya dibandingkan dengan kondisi eksisting dan kapasitas sungai masih mungkin dilalui banjir yang terjadi.

Hasil analisis kemudian menyimpulkan penyebab banjir di kota Semarang (khususnya di hulu pintu pengendali banjir BKT) yang terjadi sekarang akibat penurunan kapasitas sungai atau karena peningkatan debit dari DAS di hulu pintu pengendali banjir.

### 3.2. Variabel Penelitian

Penentuan variabel pada suatu penelitian merupakan awal dari suatu langkah kerja penelitian. Variabel penelitian sangat menentukan kedalaman rancangan suatu penelitian. Berdasarkan tingkat ketergantungan variabel satu dengan yang lain, ada dua jenis variabel yaitu variabel *dependent* atau variabel tergantung dan variabel *independent* atau variabel bebas. Suatu variabel yang akan dicari karakteristiknya dapat diasumsikan sebagai variabel tergantung, sedangkan variabel yang sudah diketahui diasumsikan sebagai variabel bebas karena besarnya tergantung dari simulasi yang diinginkan. Dalam penelitian ini variabel yang dipakai ada dua, yaitu Debit Banjir dan Kapasitas Sungai sebagai Variabel independennya, sedangkan Variabel *dependent*-nya adalah operasional bukaan pintu banjir di Bendung Pucang Gading.

### 3.3. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua sumber data, yaitu data Primer dan data Sekunder. Data primer digunakan untuk menentukan pendekatan model simulasi sehingga seperti aslinya. Data sekunder digunakan untuk melakukan simulasi hidraulik penampang sungai dan bukaan pintu yang ada pada sistem Operasi Pintu Pengendalian Banjir.

### **3.3.1. Data Primer**

Data primer yang akan dipakai pada penelitian ini adalah:

1. Observasi kondisi sungai, bendung dan pintu pengendali banjir yang ada di lokasi penelitian
2. Wawancara/ Survey pada petugas pintu bendung di beberapa titik pantau berkaitan dengan operasional bukaan pintu dan karakteristik banjir yang paling *up to date*. Alat survey berupa kuesioner (Lampiran 3.1)

### **3.3.2. Data Sekunder**

Data sekunder yang akan dipakai pada penelitian ini adalah:

1. Potongan Melintang dan Memanjang Sungai BKT dan Babon yang diperoleh dari Balai PSDA Jateng, Kimpraswil Kabupaten Demak, dan beberapa literatur pendukung yang terkait dengan penelitian ini.
2. Data historis debit banjir rencana dan beberapa catatan debit banjir terbesar yang pernah terjadi di lokasi studi. (Lampiran 3.2)
3. Potongan melintang bangunan melintang sungai seperti bendung, jembatan dan pilarnya.
4. Data Hujan, data Tinggi Muka Air Sungai, Debit Operasional Pintu Pengendali Banjir Pucang Gading.
5. Data pendukung lain yang relevan.

### 3.4. Rencana Penelitian

#### 3.4.1. Deskripsi Lokasi Penelitian

Penelitian tentang optimalisasi operasi pintu pengendalian banjir ini berlokasi di daerah aliran dari sistem sungai Dolok-Penggaron, yang merupakan alur sungai di perbatasan antara Kota Semarang dengan Kabupaten Demak, meliputi beberapa sungai yaitu sungai Penggaron, Banjir Kanal Timur, sungai Babon, Floodway Dombo-Sayung (Belum Beroperasi sampai Mei 2006 ini) dan sungai Dolok. Sedangkan bangunan yang digunakan untuk mengendalikan banjir adalah Bendung Pucanggading yang berada di perbatasan antara Kota Semarang dengan Kabupaten Demak. Foto Bendung dapat dilihat pada Gambar 3.2



**Gambar 3.2. Bendung Pucang Gading (Sumber: Data Primer)**

Daerah aliran sungai Dolok-Penggaron di bagian Utara dibatasi oleh laut Jawa dan Kota Semarang, bagian Timur dibatasi oleh Sungai Setu, bagian Selatan dibatasi oleh lereng gunung Ungaran dan bagian Barat dibatasi oleh Kali Banger.

Kota Semarang secara geografis terletak antara  $110^{\circ}10'$  -  $110^{\circ}31'$  Bujur Timur dan  $6^{\circ}56'$  -  $7^{\circ}11'$  Lintang Selatan. Kota Semarang mempunyai batas wilayah administrative,

sebelah Utara Laut Jawa, sebelah Timur Kabupaten Demak, Sebelah Selatan Kabupaten Semarang dan sebelah Barat dibatasi Kabupaten Kendal.

Lahan pada sistem sungai Dolok-Penggaron terdiri dari berbagai jenis peruntukan, menurut PP No. 24 1992 pada tempat yang memiliki kemiringan  $\geq 40\%$  harus dibuat menjadi hutan lindung. Penggunaan lahan sekarang merupakan dampak dari kegiatan masyarakat yang ada di wilayah sungai Dolok-Penggaron sesuai pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1.** Penggunaan Lahan Di Derah Aliran Sungai Dolok-Penggaron (Tahun 1998)

NO	TATA GUNA LAHAN	LUAS DAS (ha)
1	Persawahan	17.201
2	Tanah kering	10.239
3	Pekarangan & Perumahan	6.242
4	Hutan	4.033
5	Perkebunan	586
6	Tambak	890
	J u m l a h	39.191

Sumber data : SMEC, 1999

### 3.4.2. Pengambilan dan Pengolahan Data

#### A. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dua tahap yaitu untuk Data Sekunder dan Data Primer. Data Sekunder diperoleh dari beberapa instansi terkait seperti Balai PSDA Jateng, Departemen Kimpraswil Kabupaten, dan data-data teknis operasional lapangan di lokasi penelitian. Sedangkan data primer diperoleh dari observasi lapangan (Foto Dokumentasi) dan wawancara dengan teknisi bendung atau teknisi pintu pembagi banjir.

#### B. Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan menjadi beberapa tahap:

1. Pengolahan Data Penampang Sungai dan Data Hidrologi, ditabulasikan untuk kemudian digunakan sebagai input pada simulasi hidraulik.

2. Pengolahan data banjir di lokasi penelitian, diinventaris dan dibandingkan kejadian maksimumnya (Kejadian Bencana Banjir) terhadap kapasitas sungai dari data pencatatan lapangan di pintu bagi banjir atau beberapa *cross* sungai yang terjadi limpasan. Data banjir yang digunakan menggunakan data sekunder. Data ini digunakan sebagai sarat batas hulu baik di Hulu Bendung Pucang Gading maupun operasional pintunya.
3. Pengolahan Data hasil simulasi dalam bentuk Tabel atau Grafik.
4. Perbandingan data kondisi eksisting dan usulan operasional bukaan pintu digunakan sebagai dasar analisis optimalisasi operasi pintu pengendali banjir di lokasi penelitian.

## **BAB IV**

### **DATA DAN ANALISIS**

#### **4.1. Data Penelitian**

Penelitian ini menggunakan dua jenis data pendukung yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data otentik pengukuran di lokasi studi berupa data asli lapangan maupun hasil survey investigasi kejadian banjir yang pernah terjadi. Data Sekunder merupakan data olahan yang diperoleh dari beberapa sumber yang digunakan langsung tanpa harus melalui pengolahan terlebih dahulu.

##### **4.1.1. Data Primer**

Data primer yang diperoleh peneliti di lokasi penelitian antara lain:

1. Data Bukaan Pintu dan Debit Sungai BKT dan Sungai Babon pada beberapa kejadian banjir yang pernah terjadi Tahun 1999 sampai 2002. Data ini berisi catatan petugas pintu pengendali banjir (**Lampiran 4.1.**)
2. Data Hasil interview/Kuesioner dengan petugas pintu bagi banjir di Pucang Gading. (**Lampiran 4.2**)
3. Foto Dokumentasi di Lokasi Penelitian.

##### **4.1.2. Data Sekunder**

Data Sekunder yang diperoleh peneliti di lokasi penelitian antara lain:

1. Data Penampang Memanjang dan Melintang Sungai dari Sungai Banjir Kanal Timur dan Sungai Babon bersumber dari Dinas PSDA Propinsi Jateng tahun 2003. (**Lampiran 4.3**)
2. Buku Standar Operasional Bukaan Pintu beberapa Bendung di Jawa Tengah.

## **4.2. Identifikasi Lokasi Penelitian**

### **4.2.1. Gambaran Umum**

Kota Semarang merupakan kota pantai dengan luas wilayah 373,67 km<sup>2</sup> dan mempunyai topografi dataran rendah di bagian utara serta dataran tinggi di bagian selatan. Bentuk topografi demikian telah membentuk kemiringan sungai yang terletak di kota tersebut terjal di bagian hulunya dan landai di bagian hilirnya, kondisi ini sangat tidak menguntungkan terhadap aliran banjir yang terjadi, seperti kali babon dengan anak-anak sungainya sering terjadi banjir bandang (*flash flood*), hal ini disebabkan Kali Babon merupakan pertemuan dari dua sungai yaitu kali Penggaron dan Kali Dolok di Bendung Pucang Gading.

Bendung Pucang Gading merupakan titik kontrol poin pengaturan debit Sungai Penggaron melalui pintu pengendali banjir ke saluran pembuang Banjir Kanal Timur, serta sisanya dibuang ke Kali Babon, sedangkan kondisi kali Banjir Kanal Timur mempunyai tingkat sedimentasi yang sangat tinggi disebabkan oleh alih fungsinya daerah resapan air hulu menjadi daerah perumahan, juga tanggul-tanggulnya banyak didirikan rumah-rumah liar yang mengakibatkan turunnya permukaan puncak tanggul dan bangunan-bangunan yang menjorok ke dalam Kali Banjir Kanal Timur sehingga tidak dapat menampung debit maksimum.

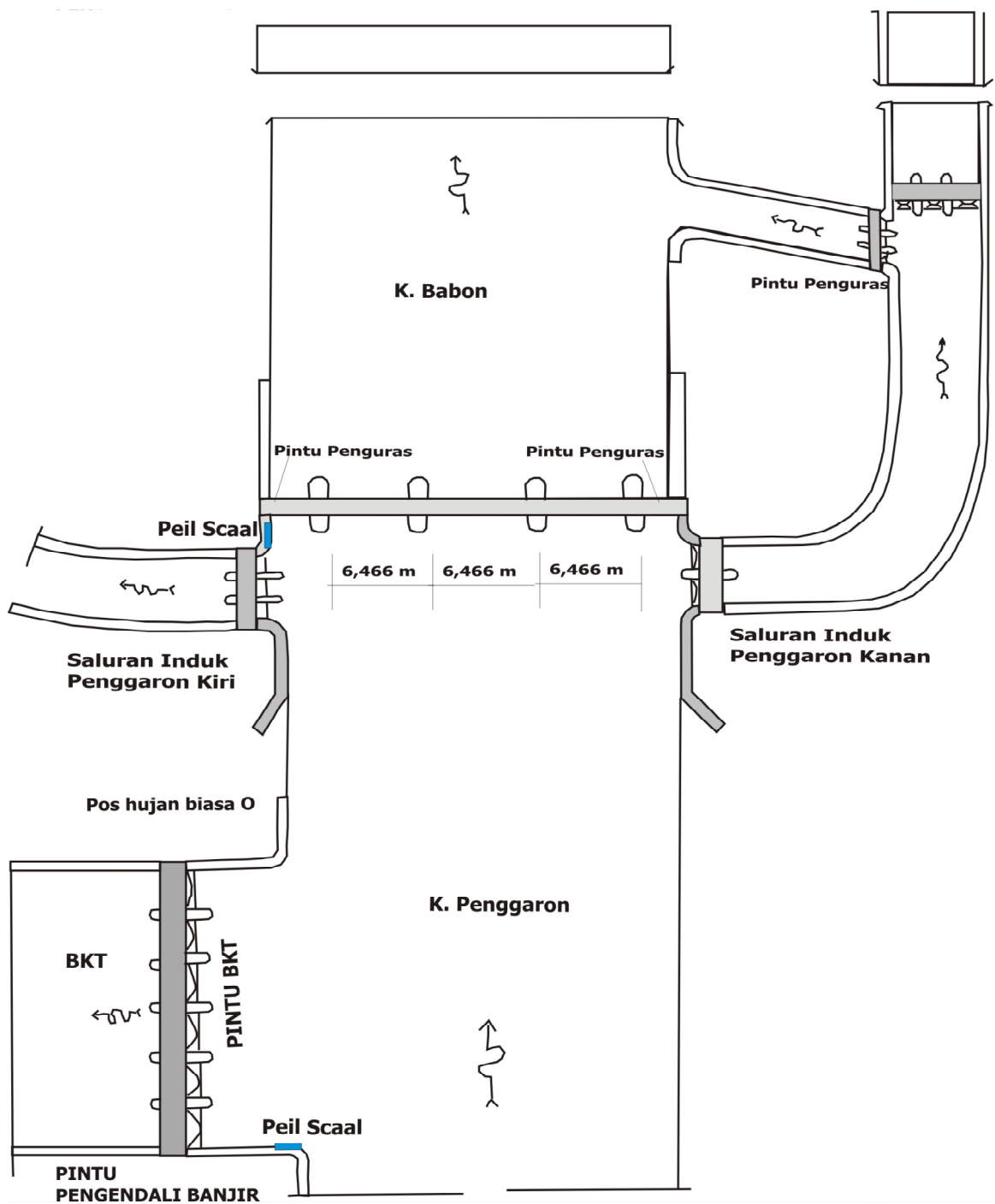
### **4.2.2. Bendung Pucang Gading**

Bendung Pucang Gading merupakan salah satu bangunan pengendali banjir dan pengatur air guna keperluan irigasi pada sistem sungai Dolok-Penggaron yang melintang disungai Penggaron, sehingga dapat berfungsi untuk mengatur muka air di dalam sungai guna memudahkan penyadapan air irigasi, air minum serta mengendalikan banjir.

Pintu intake bagian kiri difungsikan guna mengairi persawahan di daerah Plamongan, Pedurungan, Tlogosari, Kaligawe. Namun sekarang di daerah tersebut sebagian besar sudah beralih fungsi menjadi perumahan seperti Perumahan Plamongan Hijau, Perumahan Kekancan Mukti, Perumahan Tlogosari, Perumahan Palebon, Perumahan Pondok Indah dan lain sebagainya sehingga saluran tersebut dimanfaatkan untuk penggolontoran kota.

Pintu intake Kanan difungsikan untuk mengairi persawahan di daerah Batusari, Bandungrejo, Brumbung, Ngemplak, Waru, Penggaron, Jamus, Wringinjajar di Kecamatan Mranggen dan Bulusari, Kalisari, Prampelan, Tambakroto di Kecamatan Sayung.

Bendung Pucang Gading terletak melintang Sungai Penggaron dan mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengendali banjir serta irigasi Pucang Gading. Bendung Pucang Gading mendapat suplai air dari DAS Kali Dolok dan Kali Penggaron. Skema sistem bendung disajikan pada Gambar 4.1.



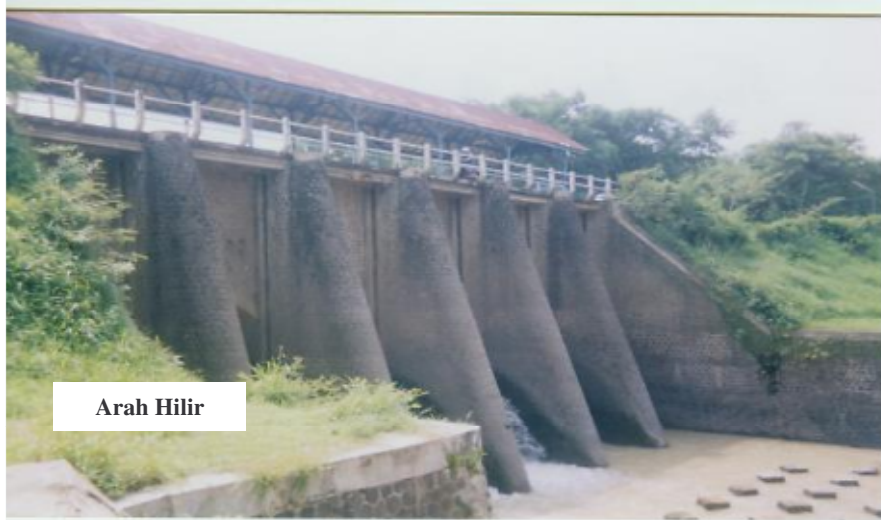
**Gambar 4.1.** Skema Bendung Pucang Gading  
(Sumber: Dinas PSDA Jawa Tengah, 2003)

Dari kedua DPS tersebut terdapat beberapa stasiun hujan yaitu di Stasiun Bendung Pucang Gading (STA 016 atau 98), di Kedung Bangkong (STA 014), di Sumur Jurang Gunungpati (STA 007 atau 64) dan di Banyumeneng (STA 021 atau 99). Stasiun Hujan Pucang Gading dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2.** Stasiun Hujan Pucang Gading (Sumber: Data Primer, 2005)

Bendung Pucang Gading mempunyai lebar ambang 19,40 m yang terdiri dari 3 buah ambang dengan masing-masing lebar ambang 6,466 m dan mempunyai pintu penguras 2 buah. Pintu Bagi Banjir Pucang Gading dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3.** Pintu Bagi Banjir Pucang Gading (Sumber: Data Primer, 2005)

Data teknis Bendung Pucang Gading adalah sbb.:

#### Bendung Pucang Gading

- Luas DPS : 47,35 m
- Panjang ambang : 27,00 m
- Lebar bendung : 19,40 m
- Elevasi mercu : +22,80 m
- Elevasi *dekzer* : +27,26 m
- Jumlah pintu penguras : 2 buah
- Lebar pintu penguran : 1,50 m
- Elevasi pintu penguras : +20,96 m
- Bukaannya maksimum pintu : 1,50 m

#### Pintu banjir Kanal Timur

- Panjang ambang : 23,00 m
- Lebar bendung : 18,00 m
- Elevasi drempel : +22,15 m
- Elevasi dekzer : +24,26 m
- Jumlah pintu : 6 buah
- Lebar pintu penguras : 3,00 m
- Bukaannya maksimum pintu : 2,50 m

Konstruksi Bendung Pucang Gading adalah bendung tetap yang terbuat dari pasangan batu dan beton dengan tipe bendung bermercu bulat.

Pintu pengambilan (intake) kanan untuk mengairi persawahan di daerah Mranggen dan sekitarnya, akan tetapi persawahan di daerah tersebut sekarang sebagian besar sudah berubah menjadi perkampungan, saluran tersebut beralih fungsi sebagai saluran pembuang (drainase).

Pintu pengambilan kiri untuk mengairi persawahan di daerah Plamongan, Pedurungan, Tlogosari dan Sawah Besar/Kaligawe. Akan tetapi sama dengan pintu pengambilan kanan, sawah-sawah tersebut sudah berubah fungsi menjadi Perkampungan sehingga saluran tersebut berubah menjadi saluran pembuang/penggelontor

Pintu Pengendali Banjir Pucang Gading terdiri dari 6 buah pintu masing-masing mempunyai lebar 3 meter dan merupakan pintu sorong terbuat dari kayu dengan frem/rangka besi dan dua batang ulir untuk menaikkan daun pintu, digerakkan secara manual.

Pintu ini berfungsi sebagai pengendali banjir, bila debit Sungai Penggaron yang melimpas Bendung Pucang Gading tidak dapat ditampung oleh Sungai Babon, maka sebagian debit Sungai Penggaron dibuang/dialirkan melalui Banjir Kanal Timur.

#### **4.2.3. Sungai Babon dan Banjir Kanal Timur**

Sungai Babon mempunyai panjang alur dari Bendung Pucang Gading sampai muara  $\pm 14,50$  Km, dari bendung ke hilir sampai jembatan jalan raya Semarang-Purwodadi sepanjang  $\pm 3$  Km tidak bertanggung, dan tidak ada bantaran, sepanjang tepi sungai merupakan tanah pemilikan penduduk. Sedangkan dari jembatan jalan raya Semarang-Purwodadi sampai ke muara sudah bertanggung.

Kondisi tanggul Sungai Babon kebanyakan kritis dikarenakan jenis tanahnya merupakan tanah lempung berpasir, bila musim kamarau tanah badan tanggul pecah-pecah, sedangkan pada musim penghujan ambles dan mudah longsor (labil). Pada tahun 1998/1999 dan 1999/2000 Bagian Proyek Pengelolaan Sumberdaya Air Jratunseluna (PSAJ) melaksanakan kegiatan *River Infrastructure Management/Maintenance* (RIM), melaksanakan kegiatan perbaikan tanggul Sungai Babon yang saat itu dianggap paling kritis dan memerlukan pebaikan segera. Bila ditinjau dari kondisi saat ini tahun 2003 kondisinya makin parah, dengan demikian Sungai Babon tidak dapat menampung debit sesuai dengan debit rencana.

Sungai Babon merupakan alur sungai bagian hilir alur Sungai Penggaron, berfungsi sebagai pembuang pada Bendung Pucang Gading dan merupakan satu kesatuan dengan Kali Banjir Kanal Timur dalam hal pengendalian banjir dari DPS Sungai Penggaron dan sebagian DPS Sungai Dolok. Sungai Babon mempunyai luas penampang basah  $\pm 180$  m<sup>2</sup> dapat menampung debit air sebesar  $\pm 333,68$  m<sup>3</sup>/detik.

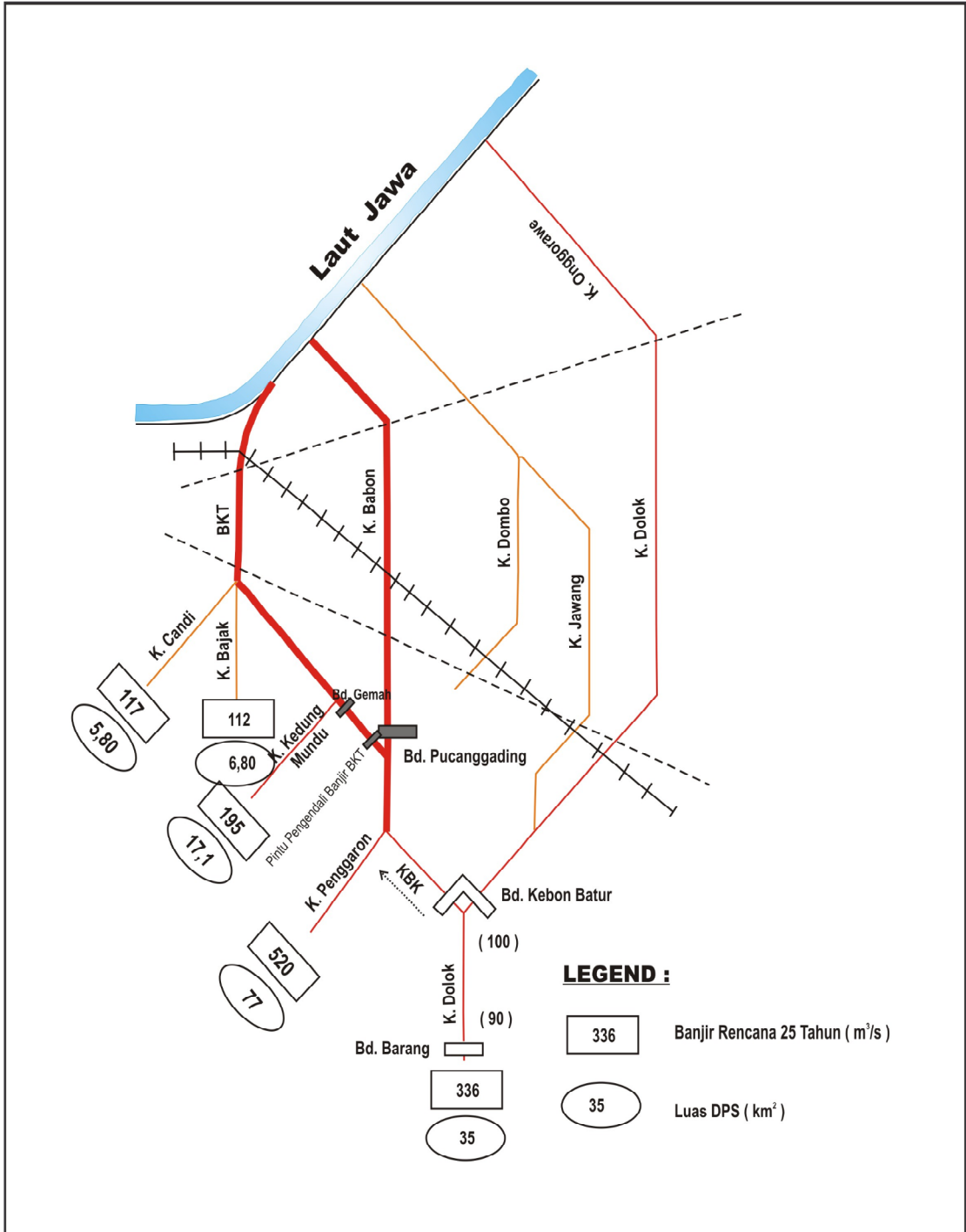
Bendung Pucang Gading mendapat suplai air dari Sungai Penggaron dan anak-anak sungainya (DAS Penggaron) serta sebagian Sungai Dolok melalui pintu pengatur Kebon

Batur, juga dari saluran-saluran pembuang dari perumahan Bukit Kencana dan Sendang Mulya yang dapat menambah debit Sungai Penggaron. Debit Sungai Penggaron dapat dipantau pada stasiun *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) berada pada Sungai Penggaron bagian hulu Bendung Pucang Gading.

Banjir Kanal Timur (BKT) mempunyai panjang alur  $\pm 17,80$  Km, dari Bendung Pucang Gading sampai ke muara. Kondisi saluran Banjir Kanal Timur, mulai dari jembatan Pandean Lamper (Semarang-Purwodadi) sampai jembatan Jln. Kaligawe pada tahun 2002 telah diperbaiki sedangkan dari jembatan jalan raya Kali Gawe sampai ke muara ada beberapa hambatan sehingga pelaksanaan normalisasi sungai tersebut belum terealisasi. Sedangkan lokasi pada tanggul masih banyak bangunan-bangunan liar khususnya di dekat jembatan Pandean Lamper yang menjorok ke sungai, sehingga penampang basah sungai berkurang mengakibatkan debit maksimum tampungan berkurang.

Banjir Kanal Timur bagian hilir, tidak hanya menampung debit dari Sungai Penggaron/debit pintu pengendali banjir Pucang Gading, akan tetapi mendapat tambahan debit dari Kali Bugel/Peterongan, Kali Mrican dan Saluran Kedung Mundu serta Saluran dari Bukit Kencana yang merupakan inletdrain dari saluran pembuang perkotaan maupun perumahan penduduk sekitar saluran. Dengan adanya debit dari inletdrain yang cukup besar maka untuk operasi bukaan pintu pada Bendung Pucang Gading perlu kehati-hatian agar tidak terjadi limpasan tanggul yang membahayakan badan tanggul.

Banjir Kanal Timur mempunyai luas penampang basah rata-rata  $\pm 175$  m<sup>2</sup>, sehingga pada waktu banjir datang, saluran ini dapat menampung  $\pm 267,32$  m<sup>3</sup>/detik (debit rencana) selain itu debit sungai BKT juga mendapat tambahan debit dari pembuang / drainasi kota antara lain inlet Kali Bugel, Kali Bajak, Saluran Kedung Mundu, Saluran Pembuang Bukit Kencana, (lihat Gambar 4.4 ) sedangkan pada saat ini hanya dapat menampung debit banjir maksimum  $\pm 150$  m<sup>3</sup>/detik. Hal ini disebabkan karena banyak tanggul-tanggul yang kritis serta adanya pendangkalan akibat laju sedimentasi yang cukup tinggi dan penyempitan alur akibat pembangunan perumahan dan warung-warung disepanjang bantaran.



Gambar 4.4. Skema Sistem Dolok-Pengaron (Sumber: SMEC, 1999)

### 4.3. Kapasitas Alur Sungai Babon dan Sungai Banjir Kanal Timur dan Pengaruhnya Terhadap Operasi Pintu Pengendali Banjir

#### 4.3.1. Kapasitas Alur Sungai Babon dan BKT

Debit rencana yang dialirkan ke sungai Babon disepakati sebesar 200 m<sup>3</sup>/ dt. (BPSDA Jratun, 2003). Berdasarkan data sekunder catatan debit di hulu sungai Babon tahun 1999 sampai Maret 2005 (kejadian banjir) diketahui bahwa pada saat debit sungai babon mencapai 138 m<sup>3</sup>/ detik telah terjadi limpasan. Secara lengkap data historis debit di sungai Babon seperti disajikan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Debit Sungai Babon Pada Beberapa Kejadian Banjir (1999-2005)

Tanggal Kejadian	Waktu Kejadian (WIB)	Curah Hujan (mm)	Debit (m <sup>3</sup> / dt )
13 Oktober 1999	6.30	12	41,00
15 Oktober 1999	17.30	30	52,00
16 Oktober 1999	18.00	30	57,00
17 Oktober 1999	17.00	22	46,00
24 Oktober 1999	19.00	Na	31,00
14 Januari 2000	20.00	Na	46,00
17 Januari 2000	17.00	12	78,00
19 Januari 2000	16.00	4	57,00
21 Januari 2000	19.00	6	46,00
30 Januari 2000	16.00	Na	78,00
31 Januari 2000	15.00	47	78,00
3 Februari 2000	20.00	6	46,00
6 Maret 2001	16.45	65	159,00
2 April 2001	15.00	13	105,50
16 Februari 2002	Na	Na	159,00
8 Maret 2005	19.30	40	138,00

Sumber: Dinas PSDA Jateng 2005 , Na = Not available

Banjir Kanal Timur merupakan alur sungai yang menampung debit banjir tidak dapat berdiri sendiri, tetapi terkait dengan sungai Babon, sungai Dolok, Sungai Dombo

Sayung, Kanal Kebon Batur dan *inlate drain* dari sungai Kedung Mundu, sungai Bajak, serta sungai Candi.

Debit rencana yang dialirkan ke Banjir Kanal Timur (BPSDA, Jratun, 2003), seperti disajikan Tabel 4.2.

**Tabel 4.2.** Pembagian Debit Banjir Bendung Pucang Gading Menurut BPSDA Jateng (2003)

No	Sungai	Debit (m <sup>3</sup> / dt.)		
		Inlate	Out late	Sisa Debit
1	Penggaron	520		520
2	Dolok (Kanal Kebon Batur)	60		580
3	Babon		<b>200</b>	380
4	Dombo-Sayung (Belum Beroperasi sampai Mei 2006)		<b>210</b>	170
5	<b>Banjir Kanal Timur</b>		<b>170</b>	0
6	Kedung Mundu	178		348
7	Bajak	109		457
8	Candi	87		544
9	Pompa Kartini	10		554
10	Pompa Sawah Besar	5		559
11	Sawah Besar Muara		559	0

Sumber : BPSDA Jragung Tuntang

Dari data operasional petugas pintu di Pucang Gading, diketahui bahwa debit historis di BKT (Banjir Kanal Timur) seperti disajikan Tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3.** Debit Sungai BKT pada Beberapa Kejadian Banjir (1995-2005)

Tanggal Kejadian	Waktu Kejadian (WIB)	Curah Hujan (mm)	Debit (m <sup>3</sup> / dt )
13 Oktober 1999	6.30	12	28,48
15 Oktober 1999	17.30	30	42,00
16 Oktober 1999	18.00	30	43,02
17 Oktober 1999	17.00	22	28,88
24 Oktober 1999	19.00	Na	13,82
14 Januari 2000	20.00	Na	71,16
17 Januari 2000	17.00	12	44,40
19 Januari 2000	16.00	4	43,22
21 Januari 2000	19.00	6	28,23
30 Januari 2000	16.00	Na	86,23
31 Januari 2000	15.00	47	73,60
3 Februari 2000	20.00	6	42,02
6 Maret 2001	16.45	65	117,88
2 April 2001	15.00	13	118,00
16 Februari 2002	Na	Na	119,95
8 Maret 2005	19.30	40	172,14

Sumber: Dinas PSDA Jateng 2005

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pada tanggal 8 Maret 2005 debit di BKT sebesar 172,14 m<sup>3</sup>/ detik atau lebih besar dari Pembagian debit pada Tabel 4.2. Informasi dari lokasi pengamatan petugas pencatat debit mengatakan bahwa pada tanggal tersebut terjadi limpasan sehingga menunjukkan bahwa kapasitas sungai sudah tidak mampu menampung banjir yang terjadi.

Untuk memberikan gambaran tentang kapasitas sungai yang ada, diambil beberapa penampang melintang sungai yang dianggap mewakili ruas sungai yang ditinjau, dengan ketentuan muka air sampa dengan kurang lebih 1 meter di bawah puncak tanggul.

Berikut ini adalah beberapa kapasitas penampang sampai dengan Tahun 2003 pada beberapa lokasi :

1. Penampang dekat Bendung Gemah. Dengan kondisi muka air 0,8 meter di bawah *dekserk*, kapasitas sungai nya adalah 204 m<sup>3</sup>/detik
2. Jembatan Kaligawe. Jembatan Kaligawe pada jembatan baru dengan konstruksi beton mempunyai gelagar yang terlalu rendah sehingga akan mengganggu aliran saat banjir. Kapasitas penampang sungainya adalah 277 m<sup>3</sup>/detik.
3. Jembatan Kereta Api. Pada jembatan kereta api saat ini dengan 3 bentang mempunyai kapasitas sungai 151 m<sup>3</sup>/detik.

Berikut debit rencana di Bendung Pucang Gading pada beberapa periode ulang disajikan Tabel 4.4. berikut.

**Tabel 4.4.** Analisis Frekuensi Banjir di Bendung Pucang Gading

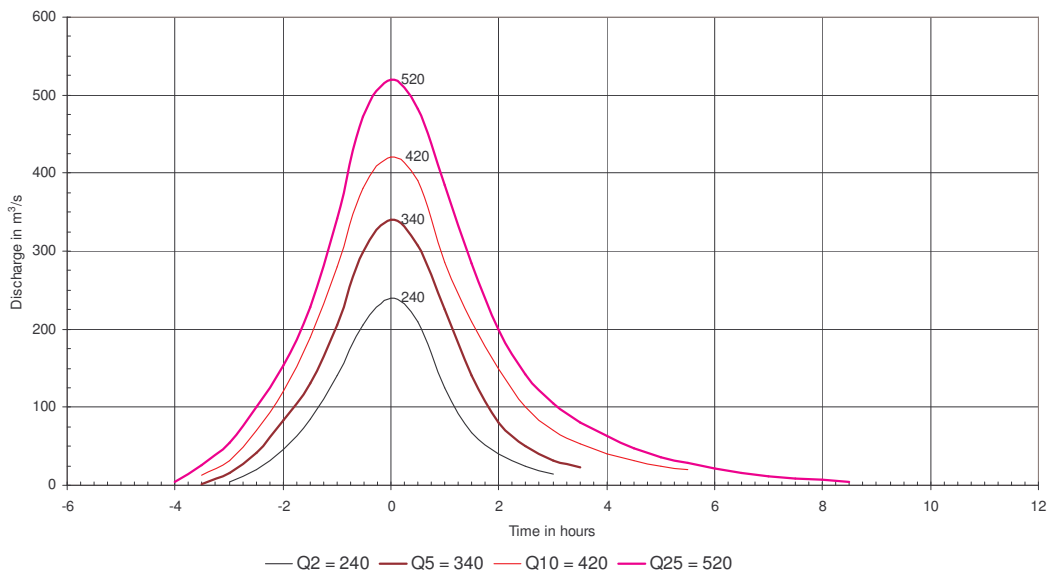
Metode	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /detik.)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /detik.)	Q <sub>10</sub> (m <sup>3</sup> /detik.)	Q <sub>25</sub> (m <sup>3</sup> /detik.)
Gumbel	244	339	402	462
Log Normal	242	342	411	477
Log Pearson III	239	342	415	488

Sumber: SMEC,1999 dalam Final System Planning BKT, PSDA, 2003

Berdasarkan operasional *outlet* Pucang Gading saat ini diketahui bahwa debit yang dialihkan ke BKT adalah berkisar 110 sampai 140 m<sup>3</sup>/detik. Sedangkan debit rencana yang ditetapkan Dinas PSDA tahun 2003 adalah untuk periode ulang 25 tahun (Q<sub>25</sub>) sebesar 559 m<sup>3</sup>/detik. Oleh karena itu, apabila debit yang melimpas ke Sungai Babon adalah 200 m<sup>3</sup>/detik, maka logikanya di BKT yang harus dialihkan adalah banjir sebesar kurang lebih 359 m<sup>3</sup>/detik. Perbandingan Debit rencana di BKT sebesar 359 m<sup>3</sup>/detik terhadap debit aktual (BPSDA, 2003) di lokasi Bendung Gemah (204 m<sup>3</sup>/detik), Jembatan Kaligawe (277 m<sup>3</sup>/detik) dan Jembatan Kereta Api (151 m<sup>3</sup>/detik) seharusnya tidak terjadi banjir di Kota Semarang. Namun berdasarkan kapasitas Kali Penggaron sampai Tahun 2003 adalah 346 m<sup>3</sup>/detik, dapat dikatakan bahwa sungai sudah tidak mampu menampung debit yang terjadi. Dibandingkan dengan Tabel 4.2, debit yang dialihkan ke BKT dari Bendung Pucang Gading adalah 170 m<sup>3</sup>/detik. Jika penampang sungai diasumsikan masih cukup, kemungkinan yang bisa terjadi adalah pengoperasian pintu pengendali banjir kurang optimal.

Tahap analisis dilanjutkan dengan mensimulasikan debit banjir pada sistem sungai yang diteliti yaitu Sungai Penggaron di Hulunya, Banjir Kanal Timur dan Sungai Babon di Hilirnya serta asumsi jika Dombo-Sayung Floodway difungsikan. Simulasi menggunakan analisis steadyflow dengan batasan-batasan berupa elevasi pasang surut (+1,46 di muara mengacu pada Elevasi Pasut Pelabuhan Semarang, PSDA 2003) dan mengasumsikan aliran adalah sub kritis dengan Operasional Buka-an Pintu sesuai dengan kondisi eksisting di Pintu Pengendali Banjir di BKT (Kondisi Akhir 2005).

Berdasarkan hasil simulasi kapasitas debit banjir Sungai Penggaron (SMEC,1999) dimana debit banjir yang digunakan kondisi puncaknya seperti disajikan Gambar 4.5 berikut.



**Gambar 4.5.** Hidrograf Banjir Rencana Sungai Penggaron (SMEC,1999)

Kapasitas eksisting berdasarkan hasil simulasi (**Lampiran 4.4**) diperoleh sebagai berikut:

Ruas Sungai	Q kapasitas*)	Q Rencana **)	Keterangan
Banjir Kanal Timur	153	170	Simulasi Kondisi Eksisting (Tanpa Dombo Sayung Berfungsi)
Babon	167	200	
Catatan= - Satuan Q dalam m <sup>3</sup> /detik - *) Penampang sungai tahun 2003,- Sumber : PSDA, 2003			

Apabila diperhatikan, maka kapasitas Sungai Babon dan BKT yang ada saat ini sudah berkurang dari kapasitas rencananya. Oleh karena itu keberadaan Dombo- Sayung Floodway menjadi penting ketika trend debit banjir semakin meningkat.

#### 4.3.2. Pengaruh Kapasitas Sungai Terhadap Operasi Pintu Pengendali Banjir

Operasional pintu pengendali banjir difungsikan ketika terjadi banjir setiap musimnya. Beberapa fakta yang berhasil diperoleh dari petugas pintu di Bendung Pucang Gading seperti disajikan pada Tabel 4.5 berikut.

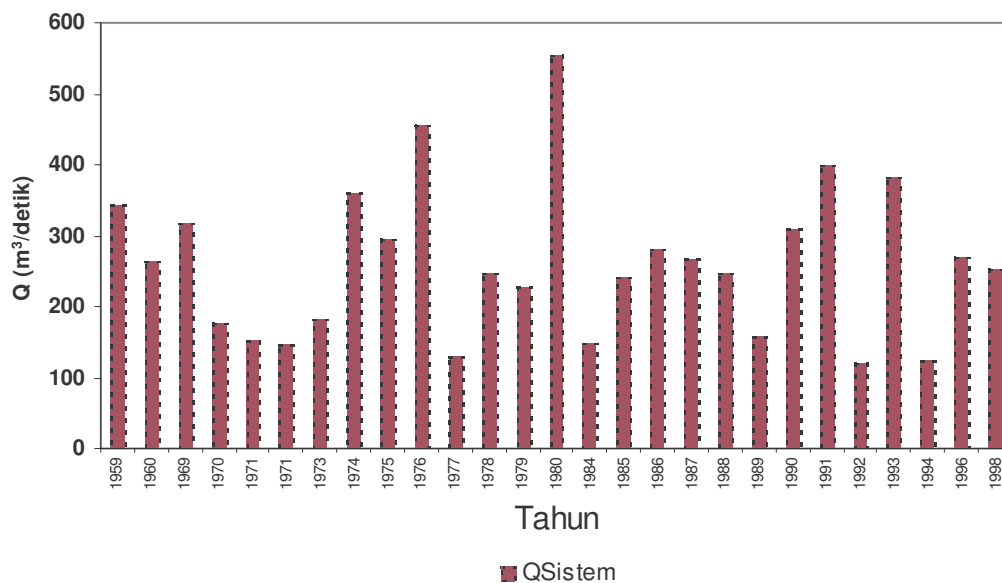
**Tabel 4.5.** Permasalahan OP Pintu Pengendali Banjir di Bendung Pucang Gading

Responden Ke-	Sistem Kerja		Waktu Buka pintu setinggi 50 cm					Ada Indikasi peningkatan Q banjir		Kondisi Pintu Pengendali Banjir Yang Rusak					Kesulitan Selama Operasional			Saran-saran
	Terjadwal Harian	1 Minggu bergantian	< 10"	10-20"	20-30"	30-45"	> 1 jam	Ya	Tidak	1	2	3	4	tdk ada	Pintu Manual menyebabkan kinerja bukaan pintu lambat	Travel Time singkat	Komunikasi Tidak ada sehingga sulit koordinasi	
1	1			1				1		1					1			Untuk membuka pintu pembagi banjir memang agak berat apalagi kalau banjir datangnya mendadak.
2	1			1				1		1					1			Mohon menggunakan sistem hidrolis, manual sangat berat. Sewaktu malam hari tidak bisa melihat mendung di daerah meteseh mluweh dan sekitarnya
3	1			1				1		1					1			Diusulkan supaya menggunakan pintu hidrolik
4	1			1				1		1					1			Meminta supaya pintu manual agar diganti dengan pintu hidrolik agar bisa cepat menaggulangi banjir
5	1			1				1		1					1			Mohon bukaannya dengan tenaga diesel atau elektrik. Sudetan Dombo Sayung cepat dijadikan/diselesaikan
6	1			1				1		1					1			Supaya pintu yang manual diganti hidrolik agar bisa menghemat tenaga
7	1			1				1		1					1			1. Diusulkan pintu hidrolik (elektrik gate) supaya lebih meringankan petugas operasional bendung. 2. Normalisasi Sungai perlu dilakukan
8	1			1				1		1					1			Mohon bukaannya diganti dengan hidrolis, tenaga listrik atau diesel
9	1			1				1		1					1			Mohon bukaan pintu yang moderen
10	1			1				1		1					1			Pintu mohon diganti yang elektrik
11	1			1				1		1					1			Pintu elektrik diperlukan untukantisipasi banjir yang mendadak
12	1			1				1		1					1			1. Diusulkan bukaan hidrolis karena tenaga yang ada terbatas. 2. Komunikasi berita banjir dari daerah atas supaya ditambah antara lain di Banyumanik dan Puduk Payung. 3. Pemberitaan banjir lebih dini membantu untuk membuka banjir lebih awal
13	1			1				1		1					1			Pintu agar dibuat sistem elektrik. 2. Pintu yang sudah tidak bisa difungsikan untuk diperbaiki

Sumber: Data Primer, Januari 2006

Peningkatan Debit Sungai dari waktu ke waktu dibenarkan oleh para responden/petugas pintu bendung karena waktu datangnya banjir yang semakin cepat dan keluhan petugas pintu terhadap sistem bukaan pintu yang masih manual. Berdasarkan informasi responden diketahui bahwa untuk membuka pintu setinggi 50 centimeter memerlukan waktu antara 10 sampai dengan 20 menit. Kenyataan ini merupakan fakta di lapangan bagi para petugas pintu bahwa infrastruktur pengendali banjir masih tergantung operatornya, sehingga pada kondisi yang darurat kejadian banjir sulit diantisipasi dengan cepat.

Meninjau debit historis (data SMEC tahun 1959-1998) debit yang limpas Bendung Pucang Gading, dapat diketahui bahwa memang benar ada kecenderungan mengalami peningkatan (Lihat Gambar 1.2). Begitu pula hasil kuesioner, 13 responden menjawab bahwa sampai akhir Desember 2005, secara visual ada indikasi bahwa banjir semakin besar jika dilihat dari muka air banjir visual.

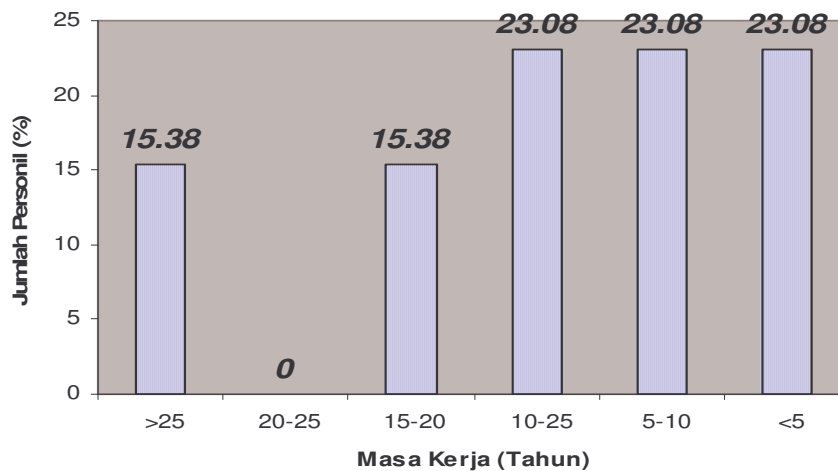


**Gambar 4.6.** Perubahan Debit Limpas Bendung Pucang Gading (SMEC,1999)

#### 4.4. Operasi Pintu Pengendali Banjir Bendung Pucang Gading

##### 4.4.1. Tenaga Operasional Pintu Bendung Pucang Gading

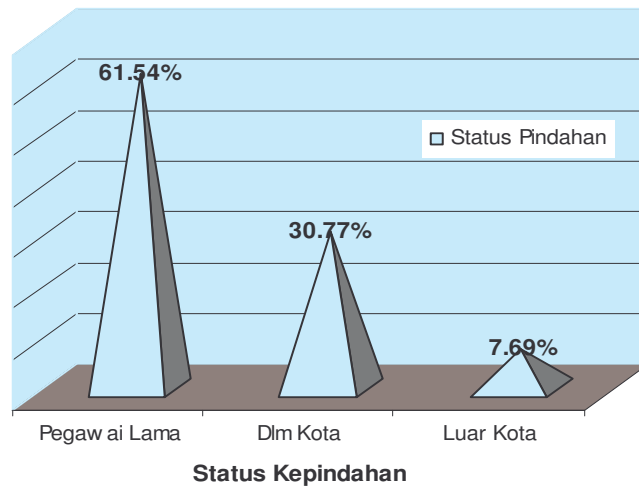
Tenaga operasional Pintu Bendung di Bendung Pucang Gading berjumlah 15 orang. Berdasarkan hasil survey dari 13 orang petugas yang ada, 15,3% punya masa kerja lebih dari 25 tahun, 23,08 % masa kerjanya antara 5 sampai 15 tahun. Sekitar 15,30% masa kerja 15-20 tahun. Secara lengkap masa kerja petugas pintu bendung di Bendung Pucang Gading disajikan pada Gambar 4.7.



**Gambar 4. 7.** Masa Kerja Petugas Pintu Bendung Pucang Gading  
(Sumber: Data Primer, 2006)

Berdasarkan status kepindahannya, 61,54% adalah pegawai lama, 30,77% adalah pegawai pindahan dari dalam kota, 7,69% adalah pegawai pindahan dari luar kota. Hal ini berarti responden sebagian besar telah berpengalaman dan mengetahui dengan jelas seluk beluk permasalahan di Lokasi penelitian. Status kepindahan petugas secara jelas disajikan pada Gambar 4.8. Informasi yang sifatnya kualitatif dapat diperoleh pada petugas pintu yang masa kerjanya lebih dari dua puluh lima tahun. Bentuk informasi tersebut adalah acuan Tabel bukaan pintu ternyata masih mengacu pada pengukuran debit tahun 1982. Selain itu lokasi-lokasi yang kurang efisien pemberitaan banjirnya juga disebutkan pada saat wawancara dan isian kuesioner yang disebarkan peneliti.

4. 8.



**Gambar**  
Status

Kepindahan Petugas Pintu Bendung Pucang Gading  
(Sumber: Data Primer, 2006)

#### 4.4.2. Penjadwalan Piket Banjir Bendung Pucang Gading

Operasional Pintu Pengendali Banjir Bendung Pucang Gading dijadwalkan harian. Contoh Daftar Piket Banjir Petugas Pintu Pengendali Banjir di Bendung Pucang Gading seperti disajikan pada Tabel 4.6. Penentuan jadwal piket petugas disahkan tiap awal tahun. Seperti data yang diperoleh peneliti saat melakukan survey investigasi dan wawancara pada tanggal 5 Januari 2006, sedang berlangsung rapat seluruh petugas pintu yang ada di lokasi penelitian dan penetapan jadwal tahunan.

**Tabel 4.6. Daftar Piket Banjir Bendung Pucang Gading**

NO	Nama	Bulan	Tanggal							Keterangan
1	NAGATNO SUPARDI	NOPEMBER	5	10	15	20	25	30	I. Jam piket	
		DESEMBER	5	10	15	20	25	30	Jam 18.00 s/d 06	
		JANUARI	4	9	14	19	24	29	II. Mercu K. Babon	
		PEBRUARI	3	8	15	18	23	28	Siaga I : + 1,40 m	
		MARET	5	10	15	20	25	30	Siaga II : + 1,60 m	
2	DJURI BADRI	NOPEMBER	1	6	11	16	21	26	Siaga III : + 1,90 m	
		DESEMBER	1	6	11	16	21	26	31	III. Buka an pintu BKT sesuai petunjuk tabel yang ada/ perintah atasan
		JANUARI	5	10	15	20	25	30		
		PEBRUARI	4	9	14	19	24			
		MARET	1	6	11	16	21	26	31	
3	MAT ICROM SUPRIYANTO	NOPEMBER	2	7	12	17	22	27	IV. Peleporan	
		DESEMBER	2	7	12	17	22	27	1) Siaga I : + 1,40 m	
		JANUARI	1	6	11	21	21	26	31	lapor ke piket balai
		PEBRUARI	5	10	15	20	25		PSDA	
		MARET	2	7	12	17	22	27	2) Siaga II : + 1,60 m	
4	SUNGKONO SUGITO	NOPEMBER	3	8	15	18	23	28	lapor per 30 menit ke piket balai PSDA	
		DESEMBER	3	8	15	18	23	28	3) Siaga III : + 1,90 m	
		JANUARI	2	7	12	17	22	27	lapor per 15 menit ke piket balai PSDA	
		PEBRUARI	1	6	11	16	21	26	dan Dinas PSDA	
		MARET	3	8	15	18	23	28	V. Petugas Piket Supaya menutup pintu BKT	
5	SUPARNYITO SONHAJI	NOPEMBER	4	9	14	19	24	29	setelah banjir surut/ habis banjir	
		DESEMBER	4	9	14	19	24	29	VI. Perintah dan dilaksanakan dengan tanggung	
		JANUARI	3	8	15	18	23	28	jawab	
		PEBRUARI	2	7	12	17	22	27		
		MARET	4	9	14	19	24	29		

Sumber: Dinas PSDA, Januari 2006

#### 4.5. Permasalahan Manajemen Operasi Pintu Pengendali Banjir Bendung Pucang Gading

Permasalahan Operasi Pintu Pengendali Banjir sangat beragam. Pada penelitian ini, selain menggunakan data-data teknis, juga menggunakan instrument kesioner dan wawancara langsung pada petugas pintu bendung. Berikut adalah permasalahan yang berhasil diperoleh baik dari data primer maupun sekunder (Lihat Tabel 4.8.)

**Tabel 4.7. Permasalahan Operasional Pintu Pengendali Banjir Bendung Pucang Gading**

Sumber Data	Uraian Permasalahan
Data Sekunder	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peningkatan Debit sungai di BKT dan Babon mengakibatkan waktu datangnya banjir lebih cepat sehingga operasional pintu yang cepat sulit dilakukan karena keterbatasan tenaga manusia.</li> <li>2. Kapasitas Sungai yang sudah tidak mencukupi seharusnya sudah saatnya digunakan rencana Floodway, namun sampai awal 2006 belum terealisasi sehingga operasional pintu seakan tidak efektif. Faktanya banjir masih menggenangi kota Semarang tiap tahunnya.</li> </ol>

Sumber Data	Uraian Permasalahan
Data Primer	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pintu pengendali banjir masih manual/menggunakan tenaga manusia yang jumlah maupun kualitasnya terbatas.</li> <li>2. Komunikasi pemberitaan banjir masih kurang untuk wilayah Banyumanik dan Pudak Payung sehingga tindakan yang cepat dan tepat belum bisa dilakukan dengan baik.</li> <li>3. Normalisasi sungai saja dipandang tidak efektif lagi karena beberapa kejadian banjir yang terjadi akibat bobolnya tanggul dan debit limpas merupakan kejadian yang berulang-ulang. Beban Banjir BKT dan Babon sudah saatnya dialihkan ke Floodway Dombo Sayung.</li> <li>4. Terjadinya penambangan pasir/tanah secara liar di Kali Penggaron dengan alat berat masih terjadi sehingga mempengaruhi perilaku hidrolis sungai.</li> <li>5. Perhitungan debit Bendung Pucang Gading (ke BKT dan Babon) Tabelnya belum pernah dikalibrasi sejak tahun 1982 sehingga perbaikan sarana OP tidak akan berguna jika masih mengacu pada kondisi data yang sudah tidak aktual (terhadap kondisi nyata banjir).</li> </ol>

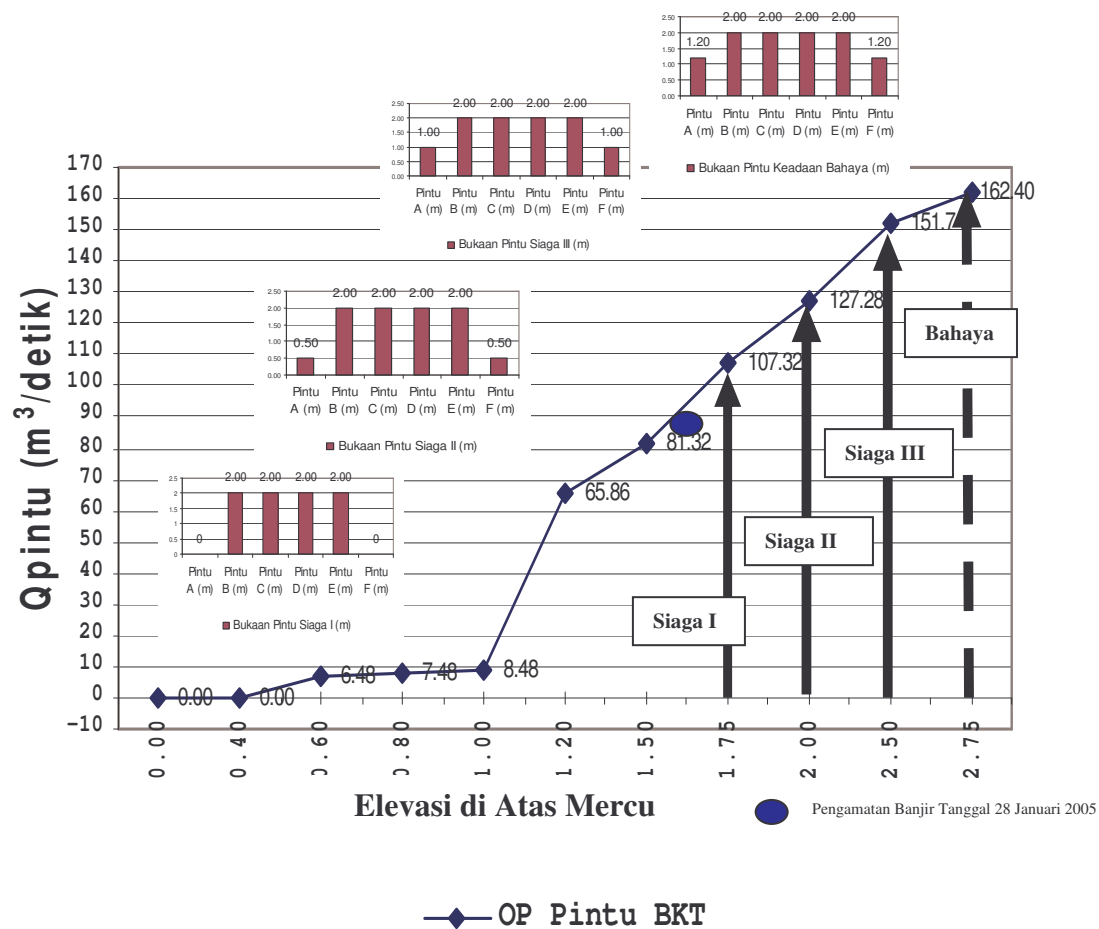
Sumber: Analisis Data Primer dan Sekunder, 2006

Menurut uraian Tabel 4.7. permasalahan Operasi Pintu tidak sekedar teknis belaka, masalah sosial seperti komunikasi dan interaksi sosial masih menjadi bagian dari masyarakat kita. Apabila pintu otomatis benar dibuat, permasalahan sosial yang tidak terselesaikan sangat mempengaruhi kinerja pintu itu sendiri. Analog kasus untuk pernyataan tersebut adalah problematika OP di Bendung Klambu, Bendung Cileumeuh, Bendung Guntur, Pintu tidak dapat ditutup rapat disebabkan banyaknya sampah- sampah yang dibawa aliran sungai pada waktu banjir, berupa sampah kayu yang berukuran besar. Disamping itu aliran sungai juga membawa lumpur, sehingga pada kali tersebut mempunyai intensitas lumpur yang sangat tinggi. Untuk mengetahui kondisi operasional pintu sebenarnya dilakukan simulasi. Simulasi Operasional pintu di Bendung Pucang Gading, khususnya pada pintu BKT dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

## 4.6. Pengendalian Banjir Bendung Pucang Gading

### 4.6.1. Kondisi Eksisting dan Modifikasi OP

Kondisi Operasional Pintu Pengendali Banjir di BKT seperti diketahui masih menggunakan acuan kalibrasi operasional tahun 1985, sehingga sulit memprediksi apakah masih andal (*reliable*) atau tidak. Jika diperhatikan operasional bukaan pintu seperti pada Gambar 4.9. menunjukkan bukaan pintu, debit yang dihasilkan dari bukaan pintu dan tingkat kesiagaan banjirnya.



**Gambar 4.9.** Operasional Bukaan Pintu BKT Kondisi Eksisting/Akhir 2005  
(Sumber : Dinas PSDA, 2003 dan Analisis, 2005)

Berdasarkan pengamatan pada tanggal 28 Januari 2005 yang lalu diperoleh fakta di lapangan bahwa kondisi banjir sudah sedemikian besar. Menurut data dari Bendung Pucang Gading debit tercatat sebesar 85 m<sup>3</sup>/detik, namun di Jembatan Gemah sudah sedemikian besar, di Sawah Besar bantaran sungai sudah terendam dan mendekati titik siaga 1. Secara visual disajikan pada Gambar 4.10.



**Gambar 4.10.** Banjir Pada Tanggal 28 Januari 2005 Gambar Kiri: Dari Jembatan Gemah, Kanan: Di Sawah Besar (Sumber: Data Primer)

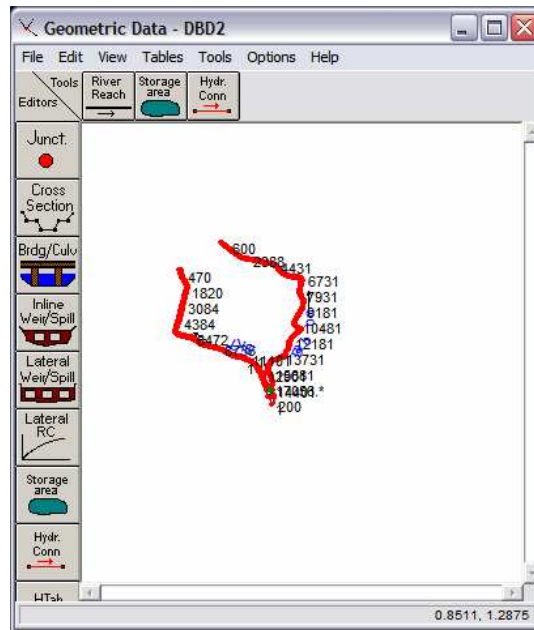
Berdasarkan pengamatan pada saat banjir, dan melihat OP pintu pengendali banjir di BKT yang berlaku saat ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan penyesuaian OP bukaan pintu menyesuaikan kondisi banjir yang riil. Mengacu pada probabilitas kejadian banjir setelah tahun 1990 sampai 2005 (Gambar 1.2 ) dan OP bukaan pintu (Gambar 4.8), maka untuk mendapatkan operasional bukaan pintu yang optimal dilakukan simulasi untuk mengetahui dampak banjir di hilir pintu pengendali banjir.

Seperti telah dijelaskan pada tahap penelitian (Lihat Bagan Alur Penelitian), bahwa simulasi operasional pintu menggunakan alat bantu *software* HEC-RAS versi 3.0. Sebelum dilakukan simulasi operasional pintu, disiapkan terlebih dahulu model simulasinya. Berikut adalah tahapan pemodelan Operasional Pintu yang dilakukan. Unit yang digunakan dalam pemodelan operasional pintu ini dalam satuan metrik.

Berikut ini adalah tahap Pemodelan Operasional Pintu dengan Simulasinya:

**Tahap 1:** Pengolahan Data Penampang Sungai dan Penampang Pintu Pengendali Banjir.

- a. Tahap ini berupa plotting penampang sungai pada jalur sungai yang akan dianalisis yaitu Banjir Kanal Timur dan Sungai Babon.



- b. Data Penampang sungai yang digunakan adalah data dari Dinas PSDA tahun 2003 berupa penampang memanjang dan melintang sungai.
- c. Data penampang melintang sungai berupa koordinat x dan y. Koordinat x yaitu jarak horisontal dari titik stasiun (STA) dan y adalah jarak vertikal atau kedalaman penampang. Semua data menggunakan titik referensi sesuai dengan gambar asli dari data sekunder penampang sungai yang digunakan. Jarak x merupakan jarak kumulatif setiap pergeseran titik yang ada. Hal ini merupakan penyesuaian dari sistem pembacaan data dari *software* bantu yang digunakan.

Cross Section X-Y Coordinates	
Station	Elevation
1	0
2	27.6
3	30.77
4	32.88
5	33.18
6	44.07
7	54.96
8	55.26
9	68.39
10	70.42

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
50	50	50

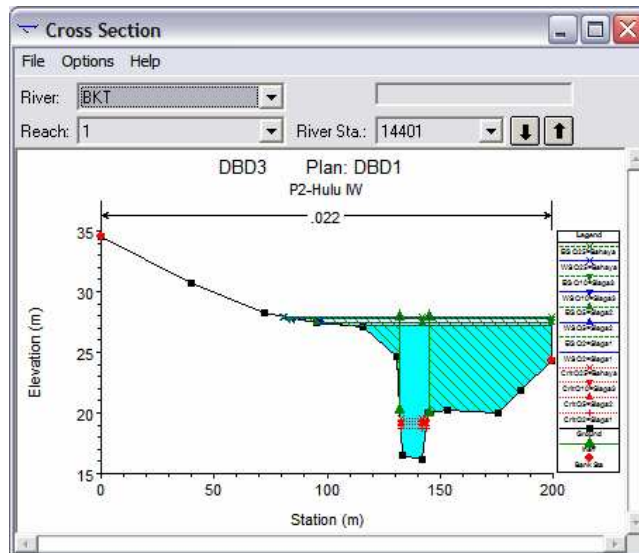
Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.025	0.022	0.025

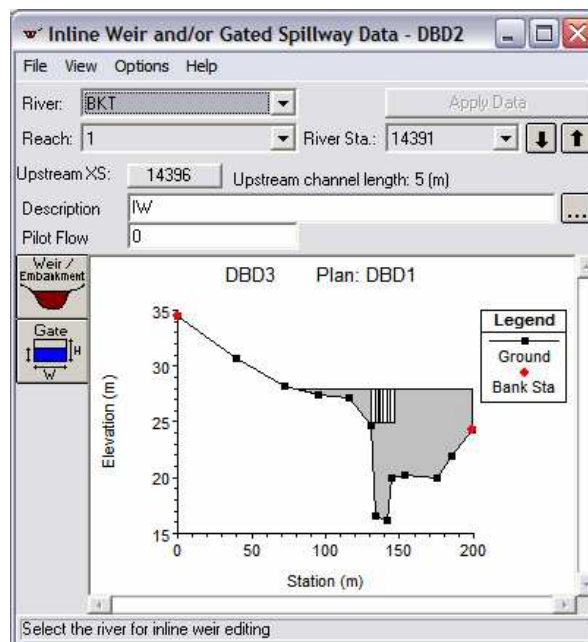
Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
0	91.37

Cont/Exp Coefficients	
Contraction	Expansion
0.1	0.3



- d. Data penampang memajang sungai berupa jarak dari STA hulu ke STA hilir. Berdasarkan data sekunder denah Banjir Kanal Timur tahun 2003 yang digunakan pada penelitian ini, segmen tiap STA berjarak 50 meter, kecuali pada penampang-penampang di dekat pintu pengendali banjir atau bendungnya, ada yang berjarak 40 meter dan 10 meter.



- e. Data penampang pintu pengendali banjir terdiri dari dua macam data yaitu dimensi pintu yang ada di lokasi penelitian dan data bukaan operasional pintu. Di lokasi penelitian terdapat 6 pintu sorong dengan dimensi tipikal tinggi 3 meter dan lebar 2,5 meter. Lebar bendung 23 meter dengan sistem bukaan pintu sebagai berikut (Tabel 4.8)

**Tabel 4.8. Bukaan Pintu Eksisting BKT**

EL.MAB K. Penggaron (SPB)	Tinggi MAB (h) dim meter		Debit ke BKT (m <sup>3</sup> /dt)	Pembukaan Pintu ke Banjir Kanal Timur						Keterangan
	diatas mercu Bd. Pucangading	diatas mercu oulet BKT		Pintu A (m)	Pintu B (m)	Pintu C (m)	Pintu D (m)	Pintu E (m)	Pintu F (m)	
+22.80	0.00	2.65	0.00							Semua pintu ditutup
+23.20	0.40	3.05	0.00							Semua pintu ditutup
+23.40	0.60	3.25	6.48			0.50				-
+23.60	0.80	3.45	20.10		0.50	0.50	0.5			-
+23.80	1.00	3.65	54.00		1.0	1.0	1.0	1.0		-
+24.00	1.20	3.85	65.86		1.00	1.50	1.50	1.00		-
+24.30	1.50	4.15	81.32		1.50	1.50	1.50	1.50		-
+24.60	1.75	4.45	107.32		2.00	2.00	2.00	2.00		Siaga 1
+24.80	2.00	4.65	127.28	0.50	2.00	2.00	2.00	2.00	0.50	Siaga 2
+25.30	2.50	5.15	155.74	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	Siaga 3
+25.55	2.75	5.35	162.40	1.20	2.00	2.00	2.00	2.00	1.20	Bahaya
+25.60	3.00	5.45	172.20	1.50	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	> Kapasitas rencana BKT

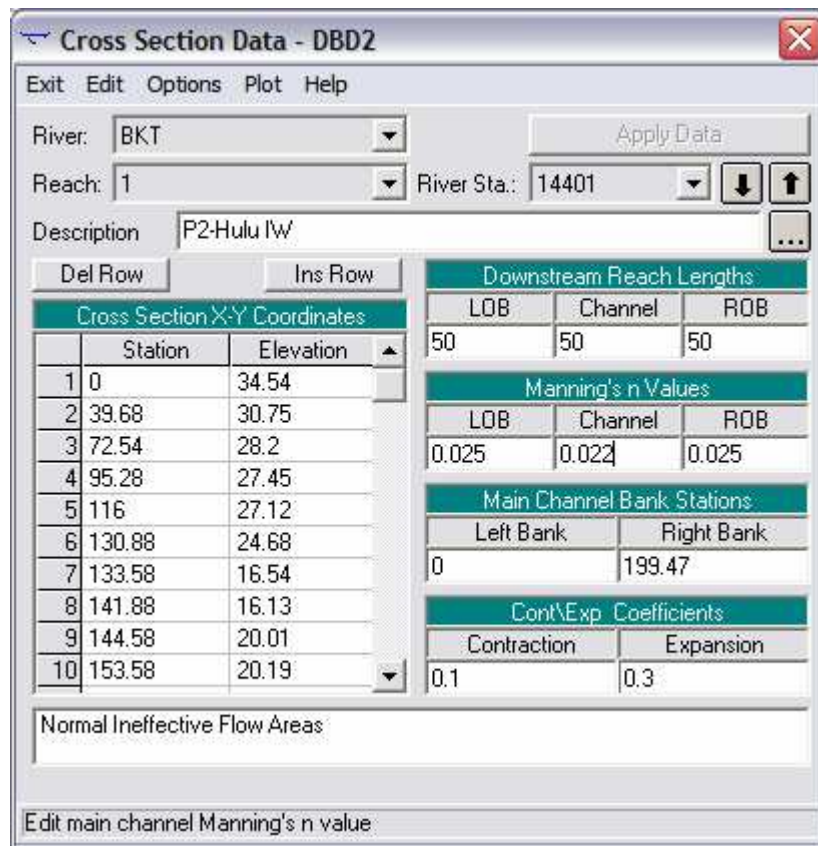
Sumber: Dinas PSDA,2003

Kombinasi Bukaan Pintu Pada Bendung Tiap Periode Ulang Debit

## Tahap 2: Penentuan Parameter-Parameter Hidraulik

Parameter hidraulik yang digunakan pada simulasi model bukaan pintu antara lain:

1. Koefisien Manning ( $n$ ) ,  $n= 0,022-0,025$  (Kondisi penampang adalah saluran buatan/kanal dengan kondisi vegetasi rumput, Sumber: Manual *HEC RAS*, 2001, Chapter 3, *Coefficient Manning*)

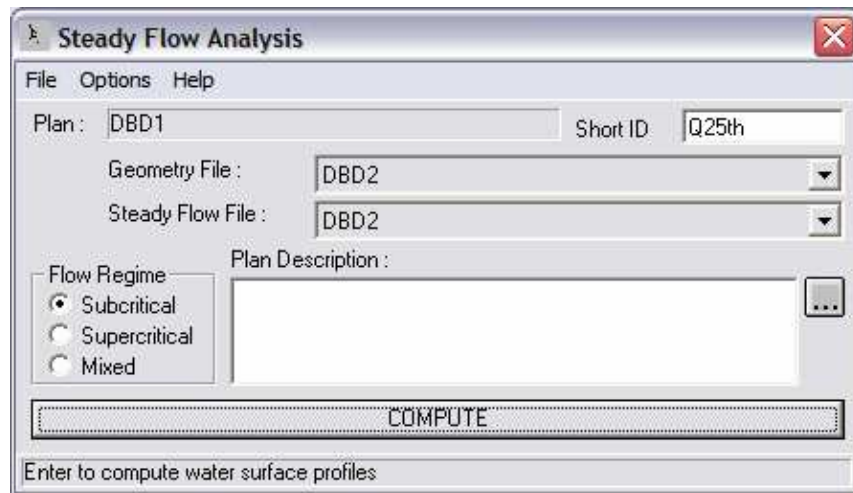
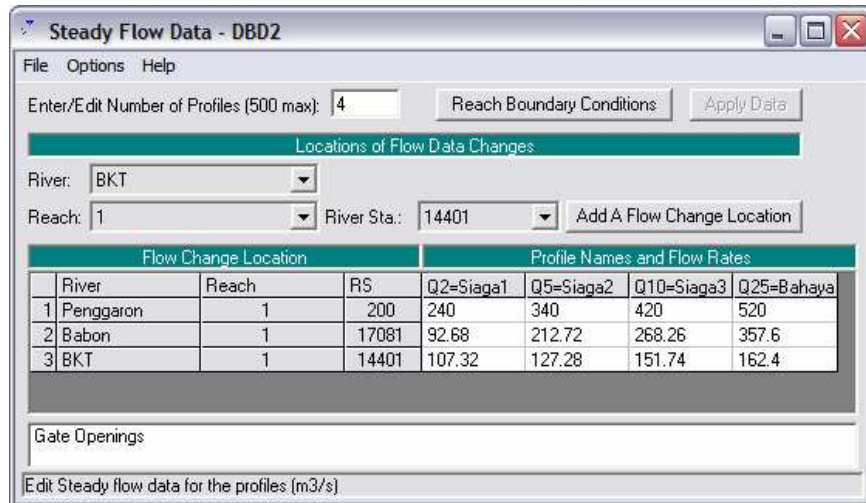


Setting Koefisien Manning Pada Menu Cross Section

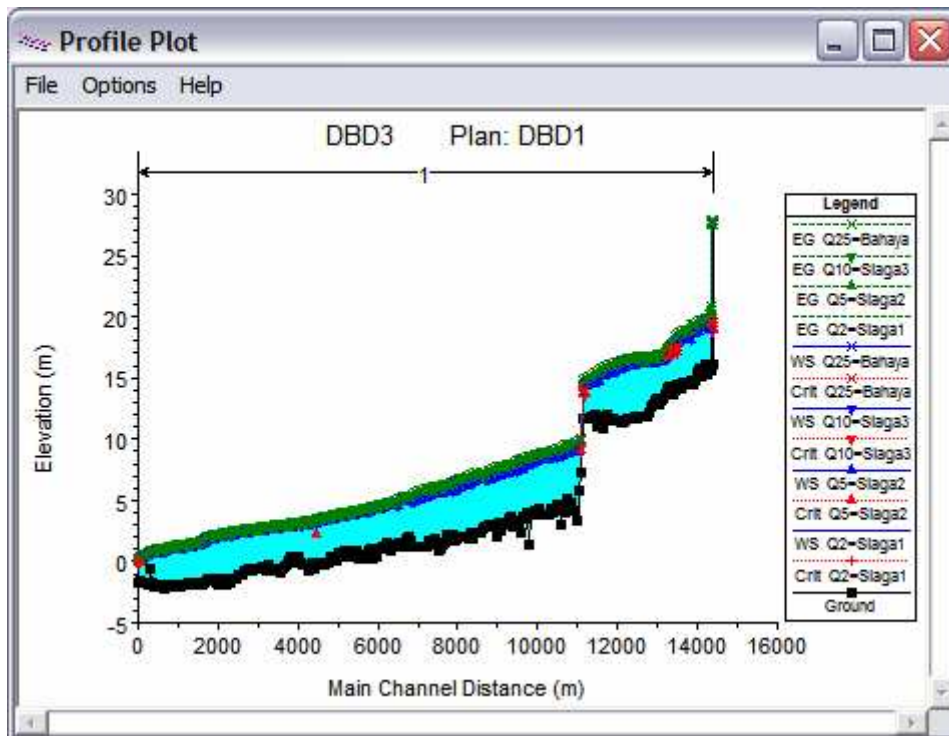
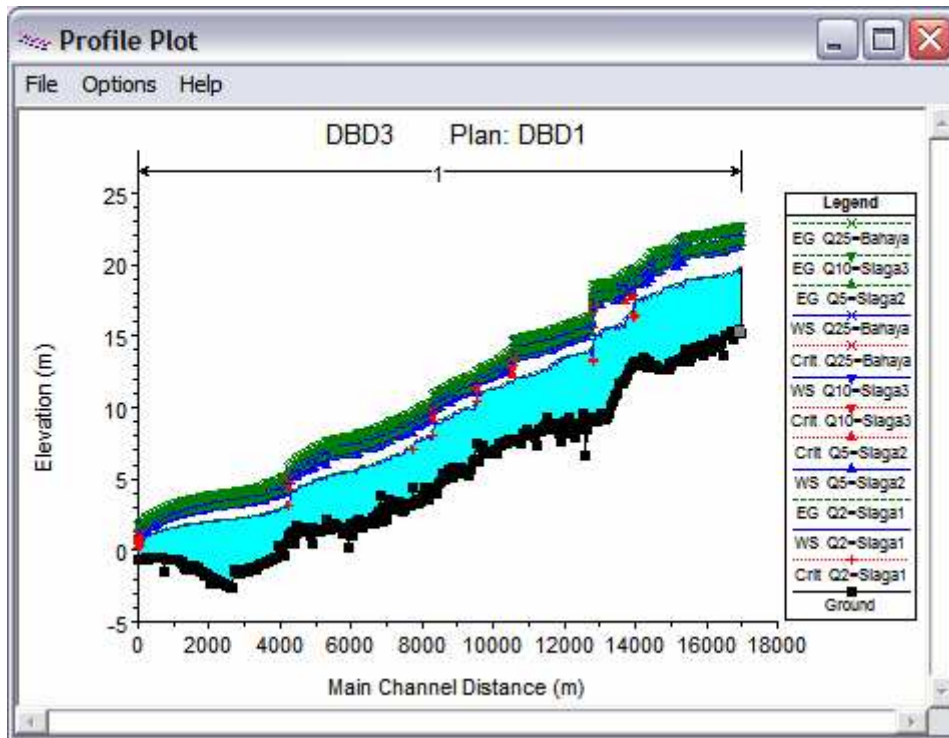
2. Kondisi Batas Hulu, menggunakan data debit bukaan pintu dan elevasi bukaan pintu Tabel 4.8.
3. Kondisi Batas Hilir, digunakan batas elevasi pasang surut pada elevasi +1,46.
4. Koefisien Debit menggunakan harga *default* untuk jenis pintu sorong model HEC RAS yaitu 0,6.

### Tahap 3: Pendekatan Simulasi Hidraulik

Model Operasional pintu menggunakan pendekatan analisis aliran tunak (*steady flow*). Setting data untuk kondisi ini adalah elevasi muka air di hulu dari kondisi batas hulu menggunakan elevasi muka air operasional bendung +23,40 sampai dengan +25,55. Aliran yang mengalir dari pintu menuju hilir digunakan aliran sub kritis dimana angka Froude  $\leq 1$ .

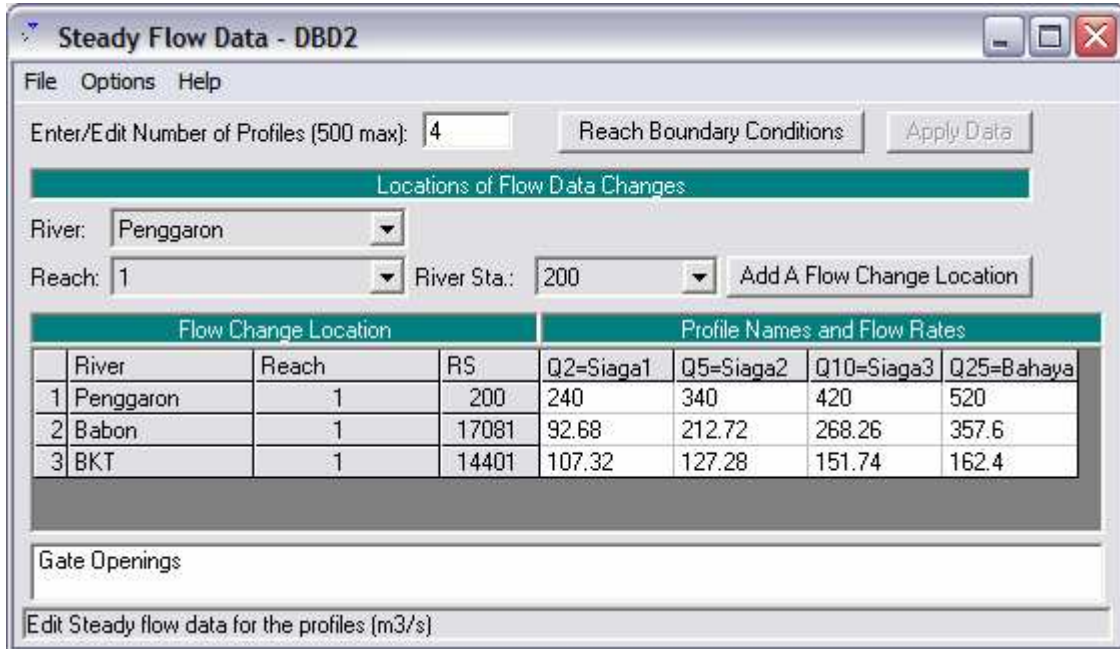


Batasan Hidraulik (Debit Tiap Periode Ulang dan Setting Regime Aliran Simulasi)

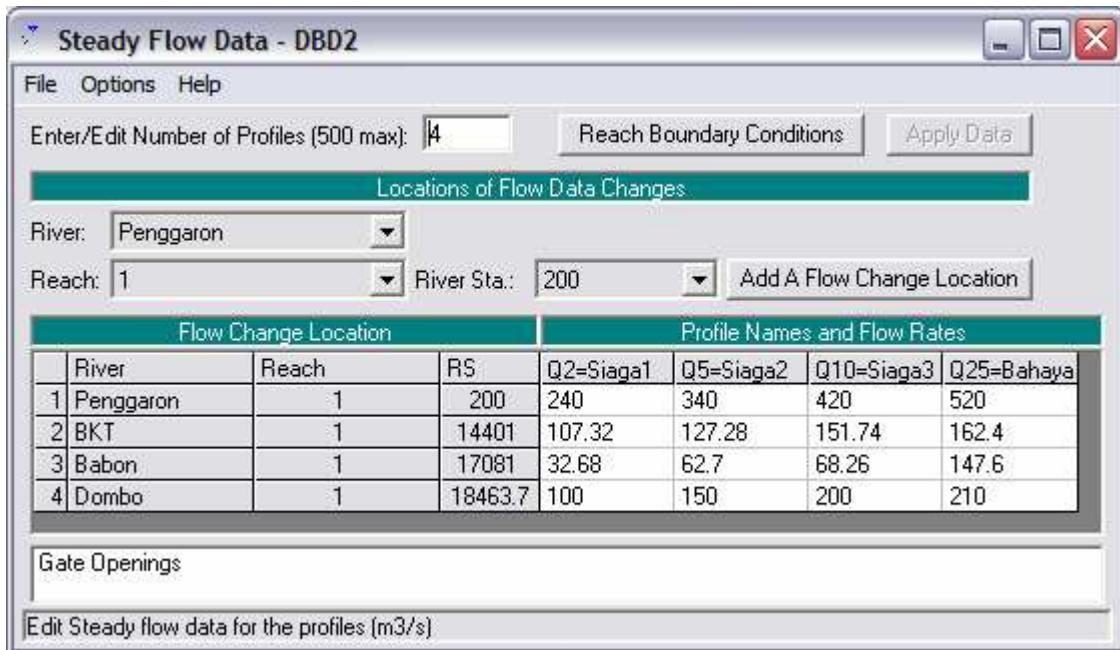


Profil Muka Air Sungai Babon (Atas) dan BKT (Bawah)

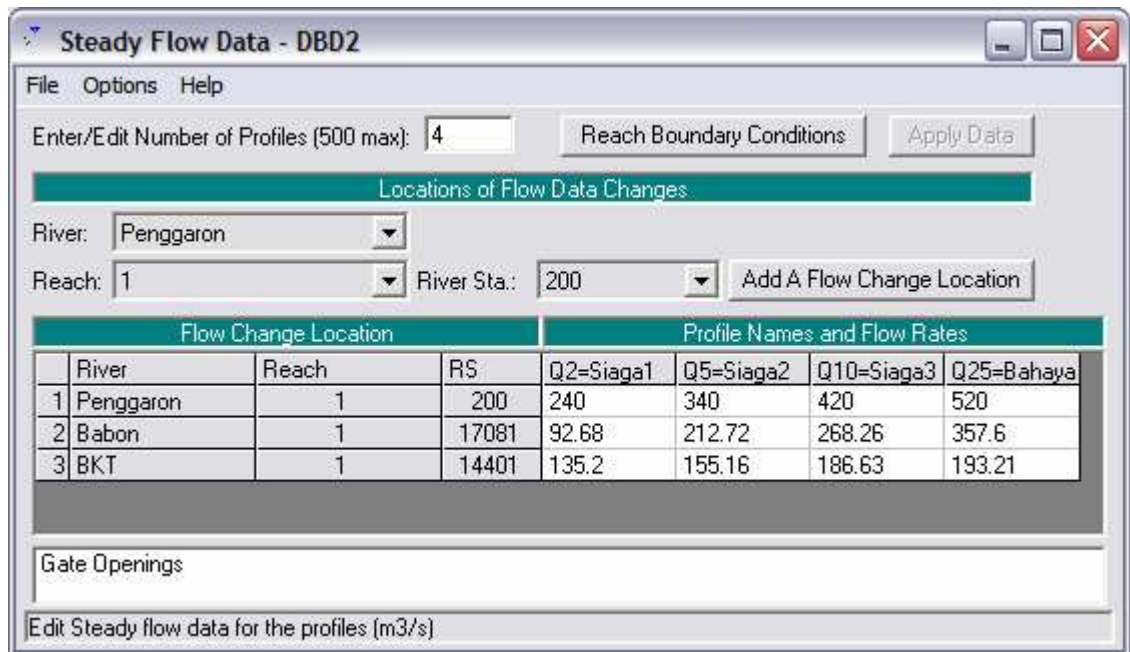
Simulasi dilakukan dalam dua tahap, dengan asumsi pertama Dombo-Sayung Floodway belum berfungsi. Berikut adalah batasan Hulu yang digunakan pada asumsi pertama.



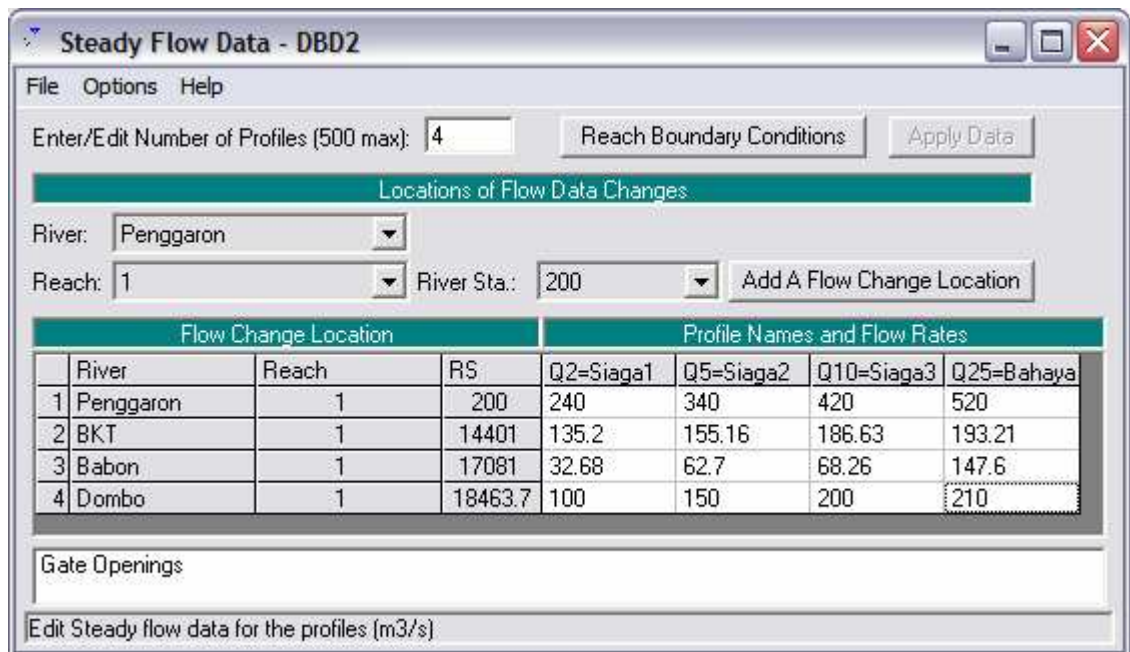
Tahap kedua menganggap bahwa Dombo Sayung telah berfungsi sebagai sistem pengendalian banjir, sehingga batasan hulu pada asumsi kedua ini menjadi sebagai berikut:



Dengan tahapan simulasi yang sama, maka kombinasi bukaan pintu dilakukan modifikasi sehingga batas hulunya berubah menjadi sebagai berikut:



Tahap 1: Simulasi Tanpa Dombo- Sayung Floodway



Tahap 2: Batasan Hulu untuk Simulasi Sistem BKT- Babon dan Dombo- Sayung Floodway

Berdasarkan hasil pemodelan hidraulik, diperoleh hasil debit penampang alur yang terjadi adalah sebagai berikut:

Q simulasi (m <sup>3</sup> /detik)	Banjir Kanal Timur (m <sup>3</sup> /detik) Q design= 170 m <sup>3</sup> /detik	Sungai Babon (m <sup>3</sup> /detik) Q design= 200 m <sup>3</sup> /detik	Dombo- Sayung Floodway (m <sup>3</sup> /detik) Q design= 210 m <sup>3</sup> /detik
210			<b>231,826</b>
200			<b>231,000</b>
150			166,405
100			108,965
193,21	<b>227,283</b>		
186,63	<b>223,338</b>		
155,16	<b>186,103</b>		
135,20	152,702		
147,6		167,346	
68,26		80,329	
62,70		74,096	
32,68		40,084	

Catatan: Yang tercetak tebal melebihi kapasitas rencananya. Hasil simulasi kapasitas diambil kondisi yang maksimal. Output simulasi selengkapnya terlampir pada Lampiran 4.4

Setelah dilakukan identifikasi titik limpasan pada berbagai kondisi bukaan pintu Bendung Pucang Gading, maka diperoleh sebagai berikut:

1. Pada saat Dombo-Sayung belum difungsikan, maka pada kondisi eksisting titik limpas banjir di BKT lebih sedikit dibandingkan dengan di Sungai Babon. Namun jumlah titik limpas di Babon dengan bukaan pintu usulan hanya berkurang 2 titik dari kondisi eksistingnya.
2. Pada saat Dombo-Sayung berfungsi, maka titik limpasan banjir secara drastis berkurang terutama dampak di BKT dan Sungai Babon.

Oleh karena usulan bukaan pintu berupaya mengalirkan debit banjir yang lebih besar, maka pada kondisi usulan bukaan pintunya akan terjadi limpasan yang lebih banyak lokasi titiknya. Secara rinci, jumlah titik limpasan tiap kondisi bukaan pintu disajikan pada Tabel 4.9. berikut,

**Tabel 4. 9.** Jumlah Titik Limpasan Tiap Kondisi Bukaan Pintu Pengendali Banjir Bendung Pucang Gading

No	Kondisi	Sungai	Jumlah Titik Limpasan Tiap Kondisi Bukaan			
			<i>Siaga 1</i>	<i>Siaga 2</i>	<i>Siaga 3</i>	<b><i>Bahaya</i></b>
1	Simulasi_Tanpa Dombo Sayung (plan DBDeksisting)	BKT	3	4	6	6
		Babon	17	75	119	201
2	Simulasi_Tanpa Dombo Sayung (plan DBDusuLan)	BKT	5	6	6	6
		Babon	15	75	119	191
3	Simulasi_All_OPusulan	BKT	4	6	6	6
		Babon	0	4	4	44
		Dombo	0	28	0	69
4	Simulasi_All_OPeksisting	BKT	2	4	5	5
		Babon	0	4	4	45
		Dombo	0	28	56	71

Sumber: Analisis, 2006

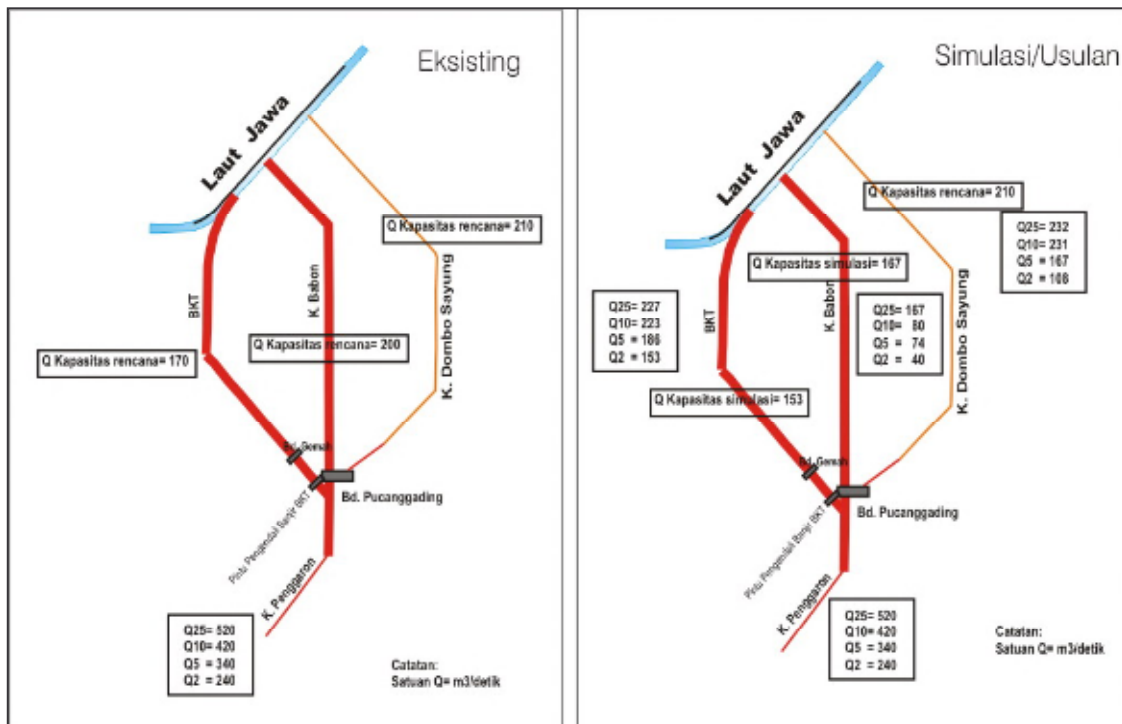
Setelah dikumulatifkan, maka dapat diketahui debit sistem pengendalian banjir yang berasal dari hulu yaitu Sungai Penggaron adalah seperti Tabel 4.10. berikut.

**Tabel 4. 10.** Debit Sistem Pengendalian Banjir BKT (Sungai Penggaron) terhadap Q desain

Debit Periode Ulang (Tahunan)	Qsistem simulasi (m <sup>3</sup> /detik)	Qdesain Penggaron (m <sup>3</sup> /detik)	Perbedaan (m <sup>3</sup> /detik)
Q25	626	520	106
Q10	535	420	115
Q5	427	340	87
Q2	302	240	62

Sumber: Analisis, 2006.

Secara visual, kondisi eksisting dan usulan disajikan pada skema Gambar 4.11 dan Tabel 4.9 berikut ini.



**Gambar 4.11.** Skema Perbandingan Hasil Simulasi Kondisi Eksisting dan Usulan

**Tabel 4.11.** Perbandingan Operasional Pintu BKT Kondisi Eksisting dan Usulan

Keterangan	OP pintu eksisting						OP pintu usulan					
	Pintu A (m)	Pintu B (m)	Pintu C (m)	Pintu D (m)	Pintu E (m)	Pintu F (m)	Pintu A (m)	Pintu B (m)	Pintu C (m)	Pintu D (m)	Pintu E (m)	Pintu F (m)
			0.50						0.50			
		0.50	0.50	0.5				0.50	0.50	0.5		
		1.0	1.0	1.0	1.0			1.0	1.0	1.0	1.0	
		1.00	1.50	1.50	1.00			1.00	1.50	1.50	1.00	
		1.50	1.50	1.50	1.50			1.50	1.50	1.50	1.50	
Siaga 1		2.00	2.00	2.00	2.00			2.00	2.00	2.00	2.00	
Siaga 2	0.50	2.00	2.00	2.00	2.00	0.50	0.00	2.00	2.50	2.50	2.00	0.00
Siaga 3	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	0.50	2.00	2.50	2.50	2.00	0.50
Bahaya	1.20	2.00	2.00	2.00	2.00	1.20	1.20	2.00	2.50	2.50	2.00	1.20
> Kapasitas BKT	1.50	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	1.20	2.00	2.50	2.50	2.00	1.20

Dengan demikian hipotesis terbukti bahwa telah terjadi peningkatan debit pada sistem pengendalian banjir di lokasi penelitian. Selain itu bukti visual dari pengamatan lapangan seperti dijelaskan pada Gambar 4.10, memperkuat dugaan bahwa penampang sungai sudah tidak mencukupi.

Modifikasi bukaan pintu dari simulasi hidraulik tidak menyebabkan berkurangnya banjir apabila penampang sungai sudah tidak mencukupi atau kondisi penampang yang tidak mendukung antara lain karena beberapa alasan:

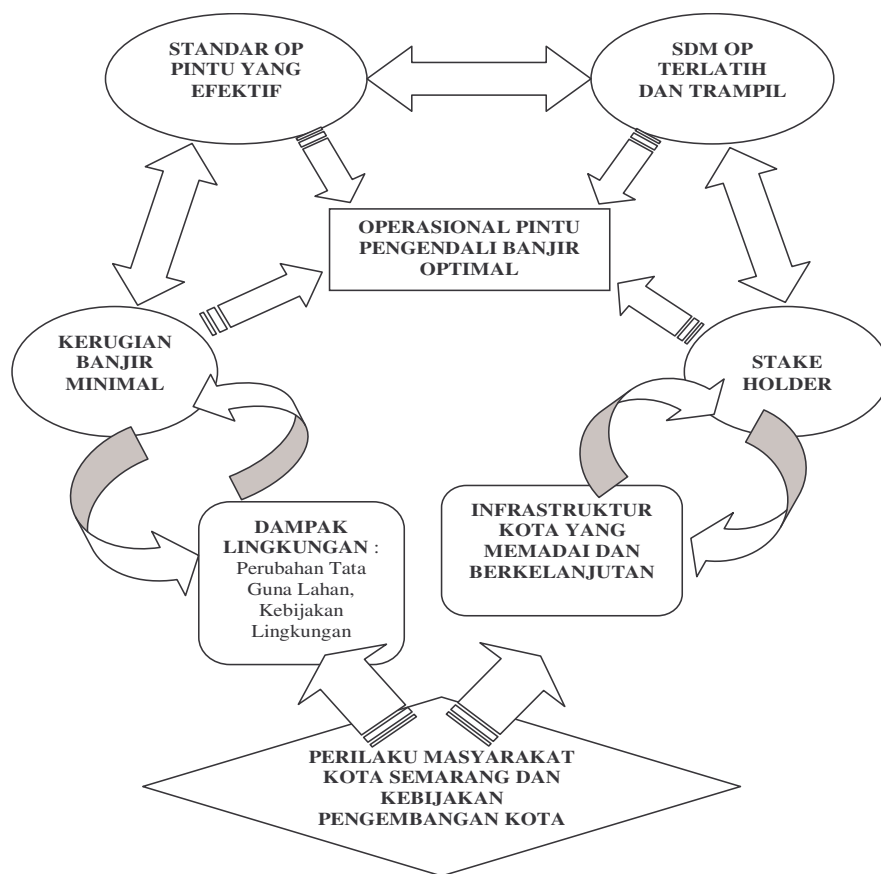
1. Normalisasi penampang sungai sangat tidak efektif karena tidak diikuti perkuatan, sehingga erosi hulu yang membawa sedimen mengembalikan kondisi awal penampang.
2. Perubahan tata guna lahan dan perkembangan perkotaan menyebabkan berubahnya karakteristik aliran dari Catchment area di hulu sistem pengendalian banjir. Sehingga menjadi suatu pekerjaan yang mubazir jika mengendalikan banjir perkotaan tidak diikuti mengendalikan penataan konservasi lahan, penataan pembangunan atau pengendalian perusakan alur sungai seperti pembuangan sampah ke badan sungai.

Jika diperhatikan kombinasi bukaan pintu di BKT lebih efektif jika debit yang dialirkan melalui pintu pengendali banjir adalah lebih kecil dari kondisi saat ini. *Floodway* Dombo-Sayung yang secara teknis menjadi harapan pengalihan debit banjir dari Sungai Penggaron menuju Banjir Kanal Timur dan Sungai Babon. Namun hal itu juga bukan satu-satunya solusi, karena sampai kapanpun banjir perkotaan adalah masalah yang kompleks. Optimalisasi operasional pintu pada kasus BKT paling realistis pada jangka pendek adalah dengan menurunkan debit yang dilepas dari pintu. Sedangkan jangka panjang yang perlu dilakukan adalah membuat sistem otomatis pada bukaan pintu dan membenahi sistem buangan banjir lainnya ( Normalisasi Penampang Jangka Panjang pada Sungai Babon dan BKT serta segera mempersiapkan *Floodway* Dombo Sayung segera beroperasi untuk masa mendatang).

#### **4.6.2. Usaha Optimalisasi Operasi Pintu Pengendali Banjir di BKT**

Permasalahan Operasi Pengendali Banjir yang ditemukan menunjukkan kompleknya kondisi manajemen infrastruktur kota Semarang, khususnya bangunan sungai. Oleh karena itu perlu usaha optimalisasi agar diperoleh Standar Operasi Pintu Pengendali Banjir di masa mendatang yang lebih bermanfaat bagi masyarakat kota Semarang yang menjadi korban banjir.

Kompleknya permasalahan operasional pintu penanganannya harus bertahap dan berkelanjutan. Beberapa komponen sistem yang terlibat dalam usaha pengendalian banjir pada hal ini antara lain petugas pintu, para stakeholder, maupun masyarakat kota Semarang. Secara skematik, konsep optimalisasi disajikan sebagai bagan komponen pengaruh optimalisasi operasi pintu pengendali banjir pada Gambar 4.12.



⇔ Hubungan Saling Tergantung    → Hubungan Pengaruh Langsung    ↻ Hubungan Aksi-Reaksi

**Gambar 4.12.** Komponen Optimalisasi Operasi Pintu Pengendali Banjir

Gambar 4.12. menjelaskan bahwa Operasional Pintu Pengendali Banjir menjadi optimal jika dipengaruhi oleh beberapa komponen yaitu Pertama, Sumber Daya Manusia (SDM) yaitu petugas pintu yang terampil, berpengalaman terhadap lokasi kerjanya, sensitif terhadap perubahan alam (sungai) dan komunikatif sehingga pada kondisi darurat akan bertindak cepat/ responsif.

Komponen Kedua, Standar OP Pintu yang Efektif maksudnya khusus untuk kondisi darurat tindakan operasi yang sifatnya sangat birokratis perlu di *by pass* jika indikator kejadian bahaya banjir sudah sangat jelas terjadi di lokasi atau pengamatan di bagian hulu melalui stasiun pengamatan yang sudah terintegrasi pada tiap titik kontrol. Para pengambil keputusan di lapangan sudah saatnya lebih reaktif terhadap perubahan alam, tidak menunggu laporan yang memakan waktu. Sehingga Komponen Ketiga yaitu Kerugian Banjir Minimal bisa tercapai.

Dampak Lingkungan adalah faktor yang mempengaruhi kerugian banjir secara tidak langsung, seperti perubahan tata guna lahan dan kebijakan lingkungan. Membangun tanpa perhitungan adalah bagian dari perilaku yang juga mempengaruhi perubahan daya dukung alam seperti kapasitas sungai terhadap debit air yang terjadi. Stakeholder sebagai Komponen keempat punya peran mempersiapkan Infrastruktur kota melalui kebijakannya secara memadai dan berkelanjutan artinya jika banjir yang terjadi relatif sangat singkat dan besar, jenis pintunya juga harus disesuaikan misalnya dengan sistem mekanikal elektrik secara otomatis pada kondisi darurat. Berkelanjutan artinya tidak hanya membuat infrastruktur itu ada tetapi juga dipantau kondisinya apakah suatu saat sudah tidak layak atau perlu diperbaiki bahkan diganti. Akhirnya muara perubahan sebagai Komponen dari segala komponen adalah Perilaku Masyarakat secara perorangan dan Kebijakan Pengembangan Kota secara kolektif.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dengan Operasional pada saat ini, hasil running dengan debit 85 m<sup>3</sup>/detik telah terjadi luapan di dekat Jembatan Gemah dan genangan di banjir di bantaran sungai daerah Sawah besar. Jika hasil simulasi periode ulang 2 tahun yang besarnya 153 m<sup>3</sup>/detik akan mengakibatkan dampak yang lebih besar. Oleh karena itu operasional pintu yang optimal tidak dapat digunakan karena *trend* karakteristik debitnya yang meningkat sejak dan kapasitas penampangnya yang sudah mulai menurun. Maka operasional pintu pengendali banjir di lokasi penelitian (Bendung Pucang Gading) dianggap tidak efektif lagi karena acuan debit yang digunakan belum pernah dikalibrasi sejak tahun 1982.
2. Optimalisasi Operasional Pintu Pengendali Banjir harus melibatkan empat komponen penting yaitu SDM yang terlatih dan terampil, Standar OP Efektif-Kebijakan berwawasan Lingkungan dan Infrastruktur yang Memadai dan Berkelanjutan
3. Telah terjadi peningkatan debit pada Alur Sistem Pengendalian Banjir dari hulu Sungai Penggaron. Debit periode ulang 25 tahun yang didesain 520 m<sup>3</sup>/detik (SMEC,1999) berdasarkan hasil simulasi meningkat menjadi 626 m<sup>3</sup>/detik. Pada periode ulang 10 tahun yang didesain 420 m<sup>3</sup>/detik setelah disimulasikan menjadi 535 m<sup>3</sup>/detik. Peningkatan debit terhadap kapasitas rencana rata-rata mencapai 24,7%. Selain karena debitnya yang relatif meningkat, kapasitas penampang faktanya juga mengalami penurunan. Debit banjir yang terjadi pada pengamatan 28 Januari 2006 telah melimpas di beberapa lokasi yang seharusnya menurut tingkat siaga banjir belum mencapai siaga 1 ternyata kondisinya sudah menunjukkan kondisi siaga 1.

## 5.2. Saran-Saran

1. Peningkatan kinerja operasional pintu yang optimal selalu melibatkan manusia sebagai pelaku dan sekaligus tujuan sehingga faktor kesejahteraan juga menjadi latar belakang yang perlu diperhatikan selain memperbaiki sistem secara umum.
2. Standar Operasional Pintu tidak hanya disusun secara teknis oleh birokrasi yang kompeten tetapi juga perlu mempertimbangkan masukan perubahan dari para pelaku operasional pintu, masyarakat korban banjir dan perubahan alam yang fluktuatif, sehingga Standar Operasional tidak sekedar teori belaka tetapi aktual dengan kondisi tiap tempat.
3. *Floodway* Dombo Sayung mendesak untuk dibangun dan difungsikan sebagai bagian dari sistem pengendalian banjir di Kota Semarang karena peningkatan debit yang signifikan berdasarkan probabilitas banjir sejak tahun 1990 sampai 2005 menunjukkan *trend* debit yang semakin meningkat. Hal ini berkaitan dengan kapasitas sungai yang semakin berkurang.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Design Note Final, 2003, *Pekerjaan Kali Babon Kota Semarang Paket P-7*, Dinas PSDA Propinsi Jateng
2. Fachruddin, Fauzi, 1999, *Penilaian Kelayakan Untuk Proyek Pengendalian Banjir*, JURNAL KEAIRAN, ISSN 0854-4549 No. 1 Tahun 5-Juli, Lab Pengaliran Teknik Sipil UNDIP
3. Final Sistem Planning, 2003, *Pekerjaan Perencanaan Banjir Kanal Timur Kota Semarang Paket P-6*, Dinas PSDA Propinsi Jateng.
4. Kodoatie, 2003. *Manajemen dan rekayasa Infrastruktur*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
5. Kodoatie, 2002. *Analisis Ekonomi Teknik*, Andi, Yogyakarta :
6. Kodoatie, Suharyanto, Sri Sangkawati, dan Sutarto Edhisono, 2001, *Pengelolaan Sumberdaya Air dalam Otonomi Daerah*, Andi, Yogyakarta
7. Kodoatie dan Sugiyanto, 2002, *Banji-Penyebab dan Metode Pengendaliannya*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta :
8. Lisle, R., K., dan Franzini, J., B., 1985. *Teknik Sumberdaya Air*, Erlangga, Jakarta.
9. Marzuki, *Metodologi Riset*, BPFE-UII Yogyakarta, 2001
10. Pedoman OP, 2003, *Pekerjaan Perencanaan Banjir Kanal Timur Kota Semarang Paket P-6*, Dinas PSDA Propinsi Jateng.
11. Santoso S., 2001, *SPSS Versi 10, Pengolah Data Statistik Secara Profesional*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta
12. Santoso, S, 2004, *Mengatasi Berbagai Masalah Statistik dengan SPSS versi 11.5*”, PT. Elex Media Komputindo, Cetakan Kedua, April , Jakarta
13. SMEC, Tri Tunggal, Multimera Harapan dan Geomas Matra Perdana, 1999. *Semarang Flood Control Project Consolidated Preparation Study, Volume 3, Flood Control For Dolok-Penggaron River Sistem*, Semarang
14. Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.
15. Sugiyono, 1999. *Metode Penelitian*, CV. Alfa Beta, Bandung
16. Supriharyono, 2000, *Intisari Materi Kuliah Metodologi Penelitian*”, Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Undip.
17. Suripin, 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.
18. USACE, Januari, 2001. *Hydraulic Reference Manual HEC RAS Version 3.0*

## LAMPIRAN