

BAB 3 STUDI TERHADAP PENGOPERASIAN WADUK PENAMPUNG SEDIMEN

3.1 Penelusuran Banjir dari Waduk Penampung Sedimen (WPS)

3.1.1 Pendahuluan

Waduk Penampung Sedimen yang berskala kecil akan dibangun didalam lingkup Waduk Wonogiri dengan pembuatan Tanggul Penutup. Dengan demikian Waduk Wonogiri akan dibagi menjadi 2-bagian waduk, yaitu Waduk Penampung Sedimen dan Waduk Wonogiri. Kedua waduk tersebut dioperasikan secara terpisah dan tidak saling bergantung. Endapan sedimen dari sungai Keduang yang terdapat didalam Waduk Penampung Sedimen dapat dilepas tanpa menggunakan air yang sudah tertampung di waduk Wonogiri, bilamana diperlukan. Tinggi muka air waduk Wonogiri dapat dipertahankan tanpa mengurangi volume (banyaknya) air, ketika pengoperasian pelepasan sedimen dilaksanakan di Waduk Penampung Sedimen.

Pada bagian ini, simulasi banjir rutin dilaksanakan. Tujuan dari simulasi banjir rutin adalah sebagai berikut:

- i) Verifikasi pada fungsi pengendalian banjir terhadap beberapa desain banjir dengan arti operasi gabungan dari 2-waduk.
- ii) Menentukan desain banjir untuk bangunan pelimpah dan pintu dari Waduk Penampung Sedimen, dan
- iii) Menentukan panjang dari Tanggul Pelimpah dari sudut keamanan bendungan terhadap Kemungkinan Banjir Maksimum (*Probable Maximum Flood/PMF*).

3.1.2 Mengkaji Ulang pada Konsep Dasar dari Operasi/Pengoperasian Waduk Wonogiri

(1) Desain Banjir

Debit aliran masuk yang mencapai lebih dari 400 m³/detik disebut sebagai banjir pada Pedoman Operasi Waduk Wonogiri. Terdapat 3 (tiga) banjir desain, yang telah didefinisikan untuk menentukan tinggi muka air dan desain bangunan pelimpah dan tubuh bendungan seperti dikemukakan pada Tabel 3.1.1.

Tabel. 3.1.1 Banjir Desain dari Waduk Wonogiri

Banjir Desain		Debit Aliran Puncak	Keterangan
Standart Debit Banjir yang tertinggi	(SHFD)	4.000 m ³ /detik	Banjir desain proyek terkait dengan data banjir maximum pada tahun 1966 yang terjadi pada interval 60 tahunan.
Debit Banjir Bangunan Pelimpah	(Design Flood)	5.100 m ³ /detik	1,2 kali banjir 100 tahun
Banjir Maximum yang mungkin terjadi	(PMF)	9.600 m ³ /detik	(Banjir bandang)

Sumber: Proyek Bendungan Serbaguna Wonogiri, Bagian I Ringkasan dari Pelayanan Rekayasa Enjinereng Rinci, Januari 1978

(2) Operasi Pengendalian Banjir

Periode banjir dan periode tidak banjir didefinisikan sebagai berikut:

Periode banjir : 1 Desember s/d 15 April

Periode tidak banjir : Mei s/d 30 Nopember
Periode pemulihan : 16 April s/d 30 April.

Selama periode banjir, muka air waduk harus dipertahankan pada elevasi 135,0 m, sehingga waduk yang mempunyai kapasitas tampungan sebesar $220 \times 10^6 \text{ m}^3$ untuk pengendalian debit banjir.

Ketika debit aliran masuk melebihi $400 \text{ m}^3/\text{detik}$, maka dilakukan pelepasan air didalam waduk untuk mempertahankan total debit keluaran pada $400 \text{ m}^3/\text{detik}$ secara konstan, yang menyebabkan adanya biaya tambahan di waduk. Pintu di bangunan pelimpah (spillway) dapat dioperasikan dengan membuka sebagian s/d muka air waduk mencapai elevasi 138,20 m (muka air tambahan). Pada kasus dimana muka air waduk meningkat sampai melebihi elevasi 138,20 m, maka pelepasan air waduk perlu dilakukan dalam artian pada kondisi pelepasan bebas. Untuk itu seluruh pintu air pada bangunan pelimpah perlu disusun pada posisi terbuka penuh.

Tidak ada pengoperasian sebagian yang dibolehkan s/d muka air waduk lebih rendah dari elevasi 137,70 m. Tabel berikut ini memberikan aturan operasi dari pintu bangunan pelimpah.

Tabel 3.1.2 Pintu Pengendali Pengoperasian Banjir dengan Bangunan Pelimpah yang ada

Kondisi	Debit Keluaran	Pintu Pengendali
RWL < CWL (El.135.3 m)	0	Tidak ada pengendali
CWL (El.135.3 m) < RWL < SWL (El.138.2 m)	0-400	Pintu Pengendali
SWL (El.138.2 m) \leq RWL < EFWL(El.139.1 m)	400-1,360	Aliran bebas

Sumber: Proyek Bendungan Serbaguna Wonogiri, Bagian I Laporan Ringkasan pada Jasa Rekayasa enjinering rinci, Januari 1978.

<Pintu Bangunan Pelimpah >

Tinggi Puncak Bendungan : EL.131.0 m
Tipe Pintu : Pintu radial
Lebar : B = 30 m panjang seluruhnya
Jumlah : 4bh (masing2 7,5 m lebar)

(3) Rancangan Tinggi Muka Air Waduk

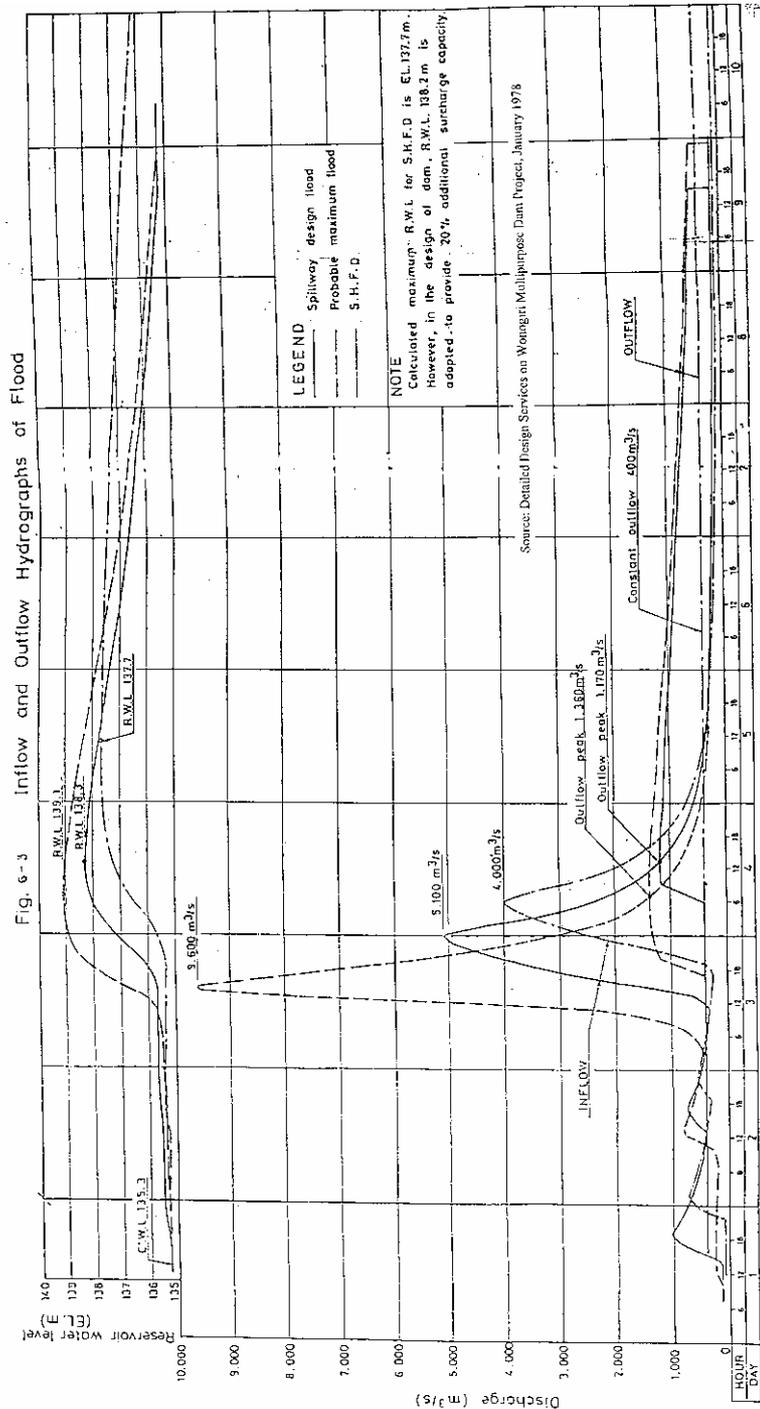
Beberapa Banjir Rencana (Desain) dari Muka Air dari banjir desain ditentukan oleh Simulasi Pengendalian Banjir berdasarkan pada Aturan Pengoperasian di atas. Hidrograf operasi banjir didalam waduk Wonogiri yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.1. Volume Penampungan Maximum, tinggi muka air waduk dan hasil keluaran dari banjir rencana diringkas pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.1.3 Muka Air Waduk Rencana di Waduk Wonogiri

Banjir Rencana		Debit Aliran Puncak	Volume Tampungan Maksimum	Muka Air Waduk Maksimum (EL. m)	Debit Keluaran Maksimum (m^3/s)
Debit Banjir Tertinggi Standar	(SHFD)	4.000	183	137,7	400
Banjir Rencana Bangunan Pelimpah	Banjir Rencana (Design Flood)	5.100	228	138,3 Design Flood Water Level (DFWL)	1.160
Kemungkinan Banjir Maksimum	(PMF)	9.600	305	139,1 Extra Flood Water Level (EFWL)	1.360

Sumber: Proyek Bendungan Serbaguna Wonogiri, Bagian I Buku Ringkasan pada Pelayanan Jasa Rekayasa Enjinering, Januari, 1978

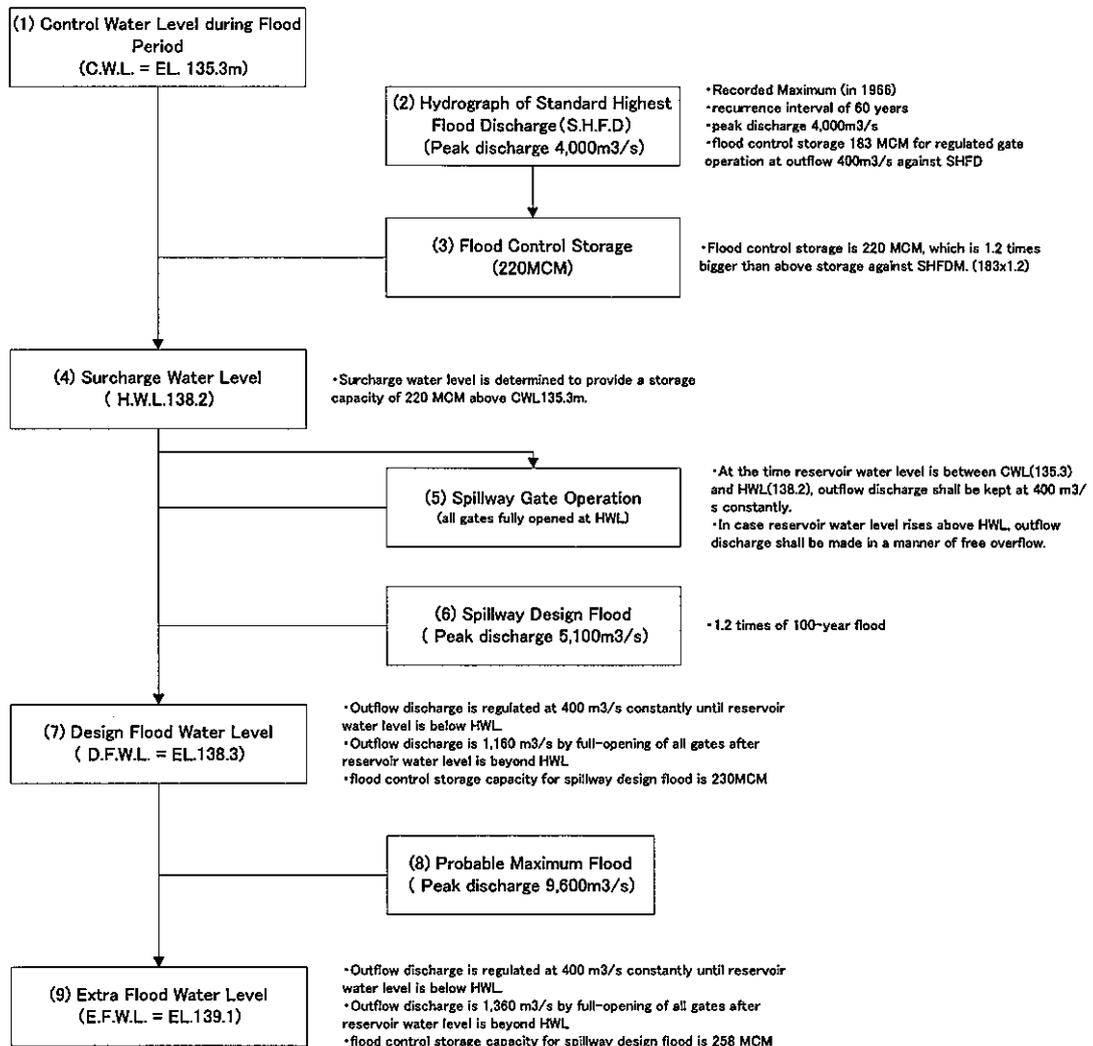
Untuk tambahan pada muka air desain di atas, muka air tambahan pada elevasi 138,2 m dibuat untuk mempertahankan kapasitas tampungan untuk mengendalikan banjir dari $220 \times 10^6 \text{ m}^3$, yaitu 1,2 kali lebih besar dari pada kapasitas tampungan pengendali untuk Standart Debit Banjir Tertinggi (SHFD) yaitu $4.000 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pada kasus muka air waduk melebihi muka air tambahan, seluruh pintu dari bangunan pelimpah harus disusun pada posisi terbuka penuh. Bagan alur dari pembuatan muka air rencana digambarkan pada Gambar 3.1.2



Sumber: Proyek Bendungan Serbaguna Wonogiri, Bagian I Buku Ringkasan pada Pelayanan Jasa Rekayasa Enjinering Rinci, Januari 1978

Gambar 3.1.1 Hidrograf Aliran Masuk dan Keluar dari Banjir Rencana

Design Water Level of Wonogiri Dam in the Original Design



Sumber: Proyek Bendungan Serbaguna Wonogiri, Bagian I Buku Ringkasan pada Pelayanan Jasa Rekayasa Enjinerig Rinci Wonogiri Multipurpose Dam Project, Part I Summary Report on Detail Engineering Services, January 1978

Gambar 3.1.2 Bagan Alir dalam Menentukan Muka Air Waduk Rencana

3.1.3 Tinggi Jagaan dari Bendungan Wonogiri

Tinggi jagaan adalah jarak vertikal antara puncak dari zona inti dari tubuh bendungan yang kedap air (tanpa saluran rembesan) dan permukaan air waduk. Tinggi jagaan melengkapi faktor keamanan terhadap segala kemungkinan, seperti penurunan bendungan, terjadinya aliran banjir, kadang-kadang lebih besar dari banjir rencana atau kesalahan fungsi dari pengendalian bangunan pelimpah atau pekerjaan saluran pembuang, dsb.

Untuk menyediakan tinggi jagaan dan untuk menentukan elevasi puncak dari zona inti yang kedap air dari bendungan utama, berikut ini terdapat 3-kasus yang dipertimbangkan pada desain rinci pada tahun 1978. Kriteria dari kasus 1 dan 2 dikemukakan pada "Desain Bendungan Kecil" dan untuk kasus 3 disajikan pada "Kriteria Desain untuk Bendungan di Jepang".

- Kasus 1 : PMF terjadi dan fungsi bangunan pelimpah seperti direncanakan. Pada kasus ini tinggi jagaan dilengkapi untuk mencegah naiknya permukaan air melebihi dari zina inti dari tubuh bendungan yang kedap air, dengan atau akibat aksi gelombang yang dapat bertepatan dengan banjir Maksimum yang mungkin terjadi.
- Kasus 2 : PMF terjadi ketika bangunan pelimpah mengalami penyimpangan fungsi dari atau akibat faktor manusia atau kegagalan mekanik dalam membuka pintu. Dalam hal ini tidak adanya kesempatan untuk terjadinya gelombang atau kemungkinan yang lain, maka pada bendungan tidak terjadi “Over topping atau Limpasan”.
- Kasus 3 : Banjir rencana terjadi ketika fungsi bangunan pelimpah seperti direncanakan. Dalam kasus ini tinggi jagaan yang terdiri atas memberi kesempatan terjadinya aksi gelombang, malfungsi dari pintu bangunan pelimpah dan dimungkinkan akibat dari tipe bendungan (tipe urugan atau tidak urugan). Bilamana setengah dari tinggi gelombang diakibatkan oleh gempa bumi melebihi tinggi gelombang akibat angin, maka yang dulu digunakan dari pada yang baru.

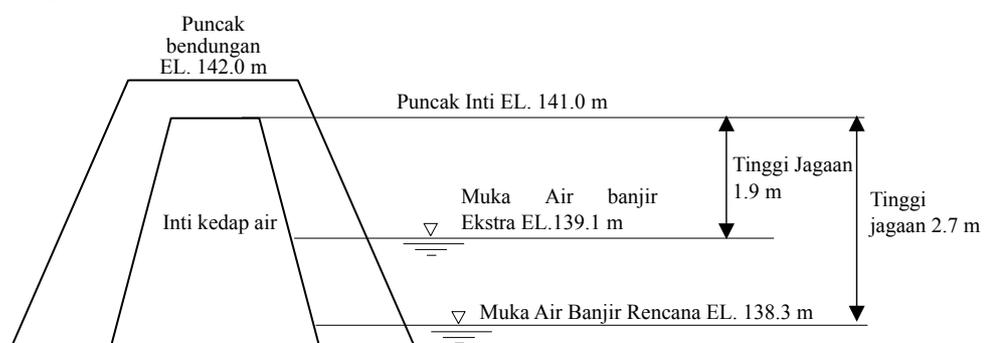
Hasil dari pengujian diringkas sebagai berikut:

Tabel 3.1.4 Ringkasan Dari Hasil Pengujian Tinggi Jagaan Bendungan Wonogiri

Kasus	Muka Air Waduk Maksimum		Tinggi jagaan			Kepentingan Elevasi Puncak dari Zona Inti Yang Kedap Air	
1	EFWL	ombak					
	139.1	+	1.8			=	140.9
							≤ EL.141.0m
2							
	140.9	+	0			=	140.9
							≤ EL.141.0m
3	DFWL	ombak	pintu	Earth fill dam			
	138.3	+	1.2	+	0.5	+	1.0
						=	141.0
							≤ EL.141.0m

Sumber: Proyek Bendungan Serbaguna Wonogiri, Bagian I Buku Ringkasan pada Pelayanan Jasa Rekayasa Enjinerig Rinci, Januari 1978.

Seperti halnya hasil pengujian, elevasi puncak dari zona inti yang kedap air ditentukan pada elevasi 141,0 m seperti dikemukakan dibawah ini. Tinggi jagaan adalah 1,9 m terhadap Muka Air Banjir Ekstra pada elevasi 139,1 m dan 2,7 m terhadap DFWL pada elevasi 138,3 m untuk mencegah permukaan air waduk melimpas dari zona inti dari urugan yang kedap air.



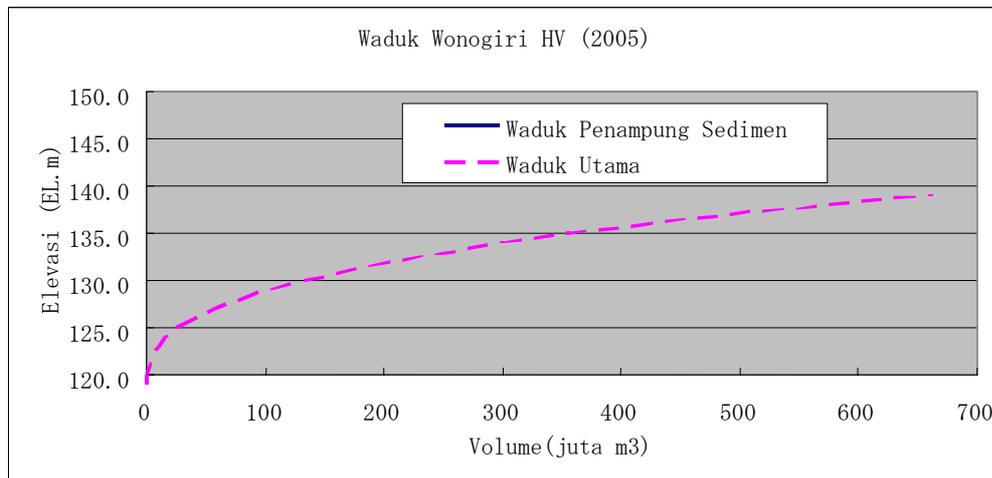
Sumber : Tim Studi JICA

Gambar 3.1.3 Tinggi Jagaan dari Bendungan Wonogiri

3.1.4 Kondisi Dasar untuk Penelusuran Banjir

(1) Kurva Kapasitas Waduk (H-V) pada 2-Waduk

Kurva kapasitas waduk yang ada, baik untuk Waduk Penampung Sedimen (WPS) dan Waduk Wonogiri dikembangkan dari survai sedimentasi waduk pada tahun 2005. gambar 3.1.4 dibawah ini menyajikan kurva kapasitas waduk sekarang. Kapasitas tampungan dari kantong sedimen di waduk adalah sekitar 11 juta m³ pada CWL 135,3 m.

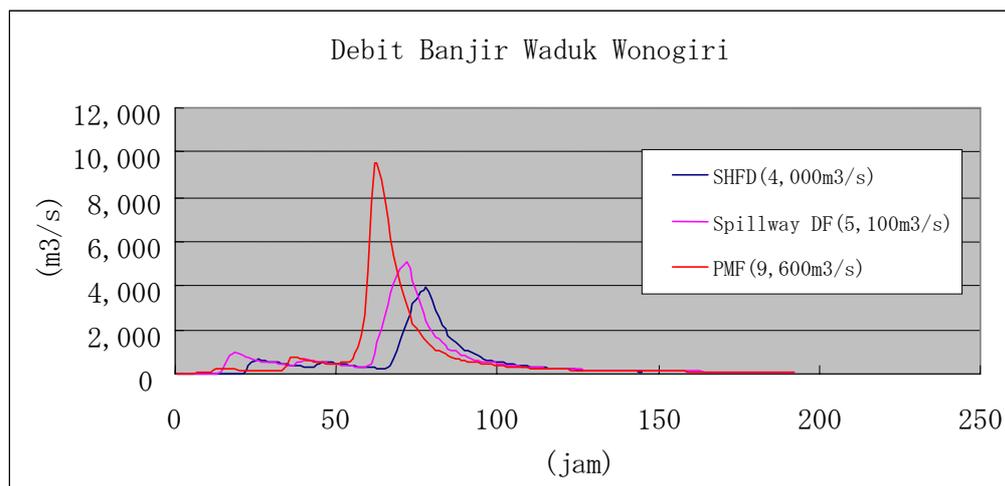


Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 3.1.4 Kurva Kapasitas Waduk pada tahun 2005

(2) Aliran Banjir Rencana kedalam dua Waduk

Sebagaimana dikemukakan pada Tabel 3.1.3 pada bagian 3.1.2, tiga - banjir rencana telah digunakan untuk membuat desain rinci dari Bendungan dan Waduk Wonogiri seperti dikemukakan dibawah ini. Aliran banjir rencana ini masuk kedalam Waduk Penampung Sedimen dan waduk Wonogiri dibedakan berdasarkan rasio luas DTA-nya



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 3.1.5 Banjir Rencana dari Waduk Wonogiri pada Desain Rinci pada Tahun 1978

(3) Kurva Kapasitas Debit dari Pintu di Waduk Penampung Sedimen

Dua set pintu (W 7,5 m x 2 buah) akan dipasang pada sebelah kanan sayap bendungan.

Debit dari pintu diestimasikan dengan menggunakan formula:

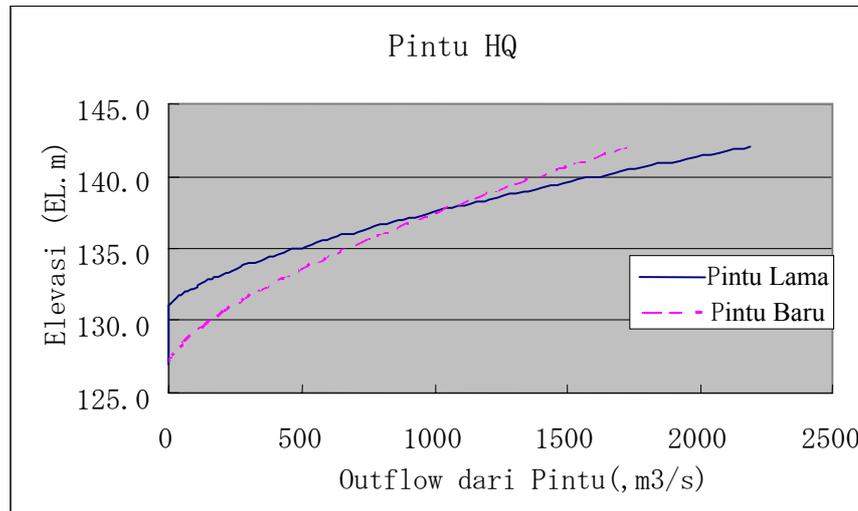
$$Q = C \times B \times H^{3/2}$$

Dimana, C : Koefisien aliran (=2,0)

B : Lebar pintu (=15,0)

H : Kedalaman air (m)

Kurva hubungan debit dengan kedalaman air (H-Q) dari pintu yang baru sebagaimana kurva dari pintu bangunan pelimpah yang dikemukakan pada Gambar 3.1.6 dibawah ini



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 3.1.6 Kurva Kapasitas Debit Pintu

Seperti dikemukakan diatas, elevasi puncak spillway disusun pada elevasi 131,0 m untuk bangunan spillway yang ada dan elevasi 127,0 m untuk spillway dengan pintu dari Waduk Penampung Sedimen (WPS) yang baru.

(4) Tanggul penutup dari Waduk Penampung Sedimen

Panjang dari tanggul penutup adalah 650 m. Tinggi puncak dari tanggul penutup disusun pada elevasi 138,3 m, bahwa ini merupakan Tinggi Muka Air Banjir Rencana (DFWL) (Periksa Tabel 3.1.3).

(5) Tanggul pelimpah dari Waduk Penampung Sedimen

Panjang dari tanggul pelimpah adalah variabel dan subyek yang harus ditentukan melalui kalkulasi (perhitungan) banjir rutin. Tinggi puncak dari tanggul pelimpah disusun pada NHWL 136,0 m.

3.1.5 Asumsi operasional dari Waduk Penampung Sedimen pada Penelusuran Banjir

Untuk operasional penelusuran banjir, asumsi operasional berikut ini dipergunakan :

- i) Tinggi muka air waduk awal dari ke-2 waduk untuk kalkulasi banjir rutin disusun pada elevasi CWL 135,3 m untuk ke-2 waduk.
- ii) Debit konstan sebesar 75 m³/detik dilepas dari Waduk Wonogiri untuk keperluan PLTA.
- iii) Aturan operasi banjir dari Waduk Wonogiri yang berlaku akan diobservasi dan tinggi muka air waduk untuk banjir rencana (Periksa Tabel 3.1.3) tidak berubah.
- iv) Pengendalian pintu dari spillway yang ada untuk operasional banjir yang berlaku akan dipergunakan untuk operasional Waduk Penampung Sedimen (WPS) dengan pintu yang baru.

- v) Pada kasus operasional menghadapi PMF, air didalam Waduk Penampung Sedimen dibiarkan melimpah melewati tanggul penutup menuju ke Waduk Wonogiri.

3.1.6 Hasil Penelusuran Banjir

(1) Panjang Tanggul Pelimpah

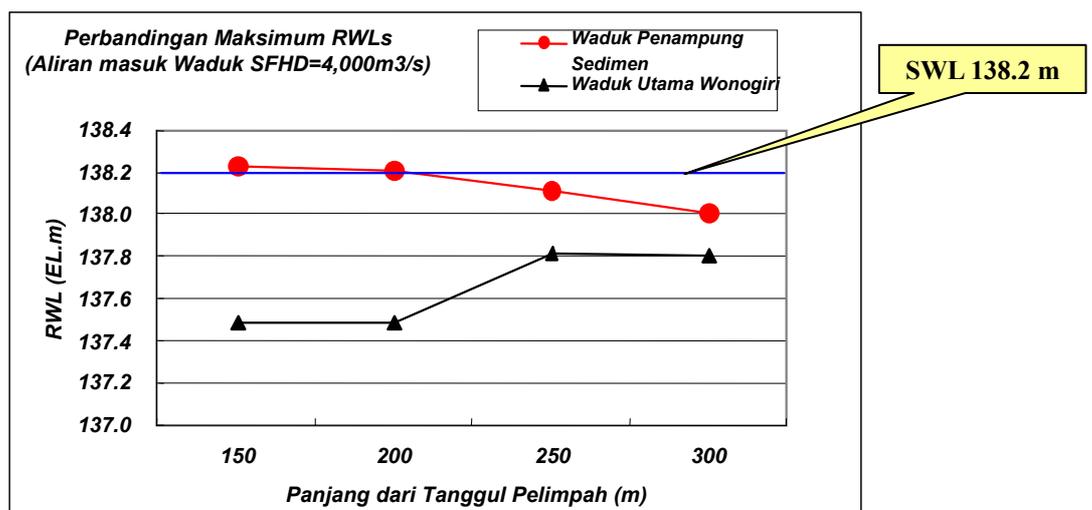
Dari sudut pandang keselamatan operasi waduk terhadap kejadian banjir yang paling ekstrim, akan sangat dibutuhkan bahwa perbedaan muka air waduk di antara waduk penyimpan sedimen dan waduk utama Wonogiri menjadi lebih kecil. Seperti yang tergambar dalam Angka 3.1.2, tambahan muka air 138.2 m telah ditentukan untuk SHFD dengan puncak debit 4,000 m³/detik. Tabel 3.1.5 menunjukkan hasil banjir rutin untuk membandingkan muka air waduk maksimum dari 2 (dua) waduk di bawah perbedaan panjang tanggul pelimpah.

Tabel 3.1.5 Hasil Penelusuran Banjir dengan Fokus pada Panjang Tanggul Pelimpah

Kasus	Satuan	1	2	3	4
Panjang Tanggul	m	150	200	250	300
Waduk Penampung Sedimen	EL. m	138.23	138.21	138.11	138.01
Waduk Utama Wonogiri	EL. m	137.48	137.49	137.82	137.81
Perbedaan Muka Air	m	0.75	0.72	0.24	0.20
Debit Limpahan	m ³ /s	440	650	550	580
Pelepasan Air dari Pintu Baru	m ³ /s	1,130	1,130	400	400
Pelepasan Air dari Spillway yang ada	m ³ /s	0	0	0	0

Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 3.1.7 mengilustrasikan hasil dari banjir rutin. Pada kasus dimana panjang tanggul pelimpah kurang dari 200 m (Kasus 1 dan 2 diatas), tinggi muka air maksimum dari ke-2 waduk melebihi SWL 138,2 m dan sehingga air yang dilepas dari pintu baru melebihi 400 m³/detik, karena pintu dibuka penuh. Dipihak lain, tanggul pelimpah, bendung pelimpah dengan bentangan lebih panjang panjang dari 250 m (Kasus 3 dan 4) memberikan maksimum tinggi muka air di bawah SWL dan karenanya pelepasan air dari pintu baru diatur pada 400 m³/detik. Hal ini akan memenuhi pengendalian banjir yang diperlukan dari waduk Wonogiri untuk mengendalikan SHFD (4.000 m³/detik) pada aliran konstan (400 m³/detik). Panjang tanggul pelimpah diusulkan sekitar 250 m dari sudut pandang efektifitas. Gambar 3.1.8 menampilkan hasil dari Kasus 3 di atas.



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 3.1.7 Kurve Kapasitas Pelepasan dari Pintu

(2) Debit Rencana Bangunan Pelimpah (Spillway)

Banjir rutin dari Waduk Penampung Sedimen dengan tanggul pelimpah sepanjang 250 m ditujukan untuk menghadapi Debit Rencana Spillway (SDD) dengan debit puncak sebesar $5.100 \text{ m}^3/\text{detik}$. SDD dipergunakan untuk men-desain bangunan spillway yang ada. Hasilnya disajikan pada Gambar 3.1.9 dan diringkas berikut ini :

Tinggi Muka Air (TMA) Maksimum pada WPS	: El. 138,27 m
Tinggi Muka Air (TMA) Maksimum pada Waduk Wonogiri	: El. 138,15 m
Debit limpahan maksimum dari tanggul pelimpah	: $700 \text{ m}^3/\text{detik}$
Pelepasan Air Maksimum dari pintu yang baru	: $1.140 \text{ m}^3/\text{detik}$
Pelepasan Air Maksimum dari spillway yang ada (lama)	: $0 \text{ m}^3/\text{detik}$

Perangai (kelakuan) dari ke-2 waduk tersebut diatas seringkali sama seperti halnya pada kasus SHFD diatas. Pelepasan air maksimum dari Waduk Penampung Sedimen melalui pintu yang baru adalah sebesar $1.140 \text{ m}^3/\text{detik}$, karena airnya ini melebihi SWL 138,20 m. Dalam kaitan ini tidak ada air yang dilepas melalui kendali bangunan spillway yang ada, karena TMA Waduk Wonogiri ada dibawah SWL. Debit rencana dari bangunan spillway yang baru dan pintu dari Waduk Penampung Sedimen, karena itu ditentukan sebesar $1.140 \text{ m}^3/\text{detik}$.

(1) Banjir Maksimum Yang Mungkin Terjadi (PMF)

Penelusuran banjir dari Waduk Penampung Sedimen dengan tanggul pelimpah sepanjang 250 m diarahkan untuk menghadapi PMF dengan debit puncak sebesar $9.600 \text{ m}^3/\text{detik}$. Hasilnya dikemukakan pada Gambar 3.1.10 dan diringkas sebagai berikut:

TMA Maksimum pada Waduk Penampung Sedimen	: El. 138,61 m
TMA Maksimum pada Waduk Wonogiri	: El. 138,95 m
Debit limpahan Maksimum dari tanggul pelimpah	: $1,220 \text{ m}^3/\text{det}$
Debit limpahan Maksimum dari tanggul tertutup	: $650 \text{ m}^3/\text{detik}$
Pelepasan Air Maksimum dari pintu yang baru	: $1.270 \text{ m}^3/\text{detik}$
Pelepasan Air Maksimum dari spillway yang ada	: $1.360 \text{ m}^3/\text{detik}$

TMA Waduk yang maksimum mencapai El. 138,95 m di Waduk Wonogiri dan pada El. 138,61 m di Waduk Penampung Sedimen (WPS). Kedua TMA Maksimum tersebut berada dibawah TMA Banjir Ekstra, yaitu sebesar 139,10 m. Dengan demikian Waduk Wonogiri disesuaikan keamanannya terhadap PMF, karena itu Tinggi Jagaan Bendungan Wonogiri yang asli menghadapi adanya limpahan dapat dijamin.

3.2 Hasil Analisis Turbiditas (Kekeruhan) untuk air dari Waduk Wonogiri yang mencapai Daerah Hilir

3.2.1 Garis Besar Analisis

Dalam Rencana Induk (RI), pembangunan Waduk Penampung Sedimen dengan pintu baru diusulkan sebagai salah satu tindakan penanggulangan yang mendesak. Tindakan penanggulangan ini bertujuan untuk menjamin kesinambungan fungsi bangunan pengambilan (Intake) yang ada, melalui pelepasan sedimen atau sistem pengglontoran di Waduk Penampung Sedimen tanpa menggunakan air tampungan di Waduk Wonogiri Melalui pengoperasian ini, maka penggunaan Waduk Wonogiri yang berkelanjutan (terus menerus) dan keseimbangan sedimen yang cocok di wilayah sungai Bengawan Solo akan

tercapai dimasa mendatang. Selanjutnya, bersamaan dengan pelepasan sedimen/sistem pengglontoran dioperasikan, maka air dengan nilai turbiditas tinggi dalam jumlah yang berlimpah akan dilepas ke bagian hilir dalam jangka waktu tertentu. Pelepasan ini akan mengancam dan menyebabkan dampak penting terhadap komponen sosial dan komponen sumber daya alam di bagian hilir. Berapa volume sedimen yang diijinkan untuk dilepas merupakan faktor teknis yang perlu diperhatikan untuk menghindari/mengurangi dampak negati yang mungkin timbul

Pada bagian ini, mengemukakan tujuan dari pengujian terhadap pengoperasian yang tepat (sesuai) untuk meminimalisasi timbulnya dampak di bagian hilir; analisis hidraulik sedimen juga dilaksanakan untuk model simulasi tentang fluktuasi dari turbiditas, akibat pelepasan air yang mempunyai nilai kekeruhan tinggi dari Waduk Penampung Sedimen.

3.2.2 Model Analisis Turbiditas

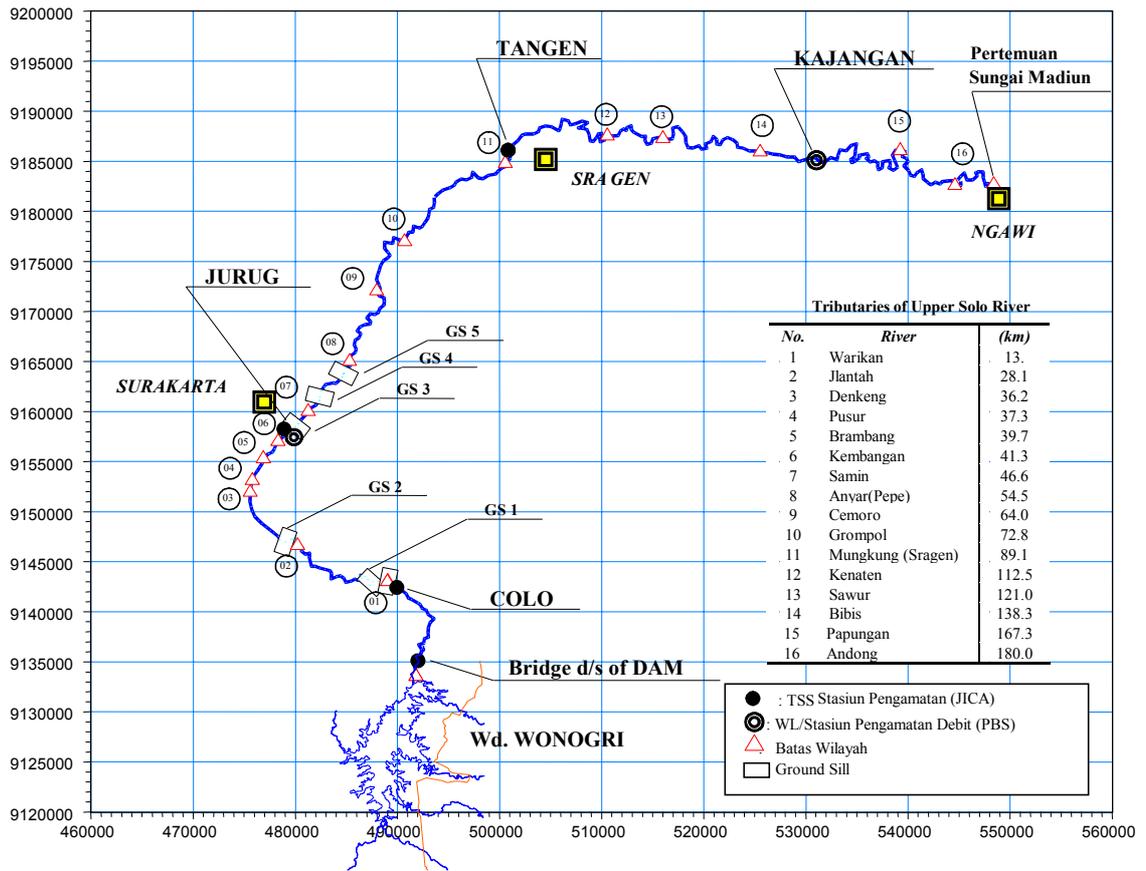
(1) Daerah Sasaran

Daerah sasaran (obyek) dari analisis turbiditas adalah sungai utama Bengawan Solo Hulu dari Bendungan Wonogiri s/d Ngawi, yaitu pertemuannya dengan sungai Madiun. Alur sungai yang mejadi obyek analisis sepanjang 200 km. Peta lokasi dari wilayah sungai Bengawan Solo Hulu yang dipergunakan untuk model analisis turbiditas disajikan pada Gambar 3.2.1 pada halaman berikut. Dalam model analisis yang didesain terdapat 16 anak sungai yang masuk kedalam sungai utama Bengawan Solo diantara Bendungan Wonogiri s/d Ngawi dan pintu pengambilan Colo serta lima (5) buah groundsill telah dibangun antara Jurug s/d pintu Colo yang diperuntukan bagi stabilisasi dasar sungai.

Pada alur sungai ini terdapat stasiun pengamatan TMA yang dipasang di Jurug (51 km di bagian hilir dari Bendungan Wonogiri) dan Kajangan (131 km di bagian hilir bendungan Wonogiri). Konsentrasi padatan tersuspensi di sungai utama secara berkala diamati oleh Tim Studi JICA pada empat (4) lokasi, yaitu : i) tepat dibagian hilir Bendungan Wonogiri, ii) pintu pengambilan Colo, iii) jembatan Jurug dan iv) jembatan Tangen.

(3) Model Analisis

Untuk model analisis turbiditas, dipergunakan MIKE 11, karena mempunyai berbagai kepandaian dan luas dipergunakan sebagai perangkat lunak komersil. Metode kalkulasi untuk model analisis turbiditas pada dasarnya menggunakan persamaan yang sama dengan model sedimentasi waduk, sebagaimana dikemukakan pada "Annex No. 4 Analisis Sedimentasi Waduk". Garis besar dari metode kalkulasi (perhitungan) dan kondisi dasar disajikan pada Tabel 3.2.1 pada halaman berikut.



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 3.2.1 Peta Lokasi dari Model Analisis Turbiditas

Untuk mencapai bagian hilir, model dimensi satu dipergunakan, karena fluktuasi dari aliran pada arah potongan melintang sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Untuk pergerakan dasar sungai, maka kondisi dasar sungai yang tetap diasumsikan, karena pintu pengambilan Colo dan lima (5) buah groundsill telah ditempatkan dari Colo s/d Jurug dan bagian batu yang keras/tanah tanpa adanya erosi kebanyakan tampak didaerah sasaran, seperti di G. Lawu. Sebagai tambahan bahwa material yang tercuci merupakan komposisi/bagian yang utama dan material sedimen yang dilepas dari Waduk Wonogiri dan mereka ini cenderung tidak diendapkan dengan kecepatan aliran sungai di alur/palung sungai. Masalah penting yang perlu diperhatikan di dalam analisis adalah dampak dari pada pergerakan material dasar sungai yang melayang di bagian hilir.

Tabel 3.2.1 Metode Kalkulasi dan Kondisi Dasar dari Model Analisis Turbiditas

Butir	Kondisi	Keterangan
i) Parameter Hidraulik	Aliran tidak tetap satu dimensi	
ii) Pergerakan dasar sungai	Kondisi dasar sungai yang tetap	
iii) Transportasi sedimen	Konsentrasi dari diffusi adveksi	
iv) Interaksi antara material dasar dan material yang tersuspensi	Kecepatan pengendapan dan tersuspensi kembali dari material yang tidak kohesiv	
v) Potongan melintang	Jumlah total potongan melintang di sungai utama B. Solo Hulu ada 163 buah, dari Bendungan Wonogiri s/d pertemuan dengan	Survai Potongan Melintang JICA tahun 2004

Butir	Kondisi	Keterangan
	sungai Madiun, dengan interval 500 m.	WECFR&CIP
vi) Bangunan Sungai Yang Ada	Pintu pengambilan Colo dan Groundsill No. 1 s/d 5.	Survai Potongan Melintang dari 2004 WECFR&CIP
vii) Material Dasar Sungai	Sample (contoh) material sejumlah 17 buah, yang diambil dengan interval jarak 10 km dan dilakukan analisa distribusi butiran	WECFR & CIP, JICA 2004

Sumber: Tim Studi JICA

(2) Analisis Kondisi Batas

Kondisi batas disusun pada 3-lokasi, yang dipresentasikan pada Tabel 3.2.2 berikut ini. Dalam hal ketepatan (akurasi) dari simulasi, kondisi batas dari aliran masuk dan aliran keluar dari sedimen di palung sungai merupakan hal yang sangat penting. Oleh karena itu, seperti data konsentrasi dari padatan tersuspensi (SS) aliran air keluar dari Waduk Wonogiri, tidak tersedia datanya (tidak ada pengukuran) sejak waduk Wonogiri selesai dibangun. Dalam model ini, konsentrasi padatan tersuspensi (SS) dari aliran air keluar dipergunakan sebagai hasil simulasi dari analisis sedimentasi waduk. Untuk aliran masuk dari anak-anak sungai, konsentrasi SS dihitung dengan mempergunakan “Sediment Rating Curves” yang dibuat berdasarkan data hasil pengukuran di anak-anak sungai pada masa lalu oleh PBS pada kurun waktu 1988 – 1995.

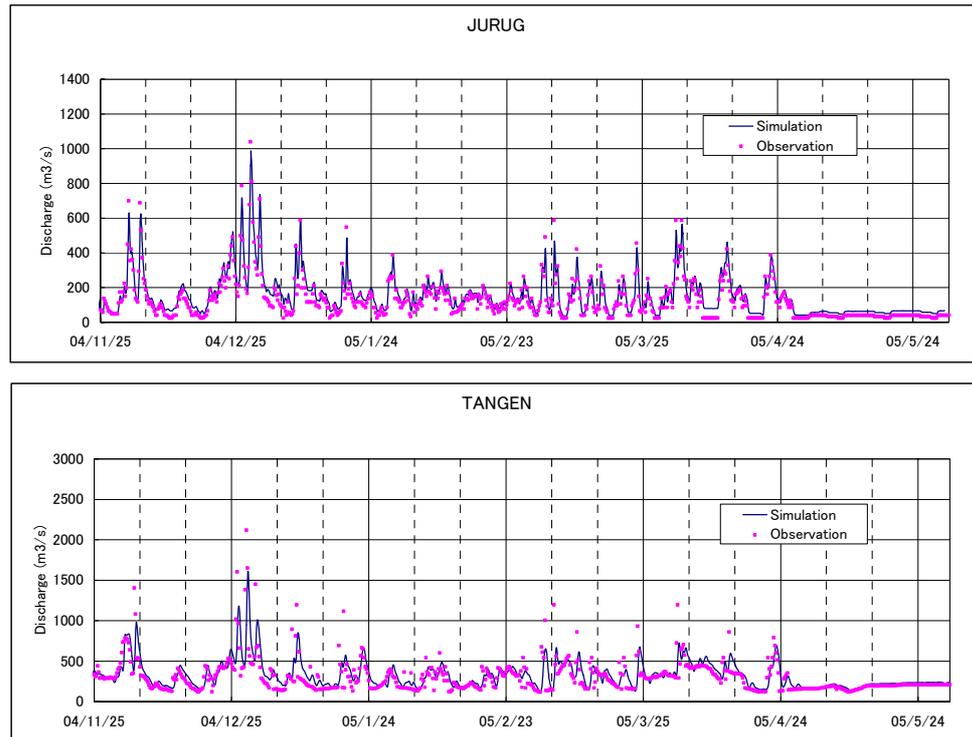
Tabel 3.2.2 Kondisi Batas Aliran Masuk dan Keluar dari Anak-anak Sungai

Butir	Tipe data	Interval	Sumber
i) Aliran keluar dari Bendungan	Tersedia data debit jam-jaman untuk PLTA dan debit aliran keluar untuk penggelontoran dari Waduk Wonogiri	Jam-jaman	PJT-1
ii) Pintu pengambilan Colo	Tersedia data debit pengambilan untuk saluran Colo Barat, Timur dan debit limpasan di Pintu Pengambilan Colo	Bulanan (1986-1999) Jam-jaman (2000-2005)	PJT-1
iii) Aliran masuk dari anak-anak sungai	Menggunakan satuan debit per DTA yang diestimasi dari pengamatan debit di stasiun Jurug dan Kajangan, debit aliran masuk dari ke 16 anak sungai utama antara Wd. Wonogiri s/d Ngawi dapat ditentukan.	Harian (1986-1999), 3-kali per hari pada jam 6.00, 12.00 & 18.00 tahun 2000 -2005)	Tim Studi JICA
iv) Konsentrasi SS dari aliran keluar dari waduk	Hasil analisis sedimentasi di waduk, yaitu Konsentrasi Padatan tersuspensi (SS) di ke-2 bangunan spillway	Jam-jaman	Tim Studi JICA
v) Konsentrasi SS dari aliran masuk anak-anak sungai	Perhitungan dari kurva penelusuran sedimen yang didasarkan pada data lapangan di anak sungai utama pada 1988 s/d 1995	Harian (1986 -1999) 3-kali per hari pada jam 6.00, 12.00 & 18.00 (2000 – 2005)	Tim Studi JICA

Sumber : Tim Studi JICA

3.2.3 Kalibrasi untuk Model Analisis

Model analisis turbiditas dikalibrasi berdasarkan data hasil pengamatan, baik debit maupun konsentrasi padatan tersuspensi (SS) di musim hujan 2004/2005 yang disajikan pada Gambar 3.2.2 dan 3.2.3. Sebagaimana dikemukakan pada Gambar hasil simulasi dihasilkan dari data observasi lapangan. Bentuk penyesuaian dari hasil kalibrasi, model analisis turbiditas dapat dipergunakan pada simulasi untuk analisis konsentrasi SS berdasarkan jam-jaman disungai utama B. Solo Hulu.



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 3.2.2 Hasil Kalibrasi untuk Debit di Jurug dan Tangen pada musim hujan(basah) 2004/2005

3.2.4 Kasus untuk Analisis Turbiditas

Untuk menilai i) kondisi hidraulik sedimen yang berlaku “Tanpa penanggulangan”, ii) dampak dari tindakan penanggulangan yang diusulkan (Waduk Penampung Sedimen dengan pintu baru) ke bagian hilir. “Dengan penanggulangan”, analisis turbiditas dilaksanakan dengan menggunakan kondisi batas pada tiga (3) tahun hidrologis yang berbeda seperti dikemukakan pada Tabel 3.2.3.

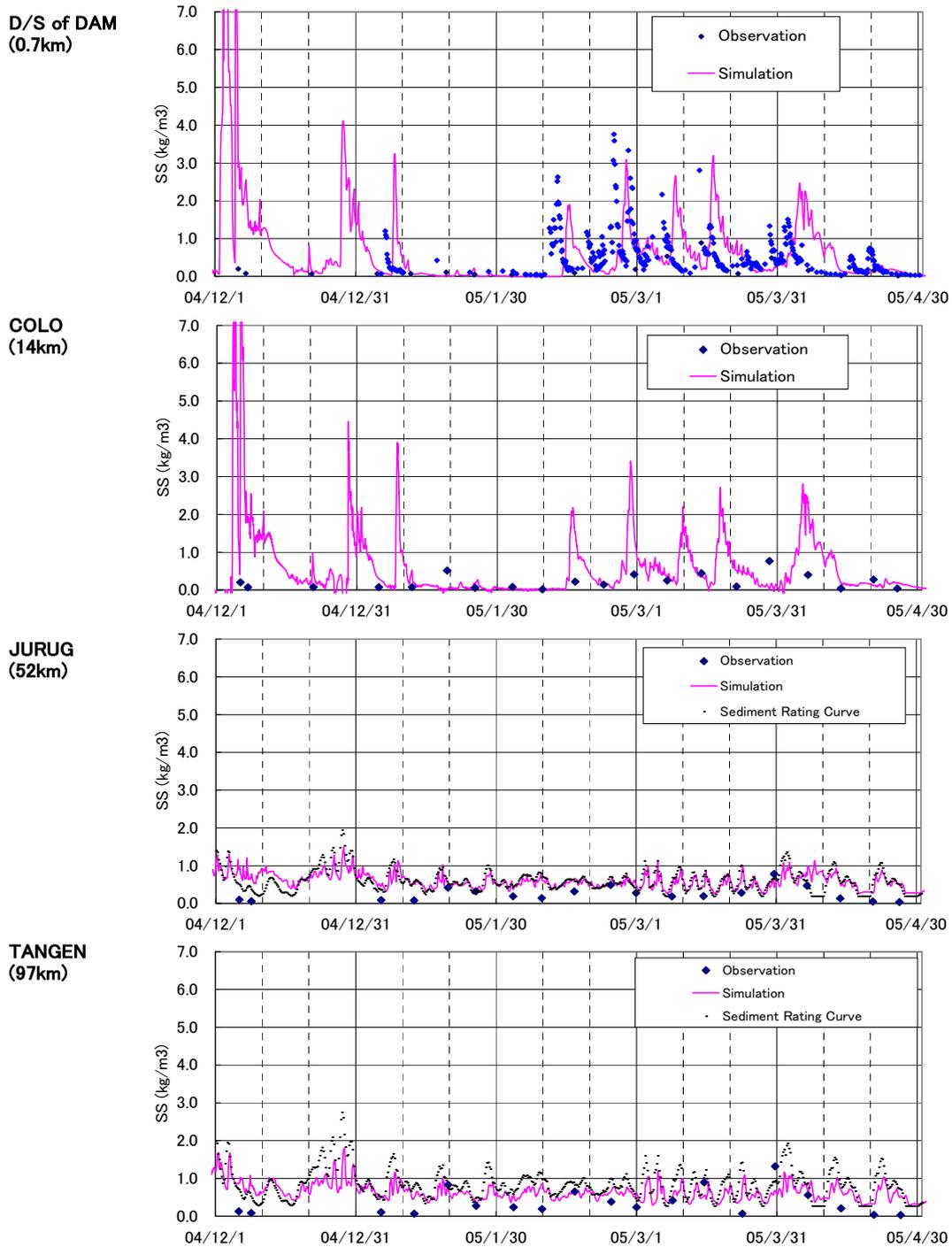
Tabel 3.2.3 Aliran masuk ke dan keluar dari Waduk Tahunan dari tahun hidrologis yang dipilih

(Satuan : juta m³)

Tahun Hidrologis	Periode	Inflow Waduk	Outflow Waduk
Tahun Basah	1998/99	1,385	1,545
Tahun Normal	1995/96	1,176	1,254
Tahun Kering	2004/05	668	469

Catatan : Data diatas adalah tahun hidrologis dari 1 Nopember s/d 31 Oktober. Data tersebut mulai tahun 2004/2005 s/d Juni 2005.

Sumber : Tim Studi JICA



Catatan : 1) "Observasi", yaitu hasil pengukuran terhadap contoh air di lapangan
 2) "Simulasi", yaitu hasil yang diperoleh dengan Model Analisis Turbiditas
 3) "Kalkulasi", yaitu hasil yang diperoleh dari Kurva Penelusuran Sedimen di Jurug
 Sumber: Tim Studi JICA

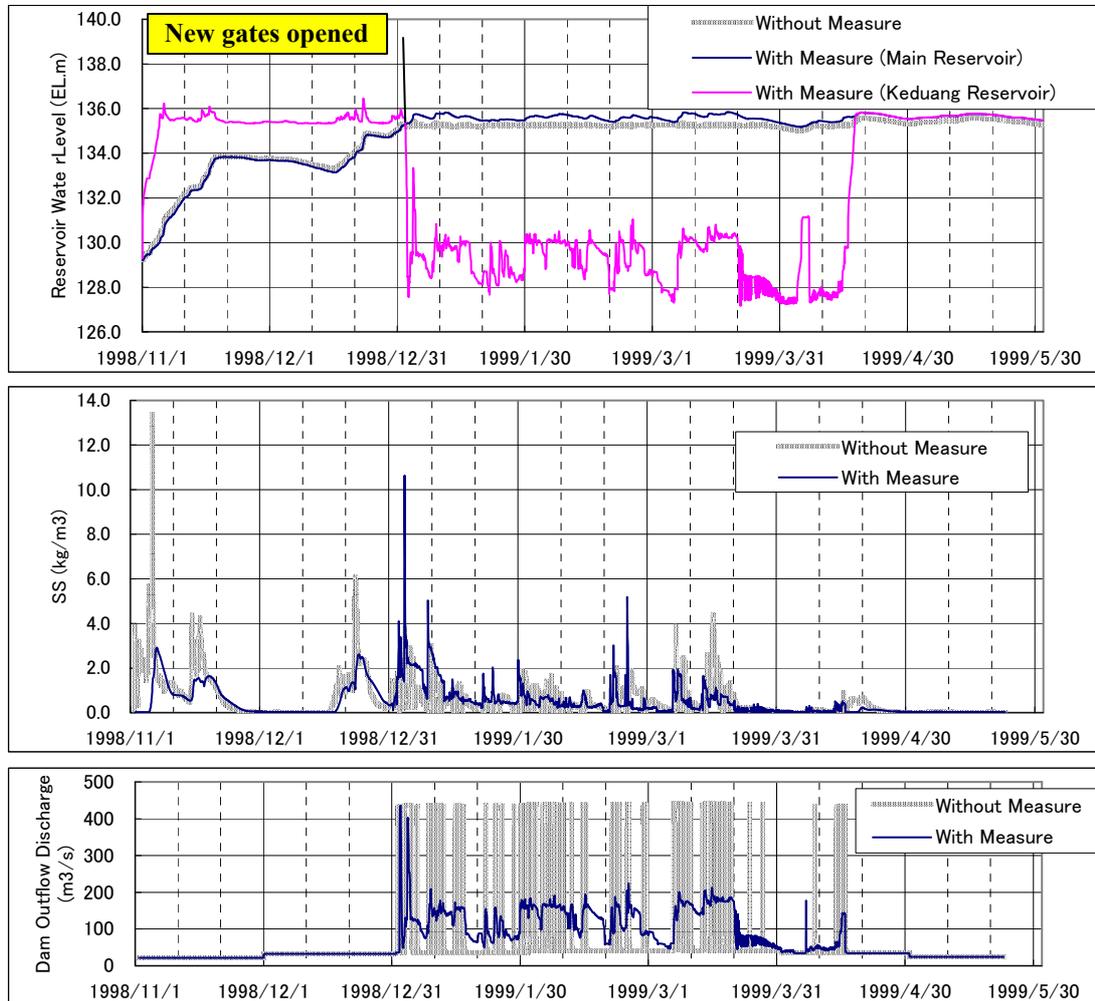
Gambar 3.2.3 Hasil Kalibrasi untuk Konsentrasi Padatan Tersuspensi (SS) di Bulan Basah 2004/2005

3.2.5 Hasil Analisis Turbiditas

Seperti hasil dari analisis turbiditas pada 3-tahun hidrologis yang dikutip diatas, dapat diperoleh karakteristik yang sama dengan yang diperoleh pada perbedaan antara "Dengan" dan "Tanpa" penanggulangan. Oleh karena itu, sesudah ini hasil dari tahun basah akan dibahas secara rinci.

(1) Aliran Keluar dari Bendungan dan Konsentrasi Padatan Tersuspensi (SS).

Aliran keluar jam-jaman dari waduk dan konsentrasi SS dikemukakan pada Gambar 3.2.4 dibawah ini bersama dengan hidrograf dari TMA Waduk. Pada kasus ini Pintu yang baru dalam keadaan dibuka penuh dari awal Januari s/d pertengahan April.



Sumber : Tim Studi JICA

Gambar 3.2.4 Perbandingan dari TMA Waduk, Konsentrasi SS dan Debit Aliran Keluar dari Bendungan antara Dengan dan Tanpa Penanggulangan pada tahun basah (1998/1999)

(2) Konsentrasi padatan tersuspensi (SS) dan debit aliran di sungai B. Solo Hulu

Konsentrasi SS dan puncak konsentrasi SS di sungai B. Solo Hulu disajikan bersama dengan komentar pada Gambar 3.2.5 s/d 3.2.7. Temuan yang utama diringkas dibawah ini

- (1) Sebelum pembukaan Pintu baru (awal dari Musim Hujan)
 - i) Sebelum pembukaan pintu yang baru, konsentrasi SS dari aliran keluar dari Waduk dan juga di bagian hilir sangat nyata (signifikan) rendah dari pada kondisi yang berlaku (kasus tanpa penanggulangan). Hal ini akibat dari aliran masuk dari sungai Keduang mempunyai nilai turbiditas tinggi dan akan tertinggal/tertahan di Waduk Penampung Sedimen.
 - ii) Di stasiun Jurug dan Tangen konsentrasi SS tinggi di awal musim hujan akan hilang. Karena pembukaan pintu yang baru, aliran keluar dari bendungan hanya

pelepasan air dari “outlet PLTA” dan debitnya relatif kecil (maksimum 60 m³/detik) dibandingkan aliran masuk dari anak sungai. Dampak terhadap daerah hilir sangat kecil akibat penurunan/pelemahan pada aliran masuk dari anak sungai.

- (2) Setelah pembukaan Pintu yang baru

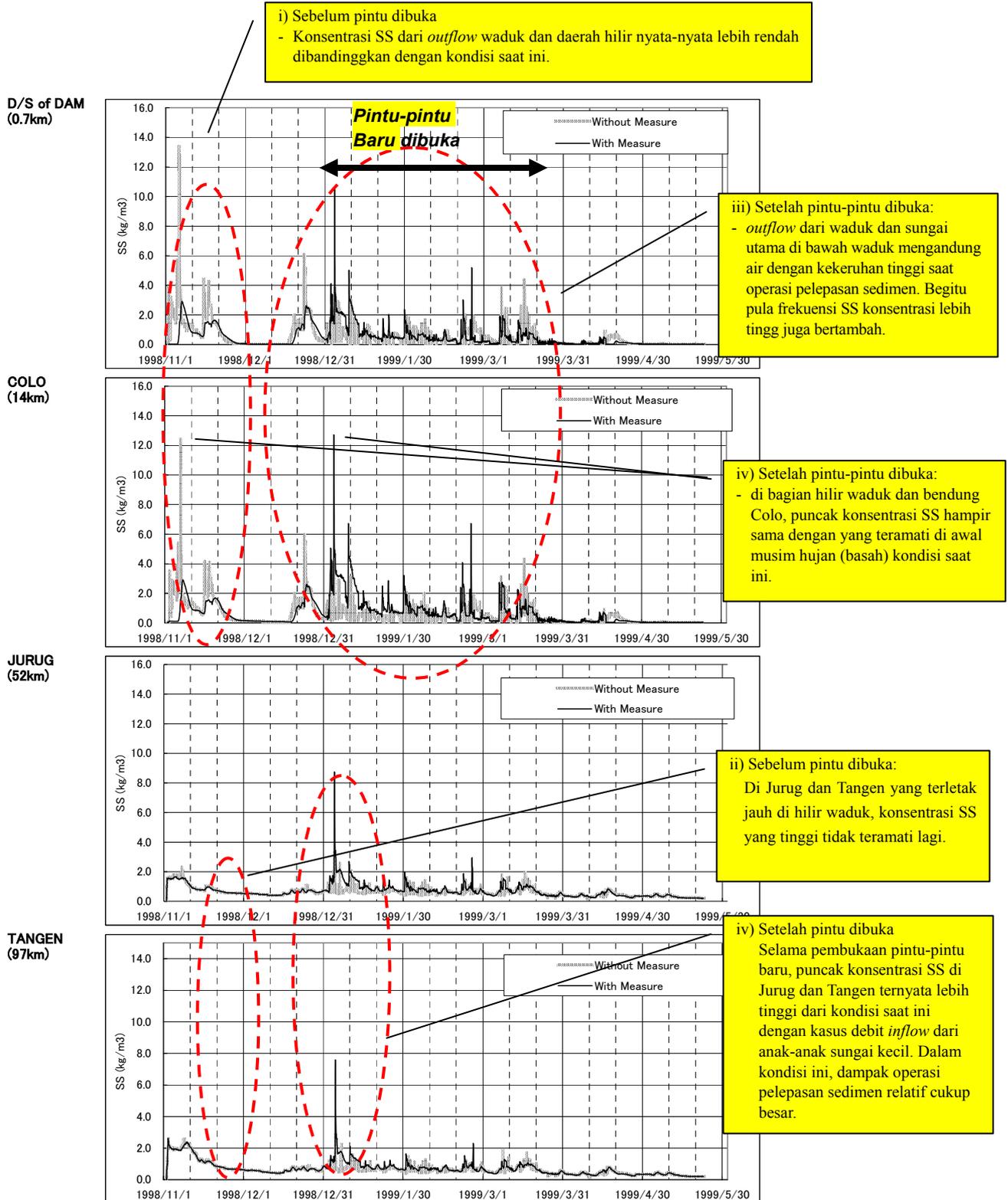
Bagian Hilir dari Bendungan Wonogiri dan Pintu Pengambilan Colo

- iii) Setelah pembukaan pintu yang baru, aliran keluar dari Bendungan dan di sungai utama bagian hilir mempunyai kekeruhan (turbiditas) yang tinggi dengan adanya operasi pelepasan sedimen. Frekuensi terjadinya konsentrasi SS yang tinggi akan meningkat.
- iv) Sehubungan dengan itu, maka dikemukakan bahwa di bagian hilir bendungan dan pintu pengambilan Colo konsentrasi SS tertinggi hampir sama dengan apa yang diamati pada awal musim basah (hujan) pada kondisi yang berlaku.
- v) Debit aliran pada alur sungai antara Wonogiri s/d Colo sangat kuat dipengaruhi oleh aliran keluar dari bendungan. Namun setelah pembukaan pintu yang baru debit aliran pada alur sungai tersebut akan hampir sama dengan debit aliran sungai Keduang yang akan dilepas dari pintu yang baru.

Jurug and Tangen

- vi) Selama pembukaan pintu yang baru, puncak konsentrasi SS di stasiun Jurug dan Tangen sangat nyata tinggi dari pada kondisi yang berlaku pada kasus debit aliran dari anak sungainya kecil. Pada kondisi yang demikian ini dampak dari operasi pelepasan sedimen akan relatif besar.
 - vii) Fluktuasi dari debit aliran di sungai antara Jurug dan Tangen akan mendekati (hampir) sama seperti kondisi yang berlaku. Dampak terhadap debit aliran di sungai akan lebih sedikit (kurang), karena debit aliran dialur sungai didominasi oleh aliran dari anak sungai.
- (3) Setelah penutupan Pintu yang baru (akhir musim hujan)
- vii) Tidak ada dampak dibagian hilir sungai
- (4) Puncak konsentrasi SS di alur sungai B. Solo Hulu (01/01/1999 s/d 01/10/1999)

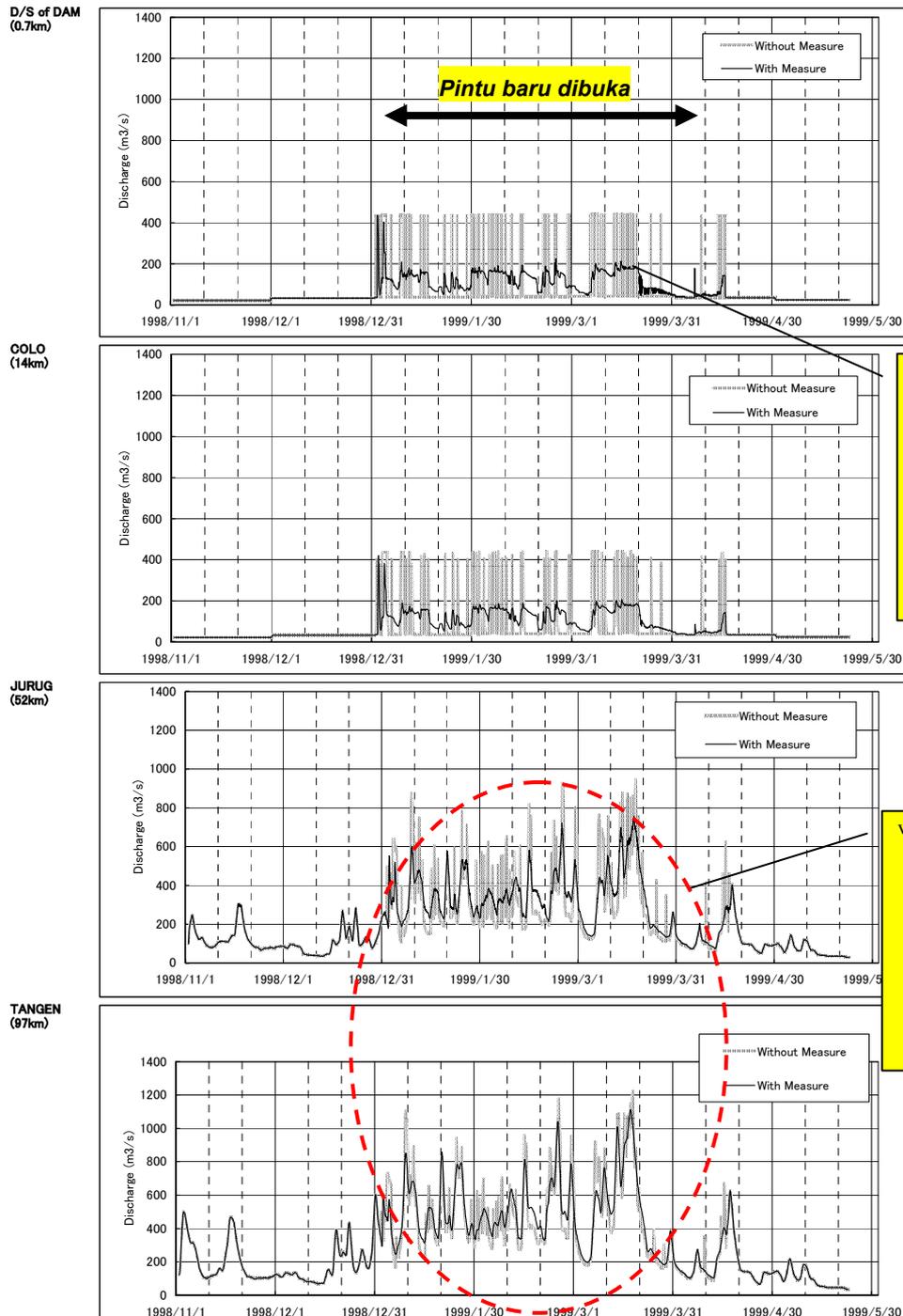
Perhatian terarah pada perkembangan/perhambatan konsentrasi puncak SS sepanjang sungai utama; sehubungan hal ini karakteristik dari konsentrasi SS sedang dikaji secara rinci pada kondisi “dengan” dan “tanpa” tindakan penanggulangan yang dikemukakan pada Gambar 3.2.7 dibawah ini.



Sumber: Tim Studi JICA

Catatan: "Tanpa Penanganan" merupakan kasus kondisi saat ini dengan anggapan pengoperasian dam mengikuti aturan yang ada. "Dengan Penanganan" merupakan kasus setelah implementasi penanganan (Waduk penampung sedimen dengan pintu-pintu baru).

Gambar 3.2.5 Perbandingan Konsentrasi SS di Sungai Utama Bengawan Solo Hulu antara Dengan dan Tanpa Penanganan di Tahun Basah (1998/1999)



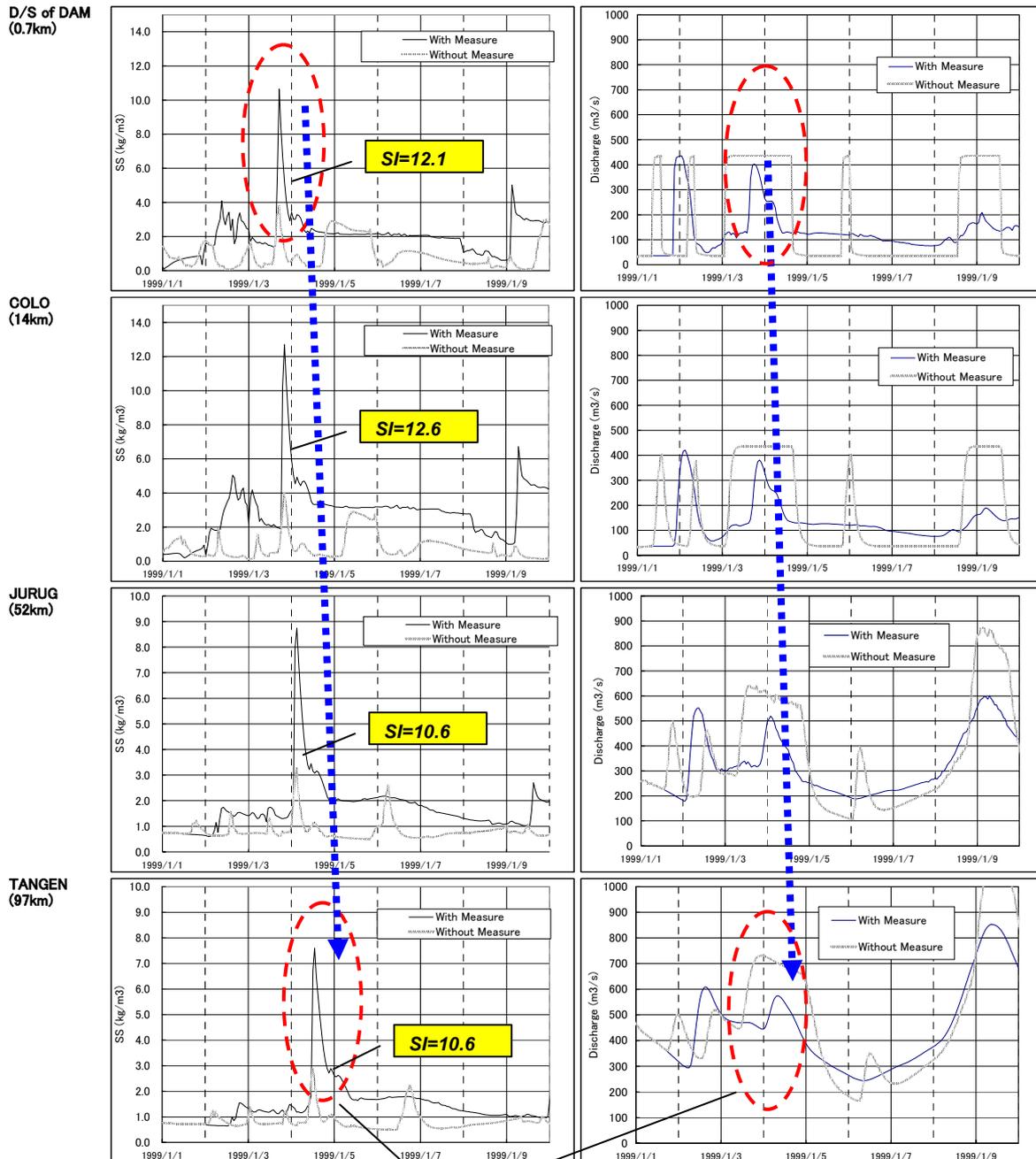
v) Setelah pintu-pintu dibuka: Debit di bagian antara Wonogiri - Colo akansangat dipengaruhi oleh *outflow* dari dam. Setelah pembukaan pintu-pintu baru, debit di bagian ini hampir sama seperti di sungai Keduang yang akan dialirkan melalui pintu-pintu baru.

vii) Setelah pintu-pintu dibuka Fluktuasi debit aliran di Jurug dan Tangen hampir sama seperti kondisi saat ini. Dampak pada debit aliran sungai lebih kecil karena debit aliran sungai di bagian ini didominasi oleh *inflow* dari anak-anak sungai.

Sumber: Tim Studi JICA

Catatan: "Tanpa Penanganan" merupakan kasus kondisi saat ini dengan anggpan pengoperasian dam mengikuti aturan yang ada. "Dengan Penanganan" merupakan kasus setelah implementasi penanganan (Waduk penampung sedimen dengan pintu-pintu baru).

Gambar 3.2.6 Perbandingan Debit Sungai Utama Bengawan Solo Hulu antara Dengan dan Tanpa Penanganan di Tahun Basah (1998/1999)



iv) Setelah Pembukaan Pintu
- Selama pembukaan pintu baru, puncak konsentrasi SS di Jurug dan Tangen akan dengan signifikan meningkat daripada kondisi terkini dalam hal debit aliran masuk dari anak-anak sungai utama yang kecil selama pembukaan pintu. Dalam kondisi demikian, dampak operasi pelepasan sedimen akan terputus secara relatif.

Sumber: Tim Studi JICA

Catatan: "Tanpa Penanganan" merupakan kasus kondisi saat ini dengan anggapan pengoperasian dam mengikuti aturan yang ada. "Dengan Penanganan" merupakan kasus setelah implementasi penanganan (Waduk penampung sedimen dengan pintu-pintu baru).

Gambar 3.2.7 Perbandingan Puncak Konsentrasi SS di Sungai Utama Bengawan Solo Hulu antara Dengan dan Tanpa Penanganan di Tahun Basah (1998/1999)

3.2.6 Evaluasi Dampak di Daerah Hilir

Berdasarkan hasil analisis kekeruhan, dampak dari usulan penanganan mendesak (waduk penampung sedimen dengan pintu-pintu baru) yang mencapai daerah hilir dinilai dengan kriteria-kriteria sebagai berikut:

- i) Dampak pada debit (bulanan rata-rata, bulanan maksimum, dan kurva durasi debit)
- ii) Dampak pada konsentrasi SS (bulanan rata-rata, bulanan maksimum, dan kurva durasi konsentrasi SS)
- iii) SI (*Stress Index*)

Hasil penilaian dengan menggunakan kriteria di atas disimpulkan di bawah ini dan perbandingan secara rinci dituliskan pada "Laporan Pendukung Lampiran No. 6 BAB 3".

(1) Dampak pada Debit

Debit Bulanan Rata-rata

- i) Dalam setiap tahun kering, normal, basah dan di setiap stasiun di Bengawan Solo Hulu hilir dari Dam Wonogiri, tidak akan ada dampak nyata (berarti).

Debit Bulanan Maksimum

- ii) Dalam tahun kering, tidak ada dampak yang terjadi karena debit yang dikeluarkan minim atau nol.
- iii) Dalam tahun normal dan basah di bagian dam antara Wonogiri – Jurug, debit bulanan maksimum akan sedikit berkurang karena pengoperasian penanganan seperti yang diusulkan.
- iv) Di Tangen, dampak yang terjadi kecil karena debit aliran sungai di bagian ini didominasi oleh *inflow* dari anak-anak sungai.

Kurva Durasi Debit

- v) Di bagian antara dam Wonogiri – Colo, kurva durasi debit akan sedikit lebih halus akibat pengoperasian penanganan yang diusulkan. Di bagian Jurug – Tangen tidak akan timbul dampak yang berarti.

(2) Dampak pada Konsentrasi SS

Konsentrasi SS Bulanan Rata-rata

- i) Pada setiap stasiun di tahun-tahun kering, tidak akan timbul dampak yang berarti – sama seperti debit bulanan rata-rata dan maksimum, karena debit yang keluar (*spillout*) akan minim atau nol.
- ii) Pada setiap stasiun di tahun-tahun basah, konsentrasi SS bulanan rata-rata akan 1.3 – 2.9 kali lebih tinggi ketika pintu-pintu baru dibuka.

Konsentrasi SS Bulanan Maksimum

- iii) Sebelum pintu-pintu baru dibuka, konsentrasi SS bulanan maksimum akan berkurang akibat efek penanganan yang diusulkan, yaitu *intake* yang ada saat ini terlindung dari *inflow* keruh dari sungai Keduang.
- iv) Selama pembukaan pintu-pintu baru, konsentrasi bulanan SS maksimum akan naik 2 – 3 kali akibat pengaliran air keruh dari waduk penampung sedimen.

Kurva Durasi Konsentrasi SS

- v) Pada setiap stasiun di tahun kering, tidak akan timbul dampak.
- vi) Pada bagian dam antara Wonogiri – Colo di tahun-tahun normal dan basah, durasi konsentrasi SS dari 0.5 hingga 2.5 kg/m³ akan sedikit naik.
- vii) Di Tangen pada setiap tahun, kurva durasi konsentrasi SS tidak berubah karena

konsentrasi SS di bagian ini lebih didominasi oleh aliran sedimen dari anak-anak sungai daripada *outflow* dari dam.

(3) Dampak pada *Stress Index*

Terdapat kriteria yang disebut *Stress Index* (SI), yang digunakan untuk menilai dampak jangka pendek operasi penggelontoran/pengaliran sedimen pada bagian hilir waduk. *Stress Index* dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$SI = \log_e (SS \times T)$$

dengan, SI : *Stress Index*

SS : Konsentrasi Padatan Tersuspensi (mg/l)

T : Durasi (jam)

Penerapan indeks ini pada hasil analisis kekeruhan, dampak jangka pendek pada bagian hilir Dam Wonogiri dinilai dalam tahap awal. Dalam hitungan SI nilai ambang SS ditentukan 2.000 mg/liter, sehingga puncak fluktuasi-fluktuasi yang berarti bisa dipilih untuk masing-masing musim basah/penghujan. Sebagai contoh SI pada hidrograf konsentrasi SS ditunjukkan pada Gambar 3.2.7. Hasil hitungan SI pada simulasi hidrograf SS, maksimum SI di setiap lokasi pada setiap tahun hidrologi diklasifikasikan dalam Tabel 3.2.4 dan diplot dalam Gambar 3.2.8 berikut.

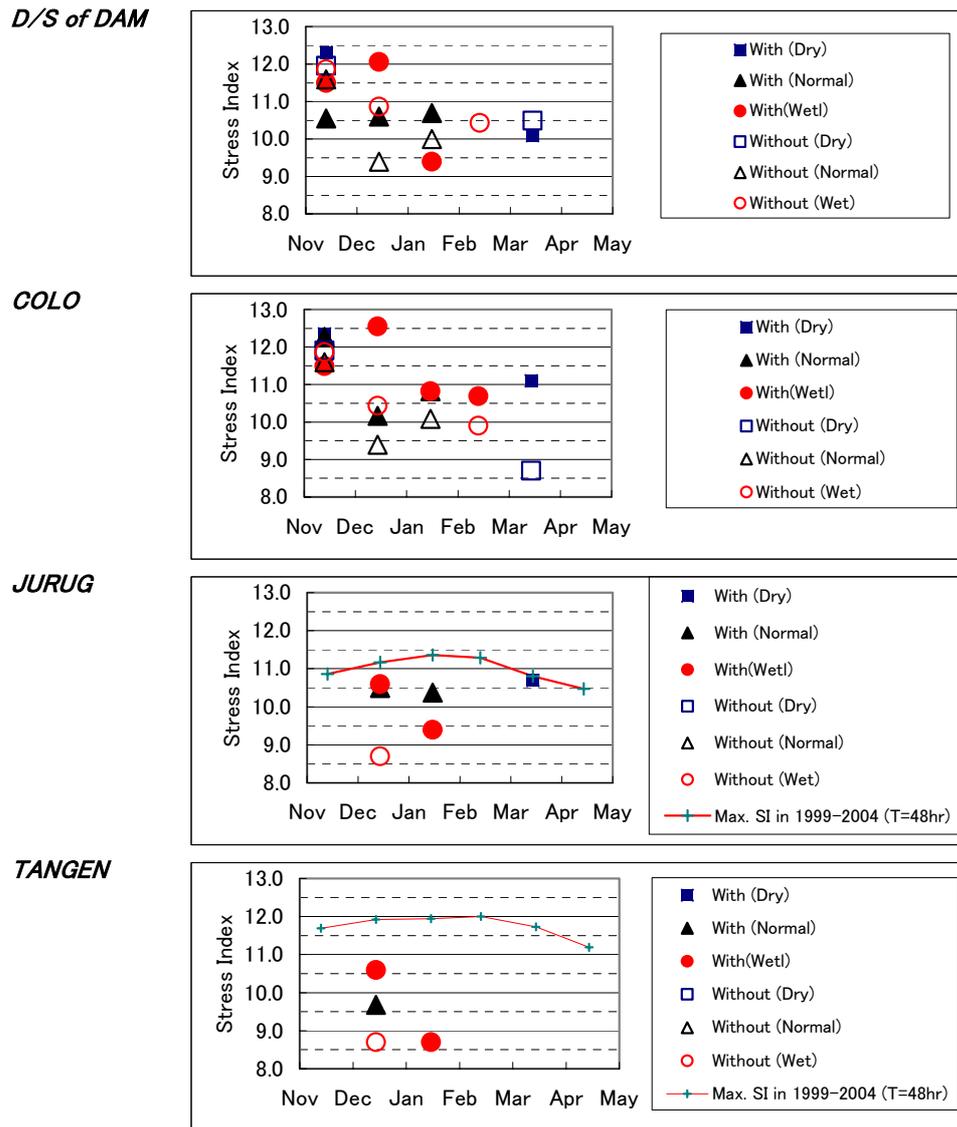
Meski hanya 3 tahun hidrologi yang dianalisis, SI bervariasi dengan selang lebih lebar sepanjang sungai utama Bengawan Solo Hulu, tergantung pada durasi dan nilai puncak SS. Dari keseluruhan tinjauan, ada indikasi bahwa SI bulanan maksimum akan naik sedikit setelah implementasi penanganan-penangan yang diusulkan.

Simulasi bulanan SI maksimum diperbandingkan dengan kurva yang melingkupi (*envelop curve*) perkiraan SI bulanan maksimum dari SS yang terekam di Jurug dan Tangen tahun 1990-2004. Hasilnya dirangkum di Gambar 3.2.8. Dalam dugaan ini, durasi SS dianggap 24 jam karena tersedia data harian. Seperti nampak dalam gambar, keseluruhan simulasi SI bulanan maksimum dari bulan Nopember hingga Mei lebih kecil daripada maksimum yang terekam. Dapat disimpulkan bahwa dampak jangka pendek pada bagian hilir Dam Wonogiri sedikit lebih kecil dibandingkan dengan SI maksimum yang terekam di bagian ini.

Tabel 3.2.4 Karakteristik SI Bulanan Maksimum

Lokasi	SI Bulanan Maksimum (Desember - Mei)					
	Tanpa Penanganan			Dengan Penanganan		
Hilir Wd. Wonogiri	9.4	-	12.0	9.4	-	12.3
COLO	8.7	-	11.9	10.2	-	12.5
JURUG		-	8.7	9.4	-	10.7
TANGEN		-	8.7	8.7	-	10.6

Sumber: Tim Studi JICA



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 3.2.8 Perbandingan SI Bulanan Maksimum di Sungai Utama Bengawan Solo Hulu antara Dengan dan Tanpa Penanganan

(4) Dampak *Sediment Load*

Volume SS yang terakumulasi melewati masing-masing stasiun dari 1 Nopember hingga 30 Mei di setiap tahun hidrologi diperkirakan dengan membandingkannya di Tabel 3.2.5. Rerata volume SS yang terakumulasi meningkat 239,300 m³ pada bagian hilir langsung Dam, 474.600 m³ di Colo, 478.500 m³ di Jurug dan 469.200 m³ di Tangen. Peningkatan volume dari Dam ke Colo diperkirakan disuplai oleh anak-anak sungai yang membawa air dengan konsentrasi sedimen tinggi dan re-suspensi material dasar sungai. Penurunan volume dari Colo hingga Tangen mengindikasikan bahwa dampak *sediment load* yang dialirkan dari waduk penampung sedimen akan menjadi relatif semakin kecil bila semakin jauh dari dam.

Bahkan bila *sediment load* di sungai utama Bengawan Solo Hulu meningkat, pengaliran sedimen dari Waduk Wonogiri tidak akan diendapkan di sepanjang sungai, karena 93-97% komposisinya merupakan *wash load* lanau dan lempung.

Tabel 3.2.5 Perbandingan Volume Akumulasi SS Sepanjang Bengawan Solo Hulu di Musim Basah/Hujan (1 Nopember hingga 20 Mei)

(Satuan: ton)

Lokasi	Tahun Hidrologi	Volume Akumulasi SS (1 Nopember – 20 Mei)		
		Tanpa	Dengan	Kenaikan
D/S of Dam	Kering	266,600	249,100	-17,500
	Normal	438,400	737,100	298,700
	Basah	437,900	874,300	436,400
	Rerata	381,000	620,200	239,200
COLO	Kering	297,700	291,900	-5,800
	Normal	501,300	1,074,800	573,500
	Basah	418,000	1,274,100	856,100
	Rerata	405,700	880,300	474,600
JURUG	Kering	1,861,000	1,862,800	1,800
	Normal	2,019,100	2,511,900	492,800
	Basah	2,262,400	3,203,400	941,000
	Rerata	2,047,500	2,526,000	478,500
TANGEN	Kering	3,441,900	3,449,200	7,300
	Normal	4,276,700	4,768,000	491,300
	Basah	3,727,200	4,636,200	909,000
	Rerata	3,815,300	4,284,500	469,200

Sumber: Tim Studi JICA

3.3 Studi Pendahuluan Pengoperasian Pintu Baru di Waduk Penampung Sedimen

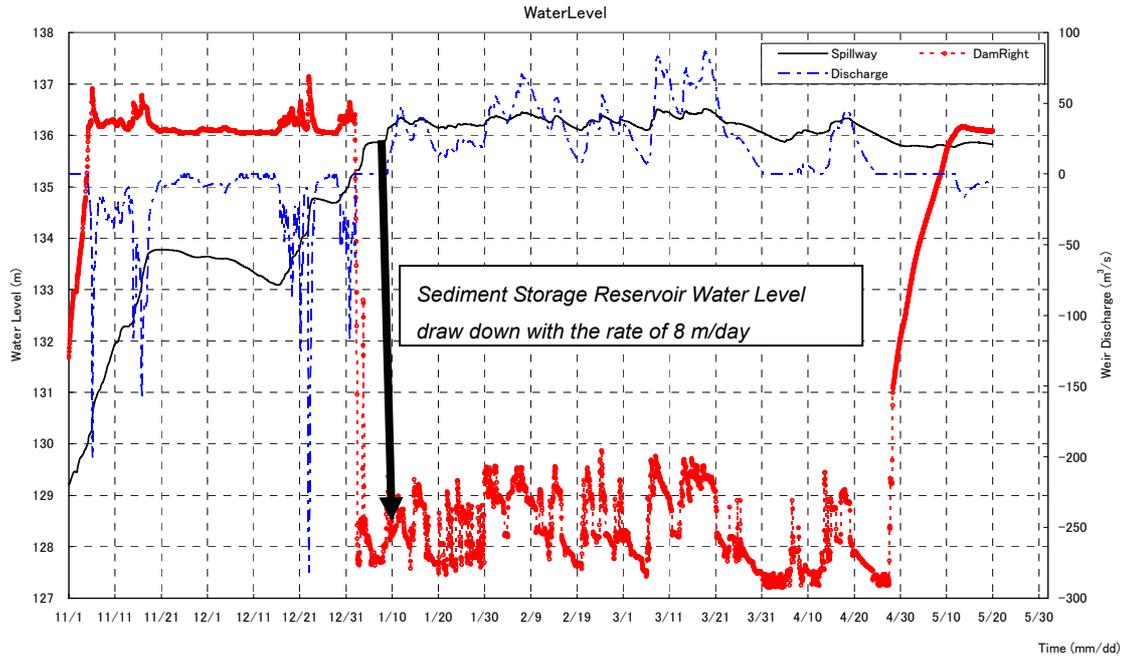
3.3.1 Keperluan Pengendalian Naik/Turun Muka Air di Waduk Penampung Sedimen

Dalam analisis sedimentasi waduk dengan waduk penampung sedimen (WPS) yang digunakan untuk mengevaluasi kapasitas pengaliran sedimen melalui pintu-pintu baru di tahapan formulasi Rencana Induk, terlihat bahwa ketinggian muka air di Waduk Penampung Sedimen (WPS) akan turun dengan cepat dengan laju 8m/hari setelah pintu-pintu baru dibuka. Hal ini disebabkan oleh kondisi simulasi, yaitu air maksimum yang dialirkan dari pintu-pintu baru ditetapkan 400 m³/det sesuai aturan pengoperasian waduk yang berlaku saat ini, dan kemudian air dalam jumlah besar akan dialirkan dari Waduk Penampung Sedimen (WPS) dalam waktu yang pendek. Terdapat beberapa ancaman karena penurunan muka air Waduk Penampung Sedimen (WPS) secara cepat dan menyebabkan dampak-dampak yang tidak diharapkan berikut:

- i) Peningkatan kemungkinan terjadinya longsor pada kawasan sekitar Waduk Penampung Sedimen (WPS) karena tekanan sisa air bawah tanah,
- ii) Penurunan stabilitas bangunan-bangunan seperti sub-dam, tanggul penutup dan tanggul pelimpah, karena tekanan sisa air di bagian dalam timbunan,
- iii) Peningkatan konsentrasi SS pada air yang teralirkan melalui *spillway* baru.

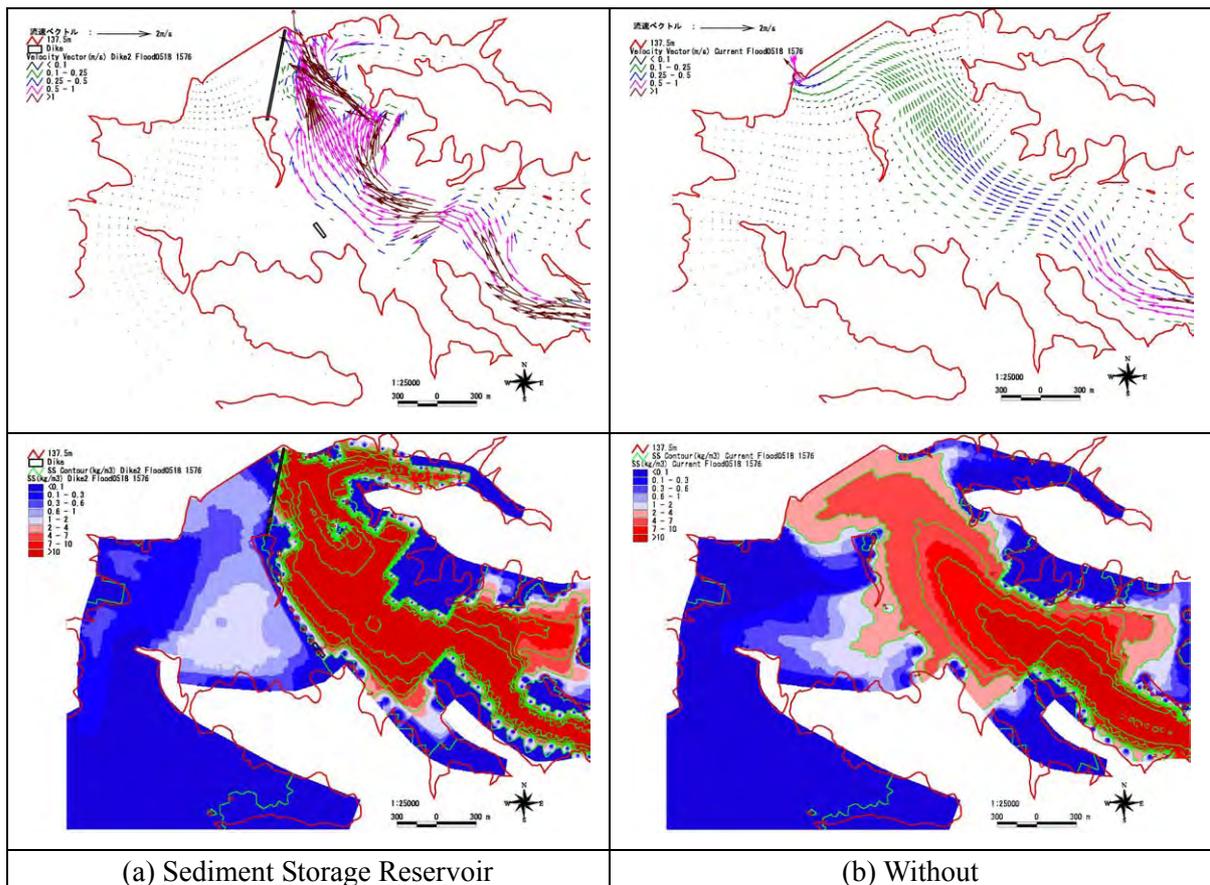
Khusus untuk Waduk Wonogiri, isu i) dan ii) di atas tidak akan menjadi penyebab dampak serius sebab i) tidak ditemui longsor tanah di Waduk Wonogiri dan ii) kemiringan di bagian hilir sub-dam sudah tertutup endapan sedimen melebihi El. 131 m.

Isu utama pada penurunan secara cepat ketinggian muka air di Waduk Penampung Sedimen (WPS) adalah konsentrasi tinggi SS yang teralirkan setelah pembukaan pintu-pintu baru.



Sumber : Tim Studi JICA

Gambar 3.3.1 Hasil Simulasi Tinggi Muka Air di Waduk Penampung Sedimen dan Waduk Utama, dan Pelimpahan Debit dari Waduk Pelimpah

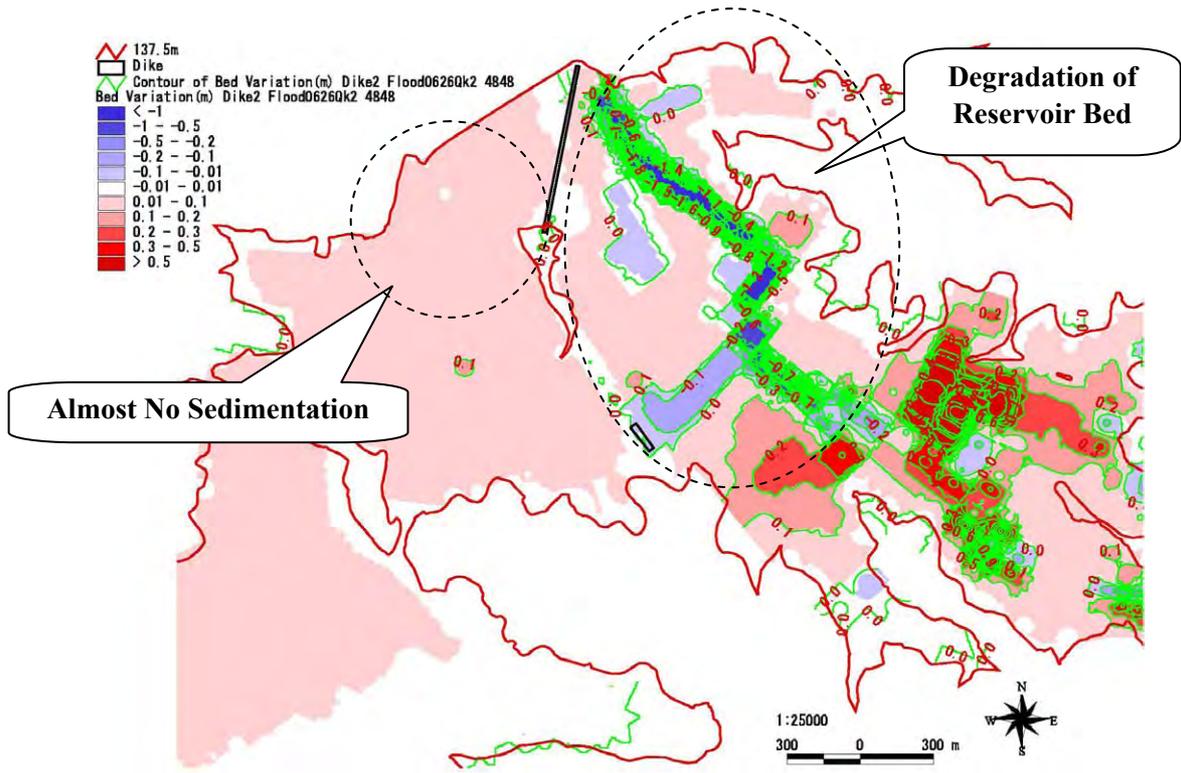


(a) Sediment Storage Reservoir

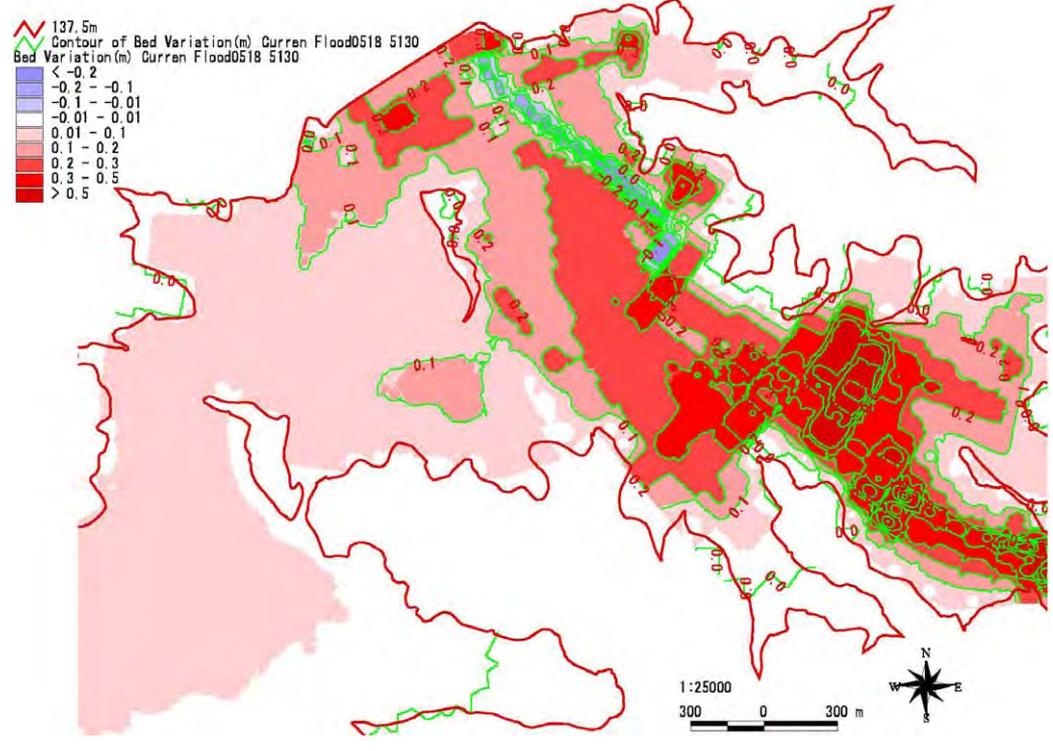
(b) Without

Sumber : Tim Studi JICA

Gambar 3.3.2 Hasil Simulasi Distribusi kecepatan (atas) dan Konsentrasi Padatan Tersuspensi (bawah) di Waduk Penampung Sedimen dengan cepatnya setelah Pelepasan Sedimen



(a) Sediment Storage Reservoir



(b) Without

Sumber : Tim Studi JICA

Gambar 3.3.3 Hasil Simulasi sedimentasi di Waduk Penampung Sedimen setelah Musim Hujan (Kasus : Tahun Basah antara 1998/1999)

3.3.2 Usulan Pintu Pengendali

Untuk menghindari penurunan ketinggian muka air Waduk Penampung Sedimen (WPS)) secara cepat, dikaji pintu-pintu pengendali berikut ini.

Tabel 3.3.1 Usulan Pengendali Pintu-pintu Baru

KASUS	(Kasus A) Pengendali pintu baru berdasarkan aturan pengoperasian waduk saat ini	(Kasus B) Pengendali pintu baru menggunakan aturan yang dimodifikasi
Air yang dialirkan melalui pintu	$Q_{spill} \leq 400 \text{ m}^3/\text{det.}$	$Q_{spill} \leq 100 \text{ m}^3/\text{det.}$

Sumber: Tim Studi JICA

3.3.3 Hasil Analisis Sedimentasi Waduk

Analisis sedimentasi waduk dilakukan untuk Kasus A dan Kasus B di atas dengan menerapkan kondisi hidrologi pada tahun normal (1995/1996) dan tahun basah (1998/1999). Hasil simulasi pada Waduk Penampung Sedimen (WPS) disajikan dalam Gambar 3.3.1 di bawah ini sebagai bahan perbandingan.

3.3.4 Evaluasi Hasil

(1) Tinggi Muka Air di Waduk Penampung Sedimen (WPS)

Seperti nampak jelas dari gambar di bawah, laju penurunan TMA di Waduk Penampung Sedimen (WPS) turun ke 3m/hari dari sebelumnya 8 m/hari baik dalam tahun normal maupun tahun basah.

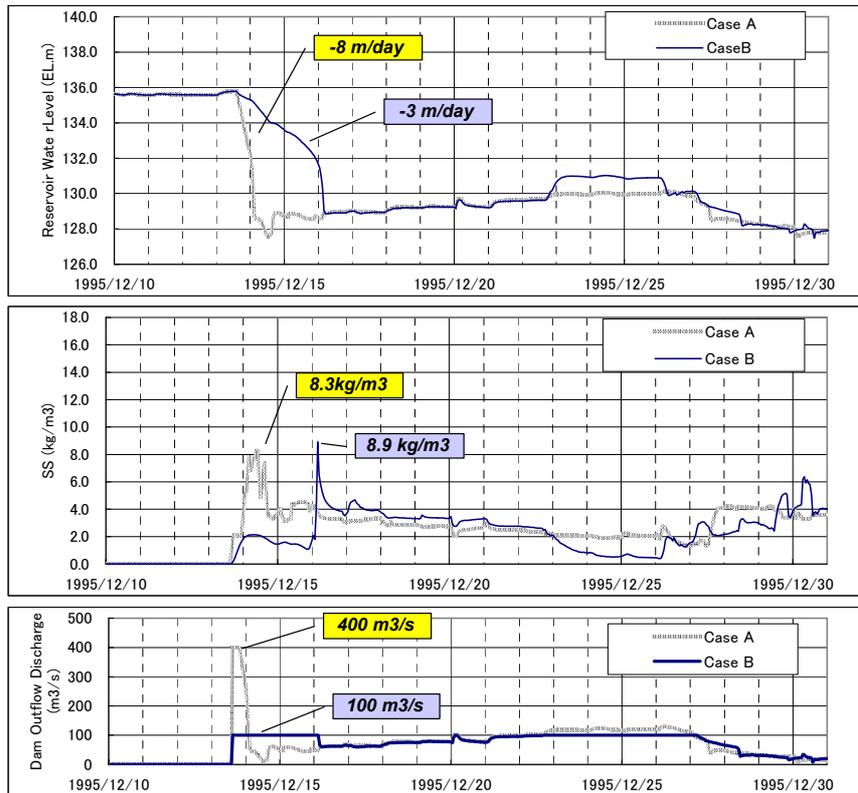
(2) Konsentrasi SS

Dalam kasus tahun normal, hampir tidak ada beda pada puncak konsentrasi SS di pertengahan bulan Desember tahun 1995, meski durasinya sedikit lebih singkat. Hal ini berarti bahwa laju penurunan muka air Waduk Penampung Sedimen (WPS) tidak berdampak berarti pada konsentrasi SS aliran air bilamana Waduk Penampung Sedimen (WPS) akan sepenuhnya dikosongkan.

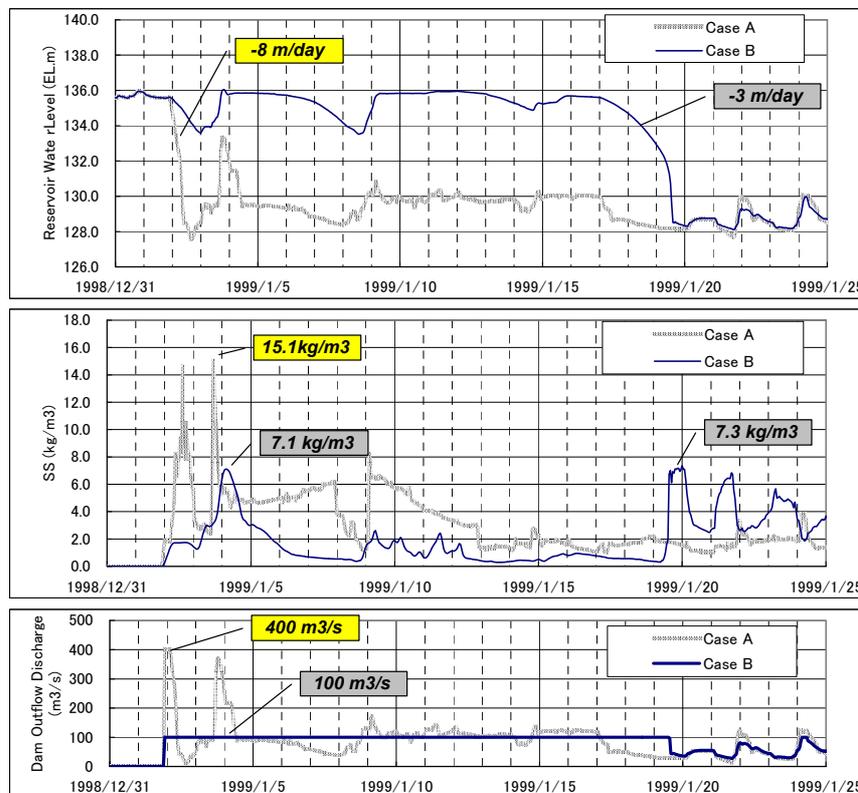
Di lain pihak, dalam kasus tahun basah, puncak konsentrasi SS turun cukup besar dari 15.1 kg/m^3 ke 7.1 kg/m^3 di awal bulan Januari tahun 1998. Dalam periode ini, TMA waduk dipertahankan antara ketinggian 134 m hingga 136 m tanpa pengosongan, sebab arus banjir berurut-urutan memasuki Waduk Penampung Sedimen (WPS) dari sungai Keduang. Dengan kasus ini, puncak konsentrasi SS air yang dialirkan dapat diturunkan dengan menggunakan pintu pengendali yang diusulkan. Selanjutnya, di akhir bulan Januari tahun 1998, konsentrasi SS yang dialirkan air naik cukup besar hingga ke 7.3 kg/m^3 segera setelah pengosongan Waduk Penampung Sedimen (WPS).

Pada kedua tahun tersebut, terindikasikan bahwa operasi penggelontoran/pengaliran sedimen dapat mengalirkan SS (*suspended sediment*) konsentrasi tinggi dari waduk sementara TMA waduk dijaga lebih rendah.

Tahun Normal : 1995/1996



Tahun Basah: 1998/1999



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 3.3.4 Perbandingan Efek Pengendalian Pintu WADUK PENAMPUNG SEDIMEN (WPS) pada Tahun Normal (1995/1996) dan Tahun Basah (1998/1999)

(3) Volume Pengaliran Sedimen

Hasil analisis pengaliran sedimen dari PLTA dan pintu baru Waduk Penampung Sedimen (WPS) dirangkum dalam Tabel 3.2.3 berikut. Memperbandingkan hasil Kasus B dan Kasus A, volume sedimen yang teralirkan melalui pintu-pintu baru turun sekitar 120.000 m³ di tahun basah tetapi sedikit meningkat di tahun normal. Seperti disebutkan sebelumnya di atas, perbedaan di tahun normal dan basah disebabkan oleh perbedaan TMA di Waduk Penampung Sedimen (WPS) setelah pembukaan pintu-pintu baru. Tidak peduli konsentrasi (SS) tinggi dialirkan atau tidak, setelah pintu-pintu baru dibuka pola *inflow* dari sungai Keduanglah yang sangat kuat mempengaruhi TMA di Waduk Penampung Sedimen (WPS).

Tabel 3.3.2 Perbandingan Volume Pengaliran Sedimen dari PLTA dan Pintu Baru Waduk Penampung Sedimen (WPS)

(Unit m³)

Tahun	Kawasan	Kasus A (Qspill ≤ 400 m ³ /det.)	Kasus B (Qspill ≤ 100 m ³ /det.)	(Case B – Case A)
Tahun Normal (1995/1996)	Pintu Baru	933,900	957,500	+23,600
	PLTA	98,500	98,700	+200
	Total	1,032,400	1,056,200	+23,800
Tahun Basah (1998/1999)	Pintu Baru	1,114,500	989,300	-125,200
	PLTA	112,200	116,100	+3,900
	Total	1,226,700	1,105,400	+129,100

Sumber: Tim Studi JICA

3.3.5 Kesimpulan

Dengan membatasi maksimum pengaliran melalui pintu-pintu baru, maka akan dimungkinkan untuk menghindari penurunan TMA dengan cepat di Waduk Penampung Sedimen (WPS). Meski demikian, laju penurunan TMA tidak mengakibatkan dampak yang berarti pada puncak konsentrasi SS yang dialirkan air andaikan Waduk Penampung Sedimen (WPS) akan sepenuhnya dikosongkan.

Untuk menurunkan puncak konsentrasi SS dari air yang di alirkan, akan lebih nyaman untuk mengendalikan TMA di Waduk Penampung Sedimen (WPS) agar tidak menjadi kosong. Dalam studi ini telah dilakukan uji pendahuluan pada kasus-kasus tertentu, disarankan untuk menguji berbagai kasus guna menentukan aturan pengoperasian pintu baru.

BAB 4 DESAIN KELAYAKAN WADUK PENAMPUNG SEDIMEN

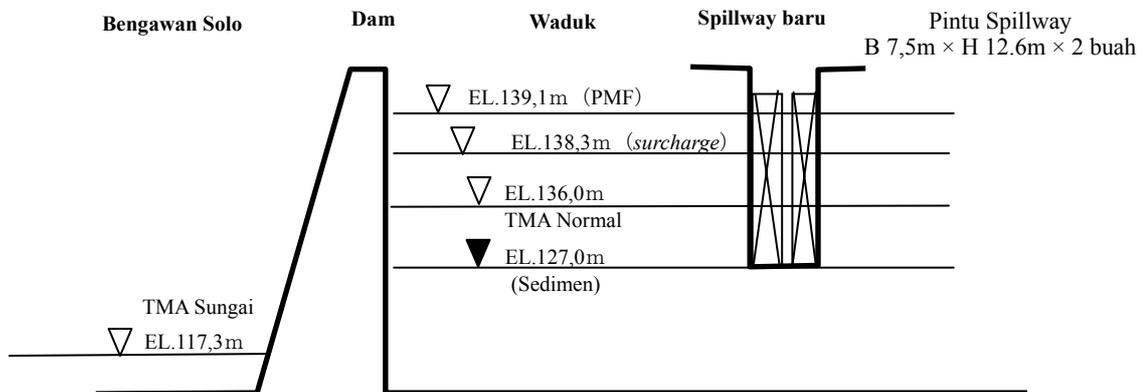
4.1 Kriteria dan Kondisi Desain

Bangunan waduk penampung sedimen (WPS) yang merupakan subyek rencana kelayakan meliputi spillway baru, tanggul penutup, dan tanggul pelimpah. Tataletak fasilitas ini ditunjukkan di Gambar 4.1.1. Kriteria dan kondisi desain didaftar di Tabel 4.1.1. Rancangan TMA bangunan spillway baru diilustrasikan dalam Gambar 4.1.2.

Tabel 4.1.1 Kriteria Dan Kondisi Desain

Bangunan	Uraian	Kriteria dan Kondisi
(1) <i>Spillway</i> baru	Tipe	Pintu Pelimpah Depan
	Elevasi Inlet	EL.127.0 m (Rencana Tinggi Endapan)
	Debit rencana	Q =1.250 m ³ /detik
	Tinggi Muka Air (TMA)	EL.139,1 m
(2) Tanggul Penutup	Elevasi puncak tanggul	EL.138,3 m (TMA <i>Surcharge</i>)
	Elevasi fundasi	EL.127.0 m (Tinggi Endapan)
	Lebar puncak tanggul	W=10.0 m
(3) Tanggul Pelimpah	Tinggi puncak	Tinggi puncak EL. 136,0m
	Debit rencana	Q=550 m ³ /detik, TMA WPS 138,1 m dan TMA Waduk Utama Wonogiri 137,5 m

Sumber: Tim Studi JICA



Gambar 4.1.2 Kondisi Tinggi Muka Air

4.2 Spillway baru

Spillway baru direncanakan pada sisi kanan Bendungan Wonogiri. Rencana tata letak dan penampang spillway baru masing-masing ditunjukkan pada Gambar 4.2.1 dan 4.2.2.

Kegunaan spillway baru diharapkan dapat melimpahkan debit banjir dan dengan lancar membilas banjir aliran sedimen yang termuat dari sungai Keduang maupun sedimen yang terendap di WPS. Desain kelayakan spillway baru diuraikan berikut ini.

4.2.1 Rencana Tata Letak Spillway Baru

(1) Konsep Rencana

Konsep rencana tata letak sebagai berikut:

- a) Pada dasarnya spillway baru direncanakan berdasarkan pemikiran-pemikiran di Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (BBWSBS – dulu PBS) maupun PJT-1 BS.
- b) Inlet spillway diletakkan sekitar 100 m di depan sumbu bendungan Wonogiri untuk menghindari dampak negatif terhadap tubuh bendungan pada saat pembangunan dan pengoperasiannya setelah selesai dibangun.
- c) Saluran transisi (*training channel*) ditempatkan dari lokasi inlet spillway sampai di akhir bagian lengkung spillway. Kemiringan saluran sekitar 1/108.
- d) Saluran peluncur (*chute channel*) ditempatkan dari pada akhir akhir saluran transisi sampai awal (mulainya) pemecahan energi. Kemiringan saluran peluncur 1/108 - sama dengan kemiringan saluran transisi.
- e) Saluran peluncur berbentuk lengkung yang secara halus menghubungkan sungai Bengawan Solo.
- f) Lebar saluran ditentukan 15 m dari awal (ujung) saluran transisi sampai akhir saluran peluncur.

(2) Tipe Inlet

Jenis bendung pelimpah diadopsi sebagai inlet spillway baru untuk menjamin keefektifan fungsi pengelontoran sedimen.

(3) Pintu

Ukuran pintu ditentukan untuk mengakomodasi debit rencana dari waduk penampung sedimen. Pintu jenis radial diadopsi dengan anggapan akan mengalami dampak paling sedikit saat pelepasan sedimen.

(4) Tipe pemecah energi

Dipilih tipe *sky jump* sebagai pemecah energi, dengan alasan sebagai berikut: ketinggian dasar kolam olakan berada pada El. 100 m sama dengan yang lama.

- a) Terdapat batuan-dasar keras di sepanjang rute saluran spillway yang cocok digunakan sebagai fundasi (lihat sub-bab 2.7.2). Pemecah energi tipe *sky jump* tidak memerlukan penggalian yang banyak. Namun bila dipilih pemecah energi tipe *hydraulic jump*, maka volume galian akan lebih banyak dari pada tipe *sky jump*.
- b) Kemiringan saluran peluncur sangat landai sebesar 1/108. Oleh karena itu kecepatan pengaliran di saluran peluncur tidak begitu tinggi. Kecepatan pengaliran di saluran sekitar 9,7 m/detik pada debit aliran 400 m³/detik.
- c) Pemecah energi tipe *sky jump* diadopsi mengikuti spillway yang sudah ada..

4.2.2 Desain

(1) Pengambilan Pelimpah (*Inlet Spillway*)

Tinggi fondasi inlet ditetapkan pada El. 127.0 m, dengan pertimbangan fungsi pengelontoran sedimen, sama dengan desain ketinggian endapan sedimen. Debit rencana maksimum saat PMF sebesar 1.250 m³/detik(pada TMA El. 139,1 m). Debit rencana sebesar 400 m³/detik pada saat SHFD dengan puncak debitnya 4,000 m³/detik.

Lebar inlet yang diperlukan lebih lebar dari B=15,0 m, dengan maksud mempertahankan muka air di bawah El. 139,1 m saat PMF dengan persamaan bendung pelimpah berikut.

Dalam desain ini diterapkan sistem 2 pintu (B = 7.5m). Biasanya, direkomendasikan lebih dari 2-pintu untuk pengglontoran sedimen dalam kaitannya dengan kegiatan pemeliharaan.

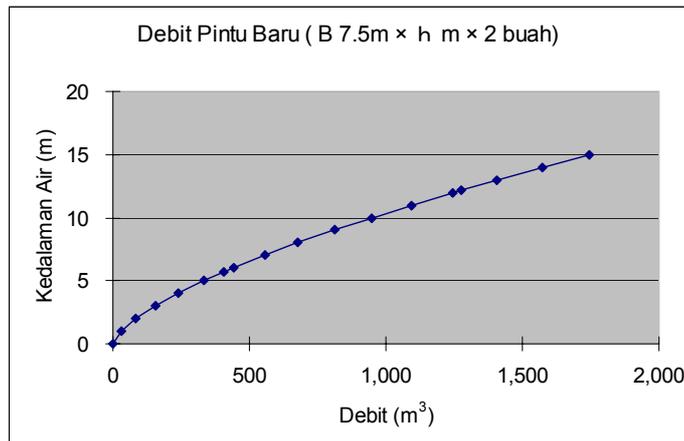
$$Q = CBH^{3/2}$$

dengan, C : Koefisien pintu pelimpah C = 2.0

B : Lebar pintu (m)

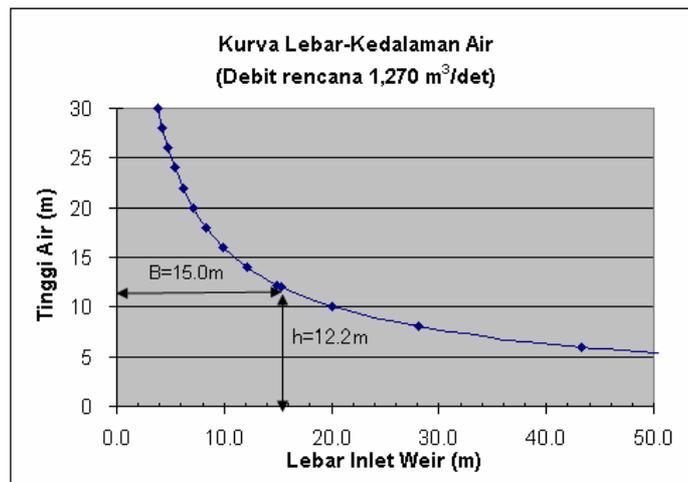
H : Kedalaman (tinggi) air di pintu (m) = 139.1 - 127.0 = 12.1 m

Q : Debit (m³/detik)



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 4.2.3 Kurva H-Q Pintu-pintu Baru



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 4.2.4 Kurva Kedalaman Air daan Lebar Pintu-pintu Baru

(2) Bagian Saluran Peralihan

Saluran peralihan memotong arah poros bendung dan memanjang hingga dekat badan bendungan. Potongan melintang tipikal saluran peralihan ditunjukkan pada Gambar 4.2.5. Prinsip-prinsip kondisi perancangan ditentukan sebagai berikut:

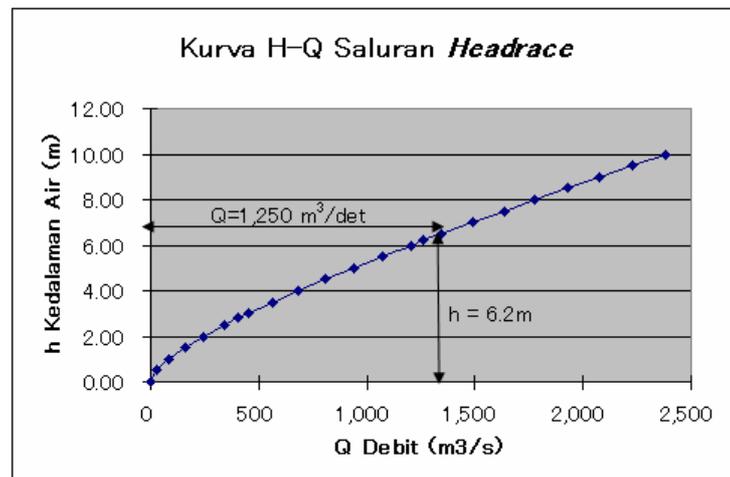
- untuk menjamin kestabilan dinding, kemiringan dinding 1/0.7.
- Kemiringan saluran peralihan 1/108.
- Debit desain 1,270 m³/s.
- Kedalaman air pada debit rencana h=6.2 m diperoleh dengan menggunakan persamaan Manning berikut.

- Tinggi jagaan ditentukan $h=0.8$.
- Tinggi dinding $H=6.2+0.8= 7.0$ m

Rumus Manning: $v = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$

$$Q = A \cdot V$$

- dengan, n : koefisien kekasaran, $n=0.016$ (saluran beton)
 A : luas aliran (m^2)
 Q : debit (m^3/det), debit rencana $Q=1,270m^3/det$
 I : kemiringan saluran $1/108$
 R : kedalam hidraulik rata-rata ($R=S/h$)
 S : total panjang sisi di dalam air (m)
 H : kedalaman air (m)
 V : kecepatan (m/det), $V=13.6$ m/det untuk $Q = 1,270 m^3/det$,
 $V=9.7m/s$ untuk $Q = 400 m^3/det$



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 4.2.6 Kurva H-Q Pada Saluran Peralihan

(3) Bagian Saluran Peluncur

Kemiringan saluran peluncur $I=1/108$, sama dengan kemiringan saluran peralihan.

Dinding beton bertulang digunakan sebagai dinding saluran peluncur untuk mengurangi volume galian dan volume beton. Gambar penampang melintang tipikal saluran ini ditunjukkan di Gambar 4.2.5. Prinsip kondisi perancangan ditentukan sebagai berikut:

- Kemiringan saluran peluncur $I=1/108$.
- Debit rencana $400 m^3/detik$ pada TMA *surcharge* dan $1,270m^3/detik$ saat PMF.
- Kedalaman air pada debit rencana $h=6.2$ m.
- Tinggi jagaan $h=0.8$ m.
- Ketinggian dinding $H=6.2+0.8= 7.0$ m.
- Kecepatan $V = 9.7$ m/detik saat $Q = 400 m^3/detik$,
 $V = 13.6$ m/detik saat $Q = 1,250 m^3/detik$.

(4) Pemecah Energi

Digunakan pemecah energi tipe peloncat ski pada spillway baru. Sasaran debit saat SHFD $400 m^3/detik$. Kecepatan aliran debit 9.7 m/detik sangat lambat dikarekan kemiringan saluran

peluncur yang relatif datar 1/108. Kemiringan 1/108 termasuk kategori kemiringan sungai alamiah.

a) Gambaran of kotak cekungan peloncat ski sebagai pemecah energi

Tipe pemecah energi seperti ini memiliki keuntungan biaya konstruksi, sementara keefektifannya sebagai pemecah energi lebih kecil dibandingkan tipe normal, dan arus di kolam olakan dan sungai di bagian hilirnya tidak stabil.

b) Lintasan dan cakupan kawasan jatuhnya terjunan

Trajectory of free-discharging jet is estimated by the following formula:

Lintasan aliran-bebas (free-discharging) dihitung menggunakan rumus berikut:

$$y = \tan \theta \cdot x - \frac{x^2}{4 \cos^2 \theta \cdot K H_0}$$

dengan,

K: Koefisien yang diperoleh dengan mengurangi kehilangan gesekan dan lain-lainnya dalam saluran dari nilai 1.0, hasilnya sebagai berikut:

$$K=0.69 \text{ (} Q=1,000 \text{ m}^3\text{/detik)}$$

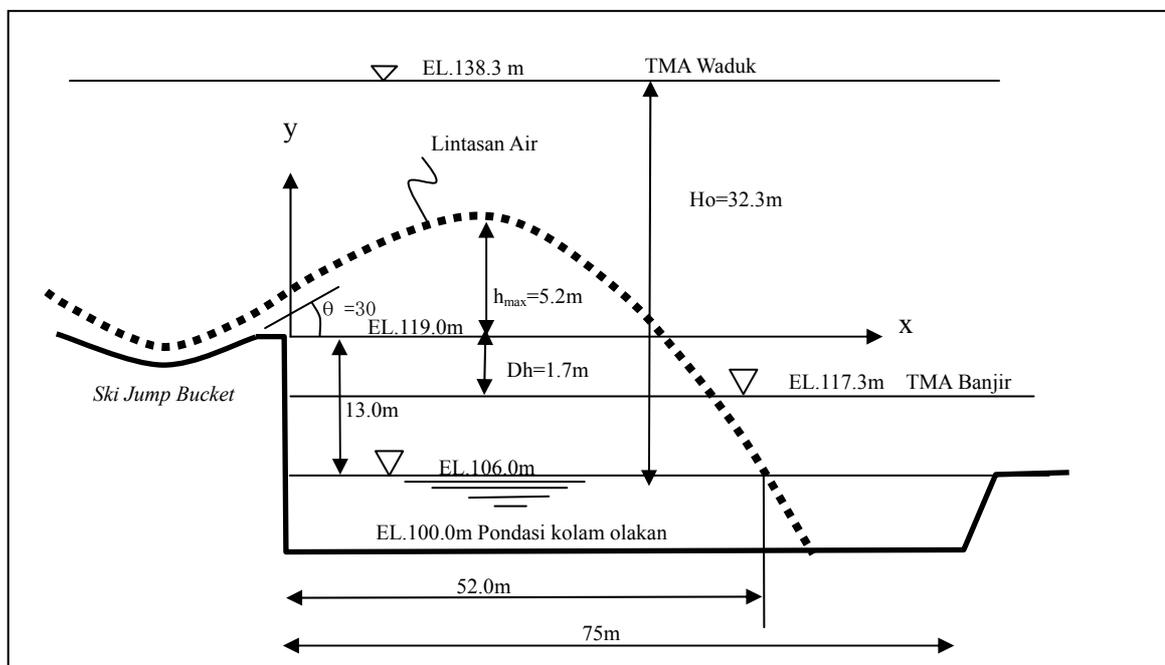
$$K=0.73 \text{ (} Q=1,600 \text{ m}^3\text{/detik)}$$

$$K=0.65 \text{ (} Q=400 \text{ m}^3\text{/detik)}$$

$$K=0.71 \text{ (} Q=1,250 \text{ m}^3\text{/detik)}$$

Nilai K disalin dari "Report on the Hydraulic Model Test on Revised Spillway of Karangates Project (1971)".

θ : Sudut loncat jet ski, $\theta = 30^\circ$



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 4.2.7 Lintasan Jet Air

Tabel 4.2.1 Lintasan Jet Air

TMA Waduk	TMA Sungai	Perbedaan Δh (m)	Xmaks (m)	Ymaks (m)
EL.138.3m	EL.106.0m	32.3	52.0	5.19
EL.139.1m	EL.106.0m	33.1	53.0	5.34

Sumber: Tim Studi JICA

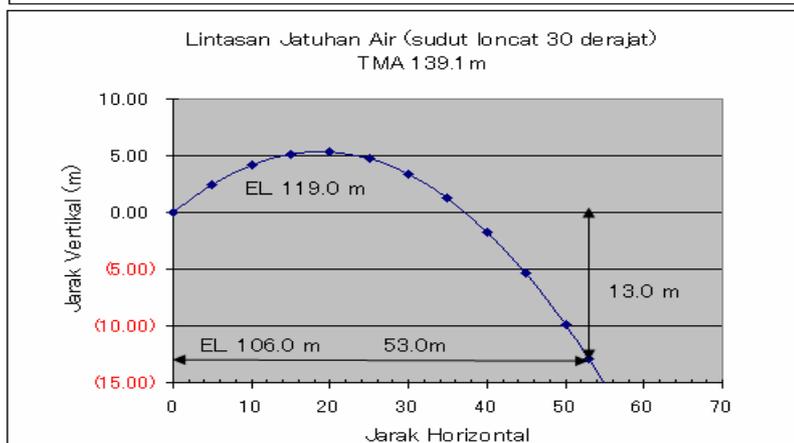
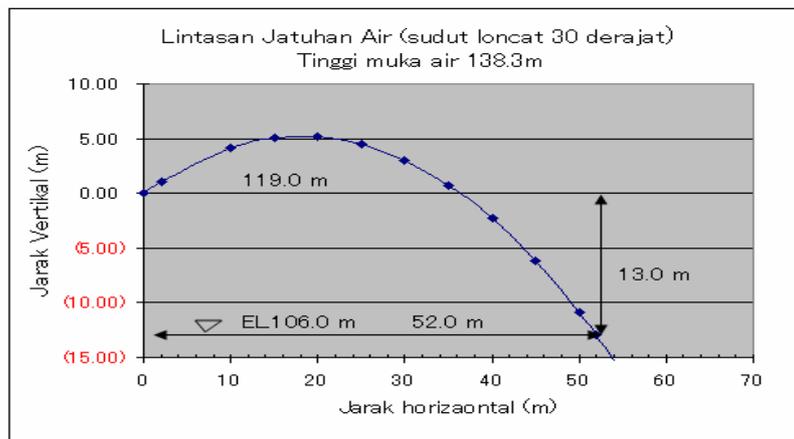
(5) Kuantitas

Kuantitas spillway baru ditunjukkan pada Tabel 4.2.2.

Tabel 4.2.2 Kuantitas Pekerjaan Utama Spillway Baru

Item	Satuan	Kuantitas
Panjang Spillway	m	708.79
Saluran Peralihan	m	162.55
Saluran Peluncur	m	452.24
Pemecah Enerji	m	94
Lebar Spillway	m	15.00
Volume Beton	m ³	93,320
Galian	m ³	389,240
Timbunan penutup	m ³	134,970

Sumber: Tim Studi JICA



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 4.2.8 Lintasan Jatuhan Jet Air

4.3 Tanggul Penutup

(1) Kriteria dan Kondisi Desain

Tujuan pembuatan tanggul penutup untuk memisahkan WPS dari waduk utama Wonogiri hingga ke ketinggian TMA *surcharge*. Akan tetapi, bila TMA telah melampaui TMA *surcharge*, tanggul penutup dirancang untuk ditenggelamkan. Dan tanggul penutup dijaga keamanannya dari penurunan TMA secara mendadak dari EL 136.0 m (TMA normal) ke TMA 127.0 m (rencana ketinggian endapan sedimen).

Dengan demikian, kriteria dan kondisi desain tanggul penutup sebagai berikut:

Ketinggian Tanggul Penutup : EL.138.3 m (Surcharge water level)

Tinggi Jagaan : $\Delta h=0$ m

Ketinggian Fundasi : EL.127.0 m

Kemiringan Muka Tanggul : 1:3.0

(2) Rencana Tataletak

Lokasi tanggul penutup direncanakan di sebelah kanan *abutment* Bendungan Wonogiri dan di ujung atas pulau yang terletak di depan bendungan. Tujuan lain pembuatan tanggul penutup untuk mencegah aliran sedimen dari Sungai Keduang masuk langsung ke intake (lama) dan mengurangi penumpukan sampah di depan intake (lama).

Rencana tataletak tanggul penutup ditunjukkan pada Gambar 4.3.1

(3) Tipe Tanggul Penutup

Dengan alasan keekonomisan dan untuk mengamankan tebing penumpukan pasir dari galian spillway (baru), maka dipilih tipe *cofferdam* timbunan tanah. Akan tetapi tanggul penutup juga akan dilimpasi oleh banjir saat banjir rencana (EL. 138.3 m) hingga PMF (EL. 139.1 m). Ada kemungkinan terjadi penggerusan di kaki dan muka tanggul penutup saat dilakukan penggelontoran sedimen. Oleh karena itu, pada bagian atas tanggul penutup dirancang dinding-ganda tiang pancang baja yang kedalaman penetrasinya mencapai permukaan tanah asli. Lebar tanggul penutup 10 m, yang ditentukan berdasarkan analisis kestabilan dinding-ganda tiang pancang baja

Kemiringan muka tanggul ini direncanakan 1:3.0 sehingga terjaga keamanannya terhadap kegagalan-kegagalan saat TMA diturunkan dari 136 m ke 127 m per hari.

Penampang melintang tipikal tanggul penutup ditunjukkan di Gambar 4.3.1.

(4) Kuantitas

Kuantitas pekerjaan pada tanggul penutup ditunjukkan dalam Tabel 4.3.1.

Tabel 4.3.1 Kuantitas Pekerjaan Utama Tanggul Penutup

Item	Unit	Kuantitas
Panjang tanggul	m	658.00
Tinggi tanggul	m	Puncak tanggul EL.138.3 m Ketinggian fundasi EL.127.0 m $H_{maks} = 11.3$ m
Volume timbunan	m ³	167,800
Tiang pancang baja	ton	4,450

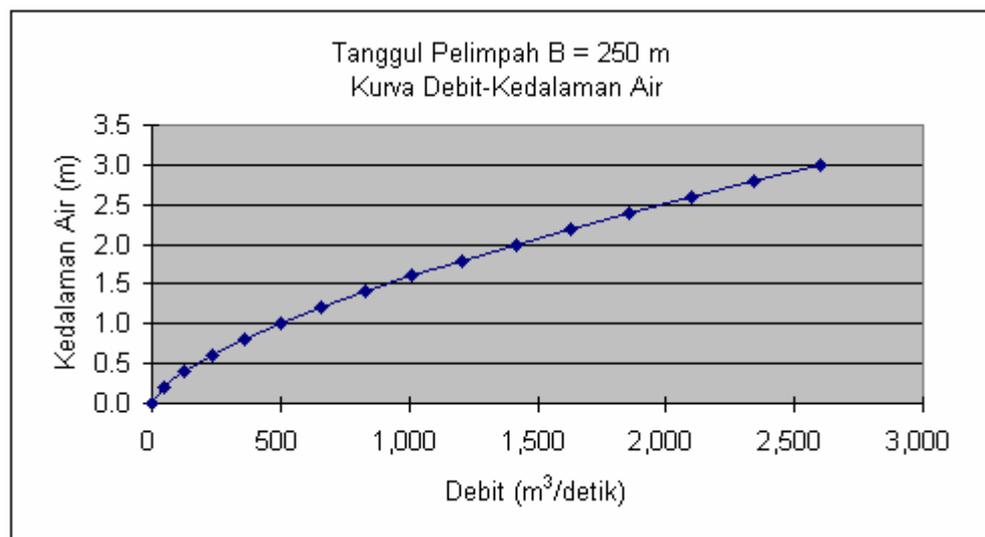
Sumber: Tim Studi JICA

4.4 Tanggul Pelimpah

(1) Kriteria dan Kondisi Desain

Tanggul pelimpah didesain untuk memindahkan (melimpahkan) air dari waduk penampung sedimen ke waduk utama dan sebaliknya ketika TMA waduk utama melewati EL. 136.0 m (TMA normal). Panjang tanggul pelimpah ditentukan dengan hitungan penelurusan banjir (dibahas di sub-bab 3.1.6). Tataletak dan penampang melintang tipikalnya ditunjukkan di Gambar 4.4.1. Kriteria dan kondisi desain sebagai berikut:

- Ketinggian puncak tanggul penutup EL.136.0 m
- Perbedaan tinggi antara puncak dan *apron* 2.0 m dari kondisi topografi dan geologi.
- Debit rencana $Q=550 \text{ m}^3/\text{det}$ (pada TMA EL.138.1 m di waduk penampung sedimen dan EL.137.8 m di waduk utama)
- Arah aliran dua arah.



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 4.4.2 Kurva H-Q Tanggul Pelimpah

(2) Rencana Tata Letak

Tanggul pelimpah direncanakan pada pulau yang terletak dari arah berlawanan bendungan Wonogiri. Lokasi tanggul pelimpah dengan melihat kondisi geologi dipilih pada punggung pulau. Kedua sisi tanggul pelimpah berupa timbunan hingga EL. 138.3 m dan terhubung dengan tanggul penutup dan pantai bendungan dari arah kebalikannya.

Dalam tanggul pelimpah, saluran (*conduit*) penghubung ($2.0 \text{ m} \times 2.0 \text{ m}$) dengan pintu dipasang untuk mengalirkan air dari WPS antara ketinggian EL. 136.0 m dan 132.0 m ke waduk utama di musim kering. Lebar tanggul untuk syarat kegunaannya sekitar 250 m. Rencana dan penampang saluran penghubung ditunjukkan pada Gambar 4.4.3.

(3) Tipe Tanggul pelimpah

Tipe bendungan tetap beton sehingga bebas pemeliharaan.

Arah aliran pada tanggul dianggap dua raha. Sehingga, pembuatan apron diperlukan di kedua sisi tanggul. Jarak antara kedua bendungan ditetapkan 10 m untuk menjamin pemeliharaan dan jalan masuk.

(4) Kuantitas

Kuantitas pekerjaan utama tanggul pelimpah ditunjukkan di Tabel 4.4.1.

Tabel 4.4.1 Kuantitas Utama Pekerjaan pada Tanggul Pelimpah

Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas
Panjang tanggul	m	250.00
Ketinggian tanggul	m	Tinggi puncak EL.136.0 m Apron EL.134.0 m
Galian	m ³	29,750
Beton	m ³	11,000
Timbunan tanah kembali	m ²	61,600

Sumber: Tim Studi JICA

BAB 5 DESAIN KELAYAKAN KONSERVASI DAS DI SUB DAS KEDUANG

5.1 Konsep Dasar dan Pendekatan

Rata-rata kehilangan tanah tahunan di Sub DAS Keduang diperkirakan sebesar 4,79 juta ton, sebagian besar berasal dari permukaan lahan (lahan pertanian). Kehilangan tanah dari luar usaha tani, seperti longsor, erosi tebing sungai dan erosi jurang seluruhnya berjumlah kecil. Sebagaimana telah diuraikan terdahulu, sumber erosi utama dari areal tegal, tegal di kawasan permukiman dan kawasan pemukiman, sehingga pengendalian erosi di sini merupakan obyektif paling penting untuk diselesaikan.

Penduduk di Sub DAS Keduang memahami bahwa hasil usaha taninya sangat terpengaruh oleh penurunan kesuburan tanah akibat erosi tanah dan oleh karena itu sangat tertarik konservasi tanah. Hasil pelaksanaan survai yang diadakan menunjukkan bahwa peningkatan pendapatan pertanian dari petani setempat sangat penting untuk diperhatikan.

Untuk mencapai tujuan yang mendesak, nampak penting bahwa konservasi DAS harus dipromosikan dengan memperhatikan pendekatan dari beberapa titik pandang, yaitu: i) konservasi tanah/air, ii) masalah/isu pertanian, dan iii) lembaga sosial

Tekstur tanah di wilayah DAS sangat halus, tidak dapat diharapkan pengendalian erosi tanah dengan pembangunan Sabo-dam dengan skala besar yang tampaknya secara ekonomis dan fungsinya rendah. Dengan demikian bangunan ini tidak termasuk dalam studi ini.

Dalam Studi Kelayakan ini, (1) diusulkan perbaikan teras bangku yang sangat efektif untuk mengendalikan erosi tanah, sebagaimana ditunjukkan dari hasil plot uji erosi yang diselenggarakan di Sub DAS Keduang. (2) Sebagai tambahan, konservasi tanah/lahan akan dilaksanakan dengan memperkuat tanggapan dan bibir teras dengan menanam rumput. (3) Sistem agro-forestry (wanatani) akan digunakan untuk pengendalian erosi tanah, perbaikan produktifitas pertanian dan sumber pendapatan pertanian kepada generasi yang akan datang. (4) Konservasi tanah harus dilaksanakan berdasarkan pada penerapan teknologi tindakan konservasi tanah/air yang telah diperbaiki, pola tanam yang tepat, pengelolaan tanah dan hasil panen. (5) Selanjutnya, pencegahan erosi tanah di bagian tepi kawasan permukiman akan dibuat dengan membudidayakan tanaman pagar dan membuat saluran pembuang samping. (6) Untuk memperlancar dan mengefektifkan kinerja proyek berbagai program pendukung akan dipersiapkan (dibuat).

Kebanyakan proyek konservasi DAS di DAS Wonogiri diselenggarakan dengan sistem dari pusat ke daerah (top-down), tetapi cara ini tidak memberikan manfaat proyek seperti yang diharapkan: (1) Pada dasarnya, sistem berbasis masyarakat dari bawah ke atas akan dipergunakan pada rencana ini. Dan direncanakan penduduk setempat akan berpartisipasi aktif, baik pada tahap perencanaan s/d tahap pemantauan pasca pelaksanaan. Pekerjaan sosialisasi akan dilakukan oleh Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM = NGO) dan untuk masalah/isu teknis akan dibantu oleh petugas dari pemerintah dan konsultan. (2) Sangat penting untuk menjamin keterbukaan pada seluruh kegiatan proyek termasuk modal (dana) untuk memperlancar penyelenggaraan proyek. Untuk maksud ini diperlukan pembentukan "Panitia/Komite Pelaksana". (3) Mempertimbangkan keuntungan jangka pendek yang rendah (kecil) pada tindakan perbaikan pertanian dalam proyek ini, maka perlu diberikan insentif yang memadai kepada para petani yang melaksanakannya.

Material dan sarana produksi yang penting untuk pelaksanaan proyek tersebut direncanakan akan diberikan dalam bentuk subsidi. Sekitar 50 – 75 % dari keseluruhan pekerjaan proyek, seperti pekerjaan fisik berupa perkuatan teras dan pembuatan teras dengan menggunakan vegetasi akan dilaksanakan dan pekerjaan yang tersisa akan dilakukan oleh tenaga kerja (petani) yang mendapat manfaat secara sukarela.

Pendekatan secara rinci terhadap Proyek Konservasi Sub DAS Keduang sebagian besar sama dengan yang diikemukakan pada sub bagian 9.2.2 pada Part I Studi Rencana Induk.

5.2 Batas Daerah Sasaran Proyek Konservasi DAS

5.2.1 Klasifikasi daerah sasaran

Daerah sasaran untuk Proyek Konservasi Sub DAS Keduang direncanakan terdiri atas lahan tegal, tegal di kawasan pemukiman, dan kawasan pemukiman.

Faktor dalam rumus USLE yang harus dikelola atau dimitigasi melalui tindakan konservasi DAS meliputi faktor P (faktor konservasi lahan) dan faktor C (faktor vegetasi/pengolahan). Sehubungan dengan hal itu, formulasi daerah sasaran untuk tindakan penanganan konservasi DAS diklasifikasikan kedalam sub unit (satuan lahan) untuk memfasilitasi penyusunan rencana konservasi yang terdiri atas penanggulangan konservasi tanah/air dan tindakan pertanian. Tipe dan kondisi teras merupakan faktor konservasi lahan yang akan menjadi sasaran penanggulangan konservasi tanah dan air. Faktor vegetasi/pengolahan dapat ditargetkan dalam penanggulangan pertanian, yaitu dengan memodifikasi tata guna lahan melalui pengembangan agro forestry (wanatani) dalam lingkup studi saat ini. Kriteria yang dipergunakan untuk mengklasifikasikan daerah sasaran kedalam unit lahan dalam studi ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5.2.1 Kriteria Klasifikasi Daerah Sasaran

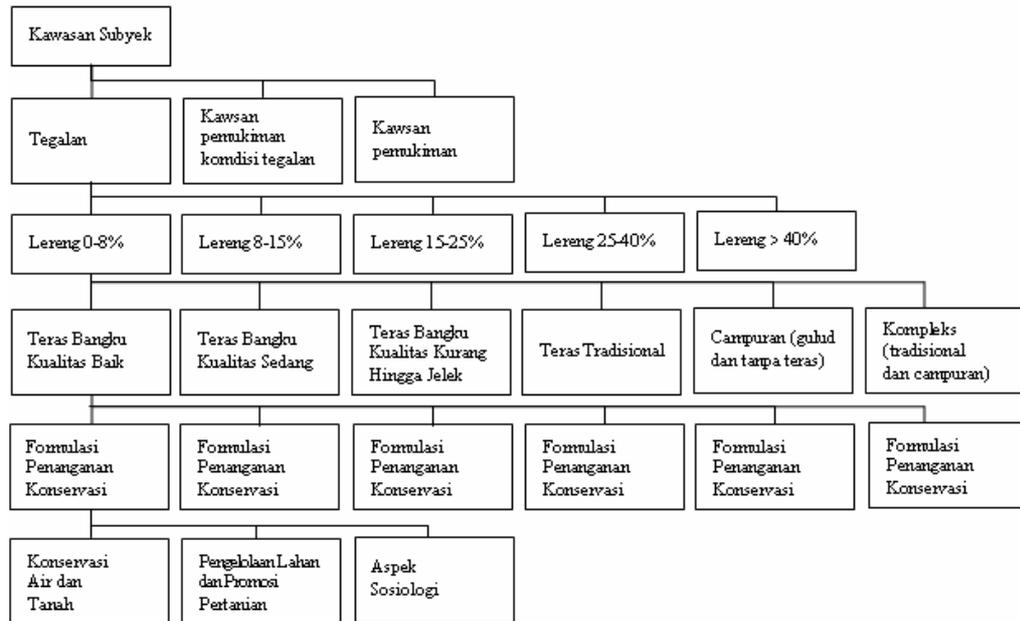
Faktor	Kriteria Klasifikasi	Kode
Tata Guna Lahan	Areal Tegal	U
	Tegal didalam areal Permukiman (Pekarangan) 1/	P
	Areal Permukiman (Pekarangan) 2/	H
Kemiringan	0 - 8%	S1
	8 - 15 %	S2
	15 - 25 %	S3
	25 - 40 %	S4
	40 %	S5
Tipe dan Kondisi Teras	Lahan yang ber-“teras bangku - Teras bangku berkualitas baik	T1
	-Teras bangku berkualitas sedang	T2
	- Teras bangku berkualitas kurang s/d jelek	T3
	Lahan ber-teras tradisional	T4
	Campuran (Kombinasi antara teras gulud dan tanpa teras)	T5
	Kompleks (teras tradisional dan campuran)	T6

1/:Areal Permukiman dalam kondisi areal Tegal.

2/: Rumah (Pekarangan) di areal Permukiman

Sumber :Tim Studi JICA

Proses dalam meng-klasifikasikan daerah sasaran kedalam unit lahan untuk konservasi DAS diilustrasikan pada gambar berikut ini:



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 5.2.1 Klasifikasi dari Daerah Sasaran kedalam Unit Lahan untuk Formulasi Penanggulangan Konservasi

Berdasarkan pada kriteria klasifikasi untuk daerah sasaran, maka pemberian kode untuk Unit Lahan dikemukakan pada Tabel berikut ini.

Tabel 5.2.2 Pemberian Kode bagi Unit Lahan di Daerah Sasaran

Tipe dan Kondisi Teras	Klas kemiringan lereng (%)				
	0-8	8-15	15-25	25-40	>40
Areal lahan Tegalan					
- Teras bangku berkualitas baik (BT) 1/	US1T1	US2T1	US3T1	US4T1	US5T1
- Teras bangku berkualitas sedang (BT)	US1T2	US2T2	US3T2	US4T2	US5T2
- Teras bangku berkualitas kurang/jelek (BT)	US1T3	US2T3	US3T3	US4T3	US5T3
- Teras tradisional	US1T4	US2T4	US3T4	US4T4	US5T4
- Campuran 2/	US1T5	US2T5	US3T5	US4T5	US5T5
Permukiman dalam kondisi areal lahan Tegalan					
- Kompleks (teras tradisional dan campuran)	PS1T6	PS2T6	PS3T6	PS4T6	PS5T6
Pekarangan rumah	HS1	HS2	HS3	HS4	HS5

1/ BT = Teras Bangku 2/ Asosiasi antara teras gulud dan tanpa teras

Sumber :Tim Studi JICA

Daerah sasaran diklasifikasikan kedalam 35 unit lahan yang didasarkan pada pemberian kode unit lahan untuk konservasi DAS.

5.2.2 Sasaran Lahan untuk Proyek Konservasi DAS

Lahan sasaran untuk DAS Keduang (kawasan Proyek Konservasi DAS) diseleksi dari daerah sasaran proyek sebagaimana dikemukakan di atas berdasarkan prosedur sebagai berikut:

- Proyek konservasi DAS Keduang ditangani berdasarkan komunitas masyarakat sebagai pelaksana. Batas desa di DAS Keduang disiapkan menggunakan peta Bakosurtanal skala 1/25.000 sebagai peta dasar. Nama dan luasan desa diidentifikasi.
- Seluruh informasi dan data yang diperlukan untuk mengestimasi kehilangan tanah dikumpulkan dan diinput ke dalam Sistem GIS untuk pengelolaan DAS seperti yang

telah dibuat dalam studi ini.

- Rata-rata kehilangan tanah tahunan untuk setiap desa di dalam DAS Keduang telah dihitung. Desa dengan luasan lebih dari 100 ha dan/atau rata-rata kehilangan tanah tahunan per ha lebih dari 50 ton/ha/tahun, disaring untuk konservasi DAS Keduang.
- Untuk setiap desa yang telah dipilih diatas, dihitung rata-rata kehilangan tanah tahunan untuk 3-jenis areal lahan: tegal, kawasan pemukiman dengan kondisi tegalan dan kawasan pemukiman. Kemudian desa-desa yang mempunyai jumlah total rata-rata kehilangan tanah tahunan per ha dari ke-3 jenis areal lahan tersebut di atas kurang dari 50 ton/ha/tahun, tidak dimasukkan ke dalam daerah sasaran
- Memperhatikan tataguna lahan yang diusulkan dan klas kemiringan lereng (lihat Tabel 5.3.4), laju penanaman tanaman keras (pohon buah-buahan atau pohon lainnya (wanatani) direncanakan sebesar 50% dari jumlah total yang diusulkan.
- Pelaksanaan pekerjaan perbaikan teras dan pembuatan/peningkatan teras direncanakan sebesar 100% untuk daerah sasaran dengan kemiringan lereng kurang dari 25%; 80% daerah sasaran untuk pekerjaan rehabilitasi teras pada kemiringan lereng 25 – 40%, serta 60% untuk daerah sasaran dengan kemiringan lereng lebih dari 40% yang dipengaruhi oleh kondisi pencapaian daerah sasaran, kesulitan pembuatan teras bangku, karena dalamnya sistem perakaran pohonan yang besar, sangat curamnya kondisi topografi, dan keinginan petani yang tidak pasti terhadap pembuatan teras dan lain-lainnya.
- Pelaksanan untuk kawasan pemukiman (pekarangan rumah) dengan penanaman tanaman semak/belukar di pinggir desa dan direncanakan 60% dari jumlah total areal pemukiman.
- Kawasan lahan hutan negara didalam DAS Keduang tidak termasuk kedalam target daerah asaran didalam Proyek Konservasi DAS.

Daerah sasaran untuk konservasi DAS di Sub DAS Keduang sekitar 11.100 ha seperti ditunjukkan di bawah ini. Total jumlah desa yang dipilih di dalam Sub DAS Keduang 82 desa. Jumlah desa berdasarkan wilayah kecamatannya ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 5.2.3 Daftar Desa Terpilih Menurut Wilayah Kecamatan

Nama Kecamatan	Jumlah Desa Yang Terpilih
Girimarto	12
Jatipurono	11
Jatiroto	10
Jatirno	15
Ngadirojo	6
Nguntoronadi	1
Sidoharjo	12
Slogohimo	14
Wonogiri	1
Total	82

Sumber: Tim Studi JICA

Daftar desa yang terpilih dan rata-rata kehilangan tanah tahunan per ha disajikan pada Tabel 4.6.2 dan 4.6.3 pada bagian 4.6.1 dalam Lampiran No. 9.

Tabel 5.2.4 Target Daerah Sasaran untuk Konservasi DAS di Sub DAS Keduang

Tataguna Lahan		Kode Lahan	Luas (Ha)	Tataguna Lahan	Kode Lahan	Luas (Ha)	
Tegalán	Teras Bangku	Baik	US1T1	0	Kawasan Pemukiman Dengan Kondisi Tegalán	PS1T6	1,520
			US2T1	0		PS2T6	1,765
			US3T1	0		PS3T6	1,039
			US4T1	0		PS4T6	394
			US5T1	0		PS5T6	365
		Sub-total	0	Sub-total		5,083	
		Sedang	US1T2	0	Kawasan Pemukiman	HS1	0
			US2T2	6		HS2	569
			US3T2	8		HS3	372
			US4T2	7		HS4	185
			US5T2	3		HS5	270
		Sub-total	24	Sub-total	1,396		
		Kurang/Jelek	US1T3	0			
			US2T3	984			
			US3T3	1,027			
	US4T3		870				
	US5T3		1,392				
	Sub-total		4,273				
	Teras Tradisional	US1T4	3				
		US2T4	40				
		US3T4	33				
		US4T4	26				
		US5T4	71				
		Sub-total	173				
Campuran (gulud dan tanpa teras)	US1T5	1					
	US2T5	9					
	US3T5	31					
	US4T5	44					
	US5T5	82					
	Sub-total	167				Total	11,116

Sumber : Tim Studi JICA

5.3 Rencana Konservasi DAS Yang Diusulkan

Tindakan dasar usulan penanganan konservasi DAS terdiri atas: i) tindakan konservasi tanah secara fisik dan vegetatif, ii) pengembangan wanatani dan iii) program pendukung usaha tani. Daerah sasaran tersebut meliputi kawasan tegalán, tegalán di dalam areal pemukiman serta areal pemukiman., sebagaimana dijelaskan sebelumnya. Arahan dasar per unit lahan yang diterapkan pada usulan rencana konservasi DAS saat ini diklasifikasikan dengan klas kemiringan lereng serta tipe dan kondisi teras yang berlaku, dikemukakan pada Tabel 4.3.1 dan 4.3.2 pada Lampiran No. 9 dan diperjelas secara rinci berikut ini.

5.3.1 Tindakan Konservasi Lahan

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam tindakan konservasi adalah biaya untuk tindakan konservasi tanah/lahan diupayakan seminimal mungkin dan pekerjaan proyek dapat mudah dilaksanakan oleh penerima manfaat dari proyek. Tindakan konservasi tanah yang diusulkan terdiri atas: tindakan fisik perbaikan teras dan pekerjaan pembuatan teras

serta pembuatan saluran pembuang samping di kawasan pemukiman dan tindakan vegetatif, yaitu penanaman rumput pada tampingan dan bibir teras serta pembudidayaan semak-semak/herba di pinggir kawasan permukiman (pekarangan rumah) dengan menggunakan rumput maupun semak-semak untuk pekerjaan stabilisasi seperti disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 5.3.1 Usulan Tindakan Konservasi Tanah

Tindakan	Komponen
Tindakan fisik	Pekerjaan Konstruksi/Perbaikan Teras Bangku - Pekerjaan konstruksi atau perbaikan teras bangku - Perbaikan bibir teras - Perbaikan tampingan teras
	Perbaikan Saluran Pembuang Air (SPA) dan Bangunan Terjunan Air (BTA)
	Perbaikan saluran pembuang samping di permukiman
	Perbaikan SPA di samping di areal permukiman
Tindakan vegetatif	Stabilisasi bibir teras (teras bangku dan teras guludan) Stabilisasi tampingan teras Penanaman semak/herba dipinggir pekarangan rumah

Sumber: Tim Studi JICA

Dimensi dari standar desain pekerjaan fisik utama ditunjukkan di bawah ini:

Tabel 5.3.2 Dimensi dari Pekerjaan Utama

Gradien Lahan (%)	Pembuatan teras				Drainasi	Bibir	Tampingan	BTA
	Rerata Gradien (%)	Tinggi Teras (m)	Jumlah Teras (Jumlah/ha)	Lebar Teras* (m)	Lebar Drainase (m)	Lebar Bibir (m)	Panjang Lereng (m)	Tinggi Terjunan (m)
0-8	4	0.6	6.67	14.99	0.25	0.20	0.63	0.6
8-15	12	0.7	17.14	5.83	0.25	0.20	0.73	0.7
15-25	20	0.8	25	4.00	0.25	0.20	0.84	0.8
25-40	33	1.0	33	3.03	0.25	0.20	1.04	1.0
>40	50	1.0	50	2.00	0.25	0.20	1.04	1.0
*: Kemiringan = 1:0.3								
Gradien Lahan (%)	Saluran Pembuang Air				Drainasi lateral dari saluran samping		Kolektor dari saluran samping	
	DTA (ha)	Tinggi SPA (m)	Selang (m)	Jumlah SPA (Jumlah/100m)	Lebar Saluran (m)	Interval (m)	Lebar Saluran (m)	Interval (m)
0-8	4-5	0.2	75	1.33	-			
8-15	3-4	0.2	75	75	0.4	200	0.2	100
15-25	2-3	0.2	75	75	0.4	200	0.2	100
25-40	1-2	0.2	75	75	0.3	200	0.2	100
>40	0.5-1	0.2	75	75	0.3	200	0.2	100

Sumber : Tim Studi JICA

Dengan mengakomodasi pengalaman ke dalam formulasi studi saat ini, tindakan vegetatif yang lalu dikaji ulang. Kriteria yang digunakan untuk penilaian termasuk: i) tingkat penutupan tanaman, ii) kecepatan atau mudah-tidaknya dibudidayakan, iii) keekonomisan

atau nilai ekonomis, dan iv) unjuk kerja di lapangan. Penilaian secara rinci dikemukakan pada Lampiran No. 9. Tabel berikut ini mengindikasikan tentang varietas tanaman yang direkomendasikan untuk stabilisasi bibir, tampingan teras serta penanaman semak/herba di pinggir pekarangan rumah.

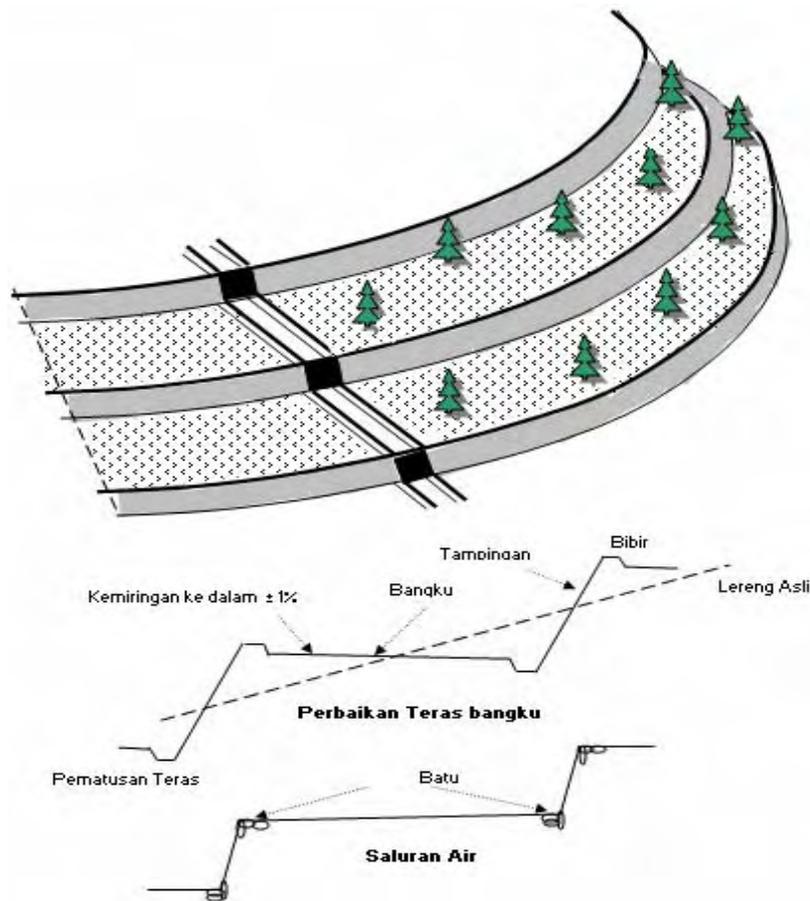
Tabel 5.3.3 Tindakan Wanatani dan Vegetatif Dasar pada Perbaikan Teras Bangku

Target tempat	Tindakan Vegetatif	Vegetasi	Jenis/Spesies
Bibir teras	Stabilisasi bibir teras	Rumput	Rumput Gajah
		Semak/herba	Lamtoro, <i>Glyricideae speium</i> , <i>Flemingia congesta Roxb etc.</i>
Tampingan teras	Stabilisasi tampingan	Rumput	BB (<i>Brachiaria brizantha</i>), BD (<i>Brachiaria decumbens</i>), Rumput setempat yang menjalar
Pekarangan rumah ^{1/}	Larikan tanaman	Semak/herba	<i>Flemingia congesta Roxb etc.</i>

^{1/}: Pekarangan rumah di areal Permukiman;

Sumber: Tim Studi JICA

Gambaran perbaikan teras bangku ditunjukkan di bawah ini.



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 5.3.1 Gambaran Perbaikan Teras Bangku

5.3.2 Pengembangan Wanatani

Pengembangan wanatani akan diterapkan di lahan tegal dan tegal di kawasan permukiman. Arah dasar untuk pengembangan wanatani yang diusulkan (sebagian tanaman semusim dan sebagian tanaman keras) dan klas kemiringan lereng telah dikaji dengan memperhatikan masalah sebagai berikut.

- Tindakan konservasi tanah dan air yang berkesinambungan dan peningkatan produktivitas serta difersifikasi melalui promosi pengembangan wanatani, dan
- Mengatasi masalah tenaga kerja pada kegiatan usaha tani di masa mendatang dengan melalui pengembangan tanaman: buah-buahan/perdagangan/kayu-kayuan untuk mengatasi pertambahan usia masyarakat petani dan kecenderungan mencari pekerjaan di luar usaha tani bagi generasi mendatang.

Areal yang disusun untuk usulan tata guna lahan tergantung pada klas kemiringan lereng wilayah sasaran seperti dikemukakan pada tabel berikut ini.

Tabel 5.3.4 Klas Kemiringan Lereng dan Pengembangan Wanatani

Klas kemiringan lereng	Usulan tata Guna lahan		Uraian Wanatani
	Tanaman Semusim	Tanaman keras/pohon	
0 - 8%	95%*	5%	Kombinasi antara tanaman dan pohon tergantung pada kesukaan petani
8 - 15 %	87.5%	12.5%	
15 - 25 %	75.0%	25.0%	Campuran antara tanaman dan pohon dan di bagian bawahnya empon-empon.
25 % - 40 %	62.5%	37.5%	
> 40 %	50.0%	50.0%	

Sumber: Tim Studi JICA 90%

* Jumlah yang diusulkan 90%, jumlah aktual 95%.

Pemilihan tanaman/pepohonan untuk digunakan dalam pengembangan wanatani, dilakukan dengan dasar penilaian pada kemampuan adaptasi pohon dan tanaman keras/tanaman perdagangan di dalam kecamatan yang termasuk proyek, hal ini Dinas Pertanian Tanaman Pangan telah merekomendasikannya. Studi penilaian yang rinci dikemukakan pada Lampiran No. 9. Pepohonan dan tanaman keras di rekomendasikan untuk pengembangan wanatani adalah jati, sonokeling, pinus, mahagoni, eucalyptus, sengon, bambu, mangga, rambutan, mete, cengkeh, cokelat, mlinjo, jeruk dan lain sebagainya.

Gambaran usulan tata-guna lahan yang paling optimal seperti di kutip pada bagian 5.2.2, maka kerangka yang digunakan di proyek konservasi DAS Keduang diambil kurang lebih 50% dari kerangka usulan yang diambil untuk memperhitungkan kondisi sekarang. Selanjutnya, untuk meningkatkan pendapatan usaha tani, tananaman tumpang sari (tanaman sela) dengan tanaman empon-empon seperti kunir, kencur, jahe, dan lain sebagainya akan diterapkan dalam kawasan wanatani yang mempunyai kemiringan lereng 7,15%.

5.3.3 Kegiatan Usaha Tani untuk Tindakan Vegetatif

Kegiatan usaha tani yang mendesak untuk tindakan wanatani dan vegetatif dibuat secara prinsip berdasarkan pada data pola penanganan erosi dan sedimentasi dengan pembangunan hutan rakyat kabupaten Wonogiri 2005. Rinciannya disajikan dalam Tabel 4.3.10 pada Lampiran No.9.

5.4 Program Pendukung untuk Mempromosikan Proyek Konservasi DAS di Sub-DAS Keduang

5.4.1 Program Pendukung untuk Mempromosikan Proyek Konservasi DAS

Tindakan konservasi tanah dan air yang diusulkan menggunakan pendekatan secara langsung dan mengurangi akibat langsung pada konservasi tanah dan program pendukung untuk petani pelaku yang dapat langsung diakomodasikan sebagai komponen dari pekerjaan pengembangan untuk menjamin pengaruh langsung dan mengurangi efek segera dari penanganan yang dilakukan.

Program pendukung yang diusulkan: i) pemberdayaan petani yang mendapat manfaat dan kelompok petani serta ii) program pendukung untuk pelaksanaan tindakan konservasi.

Sebagai tambahan, pemberdayaan petugas lapangan dengan memberikan pedoman teknis dan dukungan/bantuan untuk petani dan kelompok petani merupakan tahap awal dan berkala yang sangat penting untuk pelaksanaan tindakan penanganan yang efektif dan berhasil guna. Uraian program tersebut dikemukakan pada Tabel 4.4.1 pada Lampiran No. 9.

(1) Program Paket Pemberdayaan Petani dan Kelompok Tani

Program Paket ditujukan pada pembentukan dan pemberdayaan kelompok tani dengan pemberian dukungan, pembentukan kelompok tani yang mendapat manfaat dan memperlengkapinya dengan pedoman teknis kepada petani dan kelompok tani sebagai tahap persiapan untuk pelaksanaan penanganan konservasi. Sehubungan dengan hal program paket pemberdayaan terdiri atas :i) program pembentukan kelompok tani, dan ii) program pemberdayaan kelompok tani. Sebagai tambahan, perlu dibuat penilaian terhadap target petani guna penyusunan rencana yang definitif untuk penanganan konservasi sebagai berikut:

Program Pembentukan Kelompok Tani

- Pembentukan kelompok tani (sosialisasi/lokakarya dan dukungan untuk pembentukannya).

Program Pemberdayaan Kelompok Tani

- Pelatihan bagi petani kunci,
- Demonstrasi kegiatan demonstrasi konservasi yang dilakukan oleh petani kunci,
- Pedoman/petunjuk masal pada tindakan konservasi bagi seluruh anggota kelompok tani (tiap hari tertentu petani berada di lokasi demonstrasi),
- Diperlukan inventarisasi oleh petani untuk pemilihan rumput, jenis tanaman keras (buah-buahan /tanaman/perdagangan/kayu-kayuan), untuk digunakan pada tindakan penanganan.

(2) Program Paket untuk Pelaksanaan Tindakan Konservasi

Program paket ditujukan pada penyediaan dukungan teknis dan biaya bagi petani atau pelaku dan terdiri atas: i) program pendukung pembuatan teras, ii) program pengembangan wanatani, dan iii) program pedoman/petunjuk lapangan sebagai berikut.

Program Pedoman Pembuatan Teras

- Pedoman teknis pada tindakan konservasi tanah dan air,
- Paket bantuan untuk penyediaan rumput/tanaman untuk stabilisasi teras,
- Subsidi biaya tenaga kerja untuk tindakan/penanganan fisik (perbaikan/pembuatan /peningkatan teras)

Program Pengembangan Wanatani

- Pedoman teknis pada pengembangan wanatani,
- Penyediaan paket dukungan (benih/bibit dan sarana produksi) untuk pengembangan wanatani pada tindakan yang di usulkan.

Program Dukungan Usaha Tani

- Pedoman teknis pada pengembangan wanatani,
- Penyediaan bahan amelioransi untuk perbaikan tanah dan sarana produksi.

Program Pedoman Lapangan

- Pedoman teknis awal dan dukungan untuk petani yang mendapat manfaat dan kelompok tani,

- Pedoman teknis dan dukungan lebih lanjut.

(3) Program Pemberdayaan Petugas Lapangan

Program ini untuk memberikan pengaruh dan pelatihan penyegaran secara berkala atau pedoman teknis untuk petugas lapangan yang terkait pada tindakan yang diusulkan seperti dijelaskan pada Tabel 4.4.1 pada Lampiran No. 9.

5.4.2 Program Pendukung untuk Pengelolaan Lahan dan Promosi Pertanian

Program pendukung dibuat untuk memperkuat pelaksanaan kegiatan penyuluhan tentang pengelolaan lahan dan promosi pertanian, yang terdiri atas: i) program pengembangan teknologi, ii) program demonstrasi, iii) pengadaan plot demonstrasi tentang tanaman dan pohon-pohonan, iv) program pelatihan untuk petani dan kelompok tani, v) program produksi benih palawija, vi) program promosi peternakan, dan vii) perkuatan dukungan logistik untuk kegiatan penyuluhan, seperti dikemukakan dalam Tabel 4.4.1 pada Lampiran No. 9.

Program Pengembangan Teknologi

- Tim yang mengadakan dialog (pembahasan) tentang penelitian dan penyuluhan,
- Percobaan sederhana dan uji adaptasi.

Program Demonstrasi

- Petak percontohan untuk perbaikan usaha tani
- Demonstrasi pola tanam untuk perbaikan pola tanam

Petak Percontohan Di Lapangan Tentang Tanaman Keras/Pohon-Pohonan

- Kegiatan demonstrasi yang diselenggarakan desa dalam hal pengembangan wanatani, dengan pedoman/petunjuk teknis dan lembaga/instansi penelitian

Program Pelatihan Petani dan Kelompok Tani

- Program pelatihan petani dan kelompok tani,
- Pengarahan masal/kampanye/lokakarya.

Program Proteksi Benih Palawija

- Program produksi benih palawija,
- Kampanye benih.

Memperkuat Dukungan Logistik Untuk Kegiatan Penyuluhan

- Tingkat kecamatan,
- Tingkat kabupaten

5.4.3 Program Pendukung untuk Pengembangan Masyarakat

Program pendukung disusun untuk pemberdayaan penduduk dan organisasi tingkat desa. Program pendukung terdiri atas berbagai dukungan untuk: i) rencana kegiatan desa (RKD) untuk konservasi tanah, ii) pembentukan komite pelaksana, iii) pedoman untuk dana hibah desa, dan iv) program pendidikan untuk konservasi DAS seperti dikemukakan pada Tabel 4.4.2 pada Lampiran No. 9.

- (1) Rencana Kegiatan Desa (RKD) untuk Konservasi Tanah

Implementasi Penilaian Desa

Formulasi

- Formulasi Rencana RKD,
- Pembahasan dengan lembaga pelaksana,

- Finalisasi Nota Kesepahaman RKD,
 - Kesimpulan Nota Kesepahaman RKD.
- (2) Pembentukan Komite Pelaksana
Pemilihan anggota komite pelaksana
- (3) Pedoman/petunjuk untuk dana hibah desa
Penyusunan Rencana Penggunaan Dana
- Penjelasan secara garis besar rencana penggunaan dana,
 - Penyusunan konsep rencana,
 - Pembentukan kesepakatan/konsensus.

Perjanjian Lembaga Pelaksana

- Simpulan perjanjian pendanaan.

Penggunaan Dana

- Ketentuan jumlah dana,
- Tindak lanjut pedoman dan dukungan teknis.

(4) Program Pelatihan

Penyiapan Bahan Pelatihan

Pelaksanaan pendidikan/pembelajaran khusus dan kampanye

Garis besar dana hibah desa dan program pendidikan untuk kegiatan konservasi DAS disajikan pada Tabel 4.4.3 dan Tabel 4.4.4 pada Lampiran No. 9.

5.5 Pekerjaan Proyek

Pekerjaan proyek untuk Proyek konservasi DAS Keduang dikemukakan pada tabel berikut. Pekerjaan proyek akan melakukan pengenalan sistem partisipasi petani. Pekerjaan dalam artian kegiatan, seperti pemotongan/penutupan, penggalian, pesangan batu kali dan penanaman tumbuhan yang akan dibagi antara pemerintah dan petani yang mendapatkan manfaat proyek. Seluruh material yang penting/diperlukan untuk proyek, seperti sarana produksi dan material konstruksi diadakan oleh pemerintah.

Tabel 5.5.1 Pekerjaan Proyek untuk Proyek Konservasi DAS Keduang

Kegiatan	Total	Bagian Pekerjaan Proyek		
		Proyek	Pemerintah	Petani
1. Persiapan Lahan				
1) Perbaikan/pembuatan Teras	UNIT			
(1) Pemotongan dan penutupan	1.000 m ³	6.231	4.673	1.558
(2) SPA dan BTA				
(3) Batu kali	1.000 m ³	59	44	15
(4) Galian	1.000 m ³	83	62	21
(5) Pasangan batu	1.000 m ³	53	40	13
2) Bibir dan tampingan, penanaman				
(1) Benih, rumput untuk bibir teras	1.000 buah	838.585	838.585	0
(2) Benih, semak untuk bibir teras	1.000 buah	5.032	5.032	0
(3) Benih, rumput, untuk tampingan	1.000 buah	115.938	115.938	0

Kegiatan	Total	Bagian Pekerjaan Proyek		
		Proyek	Pemerintah	Petani
(4) Penanaman bibir teras	1,000 m	50.316	25.158	25.158
(5) Penanaman tampungan teras	1,000 m ²	46.376	23.188	23.188
2. Saluran samping (pada halaman rumah)				
1) Saluran samping				
(1) Batu kali	1,000 m ³	26.667	20.000	6.667
(2) Penggalian	1,000 m ³	38.667	29.000	9.667
(3) Pasangan batu	1,000 m ³	24.000	18.000	6.000
2) Pagar				
(1) Bibit semak untuk pagar	1,000 buah	4.467	4.467	0
(2) Penanaman semak pagar	1,000 m ²	11.160	558	558
3. Wanatani dan tanaman semusim				
1) Wanatani dan tanaman semusim	LS	LS	LS	-
4. Program pendukung	LS	LS	LS	-
1) Program pendukung				

Sumber: Tim Studi JICA

5.6 Mengurangi Produksi Kehilangan Tanah

Pekerjaan untuk proyek konservasi DAS, terdiri dari: i) perbaikan teras, ii) pembuatan /peningkatan teras, iii) pengembangan wanatani, iv) program pendukung usaha tani, v) pembuatan pagar tanaman, vi) pembuatan saluran pembuang samping, dan vii) program pendukung untuk pengelolaan lahan dan promosi pertanian. Setelah pelaksanaan proyek, seluruh areal lahan tegal dengan teras bangku, teras tradisional, teras campuran (teras gulud dan tanpa teras) serta permukiman dalam kondisi tegal akan menjadi lahan yang mempunyai teras yang sudah diperbaiki. Pengembangan wanatani akan dibuat di beberapa lahan yang terasnya telah diperbaiki. Kecualian di permukiman, akan dilakukan perbaikan tanah dengan program pendukung pertanian. Pekerjaan penanaman pagar tanaman dan saluran samping akan dibuat di beberapa kawasan permukiman.

Penurunan jumlah kehilangan tanah di DAS Keduang akan terjadi setelah pelaksanaan proyek konservasi DAS. Proyek konservasi air akan dilaksanakan pada lahan seluas 11.100 ha dari daerah sasaran seperti dikemukakan pada bagian 4.2.2. Kehilangan tanah di DAS Keduang setelah pelaksanaan proyek konservasi DAS diduga dengan menggunakan USLE

Parameter untuk menduga produksi kehilangan tanah pasca proyek sebagai berikut:

Tabel 5.6.1 Parameter yang Dipergunakan untuk Memperkirakan Kehilangan Tanah Setelah Pelaksanaan Proyek

Parameter		Parameter	
Faktor K (jenis tanah)		Faktor P (praktek konservasi)	
(1) Mediteran	0.310	(1) Buah/kebun	0.40
(2) Grumusol	0.480	(2) Teras bangku	
(3) Latosol	0.320	(i) Kualitas baik	0.04
(4) Lithosol	0.015	(ii) Kualitas sedang	0.20
Faktor L (panjang lereng)		(iii) Kualitas kurang/jelek	0.40
(1) Tegalan, sawah, buah/kebun, tegal di permukiman		(3) Komposit (tanpa perlakuan dan gulud)	0.80
(1) Lereng: <8%	8m	(4) Sawah berteras	0.02
(2) Lereng: 8-15%	8m	(5) Hutan	1.00
(3) Lereng: 15-25%	4m	(6) Kawasan permukiman	0.80

Parameter		Parameter	
(4) Lereng: 25-40%	3m	(7) Lahan terbuka	1.00
(5) Lereng: >40%	2m		
(2) Tataguna lahan lainnya	50m	Tingkat pelaksanaan pekerjaan teras bangku	
Faktor C (tutupan lahan)		Lereng: < 8%	100%
(1) Sawah	0.05	Lereng: 8-15%	100%
(2) Kawasan pemukiman	0.10	Lereng: 15-25%	100%
(3) Kawasan pemukiman dengan kondisi tegal	0.70	Lereng: 25-40%	80%
(4) Tegalan		Lereng: > 40%	60%
(i) MT-I	0.60	Tingkat penghutanan di lahan hutan negara	90%
(ii) MT-II	0.45	Tingkat wanatani di lahan berteras bangku	50%
(iii) MT-III	1.00	Tingkat implementasi teras bangku di pemukiman dengan kondisi tegal	60%
(5) Padang rumput, semak	0.02		
(6) Hutan	0.01		
(7) Buah/Kebun	0.30		
(8) Lahan terbuka	1.00		
Air	0		

Sumber: Tim Studi JICA

Berdasarkan parameter di atas, kehilangan tanah tahunan rata-rata di seluruh DAS Keduang diperkirakan seperti ditunjukkan dalam tabel berikut. Setelah pelaksanaan proyek, kehilangan tanah per tahun mengalami penurunan sekitar 1.8 juta ton.

Tabel 5.6.2 Penurunan Kehilangan Tanah Tahunan Rata-rata di DAS Keduang

Jenis Lahan	Kehilangan Tanah Tahunan Rata-rata (1,000 ton)		Penurunan Kehilangan Tanah Tahunan (1,000 ton)
	Sekarang	Setelah Pelaksanaan	
(1) Sawah	11	11	0
(2) Kawasan pemukiman			
(i) Pemukiman	957	849	108
(ii) Pemukiman kondisi tegalan	1.698	803	895
(3) Tegalan	1.465	751	714
(4) Buah/Kebun	363	363	0
(5) Hutan	11	11	0
(6) Hutan negara *			
(i) Hutan	5	5	0
(ii) Penggunaan lainnya	264	176*	88
(7) Penggunaan lahan lainnya	4	4	0
Total	4.778	2.973	1.805

Catatan *: Kehilangan tanah tahunan rata-ratais diduga dengan anggapan 90% penggunaan lahan jenis lain-lainnya di kawasan hutan negara sudah dihutankan kembali.

Sumber: Tim Studi JICA

Rincian produksi kehilangan tanah tahunan rata-rata dan kehilangan tanah tahunan/ha untuk seluruh kawasan DAS Keduang setelah pelaksanaan proyek di desa-desa sasaran ditunjukkan di Tabel 5.6.3 dan 5.6.4.

Rincian produksi kehilangan tanah tahunan rata-rata dan kehilangan tanah tahunan/ha di setiap desa sasaran saat ini dan setelah pelaksanaan proyek ditunjukkan dalam Gambar 5.6.1 dan 5.6.2.

Berdasarkan data di tabel di atas dapat disimpulkan bahwa 38% (1.805/4.778) dari total kehilangan tanah tahunan mengalami penurunan atau tertahan di lahan setelah proyek dilaksanakan.

BAB 6 ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN (AMDAL)

6.1 Pendahuluan

Tujuan utama Studi AMDAL adalah:

- i) Menggali kondisi lingkungan saat ini secara rinci di dan sekitar wilayah yang diantisipasi akan terpengaruh dampak,
- ii) Meramalkan dan mengevaluasi dampak-dampak lingkungan dan sosial yang diakibatkan oleh pelaksanaan proyek (penanganan mendesak),
- iii) Mengumumkan antisipasi dampak sebagai hasil dari Studi AMDAL pada stakeholder untuk memahami dampak dengan baik dan hal yang sama untuk keuntungan dari Proyek, dan
- iv) Mengembangkan Rencana Pengelolaan Lingkungan, yang meliputi aktifitas usaha penanggulangan dan pemantauan untuk mengantisipasi dampak negatif agar Proyek menjadi lebih berkelanjutan.

Studi AMDAL ini tidak secara tepat sama dengan, atau tidak mengikuti prosedur yang diperlukan untuk AMDAL di Indonesia. Bagaimanapun juga, metodologi dan ruang lingkup dari studi AMDAL ini secara mendasar serupa dengan sistem AMDAL tersebut, dan karenanya hasil studi dapat dipergunakan untuk persiapan dokumen AMDAL pada saat pelaksanaan Proyek.

6.2 Deskripsi Proyek

6.2.1 Sasaran Komponen Proyek

Sasaran komponen proyek yang menjadi subyek dalam AMDAL adalah aktifitas prioritas yang diusulkan sebagai penanganan mendesak dalam Rencana Induk (Proyek). Aktifitas-aktifitas prioritas adalah:

- a. Waduk Penampung Sedimen dengan Pintu Baru, untuk mengeluarkan dan menggelontor aliran sedimen yang juga diperlakukan untuk kandungan sedimen dan sampah dari Sungai Keduang,
- b. Konservasi DAS di DTA Keduang, untuk menanggulangi produksi sedimen di daerah tangkapan air dan karenanya menurunkan aliran sedimen ke dalam waduk, dan
- c. Pelaksanaan pengerukan secara periodik pada pintu Intake yang ada, untuk menghindarkan penutupan terkait dengan kandungan sedimen dan sampah.

Kerangka Proyek secara ringkas ditunjukkan pada Tabel 6.2.1 berikut:

Tabel 6.2.1 Kerangka Komponen Proyek Prioritas

Komponen	Bangunan / Pekerjaan	Dimensi / Rincian
a. Waduk Penampung Sedimen	<i>Spillway</i> dengan pintu	<i>Spillway</i> : L=720m, B=15m, Pintu: dua unit pintu radial, B=7.5m, H=7.5m
	Tanggul penutup (<i>closure dike</i>)	Pengerasan (material isian dengan <i>sheet pile</i>): L=650m, H=12m (maks), and B=10m (<i>crown</i>)

Komponen	Bangunan / Pekerjaan	Dimensi / Rincian
	Tanggul limpasan (<i>overflow dike</i>)	Tanggul: L=250m, B=6m (crown), <i>crest level</i> =136m, Jalan akses: sekitar. L=1,000 m, B=10 m
b. Konservasi DAS di DTA Keduang	Teras	Jumlah desa yang dipilih: 82 Luas sasaran: sekitar 11,000 ha
	<i>Agro-forestry</i> (wanatani)	Campuran tanaman pertanian dan tanaman keras, tanaman obat-obatan tergantung pada kemiringan area sasaran
	Program Pendukung	Pemberdayaan bagi petani dan kelompok petani penerima manfaat, program pendukung dalam operasional/pelaksanaan penanganan konservasi.
c. Pelaksanaan pengerukan secara periodik	Pengadaan Peralatan	<i>Cutter-suction dredger</i> : 600PS, one (1) unit
	Pengerukan Rutin	Pelaksanaan pengerukan (<i>dredging</i>)

Sumber: Tim Studi JICA

6.2.2 Operasi Waduk Penampung Sedimen

Aturan Operasi Waduk Penampung Sedimen yang ditetapkan melalui pengujian dan pemantauan berulang-ulang setelah penyelesaian dalam makna efektifitas pelepasan sedimen, dampak lingkungan, dsb. Tabel 6.2.2 menunjukkan metode operasi secara tentative dalam Studi ini. Pengoperasian secara umum dari waduk penampung sedimen diilustrasikan pada Gambar 10.3.2.

Tabel 6.2.2 Metode Operasi secara Tentatif dari Waduk Penampung Sedimen

Periode	Pintu baru	Penampungan air/pelepasan sedimen	Tinggi Muka Air
Musim Hujan			
1) Awal musim hujan	Tutup	Air dengan kekeruhan tinggi dari wilayah sungai Keduang mengalir menuju waduk penampung sedimen	TMA akan naik melebihi EL. 136 m dan secara bebas melimpas menuju waduk utama.
2) Pertengahan dan akhir musim hujan sampai 15 April.	Buka	Air dengan kekeruhan tinggi dari wilayah sungai Keduang dibuang melalui pintu baru	Secara mendasar kurang dari 136 m.
Musim Kemarau			
Sejak 15 April sampai akhir musim kemarau	Tutup	Air yang tertampung dialirkan melalui saluran penghubung menuju waduk utama tergantung pada TMA.	Air yang tertampung pada waduk utama dipergunakan untuk suplai PLTA dan air irigasi

Sumber: Tim Studi JICA

6.3 Lingkungan Pada Saat Ini

6.3.1 Komponen Fisik

(1) Air Tanah

Di Dusun Petir, Pokoh dan Karangtalun, yang merupakan wilayah pemukiman terdekat dengan fasilitas waduk penampung sedimen, air tanah diambil dari sumur untuk kepentingan rumah tangga (memasak, minum dan mandi), menyirami tanaman dan budi daya ternak. Tetapi pada saat yang bersamaan PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) mensuplai wilayah ini.

Rerata pemantauan elevasi air tanah bervariasi dari 126,57 m sampai 133,71 m pada bulan September 2006 dan dari 125,40 m sampai 131,70 m pada Desember 2006. Elevasi dari tinggi muka air tanah lebih tinggi dari pada elevasi rancangan untuk dasar fasilitas spillway (119.8 – 125.0 m).

(2) Kualitas Udara, Kebisingan dan Getaran

Konsentrasi hasil observasi dari parameter kualitas udara jauh dibawah batas standar lingkungan yang ditetapkan dalam Keputusan Gubernur Jawa Tengah No. 8/2001 tentang Standar Batas Kualitas Udara.

Mengenai batas kebisingan, level kebisingan di desa terdekat melebihi Standar Lingkungan batas kebisingan untuk perkampungan dan pemukiman (55dB(A)) yang diatur oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48/MENLH/11/1996 tentang Standar Batas Kebisingan.

Hasil pengukuran mengindikasikan bahwa batas getaran dibawah batas kenyamanan dan kesehatan yang diatur oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 49/MENLH/11/1996 tentang Standard Batas Getaran.

(3) Lingkungan Hilir Sungai

Survei pada saluran sungai dan penggunaan air sungai di hilir Sungai Bengawan Solo dilakukan mengenai penambangan pasir, transportasi perairan, penggunaan air untuk distribusi air dan irigasi, dan perikanan.

Terdapat tiga jenis dalam aktifitas penambangan pasir dalam hal metodenya, yaitu: i) mesin pompa, ii) perahu atau rakit dan iii) peralatan manual. Penambangan pasir khususnya dilakukan selama musim kemarau, tetapi penambangan pasir dengan mesin pompa dapat dilakukan juga pada selama musim hujan. Lokasi aktivitas penambangan pasir tersebar sepanjang sungai mulai dari waduk wonogiri sampai pertemuan dengan Sungai Madiun.

Pada saat ini, terdapat 10 (sepuluh) jalur transportasi yang beroperasi menyeberangi Sungai Bengawan Solo sampai pada pertemuan dengan Sungai Madiun. Transportasi perairan di Sungai Bengawan Solo biasanya berjalan sepanjang tahun. Selama banjir di musim hujan, sekalipun, hal tersebut tidak beroperasi karena alasan keamanan.

Air Sungai Bengawan Solo digunakan sebagai sumber air minum oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). Wonogiri dan Jurug. Kedua PDAM tersebut mengambil air dengan menggunakan pompa air dengan kapasitas 60 l/s. dan 100 l/s, secara berturut-turut.

Terdapat Bendung Colo di Km 14 hilir Sungai Bengawan Solo dari Waduk Wonogiri, dimana 2 (dua) saluran irigasi, saluran timur dan barat memenuhi kebutuhan air irigasi sawah seluas 27.749 ha.

Perikanan darat dilakukan pada Sungai Bengawan Solo. Spesies ikan dari aktifitas penangkapan ikan meliputi : Bader (*Cyclocheilichthys enoplos*), Jambal (*Pangasius nasutus*), Betutu (*Oxyeleotris marmorata*), Nila (*Oreochromis niloticus*), Sogo (*Mystus nemurus*), Kutuk (*Channa striata*), Udang (*Macrobrachium sp. / Palaemon sp.*). Berdasarkan survai wawancara terhadap penduduk penangkap ikan setempat, menangkap

ikan bukanlah merupakan pekerjaan utama, karena pekerjaan utama mereka adalah sebagai buruh (kuli) bangunan.

6.3.2 Komponen Biologis

(1) Flora dan Fauna Daratan

Sebagai hasil survai inventarisasi di bulan Oktober (musim kering) 2006 dan Januari (musim hujan) 2007, 220 spesies tanaman liar dan 48 spesies tanaman budidaya teridentifikasi dengan metode *line census*. Dari semua spesies tumbuhan, tidak ada spesies yang dilindungi sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah (PP) No.7/1999 tentang “Perlindungan Tanaman dan Hewan”.

Sebagai hasil survai inventarisasi, 5 (lima) spesies mamalia, 21 spesies burung liar, 2 spesies reptil dan amphibi dan 19 spesies serangga teridentifikasi. Dari semua spesies hewan, tidak ada spesies yang dilindungi sebagaimana diatur dalam peraturan diatas.

(2) Organisma Perairan

Jumlah macro-benthos yang teridentifikasi secara total adalah 9 (sembilan), dimana *Margaritiferidae*, *Sphaeriidae* dan *Thiaridae* dominant dan teridentifikasi hidup di setiap stasiun pengambilan contoh (*sampling*).

14 (empat belas) spesies ikan teridentifikasi dari inventarisasi lapangan. Semua ikan yang terinventarisasi umumnya ditemukan di Indonesia dan tidak satupun terdaftar sebagai spesies yang dilindungi sebagaimana diatur dalam peraturan di atas. Berdasarkan survai wawancara, ditemukan 32 spesies ikan yang tertangkap dari sungai tahun yang lalu, dimana jenis dominan adalah Cyprinidae (11 spesies), Cichlidae (4 spesies), Pangasidae (3 spesies), Bagridae (3 spesies) dan Ospronemidae (2 spesies).

Kebanyakan spesies Cypinidae merupakan tanaman phytoplankton, tanaman, ganggang, jamur, atau omnivora yang juga bisa feed zoo benthos, cacing, serangga, detritus. Klas Cyprinidae berkembang biak di musim hujan, khususnya di awal musim hujan ketika muka air mulai naik meskipun beberapa spesies dapat bertelur di musim hujan seperti Hampala sp. Dengan kata lain, spesies ikan Pangasidae, keluarga Bagridae bertelur di musim kemarau.

(3) Spesies yang dilindungi

Survai IEE menyatakan bahwa 5 (lima) spesies dari spesies mamalia yang dilindungi dan 4 (empat) burung yang teridentifikasi hidup di DAS Waduk Wonogiri. Menurut inventarisasi lapangan, tidak satupun spesies yang dilindungi teridentifikasi. Tetapi menurut survai wawancara, sarang Porcupine (*Hystrix brachyura*) telah teridentifikasi di Desa Jendi Kecamatan Girimarto, yang berlokasi di DAS Sungai Keduang dimana konservasi DAS di usulkan.

6.3.3 Komponen Sosial-Ekonomi

(1) Sosial Ekonomi

Petani adalah mayoritas (85%) dalam area Studi, di ikuti buruh (5%), pegawai kantor (3%) dan pencari ikan (3%). Kebanyakan penduduk memiliki 2 (dua) tipe pekerjaan: pekerjaan primer dan sekunder.

Rata-rata luas lahan yang dimiliki oleh penduduk lokal adalah 0,59 ha. Pada lahan tegalan, hasil tanaman palawija yang dominan jagung dan ketela. Rata-rata pendapatan penduduk lokal di perkirakan mencapai Rp. 7,265 juta/tahun, atau Rp. 605.000/bulan. Rata-rata tanggungan keluarga 4-5 orang, pendapatan per kapita Rp. 1,614 juta/tahun, yang ekuivalen dengan 428 kg beras (beras dengan harga Rp.3.600/kg) dan dikategorikan sebagai "penduduk miskin" (<480 kg beras) berdasarkan kriteria Sajogja (1978).

Penduduk lokal sering menggunakan lahan kosong di kawasan sekitar Waduk Wonogiri yang di miliki pemerintah untuk rekreasi dan kegiatan pendidikan, yang meliputi:

- Sepak Bola dan Bola voli,
- Pelatihan kemah anak-anak, dan
- *Motocross*.

Di antara aktifitas tersebut, kegiatan *motocross* tidak berlangsung terus karena sering di kritik oleh penduduk terdekat terkait dengan masalah kebisingan.

(2) Sosial-Kultural

Kebanyakan penduduk lokal (73%) setuju dengan kegiatan proyek untuk melepas kandungan sedimen di dalam waduk ke Sungai Bengawan Solo. Sementara terdapat sedikit penduduk (4%) yang tidak setuju pada proyek dan merasa khawatir karena mereka percaya bahwa pelepasan sedimen mungkin akan berbahaya bagi sawah dan ikan di sungai.

Satu kebutuhan/harapan penduduk adalah untuk mendapat informasi rinci tentang aktivitas proyek. Banyak penduduk berharap sosialisasi aktivitas proyek sebelum permulaan dan rekrutmen mereka untuk proyek, khususnya petani yang tidak memiliki lahan atau pengangguran.

Sebagian besar penduduk (lebih dari 62.5%) berada dalam tingkat pendidikan yang rendah seperti mereka tidak dapat menamatkan dari berbagai sekolah atau hanya dari sekolah dasar saja.

Berdasarkan wawancara mendalam, dinyatakan bahwa tidak ada konflik yang memunculkan kekerasan yang terjadi di area Studi, yang mengindikasikan bahwa area Studi adalah agak damai dan lingkungan yang tenang.

Terdapat beberapa kebiasaan/kepercayaan tradisional di Propinsi Jawa Tengah. Kungkum adalah suatu aktifitas yang di lakukan secara periodik di sungai untuk jam-jam tertentu untuk mendapatkan ketenangan hati. Sungai Bengawan Solo adalah salah satu sungai yang diinginkan.

6.4 Evaluasi dan Dampak Lingkungan

6.4.1 Dampak pada Komponen Pisik

(1) Dampak pada air tanah

Kemungkinan dampak adalah pasang surut tingkat air tanah terkait pengerukan untuk pembangunan spillway dan sebagai konsekuensinya, mengganggu penggunaan air sumur. Elevasi air tanah (pada sumur penduduk) di desa terdekat (Dusun Petir) antara

118,14-130,94 m sementara elevasi dasar spillway direncanakan antara 125,0-119,8 m. Jarak antara spillway dan rumah terdekat (sumur) adalah sekitar 50 meter, dan oleh karena itu pasang surut air tanah mungkin menyebabkan gangguan pada sumur di desa terdekat. **Dampak ini dievaluasi menjadi negatif, tetapi tidak signifikan** karena alternatif sistem penyediaan air (PDAM) terdapat di desa-desa.

(2) Dampak terhadap kualitas udara, kebisingan dan getaran

1) Kualitas udara

Studi analog (pengukuran kualitas udara) dilakukan pada lokasi proyek penambangan pasir dengan referensi dari perkiraan dampak. Hasil pengukuran pada studi kasus mengindikasikan bahwa konsentrasi NO₂, SO₂, CO, Debu (TPS) dan hidrokarbon meningkat tepat di lokasi pembangunan, misal pengerukan untuk *spillway*. Seperti juga pada debu, diperkirakan konsentrasinya melebihi batas standar lingkungan (230 µgr/Nm³), khususnya pada musim kemarau. Karenanya, **dampak dievaluasi negatif dan signifikan.**

2) Kebisingan

Studi kasus analog dilakukan dan pengukuran tingkat kebisingan dekat proyek penambangan mengindikasikan bahwa tingkat kebisingan pada jarak 15 m dari sumber kebisingan menjadi lebih tinggi dari 70 dB. Terkait hal tersebut, dengan mempergunakan model matematis, persamaan yang bersumber secara teoritis dari titik sumber, tingkat kebisingan dikalkulasikan, mengindikasikan bahwa kebisingan dari pekerjaan konstruksi melebihi 70 dB pada tingkat puncak. Karenanya, **dampak dievaluasi negatif dan signifikan.**

3) Getaran

Serupa dengan tingkat kebisingan, studi analog dilakukan dan pengukuran getaran dekat proyek penambangan mengindikasikan bahwa tingkat getaran pada jarak 10 m dari sumber getaran, atau aktifitas penambangan, melebihi tingkat standar getaran. Terkait hal tersebut, dengan mempergunakan model matematis, persamaan yang bersumber secara teoritis sumber titik, tingkat getaran terkalkulasi. Hasilnya menyatakan bahwa getaran dari pekerjaan konstruksi dapat melebihi 60 dB pada tingkat puncak. Karenanya, **dampaknya dievaluasi negatif dan signifikan.**

Mengenai dampak-dampak terhadap kualitas air, kebisingan dan getaran ini, bagaimanapun dampak-dampak ini dapat dimitigasi melalui antisipasi penanggulangan yang sesuai. Debu-debu yang dihasilkan pada pengerjaan tanah dapat diminimalisasikan dengan cara memberikan air pada tempat galian dan jalan-jalan transportasi, serta memberi lembaran penutup untuk mencegah terjadinya penghamburan. Kebisingan dapat dimitigasi dengan mendirikan tembok penyekat suara. Sedang getaran jika diperlukan dapat dimitigasi dengan membuat parit antara sumber getaran dan wilayah pemukiman(penerima dampak). Pemakaian mesin konstruksi dengan tingkat kebisingan rendah dapat juga secara efektif mengatasi masalah kebisingan. Sehingga dampak-dampak negatif selama tahap

konstruksi ini, tidak dievaluasi sebagai hal yang serius.

(3) Kualitas Air

Berdasarkan simulasi SS pada kasus dengan Proyek (W/ Proyek) dan tanpa Proyek (W/O Proyek), hasil berikut ini didapat (lihat Tabel 6.4.1).

Pada awal musim hujan, konsentrasi SS pada Sungai Bengawan Solo lebih tinggi pada kasus W/O Proyek karena air dengan kekeruhan/turbiditas yang sangat tinggi dari Sungai Keduang secara langsung menuju intake yang ada, beberapa bagian dibuang ke Sungai Bengawan Solo melalui PLTA. Pada W/ Proyek, sebagai kebalikannya, air dengan kekeruhan/turbiditas yang sangat tinggi dari Sungai Keduang ditahan di waduk penampungan sedimen dan tidak dilepas ke sungai karena pintu baru belum dibuka.

Setelah pelaksanaan pelepasan sedimen pada pertengahan dan akhir musim hujan, air dengan kekeruhan/turbiditas yang sangat tinggi (lebih/kurang 6.000 mg/l pada maksimum) dibuang, yang meningkatkan SS di Sungai Bengawan Solo. Perbandingan konsentrasi SS pada dua kasus, konsentrasi pada W/O Proyek lebih tinggi, dengan konsentrasi lebih dari 10.000 mg/l.

Tabel 6.4.1 Perbandingan Konsentrasi SS pada Kasus-kasus W/ atau W/O Proyek

Item	Pada awal musim hujan	Pertengahan dan akhir periode musim hujan
Pelepasan Sedimen	Belum dimulai	Sudah dimulai
Konsentrasi SS	W/ Proyek < W/ O Proyek (> 10,000 mg/l)	W/ O Proyek < W/ Proyek (approx. 6,000 mg/l)

Sumber Tim Studi JICA

Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa pelepasan sedimen akan membawa air dengan kekeruhan yang sangat tinggi menuju Sungai Bengawan Solo, tetapi kekuatan ini pada kondisi biasa dengan W/O Proyek. **Karenanya, dampak terhadap kualitas air (konsentrasi SS) pada hilir Sungai Bengawan Solo dievaluasi negatif, tetapi tidak signifikan.**

6.4.2 Dampak terhadap Komponen Biologi

(1) Dampak terhadap flora dan fauna daratan

Kemungkinan dampak pada flora daratan adalah penurunan secara individual dari spesies flora terkait dengan pembersihan tetumbuhan pada luasan sekitar 3,4 ha. untuk penyiapan lokasi proyek, yang meliputi spillway, forebay, overflow dike dan jalan aksesnya. Respon dari pembersihan lokasi ini, maka habitat fauna daratan akan terganggu, khususnya pada burung-burung yang hidup di sekitar waduk Wonogiri. Kekuatan dampak dari pembersihan lokasi, karenanya, diprediksikan kecil dengan pertimbangan wilayah pembersihan lokasi yang relatif dibandingkan dengan keseluruhan wilayah Sungai Keduang (sekitar 42.100 ha). Sementara itu, dampak konservasi DAS di wilayah Sungai Keduang tidak memicu sejumlah dampak negatif karena hal tersebut tidak akan mengakibatkan pembersihan tanaman tetapi promosi penanaman.

Mengenai dampak konservasi DAS pada wilayah sungai Keduang, tidak diperkirakan akan menyebabkan adanya dampak-dampak negatif yang signifikan dalam hal adanya

pengurangan dari tetumbuhan atau adanya gangguan habitat pada fauna darat. Komponen proyek (aktifitas) konservasi DAS termasuk (1) pengerjaan teras (perbaikan dan konstruksi) termasuk konstruksi saluran samping dan penanganan secara vegetatif, (2) pengembangan agro-forestry(wanatani), dan (3) program pendukung untuk mempromosikan konservasi DAS.

Pengerjaan teras bertujuan untuk memitigasi erosi lahan pada lahan tegalan, tegalan pada wilayah pemukiman, dan halaman pemukiman. Pengerjaan teras akan termasuk perubahan lahan pertanian. Jumlah total dari pengerjaan tanah akan banyak tetapi modifikasi topografi pada masing-masing lahan pertanian adalah kecil. Usaha pengurangan erosi lahan akan disinergikan dengan usaha konstruksi saluran samping dan usaha penanganan secara vegetatif. Sehingga diperkirakan pengerjaan teras tidak akan menimbulkan adanya dampak negatif yang signifikan terhadap topografi, flora dan fauna darat tetapi diperkirakan akan membawa dampak yang positif.

Pengembangan agro-forestry(wanatani) direncanakan bertujuan untuk pencapaian konservasi tanah dan air yang berkelanjutan dan perbaikan produktifitas pertanian dengan menerapkan penanaman campuran dari pohon tanaman penghasil dan pohon-pohon yang disesuaikan pada kemiringan lahan tegalan. Sehingga kemungkinan tidak akan menyebabkan adanya dampak negatif pada flora dan fauna darat. Dampak potensial yang mungkin timbul adalah adanya keresahan sosial dan konflik akibat penerapan teknologi pertanian yang baru. Bagaimanapun, dampak potensial negatif ini dapat dimitigasi melalui program pendukung yang merupakan komponen ketiga dalam konservasi DAS. Dampak negatif keresahan sosial dan konflik akan dijelaskan pada bagian 6.4.3.

Karenanya, **dampak terhadap flora dan fauna daratan dievaluasi negatif, tetapi tidak signifikan.**

(2) Dampak terhadap organisma perairan

Kemungkinan dampak terhadap organisma perairan adalah ikan yang mati / terluka terkait dengan masalah pernapasan yang diakibatkan oleh konsentrasi SS yang tinggi selama pelepasan sedimen. Simulasi hasil konsentrasi SS selama pelepasan sedimen mengindikasikan bahwa diprediksikan konsentrasi SS akan dibatasi di bawah dari period banjir yang biasa pada kondisi tanpa Proyek (lihat pada (3) Kualitas air, Sub-bagian 6.4.1 Dampak terhadap Komponen Fisik). Karenanya, **dampak terhadap organisma perairan dievaluasi negatif, tetapi tidak signifikan.** Karenanya, dampak terhadap ikan tidak hanya disebabkan oleh peningkatan konsentrasi SS tetapi juga oleh parameter lainnya dari kualitas air, terutama DO. Sehingga, masih terdapat bagian yang belum jelas untuk mengevaluasi dampak terhadap ikan.

(3) Dampak terhadap spesies yang dilindungi

Satu spesies mamalia, porcupine (*Hystrix brachyura*) teridentifikasi hidup di wilayah sungai Keduang di Desa Jendi, yang turut menjadi bagian dalam konservasi DAS. Konservasi DAS, bagaimanapun juga, tidak mengakibatkan adanya gangguan pada habitat mamalia, tetapi hal tersebut akan mengembangkan penanaman dan memfasilitasi

agro-forestry, yang akan menghasilkan pengembangan vegetatif. **Jadi, dievaluasi bahwa tidak ada dampak yang akan dibawa terhadap spesies yang dilindungi.**

6.4.3 Dampak terhadap Komponen Sosial-ekonomi

(1) Pembebasan lahan dan pemindahan

Dalam Proyek ini, pembebasan lahan secara mendasar tidak diperlukan untuk pengadaan fasilitas Proyek, meski sejumlah tempat (lahan pribadi) tepat di lokasi fasilitas proyek akan secara temporer dipakai untuk pekerjaan konstruksi. Semua usulan fasilitas dan lokasi spoil bank berada dalam penguasaan wilayah waduk Wonogiri, yang dimiliki oleh Pemerintah Indonesia. Karenanya, pemindahan penduduk dari pemukiman yang ada tidak diperlukan. Penggunaan lahan secara temporer yang dilakukan pada lahan yang dipakai secara sewa mendapat kompensasi yang memadai. Karenanya, **tidak akan ada dampak terhadap pembebasan lahan dan pemindahan.**

(2) Keresahan penduduk dan konflik/oposisi

Keresahan penduduk akan terjadi jika sosialisasi Proyek terhadap penduduk lokal dilaksanakan. Penduduk lokal yang akan memiliki keresahan adalah:

- Penduduk di sekitar waduk yang sering mempergunakan area lahan pasang surut (area antara TMA normal dan TMA rendah) dan sabuk hijau untuk pertanian.
- Penduduk yang sering mempergunakan sejumlah area di sekitar bendungan Wonogiri untuk sepak bola, bola voli, pramuka, dan motocross, dsb.

Bagaimanapun, penduduk ini tahu bahwa lahan untuk aktifitas tersebut dimiliki oleh Pemerintah.

Sebagai tambahan dari 2 poin ini, dari para petani di DAS Keduang juga akan muncul keresahan sosial dan konflik ketika mereka diinstruksikan untuk mengakomodasi pengembangan agro-forestry (wanatani) sebagai aktifitas proyek untuk konservasi DAS. Dampak negatif ini bagaimanapun dapat dimitigasi melalui program pendukung termasuk pemberdayaan petani dan kelompok tani melalui bimbingan teknik pengembangan agro-forestry (wanatani). Dengan program pendukung melalui training yang intensif dan sosialisasi, keresahan sosial dan konflik dapat diminimalisasikan.

Karena itu dampaknya dievaluasi negatif tetapi, tidak signifikan.

(3) Kesempatan Kerja

Sangatlah penting untuk menyediakan sekitar 230 pekerja setiap hari untuk konstruksi waduk penampung sedimen. Pekerja biasa yang dapat dipekerjakan sebanyak 120 orang berasal dari orang desa sekitar. Merekrut penduduk lokal dapat meningkatkan pendapatan, yang dapat berakibat pada peningkatan penghidupan. **Dampak dari peningkatan kesempatan kerja dievaluasi positif dan signifikan.**

(4) Perubahan penghidupan

Kemungkinan dampak terhadap perubahan penghidupan yaitu pada pengolahan lahan bercocok-tanam yang berada dalam penguasaan wilayah waduk yang dipakai untuk lokasi

Proyek. Penggunaan lahan bercocok-tanam akan berakibat pada penurunan produksi dan pendapatan pertanian. Karenanya, sebagian besar lahan cocok-tanam yang akan terpengaruh adalah berlokasi di kawasan sabuk hijau dan/atau lahan pasang surut, dan tidak dimiliki penduduk lokal tetapi oleh Pemerintah. Penduduk lokal tahu pemilikan lahan tersebut, dan mereka yang dapat dipekerjakan sebagai pekerja konstruksi oleh Proyek. karenanya, **dampak penggunaan lahan cocok-tanam pada penghidupan para petani dievaluasi negatif, tetapi tidak signifikan.**

(5) Aktivitas ekonomi wilayah hilir

Dampak terhadap lingkungan hilir sungai dilakukan untuk 1) penambangan pasir, 2) transportasi perairan, 3) penggunaan air untuk PDAM, 4) penggunaan air untuk irigasi, dan 5) perikanan.

1) Penambangan pasir

Berdasarkan pada perhitungan waktu pelepasan sedimen yang dilakukan pada musim hujan, tidak ada dampak yang akan muncul pada penambangan pasir yang mempergunakan perahu atau rakit dan peralatan manual karena hal ini tidak dilakukan pada musim hujan. Sedangkan penambangan pasir dengan mesin pompa, bagaimanapun, perlu untuk secara temporer menghentikan aktifitas penambangan dengan alasan keselamatan karena debit yang meningkat (maksimum 400 m³/det) yang dilepaskan melalui pintu baru selama pelepasan sedimen. **Dampak hal ini dievaluasi negatif, tetapi tidak signifikan.**

2) Transportasi perairan

Pengaliran sedimen dari waduk penampung sedimen diusulkan dilakukan selama musim hujan. Tetapi tidak terbatas hanya selama periode banjir. Karenanya, jika pengaliran sedimen dilakukan maka transportasi perairan tidak beroperasi, hal tersebut dapat mengalirkan air dalam volume yang sangat besar menuju Sungai Bengawan Solo dan transportasi perairan harus dihentikan secara temporer karena alasan keselamatan. **Dampak hal ini dievaluasi negatif, tetapi tidak signifikan.**

3) Penggunaan air untuk PDAM

Terdapat dua (2) *intake* PDAM (Wonogiri dan Jurug) di Sungai Bengawan Solo antara sungai mulai dari bendungan Wonogiri dam dan pertemuan dengan Sungai Madiun. Meski konsentrasi SS Sungai Bengawan Solo di wilayah hilir akan meningkat selama pengaliran sedimen, dampaknya terhadap air di intake pada PDAM diperkirakan minimal, karena diperkirakan konsentrasi SS, yang kurang dari sekitar 6.000 mg/l, adalah dalam batas bahwa sering terjadi selama periode banjir biasa. **Dampak hal ini dievaluasi negatif, tetapi tidak signifikan.**

4) Penggunaan air untuk irigasi

Total pelepasan air dari waduk Wonogiri secara mendasar tidak berubah bahkan setelah waduk penampung sedimen dikonstruksi. Karenanya, tidak ada dampak yang akan terjadi terhadap penggunaan air untuk irigasi pada bendung Colo.

Mengenai kemungkinan sedimentasi pada bendung Colo dan saluran irigasi, lebih dari 90% sedimen yang dilepaskan berupa material yang melayang (*wash load*), harapannya bahwa semua sedimen yang dialirkan akan melewati bendung Colo menuju hilir. Direkomendasikan, karenanya, bahwa pintu intake saluran irigasi ditutup selama pengaliran sedimen. Terkait penanganan ini, **dampak terhadap sedimentasi di bendung Colo dan saluran irigasi dievaluasi negatif, tetapi tidak signifikan.**

5) Perikanan

Kemungkinan dampak adalah kematian ikan atau terluka terkait dengan masalah pernapasan yang disebabkan oleh konsentrasi SS yang tinggi, yang dapat berakibat penurunan jumlah ikan dalam untuk penangkapan ikan. Karenanya, seperti diuraikan pada (2) Dampak terhadap organisma perairan, Sub-bagian 6.4.2 Dampak terhadap komponen Biologis, dampak pengaliran sedimen pada ikan di Sungai Bengawan Solo tidak diprediksikan menjadi signifikan. Karenanya, **dampak pada aktifitas perikanan di Sungai Bengawan Solo secara mendasar dievaluasi negatif, tetapi tidak signifikan.**

Untuk memastikan hasil evaluasi maka diperlukan pengumpulan data dan pemantauan pada poin berikut untuk tahap selanjutnya yang merupakan prosedur AMDAL :

- Karakteristik (toleransi terhadap turbiditas yang tinggi) dari spesies ikan yang mendiami sungai Bengawan Solo,
- Kasus lampau mengenai dampak dari pemalongan(*sluicing*) dan/atau pengglontoran(*flushing*) pada ikan di Indonesia/negara lain, dan
- Pemantauan dampak pada ikan ketika pemalongan(*sluicing*) dan/atau pengglontoran(*flushing*) dilakukan pada sungai-sungai utama di Indonesia(misalnya pada sungai Berantas).

(6) Trafik dan transportasi

Selama tahap konstruksi, kendaraan untuk transportasi material pengerukan menuju *spoil bank* dan halaman penyimpanan sementara dapat menyebabkan dampak terhadap lalu-lintas dan transportasi setempat. Volume perkiraan yang diangkut sekitar 324.000m³. Resiko pada proyek ini terkait aktivitas transportasi, penduduk lokal akan mengalami dampak negatif seperti transportasi yang tidak menyenangkan dan kemacetan jalan dan kemungkinan kecelakaan lalu lintas di jalan-jalan yang berada di desa Pokohkidul. **Dampak ini di evaluasi menjadi negatif dan signifikan.**

(7) Peninggalan sejarah dan kebudayaan

Kungkum, suatu kebiasaan tradisional di Jawa Tengah yang dekat dengan lokasi, merupakan obyek yang kemungkinan terpengaruh oleh pengaliran sedimen karena kegiatan ini berupa aktifitas memasuki dan duduk pada aliran Sungai Bengawan Solo pada waktu-waktu tertentu. Jika tidak ada pengumuman disampaikan tentang jadwal pengaliran sedimen secara mendalam, dapat mengakibatkan situasi yang berbahaya

terkait dengan peningkatan yang tiba-tiba dari debit. **Dampak hal ini dievaluasi negatif tetapi, tidak signifikan.**

(8) Kesehatan Masyarakat

Kemungkinan dampak dari Proyek terhadap kesehatan masyarakat adalah sebagai berikut:

- Dampak dari air dari lokasi base camp untuk pekerjaan konstruksi mengenai kondisi kebersihan,
- Dampak terhadap degradasi kualitas udara, kebisingan dan getaran yang ditimbulkan oleh pekerjaan konstruksi dan mobilisasi peralatan berat, dan
- Dampak pengaliran sedimen terhadap kondisi kebersihan dari Sungai Bengawan Solo.

Dampak dari penempatan *base camp* terhadap kondisi sanitasi yang meliputi limbah cair (pengaruh dari MCK) dan Sampah. Rumah Sakit UGD akan dipakai untuk kecelakaan kerja, dari mana air yang sehat akan dikembangkan. Sampah tersebut merupakan sumber yang memungkinkan deteriorasi kondisi sanitasi disekitar base camp paling tidak perlakuan yang sesuai dilakukan.

Dampak pekerjaan konstruksi terhadap kualitas udara, kebisingan dan getaran dapat mengembangkan masalah kesehatan dan masalah psikologis bagi penduduk yang tinggal dekat lokasi konstruksi. Kecelakaan lalu-lintas dan kecelakaan di tempat kerja juga termasuk kemungkinan dampak.

Dampak pengaliran sedimen terhadap Sungai Bengawan Solo yang meliputi deteriorasi kerusakan air sungai dengan kekeruhan/turbidity dan sampah. Dampak dari konsentrasi SS tidaklah seperti yang terindikasi pada bagian sebelumnya, sementara dampak dari sampah yang dialirkan melalui pintu baru diperkirakan tidak kecil, tetapi kekuatan dampak tidak jelas pada saat ini. Karenanya, **dampak terhadap kesehatan masyarakat negatif dan diestimasi tidak signifikan.** Karenanya menjadi penting untuk mengidentifikasi dampak dengan pemantauan lingkungan setelah pelaksanaan Proyek.

Tabel 6.4.2 ringkasan hasil evaluasi dampak lingkungan.

Tabel 6.4.2 Hasil Evaluasi Dampak Lingkungan dari Proyek

Komponen Lingkungan		Aktivitas Proyek		Tahapan Proyek							
				Pra - Konstruksi		Konstruksi				Operasional & Perawatan	
		Sosialisasi Proyek	Pengadaan lahan yang diperlukan untuk fasilitas	Mobilisasi dan Penempatan Base Camp	Pembersihan lokasi untuk fasilitas proyek	Pekerjaan konstruksi, khususnya pekerjaan	Transportasi material hasil pengerukan	Rekrutmen pekerja konstruksi	Konservasi DAS di Wilayah Sungai Keduang	Sluicing kandungan sedimen dari waduk	Pelaksanaan pengerukan/dredging secara
Komponen Fisik	Air tanah					-TP					
	Kualitas Udara					-P	-P				-TP
	Kebisingan dan Getaran					-P	-P				
	Kualitas air dan Debit sungai										-TP
Komponen Biologis	Flora dan Fauna Daratan				-TP					+TP	
	Organisma Perairan										-TP
	Spesies yang Dilindungi										
Komponen Sosial-ekonomi	Pembebasan Lahan dan Pemindahan Penduduk										
	Keresahan Penduduk	-TP			-TP						-TP
	Perubahan Pendapatan dan Penghidupan				-TP			+P			-TP
	Aktifitas Ekonomi di Wilayah Hilir										-TP
	Lalu lintas setempat dan Transportasi			-TP			-P				
	Kesehatan Masyarakat			-TP		-TP	-TP				-TP

Catatan) P: Negatif dan signifikan, -TP: Negatif tetapi tidak signifikan, +P: Positive dan signifikan, +TP: Positif tetapi tidak signifikan

*: Item ini meliputi: 1) penambangan pasir, 2) transportasi perairan, 3) penggunaan air oleh PDAM dan irigasi, dan 4) perikanan,

Sumber: Tim Studi JICA

6.5 Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan

Tabel 6.5.1 ringkasan aktifitas pengelolaan dan pemantauan lingkungan yang dibutuhkan untuk meminimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan dari Proyek.

Pemantauan lingkungan harus dilakukan oleh pelaksana proyek, BBWS Bengawan Solo. Diantara item-item yang dipantau tercantum pada tabel 6.5.1, maka item yang penting disimpulkan pada tabel di bawah yang menunjukkan frekuensi, waktu pemantauan dan perkiraan biaya. Biaya total yang diperlukan untuk memantau elemen lingkungan yang penting ini adalah \$98.500. Dengan menganggap aktifitas pemantauan ini memerlukan 4 tahun hingga selesai, maka biaya tahunan adalah \$24.600.

Tabel 6.5.2 Frekuensi, waktu dan perkiraan biaya pemantauan lingkungan.

No.	Parameter Pemantauan	Item pemantauan, frekuensi dan waktu	Biaya pemantauan (termasuk biaya langsung, biaya personil, pelaporan dan transportasi)
1	Air bawah tanah	<u>Inventaris air sumur :</u> - Sebelum proyek: satu kali, - Selama proyek:sekali setiap 3 bulan selama konstruksi	\$14.000

		(total 8 kali dalam 2 tahun), - Setelah proyek: satu kali	
2	Kualitas udara, kebisingan dan getaran	<u>Investigasi lapangan dan analisa laboratorium:</u> - Sebelum proyek : satu kali, - Selama proyek: tiga kali saat intensitas puncak	\$26.200
3	Kualitas air	<u>Pengambilan sampel air dan analisa laboratorium,</u> - Pengambilan sampel air pada 2 lokasi di dam Wonogiri dan 4 lokasi di sungai Bengawan Solo, - Empat kali dari pemalongan(slueicing) selama periode operasi.	\$30.100
4	Dampak pada ikan	<u>Pemeriksaan visual dan penangkapan ikan selama proses pemalongan/slueicing,</u> - Pemeriksaan dan penangkapan ikan pada 4 lokasi di sungai Bengawan Solo, - Empat kali dari <u>proses pemalongan/slueicing selama periode operasi</u>	\$10.700
5	Komponen sosial ekonomi dan budaya	<u>Survei dengan wawancara dan angket:</u> - Sebelum proyek : satu kali, - Selama konstruksi: sekali setahun selama konstruksi (total menjadi 4 kali) - Selama operasi: tiga kali	\$17.500

Sumber: Tim studi JICA

6.6 Kesimpulan

Hasil studi AMDAL mengindikasikan bahwa akan ada sejumlah dampak lingkungan yang dievaluasi sebagai “**negatif dan signifikan,**” yang meliputi,

- Dampak terhadap kualitas udara, kebisingan dan getaran yang melebihi batas standar lingkungan terkait dengan pekerjaan konstruksi, khususnya pengerukan untuk spillway,
- Dampak terhadap lalu-lintas dan transportasi setempat terkait dengan transportasi material hasil pengerukan,

Dampak-dampak tersebut hanya terjadi selama pekerjaan konstruksi dan karenanya period dampak dibatasi. Sebaran dampak terbatas pada desa terdekat. Karenanya, dampak tersebut dinilai tidak mengakibatkan masalah serius tetapi perlu dimitigasi melalui sosialisasi yang cukup dan kompensasi yang memadai.

Bagaimanapun, dampak-dampak berikut tidak secara lengkap jelas tetapi masih ada bagian yang belum jelas:

Dalam rangka menjamin pengelolaan lingkungan untuk memitigasi dampak-dampak negatif, maka diperlukan pemantauan lingkungan.

Diantara dampak-dampak lain yang mungkin terjadi, maka dampak-dampak berikut ini harus diberi perhatian walaupun dampaknya diperkirakan tidak signifikan.

- Dampak-dampak terhadap spesies ikan pada hilir Sungai Bengawan Solo terkait pada perubahan kualitas air selama pengaliran sedimen,
- Dampak-dampak terhadap lingkungan hilir sungai terkait pengaliran sampah melalui pintu baru selama pelepasan sedimen dari waduk penampung sedimen.

Dalam rangka menjamin pengelolaan lingkungan dari dampak-dampak negatif ini,

Mengenai dampak tersebut, perlu untuk melakukan pemantauan lingkungan sungai selama pengaliran sedimen yang memfokuskan pada kualitas air dan kondisi sanitasi Sungai Bengawan Solo seperti dijelaskan pada bagian sebelumnya sehingga pengoperasian dapat ditetapkan untuk meminimalisasi dampak-dampak lingkungan.

Sebagai kesimpulan, proyek dapat menyimpulkan dengan valid dari sudut pandang lingkungan terhadap aktivitas pengelolaan dan pemantauan yang sesuai.

6.7 Pemaparan Informasi

Untuk tujuan pemaparan informasi tentang hasil-hasil formulasi Rencana Induk dan Studi Kelayakan maka telah dilaksanakan lokakarya dan pertemuan konsultasi publik.

6.7.1 Lokakarya ke-4

Lokakarya ke-4 telah dilaksanakan pada tanggal 18 Januari untuk mempresentasikan hasil-hasil studi dari Rencana Induk(RI) untuk penanggulangan sedimentasi di waduk dam serbaguna Wonogiri, yang bertujuan untuk pemahaman dan tukar pendapat dalam rangka realisasi dari RI.

Peserta lokakarya sekitar 110 orang, terdiri atas anggota Komite Pengarah dari Jakarta, aparat pemerintah dari Propinsi Jawa Tengah, Kabupaten, peneliti dari Universitas , P3A Kabupaten, Dinas Kehutanan, PLTA Wonogiri, Forum dan Kelompok Tani.

Pada lokakarya telah dipresentasikan 8 topik termasuk dalam subyek berikut : (1) Kesimpulan dari Rencana Induk, (2) Penanggulangan struktural pada waduk, (3) Pengontrolan sedimen dan pengelolaan sumber daya air dengan model peragaan hidrologik, (4) Pengenalan sesi pembahasan siang yaitu pengelolaan DAS, (5) Penanggulangan DAS non-struktural/secara vegetasi, (6) Struktur organisasi dalam pelaksanaan aktifitas pengelolaan DAS, (7) Riset dan pengembangan sosial ekonomi untuk konservasi DAS Bengawan Solo dan (8) Arah dan kebijaksanaan dalam pelaksanaan GN-KPA(Gerakan Nasional Kemitraan Penyelamatan Air).

Lokakarya tidak bertujuan hanya untuk mendiskusikan dampak lingkungan yang disebabkan adanya pelaksanaan Proyek, tapi juga mendiskusikan keseluruhan aktifitas proyek. Diskusi difokuskan pada pentingnya partisipasi publik dalam proyek, pertimbangan budaya lokal dan kondisi ekonomi untuk konservasi DAS sungai Kuduang dan perlunya pemberdayaan dari petani lokal.

6.7.2 Pertemuan Konsultasi Publik(PKP)

Pertemuan Konsultasi Publik(PKP) diselenggarakan di Kabupaten Wonogiri oleh BBWS Bengawan Solo yang dibantu oleh Tim Studi JICA bertujuan untuk pemaparan hasil dari Penilaian/Analisa Dampak Lingkungan(AMDAL) untuk proyek prioritas pada pihak lokal yang berkepentingan dan memperoleh komentar sebagai masukan dalam desain komponen proyek. Detail dari PKP disimpulkan di bawah ini.

- Tanggal: 1 Maret 2007
- Tempat: Kantor BAPPEDA Kabupaten Wonogiri
- Peserta yang diundang:

- Aparat pemerintah dari Bappedalda (Dinas Lingkungan), Propinsi Jawa Tengah,
- Aparat pemerintah dari Kabupaten Wonogiri (LHKP (Dinas Lingkungan), Dinas Pertanian, Dinas Perikanan, Bappeda dan Sekretaris Pemerintah Lokal),
- Aparat pemerintah dari Kabupaten dan Kota terkait. (Sukoharjo, Karanganyar, Klaten, Sragen and Surakarta),
- Aparat pemerintah dari Kecamatan terkait (Wonogiri, Jatipurno, Ngadirojo, Jatiroto, Nguntoronadi, Jatisrono, Sidoharjo, Slogohimo, Girimarto),
- Aparat pemerintah dari 15 Desa terkait,
- Representatif dari organisasi terkait(K2TA: Kelompok Konservasi untuk Tanah dan Air dari petani, GP3A: Asosiasi Petani),
- Representatif dari masyarakat lokal dan NGO
- Jumlah peserta: 86 orang (termasuk PPWS Bengawan Solo dan Tim Studi JICA)

• Topik Presentasi:

No.	Agenda	Presenter
1	Presentasi I: Garis besar dari Proyek Prioritas	Ms. Lilik Retno, BBWS Bengawan Solo
2	Presentasi II: Dampak Lingkungan dari Proyek pada Elemen Fisik	Mr. Ari Handono dan Mr Mukhlisin (Tim Studi JICA / Universitas Sebelas Maret).
3	Presentasi III: Dampak Lingkungan dari Proyek pada Elemen Biologi	Mr. Sajidan dan Mr. Murwantoko (Tim Studi JICA / Universitas Sebelas Maret).
4	Presentasi IV: Dampak Lingkungan dari Proyek pada Elemen Sosial Ekonomi	Mr. Maulana (Tim Studi JICA)

Para peserta menyoroiti hal berikut dari dampak lingkungan:

- Dampak pada penggunaan air sumur disebabkan adanya pengerjaan penggalian,
- Dampak pada bendung Colo dan saluran irigasi disebabkan adanya pemalongan (sluicing) atau pengglontoran (flushing),
- Dampak dari pengerukan dan pembuangan material pengerukan ke pinggir tempat pembuangan,
- Dampak dari pekerjaan sipil yang menghasilkan debu,
- Perlunya pelaksanaan AMDAL untuk Proyek , dan
- Siapa yang akan bertanggung jawab dalam pengelolaan dampak lingkungan dari Proyek.

BBWS Bengawan Solo memberikan jawaban bahwa AMDAL akan dilakukan ketika diminta oleh otoritas yang terkait pada tahap selanjutnya. Bahwa dampak yang mungkin timbul akan dikelola dan dipantau oleh pelaksana Proyek termasuk adanya kompensasi jika diperlukan dan hasil pemantauan akan dilaporkan kepada otoritas terkait dan dipaparkan kepada pihak berkepentingan pada waktu yang tepat.