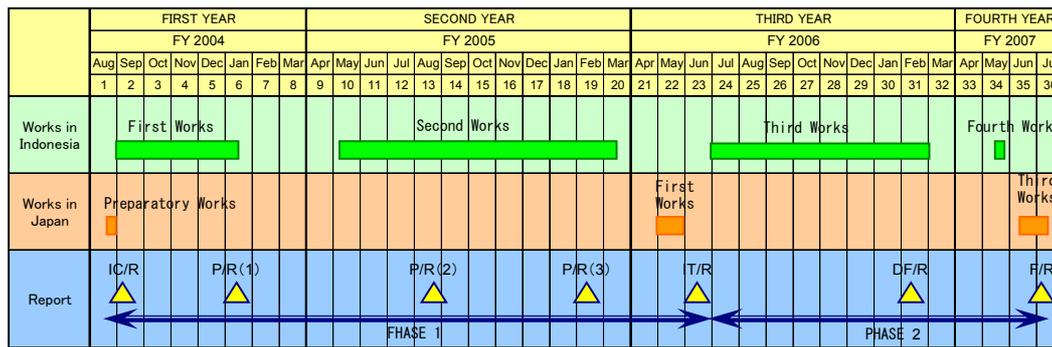


Sumber: Tim Studi JICA



Gambar 1 Jadwal Keseluruhan Studi

## 1.5 Organisasi Studi

Direktorat Jendral Sumber Daya Air (DSDA) Departemen Pekerjaan Umum (PU) dan Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Bengawan Solo (PBS)<sup>1</sup>, masing-masing sebagai lembaga pendamping di tingkat nasional dan di tingkat lokasi proyek. Komisi Pengarah dan Kelompok Kerja Teknis dibentuk beranggotakan lembaga pemerintahan pusat dan regional yang berkaitan dan menaruh perhatian pada Studi.

## 2 KONDISI DAERAH STUDI SAAT INI

### 2.1 Kondisi Sosio-Ekonomis

#### (1) Rencana Pembangunan

Rencana Pembangunan Jangka Panjang 25 tahun tahap II (PJP II 1994-2019) dan Program Pembangunan Nasional 5 tahun tahap II (PROPENAS II 2005-2009) sedang dilaksanakan oleh Pemerintah Indonesia. Sasaran selama 5 tahun, 2005-2009, termasuk terlaksananya laju pertumbuhan ekonomi rerata 7,6% di tahun 2009. Kabupaten Wonogiri berpedoman pada rencana pengembangan daerah yaitu Rencana Strategis (RENSTRA 2006-2010). Termasuk di dalamnya adalah proyek-proyek yang berkaitan dengan konservasi tanah oleh lembaga-lembaga yang relevan. Rencana ini dijabarkan menjadi rencana tahunan yang disebut Rencana Pembangunan Daerah (REPEDA).

#### (2) Penduduk

Penduduk DAS Wonogiri tahun 2004 yang masuk Kabupaten Wonogiri berjumlah 1,007 juta. Sedang penduduk DI Wonogiri berjumlah 3,632 juta yang ada di kabupaten: Karanganyar, Sukoharjo, Klaten, dan Sragen Propinsi Jawa Tengah. Kepadatan penduduk di DAS Wonogiri tahun 2004 adalah 553 orang per km<sup>2</sup>, terkecil di Propinsi Jawa Tengah yang umumnya padat penduduknya.

#### (3) Unjuk Kerja Perekonomian

Secara keseluruhan pertumbuhan adalah positif dan meningkat, meskipun masih di bawah rerata pertumbuhan jangka panjang Indonesia. PDB per kapita diperkirakan Rp 7.946.000 di tahun 2005. Pemerintah memproyeksikan pertumbuhan rerata 6,6% antara tahun 2005-2009. Inflasi tahun-ke-tahun adalah 17.03%. Inflasi inti (tak termasuk harga-harga yang tidak stabil, misal makanan atau harga-harga yang diatur seperti utilitas) mencapai 9,68% di bulan Januari 2006.

<sup>1</sup> Sejak Januari 2007 menjadi Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (BBS)

(4) Struktur Perekonomian di DAS Wonogiri

Perekonomian DAS Wonogiri masih sangat bergantung pada sektor pertanian, baik dalam bentuk PDRB (menyumbang 50%) dan lapangan kerja (65% tenaga kerja). Rerata pendapatan kotor pertanian tahunan di DI Wonogiri tahun 2002 sekitar Rp 7,6 juta sedang di DAS Wonogiri pada tahun 2003 sekitar Rp 5 juta – termasuk Rp 2,2 juta dari kegiatan pertanian. Lebih dari 246 ribu orang atau sekitar 25% dari keseluruhan populasi DAS Wonogiri di tahun 2002 berpenghasilan sangat rendah yaitu kurang dari Rp 102.900/bulan. Kawasan DAS Wonogiri (yang tidak memperoleh manfaat Bendungan Wonogiri) tertinggal dibelakang dibandingkan dengan kawasan irigasi Wonogiri.

Pengangguran masih menjadi salah satu masalah sosio-ekonomi utama di kawasan DAS Wonogiri. Menurut BAPPEDA Wonogiri, setiap tahun jumlah pengangguran di Kabupaten Wonogiri selalu bertambah, tercatat 14.345 orang pengangguran di tahun 1997 dan 57.380 orang di tahun 2000. Kekurangan atau ketiadaan lapangan kerja di Kabupaten Wonogiri menjadi penyebab terjadinya migrasi keluar secara ekstensif dari kawasan ini.

## 2.2 Topografi dan Geologi

(1) Topografi

Bengawan Solo merupakan sungai terbesar di pulau Jawa dengan DTA sekitar 16.100 km<sup>2</sup> dan panjang sekitar 600 km. Bengawan Solo dimulai dari lereng barat daya G. Rahtawu yang secara geologi merupakan wilayah pegunungan vulkanik tersier, mengalir ke barat melewati deretan pegunungan. Secara umum Bengawan Solo mengalir ke arah utara, menjadi muara sungai-sungai Alang, Temon, Tirtomoyo dan Keduang tepat di hulu bendungan Wonogiri. Di hilir bendungan Wonogiri, Bengawan Solo mengalir mengelilingi G. Lawu searah jaruh jam dan terus ke arah timur menuju kota Ngawi setelah melewati dataran aluvial kota Surakarta dan kota Sragen. Setelah bertemu dengan Kali Madiun, Bengawan Solo mengalir ke arah utara menuju Kota Cepu dan berganti arah ke timur dan timur laut serta bermuara di Laut Jawa sekitar 30 km di sebelah barat laut kota Surabaya.

(2) Geologi

Kawasan Studi terletak di sebelah baratdaya kaki G. Lawu dan di sekitar perbatasan antara Zona Solo dan Zona Pegunungan Selatan. Zona geomorfis pulau Jawa ini membentuk sabuk memanjang dari timur ke barat dan berlanjut ke arah timur ke arah pulau Bali.

Lapisan bawah bendungan dan waduk Wonogiri berupa *breksi vulkanik (volcanic breccia)*, *breksi tufa(tuff breccia)*, batu pasir bertufa (*tuffaceous sandstone*), pasir gampingan (*calcareous sand*) dan limestone dari periode Miocene pada Zona Pegunungan Selatan. Produk vulkanik zaman Kuartar Zona Solo terdistribusikan di bagian kanan tanggul bendungan Wonogiri dan sungai Keduang.

## 2.3 Meteorologi dan Hidrologi

(1) Curah Hujan di DAS

Berdasarkan data di 36 stasiun pengamat curah hujan, rerata curah hujan tahunan di DTA Wonogiri antara tahun 1975 dan 2005 sekitar 1.990 mm/tahun. Rerata tahunan laju evaporasi harian di bendungan Wonogiri 5,3 mm/hari. Evaporasi di musim kering bulan Juli - Nopember relatif lebih tinggi dibanding pada saat musim basah bulan Desember – Juni.

(2) Inflow ke dalam Waduk Wonogiri

Inflow ke waduk dari jam ke jam dari lima anak sungai utama di tahun 1993-2005 diperkirakan berdasarkan rekaman catatan pengoperasian waduk dan simulasi debit aliran lepas dari jam ke jam.

Di Waduk Wonogiri pernah terjadi banjir skala besar dengan debit puncak melampaui 2.000 m<sup>3</sup>/detik. Salah satu banjir besar terjadi pada waktu sesaat setelah selesainya waduk di tahun 1980 dan debit puncak banjir terbesar tercatat sebesar 2.880 m<sup>3</sup>/detik pada tanggal 5 Februari 1988, kemudian terbesar kedua adalah pada banjir tahun 1985 yang mencapai 2.720 m<sup>3</sup>/detik.

**Tabel 1 Perkiraan Rerata Bulanan Inflow Dam dari 5 Anak Sungai Utama dan Kawasan Remnant (Nopember 1993 – Juni 2005)**

(Satuan: 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)

DAS	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Per tahun
Keduang	22,9	38,7	50,0	81,1	82,6	44,6	10,7	7,5	5,0	2,2	3,2	5,9	354,3
Tirtomoyo	11,6	26,7	29,9	49,0	48,5	26,9	6,3	4,4	3,4	0,6	0,3	2,8	210,4
Temon	2,2	5,0	6,7	10,3	9,7	5,1	1,1	0,8	0,5	0,0	0,1	0,5	41,9
Bengawan Solo	8,1	17,7	22,2	36,0	34,9	16,4	3,8	3,0	2,0	0,2	0,3	1,8	146,4
Alang	7,8	15,2	18,7	27,4	30,0	12,3	3,0	2,4	1,0	0,1	0,2	1,7	119,8
Kawasan Remnant	7,0	13,6	16,5	25,5	25,0	13,7	3,5	2,5	1,7	0,4	0,6	1,8	111,7
Seluruh DAS	59,6	116,9	144,1	229,3	230,6	119,0	28,3	20,5	13,6	3,6	4,7	14,3	984,4

Sumber: Tim Studi JICA

**2.4 Tanah dan Tataguna Lahan**

(1) Tanah

Tanah yang terhampar di DAS Wonogiri dikelompokkan menjadi 4 jenis tanah, yaitu Mediteran (42% dari keseluruhan DAS), Litosol (25%), Latosol (12%) dan Grumosol (21%). Kesemua jenis tanah ini bertekstur halus (lempung hingga lempung kelanauan) dan secara umum tingkat kesuburan rendah, serta mudah tererosi oleh air. Di antara jenis-jenis tanah itu, Mediteran dan Latosol adalah jenis yang termasuk sangat rentan terhadap erosi tanah permukaan.

(2) Tataguna Lahan

Sekitar 90% DAS berupa sawah, kawasan pemukiman, tegalan dan kebun/perkebunan. Hutan meliputi kurang dari 1% wilayah DAS. Hal ini menunjukkan kepadatan penduduk yang tinggi di DTA bendungan Wonogiri.

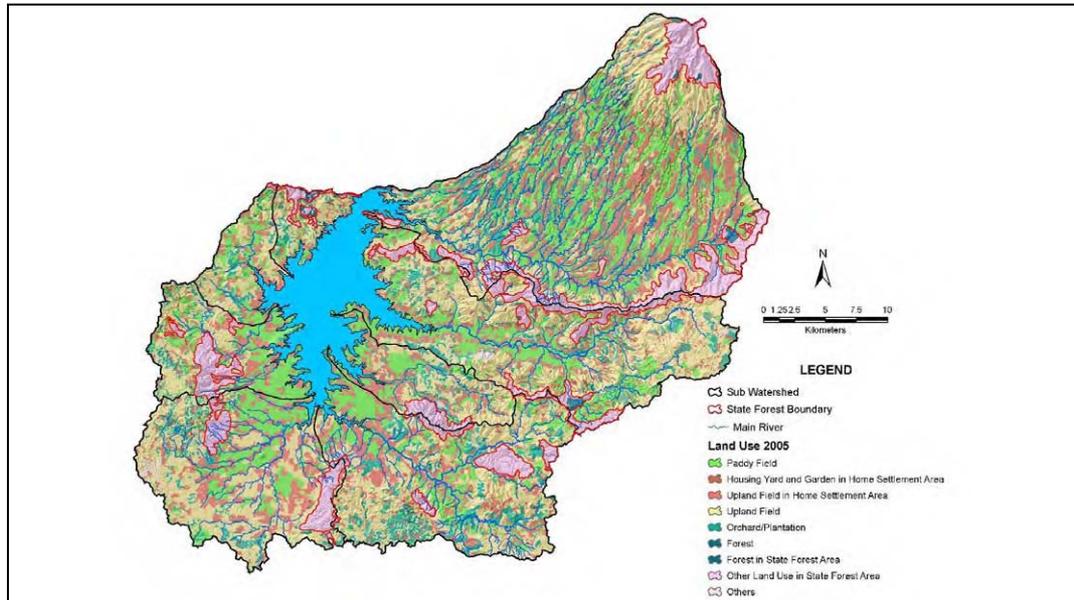
**Tabel 2 Tataguna Lahan DAS Wonogiri Saat Ini**

Tataguna Lahan	Luas (Ha)	Rasio (%)
(1) Sawah	30.495	24,5
(2) Kawasan Pemukiman	26.764	21,6
- Halaman rumah dan taman	7.289	5,9
- Tegalan pada kawasan pemukiman	19.475	15,7
(3) Tegalan	39.761	32,0
(4) Kebun/Perkebunan	12.867	10,3
(5) Hutan	281	0,2
(6) Hutan Negara	12.779	10,3
- Hutan	385	0,3
- Penggunaan lainnya	12.394	10,0
(7) Lain-lain	1.384	1,1
<b>Total</b>	<b>124.331</b>	<b>100,0</b>

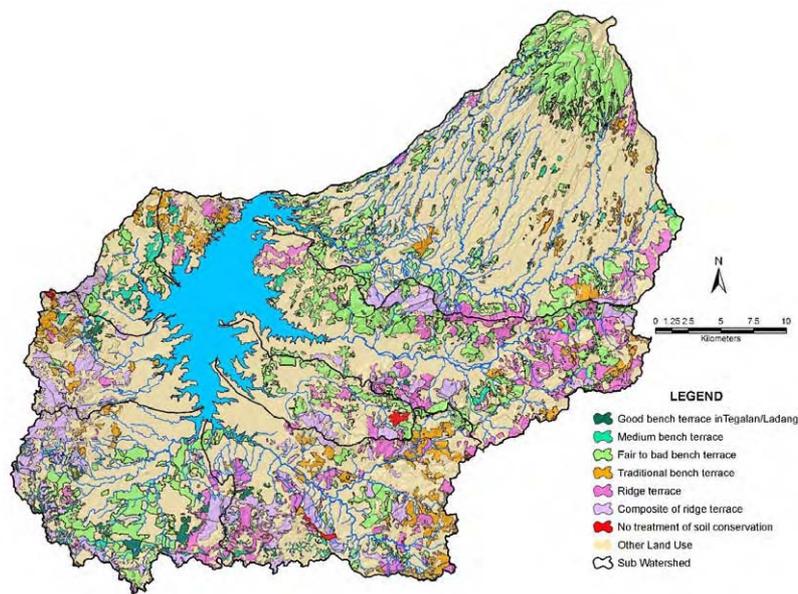
Sumber: Hasil survai lapangan JICA, interpretasi citra Satelit dan data BAKOSURTANAL

(3) Kondisi Teras

Kondisi teras di DAS Wonogiri secara umum dikelompokkan menjadi 5 tipe, yaitu teras bangku (48%), teras tradisional (11%), teras gulud (19%), tanpa teras (21%), dan campuran (1%) (kondisi campuran antara teras gulud dan tanpa teras). Kebanyakan teras dikategorikan pada kategori pemeliharaan jelek atau tanpa pemeliharaan. Perbaikan teras seperti ini sangat esensial untuk konservasi DAS Wonogiri.



Gambar 2 Peta Tataguna Lahan DAS Wonogiri



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 3 Kondisi Teras di Kawasan Tegalan DAS Wonogiri

## 2.5 Pertanian

Pertanian merupakan sektor perekonomian terbesar di DAS Wonogiri dan menyumbang 52% PDRB di tahun 2002. Subsektor hasil tanaman merupakan subsektor tertinggi, sekitar 85% dari sektor PDRB. Subsektor hasil tanaman dapat berupa produksi tanaman pangan di persawahan (pertanian lahan

basah), produksi tanaman hasil perkebunan di tegalan (pertanian lahan kering), hortikultura dan hasil tanaman perkebunan. Pertanian lahan basah di lahan persawahan meliputi dataran rendah, serta sawah berteras di lahan berlereng. Pertanian lahan kering secara ekstensif dilakukan di lahan berteras yang dibangun di lahan-lahan dengan kemiringan sedang hingga terjal. Tanaman utama di lahan basah adalah padi (lahan basah) sedang di kawasan lahan tegalan diproduksi berbagai tanaman semusim ataupun tanaman menahun.

## 2.6 Kehutanan dan Pengelolaan DAS

Kawasan hutan di DAS Wonogiri dikelompokkan sebagai hutan negara dan hutan rakyat. Hutan negara dikelola dan dikendalikan oleh Perusahaan Hutan Milik Negara dan hutan rakyat dikelola oleh masing-masing pemilik lahan. Di kawasan hutan rakyat, dipromosikan pengembangan hutan berbasis masyarakat oleh Dinas Kehutanan Regional. Luas hutan rakyat sekitar 13.900 ha. Keseluruhan hutan rakyat merupakan hutan buatan dan sebagian besar di antaranya dikelola sebagai sistem *agro-forestry* (wanatani).

Hutan negara di DAS Wonogiri yang dikendalikan oleh BKPH sekitar 22.000 ha, terdiri dari hutan lindung (3.400 ha), hutan produksi (17.300 ha) dan hutan non produksi (1.300 ha). Penyebab degradasi substansial di kawasan hutan negara dilaporkan sebagai akibat penebangan ilegal selama masa reformasi rejim politik tahun 1998/1999. Hutan lindung kebanyakan berupa hutan alam dan sebagian adalah hutan penghijauan yang hanya ditemui di bagian hulu atas DAS sungai Keduang.

Hutan berbasis masyarakat sedang dikembangkan lewat program GERHAN (Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan). GERHAN direncanakan dalam periode 5 tahun dari tahun 2003 - 2007. DAS Wonogiri menjadi salah satu sasaran utama proyek nasional konservasi DAS. Anggaran GERHAN dialokasikan sebanyak Rp 8,950 milyar di tahun 2003 dan Rp 11,238 milyar di tahun 2004. Program-program ini diterapkan pada kawasan hutan rakyat seluas kira-kira 11.000 ha pada tahun 2004.

## 3. STATUS SEDIMENTASI WADUK WONOGIRI SAAT INI

### 3.1 Waduk Serbaguna Wonogiri

#### (1) Gambaran Umum Waduk Serbaguna Wonogiri

Gambaran umum Bendungan dan Waduk Serbaguna Wonogiri dirangkum dalam Tabel 3 di bawah, dan alokasi kapasitas tampungan serta tinggi muka air (TMA) sesuai kapasitas tampungannya ditunjukkan di Gambar 4.

#### (2) Pengoperasian Waduk Wonogiri

##### 1) Operasi Waduk

Rerata volume inflow tahunan ke dalam waduk Wonogiri di antara tahun 1983-2005 sekitar 1,23 milyar  $m^3$ /tahun, sedangkan rerata tahunan air yang dilewatkan melalui spillway (tumpahan) adalah 210 juta  $m^3$  atau sekitar 18% dari jumlah total outflow. Rerata inflow bulanan tertinggi adalah 110,8  $m^3$ /detik (268 juta  $m^3$ ) pada bulan Februari dan terendah pada bulan Agustus yaitu 2,3  $m^3$ /detik (6 juta  $m^3$ ).

##### 2) Pengendalian Banjir

Guna mengendalikan banjir, TMA waduk dikendalikan untuk tidak melampaui TMA kontrol (El. 135,3 m) selama musim banjir untuk mengeliminasi kemungkinan banjir maksimum yang mungkin terjadi (PMF) melewati puncak bendungan. Waduk Wonogiri memiliki kapasitas tampungan pengendali banjir sebesar 220 juta  $m^3$  untuk

Wonogiri memiliki kapasitas tampungan pengendali banjir sebesar 220 juta m<sup>3</sup> untuk mengatur debit banjir tertinggi baku dengan puncak debatnya 4.000 m<sup>3</sup>/detik menjadi outflow reguler sebesar 400 m<sup>3</sup>/detik.

3) Sistem Irigasi Wonogiri

Segera setelah penyelesaian Proyek Irigasi Wonogiri tahun 1986, suplai air ke Sistem Irigasi Wonogiri dimulai. Air irigasi diambil dari Bendung Colo yang terletak sekitar 13 km di sebelah hilir bendung Wonogiri. Saat ini, luasan irigasinya telah diperluas dari rencana semula 24.000 ha menjadi 29.330 ha dengan musim tanam 2 atau 3 kali per tahun. Rerata debit bulanan di Bendung Colo di musim kering di antara tahun 1986-2005 adalah dalam rentang 22 hingga 30 m<sup>3</sup>/detik.

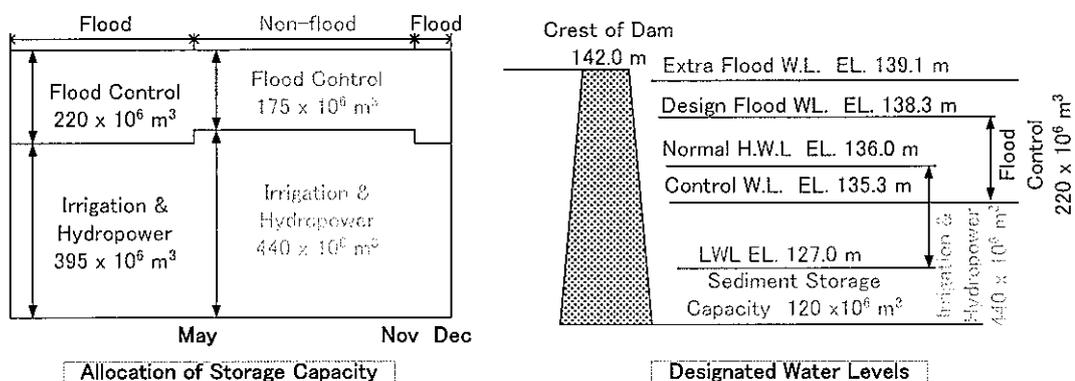
4) Stasiun Pembangkit Listrik Tenaga Air Bendungan Wonogiri

Gardu pembangkit terletak tepat di hilir bendungan Wonogiri. Gardu ini dapat mengakomodasi peralatan pembangkit dengan kapasitas terpasang 12,4 MW dan menghasilkan energi tahunan sebanyak 55.000 MWh. Debit maksimum untuk PLTA adalah 75 m<sup>3</sup>/detik.

Tabel 3 Gambaran Umum Bendungan dan Waduk Serbaguna Wonogiri

Jenis bendungan	Timbunan batu	TMA Normal (NHWL)	EL. 136,0 m
Tinggi bendungan	40 m	TMA Banjir Rencana (DFWL)	EL. 138,3 m
Panjang puncak bendungan	830m	TMA Banjir Luarbiasa (EFWL)	EL. 139,1 m
Volume Timbunan	1.223.300 m <sup>3</sup>	Spillway (Pintu Radial)	7.5m x 7.8m x 4 buah.
Daerah Tangkapan Air	1.350 km <sup>2</sup>	Ketinggian puncak bendung	EL. 142,0 m
Luas Waduk	90 km <sup>2</sup>	Debit inflow banjir (Banjir 60 tahunan)	4.000 m <sup>3</sup> /det
Kapasitas Tampung Keseluruhan	735 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Debit outflow banjir	400 m <sup>3</sup> /det
Kapasitas Tampung Aktif	615 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Debit banjir rencana (Banjir 100 tahunan)	5.100 m <sup>3</sup> /det
Kapasitas Tampung Pengendali Banjir	220 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Debit saat PMF	9.600 m <sup>3</sup> /det
Kapasitas Tampung Irigasi dan PLTA	440 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Kapasitas daya terpasang	12,4 MW
Kapasitas Tampung Sedimen	120 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Desain head	20,4 m
Ketinggian Endapan Sedimen	EL. 127,0 m	Debit Maksimum	75 m <sup>3</sup> /det
TMA kontrol selama musim banjir	EL. 135,3 m	Output energi per tahun	50.000 MWh

Sumber: PBS



Sumber: PBS

Gambar 4 Alokasi Kapasitas Tampungan dan Tinggi Muka Air Bendungan Wonogiri

(3) Masalah Sampah di Intake

Sampah dan remah-remah tetumbuhan dalam jumlah yang besar terhanyut ke bagian depan intake di awal musim hujan, sehingga sering terjadi penyumbatan sebagian pada intake untuk PLTA. Sekitar 20 hari pada setiap musim hujan, saringan sampah di intake tersumbat sampah sehingga intake menjadi lumpuh. Saringan sampah dibersihkan oleh penyelam. Kesemua sampah itu berasal dari sungai Keduang.

### 3.2 Status Sedimentasi Waduk Wonogiri Saat Ini

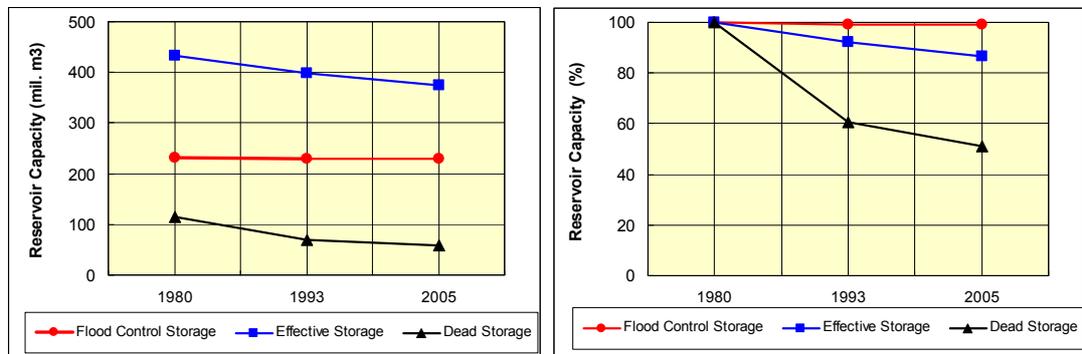
(1) Studi Pemantauan Sedimentasi Waduk Wonogiri Terdahulu

Telah dilakukan beberapa studi untuk mengevaluasi sedimentasi di waduk Wonogiri. Laju sedimentasi rata-rata berdasarkan studi terdahulu itu diperkirakan 15,6 juta m<sup>3</sup>/tahun dan 18,5 juta m<sup>3</sup>/tahun pada periode tahun 1980-1988 dan 1981-1993 serta hasil lainnya. Disimpulkan bahwa perhitungan perkiraan studi terdahulu ini keakuratannya rendah.

(2) Status Sedimentasi Waduk Wonogiri Saat Ini

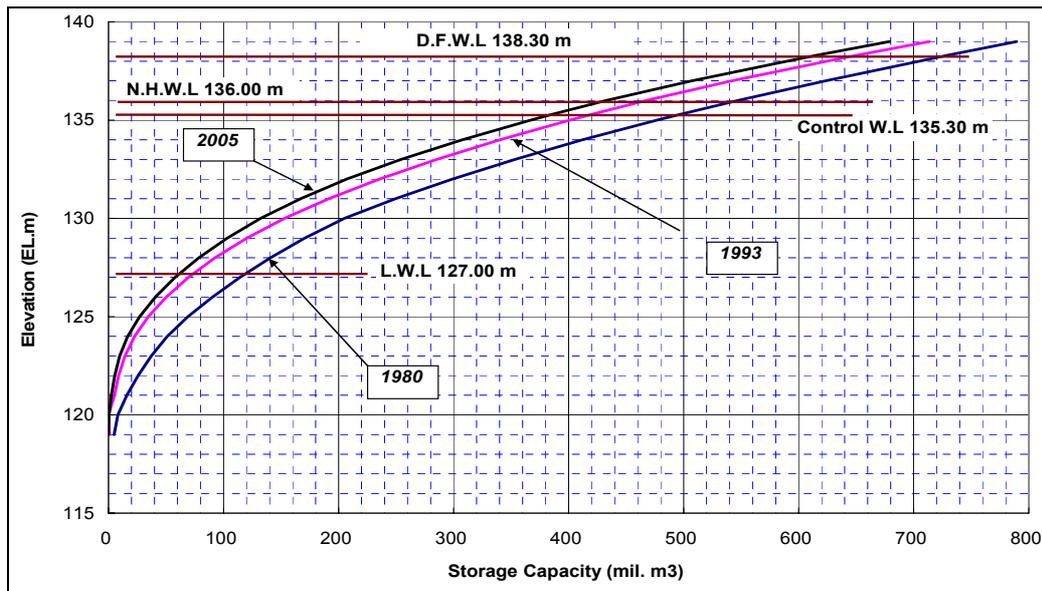
Survei pemeruman gema waduk Wonogiri menggunakan peralatan yang dilengkapi dengan GPS (*Global Positioning Systems*) dilakukan dalam dua periode: periode Oktober-Nopember 2004 (sebelum memasuki musim hujan) dan Juni-Juli 2005 (setelah musim hujan) guna memperjelas status sedimentasi dan laju endapan sedimen di musim hujan tahun 2004/2005.

Dengan menggunakan hasil survei ini dan peta kontur waduk pada tahun 1980 dan 1993, hubungan elevasi-luas-kapasitas waduk Wonogiri tahun 1980, 1993, 2004 dan 2005 dibuat dengan cara DEM (*digital elevation model* menggunakan 900.000 sel data). Perubahan historis kapasitas masing-masing zona tampungan dirangkum sebagai berikut.



Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 5 Perubahan Kapasitas Waduk Wonogiri Berdasarkan Zona Tampungan antara Tahun 1980 dan 2005**



Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 6 Kurva Elevasi-Kapasitas Waduk Wonogiri di Tahun 1980, 1993 dan 2005**

**Tabel 4 Kehilangan Kapasitas Waduk Wonogiri Berdasarkan Zona Tampungan antara Tahun 1980 dan 2005**

Zona Waduk	Kapasitas Waduk (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		Kapasitas Yang Hilang Akibat Sedimentasi	
	1980	2005	Volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	(%) Asal
Tampungan Pengendali Banjir (El. 135,3–138,3 m)	232	230	2	0,9
Tampungan efektif (El. 127,0 – 136,0 m)	433	375	58	13,4
Tampungan Mati ( <i>Dead Storage</i> ) (< El. 127,0 m)	114	58	56	49,1

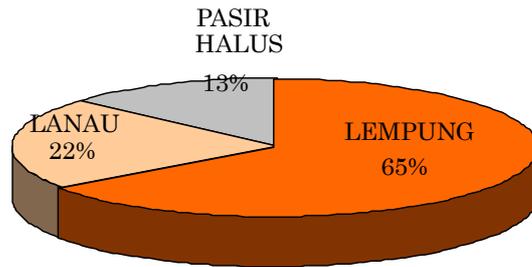
Sumber: Tim Studi JICA

- i) Hampir tidak ada perubahan pada zona tampungan pengendali banjir, karena secara dominan pengendapan sedimen terjadi di selang zona tampungan antara TMA terendah (LWL EL. 127,0m) dan TMA normal (NHWL EL. 136,0m).
- ii) Hal ini menunjukkan keamanan bendungan Wonogiri terhadap banjir maksimum yang mungkin terjadi (PMF) masih aman, bahkan dalam kondisi sedimentasi parah seperti sekarang.
- iii) Volume total di zona tampungan sedimen 56 juta m<sup>3</sup> atau telah kehilangan 49.1% kapasitas aslinya.
- iv) Volume zona tampungan efektif telah mengalami penurunan dari 433 menjadi 375 juta m<sup>3</sup>. Volume yang hilang 58 juta m<sup>3</sup> atau setara dengan 13.4% dari kapasitas tampung aslinya.
- v) Sekitar 16% kapasitas tampungan total asli (= 730 juta m3) di bawah DFWL (EL 138,3m) telah hilang. Sehingga rerata laju kehilangan kapasitas tampungan tahunan sekitar 0,64%/tahun. (=16%/25 tahun).

### 3.3 Kondisi Geoteknik Waduk Wonogiri

Pengeboran inti telah dilaksanakan di 12 titik di waduk Wonogiri pada tahun 2004. Hasil menunjukkan karakteristik sedimen yang terendapkan di waduk Wonogiri berupa material dengan butiran sangat halus (*wash load*) yang mencapai 87% volume total seperti ditunjukkan dalam gambar 7 di bawah.

Rerata bulk dry density pada sampel yang masih asli dari 3 (tiga) lapis kedalaman 0,2-0,4 m, 0,6-0,8 m dan 1,5-1,7 m = 1,063 kg/m<sup>3</sup> dan bersesuaian dengan void ratio 59%. Rerata bulk wet density = 1,639 kg/m<sup>3</sup>. Kebanyakan sampel diklasifikasikan sebagai konsistensi CH.



Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 7** Persentase Komposisi Sedimen di Waduk Wonogiri

### 3.4 Pemantauan Sedimentasi di Depan Intake

Bangunan intake telah sangat terganggu oleh aliran sedimen dari sungai Keduang. PBS secara berkala memantau ketinggian sedimen di depan intake. Terlihat bahwa ruang terbuka antara ketinggian sedimen dan puncak intake sekitar 3,3 m di bulan Juli 2005, sedangkan keseluruhan ruang terbuka = 11,0 m. Selama musim kering ketinggian sedimen stabil. Ketinggian sedimen naik 2,1 m selama musim hujan dari bulan Oktober 2004 hingga Juli 2005.

## 4. SUMBER EROSI DAN HASIL SEDIMEN DARI DAS WONOGIRI

### 4.1 Sumber Erosi Endapan Sedimen di Waduk Wonogiri

Sumber-sumber erosi endapan sedimen di waduk Wonogiri diidentifikasi berdasarkan lokasi-lokasi erosi yang nampak di DTA Wonogiri: i) erosi tanah permukaan lahan, ii) erosi jurang, iii) longsor (kegagalan lereng), iv) erosi tebing sungai, dan v) erosi sisi badan jalan.

### 4.2 Hasil Sedimen dari Erosi Jurang dan Longsor

Berdasarkan hasil survei lapangan seluruhnya teridentifikasi 71 lokasi erosi jurang dan 25 longsor di DTA Wonogiri. Jurang secara intensif terbentuk di lereng-lereng kawasan DAS Sungai Keduang. Jurang terbesar yang teramati di DAS ini berukuran tinggi 5-8 m, lebar 15-20 m, dan panjang 200 m. Longsor relatif besar teridentifikasi di Sungai Tirtomoyo. Zona berpotensi longsor tinggi kemungkinan terbatas di kawasan-kawasan yang dipengaruhi oleh perubahan hidrotermal yang disebabkan oleh intrusi vulkanik.

Hasil sedimentasi ke waduk Wonogiri diperkirakan dari jurang adalah sekitar 52.000 m<sup>3</sup>/tahun dan dari longsor sekitar 10.000 m<sup>3</sup>/tahun.

### 4.3 Hasil Sedimen dari Erosi Tebing Sungai dan Sisi Badan Jalan

Erosi sisi tebing sungai terutama berkembang di: i) bagian kelok-kelokan sungai pada aliran utama, ii) pertemuan anak-anak sungai kecil, dan iii) hilir bawah bangunan sungai, misal jembatan dan intake irigasi. Erosi tebing sungai yang paling aktif masih berlangsung di sungai Alang dan relatif kecil di subDAS yang lainnya.

Erosi sisi badan jalan terdistribusi di keseluruhan DAS, khususnya pada lereng yang lebih curam di bagian-bagian galian.

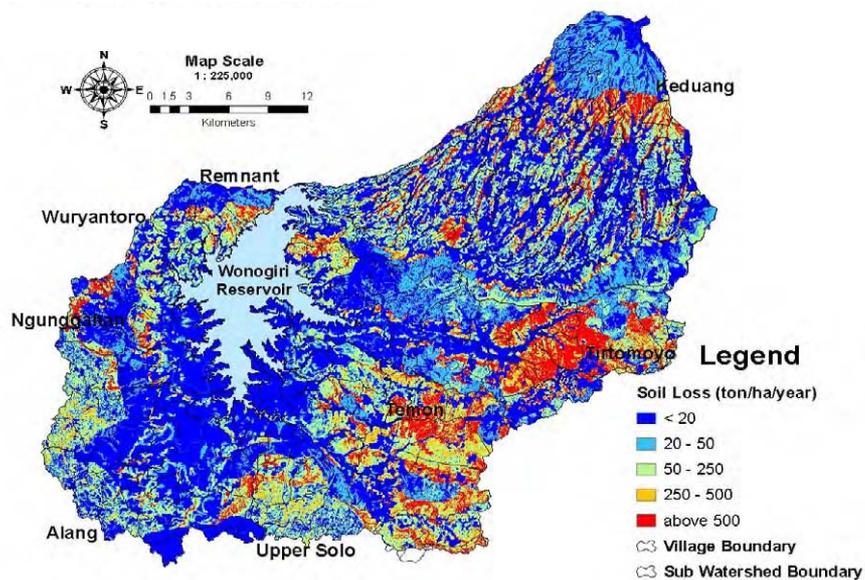
Keseluruhan panjang erosi tebing sungai dan sisi badan jalan di DAS Wonogiri masing-masing mencapai 25.860 m dan 35.600 m. Volume erosinya dihitung dari laju

erosi lapangan oleh BP2TPDAS (Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS Departemen Kehutanan) Surakarta tahun 1995. Perkiraan hasil sedimen dari tebing sungai dengan anggapan laju erosi 3,44 m<sup>3</sup>/m adalah 88.940 m<sup>3</sup>/tahun, dan pada sisi tebing jalan dengan anggapan laju erosi 0,20 m<sup>3</sup>/m adalah 7.300 m<sup>3</sup>.

#### 4.4 Hasil Sedimen dari Erosi Tanah Permukaan Lahan

Erosi tanah permukaan berasal dari lahan yang dibudidayakan secara intensif di DTA Wonogiri. Erosi tanah diperkirakan menggunakan *Universal Soil Loss Equation (USLE)* – cara yang paling banyak digunakan untuk menduga laju erosi permukaan jangka panjang dari unit-unit lahan usaha pertanian dengan berbagai jenis praktek pengelolaan.

Rerata kehilangan tanah tahunan diperkirakan sekitar 17,3 juta ton/tahun atau 139 ton/tahun/ha. Kehilangan tanah rata-rata tahunan di DAS Wonogiri ditunjukkan di gambar 8 berikut.



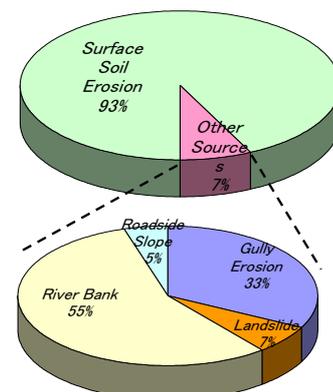
Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 8 Rerata Kehilangan Tanah Tahunan per Hektar di DAS Wonogiri

#### 4.5 Hasil Sedimen Tahunan ke Waduk Wonogiri

- (1) Hasil Sedimen Tahunan dari Erosi Jurang, Longsoran, Tebing Sungai dan Sisi Badan Jalan

Rerata hasil sedimen tahunan ke dalam waduk Wonogiri tahun 1993-2004 = 3,18 juta m<sup>3</sup>. Sumber erosi yang dominan adalah erosi dari permukaan lahan. Volumennya mencapai 93% dari keseluruhan dan sisanya 7% dari sumber-sumber lainnya. Dalam studi ini berat jenis material sumber erosi dianggap 1.6 ton/m<sup>3</sup> dengan *void ratio* 40%.



Gambar 9 Sumber Endapan Sedimen di Waduk Wonogiri

**Tabel 5 Hasil Sedimen Tahunan ke Waduk Wonogiri Berdasarkan Sumber dan Sungai**  
(Satuan: m<sup>3</sup>/tahun)

Sistem Sungai	Erosi Jurang	Longsor	Tebing Sungai	Sisi Badan Jalan	Erosi Tanah Permukaan	Total
Keduang	67.880	2.930	9.780	3.690	1.134.300	1.218.580
Tirtomoyo	90	11.730	19.760	2.480	469.700	503.760
Temon	30	0	11.350	600	61.000	72.980
Solo Hulu	220	440	11.040	1.990	591.300	604.990
Alang	7.330	0	66.620	730	326.600	401.280
Lain-lain	0	0	11.850	1.170	363.900	376.920
Total	75.550	15.100	130.400	10.660	2.946.800	3.178.510

Sumber: Tim Studi JICA

(2) Nisbah Pengiriman Sedimen (*Sediment Delivery Ratio*)

Kebanyakan sedimen yang tererosi dari sumber yang jauh, kemungkinan akan tersedimentasi ulang sebelum mencapai muara DAS. Nisbah antara laju erosi dan hasil sedimen disebut Nisbah Pengiriman Sedimen (*sediment delivery ratio* – SDR).

Dalam Studi ini, SDR erosi tanah dari sumber permukaan lahan diekstrapolasikan/dihitung menggunakan volume sedimentasi yang terukur di dalam waduk Wonogiri yang merupakan hasil pengamatan langsung dalam Studi. SDR untuk masing-masing anak sungai dirangkum dalam tabel di bawah.

**Tabel 6 Sedimen Delivery Ratio di DAS Wonogiri**

Sub Sistem Sungai	Keduang	Tirtomoyo	Temon	Upper Solo	Alang	Total
SDR (%)	23,6	10,4	6,7	16,5	32,9	18,1

Sumber: Tim Studi JICA

## 5. ANALISIS SEDIMENTASI WADUK

### 5.1 Model Analisis Sedimentasi Waduk

Model numerik *depth-integrated* 2-dimensi perpindahan sedimen NKhydro2D digunakan untuk menganalisa kondisi aliran dan potensi sedimentasi di waduk Wonogiri. Model didasarkan pada *boundary-fitted* dan sistem koordinat kurvilinear orthogonal yang dibentuk secara numeris. Total jumlah grid sekitar 3.700 buah dan ukuran grid sekitar 3 – 330 m. Grid yang lebih halus ditempatkan pada muara sungai dan dekat bendungan Wonogiri, sedang yang lebih kasar ditempatkan di pusat waduk.

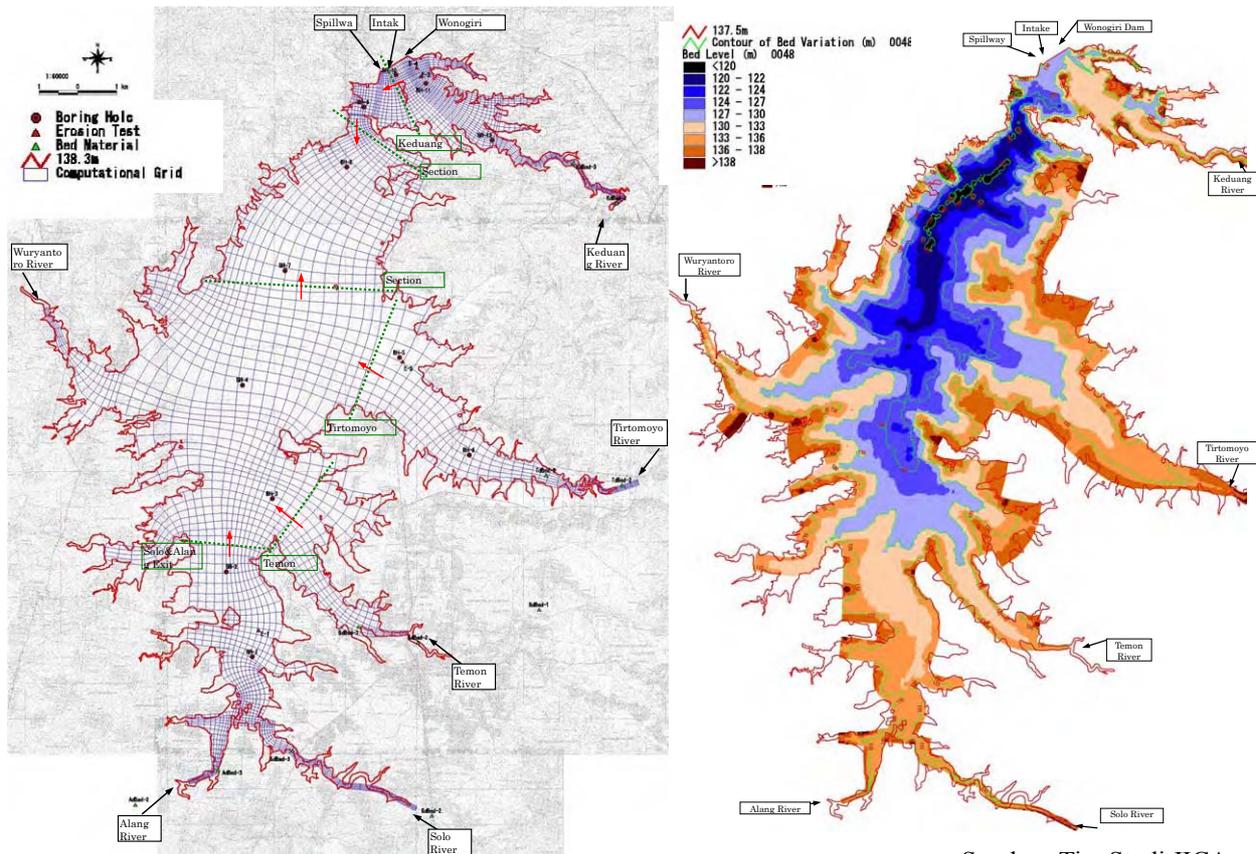
### 5.2 Analisis Sedimentasi Waduk Tahun 2004/2005

Model simulasi dikalibrasi dengan menggunakan dua data lapangan yang disurvei sebelum dan sesudah musim hujan tahun 2004-2005. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa perkiraan inflow sedimen dan alokasinya pada masing-masing sungai selama musim hujan 2004-2005 adalah masuk akal, dan model NKhydro2D dapat digunakan untuk menyimulasi sedimentasi di waduk Wonogiri. Berikut adalah kesimpulannya :

- i) Kecepatan arus di kawasan sungai selama banjir adalah cepat, sedangkan yang di pusat waduk sangat lambat. Hampir tidak terjadi pertukaran sedimen antara kawasan Keduang dan kawasan hulu.
- ii) Kebanyakan sedimentasi terjadi di kawasan sungai (muara) dan sedimentasi berkurang secara bertahap hingga ke pusat waduk. Sedimentasi di kawasan sungai sekitar 0,1-0,3 m, sedangkan di pusat waduk kurang dari 0.02 m.
- iii) Ketika muka air waduk lebih rendah di awal musim hujan, terjadi arus balik ke arah

pusat waduk ketika ada banjir di sungai Keduang. Konsentrasi SS di kawasan sungai selama banjir lebih tinggi dan arus berlumpur berbalik arah terangkut ke pusat waduk dari sungai Keduang.

- iv) Sedimen terhitung yang dialirkan melewati intake sekitar 141.000 m<sup>3</sup>, hampir semuanya terdiri atas material lempung saja.
- v) Dengan mendasarkan pada sedimen dari sungai Keduang, rasio penahanan (*trap ratio*) lempung oleh waduk sekitar 74-76%, meski hampir semua lanau dan sedimen yang lebih kasar juga tertahan.



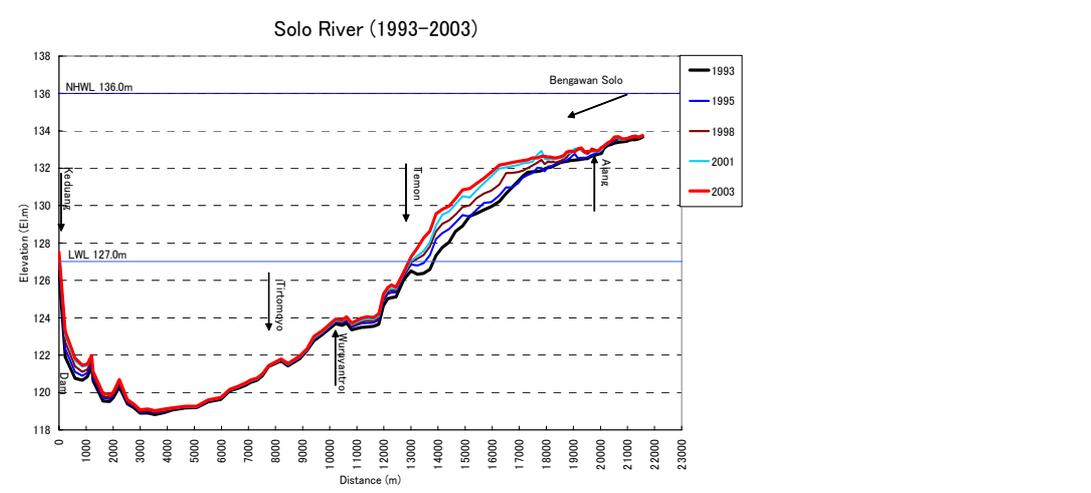
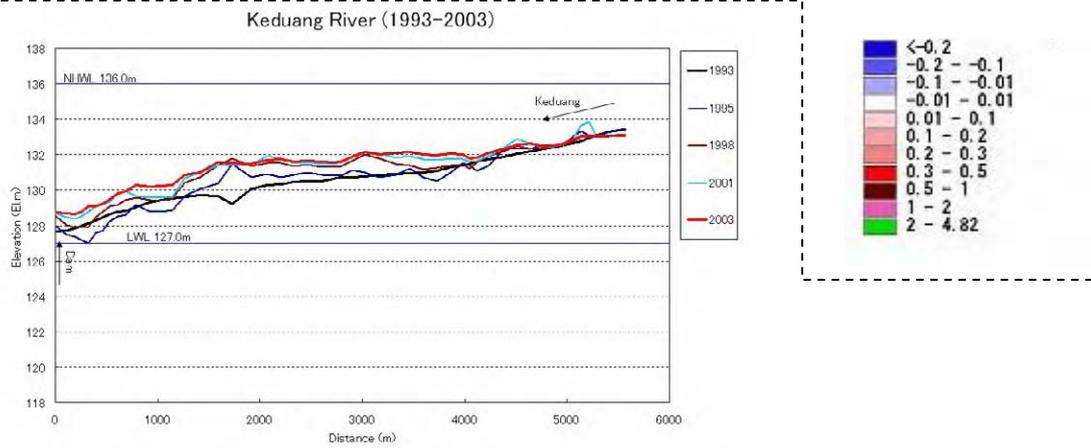
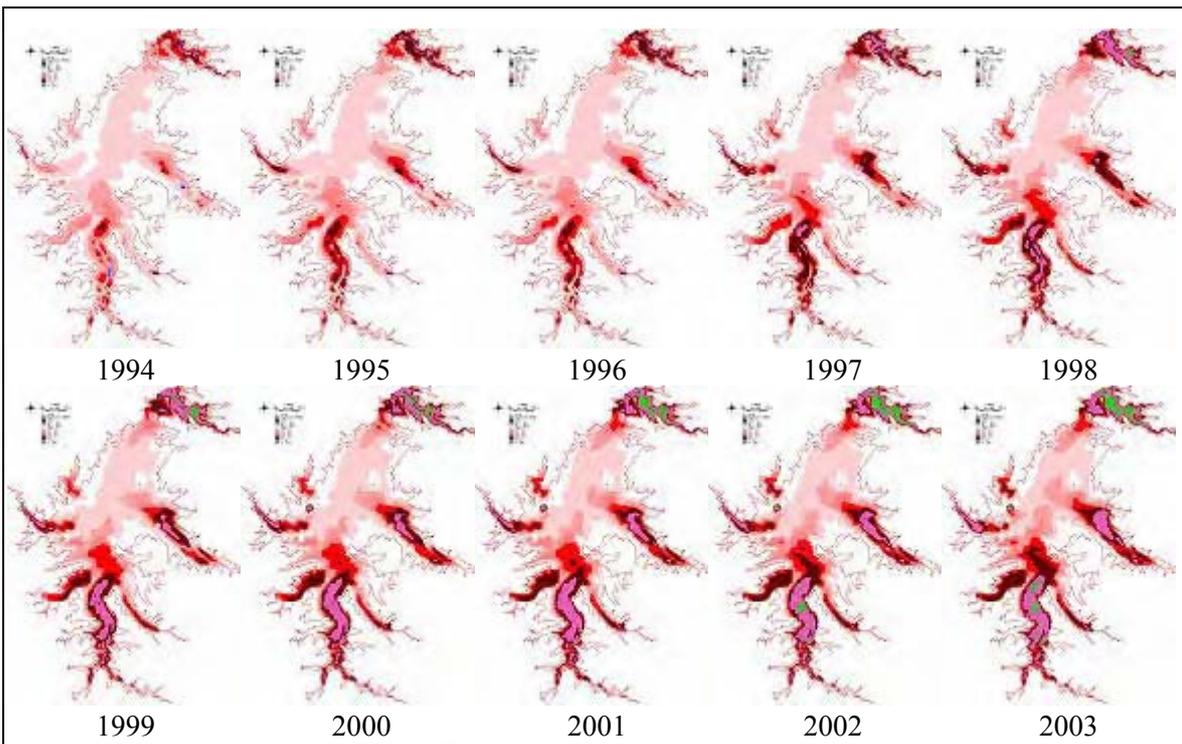
Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 10** Jala-jala Komputasi (kiri) dan Kontur Dasar Waduk (diukur bulan Oktober 2004, Satuan Kontur: m)

### 5.3 Verifikasi Sedimentasi Waduk Selama Tahun 1993-2004

Dengan menggunakan kurva laju sedimentasi yang diperoleh dari pengamatan lapangan tahun 2004-2005 ke kondisi tahun 1993-2004, sedimentasi di waduk tahun 1993-2004 juga disimulasikan menggunakan model ini. Variasi dasar waduk tahun 1993-2004 dirangkum sebagai berikut:

- i) Di Bengawan Solo, dari kawasan sungai sedimentasi bergerak secara bertahap menuju pusat waduk. Ujung dasar sedimen mencapai kawasan sungai Temon dengan ketebalan sedimentasi sekitar 2m.
- ii) Di pusat waduk, kedalaman sedimen sekitar 0,1-0,3 m.



Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 11 Variasi Dasar Waduk dan Penampang Memanjang pada Dasar Terdalam Sungai Keduang dan Bengawan Solo Tahun 1993-2003**

- iii) Di kawasan Keduang, sedimentasi lebih parah dan kedalaman maksimum sedimentasi sekitar 4 m.
- iv) Ujung dasar sedimen dari sungai Keduang menginvasi hingga ke pusat waduk dan sedimentasi dekat intake sekitar 2 m.

#### 5.4 Neraca Sedimen Waduk Wonogiri

Dengan menggabungkan hasil analisis tahun 1993-2004 dan 2004-2005, perkiraan *inflow* sedimen, sedimentasi di waduk Wonogiri dan pengaliran sedimen (*outflow*) dari waduk selama 12 tahun terakhir (1993-2005) diperkirakan sebagai berikut:

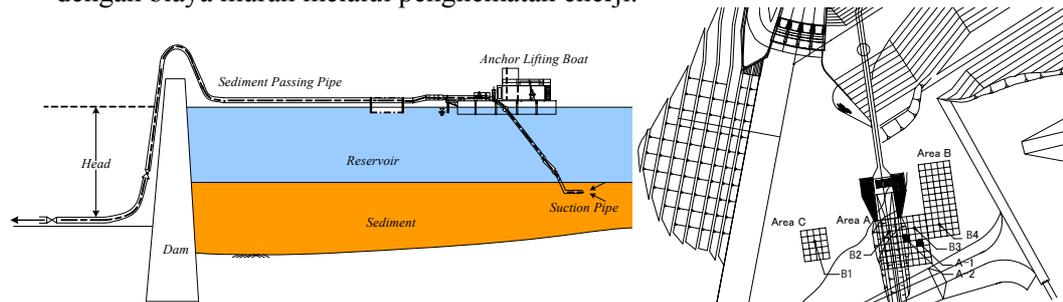
- i) Selama 12 tahun terakhir (1993-2005), rerata tahunan *inflow* sedimen ke dalam waduk Wonogiri mencapai 3,2 juta m<sup>3</sup>/tahun, dimana yang berasal dari sungai Keduang adalah 1,2 juta m<sup>3</sup>/tahun (sekitar 38% dari total).
- ii) Rerata tahunan pelepasan (*outflow*) sedimen sekitar 0,4 juta m<sup>3</sup>/tahun dengan rincian 0,15 juta m<sup>3</sup> melalui spillway dan 0,26 juta m<sup>3</sup> melalui intake PLTA.
- iii) Dengan demikian, rerata tahunan sedimentasi di waduk sekitar 2,8 juta m<sup>3</sup>/tahun dan nilai rasio penahanan sedimen di waduk Wonogiri sekitar 87%.

## 6. UJI VERIFIKASI SISTEM Pengerukan *HYDRO-SUCTION*

### 6.1 Gambaran Umum Uji Verifikasi

Uji verifikasi sistem pengerukan dilakukan di depan intake dari 12 September hingga 31 Oktober 2005. Tujuan pengujian sebagai berikut:

- i) Untuk menguji kemungkinan penggunaan sistem *hydro-suction* pada material sedimen yang mengandung remah tetumbuhan dan sampah di waduk Wonogiri.
- ii) Untuk mengumpulkan dan menganalisis data dasar pengoperasian sistem *hydro-suction*, dan
- iii) Untuk menguji dan mengembangkan sistem *hydro-suction*, yang dapat dioperasikan dengan biaya murah melalui penghematan energi.



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 12 Skema Penampang Sistem *Hydro-Suction*

### 6.2 Pra-Uji

Dalam pra-uji diamati unjuk kerja 3 (tiga) jenis ekskavator. Sebagai hasilnya, *side rotary excavator* diharapkan dapat memberikan konsentrasi volumetrik sedimen yang tinggi, karena tipe ini bisa menyesuaikan dengan perubahan topografi dasar waduk dan dengan menggunakan fungsi memutar balik *rotor blades* untuk kotoran maka relatif dengan mudah dapat membuang sampah kecil yang mengandung remah-remah tetumbuhan seperti semak dan bambu di dasar waduk. Konsentrasi volumetrik sedimen pada tipe *side rotary* terukur sekitar 3,66 – 8,48%.

### 6.3 Uji Akhir

Uji penggunaan *side rotary excavator* dilakukan dalam 16 kondisi berbeda dengan mengubah-ubah kedalaman dan laju aliran. Densitas sedimen di dalam pipa sebanding dengan kecepatan aliran. Ketika laju aliran sedimen melalui pipa sekitar 12 m<sup>3</sup>/menit, densitas dan konsentrasi volumetrik sedimen yang terangkut oleh sistem masing-masing 1,09 g/cm<sup>3</sup> dan 13%. Meskipun ditemui kecenderungan adanya pengerasan pada hasil pengeboran inti (sedimen), tidak ditemui masalah serius yang menyulitkan pelaksanaan pengerukan. Uji verifikasi menunjukkan bahwa sistem *hydro-suction* menggunakan *side rotary* dapat digunakan untuk mengeruk sedimen di depan intake waduk Wonogiri.

## 7. STRATEGI DASAR FORMULASI RENCANA INDUK

### 7.1 Proyeksi Sedimentasi Waduk Wonogiri

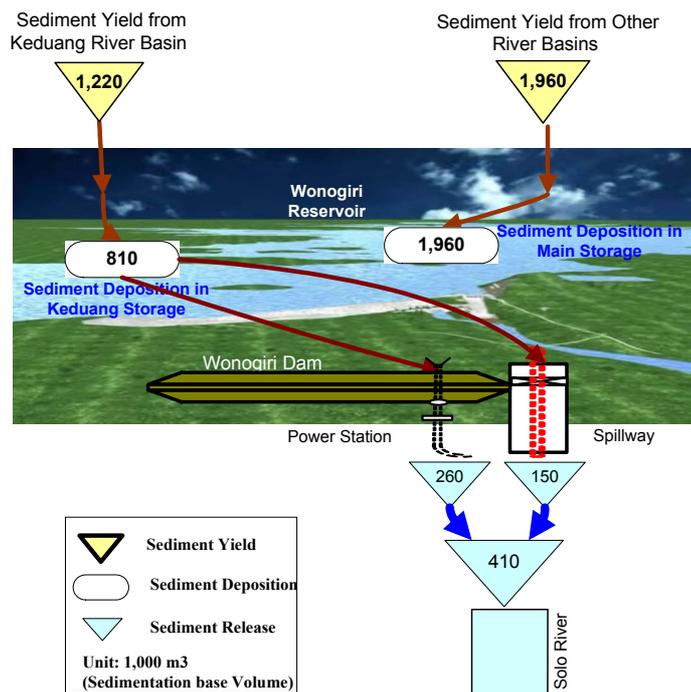
#### (1) Neraca Sedimen Waduk Wonogiri

Hasil sedimen rerata tahunan saat ini dan neraca sedimen di keseluruhan waduk Wonogiri pada tahun 1993-2005 ditunjukkan pada Gambar 13 di bawah.

(2) Proyeksi Sedimentasi Waduk Wonogiri

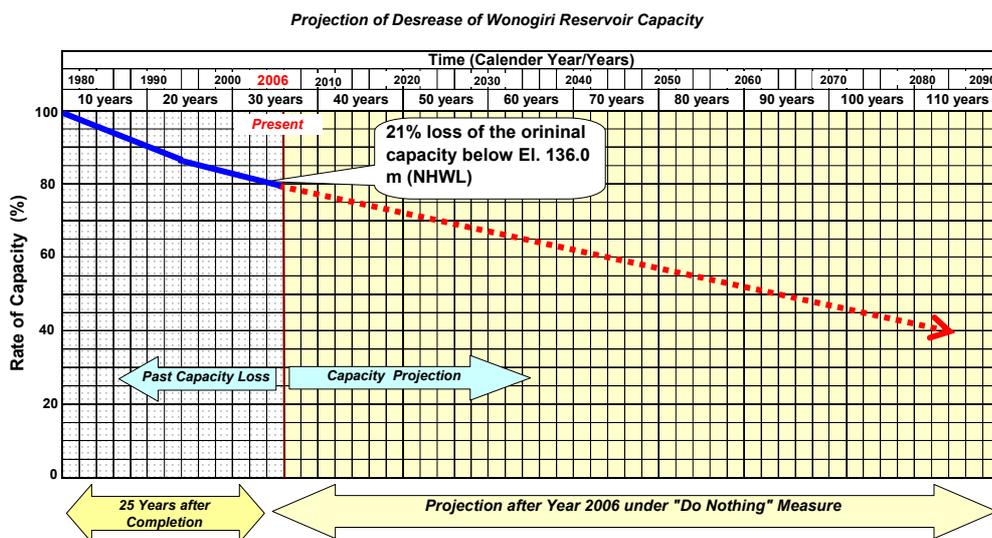
Dengan menyederhanakan fokus pada laju penurunan kapasitas waduk, status waduk Wonogiri di masa mendatang diproyeksikan dengan kasus isu sedimentasi tanpa upaya penanggulangan. Pada tahun 2051, waduk Wonogiri akan kehilangan sekitar 28% kapasitas tampungan efektif dan kehilangan secara total kapasitas *dead storage*-nya. Waduk akan kehilangan sekitar 62% kapasitas tampungan efektifnya pada sekitar tahun 2105.

Dengan menerapkan rerata pengendapan sedimen tahunan 0,77 juta m<sup>3</sup>, kapasitas tampungan waduk di kawasan Keduang diperkirakan akan habis karena terisi penuh sedimen sekitar tahun 2022.



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 13 Neraca Sedimen Tahunan Waduk Wonogiri Saat Ini



Sumber: Tim Studi JICA

Gambar 14 Proyeksi Sederhana Penurunan Kapasitas Waduk Wonogiri

## 7.2 Tujuan Rencana Induk

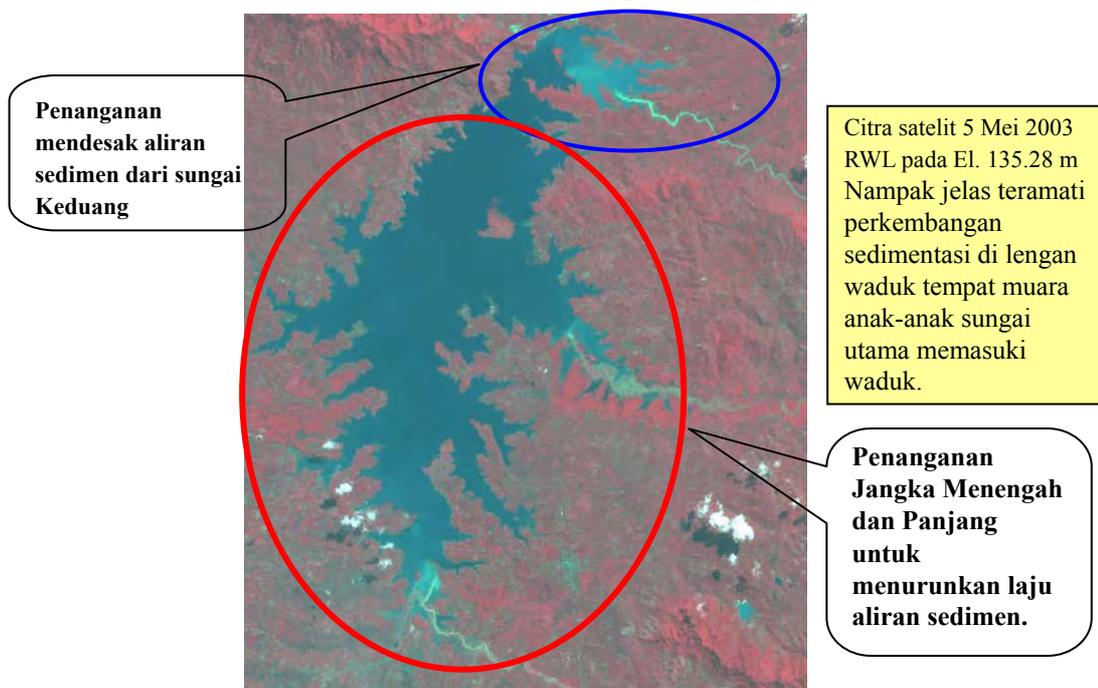
Berdasarkan hasil studi-studi dasar disebutkan di atas, tujuan Rencana Induk disusun agar:

- i) **Bendungan Wonogiri terus berkelanjutan berkontribusi pada stabilisasi kehidupan masyarakat dan peningkatan kesejahteraan sosial sekurangnya dalam kurun waktu 100 tahun mendatang.** Tujuan ini akan tercapai hanya dengan cara mengamankan dan memelihara fungsi waduk Wonogiri seperti yang diharapkan sebagai pengendali banjir, air irigasi dan PLTA, air domestik dan industri.
- ii) **Waduk Wonogiri harus diamankan walau apapun yang akan terjadi di masa mendatang.** Tujuan ini dapat diwujudkan dengan mematuhi secara seksama pada **aturan pengopersian waduk.** Waduk Wonogiri, ditinjau dari sudut keamanan waduk, seharusnya dioperasikan secara aman sebagaimana mestinya saat terjadi banjir berapapun besarnya.
- iii) **Pengelolaan waduk Wonogiri yang berkelanjutan akan dicapai dengan cara pengelolaan dan konservasi DAS Wonogiri.** DAS Wonogiri harus dikelola dan dilestarikan selaras dengan peningkatan kualitas kehidupan petani di dalam DAS-nya.

## 7.3 Strategi Dasar Formulasi Rencana Induk

Untuk mencapai tujuan di atas, strategi formulasi rencana induk ditetapkan sebagai berikut:

- i) Sasaran rencana endapan sedimen di waduk ditetapkan pada laju kurang dari 1,2 juta m<sup>3</sup>/tahun seperti yang ditetapkan dalam desain asli waduk Wonogiri tahun 1978.
- ii) Prioritas utama ditentukan seharusnya pada upaya perlindungan bangunan intake. Penanggulangan dan penanganan sedimen dan sampah dari sungai Keduang mejadi upaya penanganan paling mendesak.
- iii) Aliran sedimen dari anak-anak sungai yang lain akan memerlukan waktu yang lama untuk memberikan dampak yang serius pada intake. Dipandang lebih praktis untuk menerapkan kebijakan konservasi DAS untuk menurunkan laju penghasilan sedimen sebagai penanganan jangka menengah.



Sumber: Tim Studi JICA

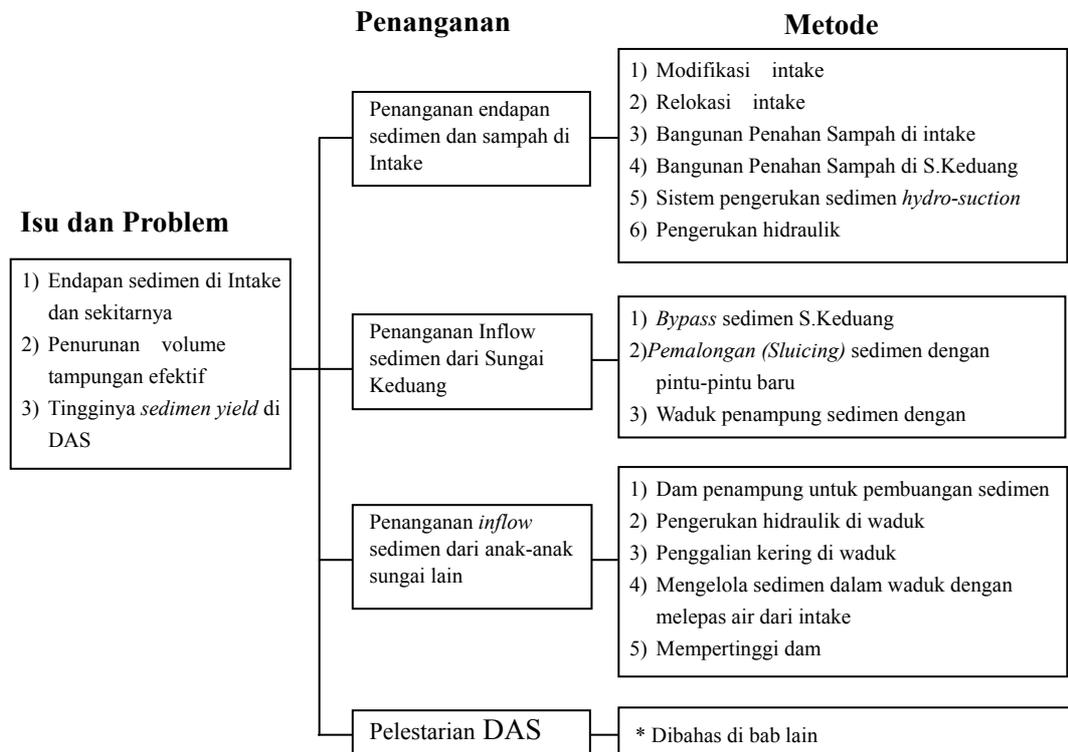
**Gambar 15 Kawasan Prioritas Rencana Induk**

- iv) Restorasi waduk secara total akan memerlukan banyak biaya dan pembebasan tanah yang luas untuk penampungan sedimen. Mengingat keterbatasan itu, maka upaya mengurangi aliran sedimen ke waduk melalui usaha konservasi DAS semaksimal mungkin sehingga dapat memperpanjang umur waduk adalah merupakan cara paling praktis.
- v) Waduk Wonogiri sejak tahun 1991 telah dioperasikan dengan menaikkan NHWL asli hingga sekitar 1m sehingga diperoleh tambahan air sekitar 75 juta m<sup>3</sup>. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan dalam jumlah besar bagi pemakai air di bagian hilir. Praktek pengoperasian waduk seperti itu dinilai tidak aman bagi keselamatan dam. Meski dengan mentaati aturan pengoperasian waduk yang akan mengurangi kapasitas suplai air saat ini, semua pihak yang berkepentingan hendaknya menyadari bahwa keamanan bendungan merupakan hal paling penting. Evaluasi teknis dan rancangan awal alternatif penanganan struktural seharusnya dibuat dengan sepenuhnya memperhatikan aturan pengoperasian waduk Wonogiri saat ini

## 8. EVALUASI TEKNIS ALTERNATIF PENGELOLAAN SEDIMEN SECARA STRUKTURAL.

### 8.1 Alternatif Penanganan Struktural Yang Dapat Diterima

Penanggulangan alternatif struktural yang dapat diterima dipilih untuk menangani:  
i) endapan sedimen dan sampah di intake, ii) aliran sedimen dari sungai keduang, dan iii) aliran sedimen dari anak sungai yang lainnya.



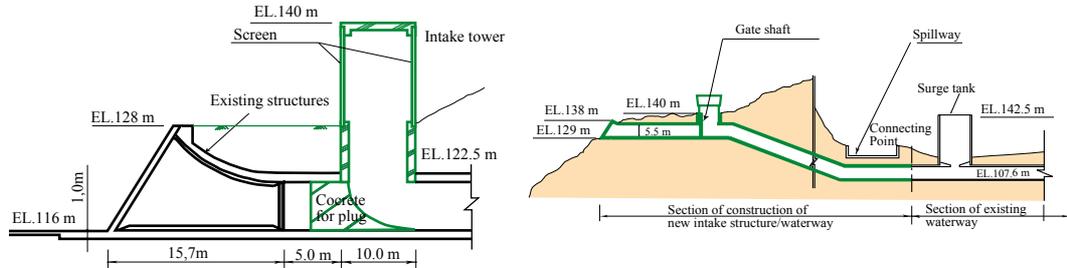
Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 16 Alternatif Struktural Yang Dapat Diterima Untuk Penanganan Isu-isu Sedimentasi di Waduk Wonogiri**

## 8.2 Penanggulangan Endapan Sedimen dan Sampah di Intake

### (1) Modifikasi/Relokasi Intake

Modifikasi atau relokasi intake kurang disukai dibandingkan dengan alternatif yang lainnya, karena suplai air irigasi harus dihentikan selama konstruksi, biaya konstruksi lebih tinggi, dan masalah sedimentasi tidak akan teratasi sepenuhnya. Alternatif ini bukanlah pilihan solusi yang berkelanjutan untuk masalah sedimentasi di Waduk Wonogiri.

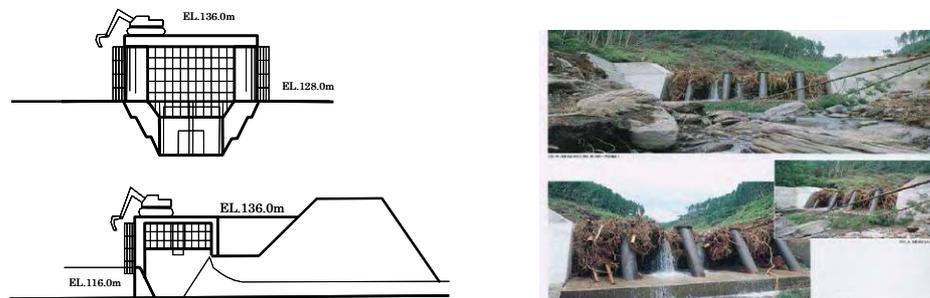


Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 17 Ilustrasi Modifikasi (kiri) dan Relokasi (kanan) Intake**

### (2) Bangunan Penahan Sampah di Intake/di Sungai Keduang

Bangunan penahan sampah baik yang ada pada sungai Keduang maupun pada intake saat ini mungkin hanya dapat mencegah sampah memasuki intake yang ada sekarang ini. Alternatif-alternatif ini efektif untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan isu sampah di intake saat ini. Isu sedimen di intake tidak bisa diatasi dengan alternatif-alternatif ini.

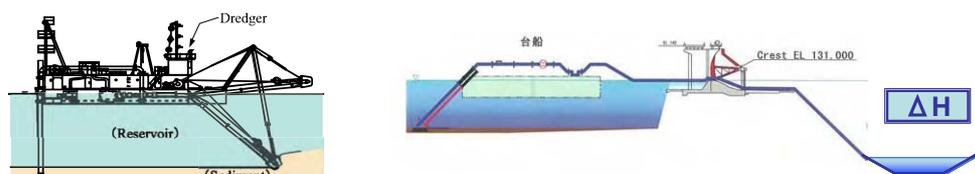


Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 18 Ilustrasi Bangunan Penahan Sampah di Intake (kiri) / di Sungai Keduang (kanan)**

### (3) Pengerukan Hidraulik/Sistem Pembuangan Sedimen *Hydro-suction*

Pengerukan hidraulik dan sistem pembuangan sedimen *Hydro-suction* merupakan cara penanganan yang paling dapat diandalkan untuk membuang sampah dan sedimen di intake, meski biaya O/P relatif tinggi. Cara-cara pengerukan ini sebaiknya diterapkan bersama-sama dengan upaya-upaya penanganan pelengkap yang lain.



Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 19 Ilustrasi Pengerukan Hidraulik (kiri) / Sistem Pembuangan Sedimen *Hydro-suction* (kanan)**

(4) Evaluasi Teknik Alternatif-alternatif untuk Penanganan Endapan Sedimen dan Sampah di Intake

Perkiraan biaya konstruksi alternatif-alternatif penanganan masalah sampah dan sedimen disajikan dalam tabel.7 di bawah. Kelayakannya dan evaluasi dampak lingkungan dan sosial dirangkum di Tabel 8 terlampir. Disimpulkan, tidak ada alternatif yang dapat memberikan solusi yang berkelanjutan untuk isu-isu sedimen dan sampah di intake. Beberapa alternatif mungkin dapat menjadi komponen pelengkap pada penanganan struktural permanen.

**Tabel 7 Biaya Konstruksi Alternatif-alternatif Endapan Sedimen dan Sampah di Intake**

Alternatif	Biaya Konstruksi	Evaluasi
1) Modifikasi intake	US\$ 3.160.000	bukan solusi berkelanjutan
2) Relokasi intake	US\$ 8.800.000	bukan solusi berkelanjutan
3) Bangunan penahan sampah di intake	US\$ 3.670.000	solusi isu masalah sampah.
4) Bangunan penahan sampah di sungai Keduang	US\$ 1.370.000	solusi isu masalah sampah
5) Pengerukan cara <i>hydro-suction</i>	US\$ 2.875.000	komponen pelengkap
6) Pengerukan hidrolik	US\$ 4.456.700	komponen pelengkap

Sumber: Tim Studi JICA

**8.3 Penanggulangan Aliran Sedimen dari Sungai Keduang**

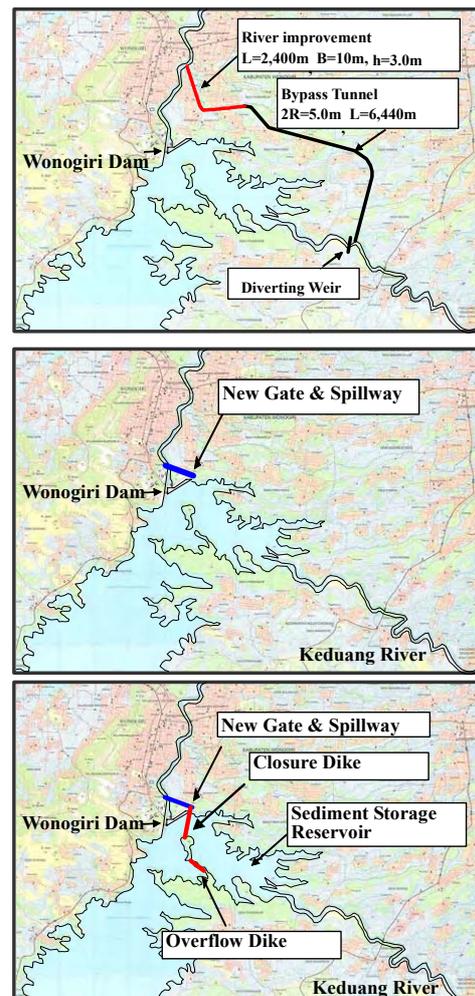
(1) Bypass Sedimen di Sungai Keduang

Bypass sedimen di Sungai Keduang merupakan cara dimana sebagian aliran banjir pembawa sedimen dari sungai Keduang dialihkan menggunakan terowongan bypass ke sungai di bagian hilir dam. Perlu dicatat karena adanya kondisi topografi yang datar, kapasitas debit terowongan bypass menjadi relatif kecil (maksimum 50 m<sup>3</sup>/detik). Jadi aliran banjir dari sungai Keduang dengan konsentrasi sedimen yang tinggi tidak sepenuhnya bisa dialihkan. Modifikasi atau pengerukan di intake juga masih diperlukan untuk menjamin keberlanjutan pengoperasian waduk.

(2) *Pemalongan (Sluicing)* Sedimen Melalui Pintu-pintu Baru

Dengan cara ini banjir sedimen dari sungai Keduang, sebelum terendapkan, dilewatkan melalui pintu-pintu baru untuk dibuang ke bagian hilir bendungan Wonogiri.. Pintu baru akan ditempatkan di bagian *abutmen* kanan bendungan.

Cara ini memerlukan modifikasi aturan operasi waduk saat ini, karena akan diperlukan pelepasan air dalam jumlah besar dan harus menurunkan TMA dekat endapan sedimen di



Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 20 Tataletak Umum Alternatif Pengaliran Sedimen dari Sungai Keduang**

depan bendungan. Ada resiko TMA tidak akan mencapai NHWL di akhir musim hujan bila air dalam jumlah besar digunakan untuk pemalangan.

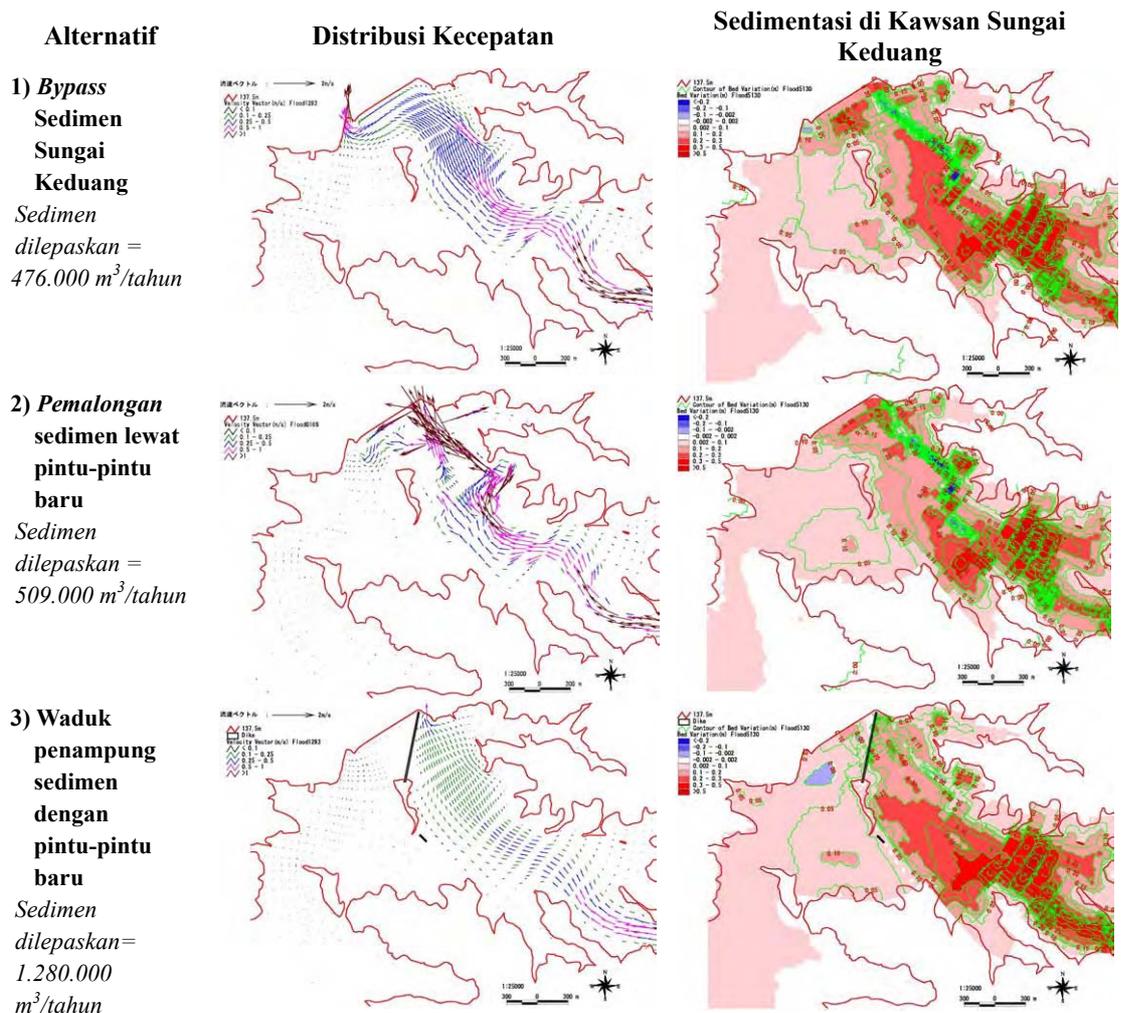
(3) Waduk Penampung Sedimen dengan Pintu-pintu Baru di Waduk Wonogiri

Perbedaan secara struktur antara *pemalangan* sedimen menggunakan pintu-pintu baru dan waduk penampung sedimen adalah hanya pada konstruksi tanggul penutup dan tanggul pelimpah di dalam waduk. Keuntungan teknis sistem waduk penampung sedimen terletak pada adanya tanggul penutup, yaitu TMA di waduk utama Wonogiri tetap terjamin bahkan bila operasi pembuangan sedimen sedang dilakukan dengan membuka pintu-pintu baru. Keseluruhan komponen sistem akan dibangun di dalam kawasan bendungan Wonogiri tanpa perlu memindahkan penduduk.

Pelepasan sedimen dari waduk penampung sedimen tidak akan dilakukan setiap tahun. Sejauh ini kelebihan air dilepas melalui spillway yang ada. Saat melepas kelebihan air dari waduk Wonogiri, akan dibuka pintu-pintu baru sebagai ganti dari spillway yang ada sekarang.

(4) Evaluasi Teknis Volume Pelepasan Sedimen

Efek teknis mitigasi sedimen di waduk dinilai dengan model analisis sedimentasi waduk yang sudah dikalibrasi seperti ditunjukkan dalam gambar berikut.



Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 21 Hasil Simulasi Penanggulangan Aliran Sedimen dari Sungai Keduang**

(5) Evaluasi Teknik Pengaliran Sedimen dari Sungai Keduang

Biaya konstruksi dan satuan biaya untuk pelepasan volume sedimen diperkirakan seperti ditunjukkan dalam tabel 9 di bawah. Hasil evaluasi keseluruhan pada ketiga alternatif dirangkum dalam Tabel 10. Sebagai kesimpulan, waduk penampung sedimen dipilih sebagai penanggulangan yang disarankan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan mendasar dan faktor teknis berikut:

- i) Hampir keseluruhan aliran sampah dari sungai Keduang akan terperangkap semuanya di dalam waduk penampung sedimen.
- ii) Mayoritas aliran sedimen dari sungai Keduang akan terendapkan di dalam waduk penampung sedimen. Meskipun sebagian kecil aliran sedimen akan tetap masuk waduk utama Wonogiri melalui tanggul pelimpah, sedimentasi di intake akan menurun secara drastis.
- iii) Endapan sedimen di waduk penampung sedimen, kapanpun bila diperlukan, dapat dibuang tanpa menggunakan air yang tertampung di waduk utama Wonogiri. Waduk penampung sedimen dapat dioperasikan secara independen terhadap waduk utama Wonogiri.

**Tabel 9 Hasil Evaluasi Alternatif Pengaliran Sedimen dari Sungai Keduang**

Alternatif	Biaya Konstruksi	Satuan Biaya	Pelepasan Sedimen
1) Bypass sedimen sungai Keduang	US\$ 82.940.000	US\$ 10,7/m <sup>3</sup>	476.000 m <sup>3</sup> /tahun
2) <i>Pemalangan</i> sedimen lewat pintu-pintu baru	US\$ 35.630.000	US\$ 4,7/m <sup>3</sup>	509.000 m <sup>3</sup> /tahun
3) Waduk penampung sedimen dengan pintu-pintu baru	US\$ 47.090.000	US\$ 3,8/m <sup>3</sup>	1.280.000 m <sup>3</sup> /tahun

Catatan: Volume sedimen yang terlepas diperhitungkan dari analisis sedimentasi waduk menggunakan inflow tahun hidrologi basah 1998/99. Satuan biaya pelepasan sedimen diperhitungkan berdasarkan biaya konstruksi dan biaya O/P yang diperlukan selama 50 tahun.

Sumber: Tim Studi JICA

#### 8.4 Penanggulangan Aliran Sedimen dari Anak Sungai Lainnya

(1) Bendung Penampung Sedimen untuk Pembuangan Sedimen, Pengerukan Hidraulik di Dalam Waduk dan Penggalian Kering di dalam Waduk

Jika endapan sedimen dalam waduk tidak bisa dilepaskan, cara yang mungkin adalah dengan membuangnya secara mekanis. Tetapi karena keterbatasan tempat pembuangan dekat waduk, tidaklah realistis untuk membuang endapan sedimen dari waduk dan endapan sedimen yang tertahan di bendungan penampung sedimen dengan cara ini.

(2) Pengelolaan Sedimen dalam Waduk dengan Melepaskan Air dari Intake

Dengan menggunakan debit pelepasan intake maksimum (sekitar 70 m<sup>3</sup>/detik) untuk PLTA, sedimen yang sebelumnya terendapkan akan berpindah menuju *zona mati (dead zone)* waduk, sehingga mempertahankan atau meningkatkan kapasitas efektif waduk.

Karena air dalam jumlah cukup banyak harus dilepaskan lewat PLTA, maka cara ini tidak menguntungkan, dan masih ada kemungkinan resiko muka air waduk tidak akan mencapai NHWL. Sehingga menyebabkan kekurangan air untuk irigasi di kawasan hilir dan dampak pada persawahan karena aliran air yang tidak mencukupi. Hal ini mungkin akan mendorong ketidakpuasan masyarakat atau bahkan konflik.

(3) Meninggikan Bendungan

Untuk menjamin kapasitas tampungan efektif waduk, maka puncak bendungan ditinggikan. Peninggian puncak bendungan merupakan pilihan di masa mendatang

bilamana kapasitas tampungan waduk telah berkurang secara drastis. Komisi Pengarah pada 22 Agustus 2005 berkesimpulan peninggian bendungan tidak dapat direkomendasikan.

(4) Evaluasi Teknis Alternatif Pengaliran Sedimen dari Anak Sungai Lainnya

Hasil evaluasi keseluruhan kelima alternatif pengaliran sedimen dari anak sungai lainnya dirangkum dalam Tabel 11 terlampir. Sebagai kesimpulan, tak ada solusi yang ekonomis dan berkelanjutan untuk semua alternatif struktural. Penanganan paling praktis dan berkelanjutan untuk mengurangi sebanyak mungkin hasil sedimen dari DTA Wonogiri adalah dengan konservasi DAS. Konservasi DAS bekerja lebih baik daripada alternatif-alternatif struktural.

## 9. PERENCANAAN PENGELOLAAN DAN KONSERVASI DAS

### 9.1 Pendekatan dan Konsep Dasar

Kehilangan tanah rerata tahunan di DAS Wonogiri diperkirakan sekitar 17,3 juta ton, sebagian besar berasal dari lahan-lahan permukaan (lahan pertanian). Kehilangan tanah dari bukan lahan pertanian seperti longsor, erosi tebing sungai dan erosi jurang adalah sangat kecil. Lahan tegalan merupakan sumber erosi utama. Hal yang paling mendesak dilakukan adalah pengendalian erosi tanah pada tegalan di kawasan pemukiman.

Sementara itu masyarakat setempat di DAS Wonogiri mengerti bahwa hasil panen sangat terpengaruh oleh penurunan kesuburan tanah akibat erosi tanah, dan mereka sangat tertarik dengan konservasi tanah. Hasil survei menunjukkan bahwa peningkatan penghasilan usaha pertanian petani setempat sebagai pelaku konservasi sangatlah penting.

Untuk menyelesaikan obyektif-obyektif yang penting itu, promosi konservasi DAS yang diperlukan, hendaknya dilakukan dengan memperhatikan pendekatan-pendekatan dari sisi: (1) konservasi air/tanah, (2) isu-isu pertanian, dan (3) kelembagaan sosial.

Karena tekstur tanah di DAS sangat halus, maka membangun dam Sabo ukuran besar sebagai pengedali erosi tanah tidaklah dapat diharapkan secara ekonomi ataupun fungsi. Maka jenis bangunan ini tidak dimasukkan dalam Studi. Sebagai gantinya (1) Diterapkan pembuatan teras bangku yang disempurnakan yang berfungsi sangat efektif mengendalikan erosi sesuai hasil penelitian erosi di DAS Wonogiri. (2) Sebagai tambahan, konservasi tanah dibuat dengan memperkuat tampingan dan bibir teras menggunakan rumput penutup. (3) Sistem *agro-forestry* (wanatani) akan diterapkan sebagai pengedali erosi tanah dan perbaikan produktivitas pertanian serta mewariskan perbaikan produktivitas pertanian dan sumber penghasilan pertanian ini bagi generasi mendatang. (4) Konservasi tanah berdasarkan penerapan teknologi yang disempurnakan pada konservasi air/tanah, pola tanam yang sepadan, pengelolaan tanah dan hasil pertanian harus dilakukan. (5) Selanjutnya, pencegahan erosi tanah di tepi kawasan pemukiman dengan penanaman tanaman pagar dan pembuatan saluran samping.

Kebanyakan proyek DAS yang telah dilakukan di DAS Wonogiri dilaksanakan dengan sistem pendekatan dari atas ke bawah, dan proyek-proyek ini tidak mendapatkan manfaat seperti yang diinginkan. Sehingga: (1) pada dasarnya sistem berbasis masyarakat dari bawah ke atas yang akan digunakan dalam perencanaan ini. Direncanakan masyarakat setempat berpartisipasi mulai dari tahapan perencanaan hingga pemantauan setelah pelaksanaan. Maka pekerjaan sosialisasi dan mendapatkan dukungan masyarakat pada tahap awal menjadi sangat penting. (2) Juga sangat penting untuk menjamin keterbukaan semua aktivitas proyek, termasuk pembiayaan demi untuk kelancaran dalam pelaksanaan proyek. Untuk tujuan ini

perlu dibentuk komite pelaksana. (3) Karena rendahnya manfaat perbaikan usaha pertanian dalam jangka pendek pada proyek, perlu diberikan insentif yang sewajarnya bagi pelaku yang akan mendapatkan manfaat. Bahan dan sarana produksi pertanian yang diperlukan dalam proyek seluruhnya seharusnya disubsidi. Sekitar 20-75% ongkos tenaga kerja untuk pekerjaan konstruksi seharusnya disubsidi.

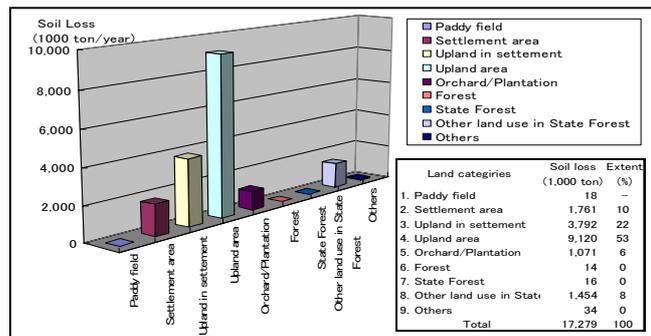
## 9.2 Formulasi Rencana Konservasi DAS

### (1) Sumber Erosi Tanah dan Kawasan Subyek Konservasi DAS

Total kehilangan tanah tahunan rata-rata dari DAS Wonogiri diperkirakan sekitar 17,3 juta ton, secara umum terdiri dari i) 9,1 juta ton atau 53% berasal dari lahan tegalan, ii) 3,8 juta ton atau 22% berasal dari tegalan pada kawasan pemukiman, iii) 1,8 juta ton atau 10% berasal dari kawasan pemukiman, dan iv) 1,5 juta ton atau 8% berasal dari kawasan hutan negara. Keempat sumber erosi utama ini mencakup 90% total kehilangan tanah dari DAS Wonogiri seperti ditunjukkan dalam gambar 22.

Dilain pihak, kehilangan tanah dari kategori tata guna lahan berasal dari (1) sawah, (2) pohon buah/tanaman di bawah tutupan pohon/pohon tanaman penghasil (hutan rakyat, kebun buah, perkebunan), dan (3) lain-lain yang diperkirakan skalanya terbatas untuk layak diperhitungkan. Tanah hutan negara dikelola oleh Perhutani dan sekarang ini sedang dilakukan program reboisasi.

Dapat disimpulkan dari hasil di atas bahwa lahan tegalan, tegalan di kawasan pemukiman dan kawasan pemukiman semestinya menjadi kawasan subyek untuk konservasi DAS Wonogiri. Total luas kawasan subyek mencapai 66.600 ha atau 54% DAS Wonogiri.



Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 22 Kehilangan Tanah Rerata Tahunan Berdasarkan Jenis dan Tataguna Lahan di DAS Wonogiri**

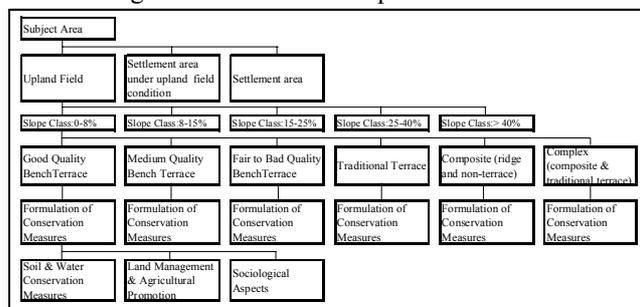
**Tabel 12 Kriteria Klasifikasi Kawasan Subyek**

Faktor	Kriteria Klasifikasi	Kode
Tataguna Lahan	Tegalan	U
	Pekarangan 1/	P
	Halaman rumah 2/	H
Slope	0 - 8%	S1
	8 - 15%	S2
	15 - 25%	S3
	25 - 40%	S4
	40%	S5
Jenis dan kondisi teras	Lahan teras bangku: - Teras bangku kualitas bagus	T1
	- Teras bangku kualitas sedang	T2
	- Teras bangku kualitas cukup hingga jelek	T3
	Lahan teras tradisional	T4
	Campuran (teras gulud dan tanpa teras)	T5
	Kompleks (teras tradisional dan komposit)	T6

Sumber: Tim Studi JICA

1/: Kawasan pemukiman kondisi tegalan

2/: Pekarangan rumah di kawasan pemukiman



Sumber: Tim Studi JICA

**Gambar 23 Klasifikasi Kawasan Subyek ke dalam Unit-unit Lahan untuk Formulasi Penanganan Konservasi**

(2) Klasifikasi Kawasan Subyek dan Kawasan Sasaran Subyek

1) Klasifikasi Kawasan Subyek

Faktor USLE yang dapat dikelola atau dimitigasi melalui upaya konservasi DAS meliputi faktor P (faktor konservasi lahan) dan faktor C (faktor vegetatif/budidaya). Dengan demikian, kawasan subyek diklasifikasikan ke dalam sub-unit (unit lahan) untuk memfasilitasi rencana konservasi berdasarkan kondisi tata guna lahan, kemiringan lereng, serta jenis dan kondisi teras sebagai berikut:

Proses klasifikasi kawasan subyek menjadi unit-unit lahan untuk konservasi DAS ditunjukkan dalam Gambar 23 .

Berdasarkan kriteria klasifikasi kawasan subyek, kode satuan lahan di kawasan subyek ditunjukkan dalam Tabel 13 berikut. Kawasan subyek, diklasifikasikan menjadi 35 satuan lahan berdasarkan 'Kode Satuan Lahan' untuk konservasi DAS. Luas keseluruhan untuk masing-masing satuan lahan dirangkum dalam Tabel 14 berikut.

2) Daerah Sasaran Proyek Konservasi DAS

Kawasan sasaran untuk proyek konservasi DAS Wonogiri dipilih dari kawasan subyek di atas dengan pertimbangan-pertimbangan berikut:

- Rerata kehilangan tanah tahunan dan rerata kehilangan tanah tahunan/hektar di DAS Wonogiri dihitung pada masing-masing ke-35 unit berdasarkan grid (20 m × 20 m).
- Berdasarkan hitungan di atas, dihitung kehilangan tanah dan kehilangan tanah/hektar masing-masing desa di DAS Wonogiri. Kemudian pertama-tama dipilih kawasan subyek dari wilayah pedesaan dengan luasan lebih dari 100 ha dan kehilangan tanah lebih dari 50ton/ha. Untuk setiap desa terpilih diatas, rerata kehilangan tanah tahunan dihitung untuk ke-3 jenis penggunaan lahan: i) tegalan, ii) tegalan di kawasan pemukiman, dan iii) pemukiman. Langkah kedua adalah memilih desa-desa dengan total kehilangan tanah tahunan rata-rata yang lebih dari 50 ton/ha/tahun untuk ke-3 jenis lahan.
- Akhirnya kawasan sasaran diberi batasan dengan menimbang kemudahan atau kepraktisan pengembangan proyek, seperti kondisi akses ke lokasi, kesulitan pembangunan teras karena akar pepohonan besar yang dalam, topografi sangat terjal, ketidak pastian kemauan petani membuat teras, kondisi pagar halaman saat ini, saluran samping dan lain-lainnya. Implementasi aktual pekerjaan teras direncanakan 100% pada lahan tegalan dengan kemiringan kurang dari 25%, 80% untuk kemiringan 25-40% dan 60% pada lahan dengan kemiringan lebih dari 40%. Sehingga Kawasan sasaran Proyek Konservasi DAS mencapai 34.382 ha di 180 desa seperti ditunjukkan di Tabel 15.

(3) Usulan Proyek Konservasi DAS

Dasar-dasar upaya konservasi DAS yang diusulkan terdiri dari: i) penanganan konservasi tanah secara fisik dan vegetatif, ii) pengembangan tanaman musiman dan *agro-forestry*, dan iii) program pendukung untuk promosi proyek konservasi DAS. Dasar-dasar arahan yang diterapkan dalam usulan rencana konservasi DAS saat ini, bagi masing-masing satuan lahan dikelompokkan menurut klas kemiringan lahan dan kondisi serta jenis teras yang ada secara gamblang dibahas berikut ini:

### 1) Penanganan Konservasi Tanah Secara Fisik dan Vegetatif

Dalam merencanakan upaya konservasi tanah diusahakan dengan biaya yang semurah mungkin dan dapat dikerjakan dengan mudah oleh pelaku yang mendapatkan manfaat proyek. Penanganan konservasi tanah yang diusulkan ditunjukkan dalam Tabel 16 di bawah.

**Tabel 16 Usulan Pekerjaan Perbaikan Teras**

Penanganan	Komponen
Penanganan Fisik	Pekerjaan perbaikan/pembangunan teras bangku Perbaikan saluran dan bangunan terjunan air Perbaikan saluran samping wilayah pemukiman
Penanganan Vegetatif	Penstabilan bibir Penstabilan tanggapan Tanaman pagar di sekeliling halaman rumah

Sumber: Tim Studi JICA

### 2) Penanganan Promosi Pertanian

Penanganan pertanian diformulasikan dan dirangkumkan dalam Tabel 17 di bawah. Perbaikan cara bercocok tanam tanaman musiman akan diterapkan dan disebarluaskan ke petani/kelompok tani dengan cara penguatan kegiatan partisipasi penyuluhan pertanian.

**Tabel 17 Usulan Penanganan Promosi Pertanian**

Subyek	Penanganan
Pengelolaan Lahan untuk Konservasi Air dan Tanah	Perbaikan lahan pertanian
	Konversi/modifikasi tataguna lahan
Promosi Agro-forestry	Pengembangan promosi agro-forestry
Penanganan sub-sektor tanaman	Perbaikan sistem bercocok tanam dan pengembangan teknologi

Sumber: Tim Studi JICA

Agro-forestry bisa dilihat sebagai upaya konservasi air dan tanah yang dibarengi dengan upaya promosi pertanian yang diharapkan akan dilakukan di keseluruhan lahan pertanian sesuai kemiringan lahan untuk meningkatkan pendapatan pertanian dan memitigasi masalah kekurangan tenaga kerja pertanian yang sepertinya akan muncul dalam waktu dekat mendatang di DAS Wonogiri. Laju penerapan tanaman agro-forestry: 5% total tegalan di lahan dengan kemiringan kurang dari 8%, 12.5% di kemiringan 8-15%, 25% di kemiringan 15-25%, 37.5% di kemiringan 25-49% dan 50% di kemiringan lebih dari 40%.

### 3) Program Pendukung untuk Promosi Proyek Konservasi DAS

Guna mendukung penguatan petani dalam melaksanakan konservasi DAS, telah diformulasikan program pendukung teknis dan pembiayaan untuk pelaksanaan konservasi DAS. Program pendukung promosi proyek konservasi DAS meliputi 3 program:

#### i) Program Pendukung untuk Proyek Konservasi Air dan Tanah

Upaya konservasi air dan tanah yang diusulkan memberikan efek langsung dan segera pada konservasi tanah dan program pendukung untuk petani pelaku konservasi harus diakomodasikan sebagai pekerjaan komponen pembangunan untuk meyakinkan adanya efek langsung dan segera pada upaya yang dilakukan. Program pendukung yang diusulkan meliputi: i) Pemberdayaan petani dan kelompok petani penerima manfaat dan ii) Program pendukung untuk pengoperasian/pelaksanaan upaya konservasi. Sebagai tambahan, pemberdayaan petugas lapangan dengan memberikan pedoman teknis dan dukungan

kepada petani maupun kelompok tani merupakan langkah penting awal dan berkala yang harus dilakukan untuk keefektifan dan keberhasilan pelaksanaan penanganan..

ii) Program Pendukung Pengelolaan Lahan dan Promosi pertanian

Program pendukung diformulasikan dengan maksud memperkuat kegiatan penyuluhan untuk pengelolaan lahan dan promosi pertanian yang meliputi: i) Program pengembangan teknologi, ii) Program demonstrasi, iii) Pembuatan lapangan percontohan untuk tanaman pohon dan pepohonan, iv) Program pelatihan Petani dan Kelompok Tani, v) Program Produksi bibit palawija, vi) Program Promosi Peternakan, dan vii) Penguatan Dukungan Logistik untuk Aktivitas penyuluhan.

iii) Program Pendukung untuk Pembangunan Masyarakat

Program pendukung diformulasikan untuk memberdayakan organisasi dan masyarakat desa. Program pendukung meliputi berbagai dukungan untuk: i) penilaian desa berdasarkan pada *Participatory Rural Appraisal* (PRA), ii) formulasi usulan rencana tindak desa, iii) pembentukan komite pelaksana, iv) pedoman dan dukungan dana hibah desa, dan v) program pendidikan konservasi DAS.

(4) Pekerjaan Proyek

Pekerjaan Proyek Konservasi DAS Wonogiri ditunjukkan dalam Tabel 18. Pekerjaan proyek akan dilakukan dengan menerapkan sistem partisipasi petani. Pekerjaan-pekerjaan seperti pemotongan/penimbunan, galian, pasangan batu dan penanaman tanam-tanaman akan dikerja-samakan antara Pemerintah dan petani penerima manfaat di seluruh kawasan proyek. Semua material yang diperlukan untuk proyek seperti sarana produksi pertanian dan material konstruksi akan disediakan oleh Pemerintah.

**Tabel 18 Pekerjaan Proyek**

Uraian	Satuan	Total Pekerjaan Proyek (1 000)	Uraian	Satuan	Total Pekerjaan Proyek (1 000)
<b>1. Persiapan Lahan</b>			<b>2. Saluran samping (halaman rumah)</b>		
1). Pembuatan Teras			1). Saluran samping		
(1) Pemotongan & pengisian	m <sup>3</sup>	22.224	(1) Batu	m <sup>3</sup>	37
2). Saluran dan terjunan air			(2) Galian	m <sup>3</sup>	53
(1) Batu	m <sup>3</sup>	164	(3) Pasangan batu	m <sup>3</sup>	33
(2) Galian	m <sup>3</sup>	191	1). Tanaman pagar		
(3) Pasangan batu	m <sup>3</sup>	149	(1) Semak, pagar	buah	8.346
3). Bibir & tampangan, penanaman			(2) Penanaman semak, pagar	m <sup>2</sup>	1.043
(1) Bibit rumput bibir	buah	304.731	<b>3. Agro-forestry dan tanaman tahunan</b>		
(2) Bibit semak bibir	buah	18.284	1). Agro-forestry & tanaman tahunan	LS	
(3) Bibit rumput tampangan	buah	432.230	<b>4. Program Pendukung</b>		
(4) Penanaman, bibir	m	91.420	1). Program pendukung	LS	
(5) Penanaman, tampangan	m <sup>2</sup>	86.466			

Sumber: Tim Studi JICA

(5) Penurunan Kehilangan Tanah Tahunan

Kondisi kehilangan tanah dengan kondisi dan tanpa kondisi adanya proyek dihitung menggunakan cara USLE dan disimpulkan dalam Tabel 19.

**Tabel 19 Perkiraan Penurunan Tahunan Terjadinya Kehilangan Tanah dan aliran sedimen**

DAS	Kondisi Sekarang		Setelah Implementasi		Penurunan	
	Aliran Sedimen	Kehilangan Tanah	Aliran Sedimen	Kehilangan Tanah	Aliran Sedimen	Kehilangan Tanah
	(1.000m <sup>3</sup> /thn)	(1.000 ton/thn)	(1.000m <sup>3</sup> /thn)	(1.000 ton/thn)	(1.000m <sup>3</sup> /thn)	(1.000 ton/thn)
Keduang	1.134	5.112	718	3.237	416	1.875
Tirtomoyo	470	4.786	229	2.331	241	2.455
Temon	61	974	29	457	32	517
Bengawan Solo Hulu	591	3.808	297	1.914	294	1.894
Alang	327	1.057	159	516	167	541
Unggahan	183	777	75	317	109	460
Wuryantoro	85	360	61	260	24	100
Remnant	96	405	40	170	55	235
<b>Total</b>	<b>2.947</b>	<b>17.279</b>	<b>1.609</b>	<b>9.202</b>	<b>1.338</b>	<b>8.077</b>

Sumber: Tim studi JICA

Telah diperkirakan kehilangan tanah rerata tahunan di keseluruhan DAS Wonogiri. Kehilangan tanah rerata tahunan dengan “tanpa kondisi adanya proyek” diperkirakan mencapai 17,279 juta ton dan dengan “kondisi adanya proyek” diperkirakan mencapai 9,202 juta ton. Dapat disimpulkan dari tabel bahwa 47% dari keseluruhan kehilangan tanah rerata tahunan yang ada sekarang akan tertahan atau terjadi penurunan setelah implementasi proyek.

## 10. PENGAMATAN LINGKUNGAN PENDAHULUAN (IEE)

Pengamatan lingkungan pendahuluan (*Initial Environment Examination*) menyimpulkan bahwa komponen proyek rencana induk tidak akan menimbulkan dampak merugikan yang signifikan, namun ada beberapa dampak negatif minor yang dapat dimitigasi dengan pengelolaan yang memadai. Bila ditinjau dari jenis dan skala komponen proyek maka komponen-komponen proyek tidak menjadi subyek penilaian dampak lingkungan Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL) di Indonesia.

Dapat disimpulkan bahwa komponen-komponen proyek termasuk dalam kategori B berdasarkan pedoman JICA untuk pertimbangan lingkungan dan sosial.

## 11. FORMULASI RENCANA INDUK

### 11.1 Rencana Mendesak : Penanggulangan Aliran Sampah dan Sedimen dari Sungai Keduang

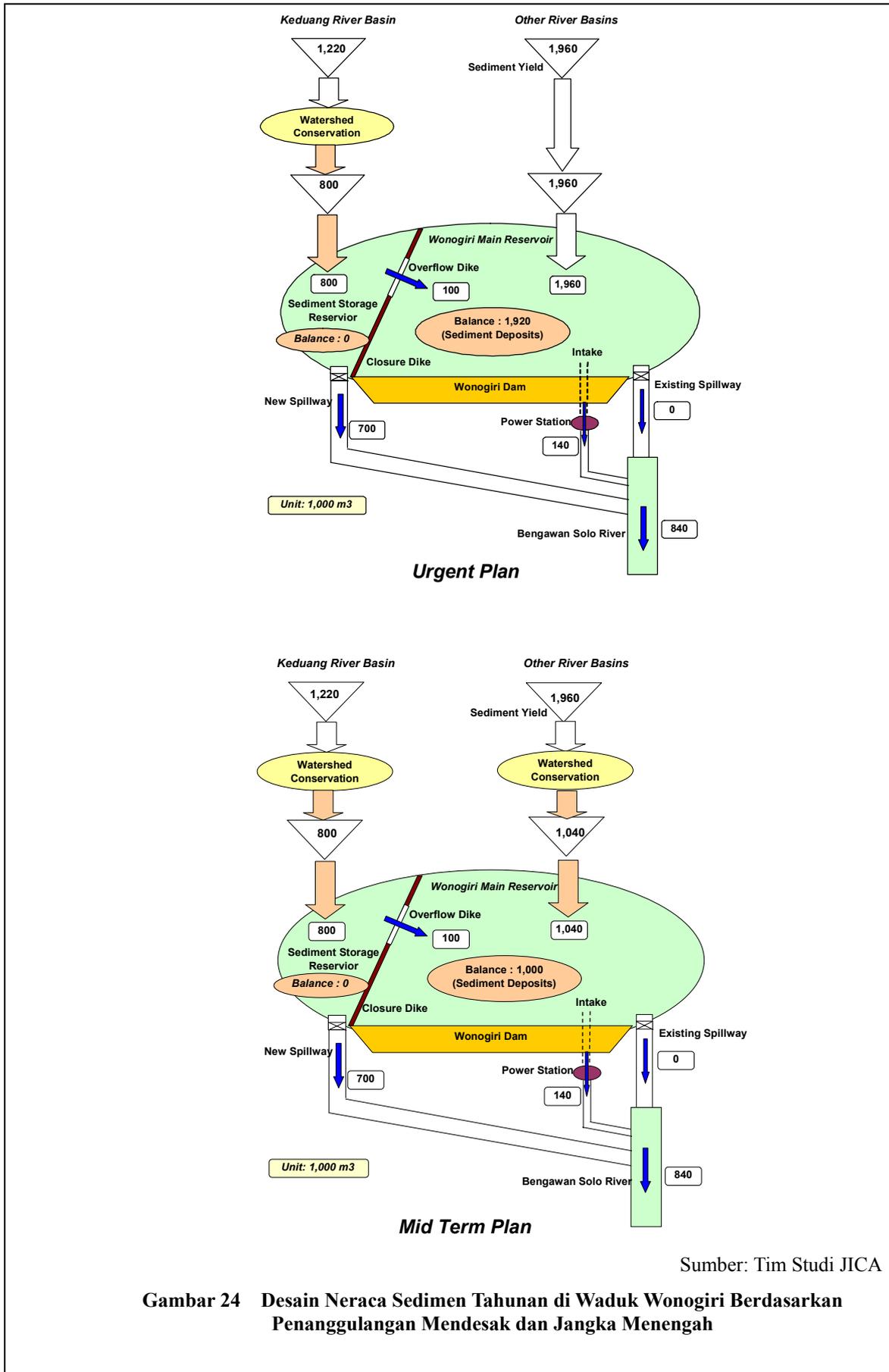
Neraca sedimen tahunan yang direncanakan dari waduk Wonogiri untuk rencana mendesak ditunjukkan pada Gambar 24. Konservasi DAS akan dilaksanakan pada total kawasan seluas 11.260 ha pada 83 desa. Setelah pelaksanaan proyek, diharapkan terjadi rerata penurunan aliran sedimen sekitar 0,42 juta m<sup>3</sup>/tahun. Aliran sedimen dari sungai Keduang akan turun dari 1,22 menjadi 0,80 juta m<sup>3</sup> pertahun.

Berdasarkan simulasi sedimentasi dari waduk, volume sedimen yang melimpah ke waduk utama Wonogiri dari waduk penampung sedimen dan dilepaskan dari PLTA diperkirakan sekitar 0,10 juta m<sup>3</sup>/tahun dan 0,14 juta m<sup>3</sup>/tahun. Endapan sedimen tahunan di waduk Wonogiri = 1,92 juta m<sup>3</sup>.

## 11.2 Rencana Jangka Menengah: Penanggulangan Aliran Sedimen dari Anak Sungai Lainnya

Neraca sedimen tahunan yang direncanakan dari waduk Wonogiri untuk rencana jangka menengah ditunjukkan pada Gambar 24. Konservasi DAS akan diimplementasikan pada wilayah dengan luas keseluruhan 23.120 ha yang meliputi: Tirtomoyo (29 desa), Temon (8 desa), Bengawan Solo Hulu (25 desa), Alang (19 desa), Ngungghahan (7 desa), DAS Wuryantoro (7 desa), dan 2 desa di daerah lainnya. Setelah proyek dilaksanakan, diperkirakan aliran sedimen tahunan ke waduk Wonogiri akan turun 0,92 juta m<sup>3</sup>, dari 1,96 juta m<sup>3</sup> /thn menjadi 1,04 juta m<sup>3</sup>/thn.

Endapan sedimen tahunan di Waduk Wonogiri menjadi 1,00 juta m<sup>3</sup>. Neraca sedimen ini memenuhi konsep dasar laju pengendapan sedimen tahunan yang dapat diterima, yaitu kurang dari laju sedimentasi rencana asli 1,2 juta m<sup>3</sup>/tahun.



**Gambar 24** Desain Neraca Sedimen Tahunan di Waduk Wonogiri Berdasarkan Penanggulangan Mendesak dan Jangka Menengah

### 11.3 Prioritas Usulan Penanggulangan

Prioritas yang disarankan dari usulan penanggulangan adalah sebagai berikut:

**Tabel 20 Prioritas Usulan Penanggulangan**

Tahap pelaksanaan	Tujuan
<b>1. Penanganan Mendesak</b>	▪ <b>Mempertahankan fungsi bangunan pengambilan</b>
a. Waduk penampung sedimen dengan pintu pembilas baru	▪ Melewatkan dan membilas keluar sedimen dan sampah dari sungai Keduang
b. Konservasi DAS di DTA Keduang	▪ Memitigasi hasil sedimen dari DTA Keduang dan oleh karena itu mengurangi aliran sedimen ke waduk Wonogiri.
c. Pengerukan sedimen di bangunan pengambilan yang dilakukan secara berkala (untuk pemeliharaan)	▪ Menghindari penutupan /penyumbatan bangunan pengambilan, akibat endapan sedimen dan sampah
<b>2. Penanganan jangka Menengah</b>	▪ <b>Mempertahankan fungsi Waduk Wonogiri</b>
a. Konservasi DAS pada anak sungai lainnya	▪ Mitigasi produksi sedimen dari DTA anak sungai lainnya, sehingga mengurangi aliran sedimen ke waduk
<b>3. Penanganan jangka panjang</b>	▪ <b>Mempertahankan fungsi Waduk Wonogiri</b>
a. Rehabilitasi daerah konservasi DAS	▪ Mempertahankan fungsi DAS Wonogiri, dengan tindakan konservasi yang terus menerus.

Sumber: Tim studi JICA

Penanggulangan jangka panjang dikategorikan sebagai rehabilitasi terus-menerus setelah selesainya pelaksanaan penanggulangan jangka menengah. Penanggulangan ini dimaksudkan untuk mempertahankan laju erosi tanah pada tingkat desain guna menghindari rusaknya kembali lahan-lahan budidaya pertanian dan tetap memeliharanya dalam kondisi yang diinginkan. Penanggulangan jangka panjang direncanakan untuk dilaksanakan menggunakan anggaran lokal dan kerangka pembiayaan pengiriman sebagian keuntungan masyarakat hilir waduk Wonogiri ke masyarakat hulu.

### 11.4 Program Pelaksanaan

Keseluruhan jadwal ditunjukkan dalam tabel di bawah.

**Tabel 21 Jadwal Keseluruhan Pelaksanaan**

Tindakan	2006		2010			2015					2020					2025				
	5 thn					10 thn					15 thn					20 thn				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>1 PENANGGULANGAN MENDESAK</b>																				
(1) Pengaturan Keuangan																				
(2) Waduk Penampung Sedimen dengan Pintu Baru																				
(3) Konservasi DAS pada DAS Keduang																				
(4) Pengadaan 1 Mesin Keruk dan Pek. Pengerukan untuk pemeliharaan																				
<b>2 PENANGGULANGAN JANGKA MENENGAH</b>																				
(1) Pengaturan Keuangan																				
(2) Konservasi DAS pada anak sungai lainnya																				
1) Tirtomoyo																				
2) Bengawan Solo Hulu																				
3) Alang																				
4) Temon																				
5) Ngungghahan																				
6) Wuryantoro																				
7) Remnant																				
<b>3 PENANGGULANGAN JANGKA PANJANG</b>																				
(1) Rehabilitasi kawasan konservasi DAS																				
<b>4 PEMANTAUAN</b>																				
Pemantauan berkala sedimetasi pada Intake																				
Pemantauan berkala sedimetasi pada waduk																				

Legenda: Pengaturan keuangan Desain Pelaksanaan Pembelian/pengadaan

Sumber: Tim Studi JICA

Penanggulangan mendesak seharusnya mulai dilaksanakan secepat mungkin untuk mempertahankan fungsi intake sebagai mestinya. Pelaksanaan penanggulangan jangka menengah dapat dimulai di bagian akhir tahapan penanggulangan mendesak. Karena hasil sedimen yang tinggi dari anak sungai lainnya (tidak termasuk Keduang) akan tetap berlanjut walaupun penanggulangan mendesak telah dilaksanakan, maka penanggulangan jangka menengah seharusnya dimulai seawal mungkin untuk memitigasi hasil sedimen dan dengan demikian memperpanjang umur waduk dan bendungan.

## 11.5 Biaya Proyek

Biaya proyek keseluruhan diperkirakan sebagai berikut.

**Tabel 22 Ringkasan Biaya Proyek**

Penanggulangan	Biaya (US\$ 1 000)
1. Penanggulangan Mendesak	
a. Waduk Penampung Sedimen dengan pintu-pintu baru.	36.070
b. Pengelolaan DAS di DTA Keduang	13.835
c. Pengadaan 1 mesin keruk	3.586
<i>Subtotal</i>	<i>53.491</i>
2. Penanggulangan Jangka Menengah	
a. Pengelolaan DAS di DTA Tirtomoyo	10.433
b. Pengelolaan DAS di Daerah Tangkapan Air Solo Hulu	11.049
c. Pengelolaan DAS di Daerah Tangkapan Air Temon	2.418
d. Pengelolaan DAS di Daerah Tangkapan Air Alang	4.856
e. Pengelolaan DAS di Daerah Tangkapan Air Ngunggahan	2.807
f. Pengelolaan DAS di Daerah Tangkapan Air Wuryantoro	2.148
g. Pengelolaan DAS di DTA remnant	1.349
<i>Subtotal</i>	<i>35.060</i>
<b>Total</b>	<b>88.551</b>

Sumber: Tim Studi JICA

## 11.6 Evaluasi Ekonomi

Kelayakan ekonomi Proyek dinilai dengan menghitung *economic internal rate of return* (EIRR) untuk periode waktu 50 tahun sesudah penyelesaian pelaksanaan Proyek. Manfaat proyek ditentukan sebagai perbedaan keuntungan di masa datang yang diperoleh dengan kondisi dan tanpa kondisi adanya proyek. Manfaat proyek meliputi: irigasi, PLTA, dan manfaat DAS lainnya. Khusus manfaat untuk irigasi dan PLTA, dalam kondisi tanpa proyek, lubang intake yang menyalurkan air untuk irigasi dan PLTA tersebut tidak berfungsi lagi karena akan sepenuhnya tertutup endapan di tahun 2022.

Manfaat Proyek DAS ditentukan sebagai peningkatan produksi tanaman pertanian sebagai hasil perbaikan lahan dan dari penanaman pepohonan buah-buahan di kawasan teras bangku. EIRR proyek terhitung 16,4%. Proyek dianggap layak secara ekonomis.

## 11.7 Kapasitas untuk Operasi dan Pemeliharaan

PJT I Bengawan Solo bertanggung jawab mengoperasikan dan memelihara bendungan Wonogiri (tanggung jawab dialihkan dari PBS pada tahun 2003). Sumber pemasukan utama PJT I Bengawan Solo berasal dari pengumpulan tarif penggunaan air bendungan Wonogiri dari: i) PLTA Wonogiri dan ii) pemakai air untuk keperluan industri dan domestik. Pemasukan ini dapat digunakan untuk menutupi pengeluaran-pengeluaran O/P. Pemasukan di tahun 2005 mencapai Rp 6,101 milyar.

PJT I Bengawan Solo dapat menggunakan hingga 30% dari pendapatannya untuk pembiayaan O/P. Pada tahun 2005 pembiayaan O/P mencapai 24% pendapatannya.

### 11.8 Isu-isu Kelembagaan Saat Ini dan Rekomendasi Pengelolaan DAS

Studi kelembagaan pengelolaan DAS Wonogiri telah dilakukan di tingkat lokal, propinsi dan nasional. Secara umum, kerangka kelembagaan pengelolaan DAS yang ada saat ini nampaknya memadai. Akan tetapi, beberapa isu yang penting telah teridentifikasi dan perlu tindakan-tindakan perbaikan yang telah disarankan. Di antaranya saran-saran tindakan perbaikan yang paling penting dirangkum dalam tabel berikut.

**Tabel 23 Isu-isu Utama dan Rekomendasi**

Isu	Rekomendasi
1. Kurang penegakan hukum (sehingga terjadi kegiatan ilegal tak terkendali di hutan negara/rakyat)	Membentuk satuan tugas multi-sektor di Kabupaten Wonogiri yang didukung oleh Pemerintah Propinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur, Otoritas Nasional dan Pendanaannya
2. Dana dan sumber daya lainnya yang tidak mencukupi di tingkat kabupaten dan propinsi	Lebih banyak dana disalurkan dari pemerintah pusat (Departemen Kehutanan / Dep. Pertanian) sebagai bagian desentralisasi – otonomi daerah, dibarengi dengan dorongan untuk efisiensi lokal. Meningkatkan kemampuan petugas lapangan dan sumber daya lainnya di Dinas Pertanian dan Sub Dinas Kehutanan LHKP Kabupaten
3. Tidak ada mekanisme multi-sektor yang memadai untuk pengelolaan DAS Wonogiri	Secepatnya membentuk Panitia Koordinasi DAS Wonogiri dengan anggota dari Kabupaten Wonogiri dan Kabupaten Pacitan
4. Tidak ada peraturan yang standar dari Pemerintah Pusat untuk hutan negara dan hutan rakyat. Hutan negara berkontribusi pada aliran permukaan sedimen yang signifikan	BPDAS Bengawan Solo (melaporkan ke Menteri Kehutanan) sebagai <i>regulator</i> mengatur pekerjaan Perum Perhutani (dan juga hutan rakyat) di DAS Bengawan Solo
5. Perhatian yang kurang terkait dengan pengelolaan DAS	Sebagai tambahan saran-saran di atas, Sub Dinas Kehutanan Dinas LHKP Kabupaten Wonogiri ditingkatkan sepenuhnya menjadi Dinas Kehutanan Kabupaten Wonogiri.

Sumber: Tim Studi JICA