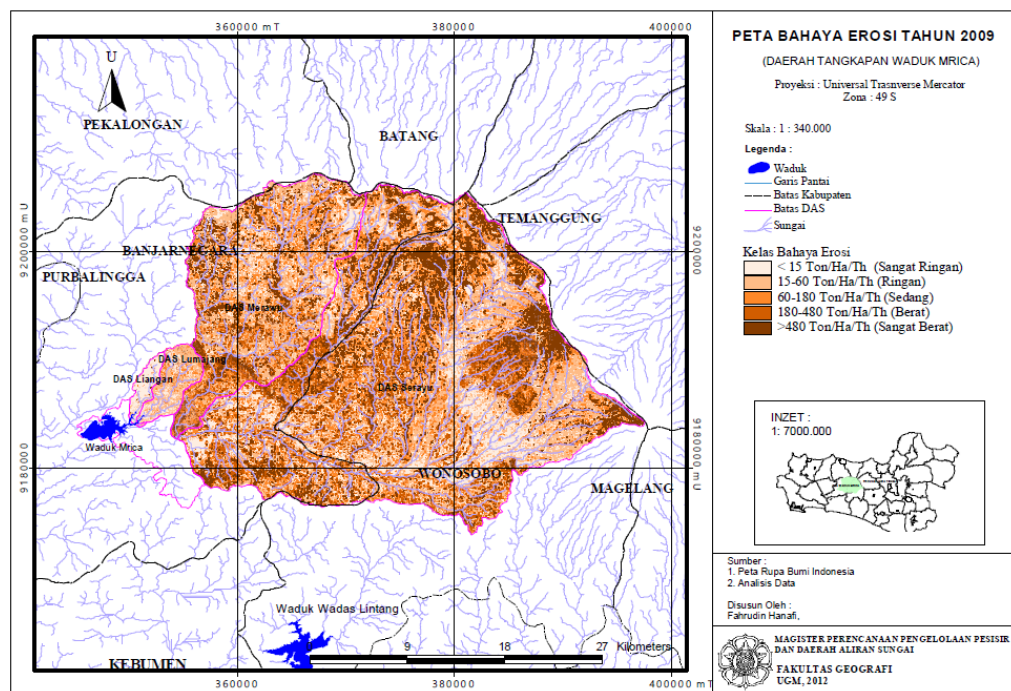


## BAB 4 PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Sedimen Waduk Mrica

Berdasarkan laporan PT Indonesia Power Unit Pembangkit (UP) Mrica tahun 2016, sedimen Waduk Mrica telah memasuki fase kritis karena telah mencapai 114,25 juta m<sup>3</sup> dan nilai Indeks Penutupan Lahan (IPL) produksi waduk mrica telah mencapai 80% dari total luas kawasan DAS dengan laju sedimentasi rata-rata mencapai 4,09 juta m<sup>3</sup> per tahun dan diperkirakan waduk akan penuh sedimen pada tahun 2021 (Mulyana, 2011). Penyebab utama tingginya laju sedimentasi di Waduk Mrica ini diakibatkan oleh aktifitas pertanian maupun perkebunan di daerah hulu sungai dan di sepanjang daerah aliran sungai (DAS) kali Serayu, Merawu dan Lumajang yang kurang memerhatikan konservasi tanah dan air sehingga memperbesar laju erosi di sekitar DAS (Hanafi, 2015).



Sumber: Hanafi, 2015

**Gambar 4.1** Peta Bahaya Erosi Potensial

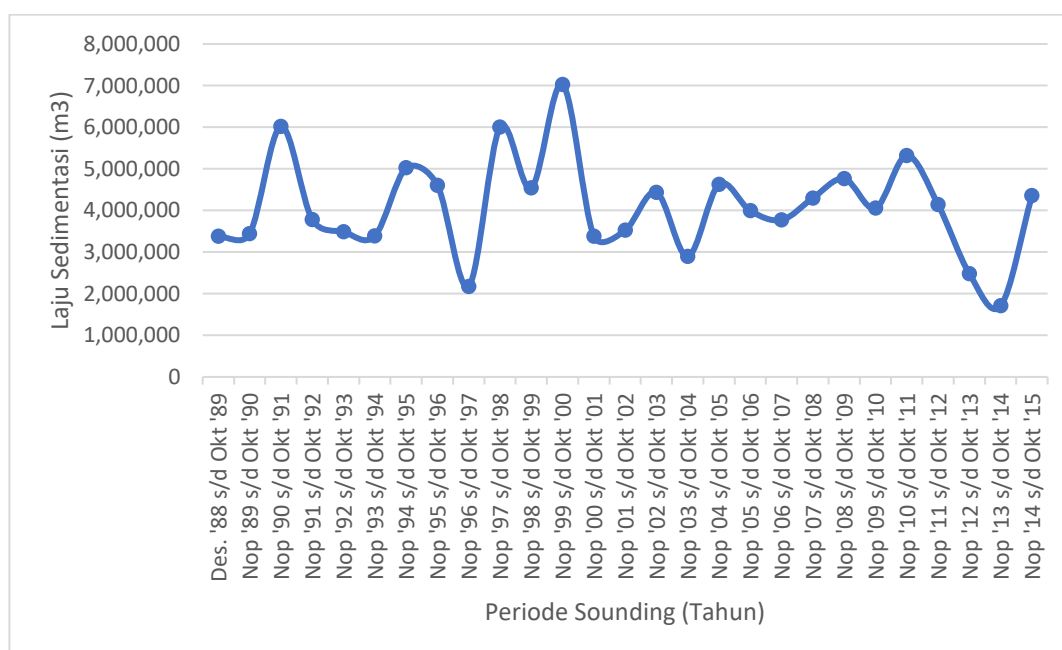
Berikut kesimpulan dari hasil pelaksanaan pengelolaan dan pemantauan lingkungan yang telah dilakukan:

### a) Perkembangan sedimentasi

Berdasarkan hasil pemantauan sedimentasi terlihat untuk sedimen layang semester II tahun 2016 = 2.666.271,14 m<sup>3</sup> dan untuk rata-rata perbulan = 888.757,04 m<sup>3</sup>, sedangkan untuk rata-rata tiap hari = 29.625.23 m<sup>3</sup>.

Curah hujan Triwulan IV cenderung naik bila dibandingkan dengan Triwulan III 2015, sehingga untuk sediment yang masuk selama Triwulan IV naik, karena aktivitas pencangkulan untuk tanaman kentang di DAS Hulu yang masuk ke waduk.

Hasil Sounding total sedimen tahun 1989 s/d Oktober 2016 = 110.615.475,00 m<sup>3</sup>. Laju sedimentasi yang cukup tinggi setiap tahun sangat memengaruhi daya tampung waduk dan daya dukung untuk pengendalian banjir.



Sumber: PT.Indonesia Power UP Mrica, 2016

**Gambar 4.2** Grafik Perkembangan Laju Sedimentasi

Berdasarkan Gambar 4.2, laju sedimentasi tertinggi terjadi pada tahun 1999-2000 dengan laju sedimentasi sebesar 7.027.165 m<sup>3</sup> sedangkan laju sedimentasi terendah terjadi pada tahun 2013-2014

dengan laju sedimentasi sebesar  $1.707.932 \text{ m}^3$ . Dari grafik, pada 5 tahun terakhir terjadi penurunan laju sedimentasi secara bertahap yaitu pada tahun 2010-2014 hal ini selaras dengan meningkatnya kegiatan konservasi di hulu DAS waduk Mrica yang meningkat, tetapi pada tahun berikutnya yaitu pada tahun 2014-2015 terjadi peningkatan laju sedimentasi yang signifikan mencapai  $4.355.431 \text{ m}^3$ .

**b) Kualitas air**

Pemantauan kualitas air di waduk PLTA PB. Soedirman dilaksanakan setiap Semester I dan II. Berdasarkan hasil pemantauan yang dilakukan setiap 6 bulan sekali bahwa secara umum kualitas air waduk PLTA PB. Soedirman relatif baik dan memenuhi Baku Mutu Air Kelas III (PP 82/2001), kecuali Nitrit berada diatas ambang batas penyebabnya karena adanya sisa pemupukan atau bahan organik lainnya yang masuk ke perairan waduk di mana kondisi air hangat karena musim kemarau sehingga terjadi aerob pada NPK menjadi Nitrit.

Karena tingginya sediment yang masuk ke waduk dan tingginya kandungan NPK pada sedimen menyebabkan terjadinya *blooming* eceng (*Eichhornia crassipes*). Permasalahan ini bukanlah sebuah perkara kecil dikarenakan pembangkit milik PT. Indonesia Power UP Mrica pernah mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh masuknya tanaman eceng (*Eichhornia crassipes*) ke dalam mesin pembangkit sehingga mesin mengalami kerusakan dan tidak dapat dioperasikan selama beberapa hari.

PT Indonesia Power UP Mrica telah melakukan berbagai upaya untuk menangani permasalahan sedimentasi di Waduk Mrica. Beberapa di antaranya adalah penggelontoran (*flushing*) sedimen secara berkala melalui *Drawdown Culvert* (DDC) yang dirasa sangat kecil manfaatnya karena banyaknya air yang terbuang berbanding 10:1 dengan lumpur yang bisa dikeluarkan (Antisto, 2005).

## 4.2 Penyebab Sedimentasi

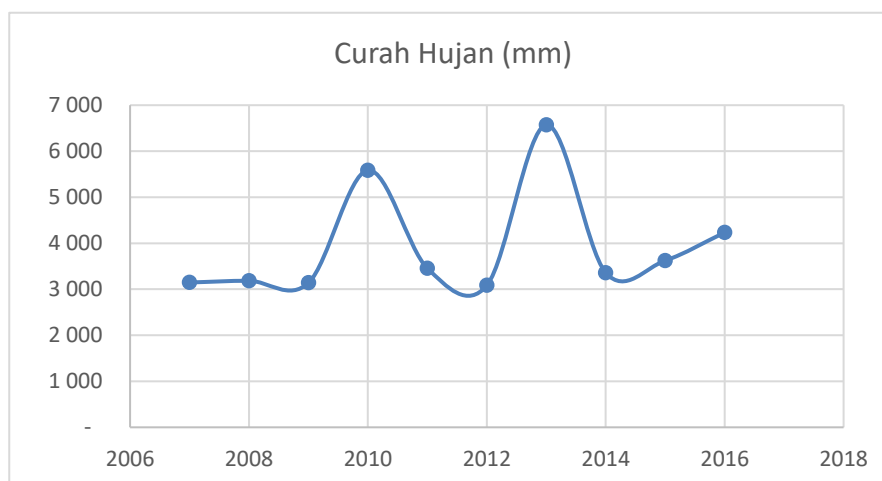
Penyebab utama terjadinya sedimentasi yaitu terjadinya proses erosi di daerah hulu. Terdapat dua penyebab utama terjadinya erosi, yaitu disebabkan oleh alam dan disebabkan oleh aktivitas manusia. Pada dasarnya, erosi terjadi akibat beberapa faktor yaitu iklim, topografi, vegetasi, dan aktivitas manusia terhadap fungsi lahan (Arsyad, 1989). Berdasarkan data BPDAS terdapat tiga jenis tanah di sekitar DAS waduk Mrica, yaitu:

**Tabel 4.1** Jenis Tanah dan Nilai Indeks Erodibilitas

No	Jenis Tanah	K
1	Association Brown Andosol and Red-Brown Latosol	0.271
2	Complex Grey Regosol and Lithosol	0.172
3	Grey-Brown Regosol	0.271

Sumber: BPDAS Serayu

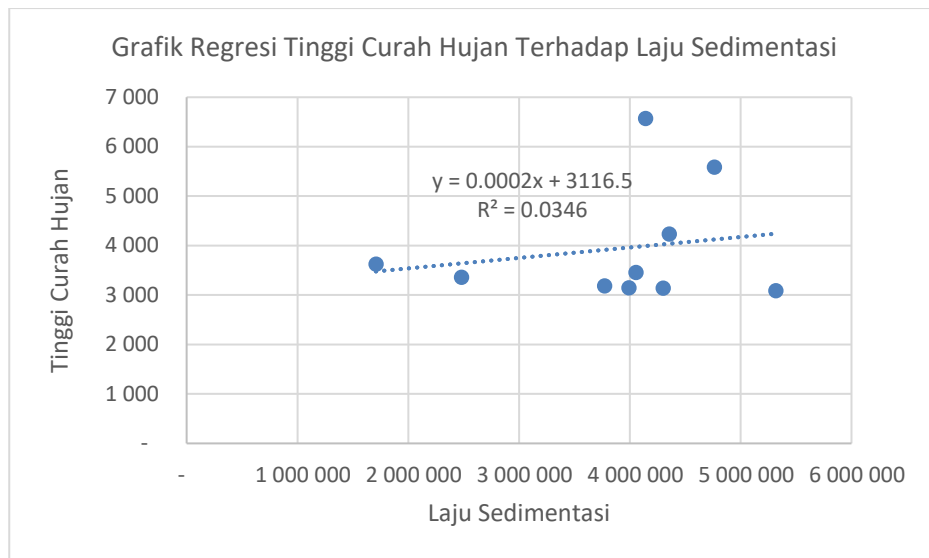
Berdasarkan jenis tanah dan nilai indeks erodibilitas tanahnya (K), maka dapat diketahui bahwa tanah disekitar DAS waduk Mrica memiliki sifat mudah mengalami erosi. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya erosi yaitu faktor iklim di mana tinggi curah hujan sangat berpengaruh terhadap terjadinya *run off* yang mengakibatkan terjadinya erosi. Berikut grafik data curah hujan tahunan Kabupaten Banjarnegara.



Sumber: BPS Banjarnegara

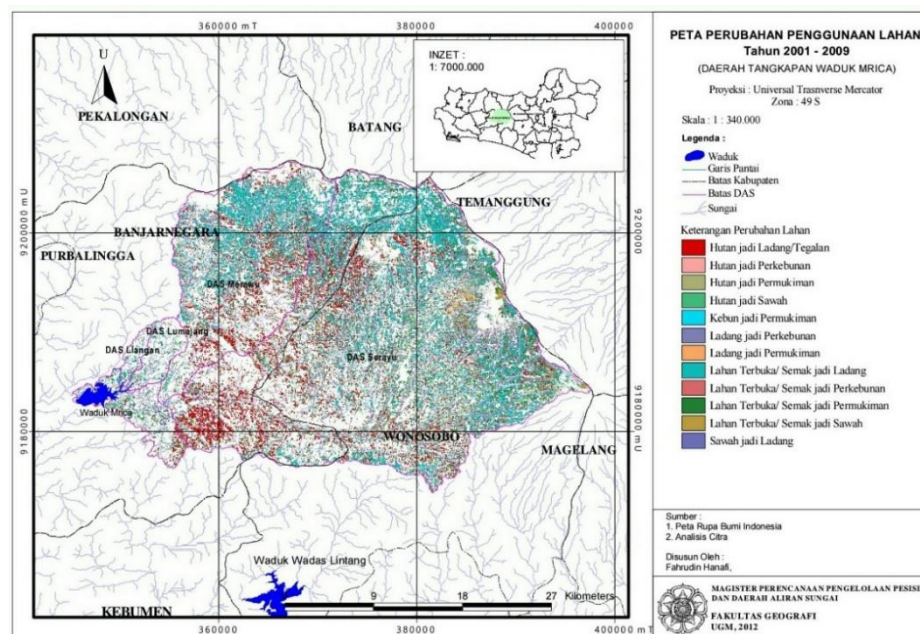
**Gambar 4.3** Data Curah Hujan Tahunan

Dari data curah hujan tahunan dapat dibuat grafik regresi linear terhadap laju sedimentasi. Berikut grafik regresi linear yang didapatkan:



**Gambar 4.4** Grafik Regresi Tinggi Curah Hujan Terhadap Laju Sedimentasi

Faktor lain terjadinya erosi yaitu disebabkan oleh perubahan fungsi lahan menjadi ladang, pemukiman, sawah, perkebunan, dan lain-lain. Dalam kurun waktu 9 tahun dari 2001 ke 2009 terjadi perubahan fungsi lahan yang signifikan. Hutan dan belukar mengalami perubahan menjadi ladang/tegalan dan perkebunan, sebagian berubah menjadi pemukiman dan sawah.



Sumber: Hanafi, 2015

**Gambar 4.5** Peta Perubahan Penggunaan Lahan DTA Waduk Mrica

Pada Gambar 4.5 terlihat jelas perubahan penggunaan lahan terbesar terjadi pada lahan yang sebelumnya merupakan kebun berubah menjadi lahan pemukiman dan lahan hutan berubah menjadi ladang/tegalan dalam kurun waktu 9 tahun. Pada DAS Mrica terdapat lahan terbuka sebesar 66,08 km<sup>2</sup> atau sekitar 9,3% yang banyak terjadi di hulu DAS Mrica. Hal ini yang menyebabkan tingginya laju erosi di hulu DAS Mrica. Berikut merupakan rekapitulasi penggunaan lahan di DTA Mrica 2001-2009.

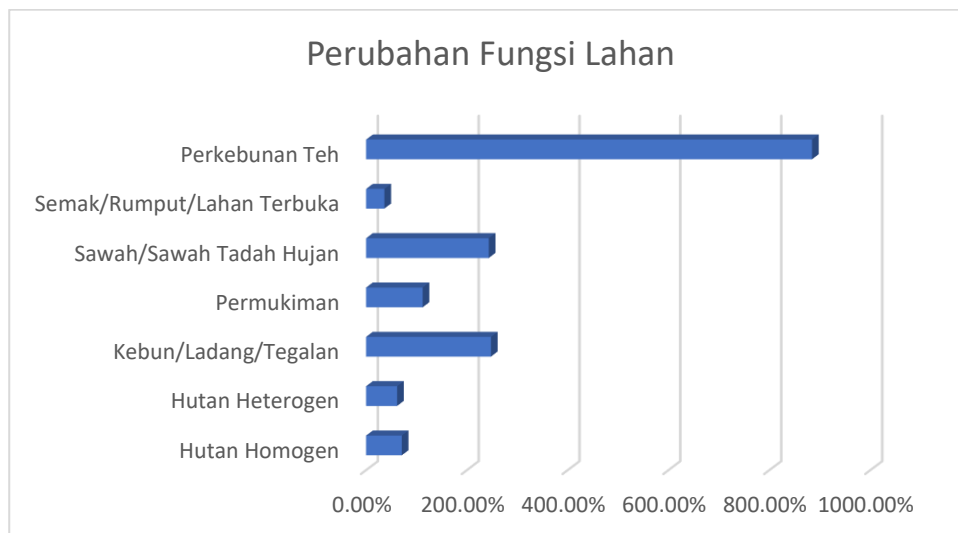
**Tabel 4.2** Rekapitulasi Perubahan Penggunaan Lahan di DTA Mrica  
2001-2009

Penggunaan Lahan	2001	2009	Perubahan
	Km2	Km2	%
Hutan Homogen	229.13	67.12	(-) 70.71%
Hutan Heterogen	194.08	74.74	(-) 61.49%
Semak/Rumput/Lahan Terbuka	154.07	98.14	(-) 36.30%
Perkebunan Lain	0.14	93.3	(+) 66542.86%
Perkebunan Teh	0.83	8.17	(+) 884.34%
Kebun/Ladang/Tegalan	91.35	317.62	(+) 247.70%
Sawah/Sawah Tadah Hujan	15.74	54.04	(+) 243.33%
Permukiman	28.66	60.8	(+) 112.14%

Sumber: Hanafi, 2015

Lokasi dengan tingkat erosi tertinggi terjadi akibat perubahan fungsi lahan, hal ini dapat dilihat dari peta perubahan fungsi lahan dari tahun 2001-2009 (Gambar 4.5) dan peta tingkat erosi (Gambar 4.1). Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa lokasi dengan tingkat erosi tertinggi lebih banyak terjadi di lokasi yang telah berubah fungsi menjadi lahan ladang/sawah, hal ini disebabkan karena tanah pada lahan ladang memiliki struktur tanah yang rendah

dikarenakan tanah/lahan ladang ditanami oleh tanaman sayuran yang umumnya memiliki akar serabut pendek sehingga tidak dapat menjaga struktur tanah dengan baik dan kuat sehingga menyebabkan terjadinya erosi pada saat terjadinya hujan dan menyebabkan meningkatnya endapan sedimen di Waduk Mrica.



Sumber: Hanafi, 2015

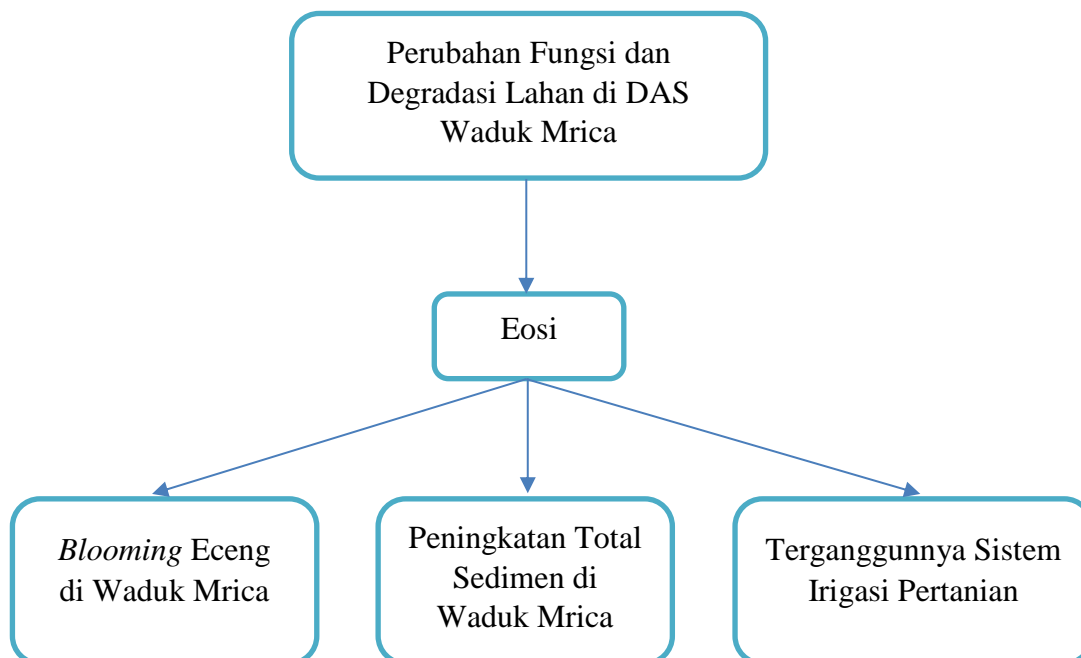
**Gambar 4.6** Perubahan Fungsi Lahan

Perubahan lahan terbesar terjadi pada lahan perkebunan lain dan perkebunan teh yang mengalami perluasan mencapai 66.543% dan 884%. Sedangkan penyusutan lahan terbesar dialami oleh fungsi lahan sebagai hutan homogen yang mencapai 71% persen. Perubahan fungsi lahan dari hutan menjadi perkebunan inilah yang menyebabkan meningkatnya laju sedimentasi setiap tahunnya.

### 4.3 Analisis Kondisi Waduk Mrica

Penyebab terjadinya erosi dan sedimentasi di waduk diakibatkan perubahan fungsi lahan di daerah hulu, tengah, dan hilir DAS waduk Mrica. Perubahan lahan tersebut menyebabkan meningkatnya laju erosi dan sedimentasi di waduk Mrica, sehingga mengakibatkan terjadinya *blooming* eceng, meningkatnya total sedimen di waduk, dan terganggunya sistem irigasi dikarenakan jumlah volume sedimen meningkat sedangkan jumlah volume air di waduk yang menurun sehingga berdampak pada umur operasional waduk Mrica. Sehingga perlu

dilakukan penanganan atau konservasi di daerah hulu atau sumber erosi dan di waduk Mrica.



**Gambar 4.7** Diagram Alir Sumber dan Dampak Erosi dan Sedimentasi

Penanganan sedimen di waduk Mrica dilakukan berdasarkan kondisi eksisting di DAS dan waduk Mrica. Penanganan disesuaikan berdasarkan tingkat kerusakan yang dialami DAS dan waduk Mrica. Penilaian tingkat kerusakan waduk dilandaskan dari data-data yang telah dikumpulkan dan dianalisis sebelumnya. Terdapat beberapa parameter yang dijadikan landasan dalam melakukan teknik konservasi di DAS dan Waduk Mrica. Berikut tabel penilaian kondisi waduk Mrica berdasarkan kondisi eksisting yang terjadi:

**Tabel 4.3** Parameter Penilaian Kondisi Waduk

No	Parameter	Tingkat Kerusakan		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	Tingkat Erosi di Hulu	-	-	√
2	Tingkat Erosi di Tengah	-	√	-
3	Tingkat Erosi di Hilir	√	-	-
4	Laju Sedimentasi	-	-	√
5	Total Sedimen di Waduk	-	-	√
6	Perubahan Fungsi Lahan di Hulu	-	-	√
Total		1	1	4



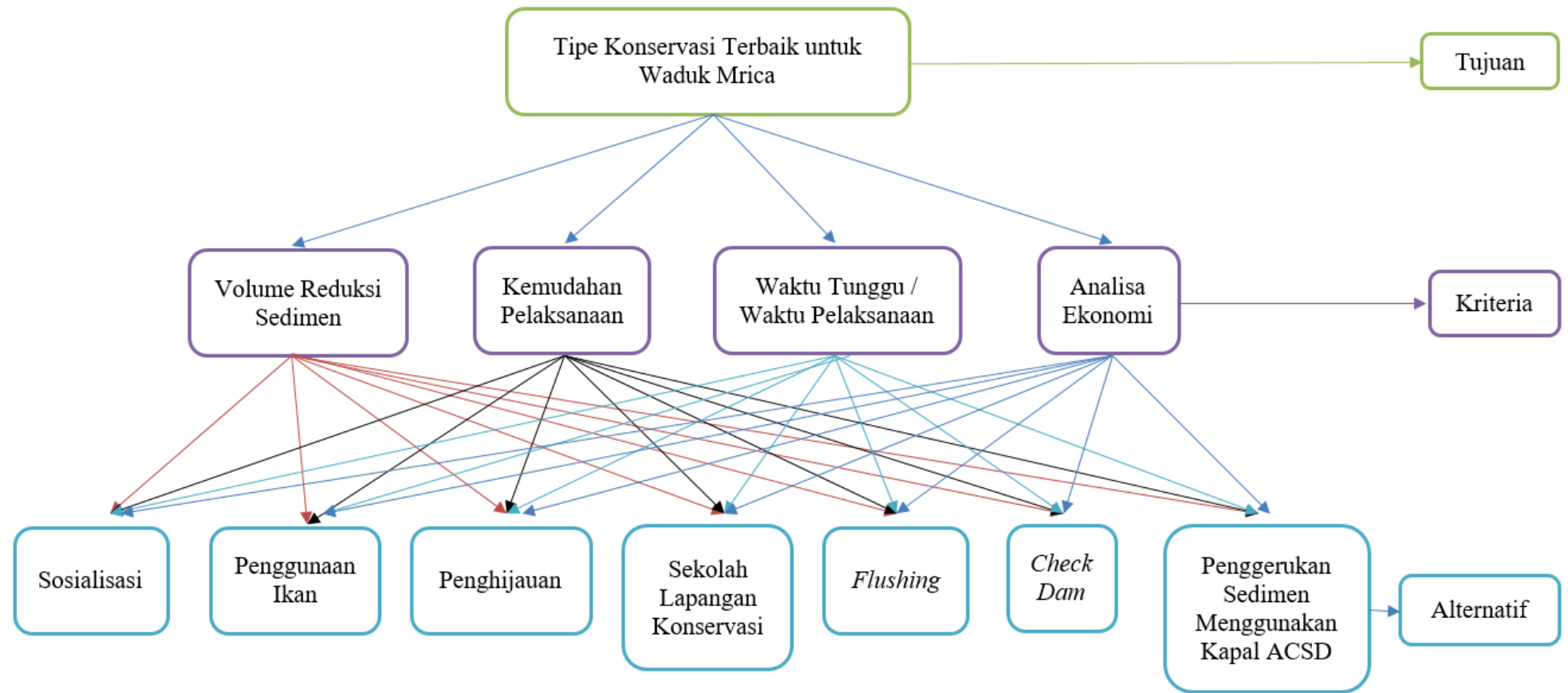
Berdasarkan tabel penilaian diatas, maka kondisi DAS dan waduk Mrica termasuk dalam tingkat kerusakan tinggi. Oleh sebab itu diperlukan upaya konservasi yang efektif di mana dalam upaya konservasi tersebut melibatkan peran masyarakat dan bersifat berkelanjutan. Penanganan konservasi dilakukan dalam dua jenis, yaitu konservasi nonstruktural dan konservasi struktural.

#### 4.4 Struktur Hirarki Pemilihan Metode Konservasi

Secara spesifik penelitian ini memiliki tujuan, alternatif maupun berbagai kriteria yang harus diperjelas kedudukannya dalam struktur hierarki. Penyusunan struktur hirarki dilakukan dengan cara melakukan studi literatur mengenai konservasi waduk dan analisis data sekunder yang telah dikumpulkan sebelumnya. Setelah struktur hirarki disusun, dilakukan pembobotan tingkat kepentingan dalam menyusun matriks perbandingan berpasangan. Pembobotan dilakukan berdasarkan analisis data sekunder dan hasil observasi ke lokasi.

Berikut ini adalah berbagai elemen serta struktur hirarki (Gambar 4.8) yang telah ditetapkan berdasarkan analisis data sekunder dan hasil observasi ke lokasi.

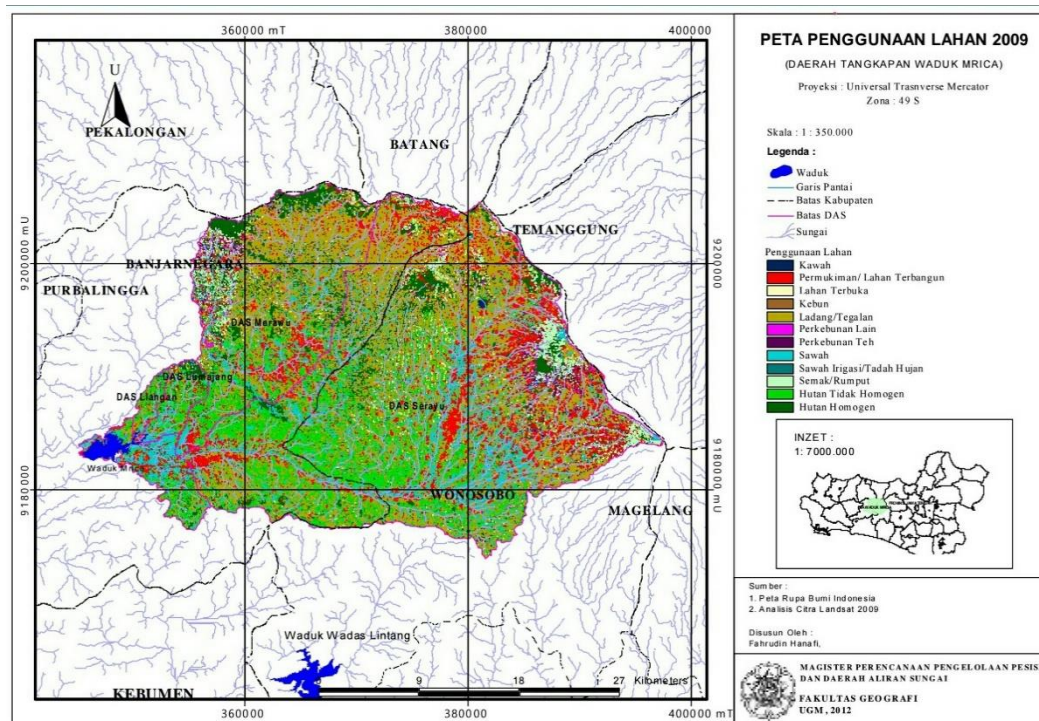
- a. Tujuan: Memilih tipe konservasi yang efektif berdasarkan kondisi waduk Mrica
- b. Kriteria:
  1. Volume reduksi sedimen
  2. Kemudahan pelaksanaan
  3. Waktu pelaksanaan/waktu tunggu
  4. Analisa Ekonomi
- c. Alternatif konservasi waduk Mrica:
  1. Penyuluhan/sosialisasi
  2. Penggunaan ikan untuk mengatasi *blooming* eceng
  3. Penghijauan
  4. Sekolah lapangan konservasi
  5. *Flushing*
  6. *Check dam*
  7. Pengerukan sedimen menggunakan kapal ACSD



**Gambar 4.8 Struktur Hirarki AHP Pemilihan Tipe Konservasi untuk Waduk Mrica**

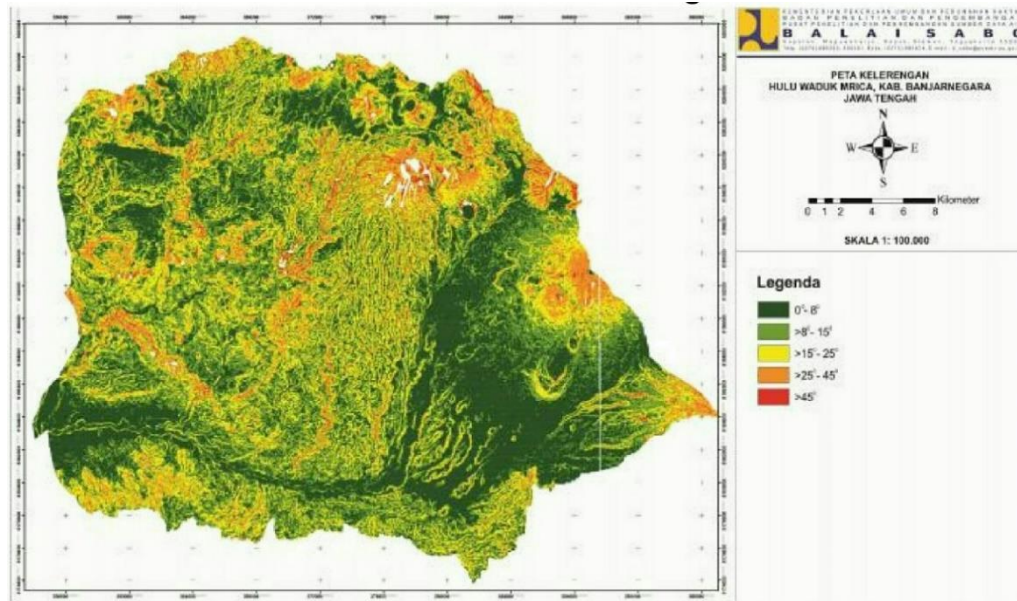
#### 4.5 Penanganan Konservasi Secara Nonstruktural

Erosi terjadi akibat beberapa faktor yaitu faktor iklim, topografi, sifat tanah serta kondisi vegetasi. Kondisi vegetasi sangat memengaruhi tingkat erosi yang terjadi. Perlu adanya penanganan terhadap lahan di daerah hulu DAS dengan cara meningkatkan kualitas vegetasi untuk mengurangi tingkat erosi yang terjadi, terutama di kawasan dengan tingkat erosi berat hingga sangat berat. Fungsi vegetasi yaitu dapat menguatkan struktur tanah akibat penyebaran akar tanaman, memengaruhi aliran limpasan air hujan di permukaan, serta meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme yang terdapat di tanah (Nursa'ban, 2006). Perencanaan konservasi vegetasi dilakukan berdasarkan peta tata guna lahan dan peta kemiringan tanah yang ada di hulu DAS.



Sumber: Hanafi, 2015

**Gambar 4.9** Peta Tata Guna Lahan Tahun 2009



Sumber: Hidayat, 2016

**Gambar 4.10** Peta Kelereng Hulu Waduk Mrica

Kegiatan konservasi vegetasi dilakukan secara bertahap di hulu DAS waduk dan sekitar PLTA PB Soedirman. Tanaman yang dipilih dalam konservasi vegetasi ini adalah jenis tanaman yang mampu meningkatkan hampir semua sifat tanah antara lain berat isi, porositas tanah, bahan organik, agregat, serta kemampuan konduktivitas hidraulik dari tanah (Harrys, 2014). Tanaman pohon berbatang keras dan berakar tunggang dipilih dalam perencanaan vegetasi ini dikarenakan akar tunggang memiliki jangkauan penyebaran akar dan daya serap yang luas sehingga dapat memperkuat struktur tanah dan tanaman pohon berbatang keras memiliki umur hidup yang lebih panjang. Jenis pohon yang ditanam untuk konservasi ini antara lain kopi arabika, durian, kayu putih, mahoni, matoa, alpukat, pucuk merah, pala, manggis, cengkeh dan lain-lain. Penanaman pohon tersebut selain untuk kebutuhan konservasi juga diharapkan dapat meningkatkan kualitas ekonomi masyarakat di sekitar DAS waduk Mrica sehingga diperlukan peran masyarakat dalam menjaga dan merawat pohon tersebut agar tetap lestari.

Berikut kegiatan konservasi non struktural yang dapat dilakukan untuk mencegah laju erosi sekaligus meningkatkan kualitas ekonomi masyarakat sekitar DAS:

### a) Penyuluhan

Kegiatan penyuluhan dilakukan secara bertahap bagi masyarakat di hulu DAS dan sekitar waduk PLTA PB Soedirman. Penyuluhan ini melibatkan berbagai pihak dalam pelaksanaannya karena harapannya masyarakat sadar terhadap lingkungan dan pengetahuan masyarakat bertambah. Dalam melakukan penerapan konservasi, sangat penting untuk melakukan teknik yang relatif mudah dikerjakan oleh masyarakat, khususnya petani. Teknik konservasi yang diutamakan yaitu yang murah, mudah, dapat meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar DAS, serta ramah lingkungan. Oleh sebab itu diperlukan penyuluhan bagi masyarakat di sekitar DAS dan diharapkan masyarakat aktif serta antusias dalam menerapkan teknik konservasi. Perubahan perilaku masyarakat sulit dilakukan dan memerlukan waktu yang lama, terlebih lagi bila sudah terkait dengan budaya masyarakat.



**Gambar 4.11** Kegiatan Penyuluhan Penanaman Pohon Kopi di Maron

### b) Penggunaan Ikan Dalam Mengatasi *Blooming Eceng*

Waduk Mrica memiliki laju sedimentasi sebesar 4,09 juta m<sup>3</sup>/tahun selain itu daerah hulu DAS waduk Mrica merupakan daerah dengan mayoritas penggunaan fungsi lahan sebagai lahan pertanian, di mana ketika terjadi erosi akan membawa tanah yang mengandung kadar NPK tinggi sehingga

menyebabkan terjadinya *blooming* eceng (*Eichhornia crassipes*). Permasalahan ini bukanlah sebuah perkara kecil dikarenakan pembangkit milik PT. Indonesia Power UP Mrica pernah mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh masuknya tanaman eceng (*Eichhornia crassipes*) ke dalam mesin pembangkit sehingga mesin mengalami kerusakan dan tidak dapat dioperasikan selama beberapa hari. Dalam mengatasi permasalahan tersebut PT. Indonesia Power UP Mrica memasang pembatas berupa jaring apung untuk mencegah masuknya tanaman eceng (*Eichhornia crassipes*) ke dalam mesin pembangkit dan juga rutin menggelontorkan tanaman eceng (*Eichhornia crassipes*) gondok melalui saluran *spill way*, tetapi cara ini dianggap merugikan PT. Indonesia Power UP Mrica dikarenakan banyaknya volume air yang ikut terbuang.

Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman air yang kaya akan nitrogen yaitu sebesar 3,2% dan memiliki kadar C/N rasio sebesar 15. Kandungan yang dimiliki oleh tanaman eceng (*Eichhornia crassipes*) sangat efektif untuk dijadikan pakan ikan herbivora dan omnivora sebagai pengganti pelet (Widyastuti, 2012). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Widyastuti selama 70 hari, terhitung dari bulan Juni-Agustus 2012, didapatkan hasil meningkatnya bobot ikan secara signifikan pada ikan yang diberi pakan berbahan tanaman eceng (*Eichhornia crassipes*). Di mana pada penelitian tersebut, tanaman eceng (*Eichhornia crassipes*) dihaluskan menjadi tepung dan dicampur dengan dedek, bungkil kelapa, dan ampas tahu untuk dibuat pelet sebagai pakan ikan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka tanaman eceng (*Eichhornia crassipes*) sangat bagus untuk dijadikan bahan pembuatan pelet untuk pakan ikan.

Menurut data Badan Pusat Statistika (BPS), pada tahun 2015 terdapat 1.603.800 ekor ikan dengan total berat 36.430 Kg yang berhasil dipanen di mana ikan tersebut dibudidayakan di lahan dengan luas 23,05 Ha. Penggunaan tanaman eceng (*Eichhornia crassipes*) sebagai bahan baku pelet untuk pakan ikan sangat membantu masyarakat dalam memenuhi kebutuhan pakan ikan. Di

mana pakan diberikan sebanyak 3% per hari dari bobot total ikan (Widyastuti, 2012). Jika bobot total produksi ikan sebesar 36.430 Kg, maka kebutuhan pelet sebagai pakan ikan sebanyak 1.093 Kg per hari, di mana kandungan eceng (*Eichhornia crassipes*) pada pelet sebesar 15% bobot total pelet sehingga eceng (*Eichhornia crassipes*) yang dibutuhkan sebesar 164 Kg per hari.

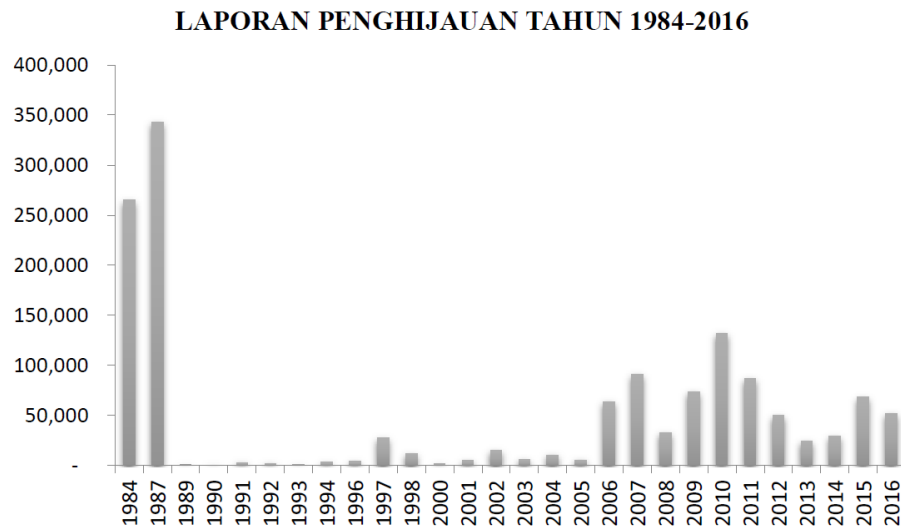
Penanganan ini selain menguntungkan bagi PT Indonesia Power UP Mrica, juga dapat memberikan keuntungan secara ekonomi bagi masyarakat yang berada di daerah sekitar waduk. Oleh karena itu, kegiatan ini dapat melibatkan peran masyarakat sekitar sekaligus menambah jumlah ikan dan potensi penanganan *blooming* eceng yang terjadi.

### c) Penghijauan

Kegiatan penghijauan dilakukan secara bertahap di hulu DAS waduk dan sekitar waduk PLTA PB Soedirman. Kegiatan ini melibatkan dan memberdayakan masyarakat sekitar. Perusahaan membantu dalam menyediakan bibit pohon yang diminta oleh masyarakat dan nantinya masyarakat sendiri yang akan merawat dan menikmati hasil dari pohon tersebut.

Kegiatan penghijauan ini telah dilakukan sejak tahun 1984 hingga saat ini dengan total sebanyak 1.411.779 batang pohon. Tanaman yang dipilih adalah tanaman pohon berbatang keras. Pada tahun 2016 total pohon yang ditanam yaitu sebanyak 52.060 batang pohon dengan beberapa jenis pohon antara lain kopi arabika, durian, kayu putih, mahoni, matoa, alpukat, pucuk merah, pala, manggis, cengkeh, dan lain-lain.

Penghijauan di fokuskan di daerah Hulu DAS waduk Mrica yang mana memiliki area lahan terbuka yang luas yaitu sekitar 66,08 km<sup>2</sup> dengan kemiringan lereng sebesar >25°-45° yang menyebabkan tingginya laju erosi di daerah hulu. Tingkat laju erosi di daerah hulu mencapai >480 Ton/Ha/Thn dengan status erosi sangat berat. Oleh karena itu diperlukan penanganan secara vegetatif untuk mengurangi laju erosi yang terjadi.



Sumber: PT. Indonesia Power UP Mrica, 2017

**Gambar 4.12** Laporan Penghijauh PT Indonesia Power UP Mrica

#### d) Sekolah Lapangan Konservasi

Kegiatan ini merupakan kegiatan pelatihan serta pemberdayaan masyarakat di sepanjang sungai Merawu dengan program pengelolaan/penggarapan tanah dengan menanam tanaman berbatang keras seperti kopi untuk mengurangi dampak erosi yang menyebabkan terjadinya sedimentasi di waduk PLTA PB Soedirman. Kegiatan sekolah lapangan konservasi ini merupakan kegiatan yang paling efektif dan efisien.

**Tabel 4.4** Rekapitulasi Kegiatan Sekolah Lapangan Konservasi

No	TAHUN	LOKASI		NAMA		JUMLAH BATANG
		DESA	KEC.	SUNGAI	TANAMAN	
1	2009	Kubang	Wanayasa	Merawu	Kopi	40,000
		Laksono	Karangkoobar	Merawu	Kopi	
2	2010	Pagarpela	Karangkoobar	Merawu	Kopi	40,000
		Jlegong	Karangkoobar	Merawu	Kopi	
		Karanggondang	Karangkoobar	Merawu	Kopi	
		Susukan	Wanayasa	Merawu	Kopi	



3	2011	Tlahab	Pejawaran	Merawu	Kopi	60,000
		Ratamba	Pejawaran	Merawu	Kopi	
		Dawuhan	Wanajaya	Merawu	Kopi	
		Pawedan	Karangkoobar	Merawu	Kopi	
4	2015	Kubang	Karangkoobar	Merawu	Kopi	5,000
TOTAL						145,000

Sumber: PT. Indonesia Power, 2017

Dalam kegiatan sekolah lapangan konservasi, dipilih tanaman kopi karena 90% perakaran tanaman kopi terkonsentrasi pada lapisan tanah antara 0-30 cm. Hal ini mengakibatkan terbentuknya jaringan akar yang baik pada lapisan permukaan tanah sehingga lapisan permukaan tanah dapat terikat baik oleh akar yang menyebabkan mengecilnya laju erosi walaupun aliran permukaan besar (Hartobudoyo, 1979). Selain penanaman tanaman kopi, perlu dilakukan penanaman tanaman penutup tanah yang bertujuan untuk menahan percikan air hujan dan aliran air di atas permukaan tanah. Tanaman penutup tanah yang dipilih yaitu rumput vitever (*Vetiveria zizaniodes*), suatu tumbuhan yang digolongkan sebagai rumput tapi berperilaku seperti sifat-sifat pohon, maka dari itu dianjurkan sebagai tanaman penutup lahan. Akar vetiver membantu memperkuat lapisan permukaan 0-2 m yang rawan menggelincir/merosot. Jaringan akar vetiver yang massif dan panjang (2-4m) dan sangat cepat tumbuh (4-6 bulan), lebih baik daripada berbagai pohon lainnya, yang normal membutuhkan 2-5 tahun agar efektif (Noor, 2011).

Berikut kelebihan yang diberikan oleh konservasi menggunakan tanaman kopi:

- Tajuk kopi mengintersepsi (menangkap sebagian) air hujan sehingga jumlah air yang mencapai permukaan tanah berkurang.
- Tajuk kopi mengurangi tenaga terpaan (energi kinetik) air hujan sehingga butiran hujan yang sampai ke permukaan tanah tidak banyak memecah agregat tanah. Pada tanah yang relatif terbuka (tanpa tanaman dan tanpa mulsa) butir hujan akan langsung menerpa permukaan tanah sehingga banyak agregat tanah

yang hancur menjadi butir tunggal (partikel) tanah. Butir tunggal ini selanjutnya menutup pori tanah yang dapat menurunkan kapasitas infiltrasi tanah, sehingga tanah lebih peka terhadap erosi karena lebih banyak air hujan yang mengalir sebagai air aliran permukaan (*runoff*).

- Akar tanaman meningkatkan infiltrasi air sehingga aliran permukaan berkurang. Proses ini juga meningkatkan pengisian air (*recharge*) pada lapisan perakaran tanah.
- Sistem ini paling sederhana dan tidak memerlukan biaya tambahan sehingga cenderung dipraktekkan oleh petani yang mementingkan keuntungan jangka pendek seperti petani yang penguasaan lahannya (*tenure*) tidak jelas.
- Pada lahan berlereng 50%-60%, tanaman kopi mampu menekan laju erosi sebesar 81,08% (Fahmuddin, 2002).

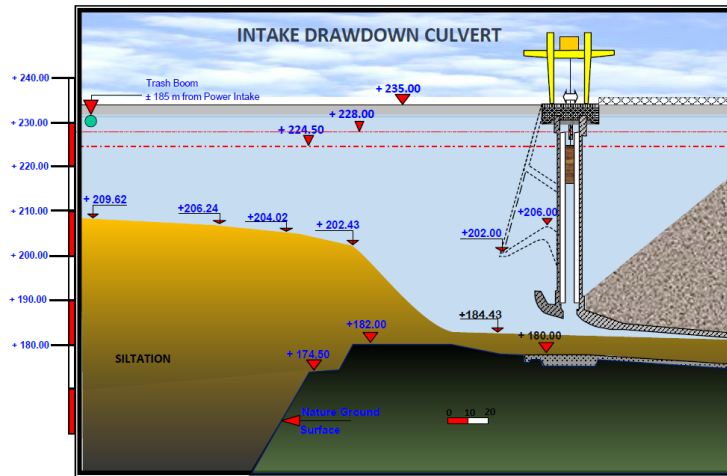
#### 4.6 Penanganan Sedimen Secara Struktural

Penanganan sedimen secara struktural dilakukan untuk menangani sedimen waduk secara efektif dan efisien mengingat kondisi waduk yang telah memasuki fase kritis. Metode penanganan sedimen dibedakan berdasarkan volume, teknis dan lokasi penanganannya. Penanganan sedimen dilakukan dengan cara *flushing* melalui *Drawdown Culvert* (DDC) yang terletak di bangunan waduk, pengerukan menggunakan *Cutter Suction Dredger* di waduk Mrica, dan pembangunan *Spoil Bank* untuk meningkatkan jumlah Volume pengerukan. Perencanaan penanganan sedimen dilakukan berdasarkan jumlah sedimen yang terdapat di waduk Mrica. Berikut rincian penanganan sedimen secara struktural:

##### a) *Flushing*

*Flushing* (pembuangan sedimen) melalui *Drawdown Culvert* (DDC) sesuai prosedur yang telah ditetapkan. *Flushing* sebagai upaya untuk menanggulangi pengumpulan sedimen di sekitar *Power Intake*. *Flushing* dilakukan hanya bila elevasi sedimen sudah di atas ambang DDC, jika masih di bawah maka tidak dilakukan *flushing* (Jika elevasi sedimen  $> +187$  m, maka

segera lakukan *flushing*). *Flushing* dimungkinkan juga dilakukan apabila *inflow* air yang masuk ke bendungan  $\geq 1000 \text{ m}^3$ .



Sumber: PT. Indonesia Power UP Mrica, 2017

**Gambar 4.13** Hasil Pengukuran Sedimen di Depan *Intake* DDC 2015

#### b) Perencanaan *Check Dam*

Sedimen merupakan salah satu permasalahan utama yang sering terjadi pada waduk yang harus diatasi dengan cara yang efektif dikarenakan akumulasi dari sedimen yang terus terjadi akan memberikan dampak negatif pada umur dan operasional waduk. Penyelesaian permasalahan sedimen dapat dilakukan dengan banyak cara, salah satunya yaitu dengan membangun *check dam* di daerah DTA untuk mengontrol erosi yang terjadi dan menahan laju sedimentasi. Bangunan pengendali sedimen atau *check dam* digunakan untuk menekan atau memperlambat laju sedimentasi dan sebagai solusi untuk mengurangi akumulasi volume sedimen di waduk. Pembuatan *check dam* harus dilakukan dengan konstruksi yang kuat untuk menahan debit aliran air dan juga benturan sedimen yang terangkut sehingga bangunan *check dam* dapat bertahan lama (Michalec, 2014).

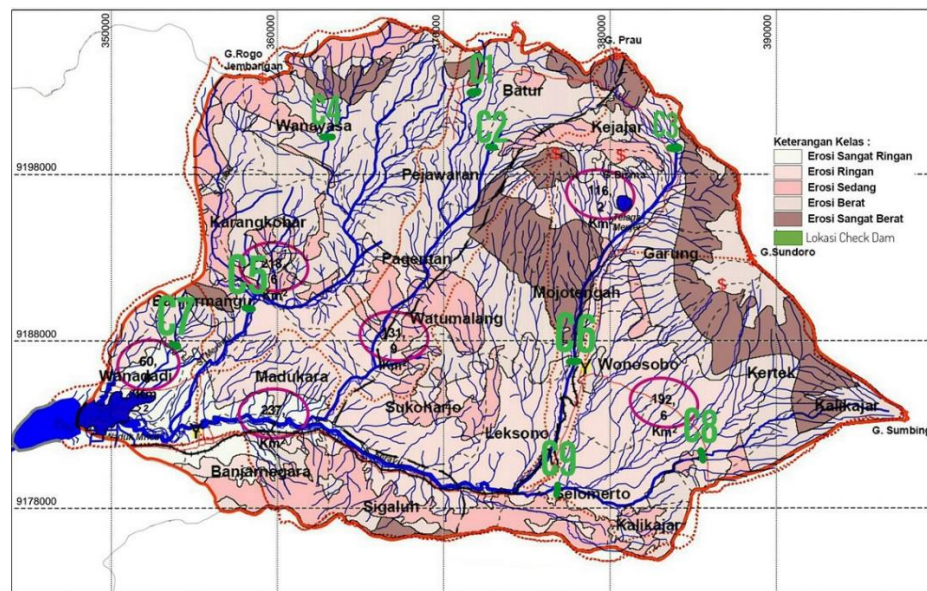
Dalam penelitian yang dilakukan Mishra (2006) dan Karim (2014) menggunakan *software Soil and Water Assessment Tool (SWAT)*, penggunaan *check dam* dalam mengendalikan laju sedimen dapat menurunkan laju sedimen

lebih dari 64%. Dalam perencanaan ini, pembangunan *check dam* difokuskan di lokasi dengan tingkat erosi berat dan sangat berat, berikut dasar pertimbangan penentuan lokasi *check dam*:

**Tabel 4.5** Dasar Pertimbangan Penentuan Lokasi *Check Dam*

Kode	Lokasi	Tingkat Erosi	Total Erosi	Lereng
C1	Hulu	Sangat Berat	>480 Ton/Ha/Thn	>25°-45°
C2	Hulu	Sangat Berat	>480 Ton/Ha/Thn	>15° -25°
C3	Hulu	Sangat Berat	>480 Ton/Ha/Thn	>25° -45°
C4	Hulu	Sangat Berat	>480 Ton/Ha/Thn	>15° -25°
C5	Tengah	Berat	180-480 Ton/Ha/Thn	>15° -25°
C6	Tengah	Sangat Berat	>480 Ton/Ha/Thn	>25° -45°
C7	Hilir	Berat	180-480 Ton/Ha/Thn	>8°-15°
C8	Tengah	Berat	180-480 Ton/Ha/Thn	>8°-15°
C9	Tengah	Berat	180-480 Ton/Ha/Thn	>8°-15°

Berdasarkan tabel diatas, penentuan lokasi *check dam* berdasarkan besarnya tingkat erosi dan tingginya kemiringan lereng. Maka direncanakan letak penempatan pembangunan *check dam* sebagai berikut:



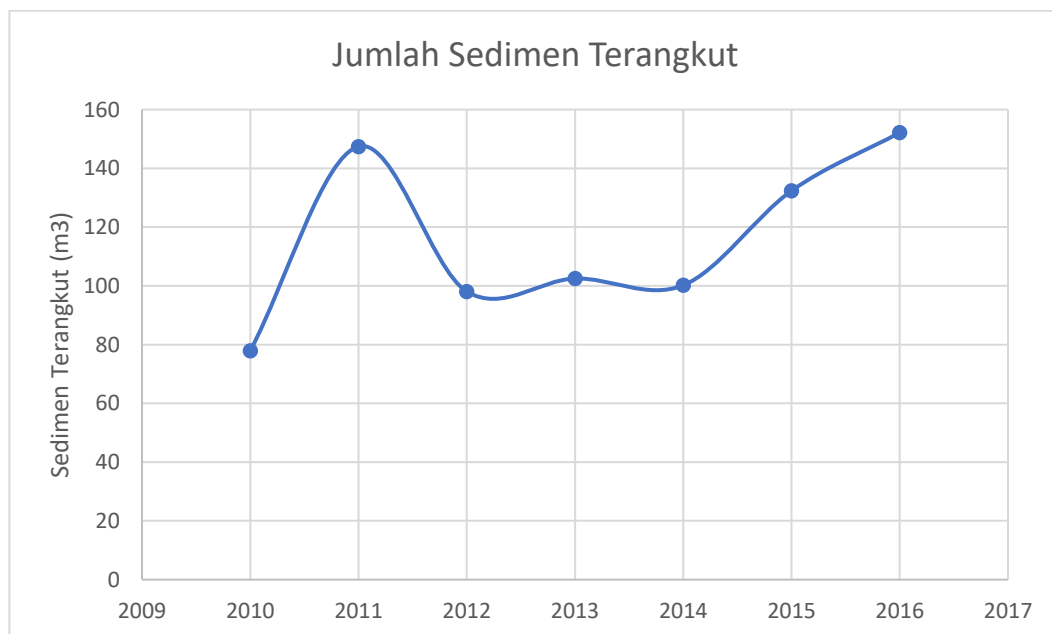
Sumber: PT. Indonesia Power UP Mrica, 2017

**Gambar 4.13** Peta Lokasi Perencanaan Pembangunan *Check Dam*

Pembangunan *check dam* selain dapat menekan laju erosi juga dapat berfungsi sebagai tempat menyimpang dan menampung air hujan, sehingga pada saat musim kemarau datang petani di sekitar dapat memanfaatkan *check dam* sebagai salah satu sumber air untuk menyiram tanaman (Karim, 2014).

### c) Pengerukan Sedimen di Waduk

Pengangkatan sebagian pasir sedimen dari waduk menggunakan *pump* dan memberdayakan masyarakat (penambang pasir dan pembuat bata). Kegiatan penambangan pasir sedimen oleh masyarakat memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positif berupa peningkatan pendapatan bagi masyarakat sekitar dan dapat mengurangi tumpukan sedimen. Sedangkan dampak negatifnya yaitu terjadinya kerusakan jalan akibat lalu lintas truk pembawa pasir, debu akibat penambangan, serta penyakit pada masyarakat yang ditimbulkan oleh kegiatan tersebut. Berikut rekapitulasi pengangkutan pasir sedimen dari Tahun 2010 sampai Tahun 2016 dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Sumber: Divisi Lahan dan Lingkungan PT Indonesia Power UP Mrica

**Gambar 4.14** Rekapitulasi pengangkutan pasir sedimen oleh masyarakat

Berdasarkan data tersebut, penanganan sedimen yang telah dilakukan belum dapat mengimbangi laju sedimentasi yang terjadi. Oleh karena itu diperlukan alternatif penanganan sedimen yang lebih efektif. Metode penanganan sedimen yang dilakukan berupa penanganan teknis dengan pengerukan (*dredging*) dan penggelontoran (*flushing*) dilakukan berdasarkan pada volume penanganan sedimen, metode pengerukan, dan lokasi pembuangan material.

Berdasarkan dari rerata laju sedimentasi tahunan yang terjadi pada waduk yaitu sebesar 4,09 juta m<sup>3</sup>/tahun yang setara dengan 11.197 m<sup>3</sup>/hari maka alternatif yang dapat dilakukan pengerukan sedimen menggunakan kapal keruk *Auger Cutter Suction Dredger* (ACSD) (Prasetyo, 2014). Rincian dari alternatif penanganan sedimen yang direncanakan adalah sebagai berikut:

1. Jumlah kapasitas pengerukan sebesar 1.200 m<sup>3</sup>/jam.
2. Waktu pengoperasian selama 8 jam per hari. Maka total sedimen yang dikeruk sebesar 9.600 m<sup>3</sup>/hari.
3. Material hasil pengerukan dibuang di *spoil bank* yang tersedia
4. Material sedimen yang ditampung akan dimanfaatkan menjadi bata dan batako untuk dijual.



Sumber: Dredgeyard.com

**Gambar 4.15** Kapal Keruk *Auger Cutter Suction Dredger*

Berdasarkan total endapan sedimen di waduk saat ini sebanyak 110.615.475 m<sup>3</sup> dan rata-rata laju sedimentasi sebesar 4.086.925 m<sup>3</sup> per tahun, maka direncanakan pengadaan 2 kapal keruk ACSD dengan kapasitas total pengerukan sedimen sebesar 7.008.000 m<sup>3</sup> per tahun. Pengadaan 2 kapal keruk ACSD berdasarkan umur pakai waduk yang dirancang untuk beroperasi selama 60 tahun sejak mulai beroperasi pada tahun 1989. Saat ini Indeks Penutupan Lahan (IPL) produksi waduk mrica telah mencapai 80% dari total luas kawasan DAS dengan laju sedimentasi rata-rata mencapai 4,09 juta m<sup>3</sup> per tahun dan diperkirakan waduk akan penuh sedimen pada tahun 2021 (Mulyana, 2011). Dengan pengadaan 2 kapal keruk ACSD yang diperkirakan akan beroperasi pada tahun 2019, maka total sedimen pada tahun 2021 sebesar 74% dari total volume waduk dan jika kapal ACSD beroperasi sepanjang tahun dapat diprediksi sedimen akan habis pada tahun 2056. Oleh sebab itu diperlukan penanganan secara efektif dan untuk mengurangi sedimen yang ada di waduk sehingga IPL produksi waduk dapat menurun.

#### **4.7 Perhitungan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)**

Perhitungan AHP dalam penelitian ini dibagi menjadi 5 langkah sebagai berikut ini:

1. Matriks perbandingan berpasangan alternatif terhadap kriteria

Dari analisis data sekunder dan hasil observasi terhadap perbandingan tiap alternatif dapat dilakukan penilaian perbandingan tingkat kepentingan terhadap kriteria. Skala penilaian tingkat kepentingan sesuai dengan skala AHP yakni 1-9. Untuk mempermudah perhitungan maka dibuat matriks perbandingan berpasangan sebagai berikut ini.

- a. Volume Reduksi

Berdasarkan hasil analisis data sekunder dan observasi maka dapat dibuat nilai perbandingan kepentingan antar alternatif sebagai berikut ini:

- 1) Penyuluhan/sosialisasi = 1

- 2) Penggunaan ikan untuk mengatasi blooming eceng (*Eichhornia crassipes*)= 5
- 3) Penghijauan = 8
- 4) Sekolah lapangan konservasi = 7
- 5) Flushing = 3
- 6) Check dam = 6
- 7) Pengerukan sedimen menggunakan kapal ACSD = 9

Berdasarkan penilaian perbandingan kepentingan antar alternatif ini maka dapat dibuat matriks perbandingan berpasangan seperti pada tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Matriks Perbandingan Berpasangan Volume Reduksi**

Volume Reduksi	Penyuluhan	Penggunaan ikan	Penghijauan	Sekolah lapangan	<i>Flushing</i>	<i>Check dam</i>	Pengerukan sedimen
Penyuluhan	1	1/5	1/8	1/7	1/3	1/6	1/9
Penggunaan ikan	5	1	5/8	5/7	5/3	5/6	5/9
Penghijauan	8	8/5	1	8/7	8/3	8/6	8/9
Sekolah lapangan konservasi	7	7/5	7/8	1	7/3	7/6	7/9
<i>Flushing</i>	3	3/5	3/8	3/7	1	3/6	3/9
<i>Check dam</i>	6	6/5	6/8	6/7	6/3	1	6/9
Pengerukan sedimen	9	9/5	9/8	9/7	9/3	9/6	1

b. Kemudahan Pelaksanaan

Berdasarkan hasil analisis data sekunder dan observasi maka dapat dibuat nilai perbandingan kepentingan antar alternatif sebagai berikut ini:

- 1) Penyuluhan/sosialisasi = 8
- 2) Penggunaan ikan untuk mengatasi blooming eceng (*Eichhornia crassipes*)= 4



- 3) Penghijauan = 5
- 4) Sekolah lapangan konservasi = 6
- 5) Flushing = 9
- 6) Check dam = 3
- 7) Pengerukan sedimen menggunakan kapal ACSD = 7

Berdasarkan penilaian perbandingan kepentingan antar alternatif ini maka dapat dibuat matriks perbandingan berpasangan seperti pada tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Matriks Perbandingan Berpasangan Kemudahan Pelaksanaan**

Kemudahan Pelaksanaan	Penyuluhan	Penggunaan ikan	Penghijauan	Sekolah lapangan	<i>Flushing</i>	<i>Check dam</i>	Pengerukan sedimen
Penyuluhan	1	8/4	8/5	8/6	8/9	8/3	8/7
Penggunaan ikan	4/8	1	4/5	4/6	4/9	4/3	4/7
Penghijauan	5/8	5/4	1	5/6	5/9	5/3	5/7
Sekolah lapangan konservasi	6/8	6/4	6/5	1	6/9	6/3	6/7
<i>Flushing</i>	9/8	9/4	9/5	9/6	1	9/3	9/7
<i>Check dam</i>	3/8	3/4	3/5	3/6	3/9	1	3/7
Pengerukan sedimen	7/8	7/4	7/5	7/6	7/9	7/3	1

c. Waktu Tunggu / Waktu Pelaksanaan

Berdasarkan hasil analisis data sekunder dan observasi maka dapat dibuat nilai perbandingan kepentingan antar alternatif sebagai berikut ini:

- 1) Penyuluhan/sosialisasi = 5
- 2) Penggunaan ikan untuk mengatasi blooming eceng (*Eichhornia crassipes*)= 7
- 3) Penghijauan = 4
- 4) Sekolah lapangan konservasi = 5

- 5) Flushing = 9
- 6) Check dam = 6
- 7) Pengerukan sedimen menggunakan kapal ACSD = 8

Berdasarkan penilaian perbandingan kepentingan antar alternatif ini maka dapat dibuat matriks perbandingan berpasangan seperti pada tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Matriks Perbandingan Berpasangan Kemudahan Waktu Tunggu / Waktu Pelaksanaan**

Waktu Pelaksanaan	Penyuluhan	Penggunaan ikan	Penghijauan	Sekolah lapangan	Flushing	Check dam	Pengerukan sedimen
Penyuluhan	1	5/7	5/4	1	5/9	5/6	5/8
Penggunaan ikan	7/5	1	7/4	7/5	7/9	7/6	7/8
Penghijauan	4/5	4/7	1	4/5	4/9	4/6	4/8
Sekolah lapangan konservasi	1	5/7	5/4	1	5/9	5/6	5/8
Flushing	9/5	9/7	9/4	9/5	1	9/6	9/8
Check dam	6/5	6/7	6/4	6/5	6/9	1	6/8
Pengerukan sedimen	8/5	8/7	8/4	8/5	8/9	8/6	1

d. Analisa Ekonomi

Berdasarkan hasil analisis data sekunder dan observasi maka dapat dibuat nilai perbandingan kepentingan antar alternatif sebagai berikut ini:

- 1) Penyuluhan/sosialisasi = 7
- 2) Penggunaan ikan untuk mengatasi blooming eceng (*Eichhornia crassipes*)= 8
- 3) Penghijauan = 6
- 4) Sekolah lapangan konservasi = 5
- 5) Flushing = 4
- 6) Check dam = 3

7) Pengerukan sedimen menggunakan kapal ACSD = 2

Berdasarkan penilaian perbandingan kepentingan antar alternatif ini maka dapat dibuat matriks perbandingan berpasangan seperti pada tabel 4.9.

**Tabel 4.9 Matriks Perbandingan Berpasangan Analisa Ekonomi**

Analisa Ekonomi	Penyuluhan	Penggunaan ikan	Penghijauan	Sekolah lapangan	Flushing	Check dam	Pengerukan sedimen
Penyuluhan	1	7/8	7/6	7/5	7/4	7/3	7/2
Penggunaan ikan	8/7	1	8/6	8/5	8/4	8/3	8/2
Penghijauan	6/7	6/8	1	6/5	6/4	6/3	6/2
Sekolah lapangan konservasi	5/7	5/8	5/6	1	5/4	5/3	5/2
Flushing	4/7	4/8	4/6	4/5	1	4/3	4/2
Check dam	3/7	3/8	3/6	3/5	3/4	1	3/2
Pengerukan sedimen	2/7	2/8	2/6	2/5	2/4	2/3	

## 2. Perhitungan bobot tiap alternatif terhadap kriteria

Perhitungan bobot tiap alternatif dilakukan dengan cara mengembangkan matriks preferensi kriteria dan mencari nilai eigen vector yang merupakan nilai dari bobot prioritas dari alternatif yang dihitung. Berikut akan dipaparkan nilai bobot prioritas dari masing-masing alternatif berdasar kriteria yang telah ditetapkan.

### a. Volume Reduksi

Bobot Prioritas :

- 1) Penyuluhan/sosialisasi = 0,026
- 2) Penggunaan ikan untuk mengatasi blooming eceng (Eichhornia crassipes) = 0,128
- 3) Penghijauan = 0,205

- 4) Sekolah lapangan konservasi = 0,179
- 5) Flushing = 0,077
- 6) Check dam = 0,154
- 7) Pengerukan sedimen menggunakan kapal ACSD = 0,231

Uji Konsistensi :

$$\lambda_{\max} = 6,99833 \quad C.I = -0,00028 \quad C.R = -0,00021$$

b. Kemudahan Pelaksanaan

Bobot Prioritas :

- 1) Penyuluhan/sosialisasi = 0,190
- 2) Penggunaan ikan untuk mengatasi blooming eceng (Eichhornia crassipes) = 0,095
- 3) Penghijauan = 0,119
- 4) Sekolah lapangan konservasi = 0,143
- 5) Flushing = 0,214
- 6) Check dam = 0,071
- 7) Pengerukan sedimen menggunakan kapal ACSD = 0,167

Uji Konsistensi :

$$\lambda_{\max} = 7,00 \quad C.I = 0 \quad C.R = 0$$

c. Waktu Tunggu / Waktu Pelaksanaan

Bobot Prioritas :

- 1) Penyuluhan/sosialisasi = 0,114
- 2) Penggunaan ikan untuk mengatasi blooming eceng (Eichhornia crassipes) = 0,159
- 3) Penghijauan = 0,091
- 4) Sekolah lapangan konservasi = 0,114
- 5) Flushing = 0,205
- 6) Check dam = 0,136
- 7) Pengerukan sedimen menggunakan kapal ACSD = 0,182

Uji Konsistensi :

$$\lambda_{\max} = 7,00 \quad C.I = 0 \quad C.R = 0$$

d. Analisa Ekonomi

Bobot Prioritas :

- 1) Penyuluhan/sosialisasi = 0,194
- 2) Penggunaan ikan untuk mengatasi blooming eceng (Eichhornia crassipes) = 0,230
- 3) Penghijauan = 0,173
- 4) Sekolah lapangan konservasi = 0,144
- 5) Flushing = 0,115
- 6) Check dam = 0,086
- 7) Pengerukan sedimen menggunakan kapal ACSD = 0,058

Uji Konsistensi :

$$\lambda_{\max} = 6,96410 \quad C.I = -0,00598 \quad C.R = -0,004532$$

3. Perhitungan Bobot Kriteria Terhadap Tujuan

Selanjutnya membuat matriks perbandingan berpasangan antar keempat kriteria tersebut. Tujuan pembuatan matriks ini untuk mengukur skala prioritas dari masing-masing kriteria terhadap tujuan.

**Tabel 4.10** Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Terhadap Tujuan

Kriteria	Volume Reduksi	Kemudahan Pelaksanaan	Waktu Pelaksanaan	Analisa Ekonomi
Volume Reduksi	1.00	3.00	7.00	5.00
Kemudahan Pelaksanaan	1/3	1.00	4.00	2.00
Waktu Pelaksanaan	1/7	1/4	1.00	3.00
Analisa Ekonomi	1/5	1/2	1/3	1.00

Dilakukan perhitungan dari matriks perbandingan berpasangan kriteria serta dilakukan uji konsistensi sehingga menghasilkan nilai bobot prioritas serta nilai uji konsistensi sebagai berikut:

Bobot Prioritas :

- 1) Volume Reduksi = 0,563
- 2) Kemudahan Pelaksanaan = 0,229
- 3) Waktu Pelaksanaan = 0,123
- 4) Analisa Ekonomi = 0,086

Uji Konsistensi :

$$\lambda_{\max} = 4,39123 \quad C.I = 0,13041 \quad C.R = 0,14489$$

#### 4. Membuat Ranking Keseluruhan

Setelah bobot nilai antar kriteria telah diketahui maka bobot nilai alternatif terhadap kriteria secara keseluruhan dapat dihitung menggunakan perkalian matriks sebagai berikut ini:

0.026	0.190	0.114	0.194	X	0.563	=	Penyuluhan	0.089	
0.128	0.095	0.159	0.230				0.229	Penggunaan ikan	0.133
0.205	0.119	0.091	0.173				0.123	Penhijauan Sekolah lapangan	0.160
0.179	0.143	0.114	0.144				0.086	konservasi <i>Flushing</i>	0.127
0.077	0.214	0.205	0.115					<i>Check dam</i>	0.127
0.154	0.071	0.136	0.086					Penggerukan sedimen	0.195
0.231	0.167	0.182	0.058						

Atas dasar hasil perhitungan ini dapat dinyatakan bahwa metode konservasi dengan menggunakan kapal keruk ACSD adalah pilihan terbaik sebagai salah

satu alternatif penanganan sedimen Waduk Mrica dengan total nilai 0,195. Pengerukan menggunakan kapal keruk ACSD dapat mereduksi sedimen di waduk sebesar 7.008.000 m<sup>3</sup> per tahunnya dan proses pengerukannya dapat dilakukan dengan mudah dan cepat, tetapi dibutuhkan biaya yang cukup besar untuk pengadaan, operasional, hingga perawatannya. Oleh karena itu, alternatif metode konservasi lain tetap dilaksanakan untuk mengurangi total sedimen yang masuk ke waduk, menjaga kelestarian DAS Mrica dan meningkatkan perekonomian masyarakat di sekitar DAS maupun Waduk Mrica.

#### 4.8 Pemanfaatan Sedimen Waduk

Karakteristik fisik sedimen waduk Mrica berdasarkan hasil analisis ayakan dan analisis hidrometer yang dilakukan oleh Suroso dan Widiyanto (2009), sedimen waduk Mrica memiliki karakter kohesif di mana kandungan pasir pada sedimen waduk Mrica kurang dari 20%. Berdasarkan karakteristik tersebut maka sedimen waduk Mrica termasuk kategori lumpur sedang kasar. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen waduk Mrica bersifat kohesif daripada granuler. Berikut tabel karakteristik sedimen waduk Mrica:

**Tabel 4.11** Karakteristik Fisik Sedimen Waduk Mrica

Parameter Sifat Sedimen	Nilai	Satuan
Diameter Median	0,03	Mm
Diameter Rerata	0,01871	Mm
Koef. Sebaran Butiran	1,82574	-
Deviasi Standar	3,74166	-
Berat Jenis	2,65	-
Kadar Air	44,95	%
Koef. Permeabilitas	0,01272	Cm/det

Sumber: Suroso dan Widiyanto, 2009

Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka sedimen waduk Mrica berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi Bata. Proses pembuatan bata menggunakan mesin

extruder tipe WANGDA dengan kapasitas produksi sebanyak 18.000 - 24.000 buah per jam. Satu buah bata diproduksi menggunakan sedimen sebanyak  $1,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  (Nastain, 2009). Bila menggunakan satu mesin extruder dapat memanfaatkan sedimen sebanyak 25,9-34,6  $\text{m}^3$  per jam dengan waktu operasi selama 8 jam per hari maka dapat mengurangi sedimen hingga 276,5  $\text{m}^3$  per harinya.



Sumber: wangdamachinery.com

**Gambar 4.16** Extruder Machine Type Wanda

Terdapat 782 pengusaha bata di Kabupaten Banjarnegara. Saat ini tidak lebih dari setengah dari jumlah pengusaha bata telah memakai mesin extruder (Haryono, 2016). Bila ke 782 pengusaha memakai mesin extruder dengan rata-rata satu mesin tiap pengusaha, maka akan mampu memanfaatkan sedimen sebanyak 216.223  $\text{m}^3$  per harinya dan 78.921.395  $\text{m}^3$  per tahun. Sehingga setiap sedimen yang dikeruk akan langsung dimanfaatkan oleh pengusaha bata / masyarakat sekitar waduk.

Selain dapat dijadikan bata, sedimen di waduk merica dapat dimanfaatkan sebagai pengganti pupuk NPK untuk tanaman. Hal ini dikarenakan sedimen waduk mrica mengandung kadar Nitrat, Fosfor, dan Kalium yang cukup tinggi akibat erosi yang terjadi di daerah hulu DAS waduk Mrica yang umumnya merupakan kawasan dengan fungsi lahan pertanian.