

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| INTISARI..... | xiii |
| ABSTRACT..... | xiv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian..... | 5 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.4 Batasan Penelitian | 5 |
| 1.5 Keaslian Penelitian | 6 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Tinjauan Umum Penelitian Terdahulu | 7 |
| 2.2 Erosi Lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) | 10 |
| 2.3 Sedimentasi Waduk | 11 |
| 2.4 Pengelolaan Sedimentasi secara Terpadu..... | 12 |
| 2.5 Imbangan Sedimen (<i>Sediment Balance</i>)..... | 14 |
| 2.6 Umur Layanan Waduk (<i>Useful Life</i>) | 15 |
| BAB 3 LANDASAN TEORI..... | 16 |
| 3.1 Prediksi Erosi Lahan..... | 16 |
| 3.2 Tingkat Bahaya Erosi (TBE) | 17 |
| 3.3 <i>Sediment Delivery Ratio</i> (SDR)..... | 18 |
| 3.4 Debit Sedimen | 19 |
| 3.5 Efisiensi Tampungan (<i>Trap Efficiency</i>)..... | 22 |
| 3.6 Prediksi Umur Layanan (<i>Useful Life</i>) Waduk | 28 |
| 3.7 Strategi Pengelolaan Sedimentasi di Waduk Mrica | 35 |

| | | |
|----------------------------------|---|-----|
| 3.8 | Bangkitan Data Debit | 40 |
| 3.9 | Simulasi Operasional Waduk | 41 |
| BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN..... | | 44 |
| 4.1 | Bagan Alir Penelitian | 44 |
| 4.2 | Lokasi Penelitian | 45 |
| 4.3 | Pengumpulan Data..... | 48 |
| 4.4 | Analisis Data | 49 |
| BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 52 |
| 5.1 | Laju Erosi Lahan di DAS Waduk Mrica | 52 |
| 5.2 | Sedimen yang Mengendap di Waduk Mrica | 55 |
| 5.3 | Sedimen yang Masuk ke Waduk Mrica..... | 60 |
| 5.4 | Nilai <i>Sediment Delivery Ratio</i> (SDR)..... | 66 |
| 5.5 | Efisiensi Tampungan (<i>Trap Efficiency</i>)..... | 67 |
| 5.6 | Sedimen yang Keluar dari Waduk Mrica | 71 |
| 5.7 | Imbangan Sedimen (<i>Sediment Balance</i>)..... | 77 |
| 5.8 | Prediksi Sisa Umur Layanan Waduk (<i>Useful Life</i>) | 81 |
| 5.9 | Strategi Pengelolaan Sedimentasi di Waduk Mrica | 88 |
| 5.10 | Prediksi Imbangan Sedimen setelah Pengelolaan | 101 |
| 5.11 | Prediksi Sisa Umur Layanan setelah Pengelolaan..... | 109 |
| BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 114 |
| 6.1 | Kesimpulan..... | 114 |
| 6.2 | Saran | 115 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 116 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 1.1 | Produksi sedimen beberapa waduk di Pulau Jawa | 3 |
| Tabel 1.2 | Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya | 6 |
| Tabel 3.1 | Klasifikasi tingkat bahaya erosi | 17 |
| Tabel 3.2 | <i>Maddock's clasification</i> untuk estimasi nilai <i>bedload</i> | 22 |
| Tabel 3.3 | Pembagian tipe waduk berdasarkan cara pengoperasiannya | 29 |
| Tabel 3.4 | Koefisien untuk penentuan berat volume kering | 30 |
| Tabel 3.5 | Koefisien untuk penentuan nilai K | 30 |
| Tabel 3.6 | Klasifikasi waduk berdasarkan nilai m | 32 |
| Tabel 3.7 | Persamaan hubungan nilai a dan p | 33 |
| Tabel 3.8 | Nilai F untuk masing-masing tipe waduk | 34 |
| Tabel 3.9 | Data Bangunan Pengendali Sedimen (BPS) di DAS Waduk Mrica | 36 |
| Tabel 4.1 | Persentase luas kabupaten tiap subdas di Waduk Mrica | 46 |
| Tabel 4.2 | Data penelitian | 48 |
| Tabel 5.1 | Jenis pemanfaatan lahan DAS Mrica dan perubahan luasnya pada tahun 2007 dan 2013 | 53 |
| Tabel 5.2 | Nilai T_e dari data lapangan tahun 2001 s/d 2015 | 68 |
| Tabel 5.3 | Nilai prosentase kesalahan terhadap data lapangan | 71 |
| Tabel 5.4 | Distribusi sedimen rerata tahunan melalui metode Brune (1953) dan berdasarkan data lapangan | 77 |
| Tabel 5.5 | Distribusi sedimen yang masuk ke waduk metode Brune (1953) | 78 |
| Tabel 5.6 | Distribusi sedimen yang masuk ke waduk (data lapangan) | 80 |
| Tabel 5.7 | Laju sedimentasi di daerah <i>dead storage</i> | 82 |
| Tabel 5.8 | Prediksi sisa umur layanan waduk dengan metode tampungan mati | 85 |
| Tabel 5.9 | Prediksi total endapan sedimen tahun 2016 – 2020 | 87 |
| Tabel 5.10 | Nilai kedalaman relatif (p) dan elevasi dasar waduk baru | 87 |
| Tabel 5.11 | Arahan rencana kegiatan penghijauan (konservasi vegetatif) | 90 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 5.12 | Arahan rencana kegiatan konservasi sipil teknis | 91 |
| Tabel 5.13 | Arahan rencana kegiatan pengelolaan di alur sungai | 93 |
| Tabel 5.14 | Deskripsi tipe kurva pada musim kemarau | 95 |
| Tabel 5.15 | Deskripsi tipe kurva pada musim penghujan | 96 |
| Tabel 5.16 | Skenario nilai konsentrasi sedimen (C) | 97 |
| Tabel 5.17 | Rekap simulasi operasi waduk metode SOR | 99 |
| Tabel 5.18 | Hasil evaluasi kemiripan debit bangkitan dan debit historis | 103 |
| Tabel 5.19 | Distribusi sedimen yang masuk berdasarkan erosi lahan | 107 |
| Tabel 5.20 | Distribusi sedimen yang masuk berdasarkan debit bangkitan | 107 |
| Tabel 5.21 | Prediksi laju sedimentasi setelah pengelolaan | 109 |
| Tabel 5.22 | Prediksi total endapan sedimen hingga tahun 2023 | 112 |
| Tabel 5.23 | Nilai kedalaman relatif dan elevasi dasar waduk baru setelah dilakukan skenario pengelolaan sedimentasi | 112 |
| Tabel 6.1 | Prediksi sisa umur layanan setelah pengelolaan | 115 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 1.1 | Prosentase penurunan kapasitas tampungan waduk di beberapa negara | 1 |
| Gambar 1.2 | Peta indeks resiko bencana erosi | 2 |
| Gambar 2.1 | Konsep pengelolaan sedimentasi secara terpadu | 12 |
| Gambar 2.2 | Skematik upaya penanganan sedimentasi waduk | 13 |
| Gambar 2.3 | Tingkat keberhasilan pengelolaan sedimentasi waduk di Jepang | 13 |
| Gambar 2.4 | Skematik penurunan kapasitas tampungan waduk | 14 |
| Gambar 2.5 | Skema imbangan sedimen | 15 |
| Gambar 3.1 | Skema proses transpor sedimen di sungai | 20 |
| Gambar 3.2 | Brown's (1944) <i>trap efficiency curve</i> | 23 |
| Gambar 3.3 | Churchill's (1948) <i>trap efficiency curve</i> | 25 |
| Gambar 3.4 | Brune (1953) <i>trap efficiency curve</i> | 25 |
| Gambar 3.5 | Grafik area <i>design curve</i> | 33 |
| Gambar 3.6 | Grafik hubungan kedalaman relatif (p) dan nilai F(h) | 35 |
| Gambar 3.7 | Skema proses penggelontoran sedimen melalui <i>drawdown culvert</i> | 37 |
| Gambar 3.8 | Skema metode <i>Standard Operating Rule (SOR)</i> | 42 |
| Gambar 4.1 | Bagan alir penelitian tahap 1 | 44 |
| Gambar 4.2 | Bagan alir penelitian tahap 2 | 45 |
| Gambar 4.3 | Lokasi Waduk Mrica | 46 |
| Gambar 5.1 | Laju erosi lahan di DAS Waduk Mrica | 52 |
| Gambar 5.2 | Pemanfaatan lahan DAS Waduk Mrica tahun 2007 dan 2013 | 54 |
| Gambar 5.3 | Daerah budidaya tanaman kentang dan rawan longsor | 55 |
| Gambar 5.4 | Lokasi stasiun pengukuran echosounding Waduk Mrica | 56 |
| Gambar 5.5 | Kurva H-V hasil pengukuran echosounding pada tahun 1988, tahun 2004, dan tahun 2014 | 57 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 5.6 | Laju sedimentasi per tahun di Waduk Mrica | 58 |
| Gambar 5.7 | Persentase kapasitas tampungan dan sedimen kumulatif Waduk Mrica | 58 |
| Gambar 5.8 | Profil memanjang Waduk Mrica hingga tahun 2014 | 59 |
| Gambar 5.9 | Perbandingan hasil analisis sedimen suspensi dengan <i>rating curve</i> dan konsentrasi sedimen rerata tahunan | 61 |
| Gambar 5.10 | Perbandingan hasil analisis sedimen dasar dengan rumus MPM dan tabel Maddock | 64 |
| Gambar 5.11 | Perbandingan hasil analisis sedimen total dengan metode <i>rating curve</i> dan konsentrasi sedimen rerata tahunan | 65 |
| Gambar 5.12 | Nilai <i>Sediment Delivery Ratio</i> (SDR) di Waduk Mrica | 66 |
| Gambar 5.13 | Nilai <i>trap efficiency</i> dari berbagai persamaan empirik | 67 |
| Gambar 5.14 | Estimasi total sedimen yang masuk dari berbagai persamaan empirik | 69 |
| Gambar 5.15 | Grafik perbandingan nilai sedimen yang masuk dari data lapangan dengan berbagai rumus empirik | 70 |
| Gambar 5.16 | Estimasi total sedimen yang keluar dengan metode Brune (1953) | 72 |
| Gambar 5.17 | Estimasi total sedimen yang keluar dari data lapangan | 73 |
| Gambar 5.18 | Volume sedimen yang dapat dikeluarkan melalui <i>flushing</i> | 74 |
| Gambar 5.19 | Volume sedimen yang dikeluarkan melalui penambangan pasir | 75 |
| Gambar 5.20 | Debit tahunan yang melalui <i>power intake</i> Waduk Mrica | 76 |
| Gambar 5.21 | Debit tahunan yang melalui <i>irrigation outlet</i> Waduk Mrica | 76 |
| Gambar 5.22 | Debit tahunan yang melalui limpasan dari <i>spillway</i> | 76 |
| Gambar 5.23 | Imbangan sedimen dengan metode Brune (1953) | 79 |
| Gambar 5.24 | Imbangan sedimen dari data lapangan tahun 2001 s/d 2015 | 80 |
| Gambar 5.25 | Prediksi umur layanan waduk metode <i>curve fitting linier</i> | 83 |
| Gambar 5.26 | Penentuan nilai m berdasarkan data tahun 1988 | 84 |
| Gambar 5.27 | Prediksi sisa umur layanan waduk dengan metode tampungan mati | 86 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Gambar 5.28 | Prediksi kurva H-V tahun 2016 – 2020 | 88 |
| Gambar 5.29 | Prediksi nilai manfaat kegiatan penanganan daerah tangkapan | 90 |
| Gambar 5.30 | Prediksi nilai manfaat konversi kegiatan pengelolaan di alur sungai | 92 |
| Gambar 5.31 | Kurva hubungan antara volume air yang digunakan dan volume sedimen terbuang pada musim kemarau | 94 |
| Gambar 5.32 | Kurva hubungan antara volume air yang digunakan dan volume sedimen terbuang pada musim penghujan | 96 |
| Gambar 5.33 | Prediksi volume sedimen yang terbuang dari penggelontoran sedimen tahun 2016 – 2025 | 99 |
| Gambar 5.34 | Prediksi sedimen yang masuk ke Waduk Mrica 2016 - 2025 | 103 |
| Gambar 5.35 | Prediksi volume kegiatan penambangan pasir 2016 – 2025 | 104 |
| Gambar 5.36 | Prediksi tingkat signifikansi pengelolaan sedimentasi 2016 - 2025 | 105 |
| Gambar 5.37 | Prediksi volume sedimen yang terbuang melalui <i>intake power</i> | 106 |
| Gambar 5.38 | Prediksi volume sedimen yang terbuang melalui <i>irrigation outlet</i> | 106 |
| Gambar 5.39 | Imbangan sedimen berdasarkan erosi lahan tahun 2016 – 2025 | 108 |
| Gambar 5.40 | Imbangan sedimen berdasarkan sedimen masuk (debit bangkitan) tahun 2016 – 2025 | 108 |
| Gambar 5.41 | Prediksi sisa umur layanan waduk setelah pengelolaan dengan metode <i>curve fitting linier</i> | 110 |
| Gambar 5.42 | Prediksi sisa umur layanan waduk setelah pengelolaan dengan metode kapasitas tampungan mati | 111 |
| Gambar 5.43 | Prediksi kurva H-V setelah pengelolaan | 113 |