

PERENCANAAN EMBUNG HIANG, KABUPATEN KUNINGAN, JAWA BARAT

Agus Ramdani¹, Risa Kristalia N², Sulwan Permana³

¹³Institut Teknologi Garut, ²Dinas PUPR Kab. Garut

¹³Jl. Mayor Syamsu No.1, Garut, ²Jl. Raya Samarang No.117

¹agusramdhani1708@gmail.com, ²crista.zha86@gmail.com, ³sulwanpermana@itg.ac.id.

Abstrak

Embung Hiang adalah embung desa yang terletak di Desa Haur Kuning, Kecamatan Nusaherang, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Embung Hiang merupakan bagian dari program pemerintah daerah dalam rangka percepatan pembangunan embung desa. Prioritas utama dari pemanfaatan embung ini adalah mengairi irigasi dan pariwisata. Lokasi rencana embung ideal secara topografi karena pada area cekungan dan dekat dengan areal irigasi sehingga penyaluran air dekat. Dengan luas DAS sebesar 34,86 Ha, embung direncanakan dengan kedalaman 6 m dengan area genangan sebesar 1 Ha dan kapasitas tampung sebesar 9800 m³. Skala prioritas pembangunan Embung Hiang dinilai dengan sistem skor skala prioritas yang mempertimbangkan aspek teknis, sosial, lingkungan, dan ekonomi. Berdasarkan penilaian sistem skor skala prioritas, Embung Hiang merupakan embung prioritas pembangunan dengan skor 57,69. Embung Hiang direncanakan akan melayani daerah irigasi seluas 30 Ha, dengan rata-rata kebutuhan irigasi sebesar 0,76 l/s/Ha atau sebesar 22,8 l/s. Berdasarkan hasil neraca air dengan mempertimbangkan kebutuhan air irigasi dan ketersediaan air, embung dapat memenuhi kebutuhan air untuk irigasi pada bulan November – Maret dan Mei – September. Sedangkan pada bulan April dan Oktober terdapat kekurangan air. Embung di desain dengan debit banjir rencana 100 tahun sebesar 7,05 m³/s. Karena lokasi embung merupakan lahan pertanian maka dilakukan analisis potensi laju sedimen pada embung dengan hasil sebesar 7,502 ton/tahun atau 8,253 m³/tahun.

Kata kunci :

Embung Desa, Neraca Air, Skor Skala Prioritas

Abstract

Hiang is a small farm reservoir (SFR) in Haur Kuning Village, Nusaherang Subdistrict, Kuningan Regency, West Java. Hiang is part of a local government program to accelerate the development of small farm reservoirs. Irrigation and tourism will be the two most important uses. The proposed location is topographically ideal because it is in the basin area and close to the irrigation area, allowing for close water distribution. With a watershed area of 34.86 Ha, Hiang with 6m depth will have an inundation area of 1 Ha and a capacity of 9800 m³. The priority scale of Embung Hiang development is assessed using a priority scale scoring system that takes into account technical, social, environmental and economic aspects. Based on the assessment of the priority scale scoring system, Embung Hiang is a development priority reservoir with a score of 57.69. Hiang is planned to serve a 30 Ha irrigation area with an average irrigation requirement of 0.76 l/s/ha or 22.8 l/s. Based on the results of the water balance, It can meet water needs for irrigation from November to March and from May to September. There is a water shortage between April and October. The 100-year plan flood discharge in the reservoir is 7.05 m³/s. Hiang has a potential sediment rate of 7,502 tons/year, or 8,253 m³/year.

Keywords :

Small Farn Reservoir, Water Balance, Priority Scale Score

I. PENDAHULUAN

Embung adalah tampungan air yang mayoritas sumber airnya berasal dari air hujan, aliran permukaan (*runoff*), mata air, saluran drainase, dan sungai-sungai kecil. Embung memiliki banyak fungsi sebagai

tampungan untuk kebutuhan air baku, irigasi, untuk retensi banjir, dan pariwisata.

Sesuai dengan Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2018 tentang Percepatan Penyediaan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa, beberapa Lembaga/Kementerian telah menjadikan pembangunan embung sebagai prioritas pembangunan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui Balai/UPT terkait menginstruksikan untuk membangun banyak embung di area pedesaan. Embung desa akan menjadi sumber air vital untuk mengairi sawah terutama pada musim kemarau.

Sejalan dengan hal tersebut maka pada penelitian ini dilakukan kajian mengenai sumber air yang memiliki potensi untuk direncanakan pembangunan embung. Adapun hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersusunnya hasil analisis ketersediaan air, kebutuhan air, dan neraca air pada lokasi embung terpilih.

II. METODOLOGI

Penelitian ini disusun dengan dengan tahapan sebagai berikut.

- [1] Menginventarisasi sumber air yang memiliki potensi untuk direncanakan embung, dari hasil inventarisasi tersebut dibuatkan skor skala prioritas ditinjau dari segi topografi, hidrologi, geologi, dan sosial budaya, untuk didesain embung yang berfungsi sebagai penampung air.
- [2] Melakukan analisis kapasitas tampungan sebagai suplesi air baku, air irigasi pada saat dibutuhkan yang dapat juga dimanfaatkan sebagai pasokan air irigasi di musim kemarau untuk tanaman palawija.
- [3] Melaksanakan analisis hidrologi, hidrolika, topografi dan penyelidikan tanah (*soil investigation*).
- [4] Merencanakan desain embung yang sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku.

III. KAJIAN LITERATUR

Skala Prioritas

Tahapan pertama dalam melakukan perencanaan embung adalah melakukan penilaian terhadap potensi suatu wilayah, apakah wilayah tersebut menjadi

wilayah prioritas pembangunan embung atau tidak. Penilaian dilakukan dengan membuat skor skala prioritas berdasarkan tinjau aspek berikut.

- [1] Aspek teknis. Kondisi topografi menilai dari bentang tubuh embung, kapasitas tampung embung, dan Luas DAS. Kondisi hidrologi menilai dari ketersediaan inflow, dan kondisi banjir. Kondisi geologi menilai dari porositas tampungan, stabilitas DAM lereng, dan keberadaan *quarry* timbunan.
- [2] Aspek sosial. Penilaian dilakukan berdasarkan respons masyarakat, manfaat embung, jarak embung terhadap layanan, dan kemudahannya.
- [3] Aspek lingkungan. Penilaiannya dilihat berdasarkan dampak lingkungannya.
- [4] Aspek ekonomi. Penilaiannya dilihat berdasarkan status penerima manfaat umumnya.
- [5] Aspek stastus lahan ini tidak memiliki nilai namun menjadi penentu dalam skoring prioritas embung dari 4 aspek sebelumnya.
- [6] Aspek Prioritas Program Setempat menjadi penentu dalam skoring prioritas embung sebagai faktor pengali dari skor 5 aspek sebelumnya.

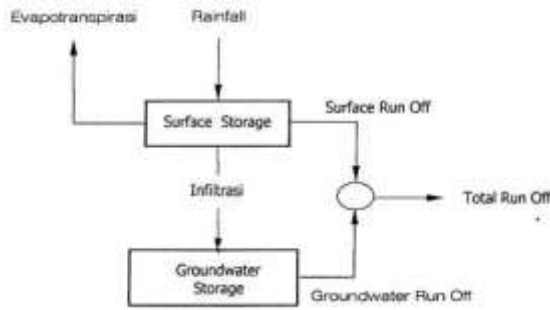
Tabel 1 Skoring Prioritas Embung

| No | Aspek yang Dinilai | Nilai |
|--------------|--------------------|------------|
| 1 | Aspek Teknis | 50 |
| 2 | Aspek Sosial | 30 |
| 3 | Aspek Lingkungan | 10 |
| 4 | Aspek Ekonomi | 10 |
| Total | | 100 |

Ketersediaan Air

Analisis air yang tersedia (*water availability*) bertujuan untuk menentukan besarnya air yang tersedia di sungai yang terjadi pada waktu-waktu tertentu atau biasa disebut debit andal. Perhitungan debit andal bertujuan untuk mengetahui apakah air yang tersedia bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti untuk irigasi, air baku, penggelontoran dan lain-lain.

Salah satu metode untuk memperkirakan ketersediaan air adalah dengan menggunakan Metoda FJ. Mock, dimana metode tersebut mentransformasi hujan menjadi limpasan atau yang biasa disebut debit andal (Mock 1973).



Gambar 1 Bagan Air Model Transformasi Hujan Menjadi Limpasan Metode FJ. Mock

Debit andalan adalah besaran debit yang dapat diandalkan untuk suatu reliabilitas tertentu. Untuk keperluan irigasi digunakan debit andalan 80%, artinya dengan kemungkinan 80% debit yang terjadi adalah lebih besar atau sama dengan debit tersebut. Untuk keperluan air minum maka dibutuhkan reliabilitas yang lebih tinggi sekitar 90%-95%, karena menyangkut langsung kebutuhan manusia.

Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air irigasi didasarkan pada pedoman Kriteria Perencanaan Irigasi Kementerian PUPR. Kebutuhan air irigasi terdiri dari komponen sebagai berikut (KP-Irigasi, 2013).

- Kebutuhan bersih air di sawah untuk padi, $NFR = ETc + P - Re - WLR$
- Kebutuhan air irigasi untuk padi, $IR = \frac{NFR}{e}$
- Kebutuhan air irigasi untuk palawija, $IR = \frac{ETc - Re}{e}$

Keterangan :

ETc = penggunaan konsumtif (mm)
 P = kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)
 Re = curah hujan efektif (mm/hari)
 E = efisiensi irigasi secara keseluruhan
 WLR = penggantian lapisan air (mm/hari)

Neraca Air

Analisis keseimbangan air atau yang sering disebut neraca air (*water balance*) merupakan perbedaan/ selisih antara ketersediaan air/debit andalan yang tersedia pada sumber air dengan proyeksi kebutuhan air. Bentuk umum persamaan *water balance* sebagai berikut.

$$P = Ea + \Delta GS + TRO$$

Dimana:

P = presipitasi
 Ea = evapotranspirasi
 ΔGS = perubahan groundwater storage
 TRO = total runoff

Analisis Kapasitas Tampungan

Analisis kapasitas tampungan dilakukan untuk mendapatkan gambaran kapasitas tampungan dan juga luas genangan Embung. Kapasitas tampungan/luas tampungan dapat dicari dengan memakai data topografi. Kapasitas volume tampungan dihitung menggunakan rumus.

$$V = K . (L^1 + L^2)$$

Dimana :

V : Volume tampungan
 K : beda kontur
 $L1$: Luas genangan untuk elevasi 1
 $L2$: Luas genangan untuk elevasi 2

Untuk kapasitas embung berdasarkan pengukuran topografi volumenya dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut (Soedibyo, 1993):

$$V_x = \frac{1}{3} Z (F_y + F_x + \sqrt{F_y + F_x})$$

Dimana :

V_x : Volume pada kontur (m³)
 Z : beda tinggi antar kontur (m)
 F_y : Luas pada kontur Y
 $L2$: Luas genangan untuk elevasi 2

Debit Banjir

Mengacu pada SNI 2415 : 2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana, metode yang digunakan untuk perhitungan debit banjir rencana, yaitu menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintesis (HSS), terdiri dari Metode HSS Snyder, HSS Nakayasu, HSS ITB-1, HSS ITB-2, dan Metode Rasional. Analisis debit banjir dilakukan pada periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 1000 tahun.

Laju Sedimentasi

Sedimentasi pada embung dapat ditentukan dengan pengukuran pengangkutan sedimen pada titik kontrol dari alur sungai, atau dengan menggunakan rumus-rumus empiris salah satunya dengan menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978). USLE dirancang untuk memprediksi erosi jangka panjang dari erosi lembar (*sheet erosion*)

dari lahan pertanian. Metode ini memiliki kekurangan yaitu tidak dapat untuk memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil sedimen dari erosi parit, tebing sungai dan dasar sungai.

Persamaan USLE adalah sebagai berikut.

$$E = R \times K \times LS \times CP$$

Dimana : E adalah jumlah tanah tererosi per satuan luas per satuan waktu, satuan ton/ha/th. R adalah faktor erosivitas hujan dan aliran permukaan, satuan dalam KJ/ha. K adalah faktor erodibilitas tanah, satuan ton/KJ. LS adalah faktor panjang dan kemiringan lereng, tidak berdimensi. C adalah faktor tanaman penutup lahan dan manajemen tanaman, tidak berdimensi. P adalah faktor tindakan konservasi praktis, tidak berdimensi.

IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Lokasi penelitian embung berada di Desa Haur Kuning, Kecamatan Nusaherang, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Lokasi studi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2 Lokasi Rencana Embung Hiang

Lokasi rencana embung bukan pada aliran sungai, sehingga sumber air berasal dari aliran permukaan dan mata air. Lokasi embung ideal karena merupakan lokasi cekungan, dengan luas rencana genangan sebesar 1Ha. Disamping itu, di hilir embung terdapat area irigasi sehingga penyaluran air dari embung ke areal irigasi dekat.

Embung Hiang memiliki luas DAS sebesar 38.46Ha dengan mayoritas tutupan lahan masih berupa hutan dan kebun. DAS Embung Hiang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3 DAS Embung Hiang

Skor Prioritas Embung

Embung Hiang memiliki skor 57,69, nilai tersebut menjadi nilai penentu bahwa Embung Hiang merupakan embung prioritas untuk dibangun. Dari aspek teknis embung Hiang memiliki nilai yang cukup rendah 17,19/50, karena jenis tanahnya permeabilitas tinggi sehingga diperlukan *replacement* tanah, luas DAS yang kecil <50Ha, dan kapasitas tampungan yang kecil <10.000 m³. Sedangkan dari aspek social memiliki nilai 24/30, aspek lingkungan 10/10, dan aspek ekonomi 6,5/10.

Data Hujan dan Iklim

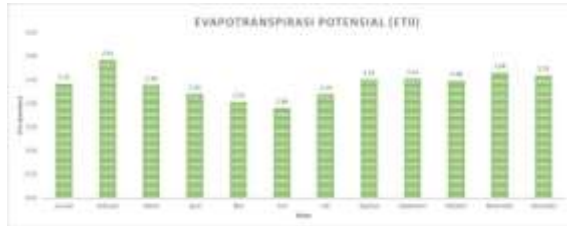
Data hujan diperoleh dari Direktorat Bina Teknik Sumber Daya Air (BINTEK SDA) Kementerian PUPR dan Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat. Data hujan yang digunakan adalah Pos hujan Gunung Sirah yang berada di Kecamatan Darma, Kuningan, dengan durasi hujan dari tahun 2009-2018. Pos hujan Cikijing yang berada di Kecamatan Cikijing, Majalengka, dengan durasi hujan dari tahun 2009-2018. Berikut luas pengaruh pos hujan berdasarkan hasil Poligon Thiessen.

Tabel 2 Luas Pos Hujan yang Berpengaruh

| Nama Embung | Luas DAS Pengaruh km ² | Stasiun Hujan yang Berpengaruh | Luas Pengaruh km ² | % |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------|
| Embung Hiang | 0.3846 | Cikijing | 0.0021 | 0.54 |
| | | Tamben | | |
| | | Gunung Sirah | 0.3825 | 99.46 |

Data Klimatologi diperoleh dari Stasiun Klimatologi Cimanuk. Durasi data klimatologi yang digunakan dari tahun 2010-2013, yaitu data rata-rata temperature, kelembapan, lamanya penyinaran matahari, dan kecepatan angin. Selanjutnya data iklim

yang diperoleh akan diolah menjadi nilai evapotranspirasi potensial (PET) dengan menggunakan metode Penman-Monteith. Pada studi ini, PET berkisar antara 1,9 – 2,9 mm/hari.



Gambar 4 PET Pos Klimatologi Cimanuk

Analisis Debit Banjir

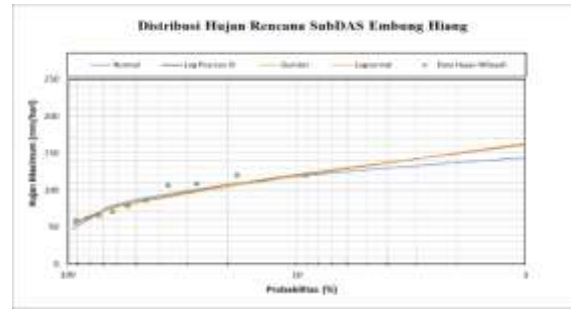
Embung direncanakan pada periode ulang banjir 100 tahun. Walaupun DAS embung Hiang relative kecil sebesar 38.46 Ha dan tutupan lahan masih berupa hutan, tetapi tetap harus dihitung potensi terhadap banjir.

Tahapan pertama dalam analisis debit banjir adalah perhitungan hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi hujan rencana Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. Dari ke empat metode tersebut dipilih metode dengan nilai kecocokan yang paling mendekati. Adapun uji kecocokan yang digunakan adalah metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

Rekapitulasi perhitungan hujan rencana untuk embung Hiang padaperiode ulang 100 tahun dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Hujan Rencana Embung Hiang

| Periode Ulang (Tahun) | Hujan Rencana (mm) | | | |
|-----------------------|--------------------|-----------|-------------|--------|
| | Normal | Lognormal | Pearson III | Gumbel |
| 100 | 162.03 | 199.58 | 199.6 | 206.62 |



Gambar 5 Distribusi Hujan Embung Hiang

Berdasarkan hasil uji kecocokan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, hujan rencana yang digunakan adalah metode Log Pearson III, yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4 Hasil Uji Chi-Kuadrat Embung Hiang

| Distribusi Probabilitas | Metode Chi-Kuadrat | | Keterangan |
|-------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| | χ^2 terhitung | χ^2 kritis | |
| Normal | 2 | 5.991 | Diterima |
| Lognormal | 5 | 5.991 | Diterima |
| Gumbel | 5 | 5.991 | Diterima |
| Log Pearson III | 2 | 5.991 | DITERIMA |

Tabel 5 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov Embung Hiang

| Distribusi Probabilitas | Metode Smirnov-Kolmogorov | | Keterangan |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------|
| | ΔP Maks | ΔP Kritis | |
| Normal | 0.55 | 0.41 | Ditolak |
| Lognormal | 0.066 | 0.41 | Diterima |
| Gumbel | 0.059 | 0.41 | Diterima |
| Log Pearson III | 0.066 | 0.41 | DITERIMA |

Debit banjir rencana embung Hiang yang akan digunakan adalah metode Rasional karena luas DAS <5km². Berikut rekap tabel debit banjir Embung Hiang dengan berbagai metode.

Tabel 6 Debit Banjir Embung Hiang

| Periode Ulang (Tahun) | Debit Maksimum Rencana Q (m ³ /s) | | | | |
|-----------------------|--|--------|----------|-------|----------|
| | ITB-1 | Snyder | Nakayasu | ITB-2 | Rasional |
| 1000 | 1.81 | 2.22 | 1.56 | 1.7 | 8.72 |
| 100 | 1.46 | 1.8 | 1.26 | 1.37 | 7.05 |
| 50 | 1.35 | 1.66 | 1.17 | 1.27 | 6.53 |
| 25 | 1.24 | 1.53 | 1.08 | 1.17 | 6 |
| 10 | 1.09 | 1.34 | 0.94 | 1.03 | 5.27 |
| 5 | 0.97 | 1.19 | 0.84 | 0.91 | 4.66 |
| 2 | 0.76 | 0.94 | 0.66 | 0.72 | 3.68 |

Analisis Ketersediaan Air

Pada studi ini, analisis ketersediaan air menggunakan metode FJ. Mock. Adapun data yang digunakan pada pemodelan FJ. Mock adalah data hujan bulanan, data klimatologi, dan data karakteristik DAS. Berikut debit andal rata-rata bulanan Embung Hiang.



Gambar 6 Debit Andal Embung Hiang

Analisis Kebutuhan Air

Pada studi ini kebutuhan air yang digunakan adalah kebutuhan air non-domestik (irigasi). Luas area irigasi yang akan diari oleh embung sebesar 30Ha, dengan rata-rata kebutuhan irigasi sebesar 0,76 l/s/Ha.

Neraca Air

Pada neraca air Gambar 7, embung Hiang dapat memenuhi kebutuhan air pada bulan November – Maret dan Mei – September. Sedangkan pada bulan April dan Oktober terdapat kekurangan air. Berikut hasil rekapitulasi Neraca Air untuk embung Hiang.

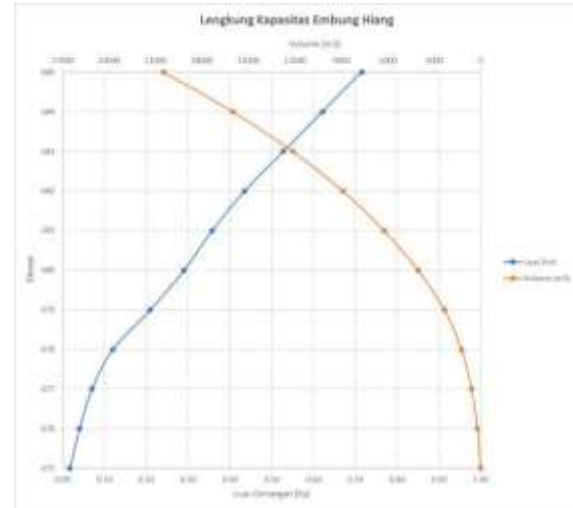


Gambar 7 Neraca Air Embung Hiang

Kapasitas Tampung Embung

Analisis kapasitas tampungan dilakukan untuk mendapatkan gambaran kapasitas tampungan dan juga luas genangan Embung. Embung direncanakan memiliki tinggi 6m dan area tampungan 1Ha dengan

volume tampungan sebesar 9800 m³. Hasil simulasi tampungan embung dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8 Debit Andal Embung Hiang

Simulasi Operasi Embung

Simulasi operasi embung mengacu juga pada keseimbangan air, dengan mensimulasikan data dari tahun 2008 - 2017. Metode simulasi yang digunakan adalah dengan menggunakan hukum keseimbangan air (*water balance*). Berikut hasil simulasi operasi embung.

| | | |
|---------------------------------|-------|--------|
| Luas DAS | 38,46 | Ha |
| Luas Irigasi | 30,00 | Ha |
| Rata-rata Kebutuhan Air Irigasi | 0,76 | l/s/ha |
| Freq Faktor | 90% | |



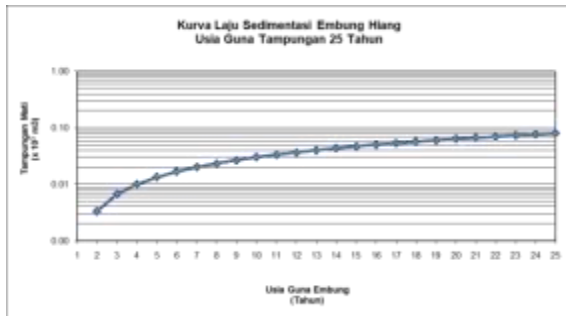
Gambar 9 Pola Operasi Embung Hiang Selama 10 Tahun

Analisis Sedimentasi

Area disekitar embung adalah lahan pertanian, sehingga penggunaan metode USLE cocok untuk menghitung potensi sedimentasi pada embung. Berdasarkan metode USLE, potensi laju sedimen pada embung Hiang sebesar 7,502 ton/tahun atau 8,253 m³/tahun.

| Skala (%) | Perajang Sungai (m) | Luas DAS (km ²) | Luas DAS (ha) | L _S | Erosi Potensial (ton/ha) | Erosi Aktual (ton/ha) | SR | Sedimentasi Potensial (ton/ha) |
|---|---------------------|-----------------------------|---------------|----------------|--------------------------|-----------------------|--------|--------------------------------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| 402 | 1,004 | 0,38 | 38 | 7,753 | 343 | 71,534 | 0,1049 | 7,502 |
| Total Potensial Sedimentasi (ton/ha) | | | | | | | | 7,502 |
| Total Potensial Sedimentasi (ton/km ² /th) | | | | | | | | 19,507 |
| Total Potensial Sedimentasi (m ³ /km ² /th) | | | | | | | | 21,456 |
| Total Potensial Sedimentasi (m ³ /th) | | | | | | | | 8,253 |

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| Erata Inflow Tahunan | = | 769.369 x 10 ³ m ³ /tahun |
| Potensi Sedimen | = | 21.46 m ³ /km ² /th |
| Sediment Load | = | 0,0215 mm/th |
| Luas DAS | = | 0.38 km ² |
| Elevasi Dasar Sungai | = | 675.00 m |
| Elevasi Muka Air Normal (MAN) | = | 680.00 m |
| Volume Sedimentasi | = | 0.08 x 10 ³ m ³ |
| Elevasi Sedimentasi | = | 675.40 m |
| Elevasi Muka Air Rendah | = | 675.90 m |
| Tampungan Mati | = | 0.08 x 10 ³ m ³ |
| Tampungan Efektif | = | 3.95 x 10 ³ m ³ |



Gambar 10 Kurva Laju Sedimentasi Embung Hiang

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Lokasi embung ideal secara topografi karena merupakan lokasi cekungan, dengan luas rencana genangan sebesar 1Ha. Disamping itu, di hilir embung terdapat area irigasi sehingga penyaluran air dari embung ke areal irigasi dekat. Sehingga embung Hiang menjadi embung desa prioritas untuk dibangun dengan nilai skor sebesar 57,69. Embung ini akan melayani kebutuhan air irigasi seluas 30 Ha. Dimensi embung memiliki kedalaman 6 m, area tampungan 1 Ha dan kapasitas tampungan 9800 m³.

Berdasarkan hasil neraca air, embung Hiang dapat memenuhi kebutuhan air irigasi pada bulan November – Maret dan Mei – September. Sedangkan pada bulan April dan Oktober terdapat kekurangan air.

Laju potensi sedimen pada Embung Hiang dihitung menggunakan metode USLE sebesar 7,502 ton/tahun atau 8,253 m³/tahun.

REFERENSI

- Al Huda Palevi, Reja., Runi Asmaranto, dan Very Dermawan. 2021. Studi Perencanaan Embung Lapangan Jegreg Kecamatan Lengkong Kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur. JTRESDA, 1(1) 158 – 169.
- Kuncoro Mugi, Yuwono., Djoko Trijanto, dan Medi Efendi. 2015. Perencanaan Embung Guworejo Kecamatan Tarokan Kabupaten Kediri. Teknik Sipil, 12(1) 59 – 67.
- Lilies, Antonius, Nuroji dkk. 2015. Perencanaan Embung Tejomartani Desa Branti Raya Natar Lampung Selatan. Teknik Sipil UBL,6(1).
- Mahardika, Tatag Tata., Dian Sisinggih, dan Heri Suprijanto. 2021. Studi Perencanaan Embung Kembangan Kecamatan Pule Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. JTRESDA, 1(2) 368 – 378.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Standar Perencanaan irigasi, Kemeterian Pekerjaan Umum, 2013.