



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Gedung H, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang – 50229

Telp. +6224-8508004 Fax. +6224-8508004

Laman : <http://www.unnes.ac.id> email: wr4@mail.unnes.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor: 456/UN37/TU/2017

Rektor Universitas Negeri Semarang memberikan tugas kepada yang tersebut dibawah ini:

No	Nama/NIP	Pangkat/Gol	Keterangan
1.	Prof. YL Sukestiyarno M.S, Ph.D. 195904201984031002	Pembina Utama Madya - IV/d	WR 4
2.	Dr. Yeri Sutopo M.Pd., M.T. 196307301987021001	Pembina - IV/a	Dosen FT
3.	Prof. Dr. Dewi Liesnoor Setyowati M.Si. 196208111988032001	Pembina Utama Madya - IV/d	Dosen FIS
4.	Prof. Dr. Zaenuri S.E, M.Si,Akt 196412231988031001	Pembina Utama Madya - IV/d	Dosen K/MIPA
5.	Karuntadi Satrijo Utomo S.T., M.T. 197103141999031001	Pembina - IV/a	Dosen FT
6.	Togani Cahyadi Upomo S.T., M.Eng. 198104202015041001	Penata Muda Tk. I - III/b	Dosen FT

Sebagai tim dalam kelompok kerja *Feasibility Studi* (FS) Bendung UNNES dalam rangka mewujudkan rancangan bendung guna pengembangan Taman Keanekaragaman Hayati (Taman Kehati) mulai 25 Januari - 31 Mei 2017.

Demikian untuk dapat dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan penuh tanggung jawab, apabila telah melaksanakan tugas harap memberikan laporan.

20 Januari 2017

Wakil Rektor Bidang Perencanaan dan Kerja
Sama



UNNES
Prof. YL. Sukestiyarno, MS, Ph.D
NIP 195904201984031002

Tembusan:

1. Ka. BAKK/BPK
2. Bendahara

PROGRAM PEMBANGUNAN BENDUNG GUNA MENDUKUNG OPERASIONAL EDUEKOWISATA TAMAN KEHATI UNNES BERBASIS PADA KOMUNITAS

Oleh:

Karuniadi Satrijo Utomo¹⁾, Yeri Sutopo²⁾

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Kampus UNNES Gd E4, Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229, email: utomo@mail.unnes.ac.id

Atas rahmat dan berkah Tuhan Yang Maha Esa, pada kesempatan pengabdian kepada masyarakat kali ini melalui penerapan profesionalisme perencanaan dan perancangan di bidang teknik sipil dapat dihasilkan suatu rancangan bendung. Selanjutnya digabungkan dengan hasil dari bidang biologi dan ekonomi sehingga berwujud suatu proposal pengembangan Taman Kehati UNNES dan kemudian diajukan guna maraih dana hibah kepada Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.

Kata kunci: teknik, bendung, Taman Kehati UNNES

PENDAHULUAN

Program Taman Kehati, Program Taman Keanekaragaman Hayati diselenggarakan dengan tujuan penyelamatan beragam spesies tumbuhan asli/lokal dalam ancaman punah atau tingkat ancaman sangat tinggi terhadap keberlangsungan hidupnya. Program pelestarian tersebut merupakan Program Kementerian Lingkungan Hidup, yang penting diselenggarakan dan mendapatkan dukungan serta dorongan dari berbagai pihak dalam masyarakat baik dari kalangan pemerintah maupun swasta (Tim Penulis Kementerian LHK, 2020).

Universitas Negeri Semarang - Universitas Konservasi, selanjutnya disebut UNNES, merupakan satu di antara institusi pemerintah di bidang pendidikan tinggi yang turut berupaya memberikan dukungan dan dorongan terhadap program dalam uraian alenia terdahulu a.l. melalui penyelenggaraan Program Taman Kehati UNNES. Sebagai suatu perguruan tinggi negeri di Semarang, UNNES memiliki komunitas kaum intelektual dan tergabung dalam civitas akademik, mencakup: 1) komunitas dosen, peneliti, dan sekaligus praktisi; dan 2) komunitas mahasiswa. Dukungan dan dorongan terhadap program Kementerian Lingkungan Hidup tersebut sejalan dengan peran UNNES sebagai Universitas Konservasi dalam menjaga beragam spesies tumbuhan asli/lokal dapat berlanjut lestari.

Peran Universitas Konservasi sejak tahun 2010 yang disandang UNNES berkesesuaian dengan letak geografis dan topografi UNNES di daerah pegunungan di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. Daerah dalam cakupan kecamatan tersebut ditetapkan sebagai area konservasi dengan peran pokok sebagai area resapan air, redaman debit aliran dari hulu Sungai Garang, dan tampungan cadangan air bersih Kota Semarang. Ketiga peran konservasi air tersebut saling berhubungan sangat erat dengan peran konservasi berbagai vegetasi lokal di seluruh cakupan daerah kecamatan.

Program Taman Kehati UNNES, komitmen UNNES dalam turut menyelenggarakan Taman Kehati diwujudkan dengan mengalokasikan lahan seluas 15 ha berlokasi di Desa sekaran, Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. Lokasi lahan tersebut berjarak kurang lebih 1,5 km sebelah barat pusat kampus UNNES dan berjarak kurang lebih 900 m dari jalan akses tipe kolektor selebar 8 m tepat pada sisi depan kampus UNNES.

TEKNOLOGI TEPAT GUNA: PEMBANGUNAN BENDUNG

Aliran air Kali Kripik merupakan anak sungai dari Kali Garang dengan demikian Daerah Aliran Sungai (DAS) Gontok merupakan sub DAS Garang. Pada ruas Sungai Gontok dan dalam area Taman Kehati UNNES penting dibangun sebuah bendung guna mendukung dan mendorong penyelenggaraan Program Taman Kehati UNNES. Bangunan bendung tergolong berteknologi tinggi, namun karena ukuran dan operasional pemeliharaan bangunan tersebut dapat disederhanakan maka bangunan bendung dapat juga dikategorikan kedalam bangunan berteknologi tepat guna.

Tujuan pembangunan bendung terpadu pada Taman Kehati UNNES adalah sebagai berikut:

1. Mendukung penyelenggaraan Taman Kehati UNNES Edukwisata Berbasis Komunitas;
2. Meningkatkan luas dan produksi sawah irigasi bagi masyarakat sekitar taman kehati;
3. Mewujudkan laboratorium alam berupa bendung untuk praktikum mahasiswa Teknik Sipil, Geografi, Fisika, guna peningkatan kompetensi lulusan UNNES.

Manfaat kegiatan pembangunan bendung terpadu dapat dipetik baik dari sisi civitas akademik dan kelembagaan UNNES maupun masyarakat Kota Semarang sebagai berikut:

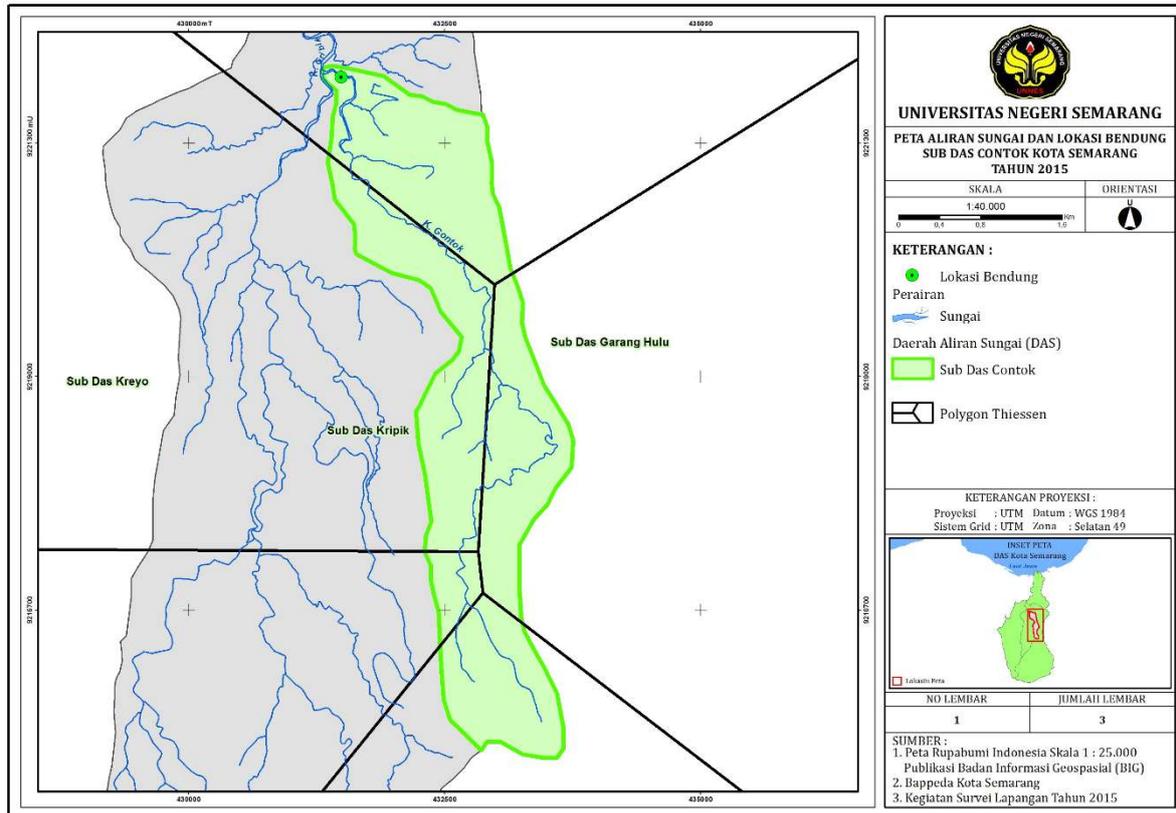
1. Civitas Akademik dan Kelembagaan UNNES akan dapat memetik manfaat:
 - a. Peningkatan pencapaian visi dan misi UNNES konservasi;
 - b. Peningkatan jumlah laboratorium dengan penambahan laboratorium bendung skala riil (1:1) guna praktikum, praktek, penelitian, dan ruang outbound mahasiswa Teknik Sipil, Geografi, dan Fisika, kompetensi lulusan UNNES meningkat.
2. Masyarakat Kota Semarang akan dapat memetik manfaat:
 - a. Meningkatkan luas sawah irigasi teknis yang berasal dari Bendung Terpadu di taman kehati, sehingga mendorong peningkatan produksi sawah masyarakat di Kelurahan Sukorejo;
 - b. Mendukung terwujudnya kolam air tawar masyarakat di Kelurahan Sukorejo, sehingga keanekaragaman makanan bernilai protein tinggi menjadi lebih beragam;
 - c. Mengembangkan pola keanekaragaman dalam mencari nafkah yaitu berupa perikanan air tawar bagi masyarakat Kelurahan Sukorejo;
 - d. Meningkatkan jumlah lokasi wisata di Kelurahan Sukorejo, sehingga mendukung terwujudnya visi dan misi RTRW Kota Semarang, yang berada pada BWK VIII khususnya yang berkaitan dengan fungsi konservasi dan wisata atau rekreasi;
 - e. Meningkatkan pendapatan masyarakat di Kelurahan Sukorejo;
 - f. Mengurangi bencana alam yang berhubungan dengan banjir dan kekeringan sebagaimana diuraikan dalam (Kodoatie, R.J., 2002) khususnya untuk masyarakat Kelurahan Sukorejo Kecamatan Gunungpati Kota Semarang.

Dalam upaya penerapan teknologi tepat guna melalui pembangunan bendung terpadu dengan pembangunan Taman Kehati UNNES telah dilaksanakan survey a.l. survey hidrometri sungai dan survey geoteknik serta penyelidikan tanah. Penyusunan sungai guna pengamatan perletakan As dan elevasi puncak bendung rencana, pengukuran tinggi, kecepatan, dan debit aliran air sungai sesaat musim kemarau, dan survey institusional guna pengumpulan data perencanaan dan perancangan bendung tersebut.

Penentuan As Bendung

Lokasi calon bendung pada DAS Gontok divisualisasikan dalam Gambar 3, selanjutnya dipakai sebagai data masukan dalam analisis debit aliran air tinggi dan debit aliran air rendah.

Lokasi As bendung terpilih dari 3 alternatif ditunjukkan dalam Gambar 4 terletak pada koordinat UTM, $X=431616.00$, $Y=9221783.00$ pada zona 49 M.



Gambar 3 Peta Poligon Thiessen pada DAS Gontok dan Lokasi Calon Bendung



Gambar 4 Alternatif As Bendung Rencana



(a) Lokasi pengukuran, sekitar As bendung



(b) Material tanah dasar sungai



(c) Debit aliran air saat Musim Kemarau



(d) Lokasi pengukuran alternatif As bendung

Gambar 5 Visualisasi Survey Penentuan Lokasi Bendung Rencana dan Pengukuran Hidrometri, Geoteknik dan Penyelidikan Tanah

Analisis Geoteknik

Pengukuran topografi dan bathimetri pada daerah sebelah hulu dari As bendung rencana dilakukan hingga jarak 100 m dengan potongan melintang setiap 25 m, lihat Gambar 5(a) dan Gambar 5(c). Dasar sungai di area terukur tersebut tidak datar, dari hulu ke hilir dasar sungai terukur berada dalam elevasi -2,20 m hingga +4 m sehingga dasar sungai rencana harus ditetapkan pada elevasi -2,20 m. Oleh sebab itu pula, elevasi puncak bendung efektif penting ditetapkan pada elevasi +4 m karena terdapat dasar sungai cukup panjang berada pada elevasi +2 m dan secara praktis pada zone tersebut hanya diperoleh kedalaman air 2 m. Bersamaan dengan survey pengukuran topografi dan bathimetri, dilakukan survey geoteknik dan penyelidikan tanah, hasil kegiatan tersebut antara lain divisualisasikan pada Gambar 5(b).

Pemetaan geoteknik di sekitar lokasi bendung menunjukkan hasil bahwa tanah dasar terdiri dari 3 jenis tanah/batuan. Endapan dasar sungai bongkahan batu bercampur pasir. Pasir kerakal berwarna coklat dengan banyak batu andesit tersebar di sepanjang dinding dan dasar sungai setebal 0,5 hingga 1,5 m. Napal lempung gampingan sebagai material dasar sungai.

Penyelidikan tanah memakai metode tes pit dengan acuan (Bowles, J.E. 1993) mendapatkan hasil bahwa lapisan tanah pada kedalaman 0,00 m hingga 1,50 m berupa pasir kerakal berwarna coklat bersifat padat hingga sangat padat terdapat batuan andesit dan pada kedalaman 1,50 m hingga 2,20 m berupa lempung gampingan (napal) berwarna coklat bersifat kaku hingga sangat kaku.

Daya dukung tanah dasar dianalisa berdasar teori Terzaghi, Mayerhoff, Hanzen maupun Vesic mengacu pada (Das, 1995) dan (Das, 1997). Daya dukung tanah pada kedalaman 2,5 m diperkirakan sebesar 100 kN/m² atau 10 ton/m². Fondasi bendung disarankan diletakan pada kedalaman minimal 2,5 m pada formasi napal di mana nilai permeabilitas batuan sangat kecil.

Analisis Hidrologi

Data curah hujan dikumpulkan berasal dari stasiun hujan Simongan, Gunungpati, dan Ungaran. yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Kalibanteng Semarang. Panjang data curah hujan harian maksimum diambil selama 21 tahun dari tahun 1988 hingga tahun 2008. Data tersebut selanjutnya diolah menggunakan metode Gumbel dan Mononobe serta ditransformasikan ke debit harian maksimum dengan metode rasional dalam periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun (Triatmojo. B. 2008). Hasil analisis pada luas Sub-DAS Gontok 7,27 km² dan nilai koefisien aliran air sebesar 0,6 dan 0,5 serta intensitas durasi hujan 4,83 jam dimuat dalam Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil Analisis Curah Hujan dan Debit Maksimum DAS Gontok

Periode Ulang	Unit	2 th	5 th	10 th	20 th	25 th	50 th	100 th
P harian maks.	mm	126,40	164,70	187,33	210,57	218,00	240,73	263,30
Intensitas durasi hujan (4,83 jam)	mm	15,42	20,09	22,85	25,69	26,59	29,37	32,12
Debit maks. C = 0,6	m ³ /dt	18,70	24,36	27,71	31,15	32,24	35,62	38,95
Debit maks. C = 0,5	m ³ /dt	15,58	20,30	23,09	25,96	26,87	29,68	32,46

Data curah hujan dikumpulkan juga dari stasiun sama dengan stasiun dalam uraian terdahulu dalam data bulanan, setengah bulanan, dan jumlah hari hujan berkaitan. Data diambil sepanjang 2 tahun pencatatan dari tahun 2007 hingga tahun 2008. Debit andalan dianalisis memakai metode Mock dengan data masukan curah hujan tersebut dan hasil analisis dimuat dalam Tabel 2. Keandalan debit untuk irigasi dipakai R₈₀, kemungkinan terjadinya debit lebih besar atau sama dengan debit andalan adalah sebesar 80% berdasarkan pengembangan rumus oleh Hazra (Limantara, L.M., 2010).

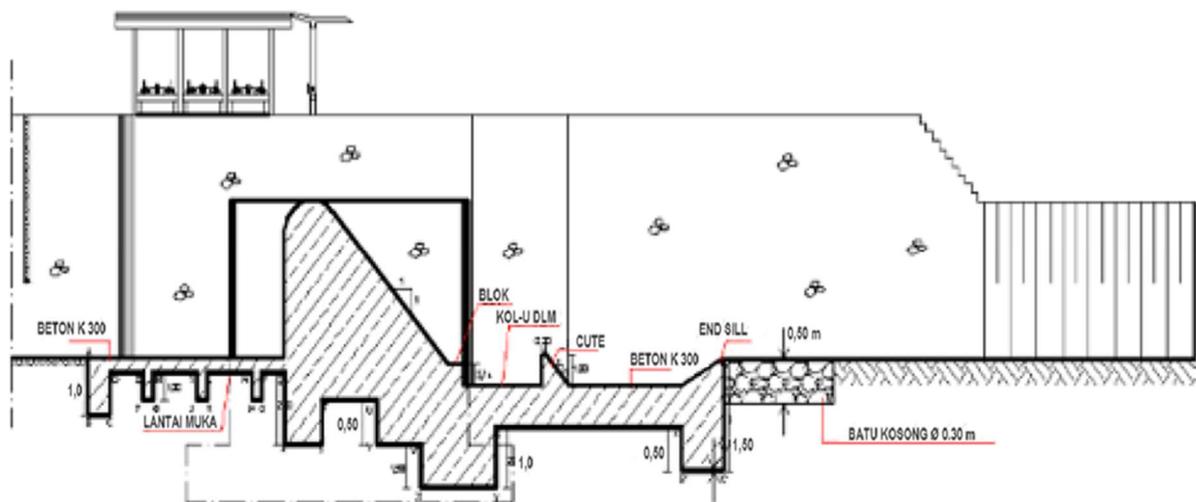
Tabel 2 Hasil Analisis Curah Hujan dan Debit Andalan DAS Gontok

Item	Unit	Debit bulan (m ³ /s)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Bulan	-												
Debit	m ³ /s	0,108	0,216	0,597	0,782	0,611	0,413	0,429	0,451	0,485	0,484	0,512	0,505
Jumlah hari		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Analisis Hidraulik

Perletakan bendung rencana dapat dipilih pada lokasi sungai dengan alur lurus pada bagian hulu bendung, namun demikian pada bagian hilir bendung dengan alur masih lurus kurang lebih pada jarak 60 m dari ujung rencana apron bendung alur sungai berbelok dengan tajam dan membentuk terjunan alami. Keberadaan terjunan tersebut mengindikasikan formasi batuan setempat relatif cukup kuat menahan hempasan aliran air terjun dalam bertahun-tahun terdahulu.

Konstruksi hidraulik bendung dapat dilihat pada Gambar 6 terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut. Permukaan mercu bendung dipilih bertipe Ogee. Bahan bendung dipilih beton bertulang mutu K300 guna mampu menahan tekanan aliran air dari hulu bendung pada ketinggian mercu mencapai +4,00 m. Bendung dirancang setebal 4 m dengan dilengkapi kolam olak sepanjang 2 m dan baffle setinggi 1,0 m. Bendung dilengkapi dengan lantai muka sepanjang 4 m juga. Pasangan batu kosong ditempatkan di belakang bendung berdimensi 1,0 x 0,5 m guna perkuatan pengendalian aliran air transisi antara dasar sungai terhadap lantai belakang bendung. Pada sisi kiri dan kanan bendung diletakan parapet guna mengarahkan aliran dan sekaligus penahan tanah setinggi 5 m setebal 0,40 m dari bahan pasangan batu kali. Pintu pengambilan air diletakkan pada samping bendung 3x0,4x1,2 m sedangkan pintu pembilas 1x0,4x1,2 m diletakan pada ujung bagian spill dari tubuh bendung.



Gambar 6 Bendung Terpadu dengan Taman Kehati UNNES

Beberapa analisa hidraulik dilakukan dalam perancangan kali ini mencakup: analisa routing tampungan air pada bendung dilakukan memakai metode hidrograf *inflow-outflow* (Tikno, Sunu. 2002) dan analisa *seepage* guna mengantisipasi tekanan *uplift* di bawah bendung memakai metode Lane, dan analisa pengisian serta pengosongan air pada tampungan bendung baik dalam keadaan tampungan terisi penuh secara mendadak/cepat dan perlahan-lahan. Analisa *seepage* juga dilakukan baik dalam keadaan aliran air dari hulu bendung dalam kondisi normal dan banjir, metode dapat diacu pada pustaka (Pinandito, G & P. Harsanto, 2021) atau (Sihaloho et.al, 2019).

Analisa rembesan atau *seepage* ditujukan guna memperoleh besar debit aliran rembesan dari tampungan air pada hulu bendung ke hilir bendung melalui bawah bendung. Kerawanan akan penurunan kuat dukung tanah dasar bendung dapat timbul akibat aliran rembesan tersebut, biasanya diawali dengan munculnya sembulan pada bagian hilir bendung. Debit aliran rembesan tersebut selanjutnya dapat dialirkan melalui saluran khusus di bawah bendung sehingga kemunculan sembulan air pada sembarang lokasi di hilir bendung dapat diantisipasi. Studi mengenai simulasi numeris dan pemodelan fisik kemunculan sembulan dapat diacu dari pustaka (Sroka et.al, 2014).

Analisis Struktur

Unjuk kerja ketahanan bendung rencana kemudian dikaji dari aspek ancaman bahaya geser (*sliding*), guling (*overturning*), tampang kritis (*critical section*), dan rembesan (*seepage*). Kajian tersebut dilakukan terhadap gaya-gaya kerja pada bendung, terdiri dari: gaya air hidrostatis, gaya air hidrodinamik, gaya berat sendiri bangunan, gaya lumpur, gaya uplift, dan gaya gempa. Semua pengaruh gaya tersebut perlu dikaji dalam keadaan pengaliran normal dan banjir. Dalam hal ini, analisa stabilitas bendung dalam menahan rembesan atau *seepage* penting dilakukan guna mengetahui stabilitas bendung dalam menahan gaya maupun tekanan uplift baik secara utuh pada semua bagian bendung dan bagian tertentu konstruksi di mana dipandang rawan mengalami ancaman kehancuran. Hal demikian berlainan dengan analisa *seepage* pada bagian analisis hidraulika guna mengantisipasi ancaman sufosi. Analisa angka aman dari ancaman geser dan guling dilakukan dengan memperhatikan permukaan tanah (Greco, 1997).

SIMPULAN

Hasil perencanaan dan perancangan Bendung Terpadu dengan penyelenggaraan Program Taman Kehati UNNES telah dapat diwujudkan dengan pilihan konstruksi beton bertulang bertipe Ogee sepanjang 15 m selebar 8 m dan tinggi mercu +4 m. Sebagian dari bangunan dipilih konstruksi pasangan batu kali pada bagian parapet dan saluran pengarah. Biaya konstruksi pembangunan bendung tersebut direncanakan sebesar Rp 4.100.000.000,- dari sumber APBN. Fungsi bendung sebagai sumber irigasi, peredaman banjir, dan cadangan air diprediksikan akan dapat diperankan semua oleh bendung terpadu tersebut.

REKOMENDASI

Sejalan dengan rancangan Bendung Terpadu dengan penyelenggaraan Program Taman Kehati UNNES yang telah terwujud, diharapkan pembangunan bendung tersebut dapat segera dilaksanakan. Beberapa pokok penting sebagai bahan pertimbangan dalam implementasi Bendung Terpadu tersebut a.l.: eksplorasi lebih cermat sekmen hulu sungai guna pemindahan As bendung ke bagian paling hulu dari elevasi +70 m (bendung rencana saat ini) menjadi elevasi kurang lebih +170 m menimbang bahwa keadaan produktivitas optimal dicapai jika mayoritas pemanfaatan air ke seluruh area Taman Kehati UNNES daripada ke desa Sukorejo sehingga lebih banyak kolam dapat dibangun di area Taman Kehati UNNES dan pilihan puncak bendung pada elev +4 m penting dioptimalkan guna mendapatkan struktur bendung paling efisien.

UCAPAN TERIMAKASIH DAN PENGHARGAAN

Pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan tinggi kepada Bapak Pemimpin Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) baik di tingkat Provinsi Jawa Tengah maupun di tingkat pusat Jakarta atas perhatian dan dukungan yang telah disampaikan dalam upaya perwujudan Bendung Terpadu dalam penyelenggaraan Program Taman Kehati UNNES. Perkenankan pula penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan tinggi kepada Bapak Kepala Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana atas bantuan data dan dukungan yang telah disampaikan sehingga perencanaan dan perencanaan Bendung terpadu ini dapat diwujudkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay, 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press,
- Bowles, J.E. 1992. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. ed. 1, Cet ke-4, Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. 1995. *Principles of Geotechnical Engineering*, 3rd Ed. Boston: PWS Publishing Company.
- Das, B. M. 1997. *Principles of Foundation Engineering*, 3rd Ed. Boston: PWS Publishing Company.
- Greco, V. R. 1997. “Stability Of Retaining Walls Against Overturning”. *J. of Geotechnical and Geoenvironmental Eng.* 123(8), 778-780.
- Kodoatie, Robert J., 2002. *Banjir: Beberapa Penyebab Metode dan Pengendaliannya*. Yogyakarta: Penerbit Pelajar.
- Limantara, Lily Montarich. 2010. *Hidrologi Praktis*. Bandung: Lubuk Agung.
- Perencanaan Bangunan Utama (Bendung) Modul-08*. 2016. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi BPSDM Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Pinandito, Gentur dan Puji Harsanto. 2021. “Analisis Stabilitas Bendung Kamijoro”. *Bulletin of Civil Eng.* 1(1), 33-42.
- Sihaloho, B. M., Edy Hermanto, dan Nurmaidah. 2019. “The Analysis of Stability of Gated Weir on The Construction Project of Weir at The Sei Padang D.I. Bajayu, Nort Sumatera”. *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)* 3(1), 49-61.
- Sroka, Z., Zbigniew Walczak, dan Bogdan Wosiewicz. 2014. “Description and application of a model of seepage under a weir including mechanical clogging” *Journal of Water and Land Development* 21, 3-9.
- Tikno, Sunu. 2002. “Penerapan Metode Penelusuran Banjir (Flood Routing) untuk Program Pengendalian dan Sistem Peringatan Dini Banjir Kasus: Sungai Ciliwung”. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 3(1), 53-61.
- Tim Penulis Kementerian LHK. 2020. *Peraturan Direktur Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem; Petunjuk Teknis Penyusunan Desain Dasar (Desain Vegetasi dan Desain Infrastruktur) Taman Keaenakragaman Hayati*. Direktur Bina Pengelolaan Ekosistem Esensial Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Triatmojo. B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.