

REVITALISASI EMBUNG LOKU JANGI DAN ALTERNATIF SUMBER AIR BAKU KOTA WAIBAKUL, KABUPATEN SUMBA TENGAH, NTT

REVITALIZATION OF THE LOKU JANGI RESERVOIR AND RAW WATER SOURCE ALTERNATIVE AT WAIBAKUL, CENTRAL SUMBA, NTT

Wawan Herawan¹⁾, Deny Ramdhany²⁾, Maria Asunta Hana P³⁾

^{1,2,3)}Puslitbang Sumber Daya Air
Jalan Ir.H. Juanda 193 Bandung 40135
w2.herawan@gmail.com

Diterima: 1 Oktober 2013; Disetujui: 28 November 2013

ABSTRAK

Embung Loku Jangi di Kabupaten Sumba Tengah selesai dibangun tahun 1997 hanya berfungsi beberapa tahun karena terjadi kebocoran dengan ditemukannya beberapa luweng di dasar reservoir. Setelah selesai direhabilitasi tahun 2009 juga hanya berfungsi beberapa tahun. Saat ini air tidak bertahan lama dalam reservoir tetapi air dapat bertahan pada level dead storage memberi indikasi adanya kebocoran pada tampungan volume efektif. Terbentuknya luweng pada dasar reservoir dan ditemukannya luweng pada daerah aliran sungai menandakan bahwa embung Loku Jangi dibangun di atas batugamping dengan bentang alam karst. Batugamping pada bentang alam karst mudah larut membentuk alur ~~tersebut~~ rembesan yang kemudian membentuk sistem sungai bawah tanah. Analisis kasar potensi air dari DAS Loku Jangi cukup menyediakan air selama 6-7 bulan yang jika dengan pengaturan operasi pintu air, dirasa cukup untuk mengairi sekali musim tanam padi dan semusim tanam palawija. Dari potensi airnya embung Loku Jangi masih sangat layak untuk direvitalisasi. Lapisan kedap dasar reservoir harusnya menghalangi kontak air dengan batugamping, direkomendasikan penggunaan geosintetik, yang menutup seluruh permukaan dasar reservoir. Geomembran yang digunakan harus tahan gaya tarik dan gaya regang, tahan tusukan dan tahan lama. Sumber air sekitar embung yaitu luweng Waipagaji dan Sungai Pamalar tidak bisa jadi suplesi embung Loku Jangi, tetapi untuk penyediaan air baku yang terpisah dari sistem embung Loku Jangi.

Kata kunci: luweng, bentang alam karst, volume efektif, dead storage, geosintetik

ABSTRACT

The Loku Jangi reservoir in Central Sumba which was completed in 1997 only served a few years due to the discovery of leaks indicated by some sinkholes at the bottom of the reservoir. After rehabilitation in 2009, it also function only a few years. Currently, the water which does not retain long in the reservoir and persistence of at dead storage level indicates a leakage in the effective volume storage. The formation of sinkhole at the reservoir bottom and the discovery of sinkholes in the catchment area indicates that the Loku Jangi reservoir was built on limestone with karst landscape. The limestone in karst landscape is easy to dissolve forming a channel which may turn into an underground river system. The analysis on the water potential of Loku Jangi catchment area shows that enough water can be provided for 6-7 months if the regulation of floodgate is considered adequate to irrigate once in the rice and 'palawija' planting season. Related to its water potential, Loku Jangi is still very feasible to be revitalized. The impermeable layer of reservoir bottom should prevent the contact with limestone. It is recommended to use a geosintetik to cover the entire surface of the reservoir bottom which should be durable, and resistant to tensile strength, tensile force, and puncture. Water sources near the reservoir namely at Waipagaji sinkhole and Pamalar River can not supply the Loku Jangi reservoir, but to provide raw water separated from the reservoir system at Loku Jangi.

Keywords: Sinkhole, karst landscape, effective volume, dead storage, geosynthetic

PENDAHULUAN

Lokasi Embung Loku Jangi terletak di Desa Umbupabal, Kecamatan Katikutana, Kabupaten Sumba Tengah. Provinsi Nusa Tenggara Timur. Embung Loku Jangi direncanakan memiliki tampungan efektif sebesar 550.000 m³. Embung Loku Jangi direncanakan dapat mengairi lahan irigasi seluruh potensi lahan seluas 1000 ha di Kecamatan Katikutana. Setelah selesai dibangun tahun 1997, luas lahan irigasi efektif yang dapat diairi adalah 230 ha, dan hanya berfungsi sebentar.

Setelah beberapa tahun beroperasi, embung tidak dapat berfungsi secara maksimal. Tampungan efektif 550.000 m³ tidak dapat bertahan lama hingga ke musim kemarau. Penyebabnya adalah ditemukan banyak bocoran berupa lubang yang terletak di dasar dan di dinding reservoir. Pada tahun 2005 dilakukan perencanaan rehabilitasi embung. Pelaksanaan pekerjaan rehabilitasi dapat diselesaikan pada bulan Maret 2009.

Setelah rehabilitasi diharapkan luas layanan irigasi meningkat menjadi 403 ha, namun sejak tahun 2010 hingga saat ini tampungan embung belum bisa berfungsi. Jika embung Loku Jangi ini dapat diperbaiki kerusakannya, maka paling tidak sawah irigasi yang 230 ha dapat dipertahankan atau dapat meningkat menjadi 403 ha. Untuk perbaikan di masa mendatang, perlu dipahami mengapa terjadi kebocoran seperti di embung Loku Jangi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab kebocoran yang terjadi di embung Loku Jangi, dan mencari berbagai kemungkinan yang dapat dilakukan agar embung dapat berfungsi secara optimal.

KAJIAN PUSTAKA

1 Geografis Kabupaten Sumba Tengah

Kabupaten Sumba Tengah merupakan pemekaran dari Kabupaten Sumba Barat, yang dibentuk berdasarkan UU no. 3 tahun 2007 dan diresmikan oleh pejabat Mendagri pada 22 Mei 2007. Kabupaten Sumba Tengah merupakan salah satu dari 21 Kabupaten yang ada di dalam wilayah Propinsi Nusa Tenggara Timur dengan ibu kota kabupaten yaitu Waibakul. Kabupaten ini terdiri dari 5 (lima) kecamatan yaitu Kecamatan Katikutana dengan ibukota Waibakul, Kecamatan Katikutana Selatan dengan ibu kota Katikutana, Kecamatan Umbu Ratu Nggay dengan ibu kota Lendi Wacu, Kecamatan Umbu Ratu Nggay Barat dengan ibu kota Rita dan Kecamatan Mamboro dengan ibu kota Mananga. Secara astronomis Kabupaten Sumba Tengah membentang antara

119°24'56,26"-120°50'55,29 BT dan 9°20'38,31"-9°50'38,86" LS. Luas wilayah Kabupaten Sumba Tengah sekitar 1.878,77 km².

Kota Waibakul berada pada jalur Jalan Negara yang menghubungkan kota Waingapu di Sumba Timur, kota Waibakul di Sumba Tengah, Waikabubak di Sumba Barat dan Waitabula di Sumba Barat Daya. Embung Loku Djangi terdapat kira-kira di bagian tengah dari wilayah Kabupaten Sumba Tengah, yaitu di Kecamatan Katikutana.

2 Geologi

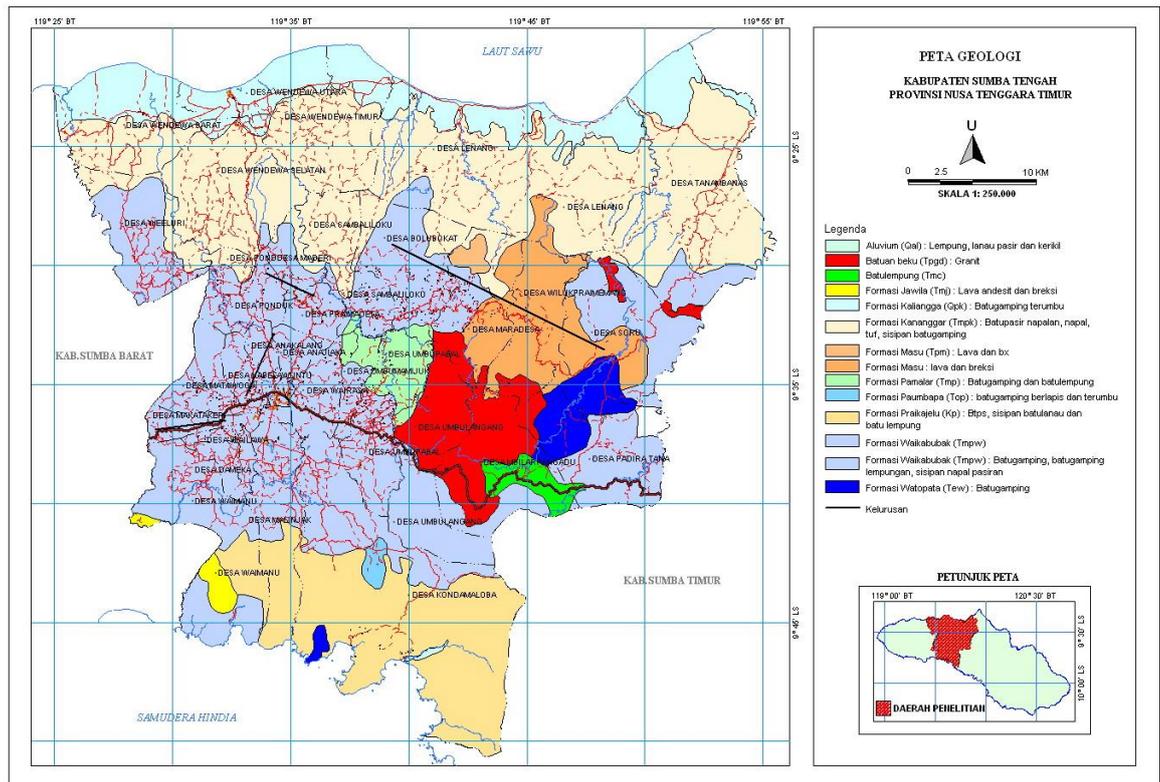
Peta Geologi Kabupaten Sumba Tengah dalam Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI (2009) yang disajikan pada Gambar 1, didominasi oleh batuan karbonat berupa batu gamping terumbu, batu gamping berlapis dan napal. Sebagian kecil berupa batuan vulkanik (batuan beku, lava, tufa dll) dengan penyebaran terbatas.

Menurut A.C. Effendi dan T. Apandi, 1993 dalam Peta Geologi Lembar Waikabubak dan Waingapu, Nusatenggara skala 1 : 250.000 susunan batuan yang tersingkap di Kabupaten Sumba Tengah adalah sebagai berikut:

- a Aluvial (Qai), terdiri dari lanau pasiran, kerikil, kerakal, bongkah yang ditemukan di sungai dan dataran pantai.
- b Formasi Kaliangga (Qpk), terdiri dari terumbu koral dan ditemukan sebagai teras pantai.
- c Formasi Kananggar (TmPk), terdiri dari batu pasir, batu pasir tufaan, lanau tufaan, tufa dan lanau yang terselip dalam lapisan batu gamping.
- d Formasi Waikabubak (TmPw), terdiri dari batu gamping, batu gamping lempungan, lanau tufaan dan tufa.
- e Formasi Pamalar (TmP), terdiri dari batu gamping dan batu lempung sebagai dasar formasi.
- f Formasi Paumbapa (Top), terdiri dari batu gamping berlapis dan terumbu koral.
- g Formasi Watopata (Tew), hampir keseluruhan dibangun oleh batu gamping.
- h Formasi Tanadaro (Tmc), batu gamping.
- i Formasi Masu (Tpm), terdiri dari lava, breksi dan tufa.
- j Batuan intrusi (Tpgd), terdiri dari granit, grano-diorit dan diorite.

3 Bentang alam Karst

Karst adalah suatu bentuk bentang alam permukaan bumi yang spesifik, pada umumnya merupakan batuan karbonat di antaranya batugamping, yang mempunyai banyak bukit, berbentuk kerucut, luweng, gua, alur larut, sungai bawah tanah dan dolina (lekukan tertutup di



Gambar 1 Peta Geologi Kabupaten Sumba Tengah (Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, 2009)

permukaan akibat proses pelarutan dan peruntukan yang memiliki ukuran bervariasi dengan kedalaman antara dua sampai dengan seratus meter dan diameter antara sepuluh sampai dengan seribu meter) akibat proses pelarutan yang tinggi dan berkembangnya porositas sekunder dari batuan melalui proses-proses kimia dan hidrologi (Ford dan William, 1989 dalam Eko Haryono, 2013). Karst sudah menjadi istilah yang umum untuk menggambarkan bentang alam yang terbentuk oleh proses pelarutan. Dalam Kepmen ESDM no 17 tahun 2012, Karst adalah bentang alam yang terbentuk akibat pelarutan air pada batugamping dan atau dolomite.

Penciri bentang alam Karst menurut Eko Haryono (2013) adalah sebagai berikut:

- Ciri bawah permukaan dengan terdapatnya sistem drainase bawah tanah /sungai bawah tanah dan terdapatnya gua;
- Ciri permukaan dengan terdapatnya cekungan tertutup;
- Ciri lain dengan terdapatnya bukit kerucut atau menara.

Proses terjadinya bentang alam karst atau disebut sebagai karstifikasi didominasi oleh proses pelarutan batugamping oleh air yang mengandung CO₂. Adanya CO₂ dalam air membentuk H₂CO₃ yang tidak stabil dan mudah terurai menjadi ion H⁺ dan

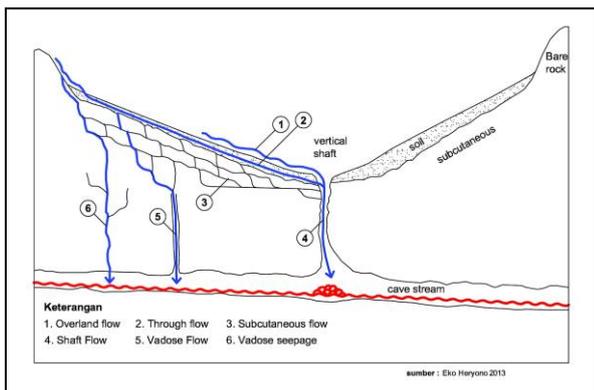
HCO₃²⁻. Ion H⁺ inilah yang menguraikan CaCO₃ menjadi Ca²⁺ dan HCO₃²⁻, mengikuti reaksi sebagai berikut:



Faktor yang menjadi pengontrol dan pendorong yang mempengaruhi proses karstifikasi adalah:

- batuan mudah larut, kompak, tebal dan mempunyai banyak rekahan;
- curah hujan yang cukup (>250 mm/tahun);
- batuan terekspos di ketinggian yang memungkinkan perkembangan sirkulasi air/drainase secara vertikal;
- temperatur;
- penutupan hutan.

Sebagai akibat dari adanya proses pelarutan terutama pada rekahan, akan terbentuk sungai bawah tanah, saluran-saluran bawah tanah, gua atau luweng (*sinkhole*). Adanya luweng mengakibatkan terbentuknya cekungan-cekungan tertutup di permukaan lahan. Aliran permukaan yang terjadi di lereng dan mengalir ke cekungan tertutup tersebut akan mengalir hilang dan masuk ke sistem sungai bawah tanah melalui luweng. Aliran air dari permukaan lahan menuju sungai bawah tanah melalui luweng secara skema dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema aliran air permukaan menjadi airtanah pada luweng di bentang alam karst (Eko Haryono, 2013)

Di Indonesia batuan yang membentuk bentang alam karst adalah batugamping. Walau demikian tidak semua batugamping dapat membentuk bentang alam karst. Sebaran bentang alam karst di Indonesia saat ini belum ditetapkan oleh Kementerian ESDM. Kepmen ESDM no 17 tahun 2012 tentang Penetapan Kawasan Bentang Alam Karst sebagaimana tercantum pada BAB IV lebih pada bagaimana tata cara penetapan kawasan bentang alam karst. Berikut ini pada Tabel 1 adalah sebaran batugamping yang terdapat di Indonesia

Tabel 1 Lokasi Sebaran Batugamping

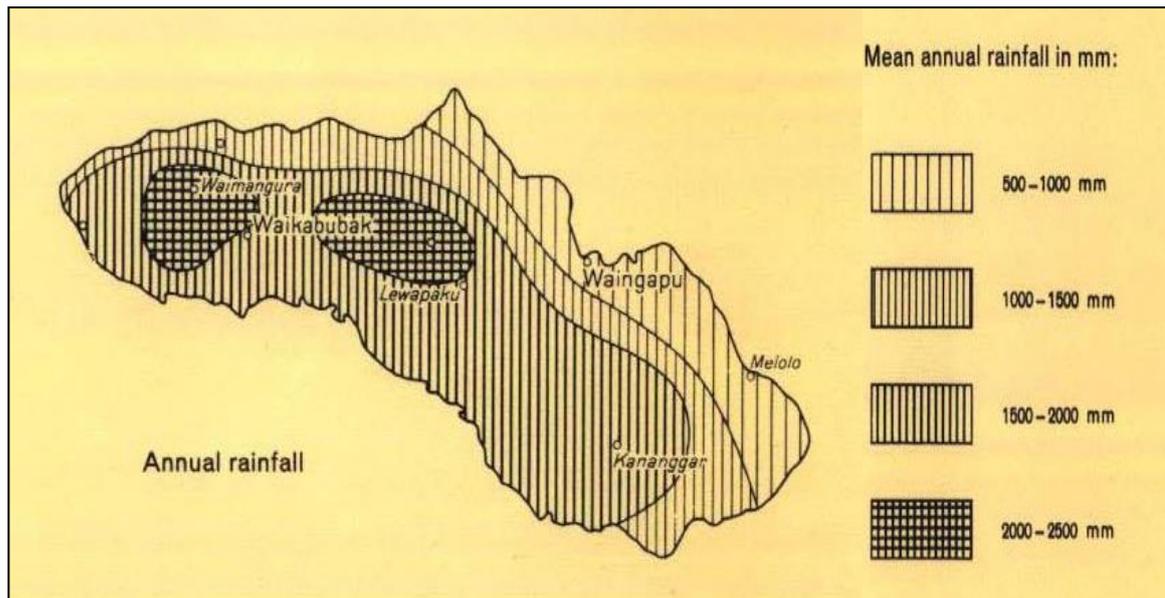
Propinsi	Lokasi
NAD	beberapa kabupaten di NAD; P. Simeuleu; P. Bangkuru
Sumut	Kabupaten Karo; antara Padang sidempuan–Panyabungan; P. Nias; P. Tanahbala
Sumbar	Kabupaten Pasaman; Kabupaten Solok; sekitar Danau Singkarak; Kabupaten Sawahlunto; Pulau Pagai
Jambi	Kabupaten Merangin
Bengkulu	Pulau Enggano
Banten	Bayah
Jabar	Jampang Kulon; Tasik Selatan; sebagian Kabupaten Pangandaran
Jateng	Pegunungan Kendeng Utara dari Blora-Pati-Rembang; Kebumen selatan; Kulonprogo; Kabupaten Gunungkidul; Wonogiri selatan;
Jatim	Tuban, Pacitan bagian barat, bagian selatan Trenggalek hingga Malang; Madura dan Blambangan
Bali	Nusa Penida dan sekitar Gilimanuk
NTB	Lombok timur di Keruak bagian selatan; Sumbawa Besar sekitar Pulau Moyo; sebagian Kabupaten Bima

NTT	Sebagian besar Pulau Sumba; Flores bagian barat; sebagian besar Pulau Timor; sebagian dari Pulau Solor hingga Alor
Kalimantan Tengah	Di Kabupaten Barito Selatan; memanjang dari Kabupaten Tanah Laut hingga Kabupaten Tanah Baru
Kalimantan Selatan	Kabupaten Tabalong; Kabupaten Banjar; Kabupaten Hulu Sungai Tengah; Kabupaten Balangan; Kabupaten Tanah Laut-Kabupaten Tanah Bumbu-Kabupaten Kota Baru
Kalimantan Timur	Kabupaten Pasir; Kabupaten Kutai Timur; Kabupaten Berau; Kabupaten Kutai Barat
Sulawesi Tengah	Kabupaten Banggai; Kabupaten Kepulauan Banggai; sekitar Poso; Kabupaten Morowali
Sulawesi Tenggara	Kabupaten Muna (Kepulauan Buton); Kabupaten Kolaka Utara; Kabupaten Kolaka; Kabupaten Konawe Selatan; Kabupaten Bombana; Kabupaten Konawe; Kabupaten Buton dan Kabupaten Bau-Bau
Sulawesi Selatan	Kabupaten Enrekang; Kabupaten Tanatoraja; Kabupaten Luwu Timur; Kabupaten Bone; Kabupaten Pangkajene; Kabupaten Maros; Kabupaten Bulukumba; Kabupaten Selayar
Maluku	Kepulauan Tanimbar; Kepulauan Aru; Kepulauan Kai; Pulau Kisar-Leti-Wetar
Maluku Utara	Sebagian Halmahera
Papua Barat	Raja Ampat; Kabupaten Sorong hingga Kabupaten Kaimana; Kabupaten Fak-Fak
Papua	Kabupaten Biak; Kabupaten Numfor; Kabupaten Supiori; Pegunungan Jayawijaya dan sekitar Jayapura

Sumber: Badan Geologi ESDM (2013)

4 Curah Hujan

Sebagai gambaran umum, pada Gambar 3 disajikan peta isohyets yang menunjukkan curah hujan rata-rata tahunan di Pulau Sumba. Secara keseluruhan Pulau Sumba memiliki hujan tahunan antara 500 mm s/d 2500 mm. Secara umum di bagian barat Pulau Sumba memiliki curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan bagian Timur. Hujan tahunan tertinggi antara 2000-2500 mm terdapat di tengah bagian barat Pulau Sumbe. Hujan tahunan terrendah antara 500-1000 mm



Gambar 3 Peta Isohyet hujan tahunan rata-rata Pulau Sumba(Meiser, P, 1965)

terdapat di sisi utara bagian timur Pulau Sumba. Di Kabupaten Sumba Tengah hujan tahunan berkisar antara 1000 – 2500 mm.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei lapangan secara langsung ke lokasi serta ditunjang oleh data sekunder. Survey dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual embung dan mengetahui penyebab kebocoran.

Secara umum survei lapangan ini untuk mengetahui antara lain sifat karst dari batugamping pada formasi Pamalar di lokasi embung. Dalam survey ini akan dicari penciri bentang alam karst baik pada reservoir maupun daerah tangkapan hujan.

Secara khusus adalah untuk mengetahui kondisi embung Loku Jangi yang dibangun di atas batugamping formasi Pamalar, juga untuk mengetahui kemungkinan memanfaatkan sumber air lain untuk suplesi embung Loku Jangi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei lapangan dilakukan pada embung Loku Jangi dan sumber air lain yang diharapkan dapat menjadi suplesi. Berikut ini hasil yang dapat diperoleh baik melalui data primer maupun data sekunder.

1 Kondisi aktual Embung Loku Jangi

Embung Loku Jangi dibangun pada tahun 1995 dan hanya beberapa tahun berfungsi karena ditemukan beberapa kebocoran. Bocor yang terjadi berupa luweng atau liang yang terdapat pada dasar

dan dinding pinggir reservoir. Contoh lubang seperti terlihat pada Gambar 4 berikut ini. Untuk mengatasi kebocoran ini pada tahun 2005 dibuat perencanaan untuk rehabilitasi embung.

Rehabilitasi embung dilakukan antara tahun 2007 hingga tahun 2009 yang mengutamakan penutupan luweng dan melapisi (*blanket*) dasar dan dinding reservoir. Berikut ini dalam Gambar 6 Lay Out Embung Loku Jangi dalam perencanaan rehabilitasi (2005). Ditunjang data dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Nusa Tenggara II, embung ini memiliki luas DAS = 10,2 km².



Gambar 4 Luweng yang ditemukan di dasar reservoir setelah tahun 1997 (BWS NT II, 2013)

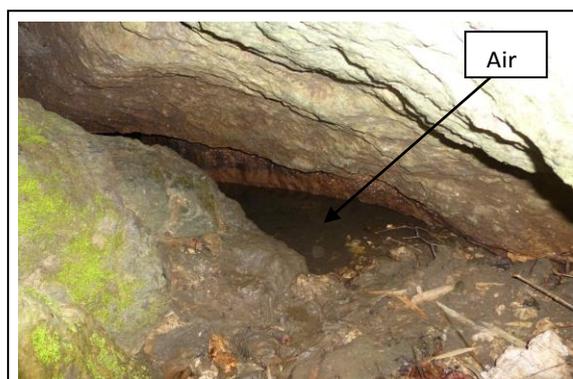
Volume tampungan minimal (dead storage) sebesar 132.000 m³ pada elevasi 240 m dpl. Volume normal sebesar 538.000 m³ pada elevasi 244,3 m dpl. Volume efektif embung adalah sebesar 406.000 m³.

Kondisi aktual Embung Loku Jangi diperoleh pada saat survey tanggal 7 Oktober 2013. Posisi muka air berada jauh di bawah elevasi intake. Dengan kondisi muka air demikian dasar reservoir sebagian besar tersingkap dengan jelas. Hasil pengamatan lapangan dasar reservoir diperoleh beberapa hal berikut:

- a Bahan pelapisan dasar reservoir pada saat pembangunan menggunakan lapisan lempung (*clay*). Lempung yang digunakan nampaknya berasal dari galian pada bukit-bukit setempat. Pengamatan di lapangan diperoleh bahwa bahan pelapis ini berupa lempung pasir. Lempung ini memiliki sifat kembang kerut (*swelling*) cukup tinggi dengan menampakkan retakan-retakan pada keadaan kering akibat pengkerutan.
- b Kondisi pelapisan lempung pada dasar reservoir memiliki ketebalan yang tidak sama. Pada beberapa bagian memiliki ketebalan >0.5 m, yang diketahui dengan menggali sampai sekitar 0.5 m ke bawahnya masih lapisan lempung. Pada beberapa bagian pelapisan ini memiliki ketebalan yang sangat tipis, bahkan pada alur sungai Loku Jangi dasar batuan gamping tersingkap dari lapisan lempung.
- c Lubang kebocoran pada saat survei tidak berhasil ditemukan liang atau luweng di dasar reservoir. Menurut penduduk setempat terdapat pusaran air ketika air tinggi yang diduga sebagai lokasi luweng. Kemungkinan lubang yang ada untuk sementara tertutup lempung dan baru terbuka saat air tinggi.
- d Pada puncak tubuh Embung Loku Jangi terlihat ada gejala deformasi karena ada retak memanjang di lapisan aspal yang menutupi puncak embung. Di bagian hulu dan hilir tubuh embung terdapat banyak semak belukar dan pohon yang dapat mengganggu ketika dilakukan inspeksi.
- e Daerah tangkapan hujan di bagian hulu embung Loku Jangi juga merupakan daerah aliran sungai Loku Jangi. Batuan penyusun daerah tangkapan hujan umumnya terdiri dari batugamping. Di daerah tangkapan hujan ini ditemukan dua buah mata air dan dua buah luweng. Mata air tersebut adalah Waiwuaru dan Waimapuha yang pada musim kering di bulan Oktober ini masih mengalirkan air walau debit kecil $Q < 0,5 \text{ l/s}$.

Di antara Waiwuaru dan Waimapuha terdapat luweng Waipajielo yang menjadi lubang aliran air menghilang ke dalam system sungai bawah tanah. Di bagian hulu lebih di atas dari kedua mata air tersebut terdapat luweng Waipagaji. Dalam luweng pada jarak sekitar 0,5 m

dari mulut luweng terdapat air. Dari penampakan alur aliran permukaan menunjukkan luweng ini menjadi tempat keluaran air ketika musim hujan. Menurut penduduk setempat luweng ini menjadi tempat pengambilan air di musim kemarau, dan di dalamnya terdapat aliran air. Pada saat kunjungan, air terdapat pada jarak sekitar 0.5 m dari mulut luweng seperti terlihat di Gambar 5. Pada musim hujan air meluap ke luar dari dalam luweng.



Gambar 5 Kondisi luweng Wai Pagaji pada saat pengamatan lapangan

2 Potensi Air Embung Loku Jangi

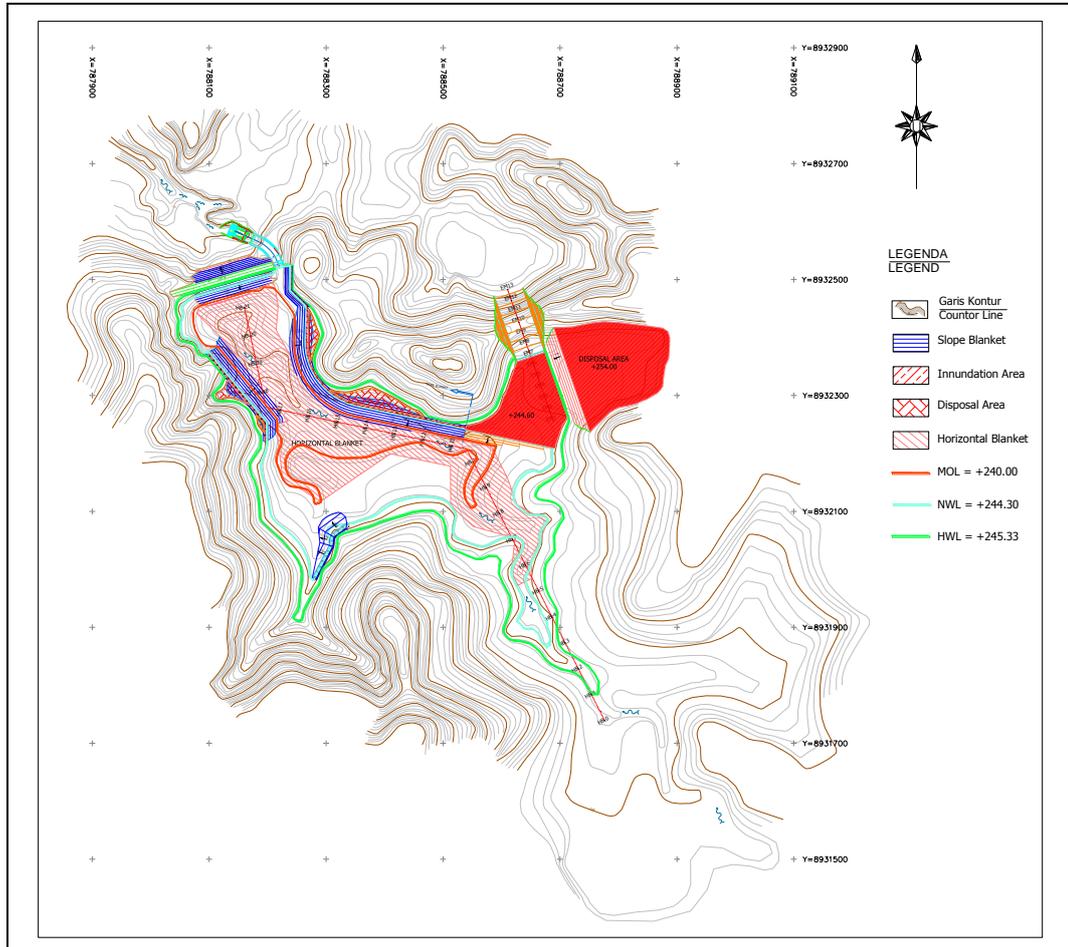
Data hujan sekitar Embung Loku Jangi diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Sumba Tengah untuk pos Waimongu. Hujan tahunan berdasarkan hujan rata-rata antara tahun 2000 - 2012 adalah sebesar 2.210 mm. Di daerah Sumba Tengah tidak diperoleh data iklim, sehingga nilai evapotranspirasi potensial (ET) dari lokasi lain di NTT. Pengambilan data ET dari lokasi lain dengan asumsi kondisi iklim yang identik dengan lokasi Embung Loku Jangi. Pola hujan dan ET disajikan pada Gambar 7.

Pemisahan bulan basah dan bulan kering Oldeman dkk (1979 dalam Markus Anda, 1989) mengkaitkannya dengan kebutuhan air tanaman padi tadah hujan dan tanaman lahan kering. Disebut bulan basah jika curah hujan lebih dari 200 mm/bulan dan bulan kering jika kurang 100 mm/bulan. Berdasarkan data hujan dari Gambar 7 maka bulan basah terjadi selama 5 bulan mulai bulan Desember hingga bulan April. Bulan kering selama 5 bulan terjadi pada bulan Mei hingga bulan September. Dalam hubungannya dengan nilai evapotranspirasi potensial, surplus air hujan terjadi mulai bulan Nopember hingga April.

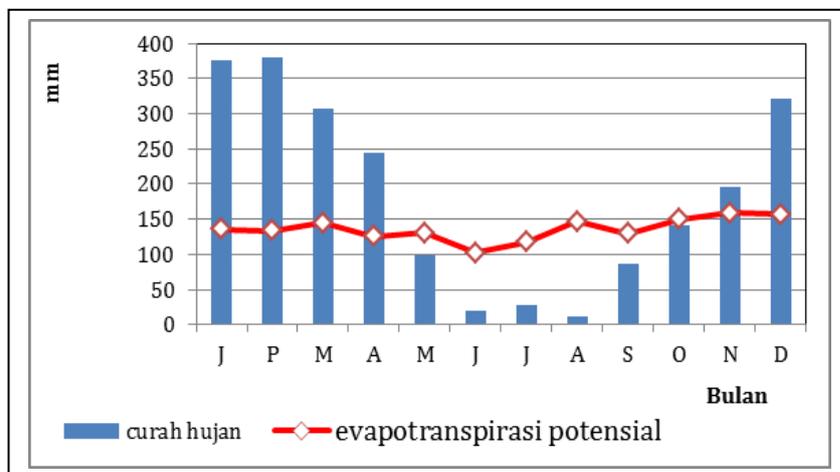
Pola hujan yang terjadi sebagaimana disajikan pada Gambar 7, musim hujan terjadi antara bulan Oktober hingga bulan April. dengan hujan bulanan antara 100-400 mm. Walau demikian pada saat survey dilaksanakan pada tanggal 5 - 10 Oktober 2013, hujan belum turun di kawasan Sumba Tengah.

Perhitungan analisis potensi air yang masuk dan ke luar dari embung dengan asumsi kehilangan air dari tangkapan hujan hanya karena evapotranspirasi. Jika nilai evapotranspirasi lebih besar dari hujan maka tidak diperhitungkan sebagai masukan embung. Menurut pengamatan masyarakat setempat, petani pada daerah layanan

embung mengairi sawahnya secara terus menerus selama embung berisi air, dan pintu air tidak pernah ditutup. Asumsi lainnya adalah volume maksimal embung hanya berkurang jika pasok lebih besar dari volume hujan. Kebutuhan air irigasi sawah adalah 1 l/s/ha atau 403 l/s untuk mengairi seluruh daerah layanan irigasi.



Gambar 6 Lay Out Embung Loku Jangi



Gambar 7 Pola hujan dan evapotranspirasi Sumba Tengah

Berikut ini pada Tabel 2 perhitungan kasar tentang potensi air pada DAS Embung Loku Jangi. Berdasarkan perhitungan kasar pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa surplus hujan dimulai pada Bulan Nopember. Pada bulan Nopember ini sebagian volume hujan digunakan untuk mengisi tampungan *dead storage* yang mungkin habis selama musim kemarau. Sisa pengisian tampungan dapat digunakan sebagai pasok untuk pengolahan lahan. Pada bulan Desember hingga bulan Maret, volume hujan yang masuk melebihi volume tampungan embung dan kebutuhan untuk irigasi 403 ha. Air yang melimpah bulan Januari-Februari bahkan lebih besar dari kebutuhan irigasi. Kondisi air melimpah dari spillway waduk terbukti terjadi setelah embung diperbaiki pada tahun 2009 (Gambar 8).

Seandainya tidak ada kebocoran, dari Tabel 1 keberadaan air dalam embung Loku Jangi selama 5 bulan dari Desember hingga April. Air yang melimpah dari embung sebenarnya juga dapat digunakan untuk mengairi sawah yang lebih luas dari sekedar 403 ha. Selanjutnya perlu ada pengaturan pengoperasian embung agar pintu air tidak dibuka terus-menerus sebagaimana kebiasaan di masa lalu. Ditinjau dari potensi air yang ada seperti perhitungan di atas, embung Loku Jangi sangat bermanfaat bagi irigasi sawah daerah layanannya. Dengan ketersediaan air yang masuk ke embung selama 5 bulan diharapkan cukup untuk satu musim tanam padi dan satu musim tanam palawija.

3 Analisis lokasi kebocoran embung Loku Jangi

Dari luweng Waipagaji dapat diduga terdapatnya sistem sungai bawah tanah di bawah embung Loku Jangi. Kebocoran yang terjadi pada dasar reservoir diduga dipengaruhi juga oleh sungai bawah tanah ini. Walaupun keberadaan sungai bawah tanah dan keberadaan aliran air masih perlu penelitian di masa mendatang. Walaupun pada saat survei tidak ditemukan, tetapi luweng di dasar reservoir pernah terbentuk.

Setelah pekerjaan rehabilitasi selesai dilakukan tahun 2007, air di Embung Loku Jangi melebihi daya tampung embung dan melimpah melalui saluran pelimpah dan pelimpah tambahan seperti pada Gambar 8. Keadaan Embung Loku Jangi seperti terlihat di Gambar 8 tidak bertahan lama, karena terjadi lagi kebocoran pada tempat yang belum diketahui. Seperti yang disajikan pada Gambar 9, kebocoran bisa terjadi pada rekahan batu gamping disebabkan oleh rembesan yang lama kelamaan membentuk lubang saluran terbuka.



Gambar 8 Air melimpah dari spillway setelah rehabilitasi embung tahun 2009

Berdasarkan hasil kunjungan lapangan pada awal Oktober 2013, muka air Embung Loku Jangi berada pada tampungan *dead storage* lebih dari 100 cm di bawah elevasi *intake*. Namun berdasarkan informasi yang ada pada 3 bulan sebelum peninjauan lapangan, muka air masih berada pada level *intake*. Jadi dari informasi tersebut dapat dikatakan selama 3 bulan telah terjadi penurunan muka air lebih dari 1m, hal ini dapat disebabkan oleh kebocoran.

Berkurangnya air yang dapat tertampung pada reservoir dapat dipastikan disebabkan adanya bocoran, dan bukan karena berkurangnya hujan. Kebocoran akibat terbentuknya luweng dapat terjadi di bagian mana saja dalam reservoir, terutama ketika air dapat merembes dan mencapai batugamping. Kontaknya air pada batugamping akan berlangsung proses pelarutan CaCO_3 dan membentuk lubang-lubang yang saling bersambung yang akhirnya terhubung dengan sistem sungai bawah tanah.

Pada saat survei tanggal 7 September 2013 tidak ditemukan luweng-luweng yang menjadi sumber kebocoran. Lapisan kedap atau timbunan yang digunakan pada dasar genangan Embung Loku Jangi adalah lempung hasil galian setempat. Pada lapisan lempung tersebut terdapat sisipan-sisipan tipis pasir halus sehingga lapisan lempung tersebut tidak menjamin air untuk tidak mencapai batuan dasar berupa batu gamping, bahkan pada beberapa tempat terdapat batugamping yang tersingkap.

Rembesan air yang menembus lapisan lempung dan mencapai batugamping lama kelamaan akan membentuk alur larut dan lubang saluran terbuka. Contoh rembesan pada rekahan batu gamping terdapat di tempat lain seperti pada Gambar 9, dan kemungkinan dapat saja terjadi pada dasar tampungan Embung Loku Jangi.



Gambar 9 Rembesan di Rekahan Batu Gamping

Tidak ditemukannya luweng bukan berarti tidak ada kebocoran, karena kondisi saat ini volume air yang masuk ke dalam embung tidak dapat bertahan lama. Lubang-lubang kebocoran belum bisa diidentifikasi, tetapi potensi untuk terbentuknya lubang tetap ada, apalagi terdapat batugamping yang tersingkap serta pelapisan lempung berpasir di dasar reservoir. Adanya air pada tampungan dead storage member indikasi bahwa kebocoran terletak pada elevasi antara 240-244.30 m dpl.

4 Penanggulangan kebocoran embung

Lapisan lempung yang digunakan untuk pelapisan dasar reservoir ternyata kurang memberi perlindungan sebagai lapisan kedap. Gangguan lain yang mungkin ditimbulkan oleh adanya semak belukar adalah dapat mengganggu stabilitas tubuh embung dan system perakaran yang dapat membuat retakan dan menjadi pemicu kebocoran.

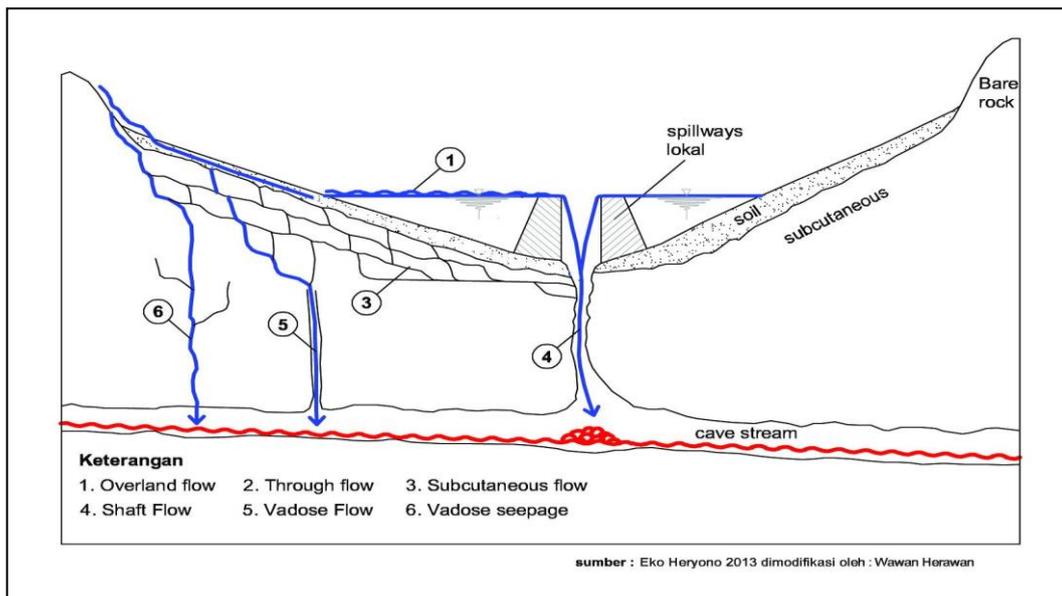
Upaya revitalisasi embung Loku Jangi atau embung-embung lain di kawasan bentang alam karst atau pada lokasi sebaran batugamping sebagaimana Tabel 1 dilakukan untuk menghindari kebocoran air melalui luweng. Alternatif upaya yang dapat dilakukan adalah dengan cara:

- a Membuat spillway lokal pada luweng yang ditemukan,
- b Menutup seluruh penampang dasar embung dengan lapisan sintetis kedap air seperti geomembran atau sejenisnya.

Cara pertama dengan spillway lokal hanya bisa dilakukan jika luweng sudah dapat diidentifikasi dengan jelas posisinya di dasar embung. Secara skema pembuatan spillway lokal dapat dilihat pada Gambar 10 dengan meninggikan lubang aliran di atas luweng hingga setinggi muka air tertinggi yang diinginkan. Pembuatan spillway ini dibuat secara terus menerus selama masa pemeliharaan sepanjang luweng-luweng baru ditemukan. Suatu luweng mungkin baru ditemukan sebagai posisi pusaran air yang terbentuk ketika muka air mencapai level tertentu, dan ada kemungkinan pada saat muka air rendah luweng tersebut tertutup lempung.

Cara ke dua adalah penggunaan bahan sintetis kedap air untuk menutup seluruh penampang embung. Sebagai hasil dari perkembangan teknologi saat ini telah tersedia bahan sintetik untuk pelapisan ini, yaitu geosintetik (*geosynthetic*).

Terdapat dua jenis geosintetik yang memiliki sifat kedap air atau lebih tepatnya memiliki permeabilitas yang sangat rendah yaitu Geomembrane dan Geosynthetic Clay Liner (GCL).



Gambar 10 Skema spillway lokal di lokasi luweng pada embung atau bendungan (modifikasi dari Gambar 2)

Geomembrane adalah material plastik yang terbuat dari HDPE (High Density Polyethylene) yang kedap air, berbentuk lembaran dengan berbagai jenis ketebalan 0.5 mm s/d 2.5 mm sedangkan GCL terbuat dari struktur komposit perpaduan antara non woven geotextile dan bahan sodium bentonite. Sodium bentonite dibungkus diantara non woven geotextile, sehingga terbentuk satu kesatuan dan GCL akan bekerja menjadi kedap air jika berhubungan langsung dengan air karena sodium bentonite akan mengembang menjadi lapisan kedap dan permeabilitasnya akan mengecil.

Adapun persyaratan geosintetik yang dibutuhkan untuk revitalisasi embung Loku Jangi antara lain:

- a Elastis agar bisa mengikuti lekukan permukaan dasar reservoir dan tidak patah atau sobek pada lipatan
- b Tahan regangan atau tarikan seandainya bahan tersebut harus ditempatkan di atas luweng yang mungkin suatu saat terbuka.
- c Tahan tekanan, selain tahan terhadap tekanan air yang dari dasar reservoir mencapai tinggi maksimum 5,33 m (Gambar 5), juga tahan terhadap injakan kaki sapi atau kerbau.
- d Tahan tusukan, seandainya bahan ini dibentang pada batugamping yang tajam
- e Tahan terhadap sinar matahari seandainya penutup di atasnya tersingkap.
- f Kedap air
- g Awet dan tahan lama
- h Mudah dan murah dalam pemeliharaan.

Dari kedua geosintetik yang disebutkan, geosintetik yang lebih memungkinkan digunakan untuk revitalisasi embung Loku Jangi adalah GCL karena pemasangannya ditempatkan di bawah lapisan lempung sehingga terhindar dari injakan kaki sapi atau kerbau namun perlu diperhatikan juga lapisan dasar embung harus terbebas dari benda tajam.

Prosedur pemasangan GCL, meliputi :

- a Penghamparan GCL di daerah tampungan embung termasuk dinding bukit yang mengelilingi embung.
- b Menutup GCL dengan menggunakan terrafix softrock yang diisi dengan pasir atau tanah di dasar embung sedangkan pada dinding bukit ditutup dengan pasangan batu kosong. Terrafix softrock merupakan jenis geosintetik untuk menjaga agar tanah dasar tidak tergerus.
- c Jika tidak menggunakan terrafix softrock maka GCL ditutup oleh pasir dan batu. Sedangkan pada dinding bukit ditutup dengan batu pecah.

d GCL harus dipasang sampai dengan elevasi HWL (*High Water Level*).

e Dibuat sistem penangkap sedimen di atas embung.

f Tipikal pemasangan GCL yang dilakukan di Embung Lokok Tawah dapat dilihat pada lampiran.

Embung Loku Jangi dibangun tahun 1997 dengan dana dari pusat, demikian juga dana yang digunakan dalam rehabilitasi tahun 2007. Untuk revitalisasi ini juga sebaiknya menggunakan dana pusat yang dilaksanakan melalui Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II.

5 Sistem Suplesi Air

Lahan irigasi embung Loku Jangi seluas 403 ha sebenarnya hanya sebagian dari lahan sawah yang lebih dari 1000 ha. Lahan di dataran Katikutana sebenarnya lebih dari 3000 ha. Sebagian lahan di dataran Katikutana digunakan sebagai pengembangan kota Waibakul sebagai Ibu Kota Kabupaten Sumba Tengah. Kebutuhan air pada kawasan ini selanjutnya berkembang tidak hanya untuk air irigasi, tetapi juga air baku air bersih bagi penduduk kota Waibakul.

Hasil analisis kasar sebagaimana disajikan pada Tabel 1 ketersediaan air embung Loku Jangi terbatas hanya pada musim hujan. Pada musim kemarau perlu dicari alternatif sumber air lain yang dapat digunakan sebagai sumber air irigasi atau sumber air baku air minum. Berikut ini dibahas beberapa sumber air di sekitar embung Loku Jangi.

a Luweng Waipagaji

Luweng Waipagaji terletak di dalam areal DAS Embung Loku Jangi di bagian hulu. Luweng ini memiliki mulut yang hanya bisa dimasuki orang dewasa yang kurus atau anak-anak. Menurut penduduk setempat luweng ini di dalamnya terdapat aliran air terjun dan pada jarak kira-kira 1 meter dari mulut gua kedalaman air kira-kira setinggi pinggang orang dewasa.

Informasi ini dianggap sebagai data sekunder karena untuk masuk ke dalam luweng harus memiliki keahlian dan perlengkapan khusus. Untuk sementara informasi ini memberikan indikasi bahwa di dalam Waipagaji secara khusus dan di bawah DAS Loku Jangi terdapat sistem sungai bawah tanah.

Pada saat musim hujan luweng ini mengeluarkan air sebagai mata air. Menurut data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Sumba Tengah debit air di Waipagaji sebesar 32 l/s. Untuk mendapatkan data debit ini juga tidak dijelaskan pada musim apa dan di titik mana mengukurnya. Semua data sekunder ini pada masa mendatang

perlu ada penelitian dengan cara penelusuran sungai bawah tanah atau cara lain.

Pada kondisi eksisting ketika peninjauan lapangan, terdapat air menggenang pada jarak sekitar 30 cm dari mulut gua. Ketika musim kemarau Waipagaji ini menjadi sumber air bagi penduduk sekitarnya. Cara pengambilan airnya masih sederhana yaitu anak-anak masuk ke dalam kemudian menimbanya.

Dalam kaitannya dengan kebutuhan air irigasi pada lahan layanan irigasi embung Loku Jangi, Waipagaji tidak bisa diandalkan sebagai suplesi. Hal ini karena pada musim kemarau tidak ada aliran ke luar dari luweng. Debit sungai bawah tanah yang berada dalam luweng Waipagaji perlu dilakukan pengukuran untuk menentukan debit andalan. Sumber air Waipagaji ini kurang layak dimanfaatkan untuk suplesi embung Loku Jangi, karena dengan 32 l/s debitnya terlalu kecil dan perlu energi untuk pemompaan dan pemipaan yang akhirnya menjadi kurang ekonomis.

Dari debit 32 l/s dengan asumsi 75 persennya merupakan debit handal, luweng Waipagaji dapat menyediakan air sebanyak 24 l/s. Debit ini cukup untuk memenuhi kebutuhan sebagian penduduk kota Waibakul. Dengan asumsi kebutuhan air penduduk kota Waibakul antara 100-200 l/org/hari, maka cukup untuk sekitar 10.000-20.000 orang. Muka air dalam embung Waipagaji sekitar -2 m sampai -5 m di bawah muka tanah setempat. Jika air sudah dipompa ke atas muka tanah, maka untuk mencapai kota Waibakul melalui pipa dapat mengalir secara gravitasi. Sumber energi alternatif yang paling memungkinkan adalah penggunaan energi matahari (solar cell). Untuk pemasangan solar cell tersedia padang savanna yang cukup luas di sekitar luweng.

a Sungai Pamalar

Sungai Pamalar terletak sekitar 10-15 km sebelah tenggara kota Waibakul atau sekitar 5 km timur embung Loku Jangi. Sungai Pamalar sebagian mengalir sebagai sungai permukaan dan sebagian sebagai sungai bawah tanah. Aliran air permukaan masuk ke dalam gua di lokasi Tamawai (S 09°39,364' dan E 119°40,196'), kemudian sebagai sungai bawah tanah kira-kira sepanjang 1 km, terbuka lagi pada luweng Paleju Neitoda (S 09° 39,250' dan E 119°40,000') kemudian masuk lagi ke dalam tanah untuk kemudian keluar lagi di lokasi Wailaboha (S 09° 39,128 dan E 119° 39,921').

Air dari bagian hulu Sungai Pamalar secara eksisting sudah mulai dipipa menjadi air baku air minum kota Waibakul, walaupun airnya belum mencapai kota. Secara elevasi dari lokasi yang

ditinjau relative lebih tinggi dari dataran Katikutana dan kota Waibakul tetapi lebih rendah dari embung Loku Jangi. Secara elevasi air dari lokasi ini diperkirakan dapat mencapai dataran Katikutana. Saluran pembawa air nampaknya hanya memungkinkan melalui perpipaan.

Kendala akan banyak dijumpai jika saluran pembawa air dari Sungai Pamalar ke dataran Katikutana dengan saluran terbuka. Kendala pertama adalah dengan topografi yang bergunung, jarak saluran menjadi sangat jauh karena harus menghindari lembah. Kendala yang kedua dan paling penting adalah bahwa saluran akan melewati bentang alam karst dengan batuan mudah larut. Dalam perjalanannya menuju dataran Katikutana, saluran terbuka akan melewati beberapa luweng atau akan terbentuk luweng baru dan air akan mengalir menghilang.

Debit air di bagian Sungai Pamalar yang ditinjau belum dilakukan pengukuran. Secara visual diperkirakan masih mengalir beberapa puluh liter per second pada saat akhir musim kemarau. Debit air ini masih memungkinkan untuk dialirkan ke dataran Katikutana, tetapi secara elevasi tidak memungkinkan untuk mengisi embung Loku Jangi. Di lokasi Tamawai atau Paleju Neitoda atau di Wailaboha tidak disarankan dilakukan pembendungan sungai untuk meninggikan muka air, karena terletak pada bentang alam karst. Jika dilakukan pembendungan maka akan terbentuk sungai bawah tanah baru yang alirannya kemungkinan akan lebih sulit dilacak.

b Mata air Waipandang

Mata air Waipandang terletak di sebelah selatan dari embung Loku Jangi, terdapat pada dataran lembah karst yang cukup luas (*poljee*). Elevasi mata air ini diperkirakan lebih tinggi dari embung Loku Jangi. Dataran ini sebagian besar sebagai kebun dan sawah tadah hujan dan sebagian kecil mendapat air dari mata air Waipandang. Nampaknya aliran air dari mata air ini tersedia cukup banyak hanya pada musim hujan.

Pada saat peninjauan di akhir musim kemarau debitnya sangat kecil (<0,5 l/s). Walaupun elevasi lebih tinggi dibanding embung Loku Jangi, mata air ini tidak layak untuk menjadi suplesi ke embung karena debit terlalu kecil.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan di atas, dapat diambil beberapa kesimpulan berikut.

Kebocoran Embung Loku Jangi diduga disebabkan oleh luweng yang berada di sekitar tampungan embung.

Alternatif penanggulangan kebocoran Embung Loku Jangi dilakukan dengan cara :

Membangun spillway lokal jika luweng di dasar embung sudah dapat diidentifikasi.

Menutup seluruh daerah tampungan embung dengan lapisan kedap berupa geosintetik.

Tubuh embung harus bersih dari tanaman, agar tidak mengganggu ketika dilakukan inspeksi.

Melakukan analisis yang lebih rinci mengenai potensi air Embung Loku Jangi.

Perlu analisis yang lebih rinci untuk menentukan pola tanam dan kebutuhan air serta pola operasi pintu air embung Loku Jangi agar air yang tersedia dapat dimanfaatkan secara efisien.

Perlu dilakukan penyelidikan yang lebih rinci termasuk penelusuran gua jika memungkinkan, untuk mengetahui potensi air yang terdapat pada luweng Waipagaji

Limpahan air yang tidak tertampung dalam embung Loku Jangi pada musim hujan disarankan dimanfaatkan untuk irigasi di luar lahan layanan embung, dan atau ditampung pada embung lapangan (galian) yang dibuat di luar daerah layanan Embung Loku Jangi

Rencana pembendungan sungai bawah tanah sangat tidak diperbolehkan karena akan membentuk aliran baru ke tempat yang tidak diketahui.

Sumber air Pamalar dapat dijadikan sumber air irigasi atau sumber air baku yang terpisah dari Embung Loku Jangi dengan cara melalui saluran tertutup (pipa) karena dikhawatirkan akan hilang melalui luweng-luweng yang telah atau akan terbentuk selama dalam perjalanan.

Bagian hulu DAS Loku Jangi merupakan gabungan antara sistem sungai permukaan dan sistem sungai bawah tanah sehingga disarankan untuk melakukan survey mendalam mengenai DAS embung Loku Jangi sekaligus juga untuk mencari sumber air alternative dari sistem sungai bawah tanah yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- A.C. Effendi dan T. Apandi, 1993, *Peta Geologi Lembar Waikabubak dan Waingapu, Nusatenggara*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Badan Geologi Kementerian ESDM, 2013., *Peta Sebaran Batu Gamping Indonesia*.
- BPS, 2012, *Kabupaten Sumba Tengah Dalam Angka*, Waibakul

Eko Haryono, 2013, *Hidrologi Karst*, Presentasi pada Workshop Pedoman Pengelolaan Sumber Daya Air di daerah Karst, 25-26 September 2013, Bandung

Markus Anda, 1989., *Pengaruh Iklim Terhadap Neraca Air dan Peranannya dalam Klasifikasi Tanah di Daerah Betun NTT.*, Pusat Penelitian Tanah, Bogor

Meiser,P dkk, 1965, *Peta Hidrogeologi Pulau Sumba*, Geologi Tata Lingkungan, Bandung.

Permen ESDM no. 17 Tahun 2012 tentang Penetapan Kawasan Bentang alam Karst.

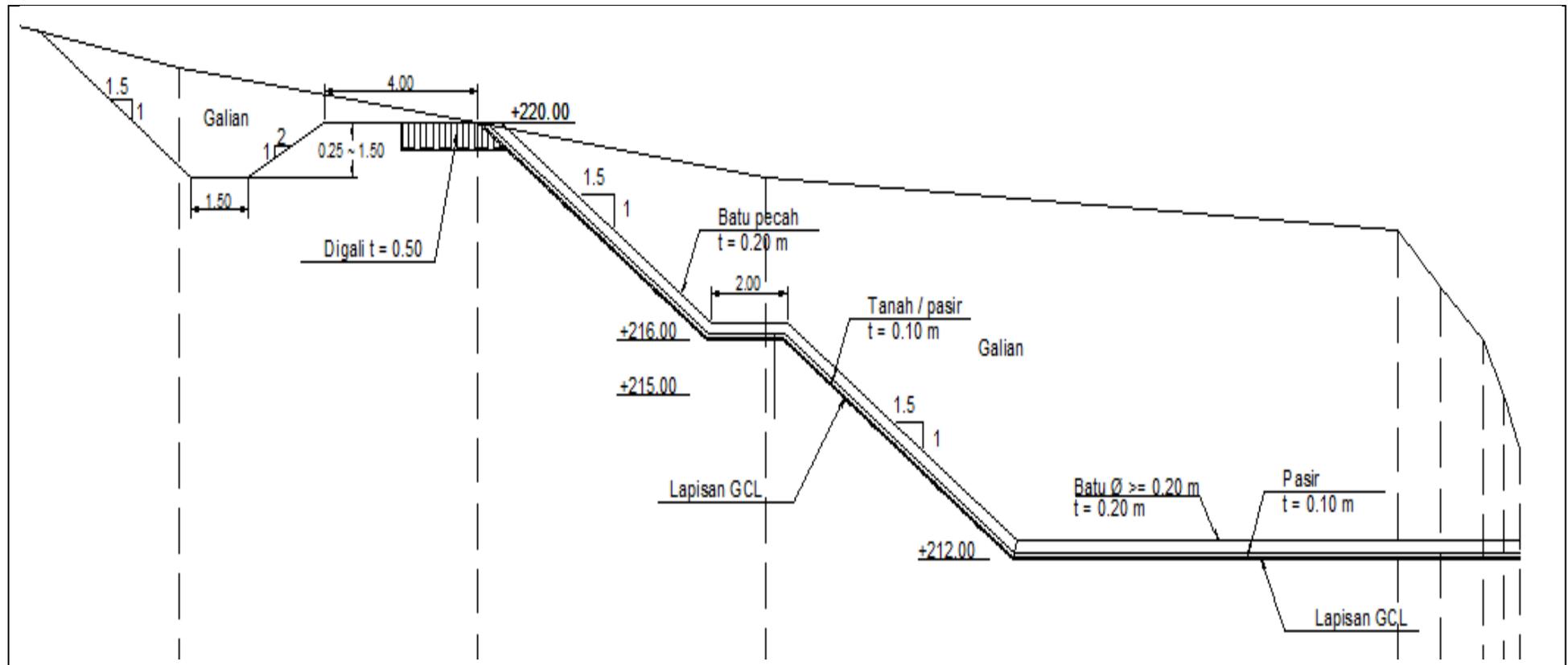
Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, 2009, *Survey, Investigasi dan Disain Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*, Waibakul

Pusat Litbang SDA, 2008, Pengembangan Kawasan Lahan Kering Melalui Peningkatan Teknologi Penyedia Sumber Daya Air

BWS NT II, 2009, Uraian Singkat Rehabilitasi Embung Irigasi Loku Jange di Kabupaten Sumba Barat – NTT (Tidak dipublikasikan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan Pemerintah Daerah Kabupaten Sumba Tengah atas dukungan selama survei ke lokasi Embung Loku Jangi dan Sumber air lainnya serta dukungan data. Penghargaan kami sampaikan kepada Bupati Sumba Tengah bapak Drs. Umbu S. Pateduk, Wakil Bupati Sumba Tengah bapak Umbu Dondu, BBA., Kepala Sub Dinas Pengairan Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sumba Tengah bapak Yance Umbu Tewu, ST.,M.Ec.Dev. Penghargaan kami sampaikan juga kepada PPK Embung BWS Nusa Tenggara II bapak Ir. Akhmad Suhono atas dukungan data teknis embung Loku Jangi.



Tipikal Pemasangan Geosintetik tipe GCL ditutup menggunakan Pasir dan Batu