

Evaluasi Keandalan dan Fungsi Kinerja Waduk di Provinsi NTB Pasca Gempa 2018

Ery Setiawan*, Heri Sulistyono, Sasmito, Anid Supriyadi
Teknik Sipil Universitas Mataram, Jln. Majapahit 62 Mataram, Indonesia 83125
*Penulis Korespondensi: ery.setiawan@unram.ac.id

ABSTRAK

Gempa yang terjadi September 2018 di Propinsi Nusa Tenggara Barat telah meluluhlantakkan beberapa kabupaten di pulau Lombok dan Kabupaten Sumbawa. Ratusan korban jiwa dan infrastruktur terdampak, tidak ketinggalan pula infrastruktur sumberdaya air (SDA) yang ada, termasuk waduk/bendungan. Metode studi yang digunakan yaitu dengan deskriptif analitis menggunakan 4 instrumen standar dari direktorat sumberdaya air dengan data yang diperoleh dari hasil pengamatan/*tracking* di lapangan serta instrumen tambahan hasil analisis lanjutan. Empat buah waduk/bendungan yang dikaji dalam penelitian ini, yaitu Bendungan Batujai, Pengga, Pandanduri dan Batu Bulan. Data hasil penelitian disajikan sesuai dengan kondisi lapangan yaitu menggambarkan sifat-sifat fenomena yang sementara berjalan pada saat penelitian dilakukan. Analisis lanjutan yang dilakukan berkaitan dengan faktor keamanan di bagian hilir bendungan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa nilai keandalan waduk berkisar antara 70% sampai 80% dengan penurunan fungsi kinerja yang terjadi bervariasi antara 10% sampai 30% dari kondisi awal. Ini berarti, waduk berada pada kondisi rusak ringan sampai dengan rusak sedang sehingga diperlukan pemeliharaan rutin/berkala sampai dengan perbaikan. Penurunan kinerja yang terjadi, lebih diakibatkan karena waduk tersebut telah digunakan untuk operasional serta melakukan fungsi layanannya selama kurun waktu cukup lama. Sedimentasi juga memegang peranan penting dalam penurunan kinerja karena prosentasenya paling besar yaitu $\pm 20 - 30\%$ dari total nilai fungsi kinerja.

Kata kunci: Infrastruktur SDA, *tracking*, penilaian instrumen, sedimentasi.

PENDAHULUAN

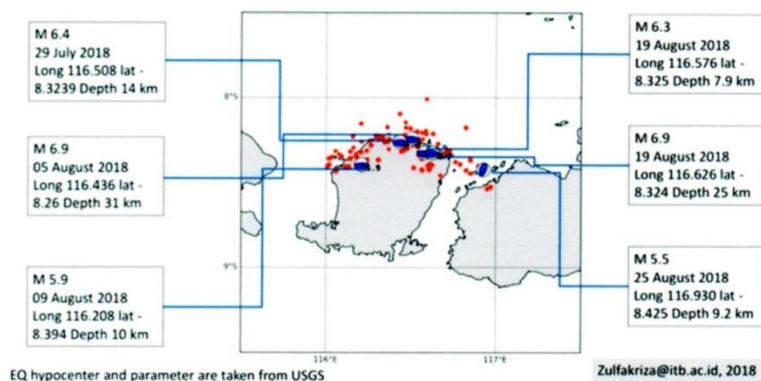
Latar Belakang

Provinsi NTB merupakan salah satu provinsi yang menjadi lumbung beras nasional setelah Provinsi Jawa Barat dan Jawa Timur. Selain karena kesuburan tanah, kesesuaian lahan dan tanaman juga karena bumi NTB kaya akan penduduknya yaitu berupa infrastruktur sumberdaya air. Hal ini terbukti dari banyaknya infrastruktur sumberdaya air mulai dari keberadaan bendung, embung dan bendungan besar yang ada di Provinsi NTB yang jumlahnya mencapai ratusan unit. Keberadaan infrastruktur tersebut guna untuk mendukung produktivitas agar Provinsi NTB tetap dapat menjadi lumbung beras nasional.

Gempa NTB 2018

Gempa yang terjadi beberapa waktu lalu di Propinsi Nusa Tenggara Barat telah menyisakan cerita yang memilukan, terutama kejadian gempa awal September 2018 yang meluluhlantakkan Kabupaten Lombok Utara, sebagian Lombok Timur dan Lombok Tengah hingga sampai di Kabupaten Sumbawa. Ratusan korban jiwa dan bangunan terdampak, tidak ketinggalan pula pada infrastruktur sumberdaya air yang ada. Bendungan Pandanduri adalah salah satu contoh bendungan besar di Lombok yang terdampak gempa NTB tahun 2018, yang terletak di Dusun Pandanduri, Desa Suwangi, Kecamatan Sakra, Kabupaten Lombok Timur, Propinsi Nusa Tenggara Barat ini merupakan salah satu bendungan besar yang ada di Pulau Lombok. Bendungan besar lainnya adalah Bendungan Pengga dan Batujai di Kabupaten Lombok Tengah, sedangkan di Pulau Sumbawa ada Bendungan Batu Bulan (di Kabupaten Sumbawa). Gambar 1 menyajikan sebaran gempa di NTB tahun 2018. ICOLD (*Internatonal Comittee on Large Dam*) pada tahun 1988 telah menyusun panduan pemeriksaan terhadap bangunan/infrastruktur untuk dilakukan inspeksi berdasarkan jarak antara bangunan tersebut dengan jarak pusat gempanya, yang disajikan pada Tabel 1. ICOLD (1988) menyarankan bahwa berdasarkan besaran gempa dan waktu inspeksi, maka gempa dengan skala ≥ 7 SR harus dilakukan asesmen satu hari setelahnya harus segera dilakukan inspeksi terhadap infrastruktur tersebut. Djarwadi (2018) dan Suardiari dkk. (2018) melakukan penilaian terhadap infrastruktur dengan lokasi dan metode yang berbeda juga. Menurut

Suardiari (2018), dari 32 bendungan dan embung yang diasesmen, 31 dinyatakan dalam kondisi aman untuk beroperasi dan 1 embung dinyatakan perlu perbaikan yang cukup.



Gambar 1 Sebaran gempa NTB tahun 2018 (sumber: Zulfakriza dkk., 2018).

Tabel 1 Besaran gempa dan jaraknya ke bendungan untuk dilakukan inspeksi.

Besaran Gempa Sekala Richter	Jarak Pusat Gempa Dari Bendungan
≥ 4	≤ 25 Km
≥ 5	≤ 50 Km
≥ 6	≤ 80 Km
≥ 7	≤ 125 Km
≥ 8	≤ 150 Km

Sumber: ICOLD buletin No. 62, 1988.

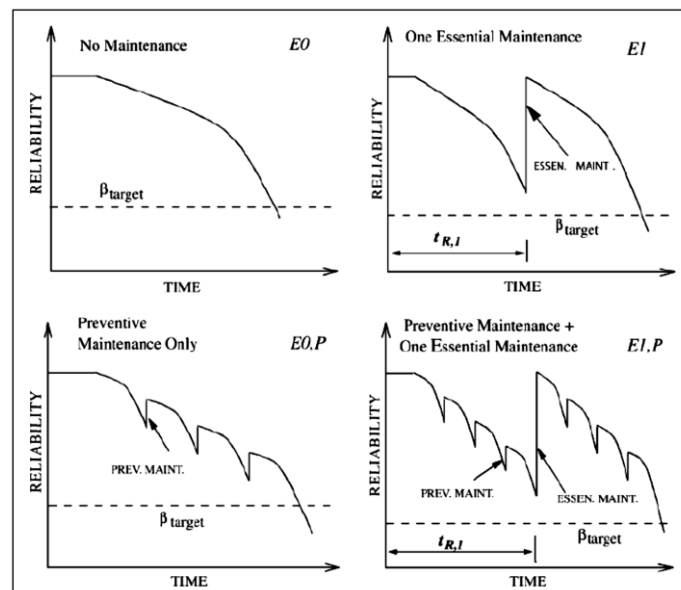
Fungsi Kinerja Infrastruktur

Alegre (2010) menyatakan dalam konteks pemeliharaan infrastruktur menunjukkan adanya keterkaitan antara kinerja infrastruktur dengan kegiatan pemeliharaan preventif dan pemeliharaan khusus, tanpa adanya pemeliharaan kinerja bangunan menurun lebih cepat dan usia layanan yang lebih pendek. Gambar 2 menyajikan hubungan keandalan infrastruktur terhadap penurunan kinerja sejalan dengan berjalannya waktu umur bangunan tersebut.

Berdasarkan latar belakang di atas serta penurunan kondisi dan fungsi kinerja dari infrastruktur yang disebabkan oleh gempa dan waktu proses kinerjanya, akan mengakibatkan juga pada penurunan produktivitas tanaman pangan. Guna melihat kondisi bangunan-bangunan tersebut, dari sisi struktural dan fungsinya, maka diperlukan penilaian dan evaluasi dari bangunan-bangunan tersebut. Hal ini diperlukan untuk mengetahui lebih lanjut tentang operasional dan pemeliharaan apa yang tepat, agar bangunan-bangunan tersebut berfungsi dan sesuai dengan tujuan peruntukannya.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian adalah mengetahui keandalan dan fungsi kinerja waduk di NTB, sedangkan manfaatnya untuk memperoleh informasi kondisi fisik waduk terakhir di NTB sehingga dapat memberikan rekomendasi dan prioritas pemeliharaan rutin, berkala sampai dengan perbaikan.



Gambar 2 Hubungan waktu dengan keandalan bangunan (Alegre, 2010).

METODE PENELITIAN

Metode Deskriptif

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian kombinasi antara metode deskriptif dan analitis. Metode deskriptif dilakukan dengan pengamatan dan *tracking* lapangan dalam rangka investigasi langsung secara visual sebagai langkah pengumpulan data untuk kemudian menuangkannya dalam instrumen penilaian yang berupa matrik penilaian standar atas fungsi kinerja serta kondisi fisik infrastruktur (dalam hal ini bendungan). Matrik penilaian tersebut merupakan instrumen standar yang dikeluarkan oleh direktorat jenderal sumberdaya air kementerian PUPR dalam melakukan evaluasi kinerja suatu bendungan. Terdapat 4 buah instrumen pokok yang terbagi menjadi sub instrumen penilaian dengan bobot totalnya sebesar 80%. Tabel 2 menyajikan instrumen/matrik penilaian kinerja bendungan beserta nilai bobotnya.

Metode Analitis

Metode analitis dilakukan sebagai langkah analisis lanjutan yang merupakan modifikasi dari penilaian keamanan bendungan metode Andersen (2001). Instrumen penilaian analitis ini menggunakan data-data tambahan berupa data sekunder selain data yang dikumpulkan dari lapangan di atas. Data sekunder tersebut antara lain: data hidrologi, data jenis tanah, data historis historis gempa, data karakteristik waduk, peta daerah aliran sungai (DAS), data pengukuran penampang sungai serta data kelembagaan. Analitis lanjutan ini bernilai bobot total sebesar 20%

Tabel 2 Instrumen penilaian fungsi kinerja bendungan ditjen Sumberdaya Air (2015)

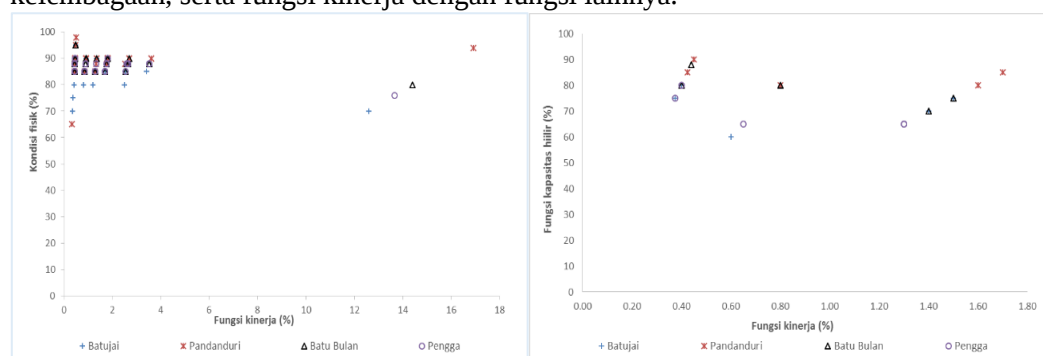
NO	NAMA BANGUNAN	Nilai Bobot (%)	Nilai Kinerja NKF (%)	NKB (%)	NO	NAMA BANGUNAN	Nilai Bobot (%)	Nilai Kinerja NKF (%)	NKB (%)
I	WADUK	20.00			4)	Bidang Tumpuan (kanan dan kiri)	5.00		
	1) Sedimentasi	18.00			-	Retakan	1.50		
	2) Daerah Sempadan Waduk	1.00			-	Penurunan	1.50		
	- Penetapan daerah sempadan waduk	0.50			-	Tanda-tanda pergerakan	1.00		
	- Kondisi daerah sempadan waduk	0.50			-	Erosi mengalir (Gully Erosion)	0.50		
	3) Daerah Sabuk Hijau	0.50			-	Longsoran	0.50		
	4) Pemanfaatan waduk	0.50			5) Rembesan		5.00		
II	TUBUH BENDUNGAN	40.00			-	Kuantitas (Jumlah) debit	2.00		
1) Lereng Hulu		10.00			-	Kualitas (Jernih, keruh dll)	3.00		
-	Pelindung Lereng	2.00			III	BANGUNAN OPERASIONAL	12.00		
-	Erosi mengalir (Gully Erosion)	2.00			1) Bangunan Pengambilan		3.00		
-	Penurunan	2.00			-	Menara	0.50		
-	Lendutan / Penggelembungan	2.00			-	Pintu-pintu	1.50		
-	Lubang Binatang	1.00			-	Jembatan Pelayanan	0.50		
-	Tumbuhan	0.50			-	Fasilitas Pendukung Operasi	0.50		
-	Kotoran / sampah (debris)	0.50			-	Jembatan Pelayanan	3.00		
2) Puncak		10.00			-	Fasilitas Pendukung Operasi	1.50		
-	Retakan Permukaan	2.00			2) Bangunan Pengeluaran		1.00		
-	Penurunan (gerak vertikal)	4.00			-	Pintu - pintu	0.50		
-	Kelurusan (gerak horisontal)	4.00			-	Bangunan Outlet	6.00		
3) Lereng Hilir		10.00			-	Fasilitas Pendukung Operasi	0.50		
-	Tanda-tanda pergerakan	2.00			3) Bangunan Pelimpah		3.00		
-	Rembesan / daerah basah	3.00			-	Saluran Pengarah	2.00		
-	Pelindung Lereng	1.00			-	Mercu	0.50		
-	Erosi mengalir (Gully Erosion)	1.00			-	Saluran Spillway	2.00		
-	Lubang Binatang	1.00			-	Stilling Basin	0.50		
-	Tumbuhan	1.00			IV	INSTRUMENTASI WADUK	8.00		
-	Drainase Permukaan	1.00			1)	Instrumen pengukur rembesan	3.00		
					2)	Instrumen pengukur tekanan pori	2.00		
					3)	Instrumen pengukur pergerakan	2.00		
					4)	Sumur Pengamatan	1.00		
					JUMLAH NILAI (I+II+III+IV)	80			

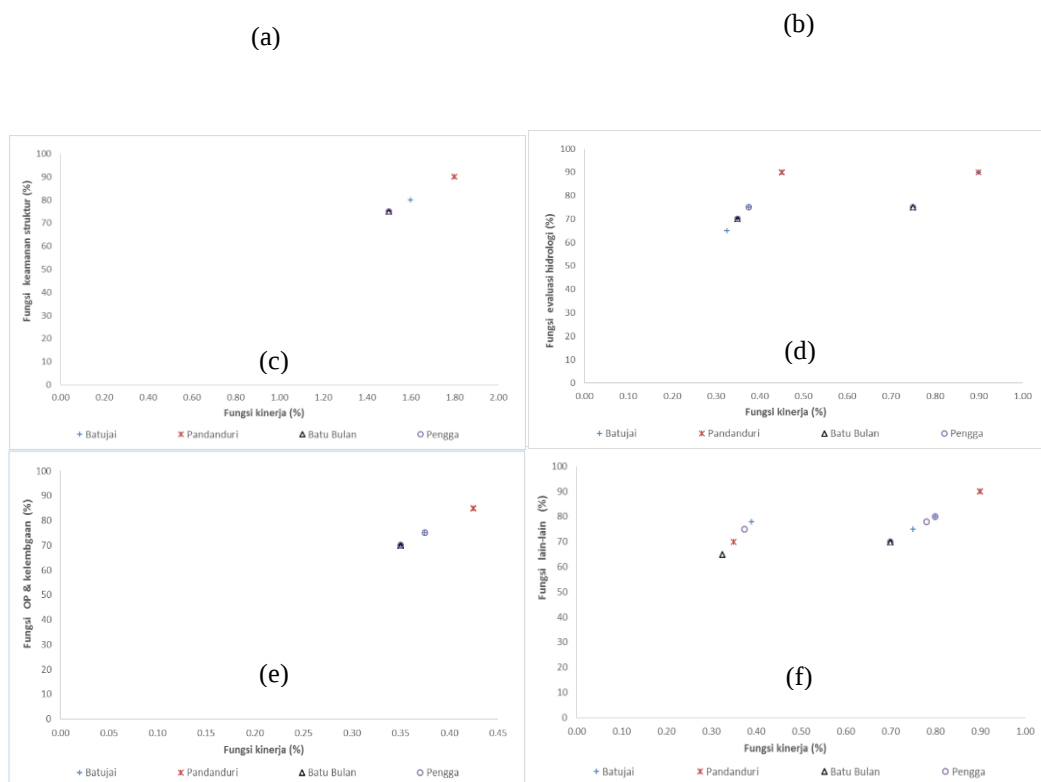
Tabel 2 Instrumen analisis lanjutan modifikasi metode Andersen (2001)

NO	OBJEK ANALISIS	Nilai Bobot (%)	Nilai Kinerja NKF (%)	NKB (%)	NO	OBJEK ANALISIS	Nilai Bobot (%)	Nilai Kinerja NKF (%)	NKB (%)
V	KAPASITAS RUAS DI HILIR PELIMPAH	6.00			VII	EVALUASI KEAMANAN STRUKTUR	6.00		
1)	Kapasitas pelimpah	0.50			1)	Stabilitas lereng bangunan utama	2.00		
2)	Kelancaran aliran dari pelimpah	0.50			2)	Stabilitas bangunan pelengkap	2.00		
3)	Kecukupan ruang di ruas hilir	2.00			3)	Stabilitas terhadap rembesan & piping	2.00		
4)	Keberadaan bangunan di ruas hilir	1.00			VIII	OPERASI & PEMELIHARAAN	1.50		
5)	Keberadaan jiwa di ruas hilir	2.00			1)	Lembaga pengelola bendungan	0.50		
VI	EVALUASI HIDROLOGI	3.00			2)	Pola operasi dan manual OP	0.50		
1)	Tingkat reduksi banjir PMF	0.50			3)	SOP siaga banjir & EWS	0.50		
2)	Perubahan volume tampungan	0.50			IX	LAIN-LAIN	3.50		
3)	Kecukupan pemenuhan layanan	1.00			1)	Evaluasi topografi waduk (bathimetri)	0.50		
4)	Tingkat utilitas tinggi	0.50			2)	Pernah dilakukan inspeksi besar	1.00		
5)	Kemungkinan pengembangan	0.50			3)	Pernah dilakukan <i>specil study</i>	1.00		
					4)	Pernah dilakukan rehabilitasi	1.00		
					JUMLAH NILAI (V+VI+VII+VIII+IX)	20			

HASIL

Hasil penelitian disajikan dalam grafik dibawah ini. Gambar 3 menyajikan grafik hasil penilaian kinerja dengan 4 instrumen standar dari ditjen SDA tahun 2015 merupakan hasil deskriptif di lapangan dan grafik instrumen hasil analisis lanjutan. Pada grafik (a) menunjukkan hubungan antara fungsi kinerja dan kondisi fisik yang ada pada ke-4 bendungan tersebut. Sedangkan pada grafik (b) sampai dengan grafik (f) menyajikan hasil analisis lanjutan menggunakan modifikasi metode Andersen (2001), antara lain grafik hubungan antara fungsi kinerja dengan kapasitas di hilir, fungsi kinerja dengan evaluasi keamanan struktur, fungsi kinerja dengan evaluasi hidrologi, fungsi kinerja dengan evaluasi OP dan kelembagaan, serta fungsi kinerja dengan fungsi lainnya.





Gambar 3 Hasil penilaian kinerja dengan beberapa instrumen.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penilaian kinerja fisik Bendungan Batujai, Batu Bulan dan Pengga di atas, maka diperoleh nilai kondisi bobot sebesar 71,60% (berarti kondisi rusak sedang 60% sampai dengan kurang dari 80%) yang berarti Bendungan Batujai mempunyai tingkat kerusakan sedang sebesar 20% – 40% dari kondisi awal bangunan sehingga diperlukan pemeliharaan rutin/berkala sampaidengan perbaikan. Nilai sebesar 71,60% artinya telah terjadi penurunan fungsi kinerja sebesar 28,40% dari kinerja awal bendungan tersebut dibangun. Hal ini dikarenakan prosentasi terbesar dari instrumen standar penilaian yang ada, mengisyaratkan prosentase terbesar pada tingkat sedimentasi waduk, yaitu sebesar 30% pada item waduk dan sedimentasi atau sekitar 15,2% dari total/keseluruhan penilaian bangunan bendungan dan waduknya. Hal ini dapat dipahami karena waktu beroperasi dari bendungan tersebut yang cukup lama, terutama Waduk Batujai yaitu kurang lebih sejak 37 tahun yang lalu, dengan kondisi tingkat laju sedimentasi yang masuk ke dalam waduk (perlu studi khusus untuk mengkaji jenis, jumlah dan laju sedimen yang masuk ke dalam waduk per tahun). Berdasarkan kriteria kondisi hasil perhitungan kinerja, direkomendasikan bahwa Waduk Batujai mempunyai kondisi rusak sedang, sehingga perlu perbaikan. Perbaikan dalam hal ini terutama dalam hal pengerukan dan pengurangan sedimentasi, karena akan mengganggu secara fungsi pelayanan, karena dengan sedimentasi akan mengurangi kapasitas tampungan, yang otomatis akan terganggunya tingkat pelayanan dalam pemberian air kepada publik, dalam hal ini irigasi. Sedangkan Waduk Pandanduri berdasarkan hasil penilaian kinerja fisik Bendungan Pandanduri di atas, maka diperoleh nilai kondisi bobot sebesar 81,74% (berarti kondisi rusak ringan 80% sampai dengan 90%) yang berarti Bendungan Pandanduri mempunyai tingkat kerusakan sebesar 10% – 20% dari kondisi awal bangunan sehingga diperlukan pemeliharaan secara berkala saja. Berbeda hal nya dengan Bendungan Batujai, Batu Bulan dan Pengga, nilai sebesar 81,74% artinya baru terjadi penurunan fungsi kinerja sebesar 18,26% dari kinerja awal bendungan tersebut dibangun. Meskipun prosentasi terbesar dari instrumen standar penilaian yang ada, mengisyaratkan prosentase terbesar pada tingkat sedimentasi waduk. Hal ini dapat dipahami karena waduk Pandaduri tergolong waduk yang

masih baru waktu beroperasi sekitar 6 tahun yang lalu, sehingga laju sedimentasi masuk belum terlalu banyak. Berdasarkan kriteria kondisi hasil perhitungan kinerja, direkomendasikan bahwa Waduk Pandanduri mempunyai kondisi rusak ringan, sehingga hanya perlu pemeliharaan secara berkala, karena secara fungsi pelayanan, otomatis akan berjalan dengan baik sesuai dengan yang rencana. Sedangkan berdasarkan hasil analisis lanjutan menggunakan instrumen dari metode Andersen (2001) yang dimodifikasi semua bendungan menunjukkan nilai bobot kondisi sebesar 60 – 90%, baik pada instrumen penilaian kapasitas di bagian hilir, evaluasi keamanan struktur, evaluasi hidrologi, dan lainnya, terutama Waduk Pandanduri karena masih tergolong waduk yang baru beroperasi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kondisi bobot berkisar antara 70% sampai dengan 80%. Tingkat kerusakan yang terjadi bervariasi antara 10% – 30% dari kondisi awal bangunan, yang berarti kondisinya berada pada kondisi rusak ringan sampai dengan rusak sedang sehingga diperlukan pemeliharaan berkala dan/atau perbaikan. Penurunan kinerja yang terjadi pada kondisi di atas, diakibatkan karena infrastruktur/bangunan tersebut telah bekerja dan digunakan untuk operasional serta melakukan fungsi layanannya dengan baik selama kurun waktu yang cukup lama. Dari hasil analisis, sedimentasi juga memegang peranan penting dalam penurunan kinerja karena persentasenya paling besar yaitu $\pm 20 - 30\%$ dari total nilai fungsi kinerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Universitas Mataram yang telah mendanai kegiatan penelitian ini dengan dana DIPA BLU (PNBP) Universitas Mataram Tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Alegre H., 2010, Water Quality-driven Operation and Maintenance of Drinking Water Networks, Best Management Practice, Technau Publisher.
- Andersen GR., Chouinard LE., Bouvier CJ., Back WE., 2001, Ranking Procedure on Maintenance Tasks for Monitoring of Embankment Dams, Journal of Geotechnology and Geo-environmental Engineering, 125 (4), pp. 88 – 96.
- Anonim, 1988, International Committee On Large Dam (ICOLD), bulletin No. 62, 1988.
- Djarwadi D., 2018, Pengaruh Gempa Terhadap Bendungan Tipe Urugan, Nara Sumber pada Kuliah Umum di Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram, Oktober 2018.
- Suardiari G., Rahmanadi L., Suriyono, Mulyono J., 2018, Kerusakan dan Perilaku Bendungan Hasil Inspeksi Luar Biasa Akibat Gempa Lombok, Seminar Nasional Bendungan Besar, Batam 23 Oktober 2018.
- Zulfakriza, Nugraha A.D., Widiyantoro S., Puspito N.T., Sahara D.P., 2018, Gempa Lombok dan Gempa Palu (Tinjauan Seismologi), Jakarta 4 Oktober 2018.