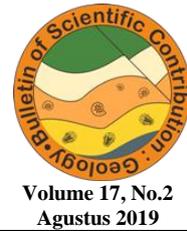




**Bulletin of Scientific Contribution
GEOLOGY**

**Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN**

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>
p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X



Volume 17, No.2
Agustus 2019

**KONDISI TEKTONIK RENCANA TAPAK BENDUNGAN PELOSIKA BERDASARKAN
ANALISIS CITRA SATELIT DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

**TECTONIC CONDITIONS OF PELOSIKA DAM SITE PLAN BASED ON SATELLITE IMAGERY
ANALYSIS AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM**

Emi Sukiyah¹ dan Andi Makkawaru Jaassin²

¹ Departemen Geologi Sains, Universitas Padjadjaran

² Pemerintah Daerah Provinsi Sulawesi Tenggara

e-mail: emi.sukiyah@unpad.ac.id

ABSTRAK

Bendungan Pelosika direncanakan memiliki kapasitas tampung air sebesar 822,26 m³ dengan luas lahan genangan 160.000 hektar. Keberadaan bendungan diharapkan dapat mengurangi debit banjir sebesar 10,359 m³/detik, menyediakan air baku dengan debit sebesar 0,20 m³/detik dan dapat membangkitkan listrik sebesar 10 MW. Konstruksi Bendungan tipe *Rock Fill Dam* berlokasi di Sungai Konaweha yang merupakan salah satu sungai terbesar di Sulawesi Tenggara. Irigasi untuk lahan seluas 20.040 Ha di Kabupaten Kolaka Timur dan Konawe diharapkan dapat terpenuhi. Geomorfologi lokasi rencana Bendungan Pelosika terdiri dari Pegunungan dan pedataran. Wilayah ini tersusun oleh batuan metamorfik berumur Paleozoikum dan endapan aluvium berumur Kuartar. Studi awal kondisi tektonik lokasi rencana Bendungan Pelosika menggunakan pendekatan morfometrik berdasarkan analisis indeks rasio lebar dan tinggi lembah (*Vf*) dan sinusitas muka gunung (*Smf*). Pengolahan citra satelit dan Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan dalam metode penelitian. Variabel morfometrik dan data indikasi tektonik diperoleh dari hasil pengolahan citra Landsat 8 OLI dan SRTM 30 m. Hasil analisis kelurusan geomorfologi menunjukkan arah umum UBL-STG yang berimpit dengan sesar-sesar yang ada di wilayah tersebut. Elevasi tertinggi berada pada 2.852 mdpl dan elevasi terendah -100 mdpl. Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 715.041 Ha dengan panjang total sungai sekitar 145,85 Km. Analisis morfotektonik pada empat lokasi terpilih menunjukkan nilai *Vf* antara 0,25 hingga 0,75 dan nilai *Smf* antara 1,06 hingga 1,17. Berdasarkan hasil analisis kedua variabel morfotektonik tersebut diketahui bahwa daerah rencana dudukan Bendungan Pelosika berada di daerah dengan kondisi tektonik menengah hingga aktif.

Kata Kunci: Bendungan Pelosika, morfometrik, tektonik, citra satelit, SIG

ABSTRACT

*Pelosika Dam is planned to have a water holding capacity of 822.26 m³ with an inundation area of 160,000 hectares. This dam is planned to reduce flood discharge by 10.359 m³ / second, provide raw water with a discharge of 0.20 m³ / second and can generate electricity by 10 MW. The Rock Fill Dam type of construction is located on the Konaweha River which is one of the largest rivers on the mainland of Southeast Sulawesi. It is also expected to be able to flow through irrigation of 20,040 hectares in the districts of East Kolaka and Konawe. Regionally, geomorphology is in the form of mountains and plain. The constituent rocks are Paleozoic metamorphic rocks and Quaternary alluvium deposits. The initial study of tectonic conditions of the Pelosika Dam site plan uses a morphometric approach based on the analysis of the valley width and height ratio (*Vf*) and sinuosity mountain front (*Smf*). Satellite imagery processing and Geographic Information Systems (GIS) are used in research methods. Morphometric variables and tectonic indication data obtained from Landsat 8 OLI and SRTM 30 m imageries processing. The results of the geomorphological lineament analysis indicate that the general direction is North Northwest - South Southeast which coincides with faults in the region. The highest elevation was 2,852 meter after sea level and the lowest elevation was -100 meter after sea level. Watershed covering an area of 715,041 hectares with a total river*

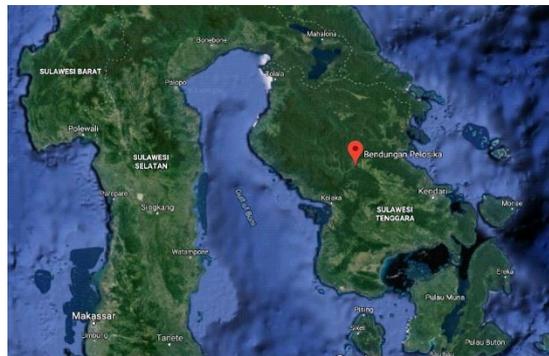
length of around 145.85 kilo meters. Morphotectonic analysis at four selected locations showed a V_f value between 0.25 to 0.75 and a S_{mf} value between 1.06 to 1.17. Based on the results of the analysis of the two morphotectonic variables, it is known that the Pelosika Dam area designation is in an area with medium to active tectonic conditions.

Key words: Pelosika Dam, morphometric, tectonic, satellite imagery, GIS

PENDAHULUAN

Bendungan Pelosika berada di Sungai Konaweha dengan posisi geografi $3^{\circ} 43' 51,18''$ LS dan $121^{\circ} 48' 5,22''$ BT (Gambar 1). Bendungan ini direncanakan memiliki kapasitas tampung air sebesar $822,26 \text{ m}^3$ dengan luas lahan genangan 160.000 Ha . Keberadaan Bendungan Pelosika diharapkan dapat mengurangi debit banjir sebesar $10,359 \text{ m}^3/\text{dtk}$, menyediakan air baku dengan debit sebesar $0,20 \text{ M}^3/\text{dtk}$ dan dapat membangkitkan listrik sebesar 10 MW .

Konstruksi Bendungan tipe *Rock Fill Dam* berlokasi di Sungai Konaweha yang merupakan salah satu sungai terbesar di daratan Sulawesi Tenggara, diharapkan juga mampu memasok irigasi seluas 20.040 Ha di Kabupaten Kolaka Timur dan Konawe. Spesifikasi teknik Bendungan Pelosika direncanakan memiliki volume tampung efektif 500 juta m^3 dengan konstruksi lebar puncak bendungan 15 m dan panjang puncak bendungan 555 m yang direncanakan akan mulai konstruksi 2019.



Gambar 1. Lokasi Bendungan Pelosika di Sulawesi Tenggara.

Berdasarkan spesifikasi teknis, bendungan Pelosika merupakan bendungan terbesar yang akan dibangun di daratan Provinsi Sulawesi Tenggara. Hal ini menjadi keperdulian bersama semua lapisan *stakeholder* di Sulawesi Tenggara untuk berpartisipasi dalam mensukseskan pembangunan bendungan yang banyak memberikan manfaat bagi daerah dan masyarakat Sulawesi Tenggara. Tidak terlepas peran geologi khususnya geologi teknik terhadap fenomena struktur sipil bendungan Pelosika tersebut. Banyak kejadian dan kegagalan struktur bendungan akibat kondisi geologi antara lain *subsidence* dan munculnya *seepage*. Kejadian dan kegagalan struktur tersebut bisa berasal dari fenomena geologi akibat batuan penyusun *reservoir* dari bendungan yang memiliki sifat mudah larut, misalnya batugamping, hingga daerahnya yang rentan dengan kejadian *seismic* seperti gempa. Minimnya pengetahuan kondisi geologi merupakan penyebab utama dari peristiwa gagalnya struktur bendungan. Untuk itu penelitian ini mencoba melakukan studi awal kondisi geologi dari rencana tapak bendungan Pelosika berada dengan menggunakan pendekatan geomorfologi kuantitatif dengan menggunakan penginderaan jauh dan GIS

sebagai alat membantu analisis fenomena geologi khususnya struktur geologi di sekitar rencana tapak bendungan tersebut. Kejadian Bendungan ST. Francis yang di bangun pada tahun 1928 oleh pemerintah kota Los Angeles Amerika Serikat mengalami kegagalan akibat terjadinya longsor membawa material batuan sekis (*schist*) yang disebabkan oleh tapak bendungan yang berada di atas sesar tidak aktif San Francisquito. Kegagalan ini mengakibatkan kerugian sebesar 14 juta USD . Pelajaran yang diambil oleh pemerintah federal Amerika adalah diterapkannya inspeksi seluruh bendungan dengan melibatkan geologi teknik dan disahkan ke dalam undang undang tentang penerapan kaidah-kaidah geologi terhadap pembangunan bendungan. Geomorfologi kuantitatif adalah cabang geomorfologi yang mempelajari bentuk muka bumi dengan pendekatan angka atau secara matematis. Pike (1995) menggolongkan Geomorfologi kuantitatif sebagai geomorfometri. Geomorfometri (*geomorphometry*) adalah ilmu kuantifikasi dan analisis dari permukaan bumi. Geomorfometri kebanyakan digunakan sebagai alat bantu didalam melihat karakter khusus suatu wilayah salah satunya seperti aktivitas tektonik. Tidak semua masalah

geomorfologi dapat dirumuskan dalam bahasa matematika tetapi ternyata dalam keperluan praktis banyak sekali proses-proses morfologi mengikuti bentuk-bentuk matematika yang sederhana. Pendekatan ini yang dikenal dengan nama pendekatan semi-empirik, sangat membantu untuk mengkuantifikasi proses morfologi. Geomorfologi kuantitatif dapat menjadi bahasa algoritma karena menggunakan angka sehingga dengan mudah dapat menggunakan teknologi komputer sebagai alat bantu di dalam melakukan analisis data. Sistem informasi geografi (SIG) merupakan sebuah program algoritma komputer yang telah banyak dipakai dalam menyusun, analisis dan menyimpan informasi. Geomorfologi kuantitatif dapat menggunakan program SIG ini dalam melakukan analisis dan keputusan secara otomatis dengan asumsi yang sederhana. Aspek geomorfologi yang dapat dikuantitatifkan berupa beda tinggi, kemiringan lereng, panjang sungai, orde sungai, luas daerah aliran sungai, gradien sungai, dan sebagainya dapat di input kedalam SIG (Makkawaru, 2013; Sukiyah, 2017). Geomorfologi tektonik didefinisikan sebagai studi tentang bentang alam yang dihasilkan oleh proses tektonik (Keller & Pinter, 1996). Pengukuran geomorfologi didasarkan pada perhitungan indeks geomorfologi dapat menggunakan peta topografi, foto udara, citra satelit dan kegiatan survei lapangan. Beberapa indeks geomorfologi dapat dikombinasikan untuk memahami dan menilai tingkat aktivitas tektonik secara relatif di suatu daerah. Penelitian geomorfologi secara kuantitatif dan pengolahan citra satelit serta aplikasi dalam pemahaman aktivitas tektonik banyak dipublikasikan, beberapa diantaranya Sulaksana & Hamdani (2014), Makkawaru dkk (2016), Sukiyah dkk (2016), dan Sukiyah dkk (2018). Beberapa indeks geomorfik telah dikembangkan sebagai alat pengenalan dasar dalam identifikasi daerah yang mengalami deformasi tektonik aktif. Informasi ini digunakan dalam perencanaan penelitian lanjut untuk mendapatkan informasi rinci tektonik aktif tersebut. Sulaksana dan Hamdani (2014) menggunakan teknologi penginderaan jauh dalam analisis struktur geologi suatu cekungan (*basin*) di daerah pelosok (*remote area*) dengan hasil yang baik. Demikian juga Sukiyah dkk (2015) dan Sukiyah dkk (2016) membuktikan bahwa data penginderaan jauh sangat sesuai untuk mendeliniasi kelurusan-kelurusan terkait struktur geologi di wilayah Jawa Barat Selatan. Ali dkk (2012) memanfaatkan penginderaan jauh dalam deliniasi litologi dan struktur geologi. Metode *remote sensing* memudahkan identifikasi batas litologi dan

pola struktur kelurusan (*lineament*) sehingga kegiatan survey lapangan menjadi lebih efisien. Terkait dengan pentingnya pemahaman aktivitas tektonik dalam pembangunan infrastruktur bendungan, publikasi Sukiyah dkk (2018) sebagai hasil penelitian di DAS Cimanuk dapat dimanfaatkan sebagai referensi.

METODE PENELITIAN

Pengolahan citra satelit dan Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan dalam metode penelitian. Variabel morfometrik dan data indikasi tektonik diperoleh dari hasil pengolahan citra Landsat 8 OLI dan SRTM 30 m (CGIAR-CSI, 2008). Pendekatan kuantitatif deskriptif digunakan dalam analisis data. Variabel morfometri yang digunakan berupa kelurusan (*lineament*), sinusitas muka gunung (*Sinuosity of mountain front - Smf*), dan rasio lebar dan tinggi lembah (*Valley floor-valley height ratio - Vf*).

Data kelurusan diperoleh dari ekstraksi citra SRTM dan Landsat. Pengukuran dilakukan terhadap arah azimuth ($^{\circ}$ E) dari setiap kelurusan morfologi berupa punggung dan lembah. Data hasil pengukuran selanjutnya dianalisis menggunakan diagram mawar (*rose diagram*) untuk mengetahui arah tegasan yang mengontrol wilayah tersebut.

Sinusitas muka gunung (*Smf*) merupakan perhitungan dari profil lurus atau berkeloknya depan atau muka suatu pegunungan (*front*). Variabel ini dapat dihitung dengan persamaan, sebagai berikut:

$$\mathbf{Smf} = \mathbf{Lmf/Ls} \dots\dots\dots(1)$$

dengan *Smf* = indeks sinusitas muka gunung; *Lmf* = panjang muka pegunungan di sepanjang bagian bawah (kaki pegunungan) dan *Ls* = panjang secara lurus muka pegunungan (Keller & Pinter, 1996). Klasifikasi dari hasil perhitungan indeks *Smf* dapat terbagi dalam 3 kelas (Hidayat, 2010 dalam Makkawaru, 2016; Doornkamp, 1986). Klasifikasi tersebut sebagai berikut:

- 1) Kelas 1 tektonik aktif dengan nilai *Smf* berkisar pada 1,2-1,6.
- 2) Kelas 2 tektonik lemah hingga menengah dengan nilai *Smf* berkisar pada 1,8-3,4.
- 3) Kelas 3 tektonik tidak aktif dengan nilai *Smf* berkisar pada 2,0-7,0.

Perbandingan lebar dasar lembah dan tinggi lembah diekspresikan dengan persamaan berikut ini (Bull, 2007):

$$\mathbf{Vf} = \mathbf{2 Vfw / (Eld-Esc) + (Erd-Esc)} \dots\dots(2)$$

dengan *Vf* = perbandingan antara lebar dasar lembah dan tinggi dinding lembah; *Vfw* = lebar dasar lembah, *Eld* dan *Erd* = elevasi bagian kiri dan kanan lembah dengan pandangan ke arah hulu, dan *Esc* = elevasi dasar lembah. Perbandingan lebar lantai lembah dengan ketinggian dapat menunjukkan apakah saluran (*channel*)

secara aktif menggerus secara vertikal hingga dasar lembah semakin dalam atau mengikis lateral menggerus dinding bukit. Lembah yang dalam dan sempit menunjukkan nilai V_f rendah dengan nilai $V_{f1} < 1,0$, mengindikasikan erosi vertikal lebih dominan atau menunjukkan lembah yang sempit dan diklasifikasikan sebagai lembah dengan bentuk "V" sebagai indikasi daerah tektonik aktif. Nilai V_f antara 1 dan 1,5 menunjukkan

daerah tektonik cukup aktif dan nilai $V_f > 1,0$ dapat diklasifikasikan sebagai lembah yang memiliki bentuk "U" dan merupakan gambaran erosi lateral yang lebih dominan (Sarp dkk, 2013). Secara rinci klasifikasi V_f juga dikemukakan oleh Sukiyah et al (2017) dan Sukiyah (2017) sebagai modifikasi dari klasifikasi V_f menurut Keller & Pinter (1996), ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi V_f dimodifikasi dari Keller & Pinter (1996; Sukiyah et all, 2017; Sukiyah, 2017)

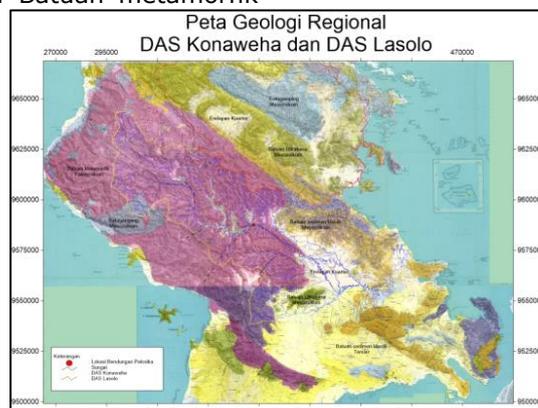
V_f	Kelas	Keterangan	(Keller & Pinter, 1996)
< 0,50	I	Tingkat <i>uplift</i> tinggi	Tingkat <i>uplift</i> tinggi dan lembah berbentuk V ($V_f < 0,50$)
0,50 - 1,00	II	Tingkat <i>uplift</i> sedang	Tingkat <i>uplift</i> sedang ($V_f = 0,5-1,0$)
1,00-10,00	III	Tingkat <i>uplift</i> rendah	Tingkat <i>uplift</i> rendah dan lembah berbentuk U ($V_f > 1,0$)
>10,00	IV	Tingkat <i>uplift</i> sangat rendah	

HASIL DAN PEMBAHASAN

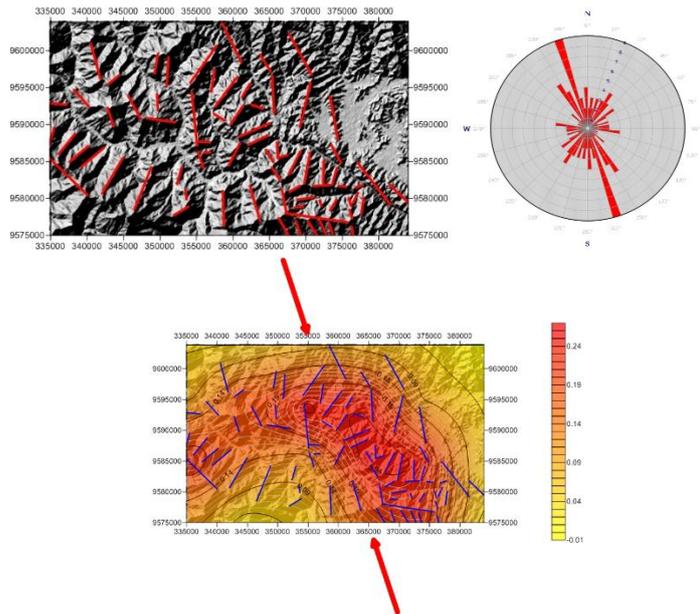
Secara regional, geologi daerah penelitian diperoleh dari publikasi Rusmana dkk (1985) dan Simandjuntak dkk (1994). Geomorfologi lokasi tapak rencana Bendungan Pelosika terdiri atas Pegunungan yang tersusun oleh Batuan Metamorfik berumur Paleozoikum dan pedataran endapan Aluvium berumur Kuartar (Gambar 2). Batuan Metamorfik yang berumur Paleozoikum terdiri dari dua satuan batuan metamorfik berdasarkan umur relatif yaitu metamorfik yang lebih tua membentuk fasies epidot-ampibolit, sedangkan untuk batuan metamorf yang lebih muda menghasilkan fasies *skuoforektan glaucophane* atau yang biasa disebut fasies sekis biru. Metamorfosis yang lebih tua diasosiasikan dengan proses penimbunan sementara yang lebih muda diasosiasikan dengan tektonik yang terjadi pada batuan metamorfik tua dan diperkirakan terjadi selama periode Tersier. Batuan metamorfik

penyusun dominan pegunungan di DAS Konawe. Endapan Aluvium berumur Kuartar merupakan endapan termuda, terdiri atas lumpur dan material lepas berukuran lempung, pasir, kerikil, hingga kerakal. Endapan ini terdapat di beberapa tempat mengisi kaki pegunungan dan sekitar Sungai Konawe, melampar luas di selatan DAS Konawe.

Hasil ekstraksi data kelurusan berdasarkan analisis Citra landsat dan SRTM ditampilkan dalam Gambar 3. Variasi arah *azimuth* kelurusan berkisar 0° hingga 350° E. Namun demikian, berdasarkan *plotting* pada diagram mawar diketahui bahwa arah umum kelurusan adalah Utara Barat Laut (UBL)-Selatan Tenggara (STG). Fenomena tersebut berkaitan dengan keberadaan sesar-sesar yang umumnya berimpit dengan arah *azimuth* kelurusan punggungan dan lembah di wilayah tersebut.



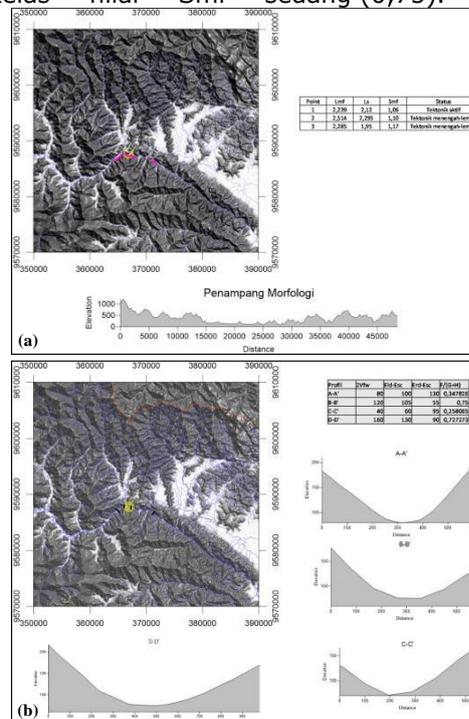
Gambar 2. Geologi regional DAS Konawe dan DAS Lasolo (modifikasi dari Rusmana dkk, 1985 dan Simandjuntak dkk, 1994)



Gambar 3. Hasil analisis data kelurusan punggung dan lembah (*rose diagram*) yang diperoleh dari pengolahan citra satelit

Perhitungan morfometri DAS menunjukkan bahwa elevasi tertinggi berada pada 2.852 mdpl dan elevasi terendah -100 mdpl dengan luas DAS mencapai 715.041 ha. Panjang total sungai sekitar 145,85 Km. Data untuk variabel sinusitas muka gunung (*Smf*) diperoleh dari 3 lokasi di sekitar lokasi tapak (Gambar 4 a). Hasil perhitungan menunjukkan hasil bahwa *Smf* berkisar dari 1,06 hingga 1,17. Berdasarkan klasifikasi dari Doornkamp (1986), kelas nilai *Smf*

mengindikasikan bahwa kondisi tektonik di lokasi tapak rencana Bendungan Pelosika tergolong aktif. Sementara itu, data pengukuran *Vf* diperoleh dari 4 lokasi yang berdekatan dengan lokasi tapak rencana bendungan (Gambar 4 b). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kisaran nilai *Vf* antara 0,25 hingga 0,75. Nilai *Vf* tersebut mengindikasikan ada aktivitas pengangkatan (*uplift*) yang tergolong tinggi (0,25) dan sedang (0,75).



Gambar 4. Lokasi pengukuran dan analisis *Smf* (a) dan *Vf* (b) di sekitar daerah tapak rencana Bendungan Pelosika.

Secara umum, lokasi tapak rencana bendungan berupa perbukitan dengan elevasi yang bervariasi. Bahkan di suatu lokasi elevasi berada di bawah muka laut. Peran tektonik aktif tercermin baik pada morfografi maupun morfometri. Kedua aspek tersebut cenderung memperkuat bahwa wilayah tersebut dikontrol oleh tektonik aktif dengan kisaran menengah hingga tinggi. Penampang lembah cenderung tidak simetris, menandakan ada perbedaan kekuatan energi yang mengontrol daerah tersebut. Penelitian lebih detail perlu dilakukan dengan seksama terkait dengan ancaman kegempaan yang biasanya diikuti dengan gerakan tanah yang mengakibatkan kondisi lahan labil dan dapat mengganggu kestabilan infrastruktur bendungan. Kemungkinan adanya zona labil, rembesan (*seepage*), dan kemungkinan terburuk bendungan jebol perlu diantisipasi sedini mungkin.

KESIMPULAN

Metode *remote sensing* dan pengolahan data menggunakan SIG sangat membantu dalam studi awal kondisi tektonik lokasi rencana tapak Bendungan Pelosika. Lokasi berada pada geomorfologi perbukitan yang tersusun oleh batuan metamorfik. Hasil analisis terhadap pola kelurusan dan indeks geomorfologi (Vf dan Smf) menunjukkan bahwa lokasi rencana tapak Bendungan Pelosika merupakan daerah tektonik yang terindikasi aktif. Batuan metamorfik yang bersifat keras dan masif sebagai penyusun dominan pada lokasi tapak tidak dapat berfungsi dengan baik sebagai dudukan tubuh bendungan jika pemahaman terhadap wilayah yang dikontrol oleh tektonik aktif tidak diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, E.A, El Khidir, S.O, Babikir, I.A.A, and Abdelrahman, E.M. 2012. *Landsat ETM+7 Digital Image Processing Techniques for Lithological and Structural Lineament Enhancement: Case Study Around Abidiya Area, Sudan*. The Open Remote Sensing Journal 5: 83-89.
- CGIAR-CSI. 2008. SRTM 30 m Digital Elevation Data. <http://srtm.csi.cgiar.org> <diunduh 1 April 2016>.
- Doornkamp, J. C. 1986. Geomorphological approaches to the study of neotectonics, *Journal of Geological Society*, Vol. 143: 335-342.
- Keller, E. A. & Pinter, N.1996. *Active Tectonics (Earthquake, Uplift And*

Landscape). Prentise Hall Publ., New Jersey.

- Makkawaru Jassin, A., Sukiyah, E., Sulaksana, N., dan Isnaniawardhani, V. 2016. Fenomena morfotektonik pada citra STRM di wilayah Teluk Kendari. *Bulletin of Scientific Contribution*, Vol.14 No.2: 163-170.
- Makkawaru, A. 2016. Karakteristik Produk Tektonik-Erosi-Sedimentasi Cekungan Kendari dan Implikasinya Terhadap Penataan Ruang Kota Kendari. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Pike, R. J. 1995. *Geomorphometry – progress, practice, and prospect*. *Zeitschrift für Geomorphologie Supplementband 101*: 221-238.
- Rusmana, E., Koswara, A, dan Simandjuntak, T.O. 1985. Peta Geologi Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi. Skala 1:250.000, P3G, Bandung.
- Sarp, G., Toprak, V. & Duzgun, S. 2013. *Activity level of tectonic basins, western section of the North Anatolian Fault Zone, Turkey*. *International Geology Review*, 55(3): 350-366.
- Simandjuntak, T.O., Surono, dan Sukido. 1994. Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi
- Sukiyah, E., Syafri, I., Winarto, J.B., Susilo, M.R.B., Saputra, A., & Nurfadli, E. 2016. *Active faults and their implications for regional development at the southern part of West Java Indonesia*. *Proceeding of the FIG Working Week 2016 in Christchurch, New Zealand 2-6 May 2016*.
- Sukiyah, E. 2017. *Sistem Informasi Geografis: Konsep dan Aplikasinya dalam Analisis Geomorfologi Kuantitatif*. Unpad Press: 296 h.
- Sukiyah, E., Pranantya, P.A., Dwinuryana, S., Jones, M. 2017. The morphotectonic 3-D modeling of Cisadane watershed based on interpretation of satellite imagery and field survey in the region of South Tangerang, West Java, Indonesia. *Proceeding FIG Working Week 2017, Helsinki, Finland*.
- Sukiyah, E., Sunardi, E, Sulaksana, N, & Rendra, P.P. Raditya. 2018. Tectonic Geomorphology of Upper Cimanuk Drainage Basin, West Java, Indonesia. *IJASEIT*, Vol. 8 No. 3: 863-869.
- Sulaksana N, & Hamdani A.H. 2014. *The Analysis of Remote Sensing Imagery for Predicting Structural Geology in Berau Basin East Kalimantan*. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, Volume 3 Issue 4: 18-21.