



Monitoring Variasi Spasial dan Temporal Genangan Danau Limboto Selama 2000-2015 Menggunakan Citra Modis dan Google Earth Engine

Rakhmat Jaya Lahay^a

^aJurusan Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

email: rjlahay@ung.ac.id

ARTICLE INFO

Sejarah artikel:

Diterima: 13 October 2022

Direvisi: 15 November 2022

Diterbitkan: 31 December 2022

Keywords: Lake Limboto, MODIS, Earth Engine

How to cite this article: Lahay, R.J. (2022). Monitoring Variasi Spasial dan Temporal Genangan Danau Limboto selama 2000-2015 Menggunakan Citra Modis dan Google Earth Engine. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 1(2), 76-81. Doi:<https://doi.org/10.34312/jage.v1i2.17956>

ABSTRACT

Changes in the Limboto Lake area can be monitored using remote sensing technology. Satellite imagery provides data regarding the surface area of the lake over a long period of time. However, conventional methods require large resources to process and analyze large remote sensing image data. This study utilizes geospatial information technology with the support of cloud computing to overcome these obstacles. The purpose of this study is to determine the inundation area of Lake Limboto from 2000 to 2015 and to analyze the trend of changes in inundation area over a 16 years period. The experimental results show a map of spatial and temporal changes in the inundation of Lake Limboto over 16 years. The trend of changes in the inundation area of Lake Limboto shows a decrease of 56.56 Ha every year. Further research needs to involve other factors such as rainfall and vegetation cover to see the effect of the inundation area of Lake Limboto.

1. PENGANTAR

Salah satu langkah strategi penyelamatan danau Limboto dari kerusakan lingkungan sebagaimana disebutkan dalam Peraturan Presiden nomor 60 tahun 2021 adalah tersedianya data dan informasi. Ketersediaan data dan informasi menjadi faktor penting untuk memantau dinamika perubahan lingkungan danau secara kontinu. Selain itu aspek ini dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan pengelolaan danau secara berkelanjutan. Dimensi dari data dan informasi seharusnya tidak hanya berupa atribut mengenai kondisi danau Limboto, tetapi juga dimensi spasial. Aspek keruangan yang menggambarkan kondisi danau Limboto dari waktu ke waktu menjadi salah satu dimensi yang penting untuk disediakan. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi informasi geospasial menjadi penting untuk menyediakan data dan informasi keruangan wilayah danau Limboto.

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk memantau perubahan lingkungan disekitar danau Limboto telah banyak dilakukan, diantaranya adalah (Eraku et al., 2019; Julzarika & Dewi, 2019; Koto et al., 2016; Suwargana, 2012). Akan tetapi, studi sebelumnya ini terbatas pada penggunaan data citra pada periode yang pendek atau jumlah *image* sedikit. Hal lainnya adalah

prosedur pengolahan dan analisis citra masih dilakukan dengan cara konvensional meski dengan bantuan komputer. Studi ini memanfaatkan data penginderaan jauh MODIS untuk memantau perubahan luas permukaan danau Limboto. Pengolahan dan analisis data menggunakan platform teknologi geospasial berbasis komputasi awan yang dikenal dengan *Google Earth Engine* (Gorelick et al., 2017). Pemilihan platform ini dimaksudkan untuk mengatasi kekurangan pada studi sebelumnya, karena menurut (Amani et al., 2020) bahwa perangkat ini mampu mengolah data yang berukuran besar secara lebih efisien dan efektif.

Studi ini dimaksudkan untuk melengkapi studi sebelumnya dengan argumen sebagai berikut; pertama, satelit MODIS yang merekam wilayah studi selama periode 2000 sampai dengan 2015 belum banyak dieksplorasi. Data ini dapat diakses secara bebas dan gratis melalui platform *Google Earth Engine*. Kedua, otomatisasi proses pengolahan dan analisis data yang diimplementasikan pada platform komputasi awan memberikan kemudahan untuk mengolah dan menganalisis data penginderaan jauh yang berukuran besar. Prosedur ini menjadi lebih efisien dan efektif dibandingkan dengan prosedur yang dilakukan pada studi sebelumnya.

Tujuan dari studi ini adalah untuk (1) mengekstraksi luasan permukaan danau Limboto dari data MODIS, (2) menganalisis variasi luas permukaan danau dengan regresi linier. Ekstraksi luasan permukaan danau dari data MODIS menerapkan sejumlah algoritma yang dimodifikasi dari beberapa sumber, diantaranya berasal dari laman <https://developers.google.com/>. Keluaran dari studi ini berupa peta luasan permukaan air (genangan) di Danau Limboto dari tahun 2000 sampai 2015. Tren perubahan luasan genangan Danau Limboto menggunakan regresi linier.

2. METODE

Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Wilayah ini adalah danau Limboto yang masuk dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Limboto di Kabupaten Gorontalo. Karakteristik curah hujan di wilayah ini menurut (Koem & Rusiyah, 2018) adalah tertinggi pada bulan Mei dan terendah pada bulan September. Bentuk relief wilayah kajian adalah pegunungan di bagian Utara dan Selatan yang membentang dari arah Timur dan Barat. (Koem & Rusiyah, 2017, 2018).



Gambar 1. Lokasi Studi (sumber: Peta Basemap *Google Earth Engine*)

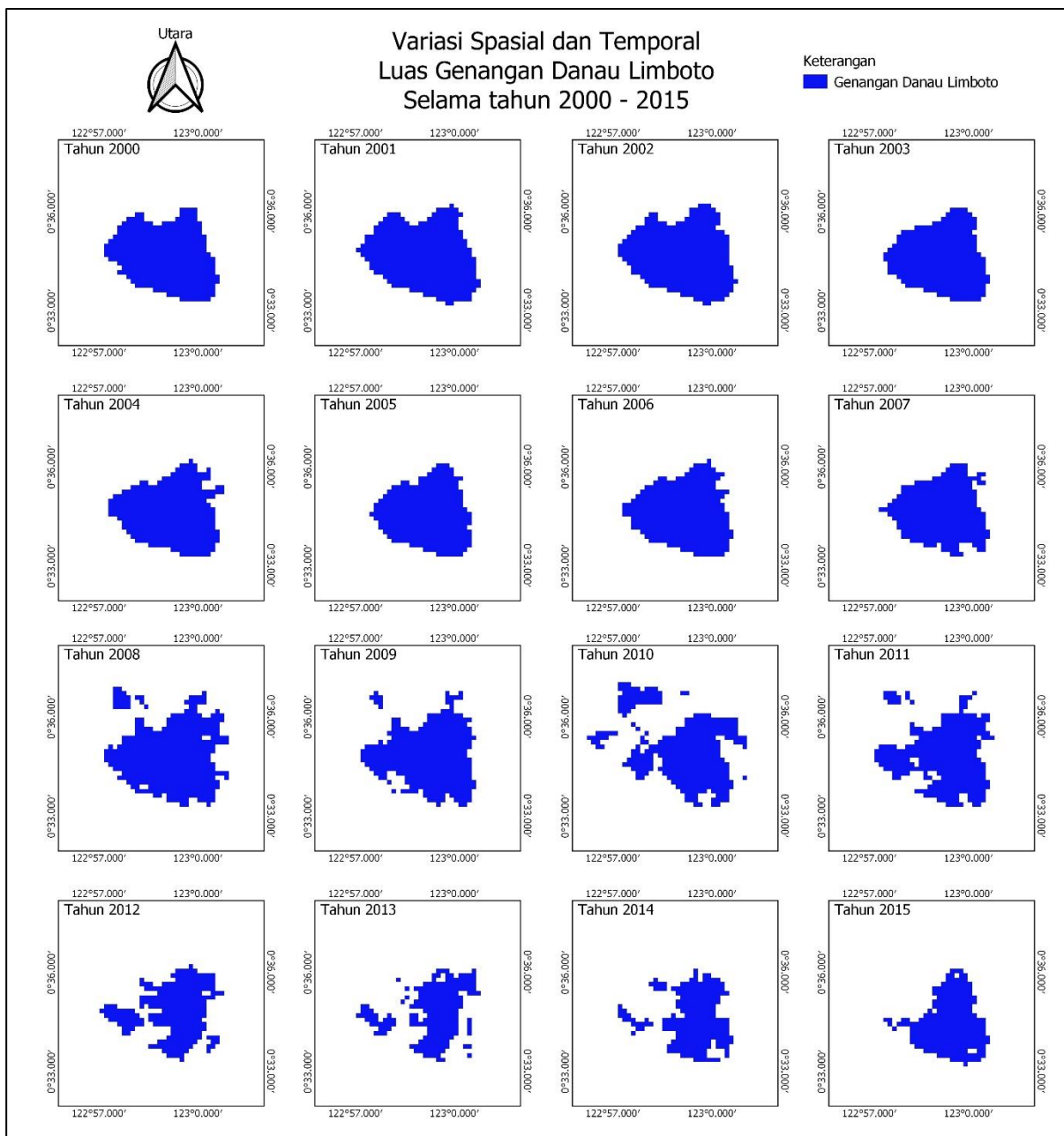
Produk data yang digunakan pada penelitian ini adalah *Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) *Land Water Mask* (MOD44W) Versi 6 yang tersedia dari tahun 2000 hingga 2015 dengan resolusi spasial 250 meter (Carroll et al., 2017). Jenis produk data ini adalah peta air permukaan global yang dapat diperoleh dari katalog publik GEE dalam format koleksi citra (*image collection*). Alasan pemilihan data MODIS adalah: pertama, tersedia secara gratis, kemudahan akses, cakupan wilayah yang luas. Kedua, menurut (Tamiminia et al., 2020) bahwa data MODIS sangat populer digunakan dalam studi.

Tahapan pengolahan data terdiri dari beberapa tahap. Pertama adalah menentukan batas wilayah kajian yang selanjutnya diimpor kedalam basis data GEE. Kedua, data MODIS jenis MOD44W diakses dari penyimpanan GEE, disaring tahun pengamatan 2000-2015, dan ditentukan cakupannya berdasarkan batas wilayah studi. Tahap pengolahan lanjutan adalah luas genangan Danau Limboto dihitung dan ditampilkan grafik luasan.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Variasi Spasial dan Temporal Genangan Danau Limboto Periode 2000-2015

Penerapan algoritma di lingkungan antarmuka GEE untuk mengolah data citra MODIS telah menghasilkan 16 variasi spasial dan temporal. Ekstraksi sebaran spasial luas permukaan air (genangan) selama tahun 2000 sampai dengan 2015 ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, daerah yang berwarna biru dipeta merupakan representasi wilayah yang tergenangi air pada tahun observasi. Wilayah yang paling dinamis berubah adalah bagian Barat Laut Danau Limboto.



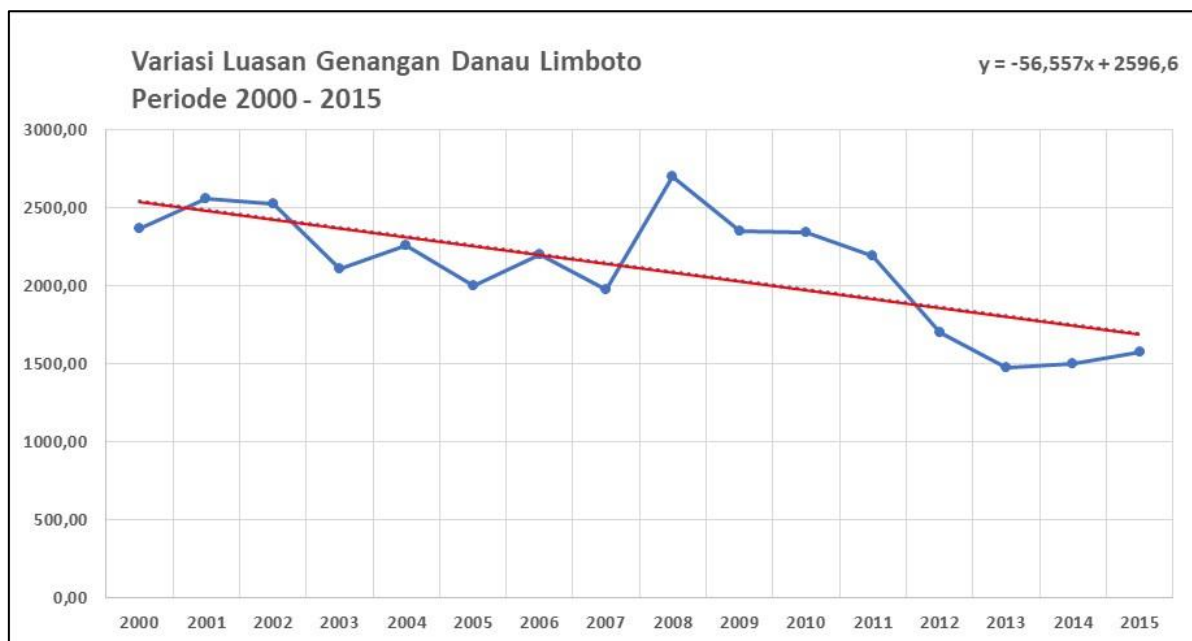
Gambar 2 Sebaran spasial perubahan Danau Limboto tahun 2000-2015

3.2. Variasi Luasan Genangan Danau Limboto Periode 2000-2015

Hasil ekstraksi perubahan luasan wilayah genangan Danau Limboto dalam satuan hektar (Ha) ditunjukkan pada Tabel 1. Luasan genangan ini diperoleh dari perhitungan luasan piksel 16 variasi spasial (Gambar 2). Adapun fluktuasi perubahan luasan dari waktu ke waktu digambarkan dengan grafik pada Gambar 3.

Tabel 1 Luas Genangan Danau Limboto tahun 2000-2015

No	Tahun	Luas (Ha)	No	Tahun	Luas (Ha)
1	2000	2370,61	9	2008	2700,38
2	2001	2557,27	10	2009	2351,94
3	2002	2526,16	11	2010	2345,72
4	2003	2109,28	12	2011	2196,39
5	2004	2258,61	13	2012	1704,85
6	2005	2003,51	14	2013	1474,63
7	2006	2202,61	15	2014	1499,52
8	2007	1978,62	16	2015	1574,18



Gambar 3 Tren Perubahan Luas Genangan Danau Limboto tahun 2000-2015

Dalam 16 tahun terakhir, total luas permukaan air Danau Limboto secara umum menunjukkan tren penurunan. Luas genangan yang paling besar nilainya terjadi di tahun 2008 sebesar 2700,38 Ha, dan terendah pada tahun 2013 sebesar 1474,63 Ha. Berdasarkan model regresi linier, rata-rata pengurangan luas genangan Danau Limboto adalah 56,56 Ha selama 16 tahun (Gambar 3).

Perubahan luas permukaan air Danau Limboto dapat dipantau dengan data penginderaan jauh, seperti MODIS dan Landsat. Berbagai kajian telah dilakukan terkait dengan pemanfaatan data penginderaan jauh untuk memantau kondisi danau. Citra satelit ini dapat digunakan untuk memantau kondisi morfologi dan sedimentasi seperti dilakukan oleh (Mostafa & Soussa, 2006), dan deteksi luas genangan dan vegetasi danau oleh (Julzarika & Dewi, 2019). Penggunaan data

penginderaan jauh juga dapat memberikan informasi terkait ekologi danau dan kualitas air (Dörnhöfer & Oppelt, 2016), serta kemampuan danau menampung air yang masuk (Mutowo, 2020). Akan tetapi penggunaan data penginderaan jauh dalam studi-studi sebelumnya terbatas pada jumlah citra yang digunakan. Disisi lain jika citra yang digunakan dalam jumlah yang besar, maka dibutuhkan sumberdaya yang besar untuk mengolah datanya. Kehadiran perangkat *Google Earth Engine* dengan dukungan komputasi awan menjadi alternatif solusi mengatasi permasalahan pada studi sebelumnya. Studi ini menggunakan *platform* ini untuk mengakses, mengolah, menganalisis dan menampilkan data penginderaan jauh. Perangkat ini memberikan kebebasan kepada pengguna untuk mengembangkan proses pengolahan dan analisis data melalui antarmuka yang tersedia (Kumar & Mutanga, 2018).

Keterbatasan studi ini adalah belum melakukan penilaian hasil ekstraksi genangan dengan data penginderaan jauh lainnya seperti Landsat atau data pengecekan lapangan. Penilaian ini penting untuk mengukur tingkat akurasi hasil ekstraksi genangan yang diperoleh dari data MODIS. Beberapa penelitian oleh (Lahay & Koem, 2021a, 2022) dapat menjadi bahan perbandingan dengan studi ini. Integrasi data curah hujan perlu juga dilibatkan pada penelitian selanjutnya. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan curah hujan dengan luas genangan Danau Limboto. Selain itu perubahan tutupan vegetasi yang terjadi di DAS Limboto sebagaimana disebutkan oleh (Lahay & Koem, 2021b) menjadi faktor yang dapat mempengaruhi perubahan luas permukaan air di Danau Limboto.

4. KESIMPULAN

Studi ini memperlihatkan bahwa perubahan luasan genangan danau Limboto dapat dipantau menggunakan citra Modis selama 2000-2015. Data ini dapat diperoleh dengan mudah dan diolah dengan cepat menggunakan teknologi *Google Earth Engine* sebagaimana yang telah ditunjukkan pada penelitian ini. Tulisan ini mengusulkan untuk melibatkan faktor lain yang dapat mempengaruhi perubahan luasan Genangan danau Limboto, diantaranya curah hujan dan tutupan vegetasi.

5. REFERENSI

- Amani, M., Ghorbanian, A., Ahmadi, S. A., Kakooei, M., Moghimi, A., Mirmazloumi, S. M., Moghaddam, S. H. A., Mahdavi, S., Ghahremanloo, M., Parsian, S., Wu, Q., & Brisco, B. (2020). Google Earth Engine Cloud Computing Platform for Remote Sensing Big Data Applications: A Comprehensive Review. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13, 5326–5350. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.3021052>
- Carroll, M., DiMiceli, C., Wooten, M., Hubbard, A., Sohlberg, R., & Townshend, J. (2017). *MOD44W MODIS/Terra Land Water Mask Derived from MODIS and SRTM L3 Global 250m SIN Grid V006 [Data set]*. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD44W.006>
- Dörnhöfer, K., & Oppelt, N. (2016). Remote sensing for lake research and monitoring – Recent advances. *Ecological Indicators*, 64, 105–122. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.12.009>
- Eraku, S., Akase, N., & Koem, S. (2019). Analyzing Limboto lake inundation area using landsat 8 OLI imagery and rainfall data. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1), 012111. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012111>

- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Julzarika, A., & Dewi, E. K. (2019). Perubahan Kondisi Danau Limboto yang Terdeteksi dengan Teknologi Penginderaan Jauh. *Jurnal Segara*, 14(3), 179–187. <https://doi.org/10.15578/segara.v14i3.6756>
- Koem, S., & Rusiyah, R. (2018). Spatiotemporal Characteristics of Meteorological Drought in Gorontalo Regency in 1981- 2016. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(3), 355–364. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.3.355-364>
- Koto, A. G., Pakaya, S., Melangi, M., Fakultas, G., Dan, S., Universitas, T., Gorontalo, M., Geografi, A., Sains, F., Universitas, D. T., & S1, M. (2016). *Pemantauan Luas Danau Limboto Menggunakan Citra Multi Temporal Dan Multi Sensor*. 2014, 83–91.
- Kumar, L., & Mutanga, O. (2018). Google Earth Engine Applications Since Inception: Usage, Trends, and Potential. *Remote Sensing*, 10(10), 1509. <https://doi.org/10.3390/rs10101509>
- Lahay, R. J., & Koem, S. (2021a). Google earth engine and landsat data for detecting inundation changes in Limboto lake. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 739(1), 012087. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/739/1/012087>
- Lahay, R. J., & Koem, S. (2021b). Ekstraksi Perubahan Tutupan Vegetasi Di Kabupaten Gorontalo Menggunakan Google Earth Engine. *Jambura Geoscience Review*, 4(1), 11–21. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v4i1.12086>
- Lahay, R. J., & Koem, S. (2022). Spatiotemporal mapping of inundation area at Lake Limboto in Gorontalo, Indonesia, using cloud computing technology. *Journal of Water and Land Development*, 52, 27–33. <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.139940>
- Mostafa, M. M., & Soussa, H. K. (2006). Monitoring of lake Nasser using remote sensing and GIS techniques. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 36.
- Mutowo, G. (2020). Remote sensing lake level fluctuations in response to a changing climate. *Journal of Water and Climate Change*, 11(1). <https://doi.org/10.2166/wcc.2018.122>
- Suwargana, N. (2012). Pemantauan Kualitas Danau Limboto Berbasis Data Landsat Dan Spot 4 Selama Periode 1989-2010. *SamiKar Nasional Limnologi VI 2012*.
- Tamiminia, H., Salehi, B., Mahdianpari, M., Quackenbush, L., Adeli, S., & Brisco, B. (2020). Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 164(May), 152–170. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001>