

# Studi Potensi *Saddle Area* di Bendungan Budong Budong Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)

Irfan Baharudin<sup>1\*</sup>, Sukamta<sup>1</sup>, Yudo Prasetyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup> Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

Analisis berbasis sistem informasi geografis (SIG) dapat memecahkan permasalahan teknis di bidang konstruksi, khususnya bendungan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui area dengan elevasi lebih rendah dari muka air banjir (MAB) di Bendungan Budong-Budong. Metode yang digunakan adalah analisis SIG dengan melakukan overlay dari data spasial yaitu data DEMNAS, area genangan waduk, DAS, sungai dan anak sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis overlay dapat mendeteksi 5 lokasi dengan elevasi di bawah MAB (4 lokasi di sungai dan 1 lokasi di hutan). Survei validasi dilakukan untuk memastikan elevasi di lapangan menggunakan gps handheld pada titik yang berada di hutan. Hasil validasi menunjukkan elevasi di lapangan 70,98 m dimana sudah diatas MAN tetapi masih terdapat selisih elevasi dengan MAB. Selisih elevasi tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap operasional maupun keamanan Bendungan Budong-Budong. Penelitian ini menunjukkan bahwa analisis SIG, khususnya analisis overlay, dapat menjadi solusi dalam pengambilan keputusan dan kebijakan dengan berbasis data spasial yang ada.

**Kata kunci:** SIG; bendungan; DEM; spasial; overlay

## Abstract

[Title: Study on the potential saddle area in Budong-Budong Dam based on geographic information system (GIS)] Geographic information system (GIS) analysis can solve technical problems, especially in the dam construction sector. The aim of this research is to determine the possibility of areas with elevation lower than the flood water level (MAB) in Budong-Budong Dam. The method used in this research is GIS analysis by overlaying spatial data, namely DEMNAS, reservoir areas, watersheds, and rivers. The research results show that overlay analysis detect 5 locations with elevations below the MAB (4 locations in rivers and 1 in forest). A validation survey was carried out to confirm the elevation in the forest area using GPS handheld. The validation results show that the elevation in the field is 70.98 m, above MAN but there is still a difference in elevation to MAB. This elevation difference does not really affect the operations or safety of the Budong-Budong Dam. This research shows that GIS analysis, especially overlay analysis, can be a solution in making decisions based on existing spatial data.

**Keywords:** GIS; dam; DEM; spatial; overlay

## 1. Pendahuluan

Bendungan adalah setiap penahan air buatan dengan berbagai jenis yang dapat menampung air, limbah tambang maupun lumpur sehingga terbentuk waduk (Nasional, 2014). Suatu perencanaan bendungan

tentunya sudah merencanakan seberapa luas area genangan dan wilayah yang tergenang. Perencanaan tersebut biasanya menggunakan data berupa peta topografi dan rencana muka air normal (MAN) dan muka air banjir (MAB) bendungan, tetapi pada pelaksanaannya terkadang ada beberapa lokasi yang harus menggunakan *saddle dam* untuk mempertahankan elevasi muka air waduk.

---

\*) Penulis Korespondensi.

E-mail: irfanbaharudin13@gmail.com

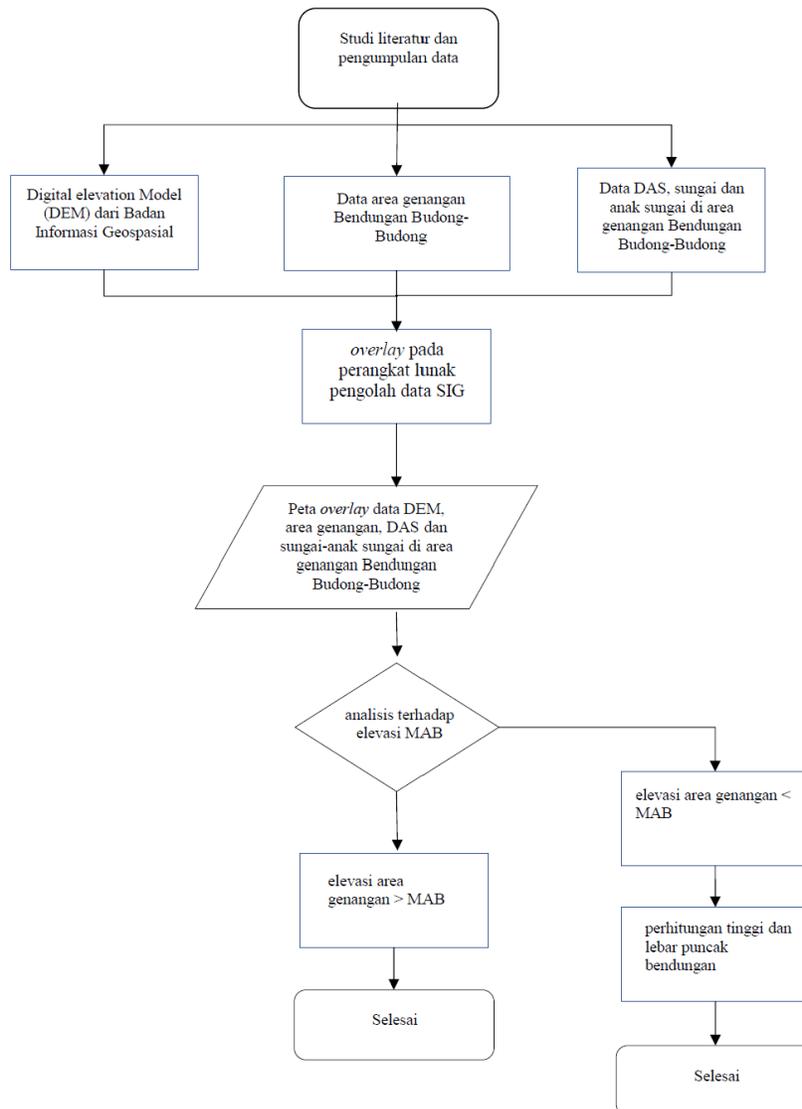
Tabel 1. Data yang digunakan dalam penelitian.

No	Data	Tahun	Sumber
1	Data <i>Digital Elevation Model</i> (DEM)	2023	Badan Informasi Geospasial (Geospasial, n.d.)
2	Data Daerah Aliran Sungai (DAS) Budong-Budong Data sungai dan anak sungai pada DAS Budong-Budong Data area genangan Bendungan Budong-Budong	2023	Balai Wilayah Sungai Sulawesi III Palu

*Saddle dam* merupakan bangunan bendungan yang terletak di daerah *saddle* (pelana) atau elevasi rendah pada area waduknya (*Reclamation*, n.d.). Pada Bendungan Budong-Budong, belum terdapat kajian mengenai kebutuhan *saddle dam* di area genangannya sedangkan topografi di Bendungan Budong-Budong sendiri berupa perbukitan dimana terdapat potensi

adanya titik dengan elevasi yang lebih rendah dibandingkan MAB.

Analisis spasial berbasis sistem informasi geografis (SIG) ada beberapa macam yaitu *overlay*, *buffer* (Setiawan et al., 2017), skoring (Darmawan et al., 2017) serta analisis-analisis lainnya. Penerapan SIG di bidang bendungan masih memiliki banyak ruang untuk



Gambar 1. Diagram alir penelitian

dikembangkan. Analisis SIG untuk mengetahui resiko adanya logam berat di sedimen pada bendungan (Fural et al., 2020), sistem jaringan irigasi dari bendungan (Rivai et al., 2021), efisiensi jaringan irigasi bendungan (Biahimo et al., 2015) dan penentuan lokasi potensial untuk bendungan (Rane et al., 2023) membuktikan hal tersebut.

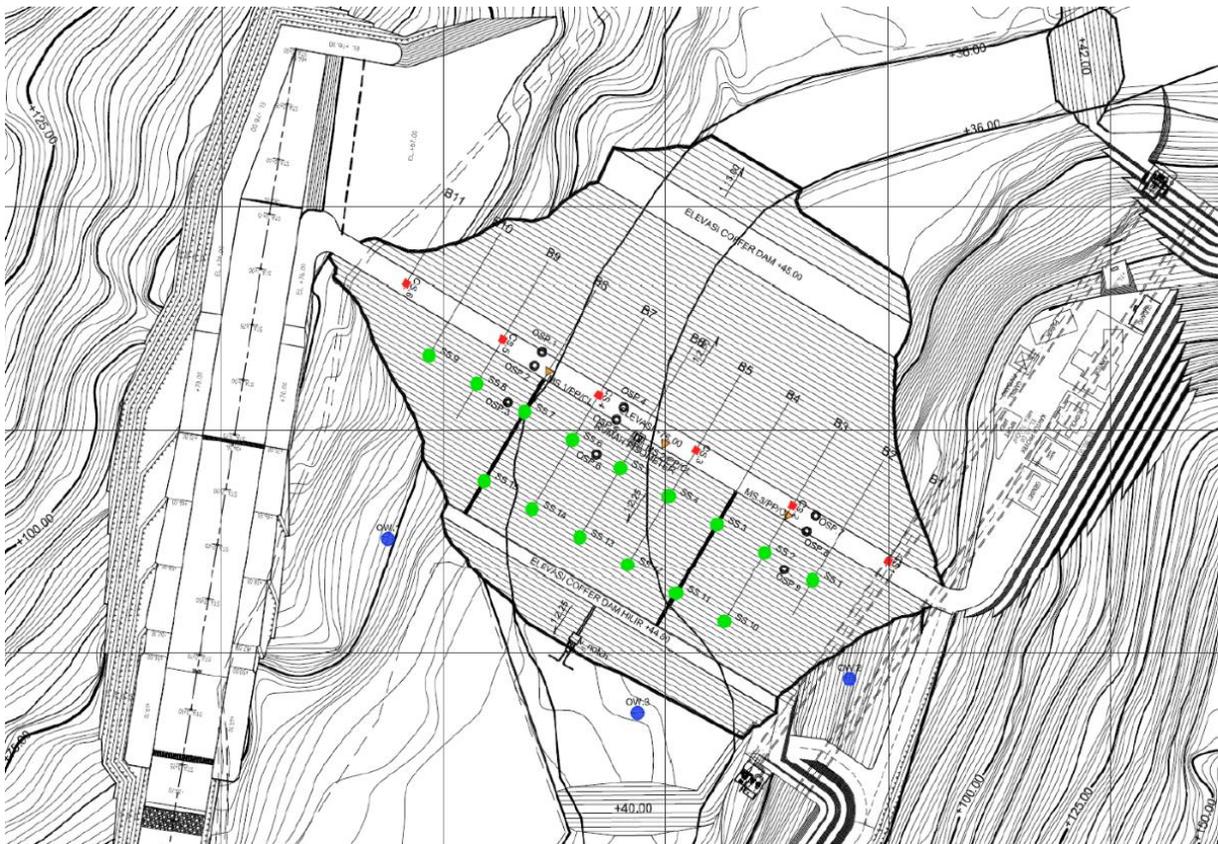
*Overlay* merupakan analisis spasial dimana pengguna menggabungkan 2 atau lebih data spasial dan mengkombinasikannya (Prahasta, 2014). Analisis *overlay* banyak digunakan untuk mencari titik lokasi terbaik dari beberapa opsi yang ada, sesuai dengan karakteristik yang diinginkan.

Analisis mengenai elevasi pada area genangan waduk suatu bendungan masih belum banyak dibahas. Hal tersebut penting untuk dibahas supaya menghindari kemungkinan terjadinya kebocoran area waduk disaat pengisian. Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui area yang memiliki elevasi lebih rendah dari muka air banjir (MAB) pada Bendungan Budong-Budong serta mempertimbangkan kebutuhan untuk membangun *saddle dam*.

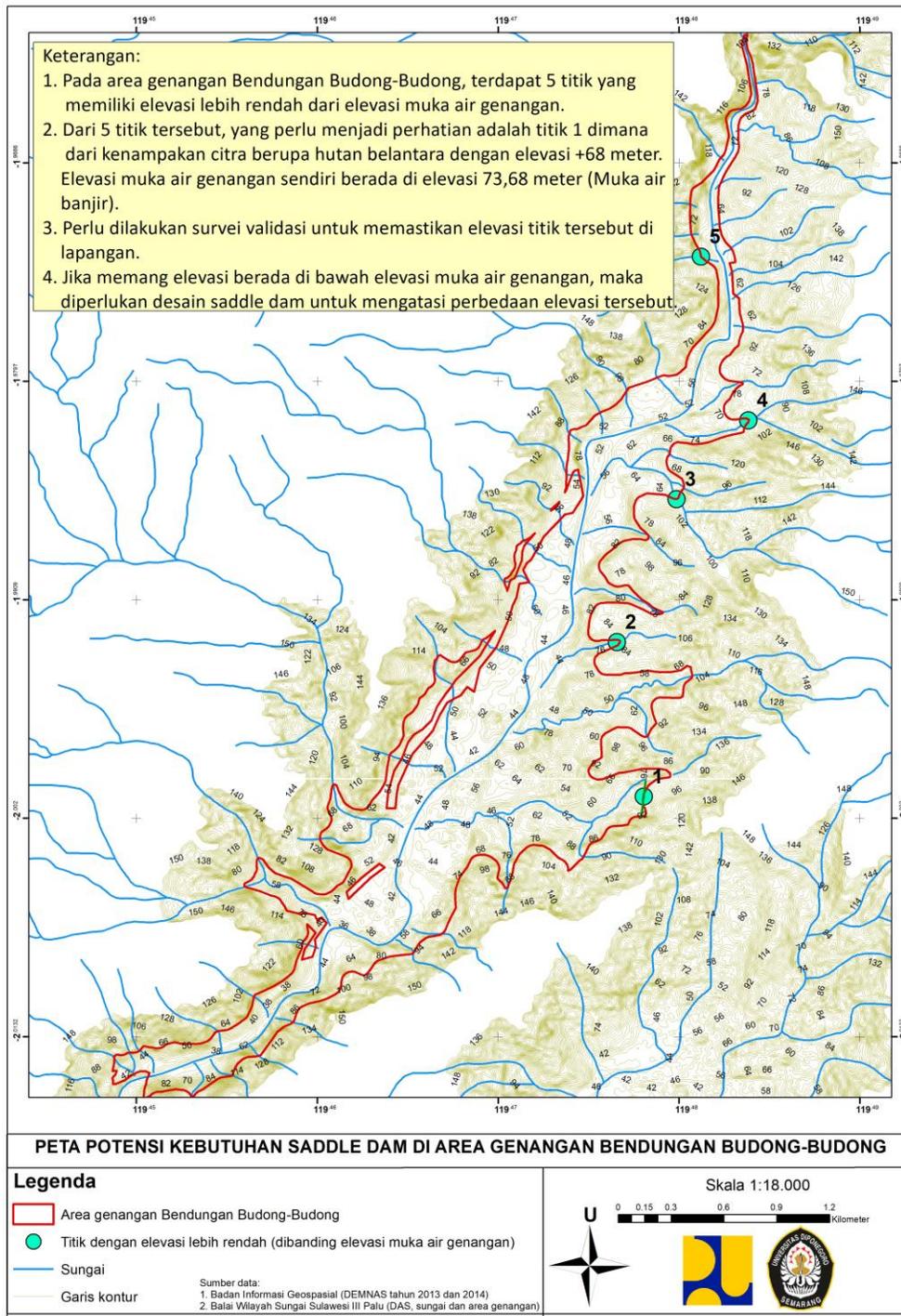
**2. Metode Penelitian**

Data-data spasial yang digunakan pada penelitian ini yaitu data *Digital Elevation Model (DEM)*, area genangan Bendungan Budong-Budong, Daerah Aliran Sungai (DAS) Budong-Budong serta sungai dan anak sungai Budong-Budong. Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan analisis *overlay* menggunakan data yang sudah dijabarkan pada Tabel 1.

Analisis *overlay* dilakukan dengan cara menggabungkan 2 atau 3 lebih data spasial, seperti pada contoh salah satu penelitian yaitu menggunakan data DEM, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), peta tutupan lahan, peta jenis tanah dan curah hujan bulanan untuk mengetahui laju erosi pada sub-DAS Bendungan Way Sekampung (Wasono et al., 2023). Kelebihan dari metode *overlay* yaitu dapat menentukan suatu lokasi sesuai dengan parameter yang kita inginkan dari beberapa opsi yang tersedia, tanpa kita harus melakukan survei ke lokasi tersebut secara langsung. Tentunya hal ini memiliki kekurangan yaitu kita tidak mengetahui kondisi di lapangan secara pasti. Hal ini bisa diatasi dengan melakukan pengecekan ke lokasi setelah analisis selesai dilakukan, sehingga menghemat waktu dan biaya



**Gambar 2.** Denah tata letak Bendungan Budong-Budong beserta instrumentasinya (Balai Wilayah Sungai Sulawesi III, 2018).



Gambar 3. Peta hasil analisis *overlay* data spasial di Bendungan Budong-Budong.

dengan tidak melakukan survei ke seluruh opsi yang ditawarkan. Secara keseluruhan, data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis *overlay* digunakan untuk mengecek elevasi muka air waduk Bendungan Budong-Budong terhadap elevasi DEM yang ada. Jika ditemukan lokasi

yang memiliki elevasi lebih rendah dari elevasi muka air banjir, maka ditandai untuk dilakukan survei validasi di lapangan. Validasi lapangan akan dilakukan jika hasil analisis *overlay* menemukan lokasi yang memiliki elevasi lebih rendah dari muka air genangan Bendungan Budong-Budong. Area waduk Bendungan Budong-

Budong yang masih belum memiliki Titik BM maupun titik kontrol berkoordinat membuat survei validasi dilakukan menggunakan aplikasi *mobile topographer*. *Mobile topographer* merupakan aplikasi yang berfungsi sama dengan gps handheld sehingga dapat mengetahui koordinat dan elevasi pada lokasi yang diperkirakan memiliki elevasi dibawah muka air banjir. Validasi sebagai acuan dari hasil analisis yang dilakukan berbasis sistem informasi geografis, sekaligus melihat kondisi topografi yang ada di lapangan. Diagram alir pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Bendungan Budong-Budong (Salulebo) berada di sungai Salulebo, yang merupakan sungai orde 2, dengan luas Daerah Tangkapan Air (DTA) 136.79 km<sup>2</sup>, bentuk DTA memanjang dengan panjang sungai 20,60 km. lokasi bendungan sendiri berada sekitar 23 km dari jalan poros Mamuju Tengah -Palu. Bendungan Budong-Budong direncanakan bertipe urugan batu dengan tinggi 64 meter dari pondasi. Volume tampungan pada Bendungan Budong-Budong sekitar 47,25 juta m<sup>3</sup> yang dapat dimanfaatkan sebagai irigasi, air baku serta PLTMH (Denah tata letak Bendungan Budong-Budong dapat dilihat pada Gambar 2).

Hasil analisis *overlay* yang berbasis SIG tentunya perlu dilakukan validasi di lapangan. Validasi dilakukan menggunakan aplikasi *mobile topographer* dikarenakan keterbatasan peralatan di lapangan. Aplikasi *mobile topographer* memiliki ketelitian yang baik ketika dilakukan pengujian dengan pengukuran *Global Navigation Satellite System* (GNSS) geodetik maupun dibandingkan dengan aplikasi lainnya (Kubon & Plewako, 2018; Abdulmumin et al., 2020) sehingga dapat dijadikan opsi jika tidak memungkinkan dilakukan survei terestris menggunakan alat ukur teodolit, *total station* dan alat survei lainnya.

**Tabel 2.** Titik yang berpotensi membutuhkan *saddle dam* berdasarkan analisis *overlay*.

No	Keterangan Titik	Elevasi (meter)
1	Hutan	68
2	Sungai	70
3	Sungai	72
4	Sungai	71
5	Sungai	70

**Tabel 4.** Koordinat hasil pengukuran menggunakan aplikasi *mobile topographer* pada BM di Bendungan Budong-Budong.

Nama titik	Koordinat hasil pengukuran menggunakan <i>mobile topographer</i>		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
BM 7	773.205,601	9.777.177,759	59,65
BM 8	773.209,694	9.777.185,497	65,95
BM 10	772.755,513	9.777.063,816	116,47

### 3. Hasil dan Pembahasan

Analisis *overlay* diawali dengan membuka semua data spasial yang ada di Bendungan Budong-Budong. Langkah selanjutnya yaitu mengecek elevasi di area genangan Bendungan Budong-Budong. Dari hasil analisis *overlay*, ditemukan adanya lokasi yang terindikasi berada di bawah elevasi dari muka air genangan Bendungan Budong-Budong. Indikasi ini dikarenakan muka air bendungan direncanakan pada +73,68 meter, sedangkan pada hasil *overlay* beberapa titik tersebut berada di bawah elevasi dari muka air bendungan. Lokasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Sebagaimana kemampuan analisis SIG untuk menganalisis kesesuaian lahan tambak terhadap produktivitas budidaya udang (Setiaji et al., 2018), pada penelitian ini juga dapat untuk mengetahui titik-titik yang berpotensi memiliki elevasi di bawah muka air banjir. Dari 5 titik yang memiliki elevasi lebih rendah dibandingkan muka air banjir, 4 diantaranya terindikasi merupakan sungai ataupun anak sungai yang mengalir menuju Sungai Salulebo. Karena merupakan sungai atau anak sungai, pada 4 lokasi tersebut tidak perlu dianalisis lebih lanjut. 1 titik yang lain berdasarkan hasil analisis *overlay* merupakan suatu dataran yang cukup lebar, yaitu sekitar 178,33 meter jika diukur dari tebing kanan maupun kirinya.

Lokasi ini diperlukan validasi lapangan lebih lanjut untuk melihat apakah memang lokasi tersebut memiliki elevasi yang rendah atau tidak. Validasi dilakukan menggunakan aplikasi *mobile topographer* dikarenakan tidak memungkinkannya melakukan pengukuran secara terestris. Hal tersebut didasari oleh lokasi yang akan disurvei masih berupa hutan dan belum adanya patok BM sebagai titik acuan pengukuran.

**Tabel 3.** Koordinat eksisting pada BM di Bendungan Budong-Budong.

Nama titik	Koordinat yang telah diketahui		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
BM 7	773.211,500	9.777.173,409	59,427
BM 8	773.210,926	9.777.185,791	63,259
BM 10	772.759,885	9.777.059,856	117,787

**Tabel 5.** selisih koordinat X, Y dan Z antara pengukuran menggunakan *mobile topographer* dan koordinat eksisting.

Nama titik	Selisih koordinat X (m)	Selisih koordinat Y (m)	Selisih koordinat Z (m)
BM 7	5,899	4,35	0,223
BM 8	1,232	0,294	2,691
BM 10	4,372	3,96	1,317
rerata	3,834	2,868	1,410

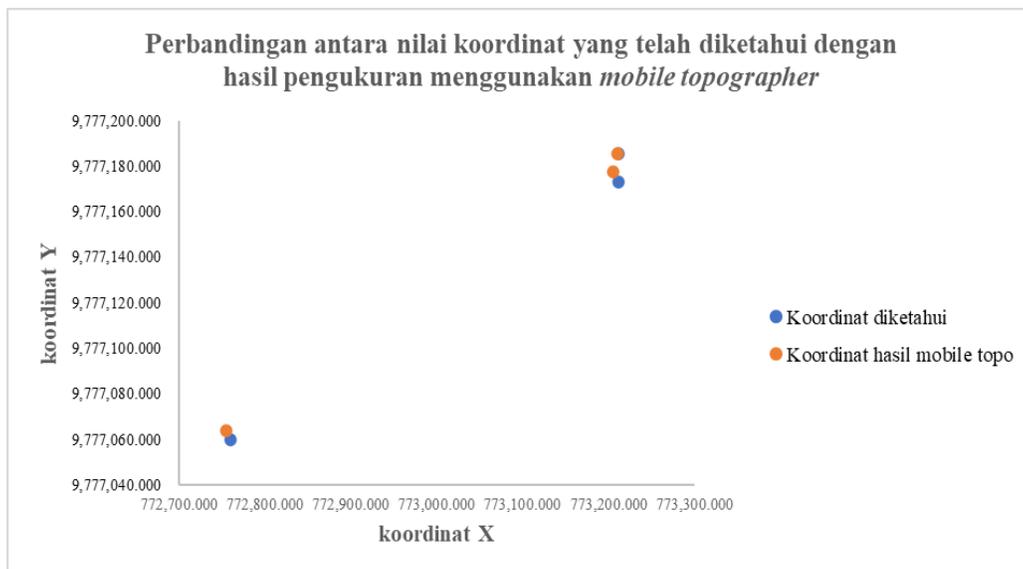
Verifikasi dilakukan dengan cara mengambil koordinat pada beberapa titik yang sudah diketahui koordinatnya untuk selanjutnya dibandingkan nilainya sehingga dapat diketahui seberapa besar selisih antara nilai koordinat di aplikasi *mobile topographer* dengan titik yang koordinatnya sudah diketahui. Titik yang dipilih untuk verifikasi adalah BM 7, BM 8 dan BM 10 yang ada di Bendungan Budong-Budong. Hasil dari verifikasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3, 4, 5 dan Gambar 4.

Berdasarkan hasil verifikasi, aplikasi *mobile topographer* ini dapat memberikan koordinat yang cukup baik. Selisih rata-rata koordinat X adalah 3,834 m, dengan selisih terbesar 5,899 m dan terendah 3,834 m. Selisih rata-rata koordinat Y adalah 2,868 m dengan selisih terbesar 4,35 m dan terendah 0,294 m. Selisih rata-rata koordinat Z adalah 1,410 dengan selisih terbesar adalah 2,691 m. Hasil analisis selisih ini membuktikan bahwa aplikasi *mobile topographer* memiliki kemampuan yang baik untuk mengambil koordinat maupun elevasi, bahkan pada beberapa titik memiliki hasil yang mendekati pengukuran terestris (koordinat eksisting merupakan koordinat hasil pengukuran terestris). Setelah dilakukan verifikasi, maka aplikasi *mobile topographer* ini dapat digunakan untuk melakukan survei validasi di lapangan. Survei validasi dilakukan dengan berjalan kaki sekitar 1 km ke arah titik yang dituju, dengan elevasi beragam. Setelah menempuh perjalanan sekitar 1,5 jam, maka kami sampai di lokasi yang diperkirakan memiliki elevasi dibawah muka air banjir. Berdasarkan hasil pengambilan koordinat di lapangan, elevasi pada lokasi tersebut adalah +70,98 meter diatas muka laut rerata (*mean sea level/MSL*).

Dari hasil validasi lapangan, terdapat selisih 2,98 meter antara hasil validasi di lapangan (elevasi 70,98 m) dan hasil analisis *overlay* (elevasi 68 meter). Hal ini dikarenakan DEM yang digunakan sebagai acuan dalam analisis menggunakan DEMNAS memiliki ketelitian  $\pm 8$  meter (Al Amin et al., 2020).

Meskipun berbeda, besarnya perbedaan tidak signifikan dan tujuan dari penggunaan analisis *overlay* ini adalah untuk memilih titik yang perlu disurvei lapangan secara langsung. Dari 5 titik yang terindikasi memiliki elevasi di bawah muka air genangan bendungan, kita dapat memilih 1 titik saja yang diperlukan survei lapangan. Tentunya nilai elevasi ini akan berbeda juga jika dilakukan pengukuran menggunakan metode terestris, baik menggunakan total station maupun waterpas tetapi setidaknya kita dapat mengetahui lebih awal akan adanya potensi lokasi *saddle area*.

Nilai elevasi 70,98 meter ini jika dibandingkan dengan muka air normal maka sudah aman dimana muka air normal memiliki ketinggian muka air di elevasi 70 meter, tetapi jika dibandingkan dengan muka air banjir pada waduk maka masih terdapat selisih sebesar 2,7 meter. Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5 di atas, lokasi titik yang disurvei berada cukup jauh dari Sungai Salulebo yang merupakan lokasi as Bendungan Budong-Budong. Hal ini penting untuk diketahui dari awal sehingga dapat dipersiapkan lebih awal langkah-langkah untuk mengatasi adanya *saddle area* di Bendungan Budong-Budong. Belum adanya standar mengenai metode pencarian *saddle area* di suatu bendungan dapat diatasi dengan menggunakan analisis SIG. Potensi analisis SIG dapat dikembangkan lebih



Gambar 4. perbandingan antara nilai koordinat eksisting (yang sudah diketahui nilainya) dengan hasil pengukuran menggunakan *mobile topographer*

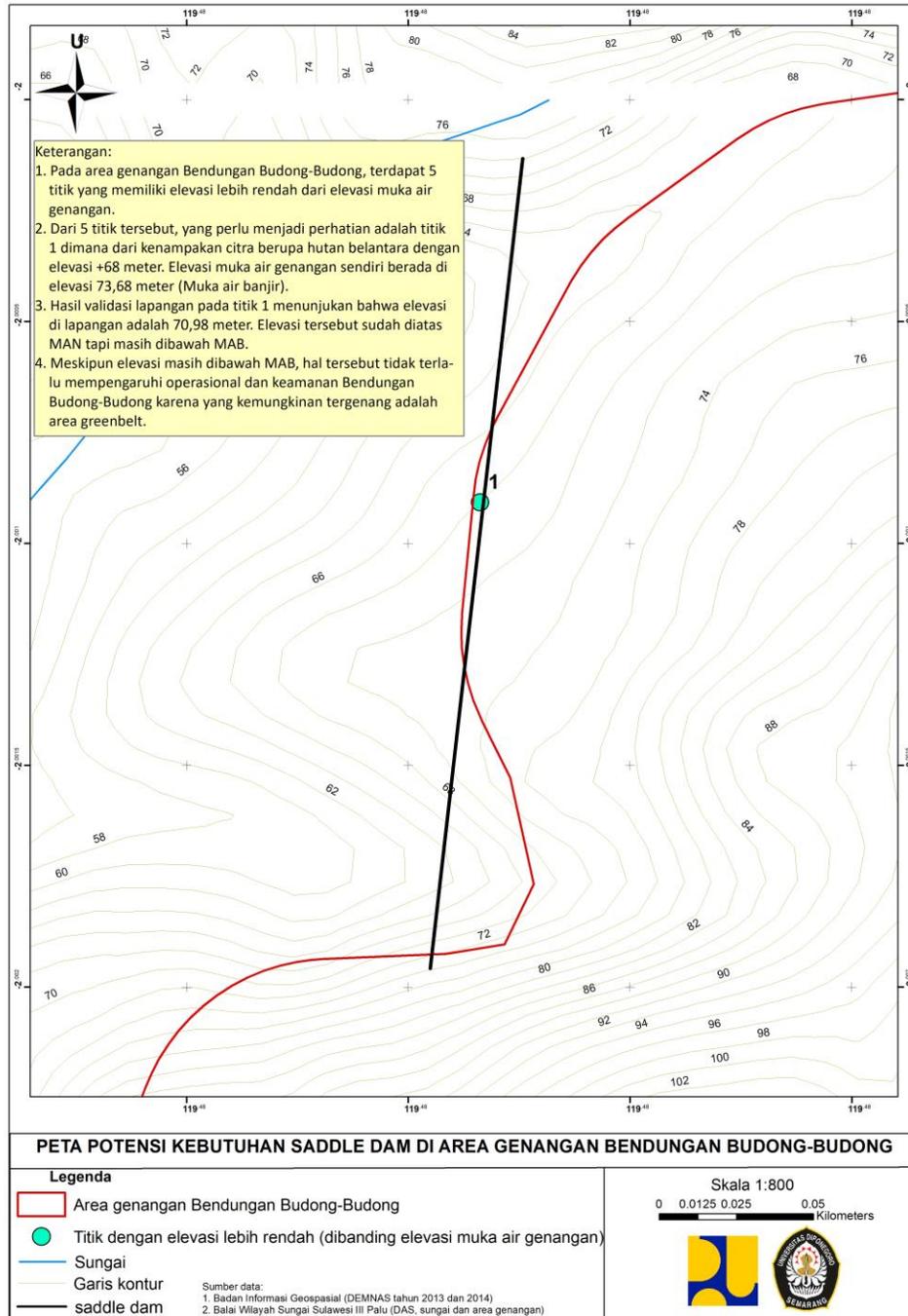
luas lagi sesuai kebutuhan di lapangan.

Terkait dengan keamanan dari Bendungan Budong-Budong sendiri, hal tersebut tidak terpengaruh terhadap adanya potensi *saddle area*. Hal ini dikarenakan *saddle area* tersebut berada di bagian hutan yang jauh dari pemukiman, sehingga jika terjadi limpasan saat muka air banjir (MAB) hanya memiliki

resiko yang cukup rendah.

**4. Kesimpulan**

Melalui penelitian yang dilakukan, Bendungan Budong-Budong memiliki potensi *saddle area* sebanyak 5 titik Dimana 4 diantaranya berada di sungai dan 1 lokasi berada di hutan. *Saddle area* yang perlu menjadi



Gambar 5. Peta lokasi titik 1 yang disurvei validasi.

perhatian lebih lanjut yaitu pada 1 titik di area hutan, dengan elevasi di peta yaitu +68 meter dan di lapangan +70,98 meter. elevasi di lapangan menunjukkan bahwa titik tersebut memiliki ketinggian diatas muka air normal, tetapi masih sedikit dibawah muka air banjir yang merupakan  $Q_{PMF}$ . Kontraktor Bendungan Budong-Budong dapat melakukan pengecekan nilai elevasi pada titik *saddle area* 1 menggunakan alat survei terestris ketika daerah tersebut sudah dilakukan pembersihan dari tutupan lahannya.

#### Daftar Pustaka

- Abdulmumin, L., Isioye, O. A., Bawa, S., & Muhammed, A. (2020). Exploring the Usability and Suitability of Smartphone Apps for Precise and Rapid Mapping Applications. *Intercontinental Geoinformation Days*, 3914(November), 36–39. <http://igd.mersin.edu.tr/2020/>
- Al Amin, M. B., Toyfur, M. F., Fransiska, W., & Marlina, A. (2020). Delineasi DAS dan Elemen Model Hidrologi Menggunakan HEC-HMS Versi 4.4. *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 9(1), 33–38. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v9i1.37>
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi III. (2018). *Laporan Akhir Sertifikasi Desain, Model Test, dan Penyelidikan Geologi Lanjutan Bendungan Budong-Budong Kab. Mamuju Tengah*.
- Biahimo, Y., Rumambi, D., Ludong, D., & Pakasi, S. (2015). Analisis Efisiensi Penyaluran Air Irigasi Dengan Sistem Informasi Geografis Bendungan Lomaya Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo. *Cocos*, 6(15), 1–6. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/view/8816>
- Darmawan, K., Hani'ah, H., & Suprayogi, A. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/15024>
- Eddy Prahasta. (2014). *Sistem Informasi Geografis Konsep - Konsep Dasar (Perpekstif Geodesi dan Geomatika)* (Revisi). Informatika.
- Fural, Ş., Kükrer, S., & Cürebal, İ. (2020). Geographical information systems based ecological risk analysis of metal accumulation in sediments of İkizcetepeler Dam Lake (Turkey). In *Ecological Indicators* (Vol. 119). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106784>
- Geospasial, Badan Informasi (n.d.). DEMNAS. <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas>
- Kuboń, N., & Plewako, M. (2018). Examining the accuracy of positioning using selected smartphone applications. *Geomatics, Landmanagement and Landscape*, 4(4), 65–77. <https://doi.org/10.15576/gll/2018.4.65>
- Nasional, Badan Standardisasi (2014). *SNI 8062:2015 Tata Cara Desain Tubuh Bendungan Tipe Urugan*.
- Rane, N. L., Achari, A., Choudhary, S. P., Mallick, S. K., Pande, C. B., Srivastava, A., & Moharir, K. N. (2023). A decision framework for potential dam site selection using GIS, MIF and TOPSIS in Ulhas river basin, India. *Journal of Cleaner Production*, 423(April). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138890>
- Reclamation, U. S. B. of. (n.d.). *Reclamation Library*. Retrieved July 23, 2023, from <https://www.usbr.gov/library/glossary/index.html#S>
- Rivai, H. B., Rumambi, D. P., Pakasi, S. E., Studi, P., Pertanian, T., Teknologi, J., Fakultas, P., Universitas, P., Manado, S. R., Program, ), & Fakultas, S. A. (2021). Analisis Sistem Jaringan Irigasi Bendungan Pontak Kabupaten Bolaang Mongondow Utara Dengan Sistem Informasi Geografis Analysis of the Pontak Dam Irrigation Network System, North Bolaang Mongondow Regency with Geographic Information Systems. *Cocos*.
- Setiaji, K., Nugraha, A. L., & Firdaus, H. S. (2018). Analisis Kesesuaian Lahan Tambak Terhadap Produktivitas Budidaya Udang Menggunakan SIG (Studi Kasus : Kabupaten Kendal). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(4), 128–137.
- Setiawan, Y., Setyaningrum, T., & Waryati. (2017). Prediksi Laju Erosi Menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG) di Dearah Waduk Benanga Lempake Kota Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(1), 36–44.
- Wasono, A., Kurnia Sari, Y., Sangkawati, S., & Nugroho, H. (2023). Jurnal Aplikasi Teknik Sipil Analisis Erosi Sub-DAS Bendungan Way Sekampung Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(2), 191–196. <https://iptek.its.ac.id/index.php/jats/article/view/15602/7601>