

Analisis Geospatial Intelligence untuk Penentuan Lokasi Relokasi Pasca Banjir Bandang

Sa'dianoor¹ Hutagamissufardal^{1,2} Aulia Oktafiandi³ Syamsul Maarif⁴

¹ Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Lambung Mangkurat

² Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

³ Pemerintah Kabupaten Hulu Sungai Tengah

⁴ Program Studi Manajemen Bencana Universitas Pertahanan Indonesia

✉ 2230811310054@mhs.ulm.ac.id

Kejadian banjir bandang menimbulkan kerusakan baik fisik maupun psikis. Kerusakan fisik berupa rusaknya rumah maupun infrastruktur seperti jalan dan jembatan. Sedangkan kerusakan psikis berupa ketakutan yang selalu menghantui khususnya warga yang tinggal di bantaran sungai. Untuk menyikapi hal tersebut Pemerintah Kabupaten Hulu Sungai Tengah melakukan pendekatan fisik, ekonomi dan sosial budaya dalam pembangunan rumah warga terdampak. Dari sisi fisik dicarikan lokasi yang aman dari banjir bandang. Dari sisi ekonomi diusahakan lokasi relokasi tidak jauh dari tempat warga bekerja. Dari sisi sosial budaya tidak menjauhkan warga dari lingkungan keluarganya. Sehingga tujuan penelitian ini adalah menggunakan analisis *Geospatial Intelligence* untuk menentukan lokasi relokasi pasca banjir bandang dengan mempertimbangkan aspek fisik, ekonomi dan sosial budaya. Metode penelitian menggunakan alat pengambil, pengolah dan penganalisis data spasial yang digabungkan dengan informasi di lapangan. Dari hasil penelitian didapatkan lokasi yang memenuhi ketiga aspek tersebut dimana elevasinya lebih tinggi 4 m dari bibir sungai. Hasil kegiatan telah digunakan untuk pengadaan tanah untuk kepentingan umum di Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Kabupaten Hulu Sungai Tengah.

Kata kunci: banjir bandang, *Intelligence Geospatial*, Kabupaten Hulu Sungai Tengah.

Dipresentasikan: 7 November 2022

Direvisi: 15 November 2022

Diterima: 2 Januari 2023

Dipublikasikan online: 10 Januari 2023

Pendahuluan

Banjir bandang merupakan jenis banjir (sungai meluap (J. Kodoatie & Syarief, 2010)) yang memiliki daya rusak tinggi dan berlangsung cepat sejenis bencana gempa bumi, tornado dan erupsi gunung merapi (Sene, 2013). Kejadian banjir bandang yang terjadi di sepanjang aliran sungai Barabai pada pertengahan Januari 2021 menyebabkan kerugian materil dan immateril. Dampak akibat banjir menyebabkan permukiman warga rusak bahkan beberapa rumah hilang terbawa arus. Hujan lebat yang terjadi beberapa hari menyebabkan luapan sungai Barabai yang turut serta membawa endapan lumpur dan material lain.

Banjir bandang sendiri termasuk kategori bencana hidrometeorologi sama seperti banjir, kekeringan dan tanah longsor (Maarif, 2013). Perubahan iklim diperkirakan akan meningkatkan intensitas dan frekuensi banjir bandang (Koutalakis et al., 2020).

Faktor utama banjir bandang adalah dipicu oleh intensitas hujan ekstrim. Kemudian berhubungan dengan kejadian longsor yang menyumbat aliran sungai membentuk bendung alam (Adi, 2014). Banjir bandang sering dicirikan sebagai peristiwa berlangsung cepat

yang menyisakan sedikit waktu bagi orang-orang untuk mengambil tindakan untuk mengurangi kerusakan harta benda dan risiko kehidupan (Sene, 2013).

Pasca banjir bandang diperlukan berbagai data untuk mengidentifikasi wilayah terdampak. Otoritas lokal dapat menyebarkan aplikasi media sosial untuk digunakan oleh warga di lapangan untuk mengumpulkan foto dan video guna meningkatkan gambaran wilayah (Navulur, 2018).

Untuk memperbaiki rumah warga yang rusak maupun hanyut, Pemerintah Kabupaten Hulu Sungai Tengah telah melaksanakan pengadaan tanah untuk kepentingan umum di tahun 2021. Kemudian di tahun 2022 dilanjutkan dengan Program Bedah Rumah untuk pembangunan rumah warga terdampak. Kegiatan ini tercantum di dalam Dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJMD) Tahun 2021-2026 dengan indikator Fasilitas Penyediaan rumah layak huni bagi masyarakat terdampak relokasi program pemerintah (RPJMD, 2021). Penjabarannya pada Sub Kegiatan Pembangunan Rumah Khusus beserta PSU bagi Korban Bencana atau Relokasi Program Kabupaten/Kota (Renstra, 2021).

Cara mensitasi artikel ini:

Sa'dianoor, Hutagamissufardal, Oktafiandi, A., Maarif, S (2023) Analisis *Geospatial Intelligence* untuk Penentuan Lokasi Relokasi Pasca Banjir Bandang. *Buletin Profesi Insinyur* 6(2) (Edisi Khusus: Prosiding Seminar Nasional IX Teknik Sipil 2022) 001-006

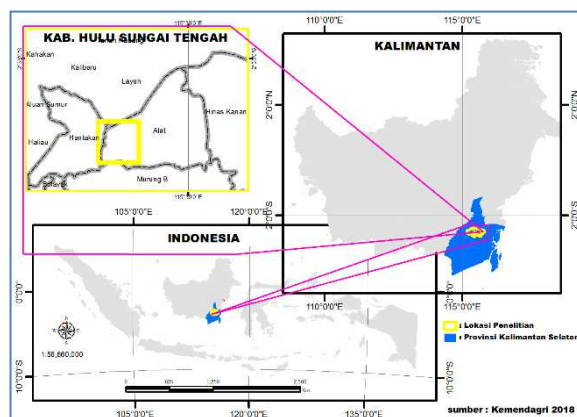


Dalam menganalisis kejadian banjir bandang ini menggunakan analisis *Geospatial Intelligence (GEOINT)*. GeoInt sendiri adalah eksploitasi dan analisis citra dan informasi geospasial untuk menggambarkan, menilai, dan secara visual menggambarkan fitur fisik dan aktivitas yang direferensikan secara geografis di bumi. (Clarke, 2020). Salah satu proses GEOINT dengan menggabungkan data hasil akuisisi data drone dengan informasi lapangan. Produk drone berupa data raster dan vektor salah satunya data *Digital Elevation Model (DEM)* (Wiseman & Sluijs, 2019). Data ini penting untuk menggambarkan kondisi ketinggian lokasi relokasi dibandingkan dengan ketinggian luapan banjir. Dalam kegiatan ini kegiatan utama adalah akuisisi data drone serta pengambilan data intelijen dari berbagai sumber. Sumber utama informasi adalah masyarakat yang terdampak banjir bandang. Hal ini sejalan dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 87 Tahun 2020 Tentang Rencana Induk Penanggulangan Bencana Tahun 2020-2044, 2020, dimana perlu adanya analisis kemungkinan dampak bencana. Berangkat dari adanya kasus banjir bandang diatas maka penelitian ini bertujuan untuk membantu menganalisis menggunakan *GEOINT* lokasi relokasi pasca banjir bandang dengan mempertimbangkan aspek fisik, ekonomi dan sosial budaya..

Metode

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di desa Alat Kecamatan Hantakan Kabupaten Hulu Sungai Tengah Provinsi Kalimantan Selatan. Dengan posisi geografis terletak pada 115° 28' 3.814" – 115° 28' 56.753" Bujur Timur dan 2° 37' 21.396" – 2° 38' 14.592" Lintang Selatan (Gambar 1).



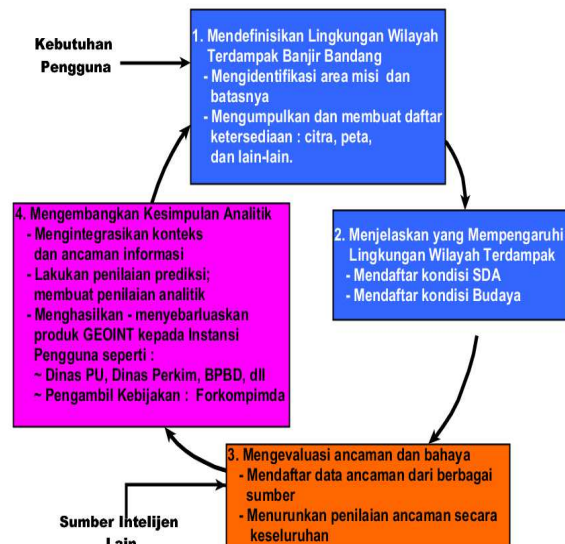
Gambar 1 Lokasi penelitian

Daerah penelitian berada di RT 1, 2 dan 3 desa Alat sepanjang sungai Barabai. Sungai Barabai sendiri merupakan satu dari tiga sungai besar yang membelah Kabupaten Hulu Sungai Tengah dari Timur ke Barat dan bermuara di Sungai Nagara. Sungai Nagara sendiri kemudian bergabung ke DAS Barito.

Alur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif. Penelitian menggambarkan kondisi wilayah

menggunakan data spasial yang didapat menggunakan wahana drone. Siklus yang digunakan menggunakan siklus *Geospatial Intelligence (GEOINT)* (Gambar 2). Pada siklus ini proses pendahuluan diawali dengan pengumpulan informasi untuk penggambaran awal kondisi wilayah penelitian.



Gambar 2 Siklus *GEOINT* (modifikasi dari National Research Council, (2013 : p14))

Hasil dan Pembahasan

Survei Lapangan

Dalam menentukan lokasi yang akan dilakukan pemotretan dilakukan orientasi lapangan baik daerah yang terdampak banjir bandang maupun daerah orientasi sepanjang bantaran sungai Barabai (Gambar 3).



Gambar 3 Lokasi terdampak di Desa Alat 21 Januari 2022

Dari hasil identifikasi lokasi yang mengalami kerusakan kemudian dibuatkan misi terbang. Misi ini diharapkan mencakup keseluruhan wilayah terdampak (Gambar 4).



Gambar 4 Akuisisi data dengan drone 21 Januari 2022

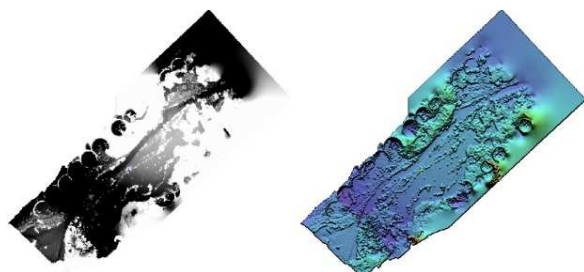
Pengolahan Data

Hasil pemotretan kemudian diolah untuk mendapatkan data raster berupa *Digital Surface Model* (DSM) dan citra foto (ortomosaik) (Gambar 5).



Gambar 5 model hasil pengolahan foto akuisisi drone

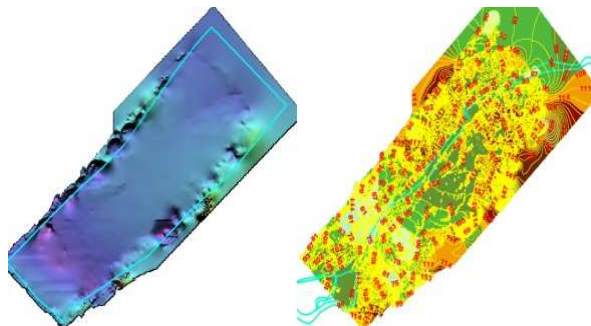
Untuk mengetahui ketinggian tempat yang akan dijadikan lokasi relokasi maka diperlukan data ketinggian. Data ketinggian dapat dihasilkan dari *DEM*. *DEM* sendiri dihasilkan dari data *DSM* yang telah dihilangkan objek-objek yang berada di atasnya seperti bangunan, tanaman ataupun objek lain yang bukan permukaan tanah. Data *DSM* yang siap dilakukan pengolahan terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 data DSM 21 Januari 2021

Dari hasil pengolahan data *DEM* maka dapat dilihat perbedaan ketinggian tempat. Pada penelitian ini, difokuskan perbedaan ketinggian bibir sungai dengan lokasi sekitarnya. Berdasarkan informasi di lapangan

ketinggian banjir bandang mencapai 4 meter. Dari informasi ini berarti lokasi rencana relokasi harus di atas 4 meter dari bibir sungai. Data *DEM*/ *Digital Terrain Model* (DTM) tadi dapat dikonversi menjadi data vektor berupa garis kontur (Gambar 7).



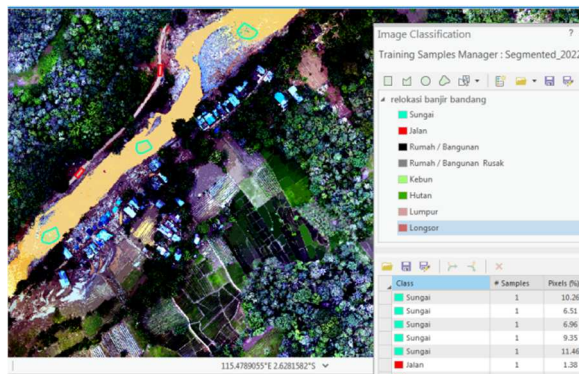
Gambar 7 Data DTM dan Kontur

Dari hasil pengolahan didapatkan data *DSM* dengan resolusi 19 cm dimana pengolahan menggunakan Laptop resolusi menengah. Beberapa proses menggunakan resolusi medium karena ketidakmampuan Laptop untuk memproses datanya. Selain data *DSM*, salah satu produk akuisisi data drone berupa data foto yang diolah menjadi ortomosaik citra foto. Data ini sangat penting dalam melihat kenampakan di lapangan secara utuh. Kenampakan topografi lahan dapat dengan mudah diidentifikasi. Pada gambar 8, terlihat kenampakan gambar ortomosaik daerah terdampak banjir.



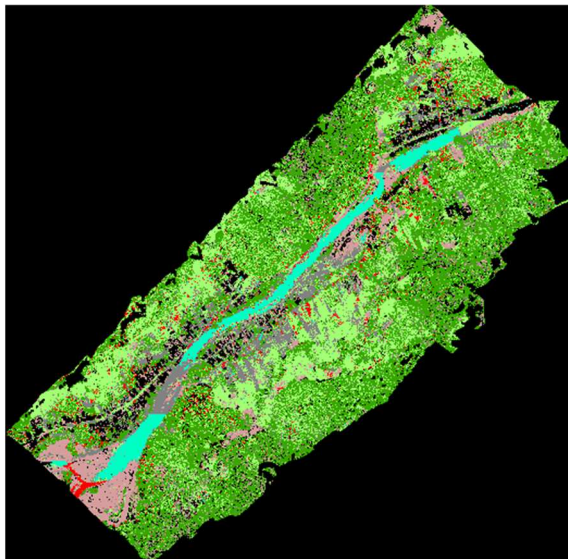
Gambar 8 data ortomosaik foto 21 Januari 2021

Untuk mendapatkan otomatisasi klasifikasi lahan, dilakukan proses pembuatan skema sampel dari citra. Kemudian dilakukan pelabelan terhadap objek yang dipilih agar dapat dilakukan proses "*deep learning*". Proses terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Pembuatan klasifikasi lahan

Dari skema klasifikasi dan objek terpilih kemudian dilakukan klasifikasi secara otomatis untuk mendapatkan data raster klasifikasi lahan. Pada atribut data raster telah terklasifikasi sesuai urutan skema yang telah disusun (Gambar 10). Data raster ini kemudian dapat dikonversi menjadi data vektor.



Gambar 10 Hasil Proses Deep Learning

Diseminasi dan Sosialisasi data

Data yang telah dihasilkan kemudian di diseminasikan kepada instansi terkait antara lain BPBD, Dinas Sosial, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, Dinas Perkim dan beberapa instansi lainnya. Data sangat berguna untuk pendataan rumah yang rusak akibat banjir bandang. Dari hasil pendataan ini kemudian akan dikategorikan sebagai rusak ringan, sedang dan berat. Beberapa tanah warga di bantaran sungai yang hilang akibat tergerus banjir bandang kemudian diusulkan untuk direlokasi. Pendataan ini juga melibatkan beberapa perguruan tinggi yang mengirimkan dosen dan mahasiswanya.

Usulan relokasi kemudian dikoordinasikan kepada Pambakal (Kepala Desa) yang juga telah mendata warganya. Setelah beberapa kali dilakukan musyawarah dengan beberapa pertimbangan salah satunya menggunakan data akuisisi drone 21 Januari 2021

diputuskan lokasi relokasi berada di RT 4 RW. 2 Desa Alat.

Penentuan akhir lokasi relokasi

Setelah dilakukan beberapa kali survei lapangan, diskusi di tingkat instansi pemerintah serta masukan dari aparat desa. Beberapa titik lokasi yang diusulkan dilakukan survei kembali. Kemudian dari hasil masukan masyarakat dipilihlah lokasi yang berada di seberang sungai dengan beberapa pertimbangan antara lain : (1) Lokasi dekat dengan permukiman warga sebelum terkena banjir bandang; (2) Lokasi dekat dengan area kerja warga yang akan mendiami; dan (3) Lokasi berada di ketinggian yang aman dari kejadian banjir bandang.

Untuk memastikan lokasi dilakukan kembali akuisisi data drone. Misi terbang difokuskan ke lokasi yang telah disepakati antara tim dari Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman (Disperkim) Kabupaten Hulu Sungai Tengah (Kab. HST) dengan masyarakat dan pemerintah desa Alat.

Lokasi yang terpilih ini kemudian dilakukan pembersihan lahan (Gambar 11). Kemudian lahan di bagi menjadi beberapa persil tanah. Dari hasil perhitungan Bidang Pertanahan Disperkim mengacu pada data jumlah hunian yang hilang sebanyak 48 rumah. Luasan dibutuhkan untuk persil hunian seluas 7.200 m² sedangkan untuk kebutuhan Prasarana, Sarana, dan Utilitas Umum (PSU) seluas 3.600 m², sehingga total luasan yang dibutuhkan adalah seluas 10.800 m² atau 1,08 Hektar.



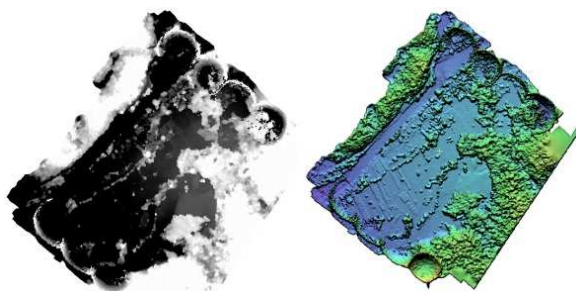
Gambar 11 Akuisisi drone 11 Oktober 2021

Data akuisisi yang tidak kalah penting yaitu ortomosaik foto udara digunakan untuk perencanaan pembebasan lahan. Data digunakan bidang Pertanahan Disperkim untuk menghitung luasan lahan serta pembagian persil untuk ganti untung tanah warga yang masuk lahan yang akan dibebaskan. Proses deliniasi berupa PSU yang diperlukan kawasan permukiman.

Untuk data kontur diperoleh dari konversi data DSM menjadi data DTM (Gambar 13). Data ini di konversi dari raster menjadi data vektor untuk memudahkan dalam proses *overlay* (tumpang tindih) data.



Gambar 12 Ortomosaik 11 Oktober 2021



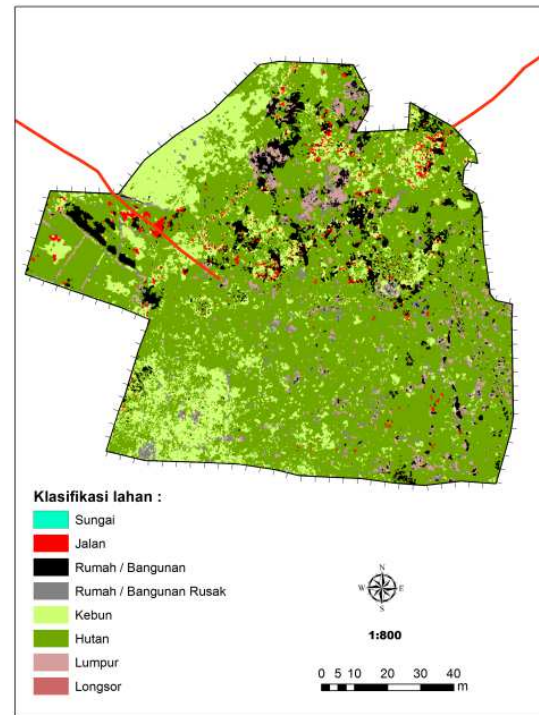
Gambar 13 Data DSM 11 Oktober 2021

Kombinasi dari data raster berupa ortomosaik foto udara dan data kontur akan memudahkan dalam proses perencanaan selanjutnya (Gambar 14). Penggabungan kedua data ini akan memudahkan dalam melihat kondisi di lapangan melalui visualisasi gambar dan menentukan ketinggian dengan bantuan data kontur tanah (*DTM*).



Gambar 14 Data DSM 11 Oktober 2021

Dengan proses *deep learning* memanfaatkan kecerdasan citra memudahkan dalam proses klasifikasi lahan. Setelah areal yang akan dijadikan daerah relokasi telah ditentukan dapat dipotong hasil klasifikasi lahan keseluruhan areal penelitian dengan batasan areal relokasi. Gambar 15.



Gambar 15 Klasifikasi lahan daerah relokasi

Data klasifikasi lahan format spasial yang telah memiliki atribut berupa kode grid kemudian di konversi toponiminya sesuai dengan jenis tutupan lahannya. Dalam penelitian ini, dibuatkan 8 jenis kode grid seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi Lahan lokasi relokasi

Kode Grid	Klasifikasi Lahan	Luas (m ²)
0	Sungai	0,96
1	Jalan	222,63
2	Rumah / Bangunan	860,56
3	Rumah / Bangunan Rusak	399,62
4	Kebun	2.408,31
5	Hutan	8.523,94
6	Lumpur	523,04
7	Longsor	15,81
Luas Total		12.954,86

Pembahasan

Untuk mendapatkan kontur dengan cara teristris memerlukan waktu lama dibandingkan secara fotogrametris dengan drone (Sutanto & Ridwan, 2016). Dalam penelitiannya tersebut kontur dihasilkan dari data *DSM* dan *DTM* dengan resolusi 5 cm dengan waktu pengolahan selama 5 hari. Pemanfaatannya drone membantu pengelola air untuk mengembangkan solusi pengelolaan yang lebih berkelanjutan berdasarkan data lapangan yang sebenarnya (Koutalakis et al., 2020).

Pada penelitian ini, waktu pengolahan dan pengambilan dengan kisaran waktu 3 hari. Dengan resolusi DSM yang lebih rendah yaitu 19 cm. Kemampuan perangkat keras dan lunak pengolah data akan mempengaruhi resolusi yang dihasilkan. Sehingga disarankan untuk menggunakan Komputer dengan kemampuan *Video Graphics Adapter (VGA)* dan memori komputer atau yang dikenal dengan *Random Access Memory (RAM)* serta prosesor dalam mengolah datanya.

Klasifikasi lahan sendiri dimudahkan dengan adanya perangkat "*Deep Learning*". *Deep Learning* sendiri melakukan klasifikasi langsung dari data yang disediakan seperti (gambar, teks, suara) sesuai skema yang telah dibuat (Madhukar & Pooja, 2019). *Deep Learning* didasarkan pada arsitektur jaringan saraf, dalam *Deep Learning* ada sejumlah besar lapisan tersembunyi tidak seperti 2-3 di jaringan saraf konvensional. Setiap lapisan jaringan *Deep Learning* menerima data dari lapisan sebelumnya, mengubahnya, dan meneruskannya ke lapisan berikutnya. Dengan cara ini, jaringan belajar langsung dari data di setiap lapisan yang pada gilirannya meningkatkan kompleksitas dan detail dari apa yang dipelajari dari lapisan ke lapisan, sehingga membuat sistem lebih efisien dan cerdas. Sehingga semakin tinggi resolusi mosaik foto hasil drone maka akan semakin detail data yang akan bisa dihasilkan.

Dari hasil penelitian ini dapat menggambarkan kondisi wilayah terdampak banjir melalui data raster dan vektor yang dihasilkan. Data raster ortomosaik foto dengan resolusi 4,83 cm/piksel dan resolusi DSM 19,3 cm/piksel dari 553 foto.

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan yang bisa diungkap antara lain :

1. Analisis intelligence geospasial memberikan kemudahan dalam penentuan lokasi relokasi pasca banjir bandang dengan menggabungkan citra, kecerdasan citra dan informasi lapangan, dimana didapatkan lokasi di RT 4 yang memiliki keunggulan antara lain : ada akses jalan Jalan Usaha Tani, dekat dengan tempat ibadah, kontur tanah lebih tinggi dan sebagian besar lahan di bekas tanaman keras (karet) sehingga tanah relatif lebih kokoh.
2. Penggunaan drone sangat memudahkan dalam memberikan informasi yang terbaru lokasi terdampak banjir bandang.
3. Data hasil analisis sangat berguna bagi beberapa instansi pengguna seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dan Dinas Sosial dalam mengorganisir bantuan awal.
4. Data raster dapat digunakan Dinas Perkim dalam identifikasi rumah rusak dan bantuan bedah rumah.
5. Data *DEM* dapat digunakan untuk menganalisis lokasi relokasi.
6. Penggunaan *drone* selain cepat juga murah dalam pengambilan data lapangan.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pemerintah Kabupaten Hulu Sungai Tengah atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian.

Referensi

- Adi, S. (2014). Karakterisasi Bencana Banjir Bandang di Indonesia. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 15(1), 42–51. <https://doi.org/10.29122/jsti.v15i1.938>
- Clarke, K. C. (2020). Geospatial Intelligence. In *International Encyclopedia of Human Geography* (Second Edi, Vol. 6, pp. 127–130). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10550-5>
- Rencana Strategis Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Kabupaten Hulu Sungai Tengah Tahun 2021-2026, (2021).
- J. Kodoatie, R., & Syarif, R. (2010). *Tata Ruang Air*. CV. ANDI OFFSET.
- Koutalakis, P., Tzoraki, O., Gkiatas, G., & Zaimes, G. N. (2020). Using UAV to Capture and Record Torrent Bed and Banks, Flood Debris, and Riparian Areas. *Drones*, 4(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/drones4040077>
- Maarif, S. (2013). *Pikiran dan Gagasan : Penanggulangan Bencana di Indonesia* (II). Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Madhukar, M., & Pooja. (2019). Earth Science [Big] Data Analytics. In *Big Data for Remote Sensing: Visualization, Analysis and Interpretation : Digital Earth and Smart Earth*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-89923-7>
- National Research Council. (2013). Future U.S. Workforce for Geospatial Intelligence. In <https://www.nap.edu>. The national academies press. <https://doi.org/10.17226/18265>
- Navulur, K. (2018). Building Resilient Communities Through Geospatial Intelligence. In *GEOINT for Disaster Operations : A Fundamental Aspect of Community Resiliency*. https://www.unisdr.org/preventionweb/files/61620_usgifbuildingresilientcommunities.pdf
- Peraturan Daerah Kabupaten Hulu Sungai Tengah Nomor 6 Tahun 2021 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Hulu Sungai Tengah Tahun 2021-2026, Pub. L. No. 6 (2021).
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 87 Tahun 2020 tentang Rencana Induk Penanggulangan Bencana Tahun 2020-2044, Pub. L. No. 204, Database Peraturan BPK RI (2020). <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/146481/per-pres-no-87-tahun-2020>
- Sene, K. (2013). *Flash Floods : Forecasting and Warning*. Springer.
- Sutanto, S. J., & Ridwan, B. W. (2016). Teknologi Drone Untuk Pembuatan Peta Kontur: Studi Kasus Pada Kawasan P3Son Hambalang. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 7(2), 179–194.
- Wiseman, D. J., & Sluijs, J. van der. (2019). Alternative Methods for Developing and Assessing the Accuracy of UAV-Derived DEMs. In Information Resources Management Association (Ed.), *Geospatial intelligence : concepts, methodologies, tools, and applications*. IGI Global. <https://doi.org/10.4135/9781412953962.n91>