

Segmentasi Sesar Semangko Timur menggunakan Pengukuran Fotogrametri

Segmentation of the East Semangko Fault Using Photogrammetry Measurement

Satrio Muhammad Alif^{1*}, Muhammad Ilvan Ardiansyah², Muhammad Ulin Nuha³,
Een Lujainatul Isnaini⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Geomatika,
Institut Teknologi Sumatera
Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui, Kecamatan Jati Agung,
Lampung Selatan, Indonesia 35365

*email: satrio.muhammad@gt.itera.ac.id

ABSTRAK

DOI:
10.30595/jrst.v6i1.10769

Histori Artikel:

Diajukan:
24/06/2021

Diterima:
03/10/2022

Diterbitkan:
11/11/2022

Sesar Semangko dengan panjang 65 km merupakan wilayah yang aktif secara tektonik dan terletak di Provinsi Lampung. Sesar Semangko terbagi menjadi dua: Sesar Semangko Barat dan Sesar Semangko Timur. Segmentasi sesar Semangko Timur terlihat terputus dari citra satelit dengan resolusi spasial 30 meter ketika melalui Kota Agung karena terjadi sedimentasi. Penelitian ini bertujuan mendapatkan segmentasi sesar Semangko Timur menggunakan pengukuran fotogrametri dengan resolusi spasial yang jauh lebih baik dibandingkan citra dari satelit. Data yang digunakan adalah data pengukuran fotogrametri dan *Global Navigation Satellite System* (GNSS) di wilayah dengan luas 100 hektar di lokasi terputusnya sesar Semangko Timur di Kota Agung, Tanggamus. Pengukuran fotogrametri dilakukan dengan menggunakan tinggi terbang sebesar 100 meter. Segmentasi sesar dilakukan dari DSM hasil pengolahan fotogrametri dengan mendefinisikan perbedaan nilai kelerengan di sesar Semangko Timur sebelum terputus dan diterapkan di lokasi penelitian dengan ciri serupa. Nilai kelerengan diperoleh dengan pembuatan kontur dari DSM. Kualitas produk DSM hasil pengukuran fotogrametri mencapai 12,4 cm untuk ketelitian horizontal dan 36 cm untuk ketelitian vertikal. Segmentasi sesar Semangko Timur yang tergambarkan dengan pengukuran fotogrametri yaitu sepanjang 100 meter di tutupan lahan persawahan.

Kata Kunci: Sesar, Kota Agung, Fotogrametri, DSM, Kelerengan

ABSTRACT

The Semangko Fault with a length of 65 km is a tectonic active area located in Lampung Province. The Semangko Fault is divided into two: the West Semangko Fault and the East Semangko Fault. The segmentation of the East Semangko fault looks discontinuous from the satellite image with a spatial resolution of 30 meters when passing through Kota Agung due to sedimentation. This study aims to obtain segmentation of the East Semangko fault using photogrammetric measurements with a much better spatial resolution than satellite imagery. The data used are photogrammetry measurement data and the Global Navigation Satellite System (GNSS) in an area of 100 hectares at the location of the discontinuity of the Semangko Timur fault in Kota Agung, Tanggamus. Photogrammetry measurements were carried out using a flight height of 100 meters. Fault segmentation was carried out from the DSM as a result of photogrammetry processing by defining the

difference in slope values at the East Semangko fault before it was discontinued and applied to research sites with similar characteristics. The slope value is obtained by constructing a contour from the DSM. The quality of DSM products from photogrammetry measurements reaches 12.4 cm for horizontal accuracy and 36 cm for vertical accuracy. The segmentation of the East Semangko fault as obtained by photogrammetry measurements is 100 meters long in paddy field cover.

Keywords: *Fault, Kota Agung, Photogrammetry, DSM, Slope*

1. PENDAHULUAN

Sesar Semangko merupakan bagian dari Sesar Sumatra yang terletak di Provinsi Lampung. Sesar Sumatra merupakan wilayah yang aktif secara tektonik akibat keberadaan zona subduksi dan menjadi salah satu potensi bencana di Provinsi Lampung (McCaffrey, 2009). Sesar Semangko memiliki panjang 65 km dan jarak dari lempeng Australia sebesar 220-270 km (Sieh dan Natawidjaja, 2000). Segmentasi sesar Semangko secara umum sudah dilakukan dengan menggunakan citra satelit sejak tahun 1994 (Bellier dan Sebrier, 1994). Segmentasi sesar Semangko secara lebih detil diperlukan untuk memahami sumber potensi bencana yang lebih baik.

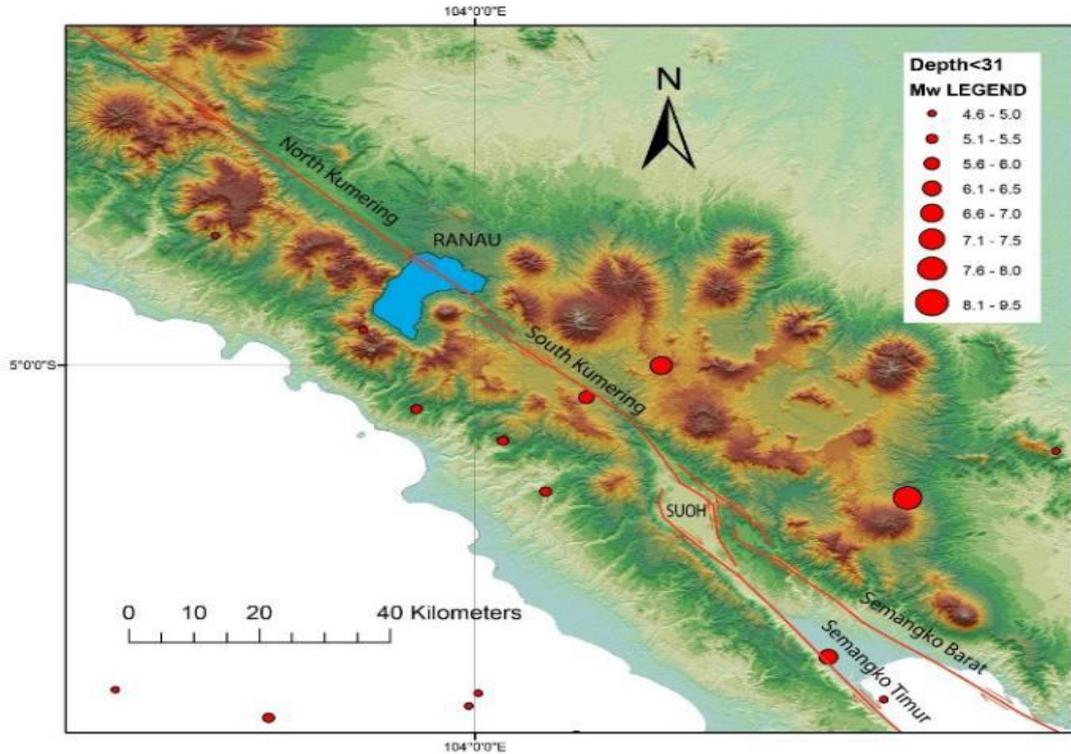
Sesar Semangko terbagi menjadi dua: Sesar Semangko Barat dan Sesar Semangko Timur. Keberadaan sesar Semangko Timur menunjukkan pendetilan segmentasi penting untuk dilakukan. Sesar Semangko Timur sebelumnya tidak tergambarkan pada Sieh dan Natawidjaja (2000) tetapi tergambarkan dan diperbaharui pada Natawidjaja (2018) (Gambar 1). Penelitian terkait sesar Semangko Timur sudah dilakukan, salah satunya berupa perhitungan laju geser yang bernilai 12.5 mm/tahun (Alif dkk., 2020a). Segmentasi sesar Semangko Timur menjadi permasalahan ketika melalui salah satu kota tua di Provinsi Lampung, Kota Agung. Keberadaan kota tua ini menyebabkan bentang alam tersedimentasi (Dawdy, 1967) sehingga segmentasi sesar terlihat terputus dari citra satelit dengan resolusi spasial 30 meter.

Segmentasi sesar dapat dilakukan secara visual menggunakan citra atau foto (Mwaniki dkk., 2015). Segmentasi sesar lebih baik menggunakan foto udara pengukuran fotogrametri dibandingkan citra dari satelit, karena resolusi spasial pengukuran fotogrametri secara umum lebih baik (Iizuka dkk., 2018). Segmentasi sesar dan penelitian geologi lain menggunakan pengukuran fotogrametri sudah banyak dilakukan (Vasuki dkk., 2014; Krajinovich dkk., 2020). Penelitian ini bertujuan mendapatkan segmentasi sesar Semangko Timur menggunakan pengukuran fotogrametri.

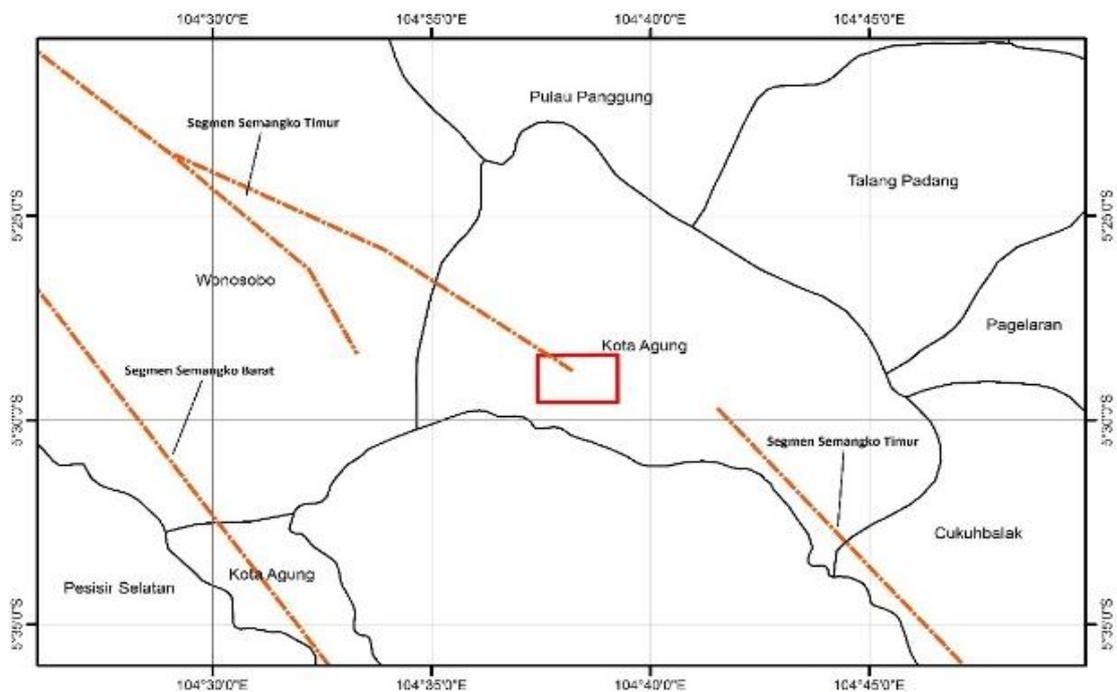
2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengukuran fotogrametri dan *Global Navigation Satellite System* (GNSS) di lokasi terputusnya sesar Semangko Timur di Kota Agung, Tanggamus, Lampung. Data tersebut diukur di wilayah dengan luas 100 hektar (Gambar 2). Data tersebut diakuisisi pada Juli 2019. Data lain yang digunakan ada ketinggian topografi dari citra satelit dengan resolusi spasial 30 meter dan data segmentasi sesar Semangko Timur. Alat yang digunakan dalam pengukuran fotogrametri adalah pesawat tanpa awak secara *autopilot*.

Pengukuran fotogrametri dilakukan dengan menggunakan tinggi terbang sebesar 100 meter. *Overlap* yang digunakan adalah 80% dan *Sidelap* yang digunakan adalah 20%. Jumlah jalur terbang dalam pengukuran fotogrametri adalah 36 jalur terbang. Titik kontrol tanah yang digunakan adalah 20 titik yang ditunjukkan pada Gambar 3. Titik kontrol tanah diletakkan dengan sebaran yang merata, di area yang terbuka, dan akses relatif terjangkau. Penentuan lokasi titik kontrol tanah tidak terlalu beraturan karena tutupan kanopi yang banyak. Koordinat titik kontrol tanah didapatkan dengan pengukuran GNSS secara statik diferensial dengan durasi 15-20 menit dengan menggunakan alat GNSS geodetik. Titik acuan pada pengukuran GNSS pada penelitian ini adalah titik SMK4 yang berada di pusat kota dari Kota Agung yang digunakan untuk pemantauan sesar Semangko (Alif dkk., 2020b).



Gambar 1. Sesar Semangko (Natawidjaja, 2018)



Gambar 2. Lokasi pengukuran fotogrametri dan GNSS yang ditunjukkan dengan persegi panjang berwarna merah.



Gambar 3. Titik Kontrol Tanah

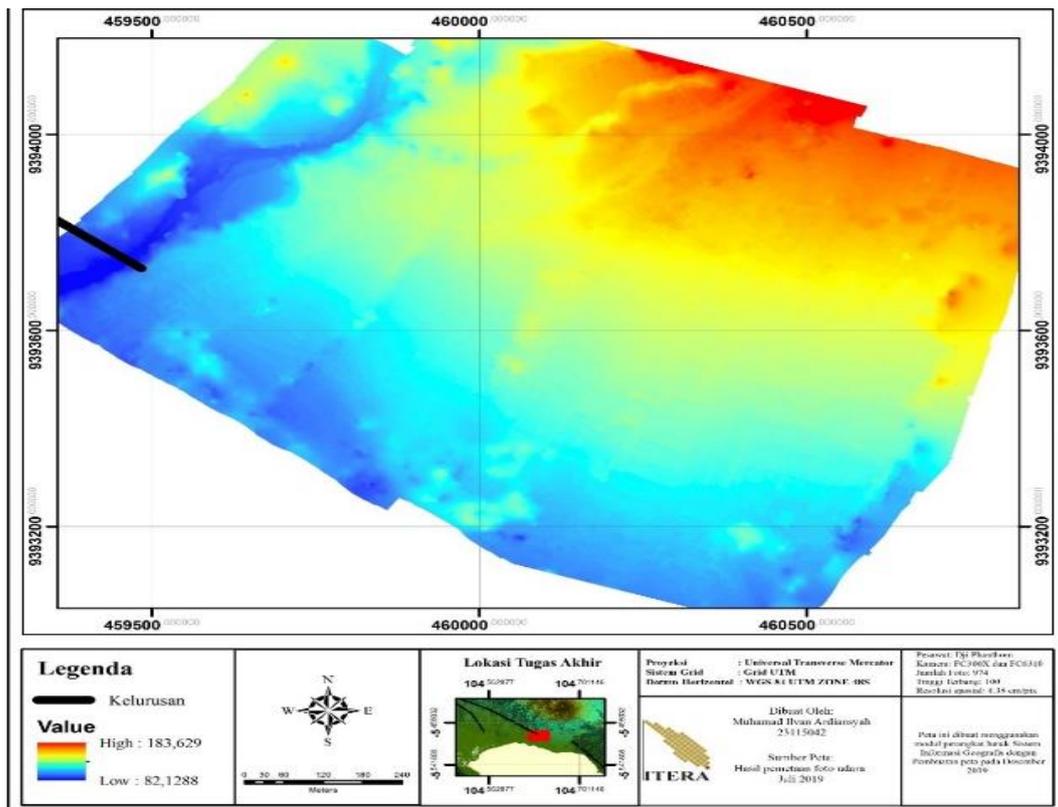
Pengolahan data pengukuran fotogrametri dilakukan hingga memperoleh *Digital Surface Model* (DSM). Tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data fotogrametri yaitu rekonstruksi jalur terbang, pencocokan foto, orientasi relatif dan absolut, triangulasi udara, hingga pembuatan DSM. DSM yang diperoleh dilakukan koreksi penghapusan *point cloud* yang *outlier* serta pengurangan nilai koordinat Z atau tinggi dari *point cloud* pada *point cloud* yang membentuk vegetasi dan bangunan dengan nilai tinggi vegetasi dan bangunan. Tinggi vegetasi dan bangunan diukur dengan pesawat tanpa awak. Hasil pengukuran fotogrametri juga dilakukan klasifikasi tutupan lahan untuk penentuan wilayah yang perlu dilakukan segmentasi sesar.

Segmentasi sesar dilakukan dengan mendefinisikan perbedaan nilai kelerengan di sesar Semangko Timur sebelum terputus dan diterapkan di lokasi penelitian dengan ciri serupa. Metode menggunakan perbedaan nilai kelerengan sesuai dengan metode yang digunakan untuk segmentasi sesar Semangko dari citra satelit (Bellier dan Sebrier, 1994). Nilai kelerengan dihitung dari DSM yang telah dikoreksi. Perbedaan nilai kelerengan yang dijadikan acuan untuk segmentasi sesar didasarkan nilai kelerengan pada sesar

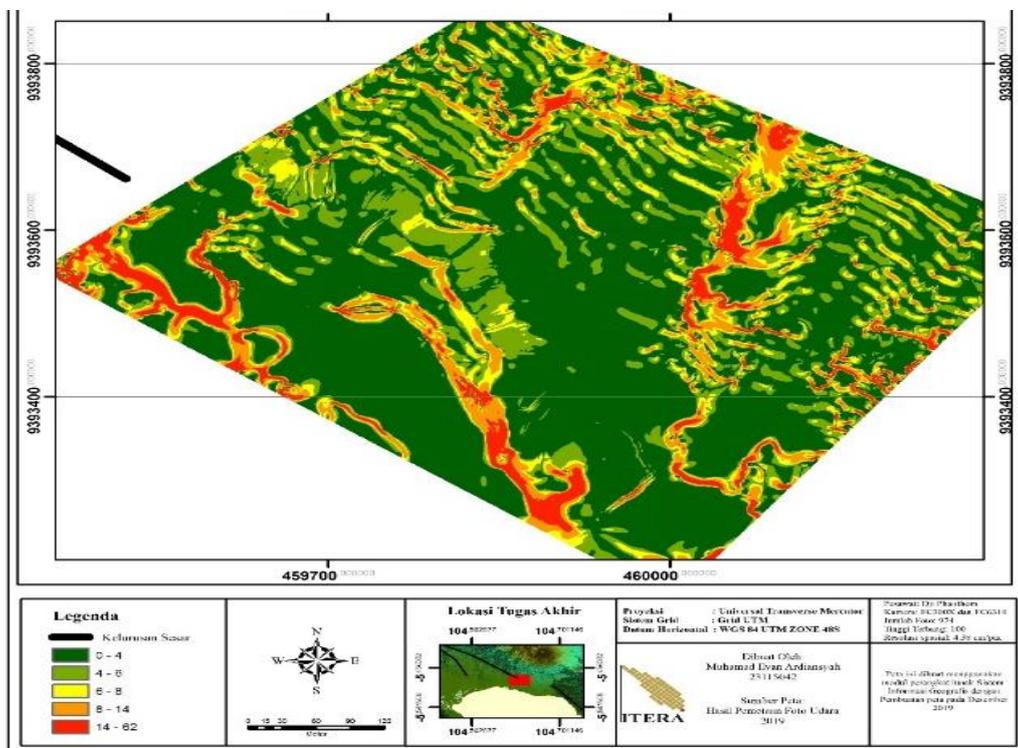
Semangko Timur yang telah tergambarkan di citra satelit dengan resolusi spasial 30 meter. Segmentasi sesar dilakukan pada tutupan lahan selain terbangun dikarenakan umumnya terdapat proses galian dan timbunan tanah pada saat pembangunan (Putra, 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

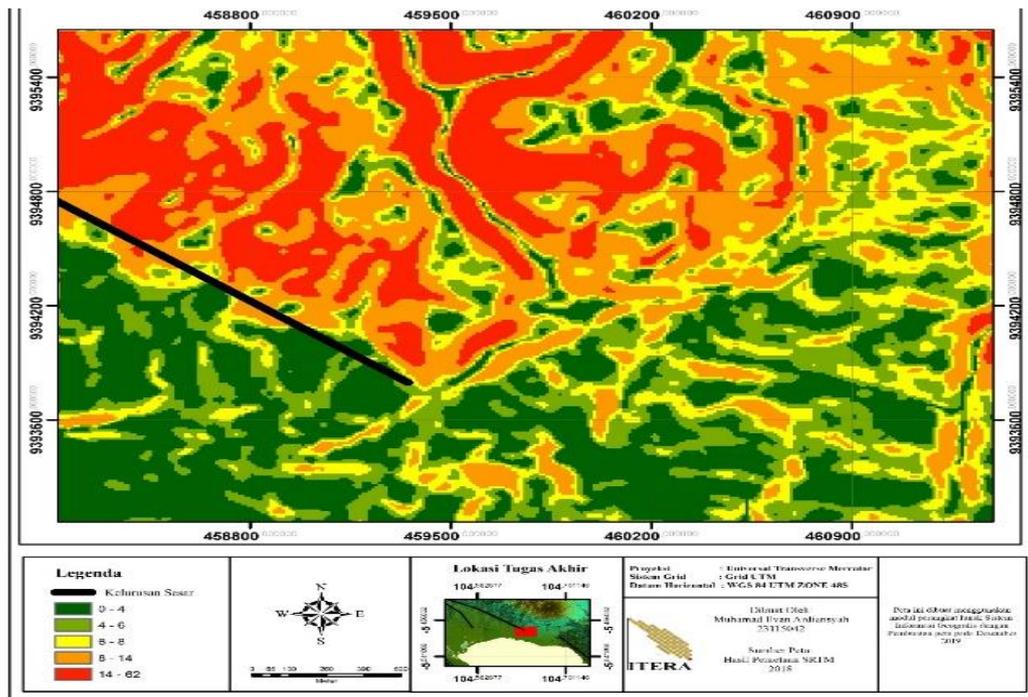
Kualitas produk DSM hasil pengukuran fotogrametri mencapai 12,4 cm untuk ketelitian horizontal dan 36 cm untuk ketelitian vertikal. Kualitas produk didapatkan dengan menghitung selisih koordinat dari titik kontrol yang tidak digunakan dalam pengukuran fotogrametri. Koordinat titik kontrol yang dibandingkan adalah koordinat titik kontrol hasil pengukuran GNSS dan koordinat titik tersebut dari hasil pengolahan fotogrametri. Ketelitian yang diperoleh dari pengukuran fotogrametri ini 100 kali lipat dibandingkan dengan citra satelit dengan resolusi spasial 30 meter.



Gambar 4. DSM yang telah terkoreksi



Gambar 5. Peta kelerengan di wilayah penelitian



Gambar 6. Peta kelerengan di sesar Semangko Timur yang telah tergambarkan

Ketinggian dari DSM yang diperoleh dari penelitian ini yaitu 60,224 meter hingga 200,129 meter. DSM tersebut dikoreksi dengan menghilangkan vegetasi dan bangunan sehingga diperoleh DSM dengan ketinggian hingga 82.128 meter. DSM yang telah terkoreksi vegetasi dan bangunan ditunjukkan pada Gambar 4. Garis hitam pada Gambar 4 merupakan sesar Semangko Timur yang telah tergambarkan di citra satelit dengan resolusi spasial 30 meter. Hal ini menunjukkan sebagian besar wilayah penelitian ini belum tergambarkan Sesar Semangko Timur.

Hasil klasifikasi tutupan lahan dari foto tegak hasil pengolahan fotogrametri menunjukkan sebagian besar wilayah penelitian yaitu lahan permukiman. Hal ini yang menyebabkan tidak terlihatnya segmen sesar Semangko Timur pada wilayah penelitian ini dari citra satelit dengan resolusi spasial 30 meter. Tutupan lahan yang dilakukan segmentasi pada penelitian ini yaitu persawahan pada daerah tengah wilayah penelitian. Wilayah pinggir dari daerah penelitian tidak dilakukan segmentasi karena ketelitian hasil pengolahan fotogrametri buruk di wilayah pinggir dari daerah penelitian yang didominasi vegetasi.

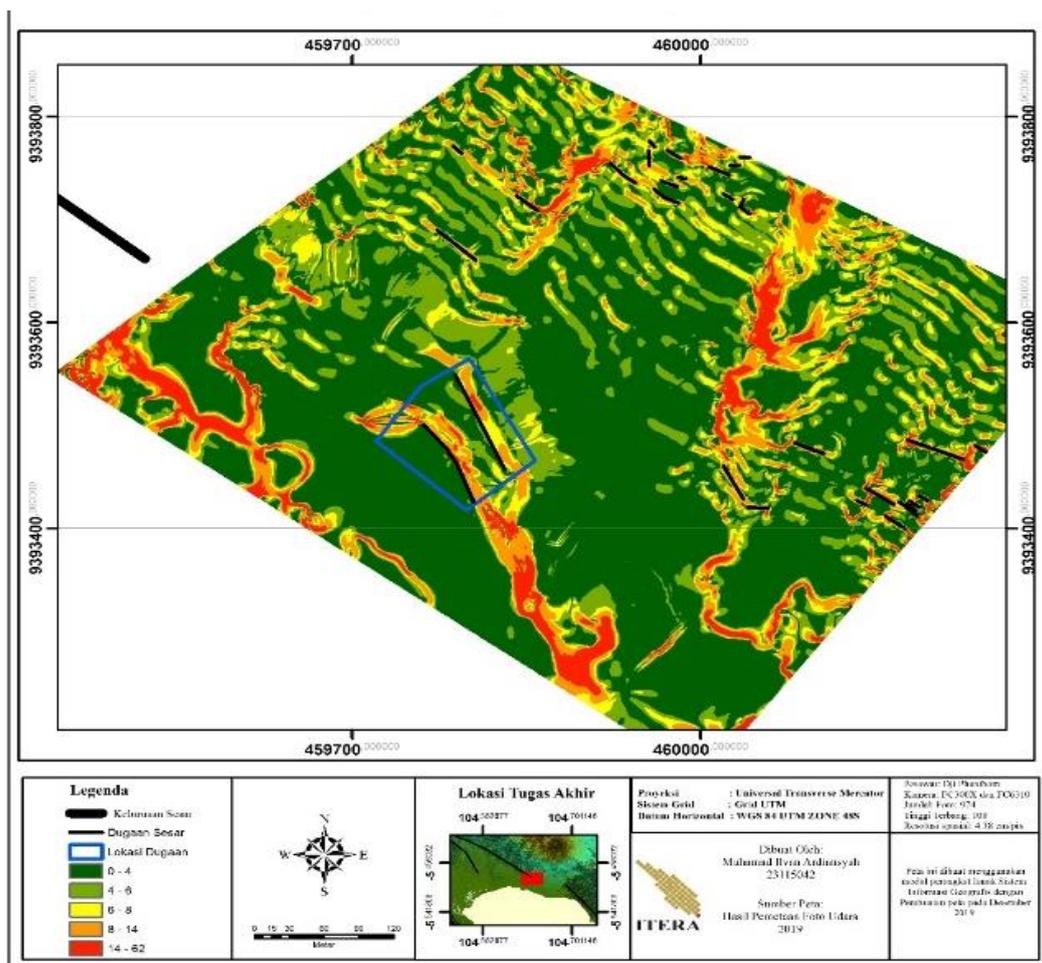
Nilai kelerengan diperoleh dengan pembuatan kontur dari DSM. Peta kelerengan dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5. Sebagian besar wilayah penelitian memiliki nilai kelerengan yang rendah. Nilai kelerengan yang tinggi terdapat pada wilayah barat mendekati

sesar Semangko Timur yang telah tergambarkan. Perhitungan nilai kelerengan juga dilakukan di wilayah sesar Semangko Timur yang telah tergambarkan yang ditunjukkan pada Gambar 6.

Perbedaan nilai kelerengan yang dijadikan acuan untuk segmentasi sesar ditentukan berdasarkan Gambar 6. Sesar Semangko timur yang telah tergambarkan berada di antara wilayah dengan nilai kelerengan di bawah 6° atau wilayah dengan warna hijau muda dan hijau tua serta wilayah dengan nilai kelerengan di atas 6° atau wilayah dengan warna kuning, jingga, dan merah. Nilai 6° menjadi acuan untuk segmentasi di wilayah penelitian.



Gambar 7. Tutupan lahan persawahan yang dilakukan segmentasi sesar Semangko Timur



Gambar 8. Segmentasi sesar Semangko Timur

Wilayah yang dilakukan segmentasi di wilayah penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 7. Tutupan lahan persawahan yang dibatasi garis merah merupakan wilayah yang dilakukan segmentasi. Hal ini dilakukan karena wilayah persawahan biasanya dibangun mengikuti bentang alam wilayah tersebut tanpa melakukan proses galian dan timbunan. Dari wilayah tersebut, perbedaan nilai kelerengan di bawah 6° dan di atas 6° hanya ditemukan di selatan wilayah penelitian.

Segmentasi yang dilakukan di wilayah dengan perbedaan nilai kelerengan dan tutupan lahan persawahan ditunjukkan pada Gambar 8. Terdapat 2 segmen dengan panjang ~ 100 meter yang menggambarkan yang diduga kelurusan segmentasi dari sesar Semangko Timur. Dua segmen tersebut digambarkan dengan dua garis hitam yang dibatasi garis biru. Segmentasi tersebut diduga kelurusan sesar Semangko Timur karena tepat berada pada kelurusan tepusnya sesar Semangko timur di barat wilayah penelitian. Tutupan lahan persawahan lainnya memiliki nilai kelerengan yang homogen atau perbedaan nilai kelerengan yang rendah. Wilayah penelitian ini yang tepat berada pada putusannya sesar Semangko Timur pada citra satelit dengan resolusi spasial 30 meter sudah mengalami sedimentasi. DSM pengukuran fotogrametri dengan ketelitian 100 kali lebih baik juga hanya dapat mendeteksi segmentasi sesar Semangko Timur sepanjang 100 meter.

4. KESIMPULAN

Segmentasi sesar Semangko Timur yang digambarkan dengan pengukuran fotogrametri dengan ketelitian 100 kali lebih baik yaitu sepanjang 100 meter. Wilayah penelitian yang berada tepat setelah putusannya sesar Semangko Timur yang digambarkan pada citra satelit dengan resolusi spasial 30 meter sudah mengalami sedimentasi. Penelitian serupa dengan pengukuran fotogrametri dapat dilakukan di sebelah timur wilayah penelitian ini hingga ke lokasi terputusnya sesar Semangko Timur di timur Kota Agung. Penelitian geologi berupa validasi ke lapangan di wilayah yang diduga segmentasi Sesar Semangko Timur perlu dilakukan untuk memperkuat dugaan segmentasi hasil penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada seluruh pihak yang terlibat dalam pengumpulan data dan pengolahan data. Penelitian ini didanai hibah GBU45 ITERA tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Alif, S. M., Fattah, E. I., & Kholil, M. (2020a). Geodetic slip rate and locking depth of east Semangko Fault derived from GPS measurement. *Geodesy and Geodynamics*, 11(3), 222-228. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2020.04.002>
- Alif, S. M., Ardiansyah, M. I., & Wiyono, S. (2020b). Segmentation of Sumatran Fault Zone in Tanggamus District, Lampung based on GPS Displacement and SRTM Data. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 537, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- Bellier, O., & Sébrier, M. (1994). Relationship between tectonism and volcanism along the Great Sumatran fault zone deduced by SPOT image analyses. *Tectonophysics*, 233(3-4), 215-231. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(94\)90242-9](https://doi.org/10.1016/0040-1951(94)90242-9)
- Dawdy, D. R. (1967). Knowledge of sedimentation in urban environments. *Journal of the Hydraulics Division*, 93(6), 235-246.
- Iizuka, K., Itoh, M., Shiodera, S., Matsubara, T., Dohar, M., & Watanabe, K. (2018). Advantages of unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry for landscape analysis compared with satellite data: A case study of postmining sites in Indonesia. *Cogent Geoscience*, 4(1), 1498180. <https://doi.org/10.1080/23312041.2018.1498180>
- Krajnovich, A., Zhou, W., & Gutierrez, M. (2020). Characterizing Fault Zone Structure and Geometry using Photogrammetry and 3D Geologic Modeling. In *54th US Rock Mechanics/Geomechanics Symposium*. American Rock Mechanics Association.
- McCaffrey, R. (2009). The tectonic framework of the Sumatran subduction zone. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 37, 345-366. DOI:10.1146/annurev.earth.031208.100212
- Mwaniki, M. W., Moeller, M. S., & Schellmann, G. (2015). A comparison of Landsat 8 (OLI) and Landsat 7 (ETM+) in mapping geology and visualising lineaments: A case study of central region Kenya. *International Archives of the Photogrammetry, Remote*

Sensing & Spatial Information Sciences.
DOI:10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-897-2015

- Natawidjaja, D. H. (2018). Updating active fault maps and slip rates along the Sumatran Fault Zone, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 118, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- Putra, E. T. W. (2020). *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Basement Di Gedung Pascasarjana Iain Langsa, Aceh Timur (Studi Kasus)* (Doctoral dissertation, UMSU).
- Sieh, K., & Natawidjaja, D. (2000). Neotectonics of the Sumatran fault, Indonesia. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *105*(B12), 28295-28326. <https://doi.org/10.1029/2000JB900120>
- Vasuki, Y., Holden, E. J., Kovesi, P., & Micklethwaite, S. (2014). Semi-automatic mapping of geological Structures using UAV-based photogrammetric data: An image analysis approach. *Computers & Geosciences*, *69*, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2014.04.012>