

ANALISIS KERAWANAN LONGSOR MELALUI PENDEKATAN METODE *FUZZY LOGIC* DAERAH TALANG SEJEMPUT DAN SEKITARNYA, KABUPATEN LAHAT SUMATERA SELATAN

R. Arbi^{1*}, E. Sutriyono¹

¹ Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Palembang
Corresponding author: ronaldarbi50@gmail.com

ABSTRAK: Lokasi penelitian yang tersusun oleh topografi dengan kondisi kemiringan lereng agak curam hingga curam dengan morfologi perbukitan serta litologi (batuan) penyusun dengan tingkat resistensi berbeda diperkirakan dapat menyebabkan terjadinya longsor. Penelitian ini mengacu pada 5 (lima) parameter terkait, yaitu kemiringan lereng, jenis batuan, elevasi morfologi, curah hujan dan tutupan lahan. Proses analisis dilakukan dengan mengklasifikasi tiap parameter menggunakan metode *Fuzzy Logic* yang nantinya akan merepresentasikan hasil olahan data dalam bentuk visualisasi dari nilai kualitatif menjadi luaran kuantitatif. Selain itu, pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak berbasis SIG dengan cara overlay terhadap parameter penyebab terjadinya longsor pada lokasi penelitian. Berdasarkan analisis kerentanan longsor pada lokasi penelitian terdapat 3 (tiga) tingkat kerawanan longsor, yaitu tidak rawan, rendah dan sedang. Ragam tingkat kerawanan longsor yang terdapat di lokasi penelitian dipengaruhi oleh perbedaan nilai parameter terkait yang dapat menyebabkan terjadinya longsor. Oleh karena itu, dalam tahap lanjutan seperti penanggulangan longsor diperlukan penerapan dan perlakuan yang berbeda untuk tiap jenis kerawanan longsor supaya dalam meminimalisir dan mencegah terjadinya longsor dapat dilakukan secara optimal.

Kata Kunci: Lahat, Longsor, SIG, *Fuzzy Logic*

ABSTRACT: The research location is composed of topography with slightly steep to steep slope conditions with hilly morphology and constituent lithology (rocks) with different resistance levels, which are estimated to cause landslides. This study refers to 5 (five) related parameters, that is slope, lithology (rock), morphological elevation, rainfall and land use. The analysis process is carried out by classifying each parameter using Fuzzy Logic method will represent the processed data in the form of visualization from qualitative values to quantitative outputs. In addition, data processing is carried out with the help of GIS based software by overlaying the parameters that cause landslides at the research location. Based on the landslide susceptibility analysis at the research site, there are 3 (three) levels of landslide susceptibility, that is not vulnerable, low and medium. The various levels of landslide susceptibility found in the research location are influenced by differences in the values of related parameters that can cause landslides. Therefore, in advanced stages such as landslide prevention, different applications and treatments are needed for each type of landslide susceptibility so that optimally minimizing and preventing landslides can be carried out.

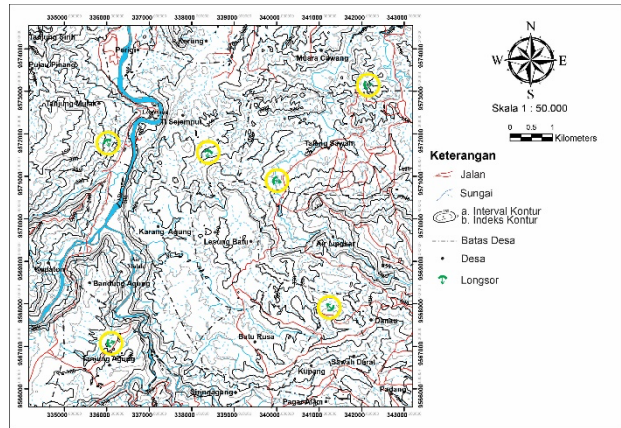
Keywords: Lahat, Landslide, GIS, *Fuzzy Logic*

PENDAHULUAN

Bencana alam adalah salah satu fenomena yang umum terjadi di kondisi sekarang ini. Kejadian ini dapat terjadi di lokasi dan waktu yang tak tentu. Salah satu bencana alam yang biasanya terjadi adalah longsor. Bencana longsor yang kerap kali terjadi menimbulkan dampak yang sangat intens pada kehidupan masyarakat, seperti kerugian harta benda, rusaknya sarana dan prasarana hingga tidak jarang menyebabkan korban jiwa. Longsor diartikan sebagai aktivitas dari kelainan dan ketidakseimbangan yang berhubungan dengan massa batuan sehingga menyebabkan Bergeraknya material tersebut dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah (Soemarno dkk., 2009). Kerentanan longsor merupakan keadaan dimana suatu wilayah berpotensi mengalami longsor apabila wilayah tersebut memiliki kelerengan yang curam, berbidang geser berupa lapisan bawah permukaan tanah yang lunak serta terdapat cukup air dalam tanah di atas bidang geser (Karnawati, 2001). Selain itu, Karnawati (2001) pun menyatakan bahwa longsor disebabkan karena tidak seimbang lereng yang memiliki faktor kemiringan lereng yang termasuk tingkat curam (>25%), adanya bidang berupa lapisan *sub-surface* yang bersifat semi-permeabel serta memiliki keterdapatan air yang memenuhi tanah di atas bidangnya.

Upaya pencegahan dini terhadap bahaya dan dampak dari longsor dapat dilakukan dengan memberikan gambaran mengenai kerawanan longsor di suatu wilayah yang divisualkan dalam bentuk peta kerawanan longsor. Dalam hal ini dibutuhkan penerapan metode yang fleksibel dan mudah diterapkan dalam upaya tersebut. Pendekatan *Fuzzy Logic* menjadi salah satu metode yang sederhana dalam memperkirakan kerentanan longsor. Kombinasi antara *Fuzzy Logic* dengan (SIG) dapat memberikan hasil dengan akurasi terbaik dalam memperkirakan wilayah yang rentan akan longsor (Nithya dkk.,2012). Chen dkk. (2017) menyatakan bahwa kegiatan dalam rangka mengurangi risiko terjadinya longsor dapat memanfaatkan pengolahan data keruangan mengenai kejadian longsor.

Oleh karena itu, tujuan kegiatan ini adalah untuk memahami penyebab terjadinya longsor melalui aspek terkait seperti kondisi topografi, tingkat kemiringan lereng dan jenis batuan serta aspek lainnya yang berpengaruh pada tingkat kerawanan longsor di daerah Talang Sejempuit dan Sekitarnya, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan dengan cakupan wilayah seluas 81 km². Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi serta menginterpretasikan faktor yang mengakibatkan longsor serta langkah-langkah pencegahan apa saja yang bisa dilakukan dalam meminimalisir dampak yang terjadi akibat longsor melalui analisis menggunakan metode *Fuzzy Logic*.



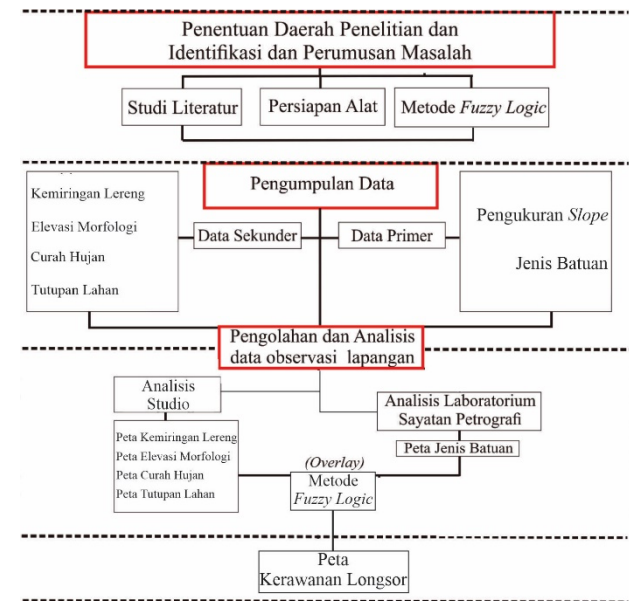
Gambar 1. Peta lokasi pengamatan longsor.

METODOLOGI

A. Lokasi Penelitian

Secara administratif, kegiatan ini berlokasi di Kecamatan Pulau Pinang, Kabupaten Lahat yang memiliki kondisi geografis 48M 334273 E 9574575 S dan 48M 343113 E 9565688 S. Studi kasus ini dilakukan di Kecamatan Pulau Pinang dan terdiri atas beberapa desa yang salah satunya adalah Desa Talang Sejempuit.

B. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

Metode dalam penelitian ini adalah metode *fuzzy logic*. Metode ini merupakan analisis spasial (keruangan) untuk memetakan suatu data masukan ke dalam suatu data lauaran. Tahapan dalam metode ini setidaknya terdiri atas *Fuzzification*, *Inference* dan *Defuzzification* (Suyanto, 2008). *Fuzzification* merupakan tahapan dalam mengubah nilai asli faktor penyebab longsor dan menghasilkan *output* berupa nilai *fuzzy*. Kemudian, *inference* adalah

tahapan pengaplikasian aturan *fuzzy* yang didapat dari hasil skoring data dari tiap parameter. Selanjutnya, tahap *defuzzification* merupakan langkah memasukkan nilai *fuzzy* tiap parameter dan menghasilkan luaran *fuzzy* berupa nilai tingkat kerawanan longsor.

Dalam penerapannya, metode ini menghadirkan nilai samar-samar dalam visualisasi terhadap tiap parameter. Teori himpunan fuzzy menggambarkan suatu objek menjadi anggota dari tiap parameter yang mana akan dianalisis melalui pendekatan fuzzy logic.

Tabel 1. Parameter kemiringan lereng

No.	Kelas	Nilai (%)	Domain
1	Landai	0 – 2	$kl \leq 10$
2	Sangat landai	3 – 7	$5 < kl \leq 20$
3	Landai	8 – 13	$15 < kl \leq 30$
4	Agak curam	14 – 20	$25 < kl \leq 40$
5	Curam	21 – 55	$35 < kl \leq 50$
6	Sangat curam	56 – 140	$45 < kl$

Tabel 2. Parameter elevasi morfologi

No.	Kelas	Nilai (m)	Domain
1	Dataran rendah	< 50	$e \leq 10$
2	Perbukitan rendah	50 – 200	$5 < e \leq 20$
3	Perbukitan	200 – 500	$15 < e \leq 30$
4	Perbukitan tinggi	500 – 1000	$25 < e \leq 40$
5	Pegunungan	> 1000	$35 \leq e$

Tabel 3. Parameter jenis batuan

No.	Kelas	Nilai (litologi)	Domain
1	Cukup resisten	Breksi; tufa	$Jb \leq 25$
2	Kurang resisten	Batupasir	$25 < jb \leq 50$
3	Tidak resisten	Batulempung	$75 \leq jb$

Tabel 4. Parameter curah hujan

No.	Kelas	Nilai (mm/bulan)	Domain
1	Rendah	0 – 100	$ch \leq 25$
2	Menengah	100 – 300	$25 < ch \leq 50$
3	Tinggi	300 – 500	$75 \leq ch$

Tabel 5. Parameter tutupan lahan

No.	Kelas	Nilai	Domain
1	Tidak peka	Hutan	$tl \leq 10$
2	Sedikit peka	Perkebunan dan semak belukar	$5 < tl \leq 20$
3	Agak peka	Sawah dan permukiman	$15 < tl \leq 30$
4	Sangat peka	Ladang	$25 \leq tl$

Kondisi dari berbagai parameter tersebut nantinya akan dianalisis menggunakan metode *fuzzy logic*. Dari data tersebut akan didapatkan data yang mencakup daerah

Talang Sejempit dan sekitarnya yang kemudian akan diklasifikasikan sehingga akan diperoleh peta tiap parameter.

Setelah itu, nantinya akan dilakukan tumpang susun (*overlay*) terhadap peta-peta parameter yang telah ada. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh peta kerawanan daerah longsor. Proses tumpang susun ini dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi *ArcGIS* berupa *ArcMap* yang didalamnya terdapat *tools* berupa *fuzzy overlay*. Sebelum dilaksanakan proses tumpang susun ini, ditentukan derajat keanggotaannya dengan menggunakan *tools fuzzy membership*. Luaran dari *overlay* nantinya adalah berupa peta yang dalam penentuan kawasan rawan longsohnya mengacu pada klasifikasi berikut.

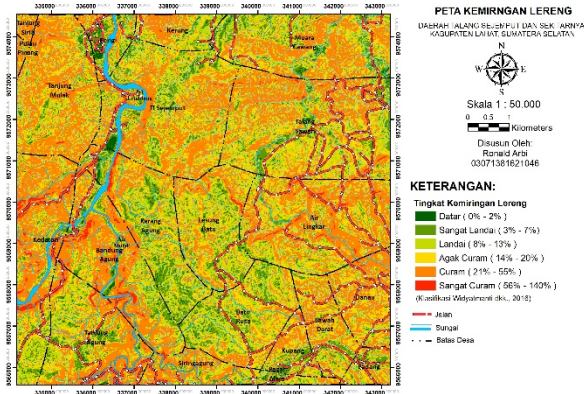
Tabel 6. Tingkat kerawanan longsor

No.	Kelas	Domain
1	Tidak rawan	$x \leq 3,40$
2	Rendah	$3,40 \leq 4,50$
3	Sedang	$4,50 \leq 5,40$
4	Tinggi	$5,40 \leq 7,00$
5	Sangat rawan	$7,00 \leq x$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Priyono (2015) menyatakan bahwa longsor merupakan suatu bencana alam yang melibatkan perpindahan massa batuan, tanah dalam jumlah besar dari topografi tinggi ke rendah akibat gaya pendorong pada lereng lebih besar. Menentukan tingkat kerawanan longsor dengan melakukan pendekatan terhadap fuzzy logic dan memanfaatkan peran sistem informasi geografis (SIG) pada umumnya dalam tahapannya dilakukan dengan cara tumpang susun (*overlay*) terhadap tiap parameter yang sudah berwujud peta, berupa peta kemiringan lereng, elevasi morfologi, jenis batuan, curah hujan dan tutupan lahan sehingga hasil akhir yang diharapkan nantinya adalah berupa peta kerawanan longsor.

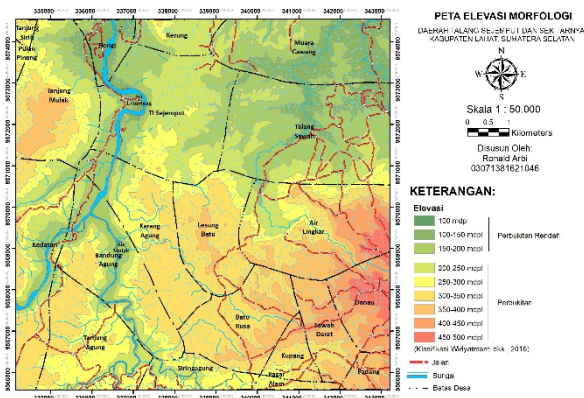
Pertama, peta kemiringan lereng mengacu pada pemerian/klasifikasi oleh Widyatmanti dkk. (2016) terdiri atas beberapa kelas kemiringan lereng, yaitu lereng datar (0 – 2%), sangat landai (3 – 7%), landai (8 – 13%), agak curam (14 – 20%), curam (21 – 55%) dan sangat curam (56 – 140%). Hasil dari pengolahan data kemiringan lereng menunjukkan bahwa kelas ialah yang mendominasi pada lokasi penelitian.



Gambar 3. Peta kemiringan lereng.

Peta elevasi morfologi menggunakan klasifikasi Widyamanti dkk. (2016) dalam penentuan rentang dan kelasnya. Peta ini memperlihatkan rentang jarak per 50 meter. Hasilnya, kondisi elevasi morfologi terdiri atas elevasi 100 meter hingga 500 meter dengan morfologi berupa perbukitan rendah dan perbukitan.

Gambar 4. Peta elevasi morfologi.



Proses pembuatan peta elevasi morfologi dan kemiringan lereng dilakukan dengan menggunakan data kontur. Data tersebut diolah kemudian akan menghasilkan peta dengan masing-masing parameter memiliki dua kelas untuk elevasi morfologi dan enam kelas untuk kemiringan lereng. Berikut merupakan luasan dan persentasenya dari masing-masing parameter.

Tabel 7. Luas kemiringan lereng

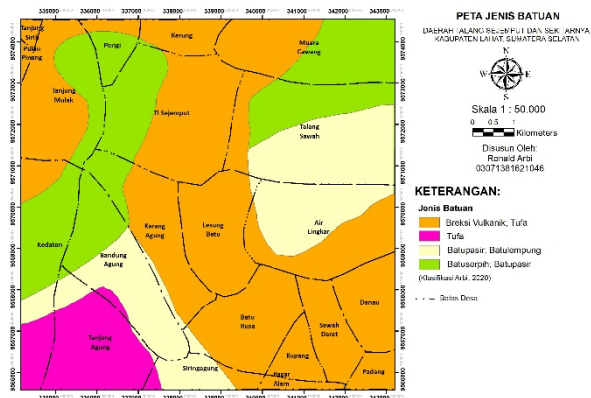
No.	Kelerengan	Luas (km ²)	%
1	Datar	1,27	1,6
2	Sangat landai	10,28	12,6
3	Landai	17,02	21
4	Agak curam	20,01	24,8
5	Curam	31,50	38,9
6	Sangat curam	0,92	1,1
Total		81	100

Tabel 8. Luas elevasi morfologi

No.	Elevasi (m)	Luas (km ²)	%
1	50 - 200	21,92	27,07
2	200 - 500	59,08	72,93
Total		81	100

Kemudian, peta jenis batuan yang merupakan hasil pemetaan geologi yang telah dilakukan sebelumnya. Dari kegiatan tersebut memperlihatkan bahwa lokasi penelitian terdiri atas empat formasi, yaitu Satuan Gunungapi Muda (Qhv) yang diperlihatkan oleh warna jingga dengan litologi breksi vulkanik dan tufa, Formasi Pasumah (Qpv) yang berwarna merah muda dengan penyusun batuan berupa tufa, Formasi Gumai (Tmg) yang digambarkan dengan warna kuning terdiri atas litologi batupasir dan batulempung, serta Formasi Talang Akar (Tomt) dengan warna hijau yang disusun oleh batuserpih dan batupasir. Untuk pengklasifikasian jenis batuan dilihat pada klasifikasi oleh Yassar (2020).

Gambar 5. Peta jenis batuan (litologi).

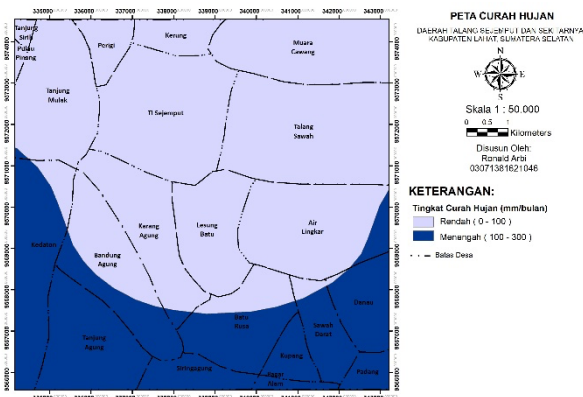


Dari hasil pengolahan data diperoleh pembagian jenis batuan yang ada di lokasi penelitian yang terdiri atas kelas jenis batuan cukup resisten berupa breksi dan tufa, kurang resisten berupa batupasir dan tidak resisten berupa batulempung/batuserpih. Berikut merupakan data yang menunjukkan hasil persentase luasan pada tiap kelas parameter.

Tabel 9. Luas jenis batuan

No.	Litologi (Fm)	Luas (km ²)	%
1	Breksi; Tufa (Qhv)	40,93	50,53
2	Tufa (Qpv)	6,12	7,55
3	Batupasir; batulempung (Tmg)	15,55	19,20
4	Batuserpih/batupasir (Tomt)	18,4	22,72
Total		81	100

Selanjutnya, peta curah hujan yang merupakan gambaran dari kondisi curah hujan pada lokasi penelitian. Data curah hujan yang digunakan dalam tahapan analisisnya merupakan hasil proses dari aplikasi SiBias (Statistical Bias Correction for Climate Scenarios). Data yang digunakan merupakan rata-rata curah hujan maksimum bulanan yang diolah melalui skenario Representative Concentration Pathways (RCP) 4.5. Setelah itu, dilakukan pengolahan komputasi menggunakan aplikasi ArcMap.



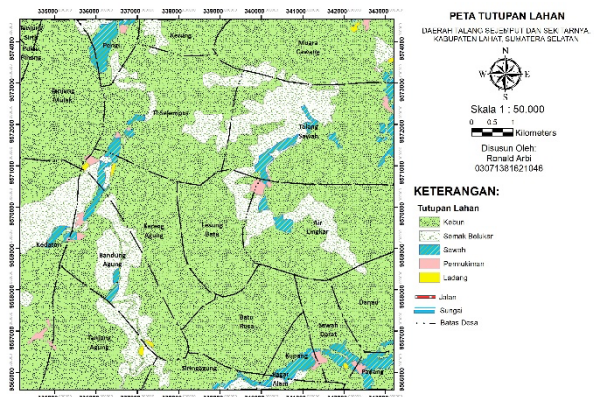
Gambar 6. Peta curah hujan.

Visualisasi tingkatan curah hujan mengacu pada konsep interpolasi pada tools ArcMap. Data hasil pengolahan tersebut menunjukkan bahwa lokasi penelitian terdiri atas dua kelas curah hujan yang diantaranya merupakan curah hujan rendah bernilai 0 – 100 mm/bulan) dan menengah dengan nilai 100 – 300 mm/bulan. Berikut merupakan hasil pengolahan data berupa luas dan persentase pada masing-masing kelas.

Tabel 10. Luas curah hujan

No.	Curah hujan	Luas (km ²)	%
1	Rendah	55,49	68,51
2	Menengah	25,51	31,49
Total		81	100

Peta tutupan lahan merupakan peta yang menyajikan gambaran terkait informasi untuk keperluan *modelling* dan untuk memahami keadaan yang terjadi di lokasi penelitian. Data tutupan lahan yang digunakan dalam proses ini merupakan data vektor berupa shapefile administrasi Kabupaten Lahat. Kemudian, dilakukan proses komputasi pada aplikasi ArcMap. Pemanfaatan lahan yang ada di lokasi penelitian memperlihatkan bahwa aspek tutupan lahan yang hadir adalah kebun, semak belukar, sawah, permukiman dan ladang.



Gambar 7. Peta tutupan lahan.

Berdasarkan klasifikasi tutupan lahan diperoleh tiga kelas tutupan lahan yang ada di daerah Talang Sejemput dan sekitarnya. Kelas tersebut terdiri atas perkebunan dan semak belukar, sawah dan permukiman serta ladang. Melalui hasil pengolahan data tersebut diperoleh luasan dan persentase pada tiap kelas parameter.

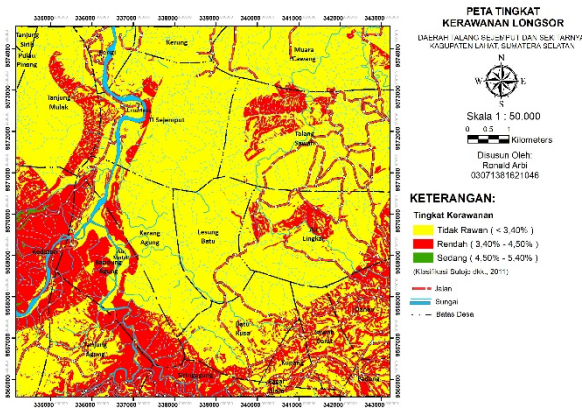
Tabel 11. Luas tutupan lahan

No.	lahan	Luas (km ²)	%
1	Kebun	64,46	79,58
2	Semak belukar	12,41	15,33
3	Sawah	3,22	3,97
4	Permukiman	0,56	0,69
5	Ladang	0,35	0,43
Total		81	100

Melalui hasil pengolahan tumpang susun (overlay) terhadap tiap-tiap parameter dengan metode fuzzy logic pada aplikasi ArcMap diperoleh peta tingkat kerawanan longsor. Berdasarkan hasil tersebut memperlihatkan bahwa lokasi penelitian termasuk ke dalam tiga kelas tingkat kerawanan longsor yang diantaranya berupa kelas kerawanan tidak rawan, rendah dan sedang.

Tabel 12. Luas tingkat kerawanan longsor

No.	Tingkat kerawanan	Luas (km ²)	%
1	Tidak rawan	44,39	54,8
2	Rendah	36,45	45
3	Menengah	0,16	0,2
Total		81	100



Gambar 8. Peta kerawanan longsor.

KESIMPULAN

1. Fuzzy logic menggunakan data masukan berupa kemiringan lereng, jenis batuan, elevasi morfologi, curah hujan serta tutupan lahan yang menghasilkan data luaran berupa peta kerawanan longsor.
2. Diperoleh peta kerawanan longsor yang termasuk ke dalam tiga kelas kerawanan, yaitu tidak rawan, kerawanan rendah dan kerawanan sedang.
3. Berdasarkan hasil analisis dan pendekatan, tingkat kerawanan longsor yang hadir pada lokasi penelitian berada pada rentang tidak rawan hingga kerawanan rendah menurut Sutojo dkk. (2011).

DAFTAR PUSTAKA

- Arbi, R. 2020. Geologi Daerah Talang Sejempit dan Sekitarnya, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan, Pemetaan Geologi, Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya.
- Chen, W., Hong, H., Ili, I., Tsangaratos, P. and Xu, C. 2017. A hybrid fuzzy weight of evidence method in landslide susceptibility analysis on the Wuyuan Area, China. *Geomorphology* S0169-555X(17)30134-4
- Karnawati, D. 2001. Bencana Alam Gerakan Tanah Indonesia Tahun 2000 (Evaluasi dan Rekomendasi). Jurusan Teknik Geologi. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Nithya, S.E., Prasanna, P.R. dan Eswaramoorthi, S. 2012. Landslide susceptibility zonation using fuzzy logic for Kundahpallam Watershed, Nilgris, European *Journal of Scientific Research* 78(1): 48 – 56.
- Priyono. 2015. Hubungan Klasifikasi Longsor, Klasifikasi Tanah Rawan Longsor Dan Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor.

- Universitas Slamet Riyadi Surakarta. GEMA, Th. XXVII/49 /Agustus 2014 - Januari 2015. Surakarta.
- Soemarno, Wulansari, D.N. dan Priyono, S. 2009. Tanah Longsor: Faktor Penyebab dan Problematikanya. Penerbit PPSUB, Malang.
- Sutojo, T., Mulyanto, E., Suhartono, V., 2011, Kecerdasan Buatan, Andi Offset, Yogyakarta.
- Widyatmanti, W., Wicaksono, I., dan Syam, P. D. R. 2016. Identification Of Topographic Elements Composition Based On Landform Boundaries From Radar Interferometry Segmentation (Preliminary Study On Digital Landform Mapping). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Meaning. Earth- Science Reviews* 67. p:159–218.
- Yassar Muhammad, 2020. Penerapan Weighted Overlay Pada Pemetaan Tingkat Probabilitas Zona Rawan Longsor di Kabupaten Sumedang, Jawa Barat *Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS) Vol 1 No 1 (2020) 1-10*. Teknik Geofisika, Universitas Lampung. Lampung.