

## **ANALISIS ZONASI BAHAYA LONGSOR MENGGUNAKAN METODE *MULTI CRITERIA EVALUATION*(MCE) DI DAS KAMPAR HULU**

*[An Analysis of Landslide Hazard Zonation By Using Multi Criteria Evaluation (MCE) Method In DAS Kampar Hulu]*

**Tri Oktaviani**

Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang- Indonesia  
\*Corresponding Author: oktobertri10@gmail.com

**Abstrak:**Penelitian ini bertujuan untuk : 1) mengetahui kondisi eksisting zona bahaya longsor jika ditinjau dari kriteria kemiringan lereng, relief relatif, tutupan lahan, kebasahan lahan dan litologi di DAS Kampar hulu . 2) mengetahui zonasi bahaya longsor di DAS Kampar hulu. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan pendekatan deskriptif keruangan (spasial). Metode untuk mengetahui kondisi eksisting di DAS Kampar hulu dengan melakukan berbagai pengolahan data menggunakan aplikasi GIS yaitu Arcgis 10.8, kemudian untuk analisis zonasi bahaya longsor metode yang digunakan adalah multi criteria evaluation dengan perhitungan Analytical Hierarchy Proses menggunakan harkat yang diambil dari kriteria pada metode anbalagan. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa 1) Kondisi eksisting kriteria kemiringan lereng pada das Kampar hulu ini semua cakupan wilayah memiliki kelas dari kemiringan lereng dengan sebaran yang cukup signifikan; untuk relief relative dibagi mnejadi tiga kelas yang sebaran kelas rendah terletak pada Kecamatan Pangkalan Koto Baru yaitu di Nagari Pangkalan, Tanjung Pauh dan Tanjung Balik, kemudian kelas medium tersebar pada Kecamatan Bukit barisan yaitu Nagari Maek, Kecamatan Kapur IX dan Kecamatan Pangkalan Koto Baru yaitu Nagari Gunuang Malintang, Koto Alam, Pangkalan, Tanjung Pauh dan Tanjung Balik; kriteria tutupan lahan( kerapatan vegetasi ) yang dominan adalah tutupan lahan kelas lebat; kriteria kebasahan lahan pada umumnya kondisi di DAS Kampar hulu tergambar lembab, sebagian basah, mengalir dan merembes, tetapi kering pada perbatasan Kecamatan Bukit Barisan dan Kapur IX; kriteria litologi di DAS Kampar hulu ini terdiri dari berbagai formasi batuan antara nya formasi Tandung Kumbang, Telukkido, Bahorok, Anggota Tanjung Pauh, Kuantan, Kipas Piedmont, Gunung Api Kota Alam, Pematang, Ombilin, Sihapas, dan Gunung Api Amas 2) Zonasi bahaya longsor di DAS Kampar hulu terdiri dari tiga tingkatan yaitu tingkat bahaya tinggi dengan luasan 13,4 % dari luas wilayah penelitian , tingkat bahaya sedang dengan luasan 48,14% serta merupakan tingkat yang dominan dan terakhir tingkat bahaya rendah dengan luasan 38,45% dari luas wilayah penelitian

**Keywords:** zonasi bahaya longsor, metode multi criteria evaluation (MCE), analytical hierarchy process, metode anbalagan.

### **I. PENDAHULUAN**

Menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007, tanah longsor merupakan saah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya menuruni atau keluar lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng.

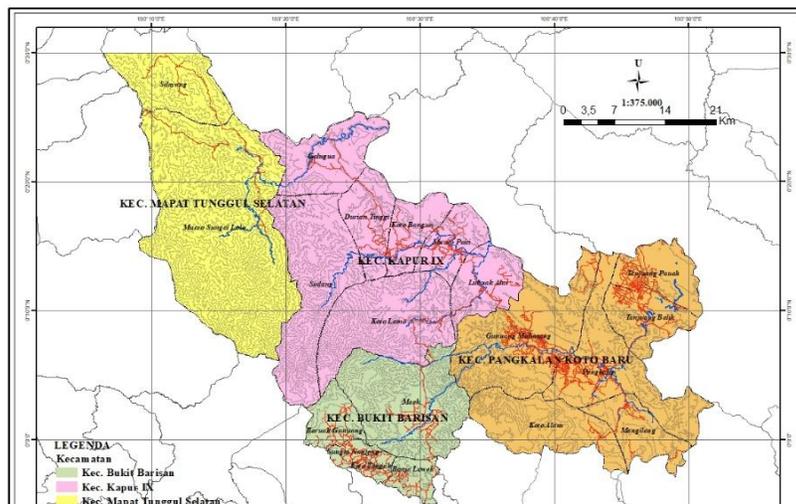
Penyebab longsor utama adanya gaya gravitasi yang memperngaruhi lereng curam, namun tidak menutup kemungkinan adanya faktor lain seperti curah hujan tinggi, penggunaan lahan yang kurang tepat dan struktur geologi daerah tersebut. Lahan terbuka semakin bertambah luas dari kurun waktu tertentu sehingga mendorong bertambahnya lahan kritis. Apabila terdapat lapisan kedap air dibawah permukaan tanah dan tidak adanya vegetasi yang menjadi pengikat lapisan kedap air ini, maka hal itu memicu terjadinya longsor pada daerah yang memiliki kemiringan lereng curam.(Usman Arsyad, 2018; Umar, 2018; Umar *et al.* 2018; Umar *et al.*, 2019; )

Penelitian ini berfokus pada Daerah Aliran Sungai Kampar bagian hulu. Sungai Kampar berhulu di pegunungan Bukit Barisan, mengalir ke arah timur dan bermuara di Selat Malaka. Sungai Kampar melintasi dua provinsi, sebagian berada di wilayah Provinsi Riau dan sebagian di Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis sungai Kampar terletak antara 100.368-103.356 BT dan 0.585 LS-0.725 LU.Salah satu upaya meminimalkan resiko bahaya tanah longsor adalah dengan melakukan pemetaan terhadap daerah terjadinya tanah longsor sehingga dengan adanya peta dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pembangunan sebuah wilayah.

Pemetaan analisis zonasi bahaya longsor menggunakan metode pembobotan berjenjang tertimbang atau *Analythical Hierarchy Process (AHP)* dan *Multi Criteria Evaluation (MCE)*. AHP adalah metode pembobotan (heuristic) bersistem matematis merupakan suatu cara untuk memecahkan masalah kompleks, dengan terlebih dahulu mengklasifikasi berbagai kriteria dan faktor masalah dalam susunan tingkatan yang terstruktur dan sistematis. (N, 2004; Umar, 2016; Umar *et al.*,2017; Umar dan Dewata, 2017)

## II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, lokasi yang menjadi penelitian adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Kampar bagian hulu.



Gambar 1. Lokasi penelitian

## Tahapan Penelitian

Langkah-langkah yang diambil dalam prosedur penelitian ini, yaitu:

a) Studi Literatur

Studi literatur adalah studi kepustakaan guna mendapatkan dasar-dasar teori serta langkah-langkah penelitian yang berkaitan dengan analisis zonasi bahaya tanah longsor dan untuk mencari referensi penelitian yang sejenis.

b) Pengumpulan Data

Data peta administrasi DAS Kampar Hulu di peroleh pada halaman website INA-GEOPORTAL, Peta litologi diperoleh dari Pusat Geologi dan Sumberdaya Mineral, peta kemiringan lereng dan peta relief relatif diperoleh dari pengolahan DEM, sedangkan peta tutupan lahan dan kebasahan lahan diperoleh dari Citra Sentinel 2-A, serta data untuk ahp diperoleh dari wawancara para ahli dalam hal ini unsur akademisi tiga orang dosen.

c) Analisis dan Pembahasan

Setelah data diperoleh, maka tahap selanjutnya adalah melakukan analisis dan perhitungan yang diperlukan untuk analisis zonasi bahaya longsor. Langkah awal yaitu pengolahan jawaban atas wawancara para ahli sesuai skala saaty kemudian dilakukan proses pairwise comparasion untuk mendapatkan bobot. Setelah bobot didapat lakukan proses *overlay* serta pengharkatan kemudian di dilakukan analisa pada *Arc.gis 10.8* untuk penentuan zonasi bahaya longsor di DAS Kampar hulu.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

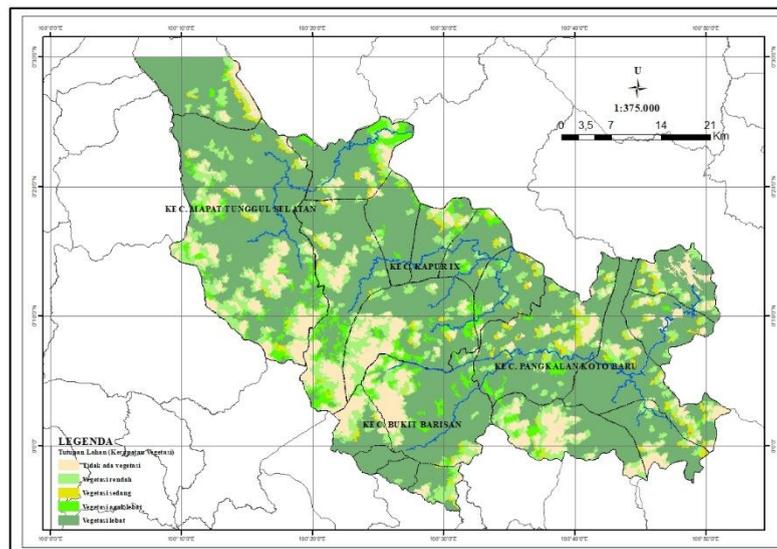
Kriteria penyebab longsor yang dipakai adalah: Geologi (sebaran litologi), topografi (kemiringan lereng dan relief relatif), vegetasi (penggunaan lahan/kepadatan vegetasi dan kebasahan lahan). Kemiringan lereng pada metode analagan didefinisikan dengan derajat lereng. Derajat lereng merupakan rasio sudut antara tinggi lereng (vertical) dan panjang lereng (horizontal). Kriteria kemiringan lereng dibagi atas lima kelas yaitu kelas sangat landai ( $<15^\circ$ ) dengan luas 38,18%, kelas landai ( $16-25^\circ$ ) dengan luas 19,31 %, kelas sedang (26-

35°) dengan luas 29,20%, dan kelas terjal (36-45°) dengan luas 11,30 % dan kelas sangat terjal (>46°) dengan luas 1,90%. Pada peta tersebut telah dikelaskan nilai kemiringan lereng sesuai metode Anbalagan (1992). Terlihat bahwa pada daerah aliran Sungai Kampar bagian hulu ini, semua cakupan wilayah memiliki gambaran kelas dari kemiringan lereng akan tetapi terdapat persebaran yang cukup signifikan.

Relief adalah bentuk muka bumi dalam hal ini berkaitan dengan elevasi. Data yang digunakan untuk mengetahui kondisi kriteria relief relatif ini adalah DEMNAS INA-GEOPORTAL. Kriteria relief relatif pada metode ini dikelaskan menjadi tiga kelas yaitu pertama kelas rendah (<100 m) dengan luas 1,36% , kedua kelas medium (100-300 m) dengan luas 32,06% dan ketiga kelas tinggi (>300 m) dengan luas 66,5%.

Untuk relief relatif dibagi menjadi tiga kelas yang sebaran kelas rendah terletak pada Kecamatan Pangkalan Koto Baru yaitu di Nagari Pangkalan, Tanjung Pauh dan Tanjung Balik, kemudian kelas medium tersebar pada Kecamatan Bukit barisan yaitu Nagari Maek, Kecamatan Kapur IX dan Kecamatan Pangkalan Koto Baru yaitu Nagari Gunung Malintang, Koto Alam, Pangkalan, Tanjung Pauh dan Tanjung Balik.

Peta tutupan lahan ini menggunakan kategori kelas dengan melihat besaran kerapatan vegetasi di wilayah daerah aliran Sungai Kampar bagian Hulu. Data yang digunakan untuk mendapatkan peta tutupan lahan ini adalah citra sentinel 2-A yang didownload pada laman usgs.gov. Citra Sentinel memiliki resolusi spasial sebesar 10 meter, 20 meter untuk 6 band dan 3 band sisanya memiliki resolusi spasial 60 meter.



Gambar 2. Peta Tutupan Lahan

Dapat dilihat pada peta bahwa kondisi tutupan lahan pada daerah aliran Sungai Kampar bagian hulu sesuai dengan pengkelasan metode Anbalagan (1992) dimana terdapat sebaran wilayah yang tidak ada vegetasi dengan luasan 13,35%, vegetasi rendah dengan luasan 14,67%, vegetasi sedang dengan luasan 2,38%, Vegetasi agak lebat dengan luas 4,69% maupun vegetasi lebat dengan luasan 64,89%. Pada daerah aliran Sungai Kampar bagian Hulu ini pada dasarnya kelas tutupan lahan atau kerapatan vegetasi yang dominan adalah kelas tutupan lahan lebat, Wilayah dengan tidak ada vegetasi tersebar hampir di semua kecamatan tetapi lebih terkonsentrasi diperbatasan antara Kecamatan Bukit Barisan dengan Kapur IX, begitu pula dengan kelas tutupan lahan lainnya.

Kebasahan lahan dimonitori oleh besaran kadar air yang terkandung pada permukaan lahan. Pada umumnya kondisi di daerah aliran Sungai Kampar bagian hulu ini terlihat lembab dengan luas 27,61%, sebagian basah dengan luas 57,83%, mengalir dengan luas 0,48% dan merembes dengan luas 0,49%, tetapi kering dengan luas 13,56% pada perbatasan Kecamatan Bukit Barisan dan Kapur IX.

Pada Kecamatan Mapat Tunggal Selatan wilayah didominasi dengan sebaran kelas kering, kemudian kelas basah merembes dan mengalir. Di Kecamatan Kapur IX kebasahan lahan didominasi dengan kelas lembab dan basah tetapi juga terdapat sebaran kelas kebasahan lahan kering, wilayah kelas lembab dan basah meliputi Nagari Galugua, Lubuk Alai, Koto Lamo, Koto Bangun, Muaro Paiti, Durian Tinggi. Kecamatan Pangkalan Koto Baru pada Nagari Koto Alam didominasi kelas kering, lembab dan basah, Nagari Mangilan didominasi kelas basah, lembab, kering, mengalir dan merembes, Nagari Pangkalan didominasi oleh kelas kebasahan lahan basah, lembab, serta sebaran kering dan mengalir, Nagari Gunuang Malintang didominasi kelas kebasahan lahan lembab, basah sebaran kering dan merembes, terakhir Nagari Tanjung Pauh dan Tanjung Balik kelas kebasahan didominasi kelas basha, lembab, serta sebaran kelas kering.

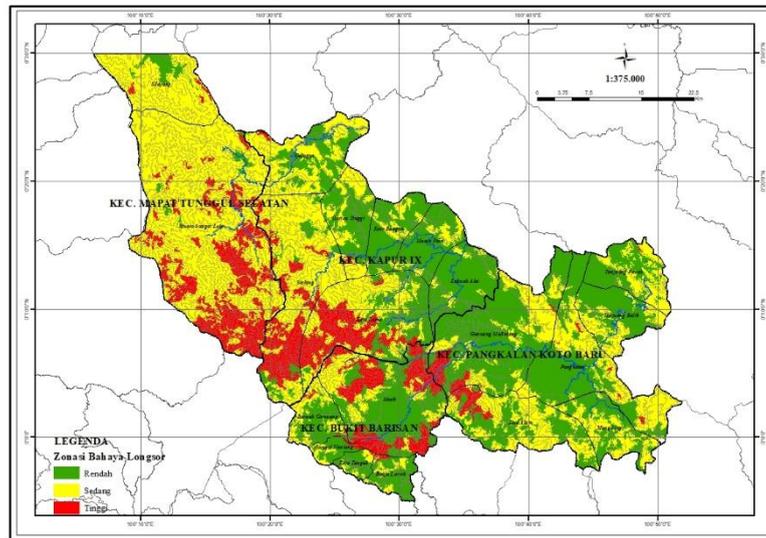
Litologi merupakan faktor yang sangat mempengaruhi dalam hal menentukan zonasi bahaya longsor, yang akan menjadi tolak ukurnya yaitu tingkat kekerasam dan kesolidan litologi tertentu. Batuan yang mempunyai sifat keras kompak dan massif seperti batuan beku akan mempunyai faktor bahaya longsor rendah. Sebaliknya batuan yang cenderung bersifat lunak, tidak solid dan mudah terkikis seperti batu lempung, lanau dan serpih akan memiliki faktor bahaya yang tinggi.

Data yang digunakan untuk peta kriteria litologi adalah hasil gabungan peta geologi berskala 1:250.000 berasal dari pusat survey geologi. Informasi yang didapatkan dari data ini berupa satuan litostatigrafi atau formasi. Oleh karena itu peneliti berasumsi bahwa litologi yang ada dan diperhitungkan pada kriteria litologi ini adalah yang paling dominan pada masing-masing satuan litostratigrafi, sebagai contoh aluvium akan diperhitungkan sebagai batuan sedimen dominan batu pasir tidak tersemen dengan baik, walaupun faktanya terdapat beberapa litologi lain yang tidak dominan pada aluvium ini.

Berdasarkan peta sebaran litologi pada daerah aliran Sungai Kampar bagian hulu ini terdapat berbagai formasi dimulai dari formasi Batolit Tandung Kumbang (MPitd) dengan luas 3.86 %, Telukkido (Mlt) dengan luas 0.72%, Bahorok (Pub) dengan luas 0.48%, Anggota Tanjung pauh (Pukt) dengan luas 2,53%, Kuantan (Puku) dengan luas 44,56%, Kipas Piedmont (Qf) dengan luas 0.85%, Gunung Api Kota Alam (Qtve) dengan luas 2.53%, Pematang (Tlpe) dengan luas 21.29%, Anggota Bawah (Tmol) dengan luas 3.76%, Sihapas (Tms) dengan luas 31,32, Telisa (Tmt) dengan luas 6,94%, Gung Api Amas (Tmvm) dengan luas 1.59%.

Peta zonasi bahaya longsor diperoleh dengan penjumlahan nilai tiap kriteria yang menghitung bobot prioritas masing-masing. Pada proses pengolahan data terdapat lima peta yang digabungkan melalui metode *overlay* atau tumpang susun. Atribut hasil penggabungan ini merupakan gambaran tingkat zonasi bahaya longsor. Atribut hasil penggabungan dikelaskan

menggunakan metode *Natural Break(Jenk)*. Metode tersebut dapat mengoptimalkan perbedaan antarkelas dan meminimalkan perbedaan antardata dalam satu kelas. Pada analisis zonasi bahaya longsor dibagi menjadi tiga tingkatan. Tingkatan ini terdiri atas tingkat bahaya tinggi, sedang dan rendah yang mengacu pada pembagian kelas berdasarkan banyak data.



Gambar 8. Peta Zonasi Bahaya Longsor

A. Tingkat Zonasi Bahaya Rendah

Tingkat zonasi bahaya rendah ini meliputi 38,45% dari luas daerah penelitian. Secara umum daerah ini dikontrol oleh litologi serpih berseling batu lempung, sabak, filit, batuan sedimen tersemen tidak bai, kuarsit dan batu gamping dimana batuan ini memiliki sifat fisik yang keras dan kompak. Daerah ini memiliki kemiringan lereng sangat landai, keadaan relief relative rendah hingga sedang, keadaan tutupan lahan yang diwakili oleh kerapatan vegetasi dilihat tidak ada vegetasi, vegetasi rendah, vegetasi sedang dan vegetasi lebat sedangkan untuk keadaan kebasahan lahan dimulai dari kering lembab serta basah

B. Tingkat Zonasi Bahaya Sedang

Tingkat zonasi bahaya sedang ini meliputi 48,14% dari luas daerah penelitian. Secara umum dikontrol oleh litologi berupa batuan sedimen dominan batu pasir tersemen dengan baik, sabak dan filit serta sekis. Kemiringan lereng landai ( $16-25^{\circ}$ ) dan sedang ( $26-35^{\circ}$ ). Daerah ini memiliki kondisi kering hingga merembes dengan tutupan lahan tidak ada vegetasi hingga lebat.

C. Tingkat Zonasi Bahaya Tinggi

Daerah pada zonasi bahaya tinggi meliputi 13,4% dari luas daerah penelitian. Litologi sabak, filit, batuan sedimen batu pasir tersemen

dengan baik, granit serta gabbro mendominasi daerah ini. Kemiringan lereng pada tingkat zonasi bahaya ini pada umumnya 35-45° dan > 45° serta relief relatif >300 m atau tinggi. Kondisi kebasahan kering hingga lembab dan tutupan lahan umumnya terlihat tidak ada vegetasi, vegetasi rendah, vegetasi agak lebat hingga lebat. Longsoran pada tingkat bahaya ini tersebar dari selatan hingga barat laut.

Di dalam berkehidupan akan terjadi berbagai peristiwa sosial maupun alam. Peristiwa di alam yang sering terjadi erat kaitan dengan bencana. Di Indonesia bentang alam dan letak geografis menjadi faktor yang membedakan jenis bencan yang terjadi. Salah satunya berupa longsor. Menurut Hardiyatmo (2013:19) Longsor adalah gerakan material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya keruntuhan geser di sepanjang satu atau lebih bidang longsor. Kejadian bencana tanah longsor yang terjadi menyebabkan dampak kerugian yang besar terutama pada aspek infrastuktur (Renhard Haribulan, 2019)

Daerah aliran Sungai Kampar hulu memiliki wilayah yang berbukit dan pegunungan kemudia diketahui keragaman curah hujan di daerah ini dipengaruhi oleh musim dan tinggi tempat atau topografi wilayahnya. Untuk jenis utama yang mendominasi wilayah ini adalah Dystropets (Inceptisols) seluas 17.287 hektar (66%) dan Tropudults (Ultisols) seluas 74.593 hektar (22,7%) yang mempunyai cikal bakal terjadinya longsoran. Berdasarkan hasil analisis peta zonasi bahaya longsor di daerah aliran Sungai Kampar Hulu terdapat tiga tingkatan bahaya yaitu rendah, sedang dan tinggi. Dimana persentase luasan dari tingkat bahaya ini yaitu tingkat rendah 38,45%, sedang 48,14% dan tinggi 13,4% dari luas wilayah. Kejadian Longsor dengan kemiringan lereng terjal hingga sangat terjal dengan bentang lahan berbukit sampai pegunungan menjadi daerah yang memiliki tingkat bahaya longsor tinggi. Ditambah dengan sejarah kejadian longsor pada daerah tersebut. Untuk relief relatif pada umumnya tersebar mulai dari rendah hingga tinggi. Begitupula tutupan lahan (kerapatan vegetasi) dimana yang dominan yaitu berupa kelas tutupan lahan lebat sedangkan kondisi kebasahan terlihat lembab, sebagian basah, mengalir dan merembes. Dengan litologi yang beragam sebagai faktor penentu dari analisis zonasi bahaya di DAS Kampar Hulu.

#### IV. PENUTUP

Kondisi eksisting kriteria kemiringan lereng pada das Kampar hulu ini semua cakupan wilyah memiliki kelas dari kemiringan lereng dengan sebaran yang cukup signifikan; untuk relief relative dibagi mnejadi tiga kelas yang sebaran kelas rendah terletak pada Kecamatan Pangkalan Koto Baru yaitu di Nagari Pangkalan, Tanjung Pauh dan Tanjung Balik, kemudian kelas medium tersebar pada Kecamatan Bukit barisan yaitu Nagari Maek, Kecamatan Kapur IX

dan Kecamatan Pangkalan Koto Baru yaitu Nagari Gunung Malintang, Koto Alam, Pangkalan, Tanjung Pauh dan Tanjung Balik; kriteria tutupan lahan (kerapatan vegetasi) yang dominan adalah tutupan lahan kelas lebat; kriteria kebasahan lahan pada umumnya kondisi di DAS Kampar hulu tergambar lembab, sebagian basah, mengalir dan merembes, tetapi kering pada perbatasan Kecamatan Bukit Barisan dan Kapur IX; kriteria litologi di DAS Kampar hulu ini terdiri dari berbagai formasi batuan antara nya formasi Tandung Kumbang, Telukkido, Bahorok, Anggota Tanjung Pauh, Kuantan, Kipas Piedmont, Gunung Api Kota Alam, Pematang, Ombilin, Sihapas, dan Gunung Api Amas. Daerah Aliran Sungai Kampar bagian hulu memiliki tingkat zonasi bahaya longsor yang beragam dengan presentase terbesar adalah tingkat zonasi bahaya sedang yang meliputi 48,14 % dari total wilayah. Kemudian tingkat rendah dengan 38,45 % serta Tingkat tinggi 13,1%.

#### DAFTARREFERENSI

- Hardiyatmo H.C (2006) *Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press
- Iswandi, U. (2012). *Ekologi dan Ilmu Lingkungan*. UNP Pres
- Iswandi, U. (2017). Prioritas pengembangan kawasan permukiman pada wilayah rawan banjir di Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. *Majalah Ilmiah Globe*, 19(1), 83-94
- Iswandi, U., & Dewata, I. (2020). *Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Deepublish.
- M. Yunus A .(2019). *Kajian Pengembangan Imbal Jasa Lingkungan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kampar*. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 389-402
- Rai, K. dan Bushan N. (2004). *Strategic Decision Making (Analytical Hierarchy Process)*. <http://www.springer.com/978-185233-756-8> diakses 5 maret 2021
- Rainhard Haribulan, P.H (2019). *Kajian Kerentanan Fisik Bencana Longsor di Kecamatan Tomohon Utara*. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 714-724.
- Republik Indonesia (2007). Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana
- Umar, I. (2016). Mitigasi Bencana Banjir pada Kawasan Permukiman Di Kota Padang (disertasi). *Bogor, Sekolah Pascasarjana IPB*.
- Umar, I., Widiatmaka, W., Pramudya, B., & Barus, B. (2017). Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Kawasan Permukiman dengan Metode Multi Criteria Evaluation Di Kota Padang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(2), 148-154.
- Umar, I., & Dewata, I. (2017). *Pendekatan Sistem: Dalam Ilmu Sosial, Teknik, dan Lingkungan*. Rajawali Press

- Umar, I., Dewata, I., & Barlian, E. (2017). Implementasi Rencana Tata Ruang Permukiman dan Arah Kebijakan Pembangunan di Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat.
- Umar, I., Dewata, I., Barlian, E., Hermon, D., & Suasti, Y. (2018). Priority selection of residential development areas with flood hazard in Limapuluh Kota District, West Sumatra. *International Journal of GEOMATE*, 15(52), 152-158.
- Umar, I. (2018). Penataan Lahan Pertanian Berkelanjutan pada Lereng Gunung Marapi Tanah Datar Propinsi Sumatera Barat.
- Umar, I., & Dewata, I. (2018). Arah Kebijakan Mitigasi pada Zona Rawan Banjir Kabupaten Limapuluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(2), 251-257.
- Umar, I., Dewata, I., & Barlian, E. (2019). Konsistensi rencana tata ruang permukiman dan arahan kebijakan pembangunan di Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 9(2), 277-286.
- Umar, I. (2021). Arah Kebijakan Untuk Mengurangi Dinamika Penggunaan Lahan pada DAS Antokan, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 11(1), 10-18.