



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

Tri Oktaviani¹ , Iswandi Umar²

Program Studi Geografi,
Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang
Email: 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 SIG yaitu *Argis 10.8*, kemudian untuk analisis zonasi bahaya longsor metode yang digunakan adalah *Multi Criteria Evaluation* dengan perhitungan *Analytical Hierarchy Process* menggunakan harkat yang diambil dari kriteria pada metode analagan. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa 1) Kondisi eksisting kriteria kemiringan lereng pada DAS Kampar Hulu yang dominan adalah kelas sangat landai atau $<15^\circ$. 2) Zonasi bahaya longsor di DAS Kampar Hulu terdiri dari tiga tingkatan yaitu tingkat bahaya tinggi dengan luasan 13,41 % dari lokasi 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.

Kata Kunci: zonasi bahaya longsor, metode multi criteria evaluation (mce), analytical hierarchy process, metode analagan.

ABSTRACT

This study aims to (1) find out the existing conditions of the mainland zone if viewed from the slope, relative relief, land cover, wetness dan lithology criteria. (2) know the zoning of landslides in DAS Kampar Hulu. This is quantitative research with spatial descriptive approach. The method that used to determine the existing conditions in DAS Kampar Hulu by using GIS application namely Arcgis 10.8 to do various processing, then a multi criteria evaluation was used to analysis the landslide hazard zonation with Analytical Hierarchy Process calculations. Based on the result of the study it is know that 1) the existing condition of the slope at DAS Kampar Hulu who dominant is a very gentle slope or $<15^\circ$; 2) Landslide hazard zoning in DAS Kampar Hulu consist of three levels, namely a high hazard level with an area of 13,41% of the total area of the study, a moderate hazard level with an area of 48,14% and a dominant level and finallu a low hazaed level with an area od 38.45% of the total research area.

Keywords: *Lanslide Hazard Zoning, Multi Criteria Evaluation (MCE) method, Analytical Hierarchy Process, Anbalagan method.*

¹Mahasiswa Jurusan Geografi Universitas Negeri Padang

²Dosen Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang

Pendahuluan

Menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007, tanah longsor merupakan salah 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 mempengaruhi 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 luasannya 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 memicul terjadinya longsor pada daerah yang memiliki kemiringan lereng curam. (R.B, 2018)

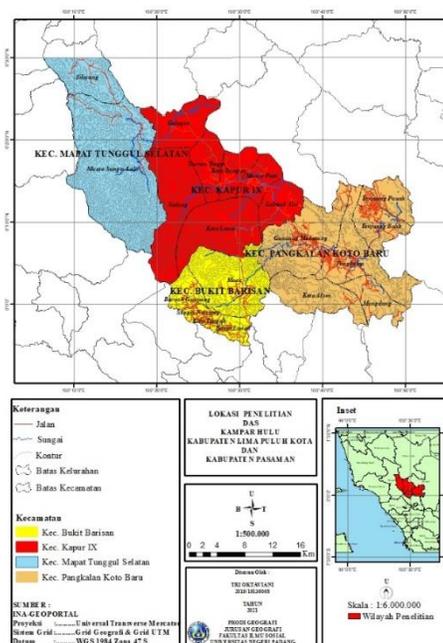
Salah satu upaya meminimalkan resiko bahaya longsor adalah dengan melakukan pemetaan terhadap daerah terjadinya tahanan longsor sehingga adengan adanya peta dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pembangunan sebuah wilayah.

Pemetaan analisis zonasi bahaya longsor menggunakan metode *Multi Criteria Evaluation* (MCE) dan pembobotan berjenjang tertimbang atau *Analythical Hierarchy Process* (AHP). 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. (Rai, 2020)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada Daerah Aliran Sungai Kampar bagian hulu. Sungai Kampar berhu;u di Penguungan Bukit Barisan, mengalir kea rah 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. (Yunus, 2019)



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian DAS Kampar Hulu

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Data penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung dari pengamatan dan observasi di

lapangan. Data sekunder diperoleh dari website INA Geoportal berupa data shapefile dengan skala 1 : 500.000.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Multi Criteria Evaluation*. Dalam Malczewski (1999), Metode *Multi Criteria Evaluation* (MCE) merupakan sebuah proses yang menggabungkan dan mengubah sejumlah data geografis (*input*) menjadi keputusan (*output*). Hasilnya adalah agresi indormasi multi dimensi kedalam satu parameter output map.

MCE juga disebut sebagai alat pendukung keputusan yang memaksa penilai (misalnya tim ahli dan pemangku kepentingan) untuk menyusun masalah dengan menjelaskan persyaratan informasi dari tujuan masalah tersebut. Awalnya system semacam ini dikembangkan untuk keputusan bisnis yang kompleks namun kurun waktu 20 tahun terakhir metode ini juga digunakan pada permasalahan spasial.

Pengambilan keputusan yang rasional memerlukan analisis yang seksama terhadap keputusan, dalam sebuah masalah yang kompleks terdapat pendekatan yang sering digunakan untuk menguraikan masalah menjadi bagian yang lebih kecil dan mudah dimengerti. Pendekatan ini disebut *Analythical Hierarchy Process*. Terdapat Kriteria Penilaian dalam AHP .

AHP pada dasarnya digunakan untuk menentukan bobot prioritas sertiap kriteria yang diperhitungkan. AHP menggunakan data dari kuesioner pendapat para ahli terhadap derajat kepentingan kriteria yang ditampilkan dalam bentuk matriks

perbandingan. Matriks perbandingan itu diolah untuk menentukan bobot prioritas masing-masing kriteria.

Tabel 1. Penilaian dalam AHP

Nilai	Keterangan
1	A sama penting dengan B
3	A sedikit lebih penting dari B
5	A jelas lebih penting dari B
7	A sangat jelas lebih penting dari B
9	A mutlak lebih penting dari B
2,4,6,8	Apabila ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan

Sumber: *Saaty, 1988*

Kriteria yang digunakan untuk menentukan zonasi bahaya longsor di DAS Kampar Hulu adalah merujuk pada kriteria yang terdapat pada metode anbalagan (1992)

. Kriteria-kriteria tersebut adalah :

- a. Kemiringan lereng (*Slope*)
- b. Relief relatif
- c. Tutupan Lahan (*Land Cover*)
- d. Kebasahan lahan
- e. Litologi

Setelah semua kriteria yang digunakan untuk menentukan zonasi bahaya longsor sudah tersaji dalam bentuk peta, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis keruangan dengan cara tumpang susun (*overlay*) peta, sehingga didapatkan

satuan-satuan pemetaan yang memiliki keseragaman (homogenitas) dalam semua kriteria yang digunakan. Kriteria-kriteria yang homogen ini selanjutnya akan memudahkan analisis dalam melakukan skoring dan klasifikasi tingkat bahaya longsor. Dalam proses skoring bobot yang digunakan adalah hasil dari penilaian para ahli yang telah diolah menggunakan metode AHP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

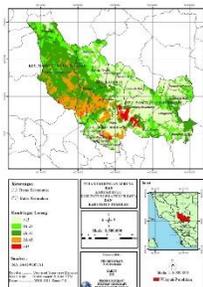
1. Kondisi Eksisting DAS Kampar Hulu

Kriteria yang penyebab longsor yang digunakan adalah Topografi (Kemiringan lereng dan relief relatif), Vegetasi (Tutupan lahan/ kerapatan vegetasi dan kebasahan lahan) dan Geologi (Sebaran litologi)

a. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng pada metode anbalagan disebut juga derajat lereng. Derajat lereng merupakan rasio sudut antara tinggi lereng (vertikal) dan panjang lereng (horizontal).

Berdasarkan Peta Kemiringan Lereng DAS Kampar Hulu dan observasi ke Maek Kecamatan Bukit Barisan terdapat lima kelas kemiringan lereng yaitu kelas sangat landai ($<15^\circ$), kelas landai ($16^\circ-25^\circ$), kelas sedang ($25^\circ-35^\circ$), kelas terjal ($35^\circ-45^\circ$) dan kelas sangat terjal ($>45^\circ$) seperti pada peta berikut:



Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng DAS Kampar Hulu

Pada peta tersebut telah dikelaskan nilai kemiringan lereng sesuai metode anbalagan (1992). Terlihat bahwa pada daerah aliran Sungai Kampar Hulu ini, kelas kemiringan yang paling luas adalah kelas sangat landai dengan luas 38,18% dari luas wilayah penelitian, selanjutnya untuk kelas landai dengan luas 19,31%, kelas sedang dengan luas 29,20%, kelas terjal dengan luas 11,30%, dan kelas sangat terjal dengan luas 1,90%. Untuk luasan dalam hektar (Ha) dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Luas (Ha) Kelas Kemiringan Lereng di DAS Kampar Hulu

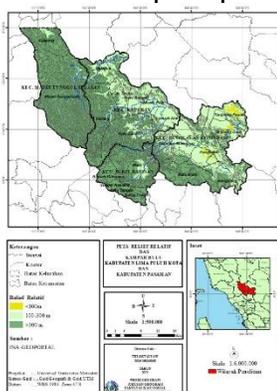
No	Kelas	Luas (Ha)
1	$<15^\circ$ atau sangat landai	98630,675557
2	$16^\circ-25^\circ$ atau Landai	49882,36993
3	$25^\circ-35^\circ$ atau Sedang	75423,285396
4	$35^\circ-45^\circ$ atau Terjal	29426,298453

5	>45° atau Sangat terjal	4911,99572
Total		258274,6251

Sumber: Analisis 2021

b. Relief Relatif

Berdasarkan hasil pengolahan data relief relatif di DAS Kampar hulu terbagi tiga kelas relief relatif seperti pada peta berikut :



Gambar 3. Peta Relief Relatif DAS Kampar Hulu

Relief adalah bentuk muka bumi dalam hal ini berkaitan dengan elevasi. Kelas relief relatif yang pertama yaitu kelas rendah (<100 m) dengan luas 1,36%, kedua kelas medium (100-300 m) dengan 32,06% dan ketiga kelas tinggi (>300 m) dengan luas 66,5% dari luas wilayah penelitian. Luas wilayah penelitian dalam hektar (Ha) untuk kelas relief relatif seperti tabel berikut:

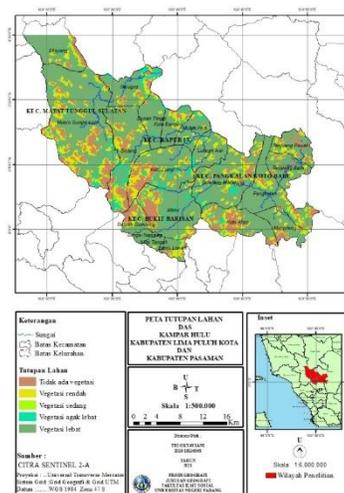
Tabel 3. Luas (Ha) Kelas Relief Lereng di DAS Kampar Hulu

No	Kelas	Luas(Ha)
1	Rendah (<100 m)	3530.3409
2	Medium (100-300 m)	82909.07608
3	Tinggi (>300 m)	172099.9269
Total		258.539.344.018

Sumber: Analisis 2021

c. Tutupan Lahan

Berdasarkan hasil pengolahan data terdapat lima kelas tutupan lahan seperti pada peta berikut :



Gambar 4. Peta Tutupan Lahan DAS Kampar Hulu

Peta tutupan lahan ini menggunakan kategori kelas dengan melihat besaran kerapatan vegetasi di DAS Kampar hulu. Data yang digunakan untuk mendapatkan

peta tutupan lahan adalah citra sentinel 2-A yang didownload pada laman usgs.gov. Citra

Dapat dilihat pada peta bahwa kondisi tutupan lahan pada DAS Kampar Hulu sesuai pengkelasan metode Anbalagan (1992) dimana terdapat sebaran wilayah yang tidak ada vegetasi dengan luas 13,35%, vegetasi rendah dengan luas 12,67%, kemudian vegetasi sedang dengan luas 2,38%, vegetasi agak lebat dengan luas 4,69% maupun vegetasi lebat dengan luas 64,89% dari total wilayah penelitian.

Pada DAS Kampar hulu ini kelas tutupan lahan atau kerapatan vegetasi yang dominan adalah kelas tutupan lahan lebat, wilayah yang tidak ada vegetasi tersebar hampir disemua kecamatan tetapi lebih terkonsentrasi diperbatasan antara Kecamatan Bukit Barisan dengan Kapur IX, begitu pula dengan kelas tutupan lahan lainnya.

Luas wilayah penelitian dalam Hektar (Ha) untuk kelas tutupan lahan seperti tabel berikut:

Tabel 4. Luas (Ha) Kelas Tutupan lahan di DAS Kampar Hulu

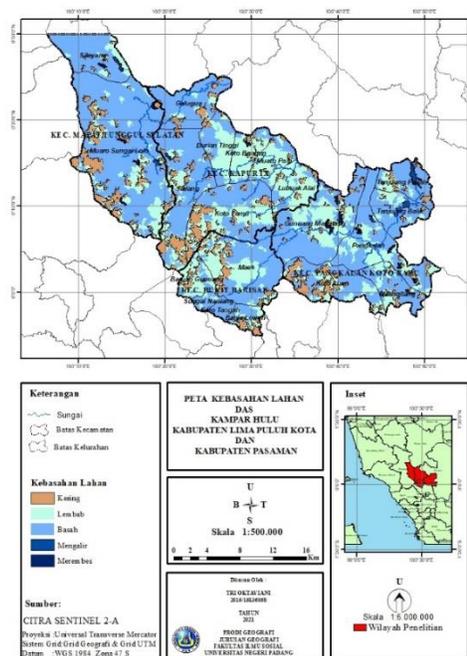
No	Kelas	Luas (Ha)
1	Tidak ada vegetasi (<0,1)	34522,8
2	Vegetasi rendah(0,1-0,38)	37933,7
3	Vegetasi sedang(0,38-0,53)	6162,98

4	Vegetasi agak lebat (0,53-0,67)	12123,5
5	Vegetasi lebat(>0,67)	167739
Total		258.481,6367

Sumber: Analisis 2021

d. Kebasahan Lahan

Berdasarkan hasil pengolahan data terdapat terdapat lima kelas tutupan lahan seperti pada peta berikut:



Gambar 5. Peta Kebasahan Lahan DAS Kampar Hulu

Kebasahan lahan dimonitori oleh besaran kadar air yang terkandung pada permukaan laha. Umumnya kondisi di DAS

Kampar 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. Kekeringan pada perbatasan kecamatan ini dipicu oleh tidak adanya vegetasi akibat lereng yang sangat terjal dan merupakan tempat dengan keadaan relief relatif yang masuk pada kategori kelas tinggi.

Pada Kecamatan Mapat Tunggul 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 terdapat sebaran kelas kering, kelas lembab dan basah meliputi Nagari Galugua, Lubuk Alai, Koto Lamo, Koto Bangun, Muaro Paiti, Duria Tinggi. Kecamatan Pangkalan Koto Baru pada Nagari Koto Alam didominasi kelas kering, lembab dan basah, Nagari Mangilang didominasi kelas basah, lembab, kering, mengalir dan merembes, Nagari Pangkalan didominasi kelas basah, lembab, serta sebaran kering dan mengalir. Nagari Gunuang Malintang didominasi kelas lembab, basah, sebaran kering dan merembes, terakhir Tanjung Pauh dan Tanjung Balik didominasi kelas basah, lembab serta sebaran kelas kering. Luas wilayah berdasarkan kelas kebasahan lahan seperti tabel berikut :

Tabel 5. Luas (Ha) Kelas Kebasahan Lahan di DAS Kampar Hulu

No	Kelas	Luas (Ha)
1	Kering (<0,1)	35043,40554

2	Lembab (0,1-0,27)	71356,45953
3	Basah (0,27-0,37)	149443,0807
4	Merembes(0,37-0,47)	1279,39857
5	Mengalir (>0,47)	1259,740499
Total		258382,0849

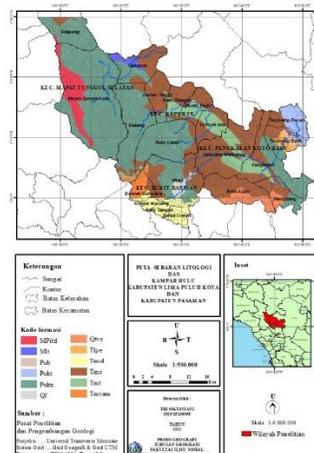
Sumber: *Analisis 2021*

e. Litologi

Litologi merupakan faktor yang sangat mempengaruhi dalam hal menentukan zonasi bahaya longsor, yang menjadi tolak ukurnya yaitu tingkat kekerasan dan kesolidan litologi.

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, batu lanau dan serpih akan memiliki faktor bahaya yang tinggi.

Berdasarkan hasil digitasi sebaran litologi pada DAS Kampar hulu terdapat dua belas sebaran formasi batuan seperti peta berikut :



Gambar 6. Peta Sebaran Litologi DAS
Kampar Hulu

Berdasarkan peta sebaran litologi pada DAS Kampar hulu terdapat berbagai formasi batuan dimulai dari formasi Batolit

Tandung Kumpang (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%, Gunung Api AmA (Tmvam) dengan luas 1,59%. Luas wilayah berdasarkan formasi batuan seperti tabel berikut :

1	MPitd	10.005,67524
2	Pulu	115.239,86082
3	Tms	80.998,90429
4	Pukt	6.559,51312
5	Pub	1.247,71669
6	Tlpe	2.070,42155
7	Mlt	1.872,82874
8	Tmt	17.985,92039
9	Tmvam	4.121,79630
10	Qtve	6.547,38816
11	Tmol	9.722,55109
12	Qf	2.213,85814
Total		258.586,43452

Tabel 6. Luas (Ha) Sebaran litologi/Formasi
Batuan di DAS Kampar Hulu

No	Formasi	Luas (Ha)
----	---------	-----------

2. Analisis Zonasi Bahaya Longsor

Tabel 7. Matriks Perbandingan Faktor yang Mempengaruhi Longsor, dan Rasio Konsistensi yang diolah Mengacu pada Saaty (1988)

Kriteria	1	2	3	4	5	Bobot
Kemiringan lereng	1,00	7,00	9,00	3,00	5,00	0,523
Relief relatif	0,14	1,00	7,00	1,00	1,00	0,143
Tutupan lahan	0,11	0,14	1,00	0,2	0,2	0,033
Kebasahan lahan	0,33	1,00	5,00	1,00	3,00	0,189
Litologi	0,2	1,00	5,00	0,33	1,00	0,110
Rasio Konsistensi						-0,79152

Peta zonasi bahaya longsor diperoleh dengan pengolahan penilaian para ahli menggunakan metode AHP dengan langkah-langkah berikut :

- Membuat perbandingan berpasangan
- Membuat matriks nilai kriteria (Normalisasi)
- Matriks penjumlahan tiap baris
- Mengukur Konsistensi
- Hitung Konsistensi Indeks

$$CI = \frac{(\text{Lamda Maks} - n)}{n-1}$$

Dimana :

Lamda maks = Jumlah/n

n = Banyak elemen/kriteria

- Rasio konsistensi

$$CR = \frac{CI}{IR}$$

Dimana :

CR= Consistency Ratio

CI= Consistency Index

IR= Index Random

Consistency (ketetapan sesuai jumlah n)

kemudian didapati bobot dari masing-masing kriteria. Bobot ini menjadi acuan untuk pengkalian dengan harkat pada masing-masing kriteria sesuai rujukan pada metode Anbalagan. Kemudian dilakukan skoring guna mengetahui zonasi bahaya longsor. Semakin tinggi jumlah skor yang didapat maka semakin tinggi

juga tingkat bahaya longsor pada daerah tersebut.

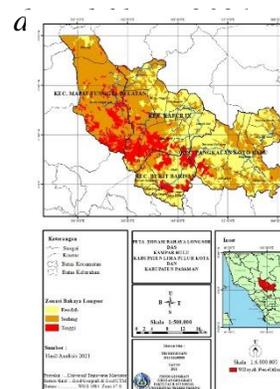
Skor lalu dibuat tingkatannya untuk menilai tingkat bahaya longsor mulai dari rendah, sedang hingga tinggi. Dengan selang tingkat bahaya berdasarkan persamaan:

$$\begin{aligned} \text{Selang} & \qquad \qquad \qquad \text{Kelas} \\ & \frac{\text{Skor Maksimal} - \text{Skor Minimal}}{\text{Tingkat Bahaya}} \\ & \frac{4,428 - 1,172}{3} \\ & = 1,085 \end{aligned}$$

Tabel 8. Tingkat Bahaya Longsor di Das Kampar Hulu

No	Tingkat Bahaya	Hasil Skoring
1	Rendah	1,172- 2,257
2	Sedang	2,258- 3,342
3	Tinggi	3,343- 4,428

Sumber: *Data sekunder yang*



Gambar 7. Peta Zonasi Bahaya
Longsor DAS Kampar Hulu

a. Tingkat zonasi bahaya rendah

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

b. Tingkat zonasi bahaya sedang

Tingkat zonasi bahaya sedang ini meliputi 48,11% dari luas daerah penelitian. Daerah ini secara umum dikontrol oleh litologi berupa batuan sedimen dominan batu pasir tersemen dengan baik, sabak, filit serta sekis. Kemiringan lereng 16° - 25° atau landau dan 26° - 35° atau sedang. Daerah ini memiliki kondisi kering hingga merembes dengan tutupan lahan (kerapatan vegetasi) kelas 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 ini umumnya 35° - 45° dan $>45^{\circ}$ serta relief relatif >300 m atau tinggi. Kondisi kebasahan kering hingga lembab dan tutupan lahan (kerapatan vegetasi) umumnya terlihat tidak ada vegetasi, vegetasi rendah, vegetasi agak lebat hingga lebat. Longsoran pada tingkat bahaya ini tersebar dari selatan hingga barat laut.

KESIMPULAN

Kondisi eksisting pada daerah aliran Sungai Kampar hulu di lihat dari kriteria kemiringan lereng yang dominan pada kelas sangat landai, dengan keadaan relief relatif yang dominan kelas tinggi menggambarkan bahwa secara topografi sebagian besar wilayah ini merupakan pegunungan. Untuk keadaan tutupan lahan umumnya didominasi vegetasi lebat dengan kondisi kebasahan lahan yang lembab.

Daerah aliran Sungai Kampar hulu merupakan daerah dengan tingkat bahaya longsor sedang dengan luas wilayah 124.284,300784 ha. Untuk

tingkat bahaya longsor rendah dengan luas 99.284,733579 ha. Dan terakhir tingkat bahaya longsor tinggi dengan luas 34.600,636343 ha.

Nasional
Bencana

Penanggulangan

DAFTAR PUSTAKA

Hardiyatmo H.C .(2006). *Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press

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 (Analythical Hierarchy Process)*. [Http://www.springer.com/798-185233-756-8](http://www.springer.com/798-185233-756-8) diakses 5 maret 2021

Raihard 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 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Jakarta: Badan