

GEOLOGI DAN ANALISIS BAHAYA TANAH LONGSOR DENGAN METODE *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* DI DESA TANAH DATAR KECAMATAN MUARA BADAK KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

GEOLOGY AND LANDSLIDE HAZARD ANALYSIS USING ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS METHODS IN THE TANAH DATAR VILLAGE, MUARA BADAK DISTRICT, KUTAI KARTANEGARA REGENCY, PROVINCE OF EAST KALIMANTAN

Hamzah Umar, Heriyanto, Pramudita Pradya Syilvana, Friska Hutapea

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Jl. Sambaliung No.9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda

**Email :umar.geologi@gmail.com*

Abstrak

Secara administratif daerah penelitian terletak di Desa Tanah Datar, Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi meliputi tatanan geologi baik kondisi geomorfologi, struktur geologi, stratigrafi dan mekanisme struktur geologi, maupun analisis bahaya longsor dari daerah penelitian dan dipetakan pada peta berskala 1:10.000. Metode yang digunakan dalam analisis ini yaitu metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan mengintegrasikan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan bantuan *software ArcGIS*. Beberapa data yang digunakan yaitu data geologi dan beberapa data sekunder seperti peta curah hujan dan peta penggunaan lahan. Analisis pada penelitian ini yaitu analisis geologi dari hasil pemetaan geologi kemudian dilanjutkan dengan analisis bahaya longsor dengan metode AHP yang diolah dengan mencari bobot serta konsistensi rasio terhadap nilai *eigen*. Kemudian, dilakukannya pembobotan dan sistem *overlay* terhadap data-data seperti peta litologi, peta kemiringan lereng, peta penggunaan lahan, dan peta curah hujan. Hasil penelitian untuk menentukan keadaan geologi di daerah penelitian terdapat 2 satuan batuan yaitu satuan batuan batupasir Tanah Datar dan satuan batuan batulempung Batu-batu. Struktur Geologi yang berkembang pada daerah penelitian adalah antiklin, sinklin, dan kekar. Sedangkan geomorfologi daerah penelitian termasuk bentuk asal denudasional. Bentuk asal denudasional dengan bentuk lahan perbukitan terkikis dengan simbol D1. Pada analisis bahaya tanah longsor didapatkan zona bahaya dari daerah penelitian yang terdiri dari 4 kelas yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Kata kunci: AHP, Bahaya Tanah Longsor, Geologi, SIG, Struktur Geologi.

Abstract

Administratively, the research area is located in Tanah Datar Village, Muara Badak District, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan Province. This study aims to determine the geological conditions including the geological setting, both geomorphological conditions of geological structures, stratigraphy and structural geological mechanisms, as well as landslide hazard analysis of the study area and mapped on a map with a scale of 1: 10,000. The method used in this analysis is the Analytical Hierarchy Process (AHP) method by integrating a Geographical Information System (GIS) using ArcGIS software. Some of the data used are geological data and some secondary data such as rainfall and land use maps. The analysis in this study is a geological analysis from the results of geological mapping, then followed by a landslide hazard analysis using the AHP method which is processed by looking for the weight and consistency of the ratio to the eigen value. Then, a weighting and overlay system is carried out on data such as lithology maps, slope maps, land use maps, and rainfall maps. The results of the study to determine the geological condition in the study area, there are 2 rock units, namely Tanah Datar sandstone and claystone rocks. Geological structures that develop in the research area are anticline, syncline, and stock. Meanwhile, the geomorphology of the research area is a form of denudational origin. Form of denudational origin with hilly landforms eroded with symbol D1. In the analysis of landslide hazards, the hazard zone of the study area is obtained which consists of 4 classes, namely low, moderate, high, and very high.

Keywords: AHP, Landslide Hazard, Geology, GIS, Geological Structure.

PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah atau material campuran yang bergerak ke bawah atau keluar lereng. Tanah longsor diawali oleh air yang meresap ke dalam tanah yang akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng. Bencana tanah longsor ini sudah sering terjadi di Indonesia di daerah lereng yang curam. Sudah semestinya proses dan penyebab tanah longsor ini dipahami oleh semua lapisan masyarakat yang tinggal di daerah lereng. Jika masyarakat sudah memahami hal tersebut, maka angka potensi atau bahaya pada longsor pun dapat ditekan.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini menjadikan berbagai parameter bahaya longsor yang ditentukan berdasarkan aspek geologi dapat diterapkan untuk data geospasial indikator longsor dan diolah hingga menghasilkan peta geologi dan peta bahaya longsor dari daerah penelitian dengan mengintegrasikan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan bantuan *software ArcGIS* dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* sehingga dapat menunjukkan korelasi yang baik dan sesuai dengan kondisi di lapangan.

METODOLOGI

Studi Literatur

Kegiatan studi literatur ini dimaksudkan untuk mencari literatur yang berhubungan dengan penelitian sehingga dapat membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Literatur dapat berupa buku-buku, jurnal, skripsi yang berkaitan dengan penelitian ini serta menggunakan peta geologi regional dan peta kesampaian daerah sebagai bahan literatur lanjutan guna mengetahui lebih mendalam kondisi geologi di daerah penelitian

Pengambilan Data

Pengambilan data menggunakan data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diambil di lapangan seperti pengamatan bentuk lahan dan pengamatan singkapan. Data sekunder merupakan data topografi, citra satelit, data curah hujan dan peneliti sebelumnya.

Analisis Data

Tahap analisis geomorfologi terdiri atas pembagian bentuk lahan berdasarkan bentuk asal. Tahap analisis geologi terdiri atas pembagian litofasies, yaitu karakteristik pada

batuan baik fisika, kimia, dan biologi. Tahap analisis struktur geologi menggunakan metode streografis dan rekonstruksi lipatan. Tahap analisis stratigrafi bertujuan mengetahui umur dari batuan dan lingkungan pengendapan dari setiap satuan batuan. Tahap analisis petrografi bertujuan untuk mengetahui mineral yang terkandung pada batuan. Tahap analisis bahaya tanah longsor menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dmenggunakan beberapa parameter diantaranya, peta litologi, peta kemiringan lereng, peta penggunaan lahan dan peta curah hujan.

Tabel 1. Klasifikasi parameter litologi

Parameter	Skor
Batupasir	1
Batulempung	2

Sumber: F.N Harsi dan Harnani, 2019

Tabel 2. Klasifikasi parameter kemiringan lereng

Parameter	Skor
0-2%	1
3-7%	2
8-13%	3
14-20%	4
21-55%	5
56-140%	6
>140%	7

Sumber: Klasifikasi Van Zuidam, 1985

Tabel 3. Klasifikasi parameter penggunaan lahan

Parameter	Skor
Semak belukar/alang-alang	1
Pertambangan/perkebunan	2
Pertanian lahan campuran/pemukiman	3

Sumber: F.N Harsi dan Harnani, 2019

Tabel 4. Klasifikasi parameter curah hujan

Parameter	Skor
<1000 mm/tahun	1
1000-2500 mm/tahun	2
>2500 mm/tahun	3

Sumber: Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor Peraturan Menteri Pekerjaan Umum NO.22/PRT/M/2007

Hasil

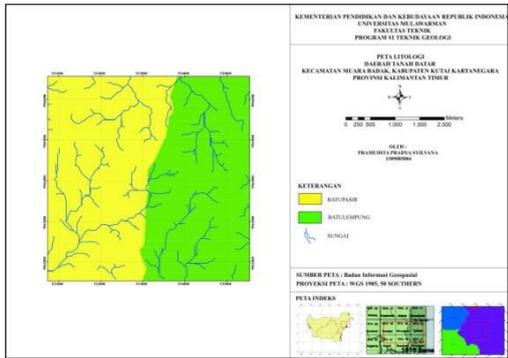
Hasil akhir dari analisis data adalah pengaruh geologi terhadap analisis potensi tanah longsor, peta geologi, kolom stratigrafi, nilai bobot parameter geologi dalam analisis potensi tanah longsor, peta potensi tanah longsor dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geomorfologi daerah penelitian

Pada daerah penelitian dibagi menjadi 1 (satu) bentuk asal yaitu denudasional dan 1 (satu) bentuk lahan yaitu perbukitan terkikis.

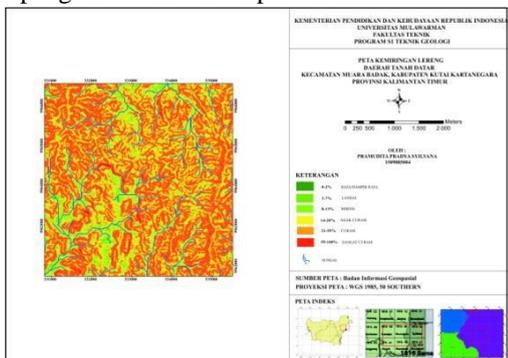
penelitian terdapat dua jenis litologi yaitu satuan batupasir dan satuan batulempung. Batuan yang memiliki litologi keras seperti batupasir diberikan nilai rendah karena sesuai resistensinya yang minim terhadap longsor, sedangkan untuk batulempung diberikan nilai tinggi karena resistensinya yang tinggi terhadap longsor.



Gambar 3. Peta litologi

Parameter Kemiringan Lereng

Pada kemiringan lereng, nilai intensitasnya adalah yang terbesar di antara parameter yang lainnya. Kemiringan lereng itu sendiri memiliki peranan yang besar dalam terjadinya tanah longsor karena kejadian longsor banyak terjadi di daerah lereng yang cukup curam sesuai dengan elevasinya di lapangan dalam bentuk persen.

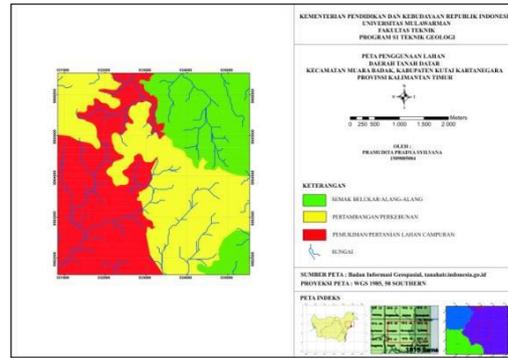


Gambar 4. Peta kemiringan lereng

Parameter Penggunaan Lahan

Peta penggunaan lahan merupakan salah satu variabel yang digunakan dalam analisis bahaya longsor yang dilihat dari tingkatan seberapa besar suatu lahan tersebut terpengaruh akibat terjadinya longsor.

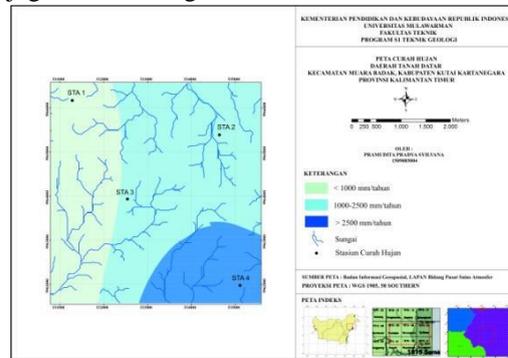
Pada daerah penelitian terdapat 3 jenis penggunaan lahan, yaitu semak belukar, pertanian, dan pertanian lahan campuran. Masing-masing variabel tersebut kemudian dilakukan klasifikasinya



Gambar 5. Peta penggunaan lahan

Parameter Curah Hujan

Curah hujan dalam kejadian tanah longsor memiliki nilai kepentingan yang tidak terlalu tinggi. Namun, semakin tinggi rata-rata curah hujannya, maka probabilitas kejadian longsor juga akan meningkat.



Gambar 6. Peta curah hujan

Pembobotan dengan Metode AHP

Dalam menganalisis peta bahaya longsor yang nantinya dilakukan penggabungan peta beberapa parameter, oleh karena itu diperlukannya nilai bobot untuk menunjang variabel peta tersebut. Nilai bobot didapatkan dari hasil olah matriks perbandingan dengan metode AHP. Dalam pembobotan ini akan diketahui nilai bobot tertinggi dan terendah dari keempat parameter tersebut. Penentuan nilai bobot pada metode AHP ini mengacu pada Saaty pada tahun 1988.

1. Tingkat Kepentingan Kriteria Bahaya Tanah Longsor

Pada matriks perbandingan ini sangat berpengaruh dalam nilai eigen, matriks ternormalisasi, hingga ke konsistensi rasio di mana nilainya harus sama dengan atau kurang dari 0,1. Artinya, dalam pengambilan nilai kepentingan ini harus merujuk kepada yang ahli dan berpengalaman atau sumber yang akurat sehingga juga berpengaruh terhadap nilai setiap variabelnya.

Tabel 6. Skala matriks perbandingan berpasangan

Matriks Perbandingan	Keterangan
1	Perbandingan sama
3	Perbandingan cukup
5	Perbandingan kuat
7	Perbandingan sangat kuat
9	Perbandingan ekstrim
2,4,6,8	Perbandingan menengah
Perbandingan	Nilai <i>inverse</i>

Sumber: Saaty 1980, dalam Raharjo, 2014

2. Prioritas Elemen

Matriks perbandingan ini diisi dengan menggunakan bilangan untuk mempresentasikan kepentingan relatif dari suatu elemen terhadap elemen lainnya. Artinya, bilangan tersebut dapat lebih rendah atau lebih tinggi dari elemen lainnya.

Tabel 7. Matriks perbandingan berpasangan

Parameter	Kemiringan Lereng	Litologi	Penggunaan Lahan	Curah Hujan
Kemiringan Lereng	1	3	5	3
Litologi	0,333333	1	3	3
Penggunaan Lahan	0,2	0,333333	1	0,5
Curah Hujan	0,333333	0,333333	2	1
Total	1,866666	4,666666	11	7,5

Sumber: Muslim dkk, 2019

3. Konsistensi Rasio (CR)

Pengujian rasio konsistensi dimulai dengan mengetahui nilai *principal eigen* maksimum. Untuk mendapat nilai tersebut, perlu dilakukan perkalian matriks antara matriks perbandingan dengan matriks bobot prioritas yang menghasilkan nilai eigen hingga menentukan indeks konsistensi.

Tabel 8. Normalisasi matriks

Nilai Eigen				Jumlah	Bobot
0,535714477	0,642857	0,454545	0,4	2,033117	0,508279292
0,178571314	0,214286	0,272727	0,4	1,065584	0,266396083
0,107142895	0,071429	0,090909	0,066667	0,336147	0,084036791
0,178571314	0,071429	0,181818	0,133333	0,565151	0,141287835

Bila nilai konsistensi didapat, kemudian menentukan rasio konsistensi berdasarkan *Random Index* (RI)

Tabel 9. *Random Index* (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tabel 10. Perkalian bobot

Total		Bobot	Hasil
1,866666	x	0,508279292	0,948787672
4,666666		0,266396083	1,243181542
11		0,084036791	0,924404699
7,5		0,141287835	1,059658761
Lamda maks = 4,176033			

Dari hasil pembobotan tersebut, dilakukan pengujian konsistensi. Hasil uji konsistensi ini dapat memberi gambaran hasil dari metode AHP yang saling berkaitan, terutama mengetahui nilai CR. Pengujian ini dikenal sebagai perhitungan rasio konsistensi yang mana hasilnya adalah seperti pada tabel di bawah.

Tabel 11. Uji konsistensi

Uji Konsistensi	Hasil
λ	4,176033
CI	0,058677
RI	0,90
CR	0,065197

Analisis Bahaya Longsor

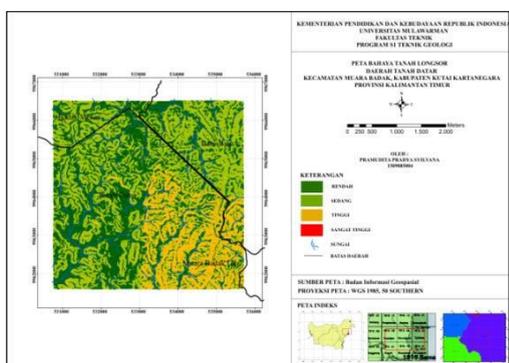
Nilai rasio konsistensi (CR) adalah sebesar 0,065197 maka nilai perbandingan berpasangan pada matriks parameter dapat dikatakan konsisten. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode *overlay* dan penilaian parameter dengan metode AHP maka dilakukannya perkalian antara skor dengan bobot AHP menggunakan *raster calculator* yaitu $Z = (0,51 \times \text{kemiringan lereng}) + (0,26 \times \text{litologi}) + (0,08 \times \text{penggunaan lahan}) + (0,14 \times \text{curah hujan})$ di mana Z merupakan jumlah total nilai bahaya yang didapat dari hasil tumpang susun.

Berdasarkan penjumlahan skor yang bersinggungan pada saat *overlay* peta setiap parameter. Skor tertinggi yaitu 4,71 sedangkan skor terendah yaitu 1,07. Pada penentuan rentang skor digunakan metode nilai rata-rata (\bar{X}) dan standar deviasi (SD) dari *overlay* yang telah dilakukan. Besar nilai rata-rata pada analisis kali ini yaitu 2,91. Sedangkan, besar

nilai standar deviasi yaitu 0,6. Hasil total skor dan perhitungan interval kelas untuk rentang tingkat bahaya tanah longsor seperti tabel di bawah.

Tabel 12. Total skor parameter bahaya

Nilai		Total Skor	Potensi Longsor	Luas Wilayah
\bar{X}	2,91	1,07–2,91	Rendah	9,97 km ²
$\bar{X} + SD$	3,51	2,91–3,51	Sedang	12,61 km ²
$\bar{X} + (2 \times SD)$	4,11	3,51–4,11	Tinggi	2,41 km ²
$\bar{X} + (3 \times SD)$	4,71	4,11–4,71	Sangat Tinggi	0,01 km ²



Gambar 7. Peta bahaya longsor

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Kondisi geologi daerah penelitian terbagi:
 - a. Pada daerah penelitian secara geologi dibagi menjadi 2 (dua) satuan, yakni, satuan Batupasir Tanah Datar yang terdiri dari batupasir sedang, batulempung, batubara dan *coaly shale*, dan satuan Batulempung Batu-batu yang terdiri dari batulempung, batupasir halus, dan batubara. Pada daerah penelitian termasuk Formasi Balikpapan dan Pulau Balang.
 - b. Pada daerah penelitian secara geomorfologi dibagi menjadi 1 (satu) bentuk asal, yakni bentuk asal denudasional yang terdiri dari bentuklahan Perbukitan Terkikis .
 - c. Pada daerah penelitian hasil pembuatan penampang profil stratigrafi pada 2 (dua) stasiun pengamatan didapatkan jenis lingkungan pengendapan pada daerah penelitian yakni *Lower Delta Plain*, berdasarkan klasifikasi Horne (1978).

d. Pada daerah penelitian setelah dilakukan pengamatan lapangan dan secara regional, terdapat struktur geologi yaitu kekar, antiklin, dan sinklin.

2. Penentuan bobot pada analisis bahaya tanah longsor yaitu menggunakan metode AHP, didapatkan CR sebesar 0,065197 artinya bahwa nilai pada tiap variabel dapat diterima. Adapun nilai bobot didapat dari jumlah nilai *eigen* dibagi jumlah parameter. Pada daerah penelitian menggunakan 4 (empat) parameter diantaranya peta litologi, peta kemiringan lereng, peta penggunaan lahan, dan peta curah hujan. Klasifikasi bobot parameter menggunakan metode AHP yaitu dimulai dari klasifikasi yang paling tinggi yaitu, peta kemiringan lereng sebesar 0,50, peta litologi sebesar 0,26, peta curah hujan sebesar 0,14, dan peta penggunaan lahan sebesar 0,08.
3. Berdasarkan analisis bahaya tanah longsor dengan metode AHP di mana skor dikalkulasi dengan bobot AHP maka dapat ditentukan 4 (empat) klasifikasi bahaya yaitu rendah sebesar 40% daerah penelitian ditandai warna hijau tua memiliki luas sebesar 9,97 km², klasifikasi sedang sebesar 50% daerah penelitian ditandai warna hijau muda memiliki luas sebesar 12,61 km², klasifikasi tinggi sebesar 9% daerah penelitian ditandai warna oranye memiliki luas sebesar 2,41 km², dan klasifikasi sangat tinggi sebesar 1% daerah penelitian ditandai warna merah memiliki luas sebesar 0,01 km².

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.P. and Chambers. J. L.C, 1998, *Sedimentation in the Modern and Miocene Mahakam Delta*, Indonesian Petroleum Association Proceeding., Jakarta.
- Azizah, Sylviana Nur. 2016. *Sistem Pendukung Keputusan Tingkat Kerawanan Banjir dengan metode Simple Moving Average dan Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus: Kota Malang*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim., Malang.
- Bachtiar, A., 2003. *Regional Kutai Basin and Mahakam Delta Field Trip*, Guide Book, PT. GDA Daya Ayfedha.
- Dominikus, Bate Victorius. 2018. *Analisis Risiko dan Mitigasi Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Cibal Kabupaten Nusa Tenggara Timur*. Skripsi. Tidak

- Diterbitkan. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret., Surakarta.
- Guntoro, 1998. *Struktur Geologi Cekungan Kutai, Indonesian Petroleum Association*, Jakarta, Indonesia.
- Harsi, F. N. dan Harnani. 2019. *Potensi Longsor dengan Metode Penilaian dan Pembobotan di Desa Lubuk Nago dan Sekitarnya, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat.*, Sumatera Barat.
- Howard, A. D. 1967. *Drainage Analysis in Geologic Interpretation: a summation*. AAPG BULLETIN, V 51, No.11.
- Larasati, Putri Pinarjar. 2019. *Analisis Kerentanan Gerakan Tanah Daerah Purbalingga*. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Geologi, Universitas Jendral Soedirman., Purwokerto.
- McClay, K., Dooley, T., Ferguson, A., dan Poblet, J. 2000. *Tectonic Evolution of the Sanga-Sanga Block, Mahakam Delta, Kalimantan, Indonesia*, AAPG Bulletin v.84 no.6, h. 765-786.
- Muntohar, Agus Setyo. 2015. *Tanah Longsor Analisis-Prediksi-Mitigasi*. Universitas Muhammadiyah., Yogyakarta.
- Muslim, E.D Mayasari, E.W.D Hastuti. 2019. *Penentuan Lokasi Berpotensi Longsor dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) di Daerah Tamansari dan Sekitarnya, Kecamatan Pugung, Tanggamus.*, Lampung.
- Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor Peraturan Menteri Pekerjaan Umum NO.22/PRT/M/2007: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Penataan Ruang.
- Raharjo, Puguh Dwi. 2013. *Penggunaan Data Penginderaan Jauh dalam Analisis Bentuk Lahan Asal Proses Fluvial di Wilayah Karangsembung*. Jurnal Geografi UPT Balai Informasi Konservasi Kebumian Karangsembung LIPI, 10 (2), 168-169.
- Raharjo, Puguh Dwi. 2014. *Penggunaan Model Analytical Hierarchy Process untuk Penentuan Potensi Ancaman Longsor Secara Spasial*. UPT Balai Informasi Konservasi Kebumian Karangsembung LIPI, 515-517.
- Risiko Bencana Indonesia. 2016. Badan Nasional Penanggulangan Bencana., Jakarta.
- Sugandi Dede, dkk. 2009. Handout. *Sistem Informasi Geografis (SIG)*. Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia., Bandung.
- Supriatna S., Sukardi R., & Rustandi E. 1995, *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi., Bandung.
- Undang-undang No. 24 tahun 2007. Penanggulangan Bencana., Jakarta. Utomo, Waluyo Yogo. 2013. *Analisis Potensi Rawan (Hazard) dan Risiko (Risk) Bencana Banjir dan Longsor (Studi Kasus Provinsi Jawa Barat)*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Sekolah Pascasarjana. Institut Teknologi Bandung., Bandung.
- Van Bemmelen, R. W. 1949. *The Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, General Geology*. Martinus Nijhoff The Hague, vol. 1A: 25-28.
- Van Zuidam, R. A. 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. ITC, Smits Publ, enschede, The Netherl

