

STUDI POTENSI *ROCKFALL* DENGAN METODE *ANALYTHIC HIERARCHY PROCESS* (AHP) DI PANTAI SERUNI, KECAMATAN TEPUS, KABUPATEN GUNUNG KIDUL, PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA.

Setyo Muji Rahayu*¹, Obrin Trianda², Paramitha Tedja Trisnaning³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Jl. Babarsari, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Telp.(0274)487249

e-mail : ¹setyomuji98@gmail.com, ²obrin@itny.ac.id, ³mitha@itny.ac.id

Abstrak

Pantai Seruni menarik untuk diteliti karena pada daerah ini termasuk kedalam Kawasan Pantai Kars Gunungkidul. Pantai pada bentang alam kars merupakan obyek wisata yang menyimpan potensi jatuhnya batuan (*rockfall*) yang membahayakan wisatawan. Salah satu contohnya adalah peristiwa jatuhnya batuan (*rockfall*) yang terjadi pada pantai Sadranan (17 Juni 2015) hingga memakan korban jiwa. Penelitian ini menggunakan analisa kerentanan *Rockfall* berupa peta lokasi bahaya jatuhnya batuan (*rockfall*) pada Pantai Seruni. Metode yang dipakai dalam penelitian ini meliputi 4 proses yaitu studi literatur, pengambilan data lapangan, analisis data menggunakan metode *Analythic Hierarchy Process* (AHP) dan tahap evaluasi data berupa pembobotan. Metode penelitian ini bersifat semi kuantitatif dengan beberapa parameter antara lain kemiringan lereng, litologi, struktur geologi dan tata guna lahan. Lokasi penelitian memiliki faktor pengontrol berupa struktur geologi yang didominasi oleh kekar gerus berarah timurlaut – baratdaya dengan nilai bobot 26,33%, kemiringan lereng sebesar 54° sangat curam dengan nilai bobot 56,44%, litologi yang dijumpai berupa batugamping terumbu dan soil dengan nilai bobot 11,76% dan faktor pengontrol terakhir yaitu tata guna lahan yang digunakan oleh masyarakat sekitar sebagai lahan pertanian, perkebunan dan geowisata dengan nilai bobot 5,47%.

Kata kunci— *Rockfall*, *Analythic Hierarchy Process* (AHP), Pantai Seruni, Gunung Kidul

Abstract

Seruni Beach is interesting to study because this area is included in the Kars Gunungkidul Beach Area. The beach in the karst landscape is a tourist attraction that has the potential for *rockfall* to endanger tourists. One example is the *rockfall* that occurred on Sadranan beach (17 June 2015) which claimed lives. This study uses a vulnerability analysis *Rockfall* is a map location danger falling rocks (*rockfall*) on Seruni beach. The method used in this research includes 4 processes, namely literature study, field data collection, data analysis using the method *Analythic Hierarchy Process* (AHP) and data evaluation stage in the form of weighting. This research method is semi-quantitative with several parameters including slope, lithology, geological structure and land use. The research location has a controlling factor in the form of a geological structure which is dominated by scouring with a weight value of 26.33%, the slope of 54° is very steep with a weight value of 56.44%, the lithology found is in the form of coral limestone and soil with a value. weight 11.76% and the last controlling factor is land use used by the surrounding community as agricultural land, plantations and geotourism with a weight value of 5.47%.

Keywords— *Rockfall*, *Analythic Hierarchy Process* (AHP), Seruni beach, Gunung Kidul

1. PENDAHULUAN

Pantai Seruni termasuk kedalam Kawasan Pantai Kars Gunungkidul, yang dimana kawasan ini merupakan pinggiran selatan dari kawasan Kars Gunung Sewu yang langsung berbatasan dengan Samudera Hindia [1]. Kawasan Kars ini dicerminkan oleh adanya bentang alam hasil proses karstifikasi berupa sungai bawah permukaan, gua kars, bukit – bukit yang berbentuk kerucut (*dolina*). Bentang alam yang indah dapat menjadi salah satu daya tarik objek wisata di daerah Pantai Selatan salah satunya yaitu Pantai Seruni. Hal ini dapat menjadi nilai jual tinggi dan sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang cukup signifikan bagi masyarakat disekitar Pantai Selatan. Adanya peristiwa runtuh batuan (*rockfall*) di Pantai Sadranan pada 17 Juni 2015 dimana menyebabkan meninggalnya empat orang wisatawan, hal ini yang melatarbelakangi kajian secara rinci berdasarkan beberapa aspek geologi. Kawasan yang rawan bencana jatuhnya batuan (*rockfall*) akan dilakukan *overlay* berupa peta zonasi rawan bencana.

Morfogenesis pantai dikawasan Pantai Selatan Gunungkidul ini lebih didominasi oleh faktor struktur geologi berupa kekar tarik dan kekar gerus. Faktor pengontrol berupa struktur geologi, litologi, geologi lingkungan, kemiringan lereng sedangkan faktor pemicu berupa abrasi dari besarnya ombak Pantai Selatan. Adanya proses pengangkatan di sepanjang Jalur Pegunungan Selatan Jawa yang masih aktif hingga sekarang, khususnya di wilayah Kabupaten Gunungkidul lebih cenderung berpotensi menimbulkan adanya peristiwa jatuhnya batuan (*rockfall*). Hal ini juga didukung oleh sifat batuan, kemiringan lereng, struktur geologi, tata guna lahan.

Maksud dari penulisan artikel ini adalah untuk mengetahui potensi jatuhnya batuan (*rockfall*) pada Pantai Seruni. Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk mengetahui parameter yang mendominasi adanya jatuhnya batuan (*rockfall*) di Pantai Surini. Manfaat dari penelitian ini adalah melakukan mitigasi bencana kepada masyarakat sekitar akan dampak bahaya jatuhnya batuan (*rockfall*) serta memberi rekomendasi mengenai informasi bencana jatuhnya batuan di pantai seruni.

Penentuan zona ancaman runtuh batuan (*rockfall*) diperlukan untuk mengetahui zona tingkat ancaman lokasi penelitian berdasarkan faktor ancaman runtuh batuan (*rockfall*). Metode pembobotan dan penilaian menggunakan analisa hirarki dipilih guna mendapatkan hasil kuantitatif yang dapat menyatakan indeks ancaman paling berpengaruh pada lokasi penelitian berdasarkan skala prioritas indeks ancaman.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode yang bersifat semi kuantitatif dan observasi lapangan. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan (**Gambar 1**), yaitu :

A. Tahap Persiapan

Tahapan ini digunakan sebagai data pendukung lapangan yang berupa pengumpulan semua hasil studi dari peneliti terdahulu dengan beberapa literatur mengenai geologi regional Pegunungan Selatan serta semua studi tentang daerah penelitian.

B. Tahap Lapangan

Tahapan ini berupa tahap pengambilan data lapangan yang terdiri sebagai berikut:

- 1) Pengambilan data struktur geologi dilakukan dengan mengidentifikasi jenis struktur geologi yang berkembang serta pengukuran pada bidang yang dijumpai struktur geologi.
- 2) Pengambilan data litologi dilakukan dengan mendeskripsikan litologi yang dijumpai pada daerah penelitian.
- 3) Pengambilan data kemiringan dilakukan dengan mengukur besarnya kemiringan lereng.

- 4) Pengambilan data geologi lingkungan dilakukan dengan mengidentifikasi pemanfaatan lahan.
- 5) Pengambilan data faktor pemicu dilakukan dengan mengidentifikasi jenis faktor pemicu yang mendominasi.

C. Tahap Analisa Studio

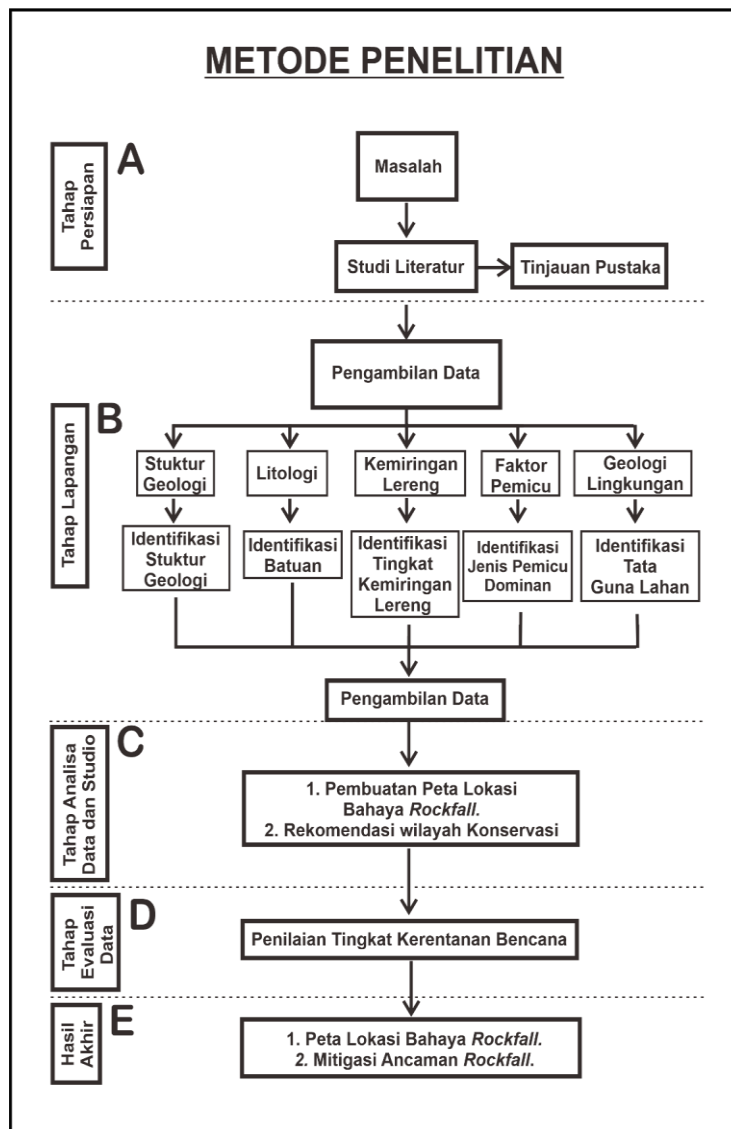
Tahap analisa studio dilakukan dengan mengkaji wilayah konservasi dan pembuatan peta lokasi bahaya jatuhnya batuan (*rockfall*).

D. Tahap Evaluasi Data

Tahap evaluasi data ini dilakukan untuk penilaian terhadap potensi terjadinya *rockfall* dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

E. Hasil Akhir

Tahapan ini merupakan tahapan akhiran dari penelitian dengan keluaran berupa peta lokasi bahaya *rockfall* dan peta rekomendasi tata guna lahan.



Gambar 1. Bagan Alir Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini membahas tentang kebencana di daerah Pantai Seruni, yang dimana pantai tersebut berpotensi sebagai tempat wisata yang akan ramai dikunjungi oleh wisata lokal maupun luar. Untuk mengetahui daerah penelitian berpotensi bencana rockfall, peneliti melakukan Analisis menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Analisis AHP sendiri telah dilakukan banyak peneliti untuk mengetahui potensi bencana jenis longsor batuan, yang dimana mengacu pada beberapa parameter yaitu data kemiringan lereng, litologi, kerapatan struktur (kekar) dan tata guna lahan.

3.1 Geomorfologi

Secara fisiografi regional mengacu pada [2] daerah penelitian berada pada Zona Pegunungan Selatan dan termasuk ke dalam Sub Zona Gunung Sewu yang dicirikan dengan morfologi pada daerah penelitian yang khas berupa bentang alam Kars. Morfometri pada daerah penelitian berupa kemiringan lereng yang memiliki besaran 54° yang termasuk ke dalam kelas lereng sangat curam (Gambar 2).



Gambar 2. Kenampakan kemiringan lereng pada Pantai Seruni.

Kemiringan lereng menjadi salah satu faktor pengontrol terjadinya potensi *rockfall*. Untuk mengetahui nilai perhitungan dengan menggunakan metode AHP ada beberapa subparameter yang digunakan sebagai pembandingan, yaitu kemiringan lereng landai, agak curam, curam dan sangat curam dimana setiap subparameter memiliki intensitas kepetingan nya masing masing. Perbandingan data subparameter yang di peroleh menggunakan metode AHP tertera pada Tabel 1 hingga Tabel 3.

Tabel 1. Matriks perbandingan berpasangan kerentanan kemiringan lereng.

PARAMETER	Landai	Agak curam	Curam	Sangat curam
Landai	1,000	0,333	0,200	0,143
Agak curam	3,000	1,000	0,333	0,200
Curam	5,000	3,000	1,000	0,333
sangat curam	7,000	5,000	3,000	1,000
SUM	16,000	9,333	4,533	1,676

Tabel 2. Nilai rata-rata dari perbandingan parameter kemiringan lereng.

PARAMETER	Landai	Agak curam	Curam	Sangat curam	Eigen Vektor Normalisasi
Landai	0,063	0,036	0,044	0,085	0,057
Agak curam	0,188	0,107	0,074	0,119	0,122
Curam	0,313	0,321	0,221	0,199	0,263
Sangat curam	0,438	0,536	0,662	0,567	0,558

Tabel 3. Matriks perbandingan berpasangan ternormalisasi kerentanan parameter kemiringan lereng.

PARAMETER	Landai	Agak curam	Curam	Sangat curam	Σ
Landai	0,057	0,041	0,053	0,080	0,230
Agak curam	0,171	0,122	0,088	0,112	0,492
Curam	0,284	0,366	0,263	0,186	1,099
Sangat curam	0,398	0,609	0,790	0,558	2,356

3.2 Stratigrafi

Secara stratigrafi daerah penelitian termasuk kedalam Formasi Wonosari yang tersusun oleh batugamping terumbu, batugamping bioklastik berlapis dan napal. Satuan batuan ini merupakan endapan karbonat paparan pada Miosen Tengah - Miosen Akhir (N9-N18). Menurut [3] Formasi Wonosari diendapkan pada umur N8-N10. Litologi yang di jumpai dilapangan berupa batuan karbonat dengan warna segar kuning keputihan dan warna lapuk kehitaman; tekstur berupa ukuran butir pasir sedang-halus, sortasi baik, kebundaran tak terlihat, kemas tertutup; struktur massif; memiliki porositas yang baik dikarenakan banyak dijumpai kekar, nama batuan yaitu batugamping terumbu (Gambar 3).

Pada kondisi di lapangan litologi yang mendominasi berupa batugamping terumbu dengan soil tebal di bagian atas. Batugamping terumbu menjadi pengontrol yang lebih besar jika dibandingkan dengan soil. Hal tersebut dikarenakan banyaknya kekar yang dijumpai pada batugamping terumbu sehingga menjadi jalan masuknya air yang dapat mengakibatkan besarnya

potensi ancaman *rockfall*. Selain itu proses pengikisan ombak laut terhadap tebing pantai lebih cenderung dominan pada batugamping terumbu.



Gambar 3. Litologi penyusun lereng pada Pantai Seruni berupa

Batugamping terumbu.

Litologi menjadi salah satu faktor pengontrol terjadinya potensi *rockfall*. Untuk mengetahui nilai perhitungan dengan menggunakan metode AHP ada beberapa subparameter yang digunakan sebagai pembandingan dimana data pembandingan subparameter tersebut berdasarkan jenis litologi yang dijumpai dilokasi penelitian, yaitu Batugamping terumbu dan soil. Setiap subparameter memiliki intensitas kepetingan nya masing masing karena setiap litologi memiliki sifat batuan yang berbeda. Perbandingan data subparameter yang di peroleh menggunakan metode AHP tertera pada Tabel 4 hingga Tabel 5.

Tabel 4. Matriks perbandingan berpasangan kerentanan litologi.

PARAMETER	Batugamping Terumbu	Soil
Batugamping Terumbu	1,000	5,000
Soil	0,200	1,000
SUM	1,200	6,000

Tabel 5. Nilai rata-rata dari perbandingan parameter litologi.

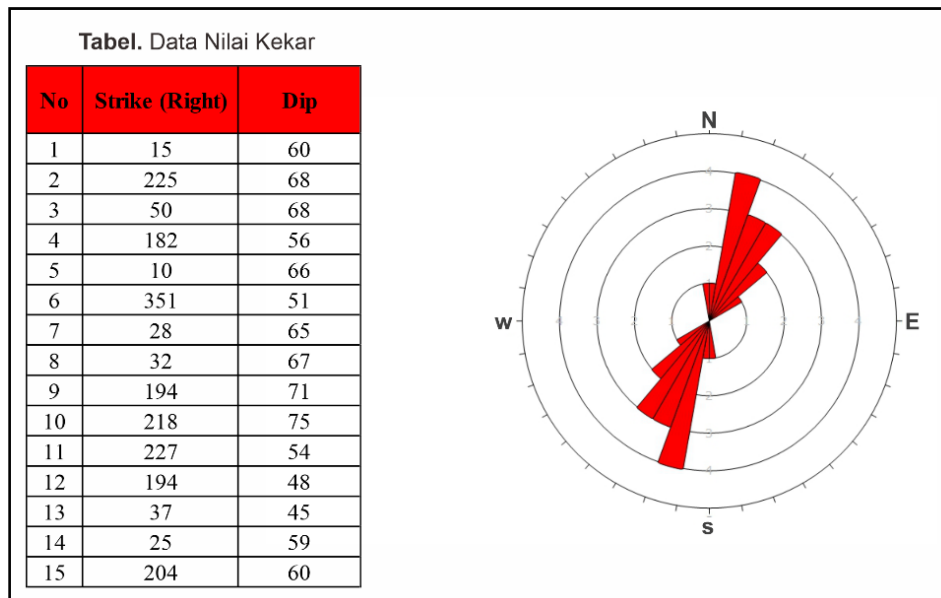
PARAMETER	Batugamping Terumbu	Soil	Eigen Vektor Normalisasi
Batugamping Terumbu	0,833	0,833	0,833
Soil	0,167	0,167	0,167
SUM	1,000	1,000	1,000

Tabel 6. Matriks perbandingan berpasangan ternormalisasi kerentanan parameter litologi.

PARAMETER	Batugamping Terumbu	Soil	Σ
Batugamping Terumbu	0,833	0,835	1,668
Soil	0,167	0,167	0,334

3.3 Geologi Struktur

Struktur geologi pada daerah penelitian yang umum dijumpai berupa kekar gerus (*shear joint*) dengan arah dominan berupa timurlaut-baratdaya termasuk kedalam pola meratus. Arah ini sesuai dengan pola tektonik tertua Jawa termasuk di Pegunungan Selatan dan Kulon Progo [4][5] (Gambar 4).



Gambar 4. Arah umum kemiringan kekar pada daerah penelitian menunjukkan arah Meratus



Gambar 5. Struktur geologi yang dijumpai pada Pantai Seruni berupa kekar gerus (*shear joint*).

Struktur Geologi menjadi salah satu faktor pengontrol terjadinya potensi *rockfall*, pada lokasi penelitian struktur geologi yang didapat berupa kekar gerus. Jumlah serta jarak kekar pada suatu singkapan sangat berpengaruh terjadinya jatuhnya batuan, untuk mengetahui nilai perhitungan dengan menggunakan metode AHP ada beberapa subparameter yang digunakan kondisi renggang, agak rapat dan rapat. Setiap subparameter memiliki intensitas kepentingannya masing-masing. Perbandingan data subparameter yang diperoleh menggunakan metode AHP tertera pada Tabel 7 hingga Tabel 9.

Tabel 7. Matriks perbandingan berpasangan kerentanan kerapatan struktur.

PARAMETER	Renggang	Agak Rapat	Rapat
Renggang	1,000	0,333	0,143
Agak Rapat	3,000	1,000	0,333
Rapat	7,000	3,000	1,000
SUM	11,000	4,333	1,476

Tabel 8. Nilai rata-rata dari perbandingan parameter kerapatan struktur.

PARAMETER	Renggang	Agak Rapat	Rapat	Eigen Vektor Normalisasi
Renggang	0,091	0,077	0,097	0,088
Agak Rapat	0,273	0,231	0,226	0,243
Rapat	0,636	0,692	0,677	0,669
SUM	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabel 9. Matriks perbandingan berpasangan ternormalisasi kerentanan parameter Kerapatan struktur.

PARAMETER	Renggang	Agak Rapat	Rapat	Σ
Renggang	0,088	0,081	0,096	0,265
Agak Rapat	0,265	0,243	0,223	0,731
Rapat	0,617	0,729	0,669	2,015

3.4 Geologi Lingkungan

Pada daerah penelitian masyarakat memanfaatkan wilayah penelitian menjadi lahan pertanian dan wisata pantai. Adanya lahan pertanian dan wisata pantai oleh masyarakat sekitar dapat mengkhawatirkan apabila terjadinya *rockfall*. Selain itu pemanfaatan lahan sebagai wisata pantai dengan adanya pendopo di atas tebing juga menambah beban yang dapat mengakibatkan runtuhnya batuan.

Untuk mengetahui nilai perhitungan dengan menggunakan metode AHP ada beberapa subparameter yang digunakan dimana setiap subparameter memiliki intensitas kepingin nya masing masing. Perbandingan data subparameter yang di peroleh menggunakan metode AHP tertera pada Tabel 10 hingga Tabel 12.

Tabel 10. Matriks perbandingan berpasangan kerentanan tata guna lahan.

PARAMETER	Pertanian	Geowisata
Pertanian	1,000	3,000
Geowisata	0,333	1,000
SUM	1,333	4,000

Tabel 11. Nilai rata-rata dari perbandingan parameter tata guna lahan.

PARAMETER	Pertanian	Geowisata	Eigen Vektor Normalisasi
Pertanian	0,750	0,750	0,750
Geowisata	0,250	0,250	0,250
SUM	1,000	1,000	1,000

Tabel 12. Matriks perbandingan berpasangan ternormalisasi kerentanan parameter Tata guna lahan.

PARAMETER	Pertanian	Geowisata	Σ
Pertanian	0,750	0,750	1,500
Geowisata	0,250	0,250	0,500

3.5 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis diatas didapatkan parameter serta subparameter yang dapat mempengaruhi potensi *rockfall* dan nilai dari setiap subparameter tersebut. Untuk mengetahui faktor dominan yang menyebabkan terjadinya jatuhnya batuan maka dilakukan Pembobotan dan penilaian kelas dengan menggunakan metode *Analythic Hierarchy Process* (AHP). Tiap parameter dibandingkan untuk mendapatkan skala prioritas parameter yang dibandingkan dengan parameter lainnya. Parameter dengan skala prioritas yang tertinggi akan memiliki bobot paling tinggi. Hasil pengamatan lapangan dan analisa, lokasi penelitian dipengaruhi oleh kemiringan lereng, struktur geologi, litologi dan tata guna lahan (Tabel 13, 14, 15, dan 16).

Tabel 13. Matriks perbandingan berpasangan kerentanan.

PARAMETER	Kemiringan lereng	Litologi	Kerapatan Struktur	Tata Guna Lahan
Kemiringan lereng	1,000	5,000	3,000	7,000
Litologi	0,200	1,000	0,333	3,000
Kerapatan Struktur	0,333	3,000	1,000	5,000
Tata Guna Lahan	0,143	0,333	0,200	1,000
Jumlah	1,676	9,333	4,533	16,000

Tabel 14. Nilai rata-rata dari perbandingan parameter kerentanan.

PARAMETER	Kemiringan lereng	Litologi	Kerapatan Struktur	Tata Guna Lahan	Eigen Vektor Normalisasi
Kemiringan lereng	0,597	0,536	0,662	0,438	0,558
Litologi	0,119	0,107	0,074	0,188	0,122
Kerapatan Struktur	0,199	0,321	0,221	0,313	0,263
Tata Guna Lahan	0,085	0,036	0,044	0,063	0,057

Tabel 15. Matriks perbandingan berpasangan ternormalisasi kerentanan parameter.

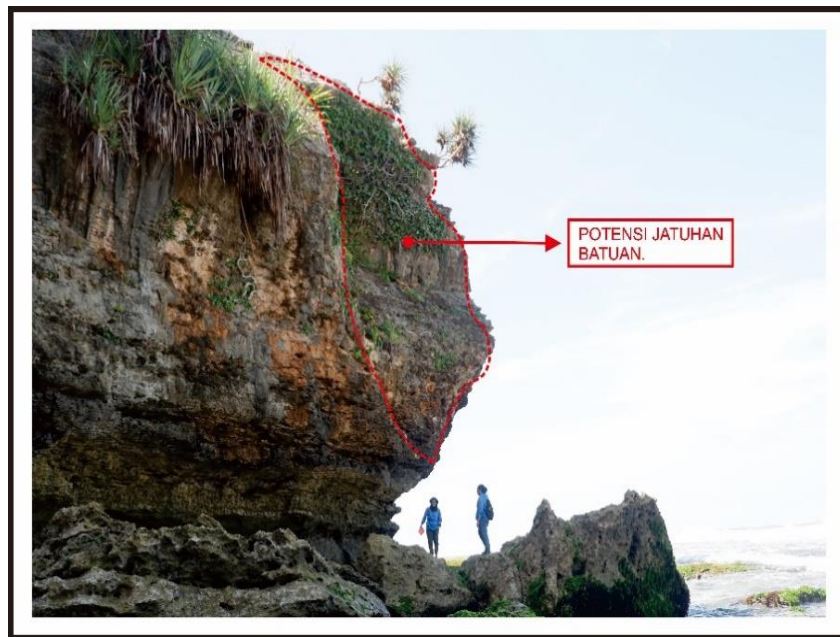
PARAMETER	Kemiringan lereng	Litologi	Kerapatan Struktur	Tata Guna Lahan	Σ	Bobot (%)
Kemiringan lereng	0,558	0,609	0,790	0,398	2,356	56,44
Litologi	0,112	0,122	0,088	0,171	0,491	11,76
Kerapatan Struktur	0,186	0,366	0,263	0,284	1,099	26,33
Tata Guna Lahan	0,080	0,041	0,053	0,057	0,228	5,47
Jumlah					4,174	100

Tabel 16. Penilaian kelas dari beberapa parameter dan sub parameter.

Parameter	Sub Parameter	Nilai kelas	Bobot (%)
Litologi	Batugamping Terumbu	1	11,76
	Soil	2	
Kemiringan lereng	Sangat Curam	1	56,44
	Curam	2	
	Agak Curam	3	
	Landai	4	
Kerapatan Struktur	Rapat	1	26,33
	Agak Rapat	2	
	Renggang	3	
Tata Guna Lahan	Pertanian	1	5,47
	Geowisata	2	

Dari hasil pembobotan dan penilaian kelas diatas maka didapatkan bobot persentase serta nilai kelas dari setiap parameter. Kemiringan lereng menjadi faktor pengontrol potensi jatuhnya batuan yang mendominasi pada pantai Seruni (Gambar 6), dimana pada pantai ini memiliki kemiringan sebesar 54° yang termasuk kedalam kelas lereng sangat curam [6]. Parameter kemiringan lereng sendiri terbagi menjadi sub parameter berupa kemiringan lereng sangat

curam, curam, agak curam dan landai maka didapatkan nilai bobot sebesar 56,44% (Tabel 16). Faktor pengontrol kedua berupa kerapatan struktur geologi, struktur yang berkembang berupa kekar gerus dengan arah dominan timurlaut – baratdaya. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode AHP kerapatan struktur geologi terbagi menjadi sub parameter berupa rapat, agak rapat dan renggang maka didapatkan nilai bobot sebesar 26,33% (Tabel 16). Selanjutnya faktor pengontrol ketiga yaitu litologi yang dijumpai berupa batugamping terumbu dan soil dengan nilai bobot 11,76% (Tabel 16). Faktor pengontrol terakhir yaitu tata guna lahan yang digunakan oleh masyarakat sekitar sebagai pertanian dan geowisata dengan nilai bobot 5,47% (Tabel 16).



Gambar 6. Blok yang berpotensi jatuh pada Pantai Seruni.

4. KESIMPULAN

Parameter yang menjadi faktor pengontrol terjadinya potensi jatuhnya batuan dipantai Seruni yaitu kemiringan lereng, struktur geologi, litologi dan tata guna lahan. Berdasarkan hasil kajian potensi bahaya *rockfall* dengan menggunakan metode *Analythic Hierarchy Process* (AHP) maka dapat diketahui bahwa pantai Seruni memiliki potensi adanya bahaya *rockfall* dengan faktor pengontrol utama yaitu kemiringan lereng, pada pantai ini memiliki kemiringan sebesar 54° yang termasuk kedalam kelas lereng sangat curam (van Zuidam, 1985) dan didapatkan nilai bobot sebesar 56,44%. Mitigasi yang dapat dilakukan pada lokasi penelitian dapat berupa himbauan kepada masyarakat sekitar dan wisatawan. Himbauan dapat berupa sosialisasi kepada masyarakat serta papan peringatan.

5. SARAN

Pantai Seruni adalah salah satu objek wisata yang berada di daerah kabupaten gunung kidul, D.I.Y. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode AHP di temukan beberapa potensi bencana jatuhnya batuan dengan melihat dari nilai beberapa parameter. Perlu adanya penelitian lebih lanjut di daerah pantai seruni seperti mengambil data bawah permukaan untuk memberikan informasi yang akurat kepada masyarakat dan wisatawan setempat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ITNY yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayah, A., 2017. Analisis Rawan Bencana Longsor Menggunakan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process) di Kabupaten Toraja Utara.
- [2] van Bemmelen, R. W. (1949). General Geology of Indonesia and adjacent archipelagoes. *The geology of Indonesia*.
- [3] Al Hussein Flowers Rizqi, F. Penentuan Batuan Alas dan Penyekat berdasarkan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole pada Telaga Gesing, Pucanganom, Kabupaten Gunung Kidul.
- [4] Al Hussein Flowers Rizqi, O. S. Rekonstruksi Stratigrafi Jalur Sungai Krenceng, Ponjong, Gunung Kidul, Yogyakarta.
- [5] AL HUSSEIN FLOWERS, R. I. Z. Q. I. (2019). IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PENYEBARAN BATUAN FORMASI ANDESIT TUA–SENTOLO DI SUNGAI NITEN, GIRIPURWO, KULON PROGO. *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 11(2), 152-163.
- [6] Van Zuidam, R. A. (1985). Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphic mapping. *International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC)*.

