PENILAIAN BAHAYA LERENG DENGAN METODE *ROCKFALL HAZARD RATING SYSTEM* (RHRS) PADA JALUR TRANSPORTASI LOGISTIK PT. VALE INDONESIA TBK. DAERAH KAREBBE KECAMATANMALILI, PROVINSI SULAWESI SELATAN

Indra*, Busthan Azikin*, Sultan*

*) Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

SARI: Secara administratif, daerah penelitian terletak di Daerah Karebbe, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis terletak pada koordinat 02°38'52,0"LS - 02°39'12,5"LS dan 121° 12' 08,4"BT - 121°11' 29,2"BT. PT. Vale Indonesia, Tbk (PTVI) merupakan perusahaan pertambangan Nikel terbesar di Indonesia, *Nickel matte* dari Sorowako, diekspor hingga ke Jepang. Untuk diekspor sampai ke Jepang, bijih nikel melewati beberapa kali proses pengangkutan dari *furnace, process plant*, Nikel dipacking dan diangkut menuju pelabuhan Balantang, melewati daerah Karebbe, yang rawan terjadi longsor jenis jatuhan batu atau *rockfall,* yang tentu saja sangat berbahaya bagi proses pengangkutan Nikel. Untuk mengantisipasi bahaya jatuhan batu atau *rockfall,* dibutuhkan suatu metode untuk menilai dan memberikan rekomendasi untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu metode yang dapat diaplikasikan pada lereng daerah Karebbe yaitu dengan menggunakan metode*Rockfall Hazard Rating System* (RHRS), sebuah metode yang dikembangkan oleh Oregon State Highway Division, Amerika. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kondisi lereng di daerah Karebbecukup aman, yang diindikasikan dari 17 lereng stasiun yang ada, 10 lereng stasiun masuk kategori aman sampai cukup aman, 7 sisanya termasuk kategori perlu di waspadai. Adapun perbaikan yang perlu dilakukan yaitu perbaikan *Ditch* atau parit (diperdalam), pemasangan *Wire Net* dan *Barrier* atau penahan serta pelebaran badan jalan.

Kata kunci: *Rockfall Hazard Rating System* (RHRS), Lereng terjal, Jatuhan batu, Karebbe, PT Vale Indonesia TBK.

ABSTRACT: *Administratively, the research area is located at Karebbe Area, Malili Distcrict, East Luwu region, Province of South Sulawesi. Geographically is located at coordinates 02°38'52,0"S - 02°39'12,5"S and 121°12'08,4"E - 121°11'29,2"E. PT. Vale Indonesia, Tbk (PTVI) is the largest nickel mining company in Indonesia, Nickel matte from Sorowako exported to Japan. For exported to Japan, Nickel matte need to pass several transportation way , from furnace, process plant,Nickel has packaged and transported to Balantang Harbour, crossing Karebbe area, which have a risky slope, landslide type rockfall, this rockfall can be dangerous for Nickel transportation process.To anticipate this rockfall hazard, it requires a method torating and giving recommendation to solve this problem. One method that can be applied to this Karebbe area slope is Rockfall Hazard Rating System (RHRS), a method that developed by Oregon State Highway Division, USA.Based on the results, it's concluded that the conditions of Karebbe area slope is identified safe, which indicated from 17 station exist, 10 slope station is safe, 7 remain is moderate on hazard. Recommendation that can be applied to this slope is ditch reconstruction (deeper ditch), Wire Net installation, fence or barrier installation and roadway widening.*

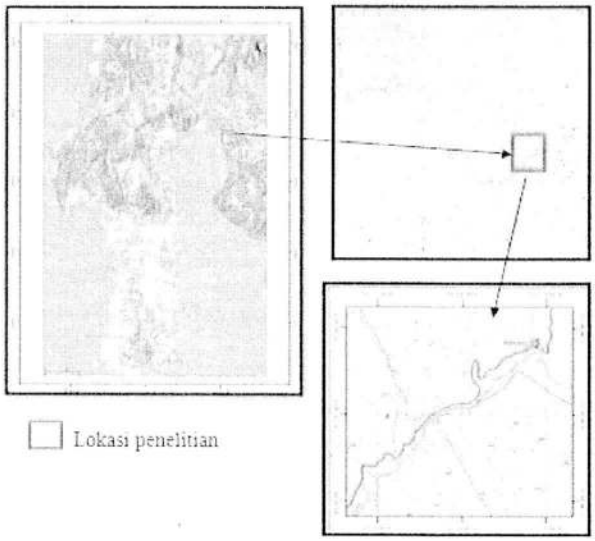
Keywords:Rockfall Hazard Rating System (RHRS), Steep slope, Rockfall, Karebbe Area, PT Vale Indonesia TBK.

1. PENDAHULUAN

PT. Vale Indonesia, Tbk. (PTVI) merupakan perusahaan pertambangan Nikelterbesar di Indonesia, yang mana*Nickel matte* dari Sorowako, diekspor hingga ke Jepang. Untuk diekspor ke Jepang, bijih nikel melewati beberapa kali proses transportasi dari *furnace, process plant,* Nikel dikemas dan diangkut menuju pelabuhan Balantang, di pelabuhan Balantang, melewati daerah Karebbe yang rawan longsor jenis jatuhan batuan atau *rockfall,* hal ini dapat dilihat pada blok–blok jatuhan batuan pada kaki lereng daerah Karebbe,yang sangat berbahaya bagi proses transportasi nikel.Keruntuhan lereng sering terjadi di berbagai jalan di Indonesia.Dampak keruntuhan lereng meliputi kerusakan pengerasan jalan, tersumbatnya saluran drainase, bahkan kehilangan jiwa manusia akibat kecelakaandalam berkendara karena terkena langsung jatuhan batuan. Perbaikan dan pemeliharaan yang diperlukan untuk memitigasi lereng biasanya dilakukan dengan 2 (dua) metode pendekatan, yaitu perbaikan berupa tindakan perbaikan dan pemeliharaan lereng setelah terjadinya peristiwa longsor serta perbaikan lereng yang terjadwal sebelum terjadinya bencana keruntuhan atau *preventive action* (Pierson, dkk, 1993).

Adapun maksudpenelitianini yaitu untuk mengidentifikasi lereng yang memiliki potensi bahaya longsoran jenis *rockfall*(jatuhan batuan) dengan metode *Rockfall Hazard Rating System* (RHRS). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui lereng yang memiliki potensi bahaya longsoran jenis *rockfall*(jatuhan batuan)dan menentukan titik lereng yang memiliki tingkat resiko atau bahaya yang tinggi dan lereng yang memiliki tingkat resiko atau bahaya yang rendah (aman) pada daerah penelitian.Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan rekomendasi teknis bagi PT. Vale Indonesia TBK dalam mengatasi, meminimalisir dan mencegah bahaya yang ditimbulkan peristiwa *rockfall* (jatuhan batuan) pada daerah Karebbe berdasarkan masalah yang dijumpai dilapangan.

Daerah penelitian secara administratifterletak pada jalur transportasi logistik PT. Vale Indonesia Tbk,Daerah Karebbe, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan.Secaraastronomis daerah penelitian terletak pada koordinat geografis02°38'52,0" LS - 02°39'12,5" LS dan 121°12'08,4" BT - 121°11'29,2" BT (Peta Rupa Bumi Lembar Malili dengan nomor lembar 2113 – 33 yang diterbitkan oleh Bakosurtanal Cibinong, Bogor edisi I – 1991 Sekala 1 : 50.000), seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.Daerah penelitian berjarak ± 680 km dari Kota Makassar, dapat dicapai melalui jalur darat baik menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat dengan rute Makassar. Sorowako, selain itu juga dapat ditempuh dengan jalur udara dengan rute Makassar – Sorowako. Lama penelitian dilakukan selama 2 bulan dengan waktu penelitian dimulai pada bulan Januari – bulan Maret 2013.



Gambar 1. Peta Tunjuk Lokasi Penelitian

2. TINJAUAN PUSTAKA

Geologi Regional

Menurut Simandjuntak (1991), secara morfologi daerah ini dapat dibagi atas 4 satuan,daerahpegunungan, daerah perbukitan, daerah karst dan daerah pedataran.Daerah pegunungan menempati bagian barat dan tenggara lembar peta. Dibagian barat terdapat 2 rangkaian pegunungan, yaitu Pegunungan Tineba dan Pegunungan Koro–Ueyang memanjang dari baratlaut – tenggara, denganketinggian antara 700–3016 m di atas permukaan laut dan dibentuk oleh batuan granit dan malihan, sedangkan di bagian tenggara lembar peta terdapat Pegunungan Verbeek dengan ketinggian antara 800 – 1346 m di ataspermukaan laut, dibentuk oleh batuan ultramafik dan batugamping.

Batuan Ultramafik (*MTosu*)

Kelompok ini terdiri atas harzburgit, lherzolit, wehrlit, websterit, serpentinit dan dunit.Harzburgit, berwarna hijau sampai kehitaman, holokristalin, padu dan pejal. Mineralnya halus sampai kasar, terdiri atas olivin (60%) dan piroksin (40%). Lherzolit, berwarna hijau kehitaman, holokristalin, padu dan pejal, mineral penyusunnya ialah olivin (45%), piroksin (25%), dan sisanya epidot, klorit dan bijih dengan mineral berukuran halus sampai kasar.Wehrlit, bersifat padu dan pejal, berwarna kehitaman, bertekstur afanitik.Batuan initersusun oleh mineral olivin, serpentin, piroksin dan iddingsit. Serpentin dan iddingsit berupa mineral hasil ubahan olivin.Websterit, berwarna hijau kehitaman, holokristalin, padu dan pejal. Batuan initersusun oleh mineral olivin dan piroksin berukuran halus sampai sedang, juga ditemukan mineral serpentin, klorit, serisit dan mineral kedap cahaya. Batuan ini telah mengalami penggerusan, hingga di beberapa tempat terdapat pemlimonitan dalam ukuran sangat halus yang memperlihatkan struktur kataklas. Serpentinit, berwarna kelabu tua sampai kehitaman, bersifat padu dan pejal, bertekstur afanitik dengan susunan mineral antigorit, lempung dan magnetit. Umumnya memperlihatkan struktur kekar dan cermin sesar yang berukuran megaskopis. Dunit, berwarna kehitaman, padu dan pejal, berteksur afanitik. Mineral penyusunnya ialah olivin, piroksin, plagioklas, sedikit serpentin danmagnetit, berbutir halus sampai sedang. Mineral utama Olivin berjumlah sekitar 90%. Tampak adanya penyimpangan dan pelengkungan kembaran yang dijumpai pada piroksin, yang mencirikan adanya gejala deformasi yang dialami oleh batuan ini. Di beberapa tempat, dunit terserpentinkan kuat yang ditunjukkan dari struktur sisa seperti jaring dan barik – barik mineral olivinedan piroksin, serpentin dan talk sebagai mineral pengganti.

Formasi Larona (*Tpls*)

Formasi Larona terdiri dari Konglomerat, batupasir, batulempung dengansisipan tufa.Konglomerat, berwarna kelabu sampai kelabu kehitaman, komponen berupa batuanultramafik, batugamping terdaunkan, kuarsit, rijang berukuran 10 – 30 cm,membulat tanggung sampai membulat, terekat padat oleh batupasir kasarkecoklatan, setempat gampingan, pilahan dan kemas kurang baik, tebal tiap lapisan minimum 25 cm, memperlihatkan perlapisan bersusun. Batupasir, berwarna kelabu sampai coklat, berbutir kasar, komponen berupa kepingan batuan, juga kuarsa dan piroksin, cukup padat, perlapisan baik, di beberapa tempat menunjukkan perlapisan bersusun, tebal tiap lapisan sampai 20 cm. Lempung, berwarna kelabu, berlapis baik, berupa sisipan dalam konglomerat atau dalam batupasir, bersifat padat, setempat gampingan dan mengandung fosil Gastropoda, setempat jejak daun, tebal tiap lapisan sampai 10 cm.Tufa, berwarna kelabu, berbutir halus dan kompak, berupa sisipan dalam batupasir, ketebalan mencapai 10 cm. Berdasarkan kesamaan litologi dengan Formasi Bone – Bone (Tmpb), Formasi Larona berumur Miosen Akhir – Pliosen, satuan batuan ini diendapkan dalam lingkungan laut dangkal sampai darat. Sebarannya meliputi pebukitan diutara S. Waki sampai desa Lerea, di bagian selatan Lembar Bungku, tebalsekitar 1000 m. Formasi Larona dan Formasi Tomata tertindih secara tidak selaras oleh endapan danau dan aluvium.

Formasi Matano (*Kml*)

Formasi matano terdiri dari batugamping hablur dan kalsilutit, napal, serpih, dengan sisipan rijang dan batusabak. Formasi Matano bagian bawah ditempati oleh batugamping kalsilutit berlapis dengan lensa rijang, sedang bagian atas merupakan perselingan antara batugamping pejal dan terhablur ulang, napal dan serpih dengan lensa batusabak dan rijang. Batugamping, berwarna putih kotor sampai kelabu, berupa endapan kalsilutit yang telah menghablur ulang dan berbutir halus (lutit), perlapisan sangat baik dengan ketebalan lapisan antara 10 – 15 cm, dibeberapa tempat dolomitan, di tempat lain mengandung lensa rijang setempat perdaunan. Napal, berwarna kelabu sampai kecoklatan, bersifat padat dan pejal, terlipat kuat, berlapis baik dengan tebal lapisan sampai 15 cm. Di beberapa tempat terdapat lensa rijang dan sisipan batusabak. Serpih, berwarna kelabu,bersifat pejal dan padat berlapis baik dengan ketebaan lapisan sampai 5 cm, terkadang gampingan atau napalan. Rijang, berwarna kelabu sampai kebiruan dan coklat kemerahan, bersifat pejal dan padat, berupa lensa atau sisipan dalam batugamping dan napal, ketebalan sampai 10 cm. Batusabak, berwarna coklat kemerahan, padat dan setempat gampingan, berupa sisipan dalam serpih dan napal, ketebalan sampai 10 cm. Berdasarkan kandungan fosil

batugamping, yaitu *Globotruncana* sp dan *Heterohelix* sp, serta *Radiolaria* dalam rijang, Formasi Matano diduga berumur Kapur Atas. Satuan ini diendapkan dalam lingkungan laut dalam. Sebaran formasi memanjang pada arah baratdaya – timurlaut dari Sungai Bantai Hulu sampai Pegunungan Tometindo. Ketebalan seluruh lapisan mencapai 550 m. Hubungan dengan Komplek Ultramafik berupa sesar naik, biasanya berupa suatu lajur termilonitkan atau terserpentinkan yang bisa mencapai puluhan meter tebalnya. Satuan ini menindih secara selaras Formasi Lamusa, serta tertindih secara tidak selaras oleh Formasi Tomata dan Formasi Larona.

Melange Wasuponda (*MTmw*)

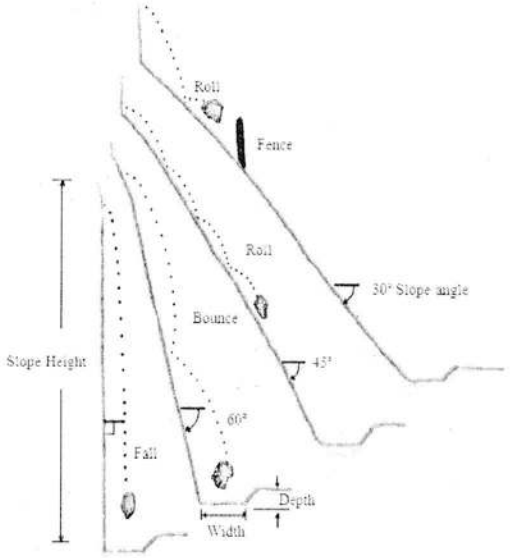
Bancuh (Melange) Wasuponda (*MTmw*) terdiri dari bongkahan asing, sekis, genes, batuan mafik, amfiboilt, diabas malih, batuan ultramafik (pikrit), batugamping terdaunkan dan eklogit, berukuran dari beberapa sentimeter sampai puluhan meter, bahkan ratusan meter, terutama dalam massa dasar lempung merah bersisik yang sering menunjukkan perdaunan, setempat juga memperlihatkan serpentinit yang terdaunkan (pikrit). Satuan ini diduga merupakan bancuh tektonik (Simandjuntak, 1991), berdasarkan bentuk boudin yang menunjukkan kesan penekukan dan lempung bersisik yang terdaunkan. Berdasarkan ketiadaan bongkah asing yang berumur Tersier, diperkirakan satuan ini terbentuk dalam lajur penunjaman Zaman Kapur. Ketebalan sulit ditentukan, hubungannya dengan batuan ultramafik dan Formasi Matano berupa persentuhan tektonik. Singkapan baik terdapat di daerah Wasuponda di baratdaya Danau Matano.

Endapan Aluvium (*Qal*)

Endapan Aluvium terdiri dari lumpur, lempung, pasir, kerikil dan kerakal. Satuan ini merupakan endapan sungai dan rawa. Sebarannya meliputi dataran di daerah Warau.

***Rockfall* (Jatuhan Batuan)**

Menurut Ritchie (1963),*rockfall* atau jatuhan batuan adalah gerak perpindahan material batu dari sebuah lereng yang curam menerus sampai ke bawah lereng. Perpindahan dapat terjadi melalui proses jatuh bebas, memantul, menggelinding ataupun meluncur, gambar kondisi jatuhan batuan menurut Ritchie (1963), tersebut ditampilkan seperti pada Gambar 2. Jatuhan batuan dapat disebabkan berbagai macam faktor, termasuk struktur batuan yang kurang baik, kondisi muka air tanah, kesalahan pada konstruksi lereng, perubahan iklim, pelapukan dan pohon penyangga. Jatuhan batuan sepanjang jalan raya dapat terjadi pada daerah lereng alami atau lereng buatan. Ketika jatuhan batuan mencapai jalan raya, jatuhan batu menjadi berbahaya bagi pengguna jalan, sudah banyak korban dan kasus kematian yang disebabkan oleh jatuhan batuan.



Gambar 2. Mode perjalanan jatuhan batuanmenurut Ritchie (1963)

Rockfall Hazard Rating System (RHRS)

Rockfall Hazard Rating System (RHRS) adalah penilaian tingkat kerawanan / bahaya jatuhan batu terhadap keamanan pemakai jalan di sepanjang jalan yang berlereng. Metode ini dikembangkan oleh Oregon State Highway Division (Pierson, dkk. 1993) pada tahun 1984, dimana pada saat itu terjadi kecelakaan keretaapi akibat kasus jatuhan batu. Adapun hal yang ditinjau dalam *Rockfall Hazard Rating System* ini, dibagi menjadi 3 (tiga) elemen utama, yaitu:

- Informasi umum yang berisikan tentang lokasi ruas jalan, titik kilometer (awal–akhir), tanggal survei, dan batas kecepatan kendaraan yang melintasi ruas jalan disekitar lereng itu.

- Karakteristik geometri lereng dan kategori jalan yang berisi ketinggian lereng, tingkat efektifitas parit (*ditch*) dalam menampung keruntuhan batuan lereng, lebar jalan, resiko pengguna jalan, kecepatan rencana, serta persentase jarak pandang.

- Karakteristik geologi, berupa kondisi struktural yang meliputi bagaimana kondisikekar dan erosi, friksi batuan, tingkat erosi, volume jatuhan dalam suatu massa (blok), iklim atau ada air pada lereng serta sejarah jatuhan batu yang pernah terjadi pada daerah tersebut.

Seluruh skor kategori pada tabel kemudian dijumlahkan, untuk mengetahui jumlah skor suatu lereng. Lereng dengan skor yang tinggi, mengindikasikan risiko yang lebih besar.12 kategori tersebut merepresentasikan elemen – elemen signifikan dari *rockfall* (jatuhan batuan) yang memberi kontribusi bahaya secara keseluruhan. Dalam *Rockfall Hazard Rating System*, keterbatasan yang di jumpai kebanyakan pada kemampuan penilai dan seberapa konsisten mereka dalam menginterpretasi dan mengaplikasikan kriteria penilaian, meskipun tetap mengingat bahwa setiap lereng mempunyai resiko terjadinya longsor atau jatuhan batuan.

Kondisi suatu daerah dibagi – bagi menjadi beberapa jenis berdasarkan hasil skoring yang diperoleh, besar skoring berbeda – beda setiap daerah dan pastinya menentukan aman atau tidaknya daerah tersebut, seperti yang disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Kriteria pembobotan suatu daerah berdasarkan skor hasil RHRS

No	Poin	Golongan	Karakteristik
1	200 – 300	A	Daerah tersebut perlu diwaspadai. Apabila terjadi jatuhan batu, resiko yang ditimbulkan cukup besar, (resiko sedang – tinggi).
2	100 – 200	B	Daerah tersebut masuk dalam kategori cukup aman. Resiko bahaya yang ditimbulkan tidak terlalu besar, (resiko rendah – sedang).
3	< 100	C	Daerah tersebut masuk dalam kategori aman. Resiko bahaya yang ditimbulkan sangat kecil. (resiko tidak ada – rendah).

3. METODE DAN TAHAPAN PENELITIAN

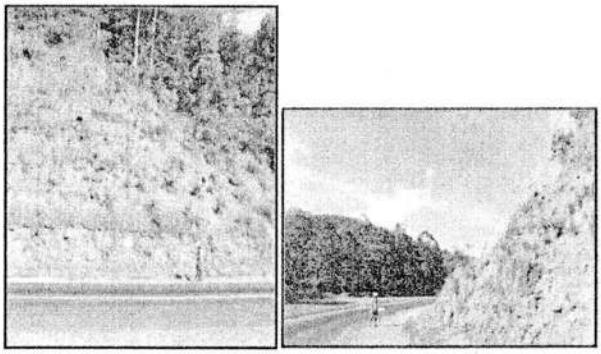
Pengambilan data lapangan dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan (jalur transportasi logistik PT. Vale Indonesia Tbk) daerah Karebbe, Kecamatan Malili, Sulawesi Selatan. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam penelitian lapangan, antara lain menentukan lereng rawan longsor yang akan ditinjau, mengetahui kondisi lereng secara umum, trase jalan, pengambilan data visual bentuk lereng, mengambil gambar lereng per stasiun yang ditinjau, mengumpulkan data geometri lereng serta data geologi yang meliputi kondisi struktural geologi dan erosi, serta iklim dan keterdapatan air, mengumpulkan histori atau sejarah keruntuhan lereng yang pernah terjadi, dan memberikan rating atau penilaian lereng rawan longsor yang berbahaya bagi pemakai jalan berdasarkan metode *Rockfall Hazard Rating System* (RHRS) berdasarkan dari akumulasi data geometri dan data geologi, serta menentukan mana lereng yang paling beresiko dan paling kecil resikonya terhadap pemakai jalan bila mengalami kelongsoran berdasarkanpoin dari peratingan berdasarkan metode *Rockfall Hazard Rating System* (RHRS).

Adapun prosedur pengambilan dan pengolahan data lapangan yang dilakukan, yaitu pengambilan data tinggi lereng, tingkat Keefektifan *ditch* (parit), *Average Vehicle Risk* (AVR) atau resiko kendaraan rata – rata, lebar jalan,jarak pandang, kondisi struktur kasus satu (kekar), *rock friction* (friksi batuan) kondisi struktur kasus dua (erosi), ukuran blok atau volume dari *rockfall*,iklim dan keterdapatan air pada lereng serta sejarah jatuhan batu yang pernah terjadi pada daerah penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

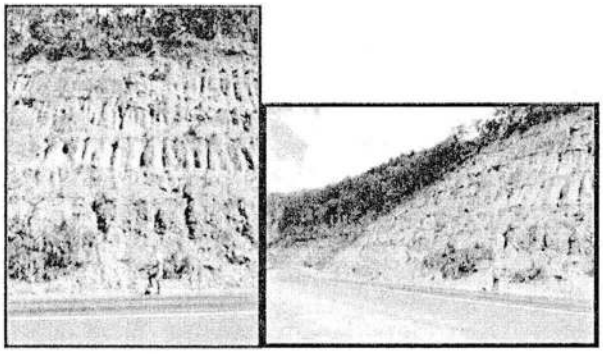
Berdasarkan pengamatan secara langsung dan pengambilan data di lapangan dengan menggunakan metode *Rockfall Hazard Rating System* (RHRS), maka diperoleh data sebagai berikut:

1. Pada stasiun 1 KM. 21 + 700 diperoleh poin sebesar 114, yang berarti lereng ini cukup aman, apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan sangat kecil.



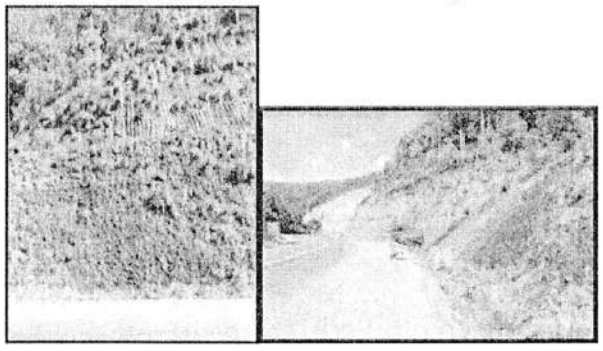
Gambar 3. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 1

2. Pada stasiun 2 KM. 21 + 600 diperoleh poin sebesar 264, yang berarti lereng ini perlu diwaspadai dan berhati – hati apabila melalui lereng ini, karena apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan cukup besar.



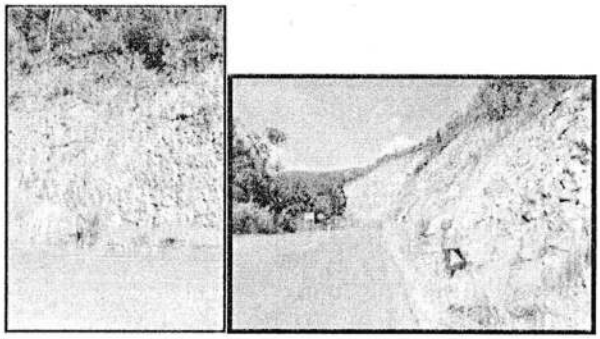
Gambar 4. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 2

3. Pada stasiun 3 KM. 21+500 diperoleh poin sebesar 69, yang berarti lereng ini aman, apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan sangat kecil.



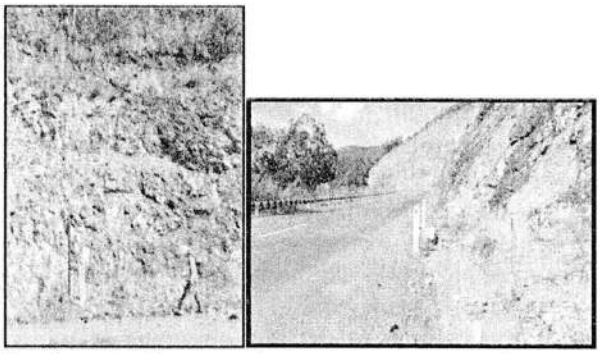
Gambar 5. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 3

4. Pada stasiun 4 KM. 21+400 diperoleh poin sebesar 138, yang berarti lereng ini cukup aman, apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan tidak terlalu besar.



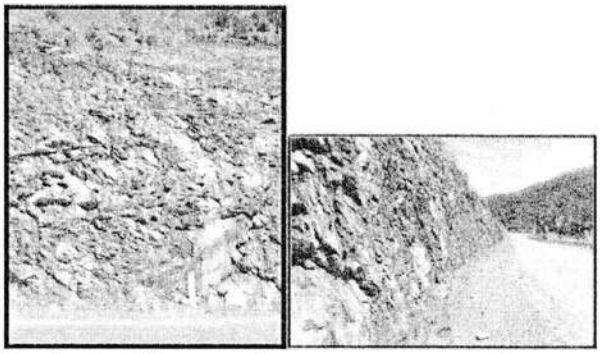
Gambar 6. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 4

5. Pada stasiun 5 KM. 21+300 diperoleh poin sebesar 162, yang berarti lereng ini cukup aman, apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan tidak terlalu besar.



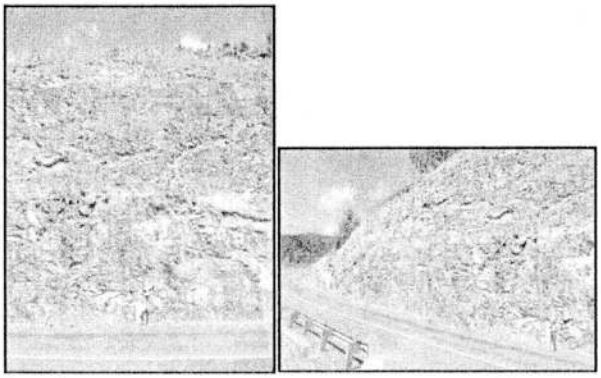
Gambar 7. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 5.

6. Pada stasiun 6 KM. 21+200 diperoleh poin sebesar 258, yang berarti lereng ini perlu diwaspadai dan harus berhati – hati apabila melalui lereng ini, karena apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan cukup besar.



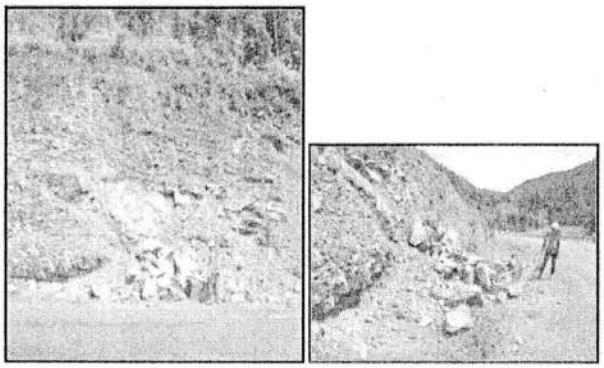
Gambar 8. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 6.

7. Pada stasiun 7 KM. 21+100 diperoleh poin sebesar 237, yang berarti lereng ini perlu diwaspadai dan harus berhati – hati apabila melalui lereng ini, karena apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan cukup besar.



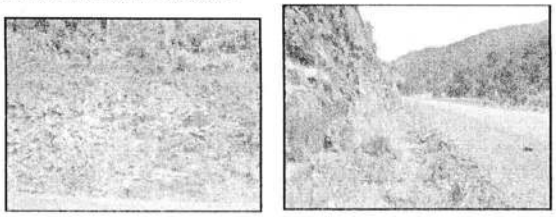
Gambar 9. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 7.

8. Pada stasiun 8 KM. 21 + 000 diperoleh poin sebesar 180, yang berarti lereng ini cukup aman, apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan tidak terlalu besar.



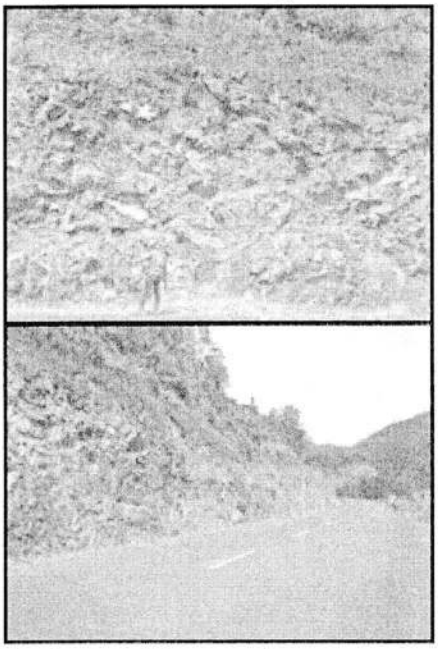
Gambar 10. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 8.

9. Pada stasiun 9 KM. 20 + 950 diperoleh poin sebesar 186, yang berarti lereng ini cukup aman, apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan tidak terlalu besar.



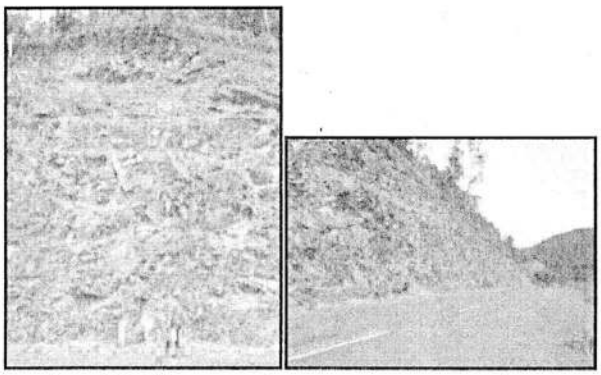
Gambar 11. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 9.

10. Pada stasiun 10 KM. 20 + 850 diperoleh poin sebesar 243, yang berarti lereng ini perlu diwaspadai dan harus berhati – hati apabila melalui lereng ini, karena apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan cukup besar.



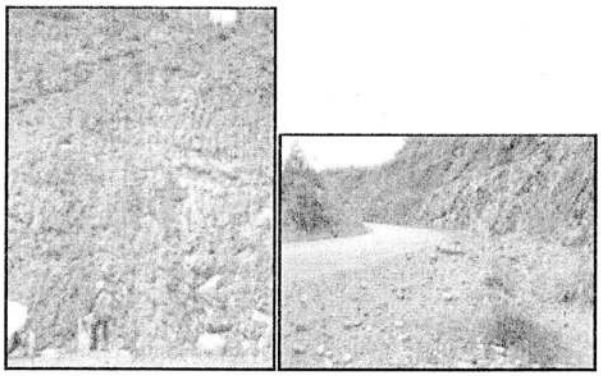
Gambar 12. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 10.

11. Pada stasiun 11 KM. 20 + 800 diperoleh poin sebesar 270, yang berarti lereng ini perlu diwaspadai dan harus berhati – hati apabila melalui lereng ini, karena apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan cukup besar.



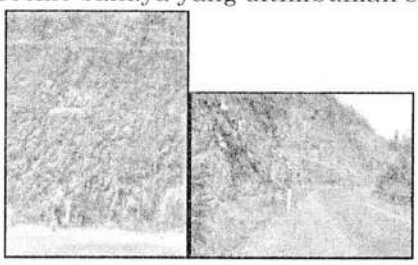
Gambar 13. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 11

12. Pada stasiun 12 KM. 20 + 700 diperoleh poin sebesar 252, yang berarti lereng ini perlu diwaspadai dan harus berhati – hati apabila melalui lereng ini, karena apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan cukup besar.



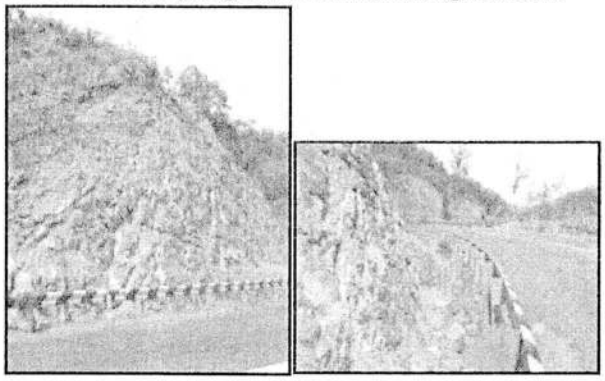
Gambar 14. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 12

13. Pada stasiun 13 KM. 20 + 600 diperoleh poin sebesar 90, yang berarti lereng ini aman, apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan sangat kecil.



Gambar 15. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 13

14. Pada stasiun 14 KM. 20 + 500 diperoleh poin sebesar 96, yang berarti lereng ini aman, apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan sangat kecil.



Gambar 16. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 14

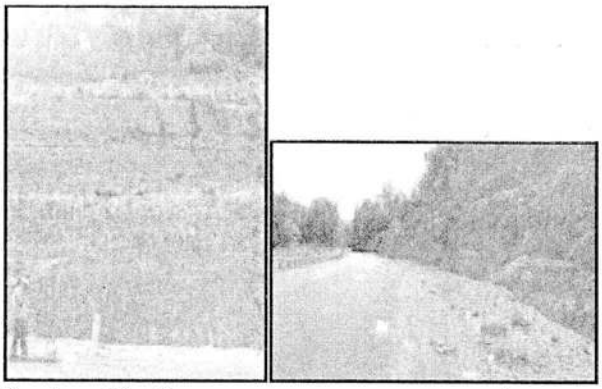
15. Pada stasiun 15 KM. 20 + 400 diperoleh poin sebesar 150, yang berarti lereng ini cukup aman, apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan tidak terlalu besar.

Gambar 17. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 15

16. Pada stasiun 16 KM. 20+300 diperoleh poin sebesar 144, yang berarti lereng ini cukup aman, apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan tidak terlalu besar.

Gambar 18. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 16

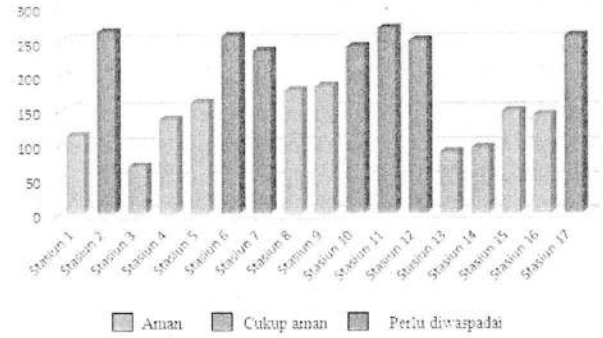
17. Pada stasiun 17 KM. 20 + 200 diperoleh poin sebesar 258, yang berarti lereng ini perlu diwaspadai dan harus berhati-hati apabila melalui lereng ini, karena apabila terjadi jatuhan batuan pada lereng ini, resiko bahaya yang ditimbulkan cukup besar.



Gambar 19. Kenampakan secara umum lereng pada stasiun 17

Setiap stasiun memiliki lereng dengan karakteristik yang berbeda, sehingga menghasilkan poin berbeda-beda, yang berarti tingkat bahaya yang ditimbulkan juga berbeda – beda, besaran poin yang diperoleh pada

setiap stasiun menunjukkan besaran bahaya yang dapat terjadi pada lereng tersebut. Berikut ini adalahdiagram yang menunjukkan grafik besar potensial bahaya yang dapat diterjadi pada setiap lereng stasiun.

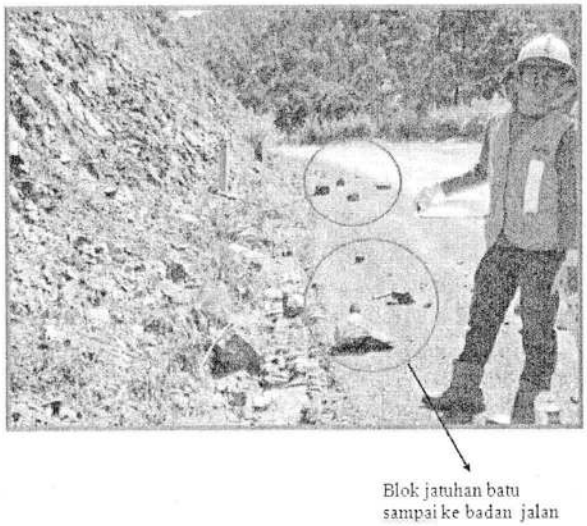


Gambar 20. Grafik besar resiko setiap stasiun berdasarkan penilaian RHRSPadadaerah Penelitian.

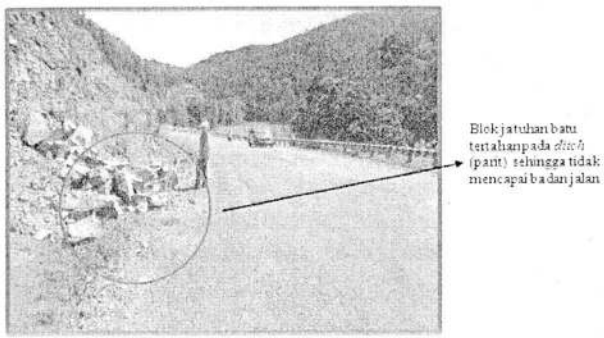
Berdasarkan grafik tersebut dapat diidentifikasi bahwa, lereng jalur transportasi logistik PT. Vale Indonesia Tbk, daerah Karebbe, terdapat 3 tingkat resiko jatuhan batuan, yaitu tingkat resiko aman, cukup aman dan perlu diwaspadai.

Adapun lereng yang di kategorikan aman yaitu lereng stasiun 3 KM 21 + 500 dengan poin 69, stasiun 13 KM 20+600 dengan poin 90, serta stasiun 14 KM 20+500 dengan poin 96. Lereng yang dikategorikan cukup aman yaitu lereng stasiun 1 KM 21+700 dengan poin 114, stasiun 4 KM 21+ 400 dengan poin 138, stasiun 5 KM 21+300 dengan poin 162, lereng stasiun 8 KM 21+000 dengan poin 180, lereng stasiun 9 KM 20+950 dengan poin 186, lereng stasiun 15 KM 20+400 diperoleh poin 150, serta lereng stasiun 16 KM 20+300 diperoleh poin 144.Lereng yang perlu diwaspadai yaitu lereng stasiun 2 KM 21+600 dengan poin 264, stasiun 6 KM 21+200 dengan poin 258, stasiun 7 KM 21+100 dengan poin 237,stasiun 10 KM 20+850 dengan poin 243, stasiun 11 KM 20+800 dengan poin 270, stasiun 12 KM 20+700 dengan poin 252, serta stasiun 17 KM 20+200 dengan poin 258.

Dengan melihat data tersebut, dapat disimpulkan bahwa lereng daerah penelitian cukup aman, karena 10 dari 17 lereng stasiun masuk kedalam kategori aman dan cukup aman, selebihnya masuk kedalam kategori perlu di waspadai.



Gambar 4.19 Lereng dengan *ditch* (parit) yang tidak efektif sehingga jatuhan batu sampai ke badan jalan.



Gambar 4.20 Lereng dengan *ditch* (parit) yang mampu menahan jatuhan batusehingga tidak mencapai badan jalan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan data–data yang di peroleh di lapangan, maka diperoleh beberapa kesimpulan bahwa daerah penelitian tersusun oleh 3 jenis batuan, yaitu Breksi, Serpentinit dan Peridotit yang terserpentinisasi, pada beberapa tempat juga dijumpai struktur kekar.Lereng termasuk dalam kategori aman, yaitu lereng stasiun 3 dengan poin 69, stasiun 13 dengan poin 90 dan stasiun 14 dengan poin 96. Lereng yang termasuk kedalam kategori cukup aman, yaitu lereng stasiun 1 dengan poin 114, stasiun 4 dengan poin 138, stasiun 5 dengan poin 162, stasiun 8 dengan poin 180, stasiun 9 dengan poin 186, stasiun 15 dengan poin 150 dan stasiun 16 dengan poin 144. Sedangkan lereng yang termasuk perlu diwaspadai, yaitu lereng stasiun 2 dengan poin 264, stasiun 6 dengan poin 258, stasiun 7

dengan poin 237, stasiun 10 dengan poin 243, stasiun dengan poin 270, stasiun 12 dengan poin 252 dan stasiun 17 dengan poin 258. Dari 17 lereng stasiun yang dilakukan pengambilan data, 10 lereng stasiun masuk kedalam kategori aman dan cukup aman, 7 sisanya masuk kedalam kategori perlu di waspadai, jadi dapat disimpulkan bahwa kondisi lereng di daerah Karebbe cukup aman.Pada sepanjang lereng di daerah Karebbe – Balambano ini, masalah yang sering dijumpai yaitu masalah keterbatasan parit penampungan atau *ditch.*

Pada beberapa stasiun, tidak terdapat adanya parit penampungan, seperti pada stasiun 2, 6, 10, 11, 12 dan 17, kebanyakan *ditch* atau parit tidak memiliki daya tampung yang baik. Parit penampungansangat penting pada jalan yang berlereng, karena selain berfungsi sebagai saluran drainase, parit dapat menahan agar jatuhan batu tidak mencapai badan jalan.Lebar jalan juga menjadi salah satu kekurangan pada ruas jalan Karebbe – Balambano, dimana terdapat beberapa stasiun dengan badan jalan yang cukup sempit, seperti pada stasiun 5, 8, 11 dan 17, sehingga mempersulit pengguna jalan untuk menghindar secara tiba – tiba apabila terjadi jatuhan batu.

Saran

Untuk mengurangi resiko terjadinya kecelakaan yang dapat timbul apabila terjadi jatuhan batuan, dibutuhkan beberapa langkah pencegahan, adapun rekomendasi teknis yang diberikan, antara lain:

Pada stasiun 2, 6, 10, 11, 12 dan 17, sangat direkomendasikan untuk dibuat parit atau *ditch* yang memadai, guna mengantisipasi material jatuhan batuan sampai ke badan jalan, selain itu, stasiun yang telah memiliki *ditch* agar diperdalam guna mengoptimalisasi kapasitas penangkapan jatuhan batu. Tipikal desain parit atau *ditch* dapat dilihat pada lampiran.

Pada stasiun 5,8, 11 dan 17, direkomendasikan untuk dilakukan pelebaran jalan, karena lebar badan jalan pada daerah tersebut cukup sempit. Hal tersebut dimaksudkan agar mempermudah pengguna jalan untuk mengambil manuver ketika terjadi jatuhan batuan atau *rockfall.* Tipikal desain jalan dapat dilihat pada lampiran.

Pada stasiun 1 dan 2, yang mana tersusun atas Breksi dengan fragmen yang mudah lepas atau loss, direkomendasikan untuk pemasangan *Fence atau Wire net,* untuk menahan jatuhan fragmen batuan.

Warning signs atau tanda peringatan jatuhan batu pada stasiun 13 sebaiknya dipindahkan ke stasiun 17,karena stasiun 17 merupakan awal dari area rawan longsor, sehingga pengguna jalan dapat lebih berhati – hati dan waspada ketika melintasi sepanjang jalan tersebut.

Material sedimen hasil erosi ataupun jatuhan batuan harus secara rutin dipindahkan atau dibersihkan dari parit atau *ditch,* guna menjaga kapasitas penangkapan *ditch* tetap stabil.

1. DAFTAR PUSTAKA

Pierson, L. A. C. E. G, Davis, S.A. and Van Vickle, R. 1993. *Rockfall Hazard Rating System Participant's Manual.* Federal Highway Administration (FHWA) ReportFHWA SA – 93-057. FHWA, U.S. Department of Transportation.

Ritchie, A. M., 1963. *Evaluation of Rockfall and Its Control.*Highway Research Record. Italy

T.O. Simandjuntak, E. Rusmana, J. B. Supandjono dan Surono. 1991. *Peta Geologi Lembar Malili.*Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.