

SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN (*DECISSION SUPPORT SYSTEM, DSS*) PERBAIKAN DAN PEMELIHARAAN LERENG BERDASARKAN PROSEDUR MANAJEMEN ASET

Ari Sandyavitri *, Muhardi*, Burhanuddin, Andi SuciptoWijaya, Albert Zulfi**,
Gunawan Wibisono*

*) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau

***) Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km .12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293, E-Mail : ari@unri.ac.id

ABSTRACT

The simulation of Decision Support Systems (DSS) based on the Assets Management procedure (in managing rock slopes systematically) was demonstrated in this paper. Rock fall Hazard Rating System (RHRS) and Rock fall Mitigation Cost Estimate (RMCE) methods were applied in this paper to mapping, evaluate, and analyze rock fall hazard at the road section of Pekanbaru-Bukittinggi KM 75 to KM 115. Two major elements are subjects to investigate as follow; (i) technical aspect; and (ii) economy one. Based on the RHRS criteria, there should be the riskiest slopes and potential rock fall hazard be prioritized to be managed, they are slopes at KM 80.2 (left), KM 77 and KM 10.3 with RHRS values of 581, 542 and 420 points. The higher RHRS value of the slope the riskiest the slope to the road users. RMCE considers economy aspect to be put into consideration together with RHRS values. Cost estimate for managing rock fall is divided with RHRS is known as cost risk (CR). The CR may comprehensively assist process of DSS for managing the slopes within the road section above by offering flexible options such as; prioritizing the riskiest slopes with moderate CR values eg. Slopes of KM 109.3, KM 77 and KM 80.2 with the BR values of 200.000, 351.000, and 312.000 respectively; or prioritizing the rock fall hazard slopes with the lowest CR values (eg. CR below 300.000) for slopes at KM.109.5, 109.3, 112 dan 80.23. For the first option, it may yield 3 slopes can be repaired, and at second option it may repair 4 slopes.

Keywords: *lereng, rawan, resiko, biaya, keputusan*

PENDAHULUAN

Keruntuhan lereng sering terjadi di berbagai jalan di Indonesia terutama diruas jalan Pekanbaru-Padang. Dampak akibat keruntuhan lereng meliputi kerusakan perkerasan jalan, pagar jalan dan pembatas keamanan jalan, tersumbatnya saluran drainase, kerusakan jembatan, bahkan kehilangan jiwa dan kendaraan. Perbaikan dan pemeliharaan yang diperlukan untuk menstabilkan lereng biasanya dilakukan dengan 2 (dua) metode pendekatan, yaitu perbaikan berupa tindakan perbaikan lereng setelah terjadinya peristiwa longsor (*Curative Action*), dan pemeliharaan serta perbaikan lereng yang terjadwal sebelum terjadinya bencana keruntuhan (*Preventive Action*) (Pierson A. Lawrence, Vickle Robert Van, 1993, and Youssef, Maerz, and, Fritz, 2003).

Biaya perbaikan untuk kelongsoran kecil bisa relatif rendah, tetapi untuk kelongsoran besar total biaya yang diperlukan bisa sangat besar. Menurut TRB (*Transportation Research Board, USA*) biaya perbaikan kelongsoran besar di seluruh USA diperkirakan melebihi 100 juta dollar (Rp. 1 triliun) tiap tahunnya. Di ruas jalan Pekanbaru-Padang paling tidak memerlukan Rp. 2 miliar per tahunnya, belum termasuk biaya multiplier impaknya seperti

biaya kenaikan harga bahan sembako dan material bangunan (seperti beras, sayuran, semen, baja, tiket bus AKAP dan lain-lain bila jalan ini terputus).

Metode pengambilan keputusan untuk perbaikan dan pemeliharaan lereng sering hanya berdasarkan cara tradisional yang cenderung tidak sistematis dan terencana (Hasil pembicaraan dengan Wakil Kepala Dinas Perhubungan Propinsi Riau, 2007).

Pertimbangan teknis atau ekonomi dengan cara tradisional ini juga cenderung tanpa proses yang jelas dan terencana sehingga banyak lereng mana yang diprioritaskan untuk diperbaiki atau dipelihara belum menggunakan metode yang baku. Hal ini karena umumnya investigator tidak memiliki prosedur standar yang formal dalam menginvestigasi lereng.

Maka perlu disusun prosedur pemilihan alternatif dan prioritas perbaikan lereng untuk membantu pengambilan keputusan dalam menetapkan apa, kapan, dan bagaimana memperbaiki lereng secara sistematis berdasarkan prosedur tertentu.

Pengembangan model pengambilan keputusan berdasarkan prinsip manajemen asset untuk menjembatani membuat keputusan yang sistematis, berdasarkan prioritas tertentu dan terencana disusun dalam tulisan ini. Pendekatan yang dipakai dalam manajemen

asset lereng dan system pengambilan keputusan pemilihan alternatif dan perioritasi perbaikan lereng di dalam tulisan ini menggunakan metode *Rockfall Hazard Rating System (RHRS)* dan *Rockfall Mitigation Cost Estimate (RMCE)*.

Kedua kombinasi metode ini dapat memberikan informasi yang relatif komprehensif bagi pengambilan keputusan dalam memperbaiki dan memelihara lereng berdasarkan tingkat kerawanan lereng tersebut dan faktor biaya (Pierson A. Lawrence, Vickie Robert Van, 1993 dan Clemen, R. T. 1996).

Lereng yang rawan longsor pada ruas jalan Pekanbaru-Bukittinggi Kilometer 75 sampai dengan kilometer 115, menjadi objek penelitian (Hasil survey lapangan dan informasi dari berbagai mas media seperti Riau Pos, Desember 2004- Maret 2008).

Tujuan Penelitian

Asset di bidang Geoteknik seperti lereng jalan adalah vital bagi penunjang sistem transportasi. Pemodelan pengambilan keputusan berdasarkan prinsip manajemen asset dikembangkan untuk memberikan masukan dan alat bagi pengambil kebijakan untuk mengantisipasi keruntuhan lereng dan merencanakan perbaikan dan pemeliharaan lereng secara sistematis. Tujuan penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi lereng yang rawan longsor berdasarkan metode *Rockfall Hazard Rating System (RHRS)*.
2. Menyusun prioritas perbaikan lereng berdasarkan metode *Rockfall Mitigation Cost Estimate (RMCE)*.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan gambaran pada "pengambilan keputusan" (baik di instansi pemerintah dan swasta) tentang bagaimana prosedur sistematis untuk pemilihan alternatif perbaikan lereng berdasarkan variabel (i) tingkat kerawanan lereng terhadap pengguna jalan; dan (ii) pertimbangan biaya resiko perbaikan lereng.

TINJAUAN PUSTAKA

Instabilitas Lereng

Kelongsoran lereng merupakan perpindahan massa tanah dari kedudukan semula akibat pengaruh gravitasi sehingga terpisah dari massa yang stabil. Penyebab lainnya adalah sifat tanah yang mengandung mineral yang mampu mengembang atau menyusut seperti lempung, lanau yang sering kali dalam keadaan retak-retak atau bercelah, sehingga tekanan air pori dapat membahayakan stabilitasnya. Selain itu bisa pula disebabkan oleh pengaruh tipe pelapisan khusus misalnya

antara pasir dan lempung, pemotongan kaki lereng, dan dalam beberapa kasus struktur tanah umumnya diperlemah oleh proses fisika dan kimia (Joseph E Bowles, 1986).

Faktor Penyebab Kelongsoran Lereng

Lynn Kathy (2000) dan Lee. W. Abramson, (1996) mengemukakan bahwa kelongsoran lereng sering disebabkan oleh proses naiknya kekuatan geser dan turunnya kekuatan geser dari massa tanah.

Faktor-faktor yang menyebabkan naiknya kekuatan geser massa tanah dipengaruhi factor Morfologi tanah. Variasi bentuk permukaan bumi dan kemiringan lerengnya memiliki peran penting dalam stabilitas suatu daerah terhadap kelongsoran. Pengaruh tersebut berupa :

1. Kemiringan lereng yang terlalu besar (terjal)
2. Tekanan yang berlebihan pada kepala lereng
Beban yang berlebihan pada kepala lereng menyebabkan lereng mengalami kelongsoran atau tidak stabil dan perlemahan kaki atau tumit lereng
Perlemahan kaki lereng dapat disebabkan oleh:
 - a. Aliran air yang menyebabkan erosi dan memotong tumit lereng, biasanya terjadi pada lereng-lereng sepanjang aliran sungai.
 - b. Kaki lereng yang terkikis akibat aliran air tanah.

Faktor-Faktor yang menyebabkan turunnya kekuatan geser massa tanah yaitu:

1. Pengaruh Geologi

Terbentuknya lapisan tanah melalui proses pengendapan (sedimentasi) ternyata memungkinkan terjadinya suatu lapisan yang potensial mengalami kelongsoran. Untuk menjelaskan hal tersebut berikut adalah proses terbentuknya tanah dari masa tertier muda yang umumnya merupakan endapan sediment maritim yang terdiri dari lapisan lanau, lempungan, lanau, pasir, dan pasir lempungan. Sungai mengalirkan partikel-partikel halus yang jumlahnya tergantung dari volume dan kecepatan alirannya, kemudian partikel-partikel tersebut terendapkan di dasar laut secara terus menerus dan berlapis-lapis sehingga membentuk suatu lapisan tanah. Lapisan yang terbentuk memiliki ketebalan dan kemiringan lapisan yang bergantung arus air laut yang mendistribusikan pengendapan partikel itu.

Karena terbentuknya lapisan di air maka otomatis dasar tiap lapisan adalah air yang sering kali bisa dilihat dari lapisan tipis pada zona pemisah antara lapisan lempung dan lanau, pasir atau sebagai aliran laminar pada lapisan pasir yang lebih permeable.

Aliran ini bisa muncul ke permukaan manakala lapisan pasir terpotong atau bila lereng memiliki kemiringan lebih besar dibanding kemiringan pasir.

2. Pengaruh Proses Fisika

Berikut adalah proses-proses fisika yang mempengaruhi terjadinya kelongsoran :

- a. Keruntuhan Progresif: keruntuhan progresif terjadi dengan permukaan gelincir akan berkembang dari bawah keatas berkebalikan dengan arah longsor.
- b. Efek Gempa Bumi (liquifaksi): lapisan tanah lepas (*loose soil*) dengan kandungan pori berupa air atau udara dapat mencair dibawah pengaruh gempa. Dalam keadaan cair maka kadar pori meningkat melebihi kadar pori kritis, sehingga nilai kuat gesernya sangat kecil.
- c. Pengaruh Air Dalam Tanah: keberadaan air dapat dikatakan sebagai factor dominant penyebab terjadinya kelongsoran, karena hamper sebagian besar kasus kelongsoran melibatkan air didalamnya

Pengambilan keputusan pemilihan alternatif dan perioritasi perbaikan lereng yang pernah dilakukan di USA menggunakan metode *Rockfall Hazard Rating System (RHRS)* dan *Rockfall Mitigation Cost Estimate (RMCE)* memberikan pertimbangan sebagai berikut:

1. *Rockfall Hazard Rating System (RHRS)* adalah pengukuran tingkat kerawanan lereng terhadap pemakai jalan. Adapun tingkat kerawanan ini ditinjau dalam 3 (tiga) elemen utama, yaitu:

- Informasi Umum yang bersikan tentang; lokasi ruas jalan, kelas jalan, titik kilometer (awal-akhir), tanggal survey, surveyor, dan batas kecepatan kendaraan yang melintasi ruas jalan disekitar lereng itu.
- Karakteristik lereng dan kategori jalan yang berisi; ketinggian lereng, tingkat efektifitas bahu jalan/parit (*ditch*) dalam menampung keruntuhan batuan lereng, derajat resiko pengguna jalan yang diukur berdasarkan panjang tebing yang akan dilewati kendaraan, kecepatan rencana dan rambu-rambu batas kecepatan; jarak pandang, jarak pengambilan keputusan dan lebar jalan.
- Karakteristik geologi meliputi; kondisi struktural dan friksi batuan, tingkat erosi, volume jatuhnya dalam suatu masa (*block*), iklim (penguapan, kadar air pada lereng).

2. *Rockfall Mitigation Cost Estimate (RMCE)* merupakan perbandingan antara biaya kontruksi perbaikan lereng dengan *Rockfall Hazard Rating System score (RHRS)*.

Kedua metode tersebut mulai dikembangkan di USA sejak tahun 1984. metode ini telah beberapa kali mengalami penyempurnaan hingga tahun 2000 oleh *Oregon Departement of Transportation (ODOT)* dan implementasikan beberapa wilayah lereng di Oregon, USA.

Anggaran Pemeliharaan dan Perbaikan Lereng

"Several techniques are routinely used to deal with rockfall. The choice of techniques is dependent on several factors, including the size or volume of anticipated rockfall, access to the rockfall source, maintenance limitations, the construction budget, and the desired result". Beragam teknik secara rutin dipakai untuk manajemen lereng, sedangkan pilihan pemakaian suatu teknik tertentu tergantung pada berbagai faktor antara lain ukuran jatuhnya batuan di lereng, jalan masuk ke lereng tersebut, keterbatasan kemampuan pemeliharaan lereng, biaya perbaikan dan tujuan jelas yang diinginkan dari pemeliharaan lereng tersebut (Pierson A. Lawrence, Vickle Robert Van, 1993). Terbatasnya alokasi biaya (*budget limitation*) mengakibatkan terbatasnya pula kemampuan untuk memelihara dan membangun struktur perkuatan lereng. *Mitigation cost estimate (MCE)* dikembangkan untuk membantu pengambilan keputusan terhadap prioritas perbaikan lereng melalui pendekatan pembiayaan yang terbatas (*budget limitation*).

Maka komponen biaya dapat dipertimbangkan menjadi faktor utama dalam memberikan usulan bagi prioritas perbaikan lereng (RMCE) selain faktor tingkat kerawanan (RHRS).

"The cost estimate is an important element of the rockfall database. This information will be considered when final project priorities are established" Estimasi Biaya perbaikan lereng adalah komponen penting dalam suatu database keruntuhan lereng. Informasi biaya perbaikan inilah yang menjadi rujukan penyusunan prioritas lereng mana yang akan diperbaiki berikut metode perbaikan yang akan dipakai melalui pendekatan biaya resiko (*cost risk*). (Pierson A. Lawrence, Vickle Robert Van, 1993).

Biaya Resiko (*Cost Risk*)

"Cost risk is the risk associated with the ability of the program to achieve its life-cycle cost objectives. Two primary risk areas that may effect cost are: (1) inaccurate or unreasonable cost estimates and objectives and, (2) the failure in the program execution in meeting the cost objectives". (<https://acc.dau.mil/CommunityBrowser.aspx?id=17743>). Biaya resiko adalah

Hasil dan Bahasan Detail Survey RHRS

Dari Tabel 1 dapat nilai lereng dengan poin tertinggi yaitu lereng pada Km 80.2(kr) dengan nilai 581 adalah lereng yang paling rawan menimbulkan bahaya bagi pemakai jalan. Sebagian dari 10 lereng tersebut ada yang telah mengalami perbaikan seperti pada Km 109.5 menggunakan retaining wall, Km 110 menggunakan metode cutting dan dinding penahan serta Km 112 menggunakan bronjong akan tetapi semuanya sampai tahun 2008 dalam kondisi rusak. Berikut adalah tabel 10 lereng yang paling rawan berdasarkan *detailed survey*.

Tabel 1. Kategori lereng, Lokasi dan Nilai RHRS

No	Kategori	Lereng (km)	Tingkat kerawanan (Nilai RHRS)
1	Lereng Berbahaya	Km 80.2 (kiri)	581
		Km 77	542
		Km 109.3	420
		Km 109.5	380
2	Lereng cukup berbahaya	Km 110	347
		Km 80(kr)	323
		Km 80.3 (kr)	310
		Km 81	310
3	Lereng tidak berbahaya	Km 112	303
		Km 80.2 (kn)	248

Faktor utama yang menyebabkan suatu lereng memiliki poin tinggi atau rendah terutama disebabkan oleh faktor-faktor berikut, yaitu Lebar ditch, AVR, lebar jalan, tinggi lereng, histori keruntuhan pada masa lampau. Misalnya pada lereng di km 80.2 (kr) dan lereng pada km 77. Kedua lereng tersebut memiliki nilai yang tidak berbeda jauh. Yang menyebabkan lereng pada km 80,2 (kr) memiliki nilai yang lebih tinggi adalah salah satunya pada kategori tinggi lereng, dimana lereng pada km 80.2 (kr) memiliki nilai 78. Sedangkan pada km 77 hanya memiliki nilai 32 yang berarti selisih nilai 46 poin. Begitu juga pada kategori jarak pandang, sangat berbeda jauh jarak pandang pada km 80.2 (kr) mendapat nilai 65 point, sedangkan jarak pandang pada km 77 hanya mendapat nilai 16 poin. Untuk kategori yang lain tidak jauh berbeda diantara kedua lereng tersebut (Gambar di lampiran).

Hasil RMCE

RMCE memberikan keluaran berupa alternatif perbaikan lereng, dan nilai biaya resiko (yang didefinisikan sebagai biaya konstruksi dibagi dengan RHRS). Alternatif perbaikan lereng yang disarankan responden pada survey lereng dipresentasikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Rangkuman Metode Alternatif Perbaikan

No	Lereng	Metode Perbaikan Lereng		
		Alternatif I	Alternatif II	Alternatif III
1	I dan II (lereng tanah)	Retaining Wall	Shotcrete	Scalling
2	III (lereng campuran)	Scalling	Shotcrete	Retaining wall
3	IV dan V (lereng batuan)	Catch Fences	Slope Screening	
4	VI, VII, VIII dan IX (lereng campuran)	Retaining Wall	Shotcrete	Kombinasi
5	X (lereng anah)	Retaining Wall	Catch Fences	Scalling

(Sumber : Hasil Analisis, 2008)

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil rangkuman metode alternatif perbaikan lereng Tabel 2 di atas, maka diusulkan perbaikan lereng sebagaiberikut:

- Lereng I, II, VI, VII, VIII, IX dan X memakai retaining wall sebagai alternatif 1 sedangkan alternatif 2 adalah shortcrete (juga catchfence). Jawaban ini secara umum memang sesuai dengan kondisi struktur penahan untuk lereng tanah (Dirjen Binamarga, 2000 dan (Pierson A. Lawrence, Vickle Robert Van, 1993).
- Lereng IV dan V memakai catchfence sebagai alternatif 1 sedangkan alternatif 2

slope screening. Kondisi struktur penahan untuk lereng batuan dapat memakai cathfence sebagai pemeliharaan lereng (Dirjen Binamarga, 2000 dan (Pierson A. Lawrence, Vickle Robert Van, 1993).

- Lereng III memakai scaling sebagai alternatif 1 sedangkan alternatif 2 shortcrete. Hal ini secara umum memang sesuai dengan kondisi struktur penahan untuk lereng campuran tanah dan batuan (Dirjen Binamarga, 2000 dan (Pierson A. Lawrence, Vickle Robert Van, 1993).

Nilai RMCE berbagai alternatif perbaikan lereng dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. RMCE lereng berdasarkan 3 alternatif perbaikan (Hasil Analisa, 2008).

Lereng	Lokasi	Panjang lereng (m)	Nilai RHRS	cost/RHRS score 1	cost/RHRS score 2	cost/RHRS score 3
				alternatif 1	alternatif 2	alternatif 3
I	Km 109.5	101.00	380.00	462,207.89	1,847,768.42	124,389.47
II	Km 112	100.00	303.00	573,927.39	2,294,389.44	154,455.45
III	Km 110	150.00	347.00	202,305.48	3,005,187.32	751,729.11
IV	Km 109.3	142.00	420.00	193,052.38	191,700.00	0.00
V	Km 80.3	160.00	310.00	294,709.68	292,645.16	0.00
VI	Km 77	109.50	542.00	351,329.34	1,404,509.23	0.00
VII	Km 80	180.00	323.00	969,102.17	2,308,782.29	0.00
VIII	Km 80.2 kanan	67.00	248.00	469,810.48	1,878,161.29	0.00
IX	Km 80.2 kiri	105.00	584.00	312,662.67	1,249,931.51	0.00
X	Km 81	100.00	310.00	560,967.74	184,193.55	150,967.74

Berdasarkan Tabel 3 di atas dapat dibuat ringkasan sebagai berikut:

1. Lereng 1 biaya resiko dari 3 alternatif perbaikan lereng (dalam ribuan) yang dianggap kuat oleh responders adalah *retaining wall* (Biaya Resiko (BR) = 462), *shotcrete* (BR = 1847), dan *scalling* (BR = 124). Dari 3 alternatif perbaikan yang telah disarankan oleh responden, secara umum metode tersebut layak untuk digunakan sebagai perkuatan lereng. Namun untuk lereng 1 BR yang paling tinggi adalah shotcrete, tetapi belum tentu metode tersebut bisa dipilih sebagai keputusan yang tepat karena tergantung pada keterbatasan alokasi dana pemeliharaan/pembangunan lereng yang ada.
2. Lereng 2 biaya resiko dari 3 alternatif perbaikan lereng (dalam ribuan) yang dianggap kuat oleh responders adalah *scalling* (BR = 573) *shotcrete* (BR = 2294), dan *retaining wall* (BR = 154).
3. Lereng 3 biaya resiko dari 3 alternatif perbaikan lereng (dalam ribuan) yang dianggap kuat oleh responders adalah *scalling* (BR = 202) *shotcrete* (BR = 3005), dan *retaining wall* (BR = 751).
4. Lereng 4 biaya resiko dari 2 alternatif perbaikan lereng (dalam ribuan) yang dianggap kuat oleh responders adalah *Catch Fences* (BR = 193) *Slope Screening* (BR = 191).
5. Lereng 5 biaya resiko dari 2 alternatif perbaikan lereng (dalam ribuan) yang dianggap kuat oleh responders adalah *Catch Fences* (BR = 294) *Slope Screening* (BR = 292).
6. Lereng 6 biaya resiko dari 2 alternatif perbaikan lereng (dalam ribuan) yang dianggap kuat oleh responders adalah *retaining wall* (BR = 351) *shotcrete* (BR = 1404).
7. Lereng 7 biaya resiko dari 2 alternatif perbaikan lereng (dalam ribuan) yang dianggap kuat oleh responders adalah *retaining wall* (BR = 969) *shotcrete* (BR = 2308).
8. Lereng 8 biaya resiko dari 2 alternatif perbaikan lereng (dalam ribuan) yang dianggap kuat oleh responders adalah *retaining wall* (BR = 469) *shotcrete* (BR = 1878).
9. Lereng 9 biaya resiko dari 2 alternatif perbaikan lereng (dalam ribuan) yang dianggap kuat oleh responders adalah *retaining wall* (BR = 312) *shotcrete* (BR=1249).
10. Lereng 10 biaya resiko dari 3 alternatif perbaikan lereng (dalam ribuan) yang dianggap kuat oleh responders adalah *retaining wall* (BR = 560), *catch fences* (BR = 184), dan *scalling* (BR = 150).

Dari 10 lereng di atas, berdasarkan pendekatan RMCE pemilihan prioritas dapat dilakukan sebagai berikut:

- Lereng yang paling rawan namun relatif kecil BRnya misalnya lereng di KM 109,3 dengan RHRS 420 dan BR dibawah 200,000,- . Metode perbaikan dipakai *slope screening*. Dapat dipilih juga lereng

KM 77 dan KM 80,2 dengan BR 351,000 dan 312,000 dengan menggunakan metode perbaikan *retaining wall*.

- Atau dipilih beberapa lereng yang paling kecil biaya resikonya (sehingga dapat dibangun perkuatan lereng yang lebih banyak), atau yang relatif tinggi koefisien RHRSnya. Misalnya diambil semua lereng yang nilai BRnya dibawah 300,000 seperti lereng KM.109,5, 109,3, 112 dan 80,23. Dengan pendekatan ini maka akan lebih banyak lereng yang dapat diperbaiki.

Walaupun sistem pengambilan keputusan perbaikan lereng dengan menggunakan metode RHRS dan RMCE telah memberikan informasi yang sistematis dan komprehensif, namun keputusan akhir tetap ditangan manusia si pengambil keputusan.

KESIMPULAN

Berdasarkan metode Rockfall Hazard Rating System (RHRS) diidentifikasi 10 lereng yang rawan/berbahaya bagi pengguna jalan di sebagai berikut: Km 80.2 (kiri), Km 77, Km 109.3, Km 109.5, Km 110, Km 80(kr), Km 80.3 (kr), Km 81, Km 112 dan Km 80.2 (kn). Adapun Nilai RHRSnya bervariasi dari 250 sampai 580 point. Semakin tinggi nilai RHRS makin tinggi kerawanan lereng tersebut bagi pengguna jalan.

Prioritasi perbaikan lereng berdasarkan metode RHRS mengutamakan perbaikan pada lereng yang punya nilai RHRS tertinggi, tanpa mempertimbangkan faktor lainnya seperti faktor biaya. Sedangkan metode *Rockfall Mitigation*

Cost Estimate (RMCE) memberikan alternatif pendekatan perbaikan lereng dengan memasukkan komponen pembiayaan sebagai salahsatu pertimbangannya. Kombinasi RHRS dan RMCE memberikan prosedur yang sistematis dan komprehensif untuk pengambil keputusan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Agus Ika Putra, Helmi Karim, dan M. Yusa dan kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Budetta P, 2004. "*Assessment of rockfall risk along roads*" Publication, USA,
- Clemen, R. T. 1996. *Making Hard Decisions: An Introduction to Decisions Analysis*. 2nd Edition. Brooks/Cole Publishing Co. <https://acc.dau.mil/CommunityBrowser.aspx?id=17743>: *Cost Risk*
- Lynn Kathy, 2000. "*Landslide*" Publication, USA,
- Pierson A. Lawrence, 1993. Vickie Robert Van, "*Rockfall Hazard Rating System*" Publication, USA.
- Riau Pos Koran tahun 2004-2008 tentang kelongsoran tebing di Jalan Lintas Sumbar- Riau.
- Youssef, A. , 2003, Maerz, N. H., and, Fritz, M. A., "*A risk-consequence hazard rating system for Missouri highways*". USA.