

PENANGANAN DAERAH RAWAN LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SHOTCRETE*

Aji Permana Putra, *Email : aji.permana@outlook.com*

Djoko Septanto, *Email : septanto@sttd.ac.id*

Sumantri W. Praja, *Email : praja@sttd.ac.id*

Program Study Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat

ABSTRAK

Keamanan perjalanan kereta api adalah salah satu komponen penting dalam transportasi kereta api. Keandalan infrastruktur kereta api adalah salah satu poin untuk mendukung keselamatan operasi kereta api. Lintas Bandung - Cikampek adalah persilangan yang memiliki kontur geografis yang bervariasi di mana jalan rel kanan - kiri terdapat bukit dan lereng sehingga area antara Stasiun Purwakarta - Stasiun Ciganea termasuk daerah rawan longsor. Seperti yang terjadi di lapangan ada longsor di KM 107 + 100 - KM 107 + 300 yang menyebabkan gangguan perjalanan kereta api. Selain itu, penanganan tanah longsor yang kurang tepat akan menyebabkan potensi bahaya lainnya. Penanganan kemiringan tanah longsor di KM 107 + 100 - KM 107 + 300 menggunakan plester baja dari rel bekas karena longsor dianggap kurang optimal dan mencari alternatif penanganan longsor lainnya. mencari perbandingan dibandingkan menggunakan metode shotcret. Dalam penelitian ini, kami menguji penangan longsor yang telah dilakukan dengan membandingkan penanganan yang dilakukan sesuai dengan ketentuan yang ada antara metode plester baja dari rel yang digunakan dengan metode shotcrete. Penyebab terjadinya longsor karena sudut curam dari 65° dengan ketinggian puncak 15 meter. Imbasnya pada silang diterapkan taspas 5 km / jam untuk mengantisipasi terjadinya longsor mendadak. Dari hasil analisis, ditemukan bahwa metode shotcrete dianggap mampu menangani daerah rawan longsor di KM 107 + 100 - KM 107 + 300. Namun untuk penanganan yang telah dilakukan dengan menggunakan plester baja dari rel bekas. Namun, penanganan ini dianggap tidak optimal karena terbatasnya jumlah rel di sekitar daerah rawan, mengakibatkan dinding plester masih bisa membuat material keluar ke jalan rel.

Kata kunci: Shotcrete, tanah longsor, infrastruktur kereta api

ABSTRACT

Safety of train travel is one of the important components in rail transport. The reliability of the railway infrastructure is one of the points to support the safety of rail operations. Lintas Bandung - Cikampek is a cross that has a varied geographical contours where right - left rail road there are hills and slopes so that the area between Purwakarta Station - Ciganea Station including landslide prone areas. As happened in the field there is an avalanche at KM 107 + 100 - KM 107 + 300 causing disruption of train travel. In addition, the handling of less precise landslides will cause other potential hazards. Landslide slope handling at KM 107 + 100 - KM 107 + 300 using steel plaster from used rail for avalanche is considered less than optimal and to look for alternatives for other landslide handling sought comparison compare using shotcret method. In this study, we examine the landslide handlers that have been done by comparing the handling done in accordance with the existing provisions between the steel plaster method from the used rails with the shotcrete method. The cause of the occurrence of landslide due to the steep angle of the 65° with a peak height of 15 meters. Impact on the cross is applied taspas 5 km / hour to anticipate the occurrence of a sudden landslide. From the result of the analysis, it is found that the shotcrete method is considered to be able to handle the landslide-prone areas at KM 107 + 100 - KM 107 + 300. But for the handling that has been done by using steel plaster from the used rails. However, this handling is considered not optimal because of the limited number of rails

around the vulnerable areas, resulting in the plaster walls can still make the material out to the rail road.

Keyword : Shotcrete, landslide, railway infrastructure

PENDAHULUAN

Prasarana kereta api termasuk salah satu faktor utama dalam kelancaran pengoperasian kereta api, sehingga kondisi dari prasarana harus laik dan aman untuk dilalui kereta api. Apabila tidak laik secara langsung berpengaruh terhadap perjalanan kereta api. Peranan dari prasarana memegang kedudukan yang sangat penting karena prasarana kereta api merupakan salah satu faktor utama dalam kelancaran perjalanan angkutan penumpang dan angkutan barang, oleh karena itu perlu adanya perawatan yang intensif sesuai dengan aturan yang berlaku.

Secara umum wilayah studi praktek kerja lapangan lintas Bandung – Cikampek merupakan daerah yang sebagian besar dataran tinggi pegunungan yang dikelilingi lereng dan perbukitan bergelombang, sehingga banyak terdapat daerah aliran dan resapan air yang berpengaruh terhadap kondisi struktur tanah yang labil. Pada wilayah studi petak jalan Purwakarta – Ciganea sendiri terdapat daerah rawan longsor yang menjadi masalah yang mengganggu perjalanan kereta api yaitu pada KM 107+100 – KM 107+300.

Pada KM 107+100 – KM 107+300 pada bulan September terjadi longsor pada sisi jalan rel dan longsor tersebut menutupi jalan rel dan mengganggu perjalanan kereta api. Penangan dengan memasang turap baja rel bekas di daerah longsor tersebut belum optimal. Dikarenakan turap baja rel bekas tersebut masih belum mampu menahan longsor dan akibatnya terjadi guling dan dikhawatirkan material longsor akan masuk ke daerah ruang bebas kereta api dan menimbulkan masalah berupa terganggunya perjalanan kereta api.

PEMBAHASAN

A. Gambaran Wilayah

Wilayah studi penelitian ini adalah KM 107+100 – KM 107+300 petak jalan antara Stasiun Purwakarta – Stasiun

Ciganea. Kondisi di wilayah studi dari hasil pengamatan secara langsung di dapatkan bahwa sepanjang jalan rel terdapat lereng yang berada di bahu lintas jalan kereta api tersebut.



GAMBAR 1 KONDISI TEBING PADA KM 107

Penanganan yang telah dilakukan adalah dibuatnya turap baja menggunakan rel bekas untuk menahan longsor tanah agar tidak masuk ke ruang bebas kereta api pada lintas tersebut. Tetapi masih saja belum menjadi penanggulang yang tepat sehingga masih ada material longsor yang dapat masuk ke ruang bebas kereta api dan belum ada penangan lebih lanjut untuk mencegah longsor pada lintas tersebut.



GAMBAR 2 PENANGANAN MENGGUNAKAN TURAP BAJA REL BEKAS

Dari data yang di dapat dari resort pada tahun 2016 terdapat 2 titik rawan longsor sepanjang lintas wilayah studi tersebut. Dari data yang

di dapat dari situs resmi BMKG data curah hujan pada bulan agustus di wilayah studi tergolong diatas normal. Di bawah ini merupakan gambar peta distribusi curah hujan Provinsi Jawa Barat pada bulan Agustus 2016.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengamati lokasi longsor pada KM 107+100 – KM 107+300 antara Stasiun Purwakarta – Stasiun Ciganea. Penanganan yang dilakukan di km 107+100 – km 107+300 berupa pemasangan dinding penahan tanah (DPT). Membandingkan beberapa metode yang ada. Kegiatan ini direncanakan dibagi menjadi empat tahap pelaksanaan pekerjaan dimulai dari: identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, dan keluaran (output).

Pengumpulan data merupakan masukan yang berupa informasi baik langsung (primer) maupun tidak langsung (sekunder), karena dengan data tersebut kita dapat melakukan analisis dan pembahasan dalam rangka menyelesaikan suatu masalah. Data sekunder diperoleh dari instansi atau lembaga pemerintah terkait, sedangkan data primer diperoleh langsung melalui survey di lapangan. Metode yang digunakan data pengumpulan data adalah :

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi – instansi terkait, dan penelusuran literatur yang sesuai dengan kebutuhan analisis. Data tersebut digunakan untuk mendukung dan menjadi pelengkap bagi data primer dalam melakukan analisis terhadap permasalahan.

Data – data yang termasuk dalam data sekunder yaitu :

1. Peta kondisi jalan rel
2. Data daerah rawan
3. Data curah hujan
4. Data gambar melintang daerah longsor
5. Data uji tanah dari PT. KAI (Persero)

Data primer merupakan kunci utama dalam melakukan penelitian, karena didapat dari hasil pengamatan langsung dilapangan dan wawancara terhadap narasumber.

Pengamatan yang dilakukan adalah pengamatan terhadap daerah yang longsor pada km 107.

Data primer berupa :

1. Pengamatan langsung dilapangan tentang longsor tebing pada km 107+100 – km 107+300 petak jalan Purwakarta – Ciganea.
2. Pengamatan visual untuk mencari karakteristik tanah dan kondidi di wilayah studi.
3. Wawancara dengan pihak Resort jalan rel Purwakarta .

Dalam melakukan penanganan longsor dilakukan beberapa analisa agar penanganan yang dilakukan sehingga mendapatkan hasil penanganan yang baik.

1. Analisa Penyelidikan Longsor

Penyelidikan longsor dilakukan dari dua segi yang berbeda antara ahli geologi dan teknik sipil.

Usaha penanggulangan akan berhasil baik apa bila perencanaan didukung oleh penyelidikan dan pengujian yang baik. Data akan diperoleh dengan baku apabila dilakukan dengan tahap-tahap penyelidikan yang benar. Tahapan penyelidikan gerakan tanah terdiri atas tahap persiapan, tahap penyelidikan pendahuluan dan tahap penyelidikan terinci. Penyelidikan yang dilakukan mencakup pengujian di lapangan dan di laboratorium.

a. Persiapan

Sebagai bahan pertimbangan dalam melaksanakan pekerjaan penyelidikan, perlu dilakukan persiapan dengan jalan mempelajari data yang tersedia. Data berupa peta topografi, data curah hujan, dan laporan yang pernah dibuat sebelumnya. Dengan melakukan pekerjaan tersebut akan di peroleh tafsiran umum tentang gerakan tanah.

b. Penyelidikan Pendahuluan

Kegiatan ini dimaksudkan untuk mendapat gambaran umum daerah longsor. Gambaran tersebut mencakup luas daerah yang longsor, jenis longsor, dan penyebab longsor. Perlu juga di pelajari bila telah dilakukan penanganan yang pernah dilakukan pada lokasi

tersebut, apakah berhasil atau tidak. Kegiatan yang dilakukan dalam penyelidikan pendahuluan ini adalah pengamatan visual secara langsung terhadap lokasi longsor.

c. Penyelidikan Terinci

Penyelidikan terinci ini merupakan hasil dari data lapangan dan data laboratorium. Dalam penyelidikan ini diantaranya mendapatkan data pengujian bor log dan juga pengamatan secara langsung terhadap kondisi tanah di lapangan.

4. Analisa Penanganan Longsor

Penanganan longsor yang baik adalah penanganan yang dapat mengatasi masalah dengan tuntas. Sebelumnya pada lokasi ini telah dilakukan penanganan dengan melakukan pemasangan turap baja dari rel bekas, tetapi untuk penanganan menggunakan turap baja dari rel bekas masih belum bisa menyelesaikan masalah. Oleh karena itu penulis mengajukan untuk penanganan menggunakan metode shotcrete. Karena shotcrete memiliki kekuatan Tarik yang besar dan juga dapat mengatasi hingga kelandaian 90° . Mencari terlebih dahulu nilai faktor keamanan dari lereng yang di dapatkan dengan cara *trial error*. Setelah itu mencari nilai faktor keamanan setelah dilakukan perkuatan dengan metode shotcrete.

C. Hasil Penelitian

1. Penyebab Terjadinya Longsor

Pada KM 107+100 – KM 107+300 antara Stasiun Purwakarta – Stasiun Ciganea adalah daerah rawan longsor dan terjadi karena kondisi tanah pada daerah tersebut mengalami pergerakan tanah yang cukup cepat dan bersifat aktif. Faktor – faktor penyebab terjadinya longsor akibat pergerakan lereng pada permukaan tanah adalah:

- a. Keadaan Lereng
Sudut lereng cukup curam yakni 65° dengan puncak ketinggian 15 meter dan keadaan medan terdiri dari pegunungan dan perbukitan dengan kondisi tanah yang kurang mantap.
- b. Drainase
Adanya aliran air atau drainase merupakan faktor penyumbang terbesar

yang akan mengakibatkan berkurangnya kuat geser tanah. Bila drainase mampet dan tidak mengalirkan air maka tanah dasar akan mendorong lereng dan mengalami penurunan yang diakibatkan adanya aliran air tersebut dan sangat berpotensi menyebabkan terjadinya longsor.

c. Penanganan yang Telah Dilakukan

Penanganan longsor pada lokasi tersebut adalah dilakukannya pemasangan turap baja dengan rel bekas untuk menahan longsor dari lereng yang ada. Longsor yang terjadi pada daerah tersebut dapat menyebabkan terganggunya perjalanan kereta api. Pada lokasi longsor tersebut juga terdapat pos penjagaan yang berfungsi untuk melaporkan ke stasiun terdekat dan juga resort jalan dan rel untuk ditangani lebih lanjut jika longsor terjadi. Penulis menilai penanganan metode turap baja dari rel bekas masih belum bisa menjadi solusi utama, karena masih terjadi masuknya material tanah ke daerah jalan rel dan dapat beresiko besar terjadinya PLH (Peristiwa Luar Biasa Hebat). Oleh karena itu di daerah tersebut dilakukan taspas hingga 5 km/jam agar menghindari longsor secara tiba tiba.

2. Dampak Terjadinya Longsor

Faktor yang mempengaruhi longsor diantaranya adalah beban yang melebihi daya dukung tanah, kadar air yang tinggi sehingga menurunkan daya dukung tanah. Selain itu getaran yang ditimbulkan kereta api pada saat melewati tubuh baan yang labil juga dapat mengakibatkan gerakan tanah akibat dari getaran kereta api yang diberikan pada tanah labil. Sehingga lereng pada permukaan tanah akan mengalami penurunan yang mengakibatkan terjadinya longsor karena daya dukung tanah tersebut tidak mampu menahan dan memikul berat beban sendiri maupun beban dari luar yaitu beban yang diakibatkan karena getaran kereta api pada saat melintas. Dari bahaya terjadinya longsor dapat

menyebabkan PLH (Peristiwa Luar Biasa Hebat) pada Kereta Api serta menyebabkan ketidaknyamanan pada perjalanan Kereta api yang melintas pada lintas tersebut. Selain hal tersebut pada daerah rawan tersebut di berlakukan taspas hingga 5 km/jam.

3. Analisa Pemilihan penanganan longsor

a. Turap Baja dari Rel bekas

Pada daerah rawan longsor KM 107+100 – KM 107+300 digunakan penanganan dengan menggunakan metode turap baja dari rel bekas. Turap baja merupakan konstruksi yang dapat menahan tekanan tanah di sekitarnya, dan mencegah longsor. Turap baja dari rel bekas terdiri dari beberapa batang rel yang di pancangkan ke dalam tanah. Dan membentuk formasi dinding vertical yang berguna menahan tanah. Tetapi metode turap baja ini dinilai kurang optimal dikarenakan masih terjadi masuknya material longsor ke sekitar jalan rel.

Kelebihan turap baja dari rel bekas :

- 1) Mudah dalam pemasangan
- 2) Memiliki kekuatan yang kuat
- 3) Dapat dibongkar

Kekurangan turap baja dari rel bekas :

- 1) Bahan turap dari rel yang berat
- 2) Sulit disambung jika kedalaman pemancangan panjang
- 3) Jumlah rel bekas yang sedikit

b. Dinding penahan tanah shotcrete

Shotcrete banyak diaplikasikan karena cocok digunakan di berbagai tipe tanah dan batuan, mudah dioperasikan karena hanya butuh 1 orang operator, dapat mengeras dengan sangat cepat. Pada beberapa percobaan shotcrete dengan penggunaan campuran tambahan, shotcrete dapat mengeras dalam waktu 1 jam. Tingkat kekuatannya juga melebihi campuran beton yang dikenal oleh orang awam. Dalam waktu 1 – 6

jam, sebuah dinding yang disemprot dengan shotcrete mampu menahan tabrakan dari alat berat sejenis wheel loader, dan hanya tergores sedikit di permukaannya, serta mampu menahan getaran peledakan yang mempunyai tekanan dari puluhan sampai ratusan ribu psi per detik.

Kelebihan shotcrete adalah :

- 1) Tidak memerlukan kaki beton.
- 2) Ketebalannya tipis hanya 75mm.
- 3) Mempunyai kekuatan tarik yang besar.
- 4) Tahan terhadap air.
- 5) Dapat mengatasi lereng dengan kelandaian mencapai 90°

Kekurangan shotcrete adalah :

- 1) Keterbatasan terhadap mesin
- 2) Biaya untuk penanganan yang besar
- 3) Jangka waktu beton di mesin yang tidak tahan lama

4. Penanggulangan Permanen

Penanggulangan permanen yang dilakukan yaitu menggunakan metode shotcrete, mempunyai tahapan pelaksanaan pekerjaan yaitu :

a. Persiapan Permukaan

Sebelum dilakukan pekerjaan penyemprotan, permukaan lereng atau bidang yang akan diberi perkuatan perlu dibersihkan terlebih dahulu terhadap berbagai kotoran yang dapat menyebabkan ikatan shotcrete kekuatannya tidak seperti yang diharapkan. Permukaan yang akan diberi tembakan shotcrete perlu dibersihkan hingga kedalaman dasar shotcrete. Persiapan yang dilakukan yaitu:

- 1) Permukaan lereng yang akan di shotcrete diratakan terlebih dahulu menggunakan alat bantu
- 2) Permukaan lereng dibersihkan dan dibasahi dengan alat penyemprot udara dan air bertekanan udara.

b. Pembuatan Drainase pada Lereng (untuk perkuatan lereng)

Pada bagian atas dan ujung bawah lereng perlu diberi saluran drainase lereng sebagai saluran pembuangan air dari sekitar lereng. Sistem drainase lereng perlu dipisahkan dari sistem drainase yang sudah ada sehingga aliran air terpisah.

c. Pemasangan *Nail*

Tahapan umum pelaksanaan pemasangan *nail* adalah sebagai berikut :

1) Pemboran

Pemboran dilaksanakan dengan sudut 15° dari arah horizontal dengan sistem “*wash boring*”, kedalaman bor sampai dengan 1 sesuai yang telah ditentukan konsultan perencana. Posisi masing-masing *nail* yaitu jarak 2 meter arah vertikal dan horizontal.

2) Flushing

Setelah pemboran selesai, lubang bor dicuci sehingga diharapkan semua lumpur sisa pengeboran keluar dari lubang bor. Pencucian dilaksanakan dengan memompakan air ke dalam lubang bor melalui tremie berupa pipa PVC.

3) Pemasukan Deform Bar

Setelah lubang bor bersih dari lumpur, deform bar dimasukkan ke dalam lubang bor. Untuk menjamin posisi deform bar pada tengah-tengah lubang, pada beberapa tempat sepanjang deform bar dibuatkan dan dipasang centralizer.

4) Grouting

Grouting dilaksanakan dengan campuran air semen yang menghasilkan *compressive strength* atau mutu mortar k225. Karena bahan *grouting* adalah campuran air dan semen, maka susut tidak bisa

dihindari, oleh sebab itu pengulangan *grouting* (pengisian air semen) kembali ke dalam lubang bor hingga penuh.

d. Pemasangan Kawat Baja (*Wire Mesh*)

Untuk memperkuat shotcrete diperlukan pemasangan anyaman kawat agar kekuatan tariknya menjadi lebih besar sehingga tidak mengalami runtuh. Dalam proses pemasangan kawat baja (*wire mesh*), dikaitkan dengan paku yang ditancapkan pada permukaan lereng, dan dibawah tulangan / *wire mesh* diberi “beton decking” supaya tidak menempel ke permukaan lereng. Beton decking atau biasa disebut dengan tahu beton adalah beton atau spesi yang dibentuk sesuai dengan ukuran selimut beton yang diinginkan. Biasanya berbentuk kotak-kotak atau silinder, berfungsi untuk menjaga tulangan agar sesuai dengan posisi yang diinginkan. Bisa dibidang berfungsi untuk membuat selimut beton sehingga besi atau tulangan akan selalu diselimuti beton yang cukup, sehingga didapatkan kekuatan maksimal dari bangunan yang dibuat, dan juga menjaga agar tulangan pada beton tidak berkarat (korosi).

e. Permukaan *Shotcrete*

1) Untuk *shotcrete* yang tidak terbebani atau struktur dengan pembebanan terbatas, baik untuk interior maupun eksterior, ketebalannya 75 mm. Ketebalan *shotcrete* harus dipastikan agar memenuhi persyaratan minimum dengan menggunakan alat bantu seperti benang, lidi pengatur ketebalan atau

alat bantu lain yang dapat diterima oleh Direksi Pekerjaan. Alat bantu tersebut harus dipasang menonjol tegak lurus terhadap bidang sehingga ketebalan minimum dapat tercapai dan alinyemen terhadap permukaan *shotcrete* sesuai dengan gambar rencana. Jarak maksimum alat bantu adalah sama dengan jarak antara *nail*. Bila digunakan benang sebagai alat bantu maka harus dipastikan benang terpasang dengan kencang, lurus, dan ditempatkan sedemikian rupa sehingga memungkinkan dilakukan pengencangan kembali. Benang tersebut harus dilepaskan setelah selesai menempatkan *shotcrete*.

2) Penempatan atau Penyemprotan *Shotcrete*
 Penempatan *shotcrete* dilakukan dari bawah ke atas untuk mencegah terjadinya *rebound* yang berlebihan. *Nozzle* penyemprot diarahkan pada bidang kerja hingga mencapai ketebalan rencana dan dilakukan secara tegak lurus *rebound* minimal dan diperoleh kepadatan maksimum. Tulangan harus dipastikan bersih dan *shotcrete* ditempatkan di belakang tulangan sehingga dapat mencegah terjadinya rongga atau penumpukan pasir kosong.

f. Perbaiki Permukaan
 Untuk *shotcrete* yang memenuhi persyaratan kekuatan namun memiliki permukaan tidak rapi, dapat diperbaiki dengan :

- 1) Menyikat permukaan dengan sikat besi untuk membersihkan material.
- 2) Bila *shotcrete* telah mengeras, persiapan permukaan ditunda selama 24 jam, kemudian permukaan disiapkan dengan sand blast atau tembakan air bertekanan untuk membersihkan semua material. Penyemprotan harus dilakukan dengan tekanan yang tidak terlalu tinggi karena jika digunakan tekanan berlebih, dapat menyebabkan lemahnya ikatan beton.

g. *Shotcrete* yang Cacat
Shotcrete yang tidak sesuai spesifikasi dan mengalami kegagalan saat diuji, dapat

$c = 25 \text{ kN/m}^2$ $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 25^\circ$
--

diperbaiki dengan penempatan *shotcrete* tambahan atau dibongkar untuk diganti dengan *shotcrete* yang baru.

- h. Pemasangan Plat Penguat
 Tahapan terakhir dalam pelaksanaan *shotcrete* adalah pemasangan plat penguat serta pengencangan baut pada ujung *deform bar*.
- i. Perawatan (curing)
Shotcrete dijaga kelembabannya selama 7 hari setelah ditempatkan agar kualitas *shotcrete* dapat seperti yang diharapkan. Perawatan dilakukan dengan pemberian air untuk menjaga kelembaban *shotcrete*, namun harus dijaga agar tidak terlalu basah yang dapat menyebabkan lapisan *shotcrete* terbawa aliran air.

- j. Analisa stabilitas lereng dengan kekuatan *Shotcrete* Sebelum melakukan pemasangan kita mencari sudut aman dari lereng untuk menentukan faktor keamanan yang stabil sebagai acuan untuk perhitungan berikutnya dalam hal ini dilakukan dengan *trial error*. Penulis mencoba memakai sudut 35° dalam hal ini.

$$FK = \frac{M_R}{M_D}$$

$$= \frac{c \cdot \phi \cdot L}{Wx}$$

$$= \frac{c \cdot \phi \cdot R^2}{Wx}$$

$$W = 80,6 = 80,6 \cdot 20 = 1612 \text{ kN}$$

$$FK = \frac{25.2.094.(17^2)}{1612.8,5}$$

$$= 1,1$$

Faktor keamanan dari pemasangan nail bars

$$FoS = \frac{cL_f + W \cos \alpha \tan \phi + (\sum T_i \sin \alpha - \sum V_i \cos \alpha) \tan \phi}{W \sin \alpha - \sum T_i \cos \alpha - \sum V_i \sin \alpha}$$

$$FoS = \frac{25.26,15 + 1612 \cdot \cos 35 \tan 25 + (\sum 40,135 \cdot \sin 35 - \sum 0,367 \cdot \cos 35) \tan 25}{1612 \sin 35 - \sum 83,88 \cos 35 - \sum 1,54 \sin 35}$$

$$= 1,74$$

Dari perhitungan faktor keamanan mendapatkan nilai 1,74 sama dengan nilai faktor keamanan yang diasumsikan dai awal perhitungan yaitu 1,1, maka keadaan lereng sudah dapat dikatan aman setelah di tangani dengan metode shotcrete.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan terhdap penaganan longsor di km 107+100 – km 107+300 antara Stasiun Purwakarta dengan Stasiun Ciganea diperoleh kesimpulan antara lain :

- a. Penyebab terjadinya longsor dikarenakan sudut lereng yang curam yaitu 65° dengan puncak ketinggian mencapai 15 meter. Berdampak pada lintas tersebut di terapkan taspat 5

km/jam untuk mengantisipasi terjadinya longsor secara tiba-tiba.

- b. Dari analisa dan pembahasan pada bab – bab terdahulu di dapatkan bahwa metode shotcrete dianggap dapat menangani daerah rawan longsor pada KM 107+100 – KM 107+300. Namun masih memiliki kekurangan yaitu masalah dengan biaya yang mahal. Oleh karena itu metode yang digunakan masih menggunakan metode turap baja dari rel bekas karena dinilai lebih murah tidak perlu biaya pengadaan.

SARAN

Berdasarkan dari analisa diajukan saran – saran sebagai berikut:

Apabila dilakukan penanganan dengan menggunakan metode turap baja dari rel bekas berupa barisan pancangan rel masih ada material dari longsor yang masuk ke area jalan rel yang dapat menyebabkan terganggunya perka dikarenakan minimnya jumlah rel bekas yang ada disekitar daerah rawan longsor menyebabkan barisan turap baja rel bekas yang masih memiliki rongga. Sedangkan metode shotcrete dapat dianggap menangani masalah masuknya material dari longoran ke jalan rel karena model metode *shotcrete* yang bersifat menyelimuti lereng sehingga dianggap dapat mengatasi masalah tersebut. Oleh karena itu penulis menyarankan untuk penanganan menggunakan metode *shotcrete* meskipun memiliki biaya mahal dan waktu pekerjaan yang harus cepat karena dianggap bisa menangani masalah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, *Petunjuk Perencanaan Penanggulangan Longsor*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- American Petroleum Institute. (2003), *Working Stress Design*, Amerika.
- ASTM A615- 1999, *Standard specification for deformed and plain*.

- Bowles, Joseph E. (1997), *Foundation Analysis and Design*, Mc Graw, New York.
- Craig, R.F. (1994), *Mekanika Tanah*, diterjemahkan dari Bahasa Inggris oleh S Budi, UI Fakultas Teknik, Jakarta.
- Chandra, Adhe, 2014. “*Kajian Penanganan Longsor Tebing KM 74+100 (Studi Kasus Petak Jalan Citeras-Rangkasbitung)*”, KKW, A.Md, KA, Jurusan Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat, Bekasi.
- Das, Braja M. (1995), *Mekanika Tanah 1*, Erlangga, Jakarta.
- Geotech Ground Engineering. 2010, Shotcrete Project. Diakses pada 17 juli 2017, geotect.net.nz/geotech-case-sudy-shotcreting
- Hardiyatmo, H. C. (2012), *Tanah Longsor dan Erosi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

