

Tenaga Ahli Pekerjaan Rehabilitasi pada Longsoran Ruas Bts. Luwu Selatan – Bts. Kota Makale

Andri Irfan Rifa'i

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Internasional Batam
Email: andri.irfan@uib.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 22 Oktober 2023

Disetujui : 27 Oktober 2023

DOI:

10.37253/landmark.v1i2.8630

Kata Kunci :

Rehabilitasi Longsoran,
Tenaga Ahli Pekerjaan,
Infrastruktur Jalan

ABSTRAK

Pengabdian kepada masyarakat ini berfokus pada peran tenaga ahli dalam pekerjaan rehabilitasi di daerah longsoran pada ruas jalan antara Bts. Luwu Selatan dan Bts. Kota Makale. PkM ini bertujuan untuk memberikan kontribusi nyata terhadap pemulihan infrastruktur setelah terjadinya longsor dan meningkatkan keterampilan serta pengetahuan tenaga ahli yang terlibat dalam proyek tersebut. Metodologi pengabdian mencakup observasi langsung ke daerah longsoran. Hasil dari kegiatan ini diharapkan dapat memberikan solusi efektif dalam rehabilitasi jalan, serta memberdayakan tenaga ahli untuk meningkatkan kapasitas dalam menghadapi tantangan pekerjaan sejenis di masa depan. Kegiatan ini tidak hanya mendukung pemulihan infrastruktur, tetapi juga bertujuan untuk mendorong pembangunan berkelanjutan dan peningkatan kualitas hidup masyarakat setempat.

ARTICLE INFO

Article History :

Received: 22 October 2023

Accepted: 27 October 2023

DOI:

10.37253/landmark.v1i2.8630

Keywords:

Landslide Rehabilitation,
Expert Workforce,
Road Infrastructure

ABSTRACT

This community service focuses on the role of experts in rehabilitation work in landslide areas on the road between Bts. South Luwu and Bts. Makale City. This PkM aims to make a real contribution to infrastructure recovery after landslides and improve the skills and knowledge of experts involved in the project. The service methodology includes direct observation of landslide areas. The results of this activity are expected to provide effective solutions in road rehabilitation, as well as empowering experts to increase capacity in facing similar work challenges in the future. This activity not only supports infrastructure recovery, but also aims to encourage sustainable development and improve the quality of life of local communities.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan berbagai kondisi alam yang berbeda. Setiap pulau memiliki jenis alam dan keunikan tersendiri. Sulawesi adalah salah satu pulau besar yang batuanannya terbentuk dengan usia termuda. Tantangan alam di pulau ini cukup tinggi, selain memiliki gunung api yang aktif, juga terbentuk dari batuan muda yang mudah bergerak (Zhao, 2021). Peristiwa tanah landslide atau dikenal dengan gerakan massa tanah, batuan, atau kombinasinya, sering terjadi pada lereng alami atau lereng non alami di berbagai lokasi. Kejadian tersebut sebenarnya merupakan fenomena alam, yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhi dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah (Li, et al., 2022). Adapun faktor yang mempengaruhi tanah landslide diantara adalah kemiringan lereng, tekstur tanah, permeabilitas tanah, pelapukan batuan, kedalaman efektif tanah, kerapatan torehan, keadaan muka air tanah, dan curah hujan sedangkan faktor non alami penggunaan lahan dan kerapatan vegetasi.

Bencana alam tanah berupa landslide sering melanda area jalan nasional di beberapa wilayah Indonesia. Kabupaten Toraja Utara adalah salah satu area yang sering terjadi bencana alam berupa tanah landslide (Ahmad, Poch, Lopulisa, Imran, & Baja, 2018). Kondisi tersebut karena sebagian wilayahnya berupa lereng dan pegunungan. Sepuluh tahun terakhir mulai tahun 2012 sampai tahun 2021 sering terjadi landslide ketika musim hujan tiba. Kejadian akan semakin sering khususnya pada bulan desember dengan curah hujan yang cukup tinggi (Zhang, et al., 2021). Landslide berulang di badan jalan tersebut menyebabkan kerugian materi dan rusaknya fungsi layanan transportasi. Gangguan kondisi jalan pada suatu titik dapat mempengaruhi tingkat layanan jalan secara keseluruhan (Rifai & Handayani, 2016). Jalan nasional di area Toraja Utara mempunyai karakteristik lahan dengan bentuk berbukit dan pegunungan. Keterbatasan jaringan jalan yang tersedia di wilayah tersebut, menyebabkan lemahnya ketahanan layanan transportasi dan logistic.

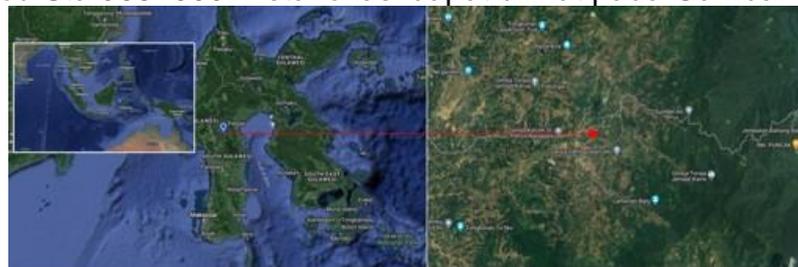
Potensi landslide di mountain road Toraja dapat disebabkan oleh gerakan massa tanah. Gerakan tersebut dapat dibedakan menjadi faktor kontrol dan merupakan proses pemicu perubahan (Sun, et al., 2022). Faktor kontrol merupakan kondisi suatu lereng menjadi rentan atau siap bergerak. Faktor tersebut meliputi kondisi morfologi, struktur geologi, geohidrologi dan penggunaan lahan. Selanjutnya adalah pemicu Gerakan, factor ini merupakan proses yang mengubah suatu lereng dari kondisi rentan atau siap bergerak menjadi dalam kondisi kritis dan akhirnya bergerak (Tang, et al., 2020). Umumnya proses tersebut meliputi proses infiltrasi hujan, getaran gempa bumi ataupun kendaraan, serta aktivitas manusia yang mengakibatkan perubahan beban ataupun penggunaan lahan pada lereng. Sifat fisik tanah di Toraja terbentuk dari partikel dengan butiran halus, material lepas, dan pelapisan batuan yang lapuk (Kumar & Chandrasekaran, 2022). Tanah landslide paling sering terjadi di lereng–lereng yang terdiri dari lapisan batuan yang kedap air. Permukaan lapisan yang kedap air tergerus hingga menjadi licin, dengan akibat bahwa di bawah pengaruh berbagai faktor dari luar, dimana lapisan– lapisan lain yang terletak di atasnya akan tergelincir.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan suatu usaha perkuatan tebing baik dengan cara konvensional maupun dengan geotekstil (Prambauer, Wendeler, Weitzenböck, & Burgstaller, 2019). Beberapa metode perkuatan yang dapat dilakukan dengan material geotekstil adalah dengan menggelar lembaran geocell, dengan strip reinforcement, atau dengan sheet reinforcement geotextile. Untuk menjaga dan menanggulangi kelandslide yang terjadi di jalan nasional area Toraja diperlukan langkah-langkah praktis. Salah satu potensi pengembangan reinforced akibat landslide dapat digunakan geotekstil. Geotekstil merupakan geosintetik permeabel yang terdiri dari anyaman tekstil, yang berupa lembaran sintesis yang tipis, fleksibel, berpori yang digunakan untuk stabilisasi dan perbaikan tanah. Pemilihan geotekstil untuk perkuatan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal geotekstil terdiri dari kuat tarik geotekstil, sifat perpanjangan, struktur geotekstil dan daya tahan terhadap faktor lingkungan. Sedangkan faktor eksternal, adalah jenis bahan timbunan yang berinteraksi dengan geotekstil. Pemilihan jenis struktur geotekstil dapat dilihat dari jenis perkuatan *woven* dan *non-woven* (Broda, et al., 2017).

Kondisi lingkungan juga memberikan reduksi terhadap kuat tarik geotekstil karena reaksi kimia terhadap geotekstil dan lingkungan sekitarnya. Sinar ultra violet, air laut, kondisi asam atau basah serta mikro organisme seperti bakteri dapat mengurangi kekuatan geotekstil. Waktu pembebanan juga mengurangi kekuatan geotekstil karena akan terjadi degradasi pada geotekstil oleh karena faktor fatigasi dan angin (Veylon, Stoltz, Mériaux, Faure, & Touze-Foltz, 2016). Untuk menutupi kekurangan tersebut, tidak seluruh kuat tarik geotekstil yang tersedia dapat dimanfaatkan dalam perencanaan konstruksi perkuatan. Material yang digunakan untuk pembuatan geosintetik umumnya dihasilkan oleh industri plastik seperti polimer, karet, fiber- glass, dan material alam yang terkadang dipakai. Berbagai kondisi tersebut menjadi alasan untuk dilakukan penulisan tentang metoda pemilihan dan pelaksanaan reinforced lereng di mountain road Toraja. Paper ini bertujuan menguraikan metoda pelaksanaan pekerjaan reinforced lereng untuk menangani landslide yang terjadi pada road maintenance di Toraja.

2. Metode

Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di mountain road di Toraja- Indonesia. Lokasi objek Abdimas yang akan dianalisis yaitu ruas jalan Palopo- Rantepou Sta 368+500. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Pengabdian kepada Masyarakat

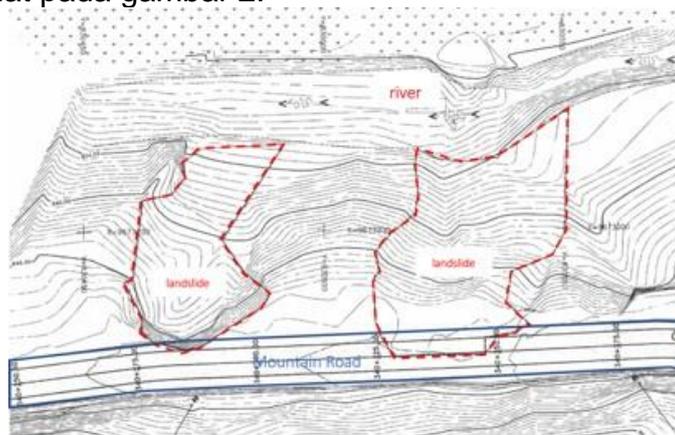
Data primer yang dibutuhkan dalam kegiatan ini adalah Cross Section tebing. Didapatkan dari hasil survey pemetaan menggunakan theodolite, rambu ukur, kertas, meteran, dan alat tulis. Hasil survey berupa Gambar denah dan tampak melintang sungai yang nantinya akan menjadi acuan dalam menganalisis lereng tersebut. Selanjutnya data sekunder yang diperlukan adalah data tanah dengan parameter nilai ϕ' , c' , σ' , τ . Terakhir adalah data material geotekstil yang digunakan serta data kegempaan dari peta zonasi gempa Indonesia.

Analisis data dilakukan pada stabilitas lereng sebelum dan sesudah landslide serta analisa lereng perkuatan. Setiap tahap dilakukan pemodelan yang sama untuk dibandingkan. Pemodelan yang dilakukan pada analisis stabilitas lereng dimulai dengan evaluasi beban vertical menggunakan Geoslope tools Surcharge Load. Selanjutnya melakukan analisa variasi muka air tanah menggunakan tools Pore Water Pressure. Terakhir adalah melakukan analisis gempa vertical menggunakan tools Seismic Load. Pada bagian akhir result and discussion akan diuraikan mengenai metoda pelaksanaan perbaikan lereng di lapangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Data dan Stabilitas Lereng

Analisis data pengukuran lereng dilakukan dengan melakukan survey topografi lereng menggunakan alat theodolite, statif, rambu ukur, meteran, alat tulis. Sedangkan untuk mengolah data pengukuran menggunakan program Microsoft Excel, dan AutoCAD. Dari hasil pengukuran survey pemetaan, data yang didapat pertama kali hanya ditulis di kertas menggunakan alat tulis. Data yang didapat tersebut lalu di masukan ke program Microsoft Excel untuk di rapikan dan di analisis menggunakan rumus-rumus yang telah disediakan sebelumnya. Setelah didapatkan hasil perhitungan seperti diatas, lalu hasil tersebut digambarkan menggunakan program AutoCAD untuk mendapatkan gambar tampak Cross Section dan kontur dari lereng tersebut. Hasil penggambaran melintang dan kontur lereng dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Layout dan kontour

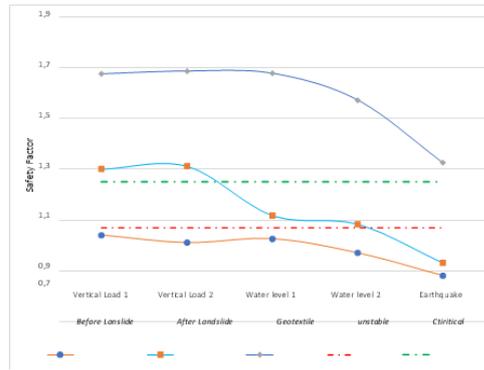
Stabilitas lereng yang dianalisis menggunakan program Geoslope pada penelitian ini meliputi, analisis stabilitas lereng sebelum landslide, analisis stabilitas lereng kondisi eksisting, dan analisis stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil.

Dengan masing-masing menggunakan 2 variasi beban vertikal, 2 variasi muka air tanah, dan gempa. Metode yang digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng adalah Fellenius Sliced Method. Digunakan Fellenius Sliced Method karena metode ini dapat menghasilkan faktor aman yang lebih rendah dari cara hitungan yang lebih teliti. Besarnya nilai kesalahan dapat tergantung dari faktor aman, sudut pusat lingkaran yang dipilih, dan besarnya tekanan air pori. Walaupun analisis ditinjau dalam tinjauan tegangan total, kesalahan analisis masih merupakan fungsi dari faktor aman dan sudut pusat dari lingkaran. Cara ini telah banyak digunakan dalam praktek, karena cara hitungan sederhana dan kesalahan hitungan yang dihasilkan masih pada sisi yang aman.

Pada analisis stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil, bentuk geometri lereng yang di analisis menggunakan program Geoslope adalah geometri lereng asli yang sebelumnya telah dilakukan survey topografi lereng di lokasi landslide, yang telah ditambah dengan timbunan baru. Untuk perhitungan perkuatan geotekstil dilakukan perhitungan manual untuk mencari kuat tarik yang terjadi, tegangan horizontal, panjang penjangkaran, dan sebagainya. Sedangkan jarak antar geotekstil diasumsikan. Berdasarkan hasil perhitungan diatas panjang penjangkaran bawah dan atas ($LB = LT$) sebesar 15 m, dan panjang geotekstil overlapping (L_o) dipakai panjang minimum sebesar 1 m. Setelah menganalisis desain perkuatan geotekstil dengan perhitungan manual, lalu menganalisis stabilitasnya menggunakan program Geoslope dengan 2 variasi beban vertikal, 2 variasi muka air tanah, dan gempa untuk mencari safety factor.

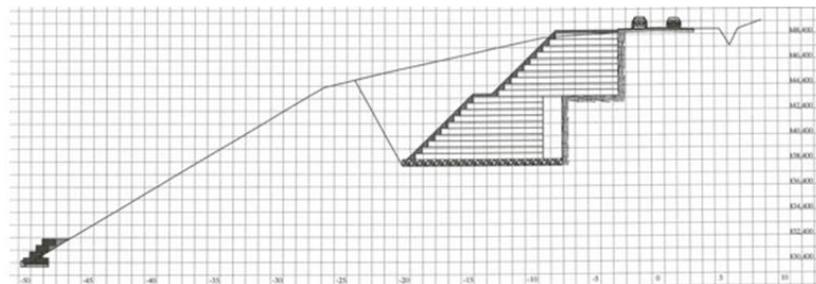
Penelitian ini menitikberatkan pada perbandingan antara safety factor pada lereng sebelum landslide, lereng kondisi eksisting, dan lereng dengan perkuatan geotekstil, juga permasalahan pada penggunaan geotekstil yang tidak berfungsi secara optimal yang diperlukan perencanaan ulang menggunakan program Geoslope. Pada lereng sebelum landslide, hasil analisis menggunakan program Geoslope didapatkan SF lereng setelah landslide dengan variasi beban vertikal 1, dan beban vertikal 2 adalah 1,041 dan 1,012. Karena $SF \leq 1,07$, maka lereng unstable. Variasi muka air tanah 1, dan muka air tanah 2 adalah 1,027 dan 0,971. Karena $SF \leq 1,07$, maka lereng labil. Sedangkan gempa didapatkan SF sebesar 0,882. Karena $SF \leq 1,07$, maka lereng unstable.

Berdasarkan analisis menggunakan program Geoslope lereng setelah landslide didapatkan SF dengan variasi beban vertikal 1, dan beban vertikal 2 adalah 1,301 dan 1,312. Karena $SF \geq 1,25$, maka landslide jarang terjadi. Variasi muka air tanah 1, dan muka air tanah 2 adalah 1,119 dan 1,084. Karena SF antara 1,07 sampai 1,25, maka lereng keadaan kritis. Sedangkan gempa didapatkan SF sebesar 0,932. Karena $SF \leq 1,07$, maka lereng labil. Hasil perencanaan menggunakan perkuatan geotekstil pada lereng dengan mengubah sedikit geometri dari lereng asli setelah landslide, didapatkan SF variasi beban vertikal 1, dan beban vertikal 2 adalah 1,675 dan 1,686. Karena $SF \geq 1,25$, maka landslide jarang terjadi. Variasi muka air tanah 1 dan muka air tanah 2 adalah 1,677 dan 1,572. Karena $SF \geq 1,25$, maka landslide jarang terjadi. Sedangkan gempa didapatkan SF sebesar 1,326. Karena $SF \geq 1,25$, maka landslide jarang terjadi. Hasil dari perencanaan ini relatif stabil. Sebagai perbandingan SF sebelum dan sesudah landslide, serta setelah dilakukan perkuatan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik angka keamanan perhitungan

Setelah menganalisis desain perkuatan geotekstil dengan perhitungan manual, lalu menganalisis stabilitasnya menggunakan program Geoslope dengan 2 variasi beban vertikal, 2 variasi muka air tanah, dan gempa untuk mencari SF di atas maka desain pemasangan geotextile dapat diilustrasikan seperti pada gambar 4. Panjang geotekstil pada lereng atas dibuat hampir seragam, sedangkan pada lereng bawah dibuat berbeda- beda. Penggunaan geotekstil tersebut lebih efisien karena tidak terjadi pemborosan geotekstil pada lereng bawah dan geotekstil pada lereng atas juga lebih berfungsi dalam meningkatkan nilai SF lereng secara keseluruhan.



Gambar 4. Illustration geotextile instalment

Analisa berjenjang dengan kombinasi aplikasi dan manual menghasilkan safety factor yang dapat diimplementasikan. Hal tersebut menunjukkan adanya peningkatan setelah diberi perkuatan geotekstil. Meskipun demikian, kondisi ini dapat menjadi kurang efisien apabila terjadi pemborosan geotekstil. Kondisi tersebut dapat terjadi apabila penentuan Panjang geotextile tidak optimal. Misalnya adalah installment geotextile pada lereng atas tidak mencapai bidang landslide, sedangkan panjang geotekstil pada lereng bawah mengalami kelebihan. Oleh karena itu diperlukan perencanaan yang matang dengan mengurangi panjang geotekstil pada lereng bawah dan menambah panjang geotekstil pada lereng atas.

4.2 Implementation of Reinforced with Geotextile

Saat ini geotextile adalah material yang paling banyak digunakan pada pekerjaan perkuatan tanah. Oleh karena itu, para teknisi lapangan harus paham betul prosedur dalam pemasangan Geotextile yang baik dan benar, bahkan saat ini cukup banyak dokumen yang dapat dijadikan acuan dalam pelaksanaan pekerjaan perkuatan tanah menggunakan Geotextile. Terdapat beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam mempersiapkan tanah dasar sebelum dilakukan pemasangan geotextile, yaitu membersihkan seluruh pohon dan tunggul pohon

sampai rata dengan permukaan tanah. Namun jangan memindahkan atau mencabut akar maupun hamparan rumput, serta sisakan beberapa vegetasi penutup seperti rumput dan alang – alang. Untuk kondisi tanah yang bergelombang akibat banyaknya gundukan dan sisa penebangan pohon, bertujuan untuk pembuatan lantai kerja sebagai dasar penempatan perkuatan.

Selanjutnya saat pemasangan, tempatkan Geotextile dengan arah panjang gulungan tegak lurus terhadap arah memanjang timbunan. Arah sambungan tidak boleh sejajar dengan arah memanjang timbunan, Oleh karena itu sebaiknya lebar bidang sudah diukur sebelumnya sehingga dapat disesuaikan dengan ukuran geotextile yang akan dipasangkan. Jika memang harus dilakukan penyambungan, sebaiknya disambung di pabrik sehingga menghasilkan lebar yang sesuai. Buka gulungan geotextile secara hati- hati dengan posisi melintang terhadap arah memanjang timbunan. Usahakan gulungan geotextile jangan diseret untuk menghindari Geotextile sobek yang mengakibatkan turunnya kekuatan atau kualitas materialnya. Pastikan saat merentangkan Geotextile tidak terdapat kerutan dan lipatan, kemudian tempatkan pemberat diatas Geotextile agar saat proses perentangan Geotextile tidak terangkat oleh angin. Sebelum melaksanakan penimbunan, pastikan Geotextile sudah terhampar sempurna dan tidak ada cacat, jika ternyata ditemukan cacat pada Geotextile, harus segera dilakukan perbaikan. Proses penghamparan geotextile dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Instalment of geotextile

Selanjutnya dilakukan penimbunan yang dimulai dengan menumpahkan material di ujung-ujung Geotextile untuk membentuk kaki timbunan atau jalan akses. Gunakanlah truk yang sesuai dengan asumsi rencana kerja dan jangan menumpahkan material secara langsung di atas Geotextile. Ketinggian gundukan sebaiknya kurang dari 1m di atas geotextile agar tidak terjadi keruntuhan daya dukung setempat. Ratakan penyebaran material timbunan menggunakan bulldozer atau loader ringan. Lalu untuk kaki timbunan sebaiknya diperpanjang hingga selebar satu atau dua panel ke arah sisa rencana timbunan. Setelah pembuatan kaki timbunan, maka hamparkan material timbunan di antara kaki berm timbunan. Penghamparan ini harus sejajar dan simetris terhadap alinyemen memanjang timbunan. Penghamparan dimulai dari tepi kaki timbunan hingga masuk ke bagian tengah agar membentuk bentuk huruf “U” (membentuk lengkung ke arah luar). Hal ini dimaksudkan untuk mengurung lapisan lumpur yang ada di lokasi penimbunan.

Pada penimbunan lapis pertama, posisi alat konstruksi harus sejajar dengan alinyemen memanjang timbunan. Alat tidak diperbolehkan untuk berbelok atau memutar arah. Alat berat harus dibatasi ukuran dan beratnya untuk membatasi alur roda dari penghamparan pertama sebesar 75 mm. Jika terbentuk alur lebih dari 75 mm, kurangi ukuran/berat dari alat berat. Lapis pertama hanya boleh dipadatkan dengan menekannya menggunakan bulldozer, loader, atau alat lainnya. Setelah tinggi timbunan mencapai sekurang-kurangnya 60 cm di atas tanah asli, lapisan-lapisan berikutnya dapat dipadatkan dengan pemadat roda besi bergetar atau alat pemadat lain yang sesuai, proses pemadatan dapat dilihat pada gambar 6. Apabila terjadi pelunakan lokal akibat getaran maka matikan alat getarnya dan gunakan berat sendiri alat sebagai media pemadatan. Pada timbunan tak berbutir dapat digunakan jenis alat pemadatan yang lain.



Gambar 6. Pemadatan material timbunan

Penghamparan timbunan beberapa lapis pertama di atas geosintetik sebaiknya merupakan bahan berbutir yang lolos air. Penggunaan material dengan jenis ini akan memungkinkan terjadinya interaksi gesekan terbaik antara material timbunan dan geosintetik. Bahan ini juga berfungsi sebagai lapisan drainase yang dapat mendisipasi air pori berlebih dari tanah di bawahnya. Prosedur pelaksanaan konstruksi sangat berpengaruh terhadap kinerja perkuatan timbunan di atas tanah yang sangat lunak. Dengan demikian dibutuhkan pengawas konstruksi yang kompeten dan profesional. Pengawas lapangan harus dilatih dengan cukup sehingga mampu mengawasi setiap tahapan konstruksi. Pengawas Teknik harus memastikan bahwa bahan yang dikirimkan ke lokasi proyek telah sesuai dengan kebutuhan; Geosintetik tidak rusak selama konstruksi; dan tahapan konstruksi yang dibutuhkan telah diikuti dengan benar. Proses pengawasan dan pemeriksaan pekerjaan geosintetix dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian mutu lapangan

Perkuatan geosintetik diukur berdasarkan meter persegi dan dihitung berdasarkan total luas perkuatan geosintetik yang tercantum dalam gambar pelaksanaan, di luar luas geosintetik yang digunakan untuk tumpang tindih. Pekerjaan geotextile di Toraja ini bertujuan meningkatkan stabilitas lereng, dengan tantangan sudut kemiringan lereng lebih besar tetapi tetap aman dibandingkan dengan lereng yang tidak diperkuat, atau setelah terjadinya keruntuhan. Untuk tujuan itu dipilih drainase yang dengan jenis perforated pipes yang dibungkus dengan material granular dan dihubungkan dengan saluran drainase dari agregat kasar dan dilapisi dengan geotekstil filter.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah diselesaikan dan dalam rangka menjawab pertanyaan dari tujuan kegiatan ini, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Proses perencanaan penanganan longsor di Toraja ini harus memperhatikan kondisi alam, curah hujan, dan lalu lintas di area jalan nasional di pegunungan.
2. Hasil perencanaan menggunakan perkuatan geotekstil pada lereng dengan mengubah sedikit geometri dari lereng asli setelah landslide, didapatkan SF variasi beban vertikal 1, beban vertikal 2, variasi muka air tanah 1 dan 2, serta beban gempa. Safety factor untuk kondisi sebelum landslide seluruh SF bernilai unstable ($\leq 1,07$), kondisi setelah landslide sebagian besar critical dengan SF dominan 1,07-1,25. Sedangkan setelah menggunakan geotextile kondisi stabil ($\geq 1,25$). Pemanfaatan geotextile sebagai reinforced mountain road, dapat mencapai nilai optimal dengan memperhatikan Panjang geotextile, jenis drainase, jenis timbunan, dan metoda pelaksanaan yang tepat.

5. Daftar Pustaka

- Zhao, B. (2021). Landslides triggered by the 2018 Mw 7.5 Palu supershear earthquake in Indonesia. *Engineering Geology*, 294, 106406.
- Li, L., Xu, C., Yao, X., Shao, B., Ouyang, J., Zhang, Z., & Huang, Y. (2022). Large-scale landslides around the reservoir area of Baihetan hydropower station in Southwest China: Analysis of the spatial distribution. *Natural Hazards Research*, 1-12.
- Ahmad, A., Poch, R. M., Lopulisa, C., Imran, A. M., & Baja, S. (2018). Identification of soil characteristic on North Toraja landslide, Indonesia. *ARPN J. Eng. Appl. Sci*, 13, 8381-8385.
- Zhang, C., Yin, Y., Yan, H., Li, H., Dai, Z., & Zhang, N. (2021). Reactivation characteristics and hydrological inducing factors of a massive ancient

landslide in the three Gorges Reservoir, China. *Engineering Geology*, 292, 106273.

Rifai, A. I., & Handayani, S. (2016). Pengembangan Model Interface Decision Support System

Manajemen Pemeliharaan Jalan Berbasis Data Mining. *Rekayasa Sipil*, vol. 5, no. 1, 17-23.

Sun, D. G., Wen, H., Xu, J., Zhang, Y., Shi, S., & Zhou, X. (2022). Assessment of landslide

susceptibility along mountain highways based on different machine learning algorithms and mapping units by hybrid factors screening and sample optimization. *Gondwana Research*.

Tang, C., Tang, J., van Westen, C. J., Han, J., Mavrouli, O., & Tang, C. (2020). Modeling landslide failure surfaces by polynomial surface fitting. *Geomorphology*, 368,, 107358.

Kumar, V. S., & Chandrasekaran, S. S. (2022). Analysis of failure of high slope subjected torainfall infiltration at Peringavu in Kerala, India. *Engineering Failure Analysis*, 106423.

Prambauer, M., Wendeler, C., Weitzenböck, J., & Burgstaller, C. (2019). Biodegradable geotextiles—An overview of existing and potential materials. *Geotextiles and Geomembranes*, 47(1), 48-59.

Broda, J., Gawlowski, A., Laszczak, R., Mitka, A., Przybylo, S., Grzybowska-Pietras, J., & Rom, M. (2017). Application of innovative meandricly arranged geotextiles for the protection of drainage ditches in the clay ground. *Geotextiles and Geomembranes*, 45-53.

Veylon, G., Stoltz, G., Mériaux, P., Faure, Y. H., & Touze-Foltz, N. (2016). Performance of geotextile filters after 18 years' service in drainage trenches. *Geotextiles and Geomembranes*, 44(4), 515-533.

6. LAMPIRAN



