

STUDI IDENTIFIKASI PENYEBAB LONGSOR DI BOTU

Fadly Achmad

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo

ABSTRACT

Gorontalo Province's morphology is steep mountain and undulate to west-east which is formed of igneous rock, sedimentary rock and metamorphic rock with geology structure is fault that actively. Generally, land structure of Botu's slope is residual soil, result of rock corrosion and colluvial deposition. It was susceptible to landslide. It was also detached and able to keep the water. Therefore, strength of slide is weak, especially if the water is saturated. On cases Botu slide, the slide always happen in rainy. In general, it was caused of high rainfall with certain duration, so cause the stability of slope is disturbed. Other causes is drainage system that is not have a function because it was closed by some material from the slope that delivered by water. Hence, the water polish slope.

Keywords : *slide, slope, rain, infiltration, drainage.*

PENDAHULUAN

Tanah longsor (*landslides*) merupakan suatu peristiwa yang biasa terjadi pada lereng-lereng alam (*natural slopes*) maupun pada lereng buatan manusia (*man made slopes*). Peristiwa ini merupakan bencana alam yang memiliki frekuensi sangat tinggi pada akhir musim penghujan sehingga peristiwa longsor sering sekali dikaitkan dengan hujan. Kelurahan Botu merupakan suatu daerah di Kota Gorontalo yang kondisi alamnya terdiri dari pegunungan berlereng terjal sampai ke selatan dan merupakan salah satu daerah yang rawan longsor di Provinsi Gorontalo. Banyak ditemukan titik-titik longsor terutama setelah turun hujan. Penanggulangan-penanggulangan yang sudah dilakukan seperti pembuatan dinding penahan tanah, pembuatan bronjong, perkuatan tanah dengan geotekstil tetapi hasilnya kurang efektif dan efisien. Kegagalan-kegagalan tersebut disebabkan oleh adanya penanggulangan yang belum tepat dan belum memadai.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Longsor dan Bencana Alam

Bencana alam longsor tanah yang banyak terjadi di Indonesia merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah (*soil mass movement*) pada lereng-lereng alam. Apabila massa yang bergerak ini didominasi oleh massa tanah dan gerakannya melalui suatu bidang pada lereng, baik berupa bidang miring ataupun lengkung, maka proses pergerakan tersebut disebut sebagai longsor tanah. Terjadinya bencana alam gerakan tanah ataupun longsor terutama karena gangguan secara alamiah pada kestabilan tanah dan atau batuan penyusun lereng, baik yang bersifat alamiah maupun non alamiah. Gerakan tanah ataupun longsor akan dikategorikan sebagai bencana apabila terjadi pada daerah yang dihuni oleh manusia atau pada daerah tempat kegiatan manusia. Jadi aspek kehadiran manusia atau terpengaruhnya aktivitas manusia sangat penting dalam menetapkan apakah suatu gerakan tanah atau longsor dianggap sebagai bencana atau tidak.

Dari uraian di atas terlihat bahwa gerakan massa tanah atau batuan sebenarnya merupakan bagian dari proses evolusi atau perubahan dinamik suatu bentang alam. Proses tersebut merupakan proses alamiah, khususnya proses transportasi atau pergerakan massa penyusun lereng (*mass wasting process*), yang kemudian diikuti oleh proses pengendapan

(sedimentasi) material yang tertransport. Apabila material yang bergerak tersebut terendapkan pada lahan dengan gradien hidrolika masih cukup tinggi atau membentuk endapan dengan kemiringan lereng yang cukup curam, maka endapan tersebut masih dapat mengalami gangguan kestabilan sehingga endapan tersebut dapat bergerak lagi menuruni atau keluar lereng sampai akhirnya mencapai posisi yang stabil. Jadi jelaslah bahwa secara evolusi suatu lereng yang tidak stabil karena curam ataupun tersusun oleh tumpukan tanah yang tebal, akan berevolusi menuju kondisi lebih stabil setelah mengalami proses pelapukan, erosi dan transportasi.

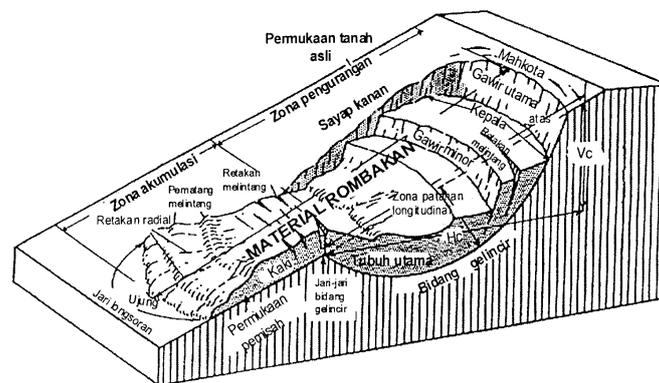
Bagian-bagian Longsoran

Tanda - tanda awal dari longsoran adalah adanya retakan di bagian atas lereng yang relatif tegak lurus arah gerakan. Retakan ini bila tidak segera ditutup, saat hujan akan terisi oleh air yang berakibat selain melunakkan tanah, juga menambah gaya horisontal yang memicu longsoran. Untuk lebih memahami suatu longsoran, maka perlu diketahui bagian-bagian pada geometri suatu longsoran. Pemahaman tentang bagian-bagian geometri longsoran ini juga sangat diperlukan dalam upaya pencegahan dan penanggulangan longsoran. Bagian-bagian longsoran yang diusulkan oleh Cruden dan Varnes (1992) dalam Karnawati (2005), diperlihatkan dalam gambar 1.

Penyebab Longsoran Lereng Alam

Longsoran yang sering terjadi biasanya disebabkan oleh beberapa faktor yang terjadi secara bersamaan. Adapun faktor-faktor penyebab longsoran yang sering terjadi adalah :

1. Bertambahnya beban pada lereng seperti bangunan, beban dinamis yang disebabkan tiupan angin pada pohon-pohon dan lain-lain.



Gambar 1. Bagian-bagian longsoran Cruden dan Varnes (1992)

dalam Karnawati (2005)

2. Penggalian atau pemotongan kaki lereng.
Longsoran akibat penggalian kaki lereng dapat mengurangi tekanan *overburden*, sehingga tanah atau batuan mengembang dan kuat gesernya turun.
3. Penggalian yang mempertajam kemiringan lereng.
Banyak kejadian longsoran dipicu oleh penggalian lereng untuk jalan raya, jalan rel dan pembangunan di atas lereng.
4. Perubahan posisi muka air secara cepat (*rapid drawdown*) pada sungai, bendungan, dan lain-lain.
5. Tekanan lateral yang diakibatkan oleh air terutama air hujan.
Hujan pemicu gerakan tanah adalah hujan yang mempunyai curah tertentu dan berlangsung selama periode waktu tertentu, sehingga air yang jatuh akan berinfiltrasi ke dalam tanah. Air yang berinfiltrasi ke dalam tanah akan berakumulasi di sepanjang

bidang longsor akan mereduksi tegangan efektif dan mengurangi kuat geser tanah. Tipe hujan deras hanya akan efektif memicu longsoran pada lereng-lereng yang tanahnya mudah menyerap air (Premchit, 1995; Karnawati, 1996, 1997, dalam Karnawati, 2005), seperti misalnya pada tanah lempung pasir atau tanah pasir yang bersifat *permeable*. Pada lereng demikian longsoran dapat terjadi pada bulan awal - awal musim hujan. Apabila tanah pembentuk lereng merupakan tanah lempung yang sulit meloloskan air (*impermeable*), hujan yang deras kurang efektif meresap (berinfiltrasi) ke dalam tanah dan hanya akan menjadi aliran permukaan/limpasan (*run off*). Jadi bisa disimpulkan bahwa hujan yang tidak deras tetap durasinya lama, lebih efektif memicu terjadinya gerakan tanah / longsor. Hujan dengan durasi lama ini dikenal dengan nama hujan anteseden.

6. Penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng akibat kenaikan kadar air, kenaikan tekanan air pori, tekanan rembesan oleh genangan air di dalam tanah, tanah pada lereng mengandung lempung yang mudah mengembang dan lain-lain.

Coulomb (1776) mendefinisikan $f(\square)$ sebagai :

$$\tau = c + (\sigma - u) \tan \varphi$$

dengan :

τ = kuat geser tanah (kN/m²)

c = kohesi tanah (kN/m²)

σ = tegangan normal (kN/m²)

u = tekanan air pori (kN/m²)

φ = sudut gesek dalam tanah (⁰)

7. Getaran atau gempa bumi.

Getaran atau gempa bumi menyebabkan terjadinya *liquefaction* pada pasir atau lanau longgar yang jenuh air.

Faktor - faktor Penyebab Longsor

Lokasi-lokasi yang rawan longsor umumnya dipengaruhi oleh kondisi geometri lokasi, pola drainase, dan kondisi geologi lokal atau kondisi tanah / batuan (Hardiyatmo, 2007). Berikut ini akan diuraikan hal - hal yang berkaitan dengan faktor-faktor tersebut.

- Lereng di sisi jalan

Lereng bekas galian badan jalan merupakan lokasi yang rawan longsor. Kaki lereng di sepanjang galian sangat mudah tergerus air sehingga menghilangkan dukungan tanah terhadap longsoran.

- Lereng yang terjal

Menurut Karnawati (2005) lereng dengan kemiringan $> 40^0$ sangat rentan terhadap longsor. Lereng terjal yang banyak batuan lepas sangat berbahaya, terutama bagi kendaraan yang melintas di bawahnya.

- Buruknya sistem drainase

Tidak berfungsinya drainase dengan baik akan memicu aliran air kemana-mana. Air akan berusaha mencari tempat yang lebih rendah dan sebagian akan berinfiltrasi ke dalam tanah. Air yang mengalir di dalam tanah dapat menjenuhkan dan melunakkan tanah timbunan dan tanah pondasi jalan yang dapat berakibat rusaknya konstruksi. Demikian pula air permukaan (*run off*) yang tidak mengalir dengan baik ke luar struktur timbunan, akan menjenuhkan tanah atau merembes masuk ke dalam rekahan batuan yang akan mengurangi kestabilan lereng.

- Muka air tanah memotong lereng

Air tanah yang memotong lereng akan menimbulkan munculnya mata air pada daerah ini. Mata air ini diakibatkan oleh terakumulasinya air yang berinfiltrasi ke dalam lereng yang akan melunakkan tanah atau batuan pembentuk lereng.

Gaya - gaya Penyebab Longsor

Berat sistem tanah yang berpotensi longsor dapat diestimasi dari hasil penyelidikan tanah pada lereng. Gaya-gaya rembesan oleh aliran air di dalam tanah, merupakan hal yang paling sulit diidentifikasi. Tekanan air yang berkembang dalam lapisan lolos air atau retakan yang terletak di belakang tanah yang berpotensi longsor, dapat juga menimbulkan gaya tambahan yang menyebabkan kelongsoran. Pengaruh gaya gempa pada terjadinya longsor juga sulit diperkirakan. Variabel utama yang mendefinisikan gaya-gaya yang menyebabkan kelongsoran adalah sudut kemiringan bidang longsor potensial, jika sudutnya lebih besar maka potensi longsor lebih besar. Permukaan bidang longsor ini sangat sulit ditentukan secara tepat dari penyelidikan lokasi.

Gaya - gaya Penahan

Gaya penahan utama gerakan longsor adalah tahanan geser material di sepanjang bidang longsor. Tahanan geser di sepanjang bidang geser terkait dengan sudut gesek terdrainase (*drained friction angle*) tanah pada bidang longsor.

Tahanan terhadap longsor juga dapat tereduksi oleh naiknya tekanan air pada bidang longsor. Kenaikan tekanan air ini mengurangi tahanan gesek, karena gaya normal pada bidang longsor menjadi berkurang.

Prinsip Kestabilan Lereng

Penyebab terjadinya longsor pada lereng secara mekanik dapat dipahami dengan pendekatan prinsip kestabilan lereng. Dengan prinsip ini akan diketahui gaya-gaya apa saja yang mengontrol kestabilan suatu lereng. Kestabilan pada lereng ditentukan oleh gaya-gaya yang berusaha melongsorkan (*driving forces*) tanah atau batuan dan gaya-gaya yang berusaha mempertahankan (*resisting forces*) tanah atau batuan itu tetap pada posisinya. Besarnya kuat geser tanah atau batuan dikontrol oleh kohesi (c) dan sudut gesek dalam antara partikel-partikel penyusun tanah atau batuan (ϕ). Besarnya nilai kohesi tergantung pada kekuatan ikatan antara atom-atom atau molekul-molekul penyusun partikel-partikel tanah atau batuan ataupun tergantung pada kekuatan sementasi antar partikel-partikel tanah atau batuan. Sudut gesek dalam merupakan nilai yang mengekspresikan kekuatan friksi antara partikel-partikel penyusun tanah atau batuan.

Kestabilan suatu lereng yaitu perbandingan antara gaya-gaya penahan longsor dan gaya-gaya penyebab longsor, atau dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$FK = \frac{\text{Gaya penahan longsor}}{\text{Gaya penyebab longsor}}$$

FK merupakan faktor keamanan (*Factor of Safety*) yang menggambarkan kondisi suatu lereng. Lereng dalam kondisi stabil, jika $FK > 1$; lereng dalam kondisi kritis, jika $FK = 1$; lereng dalam kondisi tidak stabil atau telah longsor, jika $FK < 1$.

Studi Kasus Daerah Botu

Kondisi Geologi dan Geomorfologi

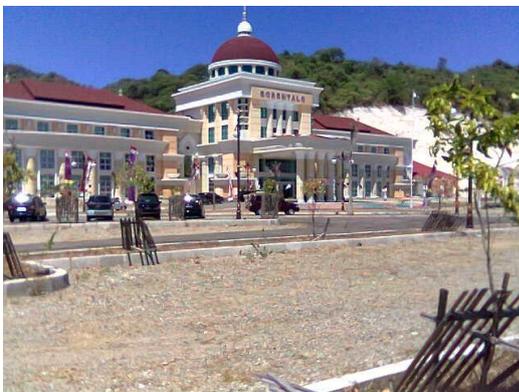
Struktur geologi material pembentuk lereng sangat menentukan kestabilan lereng. Ketidakterusan (*discontinuity*) seperti patahan-patahan (*faults*), lipatan-lipatan (*folds*) dan kekar-kekar (*joints*) harus dipelajari dengan cermat dan dipetakan.



Gambar 2. Kondisi geomorfologi yang sangat curam (Foto dok. Achmad)



Gambar 3. Kondisi tanah residual penyusun lereng (Foto dok. Achmad)



Gambar 4. Kantor Gubernur yang mengalami retak (Foto dok. Achmad)



Gambar 5. Retak pada Kantor Gubernur akibat gerakan tanah (Foto dok. Achmad)

Provinsi Gorontalo mempunyai bentang morfologi berupa pegunungan berlereng terjal dan menggelombang memanjang arah barat-timur merupakan daerah yang terbentuk dari batuan beku (*igneous rock*), batuan endapan (*sedimentary rock*) hingga batuan malihan (*metamorphic rock*) dengan struktur geologi yang berkembang berupa sesar dan lipatan yang sebagian bersifat aktif.

Umumnya pegunungan di kawasan Botu secara garis besar terletak di daerah dengan kemiringan lereng $> 40^\circ$, material atau batuan pembentuk lerengnya terdiri dari tanah-tanah hasil pelapukan (*residual soil*) batuan granit dan endapan *colluvial* merupakan massa tanah atau batuan yang rentan terhadap longsor terutama apabila kemiringan lapisan tanah atau batuan searah dengan kemiringan lereng. Tanah-tanah hasil pelapukan batuan dan endapan *colluvial* biasanya terdapat di daerah tropis atau daerah yang mengalami tingkat pelapukan yang relatif tinggi dan umumnya bersifat lepas-lepas dan dapat menyimpan air. Akibatnya kekuatan gesernya relatif lemah apalagi bila air yang dikandungnya semakin jenuh. Dengan kondisi alam seperti ini menyebabkan daerah ini rentan terhadap bencana tanah longsor. Daerah ini merupakan Pusat pemerintahan Provinsi Gorontalo dimana di daerah ini terdapat Kantor Gubernur, Kantor DPRD dan Kantor BKD Provinsi.

Selain itu, daerah ini dilewati oleh jalan alternatif menuju ke Pelabuhan Gorontalo. Jalan akses ini memiliki panjang 16 kilometer yang direncanakan akan terhubung dengan jalan

arteri di bagian utara kota Gorontalo. Sepanjang jalan ini setidaknya ditemukan 69 titik longsoran setelah hujan (Hasil Laporan Mahasiswa, 2010).



Gambar 6. Peta pegunungan Botu

PEMBAHASAN

Salah satu faktor penyebab longsoran yang sering terjadi di Kelurahan Botu adalah akibat intensitas curah hujan relatif tinggi dengan durasi yang lama yang menyebabkan perubahan atau peningkatan kandungan air dalam tanah. Curah hujan pada tiga stasiun pengamatan dalam kurun waktu 12 tahun terakhir menunjukkan intensitas yang cukup tinggi yakni > 75 mm yang menjadi pemicu longsor (Tabel 1). Hal ini dapat merubah kondisi tanah dari kondisi tidak jenuh air (*unsaturated*) menjadi jenuh air (*saturated*), sehingga parameter kuat geser tanah terutama kohesi (c) antar butiran akan berkurang. Perubahan kandungan air juga dapat memicu kembang susut tanah yang dapat menyebabkan keruntuhan lereng. Apabila pergerakan tanah akibat perubahan volume ini terjadi pada tanah pembentuk lereng, maka akan terjadi longsoran yang dapat mengakibatkan kerusakan yang cukup berarti. Air hujan yang berinfiltrasi ke dalam tanah yang lolos air (*permeable*) akan berakumulasi pada kaki lereng dan menyebabkan muka air tanah naik, sehingga memperbesar tekanan hidrostatik pada lereng tersebut. Infiltrasi air ke dalam tanah, menghilangkan tekanan air pori negatif dan menaikkan tekanan air pori positif yang mengurangi kuat geser tanah. Air hujan juga dapat menyebabkan hilangnya ikatan tanah (*soil suction*).

Tabel 1. Data curah hujan harian maksimum (BWS Sulawesi II dalam Aliu, 2010)

Tahun	Stasiun Pengamatan		
	Bolango Boidu (mm)	Bionga (mm)	Lonuo (mm)
1996	198	-	185
1997	99	183	88
1998	146	126	142
1999	96	136	82

2000	151	197	98
2001	132	121	145
2002	90	185	109
2003	116	132	135
2004	86	154	120
2005	113	112	114
2006	114	126	125
2007	116		137
2006	157		109

Soil suction ini sangat tergantung dari kadar air tanah. Adanya hujan akan menambah kandungan air dalam tanah dan akhirnya menurunkan kekuatan tanah. Biasanya fenomena ini terjadi di akhir musim penghujan yang merupakan fase yang paling kritis untuk tanah-tanah dengan permeabilitas tinggi. Kenaikan kadar air ini juga dapat menambah beban tanah yang harus ditahan oleh lereng pada bidang longsornya. Pada lereng-lereng yang menunjukkan gejala munculnya mata air rembesan di bagian kaki lereng setelah terjadi hujan, merupakan suatu indikasi bahwa lereng ini tidak stabil dan akan berpotensi longsor. Jenis dan komposisi tanah pembentuk lereng sangat berpengaruh terhadap longsor sehingga menimbulkan perubahan parameter tanah dan tegangan air pori serta tekanan hidrostatik dalam tanah akan mengakibatkan peningkatan tegangan geser tanah (Suryolelono, 2003).

Pada kasus longsor di Botu, peristiwa kelongsoran lereng sering terjadi setiap musim hujan. Kontribusi pengurangan kuat geser tanah pada lereng alam yang mengalami longsor disebabkan oleh faktor yang dapat berasal dari alam itu sendiri, erat kaitannya dengan kondisi geologi antara lain jenis tanah, tekstur (komposisi) dari tanah pembentuk lereng sangat berpengaruh terjadinya longsor, misalnya adanya lapisan tanah serpih (*shale*), tanah berbutir halus (*loess*), pasir lepas (*loose sand*), dan bahan organik (Suryolelono, 2003). Bentuk butiran tanah (bulat, ataupun tajam) sangat berpengaruh terhadap gesekan (*friction*) yang terjadi dalam tanah, pelapisan tanah, pengaruh gempa, geomorfologi (kemiringan lereng), iklim, terutama hujan dengan intensitas tinggi atau sedang, dengan durasi yang lama di awal musim hujan, atau menjelang akhir musim hujan, menimbulkan perubahan parameter tanah yang berkaitan dengan pengurangan kuat gesernya. Pada batuan pengurangan kuat geser dapat diakibatkan oleh adanya diskontinuitas, sifat kekakuan, arah *bedding, joint*, orientasi lereng, derajat sementasi batuan misalnya konglomerat, batuan pasir, breksi, dan lain - lain.

Selain tekstur tanah, pengaruh fisik dan kimia dapat mempengaruhi, terhadap pengurangan kuat geser. Pengaruh fisik antara lain lemahnya rekatan - rekatan yang terjadi pada tanah lempung, hancurnya batuan (disintegrasi) akibat perubahan temperatur, proses hidrasi terutama pada jenis tanah lempung berkaitan dengan meningkatnya tekanan air pori, kondisi jenuh lapisan tanah berbutir halus. Pengaruh kimia dapat diakibatkan oleh larutnya bahan semen dalam batuan pasir dan konglomerat.

Penyebab lain adalah tidak berfungsinya sistem drainase yang berupa parit samping di sepanjang tepi jalan karena tertutup oleh material dari atas lereng yang dibawa oleh air, akibatnya air menggerus kaki lereng dan bangunan-bangunan penahan tanah. *Subdrain* yang

ada juga tidak efektif karena selain letaknya kurang dalam, *filter*nya tersumbat oleh material. Ditambah lagi dengan adanya aktivitas penambangan material di kaki lereng yang memicu terjadinya longsor. Masyarakat disini memanfaatkan batuan-batuan yang ada di sekitar lereng untuk bahan bangunan dan sebagian lagi dijual. Aktivitas ini jika terus dibiarkan, akan sangat berbahaya terutama bagi keselamatan warga penambang, dan tentunya akan memicu terjadinya longsor yang lebih besar. Sebagian longsor sudah menutup badan jalan yang merupakan jalan alternatif ke lintas selatan Provinsi Gorontalo dan jika terus dibiarkan, akan memutus jalur transportasi yang dapat berdampak pada masalah gangguan sosial dan ekonomi.



Gambar 7. Keruntuhan dinding penahan tanah (Foto dok. Achmad)



Gambar 8. Aktivitas penambangan di kaki lereng (Foto dok. Achmad)

Metode Penanganan

Berdasarkan penyebab-penyebab yang telah diuraikan di atas, maka masalah air menjadi penyebab utama terjadinya longsor di kawasan Botu. Untuk itu langkah selanjutnya guna mencegah ancaman yang lebih besar lagi adalah dengan metode-metode seperti :

1. Drainase Permukaan

Membuat drainase permukaan seperti parit terbuka, dapat mereduksi genangan air dan untuk mengontrol aliran air permukaan dalam zona berpotensi longsor. Selokan terbuka juga digunakan untuk memindahkan aliran air yang akan masuk ke dalam zona tanah tidak stabil. Pembuatan selokan di zona tidak stabil harus hati-hati karena dapat menambah parah zona tersebut.

2. Pengalihan Air Permukaan

Aliran air permukaan di zona longsor, dapat dialihkan dengan cara menggali parit di sekitar puncak lereng. Selain itu saluran drainase yang dasarnya dilindungi batu, geotekstil, dan pipa-pipa drainase dapat digunakan untuk memotong aliran air bawah tanah, sehingga tanah tidak mengalir ke zona yang tidak stabil.

3. Shotcrete

Tujuan pokok dari *shotcrete* atau penyemenan adalah untuk perlindungan lereng dari infiltrasi air hujan yang masuk ke dalam tanah. Bahan yang digunakan adalah sama dengan campuran beton, namun agregatnya tidak boleh lebih dari 3/8 inci. Hal yang harus diperhatikan adalah memasang lubang-lubang drainase (pipa) di dalam *shotcrete*.

Penanggulangan yang Sudah Dilakukan

Penanggulangan yang sudah dilakukan adalah dengan membangun dinding penahan tanah, pembuatan bronjong, pembuatan sistem drainase, pembuatan kolam olakan, pemasangan geotekstil. Pembuatan bangunan-bangunan perkuatan ini tidak banyak membantu mengatasi masalah longsor, karena sering digerus oleh air hujan yang mengalir disepanjang bahu

jalan dan menggerus kaki lereng. Sistem drainase di sepanjang badan jalan rata-rata tertutup oleh material-material yang berasal dari atas lereng yang terbawa oleh aliran air. Sehingga air hujan dengan cepatnya berinfiltrasi kedalam tanah. Pemasangan geotekstil disepanjang kaki lereng tidak banyak membantu karena menurut pengamatan penulis, hampir semua pemasangan geotekstil berada di atas bidang longsor (tidak menumpu pada tanah keras). Hal ini bisa dilihat dari kondisi bantalan-bantalan yang sudah mengalami pergeseran, penurunan dan tidak lagi beraturan meskipun umur pelaksanaan baru mencapai satu tahun.



Gambar 9. Penanganan dengan dinding penahan tanah (Foto dok. Achmad)



Gambar 10. Keruntuhan dinding penahan tanah (Foto dok. Achmad)

Efektifitas bangunan dinding penahan tanah pada daerah galian lebih baik daripada di daerah urugan, akibat gerusan air pada kaki dinding penahan menyebabkan keruntuhan pada dinding.



Gambar 11. Penanganan dengan bronjong



Gambar 12. Kombinasi bronjong, vegetasi dan drainase (Foto dok. Achmad)

Penanganan lereng dengan bronjong yang dikombinasikan dengan vegetasi tampak lebih efektif pada titik-titik tertentu.



Gambar 13. Penanganan dengan geotekstil
(Foto dok. Achmad)



Gambar 14. Kombinasi geotekstil dan dinding penahan tanah (Foto dok. Achmad)

Penanganan lereng dengan kombinasi geotekstil dan dinding penahan tanah untuk mencegah kelongsoran badan jalan.

SIMPULAN

Secara umum longsor yang terjadi pada di Kelurahan Botu disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah air hujan yang berinfiltrasi ke dalam pori-pori tanah yang lolos air yang melunakkan tanah sehingga tanah kehilangan kapasitas dukungnya, selain itu buruknya sistem drainase permukaan yang menyebabkan erosi yang terus menerus menggerus kaki lereng. Banyak saluran-saluran permukaan yang sudah tidak berfungsi lagi akibat tertutupnya saluran oleh material yang terbawa oleh air hujan. Air hujan berusaha mencari jalannya sendiri sehingga banyak yang terkonsentrasi dan membentuk genangan-genangan di sepanjang permukaan bahu jalan. *Sub drain* yang ada, tidak efektif karena letaknya kurang dalam dan *filter*nya tersumbat oleh material sehingga air terjebak dan terakumulasi dalam tanah. Di sekitar kaki lereng banyak dijumpai mata air yang membawa material-material halus. Penyebab lain adalah kondisi dinding penahan tanah, bronjong dan geotekstil yang sudah tidak berfungsi lagi sebagai pendukung beban lateral dan sebagian besar dasarnya (fondasinya) hanya menumpu di atas bidang longsor.

SARAN

Adapun saran-saran penulis :

1. Hendaknya dilakukan pemeliharaan saluran drainase secara rutin.
2. Melakukan penanaman pohon-pohon tertentu terutama pada lahan-lahan yang sudah gundul.
3. Sebaiknya merelokasi badan jalan di daerah timbunan karena kondisi batuan di daerah ini yang merupakan tanah residual dan *colluvial*, dengan melebarkan badan jalan ke arah galian.
4. Penyelidikan secara detail kondisi geologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., 2010, *Tinjauan Longsor pada Ruas Jalan Akses - Pelabuhan Gorontalo*, Prosiding Simposium Nasional XIII FSTPT, Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang, hal 1 – 10.
- Aliu, S. W., 2010, *Tinjauan Debit Rancangan Kanal Tamalate*, Tugas Akhir D3 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNG (tidak dipublikasikan).

- Cornforth, D. H., 2005, *Landslides in Practice Investigation, Analysis, and Remedial/Preventative Options in Soils*, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Bidang Pelayanan IPTEK Puslitbang Prasarana Transportasi Balitbang, 2004, *Advis Teknik Longsor dan Penggunaan Geosintetik untuk Penanganan Longsor Studi Kasus Jalan Akses Pelabuhan*, P3JJ, Gorontalo.
- Hardiyatmo, H. C., 2006, *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2007, *Pemeliharaan Jalan Raya Perkerasan, Drainase, Longsor*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Karnawati, D., 2005, *Geologi Umum dan Teknik*, Program Studi S2 Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Rahardjo, P. P., 2002, *Risiko Geoteknik dan Investigasi Forensik Pada Longsor*, Prosiding Seminar Nasional *Slope2002*, HMJ-Teknik Sipil Universitas Parahyangan, Bandung, hal. 197-203.
- Suryolelono, K. B., 2003, *Bencana Alam Tanah Longsor, Perspektif Ilmu Geoteknik*, Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak dipublikasikan).