

REKAYASA VEGETASI UNTUK KONSERVASI LAHAN RAWAN LONGSOR DI LEMBAH SUNGAI CENGKEHAN, KECAMATAN IMOIRI, KABUPATEN BANTUL

Arie Noor Rakhman¹, Muchlis², Bayu Ade Septyawan³

^{1,3}Jurusan Teknik Geologi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

²Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: ¹arie_rakhman@akprind.ac.id, ²muchlis@akprind.ac.id, ³adebayu28s@gmail.com

Masuk: 03 Desember 2019, Revisi masuk: 20 Desember 2019, Diterima: 21 Desember 2019

ABSTRACT

*This study aims to select vegetation as a landslide controller in the Cengkehan River Valley, Imogiri District, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta. It is adjusted to the characteristics and thickness of the landslide, the height, and slope of the morphology, the typical roots and the suitability of the community interest of the plant species. The slope of the valley is 15°-60° and 75-325 meters above sea level. Landslides are on the north cliff in the direction of landslides, N 234°E, along the morphological orientation directed at N324°E. Landslides are slides that combine with the movement of rocks (wedge failure). Landslide material results from weathering of basalt that the degree of weathering of rock is not continuous between levels III and V. The soil is eluvial sediment which is identified as latosol with thickness up to 2 meters. The recommended vegetation for shallow landslide type is deep-rooted vegetation. They are *Dalbergia pinnata* and *Parkia speciosa*, especially for land with slope between 21 to 40%. Recommended vegetation for slopes above 40% is *Aleurites moluccana*. Latosol conservation for landslide mitigation can be optimized for soil fertility and productivity through the use of straw, leaves and banana peels.*

Keyword: Deep-roote, Landslide, Rock, Soil, Vegetation.

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk merekayasa vegetasi sebagai upaya memitigasi bencana longsor di lembah Sungai Cengkehan, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Rekayasa vegetasi untuk konservasi tanah dilakukan dengan pemilihan tanaman. Pemilihan tanaman disesuaikan dengan karakteristik dan ketebalan tanah longsor, ketinggian dan kemiringan lereng, serta tipikal akar dan kesesuaian minat masyarakat jenis tanaman. Morfologi lembah berkemiringan lereng 15°-60° dan berketinggian 75 – 325 meter dari permukaan laut. Sebaran longsor berada di tebing utara, berarah N 234° E, di sepanjang orientasi morfologi berarah N324°E. Longsor tanah berjenis luncuran (*slide*) berkombinasi dengan pergerakan batuan yang melongsor baji (*wedge failure*) di sepanjang bidang kekar. Material longsor tanah hasil pelapukan batuan basalt berderajat pelapukan batuan secara tidak menerus antara tingkat III dan V. Endapan eluvial tersebut merupakan tanah latosol berketebalan mencapai 2 meter. Latosol berjenis longsor dangkal memerlukan penanaman vegetasi berakar banyak dan dalam. Arah rekayasa vegetasi pengendali longsor yaitu *Dalbergia pinnata* (sonokeling) dan *Parkia speciosa* (petai) untuk kemiringan lereng antara 21 hingga 40%; sedangkan *Aleurites moluccana* (kemiri) untuk kemiringan lereng di atas 40%. Konservasi tanah rawan longsor dapat dioptimalkan produktivitas lahannya dengan pemanfaatan jerami, daun-daunan dan sampah kulit pisang untuk meningkatkan kesuburan tanah latosol.

Kata-kata kunci: Akar dalam, Batu, Longsor, Tanah, Vegetasi.

PENDAHULUAN

Daerah penelitian merupakan bagian perbukitan Giriloyo yang berada di wilayah Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia. Lingkup daerah penelitian berada pada

posisi astronomis berkoordinat 7°55'00" - 7°55'30" LS dan 110°24'20 - 110°24'50 merupakan daerah daerah beriklim tropis. Daerah beriklim tropis dengan posisi astronomis berada pada daerah lintang yang rendah bercurah hujan tinggi

pada musim hujan dan intensitas penetrasi sinar matahari yang cukup tinggi di musim kemarau (Setiadji, 2006) dimana pelapukan batuan dapat menjadi tanah. Daerah penelitian merupakan daerah dengan litologi asal gunungapi yang sudah mengalami pelapukan tinggi (Laksanawati, 2017). Menurut Rahardjo, dkk. (1995) batuan penyusunnya termasuk dalam Formasi Nglanggeran (Tmn), yang tersusun atas breksi gunungapi, breksi aliran, aglomerat, lava dan tuf.

Daerah penelitian merupakan bagian dari Zona Pegunungan Selatan, dimana pelamparan Pegunungan Selatan ini membujur barat-timur dengan panjang mencapai 50 km dan ke arah utara-selatan dengan lebar 40 km (Bronto dan Hartono, 2001). Dalam lingkup Zona Pegunungan Selatan, daerah penelitian termasuk dalam Subzona Baturagung (Rahardjo, dkk, 1995). Daerah penelitian berada di bagian barat Subzona Baturagung pada tubuh tinggian Gunung Sudimoro (± 507 m) yang melampar antara Imogiri hingga Patuk. Bentuk relief Subzona Baturagung bersudut lereng antara 10° - 30° dengan beda tinggi 200-700 meter. Morfologi perbukitan daerah penelitian merupakan bentukan morfologi yang dipengaruhi oleh struktur sesar berarah timurlaut barat daya melalui tepi timur Terban Bantul. Morfologi dengan struktur sesar tersebut terbentuk sebagai akibat proses pengangkatan pada awal Pleistosen (Rahardjo, dkk., 1995).

Lahan dengan tanah yang lapuk dari batuan asal dengan kedudukan searah kemiringan lereng yang curam dapat menyebabkan lahan rawan longsor. Longsor bentuk perpindahan material pembentuk lereng, berupa batuan, tanah, bahan timbunan dan material campuran yang bergerak ke arah bawah dan keluar dari lereng. Tingginya frekuensi longsor di Indonesia sangat berhubungan erat dengan faktor alamiah penyebab dari gerakan massa yang meliputi morfologi permukaan bumi, penggunaan lahan, litologi, struktur geologi, curah hujan, dan kegempaan (Kusumosubroto, 2013).

Identifikasi karakteristik pelapukan batuan untuk mengetahui kemungkinan penyebab terjadinya pelapukan merupakan cara lebih efektif dalam penanganan longsor (Setiadji, 2006). Karakteristik pelapukan batuan mempengaruhi sifat tanah yang terbentuk. Perubahan batuan menjadi tanah dapat dikenali dengan derajat pelapukan batuan melalui perubahan sifat fisiknya. Menurut *Geological Society of London* (1990), perubahan sifat fisik dapat diidentifikasi melalui perubahan warna pelapukan, intensitas diskontinuitas batuan berikut pengisinya dan prosentase kehadiran

mineral penciri pelapukan. Massa batuan yang mengalami pelapukan tersusun atas blok-blok material batuan di antara bidang diskontinu. Komposisi mineralogi dan tekstur adalah sebagian faktor yang mempengaruhi tingkat kecepatan pelapukan massa batuan. Komposisi mineralogi berkaitan dengan jenis mineral dan banyaknya dalam batuan, sedangkan tekstur batuan menyangkut hubungan antar mineral penyusun seperti misalnya hubungan yang saling mengunci (*interlocking*). Sifat fisik material batuan dapat berubah secara signifikan oleh pelapukan kimia yang mengubah komposisi mineral dan tekstur batuan.

Menurut Crozier dan Glade (2004), longsor dapat berupa gerakan massa tanah atau batuan sebagai proses pergerakan material penyusun lereng meluncur atau jatuh ke arah kaki lereng dimana pergerakannya dipengaruhi oleh gravitasi bumi. Material penyusun suatu lereng dapat terdiri dari tanah, batuan atau keduanya (Karnawati, 2005). Menurut Varnes (1978) dalam Hansen (1984), longsor (*landslide*) merupakan bagian dari gerakan massa. Gerakan massa (*mass movement*) adalah gerakan perpindahan atau gerakan lereng dari bagian atas atau perpindahan massa tanah maupun batu pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Longsor dapat diklasifikasikan menjadi: jatuhan (*fall*), jungkiran (*topple*), luncuran (*slide*), nendatan (*slump*), aliran (*flow*), gerak bentang lateral (*lateral spread*), dan gerakan majemuk (*complex movement*). Terdapat 4 tipe longsor pada lereng batuan yaitu: longsor bidang (*plane failure*), longsor baji (*wedge failure*), longsor guling (*toppling failure*) dan longsor busur (*circular failure*) (Hoek & Bray, 1981, dalam Wyllie & Mah, 2005).

Menurut Schumm (1979) dalam Glade, dkk. (2005), faktor pemicu gerakan massa tanah atau batuan umumnya merupakan faktor – faktor yang berasal dari luar lereng. Saveny (2002) dalam Glade, dkk, (2005) menegaskan bahwa faktor-faktor yang berasal dari dalam lereng, seperti pelemahan batuan akibat pelapukan, dapat merupakan proses pemicu gerakan. Crozier dan Glade (2004) menjelaskan bahwa faktor pemicu gerakan merupakan proses yang mengawali suatu gerakan

yaitu terjadinya perubahan kondisi pada lereng dari batas kestabilan marginal (*marginally stable*) menjadi tidak stabil (*actively unstable*). Menurut Karnawati (2002) dapat teridentifikasi 3 tipologi lereng yang rentan untuk bergerak atau longsor, yaitu: (1) Lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah gembur dialasi oleh batuan atau tanah yang lebih kompak; (2) Lereng yang tersusun oleh perlapisan batuan yang miring searah kemiringan lereng dan (3) Lereng yang tersusun oleh blok-blok batuan.

Karnawati (2005) menjelaskan bahwa penyebab gerakan massa tanah atau batuan dapat dibedakan menjadi penyebab yang merupakan faktor kontrol dan merupakan proses pemicu gerakan. Faktor kontrol merupakan faktor-faktor yang membuat kondisi suatu lereng menjadi rentan atau siap bergerak meliputi kondisi morfologi, stratigrafi (jenis batuan serta hubungannya dengan batuan yang lain di sekitarnya), struktur geologi, geohidrologi dan penggunaan lahan. Faktor pemicu gerakan merupakan proses-proses yang mengubah suatu lereng dari kondisi rentan atau siap bergerak menjadi dalam kondisi kritis dan akhirnya bergerak. Umumnya proses tersebut meliputi proses infiltrasi hujan, getaran gempa bumi ataupun kendaraan atau alat berat, serta aktivitas manusia yang mengakibatkan perubahan beban ataupun penggunaan lahan pada lereng. Faktor pengontrol terjadinya longsor pada suatu daerah dikelompokkan menjadi faktor internal dan eksternal. Faktor internal terdiri dari jenis atau kondisi geologi batuan dan tanah penyusun lereng, sudut kemiringan lereng (geomorfologi), air tanah atau hidrologi dan struktur geologi. Faktor dari luar (eksternal) yang disebut juga sebagai faktor pemicu yaitu curah hujan, vegetasi penutup, penggunaan lahan pada lereng, getaran gempa dan kegiatan penambangan (Karnawati, 2005).

Daerah tropis dengan keaneka-ragaman vegetasi memungkinkan rekayasa vegetasi dalam penanganan longsor. Rekayasa vegetasi dapat dilakukan dengan atas sifat atau jenis tanah serta lingkungan morfologinya. Rekayasa vegetasi merupakan alternatif cara pencegahan atau mengurangi potensi longsor selain rekayasa mekanis (Hardiyatmo, 2012). Vegetasi atau tanaman dengan tipologinya yaitu tentang tajuk dan perakaran mempunyai peran yang penting dalam mencegah atau mengeliminir pemicu kejadian longsor (Riyanto, 2016). Menurut Suryatmojo dan Soedjoko (2008), fungsi pengendalian longsor dimulai saat tajuk vegetasi berperan sebagai intersepsi,

penyimpan air pada permukaan vegetasi yang tertahan sesaat untuk diuapkan kembali atau diserap vegetasi. Tahap intersepsi dilanjut proses evapotranspirasi yang berperan untuk mengurangi tekanan air pori (kelembaban) dan berat massa tanah serta menambah kekuatan friksi tanah. Perkuatan kekuatan tanah semakin bertambah ketika perakaran semakin berkembang. Rangkaian tahapan tersebut oleh Raut dan Gudmestad (2017) disebut sebagai bagian dari sisi sifat hidrologi (*hydrological property*). Selain sifat hidrologi, sifat utama lainnya tanaman sebagai pengendali stabilitas tanah, yaitu sifat mekanik (*mechanical property*) Keberadaan akar, secara mekanik, menambah kekuatan tanah melalui friksi oleh penambatan akar, dukungan secara lateral lintas zona lemah dan sifat tumbuh akar yang aktif di antara massa tanah yang lemah. Peningkatan daya cengkram tanah oleh akar mampu mengurangi kemungkinan kejadian pergerakan tanah. Rekayasa vegetatif dapat dilakukan dengan menanam vegetasi tanaman keras yang ringan dan mempunyai akar yang dalam (Hardiyatmo, 2012; Mulyono, dkk., 2018).

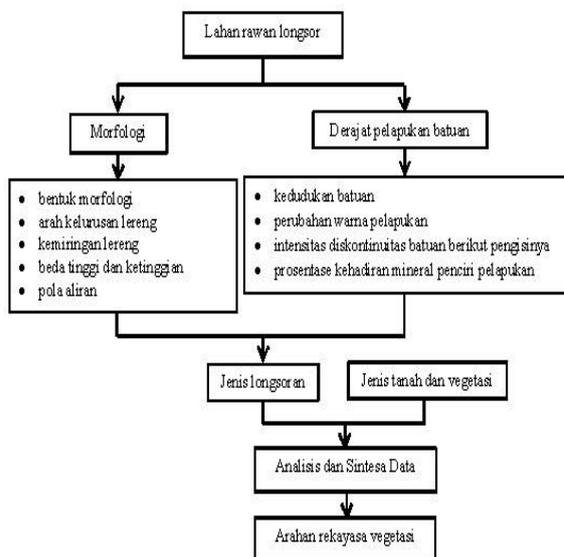
Sebagaimana disebutkan uraian di atas bahwa penggunaan lahan pada lereng dengan pemilihan jenis vegetasi mempunyai peran penting sebagai bagian dari faktor pengontrol pemicu longsor. Sehubungan hal tersebut maka dalam arahan konservasi lahan rawan longsor menitikberatkan pada upaya rekayasa vegetasi berdasarkan sifat tanah produk pelapukan batuan di daerah penelitian.

Penelitian diawali dengan mengidentifikasi karakteristik sifat tanah produk pelapukan batuan melalui pendekatan model derajat pelapukan batuan. Pemodelan derajat pelapukan batuan mengacu pada *Geological Society of London* (1990) yang tertera pada *Geological Society Engineering Group Working Party Report on The Logging of Cores for Engineering Purposes*. Objek penelitian yang dicermati berupa kondisi pelapukan yang digunakan yaitu batuan segar (*fresh*), batuan yang mengalami perubahan warna (*discolored*), batuan lemah (*weakened*), dan tanah (*soil*), ekuivalen dengan derajat pelapukan I, II, III, IV, V, dan VI secara berurutan. Kegiatan tersebut dilakukan pada suatu profil

lereng di lahan yang rawan longsor. Dari karakteristik sifat tanah produk pelapukan batuan dapat diidentifikasi jenis tanah di daerah penelitian.

Selain objek batuan dan tanah, pengamatan juga dilakukan pada kondisi morfologi berupa bentuk morfologi, arah kelurusan dan kemiringan lereng, beda tinggi dan ketinggiannya. Data yang dipergunakan untuk arahan rekayasa vegetasi yaitu karakteristik dan ketebalan tanah longsor, ketinggian dan kemiringan lereng, serta tipikal akar dan kesesuaian minat masyarakat jenis tanaman. Karakteristik batuan, tanah dan morfologi mempengaruhi kesesuaian perkembangan vegetasi (Riyanto, 2016; Raut dan Gudmestad, 2017 dan Mulyono, dkk., 2018). Vegetasi yang dipilih mempunyai tipikal akar untuk mendukung stabilitas lahan miring berupa jenis perakaran yang dalam dan akar serabut yang banyak. Vegetasi atau tanaman besar dengan perakaran yang tidak dalam dapat menambah beban pada lereng (Suryatmojo dan Soedjoko, 2008; Hardiyatmo, 2012).

Melalui hubungan sintesa atas obyek penelitian tersebut maka dapat dibuat arahan rekayasa vegetasi yang tepat pada lahan yang rawan longsor di daerah penelitian. Bagan alir kerangka penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir kerangka penelitian

PEMBAHASAN

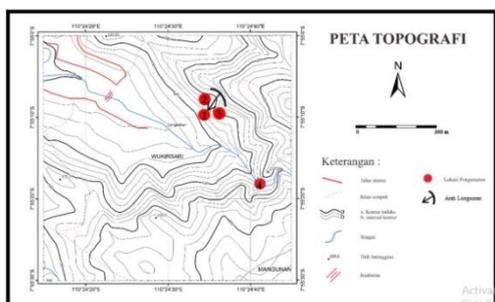
Morfologi di daerah penelitian berupa lembah dengan ketinggian antara 75 hingga 325 meter dari permukaan laut, beda tinggi mencapai 250 meter, arah umum kelurusan lereng N342°E dan kemiringan lereng 15°-60°. Lembah di daerah penelitian merupakan cakup-

an daerah aliran sungai dari Kali Cengkehan yang membentuk pola aliran trellis. Pola aliran trellis mempunyai sungai utama yang berumum aliran N318°E dengan cabang-cabangnya yang cenderung saling tegak lurus membentuk morfologi torehan erosi berupa alur liar dan anak sungai. Kelurusan morfologi lembah tersebut memotong tubuh batuan beku basalt. Dalam pemetaan geologi oleh Priambodo (2019), basalt hadir mendominasi di daerah penelitian sebagai tubuh intrusi dengan kekar tiang dan kekar lembar. Pada beberapa singkapan basalt, di atasnya dijumpai tuf bagian Formasi Kebo Butak dan agglomerat bagian dari Formasi Nglanggran.

Pada lereng bagian utara di lokasi pengamatan 1 berkoordinat 7° 55' 10,00" LS dan 110° 24' 34,74" BT terdapat longsor. Longsor tersebut mengikuti alur liar perkembangan aliran Kali Cengkehan. Di sekitar dan di bawah longsor dijumpai basalt dengan struktur lembar pada lokasi pengamatan 2 (7° 55' 09,65" LS dan 110° 24' 34,07" BT) dan 3 (7° 55' 10,05" LS dan 110° 24' 35,27" BT) dengan derajat pelapukan tingkat II hingga III. Pada elevasi yang tidak jauh berbeda dari lokasi pengamatan 1, 2 dan 3 (interval 125-150 meter dari permukaan laut) pada tubuh sungai di tebing selatan yaitu lokasi pengamatan 4 (7° 55' 17,71" LS dan 110° 24' 41,03" BT) dijumpai basalt (interval 150-175 meter dari permukaan laut). Keberadaan lokasi pengamatan searah orientasi morfologi tebing berarah umum N324°E. Basalt pada lokasi pengamatan 4 berstruktur kekar tegak yang masih segar dengan derajat pelapukan tingkat I hingga II. Antara lokasi pengamatan 3 hingga 4, basalt di tebing utara tertutupi endapan longsor. Lokasi pengamatan di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Derajat pelapukan tingkat I hingga II dijumpai pada basalt di lokasi pengamatan 4 (7° 55' 17,71" LS dan 110° 24' 41,03" BT). Basalt berstruktur kekar tiang dengan kedudukan 31°, N 179° E dalam kondisi segar hingga lapuk ringan. Karakteristik basalt pada derajat pelapukan tingkat I berupa batuan segar dengan ketebalan mencapai 4 hingga 5 meter. Basalt berwarna abu-abu kehitaman struktur masif, fanerik, bentuk kristal *sub-hedral* hingga *euhedral*, hipokristalin,

hubungan kristalnya *equigranular*. Komposisi mineral terdiri dari piroksen, hornblend, plagioklas. Di atas basalt ber-derajat pelapukan tingkat I mulai terdapat ciri-ciri derajat pelapukan tingkat II dengan ketebalan mencapai 3 meter. Basalt lapuk ringan berwarna abu-abu hitam kecoklatan dan di beberapa bagian menampakkan warna merah kecoklatan akibat proses oksidasi. Basalt lapuk berwarna merah kecoklatan yang dijumpai pada bagian kulit dan bidang kekar yang kemudian berkembang ke seluruh material batuan. Singkapan basalt pada lokasi pengamatan 4 dengan bidang kekar yang lembab oleh air, terdapat *corestone* berbentuk struktur *spheroidal weathering*. Selain itu kontak antara air dan oksigen dengan batuan juga menyebabkan proses oksidasi pada mineral plagioklas Ca dan piroksen yang kaya akan unsur besinya dalam batuan (Eggleton, dkk, 1987). Dalam hal tersebut, proses oksidasi menyebabkan perubahan warna pada permukaan batuan menjadi merah karat.



Gambar 2. Peta topografi daerah penelitian (modifikasi Septyawan, 2018)

Derajat pelapukan tingkat II dan III dijumpai pada basalt di lokasi pengamatan 2 ($7^{\circ} 55' 09,65''$ LS dan $110^{\circ} 24' 34,07''$ BT) dan 3 ($7^{\circ} 55' 10,05''$ LS dan $110^{\circ} 24' 35,27''$ BT). Basalt umumnya lapuk ringan berwarna abu-abu hitam dengan berubah warna merah kecoklatan. Beberapa basalt segar masih dijumpai berwarna abu-abu kehitam-hitaman, berstruktur masif, fanerik, bentuk kristal *subhedral* hingga *euhedral*, hipokristalin, hubungan kristalnya *equigranular*. Komposisi mineral terdiri dari piroksen, hornblend, plagioklas. Semakin ke atas, spasi kekar semakin rapat berkisar antara 10-20 cm. Ciri lapuk ringan dicermati dari perubahan warna tipis pada permukaan batuan dan bidang kekar menjadi merah kecoklatan akibat oksidasi. Pada bagian bawah basalt berderajat pelapukan tingkat II dengan ketebalan mencapai 3 meter, mempunyai kekerasan material batuan yang relatif tidak jauh berbeda dengan kondisi segarnya. *Cores-*

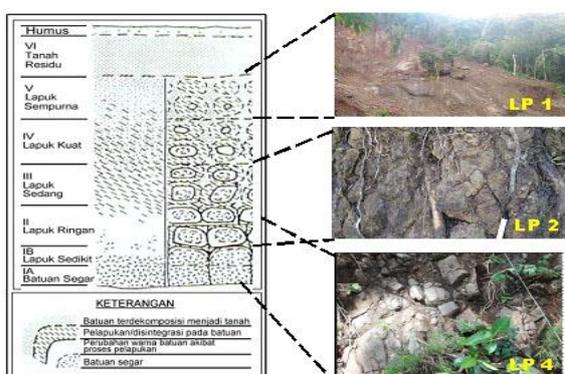
tone berstruktur *spheroidal weathering* semakin ke atas semakin banyak dijumpai, berbatasan dengan bidang kekar yang lapuk. Keberadaan *corestone* mencapai hampir 70% dari batuan yang tersingkap, sebagai penanda keberadaan derajat pelapukan tingkat III, berketebalan mencapai 3 meter. Celah antar *corestone* terisi akar-akar tumbuhan, dimana tumbuhan tersebut hidup pada lapisan batuan yang telah lapuk. Perubahan kondisi batuan di atas derajat pelapukan tingkat III tersebut kontras menjadi derajat pelapukan tingkat V.

Pada derajat pelapukan tingkat V, seluruh batuan telah terdesintegrasi menjadi tanah dimana beberapa struktur *spheroidal weathering* masih dapat diamati. Struktur dan tekstur batuan umumnya telah hancur menjadi endapan longsor, teramati dengan baik pada lokasi pengamatan 1 ($7^{\circ} 55' 10,00''$ LS dan $110^{\circ} 24' 34,74''$ BT). Ketebalan lapisan material rombakan ini mencapai 2 meter, telah bergerak menjadi longsor jenis luncuran (*slide*). Di bawah material rombakan dijumpai batuan yang telah bergerak longsor membentuk longsor baji (*wedge failure*). Gerak longsor berarah barat daya, $N 234^{\circ} E$. Kenampakan masing-masing derajat pelapukan batuan di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

Keberadaan basalt dengan derajat pelapukan tingkat I hingga II (lokasi pengamatan 4) merupakan bagian tubuh basalt bagian bawah daripada tubuh basalt berderajat pelapukan tingkat II hingga III (lokasi pengamatan 2 dan 3). Material longsor yang teramati di lokasi pengamatan 1 merupakan bagian batuan yang telah lapuk di atas lokasi pengamatan 2 dan 3, berderajat pelapukan tingkat V. Keberadaan batuan dengan derajat pelapukan V di atas batuan berderajat pelapukan III menunjukkan adanya ketidak-menerusan derajat pelapukan. Keberadaan material longsor tersebut diinterpretasikan sebagai endapan eluvial yang dipindahkan tidak jauh dari batuan asalnya akibat ketidakstabilan lereng oleh faktor gravitasi.

Keberadaan basalt di daerah penelitian berdasarkan pengamatan petrografi oleh Laksanawati (2017), basalt tersebut berasal dari penerobosan magma. Basalt pada lokasi pengamatan 4 dengan derajat pelapukan I hingga II

diinterpretasikan sebagai tubuh batuan dasar dimana di atasnya basalt dengan derajat pelapukan II hingga III dijumpai pada lokasi pengamatan 2 dan 3. Morfologi tebing selatan didominasi basalt yang masih segar (lokasi pengamatan 4) bila dibandingkan dengan tebing utara yang didominasi basalt yang lapuk dan longsor (lokasi pengamatan 2 dan 3). Keberadaan basalt di lokasi pengamatan 2 dan 3 (basalt lapuk) berelevasi di bawah lokasi pengamatan 4 (basalt segar) diinterpretasikan adanya indikasi struktur sesar di tubuh Kali Cengkehan sebagai pembatas sebaran antara basalt kekar lembar di tebing utara dengan basalt berkekar tegak di tebing selatan.



Gambar 3. Hubungan derajat pelapukan batuan di daerah penelitian

Tanah berwarna coklat hingga coklat kemerah-merahan, tersusun dari butir mineral berukuran pasir. Mineral asal dari bahan induk tanah berupa mineral felsik berwarna terang (plagioklas) dan mineral mafik berwarna kelam (piroksen) dengan mineral lempung (smektit). Sebagai endapan eluvial, mineral yang dijumpai pada tanah merupakan produk pelapukan batuan vulkanik basalt dimana tersusun oleh mineral labradorit, kaya mineral feromagnesium hipersten, lapuk hadir sebagai mineral montmorilonit. Tanah tersebut teridentifikasi sebagai jenis tanah latosol (Soeprahardjo, 1961 dalam Subardja, 2007). Tanah latosol merupakan tanah penyusun daerah Imogiri, berasal dari pelapukan batuan induk breksi (BAPPEDA Bantul, 2018).

Tanah latosol di daerah penelitian berada pada morfologi dengan kemiringan lereng antara 15° hingga 60° atau berkisar 33% hingga 133%. Dari pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa penggunaan lahan daerah penelitian berupa kebun campuran, ladang dan sedikit hutan sejenis, sehingga penutup lahannya jarang. Menurut Sutarno (2012), kompleks tanah latosol mempunyai tingkatan dari peka hingga sangat peka terhadap erosi

dan pengikisan. Lereng dengan kemiringan lebih dari 20° atau 40% dengan tumbuhan berakar pendek beresiko longsor, tidak mampu menahan erosi di bawah tekanan curah hujan (Hardiyatmo, 2012). Berdasarkan Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum (2007) dalam Mulyono, dkk. (2018), alternatif pohon yang bisa digunakan untuk penanganan longsor di daerah penelitian dengan kriteria kemiringan lereng yaitu antara 21 hingga 40% dan lebih dari 40%, dapat dilihat pada Tabel 1.

Longsoran tanah di daerah penelitian berjenis luncuran (*slide*) ketebalan tanah mencapai 2 meter termasuk tipe longsoran dangkal. Tanaman berakar dalam dapat digunakan untuk memperkuat lereng terutama longsoran dangkal. (Hardiyatmo, 2012). Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 47/Permentan/OT.140/10/2006, vegetasi yang dianjurkan untuk penanganan longsor yaitu jenis tanaman berakar dalam, dapat menembus lapisan kedap air, mampu merembeskan air ke lapisan yang lebih dalam, dan mempunyai massa yang relatif ringan (Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2006). Vegetasi dengan kriteria tipikal akarnya kesesuaian kondisi daerah lapangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Morfologi perbukitan di daerah penelitian mempunyai ketinggian berkisar 100 hingga 325 meter dari permukaan laut. Menurut arahan Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2016, pemilihan jenis tanaman dalam pengendalian longsor lahan juga didasarkan ketinggian tempat tumbuh tanaman dari muka laut atau elevasi. Elevasi adalah rentang ekologis untuk tumbuh tanaman di mana ada tanaman yang memiliki rentang ekologis sempit dan lebar (Riyanto, 2016). Tanaman atau vegetasi berdasarkan ekologis atas kondisi elevasi di daerah lapangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Vegetasi di daerah penelitian umumnya berupa semak-semak belukar dan di bagian atas lereng ditumbuhi pepohonan jati. Vegetasi berupa pepohonan yang dominan di daerah Imogiri sangat dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat, terbagi menjadi 2 kelompok vegetasi

yaitu satu kelompok sonokeling, mahoni, jati; dan pinus, kayu putih, akasia pada kelom-pok yang lain (Nahdi, dkk., 2014). Penilaian vegetasi pengendalian longsor berdasarkan kebijakan pemerintah (Tabel 1), arahan rekayasa vegetasi untuk kemiringan lereng antara 21 hingga 40% yaitu *Dalbergia pinnata* (sonokeling) dan *Parkia speciosa* (petai); sedangkan untuk kemiringan lereng di atas 40% yaitu *Aleurites moluccana* (kemiri). Jenis vegetasi dominan berupa mahoni, jati, pinus, kayu putih, dan akasia, belum sesuai dengan kebijakan pemerintah untuk arahan rekayasa vegetasi untuk konservasi tanah rawan longsor. Penanaman petai dan kemiri sebagai alternatif arahan rekayasa vegetasi masih perlu disosialisasikan ke masyarakat.

Tanah latosol berstruktur tanah gumpal halus sampai remah dan konsistensi gembur akan sangat membantu perkembangan akar tanaman dan mempermudah penetrasi akar ke dalam tanah (Subardja, 2007). Menurut

Septiningsih dan Haryanti (2015), tanah ini mempunyai tingkat kesuburan rendah. Latosol mempunyai kapasitas tukar kation dan kandungan hara yang rendah. Hal ini dikarenakan tanah telah mengalami pelapukan intensif, sehingga terjadi pelindian kation-kation hara dan bahan organik dengan meninggalkan besi oksida (Fe_2O_3) dan aluminium oksida (Al_2O_3). Tingkat keasaman tanah latosol sekitar 4,5-6,0 (Schaetzel and Anderson, 2005 dalam Septiningsih dan Haryanti, 2015). Untuk mendukung kelangsungan ekologis vegetasi pengendalian longsor, maka pemanfaatan jerami, daun-daunan dan sampah kulit pisang dapat meningkatkan kapasitas tukar kation dan ketersediaan unsur hara sehingga kesuburan dan produktivitas lahan dapat ditingkatkan (Septiningsih dan Haryanti, 2015).

Tabel 1. Jenis tanaman pengendalian longsor di daerah penelitian

No	Jenis Tanaman	Kemiringan Lereng ¹⁾		Kesesuaian Tipikal Akar ²⁾	Elevasi Ekologis <500 (m dpl) ³⁾
		21-40%	>40%		
1	<i>Aleurites moluccana</i> (kemiri)	-	+	+	+
2	<i>Agathis alba</i> (damar)	-	+	-	-
3	<i>Cinnamomum zaylanicum</i> (kayu manis)	-	-	+	-
4	<i>Kaliandra Calliandra</i> (kaliandra)	+	-	-	+
5	<i>Cassia siamea</i> (johar)	-	+	-	+
6	<i>Dalbergia pinnata</i> (sonokeling)	+	-	+	+
7	<i>Leucaena leucephala</i> (lamtoro)	+	-	-	+
8	<i>Parkia speciosa</i> (petai)	+	-	+	+
9	<i>Pinus mercurii</i> (pinus)	+	-	-	-
10	<i>Swietenia macrophylla</i> (mahoni)	+	+	-	+
11	<i>Eugenia aromatica</i> (cengkeh)	-	-	+	+
12	<i>Tectona grandis</i> (jati)	-	+	-	+

Keterangan:

¹⁾ Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 22/PRT/M/2007

²⁾ Peraturan Menteri Pertanian Nomor : 47/Permentan/OT.140/10/2006

³⁾ Arahan Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Riyanto, 2016)

KESIMPULAN

Longsoran di daerah penelitian merupakan kombinasi antara pergerakan tanah dengan jenis luncuran (*slide*) dan batuan batuan yang telah bergerak longsor membentuk longsoran baji (*wedge failure*). Material longsoran dipengaruhi oleh pelapukan batuan basalt dengan perubahan derajat pelapukan batuan yang tidak menerus, kontak antara tingkat III dan V. Longsoran berada pada morfologi lembah dengan kemiringan lereng 15°-60° dengan ketinggian 75 – 325 meter dari permukaan laut. Sebaran longsoran berada di tebing

utara Kali Cengkehan, berarah barat daya, N 234° E, dengan orientasi searah morfologi berarah N324°E. Tanah yang teronggok di daerah penelitian merupakan endapan eluvial yang teridentifikasi sebagai latosol dengan ketebalan mencapai 2 meter. Latosol dengan jenis longsor dangkal memerlukan penanaman vegetasi pengendali longsor yang berakar banyak dan dalam. Arahan rekayasa penanaman vegetasi yaitu *Dalbergia pinnata* (sonokeling) dan *Parkia speciosa* (petai) untuk kemiringan lereng antara 21 hingga 40%; sedangkan *Aleurites moluccana*

(kemiri) untuk kemiringan lereng di atas 40%. Konservasi tanah rawan longsor dapat dioptimalkan produktivitas lahannya dengan pemanfaatan jerami, daun-daunan dan sampah kulit pisang untuk meningkatkan kesuburan tanah latosol.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Bantul, 2018, *Profil Daerah Kabupaten Bantul Tahun 2018*, hal. 1-419.
- Crozier, M. J. dan Glade T., 2004, *Landslide Hazard and Risk: Issues, Concepts and Approach in Landslides Hazard and Risk*, John Wiley and Sons, hal. 1-35.
- Eggleton, R. A., Foudoulis, C., dan Varkevisser, D., 1987. Weathering of Basalt: Changes in Rock Chemistry and Mineralogy, *Clays and Clay Minerals*, Vol. 35, No. 3. hal. 161-169.
- Geological Society of London, 1990, Tropical Residual Soils: Geological Society Engineering Group Working Party Report on The Logging of Cores for Engineering Purposes, *Quarterly Journal of Engineering Geology*, Geological Society of London, Vol. 23, No. 1, hal. 4-101.
- Glade, T., Anderson, M., dan Crozier, M.J., 2005, *Landslides Hazard and Risk*, 1st edition, John Wiley and Sons Ltd., East Sussex.
- Hansen, M. J., 1984, *Strategies for Classification of Landslides*, John Wiley & Sons, New York.
- Karnawati, D., 2002, Pengenalan Daerah Rentan Gerakan Tanah dan Upaya Mitigasinya, *Makalah Seminar Nasional Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor*, Semarang 11 April 2002, Pusat Studi Kebumihan Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro.
- Karnawati, D., 2005, *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*, Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kusumosubroto, H., 2013. *Aliran Debris dan Lahar, Pembentukan, Pengaliran dan Pengendaliannya*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Laksanawati, D. N. A., 2017, Geologi dan Identifikasi Fasies Gunungapi Dari Data Geomorfologi Daerah Giriloyo dan Sekitarnya, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, *Skripsi*, Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND Yogyakarta (tidak dipublikasikan).
- Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2006, *Pedoman Umum Budidaya Pertanian pada Lahan Pegunungan*, Permentan Nomor: 47/Permentan/OT.140/10/2006, Jakarta.
- Mulyono, A., Subardja, A., Ekasari, I., Lailati, M., Sudirja, R., dan Ningrum, W., 2018, The Hydromechanics of Vegetation for Slope Stabilization, *Global Colloquium on GeoSciences and Engineering*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Nahdi, M. S., Marsono, D., Djohan, T.S., dan Baequni, M., 2014, Struktur Komunitas Tumbuhan dan Faktor Lingkungan di Lahan Kritis, Imogiri Yogyakarta, *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol. 21, No.1, Maret 2014, hal 67-74.
- Priambodo, T., 2019, Analisis Kinematik Bidang Diskontinuitas untuk Mengidentifikasi Gerakan Massa di Daerah Giriloyo dan Sekitarnya, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, *Seminar*, Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND Yogyakarta (tidak dipublikasikan).
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, dan Rosidi, H. M., 1995, *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*, Pusat Survei Geologi, Bandung.
- Raut, R. dan Gudmestad, O. T., 2017, Use of Bioengineering Techniques to Prevent Landslides in Nepal For Hydropower Development, *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, Vol. 12, No. 4, hal 418-42, DOI: 10.2495/DNE-V12-N4-418-427.
- Riyanto, H. D., 2016, *Rekayasa Vegetatif untuk Mengurangi Risiko Longsor*, Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Surakarta.
- Septiningsih, E. dan Haryanti, S., 2015, Kandungan Selulosa dan Lignin Berbagai Sumber Bahan Organik Setelah Dekomposisi pada Tanah Latosol, *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, Vol. XXIII, Nomor 2, Oktober 2015, hal. 34-42.
- Septyawan, B. A., 2018. Karakteristik Tingkat Pelapukan Batuan Penyusun Lereng dan Implikasinya Terhadap Potensi Gerakan Massa di Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, *Seminar*, Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND Yogyakarta (tidak dipublikasikan).

Setiadji P, Sadisun I. A., dan Bandono, 2006, Pengamatan dan Pengujian Lapangan dalam Karakterisasi Pelapukan Andesit di Purwakarta, *Jurnal Geoaplika*, Vol 1. No 1, hal 3-13.

BIODATA PENULIS

Arie Noor Rakhman, S.T., M.T., lahir di Yogyakarta tanggal 29 Mei 1976, menyelesaikan studi S1 tahun 1999 di Jurusan Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta, S2 tahun 2002 di Jurusan Teknik Geologi UGM, dan Kandidat Doktor pada bidang geologi teknik di Universitas Padjadjaran Bandung. Saat ini bertugas sebagai Dosen Tetap di Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND Yogyakarta dengan jabatan akademik Asisten Ahli pada bidang minat geologi

teknik, kebencanaan geologi dan struktur geologi.

Dr. Muchlis, S.P., M.Sc., lahir di Jakarta tanggal 9 Februari 1974, menyelesaikan studi S1 tahun 1998 di Jurusan Agronomi UPN "Veteran" Yogyakarta, S2 tahun 2007 di Program Manajemen Lingkungan Universiti Kebangsaan Malaysia, dan S3 tahun 2012 di Program Geologi Universiti Kebangsaan Malaysia. Saat ini bertugas sebagai Dosen Tetap di Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND Yogyakarta dengan jabatan akademik Lektor pada bidang minat geologi lingkungan.

Bayu Ade Septyawan, lahir di Karanganyar tanggal 28 September 1995, saat ini sedang menempuh studi S1 di Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND Yogyakarta pada bidang minat geologi teknik dan struktur geologi.