

## ANALISIS GERAKAN MASSA UNTUK EVALUASI KERUSAKAN SALURAN INDUK KALIBAWANG KABUPATEN KULONPROGO

**Deasy Arisanty**

*santyeo@yahoo.com*

*Prodi Pendidikan Geografi FKIP UNLAM, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia*

**Djati Mardiatno dan Jamulya**

*Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia*

### INTISARI

Tujuan dari penelitian ini adalah 1) untuk menganalisis karakteristik gerakan massa pada setiap bentuk lahan di Saluran Induk Kalibawang, terutama pada jenis, properti, jumlah dan distribusi spasial berdasarkan aspek morfologi dan morfogenesis, 2) untuk menganalisis faktor penyebab dan faktor pemicu untuk setiap gerakan massa di Saluran Induk Kalibawang, 3) untuk mengevaluasi jenis kerusakan di Saluran Induk Kalibawang untuk setiap gerakan massa berdasarkan morphoarrangement. Penelitian ini menggunakan metode survei ini sedangkan tipe bentuk lahan yang digunakan untuk menentukan sampel. Analisis kualitatif dan kuantitatif digunakan untuk analisis data. Kedua aspek morfologi dan morfogenesis digunakan untuk akuisisi data. Data morfologi terdiri dari stepness lereng, bentuk lereng, dan kembali kelas lief (topografi). Data morfogenesis terdiri dari tekstur tanah, solum tanah, drainase tanah, indeks cole, pelapukan batuan, stratigrafi batuan, sendi pada batuan dasar, rembesan, penggunaan lahan dan pengelolaan lahan. Akhirnya, morphoarrangement yang digunakan untuk menganalisis saluran distribusi kerusakan. Penelitian ini menunjukkan bahwa ada empat jenis dari geneses dari bentang alam, yaitu bentuk lahan denudasional, bentuk lahan solutif, bentuk lahan struktural dan bentuk lahan fluvial. Jenis-jenis gerakan massa di daerah penelitian adalah geser rotasi, slide translasi, creep dan jatuh. Ada 18 peristiwa slide rotasi dan 4 peristiwa slide translasi dalam bentuk lahan denudasional dengan pola tersebar. Ada 9 peristiwa merinding dalam bentuk lahan struktural dengan pola tersebar. Akumulasi bahan dari jenis slide rotasi dapat menghancurkan saluran dinding, dan ditemukan 6 peristiwa kerusakan dalam bentuk lahan denudasional. Merinding menyebabkan retakan pada saluran dinding, di mana ia ditemukan 9 peristiwa retak dalam bentuk lahan struktural. Bahan berkualitas tinggi dan perbaikan intensif kerusakan melibatkan partisipasi masyarakat dapat mencegah kerusakan pada Saluran Induk Kalibawang.

**Kata kunci:** gerakan massa, bentuk lahan, morpho gy, morfogenesis, kerusakan saluran

### ABSTRACT

*The aims of this research are 1) to analyze mass movement characteristics on each landform in Saluran Induk Kalibawang, especially on its type, property, amount and spatial distribution based on morphology and morphogenesis aspects, 2) to analyze the causal factor and the triggering factor for every mass movement in Saluran Induk Kalibawang, 3) to evaluate type of damage in Saluran Induk Kalibawang for every mass movement based on morphoarrangement. This study used survey method while the landform type is used to determine the samples. The qualitative and quantitative analyses are used for data analysis. Both morphological and morphogenesis aspects are used for data acquisition. Morphology data consist of slope stepness, slope form, and re lief class (topography). Morphogenesis data consist of soil textures, soil solum, soil drainage, cole index, rock weathering, rock stratigraphy, the joints on the bedrock, the seepage, the land use and land management.*

*Finally, the morphoarrangement is used to analyze damage channel distribution. This research shows that there are four types of the geneses of landforms, i.e. the denudational landform, the solutional landform, the structural landform and the fluvial landform. The types of mass movements in the research area are rotational slide, translational slide, creep and fall. There are 18 events of rotational slides and 4 events of translational slides within denudational landform with dispersed pattern. There are 9 events of creeps within structural landform with dispersed pattern. The material accumulation of the type rotational slides can destroy wall channel, and it is found 6 events of damage within the denudational landform. Creeps cause cracks on wall channel, where it is found 9 events of cracking within structural landform. High quality material and the intensive repair of damages involving the community participation can prevent damages on Saluran Induk Kalibawang.*

**Key word:** mass movement, landform, morphology, morphogenesis, channel damage

## PENDAHULUAN

Bencana alam sering menimbulkan kerusakan yang merugikan bagi manusia. Gerakan massa merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Gerakan massa dapat menimbulkan kerusakan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Kerusakan yang ditimbulkan oleh gerakan massa secara langsung adalah rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian, dan korban manusia. Kerusakan secara tidak langsung yang disebabkan oleh gerakan massa adalah melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktivitas ekonomi di daerah bencana dan sekitarnya (Hardiyatmo, 2006). Gerakan massa merupakan proses geomorfologi yang dampaknya dirasakan semakin bertambah karena masyarakat yang kurang memahami mengenai proses geomorfologi yang bekerja pada suatu bentuklahan (Sartohadi, 2007).

Kabupaten Kulon Progo merupakan daerah yang rawan terhadap gerakan massa. Gerakan massa yang terjadi di Kabupaten Kulon Progo tersebar di beberapa Kecamatan, yaitu Kecamatan Samigaluh, Kecamatan Kalibawang, Kecamatan Kokap, Kecamatan Girimulyo, Kecamatan Pengasih, dan Kecamatan Nanggulan (Bappeda Kulon Progo dan PSBA, 2001). Saluran Induk Kalibawang merupakan salah satu saluran irigasi yang sangat penting bagi wilayah Kalibawang dan sekitarnya. Saluran tersebut dibangun melintasi Kecamatan Kalibawang, Girimulyo dan Nanggulan yang rawan terhadap gerakan massa, sehingga saluran tersebut selalu mengalami kerusakan.

Setiap gerakan massa menimbulkan kerusakan yang berbeda dengan gerakan massa lainnya. Melalui penilaian karakteristik bentuklahan yaitu aspek morfologi dan morfogenesis akan dianalisis karakteristik gerakan massa yang terjadi pada bentuklahan tersebut. Melalui aspek morfokronologi, akan dianalisis tipe kerusakan yang ditimbulkan oleh setiap gerakan massa dan distribusi kerusakan tersebut pada bentuk lahan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis karakteristik gerakan massa pada setiap bentuklahan di sekitar Saluran Induk Kalibawang, yang meliputi tipe, penciri, jumlah, dan distribusi keruangan berdasarkan aspek morfologi dan morfogenesis; menganalisis faktor yang menjadi penyebab dan pemicu pada setiap tipe gerakan massa di sekitar Saluran Induk Kalibawang; mengevaluasi tipe kerusakan Saluran Induk Kalibawang pada setiap tipe gerakan massa berdasarkan aspek morfoaransemen.

Geomorfologi adalah ilmu yang mendeskripsikan bentuklahan dan proses- proses yang mempengaruhi pembentukannya serta menyelidiki hubungan timbal balik antara bentuklahan serta proses-proses tersebut dalam susunan keruangan (Van Zuidam dan Cancelado, 1979). Geomorfologi adalah ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk mempelajari dan interpretasi bentuklahan dan khususnya pada penyebab yang membentuk bentuklahan dan mengubah bentuklahan (Panizza, 1996). Bentuklahan adalah kenampakan medan yang dibentuk oleh proses-proses alami yang mempunyai julat karakteristik fisik dan visual dimanapun bentuklahan itu dijumpai (Way, dalam Van Zuidam dan Cancelado, 1979).

Survei geomorfologi adalah analisis, klasifikasi, dan pemetaan bentuklahan yang berpedoman pada morfologi, genesis, kronologi, dan litologi (Van Zuidam dan Cancelado, 1979). Ada 4 aspek yang penting dalam survei bentuklahan, sebagai tujuan umum dalam pemetaan geomorfologi yaitu morfologi, morfogenesis, morfokronologi, dan morfoaransemen (Van Zuidam, 1983).

Gerakan massa merupakan gerakan ke arah bawah material pembentuk lereng, yang dapat berupa tanah, batu, timbunan buatan atau campuran dari material lain. Gerakan massa, umumnya disebabkan oleh gaya-gaya gravitasi dan kadang-kadang getaran atau gempa juga menyokong kejadian tersebut (Hardiyatmo, 2006). Menurut Cruden dan Varnes (1992) dalam Hardiyatmo (2006), gerakan massa pembentuk lereng dapat dibedakan menjadi 5 macam yaitu: (1) jatuhnya (*falls*), (2) robohan (*topples*), (3) longoran (*Slides*), (4) sebaran (*spreads*), (5) aliran (*flows*.)

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei Data yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada aspek morfologi dan morfogenesis bentuklahan. Data yang dikumpulkan berdasarkan aspek morfologi adalah morfometri yaitu kemiringan lereng dan bentuk lereng; morfografi yaitu kelas relief (topografi). Hasil pengukuran morfometri digunakan untuk menentukan morfografi. Data yang dikumpulkan berdasarkan aspek morfogenesis adalah morfotruktur pasif yaitu tekstur tanah, kedalaman solum tanah, drainase tanah, kembang kerut tanah, pelapukan batuan, perlapisan batuan; morfostruktur aktif yaitu keterdapatan kekar pada batuan; morfodinamik yaitu keterdapatan rembesan air, penggunaan lahan, dan pengelolaan lahan. Pengambilan sampel dengan cara *purposif random sampling* dengan bentuklahan sebagai dasar dalam pengambilan sampel.

Analisis untuk menentukan tipe gerakan massa dan penciri, berdasarkan pada karakteristik bentuklahan (aspek morfologi dan morfogenesis) dan hasil pengamatan proses gerakan massa di lapangan. Penentuan tipe gerakan massa berdasarkan Klasifikasi dari Cruden dan Varnes (1992). Analisis untuk menentukan jumlah suatu tipe gerakan massa pada setiap bentuklahan dengan menggunakan analisis tabel. Jumlah suatu tipe gerakan massa pada setiap bentuklahan dijumlahkan dan dihitung persentasenya. Untuk menentukan pola distribusi suatu tipe gerakan massa dengan menggunakan sistem informasi geografis dan perhitungan statistik keruangan.

Penentuan penyebab gerakan massa berdasarkan jumlah dan persentase kejadian setiap tipe gerakan massa yang terjadi pada setiap kriteria pada aspek morfometri, morfografi, morfostruktur pasif, dan morfostruktur aktif. Persentase terbesar pada suatu kriteria pada setiap aspek tersebut merupakan faktor penyebab.

Penentuan faktor pemicu gerakan massa adalah dengan menghitung jumlah dan persentase kejadian setiap tipe gerakan massa yang terjadi pada setiap kriteria pada karakteristik morfodinamik. Persentase terbesar pada suatu kriteria adalah faktor pemicu gerakan massa tersebut. Untuk menganalisis tipe kerusakan, selain dengan peta, dianalisis juga dengan menggunakan tabel. Pada tabel diisi bentuklahannya, tipe gerakan massanya dan tipe kerusakan Saluran Induk Kalibawang. Penentuan potensi kerusakan Saluran Induk Kalibawang berdasarkan tingkat kerusakan saluran yang disebabkan oleh gerakan massa. Tingkat kerusakan ditentukan berdasarkan jumlah dan ukuran kerusakan saluran. Saluran yang terjadi kerusakan berat menggambarkan bahwa gerakan massa tersebut berpotensi tinggi merusak saluran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap bentuklahan mempunyai karakteristik yang berbeda sehingga gerakan massa yang dihasilkanpun dapat berbeda dengan bentuklahan yang lain. Genesis dari bentuklahan menentukan karakteristik dari bentuklahan. Karakteristik bentuklahan merupakan dasar dalam karakterisasi gerakan massa. Berdasarkan genesis dari bentuklahan, daerah penelitian terdiri dari beberapa satuan bentuklahan, yaitu:

Beberapa bentuklahan asal proses denudasional yang ada di daerah penelitian adalah lereng bawah perbukitan denudasional terkikis kuat berbatuan breksi andesit, perbukitan terisolasi berbatuan basalt dan perbukitan terisolasi berbatuan breksi andesit.

Beberapa bentuklahan asal proses struktural denudasional yang ada di daerah penelitian adalah perbukitan struktural berbatuan napal batupasir dan lereng struktural berbatuan batulempung batupasir.

Bentuklahan asal proses fluvial yang ada di daerah penelitian adalah teras sungai berbatuan endapan alluvial sungai, dataran koluviyal berbatuan endapan koluviyal dan dataran fluvial Gunungapi Merapi berbatuan breksi laharik.

Bentuklahan asal proses solusional yang ada di daerah penelitian adalah perbukitan solusional berbatuan batugamping. Adapun pengaruh dari karakteristik bentuklahan terhadap karakteristik gerakan massa dan dampak dari gerakan massa tersebut terhadap kerusakan Saluran Induk Kalibawang berdasarkan hasil penelitian terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh dari bentuklahan terhadap gerakan massa dan kerusakan Saluran Induk Kalibawang

Karakteristik bentuklahan	Karakteristik gerakan massa	Tipe dan potensi kerusakan Saluran Induk Kalibawang
Lereng bawah perbukitan denudasional terkikis kuat berbatuan breksi andesit: Morfometri: 25 <sup>0</sup> -45 <sup>0</sup> , cekung Morfografi: berbukit	Tipe gerakan:  Longsor rotasional dan longsor translasional  Distribusi: menyebar	Penimbunan saluran, Ukuran:Panjangsaluran  tertimbun: 2-5 m Jumlah penimbunan:5 buah  Potensi kerusakan: sedang
Morfostrukturpasif: geluh berlempung, solum 60-150 cm,	Jumlah kejadian:	

---

drainase baik, $cole < 0,09$ , pelapukan sangat lanjut, perlapisan miring pada medan bergelombang-berbukit	Longsor rotasional : 18 buah	
Morfostruktur aktif: terdapat kekar	Longsor translasional: 2 buah	
Morfodinamik: penggunaan lahan kebun, pengelolaan pemotongan kaki perbukitan, beban karena bangunan, terdapat mataair.		
Perbukitan terisolasi berbatuan basalt	Tipe gerakan: longsor translasional	Tidak menyebabkan kerusakan saluran
Morfometri: $30^0-45^0$ , cekung		
Morfografi: berbukit	Distribusi: menyebar	
Morfostrukturpasif: geluh berlempung, solum 60-90 cm, drainase baik, $cole < 0,09$ , pelapukan sangat lanjut,	Jumlah kejadian: 2 buah	
Lereng structural berbatuan batulempung batupasir	Tipegerakan: Rayapan Distribusi:menyebar	Retakan saluran, ukuran: lebar: 3,2 – 30 cm dalam : 15-30 cm panjang : 50 cm
Morfometri: : $6^0-9^0$ , cembung	Jumlah kejadian: 5 buah	
Morfografi: berombak		
Morfostruktur pasif: lempung, solum 90-150 cm, drainase baik,		
$cole > 0,09$ , pelapukan batuan sangat lanjut,miring pada lerengyang berombak		Retakan jembatan, ukuran: lebar : 3,4 cm dalam : 8 cm panjang : 1 m total jumlah retakan : 4 retakan Potensi kerusakan: sedang
Morfostruktur aktif: tidak terdapat kekar		
Morfodinamik: tidak terdapat rembesan, sawah dan kebun, pembuatan teras		
Perbukitan structural berbatuan napalan batupasir	Tipegerakan: Rayapan dan longsor rotasional Distribusi: menyebar	Retakan saluran (pengaruh rayapan) , ukuran: lebar: 2-5 cm dalam: 1-5 cm panjang : 5 - 25 m jumlah retakan : 4 retakan
Morfometri: : $6^0-30^0$ , cembung	Jumlah kejadian: Rayapan:5 buah Longsor rotasional: 2 buah	Potensi kerusakan: tinggi
Morfografi: berombak-berbukit		
Morfostruktur pasif: lempung, solum $<30$ cm, drainase baik, $cole > 0,09$ , pelapukan batuan sangat lanjut, miring pada lereng yang berombak-berbukit		Penimbunan saluran (pengaruh longsor rotasional) Ukuran: Panjang saluran tertimbun: 11m Jumlah penimbunan : 1 buah Potensi kerusakan: rendah
Morfostruktur aktif: terdapat kekar		
Morfodinamik: tidak terdapat rembesan, kebun, pembuatan teras, pemotongan kaki perbukitan		

---

Lanjutan Tabel 1.

Karakteristik bentuklahan	Karakteristik gerakan massa	Tipe dan potensi kerusakan Saluran Induk Kalibawang
Dataran koluviyal berbatuan endapan koluviyal Morfometri: : $6^{\circ}9^{\circ}$ , cembung Morfografi: berombak Morfostruktur pasif: geluh	Tipe gerakan: Rayapan Jumlah kejadian: 1 buah	Retakan saluran, ukuran: lebar: 5-10 cm panjang: 50 m dalam : 5-10 cm Jumlah retakan : 1 retakan
berlempung, solum $>90$ cm, drainase baik, cole $< 0,09$ , miring pada lereng yang berombak Morfostruktur aktif: tidak terdapat kekar Morfodinamik: kebun, pembuatan teras		Potensi kerusakan: sedang
Perbukitan solusional berbatuan batugamping Morfometri: $40^{\circ}-45^{\circ}$ , cekung Morfografi: berbukit Morfostruktur pasif: geluh berlempung, solum $< 30$ cm, drainase baik, cole $< 0,09$ , pelapukan sangat lanjut, perlapisan miring pada medan bergelombang-berbukit Morfostruktur aktif: terdapat kekar Morfodinamik: penggunaan lahan kebun, pengelolaan pemotongan kaki perbukitan, tidak terdapat rembesan.	Tipegerakan: Jatuhan Jumlah kejadian : 2 buah	Tidak menyebabkan kerusakan saluran

Sumber: Hasil analisis (2009)

Berdasarkan Tabel 1, pada bentuklahan denudasional yaitu lereng bawah perbukitan denudasional terkikis kuat berbatuan breksi andesit dan perbukitan terisolasi berbatuan basalt, gerakan massa yang terjadi adalah tipe longsoran. Adanya perbedaan dari aspek morfologi, dapat menyebabkan perbedaan tipe longsorannya. Pada bentuklahan dengan lereng yang termasuk miring- terjal, sangat memungkinkan untuk terjadi gerakan massa dengan tipe longsor rotasional, sedangkan longsor translational terjadi pada lereng yang lebih terjal daripada longsor rotasional. Longsor di daerah penelitian umumnya dipicu oleh adanya pemotongan kaki perbukitan. Distribusi gerakan massa tipe longsoran pada bentuklahan asal proses denudasional ini terjadi menyebar secara linier.

Hal ini terkait dengan faktor pemicunya yaitu pemotongan kaki perbukitan untuk dibuat jalan dan saluran irigasi, sehingga longsor tersebut terjadi pada lereng di sepanjang jalan dan Saluran Induk Kalibawang. Longsor yang terletak dekat saluran akan menyebabkan penimbunan saluran. Penimbunan saluran dapat menyebabkan saluran menjadi dangkal.

Pada bentuklahan perbukitan struktural berbatuan napal batupasir, ada 2 tipe gerakan yang terjadi yaitu rayapan dan longsor rotasional. Pada bentuklahan perbukitan struktural napal batupasir yang berada di Kecamatan Kalibawang, yang terjadi adalah gerakan massa tipe longsor rotasional. Sedangkan bentuklahan perbukitan structural berbatuan napal batupasir yang terdapat di Kecamatan Nanggulan, yang terjadi adalah rayapan. Hal ini disebabkan adanya perbedaan dari aspek morfologi, dimana pada bentuklahan yang berada di Kecamatan Kalibawang, lerengnya lebih terjal daripada yang berada di Kecamatan Nanggulan, sehingga gerakan massa yang terjadi juga berbeda. Longsor yang terjadi pada bentuklahan ini berbeda dari segi ukuran material yang diendapkan daripada longsor yang terdapat pada bentuklahan lereng bawah perbukitan denudasional terkikis kuat berbatuan breksi andesit. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan dari aspek morfostruktur pasif. Pada bentuklahan perbukitan struktural berbatuan napal batupasir, tanahnya tipis dan lebih banyak batuan yang mengalami pelapukan, sehingga material yang diendapkan relative kasar. Sedangkan pada lereng bawah perbukitan denudasional terkikis kuat berbatuan breksi andesit, solum tanah tebal sehingga material yang diendapkan lebih halus daripada bentuklahan perbukitan struktural berbatuan napal batupasir.

Rayapan umumnya terjadi pada bentuklahan asal proses struktural dan ada juga rayapan yang terjadi pada bentuklahan dataran koluvial berbatuan endapan koluvial. Rayapan dapat terjadi pada bentuklahan dataran koluvial dan bentuklahan asal struktural karena adanya persamaan dari aspek morfologi yaitu kemiringan lereng yang agak miring-miring. Ditinjau dari aspek morfostruktur pasif, bentuklahan asal proses struktural dan dataran koluvial berbeda. Pada bentuklahan asal proses struktural, yang menjadi penyebab gerakan massa adalah tanah yang bertekstur lempung dan nilai *cole* yang tinggi. Sedangkan pada dataran koluvial, penyebabnya adalah material hasil pengendapan yang bergerak menuju ke tempat yang lebih datar. Rayapan akan menyebabkan terjadinya retakan pada dinding saluran. Saluran yang mengalami retakan lebih sulit diatasi dibandingkan dengan saluran yang mengalami penimbunan, karena saluran yang mengalami retakan memerlukan perbaikan secara teknis, yang dapat dilakukan oleh instansi yang bertanggung jawab terhadap pemeliharaan Saluran Induk Kalibawang.

Jatuhan terjadi pada bentuklahan asal proses solusional. Jatuhan terjadi pada bentuklahan ini dan tidak terjadi pada bentuklahan lain karena perbedaan aspek morfologi, morfogenesis dengan bentuklahan yang lain. Ditinjau dari aspek morfometri, bentuklahan solusional ini lebih terjal daripada bentuklahan lain, di tinjau dari aspek morfostruktur aktif, banyak terdapat rekahan dan lubang-lubang hasil pelarutan batu gamping sehingga ketika terjadi hujan, akan memicu terjadinya jatuhan.

Potensi kerusakan dapat ditentukan berdasarkan berat atau tidaknya tingkat kerusakan yang disebabkan oleh gerakan massa. Secara umum, gerakan massa tipe rayapan yang menyebabkan retakan pada saluran, menyebabkan kerusakan yang lebih berat dibandingkan dengan kerusakan yang dihasilkan oleh longsor rotasional.

Retakan dikategorikan mengalami kerusakan yang berat karena merusak saluran secara langsung. Dengan demikian, gerakan massa tipe rayapan lebih berpotensi merusak Saluran Induk Kalibawang apabila dibandingkan dengan gerakan massa tipe longsor rotasional.

### KESIMPULAN

Gerakan massa yang terjadi di daerah penelitian terdiri dari 4 tipe gerakan massa yaitu longsor rotasional, longsor translasional, rayapan dan jatuhan. Gerakan massa tipe longsor rotasional dan longsor translasional terjadi pada bentuklahan asal proses denudasional dengan karakteristik lereng yang miring-terjal, solum tanah tebal, material melapuk berasal dari batuan beku. Gerakan massa tipe rayapan terjadi pada bentuklahan asal proses struktural dengan karakteristik lereng agak miring-terjal, dan material yang melapuk berasal dari batuan sedimen. Gerakan massa tipe jatuhan terjadi pada bentuklahan asal proses solusional dengan karakteristik lereng yang sangat terjal, solum tanah tipis dan material yang melapuk berasal dari batuan sedimen. Kejadian gerakan massa yang paling banyak terjadi adalah longsor rotasional, yaitu 18 kejadian, yang terjadi di lereng bawah perbukitan denudasional terkikis kuat berbatuan breksi andesit. Pola distribusi gerakan massa tipe longsor adalah menyebar pada bentuklahan asal proses denudasional. Pola distribusi gerakan massa tipe rayapan adalah menyebar pada bentuklahan asal proses struktural. Penyebaran gerakan massa tipe longsor dan rayapan adalah linier.

Gerakan massa tipe longsor rotasional disebabkan oleh kemiringan lereng termasuk miring-terjal, tanah yang solumnya tebal, terdapat kekar dan batuan yang melapuk sangat lanjut. Pemicu utamanya adalah pengelolaan lahan berupa pemotongan kaki perbukitan terutama untuk dibuat jalan. Gerakan massa tipe longsor translasional disebabkan oleh lereng yang terjal-sangat terjal, terdapat kekar dan batuan yang melapuk sangat lanjut. Pemicu utamanya adalah pemotongan kaki perbukitan terutama untuk dibuat jalan. Gerakan massa tipe rayapan adalah kemiringan lereng termasuk agak miring, terjadi kembang kerut pada tanah. Pemicu utamanya adalah pembuatan teras pada lahan pertanian. Gerakan massa tipe jatuhan terjadi pada lereng yang sangat terjal, banyak terdapat lubang dan rekahan pada batuan. Pemicunya adalah air hujan yang masuk melewati rekahan.

Kerusakan Saluran Induk Kalibawang yang disebabkan oleh rayapan adalah retakan, sedangkan kerusakan saluran yang disebabkan oleh longsor rotasional adalah penimbunan dinding saluran. Kerusakan yang dominan disebabkan oleh rayapan. Rayapan lebih berpotensi menimbulkan kerusakan daripada longsor.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda Kulon Progo dan PSBA. 2001. *Penyusunan Sistem Informasi Penanggulangan Bencana Alam Tanah Longsor di Kabupaten Kulonprogo*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Bakosurtanal dan PSBA. 2002. *Penyusunan Panduan Mitigasi Rawan Bencana Alam di Indonesia*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Panizza, M. 1996. *Environmental Geomorphology*. Dipartimento di science della Terra, Universita degli Studi Modena. Italy.

Sartohadi, J. 2007. Geomorfologi Tanah dan Aplikasinya untuk Pembangunan Nasional. *Pidato Dies Natalis ke-44 Fakultas Geografi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

Van Zuidam, R.A. dan F.I. Cancelado. 1979. *Terrain Analysis And Classification Using Aerial Photograph*. International Institute for Aerial Survey and Earth Science. The Netherlands.





