

Pengaruh Meandering Sungai Lukulo Terhadap Kejadian Longsor di Perkotaan Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah

Puguh Dwi Raharjo^{1,*}, Kristiawan Widiyanto¹, Eko Puswanto¹, dan Sueno Winduhutomo¹

¹Balai Informasi dan Konservasi Kebumian, LIPI Jl. Karangasambung KM 19 Kebumen 54353, Jawa Tengah

*E-mail korespondensi: puguh.draharjo@karangasambung.lipi.go.id

Abstrak. Sungai Lukulo merupakan sungai yang berada di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah yang keberadaannya pada bagian hulu memiliki geologi beragam. Proses meandering sungai tidak hanya terjadi pada bagian hulu, namun pada sungai utama yang berada di tengah DAS terdapat juga meandering sungai yang mengakibatkan beberapa masalah. Selain permasalahan erosi tebing sungai kejadian longsor juga sering terjadi, dan lokasi ini berada di pusat kota. Penanganan telah dilakukan dengan menggunakan rekayasa seperti tanggul bronjong dan krib sungai namun proses longsor tetap terjadi. Pada penelitian ini dilakukan suatu kajian fisik lahan penyebab terjadinya longsor tersebut dengan mempertimbangkan dari sisi geologi, efek penambangan pada daerah hulu, arus aliran, serta adanya akumulasi aliran pada lokasi kejadian. Sehingga diperlukan suatu survei geologi dan fisik permukaan serta pengukuran arus dan penampang sungai. Hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa pada lokasi kajian Morfologi Sungai Lukulo memiliki karakteristik yang berbeda, yaitu dengan adanya meandering. Hal ini secara tidak langsung sangat mempengaruhi dinamika sungai, terutama mekanisme dan intensitas erosi pada tebing sungai. Mekanisme ini berhubungan dengan keberadaan sesar geser sinistral Kedungkramat. Sesar ini secara tidak langsung menghasilkan zona lemah menghasilkan bentuk morfologi Sungai Lukulo. Meandering memiliki nilai sinusitas sebesar 3,091 yang berarti sungai sangat berkelok. Selain itu terjadi penyempitan sungai, sehingga ketika terjadi banjir (debit maksimal), air sungai naik ± 3 meter hingga ± 5 meter. Akibatnya selain kecepatan arus yang menggerus tebing sungai juga terjadi kelembaban tanah yang tinggi dan tanah mudah jenuh, sehingga ketika beban pada permukaan atas relatif berat (lahan terbangun) maka akan mudah terjadi longsor. Konservasi vegetatif dengan tanaman sedang dengan akar tunggang serta penanaman yang menyilang dapat mengurangi risiko terjadi longsor pada lokasi ini.

Kata kunci: Sungai Lukulo, Kebumen, Meandering, Erosi tebing, Longsor

PENDAHULUAN

Kabupaten Kebumen merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah, pada wilayah ini terdapat Sungai Lukulo yang berada pada kondisi geologi yang beragam di bagian hulunya. Sungai Lukulo mempunyai perbandingan debit maksimal dan debit minimal (*index water regime*) yang tinggi, ketika musim kemarau debit relatif sangat kecil sedangkan ketika musim penghujan debitnya meningkat tajam (Saifudin dan Raharjo, 2009). Pengamatan atas material dasar yang terdapat di sepanjang saluran Sungai Lukulo menggambarkan bahwa telah terjadi proses-proses agradasi (erosi dan gerakan massa tanah/batuan) yang intensif di daerah hulu (Raharjo dkk, 2010: 2016). Selain itu, pada Sungai Lukulo Hulu ini masih banyak ditemukan singkapan batuan baik pada lokasi hulu ataupun hilir, sehingga air hujan sebagai input utama dalam sumberdaya air sebagian besar akan mengalir menjadi aliran langsung permukaan (*runoff*).

Morfometri secara keseluruhan pada Sungai Lukulo memiliki bentuk memanjang, namun pada bagian hulu memiliki bentuk membulat. Topografi dan batuan yang beragam, menyebabkan tingkat erodibilitas dan aliran permukaan yang tinggi. Proses hidrolis yang berupa tumbukan, gerusan, dan pengendapan sangat intensif terjadi. Semakin lama sungai semakin tidak terkontrol, meandering yang terjadi semakin besar (Raharjo dkk, 2011). Erosi sungai di daerah pertanian dipengaruhi oleh adanya perubahan aliran sungai, hal ini dikarenakan adanya aliran yang naik sampai ketebing sungai (*streambank*), dan limpasan terkonsentrasi dari sumber lain (IOWA, 2006). Proses fluvial memindahkan partikel-partikel tanah atau agregat dari dasar sungai serta distribusi erosi berdasarkan ukuran butir tanah, bentuk, dan kepadatan (Wynn, 2004). Selain itu juga dinyatakan bahwa Vegetasi berperan dalam morfologi saluran, vegetasi memberikan dampak pada proses subaerial dan erosi dan erodibilitas tepi sungai. Efek dari vegetasi pada bentuk saluran adalah hasil dari perbedaan spesifik lokasi pada karakteristik DAS, seperti kerapatan dan jenis vegetasi, tanah, aliran rezim, lereng, geologi, aliran, ukuran, dan sejarah gangguan.

Menurut Kuntjoro dkk (2014) penggerusan dan pengendapan merupakan suatu proses yang selalu terjadi hampir pada setiap aliran sungai, proses ini pula yang kemudian menyebabkan perubahan geometri sungai. Pada sungai yang lurus sempurna perubahan geometri yang relatif seimbang antara bagian kanan dan kiri sungai, sedangkan pada lengkung-lengkung sungai perubahan geometri ini tidak seimbang antara bagian lengkung luar dan lengkung dalam sungai. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan arah dan kecepatan aliran antara kedua sisi tersebut serta terjadinya arus helik (*helical flow*) yang mempercepat terjadinya belokan-belokan dan lengkungan-lengkungan sungai.

Permasalahan yang terjadi, meandering pada Sungai Lukulo ini tidak hanya terjadi di bagian hulu saja, namun juga terdapat beberapa meandering sungai pada bagian tengah. Hal tersebut selain menyebabkan terjadinya erosi tebing juga menyebabkan terjadinya longsor. Oleh sebab perlu dilakukan suatu kajian mengenai penyebab terjadinya longsor tersebut, sehingga dapat dirumuskan suatu pemecahan masalah untuk mengurangi risiko longsor pada perkotaan Kebumen yang terdapat meandering sungai.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Sungai Lukulo (Gambar 1) yang berada pada kawasan padat pemukiman di sekitar perkotaan Kabupaten Kebumen. Penentuan lokasi ini berdasarkan pada permasalahan yang ada dan dianggap sangat penting, mengingat menyangkut keselamatan jiwa dan keberadaan infrastruktur, mukim dan sarana umum. Analisa spasial citra penginderaan jauh juga digunakan sebagai identifikasi awal guna menentukan titik pengukuran. Data spasial tersebut berupa citra AW3D30 DSM yang memperlihatkan fisiografi permukaan terutama bentuk dan model pada alur sungai. Citra spektral juga digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan persebaran obyek yang dianggap rawan. Pengukuran arus dan penampang sungai digunakan alat antara lain berupa, pelampung aliran, yallon pengukur, range finder, pengukur meteran dan kompas geologi. serta beberapa aplikasi software.

Kajian ini masih bersifat pendahuluan dengan mengedepankan aspek fisik dan penyebab terjadinya erosi tebing yang menyebabkan longsor di beberapa tempat. Pengukuran dilapangan berupa pengukuran profil Sungai Lukulo pada Segmen meandering longoran dan juga pada alur sungai pada posisi normal. selain itu juga dilakukan pengukuran kecepatan aliran dan debit sungai pada waktu normal dan saat terjadi puncak maksimal debit. Pengukuran debit aliran menggunakan metode pengukuran secara tidak langsung yaitu velocity area method, persamaan sebagai berikut:

$$Q = k \cdot V \cdot A \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$A = I \cdot d \quad \dots\dots\dots(2)$$

Nilai k tergantung dari jenis pelampung yang digunakan, nilai tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Y.B. Francis) sebagai berikut:

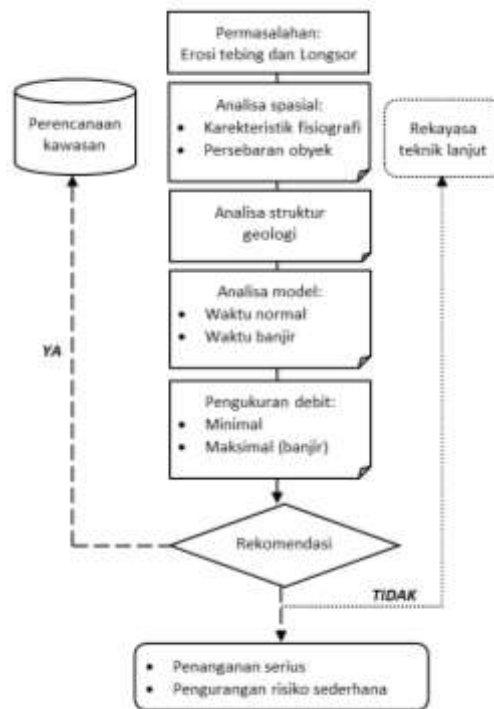
$$k = 1 - 0,116 (\sqrt{1 - \alpha} - 0,1) \quad \dots\dots\dots(3)$$

dimana, Q = debit air yang mengalir (m³/s); V= kecepatan aliran air (m/s); A= Luas penampang basah (m²); k = koefisien pelampung; I= lebar saluran (m); d= kedalaman air rata-rata [(d₁+d₂+d₃+d₄+d₅)/5] (m); α= kedalaman tangkai (h) per kedalaman air (d), yaitu kedalaman bagian pelampung yang tenggelam dibagi kedalaman air.



Gambar 1. Lokasi penelitian meandering Sungai Lukulo di perkotaan Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah

Survei lapangan juga dilakukan analisa struktur geologi untuk mengetahui struktur-struktur geologi yang berkembang pada lokasi. Analisa ini di rasa sangat penting diterapkan pada lokasi penelitian mengingat lokasi ini memiliki bentuk dan alur sungai yang berbeda dengan daerah aliran atasnya dan juga baian aliran bawahnya. Untuk mnegetahui struktur geologi lokasi daerah penelitian, maka perlu dilakukan dilakukan tinjauan secara regional dari daerah tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pola sebaran, gaya utama serta persentase dari struktur yang terbentuk dari daerah penelitian. Selain itu juga digunakan data DEM sebagai intepretasi awal sebelum ke lapangan. Gambar 2 berikut merupakan diagram alir penelitian.



Gambar 2. Pola pikir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Besarnya debit aliran pada saat banjir di DAS Lukulo menyebabkan erosi yang tinggi terjadi pada sungai. Penggerusan (terkikisnya) pada tebing/lereng sungai akan membentuk lereng yang curam dan sangat tidak stabil, hal tersebut mengakibatkan longsor pada area sisi luar meandering. Faktor utama yang mempengaruhi kestabilan sungai yang menyebabkan erosi tebing adalah karakteristik dari sungai dan aliran Lukulo tersebut. Karakteristik DAS yang mempengaruhi aliran yang terjadi juga sangat berpengaruh terutama dari faktor geomorfologi dan geologi yang ada ada DAS ini.

Volume pengambilan material di Sungai Lukulo tidak sebanding dengan proses sedimentasi yang terjadi (Saifudin dan Raharjo, 2009) yang dilakukan perhitungannya di Bendung Kaligending. Penambahan bahan galian C pada sungai ini sangat mempengaruhi laju aliran yang menyebabkan terjadinya erosi tebing di sepanjang Sungai Lukulo. Pada lokasi kegiatan merupakan daerah yang tepat berada pada sisi luar sungai meandering. Meandering yang ada di perkotaan Kabupaten Kebumen ini tergolong unik mengingat pola sungai yang ada. Meandering ini diawali di sekitar perumahan pejalan kaki dan berakhir setelah wilayah Taman Winangun. Material yang tertutup aluvium yang sangat tebal menjadikan identifikasi struktur geologi dibawahnya sangat susah. Namun sebelum sungai berpola meandering (Jembatan Tembana) ditemukan struktur yang berupa lipatan.

Sungai Lukuloyang melintasi Kota Kebumen, mempunyai bentuk morfologi yang lebih berkelok tajam. Hal ini secara tidak langsung sangat mempengaruhi dinamika sungai, terutama mekanisme dan intensitas erosi pada tebing sungai. Sebesar Sungai Lukulotertutup oleh material sedimen / endapan Kuartar. Batuan pada bagian dasar tebing Sungai Lukulodidominasi oleh napal dan batupasir sedang. Napal berwarna putih kecoklatan, berukuran butir lanau hingga pasir halus, tersusun oleh kuarsa dan material sedimen berukuran butir lanau. Batupasir berwarna abu-abu, berukuran butir pasir sedang, bentuk butir membulat tanggung, kemas tertutup, tersusun oleh plagioklas, kuarsa, dan fragmen batuan sedimen dalam jumlah kecil. Struktur sedimen yang berkembang secara umum berupa slump, yang mengindikasikan adanya peningkatan suplai material sedimen pada saat berlangsungnya proses pengendapan.

Mekanisme deformasi pada Sungai Lukulo diperkirakan berhubungan dengan keberadaan sesar geser sinistral Kedungkramat. Keberadaan sesar ini secara tidak langsung menghasilkan zona lemah menghasilkan bentuk morfologi Sungai Lukulo yang berkelok tajam. Sesar geser sinistral Kedungkramat diperkirakan mempengaruhi pembentukan lipatan, sesar turun dan sesar naik yang berkembang secara lokal. Indikasi struktur lipatan dapat dijumpai di daerah Tembana. Deformasi lipatan ini menghasilkan perbedaan kemiringan bidang perlapisan pada beberapa bagian yang mengindikasikan adanya tektonik kompresi, yaitu kedudukan bidang perlapisan N210oE/30o dan N40oE/15o. Sebelah timur Sungai Luk Ulo, di daerah Bukit Bajang berkembang tektonik ekstensional (extensional stress) menghasilkan deformasi sesar turun berarah barat – timur N266oE/73.



Gambar 3. Kenampakan bekas banjir/debit maksimal dan tanda-tanda keretakan tanah di lokasi kegiatan

Meandering pada wilayah ini juga memiliki karakter yang berbeda dengan meandering yang ada di daerah hulu Sungai Lukulo (Karangsambung). Pada daerah hulu meandering yang terjadi sangat terlihat prosesnya dengan adanya pembentukan hole (pada sisi luar) dan pointbar (pada sisi dalam). Namun pada lokasi kegiatan ini, *hole* tetap ada, namun endapan *pointbar* tidak ditemukan. Beberapa penanganan yang telah dilakukan untuk mengurangi risiko terjadinya erosi tebing yang dapat menyebabkan longsor pada kawasan lahan terbangun di Sungai Lukulo antara lain tanggul bronjong (mengurangi gerusan yang terjadi pada dasar tebing sungai, dan mencegah limpasan yang terjadi sepanjang sungai karena adanya perubahan bentuk alur sungai, dipasang sepanjang alur sungai pada sisi kiri dan kanan alur sungai yang dekat dengan tebing sungai); bronjong pada tanah yang sering terjadi longsor dilakukan juga pada lokasi kegiatan; dan juga krib sungai (mengatur arah arus sungai, mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi pada tebing sungai, dan menjamin keamanan tebing terhadap gerusan, terbuat dari bronjong yang dibangun dari tebing sungai mengarah ke tengah sungai).

Namun penanganan tersebut masih belum bisa menyelesaikan permasalahan yang ada secara keseluruhan. Pada beberapa lokasi bronjong tidak mampu menahan kekuatan arus sungai pada saat banjir, kondisi saat ini rusak dan sudah menggerus tebing yang memiliki risiko tinggi (terdapat lahan terbangun di atasnya). Lokasi kejadian ini berada pada sisi kiri sungai setelah jembatan tembana. Bronjong penahan tanah pada daerah yang sering terjadi longsor (meandering taman winangun) juga hanya bersifat sementara, dan akan tetap terjadi pergerakan tanah.

Pada lokasi di daerah Meandering Taman Winangun terdapat krib sungai, dan relatif cukup membantu untuk mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai. Namun permasalahan yang ada, kemungkinan mekanisme longsor yang terjadi pada lokasi penelitian bertipe *Wet earthflow*, tipe ini terjadi dikarenakan adanya peningkatan kelembaban yang tinggi pada tebing sungai dan viskositas tinggi sehingga adanya penurunan material tanah. Pada lokasi ini merupakan daerah yang berada pada sisi luar dari sungai meandering, dengan nilai sinusitas yang tinggi. sehingga sangat dimungkinkan ketika sungai Lukulo banjir dengan debit maksimal, air naik relatif tinggi. hal ini juga dibuktikan dilapangan dengan melihat bekas-bekas kejadian banjir yang masih tersisa.

Tabel 1. Pengukuran debit aliran pada lokasi penelitian

Section	D (m)	I (m)	A (m ²)	V (m/s)	α	k	Q (m ³ /s)	Q rata-rata (m ³ /s)
1	1,47	7,75	11,39	41,87	0,1071	0,7469014	356,27	271,44
2	1,40	7,75	10,85	35,84	0,1071	0,7469014	290,44	
3	1,30	7,75	10,08	34,96	0,1071	0,7469014	263,075	
4	0,95	7,75	7,36	32,00	0,1071	0,7469014	175,97	

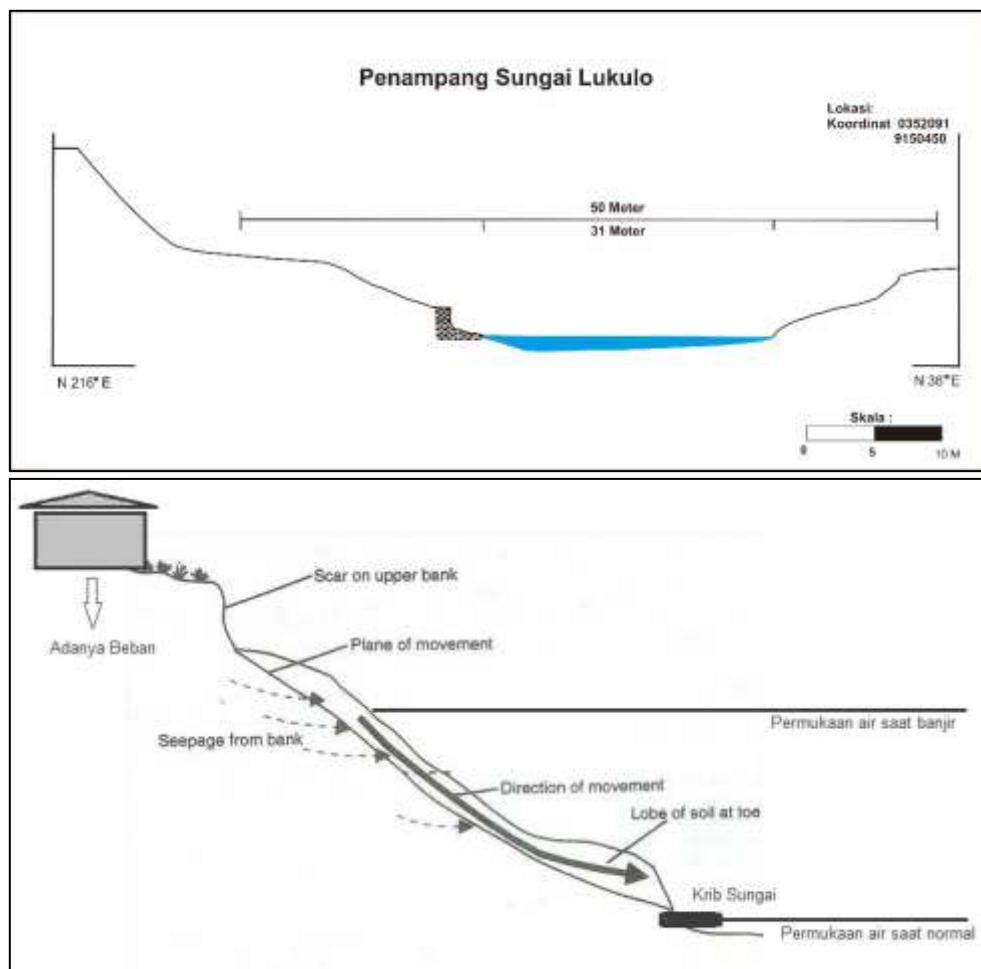
Pada pengukuran sinusitas meandering pada lokasi kegiatan, diperoleh nilai sebesar 3,091. Nilai ini memberikan arti bahwa sungai tidak hanya meandering namun arah sungai sangat berkelok. Hal ini menunjukkan bahwa arus

sungai pada saat banjir sangat tinggi. Seperti diketahui bahwa Sungai Lukulo memiliki index water regime yang tinggi, pada saat musim kemarau/tidak hujan sungai ini memiliki debit yang relatif kecil, namun ketika musim penghujan/kejadian hujan debit maksimal relatif sangat besar. sehingga kekuatan arus sungai ketika banjir mudah melakukan erosi tebing/cut banks karena partikel tanahnya yang sudah terurai dan tidak jenuh air. Kondisi arus Sungai Lukulo ini tidak terlepas dari kondisi daerah hulu yang masih banyak singkapan batuan dan tanah yang relatif tipis, sehingga aliran permukaan sangat tinggi.

Kemiringan lereng tebing yang lebih dari 42%, vegetasi penutup pada lereng relatif jarang dan hanya tanaman perakaran pendek, bagian atas lereng terdapat pemukiman padat penduduk dan bagian tubuh lereng tumbuh vegetasi semak belukar. Pada lokasi tersebut terklasifikasi dalam tingkat erosi tebing Sungai Lukulo ini kategori tinggi hingga sangat tinggi, hilangnya sebagian kekuatan tanah dan menimbulkan banyak retakan pada bagian atas lereng atau sekitar pemukiman penduduk.

Lokasi pada koordinat UTM 352091;9150450, kedalaman pada lokasi tersebut pada saat aliran minimal beragam, dari 1,47 meter, 1,4 meter, 1,3 meter dan 0,95 meter. Dari kedalaman tersebut terlihat range kedalaman tidak begitu jauh perbedaan, terlebih pada lengkung dalam memiliki kedalaman hampir 1 meter yang menandakan tidak adanya poin bar pada lokasi tersebut. Pada lokasi kegiatan berada pada daerah tengah DAS dimana alur sungai yang masuk pada sungai utama relatif sedikit atau hampir tidak ada. Pengukuran debit di lokasi penelitian sekitar 271,44 m³/s sedangkan diperkirakan debit pada saat maksimal ketika hujan lebih tinggi dari nilai tersebut.

Adanya penyempitan alur sungai pada lokasi ini dikarenakan adanya meandering. Kedalaman pada lokasi ini lebih dalam hingga 3x lipat dari alur sungai pada pengukuran sebelumnya. Namun tempat ini merupakan akumulasi aliran dengan kecepatan yang tinggi. Sehingga ketika terjadi banjir selain adanya gerusan oleh arus sungai pada tebing, juga menyebabkan air tersebut naik (Gambar 4) hingga beberapa meter dari batas air normal. Akibatnya kelembaban tanah tinggi dan kejenuhan tanah terjadi, beban pada permukaan semakin berat maka longsor akan mudah terjadi, sebagai contoh adanya lahan terbangun pada lokasi tersebut.



Gambar 4. Cross section penampang sungai dan skema profil di meandering yang terjadi longsor



KESIMPULAN

Sungai Lukulo memiliki index water regime yang tinggi, sehingga pada saat banjir (debit maksimal) arus relatif mudah untuk melakukan gerusan (erosi) pada sisi tebing sungai. Pengaruh meandering yang terjadi di perkotaan kebumen sangat tinggi dalam mempengaruhi adanya longsor-longsor. Mekanisme longsor yang terjadi pada lokasi penelitian bertipe Wet earthflow, tipe ini terjadi dikarenakan adanya peningkatan kelembaban yang tinggi pada tebing sungai dan viskositas tinggi sehingga adanya penurunan material tanah. Pada lokasi terutama pada lokasi meandering (lekukan luar) sangat tidak direkomendasikan digunakan untuk bangunan yang memiliki beban yang berat. Penanganan dengan rekayasa tanggul bronjong dan krib sungai tidak mampu menyelesaikan permasalahan secara keseluruhan, sehingga diperlukan konservasi vegetatif guna mencegah gerakan tanah di lokasi penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Kebumen atas kesempatan yang diberikan kepada penulis dalam melakukan kegiatan ini, serta kepada Kepala Balai Informasi dan Informasi Kebumihan LIPI atas ijin yang diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- IOWA, 2006. How to Control Streambank Erosion. Final Report: Iowa Department of Natural Resources-U.S. Department of Agriculture.
- Kuntjoro., Anwar, C., Saptarita., Pudiastuti., dan Harijanto, D., 2014. Gerusan Dan Pengendapan Pada Sudut Relatif dan Sudut Lengkung Meander Sungai. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW), Surabaya, 18 Juni 2014
- Raharjo, Puguh. D., 2010. Kajian Karakteristik DAS Lukulo Hulu dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh. Jurnal Geografi Vol. 3 No. 1
- Raharjo, Puguh. D., Nur A.M., dan Hidayat E., 2011. Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Identifikasi Kerentanan Bencana Alam di Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung. Buletin Geologi Tata Lingkungan, Vol. 21 No. 1 April 2011: 23 – 33
- Raharjo, Puguh. D., Winduhutomo S., Kristiawan Widayanto K., dan Puswanto E., 2016. Analisa Hidrologi Permukaan dalam Hubungannya Dengan Debit Banjir DAS Lukulo Hulu dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh. Jurnal Geografi Volume 13 No 2, hal 164
- Saifudin dan Raharjo, Puguh. D., 2009b. Potensi Endapan Sedimen Dalam Hubungannya Dengan Tingkat Erosi di DAS Lukulo Hulu. Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi – LIPI 2009
- Wynn, T.M., 2004. The Effects of Vegetation on Stream Bank Erosion. Dissertation submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University. United States