

**PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN SEMPADAN SUNGAI
TERHADAP PERKEMBANGAN MEANDER BENGAWAN SOLO
PROVINSI JAWA TIMUR TAHUN 1997 - 2014**

Ica Elismetika Komra
ica.elismetika.k@mail.ugm.ac.id

Suprpto Dibyosaputro
praptodibyo@gmail.com

Abstract

Bengawan Solo Watershed helps to meet the needs of society, but its condition decreased increasingly. Bengawan Solo is a critical watershed due to land conversion on the river border. Changing without conservation affects the motion of the water flow causing intensified scouring of the riverbank, so that a reasearch is aims to identify (1) land use change, (2) sinuosity index, and (3) to analyze the effect of land use changes on sinuosity index. Data of land use, channel and valley length are obtained from the interpretation of Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI/TIRS. Sinuosity index calculation considers the channel and valley length.

Landuse changes are caused by the increasing use of residential land and non-agricultural land on the river border. Sinuosity index value did change but did not affect any alteration in the channel rivers. Landuse changes affect the sinuosity index but sinuosity index not affect the channel rivers.

Keywords: Land Use, Channel Rivers, Sinuosity Index

Abstrak

DAS Bengawan Solo memiliki fungsi dalam memenuhi kebutuhan hidup masyarakat, namun kian hari kondisi Bengawan Solo semakin menurun. Bengawan Solo termasuk DAS kritis karena alih fungsi lahan pada sempadan sungai. Perubahan penggunaan lahan tanpa konservasi mempengaruhi gerak aliran air menyebabkan penggerusan tebing sungai semakin intensif, sehingga diperlukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perubahan (1) perubahan penggunaan lahan, (2) indeks sinuositas, dan (3) menganalisis pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap indeks sinuositas. Data penggunaan lahan, alur sungai, dan panjang sungai didapatkan dari interpretasi citra *Landsat 5 TM* dan *Landsat 8 OLI/TIRS*. Perhitungan indeks sinuositas mempertimbangkan panjang alur sungai dan panjang mendatar sungai.

Perubahan penggunaan lahan yang terjadi yaitu meningkatnya penggunaan lahan permukiman dan lahan bukan pertanian oleh aktivitas manusia. Indeks sinusitas Bengawan Solo mengalami perubahan tetapi tidak menyebabkan terjadi perubahan alur sungai. Perubahan penggunaan lahan mempengaruhi nilai indeks sinusitas namun nilai indeks sinusitas tidak mempengaruhi perubahan alur sungai.

Kata Kunci: Penggunaan Lahan, Alur Sungai, Indeks Sinuositas

PENDAHULUAN

DAS Bengawan Solo memiliki fungsi strategis dalam memenuhi kebutuhan hidup masyarakat Jawa Tengah dan Jawa Timur baik untuk kegiatan sehari-hari seperti memasak, mencuci, mandi, maupun pertanian. Bahkan DAS Bengawan Solo berfungsi sebagai pemasok bahan baku air minum di daerah perkotaan seperti Solo, Cepu, dan Bojonegoro (Jurnalistik Kompas, 2008). Kian hari kondisi Bengawan Solo semakin menurun. Berdasarkan data BNPB (2013), DAS Bengawan Solo termasuk DAS kritis karena sering terjadi bencana banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Hal ini dipicu oleh bertambahnya jumlah penduduk di sekitar DAS yang menyebabkan alih fungsi lahan pada sempadan sungai. Luas hutan mengalami penurunan 5% menjadi 18% pada tahun 2005. Total lahan kritis di WS Bengawan Solo mencapai luas $\pm 11.39 \text{ km}^2$ akibat erosi dan kerusakan vegetasi.

Perubahan penggunaan lahan menyebabkan air hujan yang jatuh ke permukaan tanah langsung menjadi aliran permukaan. Aliran permukaan yang masuk ke sungai akan mengenai lengkung bagian luar menyebabkan perubahan lengkung, sedangkan material sedimen yang dibawa terendapkan pada bagian dalam sungai. Hal ini merupakan salah satu contoh bahwa aktivitas manusia dapat mempengaruhi intensitas perubahan meander. Menurut Kamarudin et al. (2009) alur sungai bersifat dinamis dan berubah seiring waktu baik karena proses alami maupun karena aktivitas manusia. Perubahan yang terjadi akan mempengaruhi gerak aliran air bahkan menyebabkan pemotongan alur sungai. Kondisi ini menyebabkan perlu adanya penelitian mengenai perubahan penggunaan lahan dan perubahan meander Bengawan Solo tahun 1997 – 2014 yang bertujuan untuk (1) mempelajari perubahan spasial penggunaan lahan, (2) mempelajari indeks sinuositas alur, dan (3) menganalisis pengaruh perubahan penggunaan lahan

terhadap indeks sinuositas Bengawan Solo dalam rentang waktu 17 tahun.

Penggunaan lahan terjadi karena kepentingan manusia untuk bertahan hidup dengan mengubah suatu bentukan menjadi bentukan lain. Perubahan penggunaan lahan biasanya bertambahnya suatu penggunaan lahan tertentu di satu sisi dan berkurangnya penggunaan lahan lain di sisi lain atau berubahnya fungsi lahan pada waktu yang berbeda (As-syakur et al., 2008). Aktivitas manusia memiliki pengaruh dalam perubahan penggunaan lahan yang dapat memengaruhi morfologi dan dinamika sungai (Yamani et al., 2011).

Sungai memiliki banyak pola alur antara lain sungai lurus, meander, dan teranyam (Morisawa, 1968). Alur sungai lurus terdapat pada ruas yang relatif pendek dan secara alamiah jarang ditemui kecuali pada sungai rekayasa atau sudetan (WMO, 2003; Charlton, 2008). Menurut WMO (2003), alur sungai meander yaitu sungai yang terdiri dari banyak kelokan dengan kemiringan relatif datar sehingga meander sungai biasanya terdapat pada daerah hilir. Alur sungai akan berubah sesuai dengan energi yang dimilikinya, sehingga pada energi minimum terjadi keseimbangan proses erosi dan sedimentasi secara bersamaan (Maryono, 2008).

Proses pembentukan meander disebabkan oleh perubahan garis arus sungai yang terhalang pohon atau dinding batuan keras pada tebing sungai. Garis arus yang terbentur ke salah satu sisi tebing sungai akan membelok menerjang sisi yang lain sehingga terjadi pengikisan dan pengendapan pada tepi sungai secara bergantian. Seiring dengan berjalannya waktu, kelokan garis arus mengakibatkan kelokan sungai semakin besar dan terbentuklah meander (Suharini dan Palangan, 2014). Vegetasi alami di sepanjang sungai memiliki keteraturan spesifik sebagai bentuk adaptasi terhadap aliran sungai. Bentuk meander akan dipengaruhi oleh vegetasi sepanjang sungai, sebagai contoh, vegetasi bambu mengikuti sistem energi minimum sebab kecepatan

aliran tepat mengenai tebing yang ditumbuhi vegetasi bambu. Karakteristik keteraturan vegetasi tidak dapat dijumpai pada sungai yang telah mengalami pembangunan (Maryono, 2007).

Menurut Charlton (2008), pembentukan meander diawali dengan alur lurus kemudian terbentuk suatu penghalang aliran seperti gosong sungai sehingga terjadi perpindahan alur yang awalnya lurus menjadi belok dan mengikis tepi sungai. Selain itu, tanpa adanya penghalang aliran tepi sungai tetap terkikis dan diperparah karena benturan aliran.

Sungai dengan alur lurus tanpa berkelok sulit ditemukan sehingga perlu memperhitungkan indeks kelengkungan suatu sungai atau *sinuosity index*. Indeks Sinuositas mengindikasikan bahwa meander dapat diukur melalui perbandingan antara panjang alur meander dengan panjang lembah mendatar. Indeks sinuositas dengan rasio <1.1 merupakan alur lurus, indeks sinuositas dengan rasio 1.1 – 1.5 merupakan berliku, dan indeks sinuositas dengan rasio >1,5 merupakan berkelok (Charlton, 2008).

METODE PENELITIAN

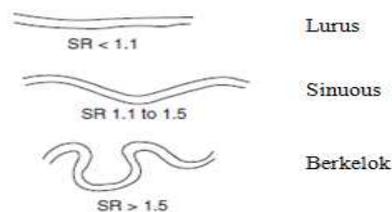
Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan melalui interpretasi citra *Land Satellite 5 Sensor Thematic Mapper (Landsat 5 TM)* dan Citra *Land Satellite 8 Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor (Landsat 8 OLI/TIRS)* menggunakan *software ArcGis* dan data sekunder yang dikumpulkan dari instansi. Data primer meliputi (1) data alur sungai dan panjang lembah sungai untuk menghitung indeks sinuositas, dan (2) data penggunaan lahan. Data sekunder meliputi (1) data alur sungai (wilayah kajian) didapatkan melalui peta topografi, (2) data hujan didapatkan melalui instansi Balai Besar Wilayah Sungai Solo, dan (3) data penduduk, didapatkan melalui instansi Badan Pusat Statistik masing-masing kabupaten.

Sinuosity Index atau indeks kelengkungan dihitung menggunakan

database GIS dengan rumus (Charlton, 2008; Schumm, 1963):

$$\text{Sinuosity Index} = \frac{\text{Panjang Alur Sungai}}{\text{Panjang Lembah}}$$

Kemudian, nilai indeks kelengkungan dimasukkan dalam klasifikasi tipe meander menurut Charlton (2008) pada Gambar 1. Penentuan tipe evolusi meander dengan ketentuan klasifikasi menurut Rosgen (1996, dalam Kamarudin et al., 2014). Tipe evolusi meander dibagi menjadi 3 yaitu tipe stabil ($SI = <1,2$), tipe tidak stabil ($SI = \geq 1.2-1.5$), dan tipe sangat tidak stabil ($SI = >1.5$).



Gambar 1. Tipe Alur Sungai (Charlton, 2008)

Data hasil pengukuran dan data pendukung lain selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Metode analisis yang digunakan yaitu (1) analisis kuantitatif yaitu penjabaran hasil penelitian berupa nilai perubahan penggunaan lahan dan alur sungai tahun 1997 hingga 2014. (2) Analisis deksriptif yaitu penjabaran hasil penelitian mengenai pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap indeks kelengkungan Bengawan Solo. (3) Analisis grafis terhadap hasil perhitungan indeks sinuositas yang disajikan dalam bentuk tabel, grafik, maupun peta. (4) Analisis keruangan digunakan untuk menjelaskan distribusi penggunaan lahan dan alur sungai pada tahun 1997 dan 2014. Terakhir (5) analisis komparatif yaitu membandingkan perubahan alur sungai dan perubahan penggunaan lahan di Bengawan Solo Provinsi Jawa Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan lahan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan perubahan alur sungai. Terdapat beberapa faktor lain seperti kondisi geologi, iklim, dan curah hujan yang dapat menyebabkan perubahan

alur sungai. Lebar penggunaan lahan yang diteliti mencakup lebar 150 m dari kanan dan kiri Bengawan Solo. Lokasi penelitian terletak pada penggal Bengawan Solo di Provinsi Jawa Timur dengan alur sungai meander. Penggunaan lahan di lokasi penelitian disajikan dalam Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan jenis penggunaan lahan yang ada di lokasi penelitian. Terjadi perubahan penggunaan lahan daerah bervegetasi yang semula seluas 75.608.408,610 m² menjadi seluas 58.370.465,172 m² tahun 2014. Penurunan luas daerah bervegetasi ini disebabkan oleh alih fungsi lahan untuk dijadikan lahan permukiman dan lahan bukan pertanian. Penurunan luas daerah bervegetasi pada lokasi penelitian tidak terlalu besar karena adanya perubahan penggunaan lahan dari bukan daerah bervegetasi menjadi daerah bervegetasi. Hal ini menyebabkan tidak banyak luasan yang berkurang meskipun daerah bervegetasi dijadikan permukiman dan lahan bukan pertanian.

Tabel 1. Luas Penggunaan Lahan Lokasi Penelitian

| Penggunaan Lahan | Luas (m ²) | |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------|
| | 1997 | 2014 |
| Daerah Tak Bervegetasi | 212.591,871 | 156.902,784 |
| Daerah Bervegetasi | 75.608.408,610 | 58.370.465,172 |
| Permukiman dan Lahan Bukan Pertanian | 27.632.865,052 | 42.454.615,291 |
| Perairan | 38.389.620,407 | 33.587.610,709 |
| Total | 141.843.485,940 | 134.569.593,955 |

Sumber: Hasil Pengolahan, 2015

Perubahan penggunaan daerah tak bervegetasi pada masing-masing tahun mengalami penurunan beberapa puluh ribu meter yang awalnya memiliki luas 212.591,871 m² pada tahun 1997 menjadi seluas 156.902,784 m² pada tahun 2014. Daerah tak bervegetasi pada lokasi penelitian merupakan bagian dari daerah bervegetasi yang sedang dibiarkan untuk tidak diolah. Hal ini terlihat dari perubahan yang terjadi yaitu kecenderungan daerah tak bervegetasi berubah menjadi daerah bervegetasi dan daerah bervegetasi pada tahun 1997 menjadi daerah tak bervegetasi pada tahun 2014.

Luas lahan lain yang mengalami penurunan adalah perairan, penurunan ini disebabkan karena adanya penyempitan alur sungai dan perubahan alur sungai menjadi lebih pendek. Penurunan ini ditandainya

dengan perubahan nilai luasan perairan menjadi semakin kecil yaitu 33.587.610,709 m² padahal sebelumnya pada tahun 1997 seluas 38.389.620,407 m². Penggunaan lahan yang mengalami peningkatan yaitu penggunaan lahan permukiman dan lahan bukan pertanian. peningkatan ini disebabkan oleh kebutuhan penduduk akan ruang semakin meningkat hingga mendesak ke sempadan sungai. Luas penggunaan lahan permukiman dan lahan bukan pertanian sebesar 27.632.865,052 m² meningkat menjadi 42.454.615,291 m² pada tahun 2014.

Penggunaan lahan merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan perubahan alur sungai. Terdapat beberapa faktor lain seperti kondisi geologi, iklim, dan curah hujan yang dapat menyebabkan perubahan alur sungai. Alur Bengawan Solo dalam jangka waktu 17 tahun tidak mengalami perubahan meskipun terjadi perubahan penggunaan lahan ke arah areal mukim. Meskipun demikian, daerah bervegetasi tetap menjadi penggunaan lahan dominan dalam penelitian tahun 1997 hingga 2014. Rentang waktu penelitian juga mempengaruhi perubahan alur sungai, mungkin dalam waktu yang lebih lama terdapat perbedaan alur sungai pada masing-masing tahun dengan penggunaan lahan yang semakin berubah.

Aktivitas manusia merupakan salah satu faktor penyebab perubahan morfologi sungai. Aktivitas manusia berupa alih fungsi lahan pada sempadan sungai yang seharusnya dimanfaatkan untuk kelestarian sungai tetapi dilakukan pengerasan tebing sungai dan pemotongan alur sungai. Pembuatan tebing sungai dengan bangunan menyebabkan dinding sungai menjadi keras dan relatif stabil. Pengerasan dinding sungai berdampak pada tidak adanya perubahan bentuk sungai menjadi semakin berkelok karena arus yang menabrak dinding sungai kemudian akan langsung diteruskan. Kondisi lain yaitu adanya pelurusan sungai menyebabkan aliran sungai menjadi semakin kencang dan gaya hantaman

kepada dinding sungai di depannya semakin keras (Maryono, 2007).

Nilai indeks sinuositas, alur, dan tipe evolusi meander disajikan pada Tabel 2. Nilai indeks sinuositas Bengawan Solo di Provinsi Jawa Timur mengalami penurunan dari tahun 1997 hingga 2014 atau dalam rentang waktu 17 tahun. Penurunan indeks sinuositas ini disebabkan oleh panjang alur sungai lebih pendek dari sebelumnya. Penurunan alur sungai terlihat pada pemotongan leher sungai di Kabupaten Lamongan yang dilakukan pemerintah. Perubahan indeks sinuositas Bengawan Solo di wilayah kajian tidak menyebabkan perubahan pola alur sungai dalam rentang 17 tahun. Pola alur sungai Bengawan Solo lokasi penelitian yaitu meander dengan besaran indeks sinuositas 2,118 pada tahun 1997 dan 2,069 pada tahun 2014 seperti ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 2. Indeks Sinuositas, Alur, dan Tipe Evolusi Meander

| Tahun | Sinuositas | Alur | Tipe Evolusi |
|-------|------------|---------|---------------------|
| 1997 | 2,118 | Meander | Sangat Tidak Stabil |
| 2014 | 2,069 | Meander | Sangat Tidak Stabil |

Sumber: Hasil Pengolahan, 2015

Segmen yang mengalami pengurangan nilai indeks sinuositas tidak mengalami perubahan alur sungai seperti yang terjadi pada penambahan nilai indeks sinuositas. Pengurangan nilai indeks sinuositas ini dapat terjadi karena penyempitan alur sungai baik karena pengendapan sisa-sisa banjir, longsor pada tebing-tebing sungai, dan pelurusan sungai. Pengendapan sisa-sisa banjir terjadi pada daerah hilir Sungai Solo menyebabkan terjadinya penyempitan alur sungai sehingga nilai indeks sinuositas menurun. Pelurusan sungai merupakan salah satu petunjuk bahwa aktivitas manusia dapat mengganggu proses perkembangan sungai. Sungai yang diluruskan dengan sengaja menyebabkan panjang alur sungai semakin pendek dan nilai indeks sinuositas semakin kecil.

Perubahan penggunaan lahan tanpa konservasi menyebabkan kondisi sungai semakin parah. Kondisi ini menyebabkan terjadinya longsor tebing, penggerusan

tebing yang semakin intensif, dan diperparah dengan kejadian banjir yang terjadi di Bengawan Solo. Perubahan penggunaan lahan menjadi areal mukim menyebabkan air hujan yang jatuh ke permukaan bumi lebih cepat menjadi limpasan dan semakin mempercepat proses penggerusan yang terjadi pada sungai (Kamarudin et al, 2014). Penggerusan ini akan semakin cepat apabila tebing sungai tidak memiliki vegetasi alami penahan tebing seperti pepohonan dengan akar kuat atau rumpun bambu sebagai vegetasi alami sempadan. Penggerusan tebing sungai secara terus menerus menyebabkan sungai menjadi tidak stabil dan akan berubah-ubah.

Sungai memiliki tipe evolusi meander yang didapatkan melalui nilai indeks sinuositas. Klasifikasi tipe evolusi meander terbagi menjadi tiga yaitu tipe stabil, tidak stabil, dan sangat tidak stabil. Menurut Shen (1971a, dalam Romlah, 2004) sungai stabil adalah sungai yang tidak mengalami perubahan morfologi alur sedikitnya selama periode waktu 10 tahun dan sungai tidak stabil adalah sungai yang mengalami perubahan morfologi alur selama periode waktu sedikitnya 10 tahun. Perkembangan sungai secara alami tanpa gangguan manusia termasuk dalam sungai tidak stabil yaitu sungai yang berkembang secara positif. Namun kenyataan di lapangan menemukan bahwa beberapa sungai menjadi stabil atau tidak mengalami perubahan ke arah positif akibat beberapa gangguan dari luar. Gangguan-gangguan ini dapat berasal dari aktivitas manusia yang membuat pengeras tebing dengan menembok tebing, membuat penghalang arus, atau membuat jeti menyebabkan sungai menjadi stabil. Aktivitas manusia yang berlebihan pada sempadan sungai dapat membuat menjadi sangat tidak stabil misalnya dengan pengolahan lahan yang intensif menyebabkan dinding sungai menjadi rentan longsor. Tipe sangat tidak stabil dapat dipercepat dengan aktivitas manusia yang tidak melakukan konservasi pada sempadan. Rentang waktu 17 tahun menunjukkan perubahan nilai indeks sinuositas tetapi tidak

menunjukkan perubahan tipe evolusi meander disebabkan karena perubahan penggunaan lahan yang terjadi diikuti dengan beberapa titik konservasi.

Perubahan penggunaan lahan di lokasi penelitian memberikan dampak terhadap perubahan nilai indeks sinuositas sungai. Perubahan-perubahan yang terjadi pada nilai indeks sinuositas Sungai Solo disebabkan oleh usaha konservasi penduduk terhadap tebing sungai dengan maksud mengamankan lahan yang dimilikinya. Terdapat beberapa tempat yang tidak memiliki usaha konservasi menyebabkan sungai menjadi tidak stabil dan lebih mudah tergerus. Perubahan penggunaan lahan ke arah areal mukim dalam rentang waktu 17 tahun namun tidak terjadi perubahan alur sungai. Perubahan penggunaan lahan dan aktivitas manusia pada sempadan sungai menyebabkan beberapa alur sungai menjadi lebih lengkung dan bahkan menjadi lurus akibat penyudetan.

KESIMPULAN

1. Perubahan penggunaan lahan pada sempadan Bengawan Solo dari tahun 1997 hingga 2014 yaitu meningkatnya penggunaan lahan permukiman dan lahan bukan pertanian. Peningkatan ini disebabkan oleh desakan penduduk dan diikuti dengan menurunnya luas daerah bervegetasi.
2. Nilai indeks sinuositas Bengawan Solo mengalami perubahan dalam rentang waktu 17 tahun baik berupa peningkatan indeks sinuositas atau penurunan nilai indeks sinuositas. Perbedaan indeks sinuositas tidak menyebabkan terjadinya perubahan alur sungai sehingga memiliki alur pada masing-masing tahun sama yaitu alur meander.
3. Penggunaan lahan yang terus berubah tidak diikuti dengan perubahan alur Bengawan Solo melainkan perubahan nilai indeks sinuositas. Perubahan penggunaan lahan disebabkan oleh aktivitas

manusia pada sempadan sungai. Perubahan penggunaan lahan mempengaruhi nilai indeks sinuositas namun nilai indeks sinuositas tidak mempengaruhi perubahan alur sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- As-syakur, A.R., Suarna I.W., Adnyana I.W.S., Rusna, I.W., Laksmiwati, I.A.A., Diara, I.W. 2008. Studi Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Badung. *Jurnal Bumi Lestari*, Vol. 10, No. 2, Hal. 200-208.
- BNPB. 2013. Sungai Bengawan Solo Kembali Meluap. (*Dalam BNPB, Info bencana Edisi April 2013*). Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Charlton, R. 2008. *Fundamentals Of Fluvial Geomorphology*. London and New York: Roudledge Taylor and Francis Group.
- Jurnalistik Kompas. 2008. *Ekspedisi Bengawan Solo Kehancuran Peradaban Sungai Besar*. Jakarta: Penerbit Buku Kompas.
- Kamarudin M.K.A., Toriman M.E., Rosli M.H., Juahir H., Aziz N.A.A., Aziki A., Zainuddin S.F.M., Sulaiman W.N.A. 2014. Analysis of Meander Evolution Studies on Effect from Land Use and Climate Change at The Upstream Reach of The Pahang River, Malaysia. *Mitigation Adaptation Strategic Global Change*. DOI 10.1007/s11027-014-9547-6.
- Kamarudin M.K.A., Toriman M.E., Sharifah M.S.A., Idris M., Jamil N.R., Gasim M.B. 2009. Temporal Variability On Lowland River Sediment Properties And Yield. *American Journal of Environmental Sciences*, Vol. 5, No. 5, Hal. 657–663.
- Maryono, A. 2008. *Eko-Hidraulik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Morisawa, M. 1968. *Streams Their Dynamics and Morphology*. New York: McGraw w-Hill Book Company.
- Suharini, E. dan Palangan, A. 2014. *Geomorfologi Gaya, Proses, dan Bentuk Lahan*. Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- WMO. 2003. *Manual on Sediment Management and Measurement*. Switzerland: World Meteorological Organization.
- Yamani, M., Goorabi, A., Dowlati, J. 2011. The Effect Of Human Activities On River Bank Stability (Case Study). *American Journal of Environmental Sciences*, Vol. 7, No. 3, Hal. 244-247.