

**LAPORAN PENELITIAN  
KATEGORI A**



**PENGARUH KARAKTERISTIK ALIRAN DAN TURBULEN  
DI BELOKAN TERHADAP DEGRADASI DASAR  
DAN BAHAYA LONGSOR TEBING SUNGAI**

Oleh:

**Dr. SUMIADI, ST, MT.  
Ir. HERI SUPRIYANTO, MS.  
Ir. DWI PRIYANTORO, MS.  
Ir. MOHAMMAD TAUFIQ, MT.  
Ir. M.A. HELMY SJOEKOER**

**Dilaksanakan atas biaya Dana DIPA Tahun Anggaran 2015  
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang berdasarkan Surat Perjanjian  
Pelaksanaan Kegiatan Penelitian Nomor: 32/UN10.6/PG/2015  
Tanggal 4 Mei 2015**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
OKTOBER 2015**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengaruh Karakteristik Aliran dan Turbulen di Belokan Terhadap Degradasi Dasar dan Bahaya Longsor Tebing Sungai

Kategori Penelitian : A

Ketua Tim Pengusul

- a. Nama Lengkap : Dr. Sumiadi, ST, MT.
- b. NIDN : 0001107304
- c. Jabatan Fungsional : Lektor
- d. Program Studi : Teknik Pengairan
- e. No. HP : 081229819981
- f. Alamat surel (email) : [sumiadi\\_73@ub.ac.id](mailto:sumiadi_73@ub.ac.id), [sumiadi\\_73@yahoo.com](mailto:sumiadi_73@yahoo.com)

Anggota Peneliti : 1. Ir. Heri Supriyanto, MS.  
2. Ir. Dwi Priyantoro, MS.  
3. Ir. Mohammad Taufiq, MT.  
4. Ir. M.A. Helmy Sjoekoer

Lama Penelitian Keseluruhan : 4 (empat) Bulan

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 25.000.000,00 (Dua Puluh Lima Juta Rupiah)

Biaya Tahun Berjalan : Rp 25.000.000,00 (Dua Puluh Lima Juta Rupiah)

Mengetahui,  
Ketua BPP Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya

Malang, 2 Oktober 2015  
Ketua Peneliti,



**Dr. Eng. Denny Widhiyanuriyawan, ST., MT**  
NIP. 19750113200012 1 001



**Dr. Sumiadi, ST, MT.**  
NIP. 19731001 200003 1001

Menyetujui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya



**Dr. Ir. Pitojo Ari Juwono, MT.**  
NIP. 19700721 2000121 001

## IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Usulan : Pengaruh Karakteristik Aliran dan Turbulen di Belokan Terhadap Degradasi Dasar dan Bahaya Longsor Tebing Sungai
2. Kategori Penelitian : A
3. Ketua Tim Pengusul
  - a. Nama Lengkap : Dr.Sumiadi, ST, MT.
  - b. Bidang keahlian : Hidrolika
  - c. Jabatan Struktural : -
  - d. Jabatan Fungsional : Lektor
  - e. Fakultas/Jurusan : Teknik / Pengairan
  - f. Alamat Surat : Jl. MT. Haryono 167 Malang - 65145
  - g. Telpon (HP) : 081229819981
  - h. E-mail : sumiadi\_73@yahoo.com
4. Anggota Tim Penelitian:
  - a. Dosen:
    1. Ir. Heri Supriyanto, MS.
    2. Ir. Dwi Priyantoro, MS.
    3. Ir. Mohammad Taufiq, MT.
    4. Ir. M.A. Helmy Sjoekoer
  - b. Mahasiswa
    - 1) Mahasiswa 1 : Mareta Anggun Wulandari (NIM.125060400111065)
    - 2) Mahasiswa 2 : Ajeng Titin Suciana (NIM.125060401111011)
    - 3) Mahasiswa 3 : Afrizal Ribkhi Falah (NIM.125060400111033)
    - 4) Mahasiswa 4 : Alief Nur Afrizal (NIM.125060400111080)
5. Objek Penelitian : Perilaku aliran di belokan sungai
6. Waktu pelaksanaan penelitian
  - a. Mulai : 1 Juni 2015
  - b. Berakhir : 30 September 2015
7. Anggaran yang diusulkan : Rp.25.000.000,- (Dua Puluh Juta Rupiah)
8. Lokasi Penelitian : Laboratorium Hidrolika Jurusan Pengairan FT-UB.

## ABSTRAK

Karakteristik aliran dan turbulensi di belokan sungai sangat berbeda dengan di ruas sungai yang lurus. Akibat adanya gaya sentrifugal yang bekerja pada aliran yang membelok akan memicu terjadinya gerusan (*scouring*) dan deposisi di dasar saluran. Hal ini mengakibatkan topografi dasar akan mengalami perubahan secara kontinu sampai kondisinya stabil. Akibatnya semua parameter aliran akan terdistribusi berdasarkan kedalaman, radius dan sudut belokan. Fenomena ini akan semakin kompleks akibat bentuk topografi dasar sepanjang sungai yang tidak seragam. Jika energi aliran mampu menggerus dasar di dekat tebing terutama bagian luar, maka akan muncul bahaya longsor tebing sungai. Kejadian ini sebagai pemicu awal keruntuhan tebing sungai yang mengakibatkan bahaya banjir di sekitarnya.

Untuk memecahkan permasalahan tersebut, dilakukan penelitian laboratorium dengan menggunakan model fisik hidraulik. Kondisi aliran adalah permanen (*steady flow*). Pengukuran kecepatan aliran menggunakan *Acoustic Doppler Velocimeter* (ADV) type *ADV Field* yang dapat mengukur kecepatan 3D (tangensial, radial dan vertikal) dengan kemampuan merekam maksimal hingga 50 data per detik. Pengukuran debit aliran menggunakan alat ukur *rechbox* sedangkan pengukuran kedalaman aliran menggunakan *point gauge*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa akibat adanya gaya sentrifugal yang bekerja pada aliran di belokan sungai menyebabkan pertumbuhan aliran sekunder khususnya komponen kecepatan radial. Kecepatan radial di dekat permukaan akan menuju sisi luar belokan sedangkan kecepatan radial di dekat dasar akan menuju sisi dalam belokan. Hal ini menyebabkan material dasar di dekat tebing luar rawan mengalami erosi atau degradasi dan selanjutnya diendapkan di dekat sisi dalam belokan sungai. Pengaruh morfologi sungai juga terjadi pada distribusi kecepatan tangensial dimana nilai kecepatan tangensial yang besar di dekat sisi dalam belokan dapat diubah sendiri oleh morfologi sungai sehingga kecepatan tangensial menjadi relatif seragam pada tampang  $120^\circ$ . Komponen tegangan geser dan energi kinetik turbulen menjadi parameter yang sangat penting dalam potensi degradasi dasar dan bahaya longsor tebing sungai. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa nilai tegangan geser atau tegangan Reynolds  $-\overline{v'_z v'_\theta}$  dan energi kinetik turbulen mencapai nilai maksimum pada tampang  $60^\circ$ . Penelitian ini juga menemukan bahwa pada tampang  $60^\circ$  energi aliran mencapai nilai maksimum sehingga berpotensi untuk mendegradasi dasar sungai maupun bahaya longsor tebing sungai.

Kata kunci: karakteristik aliran, turbulen, belokan sungai, ADV.

## RINGKASAN

Kejadian degradasi atau penurunan dasar sungai dan longsornya tebing sungai sering dijumpai pada sungai-sungai besar di Indonesia terutama pada saat musim hujan. Akibatnya dari degradasi dasar sungai yang tidak dapat dikendalikan adalah terjadinya peningkatan kecepatan aliran akibat perubahan kemiringan dasar sungai. Dampak selanjutnya adalah pondasi bangunan air yang ada di badang sungai seperti jembatan, perkuatan tebing akan ter-*expos*. Jika proses ini terjadi terus menerus, maka bangunan air tersebut akan runtuh dan menyebabkan kerugian materi yang begitu besar. Fenomena ini akan lebih kompleks pada belokan sungai dimana akibat adanya aliran sekunder maka karakteristik aliran dan turbulen juga mengalami perubahan dibandingkan dengan aliran pada sungai yang lurus. Bahaya degradasi dan longsor tebing sungai menjadi lebih riskan.

Untuk mengetahui parameter apa saja yang berpengaruh terhadap degradasi dasar sungai dan potensi bahaya longsor tebing di belokan sungai, maka selanjutnya dilakukan penelitian dengan model fisik hidrolis di laboratorium. Model fisik yang digunakan adalah model test Bendungan Lesti dimana pada bagian *downstream* bendungan, tepatnya di outlet PLTM bertemu dengan alur sungai yang berkelok. Dasar sungaipada model berupa pasir dengan diameter tertentu hasil penyekalaan dari material dasar sungai di lapangan. Debit aliran yang digunakan adalah debit banjir rancangan dengan kala ulang tertentu. Pengukuran kecepatan aliran menggunakan *Acoustic Doppler Velocimeter* (ADV) yang dapat mengukur kecepatan 3D (tangensial, radial dan vertikal) dan turbulensi dengan kemampuan merekam maksimal hingga 50 data per detik. ADV dilengkapi dengan software Horison ADV yang membantu menampilkan data hasil pengukuran secara *real time* pada layar monitor. Sedangkan pengukuran muka air menggunakan *point gauge* dan pengukuran topografi dasar menggunakan metode pengolahan gambar hasil pemotretan.

Selanjutnya dilakukan analisis data meliputi perhitungan distribusi kecepatan (*time average velocities*), distribusi tegangan geser, distribusi energi kinetik turbulen. Berdasarkan analisis data dapat diketahui bahwa parameter tegangan geser atau tegangan Reynolds dan energi kinetik turbulen patut diduga sebagai faktor penting dalam degradasi dasar sungai dan potensi longsor tebing di belokan sungai. Selain itu komponen kecepatan tangensial dan radial di dekat dasar juga berpengaruh terhadap lokasi degradasi dan degradasi dasar sungai.

## BAB V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada bab-bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Akibat adanya gaya sentrifugal yang bekerja pada aliran di saluran menikung menyebabkan pertumbuhan aliran sekunder khususnya komponen kecepatan radial. Kecepatan radial di dekat permukaan akan menuju sisi luar belokan sedangkan kecepatan radial di dekat dasar akan menuju sisi dalam belokan. Hal ini menyebabkan material dasar di dekat tebing luar rawan mengalami erosi atau degradasi dan selanjutnya diendapkan di dekat sisi dalam belokan sungai.
2. Pada sudut tikungan,  $\theta = 0^\circ$  sampai  $60^\circ$  nilai kecepatan tangensial  $v_\theta$  maksimum di dekat sisi dalam belokan masih lebih besar dibandingkan dengan nilai kecepatan tangensial di dekat sisi luar belokan. Hal ini terjadi akibat pengaruh belokan di hulu sebelum aliran masuk ke model. Namun demikian, pola aliran ini dapat diubah sendiri oleh morfologi sungai sehingga aliran khususnya kecepatan tangensial menjadi relatif seragam pada tampang  $120^\circ$ .
3. Secara umum nilai tegangan geser atau tegangan Reynolds  $-\overline{v'_z v'_\theta}$  di dekat dasar lebih besar dibandingkan dibandingkan dengan di dekat permukaan air. Pada sudut tikungan  $60^\circ$  nilai tegangan Reynolds  $-\overline{v'_z v'_\theta}$  mencapai maksimum. Tegangan Reynolds dapat bernilai negatif dan dapat juga bernilai positif. Nilai tegangan Reynolds positif atau negatif bersesuaian dengan gradien kecepatan pada lokasi tersebut. Pada lokasi dimana nilai tegangan Reynolds bernilai besar, patut diantisipasi adanya potensi degradasi dasar sungai yang besar dan bahaya longsong tebing.
4. Dengan bertambahnya sudut belokan sungai maka nilai energi kinetik turbulen juga mengalami peningkatan. energi kinetik turbulen mencapai nilai maksimum pada tampang  $60^\circ$  dan selanjutnya menurun sampai mendekati nilai yang sama saat aliran memasuki belokan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada tampang  $60^\circ$  energi aliran mencapai nilai maksimum sehingga berpotensi untuk mendegradasi dasar sungai maupun bahaya longsor tebing sungai.

## 5.2.Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan adalah:

1. Akibat keterbatasan instrumen pada penelitian ini dimana data di dekat permukaan air dan dinding saluran tidak bisa diukur sehingga trend data pada area tersebut tidak dapat digambarkan secara utuh, untuk itu perlu dilakukan pengambilan data di daerah dekat dinding dan dekat permukaan air dengan peralatan lain atau *ADV Probe type side looking* dan *up looking*.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan bangunan pada belokan sungai seperti krib *permeable* maupun krib *impermeable*.

### Daftar Pustaka

- Blanckaert, K. and Graf, W.H. (2001). "Mean Flow and Turbulence in Open Channel Bend". *J. Hydraul. Eng.* 127(10): 835-847.
- Blanckaert, K. & Lemmin, U. (2002). "Improving Acoustic Turbulence Measurements" (*submitted for publication to J. Hydraul. Eng., ASCE*).
- Graf, W.H.(1998), "*FluvialHydraulics*", Published by John Wiley & Son Ltd, West Sussex, UK.
- Kikkawa, H., Ikeda. S., Ohkawa. H., and Kawamura, Y. (1973), "Scondary Flow in a Bend of Turbulent Stream", *Prociding of JSCE*, No. 219 .
- Kironoto, B. A., 1993, Turbulence characteristics of uniform and non-uniform, rough open channel flow, Doctoral dissertation, No. 1094, Ecole Polytech. Féd., Lausanne, Switzerland
- Rozovskii, I. L. (1957). "*Flow of water in bends of open channels.*" Ac. Sc. Ukr. SSR, Isr. Progr. Sc. Transl., Jerusalem, Israel.
- Song, T. and Chiew, Y.M., (2001), "Turbulent Measurement in Non-uniform Open-Channel Flow Using Acoustic Doppler Velocimeter (ADV)", *J. Eng. Mechanics.*, 127(3), 219-232.
- Sumiadi, Istiarto, B.A. Kironoto and D. Legono, (2011), "Developing Laboratory Experiment on Flow in an Erodible Curved Channel", *Proceedings of The 4<sup>th</sup> ASEAN Civil Engineering Conference*, Yogyakarta, 223-226.
- Sumiadi, B.A. Kironoto, D. Legono and Istiarto, (2011), "Karakteristik Aliran Pada Saluran Menikung Dengan Material Dasar Bergerak", *Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS)*, ISSN 2086-3051, Bandung
- Sumiadi, B.A. Kironoto, D. Legono and Istiarto, (2012), "Distribusi Intensitas Turbulen Pada Belokan Saluran Alluvial", *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan HATHI XXIX*, 632-643 Bandung