

## KONSEP PENANGANAN ALUR DI BELOKAN DALAM RANGKA PENGELOLAAN SUNGAI DI SULAWESI TENGAH

Oleh :  
M. Galib Ishak

### ABSTRAK

Provinsi Sulawesi Tengah memiliki 6 buah Satuan Wilayah Sungai (SWS) diantaranya SWS Buol-Lambunu, SWS Parigi-Poso, SWS Bongka-Malik, SWS Lombok-Mentawa, SWS Laa-Tambalako dan SWS Palu-Lariang, dan terdiri dari sekitar 157 buah sungai dan tidak termasuk sungai-sungai kecil yang berfungsi sebagai anak-anak sungai. Terdapat beberapa sungai besar dengan debit relatif konstan sepanjang tahun seperti Sungai Poso (Luas DAS  $\pm$  1101.87 km<sup>2</sup> dan panjang sungai  $\pm$  68.70 km), Sungai Bongka (Luas DAS  $\pm$  3085 km<sup>2</sup> dan panjang sungai  $\pm$  122 km), Sungai Laa (Luas DAS  $\pm$  2875.60 km<sup>2</sup> dan panjang sungai  $\pm$  96.30 km), Sungai Tambalako (Luas DAS  $\pm$  1045.60 km<sup>2</sup> dan panjang sungai  $\pm$  83.70 km), Sungai Gumbasa (Luas DAS  $\pm$  1276.65 km<sup>2</sup> dan panjang sungai  $\pm$  61.50 km) dan Sungai Palu (Luas DAS  $\pm$  3043 km<sup>2</sup> dan panjang sungai  $\pm$  90 km). Secara umum, konfigurasi memanjang sungai-sungai tersebut memiliki profil berbelok-belok (bermeander) akibat proses morfodinamik sungai yang terjadi secara terus menerus, yang ditandai dengan belokan-belokan ringan dengan sudut belokan besar sampai belokan-belokan berat dengan sudut belokan kecil. Pada dasarnya belokan sungai memiliki arti penting terhadap fenomena hidraulik aliran di sungai. Konsep eko-hidraulik memandang belokan sungai sebagai wahana retensi untuk mereduksi akumulasi aliran banjir di hilir. Namun sebaliknya belokan sungai juga justru menjadi faktor penyebab terjadinya luapan banjir dan terjadinya gerusan lokal di sisi luar belokan. Kedua potensi tersebut harus dikelola secara bijak sehingga permasalahan yang timbul bisa direduksi dan manfaat/potensi yang dimiliki dapat dioptimalkan. Oleh karena itu perlu dikemukakan konsep-konsep pengelolaan dan penanganan sehingga belokan sungai memiliki potensi yang baik dalam pengelolaan sungai dan pengendalian banjir.

**Kata kunci :** Belokan sungai, masalah dan pengelolaan

### I. PENDAHULUAN

Pada umumnya Sungai-sungai di Sulawesi Tengah memiliki karakteristik morfologi yang berbelok-belok (*meandering*) hampir di sepanjang ruas sungai khususnya pada bagian hilir. Sudut bagian dalam belokan bervariasi mulai dari belokan (bagian dalam) ringan bersudut sekitar 170<sup>0</sup> sampai belokan berat bersudut sekitar 35<sup>0</sup>. Dari beberapa kasus banjir yang terjadi belakangan ini, luapan dan genangan justru sering terjadi di belokan sungai, yang disertai dengan proses penggerusan pada sisi luar belokan.

Beberapa contoh kejadian banjir yang dimulai dengan proses penggerusan di belokan sungai di Sulawesi Tengah diantaranya Sungai Palu (2005 dan 2007), Sungai Sausu (2007), Sungai Tambarana (2006), Sungai Dongin (2006), Sungai Lambunu (2007) dan masih banyak sungai-sungai lainnya. Pada kebanyakan kasus, luapan banjir terjadi pada ruas bagian hilir dimana kondisi sungai berbelok – belok

dengan kemiringan dasar yang relatif sangat rendah. Luapan banjir terjadi pada debit-debit besar dimana kapasitas penampang sungai terlampaui, sehingga selalu berdampak terhadap warga pemukiman di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) yang bersangkutan. Pada sisi yang lain, pengaruh pasang-surut terhadap banjir dihilir cukup signifikan. Pengaruhnya adalah dimungkinkan terjadinya fenomena aliran balik (*back water*) atau fenomena pembendungan baik pada debit rendah maupun pada debit tinggi. Dengan demikian elevasi muka air banjir akan meningkat dan pada akhirnya dapat menimbulkan pendangkalan bahkan penutupan alur pada bagian hilir (muara).

Umumnya telah dilakukan tindakan penanganan terkait dengan upaya mitigasi banjir oleh pemerintah dan warga masyarakat, salah satunya dengan meninggikan talud pada kedua sisi alur sungai (tanggul), seperti yang dilakukan pada Sungai Palu bagian hilir. Namun seiring dengan meningkatnya intensitas banjir belakangan ini, bangunan-bangunan pengendali banjir yang telah dibangun

<sup>1)</sup>Dosen Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu.

mengalami kegagalan terutama di sekitar belokan sungai. Memperhatikan fenomena banjir dan kegagalan bangunan yang selalu di mulai di belokan sungai, kiranya perlu disampaikan teori dan konsep tentang fenomena hidraulik di belokan sungai, karakteristik, potensi serta penanganan dan pengelolaannya dalam rangka pengendalian banjir terpadu di Sulawesi Tengah.

## II. KARAKTERISTIK ALIRAN DI BELOKAN SUNGAI

Secara alamiah alur sungai dari wilayah hulu ke hilir membentuk profil berbelok-belok akibat proses morfodinamik sungai yang disebabkan oleh interaksi aliran, sedimen, dinding sungai dan gaya-gaya yang mempengaruhinya. Belokan-belokan sungai akan berevolusi secara terus menerus, sehingga tidak jarang dijumpai posisi-posisi belokan yang tersusun seri dalam rangka mencapai keseimbangan. Belokan-belokan sungai secara seri pada suatu kurvatur sungai disebut meander, umumnya dinyatakan dengan indeks meander, yakni perbandingan antara panjang total alinemen sungai dan panjang total kurvatur sungai. Sungai lurus memiliki indeks meander sama dengan satu. Semakin tinggi angka indeks meander sungai maka sudut belokan dalam akan semakin kecil dan sebaliknya. Pada prinsipnya sungai *meander* digolongkan sebagai suatu sungai yang membentuk fungsi sinus (Jansen, 1979 dalam Mudjiatko, 2000), yang dibedakan menjadi dua jenis yakni *irregular meander* dan *regular meander*. *Irregular meander* diistilahkan untuk sungai yang mempunyai kurva belokan yang tidak teratur antara satu belokan dan belokan yang mengikutinya dan *regular meander* diperuntukkan untuk sungai yang mempunyai kurvatur seragam.

Sebagaimana telah diketahui, gerakan air pada saluran terbuka yang membelok akan mengalami gaya lemparan ke sisi luar belokan yang di sebut dengan gaya sentrifugal (Legono, 2003). Pada kondisi ini aliran akan berusaha bergerak keluar, tetapi angkutan massa total pada arah transversal harus sama dengan nol. Fenomena seperti inilah yang disebut fenomena aliran

helikoidal yaitu suatu fenomena aliran utama searah aliran dipengaruhi oleh hadirnya aliran sekunder.

Dengan adanya fenomena ini maka terjadi interaksi antara tegangan geser (akibat aliran helikoidal) dengan tegangan geser yang menahan (akibat sifat erodibilitas penampang basah saluran). Dampak utama akibat dari fenomena aliran helikoidal adalah terjadinya serangan pada tebing saluran pada sisi luar belokan, serta pengendapan atau sedimentasi pada dasar saluran di dekat sisi dalam belokan. Fenomena gerusan lokal (*local scouring*) yang terjadi di sungai terutama di sekitar belokan, umumnya sering terjadi akibat arus sekunder dan gaya sentrifugal yang bekerja pada aliran. Secara umum karakteristik aliran di sekitar belokan, ditandai dengan tidak liniernya pola arus tetapi membentuk pusaran-pusaran (*eddies*). Akibat yang ditimbulkan oleh arus dan gaya tersebut adalah terjadi perbedaan elevasi muka air pada sisi luar belokan dan sisi dalam belokan.

Penelitian-penelitian laboratorium (Ishak, G., 1992) menunjukkan bahwa pada kasus belokan sungai terjadi perubahan profil muka air melintang saluran. Perubahan profil melintang ditandai dengan kenaikan muka air di belokan saluran yang dapat diidentifikasi dari bilangan Froude. Pada bilangan Froude yang kecil perbedaan ketinggian muka air kecil dan sebaliknya. Kenaikan permukaan air di belokan sungai berbanding lurus terhadap kecepatan. Akibat yang ditimbulkan oleh akumulasi aliran dan kenaikan muka air di belokan sungai adalah gerusan tebing pada sisi luar belokan.

## III. BELOKAN SUNGAI DALAM KONSEP EKO-HIDRAULIK

Konsep eko hidraulik merupakan konsep integral dalam pembangunan sungai yang memasukkan unsur pertimbangan hidraulika dan ekologis secara sinergis (Maryono, 2002). Dalam konsep ini, sungai dipandang sebagai satu kesatuan ekosistem keairan yang sifatnya terbuka dari hulu ke hilir. Belokan-belokan sungai dalam konsep eko-hidraulik adalah salah satu elemen

penting dalam pengelolaan sungai. Belokan-belokan sungai tidak dianggap sebagai faktor pemicu luapan banjir dan genangan tetapi justru merupakan wahana yang paling efektif untuk mereduksi akumulasi banjir di hilir. Mempertahankan belokan sungai secara alamiah merupakan cara yang sangat dianjurkan dalam penanganan banjir. Banjir seringkali muncul akibat kesalahan konsep drainase, yang menyatakan bahwa air yang jatuh dipermukaan harus dibuang secepat-cepatnya ke sungai. Apabila dikaji lebih lanjut, konsep drainase seperti ini akan memberi peluang akumulasi banjir yang lebih besar di bagian hilir.

Belokan-belokan yang ada disepanjang alur sungai semestinya dianggap sebagai faktor yang menguntungkan dalam pengelolaan sungai. Dalam konsep drainasi, belokan-belokan sungai dapat memperlambat laju aliran di sungai, sehingga memberikan keuntungan dua hal, yaitu belokan sungai akan memberikan kesempatan air meresap ke dalam tanah sebelum terdrainasi ke hilir dan belokan sungai akan memperlambat dan mereduksi waktu dan debit puncak banjir di hilir. Sepintas belokan sungai dapat dianggap sebagai kolam konservasi (retensi) di alur sungai.

#### **IV. KONSEP PENANGANAN DAN PENGELOLAAN BELOKAN SUNGAI**

Sebagaimana telah disampaikan sebelumnya, belokan sungai memiliki dua sisi yang saling berlawanan. Sisi yang satu dalam pandangan eko-hidrolik, belokan sungai harus dipertahankan karena merupakan wahana retensi alamiah yang berfungsi untuk mereduksi banjir di hilir. Sisi yang lain dari belokan sungai adalah faktor penyebab banjir sehingga perlu ditetapkan penanganannya apakah dengan cara taludisasi, pelurusan/pemendekan alur jika tidak ditemukan cara lain yang lebih efektif dan efisien.

Perlu dijelaskan kembali bahwa pengaruh yang ditimbulkan sungai berbelok atau *bermeander* terhadap aliran adalah terjadinya pembendungan aliran akibat

terhambatnya aliran pada salah satu sisi saluran yakni sisi bagian luar belokan (Mudjiatko, 2000). Peristiwa pembendungan akan menimbulkan terjadinya peningkatan elevasi muka air. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mudjiatko (2000) menunjukkan semakin besar angka indeks *meander* maka tingkat pembendungan aliran semakin tinggi. Berpijak pada hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kondisi *meander* sungai merupakan salah satu faktor penyebab banjir di Sulawesi Tengah. Pengaruh lainnya adalah terjadinya pengikisan pada bagian luar belokan dan pengendapan pada bagian dalam belokan, sehingga pada bagian ini bentuk tampang selalu berubah-ubah.

Sebagai dampak ikutan, gerusan talud di dimulai dengan meningkatnya elevasi muka air pada sisi luar belokan sampai akhirnya elevasi talud terlampaui. Fenomena ini mengakibatkan pengikisan talud yang dimulai dari bagian atas dan berlanjut secara kontinyu pada kaki talud. Akumulasi gaya aliran yang bekerja pada sisi talud menyebabkan talud Sungai Palu disekitar belokan mengalami keruntuhan dan kegagalan.

Memperhatikan fenomena tersebut maka terdapat beberapa cara yang dapat diusulkan dalam kerangka pengelolaan sungai khususnya di belokan. Cara yang pertama adalah mengurangi intensitas aliran yang menuju belokan dengan cara mengarahkan aliran pada suatu kolam konservasi pada sebelah hulu belokan. Cara ini sangat efektif apabila pada sebelah hulu belokan tersedia lahan yang dapat digunakan sebagai kolam konservasi. Konsep yang ditawarkan cara ini adalah mirip sekali dengan konsep pemaparan puncak banjir pada waduk. Cara kedua adalah tetap mempertahankan belokan tanpa melakukan modifikasi pada alur sungai. Namun pada kiri kanan alur sungai, perlu dibuatkan tanggul yang dimensinya harus ditentukan berdasarkan pemodelan aliran dalam konsep 2D (Detail Engineering Design). Selain itu juga konstruksi dan elevasi tanggul pada bagian belokan memiliki karakteristik yang berbeda (harus ekstra kuat dan ekstra tinggi) dengan konstruksi tanggul pada bagian

sungai yang lurus. Cara yang ketiga yang dapat dilakukan dalam pengelolaan alur di belokan adalah dengan sudetan/pelurusan alur (*short-cut*). Harus dicermati bahwa sebaiknya tidak melakukan pelurusan sungai pada bagian hulu apalagi posisi akhir dari pelurusan sungai berada di hulu kawasan-kawasan yang dianggap penting seperti permukiman, perkotaan, pertanian, industri, perdagangan atau kawasan lainnya. Pelurusan sungai membawa dampak peningkatan akumulasi debit yang dapat menyebabkan banjir di hilir, dengan demikian pelurusan sungai di hulu kawasan penting sebaiknya dihindari. Pelurusan sungai dapat direkomendasikan apabila ujung akhir dari pelurusan langsung bermuara ke sungai atau dengan kata lain cara ini mirip dengan banjir kanal (*flood way*), sehingga debit langsung terakumulasi di muara. Perlu juga diperhatikan bahwa sungai yang berbelok (*bermeader*) yang telah diluruskan sebaiknya tetap dibuka, sehingga apabila terjadi debit besar, aliran akan terbagi pada bagian belokan dan bagian *short-cut*.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- a. Belokan sungai memiliki peran penting dalam pembentukan keseimbangan morfodinamik sungai dan mereduksi

akumulasi banjir di hilir dengan memperlambat waktu pencapaian dan debit puncak banjir.

- b. Diperlukan perlakuan khusus dalam mendesain bangunan-bangunan hidraulik di sekitar belokan sungai, terutama menyangkut adanya kenaikan muka air dan akumulasi debit pada sisi luar belokan, dan terjadinya pengendapan sedimen pada sisi dalam belokan
- c. Pada kasus-kasus tertentu dimana belokan sungai diperkirakan menjadi faktor penyebab banjir yang intensif pada suatu sungai, pemendekan alur (*short-cut*) dapat dilakukan dengan tetap membuka aliran ke arah belokan sungai.

### 5.2. Saran

Terkait dengan kasus-kasus yang diamati dan diskusi yang telah dilakukan, maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan pemodelan fisik mengenai belokan-belokan seri pada suatu sungai untuk mengetahui interaksi aliran pada satu belokan dengan belokan lainnya.
- b. Untuk menetapkan perlu tidaknya pemendekan alur pada suatu belokan sungai, perlu dipelajari mengenai posisi belokan, karakteristik aliran di belokan serta dampak hidraulik yang ditimbulkan dengan pemodelan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, M., (2000), *Pemodelan Hidraulik Aliran dan Angkutan Polutan di Saluran dan Sungai*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Delis, A.I., Skeels, C.P., and Ryrle, S.C., (2000), *Implicit High-Resolution Methods for Modelling One-Dimensional Open Channel Flow*". *Journal of Hydraulic research*, 34(5), 369-382.
- Ishak, Galib., (1992), *Superelevasi Pada Tikungan Saluran*, Tesis S-2 ITB, Bandung
- Istiarto, (1994), *Geometri dan Kapasitas Tampang Sungai*, BPLT Perum KA, Yogyakarta
- Jansen, P.P., Berg, V.B., Vries M.D., and Zanen, A., (1979), *Principle of River Engineering : The Non-Tidal Alluvial River*. Pitman Press, London.
- Kodoatie, R.J., dan Sugiyanto (2002), *Banjir : Beberapa Penyebab Banjir dan Metode Pengendaliannya dalam Persepektif Lingkungan*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
- Legono D., (2003), *Bahan Kuliah Teknik Sungai*, Program S-2 UGM, Yogyakarta
- Makrup, L., (2001), *Dasar-Dasar Analisis Aliran di Sungai dan Muara*". UII Press, Yogyakarta.
- Maryono, A. (2002), *Eko-Hidraulik Pembangunan Sungai*, Magister Sistem Teknik-UGM, Yogyakarta.
- Mudjiatko (2000), *Pengaruh Meander Sungai Terhadap Perubahan Konfigurasi Dasar dan Seleksi Butiran Sedimen*, Tesis S2 UGM, Yogyakarta.
- Mulyanto, H. R. (2007), *Sungai: Fungsi dan Sifat-Sifatnya*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Rahardjo, A. P. (2003), *Bahan Kuliah Model Matematika*, PPS-UGM, Yogyakarta.
- Tunas, G. (2006), *Pengaruh Perubahan Penampang Sungai Terhadap Karakteristik Aliran Banjir*, *Jurnal Rekayasa UNRAM* Vol. 7 No. 2, pp. (95-103