

HUBUNGAN SUDUT TIKUNGAN TERHADAP DEBIT SEDIMEN PADA SALURAN SEGIEMPAT DAN DINDING TETAP

Darwizal Daoed

Laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Unand

ABSTRAK

Sudut belokan di sungai sangat bervariasi sesuai dengan karakteristik tanah yang dilaluinya, sehingga proses sedimentasi juga beragam. Baik lokasi penumpukan maupun penggerusan dapat saja terjadi disepanjang tikungan. Agar dapat mengatasi proses sedimentasi ini maka perlu dilakukan simulasi. Berdasarkan penelitian terdahulu, bahwa penggerusan terjadi di daerah awal tikungan dan pengendapan pada daerah akhir tikungan (Daoed, Darwizal 2007). Tinjauan secara eksperimental dengan permodelan saluran terbuka berupa sediment transport flume dengan panjang total 12.5 m, lebar 40 cm, tinggi saluran 40 cm, menggunakan empat variasi sudut tikungan, yaitu 60°, 90°, 120°, dan 150°. Material yang digunakan diambil dari Batang Kuranji. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin besar sudut tikungan, maka semakin besar pula debit angkutan sedimen, begitu pula sebaliknya. Peningkatannya secara eksponensial.

Keywords : Sudut tikungan, debit, saluran segiempat

1. PENDAHULUAN

Sumatera Barat merupakan daerah dengan dilingkupi oleh perbukitan di bagian Timur dan pantai Padang di bagian Barat. Sungai yang membentang dari Timur ke Barat dengan kemiringan terjal hingga datar. Hal ini menyebabkan aliran yang deras di hulu dan lambat di hilir. Pengangkutan sedimen terjadi disepanjang sungai terutama pada bagian tengah (middle) sungai. Penggerusan lebih dominan terjadi akibat runtuhnya dinding sungai, kemudian hanyut sepenjang sungai. Fenomena penumpukan sedimen (agradasi) terjadi pada daerah tikungan / belokan di bagian dekat muara. Baik sungai yang diperkuat pada dinding-dindingnya maupun yang terjadi secara alami. Kasus ini banyak terjadi pada sungai yang berada di kota Padang.

Berdasarkan fenomena di atas dilakukan simulasi tentang pengaruh dari sudut tikungan terhadap besarnya sedimen yang terangkut, sehingga dapat digambarkan hubungan antara debit aliran dengan debit angkutan sedimen. Dimana saluran (flume) dibuat di Laboratorium Hidrolika dengan penampang segiempat dan dinding tetap (fixed). Tinjauan penggerusan dan pengendapan dalam kondisi air jernih (clear water) dan kemiringan arah memanjang (longitudinal) yang konstan.

2. MEKANISME SEDIMENTASI PADA TIKUNGAN

Muatan dasar senantiasa bergerak, maka permukaan dasar sungai kadang-kadang naik (agradasi), tetapi kadang-kadang turun (degradasi) dan naik turunnya dasar sungai disebut alterasi dasar sungai (*River Bed Alteration*).

Penggerusan (degradasi) dan pengendapan (agradasi) akan terjadi pada saluran lurus maupun pada belokan. Khusus untuk saluran lurus penggerusan dominan terjadi pada bagian tengah dari saluran. Daoed (2000). Sedangkan pada daerah tikungan penggerusan akan terjadi di daerah awal masuk tikungan, sedangkan pengendapan dimulai dari tengah tikungan hingga akhir tikungan. Penggerusan terbesar terjadi pada tikungan sebelah luar dan pengendapan pada bagian sebelah dalam Daoed(2006).

3. FORMULASI HASIL ANGGKUTAN SEDIMEN

Formula penghitungan besarnya angkutan sedimen telah banyak ditemukan terutama pada saluran lurus. antara lain :

BROWN FORMULA

$$q_t = 10 \left[\frac{U^2}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1 \right) g d_m} \right]^2 U d_m \quad (1)$$

dimana :

q_t = debit angkutan (kg/dt/m)

$U = \sqrt{g \cdot R \cdot S}$

d_m = diameter butiran (m)

g = percepatan gravitasi (m/dt²)

γ_s = berat volume butiran (gr/cm³)

γ_w = berat volume air (gr/cm³)

ENGELUND – HANSEN FORMULA

$$q_t = 0,05\gamma_s V^2 \sqrt{\frac{D}{g(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1)}} \left(\frac{\tau_o}{(\gamma_s - 1)D} \right)^{3/2} \quad (2)$$

dimana :

- $\tau_o = \gamma_w R.S$
- $\gamma_w =$ berat volume air (gr/cm³)
- $\gamma_s =$ berat volume butiran (gr/cm³)
- $D =$ diameter butiran (m)
- $g =$ percepatan gravitasi (m/dt²)
- $V =$ kecepatan aliran (m/det)
- $q_t =$ debit angkutan (kg/dt/m)

EINSTEIN-BROWN FORMULA (1950)

$$q_s = \sqrt{g\Delta D_{50}^3} \cdot 60 \cdot \rho_s \cdot \left[\mu \frac{Ri}{\Delta D_{50}} \right]^3 \quad (3)$$

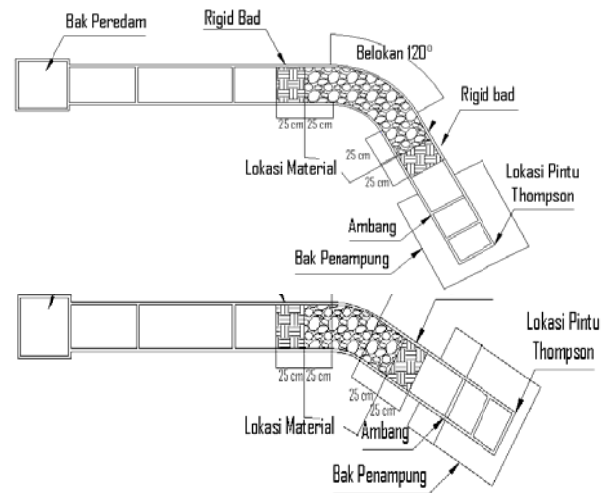
Keterangan :

- $q_s =$ jumlah transpor bedload (kg/dtk.m)
- $g =$ percepatan gravitasi (m/dtk²)
- $\Delta = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}$
- $\rho_s =$ kerapatan sedimen (kg/m³)
- $\rho_w =$ kerapatan air (kg/m³)
- $D_{50} =$ ukuran partikel dimana 50 persen bahan dasarnya lebih halus
- $R =$ Jari-jari hidraulik (m)

4. METODOLOGI PENELITIAN

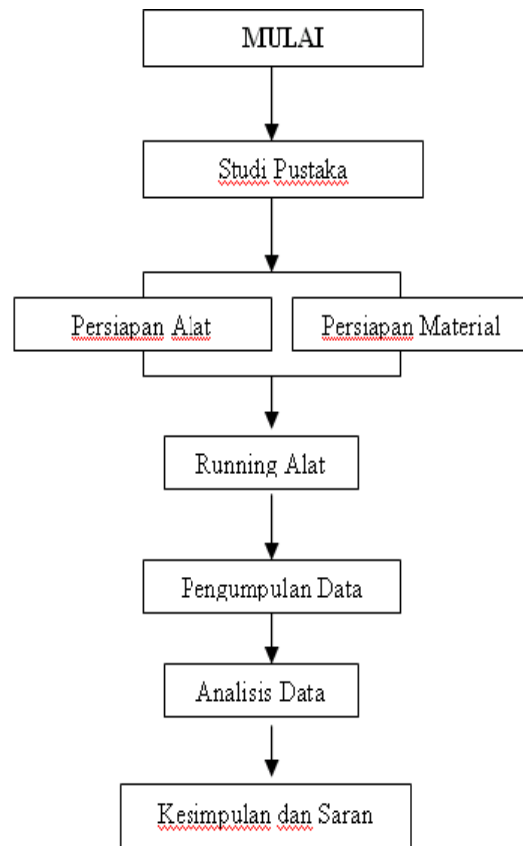
Pada awalnya saluran di set up sesuai dengan sudut belokan yang diinginkan, yakni mulai dari sudut lancip hingga sudut tumpul. Untuk setiap formasinya dilakukan pengujian dengan meletakkan material (sedimen) setebal 10 cm. Panjang sedimen disesuaikan dengan bentuk tikungan. Kemudian sedimen digenangi dengan air dan setelah sampai ketinggian tertentu (kira-kira 2x tebal sedimen), maka pengujian dapat dilakukan. Pemantauan dilakukan dari mulai terjadi pergerakan sedimen hingga berhentinya pergerakan, dimana ditandai dengan tidak adanya pasir yang terbawa oleh arus lagi. Simulasi akan dihentikan per running nya bila dilihat secara visual tidak ada lagi sedimen yang berpindah.

Berikut bentuk tikungan dan prosedur yang dilakukan.



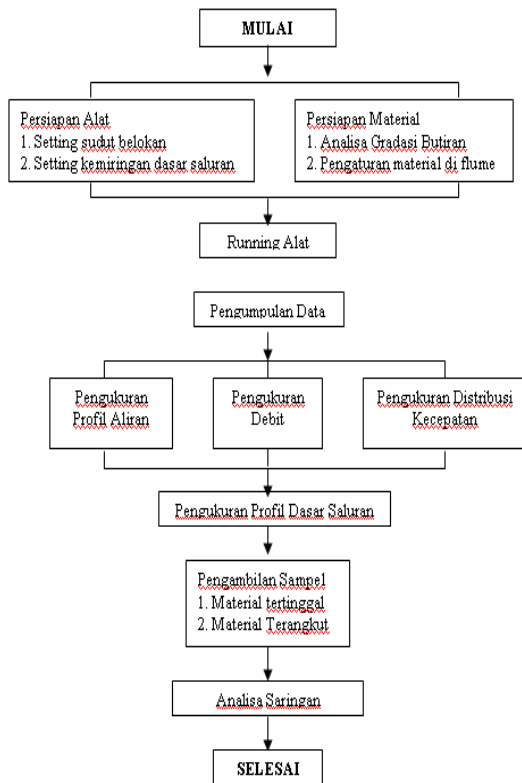
Gambar-1 Sketsa saluran dengan sudut tikungan 120° dan 150°

Prosedur penelitian dilakukan menurut flowchart berikut:



Gambar-2 Bagan alir prosedur penelitian

Sedangkan prosedur teknis pengumpulan data dapat dilihat pada flowchart dibawah ini ;



Gambar-3 Bagan alir pengambilan data dan running

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

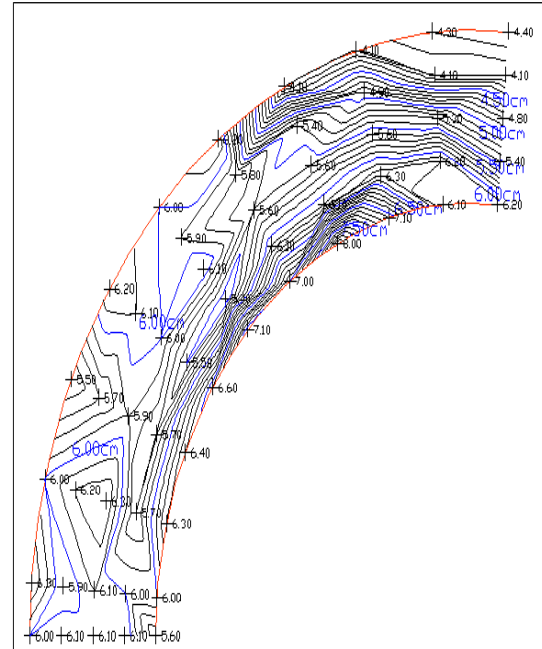
5.1 Topografi Dasar Saluran

Dari data pembacaan titik-titik elevasi dasar saluran setelah running, maka diperoleh kontur sedimen untuk berbagai sudut tikungan, sebagai berikut:

Daerah
Gerusan

Daerah
Endapan

Gambar-4 Profil dasar saluran pada sudut tikungan 60°



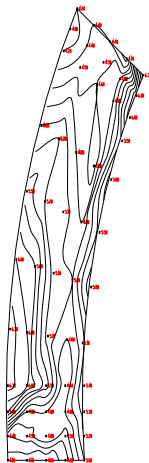
Gambar-5 Profil dasar saluran pada sudut tikungan 90°

Daerah
Gerusan

Daerah
endapan

Gambar-6 Profil dasar saluran pada sudut tikungan 120°

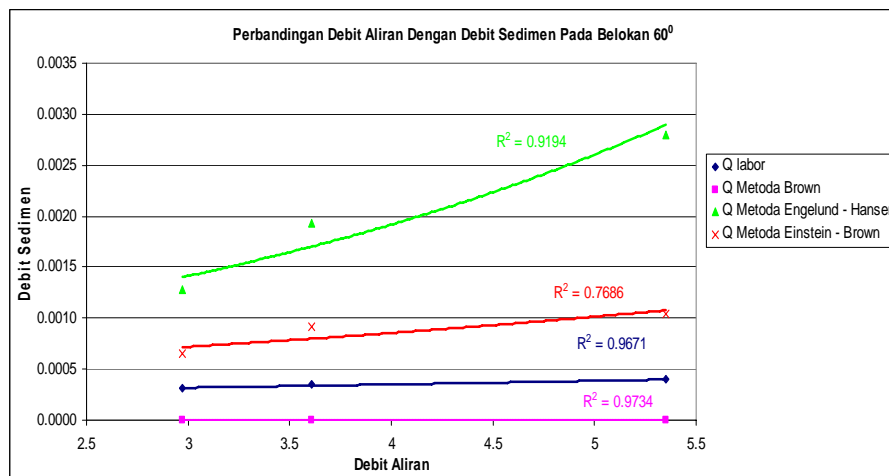
Dari gambar 4 hingga 7, terlihat daerah penggerusan agak tetap di awal tikungan, sedangkan daerah pengendapan bergeser ke arah akhir tikungan.



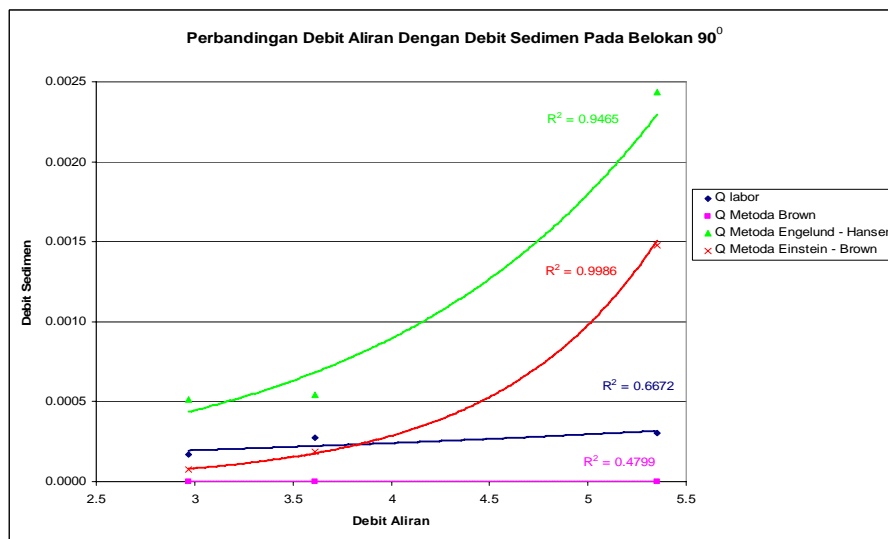
Gambar-7 Profil dasar saluran pada sudut tikungan 150°

5.2 Pengaruh Variasi Debit Aliran terhadap Volume Angkutan Sedimen

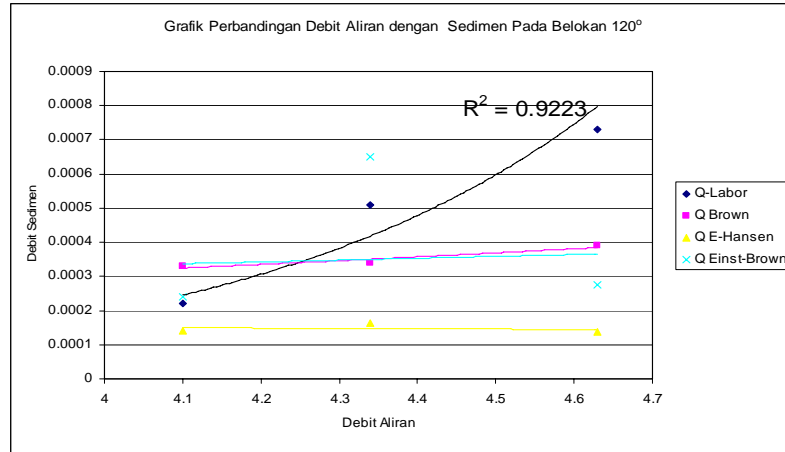
Dari hasil pengujian terhadap tiga variasi debit aliran membuktikan bahwa, setiap kenaikan debit aliran air akan diikuti oleh kenaikan angkutan sedimen, artinya jika debit aliran air pada saluran dinaikkan, maka volume angkutan sedimen juga akan naik, dapat dilihat pada Grafik 8,9,10 dan 11 berikut;



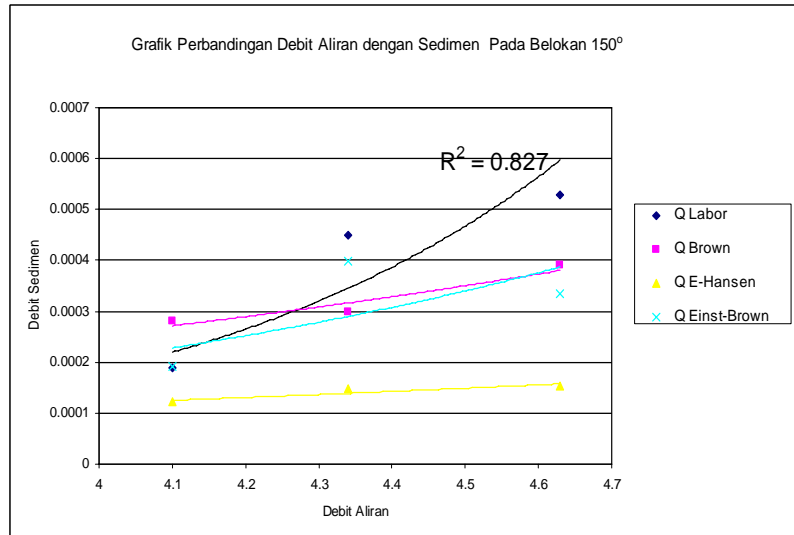
Gambar-8 Hubungan antara debit aliran dan sedimen dengan sudut tikungan 60°



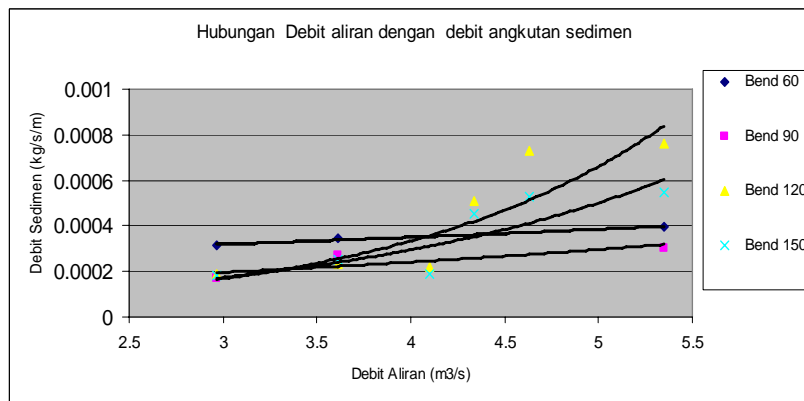
Gambar-9 Hubungan antara debit aliran dan sedimen dengan sudut tikungan 90°



Gambar-10 Hubungan antara debit aliran dan sedimen dengan sudut tikungan 120°



Gambar-11 Hubungan antara debit aliran dan sedimen dengan sudut tikungan 150°



Gambar-12 Hubungan antara debit aliran dan angkutan sedimen

5.3. Hubungan Sudut Tikungan dengan Debit Sedimen

Bila dilihat gambar- 12 , dimana debit angkutan sedimen bertambah besar dengan bertambah besarnya sudut tikungan. Kemudian ada kecendrungan pertambahannya secara eksponensial.

Meskipun demikian masih ada perbedaan dimana pada sudut tumpul (120 dan 150 derajat) cenderung pertambahan angkutan sedimennya secara eksponensial. Akan tetapi untuk sudut lancip (60 dan 90 derajat) agak mendatar. Hal ini jelas, bahwa untuk saluran dengan sudut tumpul fenomena endapan hampir seperti saluran lurus. Sebaliknya endapan yang menarik adalah pada tikungan yang lancip, dimana endapan akan terjadi disekitar tikungan tersebut. Bentuk inilah yang akan dikaji lebih lanjut, dan dilakukan eksperimental dan perlakuan agar supaya pengendapan tidak terlalu besar. Meskipun geometrik tikungan tidak dirobah. Tentunya dengan merubah superelevasi tikungan dan memberikan pengamanan dasar saluran.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Debit aliran air memiliki hubungan yang sebanding dengan volume angkutan sedimen yang terjadi, artinya jika debit aliran air pada saluran meningkat, maka volume angkutan sedimen juga akan naik, demikian juga sebaliknya.
2. Penggerusan terbesar terjadi di sisi luar belokan terutama pada bagian awal belokan, dan sebaliknya pengendapan cenderung terjadi di sisi dalam belokan terutama pada bagian akhir belokan.
3. Sedangkan pengaruh perbedaan sudut tikungan menunjukkan bahwa semakin tumpul sudut tikungan yang terjadi akan semakin besar pula debit sedimen yang terjadi.

6.2 Saran

Penelitian lebih lanjut akan lebih menarik bila kemiringan ke arah melintang (superelevasi tikungan) dan kemiringan arah memanjang divariasikan. Hal ini dapat dilakukan secara terpisah maupun kombinasi keduanya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Daoed D, Pengaruh Variasi Geometri Tikungan Terhadap Karakteristik Penyebaran Sedimen dan Pembentukan Lapisan Armouring Di Dasar saluran, DIKTI, DikNas, 2007
2. Daoed D, Pengaruh Kecepatan Aliran dan Diameter Butiran Terhadap Volume Sedimen, , LP-Unand., 2000

3. Daoed D. , The Slope of Water Surface at Bend Channel 90° with Moveable Bed Condition, SDPF., HEDS/JICA,1989
4. Daoed D., M Pengikisan Lokal Sekitar Tiang Silinder Akibat Arus dengan Berbagai Tipe Silinder SDPF, 1995/1996, HEDS/JICA.
5. Daoed D, Mechanism of Local Scour Around Pile Cylinder Due to Wave and Current Combination, Yokohama National University., 1994
6. Legono, D., Model Fisik Matematik Transport Sedimen, Pusat Antar Universitas Universitas Gadjah M 1992
7. Putera I. G.B, Studi Eksperimental Tentang Armouring, Thesis Bidang Teknik Hidro, Jurusan Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada.,1999
8. Yang C.T, Sediment Transport, Theory and Practice, International Editions, The McGraw-Hill Companies, Inc, 1996

BIODATA

Darwizal Daoed, adalah staf pengajar di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Unand, Bidang Teknik Sumberdaya Air, Laboratorium Hidrolika, S1 Teknik Sipil ITB 1987 dan S2 Teknik Sipil ITB 1992, saat ini mengasuh mata kuliah Hidrolika dan Mekanika Fluid.

E-mail darwizaldoed@ft.unand.ac.id