

## Pengaruh Sudut dan Jari-Jari Saluran Menikung terhadap Konsentrasi Aliran Sedimen Suspensi arah Transversal

### *Effect Of Angle And Radius Of Curved Channel Flows At Concentration Of Suspended Sediment In Transversal Direction*

Chairul Muharis

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang Kampus Limau Manis Padang  
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576 Email: ch\_muharis@yahoo.com

#### Abstract

*The change in channel dimension has a great effect on the flow hydraulic parameters. Likewise, the angle and radius of the bend are not the same will also affect the concentration of suspended sediment flow. To determine the effect of angle and radius of the bend, the measurement of suspended sediment concentration was done at 4 (four) location in Mataram irrigation channel curve. The four locations describe 2 channels having relatively the same angle but having different radius, and 2 (two) channels having the same relative radius but having different angles. Measurement of suspended sediment concentration in transversal direction is done some depth point used by opcon probe. The results of the research for different angle of bend shows that from the interance to the end of the channel bend so the trend of suspended sediment concentration value are decreases. After the end of the channel bend started there is no more the angle influenced, the trend value of suspended sediment concentration are constant. As for the different radius, the value of suspended sediment concentration is still relatively the same and there is no change significantly. This shows that the relation or influence between the length of the radius of the bend with the value of the suspended sediment concentration is not visible*

**Keywords:** concentration, angle of bend, radius of bend

#### PENDAHULUAN

Apabila debit sungai lebih besar dari debit *bankfull*, biasanya akan terjadi penggerusan (*scouring*) pada sisi luar tikungan sungai dan menimbulkan tebing sungai longsor. Kejadian longsor sangat tergantung pada besarnya gerusan yang terjadi. Tidak semua daya gerus pada aliran menikung disebabkan oleh besarnya debit, karena masih banyak karakteristik aliran yang belum diketahui sebagai penyebabnya, seperti pengaruh besar sudut tikungan, panjang jari-jari tikungan dan pengaruh aspek rasio dari penampang aliran.

Konsentrasi sedimen suspensi pada suatu aliran sangat dipengaruhi parameter hidraulik aliran itu sendiri, seperti kecepatan aliran. Beberapa peneliti telah mengemukakan bahwa kecepatan aliran dapat mempengaruhi konsentrasi sedimen suspensi. Peneliti tersebut antara lain, Coleman (1986) dalam Kironoto (2007a), melakukan penelitian mengenai pengaruh

sedimen suspensi terhadap distribusi kecepatan pada saluran terbuka, melaporkan bahwa adanya *bed load* mempengaruhi kandungan konsentrasi sedimen suspensi, yang juga mempengaruhi bentuk distribusi kecepatan dan distribusi konsentrasi sedimen suspensi. Ketebalan lapisan logaritmik dari profil kecepatan menurun sedangkan konsentrasi sedimen suspensi meningkat.

Sebagaimana dipaparkan diatas bahwa kecepatan aliran dapat mempengaruhi konsentrasi sedimen suspensi, sedangkan kecepatan aliran sendiri sangat dipengaruhi oleh parameter hidrauliknya, seperti dimensi saluran, profil saluran, termasuk juga sudut tikungan dan jari-jari tikungan. Sehingga untuk mengetahui keterkaitan antara konsentrasi sedimen suspensi dengan parameter hidrauliknya maka dilakukan penelitian pengaruh sudut dan jari-jari tikungan terhadap konsentrasi sedimen

suspensi arah transversal pada saluran menikung.

Dengan data pengukuran profil konsentrasi sedimen suspensi dan mengintegalkannya dengan batas antara kedalaman aliran dan kedalaman titik yang ditinjau, nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata dapat diperoleh. Ekspresi persamaannya dapat ditulis.

$$\bar{C}_y = \frac{1}{D-y} \int_y^D C \cdot dy$$

dengan:

$D$  : kedalaman aliran (m)

$y$  : posisi titik pengukuran dari dasar (m)

$\bar{C}_y$  : konsentrasi rata-rata vertikal (gr/liter)

Konsentrasi sedimen suspensi rata-rata tampang saluran,  $\bar{C}$  diperoleh dengan mengalikan konsentrasi sedimen suspensi rata-rata vertikal,  $\bar{C}_y$  dengan luasan (pias aliran) masing-masing, kemudian dibagi dengan total luasan tampang. Graf, (1984) dalam Kironoto (2007b), seperti diberikan menurut persamaan sebagai berikut:

$$\bar{C} = \frac{\bar{C}_{y1} \cdot A_1 + \dots + \bar{C}_{yn} \cdot A_n}{A_{Total}}$$

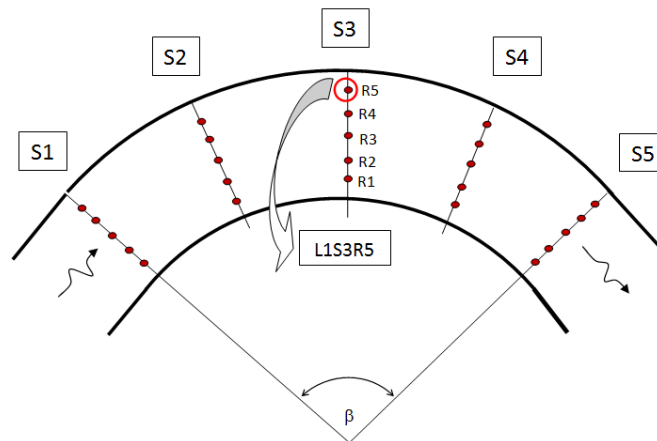
dengan:  $\bar{C}$  = konsentrasi sedimen suspensi rata-rata tampang (gr/liter),  $\bar{C}_{y1}$ ;  $\bar{C}_{yn}$  = konsentrasi sedimen suspensi rata-rata vertikal pada pias aliran ke-1 dan ke- $n$  (gr/liter),  $A_1$  ;  $A_n$  = luas tampang pias aliran ke-1 dan ke- $n$  ( $m^2$ ),  $A_{Total}$  = luas tampang aliran ( $m^2$ ).

Untuk dapat melihat adanya keterkaitan antara konsentrasi sedimen suspensi dengan sudut dan jari-jari tikungan adalah membuat grafik hubungan

antara nilai rasional parameter konsentrasi sedimen suspensi dengan nilai rasional parameter lebar saluran. Nilai rasional konsentrasi sedimen suspensi adalah pembagian nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman setiap tampang melintang dengan konsentrasi sedimen suspensi rata-rata tampang,  $\bar{C}_y/\bar{C}$ . Demikian juga untuk nilai rasional lebar saluran adalah dengan pembagian jarak lebar pengukuran di saluran,  $z$  dengan lebar saluran yang sebenarnya di lapangan,  $B$ , sehingga nilai rasional lebar saluran,  $z/B$ .

## METODOLOGI

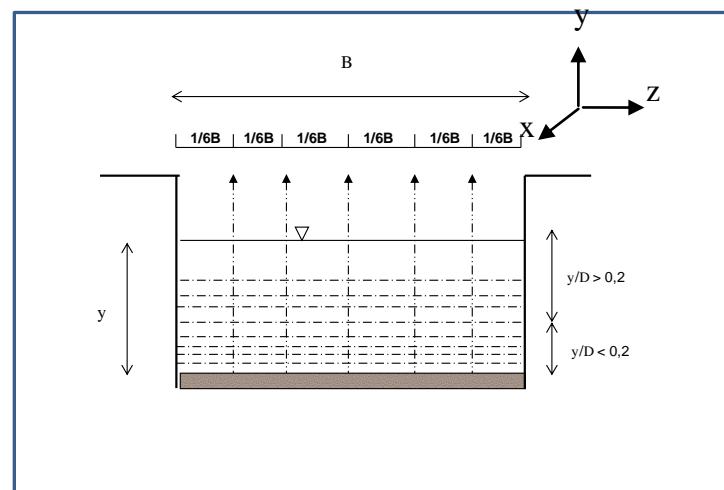
Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah eksperimen lapangan, yakni seluruh kegiatan pengukuran maupun pengambilan data dilaksanakan di lapangan. Peralatan yang digunakan untuk pengukuran konsentrasi sedimen suspensi adalah *Opcon probe*. Lokasi penelitian dilaksanakan pada 4 (empat) lokasi saluran irigasi Mataram. Perinciannya adalah dua lokasi dengan sudut yang relatif sama tapi mempunyai jari-jari tikungan yang berbeda, dan dua jari-jari yang relatif sama tapi mempunyai sudut tikungan yang berbeda. Titik-titik pengukuran konsentrasi sedimen suspensi untuk setiap saluran menikung ditetapkan pada 5 (lima) *cross section* berada dalam busur saluran menikung (1, 2, 3, 4 dan 5), seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Lokasi Pengukuran Cross Sections

Masing-masing *cross section* dibagi sebanyak 5 (lima) titik arah transversal

atau tegak lurus arah aliran. Seperti terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Titik-titik pengukuran arah transversal dan vertikal

Setiap lima titik tersebut dibagi lagi untuk beberapa titik kedalaman untuk jumlah yang relatif cukup. Selanjutnya untuk setiap data yang diperoleh diberi notasi agar memudahkan dalam mengidentifikasinya. Jumlah titik-titik pengukuran dan pengambilan sampel pada kedalaman vertikal sewaktu waktu bisa berkurang atau bertambah sesuai situasi dan kondisi lapangan pada saat itu.

Selama pelaksanaan pengukuran di lapangan ketinggian muka air perlu selalu dikontrol yakni dengan cara menempatkan peil schaal dikedua sisi penampang saluran, kemudian diberi tanda.

Selanjutnya setiap perubahan ketinggian muka air dicatat dengan seksama. Hal ini dilakukan karena perubahan tinggi muka air akan berpengaruh terhadap besarnya debit aliran dan nilai aspek rasio dari penampang saluran tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengukuran diberi notasi/kode L, S dan R, yang merupakan singkatan dari *location*, L, *cross section*, S, dan *radius* (titik arah transversal), R, diikuti dengan angka-angka yang menginformasikan urutan lokasi penelitian, potongan

melintang dari hulu ke hilir saluran dan posisi pengukuran arah transversal dari *outer bank* ke *inner bank*. Misalnya, nama kode data pengukuran L1S3R1 yang mempunyai makna bahwa data pengukuran diperoleh di lokasi pertama, pada *cross*

*section* ke tiga atau di tengah tikungan, dan pada posisi pertama dari *outer bank* ke *inner bank* atau posisi pertama arah transversal. Tabel 1. merupakan tampilan data utama hasil pengukuran pada 4 (empat) lokasi.

**Tabel 1.** Variabel pengukuran dan hitungan aliran menikung dengan sedimen suspensi

Run	Q (m <sup>3</sup> /dt)	D (m)	B/D (-)	$\bar{C}$ (gr/ltr)	Fr (-)	$\bar{C}_y$ (gr/ltr)
L1S1R1		0,71	5,92		0,221	1,715
L1S1R2		0,73	5,75		0,218	1,670
L1S1R3	1,816	0,75	5,60	1,637	0,215	1,614
L1S1R4		0,77	5,45		0,212	1,605
L1S1R5		0,78	5,38		0,211	1,588
L1S2R1		0,75	5,60		0,214	1,686
L1S2R2		0,77	5,45		0,212	1,648
L1S2R3	1,946	0,80	5,25	1,604	0,208	1,573
L1S2R4		0,85	4,94		0,201	1,571
L1S2R5		0,85	4,94		0,201	1,558
L1S3R1		0,70	6,00		0,212	1,662
L1S3R2		0,78	5,38		0,201	1,623
L1S3R3	1,831	0,80	5,25	1,591	0,198	1,581
L1S3R4		0,83	5,06		0,195	1,566
L1S3R5		0,85	4,94		0,192	1,540
L1S4R1		0,64	6,56		0,216	1,631
L1S4R2		0,73	5,75		0,202	1,600
L1S4R3	1,724	0,77	5,45	1,565	0,197	1,557
L1S4R4		0,82	5,12		0,190	1,545
L1S4R5		0,84	5,00		0,188	1,511
L1S5R1		0,65	6,46		0,218	1,591
L1S5R2		0,70	6,00		0,210	1,572
L1S5R3	1,730	0,75	5,60	1,539	0,203	1,531
L1S5R4		0,80	5,25		0,197	1,538
L1S5R5		0,84	5,00		0,192	1,481
L2S1R1		0,68	6,18		0,134	1,375
L2S1R2		0,74	5,68		0,128	1,299
L2S1R3	1,088	0,78	5,38	1,254	0,125	1,246
L2S1R4		0,79	5,32		0,124	1,197
L2S1R5		0,81	5,19		0,123	1,176
L2S2R1		0,68	6,18		0,150	1,326
L2S2R2		0,74	5,68		0,144	1,263
L2S2R3	1,218	0,78	5,38	1,220	0,140	1,221

L2S2R4		0,80	5,25		0,138	1,167
L2S2R5		0,83	5,06		0,136	1,147
L2S3R1		0,65	6,46		0,166	1,310
L2S3R2		0,70	6,00		0,160	1,257
L2S3R3	1,320	0,78	5,38	1,196	0,151	1,195
L2S3R4		0,82	5,12		0,148	1,138
L2S3R5		0,85	4,94		0,145	1,117
L2S4R1		0,65	6,46		0,182	1,247
L2S4R2		0,67	6,27		0,179	1,209
L2S4R3	1,448	0,70	6,00	1,162	0,175	1,174
L2S4R4		0,75	5,60		0,169	1,108
L2S4R5		0,80	5,25		0,164	1,096
L2S5R1		0,65	6,46		0,205	1,186
L2S5R2		0,70	6,00		0,197	1,157
L2S5R3	1,627	0,75	5,60	1,123	0,190	1,146
L2S5R4		0,80	5,25		0,184	1,077
L2S5R5		0,85	4,94		0,179	1,070
L3SIR1		0,75	5,60		0,160	1,374
L3SIR2		0,90	4,67		0,146	1,365
L3SIR3	1,580	0,91	4,62	1,264	0,146	1,253
L3SIR4		0,92	4,57		0,145	1,203
L3SIR5		0,93	4,52		0,144	1,154
L3S2R1		0,72	5,83		0,150	1,311
L3S2R2		0,92	4,57		0,133	1,279
L3S2R3	1,448	0,93	4,52	1,214	0,132	1,215
L3S2R4		0,94	4,47		0,131	1,171
L3S2R5		0,95	4,42		0,131	1,125

Run	Q (m <sup>3</sup> /dt)	D (m)	B/D (-)	$\bar{C}$ (gr/ltr)	Fr (-)	$\bar{C}_y$ (gr/ltr)
L3S3R1		0,60	7,00		0,154	1,251
L3S3R2		0,75	5,60		0,137	1,207
L3S3R3	1,353	0,90	4,67	1,160	0,125	1,178
L3S3R4		1,00	4,20		0,119	1,132
L3S3R5		1,06	3,96		0,116	1,087
L3S4R1		0,65	6,46		0,141	1,191
L3S4R2		0,75	5,60		0,131	1,150
L3S4R3	1,292	0,85	4,94	1,112	0,123	1,116
L3S4R4		1,00	4,20		0,114	1,085
L3S4R5		1,05	4,00		0,111	1,059
L3S5R1		0,65	6,46		0,132	1,134
L3S5R2		0,77	5,45		0,121	1,092
L3S5R3	1,211	0,82	5,12	1,066	0,118	1,053
L3S5R4		0,88	4,77		0,113	1,046
L3S5R5		1,02	4,12		0,105	1,032
L4SIR1		0,70	6,00		0,188	1,799
L4SIR2		0,73	5,75		0,184	1,775

L4SIR3	1,560	0,76	5,53	1,733	0,181	1,750
L4SIR4		0,78	5,38		0,178	1,703
L4SIR5		0,81	5,19		0,175	1,653
L4S2R1		0,68	6,18		0,183	1,657
L4S2R2		0,70	6,00		0,180	1,692
L4S2R3	1,496	0,75	5,60	1,640	0,174	1,654
L4S2R4		0,78	5,38		0,171	1,623
L4S2R5		0,83	5,06		0,166	1,588
L4S3R1		0,57	7,37		0,216	1,719
L4S3R2		0,73	5,75		0,191	1,606
L4S3R3	1,617	0,75	5,60	1,580	0,188	1,556
L4S3R4		0,85	4,94		0,177	1,537
L4S3R5		0,87	4,83		0,175	1,524
L4S4R1		0,65	6,46		0,180	1,625
L4S4R2		0,68	6,18		0,176	1,624
L4S4R3	1,441	0,70	6,00	1,581	0,174	1,581
L4S4R4		0,75	5,60		0,168	1,558
L4S4R5		0,82	5,12		0,161	1,531
L4S5R1		0,68	6,18		0,188	1,675
L4S5R2		0,77	5,45		0,177	1,638
L4S5R3	1,536	0,81	5,19	1,600	0,172	1,601
L4S5R4		0,83	5,06		0,170	1,568
L4S5R5		0,85	4,94		0,168	1,533

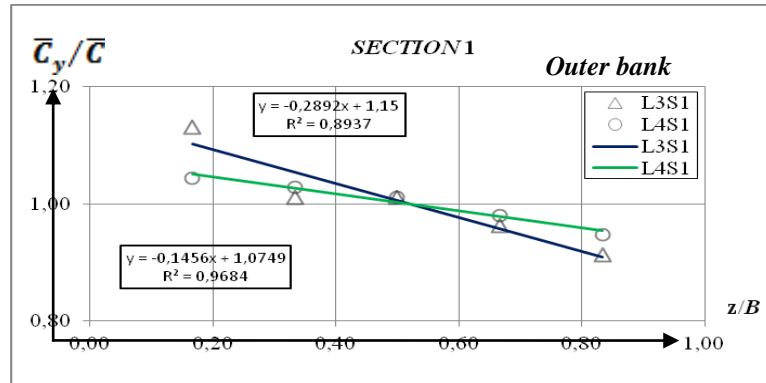
**Keterangan:**

$Q$ =debit aliran terukur;  $D$ = kedalaman aliran;  $B/D$ =aspect ratio;  $B$ =lebar saluran ( $B_1=4,22$  m,  $B_2=4,18$  m,  $B_3=4,12$  m,  $B_4=4,07$  m),  $Fr=U/(gD)^{0,5}$ ;  $\bar{C}_y$ =konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman,  $g$ =percepatan gravitasi;  $\bar{C}$ =konsentrasi sedimen suspensi rata-rata tampang.

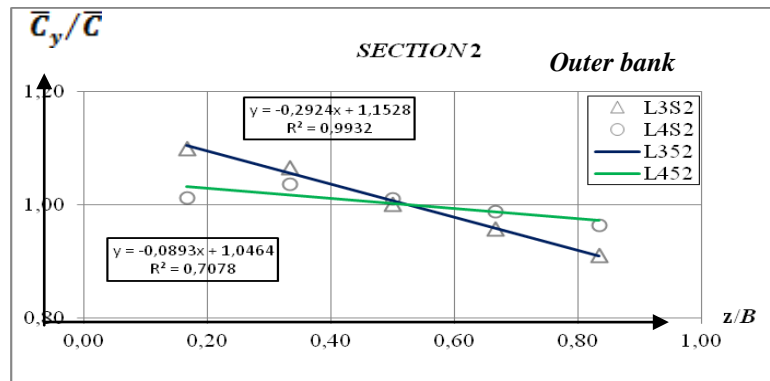
Keterkaitan antara nilai konsentrasi sedimen suspensi dengan sudut tikungan dapat diketahui dengan membandingkan grafik hubungan nilai,  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan nilai,  $z/B$  pada dua lokasi yang mempunyai besar sudut tikungan yang berbeda tetapi mempunyai panjang jari-jari tikungan relatif sama. Keterkaitan antara nilai konsentrasi sedimen suspensi dengan panjang jari-jari tikungan dapat diketahui dengan membandingkan grafik hubungan

nilai,  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan nilai,  $z/B$  pada dua lokasi yang mempunyai panjang jari-jari tikungan yang berbeda tetapi mempunyai besar sudut tikungan yang relatif sama. Lokasi yang mempunyai besar sudut tikungan yang berbeda tetapi mempunyai panjang jari-jari tikungan relatif sama adalah lokasi 3 ( $L_3$ ,  $\alpha=30^\circ$  dan  $r=60$  m) dengan lokasi 4 ( $L_4$   $\alpha=50^\circ$  dan  $r=59$  m). Lokasi yang mempunyai jari-jari tikungan yang berbeda tetapi mempunyai besar sudut tikungan relatif sama adalah lokasi 1 ( $L_1$   $\alpha=55^\circ$  dan  $r=21$  m) dengan lokasi 2 ( $L_2$   $\alpha=57^\circ$  dan  $r=50$  m).

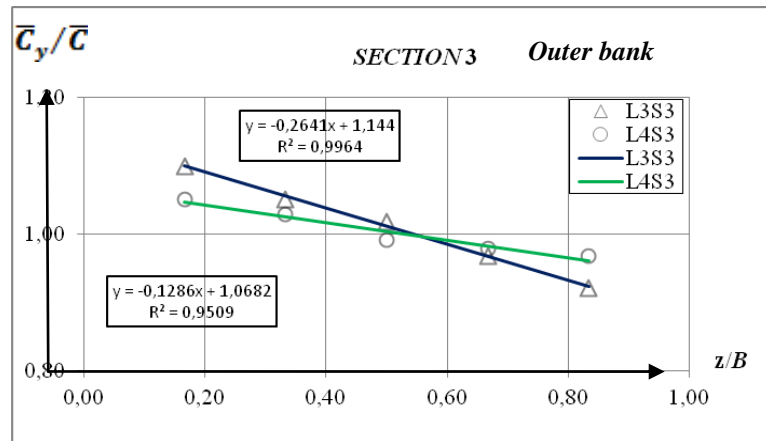
Gambar 3.a,b,c,d,e menunjukkan hubungan antara konsentrasi sedimen suspensi dan sudut tikungan di lokasi 3 dan lokasi 4



Gambar 3a. Super posisi nilai  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan  $z/B$  section 1 di lokasi 3 dan 4

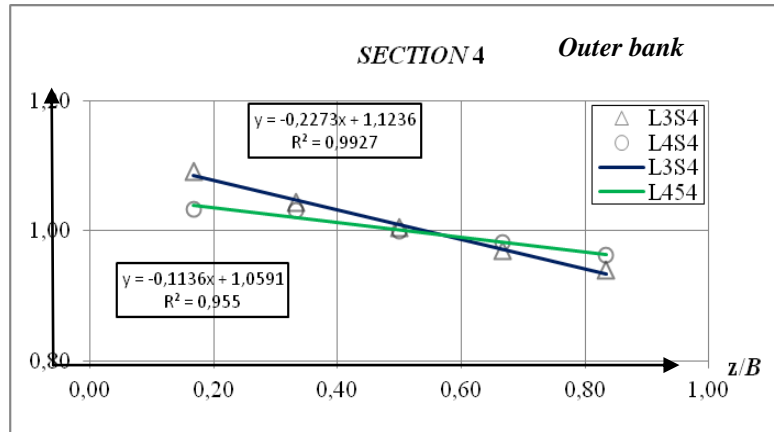


Gambar 3b. Super posisi nilai  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan  $z/B$  section 2 di lokasi 3 dan 4

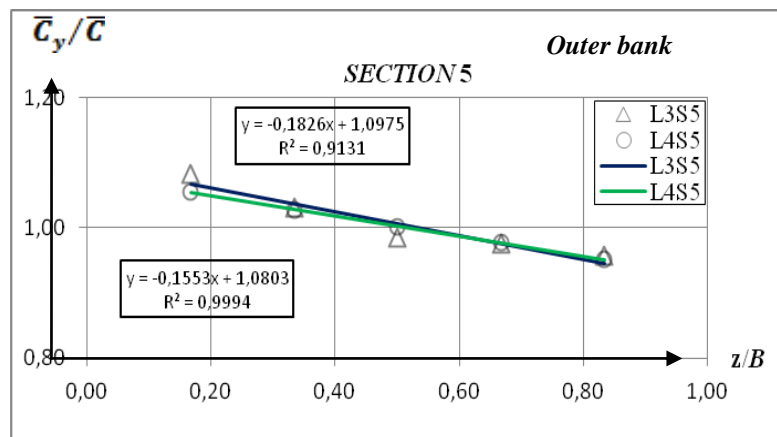


Gambar 3c. Super posisi nilai  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan  $z/B$  section 3 di lokasi 3 dan 4

$\bar{C}_y/\bar{C}$



Gambar 3d. Super posisi nilai  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan  $z/B$  section 4 di lokasi 3 dan 4



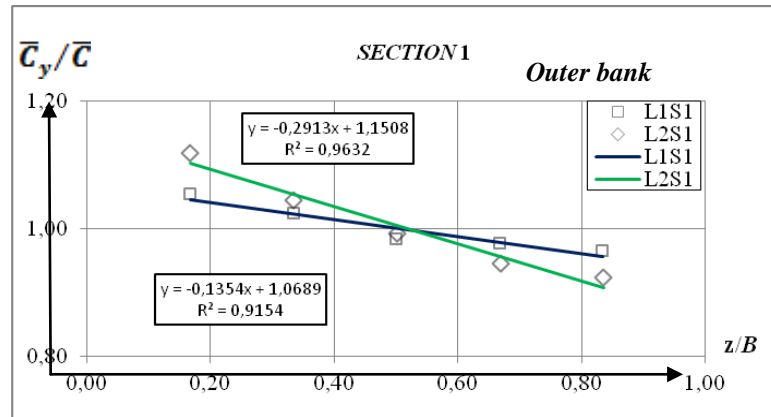
Gambar 3e. Super posisi nilai  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan  $z/B$  section 5 di lokasi 3 dan 4

Hubungan antara distribusi konsentrasi sedimen suspensi dengan besar sudut tikungan ditunjukkan oleh Gambar 3.a.b.c.d.e, untuk 5 (lima) tampang arah transversal dari *inner bank* ke *outer bank*. Dapat dilihat bahwa pada awal tikungan sampai diakhir tikungan, *trend* nilai konsentrasi sedimen suspensi semakin turun. Setelah diakhir tikungan mulai tidak

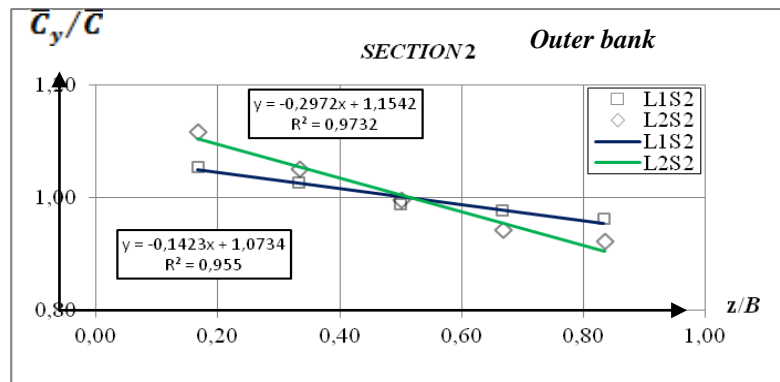
ada pengaruh besar sudut tikungan, yakni *trend* nilai distribusi konsentrasi sedimen suspensi konstan.

Gambar 4.a,b,c,d,e menunjukkan hubungan antara konsentrasi sedimen suspensi dan jari-jari tikungan di lokasi 1 dan lokasi 2

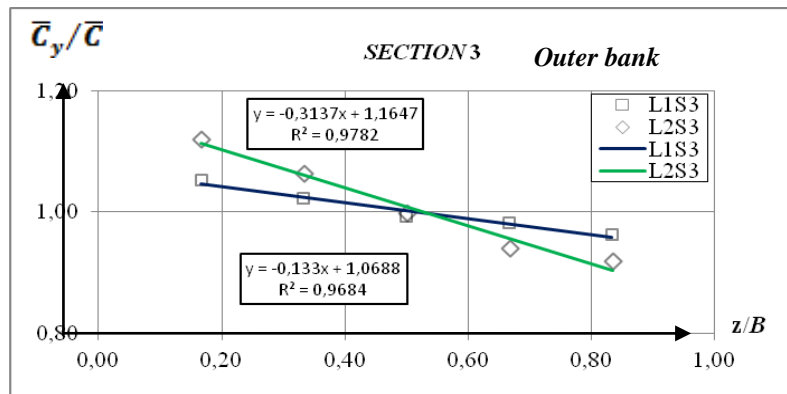




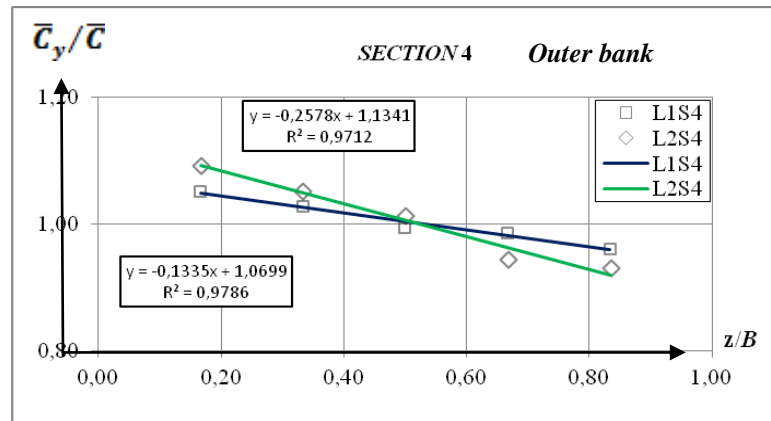
Gambar 4a. Super posisi nilai  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan  $z/B$  section 1 di lokasi 1 dan 2



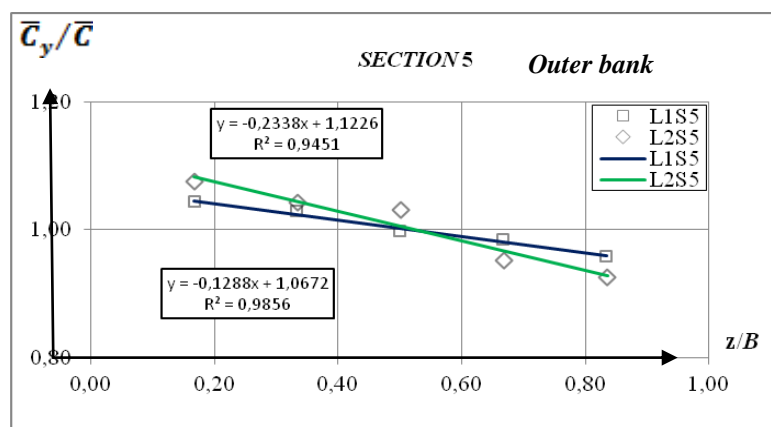
Gambar 4b. Super posisi nilai  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan  $z/B$  section 2 di lokasi 1 dan 2



Gambar 4c. Super posisi nilai  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan  $z/B$  section 3 di lokasi 1 dan 2



Gambar 4d. Super posisi nilai  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan  $z/B$  section 4 di lokasi 1 dan 2



Gambar 4e. Super posisi nilai  $\bar{C}_y/\bar{C}$  dengan  $z/B$  section 5 di lokasi 1 dan 2

Keterkaitan distribusi konsentrasi sedimen suspensi dengan panjang jari-jari tikungan ditunjukkan oleh Gambar 4.a,b,c,d, e, untuk 5 (lima) tampang arah transversal dari *inner bank* ke *outer bank*. Terlihat bahwa pada dari awal tikungan sampai di akhir tikungan *trend* nilai grafik masih relatif sama dan tidak ada perubahan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa keterkaitan atau pengaruh antara panjang jari-jari tikungan dengan nilai distribusi konsentrasi sedimen suspensi tidak terlihat.

## SIMPULAN

Keterkaitan nilai distribusi konsentrasi sedimen suspensi dengan besar sudut bahwa pada awal tikungan sampai di akhir tikungan, *trend* nilai menunjukkan semakin besar sudut tikungan semakin mengecil konsentrasi sedimen suspensi. Setelah di

akhir tikungan mulai tidak ada pengaruh besar sudut tikungan, yakni *trend* nilai distribusi konsentrasi sedimen suspensi konstan. Hal ini menunjukkan bahwa ada keterkaitan atau pengaruh antara panjang jari-jari besar sudut tikungan dengan nilai distribusi konsentrasi sedimen suspensi

Keterkaitan nilai distribusi konsentrasi sedimen suspensi dengan panjang jari-jari tikungan adalah pada dari awal tikungan sampai di akhir tikungan *trend* nilai masih relatif sama dan tidak ada perubahan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa keterkaitan atau pengaruh antara panjang jari-jari tikungan dengan nilai distribusi konsentrasi sedimen suspensi tidak signifikan.

## SARAN

Kajian pengaruh sudut dan jari-jari tikungan terhadap konsentrasi sedimen suspensi arah transversal pada saluran menikung, masih sangat luas untuk dikembangkan lagi terutama apabila dikomparasikan antara hasil penelitian di laboratorium dengan hasil penelitian di lapangan. Masih banyak parameter aliran sedimen suspensi yang perlu diselidiki seperti untuk tinjauan dimensi saluran yang berbeda.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Sungai Serayu-Opak yang memberi ijin melakukan penelitian di Saluran Irigasi Mataram, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Gadjah Mada, yang telah memberikan *support* dana penelitian Pascasarjana Tahun Anggaran 2014, selanjutnya kepada rekan-rekan mahasiswa S2 Teknik Sipil banyak membantu sehingga tulisan ini dapat terwujud.

## DAFTAR PUSTAKA

- Muharis C, Kironoto B.A. Yulistiyanto B, dan Istiarto., 2015. Distribusi Konsentrasi Sedimen Suspensi Arah Transversal pada Saluran Menikung, disajikan pada *Seminar Nasional TEKNIK SIPIL XI*, 28 Januari 2015, Surabaya.
- Kironoto, B.A., 2007a. Kajian Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen Suspensi Arah Transversal Terhadap Nilai Konsentrasi Sedimen Suspensi Rata-rata Tampang, *Dinamika Teknik Sipil* Volume 7 No.2, pg 101 - 108, Yogyakarta
- Kironoto, B.A., 2007b. Karakteristik Aliran Tidak Seragam dengan Sedimen Suspensi pada Saluran Terbuka, *Dinamika Teknik Sipil* Volume 7 No.2, pg 154 - 162, Yogyakarta