

**STUDI PERUBAHAN DASAR SUNGAI PADA TIKUNGAN 60⁰ AKIBAT
PERUBAHAN PARAMETER ALIRAN**

Lutfi Hair Djunur¹ Kasmawati²

¹Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar
email : lutfihairdjunur@unismuh.ac.id

²Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar
Email: kasma08@unismuh.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengkaji perubahan dasar sungai pada tikungan sungai akibat perubahan parameter aliran. Penelitian ini dilakukan dengan uji model eksperimental di laboratorium dengan 4 macam variasi debit (Q), 4 variasi kecepatan (v), 4 variasi waktu (t), 4 variasi tinggi aliran (h_t) dengan sudut 30⁰ (α) dan jari-jari tikungan (R_c). Pada penelitian ini menggunakan material dasar pasir sedang, dimana 50% material lolos lewat saringan atau $d_{50} = 0,47$ mm dengan kepadatan 1,47 gram/cm³ yang ditaburkan di sepanjang saluran tersebut. Kecepatan rata-rata pada percobaan ini bervariasi yaitu $v = 0,65$ cm/dtk, pada $\alpha = 40^0$ dan $v = 0,55$ cm/dtk pada $\alpha = 60^0$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gerusan dan endapan terbesar terjadi pada sudut dan jari-jari tikungan yang kecil. Dengan bertambahnya debit, bilangan Froude dan kecepatan aliran, maka volume gerusan menjadi lebih besar. Pada sudut $\alpha = 60^0$ volume gerusan sebesar 31946 cm³ atau 42,19 % dan endapan sebesar 26539 cm² atau 62,60 % untuk jari-jari $R_c = 40$ cm. Sedangkan pada jari-jari $R_c = 80$ volume gerusan sebesar 49534 cm³ atau 50,13 % dan endapan sebesar 43804 cm² atau 61,28%.

Kata Kunci : Pola gerusan, tikungan, volume gerusan

PENDAHULUAN

Pada sungai dengan alinemen tak linier, reaksi yang ditunjukkan aliran akan berbeda-beda, sesuai dengan kedalaman aliran yang bersangkutan. Pada aliran superkritis menunjukkan karakteristik pola gelombang bersilangan yang tidak teratur permukaannya, serta super elevasi yang berlebihan.

Menurut Thompson (1876) penyebab utama gejala aliran spiral adalah gesekan pada dinding saluran, gaya

sentrifugal yang membelokkan partikel air yang bergerak dan distribusi kecepatan partikel yang terjadi pada saluran.

Permasalahan sungai yang menarik untuk di amati adalah terjadinya perubahan morfologi sungai. Hal ini dapat terjadi secara alamiah maupun karena perlakuan yang ada disepanjang sungai misalnya adanya bendung, jembatan, dan kondisi alam yang tak dapat dihindarkan seperti adanya tikungan pada sungai.

Angkutan dasar terjadi apabila gerakan partikel sedimen terguling, tergelincir, atau kadang-kadang meloncat sepanjang dasar, hal ini disebut angkutan dasar (*bed load transport*). Pada umumnya, besar angkutan dasar pada sungai adalah berkisar 5 – 25% dari angkutan melayang. Material kasar tinggi persentasenya menjadi angkutan dasar. (Pallu, M.S., 2007).

Gerusan ditikungan sungai akan terjadi di daerah awal masuk tikungan, sedangkan pengendapan dimulai dari bagian tengah tikungan hingga akhir tikungan. Gerusan adalah transport sedimen, yaitu perpindahan tempat bahan sedimen granular oleh air yang sedang mengalir dengan pergerakan searah aliran (Pallu, M.S., 2011)

Aliran air pada sungai disertai dengan angkutan sedimen. Sebagai konsekuensi dari angkutan sedimen, maka terjadinya proses gerusan dan deposisi. Bila sedimen yang masuk lebih kecil dari sedimen yang keluar, maka terjadi penurunan dasar sungai (*degradasi*), apabila terjadi sebaliknya, sedimen yang masuk lebih besar dari sedimen yang

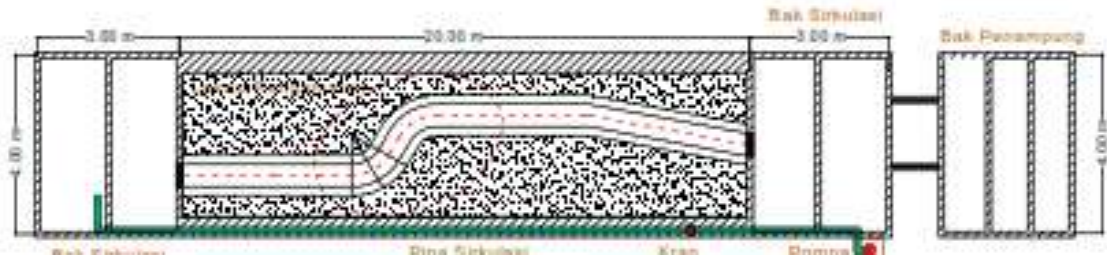
keluar maka akan terjadi kenaikan dasar sungai (*agradasi*).

Besarnya kekasaran dasar sungai dipengaruhi oleh butiran endapan dan butiran material di daerah gerusan. Akibat adanya endapan dan gerusan yang terjadi akan mengubah konfigurasi dasar sungai ditikungan, terlebih lagi pada sungai yang bahan dasarnya mudah tererosi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perubahan dasar sungai akibat perubahan parameter aliran yaitu debit aliran (Q), kecepatan aliran (v), waktu pengaliran (t) dan tinggi aliran (h) melalui endapan dan gerusan dasar yang terjadi disekitar tikungan sungai.

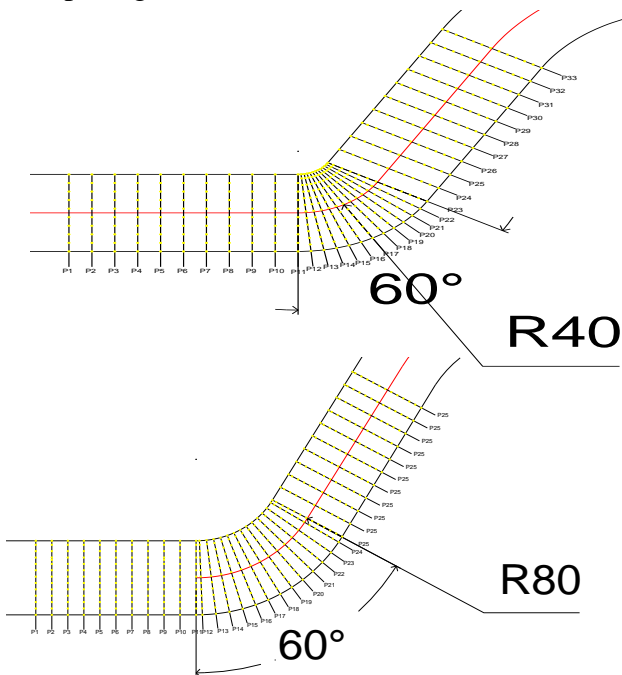
BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Sungai Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, dengan material pembentukan dasar sungai adalah material tidak berkoheesi atau pasir sedang dengan posisi model tikungan sungai sejauh 500 cm dari *tail gate* dihilir *flume*, seperti yang terlihat pada gambar 1



Gambar 1. Denah skema model sungai ditikungan 60⁰

Model tikungan sungai digunakan adalah belokan 60⁰ dengan jari-jari Rc 40 cm dan Rc 80 cm, dengan kemiringan V : H = 2 : 1 dengan dimensi seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Potongan profil pengukuran ditikungan 60⁰

Sebelum *running* perubahan dasar disekitar tikungan, dilakukan terlebih dahulu pengamatan kedalam gerusan pada kondisi *clear-water scoure*, *live-bed scour without sediment supply* dan *live-bed scour with sediment supply*. Pengamatan kedalam gerusan disekitar tikungan

dilakukan pada kondisi line-bed scoure. Penelitian ini dilakukan dengan 14 variasi running pada variasi sudut (α), jari-jari (r), kecepatan (U), waktu pengaliran (t), debit pengaliran (Q) dan tinggi pengaliran (h) seperti pada tabel 1. Pengukuran kedalam gerusan dilakukan pada posisi 35 titik pengamatan.

Data hasil penelitian yang diperoleh dari uji eksperimen laboratorium ini dilakukan dengan rekapitulasi dan analisis untuk dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam memecahkan masalah. Analisa data dilakukan pada parameter-parameter yang berpengaruh terhadap terjadinya gerusan dan endapan ditikungan sungai, dan selanjutnya dilakukan analisa terhadap terhubungan antara parameter-parameter berpengaruh tersebut menggunakan analisa bilangan tak berdimensi *Metode Langhar* (Yuwono N., 1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kedalaman aliran diukur pada saat pengaliran air, untuk penelitian ini digunakan empat variasi kedalaman air

sesuai dengan empat variasi debit yang diberikan.

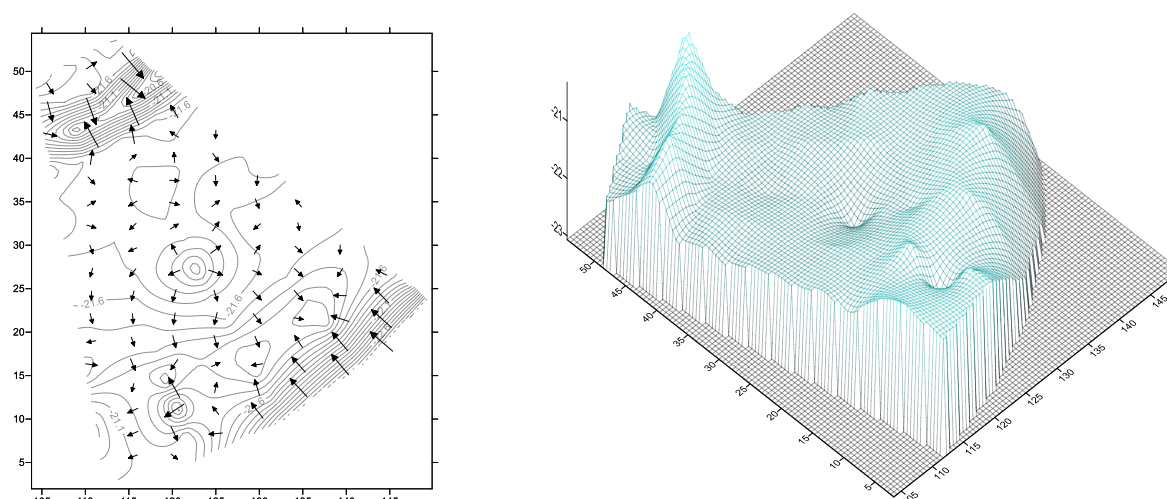
Untuk memperoleh nilai kedalaman air yang terjadi, dilakukan pengukuran pada penampang saluran sebelum tikungan atau pada penampang saluran yang stabil. Untuk penelitian ini kedalaman aliran pada tikungan 60^0 yang diperoleh adalah $h_1 = 4,4$ cm, $h_2 = 5,0$ cm, $h_3 = 5,3$ cm dan $h_4 = 5,8$.

Kecepatan aliran (U_0) diukur dengan menggunakan *Flow watch*. *Flow watch* memberikan data kecepatan secara otomatis terhadap aliran pada saluran untuk titik pengamatan yang ditentukan. Kecepatan aliran pada awal diukur pada daerah awal, tengah dan akhir tikungan. Untuk penelitian ini kedalaman aliran pada tikungan 60^0 yang diperoleh adalah $v_1 = 40$ cm/dtk; $v_2 = 45$ cm/dt, $v_3 = 50$ cm/dtk dan $v_4 = 55$ cm/dtk yang merupakan rata-

rata kecepatan aliran untuk setiap simulasi yang dilakukan.

Besarnya debit aliran yang terjadi dihitung dengan menggunakan persamaan hubungan antara luas penampang aliran basah saluran dengan kecepatan aliran. Debit aliran yang terjadi pada tikungan 60^0 yang diperoleh adalah $Q_1 = 7490,00$ cm³/dtk; $Q_2 = 11036,24$ cm³/dt, $Q_3 = 15262,50$ cm³/dtk dan $Q_4 = 17402,00$ cm³/dtk . Jenis aliran pada saluran penelitian ini diklasifikasikan sebagai aliran turbulen dengan nilai bilangan Reynolds yaitu $Re > 1.000$ dan sub kritis dengan nilai $Fr < 1$. Dan tegangan geser dasar saluran sebesar 1.177 N/m². Dimana $1,177$ m/s $> 0,911$ m/s ($U_{*c} > U_*$ maka butiran bergerak).

Gambar Pola Aliran dan Kontur Gerusan di Tikungan disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Kontur dan isometri pola gerusan di sekitar tikungan 60^0 dan jari-jari 40 cm

Gambar 3 menunjukkan bentuk pola aliran dan kontur yang tidak beraturan dengan perkembangan gerusan terbesar tercapai pada titik pengamatan 5 cm – 15 cm sisi luar bagian hulu tikungan.

Perkembangan gerusan terkecil terjadi pada bagian hilir tikungan, dimana pada bagian hilir tikungan terlihat penumpukan material dasar sedimen yang diakibatkan adanya proses transpor sedimen.

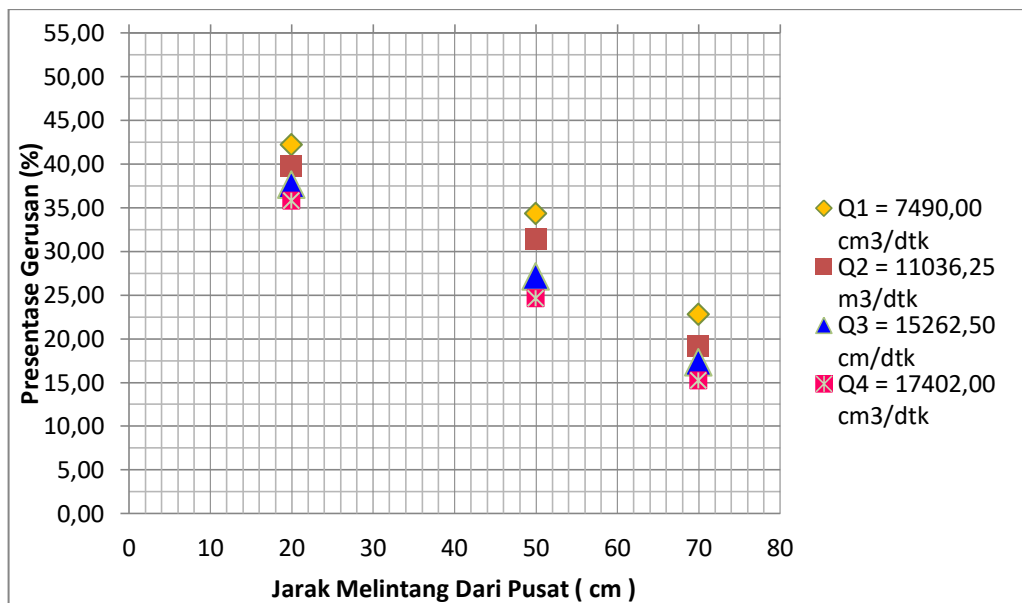
Tabel rekapitulasi volume gerusan dan endapan untuk berbagai simulasi penelitian disajikan pada tabel pada lampiran tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Gerusan dan Endapan

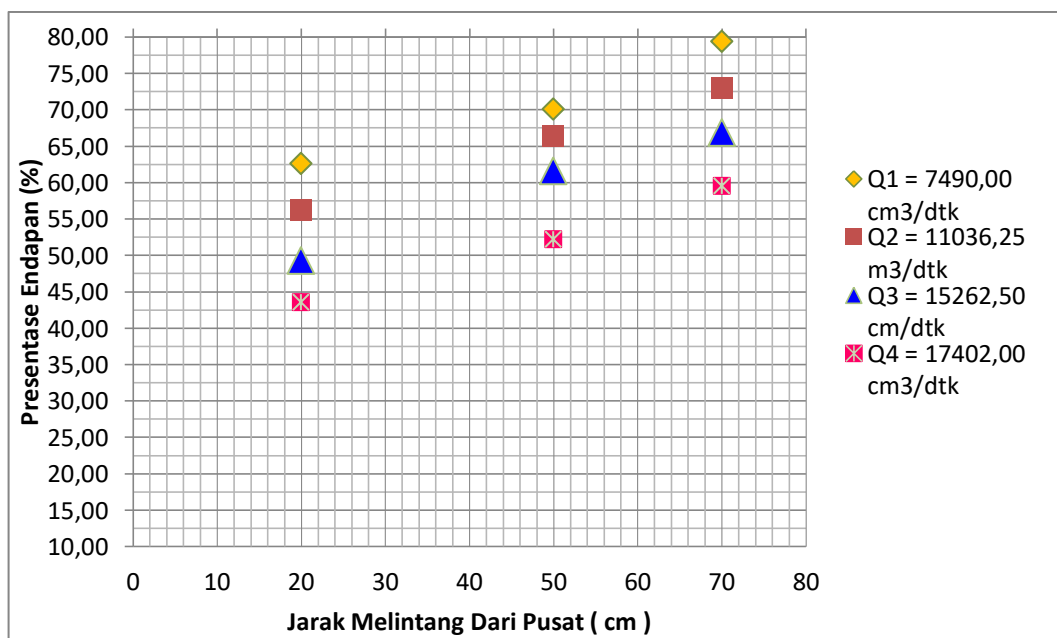
No	Sudut Belok an α ($^{\circ}$)	Jari-Jari r ($^{\circ}$)	Jarak	Volume Gerusan V_g (cm^3)	Volume	Persentase Terjadinya Gerusan (%)	Volume Endapan V_g (cm^3)	Volume Terjadi Endapan V_g (cm^3)	Persentase Terjadi Endapan (%)
			Dari Pusat Lengkung x (cm)		Terjadinya V_g (cm^3)				
1			20,0	31946	13477	42,19	26539	16613	62,60
2			50,0	33824	11598	34,29	25368	17783	70,10
3			70,0	36997	8426	22,77	24048	19104	79,44
4			20,0	58036	23054	39,72	49331	27705	56,16
5			50,0	61701	19389	31,42	46276	30760	66,47

6	60	40	70,0	68045	13046	19,17	44543	32493	72,95
7			20,0	70175	26398	37,62	61449	30296	49,30
8			50,0	75954	20619	27,15	56766	34979	61,62
9			70,0	82353	14220	17,27	54973	36772	66,89
10			20,0	74742	26733	35,77	67131	29270	43,60
11			50,0	81422	20053	24,63	63317	33084	52,25
12			70,0	88061	13414	15,23	60430	35971	59,53
13			20,0	49534	24834	50,13	43804	26845	61,28
14			50,0	53806	20562	38,22	40354	30295	75,07
15			70,0	56729	17639	31,09	38873	31776	81,74
16			20,0	62081	28995	46,71	55656	31660	56,89
17			50,0	66587	24489	36,78	52783	34533	65,42
18	60	80	70,0	70885	20191	28,48	49164	38152	77,60
19			20,0	70951	29583	41,69	64730	30509	47,13
20			50,0	75624	24910	32,94	61221	34018	55,57
21			70,0	80336	20198	25,14	57459	37780	65,75
22			20,0	79038	30024	37,99	82402	31675	38,44
23			50,0	85225	23837	27,97	78609	35468	45,12
24			70,0	89621	19441	21,69	73436	40641	55,34

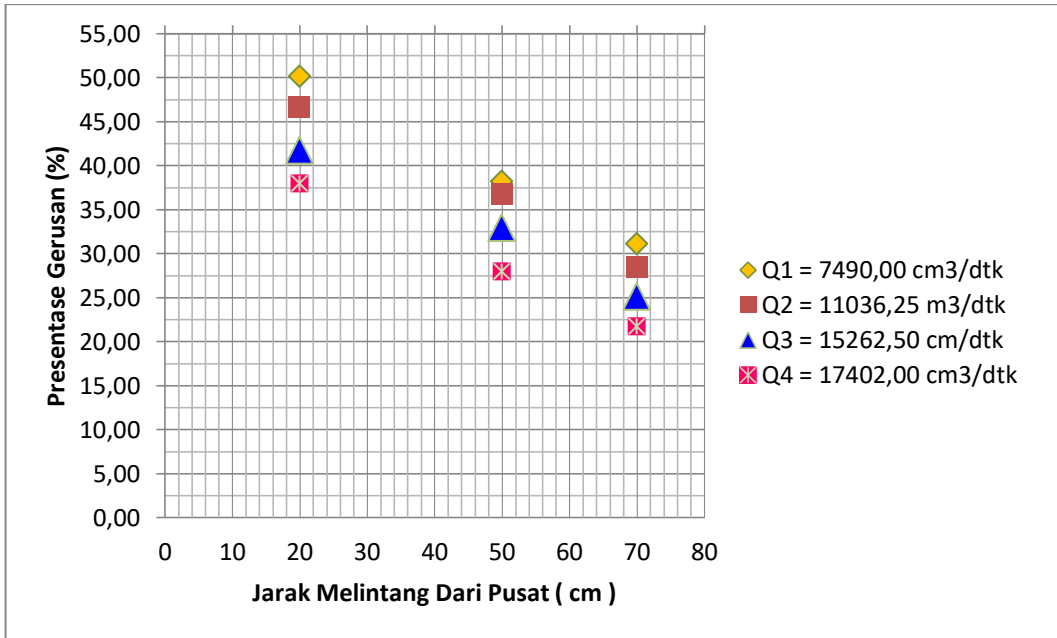
Tabel 1 menunjukkan pada sudut $\alpha = 60^0$ volume gerusan sebesar 31946 cm^3 atau 42,19 % dan endapan sebesar 26539 cm^2 atau 62,60 % untuk jari-jari $R_c = 40 \text{ cm}$. Sedangkan pada jari-jari $R_c = 80$ volume gerusan sebesar 49534 cm^3 atau 50,13 % dan endapan sebesar 43804 cm^2 atau 61,28%.



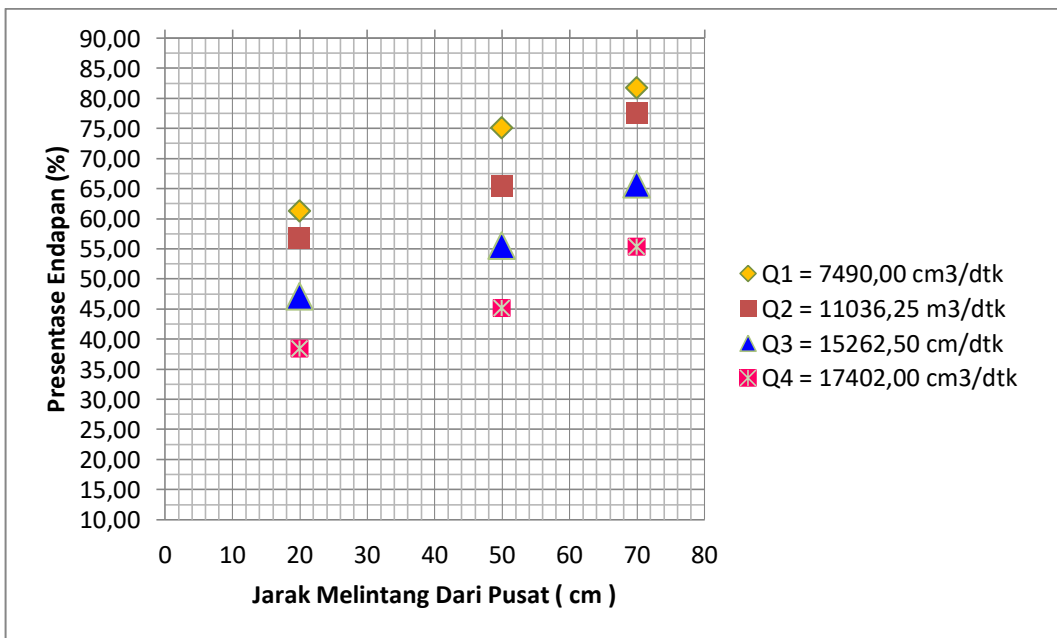
Gambar 4. Grafik Hubungan Jarak melintang dari pusat dan persentase terjadinya gerusan untuk kondisi $\alpha = 60^\circ$ jari-jari $R_0 = 40$ cm dengan variasi debit



Gambar 5. Grafik Hubungan Jarak melintang dari pusat dan persentase terjadinya endapan untuk kondisi $\alpha = 60^\circ$ jari-jari $R_0 = 40$ cm dengan variasi debit



Gambar 6. Grafik Hubungan Jarak melintang dari pusat dan persentase terjadinya gerusan untuk kondisi $\alpha = 60^\circ$ jari-jari $R_0 = 80$ cm dengan variasi debit



Gambar 7. Grafik Hubungan Jarak melintang dari pusat dan persentase terjadinya endapan untuk kondisi $\alpha = 60^\circ$ jari-jari $R_0 = 80$ cm dengan variasi debit

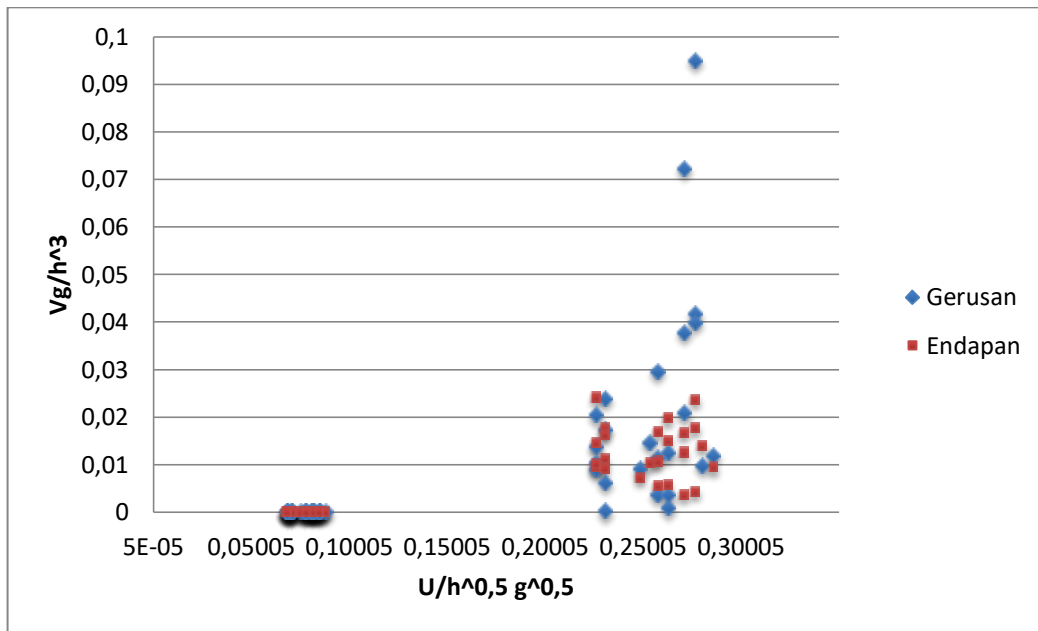
Untuk keempat kondisi belokan tersebut diatas, dapat memberikan gambaran gerusan dan endapan yang terjadi ditikungan. Dimana jarak melintang dari pusat ($x_1 = 20$ cm) paling besar terjadi

gerusan dan ($x_3 = 70$ cm) paling besar terjadi endapan pada keempat variasi sudut tikungan. Hal ini disebabkan pengaruh jari-jari tikungan terhadap aliran yang terjadi, karena didaerah tikungan luar

kecepatan lebih tinggi dari pada kecepatan di daerah bagian dalam tikungan, maka pengaruh terhadap material dasar saluran adalah di sisi

dalam daerah tikungan dasar saluran tergerus dan sisi luar tikungan terjadi endapan.

Grafik Hubungan antara parameter yang berpengaruh disajikan pada lampiran gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan $\frac{V_g}{h^3}$ terhadap $\frac{U}{h^{0.5} g^{0.5}}$

Gambar 2 menunjukkan Parameter Tak Berdimensi atau *Non Dimensional Parameter (NDP)* yang berpengaruh terhadap terjadinya gerusan pada belokan sungai berdasarkan metode *Langhaar*, antara lain V_g, U, h, g .

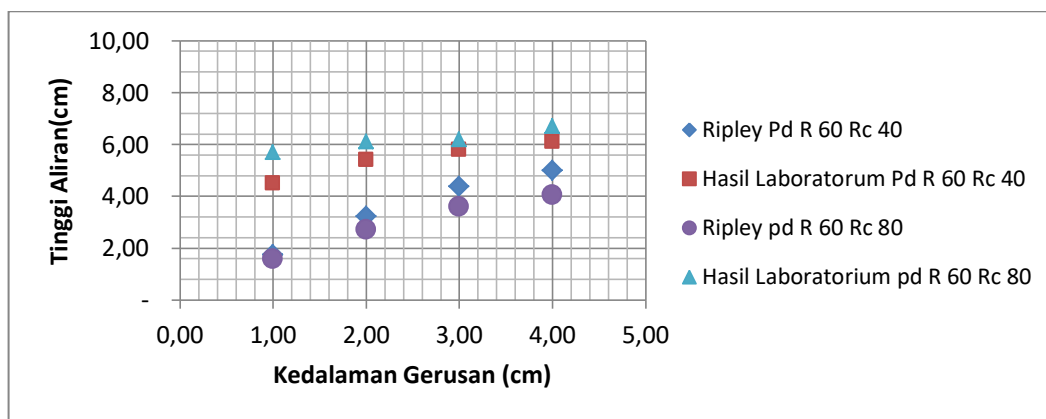
Melalui perhitungan dengan menggunakan rumus Ripley dan hasil pengukuran secara manual di laboratorium maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Perbandingan Gerusan dengan Metode Ripley dan Hasil Laboratorium.

R	Rc	Tinggi air (ht) (cm)	Kedalaman Gerusan (cm)	
			Hasil Perhitungan Ripley	Hasil Laboratorium
60	40	4,4	1,75	4,5
		5	3,23	5,4

		5,3	4,39	5,8
		5,8	5,01	6,1
	80	4,4	1,57	5,7
		5	2,71	6,1
		5,3	3,60	6,2
		5,8	4,05	6,7

Grafik perbandingan *Metode Ripley* dengan hasil laboratorium disajikan pada lampiran **gambar 9**.



Gambar 9. Grafik perbandingan Metode Ripley dan hasil laboratorium

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kedalaman gerusan dengan *Metode Ripley* berkisar 1,75 – 5,01 cm sedangkan hasil pengukuran di laboratorium berkisar 2,50 – 6,70 cm.

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa ada beberapa aspek, yaitu kecepatan aliran, debit aliran, kedalaman aliran, dan pola aliran.

Kecepatan aliran sangat berpengaruh terhadap konfigurasi dasar sungai pada suatu lengkung aluvial dipengaruhi oleh kecepatan aliran atau aliran super kritis pada saluran tertentu

yang melengkung akan menghasilkan pola gangguan silang yang berlangsung kehilir. Pola gangguan ini merupakan merupakan akibat dari kedalaman yang tidak seimbang karena gelombang silang tersebut tidak dapat mengalir ke hulu (Chow, 1059). Pada penelitian ini memperlihatkan bahwa semakin kecil sudut dan jari – jari tikungan semakin besar terjadinya gerusan dan endapan.

Debit aliran air yang mengalir didalam sungai akan menggerus tanah dasarnya secara terus menerus sepanjang masa eksistensinya dan berbentuk lembah sungai. Dengan adanya yang terdapat

didalam arus sungai akan terjadi penggerusan dan pengendapan, ukuran butiran sedimen yang mengendap dibagian hulu sungai lebih besar dari pada hilir sungai (Sasrodarsono dan Tominaga, 1984). Pada penelitian ini membuktikan bahwa terjadi lubang gerusan awal kemudian menyebar ke sepanjang sisi luar dan berhenti sampai jarak tertentu dari sebelah hilir tikungan.

Kedalaman aliran berpengaruh terhadap kapasitas transport sedimen dari satu penampang kepenampang berikutnya pada waktu tertentu, kapasitas transport (T) meningkat akan terjadi gerusan pada dasar sungai untuk memenuhi kekurangannya (Setyono 2007). Pada penelitian ini dapat dijelaskan bahwa volume gerusan dan endapan akan mengalami peningkatan bilamana kecepatan aliran di saluran mengalami peningkatan.

Pola aliran pada tikungan sungai kompleksitas aliran disekitar lengkung terjadi. Garis arus aliran tidak hanya kurva laminar tetapi bersilangan satu sama lain yang menghasilkan arus spiral dan gelombang silang (Chow, 1059). Pada penelitian ini menggambarkan bahwa jarak melintang dari pusat (tikungan luar) paling besar terjadi gerusan dan (tikungan dalam) paling besar terjadi endapan.

Menurut Ripley konfigurasi pada

suatu lengkung aluvial diyatakan dalam persamaan empiris, dan dari hasil pegujian hanya berlaku pada dasar sungai sedangkan tebing bagian luar tidak tergerus (Chow, 1059). Pada penelitian ini dapat dinyatakan bahwa *Metode Ripley* besarnya 5,01 cm sedangkan hasil pengukuran dilaboratorium 6,70 cm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kami menyimpulkan bahwa pada kecepatan aliran dan pola gangguan silang berhubungan dengan semakin kecil sudut dan jari – jari tikungan semakin besar terjadinya gerusan dan endapan. Debit aliran air yang mengalir didalam sungai akan terjadi lubang gerusan awal kemudian menyebar ke sepanjang sisi luar dan berhenti sampai jarak tertentu dari sebelah hilir tikungan. Ini diakibatkan oleh perubahan pedampang sungai menyebabkan volume gerusan dan endapan akan mengalami peningkatan bilamana kecepatan aliran di saluran mengalami peningkatan. Disamping itu perubahan pola aliran pada jarak melintang dari pusat (tikungan luar) paling besar terjadi gerusan dan (tikungan dalam) paling besar terjadi endapan. Hasil penelitian memiliki kecendrungan yang sama dengan perhitungan secara analitis yang menggunakan *Metode Ripley*. Selain itu hal yang pula dikembangkan adalah

variasi jari-jari tikungan dan sudut belokan agar diperoleh gambaran kerusakan minimum dan perencanaan saluran harus dihindari tikungan dengan jari-jari kecil serta variasi campuran material pembentukan dasar saluran agar diperoleh komposisi pembentuk badan air dalam penanganan perbaikan badan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Ukiman, Kodoatie. RY, Sriyana. (2005). *Studi Konfigurasi Dasar Saluran Di Tikungan 90⁰*. Jurnal Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Chow, V.T, Ph, D, *Open Chanel Hydraulics*. (1959). Mc Graw Hill Kogakusha, Ltd.
- Pallu, Saleh. (2004). *Diktat Kuliah Mekanika Fluida*. Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makassar.
- Pallu, Saleh. (2007). *Diktat Sediment Transport*, Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Pallu, Saleh. (2006). *Diktat Kuliah Metode Penelitian Dan Penulisan Ilmiah*. Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makassar.
- Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. (2006). *Pedoman Penulisan Tesis dan Disertasi*, Edisi 4, Makassar
- Sosrodarsono dan Tominaga. (1984). *Perbaikan dan pengaturan Sungai, PT. Pradnya Paramita, Jakarta*
- Suseno Darsono. (1994). *Pengendalian Erosi Untuk Mengatasi Angkutan Sedimen Yang Berlebihan Pada Sungai*, Jurnal Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang
- Setyono. (2007). *Krib Impermeabel Sebagai Pelindung Pada Belokan Sungai*, Jurnal Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang
- Triatmojo, B. (1992), *Mekanika Fluida Dan Hidrolik*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Yuwono, N. (1996). *Perencanaan Model Hidraulik*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta