

ANALISIS PERUBAHAN MEANDER SALURAN TANAH AKIBAT VARIASI DEBIT (UJI MODEL LABORATORIUM)

Mutiara Islami

Laboratorium Mekanika Fluida dan Hidrolika
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Inderalaya, Sumatera Selatan
Korespondensi Penulis: mutiaraislami94@yahoo.co.id

Abstrak

Sungai merupakan saluran yang terbentuk secara alamiah, salah satu bentuk sungai yang menarik untuk dikaji adalah sungai yang mempunyai meander. Aliran pada bagian meander sungai tidak sama dengan aliran pada bagian lurus sungai. Aliran yang berbeda pada meander sungai akan menimbulkan gerusan dan endapan sehingga terjadi perubahan geometri pada bagian meander sungai. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan jari-jari meander saluran tanah yang diakibatkan oleh variasi debit. Untuk melihat perubahan yang terjadi pada jari-jari kelengkungan sungai, dibuat sebuah model hidraulik dengan saluran berbentuk trapesium, sudut tikungan 90° dan radius of curvature $R_c=279$ cm. Dinding tebing dan dasar saluran dibentuk dengan tanah bergradasi buruk. Dalam pengamatan ini, saluran dibagi menjadi 13 potongan melintang. Pengamatan dilakukan dengan menentukan 3 variasi debit, yaitu $Q_1 = 38,16$ L/menit; $Q_2 = 49,65$ L/menit dan $Q_3 = 63,01$ L/menit. Perubahan paling besar terjadi akibat aliran $Q_3 = 63,01$ L/menit sebesar 1,005 kali dari nilai jari-jari awal. Hasil penelitian menunjukkan waktu dan perubahan jari-jari mempunyai hubungan yang erat, namun perubahan jari-jari yang terjadi sangat kecil pada meander saluran tanah.

Kata Kunci : Radius, Meander, Debit.

Abstract

River is a channel which has been formed naturally, one of them which is very interesting to observe is river meanders. The flow of the river meanders are different from the flow of the straight section of the river. Different flows on the river meanders will cause scour and deposition which cause geometry of river meanders have change. The purpose of this study was to analyze changes of radius on the soil channel meanders affected by variations of flow rate. To know the existing deformation, a hydraulic model, river has a trapezoidal shape, meanders angle of 90° and radius of curvature $R_c=279$ cm. River bank and bed was formed by poorly graded soil. In this observation, the channel is divided into 13 cross-section. This observations were made with 3 variations of flow rate, $Q_1 = 38.16$ L / min; $Q_2 = 49.65$ L / min and $Q_3 = 63.01$ L / min. The most substantial changes occurred due to the flow $Q_3 = 63.01$ L / min at 1,005 times the value of the initial radius. The results showed that time and radius of curvature have a close correlation, but the changes that occurred very little on the soil channel meanders.

Keywords : Radius, Meander, Flow rate.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai mempunyai kecenderungan alam untuk berubah secara terus menerus pada alur sungainya, misalnya akibat proses meander. Meander adalah bentuk sungai yang berkelok-kelok yang terjadi akibat adanya pengikisan dan pengendapan. Meander sebuah sungai akan selalu berpindah tempat karena proses pengendapan dan penggerusan yang selalu terjadi oleh selalu bekerjanya arus spiral di situ (Mulyanto, 2007). Perubahan morfologi suatu sungai mempengaruhi karakteristik aliran sungai, terutama pada daerah yang bermeander, perubahan tersebut berhubungan erat dengan angkutan sedimen yang terjadi.

Akibat adanya aliran yang melengkung dan menelusuri dinding saluran bagian luar, akan mempengaruhi material dinding saluran bagian luar yang disebut erosi. Akibat adanya endapan dan gerusan yang terjadi akan mengubah dasar saluran, hal ini dikarenakan perubahan arus aliran air, di sisi bagian luar tikungan sering terjadi gerusan dan di bagian dalam tikungan akan terjadi endapan dan perubahan aliran air dapat mencakup adanya perubahan kecepatan aliran, tinggi aliran serta lamanya pengaliran. Material dasar dan dinding saluran tentunya juga akan mempengaruhi endapan dan gerusan yang terjadi. Maka dari itu, untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada saluran dengan bahan tanah sirtu dan tikungan 90° perlu

dilakukan pengujian dengan model fisik. Pada uji model untuk mengetahui perubahan yang terjadi dilakukan dengan variabel debit (Q) dan durasi pengaliran.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perubahan jari-jari meander saluran akibat variasi debit dan variasi lama aliran serta mengetahui perbandingan perubahan jari-jari bagian dalam kelokan dengan perubahan jari-jari bagian luar kelokan.

1.3. Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian dengan batasan pada model saluran sebagai berikut:

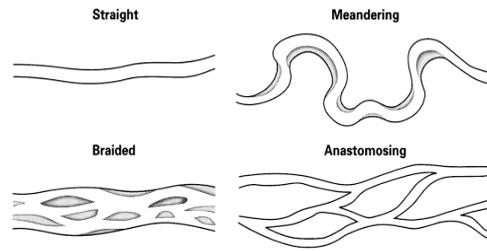
1. Sudut tikungan 90° dengan panjang tikungan 420 cm
2. Debit aliran Q₁ = 38,16 lt/menit; Q₂ = 49,65 lt/menit; Q₃ = 63,01 lt/menit
3. Durasi pengaliran Q₁ = 1 jam; 2 jam; 3 jam
Durasi pengaliran Q₂ = 1 jam; 2 jam; 3,5 jam
Durasi pengaliran Q₃ = 1 jam; 2,5 jam; 4 jam
4. Dalam penelitian ini yang diamati adalah perubahan jari-jari yang terjadi pada tikungan saluran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

V.T. Chow, (1989) menyebutkan gaya sentrifugal yang terjadi pada aliran yang mengelilingi lengkungan menghasilkan suatu hal yang unik, yakni superelevasi. Superelevasi adalah peristiwa naiknya permukaan air tanggul luar, disertai penurunan permukaan air tanggul dalam.

Gaya sentrifugal pada tikungan akan menyebabkan timbulnya arus melintang sungai yang selanjutnya bersama dengan aliran utama akan membentuk aliran helicoidal. Besarnya kecepatan arus melintang ini berkisar antara 10% - 15% dari kecepatan arah utama aliran (Kinori, 1984 dan Legono, 1986). Pada sungai yang bermeander, erosi akan terjadi pada sisi luar belokan dan pengendapan terjadi pada sisi dalam belokan. Pada daerah tikungan pengikisan terjadi di awal tikungan dan pengendapan terjadi di akhir tikungan. Dan pengikisan paling banyak di bagian luar tikungan dan pengendapan di bagian dalam tikungan. Pengaruh kemiringan, memperbesar pengikisan bila superelevasi miring ke arah dalam tikungan dan akan berkurang bila kemiringan sebaliknya.

Menurut Leopold dan Walman (1957) dalam Knighton (1984) sungai dikelompokkan menjadi 4 tipe sungai berdasarkan morfologinya, yaitu sungai lurus (straight), sungai teranyam (braided), sungai anastomosing, dan sungai berkelok.



Gambar 1. Tipe morfologi sungai
(Sumber : Leopold, Wolman dan Boggs 2001)

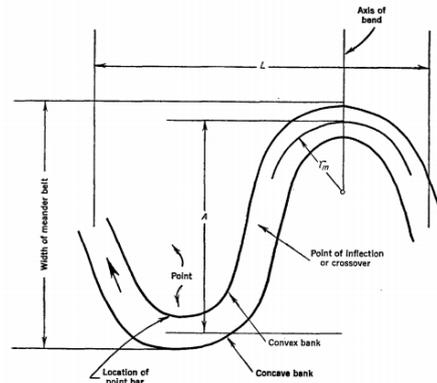
Sungai yang berbentuk meander adalah sungai yang mempunyai belokan yang secara (kurang lebih) teratur membentuk fungsi sinus pada bidang datarannya. Biasanya terdiri dari beberapa seri belokan yang dihubungkan oleh bagian yang lurus yang disebut dengan "crossing". Persamaan empiris untuk panjang gelombang (L) dan amplitudo meander (A) terhadap lebar sungai menurut Leopold dan Wolman (1960) sebagai berikut :

$$L = 10.9 b^{1.01} \dots\dots\dots(1)$$

$$A = 2.7 b^{1.1} \dots\dots\dots(2)$$

$$r_c = 4.7 L^{0.98} \dots\dots\dots(3)$$

Hey (1976) menilai bahwa nilai diatas adalah berlaku bagi sungai yang telah bermeander penuh. Denah meander yang ditunjukkan oleh gambar berikut :



Gambar 2. Sketsa geometri meander
(Sumber : Leopold dan Wolman, 1957)

- Keterangan :
- A : meander amplitude
 - L : meander wavelenght
 - r_m : mean radius of curvature
 - b : lebar rata-rata sungai

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Langkah-langkah Penelitian

a. Persiapan Bahan

- Pembuatan model saluran dengan lebar dasar 10 cm dan jari-jari r_c=269 cm

dengan bahan material tanah pasir bergradasi buruk.

- Air bersih di *reservoir*
- Form pencatatan data

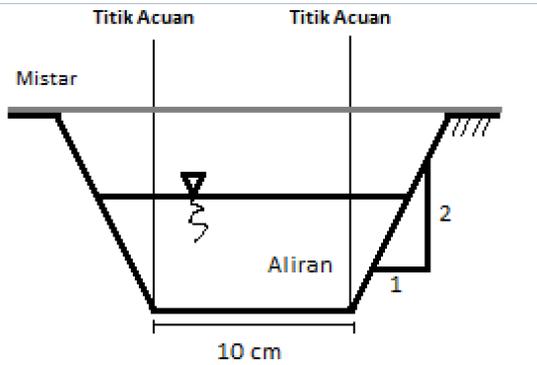
b. Persiapan Alat Laboratorium

- Memeriksa alat pompa dan dicoba
- Bak penenang dan bak peredam
- Kalibrasi bangunan ukur debit Thompson
- Alat pengukur waktu (*stopwatch*) dan gelas ukur
- Mistar

c. Data yang Diambil

a) Sebelum pengaliran

1. Kondisi awal jari-jari dengan mengacu kepada lebar awal dasar saluran.



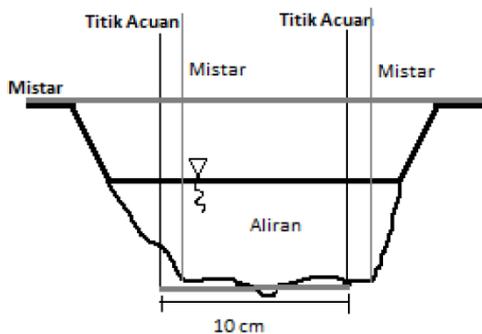
Gambar 3. Pengukuran awal sebelum pengaliran

Sumber: Dokumen Pribadi

2. Pantauan debit aliran dengan cara mengukur tinggi air yang melalui alat ukur debit Thompson sebagai acuan. Pengukuran debit dengan cara menampung air yang melalui pintu Thompson dan menghitung waktunya sampai air memenuhi gelas ukur.

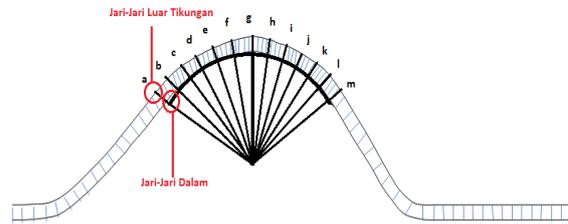
b) Saat pengaliran data yang diambil

1. Jari-jari dalam dan luar tikungan
 - Untuk pengaliran Q_1 selama 1 jam; 2 jam; dan 3 jam
 - Untuk pengaliran Q_2 selama 1 jam; 2 jam dan 3,5 jam
 - Untuk pengaliran Q_3 selama 1 jam; 2,5 jam dan 4 jam

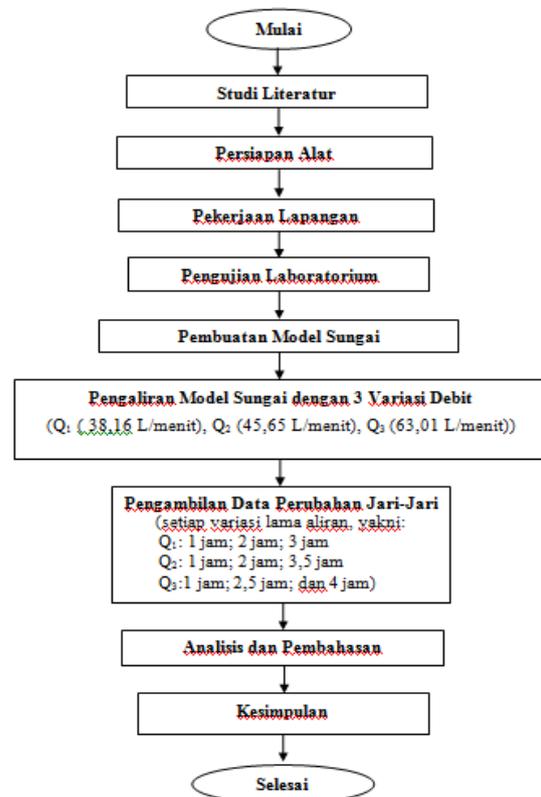


Gambar 4. Pengukuran setelah pengaliran

Untuk menunjang pengamatan perubahan jari-jari pada tikungan, tikungan dibagi menjadi 13 potongan (a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l, dan m).



Gambar 5. Potongan yang ditinjau pada tikungan Berikut ini adalah diagram alir urutan kerja penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 6. Diagram alir

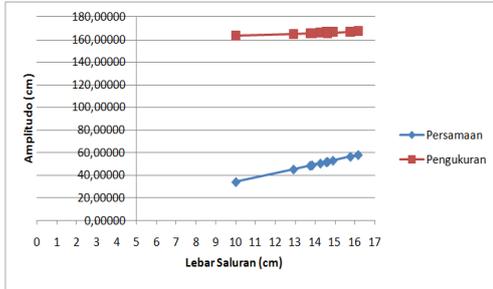
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Tanah

Bedasarkan hasil dari analisis saringan, data kemudian diolah untuk digolongkan jenisnya. Bedasarkan analisa-analisa tersebut maka dapat diklasifikasikan menurut sistem USCS bahwa tanah sirtu yang berasal dari wilayah Air Batu, Kabupaten Banyuasin yang digunakan tergolong pada simbol kelompok SP yaitu tanah yang tergolong pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.

b. Geometrik alur sungai pada kelokan

Hasil pengukuran pada model saluran akan dibandingkan dengan persamaan-persamaan yang ada pada penelitian sungai sebelumnya. Pada perhitungan ini akan digunakan persamaan geometri menurut Leopold dan Wolman (1960).



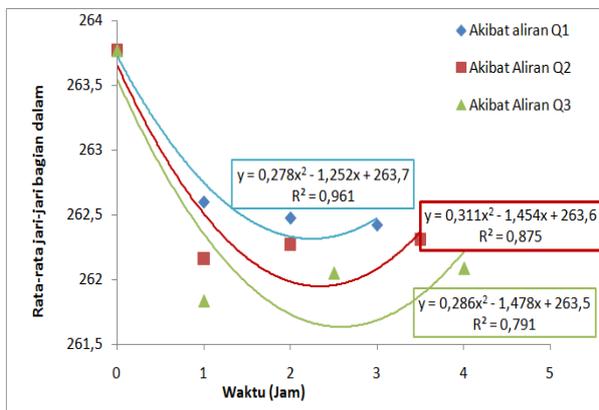
Gambar 7. Grafik perbandingan hasil pengukuran dan menurut persamaan Leopold Wolman.

c. Perubahan Jari-Jari Dalam

Tabel 1. Perubahan jari-jari dalam

Waktu (Jam)	Jari-Jari Kelengkungan Dalam (cm)		
	Akibat Q1	Akibat Q2	Akibat Q3
0	263,769	263,769	263,769
0,5			
1	262,600	262,162	261,831
1,5			
2	262,477	262,269	
2,5			262,046
3	262,423		
3,5		262,308	
4			262,085

Untuk memperjelas data yang ada pada tabel , maka data disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan jari-jari dalam terhadap waktu

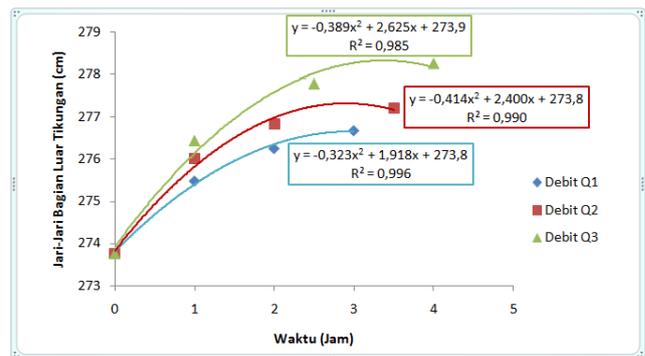
d. Perubahan Jari-Jari Luar

Tabel 2. Perubahan jari-jari luar

Waktu (Jam)	Jari-Jari Kelengkungan Luar (cm)		
	Akibat Q1	Akibat Q2	Akibat Q3
0	273,769	273,769	273,769
0,5			
1	275,485	276,008	276,446
1,5			
2	276,254	276,823	
2,5			277,792
3	276,677		
3,5		277,192	
4			278,254

Sumber: Hasil Penelitian

Untuk memperjelas data yang ada pada tabel , maka data disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik hubungan jari-jari luar terhadap waktu

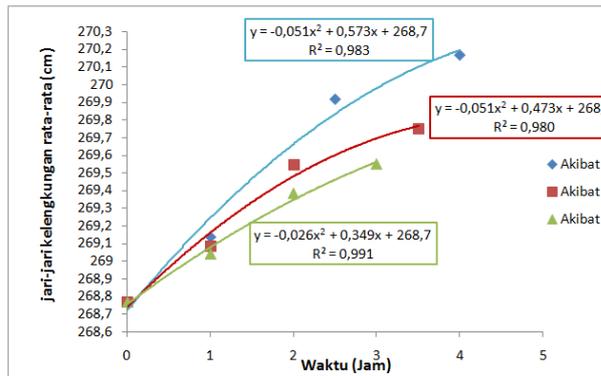
e. Perubahan Jari-Jari As

Jari-jari as merupakan hasil dari rata-rata jari-jari dalam dan jari-jari luar.

Tabel 3. Perubahan jari-jari as

Waktu (Jam)	rc rata-rata (cm)		
	Akibat Q1	Akibat Q2	Akibat Q3
0	268,7692	268,7692	268,7692
0,5			
1	269,0346	269,0769	269,1385
1,5			
2	269,3846	269,5462	
2,5			269,9115
3	269,5500		
3,5		269,7500	
4			270,1615

Untuk memperjelas data yang ada pada tabel, maka data disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik hubungan jari-jari as terhadap waktu

PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan dan pengukuran pada model saluran kemudian dianalisis dapat diperoleh gambaran seperti berikut:

a. Jari-jari bagian dalam tikungan

Dapat dilihat pada lampiran B pola perubahan pada berbagai potongan. Untuk variasi waktu ke-1, pada potongan awal tikungan (potongan a, potongan b, potongan c dan potongan d) nilai jari-jari mengecil, ini menunjukkan terjadi gerusan pada bagian dalam tikungan. Namun pada variasi waktu ke-2, Pada potongan awal tikungan nilai jari-jari kembali bertambah, hal ini menunjukkan kembali terjadi endapan pada awal tikungan. Endapan tersebut berasal dari longsornya dinding tebing di bagian atasnya dan juga adanya sedimen yang tersangkut dari tergerusnya potongan sebelumnya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai jari-jari yang kembali bertambah meskipun hanya sedikit. Pada bagian tengah tikungan (potongan e, potongan f, potongan g, dan potongan h) hanya terjadi gerusan. Hal ini bisa disebabkan karena kecepatan yang sangat kecil di bagian dalam pada potongan tengah tikungan (dapat dilihat pada Lampiran C). Pada akhir tikungan (potongan j, potongan k, potongan l dan potongan m) terjadi gerusan yang kemudian tidak terjadi perubahan yang besar.

Pada perubahan jari-jari dalam tikungan pada masing-masing potongan yang dapat dilihat dari Lampiran B, potongan awal tikungan mengalami gerusan awal yang paling besar untuk debit 1 yaitu potongan a dengan gerusan paling besar senilai 2 cm dari jari-jari awal dan kemudian membesar lagi sebesar 3 mm. Untuk debit 2 juga terjadi pada potongan a mengalami gerusan sebesar 3 cm yang pada akhirnya jari-jari kelengkungan kembali bertambah lagi sebesar 1 cm. Untuk debit 3 terjadi

penurunan jari-jari sebesar 3,8 cm pada potongan b yang kemudian kembali bertambah sebesar 2,3 cm.

b. Jari-jari bagian luar tikungan

Pada pengukuran perubahan jari-jari tikungan bagian luar terjadi pola yang sama untuk semua potongan di masing-masing debitnya. Pada variasi waktu ke-1, terjadi perubahan yang cukup besar untuk masing-masing debitnya. Pada variasi waktu ke-2 masih terjadi perubahan dan nilai jari-jari kelengkungan semakin membesar. Begitu juga untuk variasi waktu ke-3, nilai jari-jari terus bertambah meskipun sedikit yang dapat dilihat pada lampiran B. Pada bagian luar tikungan tidak terjadi pengendapan. Hal ini dikarenakan air selalu mengalir mengenai bagian luar tikungan sekalipun ada longsoran dinding tebing, endapan akan terangkut lagi oleh air.

Perubahan yang paling besar untuk jari-jari bagian luar biasanya terjadi pada potongan puncak tikungan yaitu potongan f, potongan g, potongan h dan potongan e. Dapat dilihat pada lampiran B untuk debit 1, terjadi perubahan paling besar yang bertambah sebesar 4,8 cm dari jari-jari awal tikungan luar, sedangkan untuk debit 2 senilai 6,4 cm dan untuk debit 3 sebesar 6,9 cm. Untuk perubahan yang paling kecil, untuk debit 1 terjadi pada potongan l sebesar 1,2 cm. Untuk debit 2 pada potongan m sebesar 2,2 cm dan untuk debit 3 pada potongan m 0,6 cm. Dan potongan tersebut merupakan potongan di akhir tikungan.

c. Jari-jari bagian as tikungan

Setelah diketahui perubahan yang terjadi pada jari-jari dalam dan jari-jari luar tikungan, dapat ketahui nilai jari-jari as pada kelokan yang diperoleh dari hasil rata-rata jari-jari dalam dan jari-jari luar tikungan. Perubahan yang terjadi secara keseluruhan pada tikungan dapat dilihat dari perubahan jari-jari as seperti terlihat pada gambar 10. Pada perubahan akibat aliran $Q_1 = 38,16$ L/menit bahwa terjadi perubahan nilai jari-jari tikungan bagian luar sebesar 1,003 kali dari jari-jari awal. Akibat aliran $Q_2 = 49,65$ L/menit terjadi perubahan nilai jari-jari sebesar 1,004 kali dari jari-jari awal. Untuk debit terbesar pada $Q_3 = 63,01$ L/menit terjadi perubahan nilai jari-jari sebesar 1,005 kali dari jari-jari awal tikungan.

5. KESIMPULAN

1. Perubahan jari-jari meander yang terjadi pada saluran tanah sangat kecil, perubahan yang paling besar diakibatkan oleh debit terbesar yaitu $Q_3=63,01$ L/menit. Perubahan yang terjadi sebesar 1,005 kali dari nilai jari-jari awal. Hal ini membuktikan semakin besar debit aliran maka semakin besar pula nilai jari-jari meander pada saluran.
2. Pada perubahan jari-jari meander yang dipengaruhi oleh lama aliran, akibat debit $Q_3 = 63,01$ L/menit yang merupakan debit terbesar terjadi perubahan jari-jari meander pada waktu 1

jam sebesar 1,0014 kali dari jari-jari awal, pada waktu 2,5 jam terjadi perubahan sebesar 1,0043 kali dari jari-jari awal dan pada waktu 4 jam jari-jari mengalami perubahan sebesar 1,0052 kali dari jari-jari awal. Hal ini menunjukkan semakin lama aliran mengalir suatu kelokan saluran, maka semakin besar pula nilai jari-jari meander saluran.

3. Dari hasil analisis menunjukkan waktu mempunyai hubungan yang sangat erat terhadap perubahan jari-jari dengan nilai koefisien korelasi hampir mendekati 1. Perubahan jari-jari disajikan dengan persamaan polinomial yang bervariasi untuk setiap debitnya.
4. Perbandingan perubahan jari-jari dalam dan perubahan jari jari luar akibat aliran Q_1 sebesar 1:2,1 ; akibat aliran Q_2 sebesar 1:2,3 ; dan akibat aliran Q_3 sebesar 1:2,7.

DAFTAR PUSTAKA

- Amandanu, Ari, *Perubahan Radius Meander Saluran Akibat Variasi Debit*. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang, 2013.
- Asdak, Chay, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Yogyakarta, 2007.
- Chow, V.T, *Hidrolika Saluran-Terbuka*, Bandung, 1989.
- Leopold, L.B, Wolman, *River Meanders*. America, 1960.
- Saggaff, Anis, Sarino, Rozaidin Noor, *Pengaruh Lama Aliran Terhadap Perubahan Bentuk Saluran*. Universitas Sriwijaya, Palembang, 2008.
- Suripin, *Tata Ruang Air oleh Restam Sjarief*. Penerbit Andi, Yogyakarta, 2000.
- Triatmodjo, Bambang, *Hidrolika II*. Beta Offset, Yogyakarta, 2008.