

MODEL LABORATORIUM POLA ALIRAN PADA *KRIB IMPERMEABLE*
TERHADAP VARIASI DEBIT DAN POSISI *KRIB*
DI SUNGAI BERBELOK

Bangun Sugito Riski Hasibuan¹⁾, Mudjiatko²⁾, Rinaldi³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾³⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293
E-mail : bangunsr_hsb@gmail.com

ABSTRACT

Crib is building cross river that serves as building steering flow to protect riverbanks from attacks the current flows. Model laboratory used to demonstrate the phenomenon of pattern flows that occur around the crib at the maender. Crib models used in this study is crib type impermeable with dimensions of length 0.15 m, width 0.03 m and high 0.15 m. The flow rate used is 0.00134 m³ / sec (Q₁), 0.00298 m³ / sec (Q₂) and 0.0056 m³ / sec (Q₃). Position crib used is 0 ° (S₁), 15 ° (S₂) and 30 ° (S₃) to turn the corner. Distance between crib is 30 cm and the configuration crib angle of 135 ° to the wall outside of the turn. The pattern flows at each position variation crib with debit Q₁, vortex flow occurs in the space between the crib and crib with a radius lengthy of the vortexis relatively short. The pattern flows at each position variation crib with debit Q₂, vortex flow occurs around the crib with a radius lengthy of the vortex is relatively modest. The pattern flows at each position variation crib with debit Q₃, vortex flow occurs before at the crib, a space between the crib and crib with a radius lengthy of the vortexrelatively long. Overall,phenomenon the pattern flow of the most well occur indebit Q₁ position crib S₂.

Keywords: patterns of flow, maender, crib type of impermeable

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai merupakan suatu saluran terbuka atau saluran drainase yang terbentuk secara alami yang mempunyai fungsi sebagai saluran. Persoalan sungai yang menarik untuk diamati adalah terjadinya perubahan morfologi sungai. Perubahan ini terjadi secara alami maupun karena banyaknya perlakuan yang ada di sepanjang sungai. Misalnya, karena adanya bendungan, jembatan, dan karena kondisi alam yang tak dapat

dihindarkan seperti adanya tikungan pada sungai.

Belokan sungai banyak fenomena menarik untuk dikaji dan diteliti secara spesifik. Salah satunya adalah pengaruh gaya sentrifugal yang terjadi akibat adanya belokan sungai. Gaya sentrifugal pada belokan akan menyebabkan timbulnya arus melintang sungai yang selanjutnya bersama arus utama akan membentuk aliran helikoidal. Besarnya kecepatan arus melintang ini berkisar antara 10% - 15% dari kecepatan arus utama aliran. Dengan demikian pada

sungai yang bermaender, erosi akan terjadi pada sisi luar belokan dan pengendapan terjadi pada sisi dalam belokan (Aristi, 2012).

Gaya helikoidal ini menyebabkan distribusi kecepatan pada sisi luar belokan lebih besar sisi dalam pada belokan. Fenomena ini mengakibatkan serangan pada tebing sungai pada sisi luar belokan, serta pengendapan pada sisi dalam belokan. Fenomena ini jika berlangsung secara terus-menerus akan menyebabkan terjadinya perubahan morfologi sungai.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fenomena aliran pada *krib* tipe *impermeable* di sungai berbelok dengan variasi debit dan posisi *krib*.

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- Memberikan informasi tentang pola aliran yang terjadi pada belokan sungai karena pengaruh *krib* tipe *impermeable* dengan variasi debit, posisi awal *krib*, dan spasi antara *krib* 30 cm serta konfigurasi sudut pemasangan *krib* 135° terhadap dinding sisi luar belokan.
- Sebagai salah satu masukan bagi pihak-pihak yang berkaitan dengan masalah perbaikan di sungai berbelok.
- Menjadi salah satu sumber informasi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

Batasan Masalah

- Kemiringan dasar model saluran sungai pada penelitian ini adalah 0.005.
- Kekasaran dinding dan dasar saluran terbuat dari coran beton.
- Jumlah *krib* yang dipasang sebanyak 5 buah dengan spasi 30 cm dan konfigurasi sudut pemasangan 135° terhadap dinding sisi luar belokan.

- Variasi debit yang digunakan adalah $0.00134 \text{ m}^3/\text{det}$, $0.00298 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $0.0056 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- Posisi awal pemasangan *krib* bervariasi dengan posisi 0° , 15° , dan 30° terhadap sudut belokan.
- Kualitas air yang digunakan tidak diperhitungkan.
- Gerusan dan laju transport sedimen tidak ditinjau pada penelitian ini.
- Hanya meninjau fenomena pola aliran dan kecepatan aliran permukaan yang terjadi di belokan sungai akibat pemasangan *krib* tipe *impermeable* dan debit yang bervariasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sungai

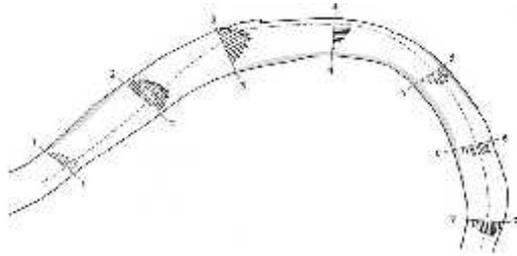
Sungai atau saluran terbuka menurut Triatmodjo (2003) adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit aliran dan sebagainya.

Sosrodarsono (1994) menyebutkan, sungai adalah suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan dan senantiasa tersentuh aliran air serta terbentuk secara alamiah.

Perilaku Sungai

Aristi (2012) menyebutkan, pada *meander* (belokan) saluran terdapat kecepatan arah longitudinal yang searah dengan arah aliran serta kecepatan transversal yang tegak lurus terhadap arah aliran, dan mengarah ke dalam maupun luar belokan. Kedua kecepatan tersebut bersuperposisi dan mengakibatkan aliran helikoidal atau aliran yang berbentuk ulir. Gaya sentrifugal pada tikungan akan menyebabkan timbulnya arus melintang sungai yang selanjutnya bersama arus utama akan membentuk aliran *helicoidal*.

Sketsa distribusi aliran permukaan pada tikungan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 1. Perilaku aliran di belokan sungai
(Sumber: Mudjiatko, 2000)

Mudjiatko (2000) menyatakan bahwa air yang mengalir melewati suatu belokan akan mengalami suatu gaya sentrifugal yaitu gaya yang menyebabkan air bergerak keluar belokan. Gaya sentrifugal akan bekerja jika tidak terjadi transfer massa air ke arah transversal. Akibat adanya distribusi kecepatan aliran terhadap kedalaman dimana kecepatan pada permukaan lebih besar dari kecepatan di dekat dasar, maka akan berpengaruh pada distribusi gaya sentrifugal tersebut. Gaya sentrifugal akan lebih besar di permukaan dari pada di dekat dasar.

Peranan Sungai

Sungai mempunyai peranan yang sangat besar bagi perkembangan peradaban manusia, yakni dengan menyediakan daerah - daerah subur dan sumber kehidupan yang paling utama bagi kemanusiaan.

Selain itu sungai berguna pula sebagai tempat yang ideal untuk pariwisata, pengembangan perikanan, dan sarana lalu lintas sungai.

Debit Aliran Model

Jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu disebut debit aliran dan diberi notasi Q . Debit aliran biasanya diukur dalam volume zat cair tiap satuan waktu, sehingga satuannya adalah meter kubik

perdetik (m^3/dt) atau satuan yang lain (liter/detik, liter/menit, dan sebagainya).

Debit aliran yang digunakan ditentukan berdasarkan hubungan antara tinggi aliran yang melewati ambang segitiga Thomson dengan nilai koefisien debit (C_d). nilai koefisien debit (C_d) pada ambang segitiga Thomson yang sama telah dilakukan oleh Ari dkk (2014). Hasil penelitian Ari dkk (2014) digunakan untuk menentukan debit aliran pada penelitian ini. Debit aliran yang dimaksudkan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 . Debit aliran

H (m)	C_d	$Q (m^3/dt)$
0.06	0.6417	0.00134
0.08	0.6975	0.00298
0.10	0.7498	0.00560

Sumber : Ari dkk (2014)

Pola Aliran

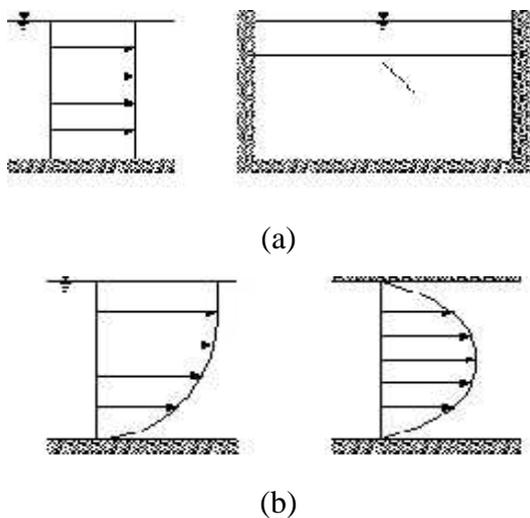
Sungai umumnya memiliki dinding saluran berupa tanah yang cenderung mudah lepas, aliran *helicoidal* tersebut mengakibatkan erosi sedimen pada sisi luar belokan dan deposisi sedimen pada sisi dalam belokan. Masalah perbaikan alur sungai yang berubah karena terjadi erosi dan sedimentasi, tidak dapat diselesaikan secara teoritis, karena karakteristik alirannya yang sangat kompleks (Jansen dkk, 1979).

Pengujian model dan formulasi empirik merupakan alat utama yang digunakan untuk merencanakan perbaikan alur sungai. Perlindungan semacam ini merupakan perlindungan tak langsung. Salah satu metode untuk melindungi tebing sungai adalah dengan menggunakan bangunan *krib* (Santoso, 2004).

Distribusi Kecepatan

Dalam aliran melalui saluran terbuka, distribusi kecepatan tergantung pada

banyak faktor, seperti bentuk saluran, kekasaran dinding dan juga debit aliran. Distribusi kecepatan tidak merata di setiap titik pada tampang lintang.



Gambar 3. Distribusi kecepatan aliran pada saluran terbuka satu dimensi (a) zat cair ideal (b) zat cair riil

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 1996)

Jenis Penanganan Sungai

Tujuan utama secara keseluruhan dari pekerjaan pengendalian sungai adalah untuk menciptakan stabilitas sungai yang berarti untuk mencapai kesetimbangan dan tidak akan terdapat perubahan-perubahan penting dalam arah alirannya, sedimen, degradasi, dan sebagainya.

Ada beberapa cara yang dipakai dalam pengendalian sungai, antara lain :

- Pembangunan Tanggul (*Levee*)
- Lapisan Pelindung Tebing (*Revetment*)
- Dinding Kendali (*Training Wall*)
- Krib* (Groyne)
- Perbaikan Sungai (*River Improvement*)

Krib

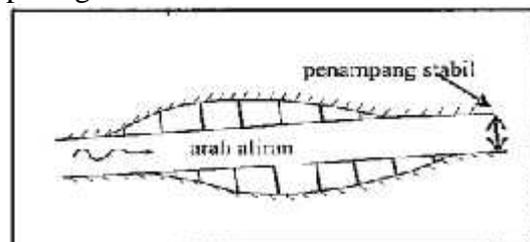
Krib adalah bangunan perlindungan sungai yang dipasang melintang pada tebing sungai dengan tujuan mengarahkan arus dan memperlambat kecepatan arus disekitar bangunan *krib* tersebut sehingga proses erosi akan

terhindari dan bahkan akan terjadi proses sedimentasi (Departemen Pekerjaan Umum, 1990; Legono D., dkk., 2006; Sosrodarsono S., 2008). Contoh penggunaan *krib* diperlihatkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 4. Penggunaan *Krib* (Sumber: Sosrodarsono, 2008)

Tujuan utama dalam pemasangan *krib* adalah sebagai pengatur arah arus sungai, mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi dan menjamin keamanan tanggul atau tebing terhadap gerusan dan mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai. Contoh *krib* untuk melindungi tebing sungai diperlihatkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 5. *Krib* untuk melindungi tebing sungai

(Sumber: Sosrodarsono, 2008)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Riau.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan pengujian penelitian ini antara lain seperti : *flume*, pompa air, ambang segitiga, pengatur debit, penggaris, kamera dan *styrofoam*.

Flume yang digunakan dalam penelitian ini memiliki dimensi lebar sungai 0.8 m dan tinggi dinding sungai 0.15 m. Dasar saluran dan dinding sungai terbuat dari coran beton seperti terlihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 5. *Flume*

Pompa air yang digunakan pada penelitian ini memiliki kapasitas debit 1100 liter/menit seperti diperlihatkan pada Gambar 5 di bawah ini, pompa digunakan untuk mengalirkan air dari bak penampung air masuk ke dalam *flume* yang sebelumnya telah dipasang pengatur debit, sehingga air yang digunakan nantinya dapat diatur besaran debitnya.



Gambar 6. Pompa Air

Ambang segitiga digunakan untuk menentukan besarnya debit aliran pada model. Bentuk Ambang segitiga *Thompson* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 7. Ambang Segitiga

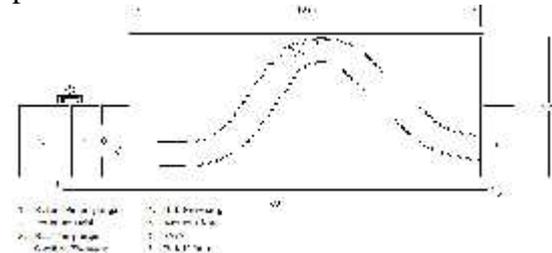
Kamera *SLR* digunakan dalam pengambilan data yang berupa gambar dan dokumentasi-dokumentasi yang penting dalam pengamatan.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini meliputi studi literatur, tahapan persiapan hingga kegiatan laboratorium. Tahapan kegiatan laboratorium yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

1. Pemodelan Geometrik Saluran

Flume digunakan untuk membentuk sungai yang akan dimodelkan. Lantai dasar beton dengan kemiringan 0.005 dan dimensi 10 m × 5 m. Model saluran sungai dibuat dengan lebar 0.8 m dan tinggi dinding sungai 0.15 m dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Bak Pengujian

2. Pemodelan Struktur *Krib*

Model *krib* yang digunakan pada penelitian ini adalah *krib* dengan tipe *impermeable* dengan dimensi panjang 0.15 m, lebar 0.03 m dan tinggi 0.15 m. Material *krib* yang digunakan berupa coran beton yang dibuat terpisah dengan model. dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. *Krib*

3. Variasi Pengujian

Dalam penelitian ini yang divariasikan adalah debit dan posisi *krib* dengan jarak antar *krib* 30 cm dan konfigurasi sudut 135° terhadap dinding sebelah luar belokan. Variasi debit aliran adalah $0.00134 \text{ m}^3/\text{detik}$, $0.00298 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $0.0056 \text{ m}^3/\text{detik}$. Posisi *krib* awal adalah 0° , 15° , dan 30° terhadap sudut belokan sungai. Variasi pemasangan *krib* dapat dilihat pada Gambar 11 di bawah ini.



(a) Posisi S_1



(b) Posisi S_2



(c) Posisi S_3

Gambar 11. Variasi pemasangan *krib*

4. Proses Pengumpulan Data

Pengumpulan data dibagi menjadi 2 (dua) tahapan, yaitu sebelum dan saat pengujian dilaksanakan. Adapun data-data yang diperlukan pada tiap tahapan penelitian dijelaskan sebagai berikut :

a. Pencatatan Sebelum Pengujian

Pada tahap ini data-data yang perlu dicatat berupa pengecekan jarak antar *krib* yang akan diuji, elevasi dasar saluran dengan kemiringan dasar sebesar 0.005.

b. Pengamatan Saat Pengujian

Pada saat pengujian tahapan yang akan dilakukan adalah mengalirkan air ke saluran sungai yang telah dipasang *krib*. Setelah aliran di dalam saluran stabil seterusnya menaburkan butiran *styrofoam* ke dalam saluran dan melakukan pengambilan data dokumentasi. Tahapan ini dilakukan pada setiap variasi debit dan jarak antar *krib*.

5. Analisis Perhitungan

a. Debit Aliran

Debit aliran yang digunakan pada penelitian ini ditentukan berdasarkan nilai koefisien debit (C_d) pada ambang segitiga *Thomson* yang sama telah dilakukan oleh Ari dkk (2014). Nilai masing-masing debit yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 pada pembahasan sebelumnya.

b. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran permukaan pada model dianalisis dengan menggunakan gambar potongan *styrofoam* yang telah ditabur pada saluran pengamatan. Gambar yang dihasilkan berupa garis-garis yang memiliki panjang tertentu tergantung debit aliran dan kecepatan bukaan diafragma kamera yang digunakan. Untuk menentukan nilai masing-masing kecepatan aliran dilakukan dengan menggunakan bantuan *software AutoCad 2007*. Hasil perhitungan kemudian di tampilkan dalam bentuk tabel.

Nilai kecepatan aliran permukaan dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

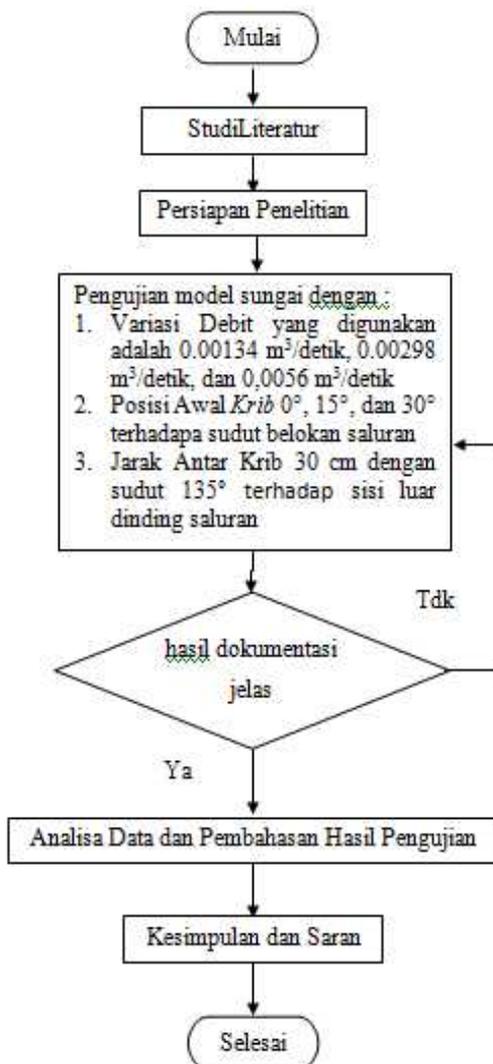
$$V = L_{\text{foto}}/V_{\text{kamera}}$$

Dimana :

- V = kecepatan aliran (m/detik).
- L_{foto} = panjang garis di foto (m).
- V_{kamera} = kecepatan bukaan diafragma kamera (detik).

6. Diagram alir

Proses uji penelitian ini dilakukan berdasarkan diagram alir berikut ini :



Gambar 12. Diagram alir penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan Aliran Dan Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan variasi Q₁ (0.00134 m/s²)

a. Kecepatan Aliran Permukaan

Hasil Perhitungan kecepatan aliran pada Q₁ semua variasi model yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Kecepatan aliran Q₁T_k

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q ₁ T _k	0.1417	0.0774	0.1683	Sisi Luar
	0.2348	0.1600	0.2427	Tengah
	0.2357	0.1992	0.1661	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Tabel 3. Kecepatan aliran Q₁S₁

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q ₁ S ₁	0.0919	0.0976	0.0681	Sisi Luar
	0.2022	0.1212	0.1425	Tengah
	0.1400	0.0929	0.0894	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Tabel 4. Kecepatan aliran Q₁S₂

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q ₁ S ₂	0.1028	0.0688	0.0838	Sisi Luar
	0.1841	0.1306	0.1495	Tengah
	0.2301	0.1753	0.1685	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Tabel 5. Kecepatan aliran Q₁S₃

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q ₁ S ₃	0.0832	0.0632	0.1517	Sisi Luar
	0.1478	0.1405	0.1812	Tengah
	0.1710	0.1615	0.2023	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa pemasangan krib tipe impermeable dengan debit yang sama dapat mengubah kecepatan aliran. Perubahan kecepatan yang ditimbulkan cenderung mengalami penurunan.

Penurunan tersebut akibat reduksi kecepatan aliran yang ditimbulkan pemasangan *krib*.

Dari perhitungan di atas, Kecepatan aliran maksimum (V_{maks}) debit 0.00134 m/s² sebesar 0.2357 m/detik pada pias awal sisi dalam model T_k dan kecepatan aliran minimum (V_{min}) sebesar 0.0632 m/detik pada pias tengah sisi luar model S_3 .

b. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan

Distribusi kecepatan aliran permukaan digambarkan berdasarkan besaran masing-masing kecepatan aliran permukaan di setiap pias pengamatan. Distribusi kecepatan aliran permukaan yang dihasilkan Q_1 semua variasi model dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 13. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q_1T_k



Gambar 14. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q_1S_1



Gambar 15. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q_1S_2



Gambar 16. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q_1S_3
(Sumber: Pengujian Model)

Gambar 13, 14, 15 dan 16 di atas menjelaskan tentang bagaimana distribusi kecepatan aliran yang dihasilkan oleh debit sebesar Q_1 masing-masing model. Pada model Tanpa *Krib* (Gambar 13), distribusi kecepatan yang terbentuk hanya dipengaruhi oleh geometrik saluran pengamatan. Distribusi kecepatan dihitung dengan tujuan sebagai referensi atau acuan terhadap perubahan yang timbul akibat pemasangan *krib*.

Gambar 14, 15 dan 16 di atas menunjukkan bagaimana distribusi kecepatan aliran permukaan. Jika dibandingkan dengan model T_k (Gambar 13), terlihat bahwa perubahan yang paling signifikan terjadi pada daerah yang paling dekat dengan pemasangan *krib*. Artinya, pengaruh signifikan terjadi pada daerah sisi luar belokan pengamatan.

Secara keseluruhan, pemasangan *krib* pada semua model mampu merubah bentuk distribusi kecepatan aliran permukaan. Distribusi kecepatan aliran yang paling ideal pada debit Q_1 dari semua model terjadi pada model S_1 (Gambar 14).

Kecepatan Aliran Dan Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Variasi Q_2 (0.00298 m/s²)

a. Kecepatan Aliran Permukaan

Hasil Perhitungan kecepatan aliran pada Q_2 semua variasi model yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6. Kecepatan aliran Q_2T_k

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q2Tk	0.0607	0.1074	0.1561	Sisi Luar
	0.2577	0.1765	0.1522	Tengah
	0.1041	0.0655	0.1427	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Tabel 7. Kecepatan aliran Q₂S₁

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q2S1	0.0654	0.0772	0.0689	Sisi Luar
	0.1403	0.1626	0.1537	Tengah
	0.1966	0.1477	0.0704	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Tabel 8. Kecepatan aliran Q₂S₂

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q2S2	0.1265	0.0858	0.0897	Sisi Luar
	0.2411	0.1779	0.2215	Tengah
	0.2504	0.1399	0.1669	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Tabel 9. Kecepatan aliran Q₂S₃

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q2S3	0.0636	0.0641	0.1153	Sisi Luar
	0.1936	0.1945	0.1929	Tengah
	0.2729	0.3087	0.0915	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa pemasangan *krib* tipe *impermeable* dengan debit yang sama dapat mengubah kecepatan aliran. Perubahan kecepatan yang ditimbulkan cenderung mengalami penurunan. Penurunan tersebut akibat reduksi kecepatan aliran yang ditimbulkan pemasangan *krib*.

Dari perhitungan di atas, Kecepatan aliran maksimum (V_{maks}) debit 0.00298 m/s² sebesar 0.3087 m/detik pada pias tengah sisi dalam model S₃ dan kecepatan aliran minimum (V_{min}) sebesar 0.0607 m/detik pada pias awal sisi luar model T_k.

b. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan

Distribusi kecepatan aliran permukaan yang dihasilkan Q₂ semua variasi model dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 17. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q₂T_k



Gambar 18. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q₂S₁



Gambar 19. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q₂S₂



Gambar 20. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q₂S₃

(Sumber: Pengujian Model)

Gambar 17, 18, 19 dan 20 di atas menjelaskan bagaimana distribusi kecepatan aliran yang dihasilkan oleh debit sebesar Q_2 masing-masing model. Pada model Tanpa *Krib* (Gambar 13), distribusi kecepatan yang terbentuk hanya dipengaruhi oleh geometrik saluran pengamatan. distribusi kecepatan dihitung dengan tujuan sebagai referensi atau acuan terhadap perubahan yang timbul akibat pemasangan *krib*.

Gambar 18, 19 dan 20 di atas menunjukkan bagaimana distribusi kecepatan aliran permukaan. Jika dibandingkan dengan model T_k (Gambar 17), terlihat bahwa perubahan yang paling signifikan terjadi pada daerah yang paling dekat dengan pemasangan *krib*. Artinya, pengaruh signifikan terjadi pada daerah sisi luar belokan pengamatan. Secara keseluruhan, distribusi kecepatan aliran yang paling ideal pada debit Q_2 terjadi pada model S_2 (Gambar 19).

Kecepatan Aliran Dan Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Variasi Q_3 (0.0056 m/s^2).

a. Kecepatan Aliran Permukaan

Hasil Perhitungan kecepatan aliran pada Q_3 semua variasi model yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 10. Kecepatan aliran Q_3T_k

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q3Tk	0.1258	0.1746	0.1697	Sisi Luar
	0.2210	0.2592	0.2244	Tengah
	0.2337	0.2181	0.1657	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Tabel 11. Kecepatan aliran Q_3S_1

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q3S1	0.2161	0.1635	0.1941	Sisi Luar
	0.3136	0.2247	0.2245	Tengah
	0.3133	0.2126	0.1957	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Tabel 12. Kecepatan aliran Q_3S_2

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q3S2	0.1395	0.1223	0.1338	Sisi Luar
	0.3132	0.2109	0.2261	Tengah
	0.3828	0.2937	0.2500	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Tabel 13. Kecepatan aliran Q_3S_3

Variasi Debit (m/s ²)	Pias			Posisi Terhadap Pias
	Awal (m/s)	Tengah (m/s)	Akhir (m/s)	
Q3S3	0.1025	0.0513	0.1043	Sisi Luar
	0.1603	0.1927	0.1864	Tengah
	0.2789	0.1959	0.1996	Sisi Dalam

Sumber : Perhitungan

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa pemasangan *krib* tipe *impermeable* dengan debit yang sama dapat mengubah kecepatan aliran. Perubahan kecepatan yang ditimbulkan cenderung mengalami penurunan. Penurunan tersebut akibat reduksi kecepatan aliran yang ditimbulkan pemasangan *krib*.

Dari perhitungan di atas, Kecepatan aliran maksimum (V_{maks}) debit 0.0056 m/s^2 sebesar 0.3828 m/detik pada pias awal sisi dalam model S_2 dan kecepatan aliran minimum (V_{min}) sebesar 0.0513 m/detik pada pias tengah sisi luar model S_3 .

b. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan

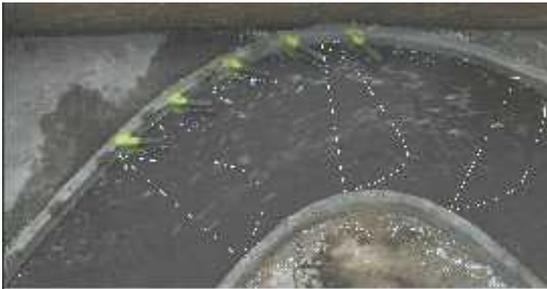
Distribusi kecepatan aliran permukaan yang dihasilkan Q_3 semua variasi model dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 21. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q_3T_k



Gambar 22. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q_3S_1



Gambar 23. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q_3S_2



Gambar 24. Distribusi Kecepatan Aliran Permukaan Q_3S_3

(Sumber: Pengujian Model)

Gambar 21, 22, 23 dan 24 di atas menjelaskan bagaimana distribusi kecepatan aliran yang dihasilkan oleh debit sebesar Q_2 masing-masing model. Pada model Tanpa *Krib* (Gambar 21), distribusi kecepatan yang terbentuk hanya dipengaruhi oleh geometrik saluran pengamatan. distribusi kecepatan dihitung dengan tujuan sebagai referensi atau acuan terhadap perubahan yang timbul akibat pemasangan *krib*.

Gambar 18, 19 dan 20 di atas menunjukkan bagaimana distribusi kecepatan aliran permukaan. Jika dibandingkan dengan model T_k (Gambar 21), perubahan yang paling signifikan terjadi pada daerah yang paling dekat

dengan pemasangan *krib*. Artinya , pengaruh signifikan terjadi pada daerah sisi luar belokan pengamatan. Secara keseluruhan, distribusi kecepatan aliran yang paling ideal pada debit Q_3 terjadi pada model S_3 (Gambar 24).

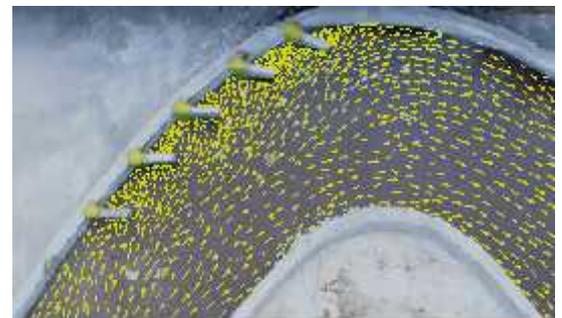
Perubahan Pola Aliran Akibat *Krib*

1. Variasi Q_1 ($0.00134 \text{ m}^2/\text{s}$)

Pola aliran permukaan dihasilkan berdasarkan analisis gambar vektor-vektor kecepatan aliran dan video yang terjadi di sepanjang belokan pengamatan. Hasil analisis pola aliran pada Q_1 semua model dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 25. Pola Aliran Permukaan Q_1T_k



Gambar 26. Pola Aliran Permukaan Q_1S_1



Gambar 27. Pola Aliran Permukaan Q_1S_2



Gambar 28. Pola Aliran Permukaan Q_1S_3
(Sumber: Pengujian Model)

Gambar 25, 26, 27 dan 28 di atas menunjukkan bagaimana fenomena pola aliran yang terjadi pada Q_1 . Pola aliran permukaan model T_k (Gambar 25) membentuk aliran yang mengikuti bentuk saluran. Pola pada model T_k dimunculkan sebagai pembanding atau acuan bagaimana perubahan pola yang terjadi akibat variasi pemasangan *krib*.

Pada model S_1 , S_2 dan S_3 pola aliran mengalami perubahan jika dibandingkan dengan model T_k . Perubahan yang terjadi berupa timbulnya pusaran air pada daerah tertentu, yakni pada daerah sebelum *krib* awal, spasi *krib* dan setelah *krib*. Radius pusaran air bervariasi panjangnya. Pada daerah *krib* awal, pusaran aliran sangat kecil. Pada daerah spasi antar *krib*, radius pusaran relatif panjang. Sedangkan pada daerah ujung *krib*, radius pusaran relatif pendek. Secara keseluruhan, pola aliran yang paling baik variasi Q_1 terjadi pada model S_2 (Gambar 27).

2. Variasi Q_2 (0.00298 m/s^2)

Pola aliran permukaan dihasilkan berdasarkan analisis gambar vektor-vektor kecepatan aliran dan video yang terjadi di sepanjang belokan pengamatan. Pola aliran pada Q_2 semua model dapat dilihat pada Gambar berikut ini :



Gambar 29. Pola Aliran Permukaan Q_2T_k



Gambar 30. Pola Aliran Permukaan Q_2S_1



Gambar 31. Pola Aliran Permukaan Q_2S_2



Gambar 32. Pola Aliran Permukaan Q_2S_3
(Sumber: Pengujian Model)

Gambar 29, 30, 31 dan 32 di atas menunjukkan bagaimana fenomena pola aliran yang terjadi pada Q_1 . Pola aliran permukaan model T_k (Gambar 29) membentuk aliran yang mengikuti bentuk saluran. Pola pada model T_k dimunculkan sebagai pembanding atau

acuan bagaimana perubahan pola yang terjadi akibat variasi pemasangan *krib*.

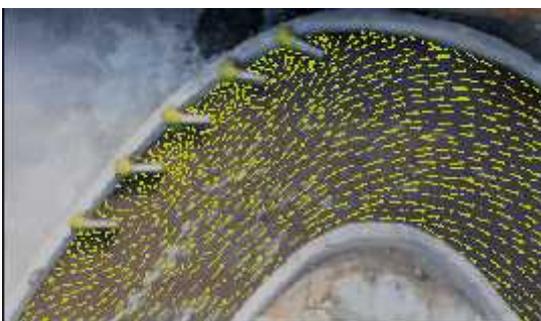
Pada model S_1 , S_2 dan S_3 pola aliran mengalami perubahan jika dibandingkan dengan model T_k . Perubahan yang terjadi berupa timbulnya pusaran air pada daerah tertentu, yakni pada daerah sebelum *krib* awal, spasi *krib* dan setelah *krib*. Radius pusaran air bervariasi panjangnya. Pada daerah *krib* awal, radius pusaran aliran relatif panjang. Sedangkan pada daerah ujung *krib* dan spasi antar *krib*, radius pusaran relatif pendek. Secara keseluruhan, pola aliran yang paling baik variasi Q_2 terjadi pada model S_2 (Gambar 30).

3. Variasi Q_3 (0.0056 m/s^2)

Pola aliran permukaan dihasilkan berdasarkan analisis gambar vektor-vektor kecepatan aliran dan video yang terjadi di sepanjang belokan pengamatan. Hasil analisis pola aliran pada Q_3 semua model dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 33. Pola Aliran Permukaan Q_3T_k



Gambar 34. Pola Aliran Permukaan Q_3S_1



Gambar 35. Pola Aliran Permukaan Q_3S_2



Gambar 36. Pola Aliran Permukaan Q_3S_3
(Sumber: Pengujian Model)

Gambar 33, 34, 35 dan 36 di atas menunjukkan bagaimana fenomena pola aliran yang terjadi pada Q_1 . Pola aliran permukaan model T_k (Gambar 33) membentuk aliran yang mengikuti bentuk saluran. Pola pada model T_k dimunculkan sebagai pembanding atau acuan bagaimana perubahan pola yang terjadi akibat variasi pemasangan *krib*.

Pada model S_1 , S_2 dan S_3 pola aliran mengalami perubahan jika dibandingkan dengan model T_k . Perubahan yang terjadi berupa timbulnya pusaran air pada daerah tertentu, yakni pada daerah sebelum *krib* awal, spasi *krib* dan setelah *krib*. Radius pusaran air bervariasi panjangnya. Pada daerah sebelum *krib* dan spasi *krib*, radius pusaran aliran relatif panjang. Sedangkan pada daerah ujung *krib*, radius pusaran relatif pendek. Secara keseluruhan, pola aliran yang paling baik variasi Q_3 terjadi pada model S_2 (Gambar 35).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan terhadap model laboratorium pola aliran pada *krib*

tipe *impermeable* dengan variasi debit dan posisi *krib* di sungai berbelok, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kecepatan maksimum (V_{maks}) sebesar 0.3828 m/detik dengan debit 0.0056 m³/detik pada sisi dalam belokan sungai pias awal dan kecepatan minimum (V_{min}) sebesar 0.0513 m/detik dengan debit sebesar 0.0056 m³/detik pada sisi luar belokan sungai pias tengah.
2. Pola aliran permukaan debit 0.00134 m³/detik pada setiap posisi *krib* terjadi pusaran aliran yang bervariasi, antara lain :
 - a. Pada daerah *krib* awal, pusaran aliran sangat kecil.
 - b. Pada daerah spasi antar *krib*, radius pusaran relatif panjang.
 - c. Pada daerah ujung *krib*, radius pusaran relatif pendek.
3. Pola aliran permukaan debit 0.00298 m³/detik pada setiap posisi *krib* terjadi pusaran aliran yang bervariasi, antara lain :
 - a. Pada daerah *krib* awal, radius pusaran aliran relatif panjang.
 - b. Pada daerah spasi antar *krib*, radius pusaran relatif pendek.
 - c. Pada daerah ujung *krib*, radius pusaran relatif pendek.
4. Pola aliran permukaan debit 0.0056 m³/detik pada setiap posisi *krib* terjadi pusaran aliran yang bervariasi, antara lain :
 - a. Pada daerah *krib* awal, radius pusaran aliran relatif panjang.
 - b. Pada daerah spasi antar *krib*, radius pusaran relatif panjang.
 - c. Pada daerah ujung *krib*, radius pusaran relatif pendek.
5. Fenomena pola aliran yang paling mendekati pola aliran ideal dari setiap variasi yang dilakukan terjadi pada debit 0.00298 m³/detik variasi posisi S_2 .

DAFTAR PUSTAKA

- Ari Dkk.**, 2014, *Pola Gerusan Lokal Pada Model Pilar Jembatan Lingkaran Ganda (Double Circular)*. UNRI, Pekanbaru.
- Aristi S.**, 2012, *Pengaruh Pola Aliran Terhadap Perubahan Morfologi Sungai*. UNRI, Pekanbaru.
- Departemen Pekerjaan Umum**, 1990, *Tata Cara Perencanaan Umum Krib di Sungai, SK SNI T-01-1990-F*. Standar, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta
- Kristijatno, Chr., dkk**, 1996, *Jurnal Pelindung Tebing Sungai dengan Krib Lulus Air*.
- Legono, D.**, 1996, *Teknik Sungai*, BP-KMTS, UGM, Yogyakarta.
- Mudjiatko.**, 2000, *Pengaruh Pola Aliran Terhadap Perubahan Morfologi Sungai*. UNRI, Pekanbaru.
- Santoso.**, 2004, *Jurnal Pengaruh Konfigurasi Bangunan Krib pada Belokan Sungai Dengan Sudut 90°*. Magister Teknik Sipil UNDIP, Semarang.
- Sosrodarsono S.**, 2008 *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. PT. Tradnya Paramita, Jakarta
- Triatmodjo, B.** 1996. *Hidraulika II*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Zikri., A.** 2016. *Model Laboratorium Pola Aliran pada Krib Permeable Dengan Variasi Debit dan Jarak Antar Krib di Sungai Berbelok*. Unri, pekanbaru.