

# ANALISA PENGARUH PENEMPATAN KRIB TERHADAP DISTRIBUSI SEDIMEN DI PERTEMUAN SUNGAI GARANG DAN KREO

Iskandar<sup>1</sup>, Pitojo Tri Juwono<sup>2</sup>, Dian Sisingsih<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Magister Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia; Iskandaranday73@gmail.com

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang

## ABSTRAK

Sedimentasi dan erosi yang disebabkan oleh perbedaan debit merupakan masalah yang sering terjadi di pertemuan Sungai Garang dan Kreo. Penempatan bangunan krib eksisting belum berfungsi optimal sebagai pengatur arah arus sungai. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kecepatan maksimum, tegangan geser dasar sungai dan distribusi sedimen terhadap pengaruh penempatan krib. Simulasi menggunakan modul RMA2 untuk mengetahui hidrodinamika aliran dengan debit banjir rancangan kala ulang 50 tahun dan simulasi modul SED2D untuk mengetahui distribusi sedimen. Kedua simulasi tersebut digunakan pada 3 (tiga) skenario. Agar mendapatkan tingkat keakuratan model terhadap kondisi lapangan maka dilakukan uji *MRE (Mean Relative Error)* sebesar 0,91% sebagai indikasi parameter proses kalibrasi model numerik 2 dimensi. Penempatan krib yang lebih efektif adalah skenario yang ketiga dengan distribusi kecepatan maksimum 1,75 m/dtk, tegangan geser ( $\tau$ ) maksimum 8,65 N/m<sup>2</sup> dan sedimentasi terjadi didaerah sekitar krib, erosi pada arah tanggul kanan penampang sungai yang sering terjadi sedimentasi.

**Kata kunci :** Pertemuan sungai, krib, sedimentasi, erosi.

## ABSTRACT

*Sedimentation and erosion caused by differences discharge is a problem that often occurs at the confluence of the Garang and Kreo rivers. The placement of existing groynes has not optimally functioned to regulate the river flow direction. The goal of this analysis is to find out the maximum velocity, bed shear, and sediment distribution towards the effect of groyne placement. The Simulation using the RMA2 module to find out the flow hydrodynamics with the discharge from constructed 50-year floods and the simulation using SED2D module to find out the sediment distribution. It simulations is used for three scenarios. To maintain accuracy of the model towards field conditions, a Mean Relative Error (MRE) test of 0.91% was conducted as the parameter indication of the 2-dimensional numerical model calibration process. The most effective groyne placement is third scenario with a maximum velocity distribution of 1.75 m/s, maximum riverbed bed shear ( $\tau$ ) of 8.65 N/m<sup>2</sup> and sedimentation only occurring in the areas around the groynes, while erosion occurred on the dikes of the right-hand side of the river where sedimentation often occurs.*

**Keywords :** River confluence, groynes, sedimentation, erosion

## 1. PENDAHULUAN

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi di samping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus menerus sepanjang masa eksistensinya dan terbentuklah lembah-lembah sungai. Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuhan tebing-tebing sungai di daerah pegunungan dan tertimbun di dasar sungai tersebut, terangkut ke hilir oleh aliran sungai.

Karena di daerah pegunungan kemiringan sungainya curam, gaya tarik aliran airnya cukup besar. Tetapi setelah aliran sungai mencapai dataran, maka gaya tariknya sangat menurun. Dengan demikian beban yang terdapat dalam arus sungai berangsur-angsur diendapkan. Karena itu ukuran butiran sedimen yang mengendap dibagian hulu lebih besar dari pada di bagian hilir.

Pendangkalan sungai akibat adanya pengendapan sedimen menyebabkan air tidak dapat tertampung atau tidak teralirkan secara maksimal sehingga

dapat menyebabkan banjir. Sedimentasi terjadi karena adanya partikel-partikel padat yang ikut terbawa oleh aliran air. Mekanisme pengangkutan ini dikategorikan menjadi tiga, yaitu *bed load*, *suspended load* dan *wash load*. Proses pergerakan sedimen jenis *bed load* bergerak pada dasar sungai dengan cara menggelinding, meluncur dan melompat-lompat. Sedimen layang atau *suspended load* terdiri dari butiran-butiran pasir halus yang melayang-layang karena tersangah turbulensi aliran air, apabila kecepatan aliran mengecil maka material akan mengendap ke dasar sungai. Sedangkan *wash load* atau sedimen cuci adalah partikel yang sangat halus bergerak melayang di bagian atas aliran dan tidak mengendap di dasar sungai. Fenomena pengendapan ini sering terjadi pada titik pertemuan sungai.

Usaha-usaha dan pendekatan terhadap fenomena tersebut hingga dapat dijadikan pedoman, gambaran, informasi ataupun sebagai landasan dalam menentukan cara, atau metode yang akan diterapkan untuk meminimalkan erosi dan sedimentasi di pertemuan sungai, adalah dengan melakukan penelitian.

Pengembangan dari penelitian masih sangat diperlukan. Hal ini disebabkan karena banyak perilaku aliran dan morfologi dasar sungai di pertemuan sungai yang harus diperhatikan, seperti akibat penggabungan aliran dari dua sungai menyebabkan terjadi sedimentasi dan erosi yang dapat merubah morfologi sungai berupa percepatan terjadi erosi tebing sungai. Selain itu adanya daerah pemisahan (*separation zone*) disebelah kanan pertemuan sungai di bagian hilir pertemuan sungai, menyebabkan aliran vortex arah horizontal. Sedimen akan terakumulasi didaerah pemisahan. Semakin besar sedimen yang terakumulasi menyebabkan kecepatan aliran di daerah bagian depan di daerah pemisah akan bertambah. Dengan bertambahnya kecepatan menyebabkan terjadinya gerusan semakin besar. Perilaku tersebut

semakin lama akan menyebabkan terjadinya kelongsoran tebing disebelah kanan tebing sungai dan sebuah meander akan terbentuk. Dengan memperhatikan perilaku aliran dan morfologi dasar sungai diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dalam rekayasa sungai.

## 2. BAHAN DAN METODE

### a. Bahan

Lokasi studi adalah pertemuan antara Sungai Garang dan Sungai Kreo yang masuk dalam wilayah DAS Garang di Kota Semarang. Secara Geografis lokasi studi terletak pada titik koordinat  $6^{\circ}52'30''-7^{\circ}15'00''$  LS dan  $110^{\circ}15'00''-110^{\circ}30'00''$  BT dengan batas administratif Kota Semarang sebelah barat Kabupaten Kendal, sebelah timur Kabupaten Demak, sebelah selatan Kabupaten Semarang dan sebelah utara laut Jawa (Anonim, 2011).



**Gambar 1** Peta DAS Lokasi Studi

DAS Garang terdiri dari 3 (tiga) anak sungai yaitu: Sungai Garang, Kreo dan Kripik dimana ketiganya bertemu pada titik pertemuan yang ditandai dengan adanya monumen Tugu Suharto.

Data-data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data geometri pertemuan sungai hasil pengukuran tahun 2014.
2. Data debit banjir rancangan hasil perhitungan dari Balai Besar Wilayah Sungai Pamali-Juana Semarang tahun 2011.
3. Data analisa gradasi sedimen dasar (*bed load*) hasil pengujian

Laboratorium. Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Diponegoro tahun 2014. Sampel tersebut diambil dari kedua sungai dan hilir pertemuan sungai.

4. Data elevasi bekas muka air histori banjir hasil pengukuran tahun 2014 di tugu Suharto.

**b. Metode**

Metode yang digunakan dalam pengkajian studi ini adalah simulasi Model Numerik 2 Dimensi dengan menggunakan model RMA2 dan SED2D sebagai berikut:

• **Model RMA2**

RMA2 (*Resources Management Associates-2*) adalah model numerik elemen hingga dua dimensi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah hidrodinamika pada suatu lokasi perairan dengan asumsi rata-rata kedalaman. RMA2 bekerja dalam *range* aliran sub-kritis. RMA2 digunakan untuk menghitung elevasi muka air dan kecepatan aliran arah horizontal pada setiap node didalam domain model.

RMA menghitung solusi elemen hingga bentuk Reynolds dalam persamaan Navier-Stokes untuk aliran turbulen. Gesekan dihitung dengan menggunakan persamaan Manning dan koefisien kekentalan eddy digunakan untuk mendefinisikan karakteristik turbulen. RMA2 menyelesaikan baik permasalahan langgeng maupun dinamik.

Model numerik RMA2 menyelesaikan persamaan kekekalan massa dan momentum air yang diintegrasikan terhadap rerata kedalaman (*depth-averaged*) pada dua dimensi horizontal. Percepatan arah vertikal diabaikan, sehingga vektor kecepatan besar dan arah yang sama sepanjang kolom air. Kecepatan aliran kedalaman rata-rata *u* yang digunakan oleh RMA2 dinyatakan dalam persamaan berikut (*User Guide for RMA2 Version 4.5*):

$$U = \frac{1}{h} \int_0^h u(z) dz$$

dengan :

U = kecepatan arus kedalaman rata-rata (dalam arah x)

h = kedalaman perairan elemental

u(z) = kecepatan aliran sebagai fungsi arah vertikal

z = koordinat vertikal

Bentuk persamaan pengatur RMA2 yang telah diselesaikan adalah (*User Guide for RMA2 Version 4.5*):

$$h \frac{\partial u}{\partial t} + hu \frac{\partial u}{\partial x} + hv \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \left[ E_{xx} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + E_{xy} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right] + gh \left[ \frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} \right] + \frac{g u n^2}{(1,486 h^{1/6})^2} (u^2 + v^2)^{1/2} - \zeta V_a^2 \cos \psi - 2h v \omega \sin \varphi = 0 \tag{1}$$

$$h \frac{\partial v}{\partial t} + hu \frac{\partial v}{\partial x} + hv \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \left[ E_{yx} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + E_{yy} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right] + gh \left[ \frac{\partial a}{\partial y} + \frac{\partial h}{\partial y} \right] + \frac{g v n^2}{(1,486 h^{1/6})^2} (u^2 + v^2)^{1/2} - \zeta V_a^2 \cos \psi - 2h u \omega \sin \varphi = 0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + h \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} = 0 \tag{3}$$

dengan :

h = kedalaman air

u, v = kecepatan arah x dan y

x,y,t = koordinat Cartesian dan waktu

ρ = berat jenis zat cair

E = koefisien viskositas

Untuk xx = arah dipermukaan sumbu x

Untuk yy = arah dipermukaan sumbu y

Untuk xy dan yx = arah geser pada setiap permukaan

G = percepatan gravitasi

a = elevasi dasar perairan

n = koefisien kekasaran Manning

1,486 = konversi dari SI (metric) ke satuan Inggris

ζ = koefisien geser empiris

V<sub>a</sub> = kecepatan angin

ψ = arah angin

$\omega$  = kecepatan rotasi bumi  
 $\Phi$  = posisi lintang geografis  
 (Anonim, 2006)

#### • Model SED2D

SED2D *software* menganalisis dua kategori sedimen yaitu, sedimen non kohesif (pasir) dan sedimen kohesif (tanah liat). Model numeris ini hanya menelaah satu ukuran butir efektif (*effective grain size*) dari tiap-tiap *running*-nya, sehingga diperlukan suatu *model run* sendiri-sendiri untuk tiap-tiap ukuran butir efektif. Untuk menghitung konsentrasi sedimen yang tersuspensi menggunakan persamaan konveksi-difusi yang dilengkapi dengan sebuah *bed source term*, dapat dilihat pada persamaan berikut (Anonim, 2003):

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left( Dx \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( Dy \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \alpha_1 C + \alpha_2 \quad (4)$$

Dengan:

$C$  = konsentrasi  
 $T$  = waktu  
 $U, V$  = kecepatan aliran arah x, dan y  
 $x, y$  = aliran arah primer, dan arah aliran tegak lurus terhadap x  
 $Dx, Dy$  = koefisien difusi efektif arah x, dan y  
 $\alpha_1, \alpha_2$  = koefisien dan porsi konsentrasi seimbang untuk *source term*

Untuk menghitung potensi transpor ( $C_{eq}$ ) material sedimen seukuran pasir, dipakai rumusan Ackers dan White (1970). Sedangkan penentuan waktu karakteristik ( $t_c$ ), sifatnya agak subyektif. Karena  $t_c$  merupakan waktu yang diperlukan oleh konsentrasi di dalam medan aliran untuk mengubah dari  $C$  ke  $C_{eq}$ . Dalam kasus deposisi waktu karakteristik dihubungkan dengan kecepatan jatuh, dan digunakan persamaan berikut (*User Guide for SED2D Version 4.5*):

$$t_c = C_d \frac{H}{v_s} \text{ atau } t_c = \Delta \quad (5)$$

Dengan:

$C_d$  = koefisien deposisi  
 $H$  = kedalaman air  
 $v_s$  = kecepatan jatuh partikel sedimen  
 $\Delta t$  = interval waktu penghitungan.  
 Sedangkan untuk menghitung tegangan geser dasar sungai menggunakan rumus:

$$\tau_b = \rho (U^*)^2 \quad (6)$$

Dengan:

$\rho$  = massa jenis air  
 $u^*$  = kecepatan geser

Untuk  $u^*$  menggunakan persamaan Bijker sebagai perhitungan total tegangan geser akibat gelombang dan arus. Persamaannya sebagai berikut:

$$u^* = \sqrt{\frac{1}{2} f_c \bar{U}^2 + \frac{1}{4} f_w u_{om}^2} \quad (7)$$

Kuantitas *bed source*:

$$S = \alpha_1 C + \alpha_2 \quad (8)$$

Untuk kuantitas *bed source* dibagi dalam dua perumusan, yaitu:

#### a. Untuk pasir

Bentuk dari *bed source term* adalah  $S = \alpha_1 C + \alpha_2$ , digunakan untuk analisis deposisi dan erosi di dasar dan metode penghitungan koefisien alfa tergantung pada tipe materialnya. Transportasi sedimen di dasar dikontrol oleh potensi transport aliran dan ketersediaan material di dasarnya, sehingga bentuk persamaan *bed source term*-nya menjadi:

$$S = \frac{C_{eq} - C}{t_c} \quad (9)$$

Dengan:

$S$  = *source term*  
 $C_{eq}$  = konsentrasi *equilibrium*  
 $C$  = konsentrasi sedimen dalam air  
 $T_c$  = karakteristik waktu

Untuk karakteristik waktu menggunakan kasus *deposition* dirumuskan sebagai berikut:

$$T_c = \text{lebih besar dari } C_d \frac{D}{V_s} \text{ atau } DT$$

Dengan:

- $t_c$  = karakteristik waktu
- $C_d$  = koefisien deposition
- $D$  = kedalaman
- $V_s$  = kecepatan jatuh partikel sedimen
- $DT$  = perhitungan interval waktu

**b. Untuk lempung**

$$S = -\frac{2V_s}{D} C \left(1 - \frac{\tau}{\tau_d}\right) \text{ untuk } C < C_c \quad (10)$$

$$S = -\frac{2V_s}{D} C^{5/3} \left(1 - \frac{\tau}{\tau_d}\right) \text{ utk } C > C_c \quad (11)$$

Dengan:

- $\tau$  = bed shear stress
- $\tau_d$  = critical shear stress dor deposition
- $C_c$  = critical concentration = 300 mg/l

**• Formasi Krib**

- a. Krib normal (tegak lurus)
 

Krib normal dibangun dengan tujuan untuk menyempitkan bagian sungai yang telah menjadi terlalu lebar dan pada sisi cembung dari belokan sungai.
- b. Krib condong ke hulu
 

Pada krib permeabel yang condong ke hulu, penggerusan akan terjadi di ujung depan krib sedangkan pengendapan umumnya terjadi dekat tebing sungai dan aliran akan mengarah ke tengah sungai. Krib ini sangat efektif untuk melindungi tebing sungai.
- c. Krib condong ke hilir
 

Pada krib permeabel yang condong ke hilir, gerusan diujung depan krib cenderung berkurang dan karenanya dapat terjadi pengendapan disebelah hilir krib.

**Tabel 1** Arah aliran dan sudut sumbu krib

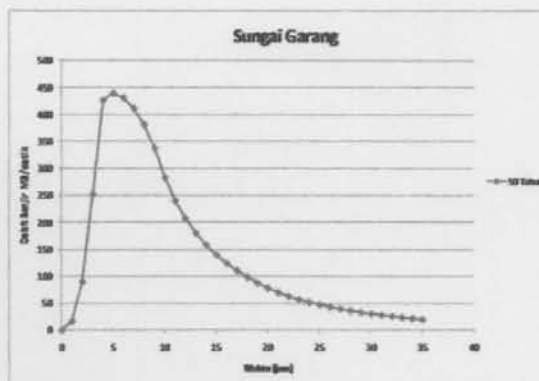
Lokasi pembuatan krib di sungai	Arah aliran dan sudut sumbu krib
Bagian lurus	10°-15°
Bagian luar	5°-15°
Belokan dalam	0°-10°

Sumber : Sosrodarsono, 1994

Dalam simulasi ini data yang diperlukan sebagai input model adalah data sekunder yang diperoleh dari BBWS Pamali-Juana Semarang dan data primer diambil langsung dilokasi studi. Data-data tersebut disimulasikan kedalam model untuk mengetahui distribusi kecepatan, tegangan geser dasar saluran dan distribusi sedimen dengan III skenario penempatan krib.

Tahapan metode yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Input data geometri sungai berupa data kontur dan *cross section* dengan III skenario penempatan krib.
2. Input kondisi batas (*boundary condition*) berupa data debit per satuan waktu untuk simulasi RMA2. Ditunjukkan pada **Gambar 2** dibawah ini:



**Gambar 2** Hidrograf Sintetik

3. Simulasi model RMA2 bertujuan untuk mengetahui tinggi muka air dan kecepatan arah aliran yang akan digunakan sebagai validasi model melalui Uji *MRE (Mean Relative Error)* (Donnel *et al.*, 2003 dalam Atmodjo, 2011) perhitungan sebagai berikut:

$$MRE = \frac{h_c - h_0}{h_0} \times 100\%$$

Dimana:

- $h_c$  = Elevasi Muka Air hasil model
- $h_0$  = Elevasi Histori Banjir

4. Kalibrasi, bertujuan agar model yang akan digunakan mendekati kondisi aktual lapangan.
5. Simulasi Model SED2D, *input* model ini berupa data gradasi butiran sedimen dan data sedimen melayang (*suspended load*).

**Tabel 2** Nilai *input* model SED2D

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1	Diffusion coefficients	m <sup>2</sup> /dtk	100.00
2	Initial concentration	kg/m <sup>3</sup>	0.20
3	Settling velocity	m/dtk	0.20
4	Specific gravity	kg/m <sup>3</sup>	2674.00
5	Grain shape factor	-	0.67
6	Characteristic deposition length factor	m	1.00
7	Thickness	m	1.00
8	Sand grain roughness	-	1.00
9	Sand grain size	mm	1.76

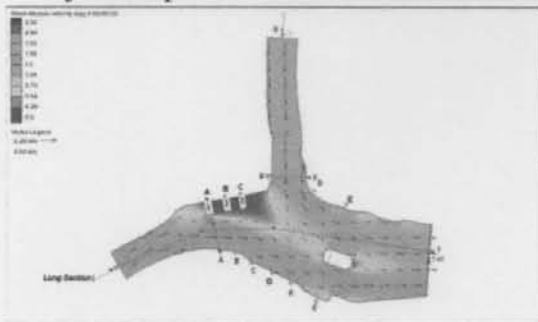
Sumber: Hasil perhitungan

6. Analisa perbandingan hasil simulasi bertujuan untuk menentukan penempatan krib yang lebih efektif mengurangi sedimentasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Hasil Simulasi Skenario I

Berikut hasil simulasi RMA2 kondisi eksisting dengan Q<sub>50</sub>, seperti ditunjukkan pada **Gambar 3** dibawah ini:



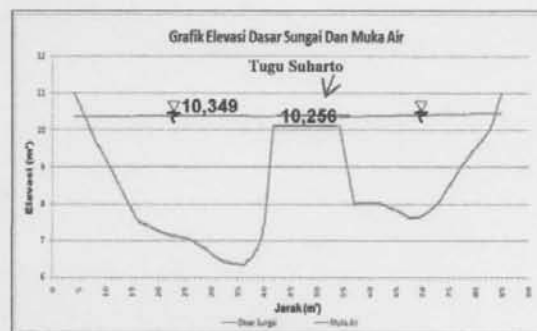
**Gambar 3** Hasil Simulasi Skenario I (Eksisting)

Perbedaan gradasi warna pada alur sungai menggambarkan distribusi kecepatan yang tidak sama. Antara krib 1 dan 2, krib 2 dan 3 terjadi aliran vortex dengan kecepatan 0,004-0,01 m/dtk, kecepatan lambat tersebut mengakibatkan sedimentasi di antara krib-krib tersebut. Kecepatan aliran di ujung krib 2 dan krib 3 lambat, vektor aliran dari Sungai Kreo menuju ke krib 3 dan membentuk

pertemuan aliran kearah hulu Sungai Garang.

#### Uji *MRE*/Kalibrasi

Dalam model RMA2 validasi menggunakan kecepatan aliran atau elevasi muka air, validasi model dalam studi ini menggunakan elevasi bekas muka air history banjir hasil pengukuran dilapangan tahun 2014 pada *cross section* E-E (10,256). Elevasi pada titik *cross section* yg sama pada hasil model menunjukkan angka elevasi (10,349), seperti ditunjukkan pada **Gambar 4** dibawah ini:



**Gambar 4** Grafik elevasi muka air

Dari hasil Uji *MRE* (*Mean Relative Error*) didapatkan besar kesalahan relative ditunjukkan pada **Tabel 3** dibawah ini:

**Tabel 3** Hasil Uji *MRE*

Debit Banjir Kala Ulang (Tahun)	Elevasi Muka Air		Hasil Uji <i>MRE</i> (%)
	Hasil Model (m)	Histori Banjir (m)	
1	2	3	4
50	10.349	10.256	0.91

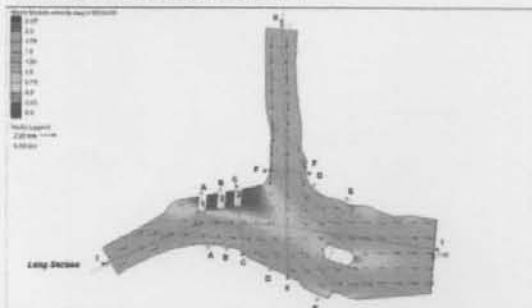
Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan hasil uji *MRE* dilakukan kalibrasi model RMA2 dengan menggunakan angka manning 0,03 dan nilai koefisien pertukaran turbulen (viskositas eddy) 500 m<sup>2</sup>/dtk sehingga hasil simulasi skenario I (eksisting) mendekati kondisi aktual lapangan.

#### b. Hasil Simulasi Skenario II

Pada pemodelan skenario II langkah-langkah yang dilakukan sama

dengan pemodelan skenario I (eksisting), hanya mengubah sudut krib menjadi  $15^\circ$  condong ke hulu dan menambah panjang pada krib 1 = 0,50 m, krib 2 = 1,00 m dan krib 3 = 1,50 m, ditunjukkan pada **Gambar 5** dibawah ini:

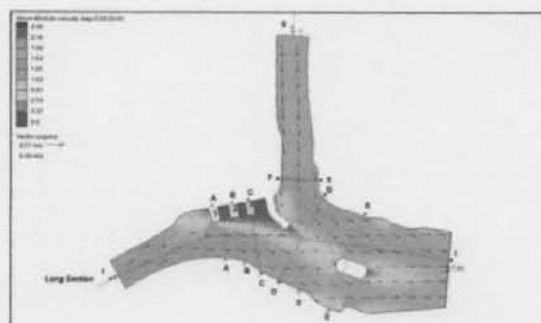


**Gambar 5** Hasil Simulasi Skenario II

Perbedaan gradasi warna pada alur sungai menggambarkan distribusi kecepatan yang tidak sama. Antara krib 1 dan 2, krib 2 dan 3 terjadi aliran vortex dengan kecepatan 0,005 m/dtk, kecepatan lambat tersebut mengakibatkan sedimentasi di antara krib-krib tersebut. Kecepatan aliran di ujung krib 2 dan krib 3 lambat maka vektor aliran dari sungai Kreo menuju ke krib 3 dan membentuk pertemuan aliran ke arah hulu Sungai Garang, sama dengan skenario I (kondisi eksisting), tetapi kecepatan di ujung krib 1 skenario II lebih cepat dari krib 1 skenario I.

### c. Hasil Simulasi Skenario III

Pada pemodelan skenario III langkah-langkah yang dilakukan sama dengan pemodelan pada skenario I (eksisting) dan skenario II hanya menambah 1 krib disudut pertemuan sungai tetapi tidak mengubah posisi krib eksisting, penambahan krib dengan panjang 27,50 m, sudut krib  $34^\circ$  condong ke hilir, ditunjukkan pada **Gambar 6** dibawah ini:



**Gambar 6** Hasil Simulasi Skenario III

Perbedaan gradasi warna pada alur sungai menggambarkan distribusi kecepatan yang tidak sama. Antara krib 1 - 2, krib 2 - 3 dan 3 - 4 terjadi aliran vortex dengan kecepatan 0,003 m/dtk, pada ujung krib 4 dipertemuan aliran kedua sungai juga terjadi kecepatan lambat yang mengakibatkan sedimentasi.

### Perbandingan Hasil Simulasi

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan didapatkan hasil berupa distribusi kecepatan, tegangan geser dasar sungai dan distribusi sedimen akibat pengaruh penempatan krib di pertemuan sungai. Dari ketiga simulasi tersebut akan dilakukan analisa perbandingan penempatan krib yang lebih efektif untuk mengurangi sedimentasi.

1. Bila gaya hidrodinamik bekerja pada suatu butiran dari sedimen atau agregat dari partikel sedimen non kohesif telah mencapai suatu nilai yang bila bertambah sedikit saja akan menyebabkan partikel atau butiran bergerak, dikatakan sebagai keadaan kritis. Bila kondisi kritis tersebut mencapai suatu nilai/besaran sebesar gaya geser dasar saluran atau sungai, maka kecepatan rata-ratanya telah mencapai kondisi kritis. Pada kondisi ini aliran berkompeten untuk menggerakkan butiran sedimen. (Priyantoro, 1987).

Kecepatan aliran sangat berpengaruh pada penggerusan dan pengendapan sedimentasi pada dasar sungai karena semakin besar kecepatan aliran maka penggerusan yang terjadi di dasar

sungai semakin besar dan sebaliknya apabila kecepatan aliran kecil maka di dasar sungai akan terjadi pengendapan. Dari hasil simulasi terhadap pengaruh ( $Q_{50}$ ) dengan 3 (tiga) skenario penempatan krib didapatkan

rekapitulasi perbandingan distribusi kecepatan rata-rata di ujung tiap-tiap krib pada jam ke-5 (debit banjir maksimum), ditunjukkan pada Tabel 4 dibawah ini:

**Tabel 4 Rekapitulasi Distribusi Kecepatan**

No.	Kondisi	Krib	Cross Section	Dimensi Krib				Jarak Krib (m)	Kecepatan (V)		Keterangan	
				Sudut (°)	Parjang (m)	Tinggi Pondasi (m)	Tinggi Krib (m)		Minimum (m/dtk)	Maksimum (m/dtk)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Skenario I (Eksisting)	1	A-A	0	7.50	0.5	2.00			0.48	1.39	} Krib Eksisting
		2	B-B	0	7.50	0.5	2.00	14.90		0.12	1.53	
								14.70				
		3	C-C	0	7.50	0.5	2.00			0.03	1.35	
			D-D	-	-	-	-	-	0.70	1.47		
2	Skenario II	1	A-A	15	8.00	0.5	2.00			0.88	1.50	
								14.90				
		2	B-B	15	8.50	0.5	2.00			0.33	1.60	
								14.70				
		3	C-C	15	9.00	0.5	2.00			0.13	1.55	
			D-D	-	-	-	-	-	0.72	1.40		
3	Skenario III	1	A-A	0	7.50	0.5	2.00			0.51	1.40	} Krib Eksisting
								14.90				
		2	B-B	0	7.50	0.5	2.00			0.12	1.56	
								14.70				
		3	C-C	0	7.50	0.5	2.00			0.03	1.31	
			D-D	34	27.50	0.5	2.00			0.42	1.75	Krib Baru

Sumber : Hasil perhitungan

Dari tabel diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa distribusi kecepatan yang terbesar terjadi pada simulasi

Skenario III yaitu 1,75 m/dtk dengan penambahan krib sebagai tanggul pemisah aliran.

**Tabel 5 Rekapitulasi Tegangan Geser**

No.	Kondisi	Krib	Cross Section	Dimensi Krib				Jarak Krib (m)	Tegangan Geser		Keterangan	
				Sudut (°)	Parjang (m)	Tinggi Pondasi (m)	Tinggi Krib (m)		Minimum (N/m <sup>2</sup> )	Maksimum (N/m <sup>2</sup> )		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Skenario I (Eksisting)	1	A-A	0	7.50	0.5	2.00			0.65	5.39	} Krib Eksisting
								14.90				
		2	B-B	0	7.50	0.5	2.00			0.04	6.57	
								14.70				
		3	C-C	0	7.50	0.5	2.00			0.00	5.00	
			D-D	-	-	-	-	-	1.29	6.09		
2	Skenario II	1	A-A	15	8.00	0.5	2.00			2.51	6.04	
								14.90				
		2	B-B	15	8.50	0.5	2.00			0.24	6.91	
								14.70				
		3	C-C	15	9.00	0.5	2.00			0.02	6.68	
			D-D	-	-	-	-	-	1.21	6.05		
3	Skenario III	1	A-A	0	7.50	0.5	2.00			0.74	5.45	} Krib Eksisting
								14.90				
		2	B-B	0	7.50	0.5	2.00			0.04	6.83	
								14.70				
		3	C-C	0	7.50	0.5	2.00			0.00	4.69	
			D-D	34	27.50	0.5	2.00			0.46	8.65	Krib Baru

Sumber : Hasil perhitungan



2. Jika  $\tau_0 < \tau_{cr}$  maka dapat dikatakan belum terjadi gerakan butiran dimana tegangan geser lebih kecil dari tegangan geser kritis.

Jika  $\tau_0 > \tau_{cr}$  maka akan terjadi gerakan pada butiran atau dinamakan angkutan sedimen, dimana tegangan geser lebih besar dari tegangan geser kritis.

(keadaan di atas berdasarkan diameter butiran).

Dari penjelasan tersebut diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kecepatan

aliran dan tegangan geser sangat mempengaruhi geometri sungai karena kedua parameter tersebut dapat menyebabkan sungai mengalami pengangkutan sedimen.

3. Dari ke 3 hasil simulasi didapatkan hasil perbandingan perubahan dasar sungai skenario II dan skenario III terhadap kondisi dasar sungai skenario

I (eksisting) menunjukkan luasan yang tererosi dan sedimentasi di setiap *cross section*, ditunjukkan pada Tabel 6 dibawah ini:

**Tabel 6** Rekapitulasi Perbandingan Distribusi Sedimen

No.	Kondisi	Krib	Cross Section	Luasan Perubahan Dasar Sungai		Keterangan			
				Erosi (m <sup>2</sup> )	Sedimentasi (m <sup>2</sup> )				
1	2	3	4	5	6	7			
1	Skenario I (Eksisting)	1	A - A	0.00	1.31	} Krib Eksisting			
			B - B	5.29	2.71				
			C - C	0.00	1.98				
						D - D	0.00	3.40	
						E - E	0.00	3.12	Tugu Suharto
						F - F	0.00	1.37	
<b>Jumlah</b>				<b>5.29</b>	<b>13.88</b>				
2	Skenario II	1	A - A	0.00	8.02	} Krib 15° Condong ke hulu			
			B - B	0.00	27.40				
			C - C	0.04	32.01				
						D - D	0.00	5.49	
						E - E	2.32	1.58	Tugu Suharto
						F - F	2.57	3.29	
<b>Jumlah</b>				<b>4.93</b>	<b>77.79</b>				
3	Skenario III	1	A - A	1.17	4.30	} Krib Eksisting			
			B - B	0.25	1.47				
			C - C	1.28	2.19				
						D - D	1.41	8.65	Krib Baru
						E - E	4.24	0.05	Tugu Suharto
						F - F	0.12	1.75	
<b>Jumlah</b>				<b>8.47</b>	<b>16.40</b>				

Sumber : Hasil perhitungan

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi model numerik 2 dimensi dari ke tiga skenario penempatan krib di pertemuan Sungai Garang dan Kreo diatas maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Distribusi kecepatan hasil simulasi skenario III pada kondisi krib eksisting dengan penambahan krib 34° arah hilir dan panjang 27,50 m' di pertemuan aliran kedua sungai menunjukkan kecepatan maksimum yang terjadi lebih besar dari hasil skenario I dan II, yaitu

sebesar 1,75 m'/detik pengaruh terhadap debit banjir rancangan kala ulang (Q<sub>50</sub>) tahun pada jam ke 5 puncak hidrograf banjir) dengan waktu simulasi selama 35 jam.

2. Tegangan geser dasar sungai yang terbesar terjadi pada hasil simulasi skenario III pada kondisi krib eksisting dengan penambahan krib 34° arah hilir dan panjang 27,50 m' di pertemuan aliran kedua sungai (yaitu sebesar 8,65 N/m<sup>2</sup>), lebih besar dari hasil simulasi skenario I dan skenario II pengaruh

terhadap debit banjir rancangan kala ulang ( $Q_{50}$ ) tahun pada jam ke 5 (puncak hidrograf banjir) dengan waktu simulasi selama 35 jam.

3. Distribusi sedimen pada hasil simulasi skenario III pada kondisi krib eksisting dengan penambahan krib pemisah aliran sepanjang 27,50 m, 34° condong ke hilir menunjukkan sedimentasi yang terbesar terjadi di ujung krib 1, antara krib 1-2, 2-3, 3-4 dan dikiri, kanan serta di ujung krib baru, sedangkan erosi terjadi ke arah tanggul sebelah kanan penampang sungai, yang selama ini sering terjadi sedimentasi. Penambahan krib baru (skenario III) sebagai tanggul pemisah aliran lebih efektif dibandingkan dengan posisi krib skenario I dan skenario II, dimana penambahan krib tersebut dapat memisahkan aliran dari Sungai Garang dan Kreo. Kecepatan aliran di Sungai Garang bertambah dan menyebabkan gerusan/erosi sehingga dapat mengurangi sedimentasi yang sering terjadi di pertemuan Sungai Garang dan Kreo.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011. *Laporan Akhir Pekerjaan Detail Desain Bangunan Pengendali Sedimen di Hulu DAS Garang*. CV CATUR EKA KARSA.
- Anonim, 2006. SMS 10.0, *User Guide for RMA2 Version 4.5*, U.S. Army Engineer Research and Development Center Waterways Experiment Station Coastal and Hydraulics Laboratory, California.
- Anonim, 2003. SMS 8.1, *User Guide for SED2D Version 4.5*, U.S. Army Engineer Research and Development Center Waterways Experiment Station Coastal and Hydraulics Laboratory, California.
- Atmodjo, Warsito. 2011. *Studi Penyebaran Sedimen Tersuspensi Di Muara Sungai Porong Kabupaten Pasuruan*. Volume 1 60-81
- Priyantoro, Dwi. 1987. *Teknik Pengangkutan Sedimen*. Malang : Biro Penerbit Himpunan Mahasiswa Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
- Sosrodarsono, Suyono dan Masateru Tominaga, K. 1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. PT. Pradnya Paramita Jakarta.