

PEMODELAN NUMERIK PENGAMANAN SUNGAI SADDANG DENGAN PEMASANGAN KRIB

NUMERICAL MODELING OF SADDANG RIVER PROTECTION BY USING GROUYNE

James Zulfan¹⁾, Dery Indrawan²⁾, F.Yiniarti³⁾

^{1,2,3)}Peneliti Balai Bangunan Hidraulik dan Geoteknik Keairan
Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air
Jl. Ir.H.Juanda no.193, Bandung
email : jameszulfan@gmail.com

Diterima: 03 Februari 2013; Disetujui: 27 September 2013

ABSTRAK

Sungai Saddang merupakan salah satu sungai utama di Sulawesi Selatan yang melintasi beberapa desa dengan panjang sungai kurang lebih 181,5 km. Salah satu permasalahan yang ada pada sungai ini adalah adanya gerusan yang mengancam wilayah sungai tersebut terutama di sekitar dusun Bakoko. Hal tersebut terjadi di tikungan luar sungai karena aliran yang cukup deras dimana ruas sungai Saddang yang bermasalah merupakan ruas sungai yang berliku sehingga memicu terjadinya gerusan di tikungan luar sungai. Salah satu upaya pengendalian dan pengamanan sungai ini yaitu dengan perkuatan tebing dengan memasang krib untuk melindungi tebing sungai. Hal ini dilakukan agar kecepatan aliran di tikungan luar sungai bisa diperlambat sehingga tidak semakin menggerus tepi sungai, karena pada umumnya kecepatan aliran di tikungan terluar sungai lebih besar daripada kecepatan di sisi lainnya. Penelitian dilakukan dengan pemodelan numerik dari sungai Saddang khususnya di daerah Bakoko dengan menggunakan software MIKE 11 dan MIKE 21C untuk membantu simulasinya. Simulasi pemodelan dilakukan dengan 2 skenario yaitu skenario eksisting dan skenario dengan pemasangan krib. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemasangan krib di tikungan sungai Saddang khususnya di dusun Bakoko dalam rangka pengamanan sungai.

Kata kunci: Gerusan, krib, pemodelan numerik, sungai Saddang, tikungan sungai

ABSTRACT

Saddang River is one of the main rivers in South Sulawesi which the length of the river is approximately 181,5 km. One of the problem that happened in this river is the scouring problem that threaten the river, especially in Bakoko village. This phenomenon occur in the outer bend of the river because the high velocity of the flow which trigger the scouring. One of the solution to overcome this problem is to protect the river bank using groyne. This condition needs to be done to decrease the velocity on the outer bend of the river to reduce the scouring because generally the velocity in the outer bend is higher than other sides. This study is conducted by using numerical modeling of Saddang river especially in Bakoko areas and also using MIKE 11 and MIKE 21C software to help the simulation. The model simulation is divided into 2 scenarios which are existing scenario and modification scenario using groyne. The objective of this study is to analyze the effect of groyne construction on the outer bend of the Saddang river especially in Bakoko village in order to protect the river bank.

Keywords: Scouring, groyne, numerical modelling, Saddang river, river bend

PENDAHULUAN

Sungai Saddang merupakan salah satu sungai utama di Sulawesi Selatan dengan panjang sekitar ±181,5 km yang melintasi beberapa kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan dengan luas DAS ± 5.453 km² seperti terlihat pada

Gambar 1. Secara administratif wilayah DAS Saddang meliputi kabupaten Pinrang, Enrekang, Tana Toraja dan Toraja Utara di Provinsi Sulawesi Selatan. Sungai Saddang bermuara di Selat Makasar dengan dua outlet yaitu di muara Babana dan

muara Paria. Pemanfaatan aliran sungai Saddang sangatlah besar baik untuk irigasi, PLTA dan air baku.

Salah satu permasalahan yang ada di daerah ini adalah perubahan penggunaan lahan di bagian hulu sungai yang berperan dalam meningkatnya erosivitas lahan, sehingga di beberapa daerah di sepanjang sungai Saddang terdapat area kritis yang berpotensi mengalami gerusan dan memerlukan penanganan. Salah satu daerah yang mengalami permasalahan gerusan ini adalah di dusun Bakoko. Di daerah ini terjadi gerusan yang terus menerus sehingga apabila tidak segera dilakukan tindakan pengamanan akan menjadi semakin berbahaya, apalagi di daerah ini terdapat pemukiman dan infrastruktur lainnya yang lokasinya dekat dengan tepi sungai.

Masalah gerusan ini membahayakan sungai dan bangunan air disekitarnya sehingga kondisi semacam ini perlu mendapatkan perhatian agar potensi sumber air yang ada bisa dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat.

Upaya pengendalian dan pengamanan sungai dapat dilakukan di sepanjang sungai dengan berbagai cara, antara lain dengan perkuatan tebing dengan pemasangan krib yang ditempatkan di tikungan luar sungai.

Pengamanan diperlukan bilamana terjadi kerusakan tebing akibat benturan langsung ke tebing atau rusaknya fondasi kaki tebing atau tanggul akibat pusaran aliran air sungai. Untuk sungai-sungai yang lebar kerusakan tebing tak langsung terkena benturan arus air tetapi secara tak langsung, karena arus yang tercepat tidak terjadi di tengah alur sungai maka untuk

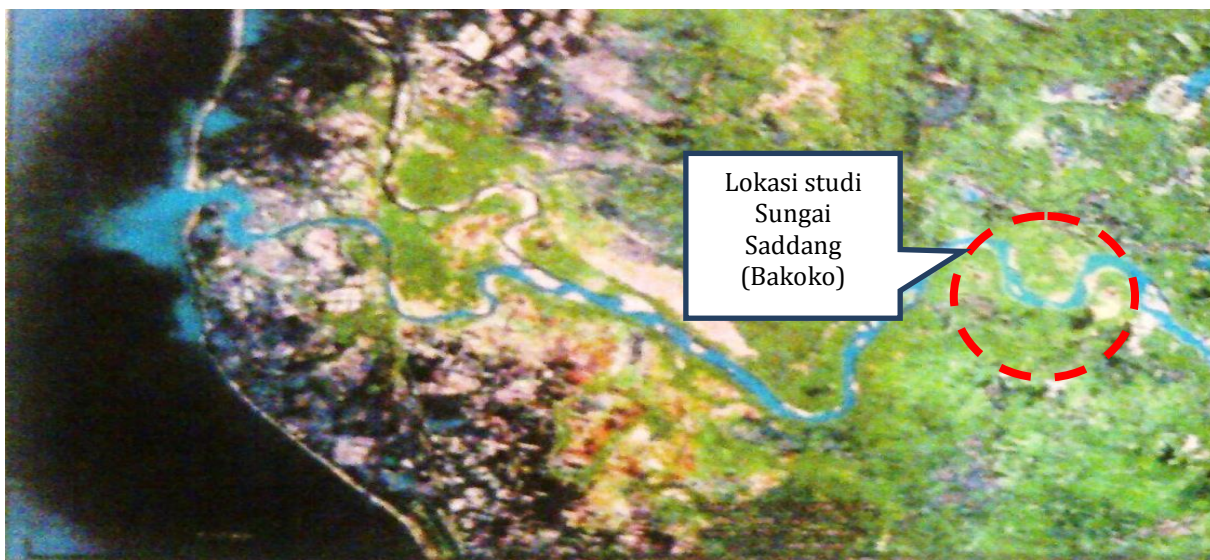
mengatur/mengarahkan arus aliran sungai ini diperlukan krib (Yuliman, 2010).

Hal tersebut akan mengurangi kecepatan aliran di tikungan luar sungai dan mengarahkannya ke bagian tengah sungai sehingga dapat mengurangi potensi terjadinya gerusan di tepi sungai. Dalam penelitian ini dilakukan simulasi pemodelan numerik sungai untuk mengetahui pengaruh dari pemasangan krib untuk pengamanan di tikungan luar sungai. Data-data yang diperlukan didapatkan dari hasil penyelidikan lapangan dan dilengkapi oleh data-data teknis dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang.

KAJIAN PUSTAKA

1 Perilaku Aliran di Tikungan

Gaya sentrifugal yang terjadi pada belokan atau tikungan dapat menimbulkan arus aliran melintang bersama aliran utama sungai. Hal ini banyak terjadi pada sungai yang berliku dimana gerusan akan tampak pada sisi luar belokan atau tikungan dan pengendapan akan terjadi pada sisi dalam belokan atau tikungan. Pada daerah tikungan pengikisan terjadi diawal tikungan dan pengendapan terjadi di akhir tikungan dan dan pengikisan paling banyak di bagian luar tikungan dan pengendapan di bagian dalam tikungan. (Darwizal, dkk 2006) Pengaruh kemiringan (superelevasi tikungan) memperbesar pengikisan bila superelevasi miring ke arah dalam tikungan, dan akan berkurang bila kemiringan sebaliknya. Tetapi pengerusan masih besar akibat aliran yang terpuntir (turbulensi) di tikungan (Darwizal, dkk 2009).



Gambar 1 Peta lokasi studi sungai saddang di dusun bakoko

2 Bangunan Pengatur Sungai

Menurut Sidharta dalam buku “Irigasi dan Bangunan Air” bangunan pengatur sungai adalah suatu bangunan air yang dibangun pada sungai dan berfungsi untuk mengatur aliran air agar tetap stabil dan sebagai pengendali banjir. Jenis-jenis bangunan pengatur sungai antara lain perkuatan lereng, pengatur arus (krib), tanggul, dam penanahan sedimen (*check dam*) dan *ground sill*. Krib adalah bangunan air yang secara aktif mengatur arah arus sungai dan mempunyai efek positif yang besar jika dibangun secara benar. Sebaliknya, apabila krib dibangun secara kurang semestinya, maka tebing di seberangnya dan bagian sungai sebelah hilir akan mengalami kerusakan. Krib dibuat mulai dari tebing sungai kearah tengah, guna mengatur arus sungai dan tujuan utamanya adalah:

- a Mengatur arah arus sungai,
- b Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai,
- c Mempercepat sedimentasi,
- d Menjamin keamanan tanggul atau tebing terhadap gerusan,
- e Mempetahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai,
- f Mengkonsentrasikan arus sungai dan memudahkan penyadapan.

Tujuan dari pengaturan alur sungai antara lain adalah sebagai berikut :

- 1 Mengatur aliran sungai sedemikian rupa sehingga pada waktu banjir air dapat mengalir dengan cepat dan aman,
- 2 Mengatur kecepatan aliran sungai yang memungkinkan adanya pengendapan dan pengangkutan sedimen dengan baik,
- 3 Mengarahkan aliran ketengah alur sungai agar tebing sungai tidak terkikis.

Klasifikasi Krib

1 Krib tipe *permeable*

Pada tipe *permeable*, air dapat mengalir melalui krib. Bangunan ini akan melindungi tebing terhadap gerusan arus sungai dengan cara meredam energi yang terkandung dalam aliran sepanjang tebing sungai dan bersamaan dengai itu mengndapkan sendimen yang terkandung dalam aliran. Krib *permeable* terbagi dalam beberapa jenis, antara lain jenis tiang pancang, rangka pyramid, dan jenis rangka kotak. Krib *permeable* disebut juga dengan krib lolos air. Krib lolos air adalah krib yang diantara bagian-bagian konstruksinya dapat dilewati aliran, sehingga kecepatannya akan berkurang karena terjadinya gesekan dengan bagian konstruksi krib tersebut dan memungkinkan adanya endapan angkutan muatan di tempat ini.

2 Krib tipe *impermeable*

Krib dengan konstruksi tipe *impermeable* disebut juga krib padat atau krib tidak lolos air, sebab air sungai tidak dapat mengalir melalui tubuh krib. Bangunan ini digunakan untuk membelokkan arah arus sungai dan karenanya sering terjadi gerusan yang cukup dalam di depan ujung krib atau bagian sungai di sebelah hilirnya. Untuk mencegah gerusan, dipertimbangkan penempatan pelindung dengan konstruksi fleksibel seperti matras atau hamparan pelindung batu sebagai pelengkap dari krib padat. Dari segi konstruksi, terdapat beberapa jenis krib *impermeable* misalnya brojong kawat, matras dan pasangan batu.

3 Krib tipe *semi permeable*

Krib *semi permeable* ini berfungsi ganda yaitu sebagai krib lolos air dan krib padat. Biasanya bagian yang padat terletak disebelah bawah dan berfungsi pula sebagai pondasi. Sedangkan bagian atasnya merupakan konstruksi yang *permeable* disesuaikan dengan fungsi dan kondisi setempat. Krib *semi permeable* disebut juga dengan krib semi lulus air adalah krib yang dibentuk oleh susunan pasangan batu kosong sehingga rembesan air masih dapat terjadi antara batu-batu kosong.

4 Krib Silang dan Memanjang

Krib yang formasinya tegak lurus atau hampir tegak lurus sungai dapat merintang aris dan dinamakan krib melintang. Sedangkan krib yang formasinya hampir sejajar arah arus sungai disebut krib memanjang.

Konstruksi Krib

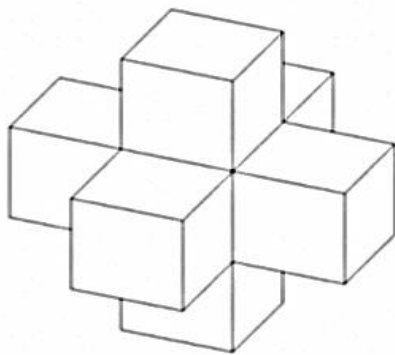
- a Krib tiang pancang: contoh krib *permeabel* dan dapat digunakan baik untuk krib memanjang maupun krib melintang. Konstruksinya sangat sederhana dan dapat meningkatkan proses pengendapan serta sangat cocok untuk bagian sungai yang tidak deras arusnya.
- b Krib rangka: krib yang cocok untuk sungai-sungai yang dasarnya terdiri dari lapisan batuatau krikil yang sulit dipancang dan krib rangka ini mempunyai kemampuan bertahan yang lebih besar terhadap arus sungai dibandingkan dengan krib tiang pancang.
- c Krib blok beton: krib blok beton mempunyai kekuatan yang baik dan awet serta sangat fleksibel dan umumnya dibangun pada bagian sungai yang arusnya deras. Bentuk dan denah krib serta berat masing-masing blok beton sangat bervariasi tergantung dari kondisi setempat antara lain dimensi serta kemiringan sungai dan penetapannya didasarkan pada contoh-contoh yang sudah ada atau

pengalaman-pengalaman pada krib-krib sejenis yang pernah dibangun.

3 Blok Beton Kubus Kaki Enam

Blok beton kubus kaki enam dapat dilihat pada **Gambar 2** (Pusair, 2003). Bentuk ini dipilih karena lengan momen guling blok beton kubus kaki enam relatif sama panjang pada semua kemungkinan titik guling sehingga memberikan karakteristik sebagai berikut :

- a Blok beton kubus kaki enam dapat dijatuhkan secara acak dan terkait dengan baik dengan jalan dijatuhkan dengan bantuan alat pengangkut mekanik (*crane*), sehingga dapat diterapkan dalam kondisi kedalaman air yang besar.
- b Blok beton berfungsi sebagai lapisan perisai yang tahan terhadap gerusan aliran sungai sehingga dapat memperkuat stabilitas tebing.



Gambar 2 Blok Beton Kubus Kaki Enam

4 Korelasi Muka Air Dan Debit

Korelasi ini dibuat berdasarkan dari data pengukuran besar aliran pada suatu tempat. Untuk hasil yang baik, diperlukan adanya data pengukuran besar aliran pada saat muka air rendah, sedang sampai tinggi. Pembuatan grafik korelasi ini sendiri dengan menggunakan cara logaritmik. Pada umumnya grafik korelasinya berbentuk parabolik dan dapat dinyatakan dalam bentuk rumus:

$$Q = p \times H^n \tag{1}$$

Keterangan:

Q, debit (m³/s)

H, tinggi muka air (m)

p, n, konstanta

Apabila persamaan tersebut dilogaritmakan maka persamaan akan berbentuk linier:

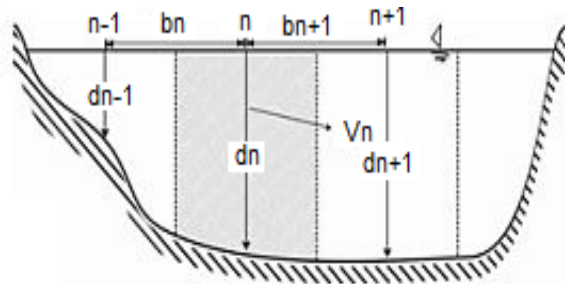
$$\log Q = \log p + n \cdot \log H \tag{2}$$

Keterangan:

n adalah kemiringan dari grafik persamaan tersebut dan adalah debit pada perpotongan grafik persamaan tadi dengan sumbu.

5 Analisis Debit Aliran Sesaat Sungai (Q)

Perhitungan nilai debit aliran (Q) terdiri atas beberapa metode, salah satunya adalah Cara Irisan Tengah (*Mid Section Method*) seperti ilustrasi yang terlihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Gambar melintang sungai untuk menghitung debit sesuai *mid section method*

Cara menghitung debit (Q) dan debit seksi (q) :

$$a_n = \frac{b_n + b_{n+1} \times d_n}{2}$$

$$q_n = a_n \times V_{n+1}$$

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i$$

Keterangan:

Q_n: debit seksi ke-n (m³/s)

q_i: debit tiap seksi ke-i (m³/s)

a_n: luas seksi ke-n(m²)

\bar{V}_n :kecepatan air rata-rata pada seksi yang bersangkutan ke-n (m²/s)

\bar{V}_{n+1} :kecepatan rata-rata di kedalaman dn+1 (m²/s)

Q: debit sungai (m³/s)

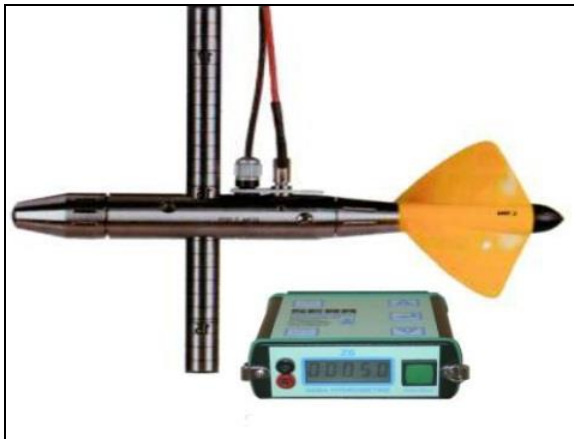
METODOLOGI

Pengumpulan Data

1 Pengumpulan data primer

Pengumpulan data primer meliputi pengukuran kecepatan aliran dan debit sesaat di sungai Saddang. Tujuan pengukuran kecepatan aliran adalah untuk mendapatkan besaran kecepatan dan arah aliran yang akan berguna dalam penentuan sifat dinamika perairan lokal.

Data ini akan digunakan sebagai data kalibrasi model dan data untuk perhitungan debit sungai. Alat yang digunakan pada kegiatan pengukuran kecepatan aliran ini adalah *currentmeter* tipe baling-baling sehingga pengukuran kecepatan aliran tidak hanya di permukaan saja tetapi pada kedalaman yang dikehendaki pada penampang sungai. Alat *currentmeter* dapat dilihat pada **Gambar 4** dibawah ini.



Gambar 4 *Currentmeter* Tipe Baling-Baling

2 Pengumpulan data sekunder

Pengumpulan data sekunder meliputi peta data bathymetri, data debit banjir, dan data cross section dari lokasi studi.

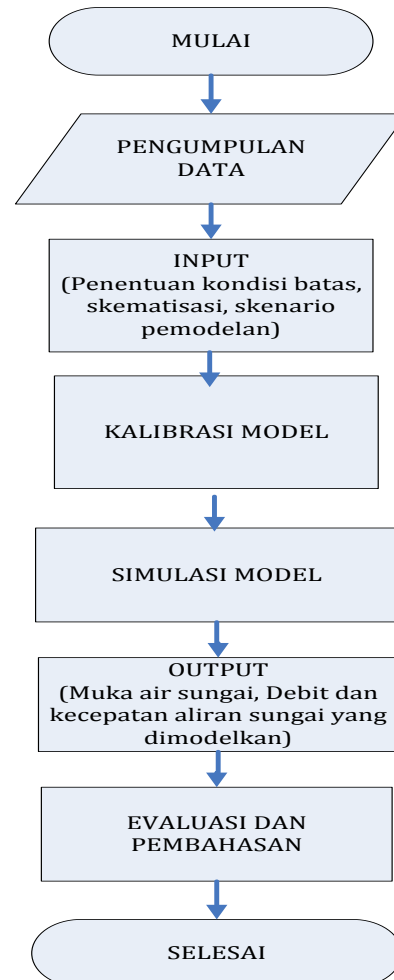
Pemodelan Hidraulik

Pemodelan hidraulik ini meliputi pemodelan 1D dan 2D aliran sungai dengan menggunakan *MIKE 11* dan *MIKE 21C*. Model ini dipilih karena dirancang untuk mampu dapat menganalisis perubahan morfologi di tikungan sungai. Namun demikian, sebagaimana biasa dalam simulasi pemodelan secara umum, hasil yang diperoleh tidak dapat terlepas dari faktor kesalahan (*error*). Faktor penyebab kesalahan ini dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti faktor keterbatasan atau sensitivitas peralatan, pemakai atau manusia (*human error*) dan lain-lain. Untuk meminimalisasi kesalahan dalam simulasi pemodelan ini adalah dengan melaksanakan proses kalibrasi.

Hasil simulasi pemodelan yang baik dari suatu parameter hidrodinamik (kecepatan aliran, muka air), dapat dilihat berdasarkan tingkat presisi dan akurasi yang dihasilkan. Akurasi menunjukkan kedekatan nilai hasil simulasi dengan nilai parameter di lapangan sebenarnya. Untuk menentukan tingkat akurasi perlu diketahui nilai sebenarnya dari parameter yang diukur dan kemudian dapat diketahui seberapa besar tingkat akurasinya. Hal ini dapat dilihat dari standar deviasi yang diperoleh dari pengukuran, dimana

prediksi yang baik akan memberikan standar deviasi yang kecil dan bias yang rendah.

Bagan alir pemodelan numerik yang dilakukandapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5 Bagan Alir Pemodelan Numerik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei Lapangan

Survei lapangan seperti terlihat pada Gambar 6 dilaksanakan untuk mengidentifikasi lokasi beserta permasalahan yang ada. Kondisi morfologi, kondisi geologi, kondisi klimatologi (curah hujan sehingga tanah jenuh), kondisi lingkungan/tata guna lahan (hidrologi, vegetasi), dan aktivitas manusia (pertanian, pertambakan, irigasi) menjadi faktor penyebab terjadinya gangguan pada sungai Saddang. Oleh karena itu, diperlukan suatu strategi penanganan sungai dengan mempertimbangkan analisis hidraulik seperti model numerik 2D untuk memprediksi potensi gerusan di tikungan luar dengan melihat kecepatan aliran sungai tersebut. Survei

hidrometri dilaksanakan dengan pengamatan fluktuasi muka air, dan pengukuran kecepatan aliran sungai yang dilaksanakan sebanyak 2 kali di daerah jembatan sungai Saddang. Berdasarkan hasil pengukuran dapat diketahui bahwa sungai pada ruas ini tidak dipengaruhi lagi oleh pasang surut dan arus kecepatan aliran yang terjadi adalah aliran satu arah yaitu aliran dari hulu ke hilir. Kemudian berdasarkan dari pengukuran tersebut diketahui bahwa debit aliran (Q) pada saat penyelidikan adalah 1.788,462 m³/s dan 1.725,34 m³/s. Debit tersebut akan digunakan untuk kalibrasi model sungai Saddang dengan menggunakan *software*.



Gambar 6 Pengukuran Debit Di Sungai Saddang

Pemodelan Hydrodynamic 1D

Setelah data lapangan telah terkumpul melalui kegiatan survei dan pengukuran maka dilanjutkan dengan pemodelan sungai dengan bantuan *software MIKE 11* dan *MIKE 21C* untuk respon morfologi sungai. Pemodelan numerik dimaksudkan untuk mengetahui:

- a. karakteristik sistem sungai dan respon sungai terhadap skenario pengendalian/pengamanan sungai,
- b. ruas-ruas sungai yang mempunyai kecenderungan terjadinya gerusan,
- c. usulan bangunan pengaman sungai.

Pemodelan *hydrodynamic* 1D ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis karakteristik sungai Saddang dan kemampuan kapasitas sungai untuk mengalirkan debit banjir dengan periode ulang tertentu seperti tercantum dalam buku “*MIKE 11 A Modelling System for Rivers and Channels User Guide*”. Dalam simulasi ini dilakukan pemodelan 1D Sungai Saddang sepanjang 50 km mulai dari daerah Pekabatta sampai ke muara sungai Saddang. Langkah awal dalam simulasi model numerik yaitu pengumpulan data input, baik data primer maupun data sekunder. Data-data dalam pemodelan ini didapatkan dari hasil

pengukuran yang dilengkapi dengan data sekunder dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang seperti data geometri sungai berupa data potongan melintang (*cross section*) dan potongan memanjang (*long section*) mulai dari batas hulu (A1) sampai ke hilir muara sungai Saddang (C197).

Setelah itu dilanjutkan dengan pembuatan jaringan sungai (*river network*) dengan menghubungkan potongan penampang melintang (*cross section*) dengan potongan penampang memanjang (*long section*) sungai sehingga menjadi satu kesatuan. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan parameter batas (*boundary*) sebagai masukan dalam pemodelan dengan menggunakan *software MIKE 11*.

Pemodelan menggunakan data topografi tahun 2010 yang digunakan untuk meninjau sistem sungai secara keseluruhan dan digunakan juga sebagai masukan (*input*) dalam analisis berikutnya. Namun hal yang pertama dilakukan adalah mengkalibrasi terlebih dahulu model sungai.

Kalibrasi model numerik di sungai Saddang dilakukan berdasarkan data pengukuran debit dan tinggi muka air di lapangan. Dimana hasil kalibrasi menunjukkan kemiripan antara kedalaman air di lokasi pengukuran debit model dengan kondisi lapangan. Dalam proses kalibrasi ini, perbedaan tinggi muka air yang terjadi antara di model dan di lapangan hanya ±0,02 m sehingga hasilnya dapat diterima. Oleh karena itu data yang digunakan dapat digunakan untuk pemodelan selanjutnya. Rekapitulasi hasil kalibrasi model dengan kondisi lapangan dapat dilihat lebih detail dalam Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Kedalaman Sungai Saddang Hasil Pemodelan Dan Hasil Pengukuran Lapangan

Lokasi	Q (m ³ /s)	Kedalaman di model (m)	Kedalaman di lapangan (m)
Jembatan sungai Saddang	1.788,46	6,278 m	6,255 m
	1.725,34	6,157 m	6,143 m

Sebagai langkah awal dalam analisis model numerik adalah penentuan parameter sebagai masukan dalam pemodelan. Dalam analisis di Sungai Saddang ini ada 2 parameter masukan utama yang diperlukan, yaitu besar debit sebagai batas udik, dan tinggi muka air laut sebagai batas hilir. Debit dominan yang biasa digunakan dalam analisis morfologi sungai adalah debit Q 2 sampai 5 tahun, namun dalam tulisan ini debit dominan menggunakan debit banjir 5 tahunnya itu 2695,01 m³/s untuk mengakomodasi debit kecil dengan

pertimbangan banyak terdapat infrastruktur dan pemukiman di sekitar sungai.

Dalam simulasi ini terdapat dua parameter masukan utama yang diperlukan, yaitu besar debit sebagai batas udik, dan tinggi muka air laut sebagai batas hilir. Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari BBWS Pompengan Jeneberang didapatkan tabel debit banjir rencana seperti pada Tabel 2.

Simulasi pemodelan ini menggunakan debit banjir periode ulang 5 tahunan dimana pemodelan juga menggunakan *software MIKE 11* dengan periode simulasi 1 tahun pada sepanjang alur sungai Saddang dengan simulasi aliran tidak tetap (*unsteady flow*).

Berdasarkan hasil pemodelan diketahui bahwa di beberapa lokasi sungai Saddang seperti di daerah Bakoko tinggi muka air banjirnya (garis yang berwarna merah) telah melebihi dari tanggul kanan dan kirinya sehingga hal ini menyebabkan banjir pada area tersebut seperti terlihat pada Gambar 7.

Hasil keluaran (*output*) tinggi muka air dari pemodelan 1D ini akan dijadikan masukan (*input*) untuk batas dalam pemodelan 2D selanjutnya.

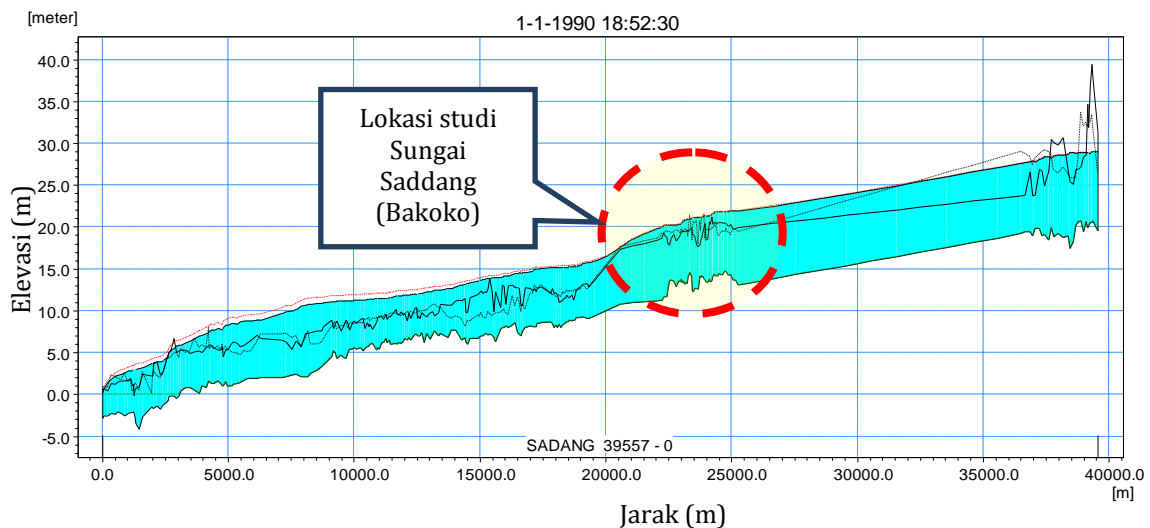
Pemodelan Hydrodynamic 2D

Pemodelan *hydrodynamic* 2D ini dilakukan dengan menggunakan *software MIKE 21C* yang bertujuan untuk mengetahui respon morfologi sungai terhadap beberapa skenario yang diterapkan di sungai tersebut seperti tercantum dalam buku “*MIKE 21C Training*”. Dalam hal ini yang akan dibandingkan adalah kecepatan aliran yang berpotensi mengakibatkan gerusan di tepi tikungan luar sungai Saddang. Pemodelan ini akan mensimulasikan sungai Saddang khususnya daerah Bakoko sepanjang 3 kilometer dan nantinya akan dilihat bagaimana pengaruhnya dengan membandingkan kecepatan pada titik tinjau, dimana titik tinjau ini merupakan daerah kritis berdasarkan hasil pengamatan di lapangan. Data yang digunakan dalam simulasi ini adalah data topografi sungai Saddang tahun 2010 khususnya area sungai Saddang di sekitar dusun Bakoko seperti yang terlihat pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**. Data ini yang menunjukkan kontur dan kedalaman dari sungai Saddang yang telah dikalibrasi pada pemodelan sebelumnya yaitu pemodelan 1D dengan menggunakan *software MIKE 11*.

Tabel 2 Debit banjir rencana sungai Saddang

PeriodeUlang	Debit (m ³ /s)
Q2	2.487,91
Q5	2.695,01
Q25	3.701,57

Sumber : BBWS Pompengan-Jeneberang, tahun 2010

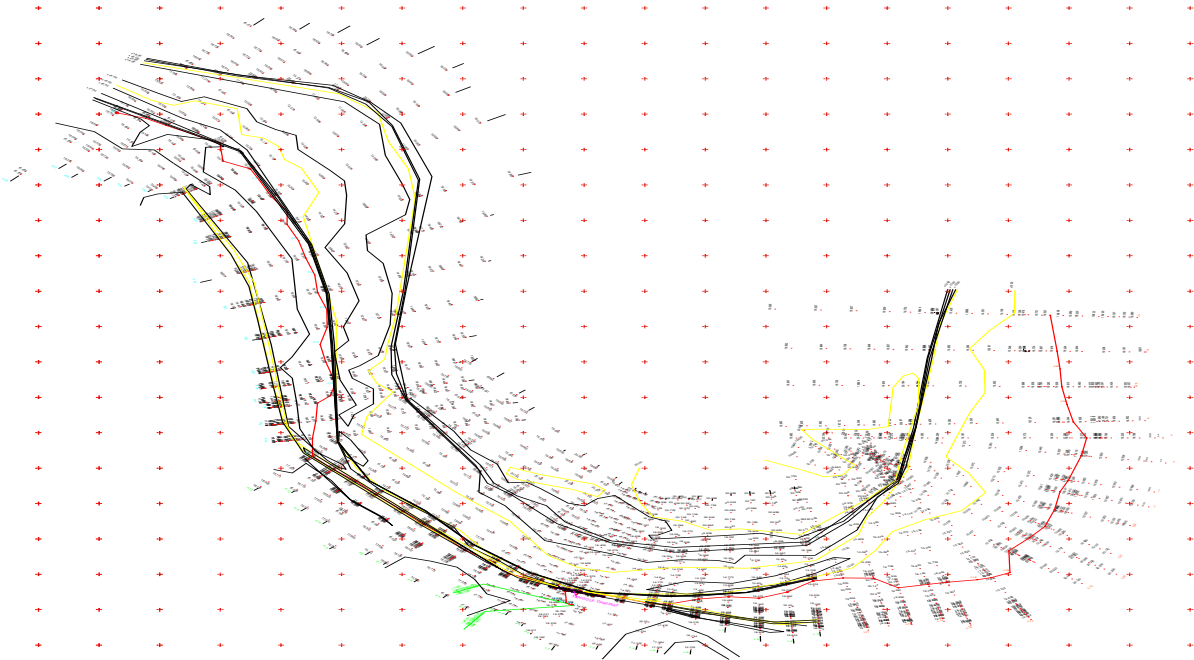


Gambar 7 Hasil Pemodelan 1D Sungai Saddang

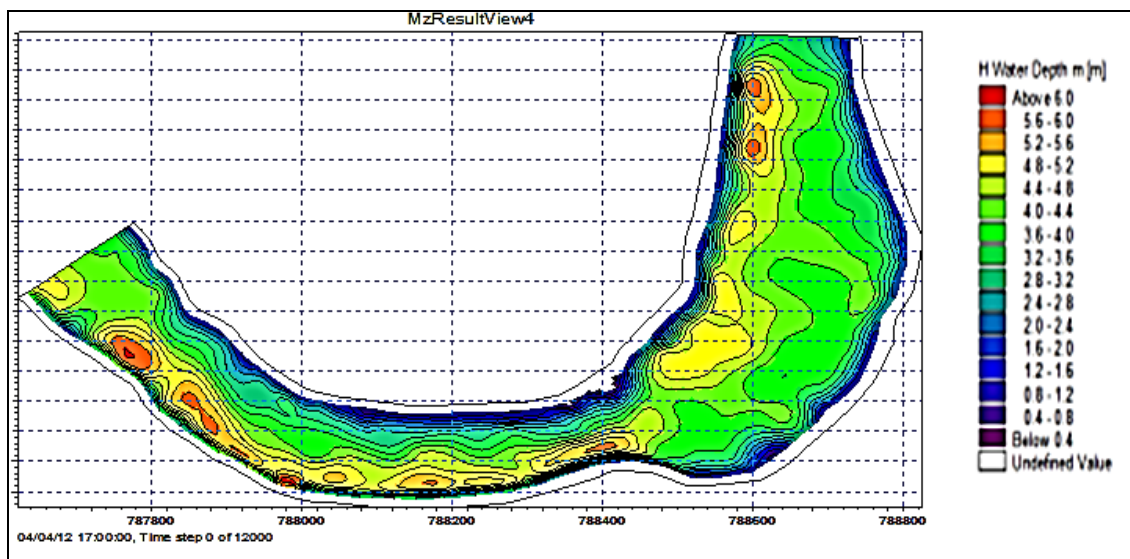
Kemudian dilanjutkan dengan penentuan parameter batas (*boundary*) dalam hal ini parameter dan kondisi batas hulu debit Q 5 tahunan dan tinggi muka air hilir +19 m dengan periode simulasi 1 tahun. Di dalam pemodelan ini dilakukan 2 skenario yaitu skenario 1 yaitu kondisi eksisting dan skenario 2 yaitu kondisi dengan pemasangan krib.

a. Skenario 1 Kondisi Eksisting

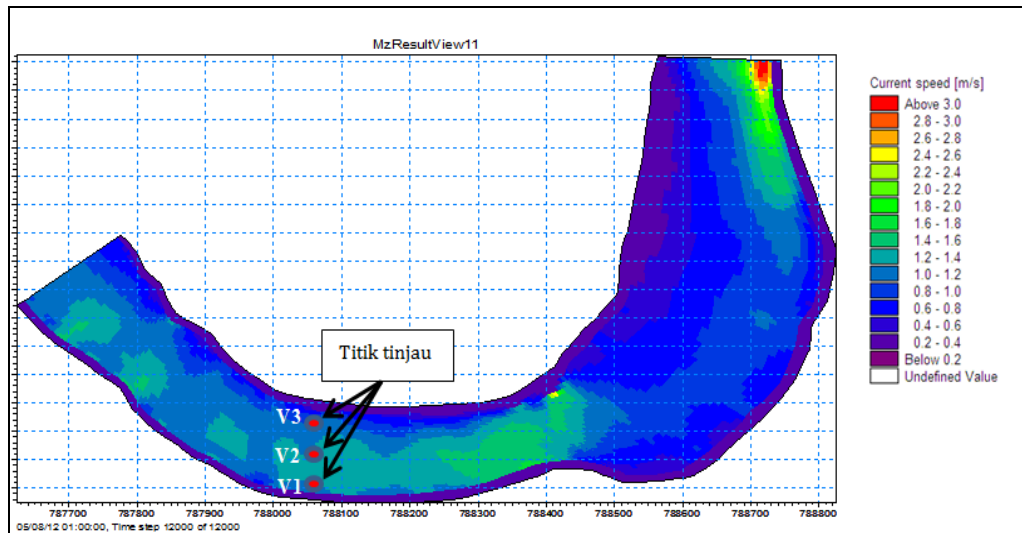
Skenario kondisi eksisting merupakan skenario untuk melakukan pemodelan *hydrodynamic* dan morfologi sungai dengan kondisi sungai sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan tanpa dilakukan perubahan apapun. Parameter dan kondisi batas yang digunakan didapatkan dari data lapangan yang dilengkapi dengan data sekunder dari BBWS Pompengan Jeneberang.



Sumber : BBWS Pompengan-Jeneberang, tahun 2010
Gambar 8 Topografi Sungai Saddang (Bakoko)



Gambar 9 Topografi Sungai Saddang Di Dusun Bakoko Dalam Simulasi MIKE 21C



Gambar 10 Kecepatan Aliran Sungai Saddang Di Dusun Bakoko Dengan Skenario 1



Gambar 11 Lokasi Tikungan Luar Sungai Saddang (Bakoko) Yang Telah Mengalami Gerusan

Selain melihat kontur dan kedalaman sungai dalam skenario ini juga dapat dilihat kondisi kecepatan aliran sungainya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa besaran kecepatan pada sungai Saddang yang nantinya akan berkaitan dengan potensi terjadinya gerusan di tepi sungai khususnya di tikungan luar sungai. Berdasarkan hasil pemodelan morfologi sungai seperti yang terlihat pada Gambar 10 untuk kondisi eksisting pada 3 titik tinjau, didapatkan kecepatan aliran di tikungan luar bakoko (V1) = 1,20 m/s, kemudian pada bagian tengah sungai (V2) kecepatan aliran = 0,85 m/s sementara pada bagian tikungan dalam sungai (V3) kecepatannya = 0,53 m/s. Berdasarkan hasil simulasi terlihat bahwa kecepatan air paling tinggi berada di titik tinjau V1 dan berpotensi terjadi gerusan di tikungan luar sungai, hal ini sejalan dengan kondisi di lapangan dimana terlihat

tepi tikungan luar sungai Saddang yang mulai tergerus seperti pada Gambar 11.

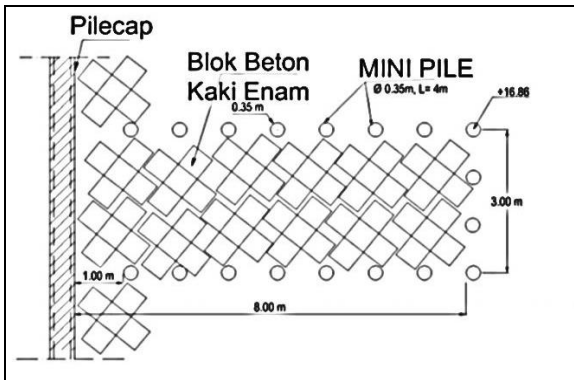
b. Skenario 2 Kondisi Dengan Pemasangan Krib

Pada skenario 2 ini pemodelan yang dilakukan pengembangan dari skenario 1 yaitu pada ruas sungai khususnya di tepi tikungan luar sungai akan dipasang krib untuk melindungi tepi sungai dari gerusan.

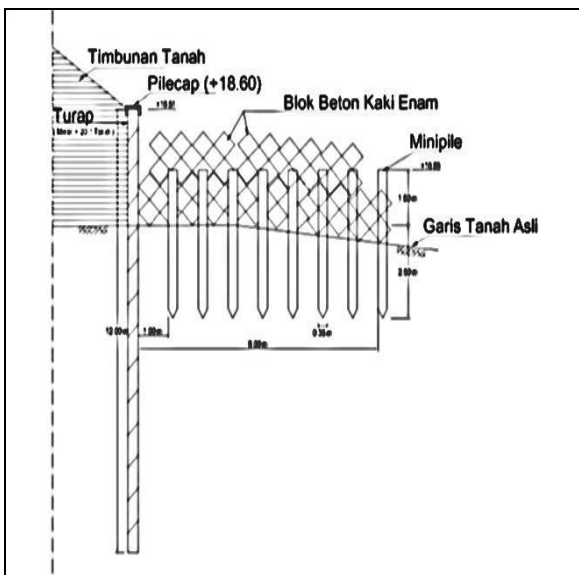
Krib ini akan berfungsi untuk mengatur arus sungai, mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi, menjamin keamanan tanggul atau tebing terhadap gerusan, mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai, dan akan mengkonsentrasikan arus sungai dan memudahkan penyadapan. Sedangkan turap akan

berfungsi sebagai perkuatan lereng (*revetments*) untuk melindungi tebing sungai atau permukaan lereng tanggul dari gerusan arus sungai, mencegah proses meander pada alur sungai dan secara keseluruhan akan meningkatkan stabilitas alur sungai atau tubuh tanggul yang dilindunginya (Sidharta, 1997).

Krib yang akan digunakan dalam skenario 2 ini merupakan krib *impermeable* yang tersusun dari blok beton kubus kaki 6 seperti terlihat pada Gambar 12. Pertimbangan pemilihan krib dengan menggunakan blok beton kubus kaki 6 ini adalah karena di lokasi sulit untuk mendapatkan material batu kali, sehingga akan sulit jika memilih krib dengan material batu kali seperti bronjong. Selain itu blok beton dipilih karena mempunyai kekuatan yang lebih baik dan mampu mengurangi turbulensi aliran serta umumnya pemasangannya dilapangan pun cukup fleksibel.



Gambar 12 Gambar Tampak Atas Krib



Gambar 13 Potongan Melintang Krib

Krib yang dipasang berjumlah 10 dengan panjang 8 meter tegak lurus tepi sungai dan jarak antar krib bervariasi kurang lebih 50 meter. Disekitar krib juga dipancang *mini pile* Ø 0,35 meter dengan kedalaman 4 meter untuk menjaga kestabilan krib dan supaya krib tidak berpencar. Untuk dimensi turap yang digunakan yaitu turap dengan panjang minimal (*Lmin*) 15 meter yang dipasang sepanjang 248,629 meter. Gambar desain turap dan krib dapat dilihat pada Gambar 13.

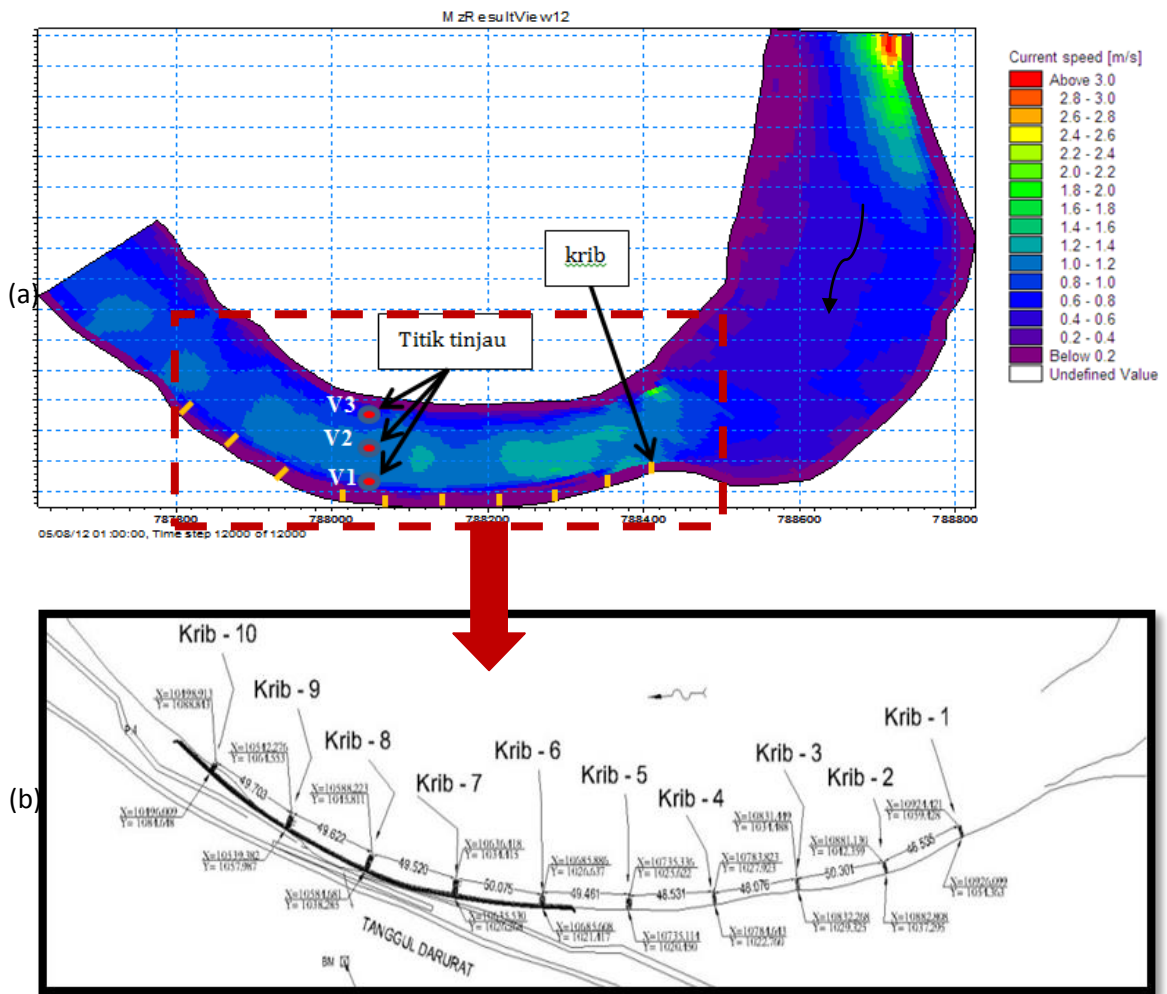
Posisi susunan blok beton kubus kaki enam yang dipasang dapat dilihat pada Gambar 14(b). Pemasangan krib pengarah aliran direncanakan berada di lokasi tikungan luar sungai di dekat gerusan tebing sungai yang mengancam tanggul sungai untuk melindungi kaki tanggul dari kemungkinan gerusan lokal yang terjadi akibat dari kecepatan aliran yang tinggi di depan tanggul. Hasil simulasi dengan pemasangan krib di lokasi tikungan luar sungai menunjukkan terjadinya pengurangan kecepatan yang signifikan dengan mendorong kecepatan aliran ke arah tengah sungai sehingga kecepatan di tikungan luar menjadi lebih lambat.

Dari hasil pemodelan morfologi sungai untuk kondisi setelah dipasang krib di *cross section* titik tinjau terjadi penurunan kecepatan aliran di tikungan luar bakoko (V1) dari 1,20 m/s menjadi sekitar 0,56 m/s, kemudian pada bagian tengah sungai (V2) kecepatan aliran meningkat dari 0,85 m/s menjadi 1,12 m/s, sementara pada bagian tikungan dalam sungai (V3) kecepatannya turun dari 0,53 m/s menjadi 0,49 m/s.

Hasil pemodelan *hydrodynamic* untuk kondisi setelah dipasang krib dapat dilihat pada Gambar 14 (a). Berdasarkan hasil pemodelan tersebut didapat tersebut maka dengan pemasangan krib yang tersusun dari blok beton kubus kaki enam maka krib tersebut mampu menahan laju aliran yang tinggi di tikungan luar sungai yang dapat menyebabkan gerusan tebing sungai yang mengancam tanggul sungai. Perbandingan kecepatan aliran sungai sebelum dan sesudah dipasang krib bisa dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3 Perbandingan kecepatan sebelum dan sesudah dipasang krib

Kecepatan	Skenario 1	Skenario 2
v1 (tikungan luar)	1,20 m/s	0,56 m/s
v2 (tengah)	0,85 m/s	1,12 m/s
v3 (tikungan dalam)	0,53 m/s	0,49 m/s



Gambar 14 (a) Kecepatan Aliran Sungai Saddang (Bakoko) Dengan Skenario 2, (b) Tata Letak Krib Di Tikungan Luar Sungai

Berdasarkan hasil survei dan dokumentasi lapangan dapat kita lihat bahwa kondisi sungai Saddang khususnya di daerah dusun Bakoko memang mengalami gerusan di tepi sungainya. Hal ini juga diperkuat dengan hasil pemodelan numerik 1D yang menunjukkan bahwa banjir di dusun Bakoko telah melimpas dari saluran, kemudian hasil pemodelan numerik 2D yang menunjukkan bahwa kecepatan aliran di tikungan luar sungai lebih besar dari pada sisi yang lain. Namun dengan skenario pemasangan krib pada tikungan luar sungai dapat membantu mengurangi kecepatan aliran sungai.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan adalah bahwa gerusan yang terjadi di tikungan luar sungai Saddang salah satunya disebabkan karena morfologi sungai yang berkelu-liku yang menyebabkan kecepatan aliran yang dominan di tikungan luar sungai dimana dalam jangka waktu

yang panjang kondisi tersebut dapat menyebabkan terjadinya gerusan. Oleh karena itu dengan pemasangan krib di lokasi yang berpotensi terkena gerusan, maka aliran deras yang biasanya dominan di tikungan luar sungai akan diarahkan ke tengah sungai, dalam hal ini kecepatan aliran di tikungan luar sungai yang biasanya deras menjadi tertahan dan berkurang dari kecepatan semula sehingga aliran menjadi lebih stabil dan tidak mengancam area di sekitar sungai.

DAFTAR PUSTAKA

Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang, *Laporan Hidrologi SID Pengendalian Banjir S.Saddang Hilir/Babana Kab.Pinrang*, 2010.
 DHI Water & Environment, *MIKE 11 A Modelling System for Rivers and Channels User Guide*, June 2002.

- Daoed, Darwizal; M. Subhi NH; Junaidi, *Pengaruh Variasi Geometri Tikungan Terhadap Karakteristik Penyebaran Sedimen dan Pembentukan Lapisan Armouring di Dasar Saluran*, Laporan Hasil Penelitian Fundamental, Dikti, Dep. Diknas. 2006.
- Daoed, Darwizal, Februarman, M. Subhi NH., *Pengaruh Bentuk dan Superelevasi Tikungan Terhadap Pola Penyebaran Sedimen*, Laporan Hasil Penelitian Fundamental, Dikti Dep. Diknas. 2009.
- PT Trisnawati M, DHI Konsult Sdn. Bhd., *MIKE 21C Training*, 2008.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, *Laporan Akhir Penelitian Karakteristik Blok Beton Berkaki Dan Uji Model Bangunan Untuk Pengendalian Gerusan Lokal*, Desember 2003.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, *Laporan Advis Teknik Pengamanan Sungai Saddang Provinsi Sulawesi Selatan*, Agustus 2012.
- Sidharta. dkk. *Irigasi dan Bangunan Air*, Universitas Gunadharma. Jakarta.1997
- Zilliwu, Yuliman. *Peranan Konstruksi Pelindung Tebing dan Dasar Sungai Pada Perbaikan Alur Sungai*, Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur, Vol.7, No.11, ISSN 0852-2561. UTP Surakarta, 2010.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Bangunan Hidraulik dan Geoteknik Keairan, Puslitbang Sumber Daya Air atas masukan dan sarannya sehingga tulisan ini dapat terwujud.