

## HYDRAULIC EFFECT ANALYSIS OF CHANNEL SHORT-CUT IN MEANDERING RIVER

### ANALISIS PENGARUH HIDRAULIK PEMENDEKAN ALUR PADA SUNGAI BERMEANDER

**I Gede Tunas**

Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Tadulako-Palu  
Jl. Soekarno-Hatta Km.10,  
Palu, 94118  
Telp: (0451) 422611  
[tunasw@yahoo.com](mailto:tunasw@yahoo.com)

**Rizaldi Maadji**

Jurusan Teknik Sipil  
Univ. Muhammadiyah Luwuk  
Jl. KH. Ahmad Dahlan No. III/79,  
Luwuk-Sulawesi Tengah  
Telp: (0461) 23452  
[rizaldi\\_maadji@yahoo.com](mailto:rizaldi_maadji@yahoo.com)

**Andi Rusdin**

Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Tadulako-Palu  
Jl. Soekarno-Hatta Km.10,  
Palu, 94118  
Telp: (0451) 422611  
[arus33@yahoo.com](mailto:arus33@yahoo.com)

#### Abstract

Short-cut is one offlood control technique in meandering river especially in downstream reach. In some cases, this technique is still used although in eco-hydraulic concept, it is less effective and on the contrary, it causes bigger flood on downstream river. This research is to know the effect of short-cut on flood characteristic by using DonginRiver in Banggai Regency as model. This research is conducted with hydrology analysis to the rainfall and watershed data to set flood hydrograph as upstream boundary condition. The simulation deals with flood routing by using HEC-RAS hydrodynamic models to know the hydrograph, water surface, velocity and energy line along the river reach. To obtain the optimal parameter value, formerly, HEC-RAS must be calibrated by adjusting simulated water surface with observed water surface in a cross section. The result of simulation using annual discharge ( $Q_1=123.54$  m<sup>3</sup>/s) showed that the short-cut affect the flood characteristic and water surface profile. In downstream, the short-cut cause the peak time of hydrograph ( $t_p$ ) shorter (1 hour) and increase the velocity (insignificant) and water surface (5.4 %). In upstream, the short-cut decrease water surface (10.14 %), increase the velocity (31.80 %) and energy line. Therefore, short cut is recommended to control the flood.

**Key Words:** short cut, simulation, flood characteristics

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir ini, bencana banjir hampir selalu terjadi di seluruh kawasan tanah air Indonesia. Fenomena banjir yang terjadi umumnya ditandai dengan meningkatnya intensitas dan frekuensi banjir. Beberapa ahli dan praktisi berpendapat bahwa penyebab banjir yang terjadi belakangan lebih didominasi oleh adanya perubahan fenomena iklim global yang mengarah pada terjadinya hujan lebat dengan durasi lama (Irianto, 2003). Secara hidraulik, dampak dari fenomena ini adalah meningkatnya luas areal yang mengalami genangan banjir atau dengan kata lain terjadi peningkatan tinggi muka air banjir dan durasi genangan secara berkesinambungan.

Fenomena perubahan iklim global sebagaimana sering disebut dengan iklim ekstrim, dapat menyebabkan banjir yang tidak terkendali dan tidak terelakkan. Hal seperti ini bisa dikategorikan kedalam bencana alam (*natural disaster*) yang sulit diatasi (Maryono, 2002). Selain itu juga, di dalam bahasa matematika, fenomena iklim ekstrim dapat dianalogikan sebagai anti diferensial (integrasi) dari faktor penyebab banjir yang langsung berpengaruh secara lokal di DAS, dalam hal ini faktor hujan. Iklim ekstrim lebih banyak mempengaruhi siklus hidrologi secara global.

Selain faktor iklim ekstrim, paling tidak ada empat (4) faktor yang menjadi pemicu banjir secara langsung di sungai, diantaranya adalah faktor penurunan daya dukung DAS, faktor kesalahan perencanaan dan implementasi pengembangan kawasan, faktor kesalahan konsep drainase dan faktor sosio-hidraulik (Maryono, 2005). Faktor-faktor ini lebih dikenal sebagai faktor *antrophogenic*, yang disebabkan oleh manusia. Oleh karena itu di dalam kegiatan pengendalian dan penanganan banjir, umumnya lebih diprioritaskan pada faktor ini sebagai penyebab, terutama untuk penanganan jangka pendek.

Salah satu cara pengendalian dan penanganan banjir yang dapat dilakukan terkait dengan program jangka pendek dan sifatnya mendesak adalah pemendekan alur sungai (*short cut*). Dalam beberapa kasus, cara ini masih dapat dilakukan walaupun dalam konsep eko-hidrolik cara seperti ini dianggap kurang efektif dan justru dapat memicu banjir yang lebih besar di bagian hilir. Beberapa alasan yang dapat dijadikan pijakan didalam melakukan pemendekan alur sungai (*short cut*) adalah kondisi sungai dengan perilaku meander yang sangat besar. Biasanya perilaku meander juga disertai dengan proses pendangkalan dasar (sedimentasi) yang sangat intensif, sehingga dapat mengurangi kapasitas penampang sungai. Berdasarkan pemikiran tersebut, kiranya perlu diteliti dampak hidraulik yang ditimbulkan oleh pemendekan alur sungai (*short cut*), khususnya pada bagian hilir, dengan menggunakan Sungai Dongin di Sulawesi Tengah sebagai model.

### **Penelusuran Banjir**

Perilaku aliran di sungai khususnya banjir merupakan salah satu kasus aliran tidak permanen dan tidak seragam (*unsteady non uniform flow*). Aliran tidak permanen dan tidak seragam ditunjukkan dengan adanya perubahan parameter (debit, tinggi muka air dan kecepatan) yang kontinyu terhadap ruang (jarak) dan waktu selama periode tertentu. Pada awal kejadian banjir, muka air sungai naik dimulai dari bagian hulu (*ustream*) dan menjalar ke hilir (*downstream*), demikian juga sama halnya pada saat muka air turun. Perbedaan mendasar antara banjir datang dan banjir surut adalah kemiringan muka air. Kemiringan muka air pada saat banjir datang lebih besar dari pada kemiringan muka air pada saat banjir surut, sehingga untuk muka air ( $h$ ) yang sama  $Q_{datang} > Q_{surut}$  dengan menganggap koefisien kekasaran Manning ( $n$ ) tetap (Istiarto, 2002).

Penelusuran banjir digunakan untuk melacak aliran melewati sistem hidrologi (Chow, 1988 dalam Sri Harto, 2000), terutama fenomena aliran yang berkaitan dengan banjir. Dalam praktek terdapat dua jenis penelusuran aliran (banjir) yaitu penelusuran hidrologis (*hydrologic routing*) dan penelusuran hidraulik (*hydraulic routing*).

### **Pemendekan Alur Sungai (*short cut*)**

Akibat kompleksnya morfologi meander sungai, biasanya pada musim-musim debit besar (banjir) pada bagian-bagian ini mengalami luapan. Apabila posisi meander ini terletak pada kawasan permukiman atau kawasan yang dianggap strategis secara sosial ekonomi, maka kondisi ini perlu ditangani, umumnya dengan cara pemendekan alur (*short cut*) dianggap lebih efektif. Secara hidraulik, pemendekan alur sungai (*short cut*) berarti peningkatan kemiringan dasar sungai. Apabila kemiringan energi aliran dianggap sama dengan kemiringan dasar sungai (sebagai pendekatan), maka berdasarkan persamaan Manning atau persamaan Strickler, hal ini berarti peningkatan kecepatan aliran. Biasanya untuk kasus bagian hilir sungai (dekat muara), konsep drainase di sungai cenderung sesuai dengan peningkatan kecepatan aliran.

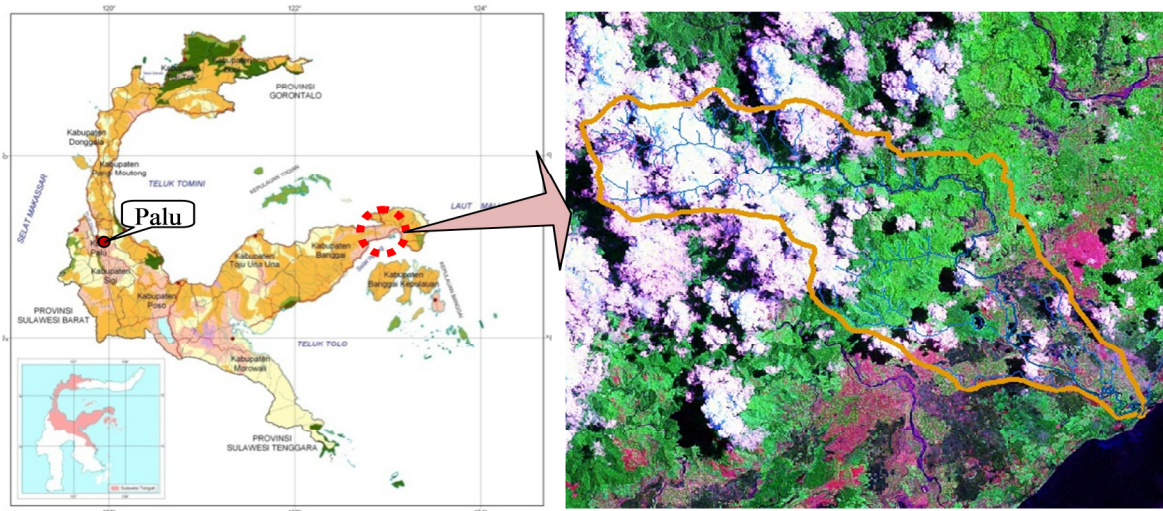
## **METODE PENELITIAN**

### **Lokasi Penelitian**

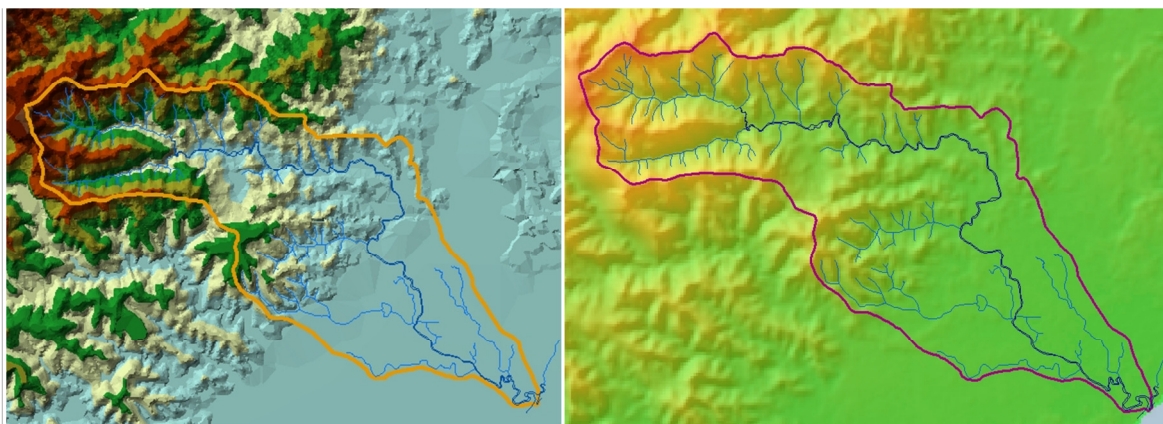
Lokasi penelitian ini bertempat di DAS Dongin (**Gambar 1**), secara administratif terletak di wilayah Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah, berjarak kurang lebih 650 km ke arah timur dari Kota Palu (Ibu Kota Provinsi Sulawesi Tengah). DAS Dongin merupakan salah satu DAS di Sulawesi Tengah termasuk kategori DAS kritis, akibat terjadinya banjir dengan konsentrasi massa sedimen tinggi secara simultan sampai saat ini (Tunas, 2008). Secara khusus, penelitian ini bertempat di Sungai Dongin bagian hilir sepanjang kurang lebih 7 km dari muara, melewati kawasan pertanian dan permukiman transmigrasi, dengan luas daerah tangkapan kurang lebih 114.88 km<sup>2</sup>. (**Gambar 2**).

### **Pengumpulan dan Analisis Data**

Data yang akan dikumpulkan untuk penelitian adalah data sekunder dan data primer berupa peta topografi, data curah hujan harian selama 20 tahun, data pengukuran debit dan tinggi muka air Sungai Dongin, data pasang surut, peta *lay-out* sungai beserta data pengukuran tampang lintang (*cross section*) dan profil memanjang (*long section*) sepanjang kurang lebih 7 km dan data kekasaran dinding untuk menetapkan koefisien kekasaran Manning



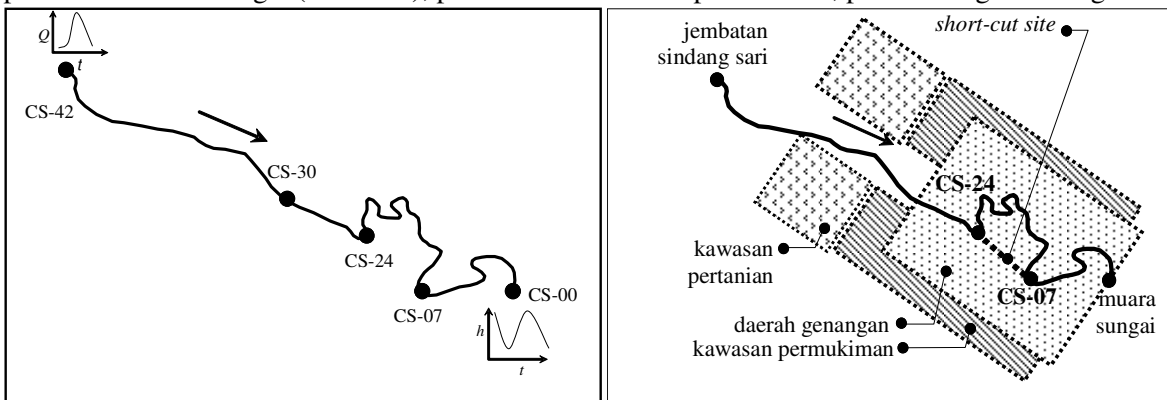
Gambar 1. Lokasi penelitian dan citra satelit DAS Dongin (Sumber: Tunas, dkk., 2008)



Gambar 2. Topografi dan pola aliran sungai DAS Dongin(Sumber: Tunas, dkk., 2008)

**Analisis, Pembentukan dan Simulasi Model**

Pada tahapan ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut: 1). Analisis hidrologi untuk menetapkan hidrograf banjir batas hulu.2).Penyusunan Geometrik Model. 3). Melakukan kalibrasi terhadap koefisien kekasaran Manning dengan membandingkan hasil simulasi dan data pengukuran melalui simulasi. Kalibrasi dilakukan dengan memberikan input data aliran dengan menggunakan fasilitas *unsteady flow* data pada menu edit HEC-RAS. Input aliran yang diberikan adalah syarat awal (*initial condition*) dalam bentuk debit awal hasil pengukuran, syarat batas hulu (*upstream boundary condition*) berupa debit hasil pengukuran CS-30 dan syarat batas hilir (*downstream boundary condition*) pada CS-1 berupa fluktuasi pasang surut hasil pengukuran di CS-1 pada waktu yang bersamaan sesuai dengan skema (Gambar 3). 4). Simulasi model berdasarkan parameter kalibrasi. 5). Analisis perubahan karakteristik hidrograf banjir sebelum dan setelah pemendekan alur sungai (*short-cut*), perubahan kurva kecepatan aliran, perubahan garis energi



Gambar 3. Skema model sungai dan deskripsi Sungai Dongin (Sumber: Anonim, 2011)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Sungai Dongin Hilir

Sungai Dongin pada bagian hilir, terutama sepanjang kurang lebih 4 km (CS.00-CS.24) dari garis pantai memiliki bentuk alur bermeander (berkelok-kelok) seperti terlihat pada **Gambar 3**. Pola meander bervariasi dengan sudut belokan bagian dalam antara  $15^{\circ}$ - $90^{\circ}$ . Bentuk belokan ini dapat dikategorikan sebagai belokan berat, yang dapat dinyatakan dengan indeks meander, yakni perbandingan antara panjang total alinemen sungai dan panjang total kurvatur sungai. Sungai lurus memiliki indeks meander sama dengan satu. Semakin tinggi angka indeks meander sungai maka sudut belokan dalam akan semakin kecil dan sebaliknya. Pada prinsipnya sungai *meander* digolongkan sebagai suatu sungai yang membentuk fungsi sinus (Tunas, 2006), yang dibedakan menjadi dua jenis yakni *irregular meander* dan *regular meander*. *Irregular meander* meander diistilahkan untuk sungai yang mempunyai kurva belokan yang tidak teratur antara satu belokan dan belokan yang mengikutinya dan *regular meander* diperuntukkan untuk sungai yang mempunyai kurvatur seragam.

Pengaruh yang ditimbulkan sungai *meander* terhadap aliran adalah terjadinya pembendungan aliran akibat terhambatnya aliran pada salah satu sisi saluran yakni sisi bagian luar belokan (Mudjiatko, 2000). Peristiwa pembendungan akan menimbulkan terjadinya peningkatan elevasi muka air. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mudjiatko (2000) menunjukkan semakin besar angka indeks *meander* maka tingkat pembendungan aliran semakin tinggi. Berpijak pada hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kondisi *meander* Sungai Dongin merupakan faktor utama penyebab banjir di bagian hilir, walaupun dalam model simulasi faktor ini terabaikan. Pengaruh lainnya adalah terjadinya pengikisan pada bagian luar belokan dan pengendapan pada bagian dalam belokan, sehingga pada bagian ini bentuk tampang selalu berubah-ubah. Seperti terlihat pada **Gambar 3**, genangan banjir terjadi pada kedua sisi sungai tepat berada pada alur sungai yang mengalami meander. Kawasan yang mengalami genangan umumnya adalah kawasan permukiman dan sebagian lagi adalah kawasan pertanian dan perkebunan.

Berdasarkan kenampakan profil memanjang sungai, juga diperlihatkan adanya pendangkalan dasar (sedimentasi) yang intensif di sekitar alur bermeander (**Gambar 5**). Pendangkalan dasar sungai dimulai dari sebelah hulu CS.07, dalam hal ini CS.11 sampai CS.24 sepanjang kurang lebih 1.9 km. Pendangkalan dasar pada alur sungai ini utamanya disebabkan oleh meander sungai, selain faktor pasang-surut di muara sungai. Tinjauan secara hidraulika, fenomena ini dipastikan menjadi faktor utama penyebab banjir yang terjadi secara kontinyu beberapa tahun terakhir ini. Sebagai tindakan penanggulangan, penanganan dan mitigasi banjir, oleh pihak pemegang kebijakan atas pertimbangan dan masukan dari para rekayasawan, maka direncanakan pemendekan alur sungai (*short-cut*) mulai dari CS.07-CS.24 sepanjang kurang lebih 2.5 km, dengan panjang alur *short-cut* (alur sungai setelah diluruskan) menjadi 0.85 km.

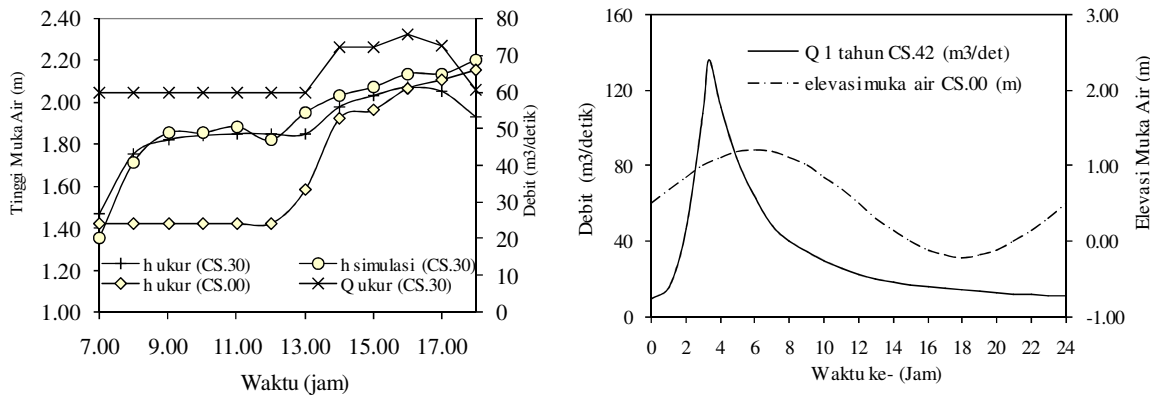
### Kalibrasi

Untuk menetapkan angka kekasaran Manning berdasarkan kondisi sebenarnya di lapangan (walaupun anggapan ini tidak sepenuhnya benar karena angka kekasaran Manning dipengaruhi oleh banyak faktor), maka diperlukan kalibrasi. Kalibrasi dilakukan dengan memberikan *input* debit di hulu (Jembatan Sindang Sari) pada CS.42 dan kurva pasang surut di sebelah hilir (muara) pada CS.00 yang diukur pada waktu bersamaan selama 11 jam (Jam 7.00-18.00). Sebagai pedoman penetapan kalibrasi juga diukur tinggi muka air pada CS.24 yang terletak pada jarak sekitar 4 km dari CS.00 selama 11 jam pada waktu yang bersamaan.

Simulasi untuk penetapan kalibrasi dilakukan dengan cara coba-ulang (*trial and error*), dengan *menginput* angka kekasaran Manning berdasarkan perkiraan, kemudian elevasi muka air simulasi pada CS.24 dibandingkan dengan elevasi muka air hasil pengukuran. Apabila elevasi muka air hasil simulasi menunjukkan kemiripan dengan elevasi muka air hasil pengukuran (walaupun tidak sama persis), maka angka kekasaran Manning tersebut digunakan untuk aplikasi model. Setelah melakukan beberapa kali coba-ulang maka didapatkan angka kekasaran Manning yang dianggap bisa mewakili kondisi Sungai Dongin sebesar 0.0280, seperti terlihat pada **Gambar 4** (kiri).

**Syarat Batas**

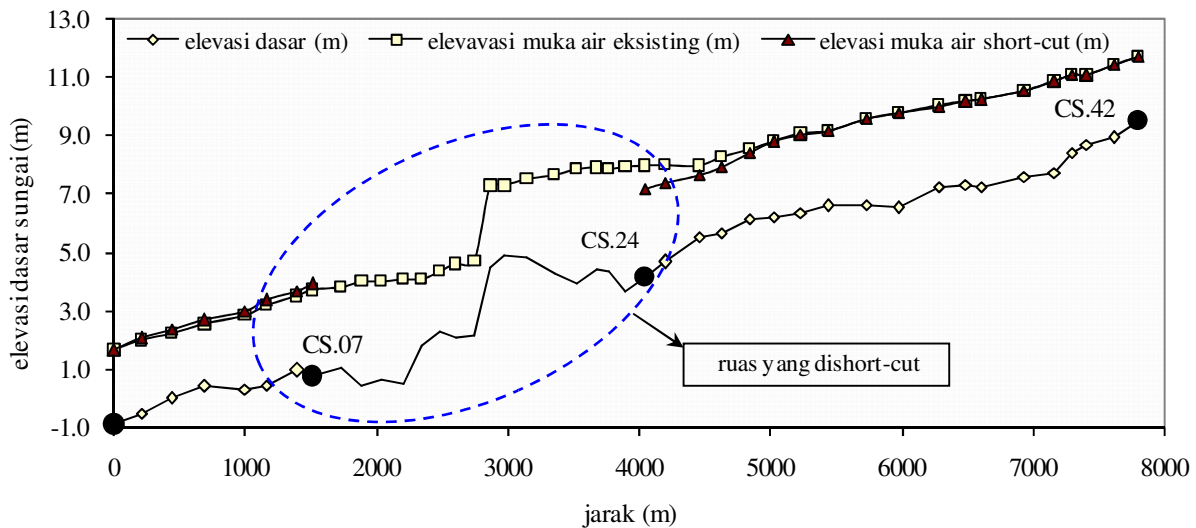
Untuk menguji pengaruh pemendekan alur (*short-cut*), maka simulasi dilakukan terhadap debit banjir tahunan (kala ulang 1 tahun) pada batas hulu model. Demikian juga untuk batas hilir, ditetapkan kurva pasang-surut harian tunggal berdasarkan pembangkitan konstanta pasang surut yang diperoleh berdasarkan pengukuran pasut selama 15 hari, di sekitar muara sungai. Syarat batas hulu dan hilir, secara grafis dapat dilihat pada **Gambar 4** (kanan).



**Gambar 4.** Hasil kalibrasi model (n=0.0280) dan syarat batas

**Karakteristik Profil Muka Air**

Untuk mengetahui dampak hidraulik atau perubahan karakteristik profil muka air banjir pada kondisi pemendekan alur (*short-cut*) maka simulasi dilakukan terhadap 2 (dua) kondisi tersebut, yakni kondisi eksisting dan kondisi pemendekan alur (*short-cut*), dengan syarat batas (seperti diperlihatkan pada **Gambar 4** (kanan)). Hasil simulasi pada 2 (dua) kondisi tersebut sebagaimana tercantum pada **Tabel 1** dan secara grafis diperlihatkan pada **Gambar 5**, yang menunjukkan bahwa pemendekan alur (*short-cut*) memberi pengaruh yang cukup signifikan terhadap profil muka air banjir.



**Gambar 5.** Perubahan profil muka air

Peninggian elevasi muka air di sebelah hilir *short-cut* disebabkan oleh meningkatnya volume air (debit) yang ditranspor ke hilir akibat pemendekan jarak tempuh, dengan kata lain terjadi pemendekan waktu konsentrasi menuju ke hilir. Demikian pula penurunan elevasi muka air di sebelah hulu *short-cut* disebabkan oleh hilangnya fenomena aliran balik (*back water*) akibat pendangkalan dasar pada ruas meander.

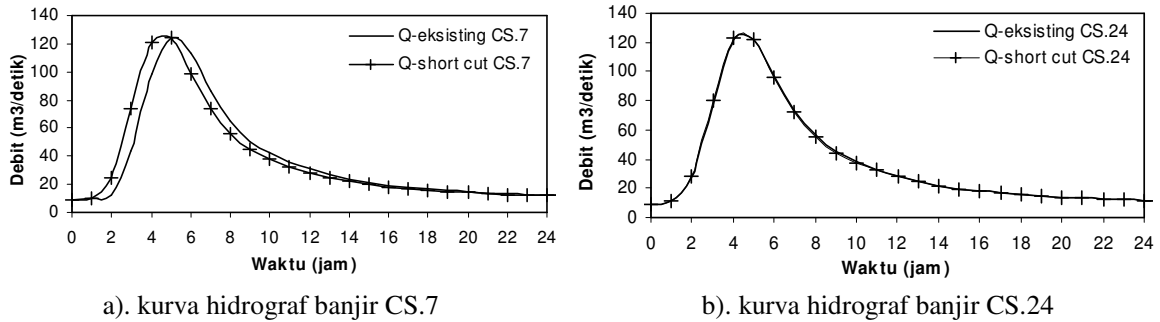
### Karakteristik Hidrograf Banjir

Untuk mengetahui pengaruh pemendekan alur (*short-cut*), terhadap karakteristik hidrograf banjir, maka tinjauan dilakukan pada dua (2) titik yakni titik sebelah hilir (*downstream*) ruas *short cut* (CS.07) dan titik sebelah hulu (*upstream*) ruas *shor-cut* (CS.24)

**Tabel 1.** Perubahan elevasi muka air setelah pemendekan alur (*short-cut*)

Nomor Titik	Jarak Titik (m)	Jarak Langsung (m)	Elevasi Dasar (m)	Elevasi Muka Air		Perubahan Elevasi Muka Air (m)	Keterangan
				Eksisting (m)	<i>Short-cut</i> (m)		
CS.00	0.00	0.00	-0.90	1.64	1.64	0.00	tetap
CS.01	201.40	201.40	-0.55	1.97	2.05	0.08	naik
CS.02	235.20	436.60	-0.02	2.23	2.35	0.12	naik
CS.03	251.40	688.00	0.41	2.53	2.66	0.13	naik
CS.04	305.40	993.40	0.31	2.82	2.96	0.14	naik
CS.05	163.20	1156.60	0.44	3.19	3.35	0.16	naik
CS.06	234.20	1390.80	0.97	3.48	3.67	0.19	naik
CS.07	120.60	1511.40	0.75	3.70	3.90	0.20	naik
CS.08	212.60	1724.00	1.03	3.82			
CS.09	162.60	1886.60	0.45	3.99			
....	....	....	....	....			
....	....	....	....	....			
....	....	....	....	....			
CS.23	125.40	3890.00	3.62	7.94			
CS.24	152.40	4042.40	4.16	7.95	7.15	-0.80	turun
CS.25	144.20	4186.60	4.65	7.98	7.37	-0.61	turun
CS.26	264.80	4451.40	5.53	7.96	7.64	-0.32	turun
CS.27	164.40	4615.80	5.66	8.27	7.92	-0.35	turun
CS.28	214.40	4830.20	6.13	8.52	8.42	-0.10	turun
CS.29	189.40	5019.60	6.21	8.83	8.78	-0.05	turun
CS.30	207.40	5227.00	6.32	9.05	9.02	-0.03	turun
CS.31	201.20	5428.20	6.57	9.17	9.14	-0.03	turun
CS.32	294.40	5722.60	6.60	9.59	9.57	-0.02	turun
CS.33	247.80	5970.40	6.52	9.77	9.76	-0.01	turun
CS.34	301.40	6271.80	7.22	10.01	10.00	-0.01	turun
CS.35	211.40	6483.20	7.32	10.16	10.15	-0.01	turun
CS.36	116.60	6599.80	7.21	10.22	10.21	-0.01	turun
CS.37	329.40	6929.20	7.57	10.52	10.52	0.00	tetap

Pada CS.07, bentuk kurva hidrograf banjir cenderung berubah. Seperti terlihat pada **Gambar 6a**, terjadi pemendekan waktu pencapaian debit puncak beberapa menit, artinya waktu puncak banjir di CS.07 setelah *short-cut*, lebih cepat beberapa menit (dalam simulasi ini sampai 1 jam karena *output* model dalam jam-jaman) dibandingkan sebelum *shor-cut*.



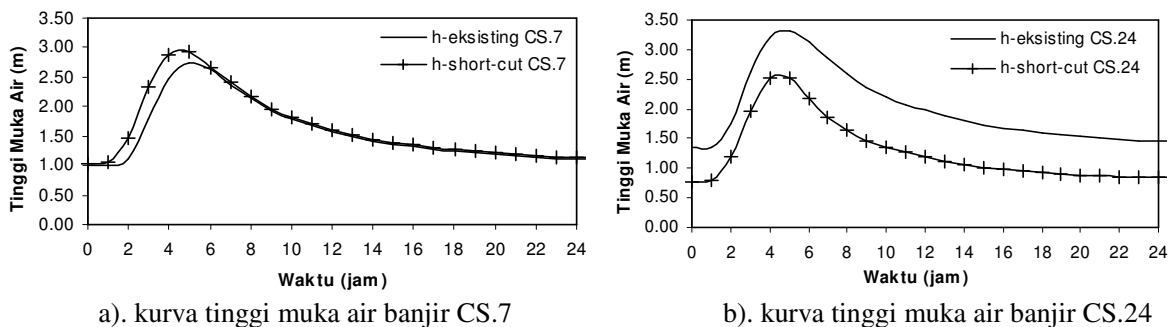
**Gambar 6.** Hidrograf banjir CS.7 dan CS.24

Demikian juga dengan debit puncak banjir pada CS.07 terjadi peningkatan (walaupun tidak signifikan) dari  $123.54 \text{ m}^3/\text{detik}$  menjadi  $126.35 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Hal ini dapat dipahami sebagai meningkatnya debit air yang mengalir ke hilir akibat hilangnya fenomena tumpungan pada ruas meander sungai sebelum dilakukan *short cut*. Fenomena tumpungan terjadi akibat pendangkalan dasar pada ruas meander, dan menyebabkan terjadi selisih debit antara debit masuk (*inflow*) dan debit keluar (*outflow*) pada ruas meander, biasanya dinyatakan sebagai persamaan tumpungan ( $I - O = \Delta S$ ).

Pada CS.24 (titik sebelah hulu *short-cut*) bentuk kurva hidrograf banjir pada kondisi sebelum dan sesudah *short-cut* cenderung tidak berubah (**Gambar 6b**), baik debit puncak maupun waktu pencapaian debit puncak. Hal ini disebabkan oleh tidak berpengaruhnya fenomena tumpungan pada ruas meander ke arah hulu. Fenomena tumpungan hanya terjadi pada ruas meander.

### Karakteristik Tinggi Muka Air Banjir

Pengaruh *short-cut* terhadap karakteristik tinggi muka air secara grafis dapat dilihat pada **Gambar 7**. Pada titik sebelah hilir (CS.07) *short-cut* memberi pengaruh tidak signifikan terhadap elevasi muka air. Pada kasus ini, peninggian muka air pada titik ini sampai 0.2 m (5.4 %). Hal ini sebanding dengan peningkatan debit sebagaimana diperlihatkan pada **Gambar 6a**, sebesar  $2.81 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

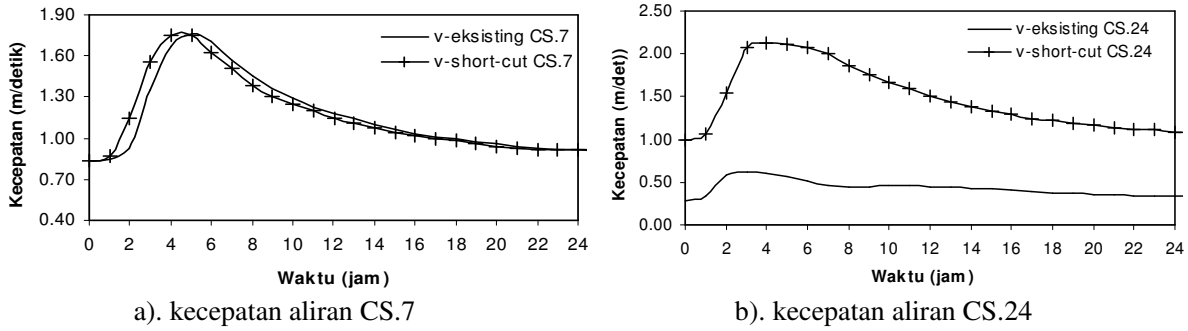


**Gambar 7.** Tinggi muka air CS.7 dan CS.24

Tinjauan pada sebelah hulu meander (CS.24), *short-cut* memberi pengaruh cukup signifikan, pada kasus ini terjadi penurunan elevasi pada debit puncak sebesar 0.8 m. (10.14 %). Penurunan elevasi muka air ini sebagaimana dijelaskan sebelumnya, disebabkan oleh hilangnya fenomena aliran balik (*back water*) akibat pendangkalan dasar pada ruas meander.

### Karakteristik Kecepatan Aliran

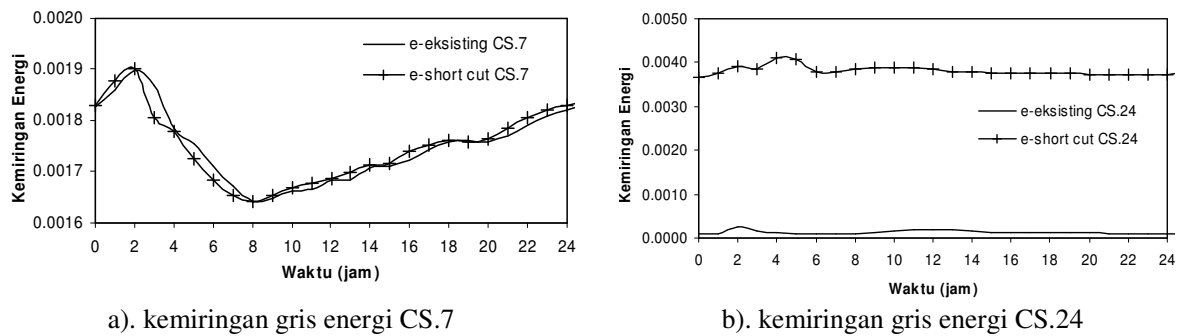
Analogi dengan karakteristik debit dan tinggi muka air, pengaruh *short-cut* terhadap kecepatan aliran memiliki keserupaan. Pada titik sebelah hilir *short-cut* (CS.07), terjadi peningkatan kecepatan aliran tidak signifikan, dalam hal ini terjadi peningkatan kecepatan (31.80 %) dan pergeseran waktu pencapaian puncak kecepatan. Perubahan kecepatan terutama terjadi pada sisi naik kurva dan sebagian pada sisi resesi (**Gambar 8a**). Demikian pula pada titik sebelah hulu *short-cut* (CS.24) terjadi penurunan puncak kecepatan sebesar 1.5 m/det. Penurunan kecepatan pada titik ini terjadi pada seluruh waktu simulasi (**Gambar 8b**).



Gambar 8. Kecepatan aliran CS.7 dan CS.24

**Karakteristik Kemiringan Garis Energi**

Kemiringan garis energi merupakan fungsi dari tinggi energi dan jarak ruas (pias) yang ditinjau. Pada CS.07, kemiringan garis energi sebelum dan sesudah *short-cut* mengalami perbedaan yang kecil sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 9a.



Gambar 9. Kemiringan garis energi CS.7 dan CS.24

Tidak seperti pada CS.24, kemiringan garis energi mengalami perubahan (peningkatan) pada seluruh waktu simulasi. Peningkatan kemiringan energi ini terjadi akibat naiknya kecepatan aliran pada ruas *short-cut*(Gambar 9b).

**KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut: 1). Pada ruas sebelah hilir *short-cut*, pemendekan alur (*short-cut*) menyebabkan terjadinya pemendekan waktu pencapaian debit puncak ( $t_p$ ) 1 jam, peningkatan kecepatan dan peninggian elevasi muka air (5.4 %). Khusus untuk kasus ini, di sebelah hilir juga terjadi perubahan debit puncak (peningkatan debit puncak,  $Q_p$ ). Secara umum perubahan parameter- parameter ini relatif kecil. 2). Pada ruas sebelah hulu *short-cut*, pemendekan alur (*short-cut*) menyebabkan terjadinya penurunan elevasi muka air (10.14 %), peningkatan kecepatan (31.80 %) dan peningkatan kemiringan energi. Tidak tampak adanya perubahan debit aliran. Secara umum perubahan parameter-parameter ini relatif besar. 3). Penurunan elevasi muka air dan peningkatan kecepatan di sebelah hulu *short-cut*, disebabkan oleh hilangnya pengaruh aliran balik akibat pendangkalan dasar pada ruas meander. 5). Pada kasus ini, *shor-cut* dapat direkomendasikan (efektif) untuk pengendalian banjir karena membantu mengurangi elevasi muka air di sebelah hulu *short-cut* tetapi tidak menyebabkan peningkatan elevasi muka air di hilir (walapun tampak terjadi peningkatan yang sangat kecil)

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pekerjaan Umum Bidang SDA Provinsi Sulawesi Tengah atas ijin penggunaan semua data pada artikel ini, terutama data geometri sungai.



## REFERENSI

- Anonim, 2011, *Laporan Perencanaan Teknis Pengendalian Banjir Sungai Dongin di Kabupaten Banggai*, Dinas PU Provinsi Sulawesi Tengah
- Irianto, G. 2003. *Banjir dan Kekeringan*. Universal Pustaka Media, Bogor.
- Istiarto. 1994. *Geometri dan Kapasitas Tampang Sungai*. BPLT Perum KA, Yogyakarta
- Maryono, A. .2002. *Eko-Hidrolik Pembangunan Sungai*. Magister Sistem Teknik-UGM, Yogyakarta.
- Maryono, A. 2005. *Menangani Banjir, Kekeringan dan Lingkungan*. GadjahMadaUniversity Press, Yogyakarta.
- Mudjiatko. 2000. *Pengaruh Meander Sungai Terhadap Perubahan Konfigurasi Dasar dan Seleksi Butiran Sedimen*, Tesis S2 UGM, Yogyakarta.
- Sri Harto Br. 2000. *Hidrologi : Teori, Masalah dan Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Tunas, G. 2006. *Pengaruh Perubahan Penampang Sungai Terhadap Karakteristik Aliran Banjir*, Jurnal Rekayasa UNRAM Vol. 7 No. 2, pp. (95-103)
- Tunas, G., Tanga, A., dan Lesmana, S.B. 2008 *Penyusunan dan Pengembangan Model Transformasi Hujan-Aliran Pada DAS-DAS di Sulawesi Tengah Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing DP2M DIKTI, Lembaga Penelitian Universitas Tadulako Palu
- USACE (2002), *HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual*, USACE-HEC, DavisC.A., Washington