

SIMULASI GENANGAN BANJIR MENGGUNAKAN DATA ASTER DEM PADA ALUR SUNGAI CILEMER

FLOOD INUNDATION SIMULATION USING ASTER DEM DATA IN CILEMER RIVER

Nuryanto Sasmito Slamet¹⁾ Sarwono²⁾

^{1,2,)}Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air
Jl. Solo – Kartasura KM. 7 Solo 57162, Indonesia
E-mail: nss_f1@yahoo.com

Diterima: 16 Januari 2016; Direvisi: Januari 2016; Disetujui: 28 maret 2016

ABSTRAK

Sungai Cilemer merupakan sungai yang bermuara ke Teluk Lada, berlokasi di bagian pantai barat Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. Pengaruh pasang surut air laut dan debit banjir yang tinggi serta pemukiman yang berada di bantaran sungai menyebabkan banjir menggenangi pemukiman warga setiap tahunnya. Untuk mengetahui tinggi limpasan banjir yang terjadi serta luas genangan akibat banjir, maka pemodelan numerik sungai serta pemodelan genangan banjir dilakukan. Metode yang digunakan adalah dengan pemodelan numerik sungai dengan menggunakan data penampang melintang yang ada, selanjutnya hasil pemodelan ini diintegrasikan dengan Graphical Information System (GIS). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui luas genangan yang terjadi. Data masukan untuk GIS berupa data Digital Elevation Model (DEM) yang berasal dari Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Digital Elevation Model (ASTER DEM). Hasil pemodelan numerik menunjukkan kapasitas S. Cilemer hulu mencapai 210 m³/s, sedangkan pada segmen hilir hanya 100 m³/s. Hasil simulasi menunjukkan dengan limpasan banjir di atas tanggul 0,96 m maka luas genangan banjir 2 tahunan sebesar 546 Ha. Ketinggian limpasan banjir 1,1 m, luas genangan banjir 5 tahunan sebesar 592 Ha. Ketinggian limpasan banjir di atas tanggul 1,26 m membuat genangan banjir 10 tahunan seluas 682 Ha, sedangkan ketinggian limpasan banjir di atas tanggul 2,56 m menjadi genangan seluas 912 Ha untuk debit banjir 25 tahunan. Pengaruh bangunan pengendali banjir di dekat muara sudetan menyebabkan kenaikan muka air sebesar 19 cm.

Kata kunci: Sungai, banjir, pemodelan numerik, genangan banjir, GIS

ABSTRACT

The Cilemer River is a river which flowing to Lada Bay in west coast of Pandeglang District, Banten Province. The influence of the tide, the high flood discharges and settlements located at the flood plain has caused flooding every year. In order to understand flood overtopping mechanism and inundation map, numerical model simulation for flood and inundation area were conducted. The numerical model of the river were conducted using cross sectional of the river, result of these simulations were further integrated with Geographical Information System (GIS). The objective of this study is to obtain inundation map area. The input for GIS is a Digital Elevation Model which is obtain from Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Digital Elevation Model (ASTER DEM). The simulation results shows the capacity of Cilemer River upstream is 210 m³/s while on the downstream segment was only 100 m³/s. Simulation shows with overtopping of the dike of 0,96 m generate 546 Ha of inundation area for 2 year return period of flood discharge. The overtopping of 1,1 m has generated 592 Ha of inundation area for 5 year return period of flood discharge. With overtopping of 1,26 m of 10 year return period flood discharge has caused 682 Ha inundation area, while 2,56 m overtopping has generated 912 Ha inundation area for 25 year return period of flood discharge. Effect of flood control structure on the outlet of bypass has generated 19 cm increase of water level.

Keywords: River, flood, numerical modeling, flood inundation area, GIS

PENDAHULUAN

Banjir terjadi akibat dari terlampauinya desain kriterianya sehingga tidak mampu mengalirkan air yang mengalir. Kapasitas yang dimaksud bisa dalam m^3/s maupun kala ulang "n" tahun. Sungai secara alami mempunyai mekanisme pengaliran air dengan terbentuknya bantaran sungai sebagai tampungan ketika banjir terjadi. Di Indonesia secara umum berasumsi debit air ketika mencapai bibir tanggul sungai, kapasitas alur penuh, mempunyai kala ulang 1-3 tahunan. Dalam studi yang lain disebutkan kapasitas alur penuh setara dengan 2,33 tahun (Dury, 1972).

Banjir sungai merupakan peningkatan debit air yang terjadi di badan sungai. Jika debit air sungai semakin meningkat dan badan sungai tidak mampu lagi menampung debit air, maka air sungai itu akan melimpah keluar badan sungai. Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), faktor penyebab terjadinya banjir dapat dikelompokkan dalam 2 kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alamiah dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alamiah diantaranya curah hujan, pengaruh fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase yang tidak memadai dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir yang disebabkan oleh tindakan manusia adalah perubahan kondisi DAS, kawasan kumuh, sampah, kerusakan bangunan pengendali banjir dan perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat.

Menurut Kodoatie dan Syarif (2006), perubahan tata guna lahan merupakan penyebab utama banjir dibandingkan dengan yang lainnya, dimana perubahan tata guna lahan memberikan kontribusi dominan kepada aliran permukaan (run-off). Hujan yang jatuh ke tanah, airnya akan menjadi aliran permukaan di atas tanah dan sebagian meresap ke dalam tanah tergantung kondisi tanahnya. Suatu kawasan hutan bila diubah menjadi pemukiman maka yang terjadi adalah bahwa hutan yang bisa menahan run-off cukup besar diganti menjadi pemukiman dengan resistensi run-off yang kecil akibatnya ada peningkatan aliran permukaan tanah yang menuju sungai dan hal ini berakibat adanya peningkatan debit sungai yang besar sehingga terjadilah banjir. Banjir juga dapat disebabkan oleh hal sebagai berikut:

1 Air laut pasang

Air laut pasang (rob) merupakan fenomena *diurnal* yang terjadi rutin setiap hari. Pada daerah pesisir kenaikan air laut pasang ini mengakibatkan banjir. Hal ini terjadi karena keadaan kontur lahan sekita pesisir yang rendah berada di bawah muka air pasang pada saat tertentu.

2 Desain drainase yang kurang bagus.

Secara teknik, drainase dibedakan menjadi drainase wilayah (perumahan) dan drainase jalan. Sungai Cilemer merupakan sungai yang bermuara ke Teluk Lada yang berlokasi di bagian pantai barat Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. Dengan perbedaan pasang surut yang tinggi serta keberadaan bangunan perumahan di sekitar muara sungai menyebabkan banjir musiman yang sering terjadi. Hal ini diperparah dengan erosi permukaan dan longsoran pada bagian hulu daerah aliran sungai yang mempunyai kontur curam menyebabkan sedimentasi di S. Cilemer dan pendangkalan pada muara S. Cibungur.

Debit aliran yang besar pada musim hujan dan sedimentasi di bagian muara sungai menyebabkan hambatan aliran dan penggenangan pada alur ruas S. Cilemer dan S. Cibungur, hal ini menimbulkan masalah banjir yang terjadi setiap tahunnya pada musim hujan. Topografi S. Cilemer, lokasi Bendung Cilemer dan Sudetan dapat dilihat pada gambar 1.

Berdasarkan inventarisasi dampak bencana alam banjir dan tanah longsor akibat musim hujan dan banjir setiap tahun yang terjadi di S. Cilemer, banjir yang terjadi menggenangi daerah permukiman, persawahan atau perkebunan rakyat yang ada di sepanjang alur sungai pada bagian hilir.

Analisis permasalahan banjir S. Cilemer dilaksanakan dengan melakukan pemodelan numerik sungai untuk mengetahui penyebab banjir yang terjadi. Selain analisa muka air dengan model numerik, analisis dilaksanakan dengan mensimulasikan genangan banjir pada ruas S. Cilemer untuk memperkirakan pengaruh genangan ke sekitar sungai.

Beberapa model numerik dikoneksikan dengan Geographical Information System (GIS) untuk dapat mensimulasikan peta genangan banjir. Simulasi genangan banjir sangat dipengaruhi oleh akurasi dari representasi bantaran banjir dalam data *Digital Elevation Model* (DEM) yang digunakan. Untuk mendapatkan hasil genangan banjir secara akurat, maka diperlukan data DEM yang dapat menirukan kondisi lapangan dengan baik. Penggunaan data DEM dengan resolusi tinggi, semacam *Light Detection and Ranging* (LIDAR), mulai banyak digunakan untuk mensimulasikan genangan banjir yang terjadi (Bates et al, 2003). Namun demikian ketersediaan data semacam ini hanya mencakup area yang kecil serta memerlukan biaya yang besar untuk mendapatkannya. Untuk mengatasi hal ini maka penggunaan data DEM dari satelit dapat dipertimbangkan sebagai pengganti.

KAJIAN PUSTAKA

Penggunaan data DEM dari satelit telah berkembang dalam bidang hidrologi dan hidraulik untuk memenuhi ketersediaan data di berbagai daerah yang belum terjangkau oleh ketersediaan data resolusi tinggi. Data Satelit, dalam hal ini *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Digital Elevation Model* (ASTER DEM), digunakan untuk mensimulasikan genangan banjir di S. Cilemer, data DEM hasil ekstraksi dari ASTER DEM dapat dilihat pada gambar 2. ASTER DEM telah menunjukkan performa yang bagus dalam mensimulasikan genangan banjir (Tarekegn et al, 2010). ASTER DEM diketahui dapat merepresentasikan daerah yang datar dengan baik, namun memiliki tingkat kesalahan yang relatif tinggi di daerah yang berbukit - bukit serta curam, karena pengaruh tumbuhan (Eckert et al, 2005; Fujisada et al, 2005).

Untuk membantu analisis banjir dan luas genangan digunakan modul dari MIKE 11. Model yang sama digunakan pula dalam banjir, gerusan dan sedimen oleh Slamet Lestari (2015) di Sungai Batang Kuranji - Sumatera Barat.

Pemodelan numerik dimaksudkan untuk mengetahui beberapa parameter berikut:

- karakteristik sistem sungai dan respon sungai terhadap skenario peningkatan fungsi sungai,
- ruas-ruas sungai yang mempunyai kecenderungan mengalami kerusakan dan menimbulkan kerugian pada masyarakat,
- usulan bangunan yang akan diterapkan di sungai (lokasi dan desain detail).

Prinsip dasar pemodelan numerik dapat diuraikan sebagai berikut:

Persamaan untuk bagian hidrodinamik adalah persamaan kontinuitas (Danish Hydraulic Institute, 2008).

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + b \frac{\partial h}{\partial t} = q \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

- Q = debit sungai [m³/s]
- b = lebar sungai [m]
- h = kedalaman air [m]
- Δx = langkah jarak [m]
- Δt = langkah waktu [s]
- q = debit aliran lateral [m/s/m'].

Persamaan momentum:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\beta Q^2}{A} \right] + gA \frac{\partial h}{\partial x} - gAS_f = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- A = luas penampang basah [m²]
- B = koefisien Bousinesq [-]
- S_f = kemiringan energi [-]

K = kapasitas pengaliran yang dihitung berdasarkan persamaan Manning = $\frac{AR^{\frac{2}{3}}}{n}$ (3)

R = $\frac{A}{P}$ jari - jari hidraulik [m],

P = keliling basah [m],

n = koefisien Manning [m^{1/3}/s].

METODOLOGI

a Analisis Model Numerik

Analisis model numeric yang digunakan dilakukan dalam penelitian ini dibagi dalam 3 skenario analisis sebagai berikut:

- Skenario identifikasi sistem sungai dan sumber banjir: Pada skenario ini dilakukan analisis yang mewakili kondisi baik jika terjadi hujan yang tidak merata di seluruh DAS Cilemer dan jika terjadi hujan yang merata
- Skenario analisis pengaruh sudetan: Analisis untuk mengetahui mencoba mengetahui pengaruh sudetan yang ada dan rencana penutupan sudetan terhadap mekanisme banjir yang terjadi.
- Skenario identifikasi Luas Genangan: Skenario ini dilakukan untuk identifikasi perkiraan luas genangan banjir yang dapat terjadi untuk masing-masing debit banjir periode ulang 2 tahun , 5 tahun, 10 tahun dan 25 tahun, untuk kondisi eksisting Sungai.

b Simulasi Pemodelan Numerik

Studi kapasitas S. Cilemer dilaksanakan dengan mensimulasikan sungai berdasarkan data penampang melintang, data debit dan muka air serta data bangunan air yang ada. Secara teknis simulasi numerik dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa variabel berikut:

- Langkah waktu dan langkah jarak
Langkah jarak (panjang jarak) diambil dengan mempertimbangkan data penampang melintang yang tersedia berdasar hasil pengukuran topografi dari S. Cilemer. Pada umumnya langkah jarak diambil antara 50.0 m sampai 200.0 m. Langkah I waktu diambil dengan mempertimbangkan kriteria konvergen dan stabilitas numerik model. Hal ini dapat ditentukan dengan memperhatikan nilai bilangan *Courant* yang menggambarkan laju rambat gelombang perubahan pada permukaan air dan pada dasar sungai.
- Kondisi Batas

Kondisi batas yang diperlukan untuk melakukan pemodelan numerik dapat dikategorikan dalam dua macam:

- Kondisi batas luar dapat dibagi dalam beberapa kemungkinan sebagai berikut:

Hubungan antara debit-waktu serta hubungan antara ketinggian muka air-waktu atau ketinggian muka air-debit (lengkung debit) yang digabungkan dengan hubungan antara debit-waktu pada bagian batas udik dan pada bagian batas hilir. Untuk menyelesaikan persamaan keseimbangan massa sedimen, pada batas udik juga harus ditentukan laju angkutan sedimen yang masuk ke dalam sistem sebagai fungsi dari waktu.

- b) Kondisi batas dalam, dapat dinyatakan dalam bentuk keberadaan bangunan air, jembatan, percabangan atau penggabungan sungai. Kondisi batas yang digunakan dalam pemodelan adalah sebagai berikut :
Pada tahap kalibrasi model, hidrograf aliran yang didapat pada penyelidikan lapangan dapat diterapkan pada kondisi batas udik, sedangkan semua hasil pengamatan muka air dan data perubahan dasar sungai yang teramati dijadikan sebagai kriteria pembandingan yang digunakan untuk mengevaluasi apakah modul dapat mensimulasikan kondisi lapangan atau belum. Selanjutnya hidrograf tinggi muka air yang diperoleh berdasarkan penyelidikan lapangan, diterapkan pada bagian batas hilir. Kemudian pada batas udik diterapkan hubungan antara laju angkutan sedimen dengan debit aliran sungai yang diperoleh

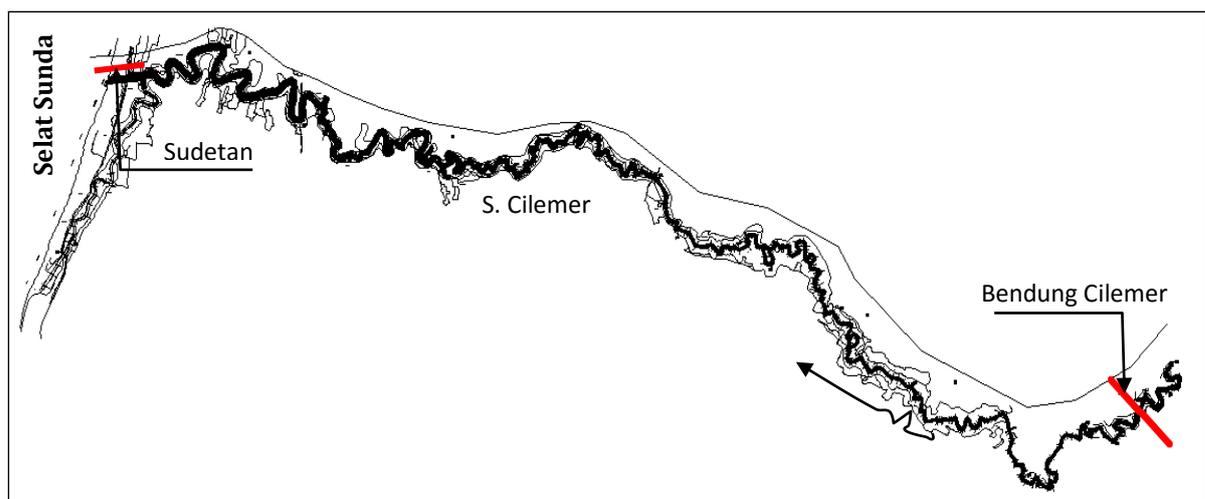
berdasarkan pengumpulan data selama kegiatan pengamatan muka air.

Kegiatan pengambilan material dasar sungai yang didata dari lapangan juga dipertimbangkan dan dibagan dalam model.

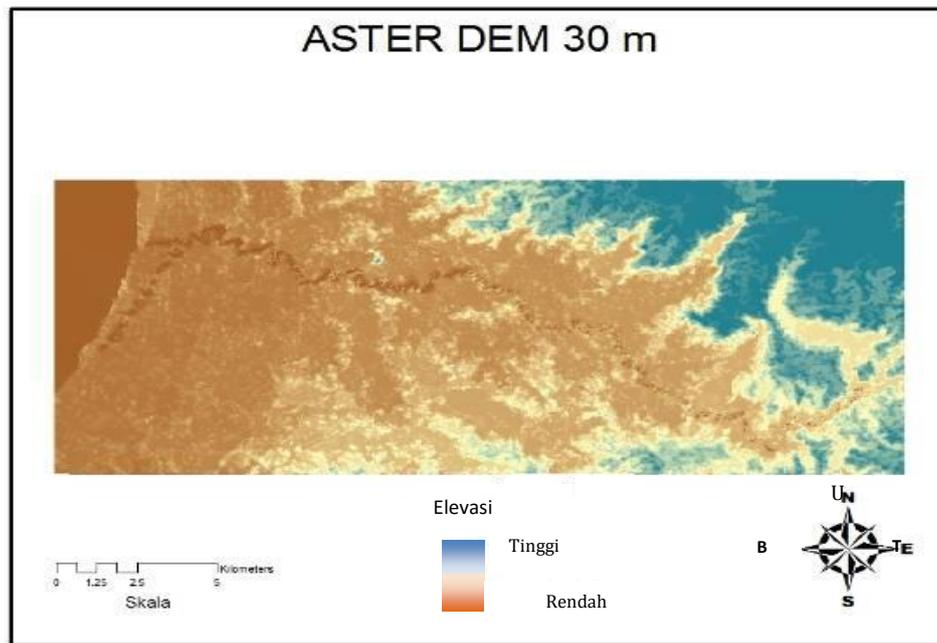
Genangan banjir yang terjadi disimulasikan menggunakan data DEM dari ASTER DEM. ASTER DEM merupakan hasil kolaborasi National Space Agency, Amerika Serikat (NASA) dan Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) Jepang. Data ini dipublikasikan pada tahun 2009 sebagai versi pertama dan mengalami revisi kedua pada tahun 2011. Dengan resolusi data 30 m dan mempunyai akurasi yang cukup baik pada daerah datar, penggunaan data ASTER DEM sebagai data dasar untuk pemodelan genangan banjir mengalami peningkatan secara signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

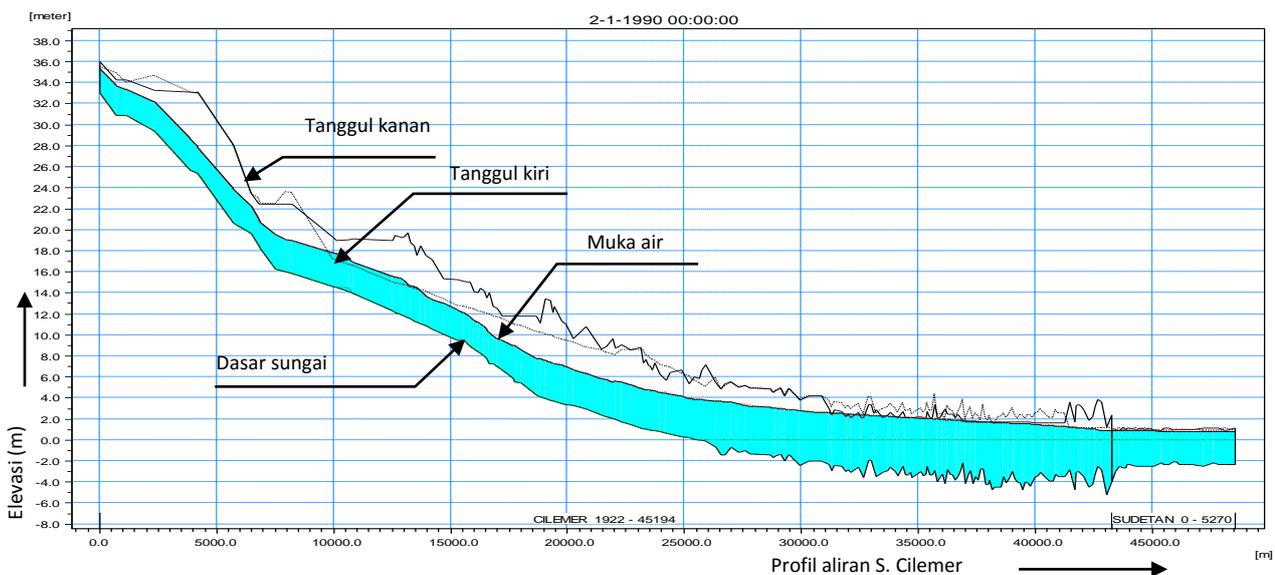
Analisis kapasitas alur ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran kemampuasungai secara keseluruhan dalam mengalirkan debit air. Topografi sungai yang dimodelkan dalam model numerik berawal dari elevasi 34 m di hulu S. Cilemer hingga elevasi -4 m di muara sungai, serta -2 m di muara sudetan. Panjang sungai yang dimodelkan mencapai 45 km. Dari hasil analisis didapatkan gambaran bahwa kapasitas sungai bagian hulu lebih besar dari 210 m³/s (> dari debit Cilemer Hulu untuk debit banjir 25 tahunan). Kapasitas alur segmen hulu S. Cilemer disajikan pada Gambar 3.



Gambar 1 Topografi S. Cilemer, lokasi Bendung Cilemer dan Sudetan



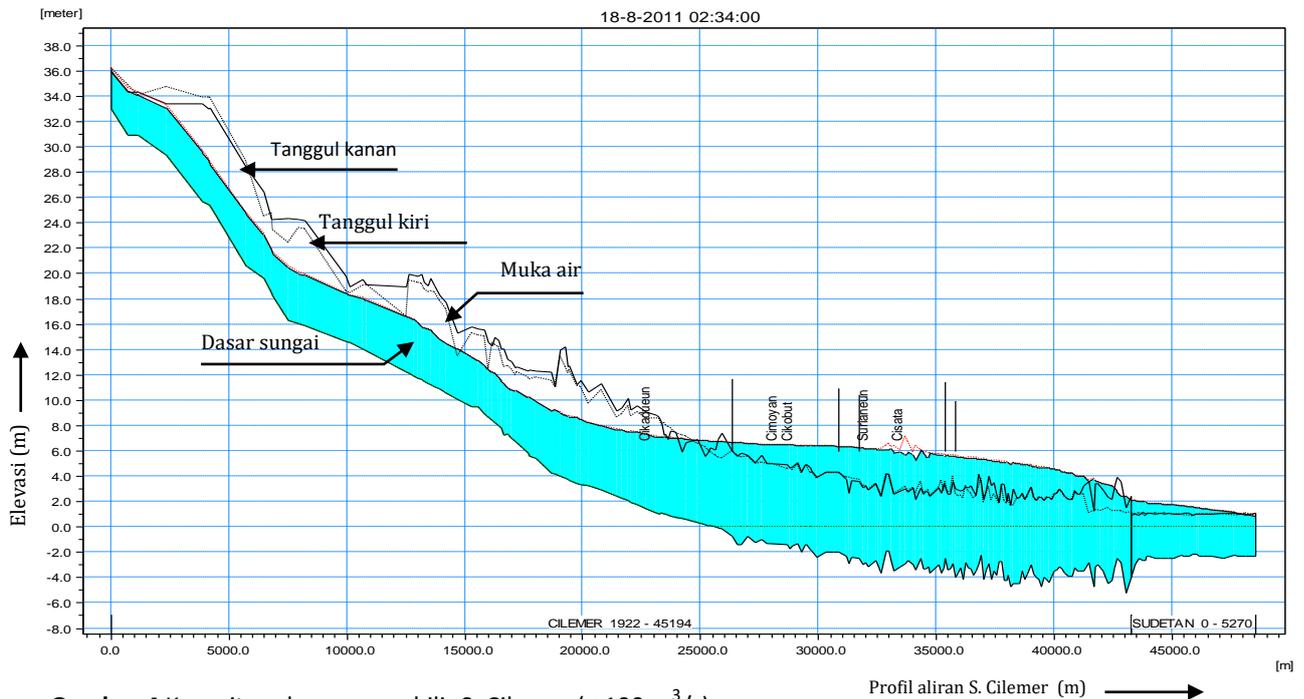
Gambar 2 Data DEM hasil ekstraksi dari ASTER DEM



Gambar 3 Kapasitas alur segmen hulu S. Cilemer (> 210 m³/s)

Kondisi kemiringan Sungai Cilemer terbagi menjadi tiga segmen dengan kemiringan pada segmen 1, Km 0 hingga Km 18,5 mencapai 0,16 %. Segmen 2, pada bagian Km 18,5 hingga awal pertemuan sungai dengan anak Sungai Cikadueun hanya sekitar 0,06 % dan pada segmen terakhir merupakan segmen dengan kemiringan 0,016 %. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa segmen sungai hulu relatif aman terhadap ancaman permasalahan banjir sampai dengan debit banjir periode ulang 25 tahunan. Potensi banjir terlihat mulai dari pertemuan dengan anak Sungai

Cikadueun sampai muara. Potensi banjir Sungai Cilemer berawal dari pertemuan sungai dengan anak sungai serta perubahan kemiringan sungai menjadi sangat landai. Sehingga secara teknis selain terjadi penumpukan debit banjir akibat penambahan debit dari anak-anak sungai, terjadi perlambatan kecepatan aliran akibat kemiringan dasar sungai yang landai. Segmen bagian hilir sungai dari pertemuan anak-anak sungai sampai muara kurang dari memiliki kapasitas alur 100 m³/s. Gambaran kapasitas alur sungai segmen hilir S. Cilemer pada Gambar 4.



Gambar 4 Kapasitas alur segmen hilir S. Cilemer ($< 100 \text{ m}^3/\text{s}$)

Skenario Identifikasi Sistem Sungai dan Sumber Banjir

Pada skenario ini dilakukan analisis yang mewakili kondisi baik jika terjadi hujan yang tidak merata di seluruh DAS Cilemer dan jika terjadi hujan yang merata (terjadi bersamaan) di seluruh DAS Cilemer. Identifikasi ini dilakukan hanya untuk debit banjir desain untuk periode ulang 25 tahunan. Gambaran analisis yang dilakukan pada skenario ini dapat dilihat pada Tabel 1.

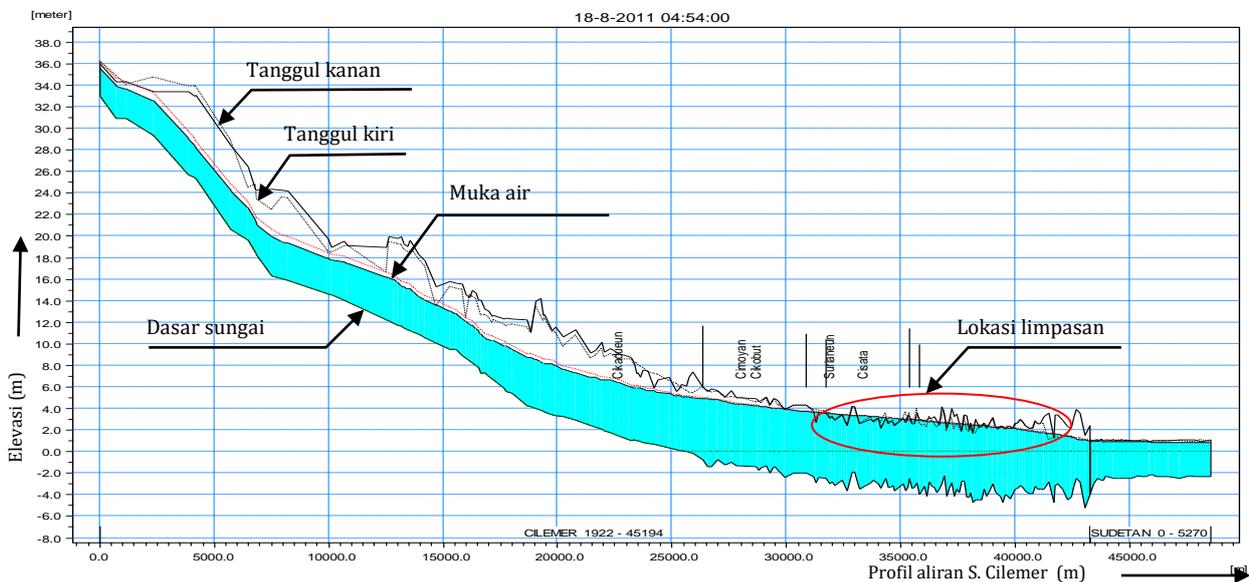
Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan apabila kondisi hujan tidak merata dimana jika puncak banjir hanya datang dari:

- 1 Hulu S. Cilemer ($Q_{25th} = 207,74 \text{ m}^3/\text{s}$) dapat dikatakan bahwa untuk (puncak banjir tidak bersamaan pada masing-masing anak sungai), potensi limpasan maksimum hanya 0,5 m, (terjadi pada lokasi 30.000m - 40.000m dari hulu Bendung Cilemer) dapat dilihat dari Gambar 5.
- 2 Anak S. Cikadueun ($Q_{25th} = 195,93 \text{ m}^3/\text{s}$) hasilnya limpasan maksimal 0,5 m.
- 3 Anak S. Cimoyan ($Q_{25th} = 135,96 \text{ m}^3/\text{s}$) hasilnya tidak terdapat limpasan.

- 4 Anak S. Cikobut ($Q_{25th} = 78,07 \text{ m}^3/\text{s}$) hasilnya tidak terdapat limpasan.
 - 5 Anak S. Surianeun ($Q_{25th} = 68,18 \text{ m}^3/\text{s}$) hasilnya tidak terdapat limpasan.
 - 6 Anak S. Cisata ($Q_{25th} = 172,75 \text{ m}^3/\text{s}$) hasilnya tidak ada limpasan.
 - 7 S. Cilemer Hulu dan S. Cikadueun ($Q_{25th} = 403,67 \text{ m}^3/\text{s}$) hasilnya limpasan maksimum setinggi 1,5 m.
 - 8 S. Cilemer Hulu dan S. Cikadueun ($Q_{25th} = 539,63 \text{ m}^3/\text{s}$) hasilnya limpasan maksimum setinggi 2,0 m, terjadi pada 25.200m - 40.000m (muara) dapat dilihat dari Gambar 6.
 - 9 S. Cilemer Hulu, S. Cikadueun, Cimoyan, dan Cikobut ($Q_{25th} = 617,7 \text{ m}^3/\text{s}$) hasilnya Limpasan Maksimal setinggi 2,5 m.
 - 10 S. Cilemer Hulu, S. Cikadueun, Cimoyan, Cikobut dan Surianeun ($Q_{25th} = 685,88 \text{ m}^3/\text{s}$) hasilnya Limpasan Maksimal setinggi 2,75 m.
- Jika terjadi hujan secara merata (puncak banjir terjadi bersamaan pada semua anak sungai), dengan debit $858,63 \text{ m}^3/\text{s}$ maka limpasan banjir di puncak tanggul yang terjadi bisa mencapai 3 m di segmen hilir S. Cilemer, pada jarak 25.000m - 40.000m (muara) (Gambar 7).

Tabel 1 Analisis Identifikasi Sistem dan Sumber Banjir

Skenario	Batas Udik		Batas Hilir (Muka Air Laut)	
	Debit Periode Ulang		Sungai Asli	Sudetan
Identifikasi Banjir Anak-Anak Sungai	Q - 25 th			
Cilemer Hulu	207.74	m ³ /s	HWL	HWL
Cikadeun	195.93	m ³ /s	HWL	HWL
Cimoyan	135.96	m ³ /s	HWL	HWL
Cikobut	78.07	m ³ /s	HWL	HWL
Sirianeun	68.18	m ³ /s	HWL	HWL
Cisata	172.75	m ³ /s	HWL	HWL
Cilemer Hulu+ Cikadeun	403.67	m ³ /s	HWL	HWL
Cilemer Hulu+ Cikadeun+ Cimoyan	539.63	m ³ /s	HWL	HWL
Cilemer Hulu + Cikadeun+ Cimoyan + Cikobut	617.7	m ³ /s	HWL	HWL
Cilemer Hulu + Cikadeun+ Cimoyan + Cikobut + Surianeun	685.88	m ³ /s	HWL	HWL
Semua Anak sungai (Maksimum)	858.63	m ³ /s	HWL	HWL



Gambar 5 Limpasan banjir jika puncak banjir hanya dari S. Cilemer hulu (limpasan maksimal 0,5 m)

Skenario Analisis Pengaruh Sudetan

Setelah mengetahui penyebab permasalahan banjir di S. Cilemer baik kondisi eksisting maupun dengan adanya bendung, maka selanjutnya adalah mencoba mengetahui pengaruh sudetan yang ada dan rencana penutupan sudetan terhadap mekanisme banjir yang terjadi. Pada analisis pengaruh sudetan ini dilakukan 2 kondisi di sudetan, yaitu kondisi eksisting (sudetan dibuka) dan kondisi jika sudetan dimodifikasi dengan membangun bangunan pengendali banjir di sudetan (sudetan ditutup). Kedua kondisi tersebut dikombinasikan dengan pengaruh elevasi muka air laut (saat surut, saat normal, dan saat pasang tertinggi) sebagai batas kondisi hilir model. Dari hasil tersebut terlihat bahwa alternatif pembuatan bendung pengatur debit yang akan menutup sudetan pada saat air pasang hanya dapat membantu dalam penurunan muka air banjir maksimum 19 cm.

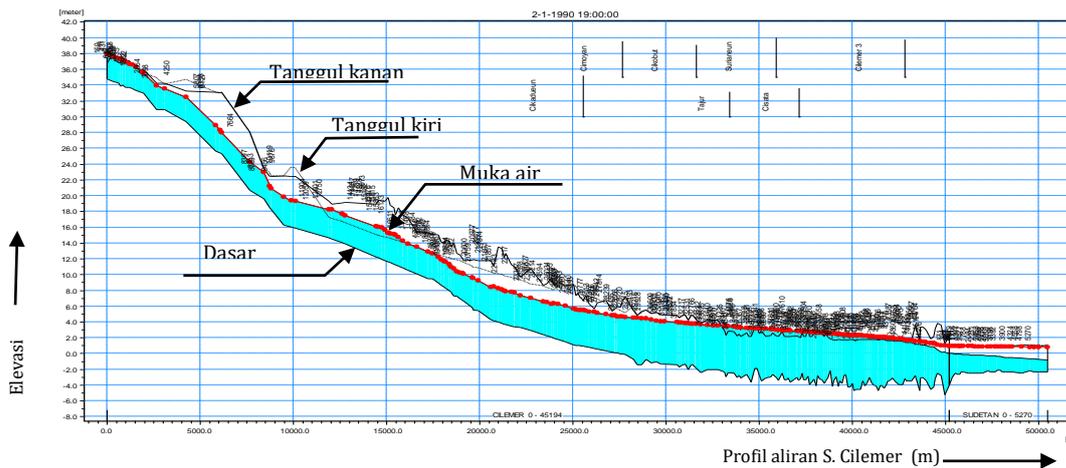
Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, hasil analisis limpasan banjir di S. Cilemer

pengaruh sudetan kondisi eksisting (dibuka) dengan debit 2 tahunan tidak terjadi kenaikan muka air, untuk muka air laut tertinggi limpasan tertinggi = 0,96 m, dapat dilihat dari Gambar 8.

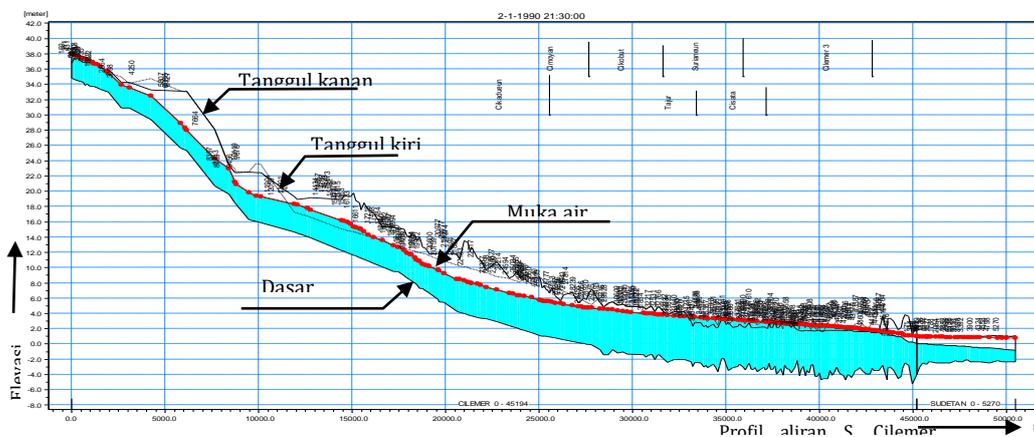
Hasil simulasi yang dilakukan, analisis limpasan banjir di S. Cilemer pengaruh sudetan kondisi eksisting (dibuka) dengan debit 5 tahunan, untuk muka air laut tertinggi menyebabkan kenaikan muka air 7 cm dan limpasan tertinggi 1,10 m, dapat dilihat pada Gambar 9.

Hasil simulasi yang dilakukan, analisis limpasan banjir di S. Cilemer pengaruh sudetan kondisi eksisting dengan debit 10 tahunan, untuk muka air laut tertinggi menyebabkan kenaikan muka air 10 cm dan limpasan tertinggi 1,26 m, dapat dilihat pada Gambar 10.

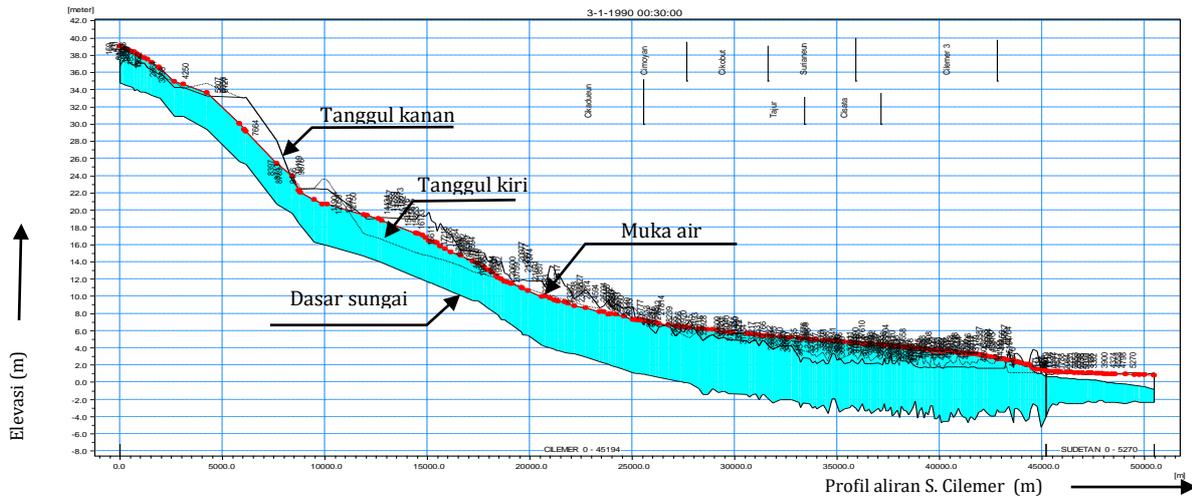
Hasil simulasi yang dilakukan, analisis limpasan banjir di S. Cilemer pengaruh sudetan kondisi eksisting dengan debit 25 tahunan, untuk muka air laut tertinggi menyebabkan kenaikan muka air 19 cm dan limpasan tertinggi 2,56 m, dapat dilihat pada Gambar 11.



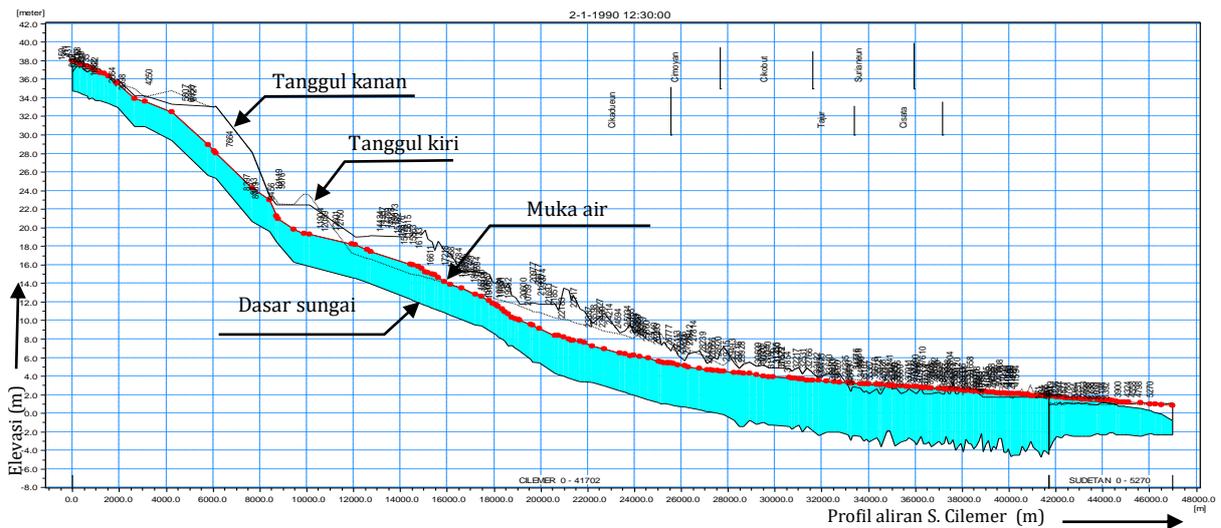
Gambar 9 Limpasan kondisi eksisting debit 5 tahunan (limpasan tertinggi 1.1 m)



Gambar 10 Limpasan kondisi eksisting debit 10 tahunan (limpasan tertinggi 1.26 m)



Gambar 11 Hasil Analisis Limpasan Kondisi Eksisting Debit 25 Tahunan (Limpasan Tertinggi 2.56 m)

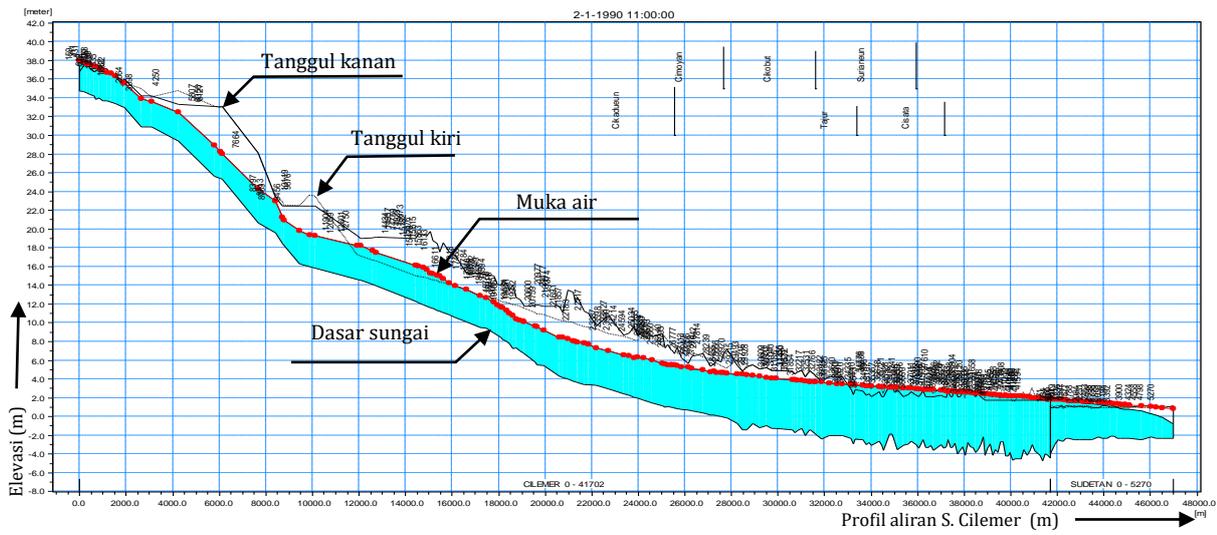


Gambar 12 Limpasan sudetan ditutup debit 2 tahunan (limpasan tertinggi 0.96 m)

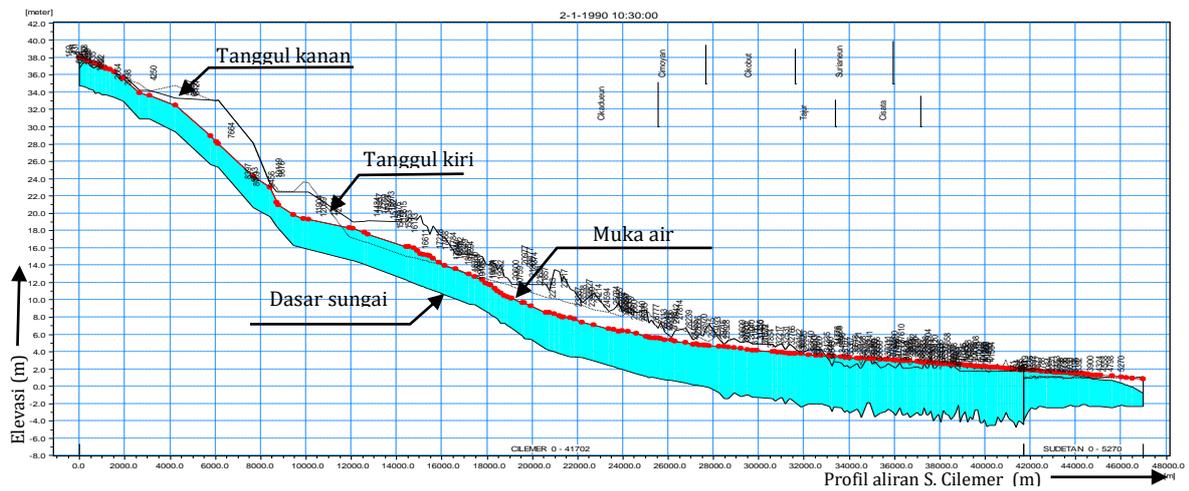
Skenario Analisis Pengaruh pada saat Sudetan Ditutup

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, hasil analisis limpasan banjir di S. Cilemer pengaruh pada saat sudetan ditutup adalah sebagai berikut:

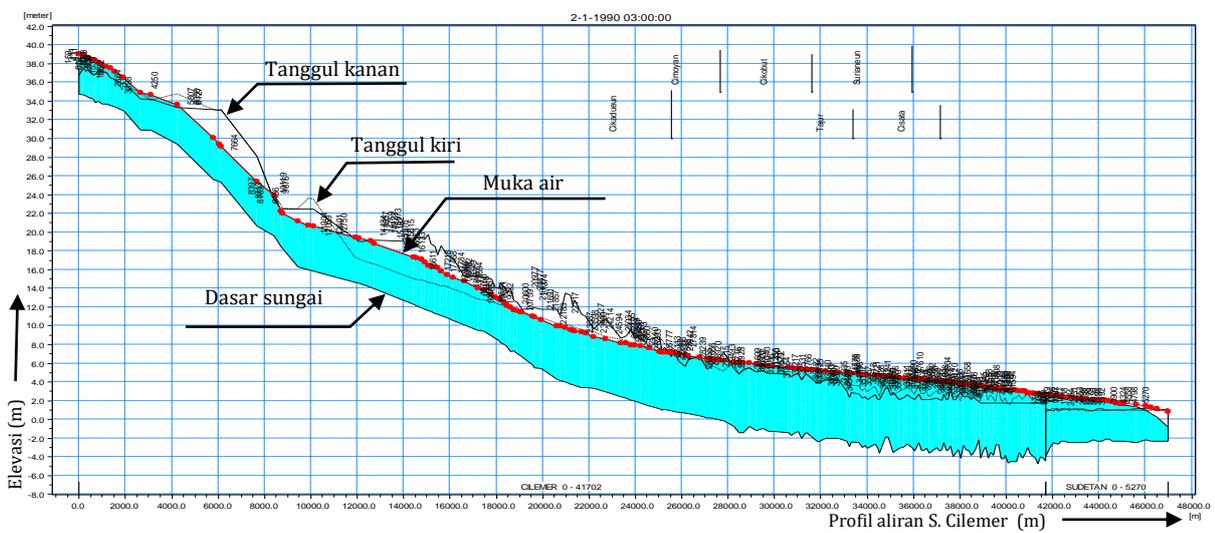
- 1 debit 2 tahunan limpasan tertinggi 0,96 m, Gambar 12,
- 2 debit 5 tahunan limpasan tertinggi 1.17 m , Gambar 13,
- 3 debit 10 tahunan limpasan tertinggi 1.36 m, Gambar 14, dan
- 4 debit 25 Tahunan limpasan tertinggi 2.74 m Gambar 15



Gambar 13 Limpasan sudetan ditutup debit 5 tahunan (limpasan tertinggi 1.17 m)



Gambar 14 Limpasan sudetan ditutup debit 10 tahunan (limpasan tertinggi 1.36 m)

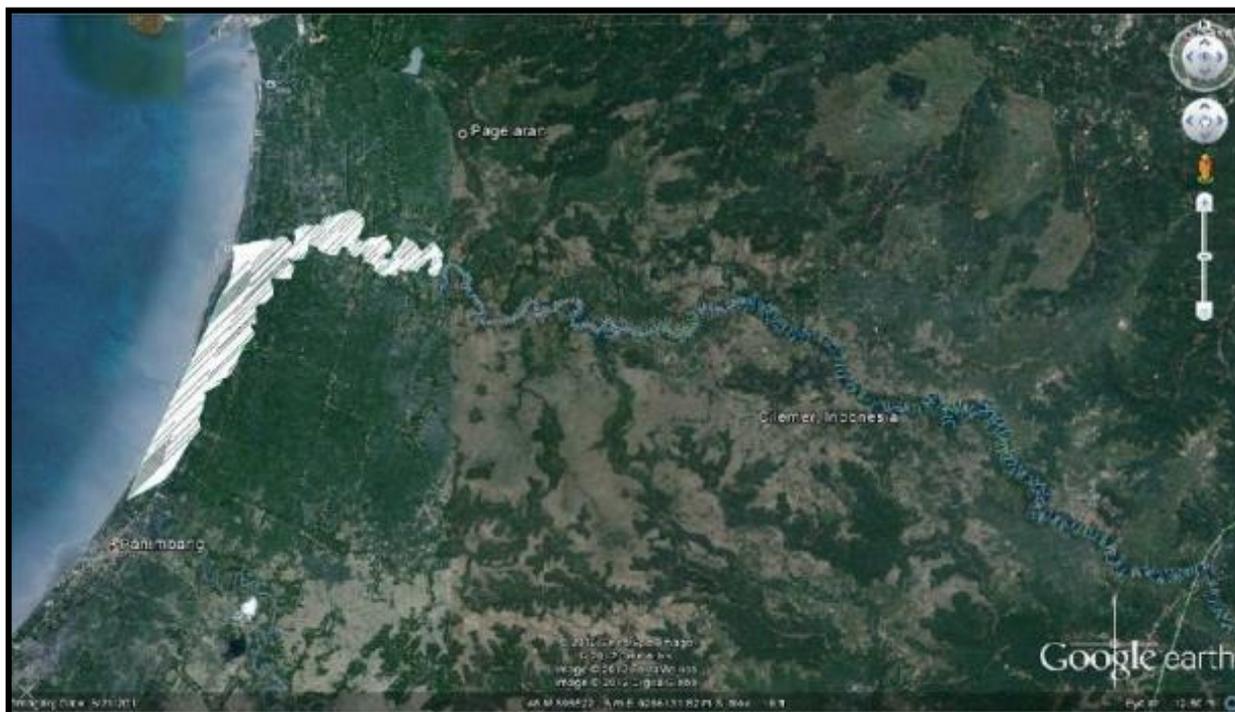


Gambar 15 Limpasan sudetan ditutup debit 25 tahunan (limpasan tertinggi 2.74 m)

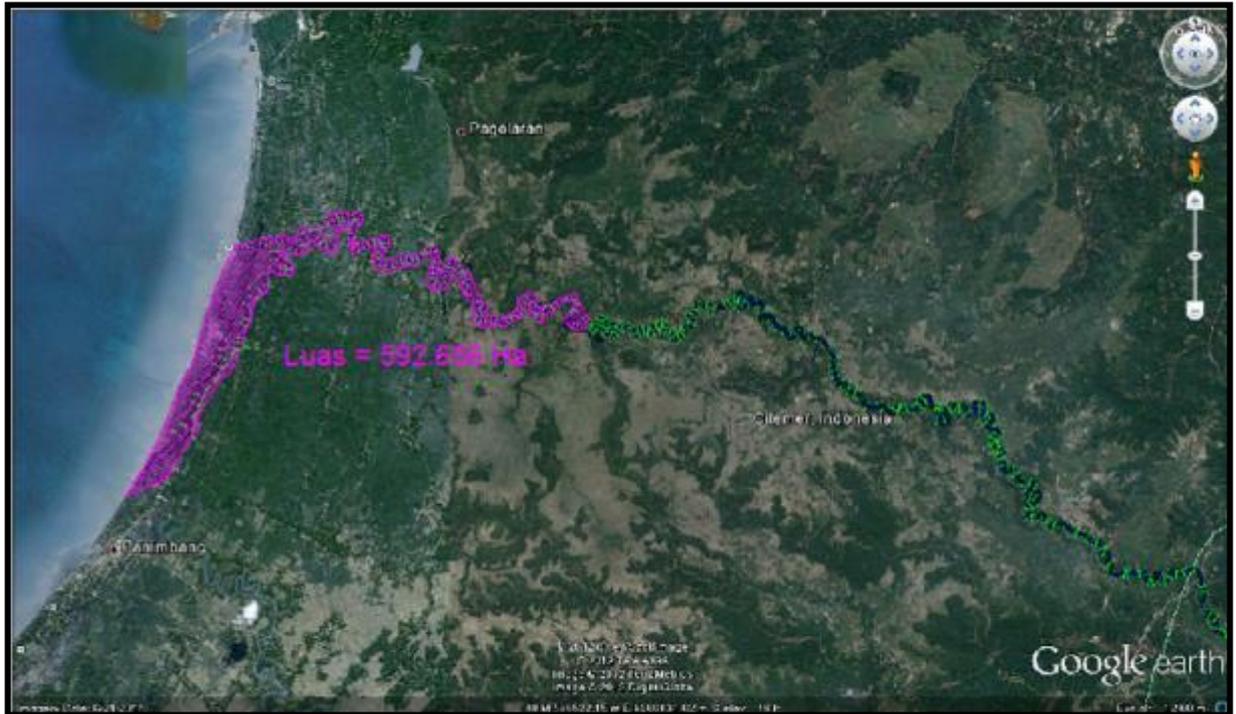
Skenario Identifikasi Luas Genangan.

Dalam skenario ini juga dilakukan identifikasi perkiraan luas genangan banjir yang dapat terjadi untuk masing-masing debit banjir periode ulang 2 tahun sampai dengan 25 tahun, untuk kondisi eksisting Sungai, (sudeban berfungsi seperti kondisi saat ini). Dari hasil analisis didapatkan bahwa rentang genangan yang terjadi jika antara debit banjir periode ulang 2 tahun adalah 546 Ha, kala ulang 5 tahun adalah 592 Ha, kala ulang 10 tahun adalah 682 Ha dan untuk debit banjir periode ulang 25 tahunan mencapai 912.4 Ha. Daerah genangan yang terjadi berada pada rentang ± 500 m dari tanggul sungai ke arah kanan dan kiri. Genangan yang ada berada pada segmen hilir

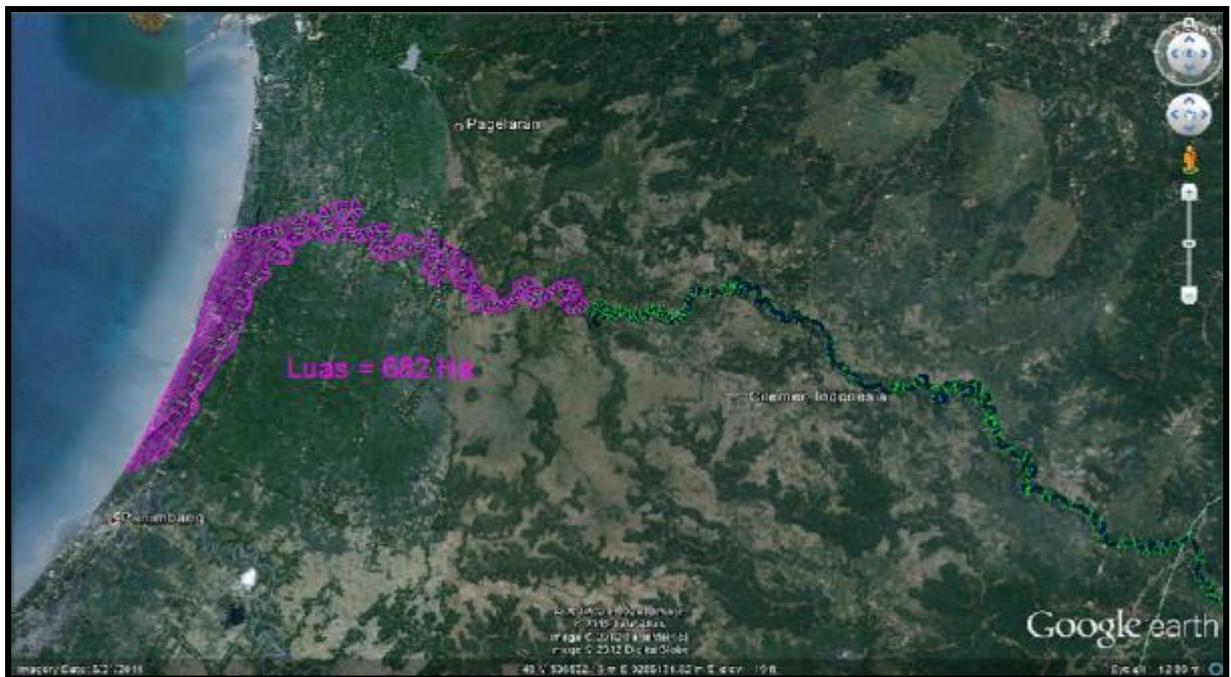
tempat pertemuan sungai utama dengan anak – anak sungai di hilirnya. Pada bagian dekat dengan muara pengaruh pasang surut air laut menyebabkan genangan menyebar searah garis pantai yang ada. Untuk memudahkan dalam memahami genangan yang terjadi, maka peta genangan hasil simulasi Mike 11 GIS (*Danish Hydraulic Institute, 2008*) di tampilkan dalam peta *Google Earth* (debit banjir periode ulang 2 tahun adalah 546 Ha (Gambar 16) , kala ulang 5 tahun adalah 592 Ha (Gambar 17), kala ulang 10 tahun adalah 682 Ha (Gambar 18) dan untuk debit banjir periode ulang 25 tahunan mencapai 912.4 Ha (Gambar 19).



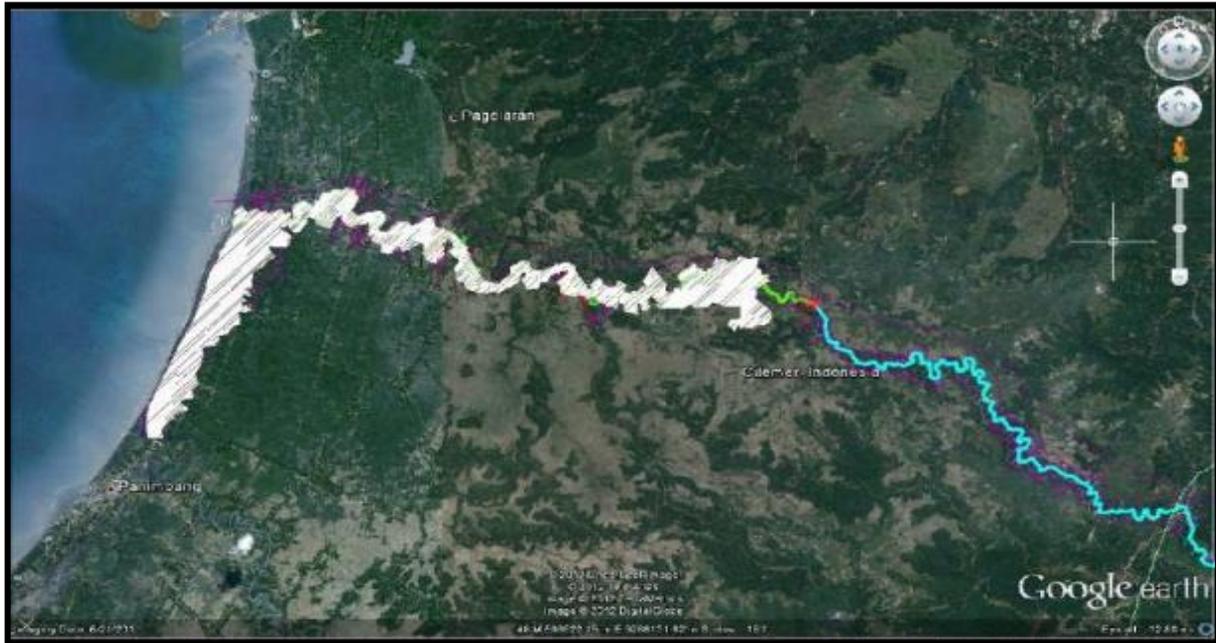
Gambar 16 Daerah genangan untuk debit banjir 2 tahunan, luas genangan 546 ha



Gambar 17 Daerah genangan untuk debit banjir 5 tahunan, luas genangan 592.7 ha



Gambar 18 Daerah genangan untuk debit banjir 10 tahunan, luas genangan 682 ha



Gambar 19 Daerah Genangan untuk Debit Banjir 25 Tahunan, Luas Genangan 912.4 Ha

Tabel 2 Resume Hasil Analisis Banjir dan Genangan

No	Skenario	Batas Udik	Batas Hilir (Muka Air Laut)		Limpasan diatas tanggul	Panjang Limpasan	Luas Genangan
		Debit Periode Ulang	S.Asli	Sudetan	Tertinggi (m)	(m)	(ha)
1	Kondisi Eksisting	Q- 2th	HWL	HWL	0,996	4.000 dan 10.000	546
			LWL	LWL	0,965		
	Q- 5th	HWL	HWL	1,100	5.000 dan 10.000	592,7	
		LWL	LWL	1,044			
	Q- 10th	HWL	HWL	1,260	8.000 dan 12.000	682	
		LWL	LWL	1,143			
	Q- 25th	HWL	HWL	2,774	8.000 dan 20.000	912,4	
		LWL	LWL	2,735			

Resume Analisis Banjir dan Genangan.

Banjir yang terjadi menyebabkan limpasan sepanjang 4 km hingga 20 km dengan ketinggian limpasan berbeda – beda sesuai dengan lokasi yang ada. Ketinggian limpasan mencapai hampir 3 m pada lokasi yang berbatasan langsung dengan tanggul sungai yang ada. Topografi S. Cilemer yang datar pada bagian hilir di daerah pertemuan sungai dengan anak – anak sungai menyebabkan genangan yang terjadi menyebar merata ke kanan kiri dari tanggul sungai yang ada. Rincian panjang lintasan banjir yang terjadi menunjukkan limpasan yang terjadi di S. Cilemer dan sudetan. Sudetan yang ada sepanjang 5,7 km dengan elevasi dasar sungai pada ujung sudetan -1,9 m hingga -2,3 m. Keberadaan bangunan pengendali banjir di dekat muara sudetan S. Cilemer ke laut menyebabkan kenaikan muka air yang tidak signifikan terhadap banjir yang terjadi. Fungsi utama dari bangunan pengendali banjir ini adalah untuk menahan intrusi air laut yang mungkin terjadi ketika pasang terjadi. Elevasi dasar bangunan pengendali banjir direncanakan selevel dengan dasar sungai yang ada di ruas sudetan sungai. Berdasarkan simulasi numerik yang dilakukan terlihat pengaruh bangunan terhadap kenaikan muka air hanya 19 cm. Hasil resume analisis banjir dan genangan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

KESIMPULAN

Kapasitas alur eksisting S. Cilemer saat ini terbagi menjadi 2 bagian, yaitu untuk segmen hulu (dari Bendung Cilemer sampai pertemuan dengan anak-anak sungai) mempunyai kapasitas 210 m³/s, sedangkan segmen hilir (dari pertemuan anak-anak sungai sampai muara mempunyai kapasitas < 100 m³/s. Kemiringan dasar sungai di bagian hulu S. Cilemer sebesar 0,16 %, sedangkan pada bagian hilir hanya 0,016 %. Potensi permasalahan banjir (sampai dengan debit banjir 25 tahunan) ada di segmen hilir yang terletak setelah pertemuan dengan anak sungai hingga ke arah muara.

Rencana pembuatan bendung pengatur debit hanya mempengaruhi tinggi maksimum limpasan banjir sebesar 19 cm untuk debit banjir periode ulang 25 tahunan. Kenaikkan ini tidak signifikan dalam mempengaruhi banjir yang terjadi, karena tinggi jagaan untuk tanggul sungai yang ada sebesar 1 m. Luas genangan banjir berkisar antara 546 ha untuk debit banjir 2 tahunan dan 912.4 ha untuk debit banjir 25 tahunan. Penambahan debit dari anak – anak sungai menyebabkan kenaikan limpasan banjir menjadi 3 m.

Penyebab banjir pada S. Cilemer adalah perbedaan kapasitas sungai pada bagian hulu dan hilir serta penambahan debit banjir dari anak –

anak sungai. Selain hal itu kemiringan dasar sungai yang sangat landai menyebabkan kecepatan aliran menjadi kecil. Keunggulan menggunakan data ASTER DEM dalam mensimulasikan genangan banjir, diketahui dapat merepresentasikan daerah yang datar dengan baik, namun kelemahannya memiliki tingkat kesalahan yang relatif tinggi untuk daerah yang berbukit – bukit serta curam.

DAFTAR PUSTAKA

- Bates, P. D., Marks, K. J and Horritt, M. S. "Optimal use of high-resolution topographic data in flood inundation models." *Hydrological Processes*, Vol. 17 (3), (February 28), pp. 537-557, 2003.
doi:10.1002/hyp.1113.<http://doi.wiley.com/10.1002/hyp.1113>.
- Chow, V. T. : *Open Channel Hydraulics*. MacGraw-Hill, New York, 1985.
- Castro, J. M., Bankfull, Discharge Recurrence Intervals and Regional Hydraulic Geometry Relationships : Patterns in The Pasific Northwest, USA 1. *Journal of the American Water Resources Associatio*, Vol 37, pp. 1249 – 1262, 2001
- Danish Hydraulic Institute, (2008). *Mike 11 A Modelling System for Rivers and Channels User Guide*
- Dury, G. H., *Principles of underfit streams*. Professional Paper 452-A, USGS.
- Dury, G. H. 1972, *Principles of underfit streams*. Professional Paper 452-A, USGS.
- Eckert, S., Kellenberger, T., Itten, K., 2005. Accuracy assessment of automatically derived digital elevation models from aster data in mountainous terrain. *International J. Remote Sensing*, Vol. 26 (9), pp. 1943–1957, 2005.
- Fujisada, H., Bailey, G. B., Kelly, G. G., Hara, S., and Abrams, M. J. : *ASTER DEM performance*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 43 (12), pp. 2707-2714, 2005
doi:10.1109/TGRS.2005.847924.
<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1542341>.
- Horritt, M.S., and Bates, P.D. : Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation. *J. Hydrology*, Vol. 268, pp. 87-99, 2002.
- Kodoatie, Robert J. dan Sugiyanto, 2002. *BANJIR – Beberapa Penyebab & Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Pustaka Pelajar.

- Lestari, Slamet. 2015. Tambahan Bangunan Pengendalian Dasar Sungai Untuk Menjaga Stabilitas Dasar Sungai Batang Kuranji Sumatera Barat. *Jurnal Sumber Daya Air Vol. 11 No. 2 November 2015. Hal 193-202.*
- Nash, J.E., and Sutcliffe, J.V. 1970. River flow forecasting through conceptual models: Part 1. A discussion of principles. *J. Hydrology.*, Vol. 10(3), pp 282-290, 1970.
- Maidment, D. 1996. GIS and hydrological modelling: an assessment of progress. In: *Third International Conference on GIS and Environmental Modelling*, Santa Fe, NM, 20–25 January, 1996.
- Tarekegn, T. H., Haile, A. T., Rientjes, T., Reggiani, P., and Alkema, D. 2010. Assessment of an ASTER-generated DEM for 2D hydrodynamic flood modeling. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 12 (6) (December), pp. 457-465, 2010. doi:10.1016/j.jag.2010.05.007. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0303243410000620>.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak terutama Balai Pengelolaan Sumber Daya Air Propinsi Banten, yang telah membantu sampai selesainya tulisan ini.