

Kajian Ulang Desain Hidrologis Cofferdam Hulu Bendungan Karian terhadap Perubahan Cuaca di DAS Ciberang

Vita Ariesta Fitriana^{*1}, Suripin², Ignatius Sriyana³

^{1,2,3} Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah

Submitted : 21 September 2020

Accepted : 20 Januari 2021

Abstrak

Proyek Pembangunan Bendungan Karian merupakan salah satu proyek strategis nasional yang dilaksanakan sejak tahun 2015, memiliki tiga fungsi utama yaitu penyediaan air Rumah Tangga, Kota dan Industri (RKI) untuk Provinsi Banten dan DKI Jakarta, suplesi Daerah Irigasi Ciujung dan pengendalian banjir. Daerah Aliran Sungai Ciberang Kabupaten Lebak sebagai lokasi pembangunan Bendungan Karian mengalami bencana banjir bandang pada Januari 2020, akibat dari pengaruh cuaca ekstrim sebagai salah satu penyebabnya (Yahya, 2020). Hal ini mengakibatkan terputusnya jembatan konstruksi pada outlet terowongan pengelak. Pelaksanaan pembangunan Bendungan Karian direncanakan selesai pada tahun 2019 namun masih berlangsung hingga kini, mengacu kepada kajian ulang dokumen desain pada tahun 2015. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji ulang desain hidrologis bangunan pengelak/cofferdam hulu Bendungan Karian berdasar data hujan terbaru pada DAS Ciberang. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak HEC-HMS yang memiliki kemampuan untuk melakukan penelusuran banjir pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Hasil analisis terjadi peningkatan curah hujan rencana pada DAS Ciberang untuk kala ulang 25 tahun dari 180 mm/hari menjadi 210 mm/hari, dan debit banjir rencana dari 664 m³/detik menjadi 793.2 m³/detik, berturut-turut berdasar data periode 1982-2015 dan periode 1982-2019. Semua perubahan data tersebut masih sesuai dengan banjir desain yang digunakan pada desain cofferdam hulu Bendungan Karian Tahun 2015 Sehingga secara aspek hidrologis cofferdam hulu sebagai bagian pengaman pekerjaan konstruksi timbunan bendungan utama pada Bendungan Karian masih memenuhi kriteria desain awal atau aman walau telah terjadi perbedaan 5 tahun data hujan pada DAS Ciberang.

Kata Kunci : Bendungan Karian; HEC-HMS; Banjir Lebak

Abstract

The Karian Dam Project is one of the national strategic projects implemented since 2015, has three main functions, namely as DMI water supply for Banten and DKI Jakarta, supplementary irrigation water of Ciujung Irrigation Area and flood control. Ciberang Watershed in Lebak Regency, as the location of the project, was undergo flood disaster in January 2020 with extreme weather declared as one of

*Corresponding author: vitaariestafitriana@students.undip.ac.id

Another author: suripin.ar@gmail.com

Another author: sriyana@live.undip.ac.id

the cause (Yahya, 2020). The flood cause damage to construction bridge located in outlet of Karian's river diversion tunnel. The construction of the Karian Dam, which was originally planned for completion in 2019, is still ongoing. The construction refers to the design document which was reviewed in 2015 right before construction began. This study intends to examine the capacity of the river diversion structure based on the latest rainfall data. Modelling will be carried out using HEC-HMS software which has the ability of flood routing in watershed. The results of the analysis showed an increase in the design precipitation of Ciberang watershed for a return period of 25 years from 180 mm/day to 210 mm/day, and the design flood discharge from 664 m³/s to 793.2 m³/s, respectively based on the data of 1982-2015 and 1982-2019. Therefore the upstream cofferdam as a safety part of the main dam construction at the Karian Dam still meets the initial design criteria in terms of hydrological aspects or "safe" even though there has been 5 years difference of rainfall data.

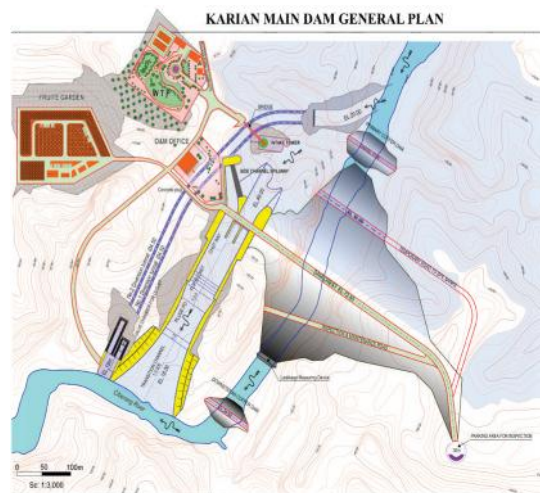
Keywords: Karian Dam; HEC-HMS; Lebak Flood

A. PENDAHULUAN

Proyek Pembangunan Bendungan Karian merupakan salah satu proyek strategis nasional yang dilaksanakan sejak tahun 2015, memiliki tiga fungsi utama yaitu penyediaan air RKI untuk Provinsi Banten dan DKI Jakarta, suplesi Daerah Irigasi Ciujung dan pengendalian banjir. Bendungan Karian membendung Sungai Ciberang yang merupakan anak sungai dari Sungai Ciujung di ketinggian 2.000 m di atas permukaan laut (Gambar 1). Pelaksanaan pembangunan Bendungan Karian direncanakan selesai pada tahun 2019 namun masih berlangsung hingga kini, mengacu kepada kajian ulang dokumen desain pada tahun 2015.

Daerah Aliran Sungai Ciberang Kabupaten Lebak sebagai lokasi pembangunan Bendungan Karian mengalami bencana banjir bandang pada Januari 2020, akibat dari pengaruh cuaca ekstrem sebagai salah satu penyebabnya (Yahya, 2020). Hal ini mengakibatkan terputusnya jembatan konstruksi pada outlet terowongan pengelak. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kapasitas bangunan pengelak berdasar data hujan terbaru dengan menggunakan perangkat lunak HEC-HMS yang memiliki

kemampuan untuk melakukan penelusuran banjir pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS).



Gambar 1. Pembangunan Bendungan Karian
(BBWS Cidanau-Ciujung-Cidurian, 2015)

Bendungan pengelak (*cofferdam*) adalah bendungan yang dibangun sehingga lokasi rencana bendungan utama menjadi kering, yang memungkinkan pembangunan secara teknis (Wahyono, 2013). Bendungan pengelak sebagai bagian dari sebuah bendungan, tentunya juga harus memenuhi konsepsi keamanan bendungan terutama dalam hal

keamanan struktur berupa aman terhadap kegagalan struktural, aman terhadap kegagalan hidraulis, dan aman terhadap kegagalan rembesan (Kementerian PUPR, 2015).

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Desain Hidrologi pada Bendungan

Dalam perencanaan suatu bendungan, salah satunya perlu dilakukan perencanaan/desain aspek hidrologi. Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, padat, gas) pada, dalam atau di atas permukaan tanah termasuk di dalamnya adalah penyebaran daur dan perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimia, serta hubungannya dengan unsur-unsur hidup dalam air itu sendiri. Hidrologi juga mempelajari perilaku hujan terutama meliputi periode ulang curah hujan karena berkaitan dengan perhitungan banjir serta rencana untuk setiap bangunan teknik sipil antara lain bendung, bendungan dan jembatan. Dasar dari semua perencanaan hidrologi adalah perencanaan banjir dalam konsep Daerah Aliran Sungai (Linsley, R.K, 1996).

2. Pengaruh karakteristik DAS pada Aliran Permukaan

Daerah Aliran Sungai (*catchment area*) adalah daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung, menyimpan dan mengalirkan ke sungai dan seterusnya ke danau atau ke laut. Komponen masukan dalam DAS adalah curah hujan, sedangkan keluarannya terdiri dari debit air dan muatan sedimen (Suripin, 2004). Aliran air tersebut bukan hanya berupa air permukaan yang mengalir di dalam alur sungai, tetapi termasuk juga aliran di lereng-lereng bukit yang mengalir menuju alur sungai sehingga daerah tersebut dinamakan Daerah Aliran Sungai (Sri, 1993).

Beberapa karakteristik DAS yang berpengaruh besar pada aliran permukaan meliputi luas dan bentuk DAS; topografi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapatan saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya yang mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan, serta pengaruh tata guna lahan.

Bentuk DAS yang memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih kecil dibandingkan dengan DAS yang berbentuk melebar atau melingkar. Hal ini terjadi karena waktu konsentrasi DAS yang memanjang lebih lama dibandingkan dengan DAS yang melebar, sehingga terjadinya konsentrasi air dititik kontrol lebih lambat yang berpengaruh pada laju dan volume aliran permukaan.

Salah satu parameter yang dibutuhkan di dalam perhitungan analisis hidrologi dan penelusuran banjir pada DAS adalah penentuan waktu konsentrasi, yaitu waktu yang dibutuhkan suatu aliran air dari sumber hingga mencapai titik kontrol yang dianalisis. Persamaan yang cukup terkenal untuk menghitung waktu konsentrasi adalah persamaan Kirpich (Persamaan (1)). Waktu konsentrasi diperlukan untuk mengkonversi curah hujan rencana harian menjadi curah hujan jam-jaman dengan Metode Mononobe (Persamaan (2)).

$$T_c = 3,97 L^{0.77} S^{-0.385} \dots\dots\dots(1)$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3} \dots\dots\dots(2)$$

di mana:

t_c = waktu konsentrasi (menit)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan dasar sungai

I = intensitas (mm/jam)

R_{24} = curah hujan rata-rata harian (mm/hari)

Tampakan rupa muka bumi atau topografi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapatan parit dan atau saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya juga mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan di DAS. Selain itu pengaruh yang terakhir adalah pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Nilai C berkisar 0 sampai 1. Nilai C = 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, nilai C = 1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai aliran permukaan.

3. Penelusuran Banjir di DAS

Penelusuran banjir merupakan peramalan hidrograf di suatu titik pada suatu aliran atau bagian sungai yang didasarkan atas pengamatan hidrograf di titik lain. Dalam pelaksanaannya kajian penelusuran banjir dapat digunakan untuk : (1) Peramalan banjir jangka pendek; (2) Perhitungan hidrograf satuan pada berbagai titik sepanjang sungai dari hidrograf satuan di suatu titik sungai tersebut; (3) Peramalan terhadap kelakuan sungai setelah terjadi perubahan keadaan palung sungai (misalnya karena adanya pembangunan bendungan atau pembuatan tanggul) (Tikno, 2002).

Penelusuran banjir dapat dilakukan melalui dua bentuk kondisi hidrologi, yaitu melalui palung sungai dan waduk. Salah satu cara menganalisis penelusuran banjir adalah dengan menggunakan metode Muskingum (Persamaan (3), dimana prinsipnya adalah kontinuitas debit masuk dengan debit keluar.

$$I - O = S/t \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

I = debit yang masuk / *inflow* (m³/detik)

O = debit yang keluar / *outflow* (m³/detik)

S = volume tampungan (m³)

t = waktu (detik)

Metode Muskingum merupakan salah satu metode dari penelusuran banjir yang menggunakan asumsi bahwa tidak ada anak sungai yang masuk ke dalam bagian memanjang palung sungai yang ditinjau dan penambahan dan kehilangan air yang berasal dari air hujan, air tanah dan evaporasi semuanya diabaikan (US Army Corps of Engineers, 2000).

Penelusuran banjir diperlukan untuk mengetahui pergerakan gelombang air pada saluran alam karena pada waktu debit di suatu saluran terbuka meningkat, ketinggian permukaan airnya juga meningkat seiring dengan peningkatan volume air pada saluran terbuka tersebut. Sebaliknya pada saat banjir mereda, suatu volume air yang sama harus dilepaskan dari penampungannya. Akibatnya, dasar waktu suatu gelombang banjir yang bergerak ke bagian hilir saluran menjadi panjang dan puncaknya menjadi turun. Pergerakan tersebutlah yang dalam mendesain bangunan air perlu diprediksi besaran lama durasi terjadinya melalui penelusuran banjir (Sosrodarsono, 2003).

Penelusuran banjir dapat dimodelkan dan diselesaikan secara matematis dengan persamaan hidrologis dan dengan persamaan hidraulik. Melalui penelusuran banjir, dapat ditentukan banjir desain yang akan digunakan. Dalam hal ini banjir desain yang dipersyaratkan untuk bangunan pengelak dalam perencanaan bendungan urugan di Indonesia adalah banjir dengan kala ulang 25 tahun atau kala ulang 10 tahun per setiap tahun pelaksanaan

konstruksi dengan mempertimbangkan resiko dan biaya pelaksanaannya.

C. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Bendungan Karian berada di Kec. Rangkasbitung, Kab. Lebak, Provinsi Banten. Secara geografis Bendungan Karian terletak di 105°48' LT sampai dengan 107°28' LT dan 5°50' BS sampai dengan 7°10' BS. Di sepanjang Utara dan Barat Proyek Bendungan Karian dikelilingi oleh Laut Jawa, sementara di bagian Selatan adalah dataran tinggi pegunungan dengan ketinggian antara 1.300 m - 2.200 m di atas permukaan laut.

2. Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder sebagai berikut :

- a) Data hujan diambil dari tiga (3) stasiun hujan yaitu Cimarga, Ciminyak, Pasir Ona. Data hujan yang digunakan yaitu 1982-2019. Data diperoleh dari BBWS Cidanau-Ciujung-Cidurian.
- b) Peta tata guna lahan sesuai dengan RTRW Provinsi Banten 2010-2030, peta jenis tanah tutupan lahan Ciujung dan kemiringan lahan pada DAS Ciberang. Data diperoleh dari BBWS Cidanau-Ciujung-Cidurian dan Bappeda Kab. Lebak.

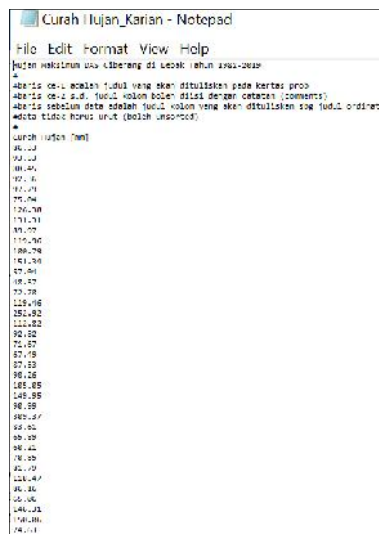
3. Tahapan Penelitian

Penelusuran banjir pada DAS Ciberang akan dilakukan secara matematis menggunakan Metode Muskingum dengan bantuan pemodelan pada aplikasi Hec-HMS yang dapat mentransformasi hujan menjadi aliran permukaan melalui penelusuran banjir dengan tahapan yaitu:

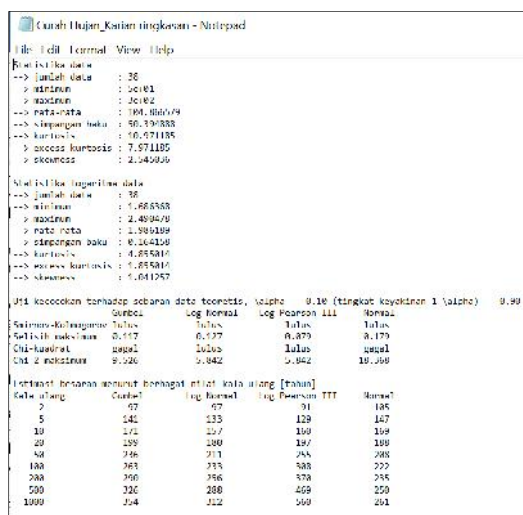
a) Pengolahan Data Hidrologi

Tahap pemodelan dimulai dengan melakukan pengolahan data hidrologi.

- 1) Perhitungan curah hujan rata-rata tahunan. Data hujan diambil dari tiga (3) stasiun hujan yaitu Cimarga, Ciminyak, Pasir Ona. Data hujan yang digunakan selama 38 tahun sejak tahun 1982 sampai dengan 2019, kemudian diolah menggunakan metode Poligon Thiesen.
- 2) Analisis curah hujan rancangan
Analisis curah hujan rancangan menggunakan metode log normal, normal, gumbel dan log pearson, dengan bantuan *software* APROB. A-Prob merupakan program aplikasi untuk melakukan analisis frekuensi data hidrologi hasil pengembangan dari pengajar Universitas Gajah Mada, Dr. Ir. Istiarto, M.Eng. Adapun tahapan analisis adalah input data curah hujan rerata tahunan ke dalam aplikasi (Gambar 3) dan selanjutnya aplikasi akan melakukan analisis sehingga dapat diperoleh data curah hujan rencana dengan berbagai metode distribusi seperti Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson. Estimasi besaran curah hujan yang diambil adalah yang lulus uji kecocokan dan memiliki selisih maksimum terkecil.
- 3) Menghitung waktu konsentrasi per Sub DAS dengan Metode Kirpich (Persamaan 1).
- 4) Menghitung curah hujan jam-jaman dengan Metode Mononobe (Persamaan 2).



Gambar 2. Input Window untuk Aplikasi A-Prob



Gambar 3. Result Window A-Prob untuk hasil estimasi besaran nilai kala ulang hujan rencana

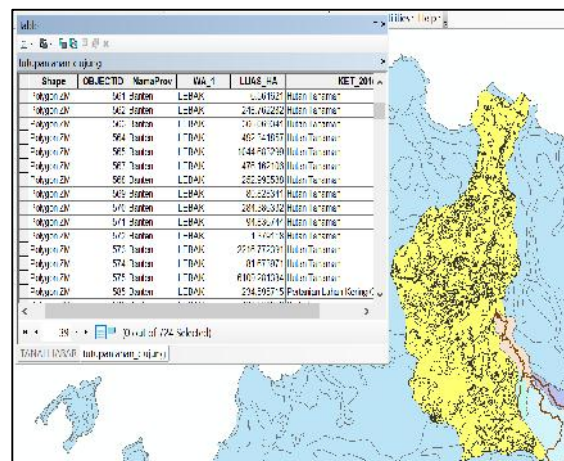
b) Pengolahan data tata guna lahan

Pengolahan data tata guna lahan dilakukan untuk memperoleh besaran koefisien aliran permukaan yang akan digunakan sebagai data input dalam pemodelan di Hec-HMS untuk mengestimasi limpasan atau runoff dengan metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN). Pengolahan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak sistem informasi geografis untuk DAS Ciburang. Contoh

proses pengolahan data terlihat pada Gambar 4, sehingga didapatkan nilai koefisien aliran permukaan/*Curve Number* (CN) pada Tabel 1.

c) Pemodelan Hidrologi DAS Ciburang

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan software HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modelling System*) yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center* milik *US Army Corps of Engineers*. Dalam penggunaan HEC-HMS, terdapat *Model Components* yang akan digunakan untuk pemodelan hidrologi. Model Components utama yang digunakan adalah *Basin Model*, *Meteorologic Model*, *Control Specifications*, *Time Series Data*, *Paired Data*, dan *Grid Data*.



Gambar 4. Perhitungan koefisien aliran permukaan menggunakan software SIG

Tabel 1. Koefisien Aliran Permukaan untuk Perhitungan Loss Metode SCS-CN

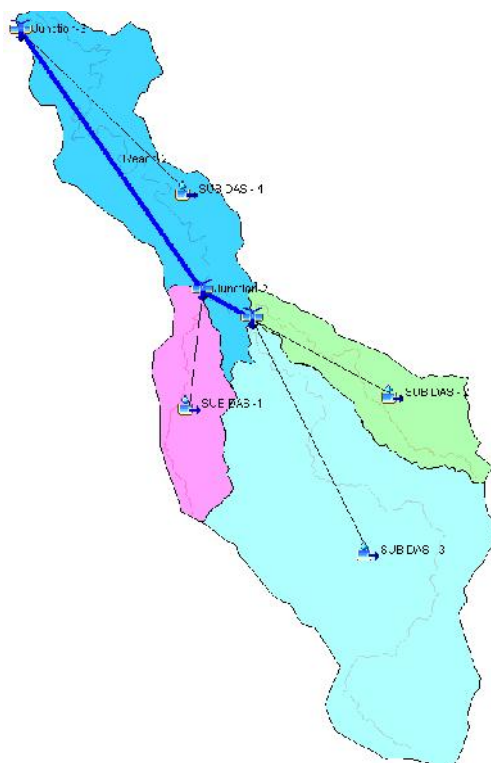
Sub DAS	CN	Impervious (%)
1	85	5
2	87	5
3	86	5
4	86	5

1. Basin Model

Model komponen ini berfungsi untuk memodelkan DAS. Daerah Aliran Sungai Ciberang memiliki luas 288 km², dimodelkan kedalam empat (4) sub das (Tabel 2) dengan bantuan *software* ArcMap 10.5 (Gambar 5).

Tabel 2. Deskripsi Sub Das untuk Pemodelan Penelusuran Banjir

Sub Das	Luas (km ²)	Panjang			Elevasi	
		km	Hulu	Hilir		
1	27.92	12.883	1237.5	100.0		
2	34.08	18.550	987.5	125.0		
3	150.98	36.141	1912.5	112.5		
4	69.63	37.876	262.5	25.0		



Gambar 5. Basin Model DAS Ciberang

Pada *Basin Model Manager* untuk setiap sub DAS terdapat tiga model untuk melakukan simulasi transformasi hujan menjadi aliran, yaitu :

- Loss model*, untuk menghitung hujan yang menjadi limpasan (hujan efektif). Dalam pemodelan ini dipilih Metode SCS Curve Number yang beranggapan bahwa limpasan sebagai fungsi dari presipitasi kumulatif, tutupan lahan, tata guna lahan, dan kelembaban sebelumnya.
- Transform model*, untuk transformasi dari hujan efektif menjadi aliran limpasan langsung. Dalam pemodelan ini dipilih Metode SCS Unit Hydrograph.

2. Hydrologic elements

Dalam pemodelan, terdapat *Hydrologic Elements* yang harus diinput ke dalam model, deskripsi seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hydrologic Element

Hydrologic Element	Deskripsi
<i>Sub Basin</i>	Berisi data tentang sub das seperti metode kehilangan/losses (e.g. Metode SCS-CN), transform model (e.g. Metode Hidrograf Satuan), dan <i>baseflow</i> . Data digunakan untuk transformasi hujan menjadi aliran.
<i>Junction</i>	Titik hubung antar elemen yang ada atau titik control pada setiap sub DAS. Digunakan untuk menggabungkan aliran dari sub DAS maupun <i>reach</i> (ruas-ruas sungai).
<i>Reach</i>	Menghubungkan element-element yang ada dan berisi data penelusuran sungai. Digunakan untuk menelusur aliran dari hulu ke hilir.

3. Meteorologic Model

Komponen ini berisi data hujan dan penguapan, yang diinput melalui menu Time Series Data. Data Curah hujan yang digunakan sebagai masukan pada model ini adalah besaran curah hujan rancangan dari data curah hujan rata-rata tahunan DAS Ciberang. Curah hujan wilayah rata-rata tahunan diolah dengan Metode Poligon Thiessen (Gambar 6), curah hujan rencana diolah dengan bantuan aplikasi A-Prob.

4. Control Specification

Komponen ini berisi tanggal dan waktu kejadian yang digunakan sebagai kontrol dalam proses running model (simulasi maupun kalibrasi) dibuat dengan prosedur yang sama seperti pembuatan *Basin Model* maupun *Meteorologic Model*. Pada menu *Components*, pilih *Control Specifications Manager*, dan selanjutnya pilih New. Pada *Control Specification Editor*, isikan range waktu untuk simulasi dan interval waktu yang akan digunakan (waktu mulai sampai akhir simulasi).



Gambar 6. Curah Hujan Wilayah Rata-Rata Tahunan

5. Simulation Run Manager

Setelah seluruh data yang diperlukan untuk mencari debit banjir diinput dalam HEC-HMS, selanjutnya dilakukan simulasi penelusuran banjir. Terdapat 4 (empat) langkah dalam pembuatan Simulation Run, yaitu pemberian nama simulasi, pemilihan basin model yang akan di run, pemilihan *meteorologic*

model dan pemilihan *control specification*.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Hujan Rencana

Hujan rencana adalah hujan terbesar tahunan dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi di suatu daerah, atau hujan dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Estimasi besaran hujan rencana hasil perhitungan dengan A-Prob Metode Log Pearson III pada Tabel 4.

Tabel 4. Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (tahun)	Hujan Rencana (mm/hari)
10	160
25	210
50	255
100	308
1000	560

2. Konversi Curah Hujan Harian Rencana ke Curah Hujan Jam-Jaman.

Konversi dilakukan setelah perhitungan waktu konsentrasi untuk setiap sub DAS terlebih dahulu (Tabel 5). Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Metode Kirpich (Persamaan 1) dimana panjang sungai (L) seperti pada Tabel 2 dan kemiringan sungai (S) pada Tabel 5. Besaran curah hujan rencana jam-jaman dihitung dengan menggunakan Metode Mononobe (Persamaan 2), terlihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Perhitungan waktu konsentrasi

SUB DAS	S	TC (Jam)
1	0.088	1.208
2	0.046	2.048
3	0.050	3.334
4	0.006	7.675

Tabel 6. Curah hujan rencana jam-jaman

SUB DAS	TC (jam)	R24
		R ₂₅ = 210 mm/hari
1	1.208	64.168
2	2.048	45.140
3	3.334	32.624
4	7.675	18.711

3. Hasil Pemodelan Hidrologi
 Pemodelan dilakukan untuk hujan rencana kala ulang 25 tahun untuk mengevaluasi kesesuaian desain bendungan pengelak eksisting dengan data hidrologi terbaru (2019).

Basin Model

Titik tinjau (lokasi Pembangunan Bendungan Karian) adalah pada Junction 3 di wilayah sub DAS 4, terlihat pada Gambar 5.

Meteorologic Model

Pengisian Meteorologic Model dilakukan dengan nama R25. Input data jenis presipitasi yang dipilih adalah *Specified Hyetograph*. Data curah hujan yang digunakan adalah hujan rencana kala ulang 25 tahun yang telah diinput pada komponen *Time Series Data Manager* (Gambar 7).

Hasil Simulasi pada Junction 3

Setelah dilakukan simulasi penelusuran banjir dengan bantuan aplikasi Hec-HMS, diperoleh hasil simulasi seperti pada Gambar 9. Melalui simulasi, dapat diketahui debit banjir puncak yang terjadi untuk setiap *hydrologic element* pada model untuk DAS Ciberang yaitu *basin model* : Sub DAS 1-4, Reach 1 dan 2 (model sungai), Junction 1-3 (titik kontrol dalam pemodelan). Junction 3 dipilih sebagai titik kontrol pada model studi ini karena merupakan lokasi pembangunan Bendungan Karian. Gambar 8 menunjukkan hidrograf model hasil simulasi penelusuran banjir. Pada

Gambar ditampilkan grafik hubungan antara debit dan waktu untuk tiga macam debit keluar/outflow dari Sub DAS 4, Junction 3 dan Reach 2. Titik kontrol Junction 3 memiliki debit puncak sebesar 793.2 m³/detik yang terjadi pada jam ke-9 dari awal simulasi.. Debit ini merupakan Q25 atau debit banjir periode ulang 25 tahun yang akan digunakan untuk mengevaluasi apakah cofferdam Bendungan Karian masih sesuai dengan kriteria desain atau tidak. Keterangan penamaan element dari model dapat dilihat pada Gambar 7.

Time (dMMyYYYY, H:MM)	Precipitation (MM)
01Jul2020, 00:00	64.168
01Jul2020, 01:00	64.168
01Jul2020, 02:00	0.000
01Jul2020, 03:00	0.000
01Jul2020, 04:00	0.000
01Jul2020, 05:00	0.000
01Jul2020, 06:00	0.000
01Jul2020, 07:00	0.000
01Jul2020, 08:00	0.000
01Jul2020, 09:00	0.000
01Jul2020, 10:00	0.000
01Jul2020, 11:00	0.000
01Jul2020, 12:00	0.000
01Jul2020, 13:00	0.000
01Jul2020, 14:00	0.000

Gambar 7. Input Hujan Rencana Jam-jaman pada *Time Series Data Manager*

4. Pembahasan

Pembangunan Bendungan Karian dimulai dengan studi kelayakan/*feasibility study* pada tahun 1985 oleh *Japan International Cooperation Agency* (JICA), didesain rinci/*detailed design* pada Tahun 2006 oleh *Korea Rural Community Corp.* (KRC), dan mulai diriview pada Tahun 2014 hingga awal 2015 oleh BBWS Cidanau-Ciujung-Cidurian sebelum pelaksanaan konstruksi pada Oktober 2015. Perbandingan antara FS 1985, DD 2006, Review Desain 2015 dan studi ini terdapat pada Tabel 7.

Global Summary Results for Run "Run 25"

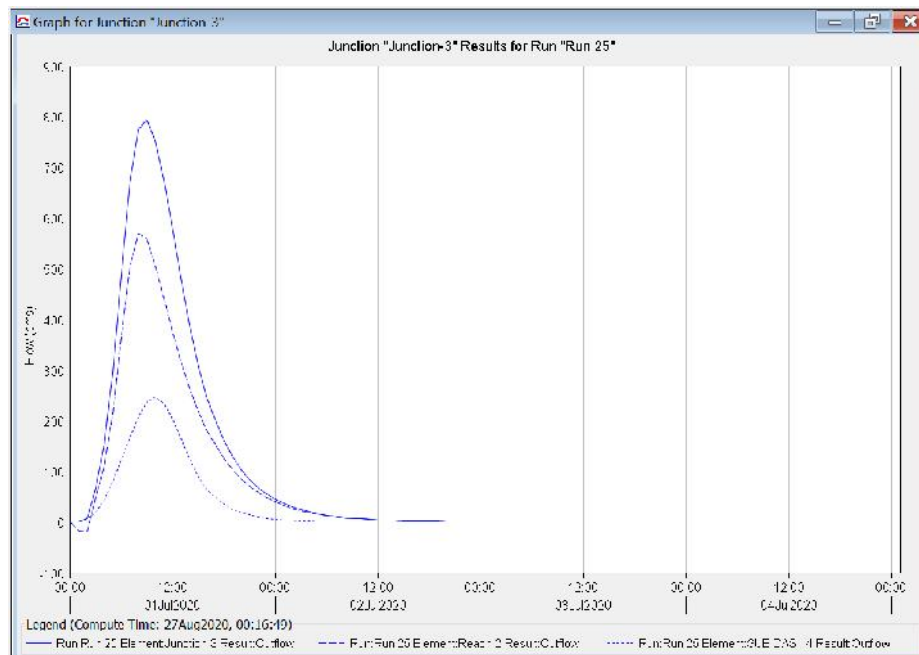
Project: Project 1 Simulation Run: Run 25

Start of Run: 01Jul2020, 00:00 Basin Model: Basin 1
 End of Run: 05Jul2020, 01:00 Meteorologic Model: R/5
 Compute Time: 27Aug2020, 00:16:19 Control Specifications: CONTROL

Show Elements: All Elements Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
SUB DAS - 3	132	883.9	01Jul2020, 05:00	13741.6
SUB DAS - 2	95	305.7	01Jul2020, 05:00	3935.9
Junction-1	187	1020.0	01Jul2020, 05:00	17276.6
Reach-1	187	1023.9	01Jul2020, 05:00	17276.6
SUB DAS -1	28	335.1	01Jul2020, 02:00	2518.2
Junction-2	215	1035.1	01Jul2020, 05:00	15797.9
Reach-2	215	558.7	01Jul2020, 06:00	10797.9
SUB DAS -4	70	438.5	01Jul2020, 10:00	7619.7
Junction-3	285	793.2	01Jul2020, 09:00	27761.2

Gambar 8. Ringkasan Global Hasil Simulasi



Gambar 9. Hidrograf banjir di Junction 3

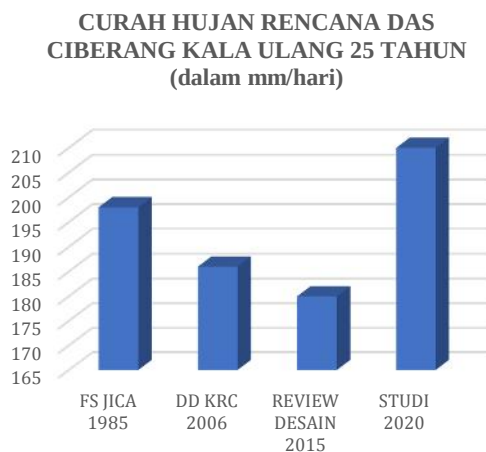
Tabel 7. Perbandingan Curah Hujan Rencana Maksimum Harian Periode Ulang DAS Ciberang

Deskripsi	Curah Hujan Rencana Maksimum Harian (mm) untuk Periode Ulang (tahun)				
	10	25	50	100	1,000
FS JICA 1985 (1950-1979)	172	198	217	236	-
DD KRC 2006 (1982-2003)	155	186	209	232	307
Review 2014 (1982-2013)	150	180	201	223	295
Studi 2020 (1982 - 2019)	160	210	255	308	560

Curah hujan rencana kala ulang

Secara garis besar, curah hujan rencana pada DAS Ciberang untuk setiap kala ulang pada hasil pemodelan memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan studi-studi sebelumnya. terlihat pada Tabel 7. Gambar 9 menunjukkan

perubahan besaran curah hujan rencana DAS Ciberang untuk kala ulang 25 tahun, yang digunakan dalam perencanaan bangunan pengelak/cofferdam.



Gambar 10. Curah hujan rencana DAS Ciberang kala ulang 25 tahun

Debit banjir rencana

Debit banjir rencana hasil pemodelan hidrologi dengan bantuan HEC-HMS pada DAS Ciberang untuk kala ulang 25 tahun lebih besar dibandingkan dengan studi sebelumnya pada tahun 2015, namun lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil studi oleh KRC pada tahun 2006 (Tabel 8).

Tabel 8. Perbandingan Debit Banjir Rencana Kala Ulang 25 Tahun DAS Ciberang hasil studi

Dihitung oleh	Debit Puncak (m ³ /s)	Koef. Aliran Permukaan/ CN
DD KRC 2006	937	85.9 (tabel 2)
REV. DESAIN 2015	664	75 (dengan asumsi)
STUDI 2020	793.2	85-87 (Tabel 1)

Evaluasi Keamanan Bendungan Pengelak secara Hidrologis

Cofferdam hulu Bendungan Karian didesain dengan banjir rencana kala ulang 25 tahun pada Tahun 2006 (DD 2006), dengan data sebagai berikut :

- a) Elevasi Puncak : EL. 39.0 m
- b) Tinggi : 25.0 m
- c) Panjang puncak: 137.0 m
- d) Tipe: Center core rockfill dam
- e) Kemiringan: hulu : 1:3.0, hilir : 1:2.5

Pada review desain tahun 2015 tidak ada perubahan desain pada bendungan pengelak baik dari desain hidrologis maupun struktur. Hasil perhitungan debit puncak pada studi ini menunjukkan besaran debit lebih kecil dibandingkan dengan desain tahun 2006. Sehingga dapat disimpulkan bendungan pengelak hulu sebagai bagian pengamanan pekerjaan konstruksi timbunan bendungan utama masih memenuhi kriteria desain awal secara aspek hidrologis. Cofferdam hulu Bendungan Karian dengan elevasi 39 m, cukup aman untuk banjir kala ulang 25 tahun walau telah terjadi perbedaan 5 tahun data curah hujan pada DAS Ciberang.

E. KESIMPULAN

Setelah dilakukan kajian ulang pada desain hidrologis melalui penelusuran banjir di DAS Ciberang, cofferdam hulu sebagai bagian pengamanan pekerjaan konstruksi timbunan bendungan utama pada Bendungan Karian masih memenuhi kriteria desain awal secara aspek hidrologis. Walaupun telah terjadi perbedaan 5 tahun data hujan pada DAS Ciberang yang mempengaruhi beberapa data hidrologi desain untuk cofferdam. Perbedaan 5 tahun data hujan mengakibatkan terjadi peningkatan curah hujan rencana pada DAS Ciberang untuk kala ulang desain cofferdam yaitu R25 tahun dari 180 mm/hari menjadi 210 mm/hari, dan debit banjir rencana (Q25) dari 664 m³/detik menjadi 793.2 m³/detik, berturut-turut berdasar data periode 1982-2015 dan periode 1982-2019, tetapi semua perubahan data tersebut masih berada di dalam range debit banjir desain yang digunakan pada

desain cofferdam hulu Bendungan Karian Tahun 2015. Studi ini dilakukan hanya untuk mengkaji ulang desain hidrologis cofferdam hulu Bendungan Karian sehingga untuk dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi kajian ulang bendungan karian secara menyeluruh mengingat pelaksanaan pembangunannya sudah melebihi jadwal penyelesaian rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- BBWS Cidanau-Ciujung-Cidurian. (2015). *Review Desain Pembangunan Bendungan Karian*. Serang.
- Kementerian PUPR. (2015). *Peraturan Menteri PUPR No. 27/PRT/2015 tentang Bendungan*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Linsley, R.K, F. (1996). *Teknik Sumberdaya Air Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Sosrodarsono, S. (2003). *Hidrologi Teori dan Permasalahan*.
- Sri, H. B. (1993). *Analisis Hidrologi* (Gramedia P). Jakarta.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*.

Yogyakarta.

- Tikno, S. (2002). Penerapan metode penelusuran banjir (flood routing) untuk program pengendalian dan sistem peringatan dini banjir kasus : sungai ciliwung. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 3(No. 1), 53–61.
- US Army Corps of Engineers. (2000). *Technical Reference Manual Hydrologic Modelling System HEC-HMS*.
- Wahyono, A. D. (2013). Pengelolaan lingkungan di sekitar bendungan *). In *Seminar Environmental and Social Management Framework (ESMF) Jakarta* (pp. 1–11).
- Yahya, A. N. (2020). Wagub Banten Beberkan Penyebab Banjir Bandang Lebak. Retrieved from <https://nasional.kompas.com/read/2020/01/07/20435671/wagub-banten-beberkan-penyebab-banjir-bandang-lebak?page=all>



© 2021 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY Licens (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)