

## Analisis Reduksi Debit Banjir Kali Grogol Terhadap Pembangunan Waduk Lebak Bulus (Studi Kasus Pembangunan Waduk Lebak Bulus)

Okta Apriyanti<sup>1</sup>, Rizka Arbaningrum<sup>2\*</sup>, Frederik Josep Putuhena<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Jaya, Tangerang Selatan, Banten 15413, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknik Sipil & Center for Urban Studies, Universitas Pembangunan Jaya, Indonesia

\*rizka.arbaningrum@upj.c.id

Received 13 July 2022, Revised 12 March 2024, Accepted 14 March 2024

**Abstract** - Flooding is a phenomenon that cannot be avoided but can be controlled. One of the flood phenomena that occurred was in the residential area of Kampung Duku behind the Gandaria City Mall as high as one meter. The flood was caused by the overflow of the Grogol River. In this regard, the DKI Jakarta Provincial Government has made a program for the construction of the Lebak Bulus dam in the context of flood control in the DKI Jakarta area, especially in the Grogol River System. This reservoir will later be used as a reservoir for overflowing water discharge in Grogol River when rainfall increases. The purpose of this study is to analyze how much reduction is produced by the construction of the Lebak Bulus Reservoir in reducing flood discharge due to the overflow of the Grogol River with SWMM 5.2 application modeling. In this stage, a hydrological analysis was found to find the maximum annual rainfall of 266,4684 mm with a return period of 100 years to obtain a hyetograph diagram as rainfall data in the SWMM 5.2 application. In the SWMM modeling, it was found that flooding or hydrograph without reservoir was 2863.22 cfs at minute 45. Meanwhile, flooding or hydrograph with reservoir was 2253.09 cfs at minute 45. So, from these data, the results of flood discharge reduction were 21.3%. The percentage result of this flood discharge reduction can be used for further research, especially for other flood control buildings.

**Keywords:** Floods, Reduction of Flood Discharge, Lebak Bulus Reservoir, SWMM 5.2, Kali Grogol River.

**Abstrak** - Banjir merupakan sebuah fenomena yang tidak dapat dihindari namun dapat dikendalikan. Salah satu fenomena banjir yang terjadi yaitu pada kawasan permukiman warga Kampung Duku di belakang Mall Gandaria City setinggi satu meter. Banjir tersebut disebabkan oleh luapan sungai Kali Grogol. Terkait dengan hal tersebut, Pemprov DKI Jakarta membuat program pembangunan waduk Lebak Bulus dalam rangka pengendalian banjir di wilayah DKI Jakarta, khususnya di Sistem Kali Grogol. Waduk ini nantinya akan digunakan sebagai penampungan dari debit air yang meluap di Kali Grogol ketika curah hujan meningkat. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis mengenai seberapa besar reduksi yang dihasilkan oleh pembangunan Waduk Lebak Bulus dalam mengurangi debit banjir akibat luapan aliran sungai Kali Grogol dengan permodelan aplikasi SWMM 5.2. Dalam tahapannya didapati analisis hidrologi untuk mencari besarnya curah hujan maksimum rencana tahun sebesar 266.4684 mm dengan kala ulang 100 tahun untuk medapati diagram hyetograph sebagai data curah hujan dalam aplikasi SWMM 5.2. Dalam permodelan SWMM 5.2 didapati flooding atau hidrograf tanpa waduk sebesar 2863.22 cfs pada menit ke 45. Sedangkan flooding atau hidrograf dengan waduk sebesar 2253.09 cfs pada menit ke 45. Sehingga dari data tersebut didapatkan hasil reduksi debit banjir sebesar 21.3%. Hasil persentase dari reduksi debit banjir ini dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya, terutama untuk bangunan pengendali banjir lainnya.

**Kata kunci:** Banjir, Reduksi Debit banjir, Waduk Lebak Bulus, SWMM 5.2, Sungai Kali Grogol.

### PENDAHULUAN

Banjir merupakan sebuah fenomena yang tidak dapat dihindari namun dapat dikendalikan. Menurut Suripin (2004), banjir itu sendiri merupakan indikasi dari ketidak seimbangan sistem lingkungan dalam proses mengalirkan air permukaan serta dipengaruhi oleh besar debit air

yang mengalir melebihi daya tampung daerah pengaliran. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan banjir, yaitu tingginya curah hujan yang jatuh di *catchment* area, tersumbatnya drainase serta pecahnya bendungan ataupun karena semakin kurangnya daerah resapan air. Hal tersebut menyebabkan

terjadinya luapan air sungai, waduk, danau, laut, atau badan air lainnya yang menggenangi dataran rendah dan cekungan.

Dilansir dari berita Kompas pada tanggal 7 Desember tahun 2021 lalu telah terjadi banjir dengan ketinggian mencapai 1 meter di kawasan permukiman warga Kampung Duku RT 06 RW 02 tepatnya di belakang Mall Gandaria City, Kebayoran Lama Utara, Jakarta Selatan. Hal tersebut mengakibatkan aktivitas warga menjadi terganggu. Penyebab utama dari banjir yang terjadi di kawasan permukiman warga Kampung Duku RT 06 RW 02 ini dikarenakan meluapnya sungai Kali Grogol.

Upaya yang dilakukan dalam pengendalian banjir pada umumnya yaitu dengan memperbesar dan mengoptimalkan saluran drainase agar air hujan dapat segera tersalurkan. Namun, konsep drainase ini dinilai tidak efektif dalam pengendalian banjir. Pasalnya konsep ini mencegah air meresap ke dalam tanah serta berkurangnya pasokan air tanah karena tidak terserap oleh tanah. Kondisi ini dapat menyebabkan kekeringan pada saat musim kemarau.

Adapun teori lama pada konsep EPA dalam pengendalian banjir adalah mengupayakan air segera mungkin dialirkan ataupun dibuang ke hilir. Namun konsep lama tersebut dalam kenyataannya hanya memindahkan lokasi banjir yang terjadi. Sehingga muncul konsep baru EPA berwawasan lingkungan dalam pengendalian banjir, yaitu dengan mengupayakan pengendalian air permukaan yang bertujuan menampung air pada suatu tempat, tanpa mengganggu lingkungan yang ada. Konsep baru tersebut didasarkan pada upaya pelestarian air baku (Jesika Ignes, 2021).

Dilansir dari berita Kompas, pembangunan waduk Lebak Bulus merupakan Program Pemprov DKI Jakarta yang terletak di jalan Lebak Bulus V, Kecamatan Cilandak Kota Jakarta Selatan. Waduk Lebak Bulus mulai dibangun pada tanggal 5 November 2021 dan ditargetkan selesai dalam waktu 2 tahun. Waduk Lebak Bulus dibangun dalam rangka pengendalian banjir di wilayah DKI Jakarta, khususnya di Sistem Kali Grogol dengan konsep green and blue dengan mengedepankan kearifan lokal. Waduk ini nantinya akan digunakan sebagai penampungan dari debit air yang meluap di Kali Grogol ketika curah hujan meningkat. Terkait dengan hal tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai seberapa besar reduksi debit banjir pada aliran sungai Kali Grogol terhadap pembangunan waduk Lebak Bulus.

## METODE

Penelitian ini menggunakan tiga analisis, yaitu analisis hidrologi, analisis hidrolika serta analisis reduksi debit banjir untuk menentukan persentase reduksi sebelum dan sesudah direncanakannya Waduk Lebak Bulus. Perhitungan analisis hidrologi

dibutuhkan untuk menentukan besarnya curah hujan rencana yang terjadi pada suatu wilayah berdasarkan waktu kala ulang yang diinginkan. Pada penelitian ini kala ulang rencana yang digunakan adalah kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Sedangkan analisis hidrolika yaitu berupa permodelan dengan *SWMM* sebelum dan sesudah pembangunan waduk.

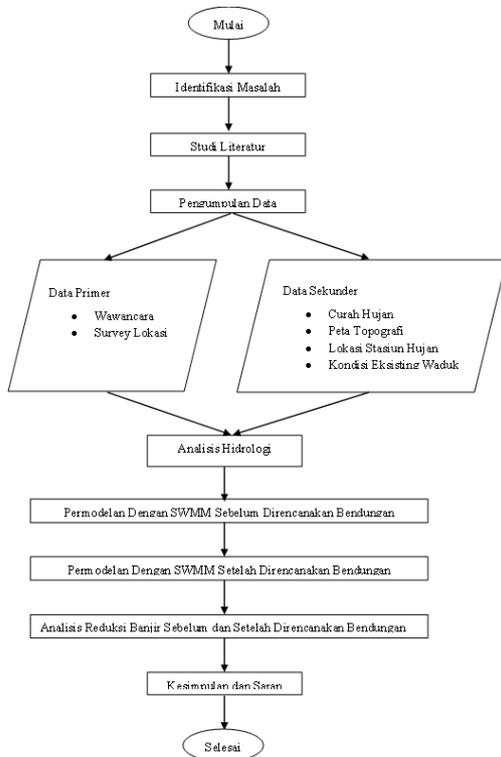
## Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi didapatkan melalui beberapa tahapan yaitu menentukan DAS (Daerah Aliran Sungai) menggunakan aplikasi *ArchGis*, menentukan titik stasiun hujan, menentukan curah hujan rata-rata, menentukan frekuensi hujan, pemilihan jenis sebaran, menentukan intensitas curah hujan, serta menentukan debit banjir rencana.

- Perhitungan analisis ini menggunakan data hujan 31 tahun, yaitu dari tahun 1990-2020 serta menggunakan data dari dua stasiun hujan yang dihitung menggunakan metode rata-rata Aljabar.
- Analisis distribusi curah hujan dilakukan dengan pengukuran dispersi, yaitu perhitungan parametrik statistik yang dilanjutkan perhitungan dispersi dengan logaritma untuk pengujian kecocokan sebaran. Parameter ini meliputi nilai rata-rata ( $\bar{X}$ ), simpangan baku (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs) serta koefisien kurtosis (Ck).
- Pemilihan jenis sebaran distribusi digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan rencana. Terdapat empat jenis sebaran, yaitu distribusi Normal, distribusi *Log Normal*, distribusi *Log Pearson III*, dan distribusi *Gumbel*.
- Hanya satu jenis sebaran distribusi yang akan digunakan, yaitu jenis distribusi yang memenuhi persyaratan. Jenis sebaran yang telah memenuhi syarat tersebut perlu dilakukan pengujian kecocokan sebaran secara Grafis, *Kolmogorov-Smirnov* dan *Chi Kuadrat*. Nantinya hasil uji kecocokan sebaran tersebut yang akan menunjukkan sebarannya dapat diterima atau tidak.
- Perhitungan intensitas hujan dilakukan sebagai parameter untuk mengetahui debit rencana.
- Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kapasitas penampang sungai.

**Analisis Hidrolika**

- Data yang digunakan untuk analisis hidrolika yaitu berupa hasil debit banjir rencana dan data penampang eksisting sungai yang akan dijadikan parameter dalam permodelan SWMM 5.2.
- Permodelan Penampang Sungai Kali Grogol menggunakan aplikasi SWMM 5.2. Hasil dari permodelan ini akan didapat debit maksimum sebelum dan sesudah direncanakannya waduk Lebak Bulus.

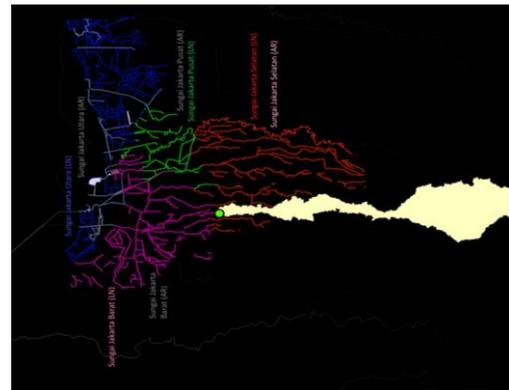


Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah yang dibatasi oleh pemisah alami yang berupa puncak-puncak gunung dimana air hujan yang jatuh di suatu wilayah akan mengalir menuju ke sungai utama pada suatu pos hujan. DAS didapatkan melalui peta kontur yang bersumber dari DEMNAS (*Digital Elevation Model dan Batimetri Nasional*). Peta tersebut kemudian diolah menggunakan program ArchGis. Berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan luas DAS pada Sungai Kali Grogol ini yaitu 8,454 km<sup>2</sup>. Pada penelitian ini aliran sungai yang ditinjau yaitu sepanjang 9.07 km, dimana dari hulu sungai Kali Grogol yang berada di wilayah Depok sampai dengan lokasi pembangunan Waduk Lebak Bulus. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil DAS Kali Grogol Menggunakan ArchGis

**Curah Hujan Kawasan**

Lokasi penelitian berada di kawasan pembangunan Waduk Lebak Bulus, dimana lokasi tersebut berdekatan dengan beberapa stasiun hujan yang ada. Data curah hujan yang digunakan yaitu 31 tahun, mulai awal tahun 1990 hingga akhir tahun 2020. Terdapat dua stasiun hujan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan dan Stasiun Meteorologi Kemayoran. Pemilihan Stasiun Klimatologi Tangerang Selatan dan Stasiun Meteorologi Kemayoran dikarenakan kedua lokasi stasiun tersebut memiliki karakteristik klimatologi yang sama. Dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Klimatologi Berdasarkan Suhu, Kelembaban, dan Tekanan Udara 2019

Karakteristik	Jakarta Selatan (Waduk Lebak Bulus)	Jakarta Pusat	Tangerang Selatan
Suhu (°C)	28.76	28.76	28.53
Kelembaban (RH)	73.96%	73.25%	74.25%
Tekanan Udara (mb)	1010.05	1009.67	1006.7

Sumber: Badan Pusat Statistik 2019

Tabel 2. Koordinat Stasiun Hujan

Pos Hujan	Koordinat		Elv (mdpl)	Kec .	Kab / Kota
	Lintang	Bujur			
Sta. Klimatologi Tangerang Selatan	-6,25	106,76	26,2	Pd. Aren	Tangsel

Sta.Mete orologi Kemayoran	-6,15	106, 84	40	Ke may oran	Jakpus
----------------------------------	-------	------------	----	-------------------	--------

Analisis curah hujan daerah bertujuan untuk mengetahui curah hujan rata-rata pada daerah tangkapan (*catchment area*) tersebut dengan menganalisis data curah hujan maksimum yang didapat dari kedua stasiun penangkap hujan. Das Kali Grogol memiliki luas area sebesar 8.454 km<sup>2</sup>, maka metode yang digunakan dalam analisis ini adalah metode Aljabar. Metode tersebut dipilih melihat kriteria luas Daerah Aliran Sungai (DAS) kurang dari atau sama dengan 500 km<sup>2</sup> ( $\leq 500 \text{ km}^2$ ). Dari kedua curah hujan rata-rata stasiun diambil nilai curah hujan rata-rata maksimum sebagai curah hujan sebenarnya pada DAS Kali Grogol. Data hasil rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rekap Curah Hujan Rata-rata Maksimum

No	Tahun	Bulan	Hujan Max.
1	1990	Januari	76
2	1991	Maret	131
3	1992	April	84
4	1993	Februari	79
5	1994	Februari	78
6	1995	Juni	102
7	1996	Februari	173
8	1997	Januari	110
9	1998	Maret	122
10	1999	Juli	103
11	2000	Januari	96
12	2001	Januari	81
13	2002	Februari	109
14	2003	Desember	112
15	2004	Februari	241
16	2005	Januari	107
17	2006	April	76
18	2007	Februari	287
19	2008	Februari	201
20	2009	November	107
21	2010	Oktober	98
22	2011	Februari	73
23	2012	November	84
24	2013	Januari	144
25	2014	Januari	115
26	2015	Februari	197
27	2016	Februari	91

28	2017	Februari	127
29	2018	Februari	71
30	2019	Januari	66
31	2020	Februari	182

**Analisis Frekuensi**

Analisis distribusi curah hujan dilakukan secara dispersi, yaitu dengan perhitungan parametrik statistik yang dilanjutkan perhitungan dispersi dengan logaritma untuk pengujian kecocokan sebaran. Berikut beberapa perhitungan dalam pengukuran dispersi (SNI 2415, 2016):

1. Nilai Rata-rata ( $\bar{X}$ )  

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$
2. Simpangan Baku (Sd)  

$$d = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$
3. Koefisien Variasi (Cv)  

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \quad (3)$$
4. Koefisien Skewness (Cs)  

$$Cs = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(Sd^3)} \quad (4)$$
5. Koefisien Kurtosis (Ck)  

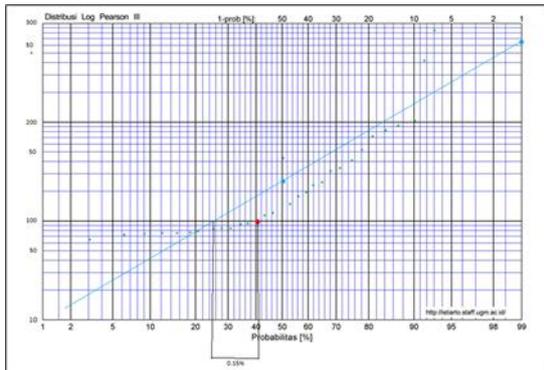
$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(Sd^4)} \quad (5)$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tinjauan Kesesuaian Tipe Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik

No.	Jenis Sebaran	Hasil Perhitungan	Syarat	Keterangan
1	Normal	Cs = 1.6455 Ck = 5.6383	Cs = 0 Ck = 3	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	Cs = 0.6190 Ck = 2.9902 Cv = 0.0165	Cs = Cv <sup>2</sup> + 3Cv Ck = 5,383 Cv ~ 0,06	Tidak Memenuhi
3	Log Pearson III	Cs = 0.6190	Cs ≠ 0	Memenuhi
4	Gumbel	Cs = 1.6455 Ck = 5.6383	Cs = 1,14 Ck = 5,4	Tidak Memenuhi

Dari tabel diatas terlihat bahwa parameter statistik yang memenuhi persyaratan yaitu distribusi Log Pearson Tipe III. Sedangkan distribusi Log Normal, Normal dan Gumbel tidak mendekati syarat parameter statistik. Nilai data curah hujan secara statistik perlu dilakukan pengujian menggunakan kertas probabilitas,

pengujian Chi-Kuadrat, dan pengujian Kolmogorov-Smirnov guna meyakinkan jika data serta jenis sebaran yang digunakan telah sesuai.



Gambar 3. Hasil Plotting Data Curah Hujan Metode Distribusi Log Pearson III

Dari hasil *plotting* pada kertas distribusi di atas, didapatkan jarak titik terjauh dari garis teoritis sebesar 0.15 dan nilai kritisnya sebesar 0.24 dengan derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) 0,05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson III sudah memenuhi syarat pengujian secara Grafis, dimana  $\Delta_{maks} < \Delta_{kritis}$ .

Didapatkan hasil perhitungan uji kesesuaian Chi-Kuadrat terhadap data curah hujan rata-rata maksimum adalah  $X^2 = 4.81$ , sedangkan syarat untuk uji *Chi-Kuadrat* dengan derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) 0,05 yaitu menggunakan  $DK = 3$  sehingga didapatkan nilai dari  $X^2_{cr} = 7.815$ . Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson III sudah memenuhi syarat pengujian Chi-Kuadrat yaitu  $X^2 = 4.81 < X^2_{cr} = 7.815$ .

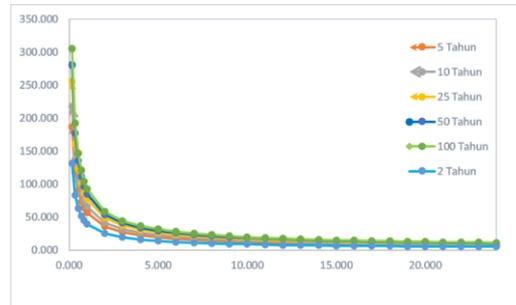
Dari perhitungan Kolmogorof-Smirnov didapatkan nilai  $\Delta_{maks}$  sebesar -1.033 dengan jumlah data ( $n$ ) sebanyak 31 dan alfa tingkat signifikansi yang diambil sebesar 0.05, maka diperoleh nilai  $Cr$  sebesar 0.24. Hasil dari pengujian tersebut sudah memenuhi syarat yaitu  $\Delta_{maks} < Cr = (-1.033) < 0.24$ . Dari hasil tersebut dapat disimpulkan distribusi Log Pearson Tipe III telah memenuhi syarat dari uji kesesuaian Kolmogorof-Smirnov

**Intensitas Hujan**

Menurut Suripin 2004, intensitas curah hujan merupakan tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Hujan memiliki sifat umum dimana semakin singkat hujan berlangsung maka intensitas hujan cenderung makin tinggi, dan semakin besar periode ulangnya semakin tinggi pula intensitasnya. Pada perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode Dr. Mononobe yang merupakan variasi dari rumus-rumus curah hujan jangka pendek, melalui persamaan berikut (SNI 2415, 2016):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(6)$$

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus di atas didapatkan grafik IDF (*Intensity Duration Frequency*) untuk berbagai periode kala ulang yang dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik Intensitas Hujan Berdasarkan Rumus Mononobe Untuk Berbagai Periode ulang

**Heterograf Hujan Rencana**

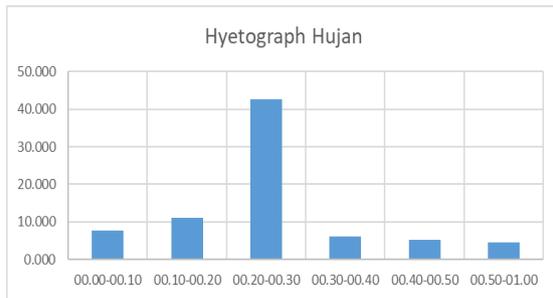
Dalam menentukan besarnya intensitas curah hujan diperlukan data curah hujan rencana sebagai dasar perhitungannya. Perhitungan intensitas curah hujan tersebut dilakukan dengan cara melakukan pendekatan melalui diagram heterograf. Heterograf rencana diperoleh dari kurva IDF pada setiap durasi waktu  $\Delta t$ .

Kedalaman hujan diperoleh dari perkalian antara intensitas hujan dan durasi waktu tersebut. Perbedaan antara nilai kedalaman hujan yang berurutan merupakan pertambahan hujan dalam interval waktu  $\Delta t$ . Pertambahan tersebut diurutkan kembali ke dalam rangkaian waktu dengan intensitas hujan maksimum yang berada pada tengah-tengah durasi hujan  $T_c$ . Sisa dari pengelompokan tersebut disusun berurutan secara menurun bolak-balik pada kanan dan kiri dari blok tengah. Berikut tabel heterograf hujan rancangan pada periode ulang 100 tahun (Tabel 5) dan grafik heterograf hujan rancangan pada periode ulang 100 tahun (Gambar 5).

Tabel 5. Heterograf Hujan Rancangan

Tc	$\Delta t$ (jam)	It (mm)	$\Delta p$ (mm)	Heterograf (mm)
0.1	00.00-	42.57	42.57	7.763
	67 00.10	7		
0.3	00.10-	53.64	11.06	11.067
	33 00.20	4		
0.5	00.20-	61.40	7.763	42.577
	00 00.30	7		
0.6	00.30-	67.58	6.180	6.180
	67 00.40	7		
0.8	00.40-	72.80	5.219	5.219
	33 00.50	6		

1.00	00.50-01.00	77.368	4.562	4.562
------	-------------	--------	-------	-------



Gambar 5. Grafik Heterograph Hujan Rancangan

**Debit Banjir Rencana**

Metode yang digunakan dalam analisis debit banjir rencana yaitu metode rasional. Metode ini digunakan untuk daerah yang memiliki luas daerah aliran sungainya kurang dari 50 km<sup>2</sup> (< 50 km<sup>2</sup>). Perhitungan debit banjir ini menggunakan persamaan berikut (SNI 2415, 2016):

$$Q = 0,278 C . I . A \dots \dots \dots (7)$$

Hasil perhitungan debit banjir rencana ditunjukkan pada Tabel 6 dengan menggunakan berbagai kala ulang.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

Tahun Rencana Periode Ulang	Debit Puncak Limpasan Permukaan Rumus Rasional (m3/detik)	
	C = 0.78 (Daerah Pusat Kota)	Luas DAS = 8.5
2 Thn	17.615	
5 Thn	24.965	
10 Thn	29.263	
25 Thn	34.238	
50 Thn	37.657	
100 Thn	40.881	

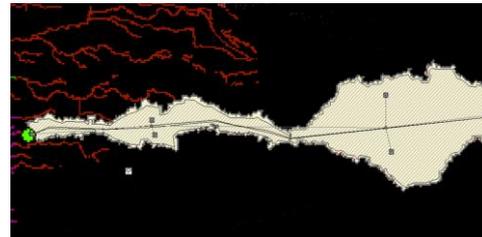
**Analisa Debit Banjir dengan SWMM 5.2**

Dalam menganalisis debit banjir dengan SWMM 5.2 terdapat langkah-langkah penyajian sebagai berikut:

1. Menggambarkan DAS dan sub DAS
 

DAS serta sub DAS pada SWMM 5.2 digambarkan dengan subcatment sebagai daerah tangkapan air hujan tersebut. DAS Kali Grogol yang merupakan daerah tangkapan dari air hujan yang turun merupakan DAS yang ditinjau untuk perhitungan analisis debit banjir. Selanjutnya DAS Kali Grogol dibagi menjadi sub DAS dimana batas-batas sub DAS ditentukan

berdasarkan elevasi dan arah aliran yang sama pada kondisi eksisting. Penggambaran DAS maupun sub DAS pada SWMM 5.2 dapat dilihat pada (Gambar 6).



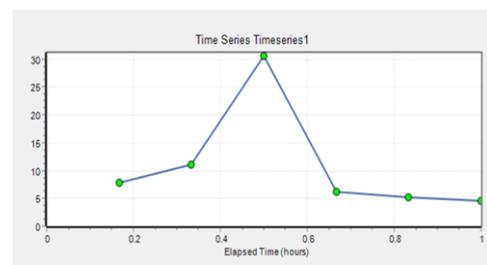
Gambar 6. Peta DAS dan Sub DAS pada SWMM 5.2

2. Memasukkan data sub DAS
 

Data mengenai sub DAS dimasukkan ke dalam program yang berisikan data luas, lebar, serta kemiringan. Selain itu, memasukkan data mengenai kondisi sub DAS yang ditunjukkan dalam *N-Imperv*, *N-Perv*, *D-Store Imperv*, dan *D-Store Perv*, serta data infiltrasi tanah menggunakan metode Horton.
3. Memasukkan data saluran
 

Data saluran pada jaringan dimasukkan dengan menentukan panjang saluran, bentuk saluran, dimensi saluran, serta nilai kekasaran Manning pada saluran yang disesuaikan dengan kondisi saluran eksisting yang telah ada.
4. Memasukkan data intensitas curah hujan
 

Data intensitas yang dimasukkan dalam SWMM merupakan data intensitas curah hujan periode ulang 100 tahun dengan pendekatan dari diagram heterografit. Data heterografit tersebut diinput dalam *Rain gage* yang disimulasikan pada time series. Berikut adalah grafik curah hujan pada aplikasi SWMM pada (Gambar 7).

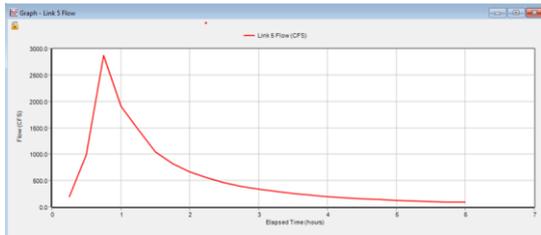


Gambar 7. Grafik Curah Hujan

**Analisis Debit Banjir Sebelum Direncanakan Bendungan**

Analisis debit banjir pada SWMM digambarkan melalui *flooding*. *Flooding* di dalam SWMM merupakan debit limpasan yang keluar dari tampungan node *junction*, *conduit* ataupun *storage*. *Flooding* dapat terjadi akibat

jumlah debit aliran yang masuk kedalam suatu penampang lebih besar dari daya tampung maksimal yang dimiliki oleh penampang tersebut. Besarnya debit *flooding* pada *conduit* 5, yaitu sebelum direncanakannya bendungan dapat dilihat pada grafik. Berikut grafik hidrograf debit *flooding* yang terjadi pada bendungan (Gambar 8).



Gambar 8. Grafik Hidrograf *Flooding* Bendungan (*Conduit* 5) pada *SWMM*

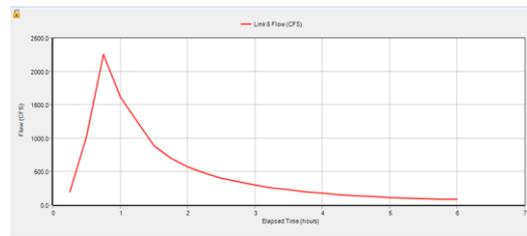
Besarnya debit banjir luapan yang terjadi dapat dilihat pada (Gambar 8), dimana debit puncak banjir terjadi pada menit ke 00.45 sebesar 2863.22 Cfs. Berikut disajikan dalam table *SWMM* (Gambar 9).

Elapsed Days	Elapsed Hours	Flow (CFS)
0	00:15:00	189.50
0	00:30:00	980.37
0	00:45:00	2863.22
0	01:00:00	1900.32
0	01:15:00	1473.03
0	01:30:00	1047.36
0	01:45:00	820.84
0	02:00:00	666.26
0	02:15:00	551.65
0	02:30:00	463.35
0	02:45:00	393.55
0	03:00:00	337.59
0	03:15:00	291.97
0	03:30:00	254.39
0	03:45:00	223.09
0	04:00:00	196.91

Gambar 9. Grafik Hidrograf *Flooding* Bendungan pada *SWMM*

**Analisis Debit Banjir Setelah Direncanakan Bendungan**

Besarnya debit *flooding* setelah direncanakan bendungan dapat dilihat pada conduit 6. Berikut grafik hidrograf debit *flooding* yang terjadi pada bendungan dapat dilihat pada (Gambar 10).



Gambar 10. Grafik Hidrograf *Flooding* Bendungan (*Conduit* 6) pada *SWMM*

Besarnya debit banjir luapan yang terjadi, terlihat pada (Gambar 10), dimana debit puncak banjir terjadi pada menit ke 00.45 sebesar 2253.09 Cfs. Berikut disajikan dalam table *SWMM* (Gambar 11).

Elapsed Days	Elapsed Hours	Flow (CFS)
0	00:15:00	194.06
0	00:30:00	1013.73
0	00:45:00	2253.09
0	01:00:00	1609.12
0	01:15:00	1257.02
0	01:30:00	887.74
0	01:45:00	700.41
0	02:00:00	573.03
0	02:15:00	478.16
0	02:30:00	404.41
0	02:45:00	345.63
0	03:00:00	297.98
0	03:15:00	258.86
0	03:30:00	226.40
0	03:45:00	199.26
0	04:00:00	176.39

Gambar 11. Grafik Hidrograf *Flooding* Bendungan pada *SWMM*

Potensi penurunan debit banjir ini dihitung dengan mencari selisih debit banjir sebelum dan setelah direncanakannya waduk. Dari selisih tersebut dapat diketahui seberapa besar hasil penurunan debit banjir. Dengan mengetahui perbandingan debit banjir sebelum dan setelah direncanakannya bendungan, dapat dihitung selisih debit bajir akibat luapan sungai Kali Grogol. Berdasarkan perhitungan analisis, didapatkan hasil reduksi debit banjir sebesar 21.3%.

## Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis didapati penurunan debit banjir rencana yang dihasilkan oleh Waduk Lebak Bulus melalui permodelan aplikasi *SWMM* 5.2. sebesar 21.3%. Dimana hasil debit banjir sebelum direncanakannya waduk sebesar 80.17  $m^3/detik$  dan debit banjir setelah direncanakannya waduk sebesar 63.09  $m^3/detik$ . Sehingga didapat hasil selisih debit banjir rencana sebesar 17.08  $m^3/detik$ . Hasil permodelan *SWMM* dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Permodelan SWMM

Q Tanpa Waduk ( $m^3/detik$ )	Q Dengan Waduk ( $m^3/detik$ )	Selisih( $m^3/detik$ )	Reduksi (%)
80.17016	63.08652	17.08364	21.30922528

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, maka disimpulkan bahwa hasil debit banjir sebelum direncanakannya waduk sebesar 80.17  $m^3/detik$  serta hasil debit banjir setelah direncanakannya waduk sebesar 63.09  $m^3/detik$ . Sehingga didapati hasil selisih debit banjir rencana sebesar 17.08  $m^3/detik$ .

Permasalahan banjir yang terjadi akibat luapan Kali Grogol dapat dikendalikan dengan pembangunan waduk Lebak Bulus. Penanganan banjir melalui pembangunan Waduk untuk saat ini dirasa tepat. Dari hasil analisis tersebut adanya Waduk Lebak Bulus dapat mereduksi banjir sebesar 21.3% akibat luapan sungai Kali Grogol.

## Daftar Pustaka

- Arbaningrum, R. (2019, March 27). Desain Polder yang Ekonomis di Wilayah Semarang Timur. *Jurnal Perkotaan*, 10(2), 147-162.
- Arbaningrum, R. (2018). Modeling of the operational pattern of the pump system in the polder design for flood and rob mitigation in East Semarang. *TEKNIK*, 39(2), 137-143.
- Arbaningrum, R., Al Dianty, M., Putuhena, F. J., Priyambodo, R., & Ontowirjo, B. (2021, December). Increasing Effectiveness of The Urban Artificial Reservoir Trough Cross Section Improvement. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 945, No. 1, p. 012046). IOP Publishing.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015). Analisis Hidrologi, Hidraulik, dan Kriteria Desain Bangunan di Sungai: SNI 1724-2015. Jakarta:Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2016). Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana: SNI 2415-2016. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Fajar, I., & Sudinda, T. W. (2019, September). Analisis bendungan kering (dry dam) Ciawi sebagai upaya pengendalian banjir DKI Jakarta.
- Indarto., (2016). Hidrologi Metode Analisis dan Tool untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai, Penerbit Bumi Aksara, Bandung: Indonesia.
- Ignes, J. & Arbaningrum, R. (2021). Analisis Debit Maksimum Pada Long Storage Sungai Serua Di Lingkungan Universitas Pembangunan Jaya. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*. Vol 4(2), 2021, 43-48
- Limantara, L. M. (2018). *Rekayasa Hidrologi: Edisi Revisi*. Penerbit Andi, Yogyakarta: Indonesia.
- Prodjo, W. A. (2021, 7 November). Kampung Belakang Gandaria City Banjir, Ketua RT: Selalu Setiap Hujan. Diakses pada 8 Februari 2022, dari <https://nasional.kompas.com/read/2021/11/07/20440051/kampung-belakang-gandaria-city-banjir-ketua-rt-selalu-setiap-hujan>.
- Sukmara, R. B. (2015). *Analisa Penanggulangan Banjir Sungai Karang Mumus Samarinda*. (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Suripin., (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Penerbit Andi, Yogyakarta: Indonesia
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta: Indonesia