



# ANALISIS ALIRAN BANJIR SUNGAI GAJAH WONG DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh: Muchamad Arif Budiyanto<sup>1</sup>, Hery Kristiyanto<sup>1</sup>, Muhammad Aditiya Savareno<sup>2</sup>

E-mail: arifbudiyanto.sipil@gmail.com, heryjogja90@gmail.com,  
Muhammadmasr765@gmail.com

**ABSTRAK:** Salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia adalah banjir, banyak faktor yang dapat menyebabkan banjir salah satunya hujan dengan intensitas tinggi, sering kali saat terjadinya banjir menimbulkan kerugian materi hingga korban jiwa. Penelusuran banjir merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kerugian materi dan korban jiwa. Lokasi penelitian ini dilakukan pada aliran sungai Gajah Wong bagian hulu berada di pos Papringan dan bagian hilir berada di pos Wonokromo. Data yang digunakan berupa data debit harian, debit jam-jaman, dan data tinggi muka air. Hasil yang diperoleh dari penelusuran banjir bahwa perjalanan puncak aliran banjir dari Papringan menuju Wonokromo adalah sekitar 1 jam 24 menit.

**Kata Kunci :** Penelusuran Banjir, Muskingum, Hidrologi

## I. PENDAHULUAN

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki banyak sungai. Beberapa sungai melewati daerah permukiman dengan penduduk yang padat yaitu Sungai Code, Sungai Gajah Wong, dan Sungai Winongo. Sungai-sungai tersebut mengalir melewati tengah – tengah Kota Yogyakarta yang menjadi pusat aktivitas penduduk (Sriyono dan Kresnanto,2017). Salah satu sungai di Daerah Istimewa Yogyakarta yang mengalami alih fungsi lahan adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Aliran sungai tersebut melintasi Kabupaten. Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten. Bantul (BPS, 2017).

Gajah Wong melewati kawasan pedesaan, dan pertanian di Kabupaten Sleman, kemudian pemukiman penduduk perkotaan, industri rumah tangga di Kota Yogyakarta, serta kawasan pertanian, perikanan dan pemukiman di Kabupaten Bantul Berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta, peruntukkan Sungai Gajah Wong dimasukkan dalam golongan B, yaitu sebagai sumber air minum dengan diolah terlebih dahulu (Purnomo, 1985).

Pada dasarnya banjir/genangan adalah genangan air yang terjadi pada daerah yang tidak diinginkan adanya genangan air. Genangan air yang terjadi di suatu tempat merupakan proses alami dan menjadi konsekuensi logis dari perubahan tata guna dan geometri lahan. Disamping itu genangan terjadi juga dikarenakan meningkatnya limpasan air permukaan, hal ini lebih diakibatkan oleh makin berkurangnya vegetasi penutup dan tingginya intensitas hujan.

### 1.1 Perumusan Masalah

1. Debit air di hilir Daerah Aliran Sungai Gajah Wong meningkat di saat hujan terjadi. Berapa debit air yang dapat terjadi saat banjir melanda?
2. Berapa waktu tempuh yang dibutuhkan aliran banjir dari Papringan ke Wonokromo?

1) adalah staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

2) adalah mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

3. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan aplikasi ArcGIS untuk menentukan lokasi penelitian dan curah air hujan

Pembangunan atau pengembangan di daerah sungai menyebabkan kerusakan lahan, air hujan yang seharusnya dapat masuk ke dalam tanah harus melimpas seluruhnya. Pertumbuhan penduduk yang cepat, alih fungsi lahan, pembangunan kawasan pemukiman baru, dan berkurangnya kawasan resapan

Untuk mengatasi luapan air di sungai, perlu adanya kajian pengendalian banjir secara menyeluruh. Kajian pengendalian banjir ini perlu di lakukan agar aktifitas warga sekitar tidak terganggu pada musim penghujan. dan sungai dapat di manfaatkan dengan optimal.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Definisi Banjir

Terjadinya bencana banjir juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang diatas normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain (Ligal,2008:45):.

### 2.2 Aliran Sungai

Salah satu komponen adalah air yang mengalir sedikit di bawah permukaan tanah. Komponen ini sering disebut sebagai: through-flow, interflow, atau aliran bawah permukaan (subsurface stormflow). Bagian hujan ini yang terperkolasi ke dalam lapisan yang lebih bawah akan menjadi air tanah. Air tanah (groundwater) yang ke luar melalui sungai disebut sebagai baseflow. Baseflow muncul sebagai debit air yang masih ada di Sungai pada saat musim kering atau selama periode tidak hujan (Indarto, 2015).

### 2.3 Hidrograf Banjir

Hidrograf banjir dapat digunakan untuk menjelaskan bagaimana suatu kejadian banjir berlangsung. Ada dua fungsi praktis analisis hidrograf kaitannya dengan fenomena banjir. Pertama, untuk mendapatkan karakteristik atau pola aliran pada suatu DAS. Kedua, untuk membantu dalam memprediksi kejadian banjir (Indarto, 2015).

### 2.4 Analisis Hidrologi

Di dalam analisis hidrologi, masukan hujan yang digunakan adalah curah hujan rerata DAS. Metode yang digunakan adalah metode Poligon Thiessen. Cara ini mengandaikan bobot tertentu kepada masing - masing setasiun hujan sebagai fungsi jarak antar setasiun (Rahmat, J., 2000).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Muskingum

Metode Muskingum adalah suatu cara perhitungan yang digunakan dalam penelusuran banjir dengan pendekatan hukum kontinuitas. Metode Muskingum menggunakan asumsi : (1) Tidak ada anak sungai yang masuk ke dalam bagian memanjang palung sungai yang ditinjau; (2) Penambahan dan kehilangan air yang berasal dari air hujan, air tanah dan evaporasi semuanya diabaikan (Soemarto, 1987).

Sebelum melakukan perhitungan dengan persamaan kontinuitas, maka dimensi waktu (t) harus dibagi menjadi periode–periode dt yang lebih kecil, yang disebut sebagai periode penelusuran (routing period). Periode penelusuran (Dt) harus dibuat lebih kecil dari tempuh dalam bagian memanjang sungai tersebut, sehingga selama periode penelusuran (Dt) puncak banjirnya tidak dapat menutup bagian memanjang sungai secara menyeluruh (Soemarto, 1987).

### IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Mencari Nilai Debit Aliran Papingan dan Wonokromo

Perhitungan untuk memperoleh nilai debit aliran, dihitung menggunakan persamaan lengkung debit.

*inflow* pada pos Papingan :

$$Q = 8.8141 * (H + 0.020)^{1.9726}$$

dan *outflow* pos Wonokromo :

$$Q = (13.5986 * (H + 0.2)^{1.8857}) - 1.89$$

**Tabel 1** Hasil Pengukuran Debit di Pos Papingan dan Wonokromo

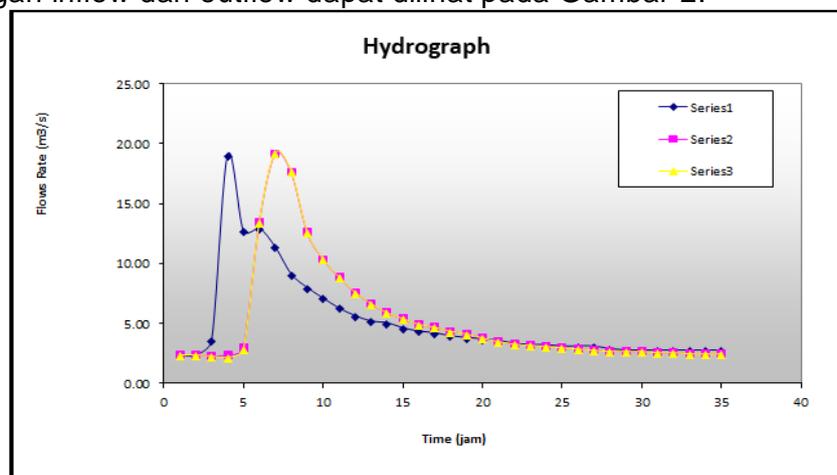
Date	Time (jam)	MA Inflow	MA Outflow	Inflow (I) (m <sup>3</sup> /s)	Outflow (Q) (m <sup>3</sup> /s)
20/12/2017	13.00	0.45	0.65	2.38	2.38
	14.00	0.45	0.65	2.38	2.38
	15.00	0.56	0.64	3.60	2.29
	16.00	1.33	0.63	19.04	2.19
	17.00	1.08	0.7	12.72	2.87
	18.00	1.09	1.48	12.95	13.49
	19.00	1.02	1.79	11.39	19.26
	20.00	0.91	1.71	9.14	17.69
	21.00	0.85	1.43	8.01	12.64
	22.00	0.8	1.29	7.13	10.38
	23.00	0.75	1.19	6.30	8.88
	00.00	0.71	1.1	5.67	7.61
21/12/2017	01.00	0.68	1.03	5.22	6.67
	02.00	0.67	0.97	5.07	5.90
	03.00	0.64	0.93	4.65	5.41
	04.00	0.62	0.89	4.38	4.93
	05.00	0.61	0.87	4.24	4.70
	06.00	0.59	0.84	3.98	4.35
	07.00	0.58	0.82	3.85	4.13
	08.00	0.57	0.79	3.73	3.80
	09.00	0.56	0.76	3.60	3.48
	10.00	0.54	0.74	3.36	3.27

Date	Time (jam)	MA Inflow	MA Outflow	Inflow (I) (m <sup>3</sup> /s)	Outflow (Q) (m <sup>3</sup> /s)
	11.00	0.53	0.73	3.25	3.17
	12.00	0.53	0.72	3.25	3.07
	13.00	0.52	0.71	3.13	2.97
	14.00	0.52	0.7	3.13	2.87
	15.00	0.52	0.69	3.13	2.77
	16.00	0.5	0.68	2.91	2.67
	17.00	0.49	0.68	2.80	2.67
	18.00	0.49	0.68	2.80	2.67
	19.00	0.49	0.67	2.80	2.57
	20.00	0.49	0.67	2.80	2.57
	21.00	0.49	0.66	2.80	2.48
	22.00	0.49	0.66	2.80	2.48
	23.00	0.49	0.66	2.80	2.48

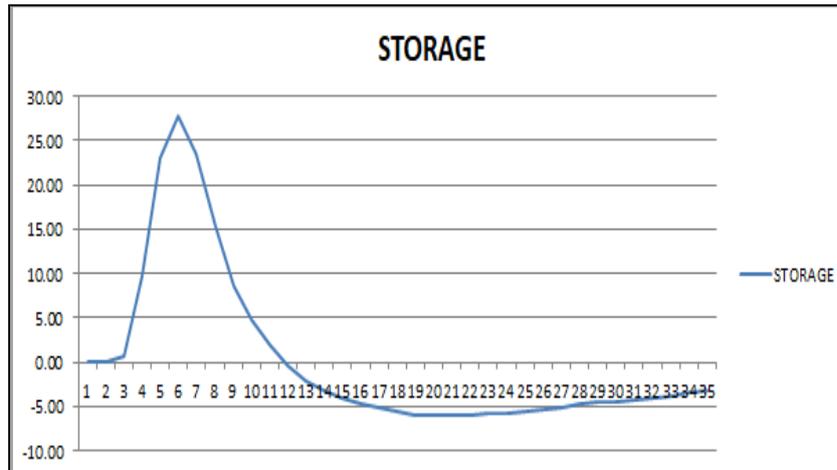
Sumber: Hasil Analisis, 2021

#### a. Mencari Nilai Storage (S)

Nilai debit aliran pada pos Papingan dan pos Wonokromo (Tabel 1) yang telah didapat, selanjutnya membuat grafik antara inflow dan outflow. Berdasarkan (Gambar 1) dapat dihitung nilai storage (Tabel 2) dengan asumsi, apabila  $I > D$  maka air memasuki storage, dan apabila  $I < D$  maka air meninggalkan storage. Grafik hubungan inflow dan outflow dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 1** Hubungan hidrograf antara inflow (I) di Papingan dengan Outflow di (Wonokromo)  
(Sumber: Hasil Analisis, 2021)



**Gambar 2** Hubungan antara air memasuki dan meninggalkan storage  
(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

#### b. Menentukan nilai $x$ dan $K$

Perhitungan untuk menentukan nilai  $x$  dan  $K$  dari sungai Gajah Wong antara Papringan dan Wonokromo, terlebih dahulu disusun suatu perhitungan hubungan antara inflow ( $I$ ) yang terukur di pos Papringan dan outflow ( $O$ ) yang terukur di pos Wonokromo yang ditampilkan pada (Gambar 1).

Faktor nilai  $x$  merupakan faktor penimbang (weight) yang besarnya berkisar antara 0 dan 1, biasanya lebih kecil dari 0,5 dan dalam banyak hal besarnya kira-kira sama dengan 0,3 serta tidak berdimensi, (Soemarto, 1987). Ada pendapat lain bahwa untuk sungai alami nilainya berkisar antara 0 hingga 0,50. Akan tetapi nilai tersebut tidak mutlak berlaku pada sungai alami, kadang-kadang nilainya bisa negatif. Besar kecilnya nilai  $x$  pada sungai alami sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: kecuraman lereng sungai (slope of river).

Nilai  $K$  adalah merupakan konstanta penampungan (storage constant) yaitu rasio tampungan terhadap debit, dan mempunyai dimensi waktu yang besarnya kira-kira sama dengan waktu perjalanan untuk melewati bagian ruas sungai yang ditinjau. Karena  $S$  mempunyai dimensi volume, sedangkan  $I$  dan  $Q$  berdimensi debit, maka  $K$  harus dinyatakan dengan dimensi waktu (jam atau hari).

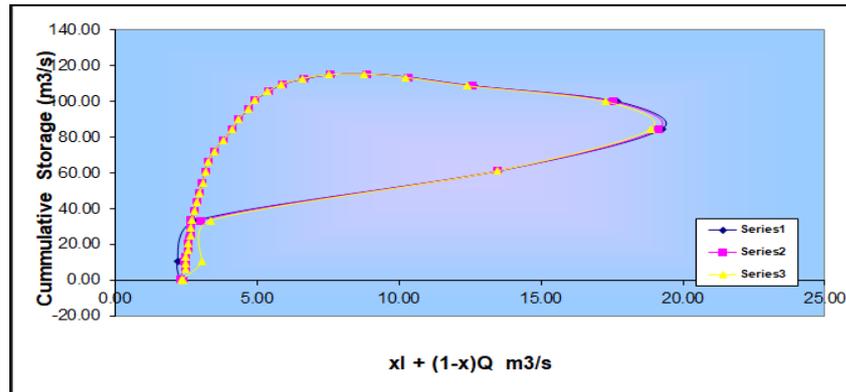
Proses perhitungan mencari nilai  $x$  dan  $K$  menggunakan cara trial and error (misal  $x = 0,1$ ) kemudian dimasukkan ke dalam perhitungan  $[x I + (1 - x) D]$  Kemudian untuk membantu memudahkan dalam penentuan nilai  $x$  digunakan pendekatan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) antara Kumulatif Storage ( $S$ ) dengan  $[x I + (1 - x) D]$ .

Tabel 2 Perhitungan parameter routing ( $x$  dan  $K$ ) hubungan linier antara kumulatif storage dan nilai  $[(x \cdot I) + (1-x)Q]$

**Tabel 2** Perhitungan parameter routing ( $x$  dan  $K$ ) hubungan linier antara kumulatif storage dan nilai  $[(x \cdot I) + (1-x)Q]$

Date	Time (jam)	Inflow (I) (m <sup>3</sup> /s)	Outflow (Q) (m <sup>3</sup> /s)	$xI + (1-x)Q$
20/12/2017	13.00	2.38	2.38	0.01
	14.00	2.38	2.38	2.38
	15.00	3.60	2.29	2.38
	16.00	19.04	2.19	2.30
	17.00	12.72	2.87	2.37
	18.00	12.95	13.49	2.97
	19.00	11.39	19.26	13.48
	20.00	9.14	17.69	19.17
	21.00	8.01	12.64	17.60
	22.00	7.13	10.38	12.59
	23.00	6.30	8.88	10.35
	00.00	5.67	7.61	8.85
	21/12/2017	01.00	5.22	6.67
02.00		5.07	5.90	6.65
03.00		4.65	5.41	5.89
04.00		4.38	4.93	5.40
05.00		4.24	4.70	4.92
06.00		3.98	4.35	4.69
07.00		3.85	4.13	4.35
08.00		3.73	3.80	4.13
09.00		3.60	3.48	3.80
10.00		3.36	3.27	3.48
11.00		3.25	3.17	3.27
12.00		3.25	3.07	3.17
13.00		3.13	2.97	3.07
14.00		3.13	2.87	2.97
15.00	3.13	2.77	2.87	
16.00	2.91	2.67	2.77	
17.00	2.80	2.67	2.67	
18.00	2.80	2.67	2.67	
19.00	2.80	2.57	2.67	
20.00	2.80	2.57	2.57	
21.00	2.80	2.48	2.57	
22.00	2.80	2.48	2.48	
23.00	2.80	2.48	2.48	

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)



**Gambar 3** Grafik hubungan antara cummulative storage dan  $xI + (1-x)Q$   
(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Berdasarkan hasil analisis korelasi (Tabel 2) dan hasil plotting antara Kumulatif Storage (S) dengan  $[xI + (1-x)D]$  dengan menggunakan  $x = 0.01$  seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 3), maka dapat ditentukan nilai  $x$  dan  $K$  yang tepat untuk ruas sungai Gajah Wong antara Papringan sampai Wonokromo.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai  $K$  untuk pos Papringan hingga Wonokromo berkisar 1.4. Nilai  $K$  sebesar 1.4 ini mempunyai arti bahwa aliran banjir yang terukur di pos Papringan akan bergerak mencapai pos Wonokromo dalam waktu kurang lebih 1 jam 24 menit.

Langkah selanjutnya adalah menghitung koefisien  $C_0$ ,  $C_1$  dan  $C_2$  dengan nilai  $(t)$  yang sudah diketahui sebesar 1 jam. Nilai koefisien ini digunakan untuk menghitung atau memperkirakan besaran debit keluar (outflow) di pos Wonokromo. Dengan kata lain bila kita mempunyai data debit  $(I)$  pos Papringan dan dengan bantuan koefisien di atas kita dapat memperkirakan laju pola debit yang akan terjadi di pos Wonokromo

Hasil perhitungan ketiga koefisien di atas dengan memasukkan nilai  $x$  dan  $K$ , diperoleh nilai sebagai berikut:  $C_0 = -0,34$ ;  $C_1 = 0,33$  dan  $C_2 = 1,02$ .

Mencari nilai  $C_0$ :

$$C_0 = - \frac{(Kx - 0,5t)}{(K - Kx + 0,5t)}$$

$$C_0 = - \frac{((1,4 \cdot 0,01) - (0,5 \cdot 1))}{(1,4 - (1,4 \cdot 0,01)) + (0,5 \cdot 1)}$$

$$C_0 = 0,257$$

Mencari nilai  $C_1$ :

$$C_1 = \frac{(Kx + 0,5t)}{(K - Kx + 0,5t)}$$

$$C_1 = \frac{(1,4 \cdot 0,01) + (0,5 \cdot 1)}{(1,4 - (1,4 \cdot 0,01)) + (0,5 \cdot 1)}$$

$$C1 = 0,272$$

Mencari nilai C2:

$$C2 = \frac{(K-Kx-0,5t)}{(K-Kx+0,5t)}$$

$$C2 = \frac{(1,4-(1,4 \times 0,01)-(0,5 \times 1))}{(1,4-(1,4 \times 0,01)+(0,5 \times 1))}$$

$$C2 = 0,471$$

**Tabel 3** Hasil Nilai C0 C1 C2

Menentukan Nilai C0 C1 C2	
C0	0,257
C1	0,272
C2	0,471

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

### c. Menghitung debit di Wonokromo (*Predicted Outflow*)

Proses menghitung debit di pos Wonokromo, digunakan data hasil pengamatan tinggi muka air (TMA) pada tanggal 20 Desember 2017 s.d. 21 Desember 2017, dan data debit bulan Desember 2017. Data yang digunakan merupakan data dari Sungai Gajah Wong dan pos Papringan hingga pos Wonokromo. Pemilihan data sehingga dijadikan bahan perhitungan dikarenakan selama kurun waktu satu tahun muka air tertinggi terdapat pada bulan Desember.

Perhitungan perkiraan laju debit di Wonokromo dihitung menggunakan nilai C0 = 0,257; C1 = 0,272 dan C2 = 0,471 dan dihitung dengan persamaan  $Q_{n+1} = (C0 \cdot I_{n+1}) + (C1 \cdot I_n) + (C2 \cdot Q_n)$  dengan periode pengamatan (t) sebesar 1 jam. Hasil perhitungan perkiraan laju debit di Wonokromo selengkapnya disajikan pada (Tabel 4).

**Tabel 4** Hasil perhitungan perkiraan laju debit di Wonokromo (*Predicted Outflow*)

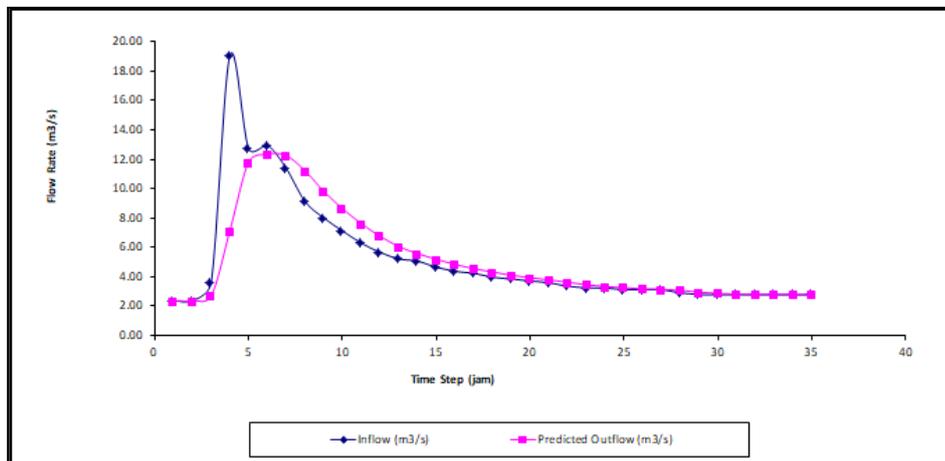
Date	Time (jam)	Inflow (m3/s)	<i>Predicted Outflow</i> (m3/s)
20/12/2017	13.00	2.38	2.38
	14.00	2.38	2.38
	15.00	3.60	2.70
	16.00	19.04	7.14
	17.00	12.72	11.81
	18.00	12.95	12.35
	19.00	11.39	12.27
	20.00	9.14	11.22
	21.00	8.01	9.83
	22.00	7.13	8.64
	23.00	6.30	7.63
21/12/2017	00.00	5.67	6.76
	01.00	5.22	6.07
	02.00	5.07	5.58
	03.00	4.65	5.20

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Lanjutan Tabel 4 Hasil perhitungan perkiraan laju debit di Wonokromo  
(Predicted Outflow)

Date	Time (jam)	Inflow (m <sup>3</sup> /s)	Predicted Outflow (m <sup>3</sup> /s)
21/12/2017	04.00	4.38	4.84
	05.00	4.24	4.56
	06.00	3.98	4.32
	07.00	3.85	4.11
	08.00	3.73	3.94
	09.00	3.60	3.80
	10.00	3.36	3.63
	11.00	3.25	3.46
	12.00	3.25	3.35
	13.00	3.13	3.26
	14.00	3.13	3.19
	15.00	3.13	3.16
	16.00	2.91	3.09
	17.00	2.80	2.96
	18.00	2.80	2.88
	19.00	2.80	2.83
	20.00	2.80	2.81
	21.00	2.80	2.81
	22.00	2.80	2.80
	23.00	2.80	2.80

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)



**Gambar 4** Hidrograf Predicted Outflow  
(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan didapat nilai debit pada bagian inflow dan pada bagian outflow sehingga dapat dilakukan penelusuran aliran banjir untuk menentukan perjalanan aliran banjir dari bagian hulu di Papringan sampai bagian hilir di Wonokromo. Dapat dilihat pada (Tabel 4) dan (Gambar 4) bahwa debit pada bagian hulu mengalami kenaikan pada 20 Desember 2017 sekitar pukul 16:00 sedangkan pada bagian hilir debit banjir mulai meningkat dan mencapai puncak pada 20 Desember 2017 sekitar pukul 18:00. Debit mulai turun dan menuju stabil mulai pada 21 Desember 2017 sekitar pada pukul 04:00 hingga debit terakhir berada pada nilai 2.8 (m<sup>3</sup>/s). Setelah dilakukan penelusuran banjir yang dapat dilihat pada perhitungan diatas perjalanan aliran banjir pada bagian hulu sampai bagian hilir membutuhkan waktu 1 jam 24 menit.

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan perhitungan penelusuran banjir dengan menggunakan metode Muskingum, didapat data berupa perjalanan puncak debit aliran banjir Sungai Gajah Wong dari pos Papringan hingga pos Wonokromo berlangsung sekitar  $K=1,4$  atau dapat diartikan perjalanan aliran air sebesar 1 jam.24 Menit
2. Berdasarkan penelusuran banjir yang telah dilakukan dapat dihitung besar debit pada bagian hilir pada pos Wonokromo dengan debit maksimal 12,35 m<sup>3</sup>/det dan minimal 2,38 m<sup>3</sup>/det.
3. Adanya nilai yang berbeda jauh antara debit pada bagian inflow dengan bagian outflow yang mengakibatkan tidak ada korelasi antara aliran banjir hulu awlr papringan dengan aliran banjir di bagian hilir awlr wonokromo, ada kemungkinan banjir akibat "lateral inflow" sepanjang awlr papringan sampai awlr wonokromo, dan terjadinya hujan lokal dengan intensitas tinggi antara awlr papringan sampai awlr wonokromo sehingga data inflow pada bagian hulu kecil namun pada bagian outflow di wonokromo besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arif Budiyanto Muchamad, 2018. *Pengukuran waktu perjalanan banjir dari hulu ke hilir sungai Code sebagai pertimbangan early warning system*. Vol XIII no 41-52
- BPS (2017) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka. Yogyakarta: *badan pusat statistika Provinsi D.I. Yogyakarta*. Pp. 1-510
- Departemen Kementrian Pekerjaan Umum, Data Debit Harian Sungai Gjah Wong 2017, Balai Hidrologi, pusat penelitian pengembangan sumber daya air
- Departemen Kementrian Pekerjaan Umum, Data tinggi muka air 2017, Balai Hidrologi, pusat penelitian pengembangan sumber daya air
- Erlina, 2018. *Analisis Banjir dan sedimentasi wilayah sungai brantas*. Vol XIII no. 1-14
- Finawan Aidi dan Mardiyanto Arief, 2011. *Pengukuran debit air berbasis mikrokontroler at89s51*. Jurnal litek, vol 8 no. 1:28-31
- Harto, Sri. *Analisis hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1993.
- Hartini Eko, 2017. *Hidrologi dan hidrolika terapan*. Semarang.
- Indarto, 2016. *Hidrologi. Metode analisa dan tool untuk interpretasi hidrograf aliran sungai*. Indonesia, Jakarta Timur
- Ligal, S, 2008, "Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir", *Jurnal. Dinamika Teknik Sipil*, Volume 8. Jakarta
- Mistra, 2007. *Antisipasi Rumah di Daerah Rawan Banjir*. Penebar Swadaya,

Depok

Nugroho, S.P., 2012b, *Kajian Ketangguhan Masyarakat Dari Ancaman Bencana Banjir*, Jurnal Alami, vol 17, No. 1, 2017, hal. 49 – 56, Jakarta.

Purnomo., 1985. "Prediksi Titik Banjir Berdasarkan Kondisi Gerometri Sungai", *jurnal rekayasa sipil*, Vol. 8, No.3 – 2014 ISSN 1978 – 5658

Rahayu, Budi, *Kualitas Air Tanah di Kecamatan Tebet Jakarta Selatan Ditinjau dari Pola Sebaran Escherichia coli*, Tesis, Universitas Tri sakti, Jakarta, 2009.

