

ANALISIS PROFIL MUKA AIR DAN LUASAN GENANGAN DI LAHAN AKIBAT VARIASI POSISI SUDETAN SUNGAI CILIWUNG

Roganda Parulian S.¹, Moh. Bisri H.² Moh. Sholichin²

¹Mahasiswa Magister Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia; xav02.rich@gmail.com.

²Dosen Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang.

ABSTRAK

DKI Jakarta dalam beberapa tahun terakhir sering mengalami banjir akibat luapan Sungai Ciliwung. Dengan adanya banjir yang terjadi maka pemerintah dalam hal ini Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Ciliwung Cisadane-Kementerian Pekerjaan Umum mencoba memberikan solusi yang disebut *Total Solution for Ciliwung*. Salah satu kegiatannya adalah melakukan sudetan di Kalibata dan di Kebon Baru. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sudetan Sungai Ciliwung. Lokasi Sudetan ada 3 (tiga) lokasi, yaitu di Kalibata, di Kebon Baru, dan di Kampung Melayu. Perhitungan dilakukan dengan melakukan variasi posisi di tiga lokasi. Ada 7 variasi posisi yang dilakukan. Model simulasi menggunakan program bantu HEC-RAS 4.1.0. Hasil perhitungan menunjukkan variasi posisi 7 yaitu sudetan di Kalibata, di Kebon Baru dan di Kampung Melayu menjadi variasi yang paling optimal dalam mengurangi banjir. Hasil sudetan dengan variasi posisi 7 adalah profil muka air di Patok 260 berupa aliran sub kritis/tenang dengan elevasi muka air +18,54 m atau berkurang 0,48 m dari kondisi eksisting +19,02 m. Luas genangan yang terjadi akibat sudetan dengan variasi posisi 7 sebesar 2,4143 km² berkurang 0,6042 km² (20,02%) dari kondisi eksisting 3,0185 km².

Kata kunci : DKI Jakarta, Sungai Ciliwung, variasi posisi, profil muka air, luas genangan .

ABSTRACT

In recent years, DKI Jakarta have been frequently flooded by The Ciliwung River. In this case, The government of Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Ciliwung Cisadane-General Public Ministry of Pekerjaan Umum has been trying to provide a solution which called *Total Solution for Ciliwung*. One of the *Total Solution* activities is doing diversion channel in Kalibata and Kebon Baru. This study aimed to diversion of Ciliwung River. There are 3 (three) locations of diversion. The location are in Kalibata, Kebon Baru, and Kampung Melayu. Calculation was done by variation of the position at three locations with 7 variations of position. The model of simulation was using HEC-RAS 4.1.0 program. The result of diversion in 7th variation position is the water profile in the point 260 that form of sub critical flow/tranquil with water level +18,54 m or less 0,48 m from existing condition +19.02 m. Inundation area that caused by 7th variation position of diversion is 2,4143 km² reduced 0,6042 km² (20,02%) from existing condition 3,0185 km².

Key word : DKI Jakarta, Ciliwung River, variation position, water profile, extensive inundation .

1. PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir, banjir terjadi di beberapa wilayah di (DKI Jakarta). Menurut Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) DKI Jakarta menyatakan bahwa selain berdampak pada 32 titik genangan, banjir juga menggenangi beberapa wilayah permukiman warga dengan ketinggian 50 sentimeter (cm) pada November 2011 (Kompas, 2013).

Penyebab terjadinya banjir adalah luapan Sungai Ciliwung. Debit aliran yang melalui Sungai Ciliwung tidak lagi sesuai

kapasitas pengaliran. Hal ini terjadi karena mengecilnya kapasitas penampang sungai dan juga bertambahnya debit aliran dari tahun ke tahun. Penurunan kapasitas sungai diakibatkan oleh sedimentasi maupun pemukiman penduduk yang berada di badan sungai. Sedangkan kenaikan debit aliran terjadi karena perubahan tata guna lahan yang meningkatkan koefisien pengaliran di lahan.

Pemerintah dalam hal ini Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Ciliwung Cisadane mencoba memberikan solusi untuk

penanganan banjir di Jakarta. Solusi itu disebut *Total Solution for Ciliwung*. Ada 9 kegiatan yang telah direncanakan dalam *Total Solution* dan salah satunya adalah Sudetan Sungai Ciliwung yang direncanakan di daerah Kebon Baru dan Kalibata. Untuk rencana lokasi sudetan telah diatur dalam Instruksi Gubernur DKI Jakarta/No.44/Tahun 2010. Sudetan bertujuan untuk memperpendek jarak aliran ke muara yang berarti mempersingkat waktu pengaliran dari hulu ke hilir.

Sungai yang berbelok atau biasa disebut meander seperti yang terjadi pada Sungai Ciliwung terjadi secara alamiah. Umumnya meander sungai akan mempunyai kemiringan dasar yang sangat landai. Meander yang terjadi karen aliran air mencari kemiringannya untuk mengalir sehingga terjadi belokan-belokan sungai.

Penelitian ini mencoba mengkaji rencana pemerintah apakah sudetan layak secara teknis digunakan sebagai salah satu solusi pengendalian banjir. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai referensi dan bahan pertimbangan terhadap kajian sudetan sungai yang berkaitan dengan perilaku aliran dan perilaku banjir dalam rangka mengoptimalkan fungsi sarana untuk pengendalian banjir.

2. BAHAN DAN METODE

a. Bahan

Sudetan dilakukan pada Sungai Ciliwung yang berada pada DAS Ciliwung. Titik Sudetan dilakukan pada tiga posisi. Posisi pertama berada di Kelurahan Kalibata di Kecamatan Pancoran, termasuk wilayah Kota Administrasi Jakarta Selatan. Posisi kedua berada di di Kelurahan Kebon Baru di Kecamatan Tebet, termasuk wilayah Kota Administrasi Jakarta Selatan. Posisi Sudetan ketiga berada di Kelurahan Kampung Melayu di Kecamatan Jatinegara, termasuk wilayah Kota Administrasi Jakarta Timur.

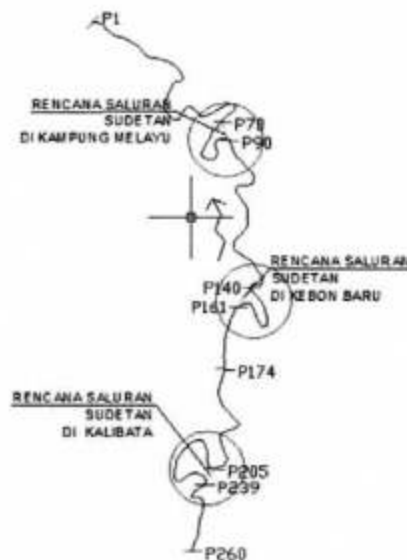
b. Metode

Penelitian ini menggunakan simulasi model numerik dua dimensi dengan menggunakan

program bantu HEC-RAS 4.1.0. Adapun lingkup kegiatan dalam penelitian ini sebagai berikut:

A. Pengumpulan data sekunder berupa:

1. Data debit harian dan tinggi muka air (pembacaan peilscaal) Sungai dari pencatat AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) jembatan MT.Haryono data 10 tahun terakhir (tahun 2004-2013) yang berada di Patok 174.
2. Data-data geometri yaitu peta situasi Sungai Ciliwung, data *long* dan *cross* Sungai Ciliwung.
3. Data kontur lahan di sekitar Sungai Ciliwung. Data dapat berupa data manual atau berupa peta digitasi.



Gambar 1. Rencana Sudetan pada Sungai Ciliwung

B. Analisis Debit Rancangan.

Data debit harian yang ada dikelola menjadi seri data hidrologi tahunan. Analisis debit rancangan menggunakan kala lebih besar atau sama dari kala ulang banjir maksimal pada seri data Hidrologi tahun yang terjadi (tahun 2004-2013). Perhitungan distribusi frekuensi data debit menggunakan metode distribusi Log Pearson Tipe III (Montarcih, 2010).

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (G \cdot S) \quad \dots(1)$$

dengan:

X_T : Debit rencana dengan kala ulang T tahun.

$\bar{X}$: Harga rata-rata.

S : Standar deviasi.

G : Faktor sifat distribusi Log Pearson Tipe III yang harganya tergantung pada nilai asimetri (Cs) dan kala ulang (T).

Uji kesesuaian distribusi menggunakan uji Smirnov Kolmogorof dan uji Chi Square (Montarich, 2010).

Uji Smirnov Kolmogorof:

$$\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$$

$$\Delta_{maks} = P_e - F_t \quad \dots(2)$$

dengan:

Δ_{maks} : Selisih maksimum antara peluang empiris dan teoritis.

P_e : Peluang empiris.

F_t : Peluang teoritis.

Uji Chi Square:

$$X_{hitung}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(F_o - F_t)^2}{F_t} \quad \dots(3)$$

dengan:

X_{hitung}^2 : Debit rencana dengan kala ulang T tahun

F_o : Frekuensi pengamatan kelas j

F_t : Frekuensi teoritis kelas j

C. Analisis Eksisting Sungai Ciliwung.

Analisis dilakukan secara hidrolika untuk mengetahui profil muka air maupun luas genangan di lahan pada kondisi eksisting.

D. Kalibrasi.

Kalibrasi menggunakan metode RMSE ((Root Mean Square Error). Kalibrasi dilakukan dengan menyesuaikan elevasi muka air sungai pada akhir simulasi dibandingkan dengan kondisi aktual hasil survey pengukuran yang tercatat di AWLR (Patok 174). Tujuan kalibrasi adalah menyatakan bahwa perhitungan hidrolika saluran dengan program bantu HEC-RAS sudah sesuai dengan kondisi aktual.

Penyesuaian dilakukan dengan mengubah nilai koefisien manning (n) terhadap nilai koefisien Manning yang diijinkan.

Tabel. 1. Koefisien Kekasaran Manning (n)

Tipe Saluran	Minimum	Maksimum
Saluran besar (lebar atas pada taraf banjir > 100 kaki (30m). Nilai n lebih kecil dari saluran kecil dengan perincian yang		
a. Penampang beraturan tanpa batu besar atau belukar	0.025	0.060
b. Penampang tidak beraturan dan kasar	0.035	0.100

Sumber : Chow, 1992

E. Penentuan Titik Inlet dan Outlet Lokasi Sudetan.

Penentuan titik inlet dan outlet berdasarkan hasil analisis eksisting Sungai Ciliwung. Penentuan titik inlet dan outlet ditentukan berdasarkan teori perilaku aliran dengan mempertimbangkan:

- Reduksi panjang aliran: diambil reduksi aliran terbesar.
- Sudut Belokan Aliran: diambil sudut belokan terbesar.
- Kemiringan Dasar Saluran: diambil kemiringan yang landau.

F. Desain Penampang Sudetan.

Desain penampang ini bertujuan untuk mendapatkan ukuran penampang saluran sudetan yaitu lebar (B) dan tinggi (h) saluran. Penampang saluran ditentukan dengan bentuk trapesium. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan desain penampang sudetan:

- Kecepatan Aliran.
- Kemiringan Dasar Saluran.
- Koefisien Kekasaran Manning (n).

Rumus debit aliran (Q), Chow, 1992).

$$Q = V \cdot A \quad \dots(4)$$

dengan:

V : Kecepatan aliran (m/det)

A : Luas penampang (m²)

Untuk mendapatkan dimensi saluran diturunkan dari luas penampang saluran:

$$A = (B + mh)h \dots (5)$$

sehingga jika tinggi muka air (h) ditetapkan, maka dapat didapatkan lebar saluran (B) dengan rumus:

$$B = \frac{A}{h} - (m \cdot h) \dots (6)$$

dengan:

- B : Lebar (m)
- h : tinggi/kedalaman muka air (m)
- A : Luas penampang (m^2)
- m : Kemiringan talud

G. Pemodelan Sudetan Sungai Ciliwung

Pemodelan sudetan memakai aplikasi program HEC-RAS versi 4.1.0 (Anonim 1. 2010). Pemodelan dilakukan sepanjang Sungai mulai dari Kalibata (Patok P260) sampai Pintu Air Manggarai (Patok P1) sepanjang 11,95 km.

H. Analisis Profil Muka Air.

Analisis ini dilakukan untuk mendapatkan bentuk profil dan tinggi muka air yang terjadi dari pemodelan variasi posisi sudetan. Simulasi sudetan menggunakan program HEC-RAS 4.1.0 (Anonim 1. 2010).

Simulasi dilakukan dengan melakukan variasi posisi sudetan. Ada 7 variasi posisi rencana sudetan yang akan dilakukan yaitu:

- Variasi posisi 1 : di Kalibata.
- Variasi posisi 2 : di Kebon Baru.
- Variasi posisi 3 : di Kampung Melayu
- Variasi posisi 4 : di Kalibata dan di Kebon Baru.
- Variasi posisi 5 : di Kalibata dan di Kampung Melayu
- Variasi posisi 6 : di Kebon Baru dan di Kampung Melayu.
- Variasi posisi 7 : di Kalibata, di Kebon Baru, dan di Kampung Melayu.

Profil muka air akan berubah tergantung pada I_o dan apakah perbandingan kedalaman normal dengan kedalaman aliran (y_n/y) dan perbandingan kedalaman kritik dengan kealaman aliran (y_o/y) lebih

besar dari satu (Triatmodjo Bambang, 2013). Kemiringan dasar dapat bernilai negatif, nol dan positif. Kemiringan negatif disebut kemiringan balik ($I_o < 0$) yang diberi symbol A (*adverse slope*). Kemiringan negatif terjadi apabila elevasi dasar saluran bertambah dalam arah aliran. Kemiringan dasar saluran bernilai nol apabila dasar saluran adalah horizontal ($I_o = 0$) dan diberi symbol H (*horizontal*). Sedangkan kemiringan positif disebut kemiringan searah yang dibedakan menjadi landai (*mild*) diberi simbol M , kritik (*critical*) diberi simbol C , dan curam (*steep*) diberi simbol S .

a) Kurva M (*mild*)

Kurva M terjadi apabila $I_o < I_c$ dan $y_n > y_c$. Kurva M dibagi menjadi 3 profil yaitu M_1 , M_2 , dan M_3 .

- Profil muka air M_1 apabila $y > y_n > y_c$.
- Profil muka air M_2 apabila $y_n > y > y_c$.
- Profil muka air M_3 apabila $y_n > y_c > y$.

b) Kurva C (*critical*)

Kurva C terjadi apabila $I_o = I_c$ dan $y_n = y_c$. Karena garis kedalaman normal dan kritik berimpit maka hanya ada dua profil yaitu profil C_1 dan C_3 .

c) Kurva S (*steep*)

Kurva S terjadi apabila $I_o > I_c$ dan $y_n < y_c$. Ada 3 tipe kurva S yaitu profil S_1 , S_2 , dan S_3 .

- Profil muka air S_1 apabila $y > y_c > y_n$. Profil S_1 dapat ditemui pada hulu bendung yang berada di saluran curam di mana hulunya terjadi loncatan air.
- Profil muka air S_2 apabila $y_c > y > y_n$. Profil S_2 terdapat pada perubahan aliran dari saluran landai masuk ke saluran curam, atau pada pemasukan ke saluran curam. Profil S_2 sangat pendek.
- Profil muka air S_3 apabila $y_c > y_n > y$. Profil S_3 terdapat disebelah hilir pintu air yang berada pada saluran curam atau di sebelah hilir dari perubahan saluran curam ke saluran kurang curam. Profil ini merupakan transisi profil M dan S .

I. Analisis Luasan Genangan.

Analisis luasan untuk mendapatkan luasan genangan yang terjadi di lahan. Data yang dilakukan untuk melakukan simulasi adalah elevasi muka air banjir yang terjadi dari hasil simulasi analisis profil muka air. Simulasi untuk analisis genangan dilakukan sebanyak 7 kali sesuai banyaknya variasi posisi sudetan seperti pada analisis profil muka air. Simulasi menggunakan program aplikasi HEC-GEORAS (Anonim 2. 2010). Sebelum melakukan running data kontur harus berupa data digitasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hidrologi

- a. Data debit harian dari ALWR. MT. Haryono dibuat menjadi seri data hidrologi tahunan.

Tabel 2. Seri data hidrologi tahunan debit maksimum

Tahun	Tinggi Muka Air	Debit
	(m)	(m ³ /det)
2004	4.66	124.67
2005	6.78	284.44
2006	4.39	108.81
2007	5.10	152.34
2008	3.74	76.39
2009	4.80	132.97
2010	4.75	129.92
2011	4.03	90.17
2012	4.84	135.52
2013	6.82	287.88

Sumber: BBWS Ciliwung-Cisadane

- b. Dengan menggunakan analisis frekuensi dengan metode distribusi Log Pearson Tipe III maka debit maksimum terbesar yang pernah terjadi sebesar 287,88 m³/s tahun 2013 merupakan kala ulang 18,12 tahun. Sehingga debit banjir rancangan yang digunakan adalah debit banjir rancangan lebih besar dari kala ulang 18,12 tahun. Kala ulang yang dipakai untuk debit banjir rancangan adalah kala ulang 50 tahun. Alasan pemakaian kala ulang 50 tahun adalah menghindari

resiko/kerugian yang besar akibat banjir di masa mendatang. Debit banjir kala ulang 50 tahun (Q₅₀) sebesar 397,35 m³/det.

- c. Hasil kesesuaian distribusi berdasarkan uji Smirnov Kolmogorof dan uji Chi Square menyatakan bahwa data yang digunakan dengan menggunakan distribusi frekuensi metode Log Pearson tipe III dapat diterima.

Uji Smirnov Kolmogorof :

$$\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$$

$$0,117 < 0,409 \text{ (ok)}$$

Uji Chi Square :

$$X_{hitung}^2 < X_{cr}^2$$

$$0,400 < 3,841 \text{ (ok)}$$

Perhitungan Elevasi Muka Air

Berdasarkan seri data hidrologi tahunan dilakukan perhitungan dengan menggunakan program bantu HEC-RAS 4.1.0 untuk mendapatkan tinggi muka air dan bentuk profil muka air. Dari Tabel 3 dapat dilihat elevasi muka air pada Patok 174 (titik AWLR) di tahun 2013 sebesar +15.04 m merupakan elevasi muka air terbesar dibanding tahun kejadian yang lain. Hal ini dikarenakan karena debit banjir yang terjadi pada tahun 2013 adalah debit kejadian terbesar.

Tabel 3. Elevasi muka air hasil perhitungan HEC-RAS 4.1.0 Patok 174 (AWLR)

Tahun	Elevasi Muka Air (m)	Tahun	Elevasi Muka Air (m)
2004	13.44	2009	13.56
2005	15.37	2010	13.52
2006	13.22	2011	13.01
2007	13.83	2012	13.6
2008	12.79	2013	15.41

Sumber : Hasil Perhitungan

Kalibrasi

Sebelum melakukan Kalibrasi perlu dilakukan validasi atau mencocokkan data elevasi muka air kejadian dengan elevasi muka air hasil perhitungan dengan HEC-RAS 4.1.0. Ternyata terjadi perbedaan elevasi muka air kejadian dengan elevasi muka air hasil perhitungan (lihat Tabel 4).

Kalibrasi dilakukan coba-coba nilai Manning (n) dengan rentang nilai minimal 0,035 dan maksimal 0,100 (lihat Tabel 1).

Tabel 4. Validasi elevasi muka air kejadian dengan elevasi muka air hasil perhitungan Patok 174 (AWLR)

Tahun	Debit (m^3/det)	Elevasi Muka Air (m)	
		Kejadian	Perhitungan HEC-RAS 4.1.0
2004	124.67	13.87	13.44
2005	284.44	15.99	15.37
2006	108.81	13.60	13.22
2007	152.34	14.31	13.83
2008	76.39	12.95	12.79
2009	132.97	14.01	13.56
2010	129.92	13.96	13.52
2011	90.17	13.24	13.01
2012	135.52	14.05	13.60
2013	287.88	16.03	15.41

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan tersebut maka dicari nilai RMSE terkecil seperti pada Tabel 5. Nilai kalibrasi berdasarkan RMSE terkecil adalah 0,0721 pada $n=0,0456$. Ini berarti perhitungan hidrolika yang menggunakan HEC-RAS 4.1.0. akan mendekati paling tepat dengan koefisien manning (n) = 0,0456. Sehingga perhitungan hidrolika selanjutnya dengan program bantu HEC-RAS 4.1.0 akan menggunakan nilai $n = 0,0456$.

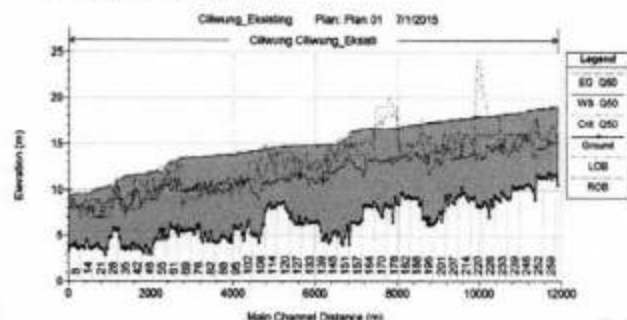
Tabel 5. Nilai RMSE Berdasarkan Nilai Koefisien Manning (n)

n	RMSE	n	RMSE
0.0350	0.4477	0.0456	0.0721
0.0400	0.2378	0.0457	0.0732
0.0450	0.0800	0.0458	0.0740
0.0451	0.0758	0.0459	0.0733
0.0452	0.0758	0.0460	0.0742
0.0453	0.0763	0.0500	0.1742
0.0454	0.0745	0.0550	0.3462
0.0455	0.0748	0.0600	0.5126

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisis Profil Muka Air Sungai Ciliwung Dengan Q_{50} Pada Kondisi Eksisting.

Berdasarkan perhitungan dengan HEC-RAS 4.1.0 didapatkan bahwa banjir terjadi hampir di seluruh penampang seperti pada Patok 260 (Elevasi MA. +19,02 m), 239, 205, 161, 140, 90 dan Patok 70. Sedangkan hanya sebagian kecil yang tidak mengalami banjir (aman) seperti pada Patok 174 dan Patok 1 (lihat Tabel 6). Bentuk profil muka secara keseluruhan memiliki aliran tenang/ sub kritis dengan bentuk kurva yang beragam.



Gambar 2. Penampang memanjang eksisting Sungai Ciliwung

Tabel 6. Analisis profil muka air eksisting sungai ciliwung dengan Q_{50}

Patok	Jenis Aliran Berdasarkan Froude	Jenis Aliran Berdasarkan Profil Muka Air		Analisa Banjir		Keterangan
		Bentuk Kurva	Jenis Aliran	Elevasi Muka Air (m)	Elevasi Tangul Terendah (m)	
260	Subkritis	A2	Sub kritis	19.02	16.00	Banjir
239	Subkritis	M2	Sub kritis	18.33	16.00	Banjir
205	Subkritis	S1	Sub kritis	17.61	14.00	Banjir
174	Subkritis	A2	Sub kritis	16.61	16.32	Aman
161	Subkritis	A2	Sub kritis	16.61	14.00	Banjir
140	Subkritis	A2	Sub kritis	14.95	12.00	Banjir
90	Subkritis	A2	Sub kritis	13.77	9.09	Banjir
70	Subkritis	A2	Sub kritis	13.50	9.00	Banjir
1	Subkritis	S1	Sub kritis	9.33	10.00	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisis Luas Genangan Akibat Sungai Ciliwung Pada Kondisi Eksisting

Hasil perhitungan profil muka air dengan HEC-RAS 4.1.0 kemudian diekspor ke program bantu HEC-GeoRAS. Kemudian pada HEC-GeoRAS dilakukan perhitungan untuk mendapatkan luasan genangan. Luas

genangan yang terjadi di lahan akibat Sungai Ciliwung pada kondisi eksisting sebesar 2,9467 km². Hasil visualisasi perhitungan luas genangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi luasan genangan di lahan pada kondisi eksisting Sungai Ciliwung

Penentuan Titik Inlet dan Outlet Lokasi Sudetan

Berdasarkan pertimbangan 3 hal:

- Reduksi panjang aliran terbesar
- Sudut Belokan Aliran terbesar (tumpul)
- Kemiringan dasar saluran yang landai

Maka titik inlet dan outlet sudetan pada masing-masing sudetan didapatkan seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Titik inlet dan outlet sudetan

Lokasi Sudetan	Titik Inlet	Titik Outlet	Sudut Belokan (°)		Panjang Belokan (m)	Panjang Sudetan (m)	Reduksi Panjang (m)
			Inlet	Outlet			
Kalibata	P239	P205	170	180	1600.00	308.68	1291.32
Kebon Baru	P161	P140	164	158	1000.00	264.00	736.00
Kampung Melayu	P90	P70	154	108	926.37	187.61	738.76

Sumber : Hasil Perhitungan

Desain Penampang Saluran Sudetan

Dengan bentuk saluran trapesium dengan kemiringan talud (tanggul) sebesar 45° maka ukuran penampang masing-masing saluran sudetan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Ukuran penampang saluran sudetan Sungai Ciliwung

Lokasi	Posisi	Patok	Jarak antara	Lebar Saluran (B)	Kedalaman muka air (h)	Tinggi jagaan (W)	Elevasi Dasar Saluran	Elevasi Puncak Tebing
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Kalibata	Inlet	P239	308.68	18.00	8.04	0.80	10.29	19.13
	Outlet	P205		23.00	9.07	0.80	8.54	18.41
Kebon Baru	Inlet	P161	264.00	31.00	8.30	0.80	8.31	17.41
	Outlet	P140		22.00	10.18	0.80	4.77	15.75
Kampung Melayu	Inlet	P90	187.61	21.00	8.82	0.80	4.95	14.57
	Outlet	P70		31.00	8.82	0.80	5.59	15.21

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisis Profil Muka Air Sudetan Sungai Ciliwung

Hasil Simulasi pada masing-masing variasi posisi sudetan, yaitu:

1. Variasi posisi 1

Banjir terjadi pada Patok 260, 161, 140, 90, dan Patok 70, sedangkan Patok 239, 205, 174 dan 1 tidak mengalami banjir. Elevasi muka air pada Patok 260 +18,65m, mengalami penurunan sebesar 0,37 m dari kondisi eksisting +19,02 m. Bentuk profil muka air akibat variasi posisi 1 merupakan aliran sub kritis pada Patok 260, dan bentuk profil aliran tidak mengalami perubahan dibanding kondisi eksisting.

Tabel 9. Profil muka air pada variasi posisi 1

Patok	Jenis Aliran Berdasarkan Froude	Jenis Aliran Berdasarkan Profil Muka Air		Analisa Banjir		Keterangan
		Bentuk Kurva	Jenis Aliran	Elevasi Muka Air (m)	Elevasi Tanggul Tawandah (m)	
260	Subkritis	A2	Sub kritis	18.65	16.00	Banjir
239	Subkritis	M2	Sub kritis	17.59	19.13	Aman
205	Subkritis	S1	Sub kritis	17.60	18.41	Aman
174	Subkritis	A2	Sub kritis	16.61	18.32	Aman
161	Subkritis	A2	Sub kritis	16.61	14.00	Banjir
140	Subkritis	A2	Sub kritis	14.95	12.00	Banjir
90	Subkritis	A2	Sub kritis	13.77	9.09	Banjir
70	Subkritis	A2	Sub kritis	13.50	9.00	Banjir
1	Subkritis	S1	Sub kritis	9.33	10.00	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Variasi posisi 2-

Banjir terjadi pada Patok 260, 239, 205, 90, dan Patok 70, sedangkan Patok 174, 161, 140 dan 1 tidak mengalami banjir. Elevasi muka air pada Patok 260 +18,93m, mengalami penurunan sebesar 0,09 m dari kondisi eksisting +19,02 m. Bentuk profil muka air akibat variasi posisi 2 merupakan aliran sub kritis pada Patok 260.

Tabel 10. Profil muka air pada variasi posisi 2

Patok	Jenis Aliran Berdasarkan Froude	Jenis Aliran Berdasarkan Profil Muka Air		Analisa Banjir		Keterangan
		Bentuk Kurva	Jenis Aliran	Elevasi Muka Air (m)	Elevasi Tanggul Terendah (m)	
260	Subkritis	A2	Sub kritis	18.93	16.00	Banjir
239	Subkritis	M2	Sub kritis	18.18	16.00	Banjir
205	Subkritis	S1	Sub kritis	17.30	14.00	Banjir
174	Subkritis	A2	Sub kritis	14.93	18.32	Aman
161	Subkritis	A2	Sub kritis	14.96	17.41	Aman
140	Subkritis	S1	Sub kritis	14.95	15.75	Aman
90	Subkritis	A2	Sub kritis	13.77	9.09	Banjir
70	Subkritis	A2	Sub kritis	13.50	9.00	Banjir
1	Subkritis	S1	Sub kritis	9.33	10.00	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Variasi posisi 3

Tabel 11. Profil muka air pada variasi posisi 3

Patok	Jenis Aliran Berdasarkan Froude	Jenis Aliran Berdasarkan Profil Muka Air		Analisa Banjir		Keterangan
		Bentuk Kurva	Jenis Aliran	Elevasi Muka Air (m)	Elevasi Tanggul Terendah (m)	
260	Subkritis	A2	Sub kritis	19.02	16.00	Banjir
239	Subkritis	M2	Sub kritis	18.33	16.00	Banjir
205	Subkritis	S1	Sub kritis	17.61	14.00	Banjir
174	Subkritis	A2	Sub kritis	16.80	18.32	Aman
161	Subkritis	A2	Sub kritis	16.61	14.00	Banjir
140	Subkritis	A2	Sub kritis	14.89	12.00	Banjir
90	Subkritis	A2	Sub kritis	13.54	14.57	Aman
70	Subkritis	S1	Sub kritis	13.52	15.21	Aman
1	Subkritis	S1	Sub kritis	9.33	10.00	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

Banjir terjadi pada Patok 260, 239, 205, 161, dan 140, sedangkan Patok 174, 90, 70 dan 1 tidak mengalami banjir. Elevasi muka air pada Patok 260 +19,02 m, tidak mengalami penurunan muka air dari

kondisi eksisting. Bentuk profil muka air akibat variasi posisi 3 merupakan aliran sub kritis pada Patok 260, dan bentuk profil aliran berubah pada Patok 70 menjadi S1..

4. Variasi posisi 4

Banjir terjadi pada Patok 260, 90, dan Patok 70, sedangkan Patok 239, 205, 174, 161, 140 dan 1 tidak mengalami banjir. Elevasi muka air pada Patok 260 +18,54m, mengalami penurunan sebesar 0,48 m dari kondisi eksisting +19,02 m. Bentuk profil muka air akibat variasi posisi 4 merupakan aliran sub kritis pada Patok 260, dan bentuk profil aliran berubah pada Patok 140 menjadi S1.

Tabel 12. Profil muka air pada variasi posisi 4

Patok	Jenis Aliran Berdasarkan Froude	Jenis Aliran Berdasarkan Profil Muka Air		Analisa Banjir		Keterangan
		Bentuk Kurva	Jenis Aliran	Elevasi Muka Air (m)	Elevasi Tanggul Terendah (m)	
260	Subkritis	A2	Sub kritis	18.54	16.00	Banjir
239	Subkritis	M2	Sub kritis	17.29	19.13	Aman
205	Subkritis	S1	Sub kritis	17.29	18.41	Aman
174	Subkritis	A2	Sub kritis	14.93	18.32	Aman
161	Subkritis	A2	Sub kritis	14.96	17.41	Aman
140	Subkritis	S1	Sub kritis	14.95	15.75	Aman
90	Subkritis	A2	Sub kritis	13.77	9.09	Banjir
70	Subkritis	A2	Sub kritis	13.50	9.00	Banjir
1	Subkritis	S1	Sub kritis	9.33	10.00	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

5. Variasi posisi 5

Tabel 13. Profil muka air pada variasi

Patok	Jenis Aliran Berdasarkan Froude	Jenis Aliran Berdasarkan Profil Muka Air		Analisa Banjir		Keterangan
		Bentuk Kurva	Jenis Aliran	Elevasi Muka Air (m)	Elevasi Tanggul Terendah (m)	
260	Subkritis	A2	Sub kritis	18.65	16.00	Banjir
239	Subkritis	M2	Sub kritis	17.59	19.13	Aman
205	Subkritis	S1	Sub kritis	17.60	18.41	Aman
174	Subkritis	A2	Sub kritis	16.60	18.32	Aman
161	Subkritis	A2	Sub kritis	16.61	14.00	Banjir
140	Subkritis	A2	Sub kritis	14.89	12.00	Banjir
90	Subkritis	A2	Sub kritis	13.54	14.57	Aman
70	Subkritis	S1	Sub kritis	13.52	15.21	Aman
1	Subkritis	S1	Sub kritis	9.33	10.00	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

Banjir terjadi pada Patok 260, 161, dan Patok 140, sedangkan Patok 239, 205, 174, 90, 70 dan 1 tidak mengalami banjir. Elevasi muka air pada Patok 260 +18,65 m, mengalami penurunan sebesar 0,37 m dari kondisi eksisting +19,02 m. Bentuk profil muka air akibat variasi posisi 5 merupakan aliran sub kritis pada Patok 260, dan bentuk profil aliran berubah pada Patok 70 menjadi S1.

6. Variasi posisi 6

Banjir terjadi pada Patok 260, 239, dan Patok 205, sedangkan Patok 174, 161, 140, 90, 70 dan 1 tidak mengalami banjir. Elevasi muka air pada Patok 260 +18,93 m, mengalami penurunan sebesar 0,09 m dari kondisi eksisting +19,02 m. Bentuk profil muka air akibat variasi posisi 6 merupakan aliran sub kritis pada Patok 260, dan bentuk profil aliran terjadi pada Patok 140 dan Patok 70 menjadi S1.

Patok	Jenis Aliran Berdasarkan Froude	Jenis Aliran Berdasarkan Profil Muka Air		Analisa Banjir		Keterangan
		Bentuk Kurva	Jenis Aliran	Elevasi Muka Air (m)	Elevasi Tangul Terendah (m)	
260	Subkritis	A2	Sub kritis	18.93	16.00	Banjir
239	Subkritis	M2	Sub kritis	18.18	16.00	Banjir
205	Subkritis	S1	Sub kritis	17.29	14.00	Banjir
174	Subkritis	A2	Sub kritis	14.88	13.32	Aman
161	Subkritis	A2	Sub kritis	14.90	17.41	Aman
140	Subkritis	S1	Sub kritis	14.89	15.75	Aman
90	Subkritis	A2	Sub kritis	13.54	14.57	Aman
70	Subkritis	S1	Sub kritis	13.52	15.21	Aman
1	Subkritis	S1	Sub kritis	9.33	10.00	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

7. Variasi posisi 7

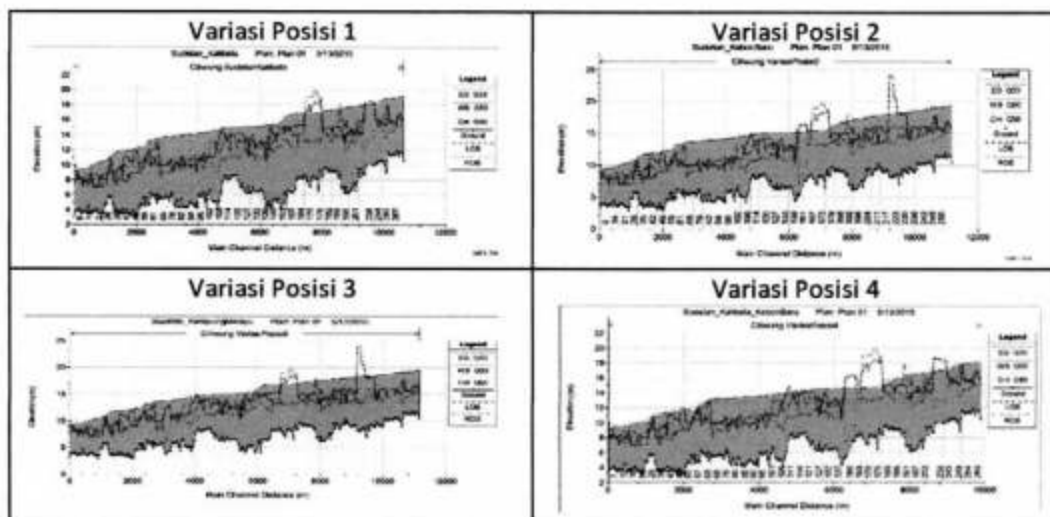
Banjir terjadi pada Patok 260, sedangkan Patok 239, 205, 174, 161, 140, 90, 70 dan 1 tidak mengalami banjir. Elevasi muka air pada Patok 260 +18,54 m, mengalami penurunan sebesar 0,48 m dari kondisi eksisting +19,02 m. Bentuk profil muka air akibat variasi posisi 6 merupakan aliran sub kritis pada Patok 260, dan bentuk profil aliran terjadi pada Patok 140 dan Patok 70 menjadi S1.

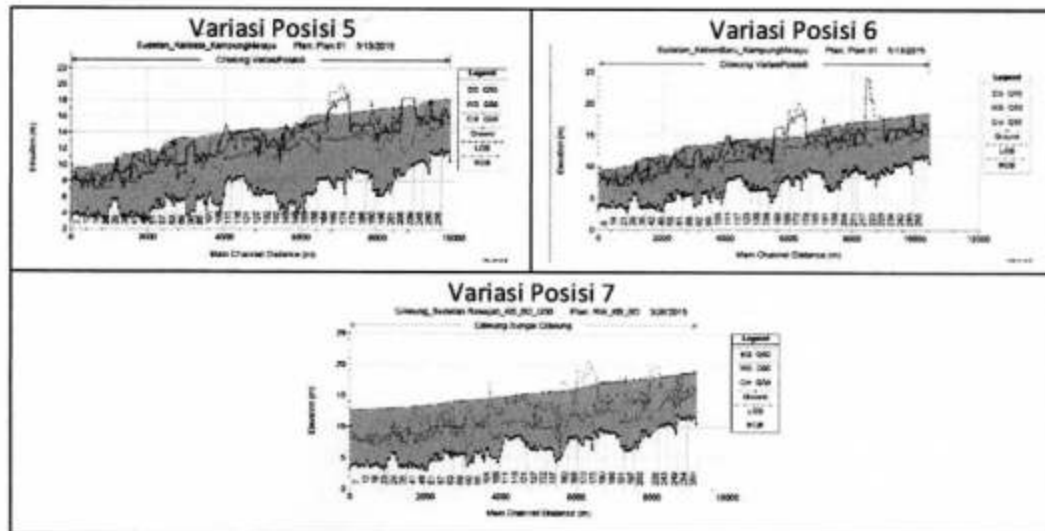
Tabel 15. Profil muka air pada variasi posisi 7

Patok	Jenis Aliran Berdasarkan Froude	Jenis Aliran Berdasarkan Profil Muka Air		Analisa Banjir		Keterangan
		Bentuk Kurva	Jenis Aliran	Elevasi Muka Air (m)	Elevasi Tangul Terendah (m)	
260	Subkritis	A2	Sub kritis	18.54	16.00	Banjir
239	Subkritis	M2	Sub kritis	17.29	19.13	Aman
205	Subkritis	S1	Sub kritis	17.29	18.41	Aman
174	Subkritis	A2	Sub kritis	14.88	18.41	Aman
161	Subkritis	A2	Sub kritis	14.90	17.41	Aman
140	Subkritis	S1	Sub kritis	14.89	15.75	Aman
90	Subkritis	A2	Sub kritis	13.54	14.57	Aman
70	Subkritis	S1	Sub kritis	13.52	15.21	Aman
1	Subkritis	S1	Sub kritis	9.33	10.00	Aman

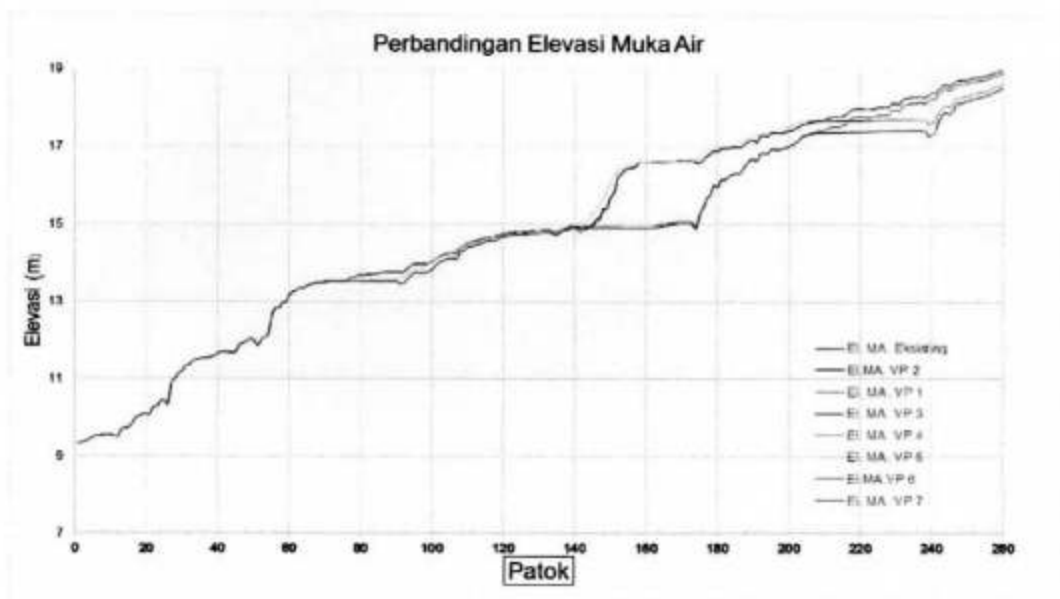
Sumber : Hasil Perhitungan

Tampang memanjang akibat sudetan Sungai Ciliwung dari Patok 260 sampai Patok 1 pada masing-masing variasi posisi sudetan dapat dilihat pada Gambar 4, sedangkan perbandingan elevasi muka air pada masing-masing variasi posisi sudetan dengan kondisi eksisting dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 4. Tampang memanjang elevasi muka air akibat variasi posisi sudetan Sungai Ciliwung



Gambar 5. Perbandingan elevasi muka air tampang memanjang pada masing-masing variasi posisi sudetan Sungai Ciliwung

Analisis Luas Genangan Sudetan Sungai Ciliwung

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan program bantu HEC-GeoRAS didapatkan luas genangan di masing-masing variasi posisi sudetan sebagai berikut:

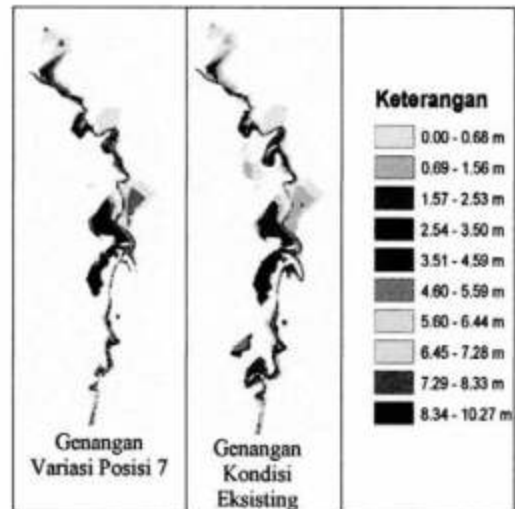
a. Variasi posisi 1 mengakibatkan luas genangan di lahan seluas 2,7920 km²

b. atau terjadi pengurangan luasan 0,2265 km² (7,50%) dari kondisi eksisting.

c. Variasi posisi 2 mengakibatkan luas genangan di lahan seluas 2,8483 km² atau terjadi pengurangan luasan 0,1702 km² (5,64%) dari kondisi eksisting.

d. Variasi posisi 3 mengakibatkan luas genangan di lahan seluas 2,7973 km²

- atau terjadi pengurangan luasan $0,2212 \text{ km}^2$ (7,33%) dari kondisi eksisting.
- Variasi posisi 4 mengakibatkan luas genangan di lahan seluas $2,6228 \text{ km}^2$ atau terjadi pengurangan luasan $0,3957 \text{ m}^2$ (13,11%) dari kondisi eksisting.
 - Variasi posisi 5 mengakibatkan luas genangan di lahan seluas $2,5800 \text{ km}^2$ atau terjadi pengurangan luasan $0,4386 \text{ km}^2$ (14,53%) dari kondisi eksisting.
 - Variasi posisi 6 mengakibatkan luas genangan di lahan seluas $2,6417 \text{ km}^2$ atau terjadi pengurangan luasan $0,3768 \text{ km}^2$ (12,48%) dari kondisi eksisting.
 - Variasi posisi 7 mengakibatkan luas genangan di lahan seluas $2,4143 \text{ km}^2$ atau terjadi pengurangan luasan $0,6042 \text{ km}^2$ (20,02%) dari kondisi eksisting.

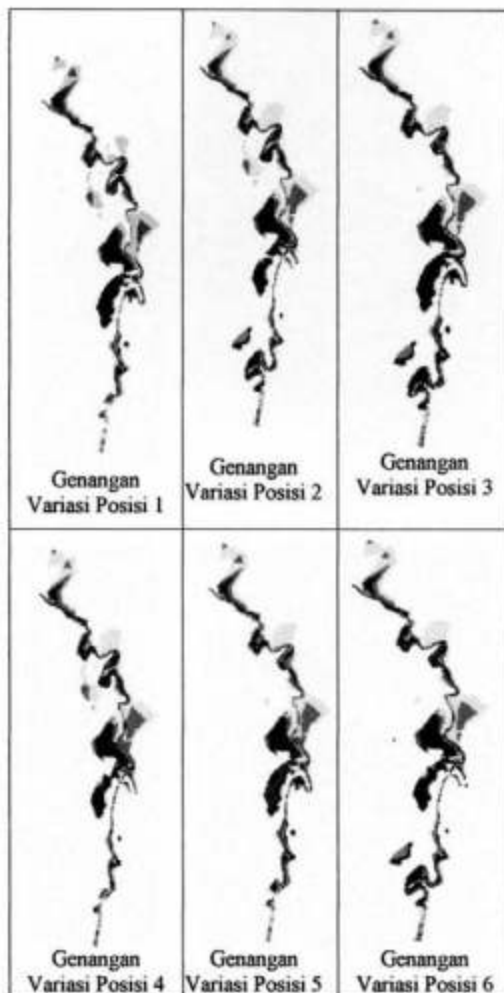


Gambar 6. Genangan di lahan pada masing-masing variasi posisi sudetan Sungai Ciliwung.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi *Analisis Profil Muka Air dan Luasan Genangan di Lahan Akibat Variasi Posisi Sudetan Sungai Ciliwung* dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil perhitungan profil muka air pada kondisi eksisting dengan debit banjir rancangan kala ulang 50 tahun (Q_{50}) didapatkan bentuk profil muka air secara umum adalah bentuk aliran subkritis dengan tinggi muka air melewati elevasi tebing terendah di sebagian besar penampang. Pada hulu aliran (Patok 260) elevasi muka air +19,02 m melewati elevasi tebing terendah +16,00 m dengan bentuk profil muka air subkritis. Sedangkan luas genangan yang terjadi akibat limpasan Sungai Ciliwung pada kondisi eksisting dengan Q_{50} sebesar $3,0185 \text{ km}^2$.
- Berdasarkan hasil kajian, bentuk Profil pada hulu aliran (Patok 260) tidak mengalami perubahan bentuk akibat variasi posisi sedetan, bentuk aliran subkritis. Sedangkan Elevasi profil muka air mengalami perubahan pada masing-masing variasi posisi sudetan. Elevasi muka air Patok 260 variasi posisi 1 sebesar +18,65 m, variasi posisi 2



- sebesar 18,93 m, variasi posisi 3 sebesar 19,02 m, variasi posisi 4 sebesar 18,54 m, variasi posisi 5 sebesar 18,65 m, variasi posisi 6 sebesar 18,93 m, variasi posisi 7 sebesar 18,54 m. Elevasi muka air pada seluruh variasi posisi sudetan di Patok 260 mengalami penurunan dibanding kondisi eksisting +19,02 m kecuali pada variasi posisi 3 yang tidak mengalami penurunan elevasi muka air pada Patok 260. Penurunan elevasi muka air terbesar pada variasi posisi 4 dan 7 +18,54 (turun 0,48 m).
3. Berdasarkan hasil kajian, luasan genangan pada seluruh alternatif variasi posisi sudetan mengalami pengurangan luasan genangan dibanding luasan genangan kondisi eksisting. Luasan genangan pada variasi posisi 1 sebesar 2,7920 km² berkurang 7,50%, variasi posisi 2 sebesar 2,8483 km² berkurang 5,64%, variasi posisi 3 sebesar 2,7973 km² berkurang 7,33%, variasi posisi 4 sebesar 2,6228 km² berkurang 13,11%, variasi posisi 5 sebesar 2,5800 km² berkurang 14,53%, variasi posisi 6 sebesar 2,6417 km² berkurang 12,48%, dan variasi posisi 7 sebesar 2,4143 km² berkurang 20,02%.
 4. Berdasarkan penurunan elevasi muka air, variasi posisi 7 mengalami penurunan muka air terbesar yaitu berkurang 0,48 m

(el.muka air +18,54 m dari eksisting +19,02 m). Berdasarkan luasan genangan dengan sudetan variasi posisi 7, luas genangan adalah sebesar 2,4143 km² berkurang 0,6042 km² (20,02%) dari kondisi eksisting 3,0185 km².

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 1. 2010. *HECRAS4.1.0 Hydraulic Reference Manual*. California: U.S. Army Corps of Engineering.
- Anonim 2. 2010. *HEC-GeORAS 2.1. Hydraulic Reference Manual*. California: U.S. Army Corps of Engineering.
- Chow, V. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Jakarta : Erlangga.
- Gubernur DKI Jakarta. 2010. *Instruksi Gubernur DKI Jakarta tentang Sudetan Kali Ciliwung*.
- Kompas. 2013. *Mereka Yang Belum Terbebas dari Banjir*, News/Megapolitan, www.kompas.com. Tanggal akses 26 Juni 2014.
- Montarich, Lily . 2010. *Hidrologi Praktis*. Cetakan I. CV. Lubuk Agung, Bandung.
- Triatmodjo, Bambang. 2013. *Hidrolika II*. Cetakan Kesembilan. Beta Offset, Yogyakarta.