

PENGARUH PENGEMBANGAN KAWASAN INDUSTRI CANDI TERHADAP SUNGAI KREO DI KOTA SEMARANG DAN PENANGANANNYA

Luluk Afidah, Nuring Nafisah, Hary Budienny^{*)}, Suharyanto^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

PT IPU (Indo Permata Usahatama) selaku developer KIC (Kawasan Industri Candi) akan melakukan pengembangan perluasan wilayah pada KIC. Lokasi KIC terletak di antara dua sungai besar di Kota Semarang yaitu Sungai Bringin di sebelah barat dan Sungai Kreo di sebelah selatan. Pengembangan KIC menyebabkan beberapa dampak negatif, salah satunya dengan bertambahnya debit banjir. Dalam Tugas Akhir ini, disajikan hasil kajian pengaruh dari pengembangan KIC terhadap debit banjir di Sungai Kreo. Perhitungan debit banjir dilakukan dengan dua metode, yaitu metode Rasional dan HSS Gama 1. Penanganan dari dampak pengembangan kawasan industri tersebut direncanakan dengan membangun beberapa long storage pada sub DAS Kreo yang terkena dampak pengembangan, yaitu pada sub DAS 1, 2, dan 6. Untuk keperluan Tugas Akhir ini, perencanaan dilakukan pada long storage 1c, meliputi mercu (pelimpah) dan pintu air penguras. Dari perencanaan long storage ini diharapkan dapat menanggulangi dampak banjir yang bisa saja terjadi akibat dari pengembangan kawasan industri Candi pada daerah Sungai Kreo Semarang. Dari analisis hidrologi didapat debit banjir rencana dengan periode 50 tahun sebesar 29,66 m³/s. Volume tampungan long storage didapat dengan mengurangi debit sesudah dan sebelum pengembangan. Dari hasil perencanaan didapatkan volume tampungan sebesar 5418 m³, elevasi dasar +77, elevasi mercu +80, tinggi mercu 3 meter, rencana anggaran biaya sebesar Rp 825,463,000.00 dalam waktu 34 minggu dengan menyertakan penjadwalan pekerjaan long storage.

Kata kunci: Long Storage, Debit Banjir, Pengembangan Kawasan Industri

ABSTRACT

PT IPU (Indo Permata Usahatama) as the developer of KIC (Kawasan Industri Candi) will make an industrial expansion. KIC is located between two large river in Semarang, there are Bringin River in the west, and Kreo River in the south. The development of KIC causes several negative impact, one of them is the increasing of flood discharge. In this final task, it will present a study result according to the influences of KIC development against flood discharge in Kreo River. The calculation of flood discharge will be taken by two methods, there are rational method and HSS Gama 1 method. The handling of this methods, there are rational method and HSS Gama 1 method. The handling of influences

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

is a planed with the build of some long storage in sub DAS Kreo River that affected by it, there are sub DAS 1, 2, and 6. In this final task, the design will be taken in long storage 1c, include mercu (spillway), and door drain. According to the long storage design, it might can overcome the impact of increased flood discharge due to the development of KIC in Kreo River Semarang. Based on hydrology analysis, the flood discharge in 50 period is $29,66 \text{ m}^3/\text{s}$. Storage volum in long storage can be obtained by reduce the discharge before and after the development. Based on the design, the storage volum is 5418 m^3 , the bottom elevation is +77, mercu elevation is +80, mercu height is 3 meters, budget plan is Rp 825.463.000,00 in 34 weeks with the time schedule long storage work.

Keywords: Long Storage, Flood Discharge, Development of Industrial Area

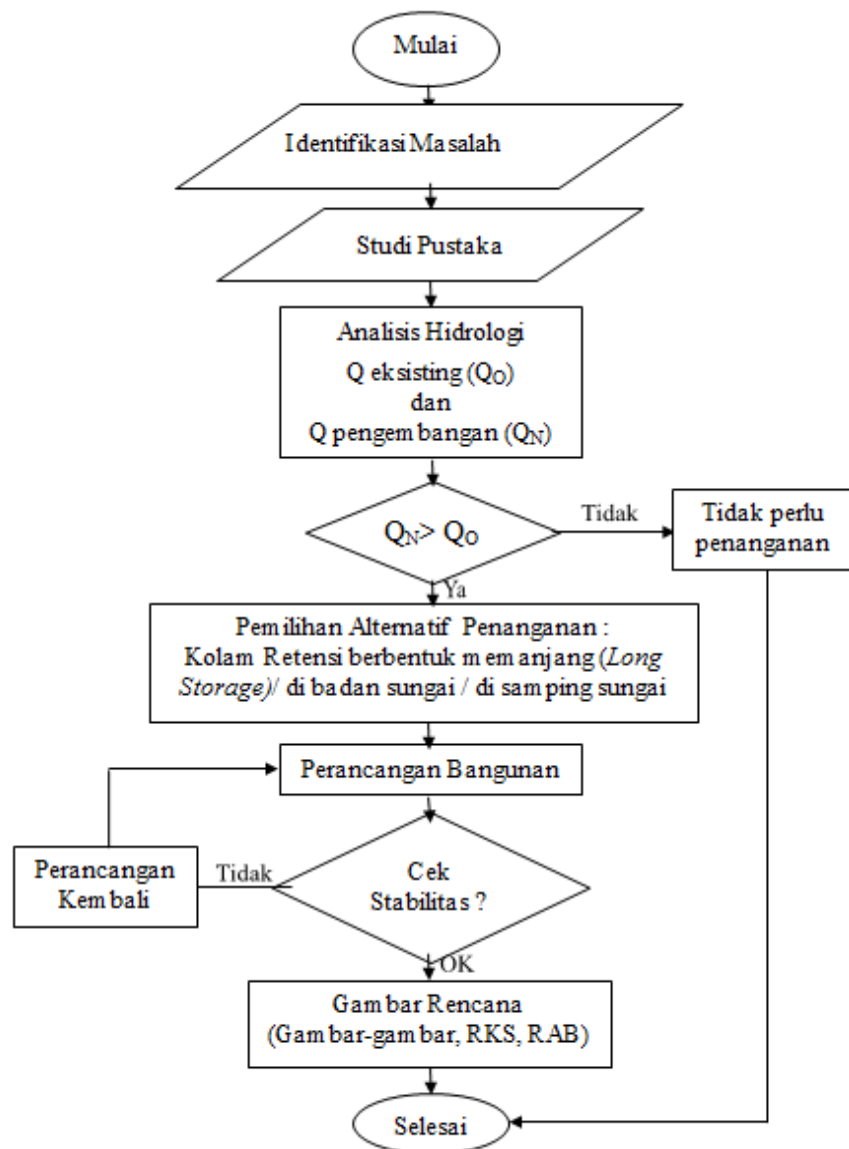
PENDAHULUAN

Kegiatan perdagangan dan industri di Kota Semarang, sebagai kota metropolitan dan ibukota Provinsi Jawa Tengah selalu meningkat setiap tahunnya. Kota Semarang memiliki 3 kawasan industri yang besar, yaitu Kawasan Industri Wijayakusuma, Candi dan Genuk. Untuk memenuhi permintaan yang semakin meningkat tersebut, para pengelola kawasan industri dituntut untuk mengembangkan kawasan industri agar mampu memenuhi permintaan pasar. Lokasi dari Kawasan Industri Wijayakusuma dan Genuk yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa menjadikan kawasan industri tersebut mengalami permasalahan, yaitu terjadi penurunan tanah (*land subsidence*) dan mengalami banjir rob pada saat air laut pasang. Sedangkan Kawasan Industri Candi (KIC) tidak mengalami permasalahan penurunan tanah dan banjir rob, karena lokasinya lebih ke *hinterland*. Sehingga, KIC menjadi salah satu kawasan industri yang banyak diminati dan akan dikembangkan/diperluas. PT IPU (Indo Permata Usahatama) selaku *developer* KIC akan melakukan pengembangan perluasan wilayah pada KIC. Lokasi KIC terletak di antara dua sungai besar di Kota Semarang yaitu Sungai Bringin di sebelah barat dan Sungai Kreo di sebelah selatan. Pengembangan KIC menyebabkan beberapa dampak negatif, salah satunya dengan bertambahnya debit banjir. Dalam paper ini disajikan hasil kajian pengaruh dari pengembangan KIC terhadap debit banjir di Sungai Kreo. Sungai Kreo merupakan salah satu anak Sungai Garang, dimana Kali Garang pernah menyebabkan banjir besar di wilayah Kota Semarang (Sampangan dan sekitarnya) pada tahun 1990 an. Sehingga, penanganan dampak pengembangan KIC ini sangat penting.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penyusunan Analisis Pengaruh Pengembangan Kawasan Industri Candi terhadap Sungai Kreo secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.

Setelah dilakukan analisis hidrologi, hasil antara debit banjir kala ulang 50 tahun pada kondisi eksisting (Q_0) dibandingkan dengan kondisi setelah adanya pengembangan kawasan industri (Q_N). Apabila hasil $Q_N > Q_0$ itu artinya ada peningkatan volume banjir sungai. Peningkatan volume banjir akibat peningkatan debit banjir sebesar $\Delta Q = Q_N - Q_0$ akan ditampung di *long storage*.



Gambar 1. Bagan Alir Metodologi Studi

Penentuan debit banjir kala ulang 50 tahun didasarkan pada faktor teknis, ekonomi, sosial, dan lingkungan yang terkena dampak banjir. Padatnya penduduk Kota Semarang dan segala fasilitas serta utilitasnya, risiko kerugian jiwa, harta benda, dan materi akan lebih besar bila dibandingkan dengan suatu daerah rural yang sedikit tau bahkan tak ada penduduknya (Kodoatie, 2013).

ANALISA HIDROLOGI

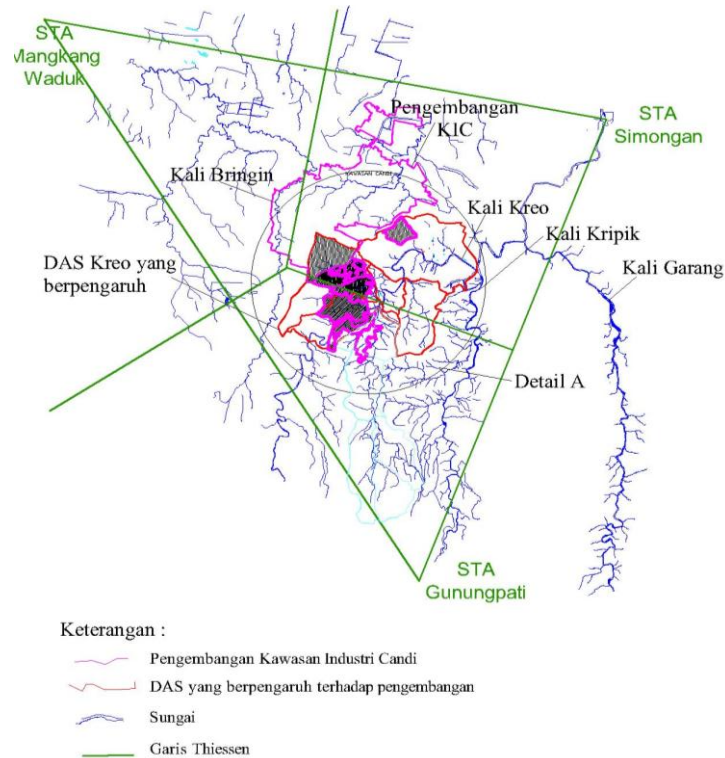
Analisa data hidrologi dibutuhkan untuk menentukan besarnya debit rencana yang akan digunakan dalam perencanaan teknis bangunan air.

Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi, sebagai berikut:

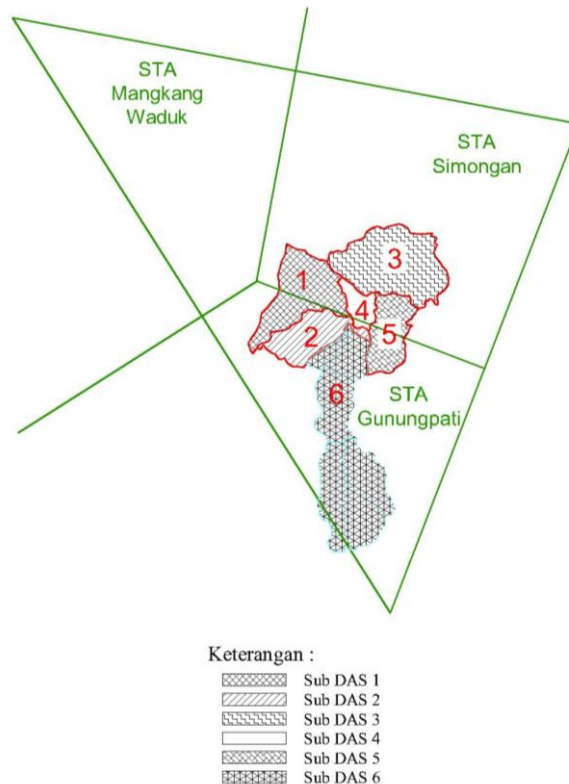
1. Menganalisis curah hujan areal.
2. Menganalisis curah hujan rencana.
3. Menghitung debit banjir rencana sebelum dan setelah pengembangan.

Hujan Rencana

Stasiun hujan yang digunakan adalah stasiun Simongan, Gunung Pati, dan Mangkang Waduk sebagaimana dicantumkan dalam gambar berikut ini.



Gambar 2. Lokasi Pengembangan KIC, Sub-DAS Sungai Kreo, dan Stasiun Curah Hujan.



Gambar 3. Luas Pengaruh tiap Stasiun Curah Hujan pada tiap Sub-DAS Sungai Kreo yang Terpengaruh oleh Pengembangan KIC.

Curah hujan areal dihitung dengan metode *Polygon Thiessen*. (Soemarto, 1999). Dari Gambar 1 dan 2, dapat dilihat bahwa terdapat 6 (enam) anak Sungai Kreo yang terpengaruh oleh pengembangan KIC. Dalam analisa hidrologi, masing masing sub-DAS Sungai Kreo tersebut di analisa sendiri sendiri (Luluk, dkk, 2016).

Analisa frekuensi yang digunakan sebagai dasar pemilihan jenis sebaran yang sesuai. Jenis sebaran yang dicoba adalah sebaran Normal, Log Normal, *Gumbel*, dan Log *Pearson* Tipe III. Selanjutnya, jenis sebaran yang terpilih dilakukan uji kecocokan jenis sebaran dengan menggunakan Uji Chi-Kuadrat dan Uji *Smirnov-Kolmogorov*. Dari analisa di atas, maka curah hujan rencana untuk tiap tiap sub-DAS adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Hujan rencana di tiap Sub-DAS Sungai Kreo di KIC

T (tahun)	Sub-DAS 1	Sub-DAS 2	Sub-DAS 3	Sub-DAS 4	Sub-DAS 5	Sub-DAS 6
2	107.50	122.00	147.37	132.18	99.12	122.00
5	142.76	172.01	184.46	165.91	140.13	172.01
10	165.70	216.12	204.61	186.87	168.44	216.12
20	188.83	273.46	222.48	207.61	198.70	273.46
50	214.39	351.75	240.17	230.04	233.68	351.75
100	234.61	429.28	252.58	247.49	262.72	429.28

Banjir Rencana dengan Metode Rasional

Pemakaian metode rasional karena sederhana dan sering digunakan dalam analisa hidrologi di luas tangkapan yang relatif kecil ($< 10 \text{ km}^2$). Metode rasional didasarkan pada persamaan berikut (Bambang, 2008):

$$Q = 0,278 C I A \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

Q = debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi, dan frekuensi tertentu (m^3/detik)

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah tangkapan (km^2)

C = koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan.

Perhitungan debit banjir rencana dengan metode rasional pada kondisi sebelum dan sesudah pengembangan KIC yang pertama adalah dengan menghitung nilai t_c (waktu konsentrasi) pada masing-masing sub DAS. Nilai t_c tersebut dipengaruhi oleh kemiringan lahan, kecepatan aliran, luas daerah tangkapan hujan, dan panjang sungai, serta digunakan untuk mencari intensitas hujan. Intensitas hujan ini diperoleh dari curah hujan harian maksimum yang dipakai pada masing-masing sub DAS. Untuk nilai c (koefisien aliran) dicari menggunakan bobot luasan masing-masing sub DAS. Luas daerah tangkapan ini diperoleh dari luas masing-masing sub DAS yang berpengaruh. Adapun perhitungan debit banjir sebelum pengembangan dan sesudah pengembangan Kawasan Industri Candi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Contoh Perhitungan Debit Banjir Rencana di Sub-DAS 1

a) Sebelum Pengembangan Kawasan Industri						
	T (tahun)	C	tc (menit)	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /detik)
Q (Metode Rasional) Sub DAS 1	2	0,382	46,03	46,86	2,007	9,994
	5	0,382	46,03	59,94	2,007	12,784
	10	0,382	46,03	66,79	2,007	14,246
	25	0,382	46,03	73,46	2,007	15,667
	50	0,382	46,03	78,78	2,007	16,803
	100	0,382	46,03	83,14	2,007	17,733
b) Sesudah Pengembangan Kawasan Industri						
	T (tahun)	C	tc (menit)	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /detik)
Q (Metode Rasional) Sub DAS 1	2	0,662	48,902	45,27	2,007	16,720
	5	0,662	48,902	57,91	2,007	21,387
	10	0,662	48,902	64,53	2,007	23,832
	25	0,662	48,902	70,97	2,007	26,210
	50	0,662	48,902	76,12	2,007	28,111
	100	0,662	48,902	80,33	2,007	29,666

Tabel 3. Total Debit Banjir Rencana Cara Rasional

a) Total Debit Banjir Semua Sub DAS		
T (tahun)	Qp Sebelum (m ³ /detik)	Qp Sesudah (m ³ /detik)
2	53,69	67,00
5	69,91	87,45
10	78,40	98,16
25	86,50	108,58
50	93,27	116,91
100	98,67	123,72
b) Total Debit Banjir Sub DAS 1, 2, 6		
T (tahun)	Qp Sebelum (m ³ /detik)	Qp Sesudah (m ³ /detik)
2	28,21	40,54
5	37,92	54,25
10	43,00	61,43
25	47,78	68,41
50	51,90	74,00
100	55,14	78,56

Banjir Rencana Metode HSS Gama 1

HSS Gama 1 dikembangkan oleh Sri Harto (1993 dan 2000) berdasarkan perilaku hidrologi 30 DAS di Pulau Jawa. HSS Gama 1 terdiri dari empat variable pokok, yaitu waktu naik (*time of rise*, TR), debit puncak (Q_p), waktu dasar (TB), dan koefisien tampungan (K). Debit pada sisi naik dianggap linier dari awal sampai TR. Debit pada sisi resesi menurun secara eksponensial dari waktu TR sampai TB mengikuti persamaan berikut ini.

$$Q_t = Q_p e^{-t/K} \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

Q_t = debit aliran yang terjadi pada jam ke – t ($m^3/detik$) pada sisi resesi.

Q_p = debit puncak ($m^3/detik$)

t = waktu dari saat terjadinya debit puncak (jam)

K = koefisien tampungan.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Metode HSS Gama 1 (DAS 1,2,6)

Periode Ulang (tahun)	Q_p Sebelum (m^3/jam)	Q_p Sesudah (m^3/jam)
2	26,608	40,284
5	33,290	47,784
10	36,841	51,771
25	40,296	55,649
50	43,056	58,747
100	45,316	61,284

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Terjadi peningkatan debit banjir di Sungai Kreo sebagai akibat pengeprasan bukit pengembangan KIC (Lihat Tabel 11)

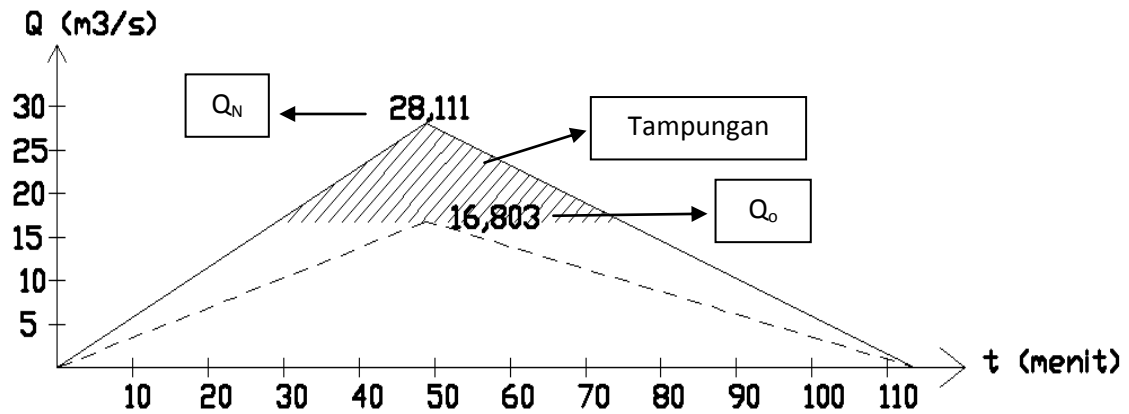
Tabel 5. Perubahan Debit Banjir di Sungai Kreo
(Sub-DAS 1, 2, dan 6) Akibat Pengembangan KIC

Kondisi	Metode	Debit Banjir Periode Ulang ($m^3/detik$)					
		2	5	10	25	50	100
Sebelum	Rasional	28,21	37,92	43,00	47,78	51,90	55,14
Pengembangan	HSS Gama 1	26,608	33,29	36,84	40,30	43,06	45,32
Setelah	Rasional	40,54	54,25	61,43	68,41	74,00	78,56
Pengembangan	HSS Gama 1	40,28	47,78	51,77	55,65	58,75	61,28

Dari analisa dapat dilihat bahwa pengeprasan bukit akan membuat lahan menjadi lebih landai, memperlambat waktu konsentrasi T_c , dan akan menyebabkan turunnya debit puncak. Akan tetapi, dengan pengeprasan dan peruntukan untuk kawasan industri, maka peruntukan lahannya akan makin mengecilkan terjadinya resapan (sehingga terjadi peningkatan koefisien limpasan). Dari analisa, pengaruh dari peningkatan koefisien limpasan lebih besar dibanding dengan perlambatan waktu konsentrasi.

2. Untuk menanggulangi peningkatan debit banjir pada Sungai Kreo, perlu dilakukan penanganan untuk meminimalisir banjir di hilir Sungai Kreo dengan membuat *long storage* pada masing-masing anak sungai di sub DAS 1, 2 dan 6.

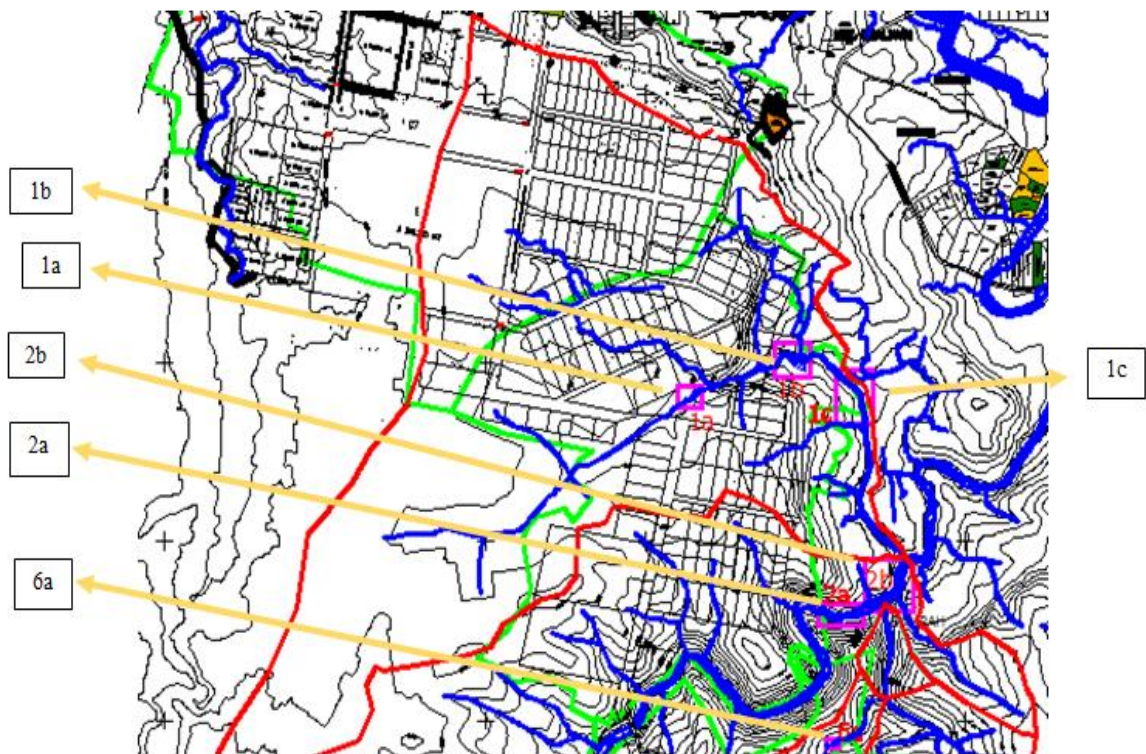
- Volume tampungan digunakan untuk mengetahui berapa banyaknya air yang akan disimpan didalam penyimpanan ketika debit air lebih tinggi dari sebelum pengembangan. Untuk perencanaan tampungan digunakan Q_{50} tahun. Air akan disimpan disepanjang *long storage*, dan beberapa akan dilimpahkan melalui pintu. Untuk perhitungan digunakan debit banjir rencana metode rasional. Berikut dibawah ini adalah salah satu contoh perhitungan volume tampungan pada sub DAS 1.



Gambar 4. Penentuan Volume Tampungan Sub DAS 1

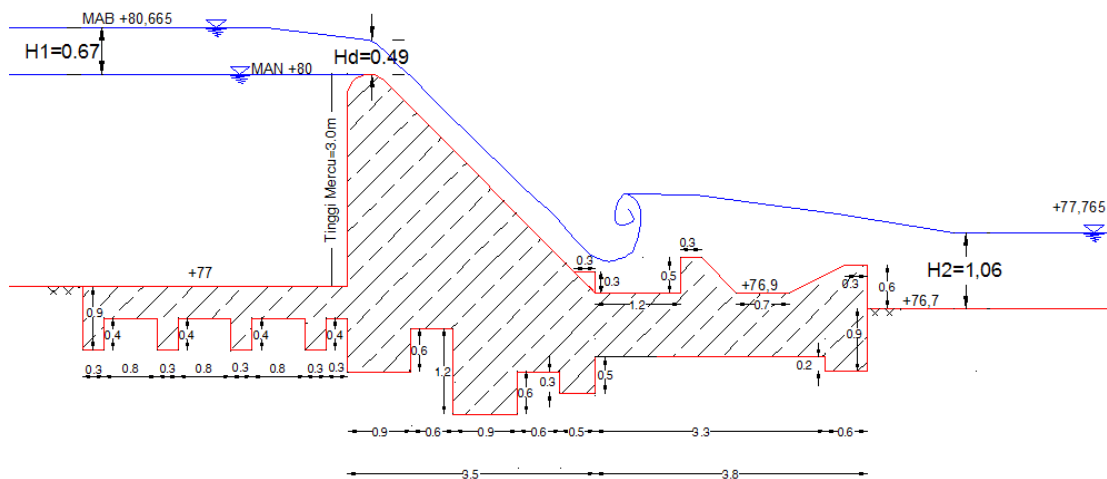
Berdasarkan gambar diatas, dapat dicari volume yang dibutuhkan dengan menggunakan metode luasan segitiga pada daerah yang diarsir. Untuk contoh gambar diatas, volume yang dibutuhkan pada sub DAS 1 adalah 15.492 m^3 .

- Lokasi penentuan *long storage*.



Gambar 5. Penentuan Lokasi *Long Storage* pada 1c

- Perencanaan konstruksi *long storage* 1c pada elevasi dasar sungai +77 dengan tinggi mercu 3 m dan lebar 25 m, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perencanaan Konstruksi Long Storage 1c

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada bagian sebelumnya, hasil perhitungan pada analisis hidrologi, dan perencanaan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dampak pengembangan kawasan industri dari aspek hidrologi adalah peningkatan debit banjir yang meningkatkan kemungkinan melimpas sungai dan membanjiri permukiman sekitar.
2. Akibat peningkatan debit banjir di Sungai Kreo, perlu adanya beberapa *long storage* pada sub DAS 1, 2, dan 6, yaitu *long storage* 1a, 1b, 1c, 2a, 2b, dan 6a. Untuk perencanaan dilakukan pada *long storage* 1c. Debit banjir rencana ditentukan dengan metode rasional dan HSS Gama 1. Untuk perencanaan digunakan debit banjir rencana metode rasional. Dari hasil perhitungan debit rencana, pada *long storage* 1c, adalah sebesar $29,66 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan periode ulang 50 tahun.
3. Tinggi *spillway* direncanakan setinggi 3 m, dimana elevasi dasar +77, elevasi mercu +80, dengan tipe Ogee dan kolam olak USBR tipe III. Volume tampungan embung adalah 5418 m^3 .
4. Rencana anggaran biaya konstruksi *long storage* Sungai Kreo direncanakan sebesar Rp 825.463.000,00 (Delapan Ratus Dua Puluh Lima Juta Empat Ratus Enam Puluh Tiga Ribu Rupiah).

DAFTAR PUSTAKA

- Kodoatie, J.R., 2013. *Rekayasa Manajemen dan Banjir Kota*, Andi Publisher, Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah 26 Tahun 2008. Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional.
- Soemarto, 1999. *Hidrologi Teknik*. Erlangga, Jakarta.
- Sri Harto, 1993. *Analisa Hidrologi*, Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Triatmodjo Bambang, 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.