

# PERHITUNGAN VOLUME KOLAM RETENSI MUKTIHARJO KIDUL SEMARANG BERDASARKAN DATA CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM KAWASAN KALI TENGGANG

Yohanes Sandy Setiadi<sup>1</sup>, Wisnu Suharto<sup>2</sup>, Diah setiati B<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Semarang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil Universitas Semarang

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Sipil Universitas Semarang

**Abstrak** Perencanaan Volume Kolam Retensi Muktiharjo Kidul Semarang di perhitungkan dengan menggunakan Data Curah Hujan Harian Maksimum kawasan Kali Tenggang Semarang. Data Curah Hujan Maksimum dapat diperoleh dari BMKG Kota Semarang atau Dinas PSDA Kota Semarang. Curah Hujan Harian Maksimum dihitung setelah itu di dapat volume Kolam Retensi, Sehingga dengan di dapatkan Volume Kolam Retensi tersebut Konstruksi Kolam Retensi Muktiharjo Kidul Semarang dapat Menampung sementara debit air dari Sungai Tenggang. Kolam Retensi Muktiharjo Kidul Semarang direncanakan untuk menampung kelebihan debit air Sungai Tenggang

Kata kunci : Kolam Retensi, Kali Tenggang, Data Curah Hujan, Debit air

**Abstract** Planning Volume Retention Pool Muktiharjo Kidul Semarang calculated using Maximum Daily Rainfall Data Kali Tenggang Semarang. Data region Maximum Precipitation can be obtained from BMKG Semarang or PSDA Semarang. Curah City Maximum Daily Rain calculated after it in can volume Retention Pool, so with in getting the Volume Retention pool Construction Swimming Retention Muktiharjo Kidul Semarang accommodating while the discharge of water from the River Retention Muktiharjo Kidul Semarang Kali Tenggang. Kolam planned to accommodate excess water discharge Grace River.

Keywords: Retention Pool, Kali Tenggang, Data Rainfall, Water Flow

## Pendahuluan

### Latar Belakang

Pesatnya kegiatan manusia di wilayah perkotaan memberikan dampak positif terhadap kemajuan ekonomi. Namun disisi yang lain dapat menimbulkan permasalahan lingkungan akibat pembangunan yang tidak memperhatikan daya dukung lingkungannya. Masalah utama yang timbul adalah banjir, genangan air serta penurunan muka air tanah.

Kondisi wilayah di Semarang secara umum digambarkan dari berbagai aspek geografi, administrative, topografis, dan geologi. Kota Semarang adalah salah satu kota yang terletak di daerah Jawa tengah dan sekaligus merupakan ibukota propinsi Jawa Tengah.

Kota Semarang merupakan daerah yang dekat dengan laut utara Jawa, hal ini di buktikan dengan adanya moda transportasi laut yaitu pelabuhan Tanjung Mas. Hal tersebut memicu adanya daerah rawan banjir di sebagian daerah kota Semarang, terutama daerah Semarang utara. Saat ini Daerah rawan banjir di Kota Semarang bertambah dari sebelumnya 44 kelurahan di 9 kecamatan menjadi 68 kelurahan di 13 kecamatan ( Kompas, 2 November 2009). Meluasnya daerah genangan tersebut disebabkan kerusakan di daerah hulu dan penyempitan sungai. Semakin maraknya alih fungsi lahan di daerah perbukitan juga menjadi penyebab. Kepala Dinas Kebakaran Kota Semarang Prasetijo ( 2009 ). Tujuh kecamatan beserta kelurahan di kota Semarang yang rawan banjir diantaranya :

- Kecamatan Semarang Utara ; Kelurahan Bandarharjo , Kelurahan Purwosari, Kelurahan Panggung Lor, Kelurahan Tanjung Mas, Kelurahan Dadapsari, Kelurahan Bulu Lor dan Kelurahan Plombokan.
- Kecamatan Semarang Barat : Kelurahan Ngemplak Simongan, Kelurahan Tawang Sari , Kelurahan Tawang Mas dan Kelurahan Krobokan.

- Kecamatan Semarang Timur; Kelurahan Kemijen, Kelurahan Rejomulyo, Kelurahan Mlatibaru, dan Kelurahan Mlatiharjo.
- Kecamatan Genuk; kelurahan Sembungharjo, Kelurahan Trimulyo, Kelurahan Muktiharjo Lor, Kelurahan Terboyo Wetan, Kelurahan Terboyo kulon, Kelurahan Gebangsari.
- Kecamatan Gayamsari: Kelurahan Tambakrejo , Kelurahan Kaligawe ,dan Kelurahan sawah besar.
- Kecamatan Tugu; Kelurahan Mangkang Wetan ,Kelurahan Mangkang Kulon,Kelurahan Mangunharjo.
- Kecamatan Pedurungan; Kelurahan Kalicari, Kelurahan Muktiharjo Kidul, Kelurahan Gemah, Kelurahan Pedurungan Kidul, dan Kelurahan Tlogosari Kulon.

### **Identifikasi Masalah**

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat serta pengelolaan drainase berdampak pada berubah fungsinya tata guna lahan seperti yang terjadi pada daerah permukiman khususnya di daerah Perumahan Tlogosari sekitarnya. Saluran drainase di tlogosari pada bagian hilir yang bermuara ke sungai Tenggang mengalami hambatan di karenakan Sungai Tenggang mengalami sedimentasi yang sangat tinggi.

Permasalahan utama adalah banjir yang mewabah di pemukiman serta sarana dan prasarana lainnya. Agar dapat memberikan penyelesaian masalah yang tepat pada masalah banjir di daerah Perumahan Tlogosari ini perlu diketahui faktor – faktor yang memicu terjadinya banjir di perumahan Tlogosari diantaranya :

- Banjir yang terjadi rutin setiap tahun dimusim penghujan
- Kurangnya Pengelolaan sistem Drainase di daerah Perumahan Tlogosari
- Banyaknya sampah yang tidak di kelola dengan baik.
- Dasar Sungai Sungai Tenggang yang mengalami sedimentasi sehingga air dari Pemukiman Perumahan Tlogosari tidk bisa mengalir ke sungai tenggang secara Maksimal jika Musim hujan Tiba.

Dari banyaknya permasalahan yang ada diatas jika tidak segera diambil tindakan maka akan menyulitkan penduduk dan akan memperparah serta memperluas daerah rawan banjir di kota Semarang.Penanggulangan yang harus dilakukan untuk meminimalkan banjir yang datang setiap musim hujan yaitu membangun Prasarana berupa pembangunan Kolam Retensi Muktiharjo yang berfungsi mengalihkan debit air berlebih yang belum bisa bermuara ke Sungai Tenggang.

### **Perumusan Masalah**

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hal apa yang harus dilakukan untuk menanggulangi Banjir di daerah Perumahan Tlogosari dan Sekitarnya?
2. Bagaimana Mengelola Sistem Drainase di sekitar Perumahan Tlogosari dan Sekitarnya?
3. Bagaimana mengatasi meluapnya debit air Sungai Tenggang setiap musim hujan?

### **Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah pada penyusunan penelitian ini yaitu berdasarkan Perencanaan Pembangunan Kolam Retensi Muktiharjo kidul Semarang untuk mengatasi masalah banjir di perumahan Tlogosari serta menampung Luapan Debit Sungai Tenggang.

### **Maksud dan Tujuan**

Untuk mengantisipasi banjir di perumahan tlogosari sekitarnya, maka dikembangkan suatu sistem drainase berupa Kolam Retensi atau Embung. Dasar dari pemikiran untuk Membangun Kolam Retensi di daerah ini muncul karena dirasa tidak mungkin mengalirkan debit air ke Sungai banjir kanal pada saat musim hujan tiba dikarenakan jika musim hujan

tiba, sungai Tenggang mudah meluap. Dengan dibangunnya Kolam retensi diharapkan debit air di drainase perumahan tlogosari dan sekitarnya dapat ditampung sementara di Kolam Retensi. Ada beberapa alasan mengapa diambil pembangunan Kolam Retensi :

- Debit air ( Q ) pada drainase perumahan tlogosari sekitarnya yang akan dialirkan terlalu banyak sehingga tidak dapat dialirkan Sepenuhnya ke sungai Tenggang.
- Sedimentasi pada Sungai Banjir Kanal Timur terlalu tinggi sehingga menyebabkan Elevasi sungai Banjir Kanal Timur mudah meluap dan menghambat debit air dari drainase perumahan Tlogosari sekitarnya yang akan mengalir ke sungai Tenggang.

Muktiharjo selalu mendapat banjir kiriman dari tlogosari kulon dan tlogosari wetan, sehingga Muktiharjo menjadi daerah yang memiliki paling rendah.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu merencanakan Kolam retensi dengan Spesifikasi daya Tampung debit air yang ditentukan.
2. Dengan di bangunnya Kolam Retensi ,diharapkan dapat mengatasi Banjir yang selalu datang di setiap tahunnya.
3. Sebagai referensi penelitian selanjutnya.

### **Tinjauan Teori**

Kolam Retensi adalah Kolam yang berfungsi untuk menampung air hujan sementara waktu dengan memberikan kesempatan untuk dapat meresap kedalam tanah yang operasionalnya dapat dikombinasikan dengan pompa atau pintu air.Kolam retensi dapat dibagi 2 macam,yaitu kolam Alami dan kolam non alami

Kolam Retensi Alami yaitu kolam yang berupa cekungan atau lahan resapan yang sudah terdapat secara alami dan dapat dimanfaatkan baik pada kondisi aslinya atau dilakukan penyesuaian. Pada umumnya kolam jenis ini memadukan fungsi sebagai kolam penyimpanan air dan penggunaan oleh masyarakat dan kondisi lingkungan sekitarnya.

Kolam Retensi non alami yaitu kolam retensi yang dibuat dengan sengaja di desain dengan bentuk dan kapasitas tertentu pada lokasi yang telah di rencanakan sebelumnya dengan lapisan bahan material yang kaku, seperti beton. Pada kolam jenis ini air yang masuk ke dalam inlet harus dapat menampung air sesuai dengan kapasitas yang telah direncanakan sehingga dapat mengurangi debit banjir puncak (*peak flow*) pada saat *over flow*, sehingga kolam berfungsi sebagai tempat mengurangi debit banjir dikarenakan ada penambahan waktu konsentrasi air untuk mengalir di permukaan Kapasitas Kolam retensi yang dapat menampung volume air pada saat debit banjir puncak, dihitung dengan persamaan umum seperti dibawah ini :

$$V = \int (Q_{in} - Q_{out}) dt$$

Kolam Retensi menampung air hujan langsung dan aliran dari sistem untuk diresapkan ke dalam tanah. Sehingga kolam retensi ini perlu ditempatkan pada bagian yang terendah dari lahan. Jumlah, volume, luas dan kedalaman kolam ini sangat tergantung dari berapa lahan yang dialihfungsikan menjadi kawasan permukiman. Fungsi lain dari kolam Retensi adalah sebagai pengendali banjir dan penyalur air; Pengolahan limbah, kolam retensi dibangun untuk menampung dan mentreatment limbah sebelum dibuang; dan pendukung waduk/bendungan, kolam retensi dibangun untuk mempermudah pemeliharaan dan penjernihan air waduk. karena jauh lebih mudah dan murah menjernihkan air di kolam retensi yang kecil sebelum dialirkan ke waduk dibanding dengan menguras/menjernihkan air waduk itu sendiri.

## **Erosi dan Sedimentasi**

Erosi dan sedimentasi merupakan dua masalah yang saling berkaitan. Erosi tanah yang meliputi proses pelepasan butir – butir dan proses pemindahan tanah akan menyebabkan timbulnya bahan endapan atau sedimentasi di tempat lain. Pada saat permulaan turun hujan, pukulan jatuhnya air hujan merupakan penghasil utama butir – butir yang terlepas dalam proses erosi tanah. Bersama dengan aliran air, butir – butir tanah yang lepas akibat proses erosi akan dilangkut masuk ke dalam aliran air, butir – butir tanah yang lepas akibat proses erosi akan diangkut masuk ke dalam aliran sungai dan kemudian akan diendapkan pada tempat – tempat tertentu (pada muara sungai dan waduk) berupa pengendapan atau sedimentasi. Endapan sedimen tersebut apabila semakin lama semakin terakumulasi jumlahnya, maka akan menimbulkan pendangkalan pada waduk dan muara sungai yang selanjutnya akan berakibat terhadap berkurangnya umur rencana wadu. Banyaknya angkutan bahan endapan tergantung dari besarnya erosi tanah yang terjadi. Semakin banyak jumlah bahn sedimen yang terangkut menunjukkan makin besar tingkat erosi tanah yang tanah yang terjadi dalam daerah aliran sungai yang bersangkutan.

## **Banjir**

Banjir adalah tergenang dan terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Banjir dapat terjadi karena peluapan air yang berlebihan di suatu tempat. Hal ini disebabkan oleh peristiwa alam ataupun oleh ulah manusia.

- 1. Banjir Air

Banjir ini diakibatkan meluapnya air sungai, got, gorong-gorong atau saluran air lainnya karena debit atau jumlah air melebihi kapasitas saluran air yang ada. Luapan air tersebut bahkan dapat sangat berbahaya dan tingginya dapat melampui atap sebuah rumah.

- 2. Banjir Dadakan

Banjir ini terjadi jika air yang dihasilkan dari hujan lebat tidak dapat segera dibuang melalui saluran air/drainase/gorong-gorong/got yang ada disamping jalan. Analogi yang tepat untuk hal ini adalah ketika anda mengisi air/minyak menggunakan corong, maka kadang akan terlihat air/minyak yang anda isikan akan dapat naik sampai ke bibir corong walaupun akhirnya air/minyak tersebut akan habis masuk ke dalam saluran corong.

- 3. Banjir Pasang Laut / Rob

Rob merupakan banjir akibat laut pasang yang sangat tinggi. Karena terlalu tingginya pasang air laut tersebut, air yang berasal dari sungai seakan-akan akan tertahan dan mengikuti tingginya permukaan air laut. Air akan meluap bila tingginya melebihi tinggi sisi sungai atau tanggul dari sungai. Banjir ini umumnya terjadi di Jakarta. Selain karena dampak pemanasan global, juga akibat menurunnya permukaan tanah di Jakarta secara umum.

- 4. Banjir Bandang

Banjir bandang merupakan banjir yang terdiri dari campuran air dan lumpur / tanah. Banjir ini lebih berbahaya daripada banjir biasa. Untuk ketinggian banjir yang sama, banjir bandang memiliki efek menghancurkan dan menghanyutkan yang lebih besar. Sehingga tidak jarang banjir bandang ini selain membawa lumpur, juga membawa muatan bahan-bahan atau barang-barang dari daerah yang telah dilalui sebelumnya, seperti kayu, batu, pohon, rumah dan lain sebagainya. Sehingga efek menghancurkannya pun akan menjadi lebih besar lagi. Seorang ahli renang pun dapat tenggelam dalam banjir bandang.

## **Type Kolam Retensi**

- 1. Kolam retensi type di samping badan Sungai.

Tipe ini memiliki bagian-bagian berupa kolam retensi, pintu inlet, bangunan pelimpah samping, pintu outlet, jalan akses menuju kolam retensi, ambang rendah di depan pintu outlet, saringan sampah dan kolam penangkap sedimen.

### 2. Kolam Retensi di badan sungai

Kolam retensi jenis ini memiliki bagian-bagian berupa tanggul keliling, pintu outlet, bendung, saringan sampah dan kolam sedimen.

### 3. Kolam Retensi Storage Memanjang.

Kelengkapan sistem dari kolam retensi tipe ini adalah saluran yang lebar dan dalam serta cek dam atau bendung setempat.

## Data Curah Hujan

Aspek pertama yang mempengaruhi dalam perencanaan pembangunan kolam retensi adalah data curah hujan. Namun stasiun hujan kadang tidak mempunyai data yang lengkap hal ini dapat diatasi dengan pelengkapan data curah hujan. Maksudnya adalah data curah hujan harian maksimum dalam setahun yang dinyatakan dalam mm/ hari, untuk stasiun curah hujan yang terdekat dengan lokasi sistem drainase, jumlah data curah hujan paling sedikit dalam jangka waktu 10 tahun berturut-berturut.

Jika ditemui data yang kurang, perlu dilengkapi dengan melakukan pengisian data terhadap stasiun yang tidak lengkap atau kosong, dengan beberapa metode antara lain:

- Bila perbedaan hujan tahunan normal di stasiun yang mau dilengkapi tidak lebih dari 10 %, untuk mengisi kekurangan data dapat mengisinya dengan harga rata-rata hujan dari stasiun-stasiun disekitarnya.

- Bila perbedaan hujan tahunan lebih dari 10 %, melengkapi data dengan metode Rasio Normal, yakni dengan membandingkan data hujan tahunan stasiun yang kurang datanya terhadap stasiun disekitarnya dengan cara sebagai berikut :

$$r = \frac{1}{n} \left( \frac{R \times r_A}{R_A} + \frac{R \times r_B}{R_B} + \frac{R \times r_C}{R_C} \right)$$

Dimana:

r = curah hujan yang dicari (mm)

n = jumlah stasiun hujan

R = curah hujan rata-rata setahun di tempat pengamat R yang datanya akan dilengkapi

$r_A, r_B, r_C$  = curah hujan di tempat pengamatan A, B dan C

$R_A, R_B, R_C$  = curah hujan rata-rata setahun di stasiun A, B dan C

Sebagai contoh, berikut adalah tabel data curah hujan harian maksimum selama 20 tahun (1992 s/d 2011) yang diperoleh di Stasiun A (St. A). Diasumsikan Stasiun A sebagai stasiun curah hujan yang terdekat dengan lokasi perencanaan sistem drainase.

## Perencanaan Menentukan Kala Ulang Rencana

Tipologi Kota	Catchment Area (Ha)
---------------	---------------------

	< 10	10 – 100	100 – 500	>500
Kota Metropolitan	2 th	2 – 5th	5 – 10th	10 – 25 tn
Kota Besar	2 th	2 – 5th	2 – 5th	5 – 20th
Kota Sedang/Kecil	2 th	2 – 5th	2 – 5th	5 – 10th

Tabel 4.1 Tabel Kala Ulang Rencana

Menentukan kala ulang rencana untuk saluran di daerah Semarang dengan luas catchment area seluas 400 Ha, Dari tabel 2 di atas untuk daerah Semarang dengan luas catchment area seluas 400 Ha didapatkan kala ulang rencana 5 tahunan.

### Menganalisa Hujan Rencana

Menganalisa Data Curah Hujan terdapat 2 Metode yaitu Metode Gumbel dan Log Pearson III.

Metode Gumbel diawali dengan

1. merangking data curah hujan maksimum kali tenggang.

2. Menghitung Nilai Presntase

$$P=(X1 \times 1000) : (Xtotal+1)$$

3. Menentukan Nilai Hujan Rata - Rata

$$Rr = Rtotal : X total$$

4. Menghitung selisih hujan Max terhadap hujan rata- rata.

$$( Ri - Rr )^2$$

5.Menentukan Standart Deviasi

$$\sqrt{\sum (Ri - Rr)^2 : (n-1)}$$

6. Menentukan Nili Yn dan Sn tergantung pada n.

$$N=10, Yn=0,4592$$

$$N=10, Sn=0,9496$$

7. Menentukan Variasi fungsi Kala Ulang 2 tahun Yt = 0,367

8.Menentukan Hujan Rencana Kala Ulang.

$$Kt=(Yt - Yn) : Sn$$

### Metode Log Pearson III

1. Merangking Data Curah hujan
2. Menghitung curah Hujan Max (Log Ri) (harga tengahnya)

$$\overline{\text{Log R}} = \frac{\sum \log R}{n}$$

3. Menghitung harga Penyimpangan standart ( Sx )

4. Menghitung Koefisien Asimetri (Cs)

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (\text{Log } R_i - \overline{\text{Log } R})^3}{(n-1)(n-2)S_x^3}$$

5. Menentukan Kf dengan data K=-0,406 lihat tabel faktor kekerapan dengan di interpolasi

6. Menentukan hujan Rencana kala Ulang ( Rt )  
Log Rt= LogR + ( K.Sx )
7. Resume hujan Rata - rata Metode Gumbel dan Log Pearson III lalu di rata - rata

No.Urut	CHHMax (Ri)	P(%)	Ri- RRata	(Ri- Rrata)²
1	124	9,1	28,6	817,96
2	122	18,2	26,6	707,56
3	117	27,3	21,6	466,56
4	112	36,4	16,6	275,56
5	91	45,5	-4,4	19,36
6	90	54,5	-5,4	29,16
7	87	63,6	-8,4	70,56
8	78	72,7	-17,4	302,76
9	73	81,8	-22,4	501,76
10	60	90,9	-35,4	1253,16
Total	954	500,0	0	4444,4

### Analisa Intensitas Hujan

Rumus menghitung intensitas curah hujan (I) menggunakan hasil analisa distribusi frekuensi yang sudah dirata-rata, menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut

$$I_t = \frac{R_t}{24} \times \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

dimana : Rt = hujan rencana untuk berbagai kala ulang (mm)  
t = waktu konsentrasi (jam), untuk satuan dalam menit, t dikalikan 60.  
It = intensitas hujan untuk berbagai kala ulang (mm/jam)

### Analisa Debit Banjir

Rumus umum Metode Rasional

$$Q C / A t = 0,278 \dots$$

dimana : Qt = Debit banjir (m3/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Aliran (km2)

Kala Ulang	Yt	Kt	Rt
2	0,37	-0,10	93,24
5	1,50	1,10	119,75
10	2,25	1,89	137,30
25	3,20	2,89	159,51
50	3,90	3,63	175,96
100	4,60	4,36	192,29

## Pembahasan

Perhitungan Metode Gumbel berdasarkan data Curah hujan di daerah sungai Tenggang adalah sebagai berikut:

Tahun	CHH Max (mm/hari)
2004	122
2005	90
2006	117
2007	60
2008	73
2009	78
2010	91
2011	124
2012	87
2013	112
Jumlah	954
Banyaknya Data	10

Dengan data curah hujan Max diatas dapat dihitung sesuai dengan urutan pada perencanaan.

Setelah itu dapat dihitung hujan kala ulang rencana

Perhitungan Metode Log Pearson III didapatkan sebagai berikut:

No.Urut	CHHMax (Ri)	Log Ri	Log Ri - Log R	(LogRi-LogR) <sup>2</sup>	(Log R1 - Log R) <sup>3</sup>
1	124	2,093	0,125	0,016	0,002
2	122	2,086	0,118	0,014	0,002
3	117	2,068	0,100	0,010	0,001
4	112	2,049	0,081	0,007	0,001
5	91	1,959	-	0,000	0,000
6	90	1,954	-	0,000	0,000
7	87	1,940	-	0,001	0,000
8	78	1,892	-	0,006	0,000
9	73	1,863	-	0,011	0,001
10	60	1,778	-	0,036	0,007
Total	954	19,684	0,000	0,100	0,003

Sehingga didapatkan tabel hujan rencana kala ulang sebagai berikut:

Kala Ulang	Log R	K	Log Rt	Rt (mm)
2	1,97	0,07	1,97	94,58
5	1,97	0,91	1,97	115,96
10	1,97	1,30	2,11	127,43
25	1,97	1,70	2,15	140,24
50	1,97	1,94	2,17	148,64
100	1,97	2,15	2,19	156,21

Tahap Selanjutnya adalah menganalisa Debit Banjir dengan data dibawah ini :

Diketahui :

Luas Catchment ( A ) Area 400 Ha	= 4 Km <sup>2</sup>
Koefisien Pengaliran	=0,7
Waktu awal (t <sub>0</sub> )	=10 Menit
Waktu Konsentrasi (tc)	=70 Menit
Panjang Saluran ( L )	= 5400 m
Kec.Rata <sup>2</sup> (V)	=1,5 m/dtk
Hujan Rencana Kala Ulang 10 Th	=693 mm/hari

Perhitungan :

1. Waktu Pengaliran sepanjang saluran

$$t_d = L / 60 \cdot V = 5400 / 60 \cdot 1,5 = 60 \text{ Menit}$$

2. Waktu Konsentrasi

$$t_d = L/60 \cdot V = 5400 / 60 \cdot 1,5 = 60 \text{ Menit}$$

$$t_c = t_0 + t_d = 10 + 60 = 70 \text{ Menit}$$

3. Koefisien Penyimpangan

$$C_s = 2 \cdot t_c / (2 \cdot t_c + t_d) = 2 \cdot 70 / (2 \cdot 70 + 60) = 0,7$$

4. Intensitas Hujan

$$I_t = R_t / 24 \times (24/t)^{2/3} = 132,37 / 24 \times (24/70 \times 60)^{2/3} = 41,38 \text{ mm / Jam}$$

5. Debit Air yang Masuk

$$Q_{in} = 0,278C \times C_s \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,7 \times 0,7 \times 41,38 \times 4 = 22,54 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan Volume dan kapasitas Pompa

Data yang digunakan :

$$t_d = 60 \text{ Menit}$$

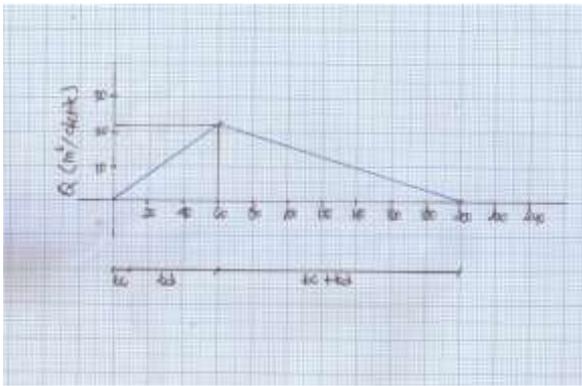
$$t_c = 70 \text{ Menit}$$

$$R_{10 \text{ tahun}} = 132,37 \text{ mm / Hari}$$

$$I = 41,38 \text{ mm/jam}$$

$$Q_{in} = 22,54 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari data tersebut akan diperoleh hidrograf sbb:



Maka akan di dapat perhitungan sbb:

Kumulatif waktu ( menit)	Aliran masuk ( m3/dtk)	Rata - rata aliran masuk	At	Volume (m3)	KUMULATIF VOLUME 1
0			1200		
10	4	2	1200	2400	2400
20	7,5	5,5	1200	6600	9000
30	11,5	9,5	1200	11400	20400
40	15	13	1200	15600	36000
50	18,5	16,5	1200	19800	55800
60	22,5	20,5	1200	24600	80400
70	21	19	1200	22800	103200
80	19	17	1200	20400	123600
90	17,5	15,5	1200	18600	142200
100	16	14	1200	16800	159000
110	14,5	12,5	1200	15000	174000
120	13	11	1200	13200	187200
130	11	9	1200	10800	198000
140	9,5	7,5	1200	9000	207000
150	8	6	1200	7200	214200
160	6,5	4,5	1200	5400	219600
170	5	3	1200	3600	223200
180	3,5	1,5	1200	1800	225000
190	2	0	1200	0	225000
200	0	0	1200	0	225000
210	0	0	1200	0	225000
220	0	0	1200	0	225000
230	0	0	1200	0	225000
240	0	0	1200	0	225000
250	0	0	1200	0	225000
260	0	0	1200	0	225000

Perhitungan Kapasitas inflow ,Kritis dengan mencoba (trial & Error ) model hidrograf kondisi

Kolam Retensi Kritis  $t_c > t$

Dicoba : Kala Ulang 10 Tahunan dengan  $t_c = 100$  Menit,  $i = 32,62$  (lihat tabel Intensitas hujan )

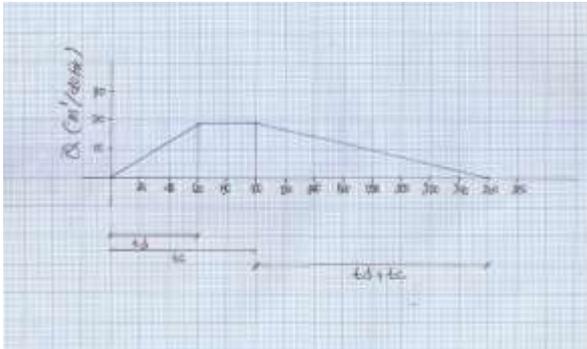
$$C_s = (2tc)/(2tc+td) = (2 \cdot 100)/(2 \cdot 100 + 60) = 0,76$$

$$Q_{in} = 0,278 C \cdot C_s \cdot i \cdot A$$

$$= 0,278 \cdot 0,70 \cdot 0,76 \cdot 32,62 \cdot 4$$

$$= 19,29 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Untuk hidrograf aliran masuknya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Kumulatif Waktu ( Menit )	Aliran Masuk (m³/detik)	Rata - rata Aliran Masuk (m³/detik)	At	Volume (M³)	Kumulatif Volume 2 ( m³)
0					
10	3,5	1,75	1200	2100	2100
20	6,5	4,75	1200	5700	7800
30	9,5	7,75	1200	9300	17100
40	12,5	10,75	1200	12900	30000
50	15,5	13,75	1200	16500	46500
60	19,29	17,5	1200	21000	67500
70	19,29	19,29	1200	23148	90648
80	19,29	19,29	1200	23148	113796
90	19,29	19,29	1200	23148	136944
100	19,29	19,29	1200	23148	160092
110	18	18,615	1200	22338	182430
120	17	16,355	1200	19626	202056
130	15,5	14,885	1200	17862	219918
140	14,5	13,855	1200	16626	236544
150	13	12,355	1200	14826	251370
160	12	11,355	1200	13626	264996
170	11	10,355	1200	12426	277422
180	9,75	9,105	1200	10926	288348
190	8,5	7,885	1200	9462	297810
200	7	6,355	1200	7626	305436
210	6	5,335	1200	6402	311838
220	5	4,355	1200	5226	317064
230	4	3,355	1200	4026	321090
240	2,5	1,645	1200	1974	323064
250	2	1,355	1200	1626	324690

260	0	0,645	1200	774	325464
-----	---	-------	------	-----	--------

Menentukan Volume Kolam Retensi dan Kapasitas Pompanya :

Dicoba dengan menggunakan Kapasitas Pompa 5 m<sup>3</sup>/detik dan 10m<sup>3</sup>/detik

kumulatif waktu (Menit)	Kumulatif Volume 2 ( m <sup>3</sup> )	Volume Pompa 5m <sup>3</sup> /det	kumulatif 10m <sup>3</sup> /det	Volume Retensi 5m <sup>3</sup> /det	Kolam 10m <sup>3</sup> /det
0	0	0	0	0	0
10	2100	1200	2400	900	-300
20	7800	4200	8400	3600	-600
30	17100	7200	14400	9900	2700
40	30000	10200	20400	19800	9600
50	46500	13200	26400	33300	20100
60	67500	16200	32400	51300	35100
70	90648	19200	38400	71448	52248
80	113796	22200	44400	91596	69396
90	136944	25200	50400	111744	86544
100	160092	28200	56400	131892	103692
110	182430	31200	62400	151230	120030
120	202056	34200	68400	167856	133656
130	219918	37200	74400	182718	145518
140	236544	40200	80400	196344	156144
150	251370	43200	86400	208170	164970
160	264996	46200	92400	218796	172596
170	277422	49200	98400	228222	179022
180	288348	52200	104400	236148	183948
190	297810	55200	110400	242610	187410
200	305436	58200	116400	247236	189036
210	311838	61200	122400	250638	189438
220	317064	64200	128400	252864	188664
230	321090	67200	134400	253890	186690
240	323064	70200	140400	252864	182664
250	324690	73200	146400	251490	178290
260	325464	76200	152400	249264	173064

Dari data diatas di dapatkan volume kolam retensi maksimum adalah 189438 M3 ,sehingga rencana kapasitas kolam retensi harus mencakupi volume maksimal tersebut.

## 5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan diatas maka ditarik kesimpulan untuk merencanakan kapasitas kolam retensi berdasarkan data Curah Hujan Maksimum daerah sungai Tenggang harus di bangun kolam retensi yang dapat menampung debit air minimal 189.438 m<sup>3</sup>

## Daftar Pustaka

Anonim, Urban Drainage Guidelines and Technical Design Standards

Arsyad. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Penerbit IPB, Bandung

Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya .2010. Buku Panduan Sistem Drainase Mandiri Berbasis Masyarakat Yang Berwawasan Lingkungan, Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya. 2010. Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi dan Polder, Jakarta

Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah .2008. Panduan dan Petunjuk praktis pengelolaan drainase Perkotaan, Jakarta

Hidrolika Terapan : DR. Ing. Ir. Agus Maryono dkk.

<http://aan-sangpenakluk.blogspot.com/2012/04/problem-banjir-di-kota.html>

<http://www.suarapembaruan.com/home/atasi-banjir-semarang-bangun-empat-kolam-retensi/29389>

<http://insinyurpengairan.wordpress.com/2011/04/15/curah-hujan-rancangan-metode-log-pearson-tipe-iii/>

Kodoatie, Robert J. dan Sugiyanto. 2002. Banjir, Beberapa penyebab dan metode pengendaliannya dalam perspektif Lingkungan. Pustaka Pelajar, Yogyakarta

Tugas Akhir S1 Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. 2008. Hubungan antara Kapasitas Kolam Retensi dengan Debit Banjir, Semarang

Urban Drainage Guidelines and Technical Design Standards

Water Treatment Handbook ; Degremont