

PERENCANAAN DRAINASE KAWASAN PAGARSIH KOTA BANDUNG

Azkira Nur Auzan, Mohammad Faqih, Pranoto Samto Atmodjo^{*)}, Sri Sangkawati^{*)}

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

ABSTRAK

Sungai Citepus merupakan sungai yang melintasi Kota Bandung termasuk salah satunya Kawasan Pagarsih dimana posisinya berada di tengah-tengah pemukiman penduduk dan luapannya sangat berpotensi menimbulkan bencana banjir musiman. Pada musim hujan tahun 2015 terjadi hujan yang menyebabkan genangan banjir di sekitar Pagarsih. Pemerintah bergerak cepat dengan membangun drainase baru sekitar wilayah genangan, namun, pada musim hujan tahun 2016 masih adanya genangan banjir besar di sekitar Pagarsih yang bahkan menyebabkan rusaknya tembok bangunan dan menghanyutkan dua mobil. Analisis hidrologi untuk mencari nilai debit banjir rencana dilakukan dengan menggunakan software HEC-HMS 4.2. Didapat debit banjir rencana kala ulang 10 tahun adalah 127 m³/detik. Perencanaan perbaikan sungai menggunakan model HEC-RAS dengan debit rencana hasil dari program HEC-HMS 4.2. Setelah dilakukan normalisasi Sungai Citepus, didapatkan bahwa panjang total dimensi sungai yang perlu dinormalisasikan adalah sepanjang 569,45 m dengan dimensi sungai rencana memiliki kedalaman bervariasi tiap section dan bisa menampung sebagian debit banjir rencana kala ulang 10 tahun ($Q_{10}=127$ m³/s) sebesar 90 m³/s. Perkuatan tebing sungai juga menggunakan perkuatan dinding penahan tanah dengan material beton bertulang di kedua sisi sepanjang sungai. Sisa debit sebesar 37 m³/s dialirkan ke saluran Box Culvert dengan dimensi 2,5 x 2,5 meter sepanjang 295 meter. Kapasitas penampang baru dan saluran Box Culvert dapat menampung debit rencana kala ulang 10 tahun. Total biaya pengerjaan pengendalian banjir Pagarsih sebesar Rp87.057.000.000,00,- dan waktu pengerjaan selama dua tahun.

Kata kunci : Pengendalian Banjir, Sungai Citepus, Pagarsih, Normalisasi, Box Culvert

ABSTRACT

Citepus River is a river that passes through Bandung City including one of Pagarsih area where its position is in the middle of residential area and its flood is very potential to cause seasonal flood disaster. In the rainy season of 2015 there is rain that causes flooding around the Pagarsih. The government moved quickly by building new drainage around the flood area, however, in the rainy season of 2016 there was still a puddle of floods around Pagarsih that even caused damage to the building wall and washed away two cars. The hydrological analysis to find the flood discharge value of the plan is done using HEC-HMS 4.2 software. The flood discharge value with a 10 years simulation is 127 m³/sec. The river improvement planning uses the HEC-RAS software with the planned outcome discharge from the HEC-HMS 4,2 program. After normalization of the Citepus River, it

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

was found that the total length of the river dimension that needs to be normalized is 569,45 m long with the dimension of the river plan having a variant depth and can accommodate part of the flood discharge of the 10 year ($Q_{10}=127 \text{ m}^3 / \text{s}$) re-planning plan of $90 \text{ m}^3 / \text{s}$. River bank cliffs also use retaining wall retention with reinforced concrete material on both sides along the river. The remaining discharge $37 \text{ m}^3 / \text{s}$ is flowed to Box Culvert channel with dimensions 2.5×2.5 meters along 295 meters. New cross-section capacity and Box Culvert channels can accommodate 10 year re-plan discharge. The total cost of Pagarsih flood control work is Rp 87,057,000,000.00,- and the working time is two years.

Keywords: *Flood Control, Citepus River, Pagarsih, Normalization, Box Culvert*

PENDAHULUAN

Permasalahan drainase, terutama di kota-kota besar di Indonesia telah menjadi penting dengan sering terjadinya banjir atau genangan air di musim penghujan. Banjir mengganggu kehidupan masyarakat dan menghambat transportasi, serta menimbulkan kerugian harta benda yang cukup besar.

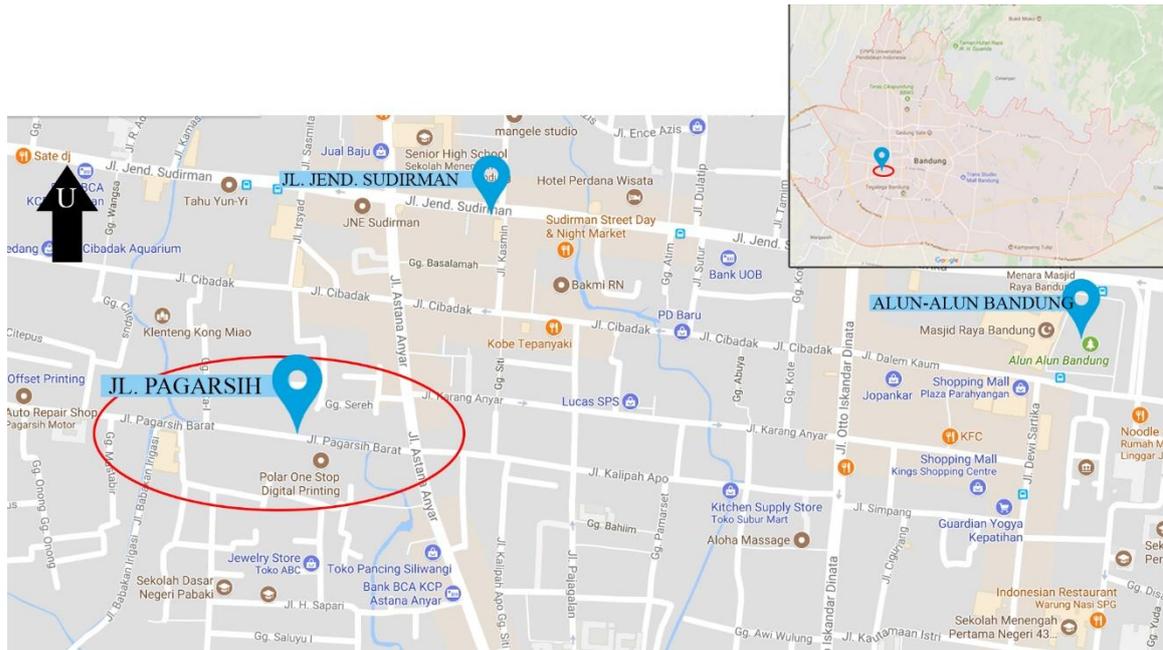
Penyebab utama terjadinya banjir atau genangan air tersebut karena adanya penyempitan pada Sungai Citepus dari lebar 12 m pada hulu menjadi lebar 6 m pada bagian jalan Pagarsih. Selain itu Sungai Citepus pada jalan pagarsih mempunyai kelokan membentuk sudut 90° . Perubahan tata guna lahan di daerah hulu Sungai Citepus juga mempengaruhi debit aliran permukaan (Run Off) menjadi lebih besar. Debit aliran permukaan semakin besar namun saluran pada jalan Pagarsih sudah tidak mampu menampung.

Kawasan Pagarsih kota Bandung Jawa Barat merupakan kawasan padat penduduk. Kawasan tersebut memiliki banyak pertokoan, pemukiman, dan kawasan yang terutama sibuk untuk aktivitas bisnis. Pembangunan yang semakin meningkat pada kawasan Pagarsih, mengakibatkan meningkatnya aliran permukaan langsung (run off) sekaligus mengurangi air yang meresap kedalam tanah.

Kapasitas saluran drainase yang ada saat ini sudah tidak memadai / tidak mampu lagi untuk menampung debit air maksimum baik dari air hujan apa lagi ditambah dengan aliran domestik rumah tangga. Banyak saluran drainase yang menyempit terdesak oleh adanya bangunan yang memakai lahan bantaran sungai/ anak sungai. Hal ini menyebabkan penampang saluran/ sungai menjadi mengecil, sehingga tidak mampu menampung aliran air hujan. Selain itu, adanya badan air dan saluran drainase yang berada di bawah bangunan, sehingga menyulitkan dalam pemeliharaan dan pengawasannya.

Pada tahun 2015, pemerintah Kota Bandung telah melakukan suatu pengendalian banjir pada jalan tersebut yaitu dengan membangun Sudetan berdimensi 1×0.5 m. Namun sudetan tersebut belum dapat sepenuhnya mengatasi banjir dan banjir besar masih terjadi dengan ketinggian 1 meter diatas permukaan jalan Pagarsih pada November tahun 2016.

Dari latar belakang tersebut yang membuat perlunya dilakukan pengkajian tentang, sistem drainase di kawasan Pagarsih dan melakukan perencanaan drainase berwawasan lingkungan yang dituangkan dalam tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Drainase Kawasan Pagarsih di Kota Bandung”. Lokasi daerah studi perencanaan drainase ditetapkan pada jalan Pagarsih ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Perencanaan Drainase Kawasan Pagarsih

METODA PERENCANAAN

Perencanaan drainase kawasan Pagarsih ini dilakukan dengan metoda seperti berikut:

1. Survei lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk memahami lokasi studi dan identifikasi permasalahan awal yang didapat di lapangan serta melihat kemungkinan solusi yang diusulkan. Survei lapangan merupakan suatu cara untuk mendapatkan data primer, yang meliputi :

- Letak dan kondisi saluran drainase lokasi studi yang telah ada;
- Pola arah aliran sungai;
- Genangan yang terjadi akibat hujan local di lokasi studi;
- Kondisi lalu lintas di sekitar lokasi studi; dan
- Daerah tangkapan air di lokasi studi.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Data yang diperlukan dalam perencanaan ini antara lain:

- Data curah hujan;
- Data tanah;
- Peta topografi; dan
- Peta tata guna lahan.

3. Analisis Hidrologi

Software yang digunakan dalam analisis debit banjir adalah HEC-HMS. HEC-HMS adalah suatu program analisa yang digunakan untuk mencari debit rencana dari tiap penggal sungai dalam suatu DAS. HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Simulation – Hydrologic Modeling System*) adalah *software* yang dikembangkan oleh U.S. Army Corps of Engineering.

4. Analisis Hidrolika

Sungai rencana dimodelkan dengan menggunakan HEC-RAS. HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) adalah *software* yang dikembangkan

oleh *U.S Army Corps of Engineering*. HEC-RAS didesain untuk melakukan perhitungan hidrolika satu dimensi untuk jaringan saluran secara keseluruhan baik yang alami maupun buatan.

5. Analisis Desain Saluran dan Bangunan
 Analisis desain saluran dan bangunan dilakukan untuk mendapatkan penampang rencana yang mampu menampung debit banjir rencana. Juga untuk mendesain bangunan berupa *Box Culvert*.

HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah bidang pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian serta penyebab air alamiah di bumi. Faktor hidrologi yang mempengaruhi kawasan Pagarsih adalah curah hujan. Curah hujan pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi pada suatu wilayah. Berdasarkan data curah hujan tersebut kemudian dilakukan perhitungan untuk memperkirakan debit banjir rencana. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan hidrologi adalah sebagai berikut :

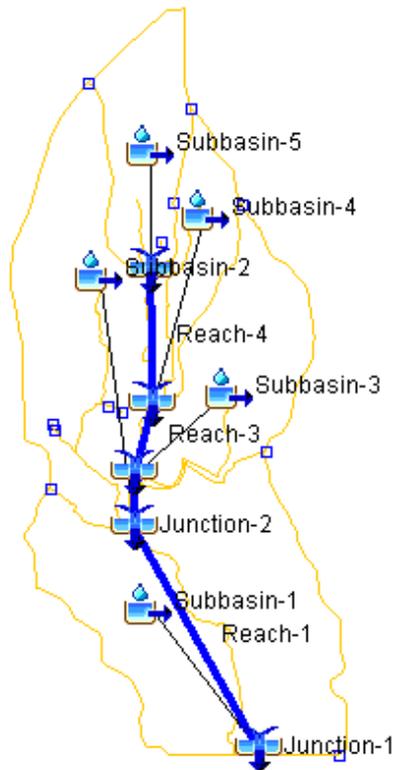
- a. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS).
- b. Menghitung curah hujan rencana wilayah.
- c. Menghitung distribusi curah hujan rencana.
- d. Uji keselarasan *Chi kuadrat* dan *Smirnov Kolmogorov*.
- e. Menghitung debit banjir rencana dengan menggunakan program HEC-HMS.

Perhitungan hujan harian rata-rata maksimum pada DAS Citepus dianalisis dengan menggunakan Analisis Distribusi Frekuensi untuk memperoleh curah hujan rencana. Tipe sebaran yang digunakan adalah Distribusi *Log Pearson Tipe III*. Tipe sebaran tersebut telah diuji dengan metode *Chi-kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorov*. Hasil curah hujan rencana dengan periode ulang 2 hingga 50 tahun ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Rencana Distribusi *Log Pearson Tipe III* DAS Citepus

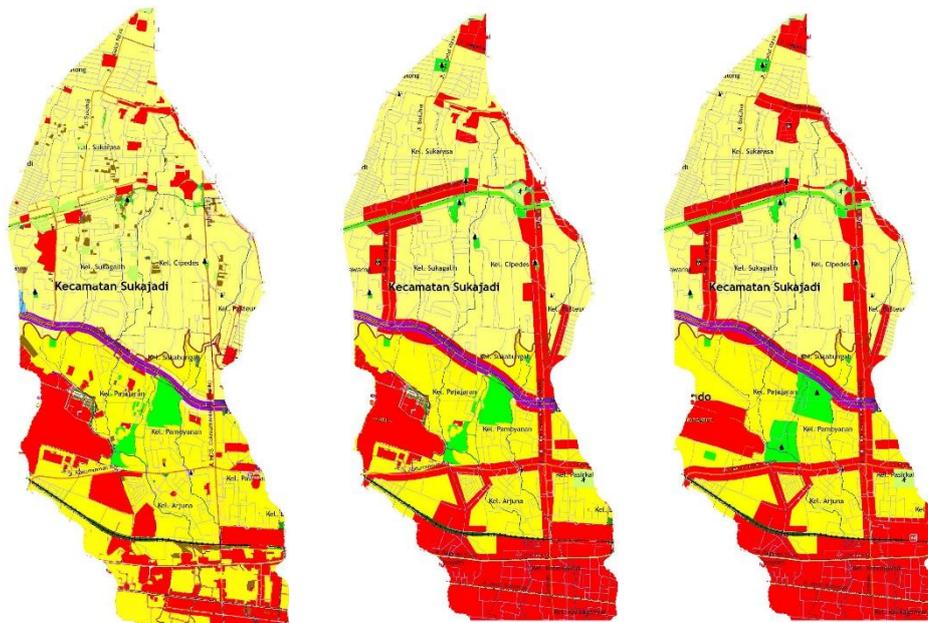
No	T (Tahun)	Log Xr (mm)	Log SD	K Log Normal	Log Xt (mm)	Xt=10 ^{Xt} (mm)
1	2	1,85	0,13975	0,19	1,87	75,23
2	5	1,85	0,13975	0,84	1,96	92,89
3	10	1,85	0,13975	1,09	2,00	100,59
4	25	1,85	0,13975	1,29	2,03	107,37
5	50	1,85	0,13975	1,39	2,04	110,95

Berdasarkan hasil curah hujan rencana kemudian dihitung debit banjir. Perhitungan debit banjir dengan menggunakan pemodelan HEC-HMS dilakukan dengan membuat simulasi hidrologi Sungai Citepus yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan DAS Citepus

Pemodelan hidrologi menggunakan tiga tata guna lahan untuk membuktikan perubahan tata guna lahan berpengaruh pada hasil debit banjir. Digunakan tiga tata guna lahan pada DAS Citepus yaitu tata guna lahan tahun 2005, tahun 2015, dan Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kota Bandung tahun 2011-2031. Dari ketiga tata guna lahan tersebut akan diperoleh nilai CN (*Curve Number*) dan *Impervious* yang berbeda lalu diinputkan kedalam program HEC-HMS.



Gambar 3. Peta TGL 2005, 2015, dan RTRW

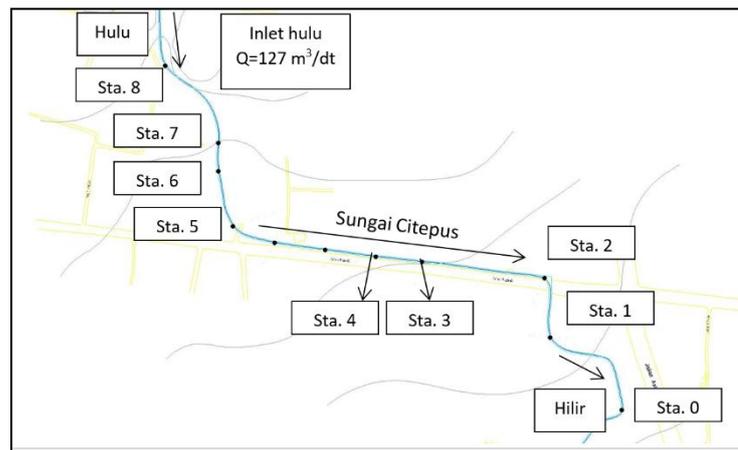
Hasil pemodelan hidrologi dengan menggunakan HEC-HMS diperoleh debit banjir pada bagian hulu Sungai Citepus disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil *Output* HEC-HMS

Periode Ulang (tahun)	Hasil Debit HEC- HMS TGL 2005 (m ³ /s)	Hasil Debit HEC- HMS TGL 2015 (m ³ /s)	Hasil Debit HEC- HMS TGL RTRW (m ³ /s)
5	75,0	116,0	115,5
10	84,3	127,5	127,0
25	92,7	137,7	137,1
50	97,1	143,1	142,5

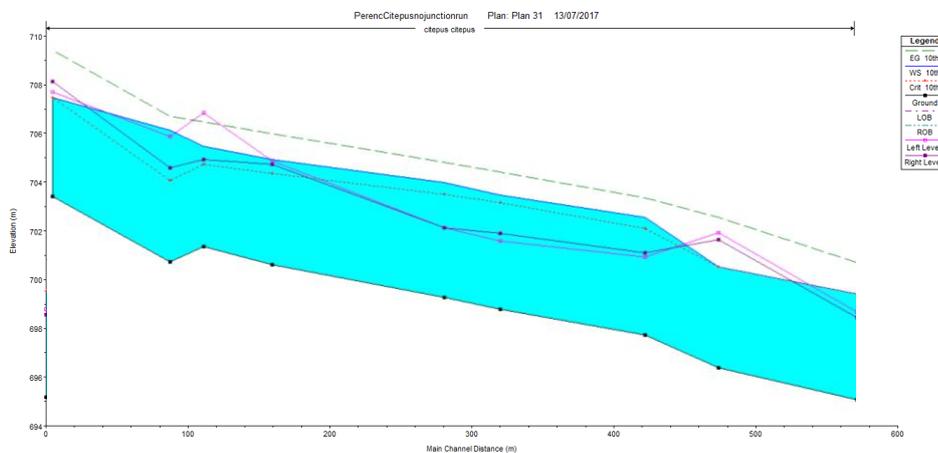
2. Analisis Hidrolika

Analisis penampang eksisting bertujuan untuk mengetahui kondisi dari Sungai Citepus saat ini. HEC-RAS akan menampilkan model dari sungai sesuai dengan input data yang diberikan. Dibawah ini merupakan sistem sungai Citepus pada Gambar 4.



Gambar 4. Sistem Sungai Citepus

Dengan menginputkan debit banjir rencana sebesar 127 m³/s, terdapat penampang yang tidak dapat menampung, dapat dilihat pada Gambar 5. dan Tabel 3.



Gambar 5. Penampang Memanjang Sungai Citepus

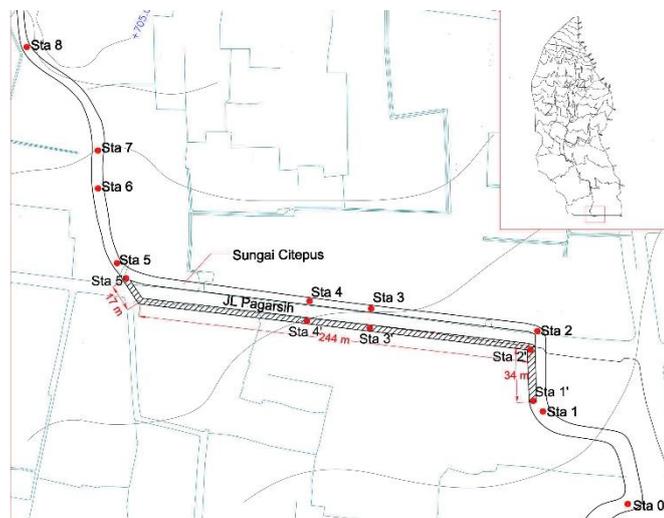
Tabel 3. Kondisi Elevasi MAB Sungai Citepus Eksisting

Sta Sungai	Elv. Tanggul Kiri (m)	Elv. Tanggul Kanan (m)	Elv. Muka Air Banjir (m)	Elv. Tanggul kiri – Elv MAB (m)	Elv. Tanggul Kanan – Elv MAB (m)	Keterangan
8	707,85	708,27	707,61	0,24	0,66	Tidak melimpas
7	706	705,07	706,30	-0,3	-1,23	melimpas
6	706,95	704,71	705,49	1,46	-0,78	melimpas
5	705	704,87	705,06	-0,06	-0,19	melimpas
4	702,25	702,25	704,13	-1,88	-1,88	melimpas
3	701,72	702,02	703,61	-1,89	-1,59	melimpas
2	701,04	701,24	702,63	-1,56	-1,39	melimpas
1	702,06	701,77	701,02	1,04	0,75	Tidak melimpas
0	700	699,85	699,47	0,53	0,38	Tidak melimpas

3. Rencana Pengendalian Banjir Sungai Citepus

Hasil analisis hidrologi dan hidrolika diketahui bahwa dengan debit rencana kala ulang 10 tahun terdapat genangan banjir di sta. 7, sta. 6, sta. 5, sta. 4, sta. 3, dan sta. 2. Penangan yang dilakukan sebagai berikut :

- a. Memperbesar luas penampang basah sungai dengan memperdalam elevasi dasar sungai, karena sudah tidak memungkinkan untuk memperlebar saluran. Elevasi dasar sungai hulu dan hilir yang menjadi patokan dalam merencanakan elevasi dasar sungai yang baru, dimana elevasi dasar sungai hulu dan hilir tetap sama.
- b. Pembangunan dinding penahan tanah untuk menahan terjadinya longsor akibat gerusan dari air dan juga dari kemiringan lereng tanah yang sudah digali lebih dalam.
- c. Setelah luas penampang sungai diperbesar, didapatkan debit yang bisa masuk ke sungai dari perhitungan HEC-RAS, yaitu sebesar 90 m³/s. Debit untuk perencanaan Sungai Citepus dengan Q10 yaitu sebesar 127 m³/s, sisanya sebesar 37 m³/s harus dialirkan melalui *Box Culvert* yang akan direncanakan di sisi lain



jalan Pagarsih.

Gambar 6. Rencana Pengendalian Banjir Sungai Citepus

4. Desain Saluran Bangunan Teknik SIPIL, Volume 6, Nomor 4, Tahun 2017
Setelah menormalisasi sungai Citepus dan menginputkan debit sebesar 90 m³/s, pada program HEC RAS didapatkan hasil yang dilampirkan pada tabel 4.

Tabel 4. Kondisi Elevasi MAB Sungai Citepus Eksisting

Sta Sungai	Elv. Tanggul Kiri (m)	Elv. Tanggul Kanan (m)	Elv. Muka Air Banjir (m)	Elv. Tanggul kiri – Elv MAB (m)	Elv. Tanggul Kanan – Elv MAB (m)	Keterangan
8	707,85	708,27	707,44	0,41	0,83	Tidak melimpas
7	706	705,07	704,31	1,69	0,76	Tidak melimpas
6	706,95	704,71	704,28	2,67	0,43	Tidak melimpas
5	705	704,87	704,04	0,96	0,83	Tidak melimpas
4	702,25	702,25	701,59	0,66	0,66	Tidak melimpas
3	701,72	702,02	701,16	0,56	0,86	Tidak melimpas
2	701,04	701,24	700,12	0,92	1,12	Tidak melimpas
1	702,06	701,77	699,72	2,34	2,05	Tidak melimpas
0	700	699,85	698,96	1,04	0,89	Tidak melimpas

Setelah mengetahui bahwa tidak ada limpasan lagi maka sisa debit yaitu sebesar 37 m³/s dialirkan ke dalam *Box Culvert*. Nilai debit tersebut dipakai untuk menentukan dimensi *Box Culvert*.

- Perhitungan kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

- Nilai n = 0,013 (saluran beton)
- Kemiringan saluran ditentukan dari elevasi muka air pada saluran utama di sta 1 dan sta 5. Sta 1 = +699,72 dan sta 5 = +702,77. Panjang saluran box culvert = 295m

$$i = \frac{702,77 - 699,72}{295} = 0,01033$$

- Tinggi saluran Box Culvert dihitung dengan persamaan :

$$Q = V \times A$$

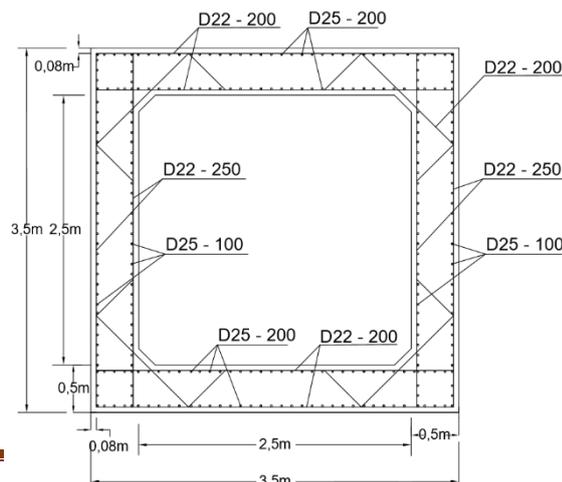
$$37 = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2} \times A$$

$$= \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{b \times h}{2h+b}\right)^{2/3} \times i^{1/2} \times b \times h$$

$$= \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{2,5 \times h}{2h+2,5}\right)^{2/3} \times 0,01033^{1/2} \times 2,5 \times h$$

Dari trial error didapatkan nilai h sebesar 2,2 m, ditambahkan tinggi jagaan sebesar 0,3 m jadi tinggi saluran box culvert adalah 2,5 meter.

Setelah didapatkan dimensi *Box Culvert* lalu menganalisis struktur menggunakan program SAP2000 untuk mendapatkan penulangan dan tebal beton.



Gambar 7. Detail Tulangan *Box Culvert*

Dari hasil perencanaan drainase Kawasan Pagarsih diperoleh Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan rincian seperti pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rencana Anggaran Biaya Perencanaan Drainase Kawasan Pagarsih

No	JENIS PEKERJAAN	HARGA (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	382.000.000,00
II	PEKERJAAN PERBAIKAN SUNGAI	68.764.783.208,71
III	PEKERJAAN <i>BOX CULVERT</i>	9.995.715.406,00
	<i>Jumlah</i>	79.142.498.615,01
	<i>Pajak (PPN 10%)</i>	7.914.249.861,50
	<i>Jumlah Akhir</i>	87.056.748.476,51
	<i>Pembulatan</i>	87.057.000.000,00

KESIMPULAN

Perencanaan Drainase Kawasan Pagarsih Kota Bandung yang sering tergenang akibat banjir hasilnya sebagai berikut:

1. Debit banjir rencana dengan kala ulang 10 tahun yang dihasilkan dari HEC-HMS adalah 137 m³/detik.
2. Tata guna lahan sangat mempengaruhi besarnya debit banjir, dilihat dari perbandingan hasil debit banjir tahun 2005, 2015, dan rencana tata ruang dan wilayah kota Bandung tahun 2010 – 2031 (RTRW). Debit banjir perencanaan menggunakan tata guna lahan RTRW kota Bandung tahun 2010 – 2031.
3. Berdasarkan analisis hidrolika menggunakan perangkat lunak HEC-RAS dengan debit rencana 10 tahun (Q_{10th} = 127 m³/dt), kapasitas penampang eksisting Sungai Citepus menunjukkan bahwa semua penampang tidak memenuhi, sehingga perlu perbaikan penampang sungai yang merupakan upaya memperbesar kapasitas pengaliran dari sungai dengan kapasitas 90 m³/dt, dan sisa 37 m³/dt akan dialirkan ke saluran *box culvert* dengan dimensi 2,5 x 2,5 meter sepanjang 295 meter.

SARAN

Berikut ini adalah saran yang berkaitan dengan Perencanaan Drainase Kawasan Pagarsih :

1. Apabila ingin dilaksanakan pekerjaan sesuai desain yang telah dilakukan maka perlu dipertimbangkan beberapa relokasi penduduk di sekitar bantaran sungai dikarenakan wilayah bantaran sungai seharusnya tidak dijadikan pemukiman.
2. Bila perlu dilakukan pengendalian banjir kedepannya bisa dipertimbangkan dengan menggunakan kolam retensi dengan syarat ketersediaan lahan yang memadai dikarenakan kepadatan penduduk yang semakin bertambah.
3. Untuk mengurangi potensi banjir, sebaiknya dilakukan control pembangunan pada daerah hulu dan dilakukan penghijauan sehingga dapat mengatasi debit banjir yang berlebihan pada musim penghujan mengingat lokasi proyek yang di hilir dan sering menerima debit banjir yang berlebih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada ~~JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL, Kota Bandung, Dan Pekerjaan Umum Kota Bandung dan BBWS Citarum~~ atas dukungan dan bantuan data sekunder dalam perencanaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Harto, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- HEC-HMS Versi 4.2.*. 2010. Program Komputer. US Army Corps of Engineers. Davis.
- HEC-RAS Versi 4.1.* 2008. Program Komputer. US Army Corps of Engineers. Davis.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kodoatie, R. J dan Sugiyanto. 2001. *Banjir (Beberapa Penyebab dan metode Pengendalian Banjir dalam Perspektif Lingkungan)*. Pustaka Belajar. Yogyakarta.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2006. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Nova. Bandung.
- Subarkah, I. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Idea Dharma. Bandung.
- Suripin. 2004. *Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J. dan Roestam Sjarief, 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu Edisi. Revisi*. Penerbit Andi. Indarto 2010. *Hidrologi*. Yogyakarta.