

PERENCANAAN KOLAM RETENSI UNTUK PENANGANAN BANJIR DI KECAMATAN CICENDO KOTA BANDUNG

Wahyu Al'amin^{*1}, Yati Muliati²

¹Alumni / Program Studi Sarjana Teknik Sipil / Institut Teknologi Nasional Bandung

²Dosen / Program Studi Teknik Sipil / Institut Teknologi Nasional Bandung

Jl. P.H.H. Mustofa No.23, Kota Bandung, 40124, Jawa Barat

Korespondensi: whiteglint61@gmail.com

ABSTRACT

The current solution Bandung City Government do to avoiding flood was building the retarding basin. The purpose of this research was to plan the retention basin's discharge, volume and area. This research was conducted on Bima Street, Cicendo which is drained by Citepus River. The research data includes rainfall data from five rain posts, maps and existing river conditions. The analysis contains catchment area made from ArcGis program which result are 40 km². Hydrological analysis produces the planned rain discharge for 100 years return period which is 20,22658 m³/s. Hydraulics analysis which is finding the discharge river existing. Basin discharge acquired from differences between rain discharge and river discharge then plan for inlet and outlet doors. Total capacity of retarding basin was 4360,5 m³. Inlet and outlet doors are planned each two doors with 2 meters width and 1 meter height.

Keywords : flood, retarding basin

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Cicendo merupakan kecamatan dengan mayoritas kepadatan penduduk tertinggi berdasarkan Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bandung tahun 2011-2013. Sejalan dengan perkembangan penataan wilayah di Kota Bandung, adanya peningkatan fasilitas infrastruktur, seperti pembuatan trotoar untuk pejalan kaki, pengaspalan area masuk bangunan untuk memudahkan akses kendaraan keluar/masuk ke bangunan rumah tinggal atau tempat usaha, membuat permukaan tanah tidak dapat lagi menyerap air. Adanya perubahan tata guna lahan ini serta endapan sampah mengakibatkan terjadinya genangan setiap musim hujan yang disebabkan oleh kapasitas saluran drainase yang sudah tidak menampung debit limpasan [1]. Sehingga tidak heran apabila beberapa daerah di Kecamatan Cicendo sering terjadi banjir karena kurangnya lahan untuk daerah resapan air sehingga air hujan melimpas ke permukaan. Banyaknya air yang

melimpas ke permukaan akan menyebabkan banjir. Mengingat ketidakmampuan sungai dalam menampung debit aliran permukaan atau terhalangnya aliran permukaan untuk masuk ke saluran alami yang berupa sungai [2].

Menurut informasi dari Kelurahan Pajajaran, Sungai Citepus merupakan sungai dengan kondisi eksisting yang cukup kecil. Pada musim penghujan, banjir menjadi sesuatu yang buruk bagi masyarakat Kota Bandung karena hujan yang turun mengakibatkan genangan air di berbagai titik [3]. Selain itu, padatnya perumahan yang dibangun di samping sungai menyebabkan sulitnya normalisasi sungai seperti pelebaran sungai. Mengingat besarnya populasi dan laju pertumbuhan penduduk yang meningkat di Kota Bandung terutama di Kecamatan Cicendo, maka kebutuhan lahan untuk tempat tinggal dan usaha meningkat. Tidak bisa dipungkiri bahwa kepadatan penduduk dan faktor ekonomi menghimpit masyarakat untuk membangun pemukiman di sekitar DAS [3]. Hal tersebut

tidak menutup kemungkinan jika Kecamatan Cicendo sering terjadi banjir.

Solusi yang direncanakan Pemerintah Kota Bandung (Pemkot Bandung) dalam mengatasi banjir yaitu dengan membangun kolam retensi. Kekurangan dari kolam retensi adalah analisis yang dilakukan tidaklah sedikit dan perlu lahan yang cukup lebar. Namun, kelebihan dari kolam retensi adalah mampu mengendalikan limpasan air sungai yang berlebih dalam jangka waktu yang cukup lama. Selain itu, pada musim kemarau, air di kolam retensi juga dapat digunakan sebagai sumber daya air [4]. Untuk itu, pada penelitian ini dilakukan beberapa analisis yang diharapkan dapat membantu Pemerintah Kota Bandung dalam perencanaan kolam retensi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kolam Retensi

Kolam retensi adalah kolam yang berfungsi untuk menampung air hujan sementara waktu dengan memberikan kesempatan untuk dapat meresap ke dalam tanah yang operasionalnya dapat dikombinasikan dengan pompa atau pintu air [5].

Fungsi kolam retensi adalah menampung air hujan dan mengalirkan air sungai menuju kolam dan ditampung sementara kemudian di keluarkan kembali menuju sungai atau disalurkan ke dalam tanah sehingga terjadi infiltrasi. Volume, luas dan kedalaman kolam ini sangat tergantung dari berapa lahan yang dialih fungsikan menjadi kawasan pemukiman.

2.2. Perhitungan Luas DAS (Daerah Aliran Sungai)

Luas DAS dapat dihitung dengan berbagai cara, misalnya menggunakan planimeter atau dengan program bantu seperti AutoCAD atau ArcGIS. Aplikasi dari ArcGIS untuk analisis perencanaan DAS yaitu ArcMap dimana peta berupa *Digital Elevation Model* (DEM), peta Google Earth dan peta hasil unduhan dari Indonesia Geospatial Portal.

2.3. Analisis Hidrologi

Curah hujan daerah dapat diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan pada daerah yang ditinjau [1]. Analisis hidrologi berupa analisis curah hujan pada suatu kawasan dilakukan dengan berbagai metode antara lain metode rata-rata aritmatik,

metode Polygon Thiessen, dan metode Isohyet. Curah hujan yang digunakan adalah curah hujan harian rata-rata maksimum tahunan [6]. Rumus metode Polygon Thiessen dijabarkan berikut:

$$\text{Hujan Kawasan} = \frac{(P1 \times A1) + (P2 \times A2) + (P3 \times A3) + \dots (Pn \times An)}{A1 + A2 + A3 + \dots An} \quad (1)$$

Dengan:

P = Curah hujan (mm),

A = Luas area (km²).

Analisis frekuensi digunakan untuk menentukan peluang atau kemungkinan terjadinya suatu peristiwa yang akan datang. Tujuan dari peramalan hidrologi adalah meramalkan waktu yang menunjukkan besarnya suatu peristiwa hidrologi dalam waktu dekat. Contohnya adalah besar banjir pada periode ulang 20 tahun atau lebih besar diperlukan untuk dasar perhitungan perencanaan bangunan. Perhitungan probabilitas statistik yang berasal dari data-data statistik dari keadaan banjir di masa lampau dapat memperkirakan besarnya banjir. Data banjir disusun menurut urutan besarnya dan digambarkan distribusi frekuensinya [7].

Analisis frekuensi untuk peramalan cuaca yang umum digunakan di bidang hidrologi antara lain, distribusi Log Normal, distribusi Normal, distribusi Gumbel, dan distribusi Log Pearson III. Untuk menentukan analisis frekuensi, perlu dilakukan pengukuran dispersi. Pengukuran dispersi berupa standar deviasi, koefisien skewness, koefisien kurtosis dan koefisien variasi.

Uji kesesuaian distribusi dilakukan untuk menentukan kebenaran hipotesa distribusi frekuensi. Untuk itu digunakan dua metode pengujian yaitu *Chi-Square* dan pengujian Smirnov - Kolmogorov. Hasil pengujian ini yaitu benar atau tidaknya data yang didapat antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau diperoleh secara teoritis serta kebenaran hipotesa [7].

Proses analisis intensitas curah hujan dilakukan dari data curah hujan yang terjadi pada masa lampau. Beberapa rumus empiris yang digunakan untuk analisis ini antara lain rumus Talbot, rumus Sherman, rumus Ishiguro, dan rumus Mononobe. Rumus Mononobe dipaparkan sebagai berikut:

$$I = \frac{R24}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \quad (2)$$

Dengan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam),
 $R24$ = Curah hujan selama 24 jam (mm),
 t = Waktu (jam).

Analisis debit banjir rencana yang umum digunakan yaitu metode rasional dan metode Haspers. Ketentuan metode Haspers yaitu berlaku untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan luas sampai dengan 5000 ha atau 50 km² [8]. Rumus dari metode ini adalah sebagai berikut:

$$Q_t = \alpha \times \beta \times q_n \times A \quad (3)$$

Dengan:

- Q_t = Debit Banjir Rencana (m³/s),
 α = Koefisien Aliran,
 β = Koefisien Reduksi,
 q_n = Hujan maksimum (m³/km²/s),
 A = Luas DAS (km²).

2.4 Analisis Hidraulika

Rumus yang biasanya digunakan dalam analisis hidraulika adalah rumus Manning, dimana bentuk saluran harus diketahui, sehingga dapat dihitung luas penampang aliran, keliling, dan perbandingan antara luas tampang aliran dan keliling basah. Setelah didapatkan nilai kecepatan penampang sungai, dihitung nilai debit sungai dengan kecepatan dikali dengan luas. Rumus Manning adalah sebagai berikut [9]:

$$v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (4)$$

Dengan:

- v = Kecepatan aliran (m/s),
 n = koefisien Manning,
 R = Jari-jari hidraulis (m),
 I = Kemiringan saluran.

2.5 Desain Kolam Retensi

Perhitungan volume tampungan dilakukan berdasarkan pada analisis debit banjir rencana yang masuk ke kolam dari sungai (*inlet*) dan debit rencana yang keluar (*outlet*). Parameter yang terdapat pada

perhitungan volume tampungan kolam terdiri atas tiga macam yaitu volume tampungan kolam retensi, volume genangan yang masuk, dan volume sungai [9]. Debit kolam retensi dihitung dengan rumus berikut:

$$Q_{kolam} = Q_{banjir} - Q_{eksisting} \quad (5)$$

Dengan:

- Q_{kolam} = Debit tampungan kolam retensi (m³/s)

- Q_{banjir} = Debit banjir sungai (m³/s)

- $Q_{eksisting}$ = Debit sungai kondisi normal (m³/s)

Adapun untuk rumus desain pintu dipaparkan dalam rumus berikut:

$$Q = \mu \times b \times h \times \sqrt{2 \times g \times H} \quad (6)$$

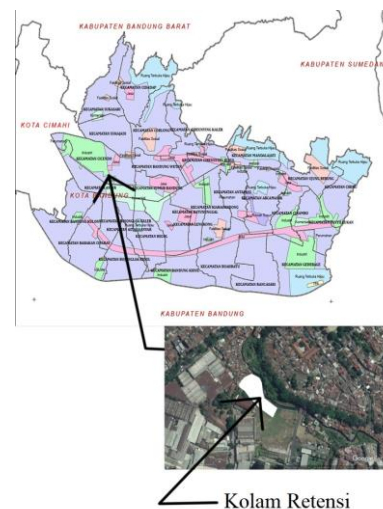
Dengan:

- Q = Debit banjir (m³/s)
 μ = Koefisien debit 0,62
 b = Lebar bukaan pintu (m)
 g = Percepatan gravitasi (m/s²)
 H = Selisih tinggi air di hulu dan hilir pintu (m)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu pada Jalan Bima, Kecamatan Cicendo Kota Bandung, dengan titik lokasi kolam retensi seperti yang disajikan pada **Gambar 1**.

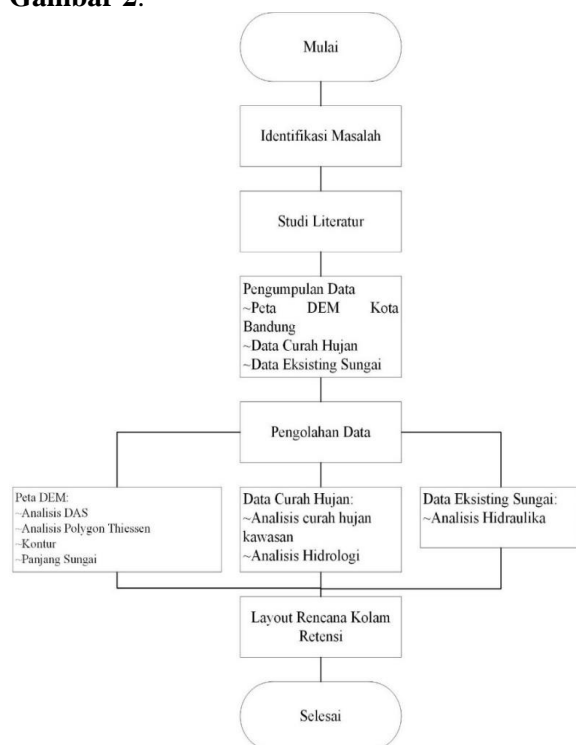


Gambar 1. Lokasi rencana kolam retensi

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi masalah, kemudian studi literatur dan pengumpulan data. Pengumpulan data meliputi peta *Digital Elevation Model* (DEM) Kota Bandung, data curah hujan, dan data eksisting sungai.

Selanjutnya pengolahan data meliputi analisis peta DEM, analisis hidrologi, dan analisis hidraulika. Peta DEM digunakan untuk analisis luas DAS dengan skala yang disediakan, sedangkan untuk penentuan titik koordinat perencanaan kolam retensi serta pos curah hujan menggunakan peta *Google Earth* dan untuk pemeriksaan fungsi lahan dilihat dari peta hasil unduhan Indonesia Geospatial Portal. Analisis Hidrologi meliputi penentuan hujan kawasan, analisis frekuensi dan probabilitas, uji kecocokan, analisis intensitas hujan, dan perhitungan debit banjir rencana. Analisis hidraulika mencakup perencanaan dimensi saluran dan perencanaan kolam tampungan. Dari seluruh analisis dihasilkan dimensi dan *layout/tata* letak rencana kolam retensi. Tahapan penelitian ini secara ringkas digambarkan dalam bentuk bagan alir pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Bagan alir penelitian
(Sumber: Al'amin, 2021)

3.3 Data Penelitian

Data yang digunakan yaitu data curah hujan dan peta *Digital Elevation Model* (DEM) Kota Bandung yang diunduh dari DEMNAS. Mengingat saat penelitian dilakukan adalah pada masa pandemi COVID-19, sehingga pengukuran dimensi, debit dan kecepatan sungai tidak dapat dilakukan, maka data sekunder berupa dimensi sungai didapat berdasarkan informasi atau wawancara dengan kelurahan Pajajaran, Kota Bandung. Selain itu, diasumsikan ketinggian aliran sungai sama dengan kedalaman maksimum penampang sungai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan DAS

Penentuan DAS dengan ArcGIS 10.1 menggunakan DEM Kota Bandung. Tahapan dalam menentukan DAS dilakukan dengan ArcGIS 10.1 sebagai berikut [11]:

1. Pengolahan data DEM menggunakan *tools: Conversion tools-ASCII to raster*, yaitu mengubah Data SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) ke dalam bentuk yang dapat dibaca di ArcGIS sebagai data DEM
2. Koreksi data DEM menggunakan *analyst tools – hydrology – fill*.
3. Analisis *flow direction*, dengan *spatial analyst tools – hydrology - flow direction*, yaitu untuk penentuan arah aliran air berdasarkan nilai elevasi pada data DEM.
4. Analisis *flow accumulation*, *spatial analyst tool – hydrology – flow accumulation*.
5. Penentuan orde sungai dengan *ArcToolbox – Hydrology – stream order*, yang bertujuan untuk menentukan orde sungai sebagai batasan sungai yang akan ditinjau dalam analisis selanjutnya.
6. Penentuan DAS dengan data DEM, dengan *spatial analyst tools – hydrology – basin*, yaitu *men-generate* batas DAS secara otomatis pada seluruh wilayah data DEM.

Hasil penentuan DAS dengan program ArcGIS didapatkan total luas DAS sebesar 40 km² yang terdiri atas pos BMKG Klas I sebesar 13 km², pos Lembang 16 km², pos Kayu

Ambon 11 km² dan pos Margahayu I 0.89 km² Pada pembuatan Polygon Thiessen, pos hujan Dago Pakar tidak masuk dalam area wilayah DAS.

4.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi berupa analisis curah hujan wilayah menggunakan metode Polygon Thiessen dengan data curah hujan yang didapat dari Balai Hidrologi Pusat Penelitian Sumber Daya Air (Pusair), Bandung dan luas per wilayah dari hasil analisis pembuatan DAS. Hasil analisis ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Hasil analisis pengukuran dispersi Normal dan Gumbel didapat nilai CS sebesar -0,6437; CK sebesar 2,1086; dan CV sebesar 0,1496. Analisis Log Normal dan Log Pearson III didapat nilai CS sebesar -0,984 dan CV sebesar -21,85806. Analisis pengukuran dispersi menghasilkan penentuan distribusi. Penentuan distribusi berdasarkan hasil analisis yaitu menggunakan Log Pearson III yang ditunjukkan pada **Tabel 2**. Dikarenakan nilai CS pada pengukuran dispersi Log Normal dan Log Pearson bernilai negatif, maka nilai K yang digunakan adalah nilai K untuk distribusi normal.

Tabel 1. Hasil analisis curah hujan kawasan

Tahun	Curah Hujan Kawasan (mm)
2010	86,7515
2011	96,8885
2012	89,0446
2013	85,8193
2014	56,5393
2015	67,5607
2016	83,6483
2017	81,7624
2018	73,3262
2019	74,1793

Tabel 2. Distribusi Log Pearson III

Periode Ulang (Tahun)	Peluang	Log X	X (mm)
2	50	1,724	53,013
5	20	1,896	78,736
10	10	1,943	87,798
25	4	1,968	92,954
50	2	1,989	97,397
100	1	2,012	102,716

Hasil pengujian Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson III cocok untuk digunakan.

Berdasarkan hasil analisis intensitas hujan, disimpulkan bahwa intensitas hujan periode ulang 5 sampai dengan 100 tahun tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Sebagai contoh untuk jam ke 24 periode ulang 5 tahun sebesar 3,28 mm/jam sedangkan untuk 100 tahun sebesar 4,28 mm/jam.

Analisis debit banjir rencana menggunakan metode Hasper karena luas DAS yang didapat kurang dari 50 km². Hasil analisis tersebut ditunjukkan pada **Tabel 3**. Debit banjir yang didapat pada **Tabel 3** digunakan untuk analisis hidraulika yaitu penentuan debit eksisting sungai.

Tabel 3. Hasil analisis debit rencana

Periode Ulang (Tahun)	R24 (mm)	Qt (m ³ /s)
2	53,0132	11,0838
5	78,736	16,4619
10	87,7983	18,3566
25	92,9542	19,4346
50	97,3971	20,3635
100	102,7162	21,4756

4.3 Analisis Hidraulika

Berdasarkan informasi yang didapat dari Kelurahan Pajajaran, Sungai Citepus memiliki dimensi persegi dengan lebar 2,3 meter dan kedalaman 1 meter. Penampang Sungai Citepus berbahan dasar material batu pecah, sehingga koefisien Manning yang didapat sebesar 0,017. Hasil dari analisis ArcGis didapat panjang sungai yang berada dalam DAS sepanjang

20.000 meter (20 km) dan selisih ketinggian hulu dan hilir sebesar 980 meter. Analisis hidraulika penampang sungai menggunakan rumus Manning. Hasil dari analisis hidraulika didapat debit penampang sungai sebesar $19,7341 \text{ m}^3/\text{s}$. Periode ulang yang ditinjau yaitu untuk 50 tahun. Mengacu pada Tabel 3 dimana untuk periode ulang 50 tahun debit banjirnya $20,3635 \text{ m}^3/\text{s}$ lebih besar daripada debit penampang sungai, maka dapat disimpulkan perlu direncanakan kolam retensi.

4.4 Perencanaan Kolam Retensi

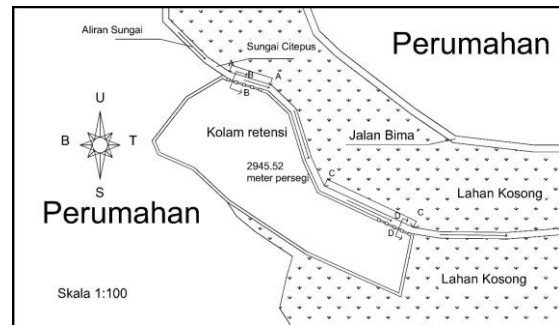
Perencanaan debit kolam retensi menggunakan analisis *flood routing* [6]. Akan tetapi, karena keterbatasan data yang didapat maka debit volume kolam retensi didapat dari hasil selisih debit banjir dengan debit penampang sungai [12]. Hasil dari selisih tersebut didapat debit kolam retensi sebesar $0,6294 \text{ m}^3/\text{s}$. Volume kolam yang direncanakan agar kolam terisi penuh selama 2,5 jam sebesar $5664,486 \text{ m}^3$. Luas kolam retensi dengan kedalaman kolam sebesar 2,5 m adalah $2265,794 \text{ m}^2$ dengan lahan yang tersedia dengan *Google Earth* sebesar $2945,52 \text{ m}^2$. Oleh karena itu, perencanaan kolam retensi di Jalan Bima dapat dilakukan mengingat luas lahan yang tersedia mencukupi.

Perencanaan kolam retensi ini menggunakan pintu tipe sorong, baik pada *inlet* maupun *outlet*. Mengingat tinggi air pada hulu sungai sebesar 1 meter dan pada hilir pintu dalam kondisi awal adalah nol, maka selisih tinggi air keduanya (H) direncanakan 1 meter. Oleh karena itu, dengan pintu *inlet* tinggi 1 meter, lebar 2 meter dan debit banjir periode ulang 50 tahun sebesar $20,3635 \text{ m}^3/\text{s}$ didapat jumlah pintu sebanyak 3,7 dibulatkan menjadi 4 unit pintu *inlet*. Proses kerja pintu *inlet* menggunakan mesin dan dibantu pengamatannya melalui kamera CCTV, di mana pintu dibuka oleh operator saat ketinggian air sudah mencapai maksimum. Setelah aliran sungai dalam keadaan normal, maka pintu *inlet* ditutup.

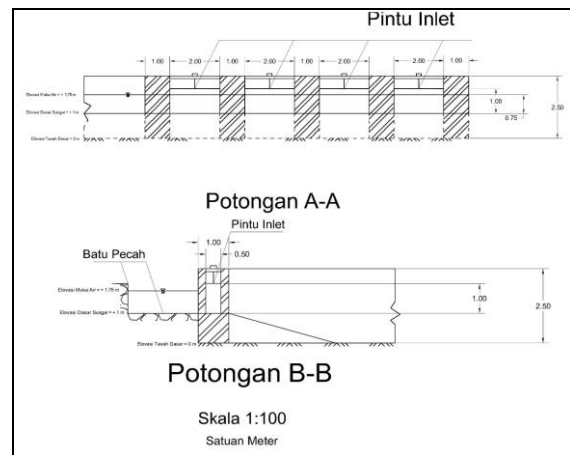
Pintu outlet dengan debit penampang sungai sebesar $19,7341 \text{ m}^3/\text{s}$ direncanakan dengan lebar 2 meter dan tinggi 1 meter kemudian didapat jumlah pintu sebanyak 3,59 dibulatkan menjadi 4 unit pintu outlet. Untuk proses kerja pintu *outlet*, operator akan membuka pintu *outlet* bila keadaan kolam retensi dalam kondisi penuh maka pintu *outlet*

akan dibuka menggunakan mesin. Tentunya hal ini perlu mempertimbangkan kondisi aliran sungai di bagian *outlet*.

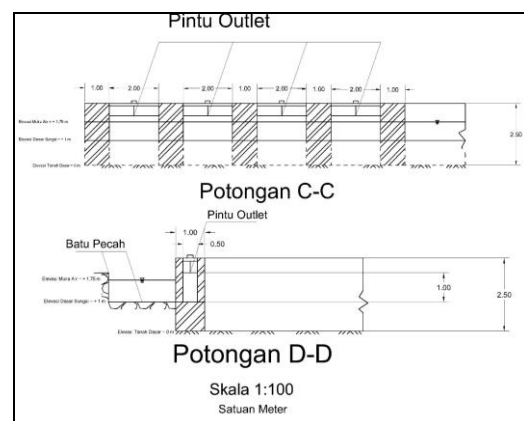
Detail gambar denah perencanaan kolam retensi, desain pintu inlet dan outlet disajikan pada **Gambar 3**, **Gambar 4**, dan **Gambar 5**.



Gambar 3. Denah perencanaan kolam



Gambar 4. Desain pintu *inlet*



Gambar 5. Desain pintu *outlet*

Upaya dalam mendukung pengendalian banjir harus didampingi dengan upaya penataan dan perlindungan wilayah di sekitar sungai. Semakin bertambahnya jumlah penduduk di wilayah bantaran sungai, maka diperlukan andil

dari pemerintah dan masyarakat berupa tindakan tegas dalam mengatur pemukiman penduduk, terutama tempat tinggal yang berada di sepanjang sempadan sungai, sehingga badan sungai tidak terjadi penyempitan dimensi [13].

5. KESIMPULAN

Hasil analisis yang telah dilakukan memberikan kesimpulan diantaranya luas DAS yang didapat dari program ArcMap sebesar 40 km². Distribusi curah hujan menggunakan metode Log Pearson III. Debit banjir rencana yang digunakan yaitu periode ulang 50 tahun sebesar 20,3635 m³/s. Debit penampang sungai yang didapat sebesar 19,7341 m³/s. Debit kolam retensi sebesar 0,6294 m³/s. Volume kolam retensi sebesar 5664,486 m³. Luas kolam retensi minimum sebesar 2265,794 m² dengan lahan yang tersedia sebesar 2945,52 m². Pintu inlet dan outlet direncanakan memiliki ukuran dan jumlah yang sama, yaitu 4 pintu dengan masing-masing memiliki lebar 2 meter dan tinggi 1 meter. Sistem kerja kolam retensi mempunyai dua perlakuan terhadap debit banjir yang ditampung. Sistem pertama yaitu air tampungan dibiarkan mengering melalui evaporasi atau dijadikan lahan pariwisata seperti tempat pemancingan ikan. Sistem kedua yaitu air yang ditampung akan dikembalikan lagi ke sungai dengan syarat kondisi aliran sungai dalam keadaan normal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suroso, Suharyanto, A., Anwar, M.R., Pudyono, dan Wicaksono, D.H., Evaluasi dan Perencanaan Ulang Saluran Drainase pada Kawasan Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Volume 8, No. 3 2014 : 207-213.
- [2] Suharyanto, A., Prediksi Titik Banjir Berdasarkan Kondisi Geometri Sungai, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Volume 8, No. 3 2014 : 229-238.
- [3] Taufik A, R., Dewi, P., Widina, K., Anwar, A., Analisis Banjir di Kota Bandung dengan Pemodelan Sistem Rich Picture Diagram, *Jurnal Inovasi Masyarakat*, Volume 1, No. 2 2021 : 202-210.
- [4] Juliandar, B., Analysis of The Effectiveness Of The Retention Pool As Flood Control, *Procciding of IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 683 012147, 1-9.
- [5] Kementerian Pekerjaan Umum, Kamus Istilah Bidang Pekerjaan Umum, Jakarta, 2009 : 137.
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum, Tata Cara Perencanaan Kolam Detensi, Kolam Retensi, dan Sistem Polder, (Vol. I D), Jakarta, 2012 : 108-148.
- [7] Ibrahim, I., Muliati, Y., dan Madrapriya, F., Analisis Penentuan Debit dan Muka Air Rencana Bagi Perencanaan Dermaga dan Alur Pelayaran Batubara di Sungai Eilanden, *Jurnal Online RekaRacana*, Volume 3, 2016 : 95-104.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, SNI 2415 Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana, Jakarta, 2016 : 1-79.
- [9] Triatmodjo, B., *Hidraulika II*, Yogyakarta, 1993.
- [10] Al'amin, W., Desain Kolam Retensi Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir di Kecamatan Cicendo Kota Bandung, Skripsi Itenas, Bandung, 2021 : 13 -55.
- [11] Wijatmiko, I., Anwar, R., Pudyono, dan Amrullah, U., Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Perhitungan Debit Limpasan di Das Kamoning Kabupaten Sampang, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Volume 10, 2016 : 82-98.
- [12] Florince, Arfaini, N., dan Adha, I., Studi Kolam Retensi sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Way Simpur Kelurahan Palapa Kecamatan Tanjung Karang Pusat, *Journal Rekayasa Sipil dan Desain (JRRSD)*, Volume 3, 2015 : 507-520.
- [13] Baskoro, B.A., Studi Perencanaan Kolam Retensi Sebagai Usaha Mereduksi Banjir pada Sungai Citarum Hulu, Kabupaten Bandung, Skripsi Universitas Brawijaya, Malang, 2018.