

IDENTIFIKASI LAHAN RESAPAN (KOLAM RETENSI) DALAM PENANGANAN BANJIR DI KAWASAN SIMPANG JOHAR-YASMIN

Muhamad Lutfi¹⁾, Fadhila Muhammad Libasut Taqwa²⁾

^{1),2)} Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor

Abstract. *Simpang Johar-Yasmin is one of the major intersections in Bogor City which connected the two main road, K.H. Sholeh Iskandar road and K.H. Abdullah bin Nuh road. During the rainy season, this intersection is inundated due to run off from Johar's street and caused the defective of main road construction. As a result, the traffic on this road is jam. Since the drainage system in Johar's street is failed to accommodate the run off volume, it should be a retention pond to reserve the rain water to reduce the run off volume which located near the end of Johar's Street drainage system. Gumbel-Mononobe's method is applied to calculate the maximum precipitation intensity for two year return period and from the analysis the value is 65.20 mm/day or 75.88 mm/hour for time duration 10 minutes. With catchment area is 0.3 hectare, inlet discharge for retention pond is 0.07 m³/sec, and retain the run off pond volume should be 41,225 m³. This pond will retain rain water for 163.6 hours or equal to 6.82 days. For slope stability, pond construction use cobble stone retaining wall with 5 m high and 2.45 m base wide.*

Keyword: *inundation, drainage system, retention pond*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Bogor mendapatkan julukan sebagai “Kota Hujan”. Dikatakan demikian, karena hampir setiap hari turun hujan di kota ini dengan prosentase intensitas turun hujan dapat mencapai 70% dalam setahun. Kota

Bogor memiliki curah hujan yang cukup tinggi berkisar 3500 – 5000 mm pertahunnya dan curah hujan bulanan yang dapat mencapai 400 mm. Curah hujan terbesar seringkali terjadi pada bulan Desember sampai dengan bulan Januari. Saat ini penduduk Kota Bogor telah mencapai ± 1 juta jiwa sehingga

memberikan indikasi kepadatan penduduk dan tutupan lahan yang cukup tinggi.

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduknya, pembangunan Kota Bogor berjalan dengan pesat pula. Hal ini tidak hanya memberikan dampak positif terhadap perekonomian Kota Bogor tetapi juga memberikan dampak negatif pada kondisi lingkungan yang salah satunya adalah banjir dan genangan sebagai akibat dari potensi fisik kondisi Kota Bogor dan peningkatan debit *run-off* (limpasan) terutama menghadapi musim penghujan di akhir sampai dengan awal tahun yang mengakibatkan terjadinya peristiwa banjir dan genangan air di beberapa kawasan di Kota Bogor. Peristiwa banjir dan genangan tersebut terjadi pada beberapa kawasan dalam Kota Bogor meskipun frekuensi terjadinya tidak terlalu sering, akan tetapi kondisi ini tentunya apabila tidak segera diantisipasi dan ditangani maka dapat menimbulkan kerugian yang cukup signifikan.

Perluasan hunian di wilayah Kota Bogor dalam perkembangannya tidak selalu terpadu terhadap utilitasnya dengan baik, baik perubahan tata guna lahan dengan segala dampak yang ditimbulkannya mengakibatkan berkurangnya lahan terbuka yang semula dapat menahan air hujan untuk sementara

waktu sehingga dapat meresap kedalam tanah, kini air hujan tersebut terkonsentrasi dipermukiman tanah bahkan bisa terkonsentrasi didaerah permukiman yang dapat menimbulkan banjir di permukiman. Kawasan Pembangunan sistem drainase di wilayah permukiman yang baru tumbuh pada umumnya direncanakan secara parsial, sedangkan pada wilayah hunian atau perkampungan penduduk jaringan drainasenya belum mendapatkan perhatian secara teknis, bahkan hampir sebagian besar daerah-daerah pinggir sungai di Kota Bogor dibangun di rumah-rumah sehingga menimbulkan permasalahan genangan atau banjir dan rawan longsor. Permasalahan genangan atau banjir seringkali terjadi pada saat terjadi hujan di daerah simpang Johar-Yasmin yang merupakan pertemuan tiga jalan antara jalan KH. Abdullah Bin Muhammad Nuh dengan Jalan Raya Taman Cimanggu serta Jalan Raya Parung.





Gambar 1. Foto situasi simpang Johar-Yasmin pada kondisi banjir

Dampak yang ditimbulkan akibat kondisi tersebut adalah rusak parahnya kondisi fisik jalan yang ada, sertaterjadinya kemacetan yang sangat panjang dikarenakan banyak kendaraan yang mogok akibat terendam air, dan mengganggu kelancaran lalu lintas dikarenakan jalan tidak dapat dilalui kendaraan bermotor karena tingginya muka air genangan, bahkan setelah hujan berhenti sekalipun.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perlu dilakukan penelitian guna menentukan suatu lahan resapan berupa kolam retensi di kawasan sekitar simpang Johar-Yasmin, di mana lahan tersebut dapat fungsikan sebagai lahan resapan air limpasan yang berasal dari saluran drainase maupun daerah tangkapan air

disekitar daerah resapan tersebut sebelum dilimpaskan kembali pada saluran drainase berikutnya, dengan kata lain bahwa limpasan air yang terjadi diberikan waktu untuk melakukan infiltrasi kedalam tanah melalui media lahan resapan sehingga secara teknis akan mengurangi jumlah debit limpasan air di permukaan tanah yang berujung akan berkurangnya jumlah air pada daerah genangan yang dimaksud.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan guna mendapatkan suatu kajian untuk penentuan lahan resapan berupa kolam retensi pada lokasi yang tepat berdasarkan jumlah debit limpasan air di permukaan tanah, adapun manfaat penelitian ini adalah apabila suatu saat dibangunnya kolam retensi diharapkan dapat mengurangi jumlah debit limpasan air di permukaan tanah dan sekaligus dapat mengurangi jumlah kerusakan baik moril maupun materil yang terjadi akibat limpasan air tersebut.

2. Kajian Pustaka

Pemerintah Kota Bogor dalam menangani permasalahan tersebut seyogyanya melakukan langkah-langkah penanganan permasalahan banjir di kawasan tersebut dengan segera, salah satu solusi yang

dapat ditempuh adalah segera dibangunnya sistem drainase berwawasan lingkungan, yang merupakan salah cara yang dapat ditempuh oleh pengambil kebijakan dalam hal ini pemerintah Kota Bogor, guna menangani permasalahan banjir di beberapa kawasan Kota Bogor yang semakin hari semakin meningkat jumlahnya khususnya di daerah simpang Johar-Yasmin dan sekitarnya.

Sistem pengelolaan drainase berwawasan lingkungan untuk wilayah perkotaan merupakan pengelolaan drainase yang tidak menimbulkan dampak yang merugikan bagi lingkungan. Terdapat dua pola yang dipakai dalam pengelolaan drainase berwawasan lingkungan. Pertama, pola detensi yaitu pola drainase yang berfungsi menampung air sementara, misalnya dengan membuat kolam penampung. Kedua, pola retensi yang berfungsi meresapkan air ke dalam tanah, antara lain dengan membuat sumur resapan, bidang resapan atau kolam resapan.

2.1 Konsep Dasar

Pengertian tentang drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK meteri PU 239 tahun 1987. Menurut SK tersebut, yang dimaksud drainase kota adalah “Jaringan pembangunan air yang berfungsi mengeringkan bagian – bagian wilayah

administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai yang melintas di dalam kota”. Untuk memahami drainase secara menyeluruh, berikut ini diperlihatkan beberapa pengertian pokok tentang drainase.

- 1) Drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan atau ke bangunan resapan buatan.
- 2) Drainase perkotaan adalah sistem drainase dalam wilayah administrasi kota dan daerah perkotaan (urban) yang berfungsi untuk mengendalikan atau mengeringkan kelebihan air permukaan di daerah pemukiman yang bersal dari hujan lokal, sehingga tidak mengganggu masyarakat dan dapat memberikan manfaat bagi kehidupan hidup manusia.
- 3) Drainase berwawasan lingkungan adalah pengelolaan drainase yang tidak menimbulkan dampak yang merugikan bagi lingkungan. Terdapat 2 pola yang dipakai:
 - Pola detensi (menampung air sementara), misalnya dengan membuat kolam penampung.
 - Pola retensi (meresapkan), antara lain dengan membuat sumur resapan, bidang resapan atau kolam resapan.

- 4) Pengendali banjir adalah bangunan untuk mengendalikan tinggi muka air agar tidak terjadi limpasan atau genangan yang menimbulkan kerugian.
- 5) Badan penerima air adalah sungai, danau, atau laut yang menerima aliran dari sistem drainase perkotaan.
- 6) Bangunan pelengkap adalah bangunan yang ikut mengatur dan mengendalikan sistem aliran air hujan agar aman dan mudah melewati jalan, belokan daerah curam, bangunan tersebut seperti gorong-gorong, pertemuan saluran, bangunan terjunan, street inlet, pompa, pintu air.
- 7) Daerah genangan adalah kawasan yang tergenang air akibat tidak ada ataupun tidak berfungsinya sistem drainase.
- 8) Daerah pengaliran adalah tangkapan air yang mengalirkan air ke dalam saluran.
- 9) Kala ulang adalah selang waktu pengulangan kejadian hujan atau debit banjir rencana yang mungkin terjadi.
- 10) Tinggi jagaan adalah ketinggian yang diukur dari permukaan air maksimum sampai permukaan tanggul saluran.
- 11) Waktu pengaliran permukaan adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dan mengalir ke titik saluran drainase yang di amati.
- 12) Waktu drainase adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang mengalir dari satu titik ke titik lain dalam saluran drainase yang diamati.
- 13) Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh pada permukaan tanah mengalir sampai di suatu titik saluran drainase yang terpanjang.
- 14) Zona adalah sub sistem pelayanan satu aliran saluran drainase.
- 15) Kolam retensi adalah kolam/waduk penampungan air hujan dalam jangka waktu tertentu. Fungsinya untuk memotong puncak banjir yang terjadi dalam badan air/sungai.

2.2 Banjir Pada Daerah Perkotaan

Secara umum proses terjadinya banjir diakibatkan oleh faktor kondisi alam dan ulah manusia sebagai berikut:

- 1) Faktor alam
 - Geografi
 - Apabila kota dibangun di daerah pegunungan akan menyebabkan lahan resapan air akan tertutup bangunan dan infrastruktur kota akan meningkatkan debit banjir

yang akan mengancam kota yang ada di bagian hilir.

- Apabila kota dibangun di tepi pantai pengaruh pasang laut akan menyebabkan sebagian aliran tidak dapat mengalir secara gravitasi, dan akan dapat menyebabkan genangan.
- Topografi
Kondisi topografi yang bergelombang, maka untuk kota yang berada pada bagian yang rendah akan rawan terkena banjir dan genangan.
- Geometri alur sungai
 - Kemiringan dasar sungai yang terlalu besar akan menimbulkan gerusan dasar sungai. Hal semacam ini akan menyebabkan konsentrasi sedimentasi pada bagian hilir yang datar dapat menyebabkan saluran / sungai cepat menjadi dangkal.
 - *Meandering* umumnya terjadi pada alur sungai yang disebut dalam *morfologi* sebagai sungai tua, dimana kemiringan alur sungai sudah berkurang. Sedimentasi akan mengendap pada bagian yang kecepatan alirannya menurun. Endapan sedimentasi tersebut dapat

membelokkan arah aliran ke kanan atau ke kiri sehingga sungai menjadi berkelok-kelok.

2) Kondisi alam

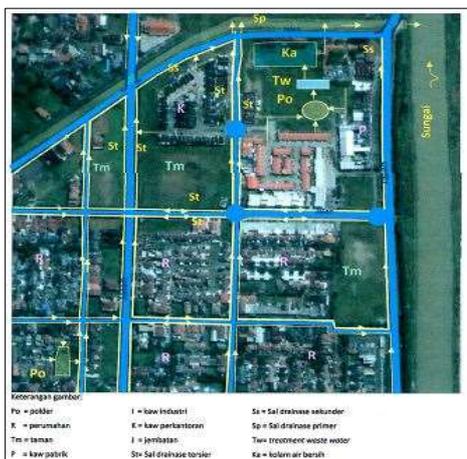
- Curah hujan dengan intensitas yang tinggi merupakan faktor penyebab terjadinya banjir dan genangan.
- Tingginya pasang surut laut merupakan faktor penyebab banjir untuk kota dekat pantai.

3) Kegiatan manusia

- Penyimpangan RUTR pada bantaran sungai yang tidak sesuai dengan peruntukkan dan di daerah aliran sungai.
- Permukiman di bantaran sungai dan di atas saluran drainase.
- Pengambilan air tanah yang berlebihan sehingga menyebabkan terjadinya penurunan lahan.
- Pembuangan sampah oleh masyarakat ke dalam saluran drainase.
- Bangunan persilangan yang tidak terencana dengan baik seperti adanya pipa PDAM, pipa telepon dan listrik yang melintang di penampang basah saluran.
- Pemeliharaan rutin yang terabaikan menyebabkan saluran cepat menjadi dangkal.

2.3 Sistem Drainase

Air hujan yang jatuh di suatu daerah perlu dialirkan atau dibuang agar tidak terjadi genangan atau banjir. Caranya yaitu dengan pembuatan saluran yang dapat menampung air hujan yang mengalir di permukaan tanah tersebut. Sistem saluran di atas selanjutnya dialirkan ke sistem yang lebih besar. Sistem yang paling kecil juga dihubungkan dengan saluran rumah tangga, sistem bangunan infastuktur lainnya. Sehingga apabila cukup banyak limbah cair yang berada dalam saluran tersebut perlu diolah (*treatment*). Seluruh proses ini disebut dengan sistem drainase. Gambaran sederhana sistem drainase ditunjukkan dalam Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Gambaran sederhana drainase perkotaan

Berdasarkan Gambar 2 maka urutan aliran drainase adalah sebagai berikut:

- 1) Hujan turun ke kawasan perumahan (pemukiman) R, kawasan kantor K, kawasan industry I, dan kawasan pabrik P dan tempat atau lokasi lainnya. Lalu air hujan masuk ke sistem saluran drainase kuarter kawasan.
- 2) Dari sistem drainase kuarter air mengalir ke saluran drainase tersier (St) atau ada yang terkumpul dulu di polder (Po) baru ke St.
- 3) Yang ideal air kotor bias dikumpulkan di polder (Po) lebih dahulu dan lalu dibersihkan (*treatment*) di *treatment waste water* (Tw) terutama untuk kawasan yang membuang limbah air (misal pabrik) baru kemudian dialirkan ke kolam air beersih (Ka) dan akhirnya kelebihan air baru didrainase kesaluran pembuang (bias lewat St, ss lalu Sp).
- 4) Dari sistem saluran drainase tersier (St) aliran dialirkan ke saluran drainase sekunder (Ss).
- 5) Semua aliran dari saluran darainase sekunder dialirkan ke saluran drainase primer (Sp) dan akhirnya dialirkan ke sungai. Bila sudah di-*treatment* air yang masuk ke sungai sudah (relatif) bersih.

2.4 Metode Penelitian

Secara garis besar, metodologi pelaksanaan penelitian yang dilaksanakan terbagi 4 (empat) tahap sebagai berikut.

2.4.1 Tahap Persiapan

Pekerjaan persiapan ini meliputi penyusunan rencana kerja, pengumpulan data skunder serta survei pendahuluan.

- 1) Penyusunan rencana kerja. Selain persiapan-persiapan yang dilakukan di kantor, dilakukan juga persiapan di lapangan. Untuk itu perlu disusun rencana kerja baik di lapangan maupun di kantor yang meliputi penyiapan kantor dan pekerjaan pekerjaan untuk survei-survei. Sedangkan pekerjaan persiapan untuk survei meliputi pembuatan program kerja dan penugasan personil, pembuatan peta kerja, penyiapan peralatan survei dan personil, penyiapan surat-surat ijin atau surat keterangan dan pemeriksaan alat-alat survei.
- 2) Pengumpulan data skunder. Pengumpulan data skunder dilakukan dengan cara menginventarisir data-data yang sudah ada dari instansi dan pihak terkait dalam penelitian baik di kantor pusat, propinsi, kabupaten maupun langsung dari lapangan.

- 3) Survei pendahuluan. Survei ini merupakan observasi awal terhadap karakteristik dan permasalahan wilayah pekerjaan guna mendapatkan gambaran mengenai:

- Letak dari lokasi pekerjaan yang pasti beserta batasan yang harus dipetakan
- Mengadakan pengamatan singkat dimulai dari lokasi awal pekerjaan terus menelusuri hingga akhir lokasi sungai/saluran sedemikian rupa sehingga dapat memberikan gambaran mengenai sistem sungai/saluran termasuk kondisi situasi dan bangunan yang ada.

2.4.2 Tahap Survei (Pengumpulan Data Primer)

Pekerjaan-pekerjaan yang dilaksanakan pada tahapan survei adalah:

1. Topografi

Survei topografi dilakukan untuk mendapatkan data dan gambaran bentuk permukaan tanah berupa situasi dan ketinggian serta posisi kenampakan yang ada baik untuk area darat maupun area perairan sungai. Secara garis besar, survei topografi yang dilakukan terdiri dari kegiatan sebagai berikut:

a) Pekerjaan ini dimaksudkan untuk menetapkan posisi dari titik awal proyek terhadap koordinat maupun evaluasi triangulasi, agar pada saat pengukuran untuk pelaksanaan (*stacke out*) mudah dilakukan pengukuran pengikatan dilakukan dari titik triangulasi terhadap salah satu titik pada kerangka dasar horizontal/vertikal utama, agar seluruh daerah pemetaan berada dalam satu sistem referensi yang sama. Apabila titik triangulasi tidak ada/ berada jauh sekali dari lokasi proyek, maka dapat digunakan titik referensi lokal.

b) Orientasi medan

Sebagai langkah awal setelah tim tiba di lapangan adalah melakukan orientasi medan yang meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

- Meninjau dan mengamati kondisi sungai/saluran beserta keadaan daerah sekitarnya.
- Melacak serta mengamati keadaan keadaan didalam lokasi.

c) Pengukuran kerangka dasar horizontal

Pada dasarnya ada beberapa macam cara untuk melakukan pengukuran titik kerangka dasar horizontal, diantaranya yaitu dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan satelit GPS (*Global Positioning System*).

2. Hidrologi

Kebutuhan perencanaan dimensi bangunan/saluran drainase. Analisis data hidrologi yang dilakukan antara lain:

- a) Analisis Data Curah Hujan
- b) Menentukan Intensitas curah hujan rencana
- c) Menentukan Curah Hujan Maksimum (Analisis frekuensi curah hujan rencana)
- d) Uji kecocokan
- e) Menentukan Debit Rencana

Besarnya debit banjir yang terjadi tergantung dari intensitas dan durasi curah hujan yang terjadi di daerah tangkapan masing-masing sungai. Dari data curah hujan yang telah dikumpulkan akan dilakukan analisis untuk memperkirakan debit banjir yang terjadi

untuk periode ulang 10, 20, 50 dan 100 tahunan.

3. Inventarisasi data lapangan

Adapun langkah-langkah survei dan inventarisasi terhadap sungai atau situasi saluran bangunan, meliputi kegiatan sebagai berikut:

- a) Pengukuran saluran drainase
- b) Inventarisasi kondisi lahan

2.4.3 Tahap Analisis Data dan Desain Teknis

Tahap analisis data dan desain teknis meliputi:

a) Analisis Topografi

Tujuan dari analisis data topografi adalah melakukan pengolahan data perhitungan data lapangan hasil pengukuran topografi sehingga dapat dihasilkan suatu peta lengkap untuk memberikan gambaran permukaan tanah berupa situasi dan ketinggian serta posisi kenampakan dari sungai.

b) Analisis Hidrologi dan Hidraulika

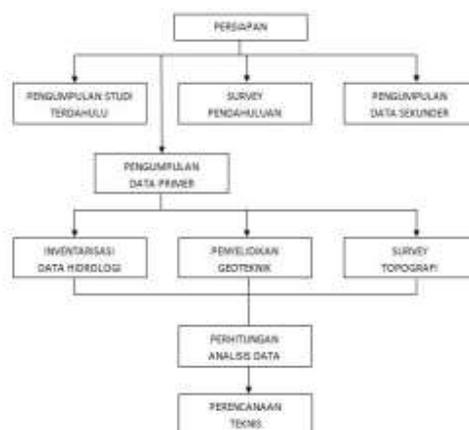
Pada umumnya debit banjir rencana (*design flood*) di Indonesia ditentukan berdasarkan data curah hujan yang tercatat karena data debit banjir jarang sekali dapat diterapkan karena keterbatasan masa pengamatan. ada

beberapa metode yang bisa digunakan untuk menentukan debit banjir rencana, diantaranya:

- 1) Metode rasional
- 2) Metode karakteristik cekungan (*basin characteristic*)
- 3) Metoda hidrograf satuan (*unit hydrograph*)
- 4) Metode simulasi matematika

Dari keempat metode tersebut yang paling banyak digunakan adalah metode hidrograf satuan. Metode hidrograf satuan yaitu metode unit Hidrograf Haspers, Mononobe dan Nakayashu.

Secara umum, tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian yang dilakukan ditunjukkan oleh Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan Penelitian

2.4.4 Lokasi Penelitian

Berikut merupakan penjelasan singkat mengenai wilayah penelitian yang dilakukan.

1) Area penelitian

Area penelitian berada pada wilayah Kecamatan Tanah Sereal Kota Bogor sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 4 berikut ini.

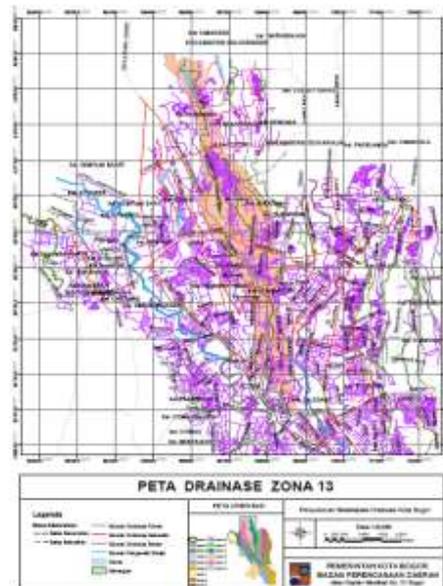


Gambar 4. Area penelitian

2) Zona Drainase

Wilayah penelitian menurut Dinas Bina Marga dan SDA Kota Bogor berada pada Zona Drainase 13. Zona Drainase 13 terletak di bagian Utara Kota Bogor, tepatnya di Kecamatan Tanah Sereal. Zona Drainase 13 terdapat dalam sub DAS Cengkareng *Flood Way* dan masuk dalam Satuan Wilayah Sungai Cisadane. Berdasarkan analisis

hidrologi yang dilakukan, stasiun hujan yang berpengaruh pada Zona Drainase 13 adalah stasiun hujan Katulampa dan Kebun Raya. Berikut dapat dilihat lokasi Zona Drainase pada Gambar 5.



(sumber: Dinas Bina Marga dan SDA Kota Bogor)

Gambar 5. Lokasi Zona Drainase 13

3) Tata guna lahan

Penggunaan lahan di wilayah Zona Drainase 13 secara umum terbagi menjadi 20 jenis penggunaan lahan, yaitu peribadatan, perindustrian, perhubungan, kolam, ladang, pendidikan, olahraga, permukiman, perumahan, ruang terbuka hijau, sawah, semak, taman kota, terminal dan tanah kosong. Dari data tata guna lahan tahun 2005 dapat dilihat bahwa prosentase penggunaan

lahan di zona ini didominasi oleh kegiatan permukiman sebesar 42,64% dan perumahan sebesar 16,7% dari total luas Zona Drainase 13 seluas 906 Ha. Berikut disampaikan Tabel 1 mengenai penggunaan tata guna lahan di Zona Drainase 13.

Tabel 1. Tata Guna Lahan di Zona Drainase 13

Zona	Land Use	Luas (Ha)	%	Run Off Coef	C x Area
Zona 13	Ibadah	0.844	0.09	0.75	0.633
	Industri	15.347	1.69	0.90	13.813
	Istana Negara	4.214	0.46	0.75	3.161
	Kesehatan	0.315	0.03	0.40	0.126
	Kolam	12.131	1.34	0.30	3.639
	Ladang	59.022	6.51	0.30	17.707
	Lapangan Olah Raga	3.167	0.35	0.40	1.267
	Pendidikan	7.490	0.83	0.75	5.617
	Perdagangan	12.810	1.41	0.90	11.529
	Perhubungan	3.561	0.39	0.90	3.205
	Perkantoran	21.533	2.38	0.90	19.380
	Permukiman	386.396	42.64	0.75	289.797
	Perumahan	151.361	16.70	0.75	113.521
	Ruang Terbuka Hijau	66.881	7.38	0.30	20.064
	Sawah	113.047	12.47	0.30	33.914
	Semak	10.397	1.15	0.30	3.119
	Sungai	1.074	0.12	0.30	0.322
	Taman Kota	18.128	2.00	0.30	5.439
	Tanah Kosong	17.688	1.95	0.40	7.075
	Terminal	0.857	0.09	0.90	0.771
	TOTAL	906.263		Average C	0.57

(sumber: Dinas Bina Marga dan SDA Kota Bogor)

Berdasarkan inventarisasi data daerah genangan yang ada adalah di kelurahan Kayu Manis, Kelurahan Cibadak, Kelurahan Kedung raya, Kelurahan Ciwaringin dan Kelurahan Kebon Pedes penyebab terjadinya genangan air adalah akibat penyempitan saluran, hal ini terjadi pada sungai Cipakancilan di Kelurahan Kedung Raya.

3 Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Identifikasi Permasalahan

Kota Bogor memiliki curah hujan yang cukup tinggi pertahunnya. Curah hujan yang turun berkisar 3000 – 4000 mm pertahunnya. Pembangunan yang pesat di Kota Bogor mengakibatkan berubahnya fungsi lahan. Tuntutan perkembangan ini yaitu permintaan hunian atau perumahan dan juga fasilitas publik lainnya seperti hotel, mall, dan lain sebagainya menyebabkan pada beberapa daerah yang tadinya berfungsi sebagai daerah resapan air atau ruang terbuka hijau saat ini berubah menjadi bangunan perumahan dan jalan (kedap air).

Kondisi ini mengakibatkan air hujan yang jatuh berubah seketika menjadi limpasan aliran permukaan (*run off*). Nilai *run off* saat ini untuk Kota Bogor berkisar 0,7 – 0,8. Hal ini tidak diimbangi dengan infrastruktur jaringan drainase yang baik. Akibat permasalahan tersebut mengakibatkan terjadinya banjir atau genangan air pada beberapa titik daerah di Kota Bogor. Upaya penanganan terhadap masalah banjir dilakukan melalui upaya struktural

maupun non-struktural. Salah satunya upaya struktural adalah membuat kolam retensi atau kolam-kolam penampungan di titik-titik yang dianggap ideal.

Beberapa kriteria dalam membuat kolam retensi (kolam resapan) banjir diantaranya yaitu:

- 1) Luas lahan atau genangan yang mencukupi
- 2) Kapasitas tampungan air (komb)
- 3) Fungsi dari kolam retensi ini diharapkan dapat digunakan untuk tujuan lain, seperti irigasi, tempat wisata dan lain sebagainya.

Berikut merupakan kondisi eksisting saluran drainase di simpang jalan Johar-Yasmin.



Gambar 6. Kondisi eksisting saluran drainase di simpang jalan Johar-Yasmin



Saluran tertutupi oleh rerumputan Saluran tertutupi oleh bangunan

Gambar 7. Kondisi saluran drainase eksisting sebelum hujan



Saluran tertutupi oleh sedimentasi Saluran tertutupi oleh sampah

Gambar 7. Kondisi saluran drainase eksisting sebelum hujan (lanjutan)



Saluran tidak dapat menampung debit air Konstruksi jalan menjadi rusak



Air menggenangi jalan raya Saluran tersumbat karena sampah menumpuk

Gambar 8. Kondisi saluran drainase sesudah hujan

Hasil pengamatan, genangan banjir pada simpang Johar-Yasmin merupakan hasil akumulasi air limpasan permukaan dari saluran drainase sepanjang jalan Johar itu

sendiri ditambah volume air dari saluran Ciereng dan akibat tidak berfungsinya dengan baik saluran gorong-gorong pada simpang Johar-Yasmin sebagai saluran drainase air genangan banjir. Banjir di simpang Johar-Yasmin dapat dikurangi dengan di buatnya lahan resapan berupa kolam retensi dari debit aliran air sungai Ciereng yang kemudian di salurkan kembali kepada saluran drainase yang ada. Berikut merupakan gambar situasi lokasi yang direkomendasikan untuk menjadi kolam retensi banjir.



Gambar 9. Lokasi lahan yang direkomendasikan untuk menjadi kolam retensi banjir



Gambar 10. Situasi lahan yang direkomendasikan untuk menjadi kolam retensi banjir

3.2 Data Survei Topografi

Berikut merupakan data topografi kolom retensi rekomendasi.

Tabel 2. Data koordinat kolom retensi rekomendasi

NO.	Y (N)	X (E)	ELEVASI (Z)	KET
1	9274720.873	697033.981	211.295	GRD
2	9274718.003	697029.121	211.644	GRD
3	9274660.456	697053.526	211.654	GRD
4	9274611.204	697069.483	212.348	GRD
5	9274609.457	697066.186	212.075	GRD
6	9274603.757	697051.468	209.206	GRD
7	9274599.995	697048.433	207.008	GRD
8	9274599.443	697040.009	206.574	GRD
9	9274601.153	697041.771	207.473	GRD
10	9274567.64	697064.56	207.452	GRD
11	9274558.875	697075.381	210.201	GRD
12	9274530.98	697043.816	211.538	GRD
13	9274533.499	697036.526	207.586	GRD
14	9274560.781	697033.188	207.584	GRD
15	9274520.28	697034.046	208.062	GRD
16	9274583.685	697020.357	206.611	GRD
17	9274578.172	697014.554	207.656	GRD
18	9274576.325	697014.021	206.391	GRD
19	9274577.31	697003.983	210.649	GRD
20	9274575.323	697001.483	212.516	GRD
21	9274559.26	696969.047	217.257	GRD
22	9274558.156	696965.593	216.701	GRD
23	9274570.669	696961.421	217.589	GRD
24	9274569.171	696971.069	214.503	GRD
25	9274591.887	696955.184	213.819	GRD
26	9274591.048	696951.351	213.821	GRD
27	9274652.181	696928.198	213.005	GRD
28	9274650.643	696925.937	212.832	GRD
29	9274653.319	696936.848	208.915	GRD
30	9274617.498	696933.317	210.466	GRD
31	9274659.237	696970.182	206.475	GRD
32	9274638.577	696974.814	204.587	GRD
33	9274651.566	697008.07	206.684	GRD
34	9274620.747	697026.874	207.294	GRD
35	9274606.865	697008.126	208.212	GRD
36	9274603.359	696998.131	208.584	GRD
37	9274597.576	696995.713	208.423	GRD
38	9274589.059	696984.674	212.1	GRD
39	9274586.937	696981.473	213.777	GRD
40	9274687.129	696972.877	204.51	GRD
41	9274691.118	697010.597	205.362	GRD
42	9274688.053	696951.414	210.515	GRD
43	9274687.636	696950.528	211.203	GRD
44	9274691.357	696957.126	209.66	GRD
45	9274710.748	696936.57	209.297	GRD
46	9274710.503	696935.899	209.875	GRD
47	9274727.912	696944.739	206.495	GRD
48	9274710.523	696896.262	209.787	GRD
49	9274705.547	696885.775	213.106	GRD
50	9274727.123	696894.851	209.172	GRD
51	9274743.692	696908.313	204.379	GRD
52	9274778.119	696921.193	204.511	GRD
53	9274783.768	696904.934	204.591	GRD
54	9274823.784	696901.765	203.837	GRD
55	9274830.042	696907.935	204.134	GRD
56	9274838.367	696913.651	204.829	GRD
57	9274834.371	696931.937	208.804	GRD
58	9274812.917	696938.402	208.808	GRD
59	9274795.202	696934.383	207.455	GRD
60	9274809.594	696991.156	210.361	GRD
61	9274771.738	697008.557	214.049	GRD
62	9274753.334	697022.236	212.412	GRD
63	9274732.446	697028.142	210.743	GRD

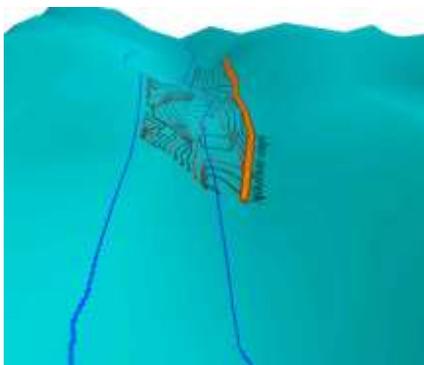
Berikut peta koordinat topografi dimana lokasi kolam retensi Kelurahan Kedung Waringin Kecamatan Tanah Sareal berada.



Gambar 11. Peta koordinat topografi kolam retensi rekomendasi



Gambar 12. Kontur topografi kolam retensi rekomendasi



Gambar 13. Topografi 3 dimensi Kolam Retensi

3.3 Daya dukung tanah

Hasil penyelidikan tanah dengan alat sondir DCPT menunjukkan bahwa kedalaman tanah keras di lokasi yang terletak di Kelurahan Kedung Waringin, Kecamatan Tanah Sareal berada pada kedalaman antara 7.0 sampai 8.0 m. Daya dukung tanah sampai kedalaman 4.0 m relatif kecil, dan bila dijadikan dasar untuk pondasi dangkal, kemampuan untuk memikul beban struktur di atasnya berkisar antara 0.24 sampai 3.5 kg/cm². Nilai ini dapat diterima untuk struktur bangunan ringan seperti rumah tinggal maupun dinding penahan tanah. Pondasi tiang pancang lebih direkomendasikan untuk tipe bangunan yang lebih berat.

3.4 Analisis Hidrologi

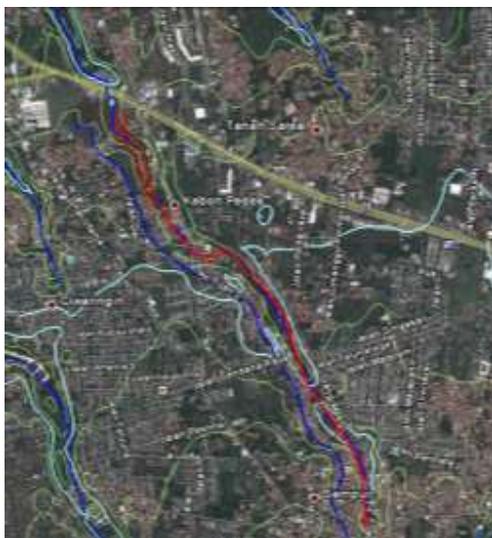
3.4.1 Analisis Hujan Kawasan

Analisis hujan kawasan diperlukan untuk mengetahui seberapa besar jumlah hujan yang ada di wilayah pekerjaan tersebut. Dalam kajian ini data pos hujan yang digunakan berada dalam Kota Bogor yaitu pos hujan Katulampa dengan pertimbangan pemilihan karena data curah hujan untuk pos tersebut tersedia dalam kurun waktu 2001 – 2010. Data pos hujan kawasan pada pos tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Data Hujan Kawasan Kota Bogor Tahun 2001-2010

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nop	Des
2001	90	99	35	58	76	43	57	8	63	78	86	85
2002	81	72	34	82	50	71	52	24	54	71	8	82
2003	60	92	64	129	64	42	4	12	86	81	116	70
2004	96	59	52	55	109	0	40	25	68	44	91	88
2005	54	63	81	92	64	84	41	39	41	41	45	39
2006	65	71	25	42	55	31	41	6	45	56	62	61
2007	88	79	37	89	54	77	57	26	59	77	9	89
2008	92	67	59	75	41	61	16	21	104	115	166	100
2009	78	45	69	59	78	37	112	41	92	54	80	81
2010	68	76	100	85	51	66	77	145	49	49	52	47

Pada Gambar 14 menunjukkan arah aliran saluran irigasi sekunder ciereng menuju kolam retensi yang direkomendasikan.



Gambar 14. Skema aliran sistem kolam retensi rekomendasi

3.4.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Data curah hujan harian maksimum dalam setahun yang dinyatakan dalam

mm/hari, untuk stasion/pos curah hujan yang terdekat dengan lokasi sistem drainase, jumlah data curah hujan paling sedikit dalam jangka waktu 10 tahun berturut-turut.

a) Menentukan curah hujan harian maksimum

Berikut adalah tabel data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun (2001 s/d 2010) yang diperoleh di Pos Curah Hujan Katulampa. Diasumsikan stasion/pos curah hujan tersebut sebagai stasion curah hujan yang terdekat dengan lokasi perencanaan sistem drainase.

Tabel 4. Rerata data curah hujan harian maksimum (CHHM_{aks})

Tahun	CHHM _{aks} (mm/ hari)
2001	78
2002	68
2003	82
2004	73
2005	68
2006	56
2007	74
2008	92
2009	83
2010	87

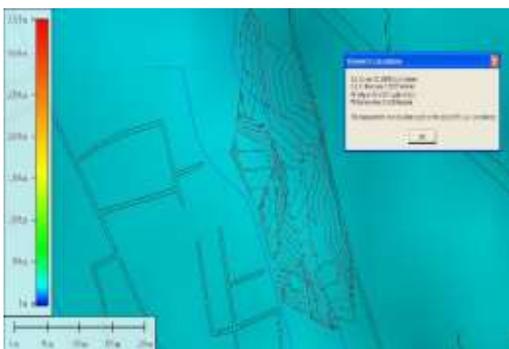
b) Menentukan kala ulang

Karakteristik hujan menunjukkan bahwa hujan yang besar tertentu mempunyai kala ulang tertentu, kala ulang rencana untuk saluran mengikuti standar yang berlaku seperti tabel berikut:

Tabel 5. Kala ulang berdasarkan topologi kota dan luas daerah pengaliran

Tipologi	Catchment Area (Ha)			
	<10	10-100	100-500	>500
Kota Metropolitan	2 tahun	2-5 tahun	5-10 tahun	10-25 tahun
Kota Besar	2 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun	5-20 tahun
Kota Sedang kecil	2 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun	5-10 tahun

Dari Tabel 5 di atas untuk daerah Kali Bulu dan sekitarnya dengan luas *catchment area* seluas 0,2557 Ha (dibulatkan menjadi 0,3 Ha) didapatkan kala ulang rencana 2 tahunan.



Gambar 15. *Catchment area* kolom retensi

c) Analisis hujan rencana

Dengan menggunakan data curah hujan maksimum selama 10 tahun yang terdapat pada Tabel 4, analisa frekuensi hujan dengan menggunakan metode Gumbel.

- 1) Merangking data curah hujan harian maksimum yang didapat dari tabel 4

Tabel 6. Merangking data curah hujan harian maksimum

Tahun	CHH _{max} (Ri)
1	92
2	87
3	83
4	82
5	78
6	74
7	73
8	68
9	68
10	56
Rerata =	76,1

- 1) Menghitung nilai presentase (%) :

$$P = \frac{X_1 \times 100}{X_{total} + 1} = \frac{1 \times 100}{10 + 1} = 9,1\%$$

- 2) Menentukan nilai hujan rata-rata : $R_{rt} =$

$$\frac{R_{total}}{X_{total}} = \frac{761}{10} = 76,1$$

- 3) Menentukan selisih curah hujan maksimum terhadap hujan rata-rata:

$$(R_1 - R_{rt})^2 = (92 - 76,1)^2 = 252,81$$

4) Sehingga secara tebelaris dengan mengikuti langkah nomor 2), 3), dan 4) untuk berikutnya didapatkan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 7. Perhitungan Metode Gumbel

No. Urut	CHH _{tab} (R _i)	P(%)	R _i - R _{rt}	(R _i - R _{rt}) ²
1	92	9,1	15,9	252,81
2	87	18,2	10,9	118,81
3	83	27,3	6,9	47,61
4	82	36,4	5,9	34,81
5	78	45,5	1,9	3,61
6	74	54,5	-2,1	4,41
7	73	63,6	-3,1	9,61
8	68	72,7	-8,1	65,61
9	68	81,8	-8,1	65,61
10	56	90,9	-20,1	404,01
Rerata =	76,1			1006,9

1) Menentukan standar deviasi:

$$\begin{aligned}
 S_x &= \sqrt{\frac{\sum(R_i - R_{rt})^2}{n - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{1006,9}{10 - 1}} \\
 &= 111,88
 \end{aligned}$$

2) Menentukan nilai Y_n dan S_n yang tergantung pada n (lihat Tabel 8)

Tabel 8. Data Nilai Y_n dan S_n yang Tergantung Pada n

n	Y _n	S _n
10	0.4592	0.9496
11	0.4996	0.9676
12	0.5053	0.9933
13	0.5070	0.9971
14	0.5100	1.0095
15	0.5128	1.0206
16	0.5157	1.0316
17	0.5181	1.0411
18	0.5202	1.0493
19	0.5220	1.0565
20	0.5236	1.0628
21	0.5252	1.0696
22	0.5268	1.0754
23	0.5283	1.0811
24	0.5296	1.0864
25	0.5309	1.0915
26	0.5320	1.1961
27	0.5332	1.1004
28	0.5343	1.1047
29	0.5353	1.1086
30	0.5362	1.1124
31	0.5371	1.1159
32	0.5380	1.1193
33	0.5388	1.1226
34	0.5396	1.1255
35	0.5402	1.1285
36	0.5410	1.1313
37	0.5418	1.1339
38	0.5424	1.1363
39	0.5430	1.1388
40	0.5436	1.1413
41	0.5442	1.1436
42	0.5448	1.1458
43	0.5453	1.1480
44	0.5458	1.1499
45	0.5463	1.1519
46	0.5468	1.1538
47	0.5473	1.1557
48	0.5477	1.1574
49	0.5481	1.1590
50	0.5485	1.1607
51	0.5489	1.1623
52	0.5493	1.1638
53	0.5497	1.1658
54	0.5501	1.1667
55	0.5504	1.1681

N = 10, → Y_n = 0.4592

N = 10, → S_n = 0.9496

- 2) Menentukan variasi fungsi kala ulang Y_t (lihat tabel 9)

Tabel 9. Data Variasi Fungsi Kala Ulang

T (tahun)	Y_t
2	0.3665
5	1.4999
10	2.2502
25	3.1985
50	3.9019
100	4.6001

Variasi fungsi kalaulang 2 Thn \rightarrow

$$Y_t = 0,3665$$

- 3) Menentukan hujan rencana kala ulang

$$K_t = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{0,3665 - 0,4592}{0,9496} = -0,097$$

$$R_t = R_{rt} + (K_t \times S_x)$$

$$R_{2thn} = 76,1 + (-0,097 \times 111,88) = 65,2 \text{ mm}$$

- 4) Sehingga secara tabelaris dengan mengikuti langkah nomor 8) dan 9) untuk data berikutnya didapatkan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 10. Menentukan Hujan Rencana Kala Ulang (Rt) Metode Gumbel

Kala Ulang (Tahun)	Y_t	K_t	R_t
			(mm)
2	0,3665	-0,098	65,2
5	1,4999	1,096	198,7
10	2,2502	1,886	287,1
25	3,1985	2,885	398,8
50	3,9019	3,625	481,7
100	4,6001	4,361	564,0

- 1) Menentukan intensitas hujan

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

$$I_t = \frac{R_1}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

Dimana:

R_1 = hujan rencana untuk berbagai kala ulang (mm)

t = waktu konsentrasi (jam), untuk satuan dalam menit. Ubah satuan waktu dari menit menjadi jam. Contoh durasi selama 5 menit menjadi durasi selama 5/60 atau selama 0,833 jam.

I_t = intensitas hujan untuk berbagai kala ulang (mm/jam)

Dengan interval 2 tahun diperoleh hujan untuk berbagai kala ulang sebesar 76,1 mm/hari (lihat Tabel 10, maka untuk waktu t = 10 menit didapatkan intensitas hujan sebesar :

$$I_t = \frac{R_1}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$I_1 = \frac{76,1}{24} \times \left(\frac{24}{10/60}\right)^{2/3}$$

$$I_1 = 3,17 \times (144)^{2/3} = 88,54 \text{ mm/jam}$$

Sehingga tabel dengan mengikuti langkah nomor 11) untuk waktu berikutnya didapatkan hasilnya sebagai berikut:

3.4.3 Analisis Debit Banjir

Analisa debit banjir saluran drainase hujan periode ulang 2 tahunan pada dengan data perencanaan sebagai berikut:

- Luas *catchment area* (A) = 0,3 Ha = 0,003 km²
- Koefisien pengaliran (C) = 0,57 (nilai rerata pada zone 13)
- Waktu awal (t₀) = 10 menit
- Panjang saluran (L) = 1370 m
- Kecepatan rata-rata = 1,5 m/det
- Hujan rencana kala ulang 10 tahunan (R) = 287,1 mm/ hari (lihat Tabel 10)

1) Waktu pengaliran sepanjang saluran:

$$t_d = \frac{L}{60V} = \frac{1370}{60 \times 1,5} = 15,2 \text{ menit}$$

2) Waktu konsentrasi:

$$t_c = t_0 + t_d = 10 + 15,2 = 25,2 \text{ menit}$$

3) Koefisien penyimpangan

$$C_1 = \frac{2t_c}{2t_c + t_d} = \frac{2 \times 25,2}{(2 \times 25,2) + 15,2} = 0,768$$

4) Intensitas hujan

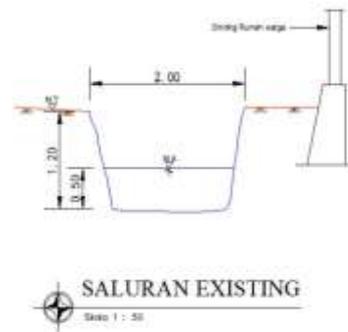
$$I_1 = \frac{R_t}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$I_1 = \frac{287,1}{24} \times \left(\frac{24}{25,2/60}\right)^{2/3} = 11,9625 \times (57,14)^{0,67} = 179,88 \text{ mm/jam}$$

5) Debit air yang masuk:

$$Q_n = 0,278 \cdot C \times C_1 \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,57 \times 0,768 \times 179,88 \times 0,003 = 0,07 \text{ m}^3/\text{det}$$



Gambar 16. Potongan saluran inlet eksisting

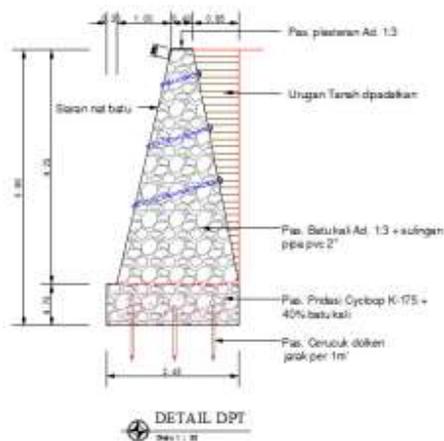
3.5 Desain Teknis

Dinding penahan tanah gravitasi umumnya di buat dari pasangan batu. Perencanaan dinding penahan dilakukan dengan metode coba-coba (*trial and error*) untuk memperoleh ukuran yang paling ekonomis. Prosedur perencanaan dilakukan berdasarkan analisa terhadap gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah tersebut.

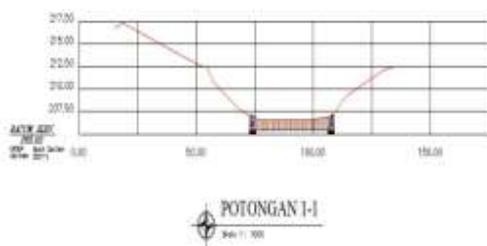
Dinding juga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tidak ada tegangan tarik pada tiap titik pada dinding untuk setiap kondisi pembebanan.



Gambar 17. Peta situasi saluran dengan kolam retensi



Gambar 18. Gambar dinding penahan tanah (DPT) kolam retensi



Gambar 19. Gambar potongan kolam retensi

4. Simpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil perhitungan hidrologi terhadap kondisi di wilayah rencana kolam retensi secara umum, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Nilai intensitas hujan menggunakan intensitas hujan metode Gumbel-Mononobe karena mendekati nilai intensitas sebenarnya.
- 2) Untuk perencanaan banjir rencana kawasan diperkotaan menggunakan banjir rencana 2 tahunan, dalam hal ini intensitas hujan yang di gunakan dengan periode ulang 2 tahun.
- 3) Dengan interval 2 tahun diperoleh hujan untuk berbagai kala ulang sebesar 65,2 mm/hari (lihat Tabel 10), maka untuk waktu $t = 10$ menit didapatkan intensitas hujan sebesar 75,88 mm/jam.
- 4) Dengan *catchment area* adalah 0,3 Ha didapat debit air yang masuk ke kolam retensi sebesar 0,07 m³/det.
- 5) Dimensi DPT Rencana adalah tinggi 5 m dan lebar tapak 2,45 m (lihat Gambar 18) dengan komposisi material yang digunakan adalah pasangan batu kali, *cycloop* dan cerucuk.
- 6) Kapasitas kolam retensi yang direncanakan adalah 41225 m³ (lihat

Gambar 17) dibandingkan dengan debit air yang konstan masuk maka kolam retensi akan penuh dalam waktu 163,6 jam setara 6,82 hari.

Dari beberapa kesimpulan diatas dapat diambil saran atau rekomendasi sebagai pertimbangan dalam pemilihan lokasi yang tepat yaitu:

- 1) Berdasarkan hasil survei lapangan, kondisi topografi kolam penampungan yang direkomendasikan memiliki eksisting komb (mangkuk) kapasitas tampungan yang baik.
- 2) Dari informasi masyarakat setempat dilokasi, lokasi kolam retensi Kelurahan Kedung Waringin Kecamatan Tanah Sareal merupakan areal lahan milik Masyarakat, sehingga diperlukan penanganan lebih lanjut terutama pembebasan lahan dan penyediaan anggaran oleh Pemda Kota Bogor.

5. Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya. 2010. *Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi dan Polder*, Jakarta
- H. A. Halim Hamsar. 2011. *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press.

Subarkah, Imam. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Penerbit Idea Dharma, (Cetakan Kedua), Bandung.

Suripin.2003. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Sutanto. 1987. *Pedoman Drainase Jalan Raya*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.