

Sistem Drainase Tertutup Untuk Pencegahan Banjir Di Wilayah Perkotaan Kabupaten Pinrang

Ritnawati Makbul¹, St. Nurfadilah Ruslan²

Universitas Fajar¹

Dinas PUPR Kabupaten Pinrang²

Email : ritnawati79@gmail.com

ABSTRAK

Sistem saluran drainase di wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang merupakan sistem saluran drainase terbuka. Tata guna lahan sekitar lokasi drainase tersebut merupakan lahan permukiman yang berpotensi terjadi genangan di sekitar saluran jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sistem drainase tertutup untuk pencegahan banjir di wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang. Metode yang digunakan yaitu dengan analisis data meliputi analisis hidrologi, menghitung penampang saluran sesuai debit rencana, evaluasi saluran drainase terhadap debit rencana, dan perencanaan saluran drainase tertutup; dan mendesain model drainase tertutup. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa dengan debit rencana berkisar antara 0,35 – 0,80 m³/detik, maka penampang lingkaran pada sistem saluran tertutup dianggap mampu mengalirkan debit limpasan pada zona I dengan luas sebesar 632,433983 Ha, panjang saluran drainase total pada zona I ini sebesar 119,978 km. Genangan air di wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang terjadi pada saat hujan turun di beberapa titik. Dari hasil pengamatan, genangan yang terjadi jika hujan turun selama lebih dari 1 jam dan adanya pembangunan drainase yang menggunakan penutup pada saluran sehingga aliran air tidak lancar menuju saluran drainase. Selain itu, genangan disebabkan karena elevasi tanah yang rendah sehingga aliran air menuju ke Kawasan tersebut, secara fisik wilayah Kabupaten Pinrang merupakan wilayah pegunungan, datar, dan pesisir. Sistem drainase tertutup dapat digunakan sebagai alternatif pencegahan banjir dengan menggunakan penampang lingkaran, selain itu drainase tertutup dapat memanfaatkan ruang bagian atasnya sebagai bagian dari fasilitas pelayanan dan dari segi estetika dan segi keindahan kota, drainase tertutup terletak dibawah jalan sehingga tampilan kota tidak semrawut.

Kata Kunci : *genangan, limpasan air hujan, pencegahan banjir, sistem drainase tertutup*

ABSTRACT

The drainage system in the urban area of Pinrang Regency is an open drainage system. The land use around the drainage location is residential land that has the potential for inundation around the canal if there is high intensity rain. The purpose of this study was to identify a closed drainage system for flood prevention in the urban area of Pinrang Regency. The method used is data analysis including hydrological analysis, calculating the cross section of the channel according to the planned discharge, evaluating the drainage channel against the planned discharge, and planning closed drainage channels; and designing closed drainage models. From the results of the study it was concluded that with a planned discharge ranging from 0.35 to 0.80 m³ / second, the circular cross section in the closed channel system is considered capable of flowing runoff discharge in zone I with an area of 632.433983 Ha, the total length of the drainage channel in the zone. I is 119.978 km. Stagnant water in the urban area of Pinrang Regency occurs when it rains at several points. From the observations, puddles that occur if it rains for more than 1 hour and there is a drainage construction that uses a cover on the channel so that the water flow does not smoothly go to the drainage channel. In addition, inundation is caused by the low land elevation so that the water flow to the area, physically Pinrang Regency is a mountainous, flat and coastal area. A closed drainage system can be used as an alternative to flood prevention by using a circular cross section, besides closed drainage can take advantage of the upper space as part of service facilities and in terms of aesthetics and city beauty, closed drainage is located underneath the road so that the appearance of the city is not chaotic.

Keywords: inundation, rainwater runoff, flood prevention, closed drainage system.

PENDAHULUAN

Sistem saluran drainase di wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang merupakan sistem saluran drainase terbuka. Tata guna lahan sekitar lokasi drainase tersebut merupakan lahan permukiman yang berpotensi terjadi genangan di sekitar saluran jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Hal ini disebabkan kondisi topografi Kota Pinrang, secara umum kondisi alam wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang adalah daerah landai, berbukit dan datar. Di bagian Barat wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang dialiri oleh sungai yakni Sungai Ulutedong. Alur jaringan drainase di Kota Pinrang mengikuti ketinggian (kontur) dan mengikuti pola jaringan jalan kota yang ada, dimana sistem pembuangan air hujan yang masih menjadi satu dengan sistem pembuangan air kotor. Sistem drainase campur ini mengakibatkan terjadinya pengendapan sampah yang menghambat laju aliran air, sehingga sering terjadi penggenangan di saluran dan menyebabkan bau dan tumpukan sampah. Pada bagian lain, kondisi jalan yang relatif tinggi terhadap permukiman penduduk menjadikan saluran drainase jalan hanya dapat dimanfaatkan sebagai saluran penampung limpasan air hujan dari badan jalan, sedangkan saluran pembuangan dari permukiman melalui saluran yang dibuat sendiri dan dialirkan ke saluran drainase yang ada.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sistem drainase tertutup untuk pencegahan banjir di wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang tepatnya di Zona 1 Sistem Drainase wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang Provinsi Sulawesi Selatan. Analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif dan kualitatif, dengan langkah-langkah pengerjaan studi secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan dilakukan dilapangan meliputi peninjauan langsung dilapangan. Peninjauan langsung dilapangan dilakukan dengan melakukan survei daerah studi/lahan dan potensinya, observasi, melakukan wawancara dengan beberapa warga yang tinggal didaerah dimana titik-titik perencanaan sistem pembuangan air tersebut, dan mengambil gambar dokumentasi penelitian;
2. Obyek penelitian adalah sistem drainase kawasan perkotaan Kabupaten yang terdiri dari 2 (dua) Kecamatan yaitu sebagian Kecamatan Watang Sawitto dan sebagian Kecamatan Paleteang. Pengumpulan data sekunder terdiri dari data curah hujan selama 10 tahun dari

tahun 2006 sampai dengan tahun 2018; peta kontur, RTRW Kabupaten Pinrang, RDTR Wilayah Perkotaan Kabupaten Pinrang, dan peta jaringan jalan;

3. Analisis data meliputi analisis hidrologi, menghitung penampang saluran sesuai debit rencana, evaluasi saluran drainase terhadap debit rencana, dan perencanaan saluran drainase tertutup; Data curah hujan dalam penelitian ini digunakan untuk mendapatkan perhitungan debit banjir rancangan dengan menggunakan model hujan – limpasan. Hal ini disebabkan pada wilayah penelitian belum tersedia data debit. Dalam Analisa hujan rancangan, data yang dibutuhkan adalah data hujan harian maksimum tahunan. Data curah hujan dikumpulkan dari 4 stasiun curah hujan yaitu stasiun Tiroang, Leppangang, Awang – Awang, dan Lanrisang.

a. Debit Banjir Rencana.

Untuk menghitung debit rencana, digunakan rumus rasional yang telah dimodifikasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- Q = Besarnya debit pengaliran (m³/detik)
- C = koefisien pengaliran
- I = Intensitas hujan untuk konstanta dalam mm/jam, diambil dari grafik intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas catchment area (ha)

Untuk menghitung koefisien pengaliran suatu daerah yang koefisien pengaliran suatu daerah aliran yang tata guna lahan (*land use*) tidak sama (*non uniform*), maka koefisien pengalirannya dihitung sebagai berikut :

$$C_i = \frac{A_1 \cdot C_1 + A_2 \cdot C_2 + \dots + A_n \cdot C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- C₁, C₂, C_n = Koefisien pengaliran untuk setiap sub catchment area.
- A₁, A₂, C_n = Sub area dengan karakteristik permukaan tanah yang sama.

b. Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran (titik kontrol). Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap

bagian daerah aliran secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol. Salah satu formula yang dikembangkan oleh Kirpich, 1940 (Suripin, 2014) yaitu :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- T_c = waktu konsentrasi (jam)
- L = Panjang saluran dari hulu sampai titik control (km)
- S = kemiringan rata – rata saluran

c. Koefisien Limpasan (*run Off*).

Menurut Triatmojo, B. (2016), limpasan adalah air yang mencapai sungai tanpa mencapai permukaan air tanah, merupakan curah hujan yang dikurangi dengan besarnya infiltrasi, air yang tertahan dan besarnya genangan. Limpasan permukaan merupakan bagian yang penting dari puncak banjir. Faktor–faktor yang mempengaruhi limpasan adalah :

- 1) Faktor meteorologi yang meliputi intensitas curah hujan, durasi hujan dan distribusi curah hujan.
- 2) Karakteristik daerah aliran yang meliputi luas dan bentuk daerah aliran, topografi dan tata guna lahan.

Koefisien pengaliran diperoleh dari hasil perbandingan antar jumlah hujan yang jatuh dengan yang mengalir sebagai limpasan pada permukaan tanah tertentu. Nilai koefisien limpasan berdasarkan penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 5.

d. Kapasitas Saluran.

Untuk menghitung besarnya dimensi saluran yang diperlukan, metode yang biasa digunakan adalah metode kombinasi dari rumus rasional untuk menghitung debit banjirnya dan rumus Manning untuk menghitung kapasitas salurannya. Data untuk perencanaan disesuaikan dengan kondisi lapangan dan data yang tersedia. Rumus perhitungan kapasitas saluran drainase dari Manning adalah sebagai berikut :

$$Q_{max} = A \times V \dots\dots\dots(4)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(5)$$

- Dimana :
- Q_{max} = debit rencana ($m^3/detik$)
- V = kecepatan pengaliran ($m/detik$)
- A = luas penampang basah (m^2)
- R = radius hidrolis (m) = A/P
- P = Keliling basah (m)
- n = Koefisien manning yang nilainya tergantung dari material saluran

S = Kemiringan dasar saluran

Tabel 1. Nilai Koefisien Limpasan Berdasarkan Penggunaan Lahan (Suripin, 2002)

Penggunaan Lahan	Nilai C
Hutan lahan kering sekunder	0,03
Semak Belukar	0,07
Hutan tanaman industry	0,05
Hutan rawa sekunder	0,15
Perkebunan	0,40
Pertanian lahan kering ladang	0,10
Pertanian lahan kering campuran	0,10
Permukiman	0,60
Sawah	0,15
Tambak	0,05
Lahan terbuka	0,20
Tubuh air/perairan	0,05

Angka kekasaran Manning meliputi bahan saluran yang dipergunakan sebagaimana dalam Tabel 6 dibawah ini :

Tabel 2. Angka Kekasaran Manning (Triatmodjo, 1995)

Bahan Saluran	Angka Manning (n)		
	Minimum	Normal	Maksimum
Semen	0,01	0,012	0,015
Beton	0,01	0,013	0,017
Kayu	0,015	0,017	0,02
Ubin	0,011	0,013	0,017
Pasangan batu	0,017	0,025	0,03
Bata	0,012	0,013	0,015
Tanah berumput pendek	0,025	0,03	0,035
Belukar	0,035	0,05	0,07

4. Membuat desain model drainase tertutup.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Saluran Drainase Eksisting Kota Pinrang

Sistem drainase wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang yang ada saat ini terdiri dari sistem primer, sekunder dan tersier. Sistem drainase primer yaitu saluran- saluran pembuang irigasi dan sungai-sungai yang ada di sekeliling kota tersebut sebagai badan penerima air dari sistem drainase sekunder. Sistem drainase sekunder adalah badan penerima air dari saluran-saluran tersier. Sistem drainase tersier adalah saluran-saluran yang berasal dari kawasan pemukiman/perumahan dan lain-lain.

Hasil inventarisasi terhadap sistem jaringan drainase wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang memberikan gambaran bahwa belum semua jalan memiliki saluran. Sedangkan jalan kota yang sudah

dilengkapi dengan saluran masih ada yang belum permanen (saluran tanah), tidak mempunyai pembuangan akhir, dipenuhi sampah atau tertimbun tanah. Kondisi jaringan jalan di Kota Pinrang belum dilengkapi dengan jaringan drainase yang cukup memadai, khususnya pada jalan provinsi dan jalan-jalan lain yang kondisi jaringan drainasenya terputus.

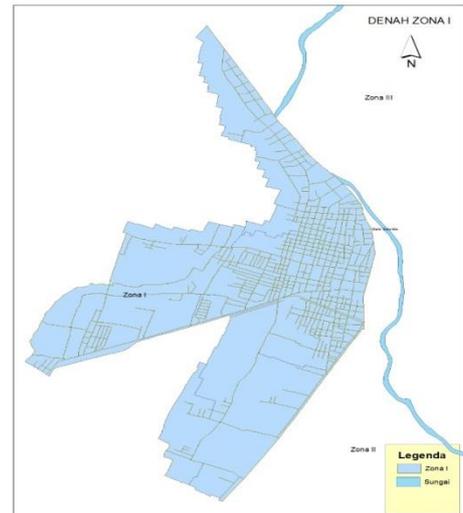
Drainase berfungsi mengalirkan air buangan khususnya di musim hujan dan limbah rumah tangga serta industri ke pembuangan akhir. Jaringan drainase yang memadai dapat berdampak pada sanitasi lingkungan sehingga banyak yang dapat teratasi melalui kegiatan preventif. Masterplan Drainase Kota Pinrang (2010) membagi wilayah penanganan drainase menjadi 3 zona berdasarkan wilayah penanganan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 3. Luas Kelurahan dalam wilayah Perkotaan Kabupaten Pinrang dibagi menurut Zona Sistem Drainase

Kecamatan	Kelurahan	Luas Wilayah Zona I (Ha)
Paleteang	Benteng Sawitto	
	Lelang Bata	
	Maccinnae	41,8623
	Paccongang	87,2749
	Temmassarangge	
Watang Sawitto	Bentengnge	
	Jaya	68,8315
	Maccorawalie	137,0975
	Penrang	94,6078
	Salo	202,7597
	Sawitto	
Jumlah		632,4339

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2020

Luas wilayah sistem drainase juga dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Zona I Sistem Drainase

Berdasarkan hasil perhitungan debit limpasan lokasi penelitian terhadap sistem drainase pada sub bab B dan sub bab C diatas, perubahan tata guna lahan dan pengaruh pola penggunaan lahan terhadap banjir serta sistem drainase eksisting berupa sistem drainase terbuka, maka dirancang model sistem drainase tertutup untuk penanganan banjir dalam wilayah perkotaan Kabupaten Pinrang.

Hierarki jaringan saluran drainase perkotaan Pinrang belum memenuhi persyaratan yakni saluran drainase perkotaan yang melayani daerah permukiman tersebut dan dialirkan pada saluran tersier, yang selanjutnya diarahkan ke saluran sekunder dan berakhir ke saluran primer. Namun hierarki jaringan saluran drainase tersebut tidak berfungsi dengan baik dan optimal. Hal ini mengakibatkan terjadinya genangan disekitar saluran dan lahan kosong yang memiliki permukaan yang rendah dari jalan. Genangan terjadi pada saat turun hujan dalam waktu relatif lama (+ 5 jam) dan terus menerus dengan tinggi genangan relatif dalam antara 20 cm s/d 50 cm di atas permukaan jalan. Terjadinya genangan itu sering disebabkan antara lain :

- 1) Kondisi topografi di tengah kawasan perkotaan yang datar sehingga kemiringan dasar saluran sangat landai yang mengakibatkan laju aliran sangat lambat menuju muara sungai/kali;
- 2) Lokasi genangan ini merupakan daerah rendah atau termasuk sempadan sungai, sehingga pada saat hujan turun tidak dapat mengalir menuju saluran pembuang;
- 3) Ada beberapa kondisi dimensi saluran drainase yang kurang besar jika dibandingkan hampasan permukaan yang masuk ke dalam saluran tersebut;
- 4) Penyumbatan saluran drainase akibat sampah yang terbuang ke dalam saluran dan endapan pasir akibat penataan saluran yang kurang baik dan terputusnya beberapa jaringan drainase;

- 5) Banyak kondisi jaringan drainase yang terputus akibat tidak dilengkapi bangunan pelimpas drainase (gorong-gorong), sehingga hierarki saluran jaringan drainase tidak berfungsi dengan baik.

Dengan semakin pesatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan kota Pinrang maka model sistem drainase tertutup menjadi solusi untuk mencegah terjadinya genangan dan banjir. Hal tersebut berdasarkan hasil analisa perbandingan debit limpasan sebagaimana pada Tabel 3 dan 4 dibawah ini:

Tabel 4. Penentuan Debit Saluran Dengan Sistem Saluran Terbuka

No	Zona	ID	Nama Jalan	Panjang Saluran (km)	Kecapatan V (m/d)	Luas Basah (A)	Q buka	Q Rencana
1	I	SS I-3	Jl Dr Wahidin	5,84	0,9626	0,825	1,73	1,10

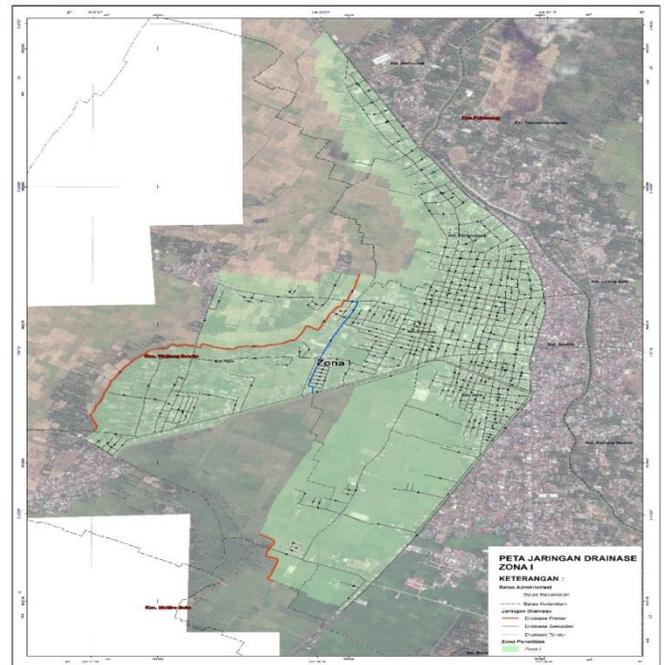
Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2020

Tabel 5. Penentuan Debit Saluran Dengan Sistem Saluran Tertutup

No	Zona	ID	Nama Jalan	Panjang Saluran (km)	Kecapatan V (m/d)	Luas Basah (A)	Q Tutup	Q Rencana
1	I	SS I-3	Jl Dr Wahidin	5,84	0,9626	0,628	1,31	1,10

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 diatas menunjukkan perbandingan debit limpasan yang dapat dilalui oleh saluran terbuka dan saluran tertutup berupa penampang lingkaran. Penampang lingkaran dipilih oleh karena bisa mengalirkan debit aliran dengan lebih cepat sebab sedimen yang biasanya ada pada saluran terbuka, tidak lagi mengendap pada dasar saluran. Selain itu, penampang lingkaran dianggap

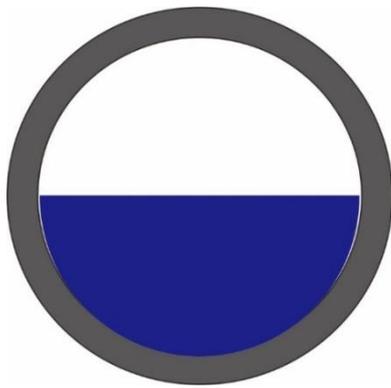
Pada zona I, terdapat 5 (lima) ruas yang dirancang menggunakan sistem drainase tertutup yang akan dihubungkan dengan saluran primer sebagaimana pada Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Denah Perancangan Sistem Drainase Tertutup Zona I

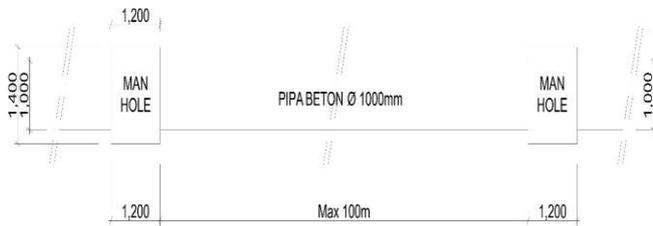
Berdasarkan Gambar 2 diatas menunjukkan saluran tertutup dengan panjang saluran 25,86 meter. Sistem drainase tertutup pada zona I ini dirancang untuk mengalirkan debit sebesar berkisar antara 0,63 m³/detik hingga 1,57 m³/detik. Dengan debit rencana berkisar antara 0,35 – 0,80 m³/detik, maka penampang lingkaran pada system saluran tertutup dianggap mampu mengalirkan debit limpasan pada zona I.

Berdasarkan Tabel 4, Gambar 1 dan Gambar 2 diatas memperlihatkan hasil debit yang dikeluarkan oleh masing – masing saluran, berupa saluran eksisting yaitu penampang trapesium, dan desain saluran rencana untuk sistem drainase tertutup berupa penampang lingkaran. Desain model sistem drainase tertutup dengan menggunakan penampang lingkaran, dengan menggunakan bak kontrol (*manhole*) disetiap jarak 100 meter. Diameter saluran yang digunakan pada penelitian ini bervariasi antara 80 cm hingga 100 cm dengan menggunakan bahan beton *precast*.

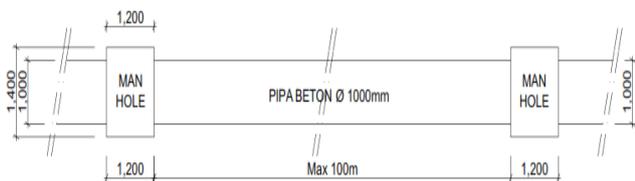


Gambar 3 Sketsa Penampang Saluran Drainase Tertutup

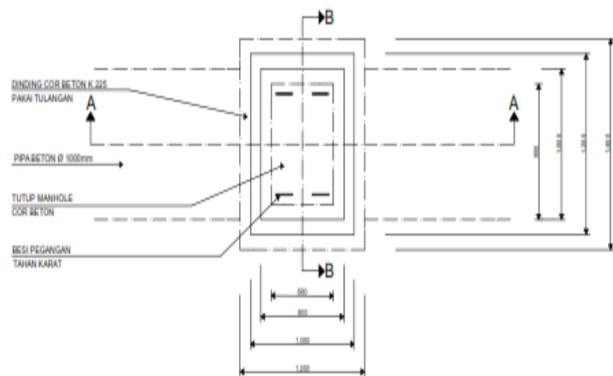
Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan denah perletakan saluran drainase tertutup dan posisi bak kontrol dengan jarak 100 meter.



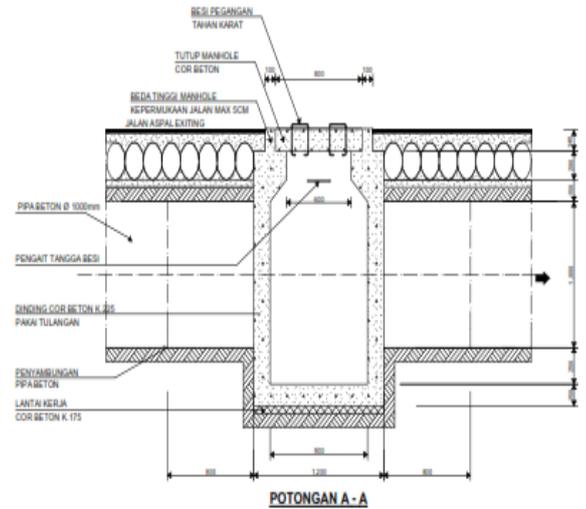
Gambar 4. Denah Perletakan Sistem Saluran Tertutup dan Jarak Bak Kontrol



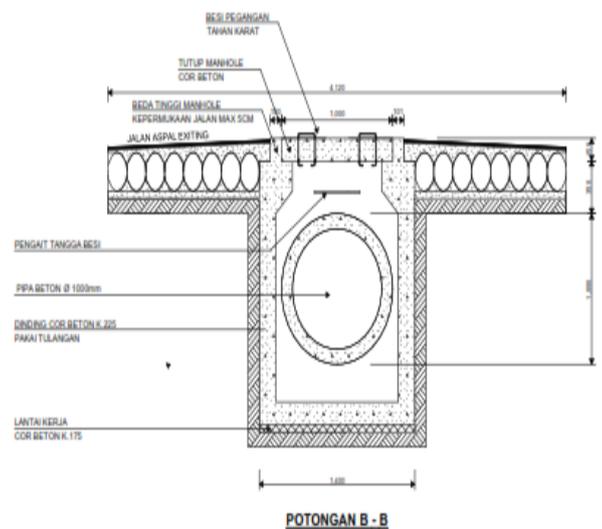
Gambar 5. Rencana Perletakan Bak Kontrol (*Manhole*)



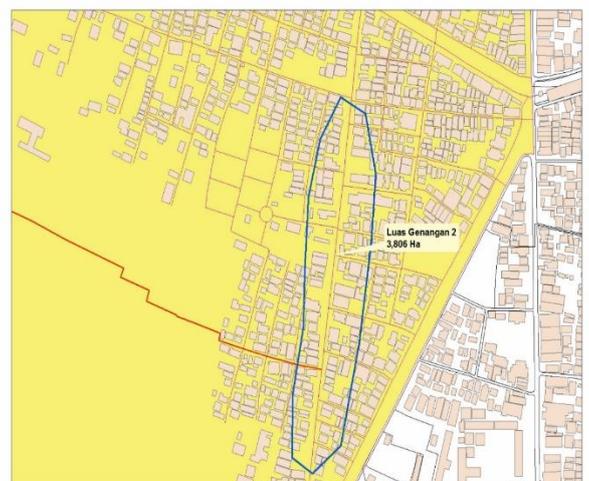
Gambar 6. Denah Bak Kontrol (*Manhole*)



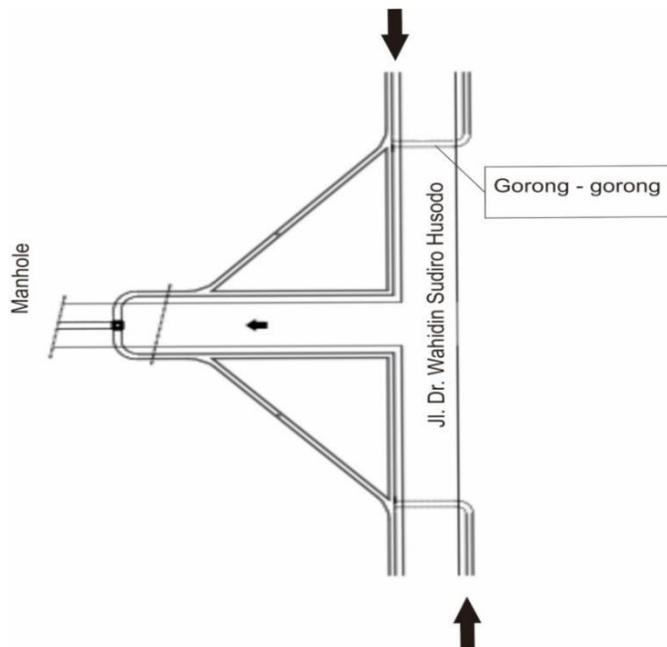
Gambar 7. Potongan A - A Bak Kontrol (*Manhole*)



Gambar 8. Potongan B - B Bak Kontrol (*Manhole*)



Gambar 9. Denah Titik Genangan pada Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo



Gambar 10. Skema Jaringan Drainase Rancangan

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 1 diatas menunjukkan bahwa Zona I, dengan debit rencana berkisar antara 0,35 – 0,80 m³/detik, maka penampang lingkaran pada system saluran tertutup dianggap mampu mengalirkan debit limpasan pada zona I dengan luas sebesar 632,433983 Ha, panjang saluran drainase total pada zona I ini sebesar 119,978 km. Genangan air di Kawasan kota Pinrang terjadi pada saat hujan turun di beberapa titik. Dari hasil pengamatan, genangan yang terjadi jika hujan turun selama lebih dari 1 jam dan adanya pembangunan drainase yang menggunakan penutup pada saluran sehingga aliran air tidak lancar menuju saluran drainase. Selain itu, genangan disebabkan karena elevasi tanah yang rendah sehingga aliran air menuju ke Kawasan tersebut. Secara fisik wilayah Kabupaten Pinrang merupakan wilayah pegunungan, datar, dan pesisir. Sistem drainase tertutup dapat digunakan sebagai alternatif pencegahan banjir dengan menggunakan penampang lingkaran, selain itu drainase tertutup dapat memanfaatkan ruang bagian atasnya sebagai bagian dari fasilitas pelayanan dan dari segi estetika dan segi keindahan kota, drainase tertutup terletak dibawah jalan sehingga tampilan kota tidak semrawut.

KESIMPULAN

Dengan debit rencana berkisar antara 0,35 – 0,80 m³/detik, maka penampang lingkaran pada sistem saluran drainase tertutup dianggap mampu mengalirkan debit limpasan pada zona I dengan luas sebesar 632,433983 Ha, panjang saluran drainase total pada zona I ini sebesar 119,978 km. Genangan air di Kawasan kota Pinrang terjadi pada saat hujan turun di beberapa titik. Dari hasil

pengamatan, genangan yang terjadi jika hujan turun selama lebih dari 1 jam dan adanya pembangunan drainase yang menggunakan penutup pada saluran sehingga aliran air tidak lancar menuju saluran drainase. Selain itu, genangan disebabkan karena elevasi tanah yang rendah sehingga aliran air menuju ke Kawasan tersebut. Secara fisik wilayah Kabupaten Pinrang merupakan wilayah pegunungan, datar, dan pesisir. Sistem drainase tertutup dapat digunakan sebagai alternatif pencegahan banjir dengan menggunakan penampang lingkaran, selain itu drainase tertutup dapat memanfaatkan ruang bagian atasnya sebagai bagian dari fasilitas pelayanan dan dari segi estetika dan segi keindahan kota, drainase tertutup terletak dibawah jalan sehingga tampilan kota tidak semrawut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih dan penghargaan atas segala dukungan, bantuan, dan kerjasamanya yang baik selama ini kepada Dinas Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Kabupaten Pinrang yang telah memberi kesempatan kepada kami untuk melakukan kerjasama penelitian dalam mencari solusi dalam penanganan bencana banjir di Kota Pinrang yang merupakan bencana tahunan musim hujan. Semoga kerjasama kelembagaan yang telah terjalin selama ini semakin meningkat dan Saya mohon maaf yang setulus-tulusnya atas segala kekhilafan dan kekurangan yang terjadi, baik secara kedinasan maupun pribadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak. C., 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Erickson dkk, 2002
- Halim, Hamsar. (2002). Drainase Perkotaan. Universitas Islam Indonesia. Jakarta.
- Isrina Devi, I.A. (2013). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Sekunder dan Penanganan Banjir di Jl. Gatot Subroto Denpasar. Universitas Udayana. Bali
- Krissetyatno, F.Y. dan Budi, G.S. (2014). Pengendalian Banjir Kawasan Simpang Lima Semarang. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lubis, A.H. (2012). Analisis Intensitas Curah Hujan Maksimum Terhadap Kemampuan Drainase Perkotaan Studi Kasus Drainase Jalan Sisingamangaraja Kota Sibolga. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Lyna, O.M. (2007). Hubungan Antara Volume Tampung Dengan Debit Aliran Pada Hilir Storage Di Posisi Offline. Unika Soegijapranata. Semarang
- Masduki, H.S. (1990). Drainase Permukiman. Institut Teknologi Bandung (ITB). Bandung.

- Subarkah, Imam. (1980). Hidrologi untuk
Perencanaan Bangunan Air. Idea Dharma.
Bandung.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase yang
Berkelanjutan. Edisi Pertama. Andi.
Yogyakarta.
- Wesli. (2008). Drainase
Perkotaan. Edisi Pertama. Graha Ilmu.
Yogyakarta.