

PERENCANAAN DESAIN PINTU AIR OTOMATIS UPAYA MITIGASI BANJIR PADA DRAINASE KELURAHAN DAMAI BARU KOTA BALIKPAPAN

Ezra Hartato Pongtoluran¹, Fatmawati², Wahyu Yusuf Rio³

Prodi Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan^{1,2,3}

E-mail : ezra.hartato@poltekba.ac.id¹, fatmawati@poltekba.ac.id²,
wahyu.yusuf@poltekba.ac.id³

ABSTRAK

Kelurahan Damai Baru Kota Balikpapan merupakan kawasan yang sedang berkembang dengan pesat namun di tengah perkembangan ini, masih sering mengalami masalah banjir. Fenomena kejadian banjir saat ini tidak hanya terjadi pada saat musim hujan namun pada saat terjadi hujan dengan durasi 3 jam sudah dapat mengakibatkan genangan. Air hujan yang tidak terserap akan melimpas dan menggenangi bagian dataran permukiman yang relatif rendah, terlebih bila bertepatan dengan pengaruh pasang surut air laut yang malah menambah beban volume air dalam kawasan. Oleh sebab itu akan dilakukan perencanaan desain pintu air otomatis sebagai upaya mitigasi banjir pada saluran drainase. Dalam upaya meminimalisir volume aliran yang terdapat pada kawasan, bentuk analisis yang dilakukan dengan membuat pemetaan lokasi dan tata guna lahan, lalu pengukuran dimensi untuk mengetahui kapasitas saluran dalam menerima tampungan aliran limpasan dari kawasan. Apabila dimensi saat ini belum mampu menampung debit rencana maka dilakukan perubahan dimensi saluran. Berdasarkan data dimensi saluran tersebut, maka dapat dilakukan desain pintu air pada drainase untuk mencegah aliran masuk kedalam kawasan. Hasil penelitian menunjukkan saluran saat ini memiliki kapasitas yang kurang terhadap debit rencana yang akan masuk dalam saluran, besar komulatif debit rencana yang terjadi pada masing-masing saluran yaitu saluran kanan sebesar 8,211 m³/detik dan saluran kiri sebesar 8,507 m³/detik. Kemudian dilakukan penyesuaian dimensi terhadap debit banjir rencana dan didapatkan besar kapasitas tampungan saluran drainase pada rencana pembuatan pintu air yaitu saluran kanan memiliki kapasitas 8,346 m³/s dan saluran kiri memiliki kapasitas 8,634 m³/s. Desain kebutuhan pintu air disesuaikan pada dimensi saluran drainase yang dapat menampung debit rencana yaitu saluran kanan memiliki tinggi sebesar 1,35 m dan lebar sebesar 1,10 m dengan dimensi pintu klep tinggi 1,05 m dan lebar 0,94 m, sedangkan untuk saluran kiri memiliki tinggi sebesar 1,40 m dan lebar sebesar 1,10 m dengan dimensi pintu klep tinggi 1,10 m dan lebar 0,94 m.

Kata Kunci : Debit Aliran, Kapasitas drainasi, Pintu Air.

PENDAHULUAN

Kawasan jalan Beller Kecamatan Balikpapan Tengah Kelurahan Damai Baru Kota Balikpapan merupakan kawasan yang sedang berkembang dengan pesat namun di tengah perkembangan ini, masih sering

mengalami masalah banjir. Fenomena kejadian banjir saat ini tidak hanya terjadi pada saat musim hujan namun pada saat terjadi hujan dengan durasi 3 jam sudah dapat mengakibatkan genangan. Air hujan yang tidak terserap akan melimpas dan menggenangi bagian dataran permukiman yang relatif rendah,

terlebih bila bertepatan dengan pengaruh pasang surut air laut yang malah menambah beban volume air.

Pada data peta sebaran luasan titik banjir yang terjadi, hampir sepanjang jalan Beller mengalami banjir jika mengalami intensitas hujan yang tinggi ataupun pasang air laut. Kawasan ini juga merupakan bagian hilir yang lokasinya tidak terlalu jauh dari laut. Hal tersebut yang memungkinkan penyebab terjadinya banjir apabila air laut pasang maka di sepanjang ruas saluran tersebut mengalami peningkatan elevasi muka air dimana aliran yang harusnya dapat keluar ke laut malah terjebak akibat kondisi pasang air laut. Tidak hanya menggenangi pada sepanjang aliran sungai akan tetapi jika genangan semakin meninggi maka genangan akan meluas ke permukiman sekitar yang terhubung dengan saluran sekunder ke saluran primer atau saluran sekunder ke saluran tersier (Fitriansyah, 2021).

Dengan meninjau uraian di atas dan permasalahan yang terjadi maka tujuan dari penelitian ini antara lain: mengetahui besar debit rencana yang terjadi pada saluran drainase, mengetahui kapasitas tampungan saluran drainase pada lokasi rencana pembuatan pintu air, dan mengetahui ukuran dimensi dalam pembuatan pintu air pada setiap saluran drainase.

Berdasarkan pokok permasalahan, pada saluran drainase yang mengakibatkan terjadinya banjir yang disebabkan oleh volume limpasan aliran yang cukup besar dan faktor pasang surut maka dilakukan penelitian “Perencanaan Desain Pintu Air Otomatis Sebagai Upaya Mitigasi Banjir Pada Saluran Drainase Kelurahan Damai Baru Kota Balikpapan” guna mencegah masuknya air kedalam saluran drainase dan akan mencegah kemungkinan besar terjadinya luapan volume aliran tambahan dari luar kawasan.

TINJAUAN PUSTAKA

Debit Banjir

Menghitung debit limpasan yang masuk sebagai fungsi karakteristik luas lahan dapat menggunakan metode rasional. Pemakaian metode rasional sangat sederhana dan sering digunakan dalam perencanaan drainase perkotaan (Triatmodjo, 2008). Metode rasional didasarkan pada Persamaan berikut:

$$Q = C I A$$

Keterangan:

- Q = debit banjir maksimum (m³/s),
- C = koefisien limpasan,
- I = intensitas hujan (mm/jam),
- A = luas daerah tangkapan (km²).

Pada kondisi kawasan apabila terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien limpasan yang berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_{DTA} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$$

Keterangan:

- A_i = luas lahan dengan jenis penggunaan lahan i (km²),
- C_i = koefisien limpasan dengan jenis penggunaan lahan i,
- i = jumlah jenis penggunaan lahan

Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus Mononobe seperti berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

Keterangan:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R₂₄ = Curah hujan harian maksimum (mm) dengan periode ulang T – tahun
- t_c = Waktu turun/konsentrasi (jam)

Kapasitas Drainase

Kapasitas saluran dipengaruhi oleh dua faktor yaitu luas penampang dan kecepatan aliran. Kecepatan aliran ditentukan oleh kemiringan saluran, radius hidrolis (hasil bagi antara luas penampang dengan perimeter saluran) dan koefisien kekasaran saluran tersebut (Dirjen Bina Marga, 2021). Kapasitas setiap penampang dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$Q_c = V A$$

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

$$R = \frac{A}{P}$$

Keterangan:

- V = kecepatan aliran rata-rata (m/s),
- n = koefisien kekasaran saluran,
- A = luas penampang basah (m²),
- Q_c = debit aliran (m³/s),
- R = jari-jari hidrolis (m),
- S = kemiringan permukaan aliran,
- P = keliling basah saluran (m).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi studi kasus penelitian pada Kelurahan Damai Baru Kota Balikpapan (Gambar 1) dimana objek penelitian difokuskan pada saluran drainase yang terdapat pada kawasan tersebut.



Gambar 1. Lokasi Kawasan Kelurahan Damai Baru (Sumber: Bing Maps, 2023)

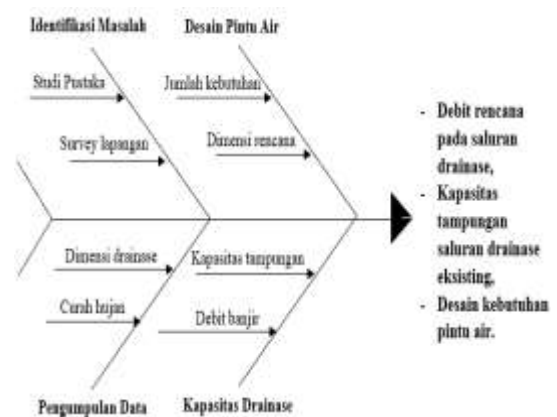
Bentuk rencana pemasangan pintu air pada salah satu saluran drainase seperti pada Gambar 2. Lokasi tersebut merupakan kawasan rawan banjir dimana ketika hujan dengan intensitas tinggi air pada kawasan tersebut memberikan limpasan aliran yang cukup besar, namun disaat yang bersamaan terjadi kenaikan muka air sehingga kondisi aliran pada kawasan tersebut tidak dapat keluar bahkan mengalami tambahan volume air pada kondisi pasang dari saluran utama yang menyebabkan kawasan tersebut menjadi banjir dengan cukup tinggi.



Gambar 2. Rencana pemasangan pintu air pada saluran drainase (Sumber: Bing Maps, 2023)

Tahapan Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat disajikan dalam diagram alir penelitian (*fishbone*) pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian (*Fishbone*) (Sumber: Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

Sasaran capaian data dalam tahapan penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Cakupan Analisis Mencapai Hasil Penelitian

No	Kegiatan	Metode	Hasil
1	Studi Pustaka	Pembacaan literatur	Permasalahan lokasi dan metode analisis
2	Pengumpulan Data	Survey lapangan dan kunjungan instansi terkait	Dimensi drainase Curah hujan Pasang surut
3	Pemetaan lokasi	Survey dan aplikasi ArcGis	Luas kawasan penggunaan lahan
4	Analisis data	Rasional	Debit rencana dan Kapasitas tampungan drainase
5	Desain pintu air	Aplikasi Autocad	Dimensi pintu air pada setiap lokasi rencana

(Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

HASIL PENELITIAN

Kawasan Daerah Pengaliran

Kawasan daerah pengaliran didapatkan melalui digitasi menggunakan aplikasi ArcGIS yang hasilnya berupa peta tata guna lahan pada lokasi penelitian seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Tata Guna Lahan (Sumber: Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

Berdasarkan peta tata guna lahan yang telah terbentuk, maka selanjutnya dapat ditentukan luas kawasan dan menghitung nilai koefisien pada kawasan berdasarkan nilai koefisien metode rasional (Suripin, 2004) yang hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas dan Koefisien Limpasan Kawasan

No	Uraian	Luas Kawasan (A) (km ²)	Koefisien Lahan (C)
Saluran Kanan			
1	Segmen 1	0,03492	0,66
2	Segmen 2	0,01471	0,63
3	Segmen 3	0,00550	0,78
4	Segmen 4	0,01971	0,82
Saluran Kiri			
1	Segmen 1	0,03410	0,54
2	Segmen 2	0,01756	0,66
3	Segmen 3	0,01774	0,74
4	Segmen 4	0,00973	0,69

(Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

Berdasarkan tabel koefisien limpasan diatas diketahui bahwa koefisien limpasan pada drainase saluran kanan segmen 4 memiliki koefisien limpasan yang paling besar yaitu 0,82 dikarenakan karakter permukaan lahan

yang cukup tebal dan padatnya pemukiman pada kawasan tersebut.

Intensitas Hujan

Besarnya nilai intensitas hujan tergantung dari waktu konsentrasi aliran yang terjadi dari awal aliran permukaan lahan hingga pada saluran akhir drainase yang ditinjau. Semakin lama waktu konsentrasi aliran, maka nilai intensitas hujan akan semakin kecil. Adapun nilai intensitas yang terjadi pada lokasi penelitian terbagi menjadi beberapa segmen seperti yang disajikan pada Tabel

Tabel 3. Intensitas Curah Hujan

No	Uraian	Curah Hujan Harian R ₂₄ (mm)	Waktu aliran tc (jam)	Intensitas Curah Hujan I (mm/jam)
Saluran Kanan				
1	Segmen 1	261,60	0,069	541,22
2	Segmen 2	261,60	0,068	542,81
3	Segmen 3	261,60	0,053	645,13
4	Segmen 4	261,60	0,064	565,99
Saluran Kiri				
1	Segmen 1	261,60	0,056	621,04
2	Segmen 2	261,60	0,057	615,29
3	Segmen 3	261,60	0,055	629,12
4	Segmen 4	261,60	0,064	567,73

(Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

Berdasarkan Tabel diatas didapatkan intensitas curah hujan pada masing – masing segmen saluran drainase yang diteliti pada kawasan Kelurahan Damai Baru. Intensitas curah hujan yang paling besar terdapat pada segmen 3 drainase saluran kanan yaitu 645,13 mm/jam dikarenakan waktu konsentrasi pada segmen tersebut paling cepat dalam mengalirkan limpasan air hujan.

Debit Rencana Saluran

Debit rencana pada lokasi penelitian ini menggunakan umur rencana dengan

intensitas kala ulang 25 tahun dimana hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Debit Rencana Saluran

Uraian	Koefisien Kawasaan C	Intensitas Hujan I (mm/jam)	Luas Kawasaan A (km ²)	Debit Rencana Q _r (m ³ /s)	Debit Kumulatif Q _f (m ³ /s)
Saluran Kanan					
Segmen 1	0,66	541,22	0,0349	3,4830	3,4830
Segmen 2	0,63	542,81	0,0147	1,4075	4,8906
Segmen 3	0,78	645,13	0,0055	0,7693	5,6598
Segmen 4	0,82	565,99	0,0197	2,5514	8,2112
Saluran Kiri					
Segmen 1	0,54	621,04	0,0341	3,1927	3,1927
Segmen 2	0,66	615,29	0,0176	1,9756	5,1683
Segmen 3	0,74	629,12	0,0177	2,2824	7,4508
Segmen 4	0,69	567,73	0,0097	1,0567	8,5074

(Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

Besarnya debit yang terjadi dikarenakan kawasan yang cukup padat dengan perkerasan dan waktu konsentrasi aliran yang cukup singkat.

Kapasitas Tampungan Saluran

Kapasitas suatu saluran dapat diketahui dari luasnya suatu penampang saluran dikalikan terhadap kecepatan aliran. Semakin besar nilai kapasitas tampungan aliran, dapat dikatakan saluran pada titik tersebut memiliki dimensi saluran yang cukup besar dengan kecepatan aliran yang lebih tinggi. Hasil kapasitas saluran pada setiap segmen lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 5. Kapasitas Tampungan Saluran

No	Uraian	Luas Penampang Saluran (m ²)	Kecepatan Aliran (m/s)	Kapasitas Saluran (m ³ /s)
Saluran Kanan				
1	Segmen	0,30	2,94	0,88

1				
2	Segmen 2	0,51	2,50	1,27
3	Segmen 3	0,31	3,31	1,03
4	Segmen 4	0,42	2,57	1,08
Saluran Kiri				
1	Segmen 1	0,61	5,15	3,14
2	Segmen 2	0,46	2,61	1,21
3	Segmen 3	0,60	2,65	1,59
4	Segmen 4	0,72	2,05	1,48

(Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

Setelah mendapatkan hasil debit rencana dan kapasitas saluran, selanjutnya dapat dilakukan perbandingan untuk mengetahui kemampuan saluran dalam menampung debit rencana seperti yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Kapasitas Saluran Terhadap Debit Rencana

N o.	Uraian	Kapasitas Saluran (m ³ /s)	Debit Rencana (m ³ /s)	Keterangan
Saluran Kanan				
1	Segmen 1	0,88	3,48	KOREK SI
2	Segmen 2	1,27	4,89	KOREK SI
3	Segmen 3	1,03	5,66	KOREK SI
4	Segmen 4	1,08	8,21	KOREK SI
Saluran Kiri				
1	Segmen 1	3,14	3,19	KOREK SI
2	Segmen 2	1,21	5,17	KOREK SI
3	Segmen 3	1,59	7,45	KOREK SI
4	Segmen 4	1,48	8,51	KOREK SI

(Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

Berdasarkan tabel perbandingan diatas, maka dapat dikatakan semua saluran saat ini belum mampu menampung debit rencana yang akan masuk kedalam saluran atau perlu dikoreksi kembali. Hal ini menyebabkan perlu dilakukannya perubahan dimensi

yang diharapkan nantinya mampu menampung debit rencana.

Rencana Dimensi Optimum Saluran

Dalam menentukan kapasitas saluran, dilakukan metode coba-coba (*trial and error*) terhadap rencana dimensi saluran dimana hasil kapasitas saluran tersebut diharapkan mampu menampung komulatif debit rencana yang akan terjadi. Hasil perencanaan dimensi saluran tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perencanaan Dimensi Saluran

No	Uraian	Dimensi Saluran			Jarak Pemampasan (m)	Jeri-jeri Hidroli (m)	Kapasitas Saluran (m ³ /s)	Kapasitas Saluran (m ³ /s)	Kapasitas Rencana	
		Tinggi (m)	Lebar (m)	Balok (m)					Aliran (m ³ /s)	Balok (m ³ /s)
1	Saluran Segmen Kanan	1,35	1,10	3,80	1,40	0,30	0,030	0,030	0,62	0,346
2	Saluran Segmen Kiri	1,40	1,10	3,90	1,30	0,30	0,030	0,030	3,01	0,934

(Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

Berdasarkan diatas, dapat diketahui bahwa besar dimensi saluran yang diperlukan dalam menampung debit rencana yang akan terjadi yaitu untuk saluran kanan memiliki tinggi = 1,35 m dan lebar = 1,1 m dengan kapasitas 8,346 m³/s, sedangkan untuk saluran kiri memiliki tinggi = 1,4 m dan lebar = 1,1 m dengan kemampuan kapasitas saluran sebesar 8,634 m³/s.

Desain Pintu Air

Penempatan pintu air dilakukan pada (*outlet*) saluran pada daerah kajian dalam rangka menutup akses limpasan debit yang akan masuk dari saluran luar. Perencanaan pintu air di desain berdasarkan hasil perhitungan perencanaan drainase eksisting di lapangan. Perhitungan tersebut untuk menyesuaikan desain ukuran pintu air dengan ukuran tinggi yang sesuai pada saluran seperti yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Pintu Air Klep Otomatis (Sumber: Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

Jenis pintu klep otomatis ini terbuat dari bahan besi dengan bobot pintu berat yang relatif lebih kecil dibandingkan dari bahan lain, ukuran pintu klep otomatis pada saluran kanan ini frame pintu tinggi 1,35 m, lebar 1,10 m dengan pintu klep memiliki tinggi 1,05 m dan lebar 0,94 m, serta engsel jenis baut ukuran diameter 20 mm. Sedangkan pada saluran kiri frame pintu memiliki tinggi 1,40 m dan lebar 1,10 m dengan pintu klep tinggi 1,10 m dan lebar 0,94 m, serta engsel jenis baut ukuran diameter 20 mm. Tinggi pintu klep ini lebih tahan terhadap keretakan dibandingkan dengan bahan kayu. Selain itu keuntungan lainnya yakni mobilisasi dan transportasi relatif lebih rendah pemasangan dan pengoperasian lebih mudah.

Dalam membantu penerapan lapangan maka dilakukan suatu teknik pemodelan gambar secara 3 dimensi yang memadai dan penerapan ilmu pemograman yang tepat dikombinasikan ke aplikasi komputer untuk menggambarkan situasi yang sebenarnya dari proses desain karakter seperti disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Penerapan Pintu Klep Otomatis (Sumber: Ezra Hartarto Pongtoluran, 2023)

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Besar debit rencana yang terjadi pada kawasan Keluarahan Damai Baru dilakukan per segmen dan besar komulatif debit rencana dari setiap segmen yang terjadi pada masing-masing saluran yaitu pada saluran kanan sebesar 8,2112 m³/detik dan saluran kiri sebesar 8,5074 m³/detik.
2. Besar kapasitas tampungan saluran drainase setelah perubahan dimensi dalam rencana pembuatan pintu air yaitu untuk saluran kanan memiliki kapasitas 8,346 m³/s dan untuk saluran kiri memiliki kapasitas saluran sebesar 8,634 m³/s.
3. Desain kebutuhan pintu air disesuaikan pada dimensi saluran drainase yang dapat menampung debit rencana yang akan terjadi yaitu untuk saluran kanan memiliki tinggi sebesar 1,35 m dan lebar sebesar 1,10 m dengan dimensi pintu klep tinggi 1,05 m dan lebar 0,94 m, sedangkan untuk saluran kiri memiliki tinggi sebesar 1,40 m dan lebar sebesar 1,10 m dengan dimensi pintu klep tinggi 1,10 m dan lebar 0,94 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2021. *Pedoman Desain Drainase Jalan*. PT. Mediatama Saptakarya, Jakarta.
- Fitriansyah, M., dkk. 2021. *Perencanaan Desain Pintu Air Otomatis Sebagai Upaya Mitigasi Genangan Akibat Pasang Surut Air Sungai (Jl. Belitung Kota Banjarmasin)*. Jurnal Konstruksia, Volume 13 Nomor 1. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Suripin. 2004. *Pengembangan Sistem Drainase yang Berkelanjutan*, Andi Offset. Yogyakarta.
- Triatmojo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.