

Perancangan Dimensi Saluran Drainase Melalui Metode Rasional (Studi Kasus Drainase Di Kota Bekasi)

Dimensional Design of Drainage Channels Using Rational Methods (Case Study of Drainage in Bekasi City)

Olda Fadhilah Aprilia Rusardi*

*Dinas Bina Marga dan Sumber Daya Air Kota Bekasi

*Jl. Lapangan Bekasi Tengah No. 2 Kota Bekasi

*Koresponden email: oldafadhilah24@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK

Histori Artikel

- Artikel dikirim
28/10/ 2021
- Artikel diperbaiki
27/11/ 2021
- Artikel diterima
27/11/ 2021

Sistem *drainase* yang berfungsi secara optimal pada suatu wilayah kota menjadi persoalan krusial. Kondisi eksisting *drainase* dengan penampang terbuka yang memiliki konstruksi batu kali dengan dimensi trapesium lebar atas 1.30 Meter dan lebar bawah 0.80 Meter dengan kedalaman 1.20 meter. Saat curah hujan tinggi, sering terjadi genangan air yang diakibatkan oleh dimensi saluran yang tidak memadai, tersumbat sampah dan utilitas sehingga terjadi penumpukkan proses aliran air pada area tertentu. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk meningkatkan aliran air secara optimal. Metode mengatasi persoalan *drainase* yang terjadi yaitu dengan menggunakan metode rasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan kala ulang 25 tahun pada area 62 hektar (0.62 km²) diperoleh model drainase melalui perubahan dimensi pasangan batu yaitu panjang 438 meter, lebar bawah 1.60 meter dengan lebar atas 2.20 meter serta kedalaman 2.53 meter, untuk dimensi crossing menggunakan box culvert 2.00 meter x 2.00 meter panjang 15 meter, sedangkan dimensi konstruksi uditch 2.00 meter x 2.00 meter dengan panjang 305 meter. Disimpulkan bahwa rekayasa dimensi *drainase* mampu meningkatkan kapasitas aliran air secara optimal dengan melakukan integrasi drainase sampai badan penerima air kali bekasi.

Kata kunci: Sistem *Drainase*, Metode Rasional, Aliran Air, Kala Ulang.

ABSTRACT

A drainage system that functions optimally in an urban area is a crucial issue. The existing condition of the drainage with an open cross section has a river stone construction with a trapezoidal dimension with an upper width of 1.30 meters and a lower width of 0.80 meters with a depth of 1.20 meters. During high rainfall, puddles often occur due to inadequate channel dimensions, clogged garbage and utilities, resulting in an accumulation of water flow processes in certain areas. The goal to be achieved is to increase the flow of water optimally. The method of overcoming the drainage problem that occurs is by using the rational method. The results showed that by using a 25-year return period in an area of 62 hectares (0.62 km²), a drainage model was obtained by changing the dimensions of the masonry,

namely 438 meters long, 1.60 meters wide, 2.20 meters wide and 2.53 meters deep, for crossing dimensions using a box. culvert 2.00 meters x 2.00 meters long 15 meters, while the dimensions of the uditch building are 2.00 meters x 2.00 meters with a length of 305 meters. It was concluded that the drainage dimension engineering was able to increase the water flow capacity optimally by integrating the drainage to the water receiving body of Kali Bekasi.

Keywords: *Drainage System, Rational Method, Water flow, Repeat Period.*

1. Pendahuluan

Hasil yang kurang baik merupakan sebuah kegagalan dalam proses produksi yang dapat mempengaruhi kualitas[1]. Melakukan inovasi dan pengembangan pemeliharaan kualitas produk[2] merupakan sebuah bagian dari proses perbaikan berkelanjutan. Sedangkan dalam perancangan produk diperlukan adanya pengembangan atau inovasi dalam salah satu parameter produk, inovasi produk berpengaruh parsial secara positif dan signifikan[3]. Oleh karena inovasi produk menjadi kunci utama bagi keberlanjutan industri agar produk tetap bertahan[4], sehingga perlu memunculkan ide-ide baru terhadap desain produk yang lebih baik dari segi fungsi maupun nilai tambah terhadap pemenuhan kebutuhan pengguna atau konsumen[5]. Produk yang dimaksud adalah *drainase* yang akan digunakan sebagai media aliran air dengan rekayasa dimensi agar fungsinya optimal. *Drainase* merupakan salah satu prasarana vital bagi kawasan perkotaan yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke tempat pembuangan akhir[6]. Sistem *drainase* bertujuan untuk mengalirkan air hujan dan limpasan permukaan[7]. *Drainase* yang buruk dan tidak berfungsi secara memadai akan menjadi persoalan krusial bagi wilayah yang ada. Terjadinya genangan air ataupun banjir pada wilayah tertentu merupakan salah satu dampak yang menjadi persoalan atau hambatan dalam sistem penyelenggaraan infrastruktur perkotaan yang tidak mengacu pada tata ruang kota secara ideal.

Kondisi eksisting *drainase* dengan penampang terbuka yang memiliki konstruksi batu kali dengan dimensi model trapesium lebar atas 1,30 Meter dan lebar bawah 0.80 Meter serta dengan kedalaman 1.20 meter. Pada saat curah hujan tinggi, sering terjadi genangan air[8] yang diakibatkan oleh dimensi saluran yang tidak memadai karena model trapesium dengan kapasitas volume yang kecil jika dibandingkan dengan model berbentuk kotak, akibatnya aliran air pada drainase yang ada kurang berfungsi secara optimal. Penyebabnya yaitu tersumbatnya oleh sampah dan utilitas seperti kabel, pipa air, serta pipa gas sehingga terjadi antrian proses aliran air (terjadinya *bottleneck*)[9] pada area *drainase* tertentu. Karena itu perlu dilakukan sistem aliran proses[10] yang terencana secara layak, sehingga mengurangi bahkan tidak terjadi hal yang sama terkait kendala tersumbatnya aliran air yang ada. Upaya yang dilakukan dengan melakukan perancangan dimensi drainase agar kapasitas aliran air mampu terpenuhi secara teknis.

2. Tinjauan Pustaka

Metode yang paling sering digunakan untuk mengestimasi debit di suatu daerah aliran sungai dimana tidak ada data pengamatan debitnya adalah Metode Rasional Jepang[11]. Adapun asumsi metode rasional yakni pengaliran maksimum terjadi kalau lama waktu curah hujan sama dengan waktu konsentrasi daerah alirannya[12]. Volume aliran permukaan merupakan penyumbang terbesar aliran debit sungai pada musim hujan, semakin besar volume aliran permukaan maka aliran debit sungai semakin besar[13]. Besarnya debit tersebut merupakan

fungsi dari luas DAS, intensitas hujan, keadaan permukaan tanah yang dinyatakan dalam koefisien limpasan dan kemiringan sungai. Metode Rasional membutuhkan beberapa persyaratan, antara lain: a) hujan turun secara merata di seluruh bagian DAS, b) hujan tidak bervariasi dalam ruang dan waktu, c) luas DAS bertambah seiring dengan bertambahnya panjang DAS, d) waktu terjadinya banjir sama dengan waktu konsentrasi, e) waktu konsentrasi relatif pendek dan tidak tergantung pada intensitas banjir, f) koefisien aliran seragam dengan intensitas banjir dan kelembaban tanah awal, g) run-off didominasi oleh aliran permukaan, dan h) pengaruh tampungan DAS diabaikan[14]. Adapun formula metode rasional debit banjir secara generik sebagai berikut:

$$Q = C . I . A \quad (1)$$

Untuk kepentingan praktis dalam penentuan satuan dengan metode rasional, maka:

$$Q = 0.278 . C . I . A \quad (2)$$

Dimana:

Q = debit puncak (m³ / det)

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan dengan durasi sama dengan waktu konsentrasi banjir (mm/jam)

A = luas daerah aliran sungai (km²)

Formula waktu konsentrasi (T_c) menggunakan persamaan Kirpich:

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (3)$$

Keterangan:

T_c = Waktu konsentrasi (menit)

L = Panjang aliran dari tempat terjauh sampai outlet (m)

S = Perbedaan elevasi dari tempat terjauh sampai outlet di bagi dengan L (slope = Δ/L)

Selanjutnya menggunakan rumus Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \quad (4)$$

Keterangan:

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)

T_c = waktu konsentrasi (jam)

3. Metode

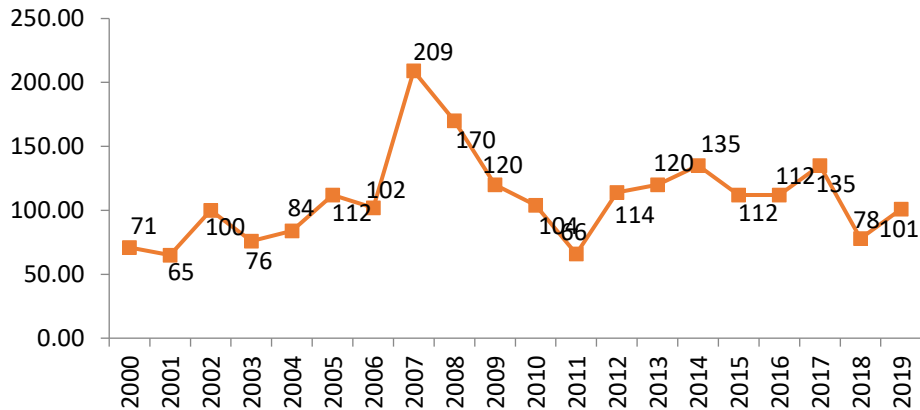
Metode yang diterapkan pada penelitian ini meliputi:

- a) Pengumpulan data-data primer dan data penunjang.
- b) Wawancara atau interview dengan petugas stasiun Pos Bendung Bekasi.
- c) Pengumpulan materi berbasis teori.
- d) Analisis data curah hujan maksimum.
- e) Analisis frekuensi.
- f) Uji kesesuaian distribusi.
- g) Perhitungan debit rencana.
- h) Perhitungan hidrolika saluran.
- i) Perhitungan dimensi saluran.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Grafik curah hujan harian

Berikut grafik curah hujan harian maksimum tahunan Stasiun Pos Bendungan Kota Bekasi periode 20 tahun, yaitu tahun 2000-2019.



Gambar 1. Grafik curah hujan harian

Pada gambar 1 menunjukkan grafik fluktuasi curah hujan harian maksimum di area pos Bendung Kota Bekasi secara periode tahunan 2000-2019.

4.2 Perhitungan hidrologi debit rencana

Berdasarkan data penelitian, maka untuk menghitung waktu konsentrasi (T_c) menggunakan persamaan Kirpich sebagai berikut :

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (5)$$

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times 0,760^2}{1000 \times 0,0026} \right)^{0,385}$$

$$= 528 \text{ jam}$$

Dalam perencanaan saluran, kala ulang debit yang digunakan biasa antara kala ulang Q 5 tahun sampai dengan Q 10 Tahun, tetapi karena Kota Bekasi berada di tengah-tengah antara hulu (Kota Bogor) dan hilir (Kabupaten Bekasi) mengakibatkan sering terjadinya masalah genangan disaat hujan lebat. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan Q 25 tahun guna meminimalisir kemungkinan genangan.

Tabel 1. Debit hujan rancangan

No	Kala Ulang (Tahun)	Q rancangan (mm)
1	2	106,794
2	5	133,194
3	10	155,012
4	20	173,581
5	25	183,712
6	50	206,139
7	100	218,013

Mengacu pada tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan debit hujan rancangan berdasarkan masing-masing kala ulang. Untuk selanjutnya dilakukan proses perhitungan intensitas curah hujan untuk periode ulang 25 tahun. Sementara itu, untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi (T_c) digunakan rumus mononobe, metode mononobe dikembangkan oleh Dr. Mononobe[15]. Adapun rumus yang dipergunakan adalah:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \quad (6)$$

$$I = \frac{183,712}{24} \left(\frac{24}{528} \right)^{2/3}$$

$$= 97,198 \text{ mm/jam}$$

Untuk intensitas curah hujan periode ulang lainnya akan dituliskan sebagai berikut:

Tabel 2. Intensitas curah hujan rancangan

No	Kala Ulang (Tahun)	Q rancangan (mm)	I (mm/jam)
1	2	106,794	56,367
2	5	133,194	71,033
3	10	155,012	82,375
4	20	173,581	91,978
5	25	183,712	97,198
6	50	206,139	108,640
7	100	218,013	120,396

Pada tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan intensitas curah hujan rancangan berdasarkan kala ulang dan debit hujan rancangan. Besar debit rencana yang mengalir melalui *drainase* yang ada dapat dihitung menggunakan Metode Rasional. Metode ini digunakan untuk daerah yang luas pengalirannya kurang dari 300 Ha. Metode Rasional dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa curah hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata diseluruh daerah pengaliran selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi. Persamaan metode rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \quad (7)$$

$$Q = 0,0028 \times 0,70 \times 97,198 \times 0,62$$

$$= 11,727 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Q = Debit (m^3/detik)

0,278 = Konstanta, digunakan jika satuan luas daerah menggunakan km^2

C = Koefisien aliran

I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah kajian (km^2)

Keterangan :

Panjang Saluran (L) = 760 m

Slope Saluran (S) = 0.0026 m

N = 0.010

TC = 528 Jam

$$\begin{aligned} I (25 \text{ tahun}) &= 97.198 \text{ mm/jam} \\ C &= 0.70 \text{ (daerah perkotaan)} \\ A &= 620.000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dimensi saluran penghubung antara saluran untuk kala ulang 25 tahun dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui:

$$\begin{aligned} I &= 97,198 \text{ mm/jam} \\ C &= 0,70 \text{ (daerah perkotaan)} \\ A &= 62 \text{ Ha (0,62 km}^2\text{)} \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$b = 2,00 \text{ m (ditentukan)}$$

$$A = b \times h \quad (8)$$

$$A = 2,00 \text{ h}$$

$$P = b + 2 \text{ h} \quad (9)$$

$$P = 2,00 + 2 \text{ h}$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (10)$$

$$R = \frac{2,00 \text{ h}}{2,00 + 2h}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{0.5} \quad (11)$$

$$V = 0,278 \text{ h}^{2/3}$$

$$Q \text{ hitung} = A \times V \quad (12)$$

$$0,375 = \frac{2,00 \text{ h}}{2,00 + 2h} \times 0,278 \text{ h}^{2/3}$$

$$h = 1,456 \text{ m}$$

Hasil perhitungan dimensi nilai h diperoleh 1,456 m, perhitungan selanjutnya akan dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 3. Dimensi kebutuhan saluran

Lahan	I (mm/jam)	C	A (km ²)	Q (m ³ /det)	b (m)	H (m)	h jagaan (m)	A	P	R (m)	V (m/det)	Fr	Q manning (m ³ /det)
62,00 Ha	97,198	0,70	0,620	11,727	1,000	2,533	3,378	3,378	6,067	0,557	3,472	0,696	11,727
	97,198	0,70	0,620	11,727	2,000	1,092	1,456	2,911	4,183	0,696	4,028	1,231	11,727
	97,198	0,70	0,620	11,727	3,000	0,749	0,999	2,997	4,498	0,666	3,913	1,443	11,727
	97,198	0,70	0,620	11,727	5,000	0,505	0,673	3,365	6,010	0,560	3,485	1,566	11,727
	97,198	0,70	0,620	11,727	5,000	0,505	0,673	3,365	6,010	0,560	3,485	1,566	11,727

Dari tabel 3 didapatkan saluran dengan dimensi lebar 2.00 meter, dan tinggi 1,456 meter dengan pertimbangan perbedaan yang tidak terlalu jauh dibandingkan dengan rancangan dimensi *drainase* yang ada, dan secara teknis yang lebih layak dipasang pada *drainase* yang ada adalah dimensi lebar c.2.00 meter, dengan tinggi 2.00 meter. Untuk konstruksi *drainase* menggunakan tiga model dengan menyesuaikan kondisi lingkungan agar tepat sasaran dan efisiensi anggaran terdiri atas konstruksi pasangan batu, *box culvert*, dan u ditch *precast*. Penggunaan konstruksi pasangan batu lebih mengedepankan *green design product* karena bersampingan dengan akses taman kota. Untuk konstruksi *box culvert* dirancang untuk

membuat *crossing* penghubung yang melintasi jalan utama agar lebih *safety* secara *design product*. Sedangkan penggunaan konstruksi uditch lebih mengutamakan aspek keindahan karena bersentuhan langsung dengan area pertokoan.

5. Simpulan

Penerapan metode rasional dalam mengatasi persoalan *drainase* yang terjadi dengan menggunakan kala ulang 25 tahun pada area dengan luas 62 hektar (0.62 km²) dan dimensi rancangan saluran *drainase* sebesar 2.00 meter x 2.00 meter dapat disimpulkan bahwa rekayasa dimensi saluran *drainase* mampu meningkatkan kapasitas aliran air secara optimal dengan melakukan integrasi sampai badan air penerima yaitu Kali Bekasi.

Daftar Pustaka

- [1] N. A. Lindawati, I. P. Tama, C. Farela, dan M. Tantrika, "Teknik Industri Universitas Brawijaya Perancangan Proses Produksi Alat Antrian C2000 Dengan Menggunakan Idef ϕ , Fmea Dan Rca Alat Antrian C2000 Production Processes Design Using Idef ϕ , Fmea and Rca," *Rekayasa dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 3, no. 2, hal. 409–420, 2015.
- [2] M. Imtihan dan R. Revino, "REDESIGN ALAT TAMBAHAN PADA MESIN PRODUKSI KOMPONEN OTOMOTIF BODY INNER DALAM MENINGKATKAN KUALITAS MELALUI STRATEGI DMAIC," *J. Ind. Eng. Manag.*, 2017, doi: 10.33536/jiem.v2i2.153.
- [3] I. P. Agus, E. Sudarsana, dan N. N. Yulianthini, "Dominasi Harga dan Promosi serta Inovasi Produk terhadap Keputusan Pembelian Smartphone Merek Vivo," *J. Ilm. Akunt. dan Humanika*, vol. 11, no. 1, hal. 60–68, 2021.
- [4] E. L. Miftahul Imtihan, "Perancangan Produk Aquascape Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, 2020, doi: 10.37373/jenius.v1i1.24.
- [5] S. Literate dan J. I. Indonesia, "View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk," *PENGARUH Pengguna. PASTA LABU KUNING (Cucurbita Moschata) UNTUK SUBSTITUSI TEPUNG TERIGU DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG ANGKAK DALAM PEMBUATAN MIE KERING*, vol. 19, no. 2, hal. 274–282, 2020.
- [6] A. W. Dethan *et al.*, "Perencanaan Saluran Drainase Pada Kecamatan Kota Soe," *J. Tek. Sipil*, vol. IX, no. 2, hal. 179–192, 2020.
- [7] M. A. Rurung, H. Riogilang, dan L. A. Hendratta, "Lingkungan Dengan Sumur Resapan Di Lahan Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan," vol. 7, no. 2, hal. 189–200, 2019.
- [8] N. D. Adimas dan M. P. Hadi, "Hubungan Genangan Banjir dengan Karakteristik Fisik Kawasan Perkotaan Yogyakarta," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, hal. 1689–1699, 2019.
- [9] M. G. Ramadhan *et al.*, "Jurnal Teknik Industri ISSN 2622-5131 (Online) ISSN 1411-6340 (Print) Jurnal Teknik Industri ISSN 2622-5131 (Online) ISSN 1411-6340 (Print) bottleneck pada rantai produksi PT . Elangperdana Tyre," vol. 10, no. 3, hal. 283–297, 2020.
- [10] Masruri, Irnanda, dan Baswork, "Analisis Nilai Efisiensi Pada Proses Produksi Dengan Metode Kilbridge-Wester Di Pabrik Penggilingan Padi," *Integrasi*, vol. 1, no. 2, hal. 29–35, 2016.
- [11] U. S. Lestari, "Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio)," *Poros Tek.*, vol. 8, no. 2, hal. 86, 1970, doi: 10.31961/porosteknik.v8i2.373.
- [12] N. Purba, L. Anisah, dan Sarifah, "Terhadap Penampang Saluran Drainase," vol. 16, no. 2, 2021.
- [13] I. Staddal, O. Haridjaja, dan Y. Hidayat, "Analisis debit aliran sungai DAS Bila, Sulawesi

Selatan," *J. Sumber Daya Air*, vol. 12, no. 2, hal. 117–130, 2017, doi: 10.32679/jsda.v12i2.56.

- [14] A. Samaawa, "Estimasi Debit Puncak Berdasarkan Beberapa Metode Penentuan Koefisien Limpasan Di Sub Das Kedung Gong, Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, hal. 1689–1699, 2013.
- [16] A. Hendri, "Analisis Metode Intensitas Hujan Pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar," *Annu. Civ. Eng. Semin.*, hal. 297–304, 2015.