

## STUDI KASUS PENGARUH GEOMETRI JARINGAN DRAINASE TERHADAP GENANGAN BANJIR DI KELURAHAN MARO DISTRIK MERAUKE

M. Ardi Afandi<sup>(1)</sup>, Abner Doloksaribu<sup>(2)</sup>, Jeni Paresa<sup>(3)</sup>

[ardiafandi@gmail.com](mailto:ardiafandi@gmail.com), [abnerdoloksaribu@unmus.ac.id](mailto:abnerdoloksaribu@unmus.ac.id), [kirana\\_firsty@yahoo.com](mailto:kirana_firsty@yahoo.com)

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Musamus Merauke

### ABSTRAK

Banjir yang terjadi pada tanggal 09 januari 2013, merupakan banjir besar yang pernah melanda kota Merauke. Salah satu kawasan yang menerima dampak banjir antara lain jalan Aliarkam, Perumahan PU dan Jalan Trikora. Penyebab terjadinya banjir di kawasan tersebut diakibatkan oleh perubahan geometri saluran drainase yang terjadi, antara lain penyempitan luas penampang basah saluran, adanya belokan (tikungan) pada saluran, serta adanya pendangkalan. Maka dilakukan analisis dan perhitungan guna mengetahui seberapa besar pengaruh geometri terhadap debit banjir, menentukan usaha-usaha teknis yang dapat dilakukan untuk menanggulangi masalah geometri jaringan.

Perhitungan kapasitas saluran dilakukan berdasarkan hasil pengukuran dimensi saluran, sedimentasi, dan jari-jari tikungan dengan data-data penunjang berupa data curah hujan dan peta *masterplan* drainase. Perhitungan hidrologi dilakukan untuk mendapatkan debit banjir yang menjadi beban pada saluran drainase, perhitungan data curah hujan menggunakan metode *gumbel*, serta debit banjir didapat dengan menggunakan metode *rasional*. Menganalisa kapasitas saluran dilakukan pada berbagai kondisi yaitu pada kondisi terganggu penyempitan, pendangkalan dan tikungan. Hal tersebut dibandingkan dengan kapasitas saluran sesuai rencana.

Pengaruh kapasitas yang diakibatkan oleh pendangkalan dengan deviasi kapasitas rata-rata sebesar  $9,06 \text{ m}^3/\text{det}$ , penyempitan dengan deviasi kapasitas sebesar  $10,990 \text{ m}^3/\text{det}$  dan kehilangan energi di belokan (tikungan) setinggi 5,84 cm untuk P.16 sedangkan untuk P.20 setinggi 2,93 cm. Perubahan geometri saluran menyebabkan berkurangnya kapasitas saluran yang dipengaruhi oleh sedimentasi, penyempitan dan tikungan sehingga berdampak terhadap kecepatan aliran. Usaha teknis yang dapat dilakukan antara lain meningkatkan kecepatan aliran dengan merubah kekasaran saluran (menggunakan saluran *Lining*), melakukan pemeliharaan saluran secara berkala untuk mengendalikan laju sedimentasi.

**Kata kunci :** *Drainase, Kondisi geometri, Kapasitas saluran.*

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kota Merauke adalah kota di ujung timur Indonesia dengan luas wilayah 1445,63 Km<sup>2</sup>. Berdirinya Kota Merauke ditandai dengan hadirnya pasukan dari pemerintah kolonial Belanda pada tanggal 12 februari 1902. Kota Merauke secara administratif terdiri dari 8 (delapan) kelurahan dan 15 kampung yang berada di daerah administratif distrik Merauke. Kedelapan kelurahan tersebut adalah Rimba jaya, Kelapa lima, Maro, Mandala, Karang indah, Bambu pemali, Seringgu jaya dan Samkai.

Pertumbuhan penduduk dalam kurun waktu yang singkat berdampak terhadap penataan kota dan ketersediaan sarana dan prasarana. Salah satu sarana dan prasana pendukung kota antara lain Jalan, Drainase, Jembatan, Gedung pemerintahan, Rumah sakit, Pelabuhan, serta Bandar udara. Salah satu prasarana pendukung kota adalah drainase.

Banyak kawasan-kawasan yang dulunya sebagai tempat penampung air hujan dan tempat tampungan air pasang laut yang masuk ke daratan berubah menjadi kawasan permukiman dan sentra pengembangan kegiatan ekonomi, jasa dan sosial kemasyarakatan. Dengan kata lain kawasan yang dulunya sebagai daerah tangkapan air berubah menjadi luapan/genangan air banjir.

Masalah tersebut berdampak terhadap sistem drainase kota yang buruk dan terjadinya banjir saat musim penghujan maupun saat terjadi air pasang laut. Menurut pengamatan penulis salah satu kawasan yang sering terjadi banjir adalah Kelurahan Maro. Banjir yang terjadi pada tanggal 09 Januari 2013, merupakan banjir besar yang pernah melanda kota Merauke. Banjir ini melanda kawasan-kawasan disekitar saluran drainase dan kawasan permukiman.

Kawasan yang mengalami dampak banjir antara lain adalah Jalan Trikora, Perumahan PU, Perumahan disekitar Polder, dan Jalan Aliarkam.

Pengamatan yang dilakukan penulis pada saluran drainase disekitar Jalan Aliarkam dan Perumahan PU ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya genangan banjir antara lain adalah faktor Geometri saluran yang mengalami pembelokan, faktor penyempitan saluran akibat adanya box culvert, dan pendangkalan saluran akibat sedimentasi yang terjadi pada saluran, karena saluran drainase ini masih menggunakan konstruksi saluran tanpa pasangan (tanah).

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang didapat rumah masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh geometri saluran drainase di lokasi penelitian, berdasarkan debit banjir saat curah hujan tertinggi.
2. Usaha teknis apa saja yang mungkin dilakukan untuk menanggulangi genangan air banjir di lokasi penelitian.

### **C. Batasan Masalah**

Mengingat banyaknya permasalahan drainase yang harus dibahas dan keterbatasan waktu dalam penulisan tugas akhir ini maka penulis membatasi masalah meliputi :

1. Geometri dibatasi pada masalah pendangkalan, penyempitan dan tikungan.
2. Meninjau hanya pada kawasan Jalan Aliarkam, Jalan Trikora, dan Perumahan PU.
3. Penentuan alternatif penanggulangan genangan banjir di saluran tersebut.

#### D. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh geometri jaringan drainase terhadap debit banjir saat curah hujan tertinggi.
2. Guna menentukan usaha-usaha teknis apa saja yang dapat dilakukan untuk menanggulangi permasalahan geometri jaringan di lokasi penelitian.

## II. KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

### A. Hidrologi

Menurut *Linsley 1989*, Hidrologi membahas tentang air yang ada di bumi, yaitu kejadian, sirkulasi dan penyebaran, sifat-sifat fisis dan kimiawi serta reaksinya terhadap lingkungan dengan kehidupan. Hidrologi teknik mencakup dari bidang tersebut yang berhubungan langsung dengan perencanaan, perancangan, dan pelaksanaan proyek-proyek teknik bagi pengaturan dan pemanfaatan air.

### B. Intensitas hujan

Menghitung intensitas hujan dapat menggunakan rumus *Mononobe* seperti berikut:

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

Dengan:

- $I$  = intensitas curah hujan (mm/jam)  
 $R_{24}$  = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)  
 $t$  = durasi curah hujan (menit) atau (jam)

### C. Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik

yang paling jauh pada daerah aliran ke titiksaluran.

Besarnya nilai  $t_c$  dapat dihitung dengan beberapa rumus, diantaranya:

1. Rumus *Kirpich*

$$t_c = \left[ \frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right]^{0.385}$$

Dengan:

$t_c$  = waktu konsentrasi (jam)

$L$  = panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (Km)

$S$  = kemiringan rata-rata daerah lintasan air.

2. Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen yaitu:

$$t_c = t_0 + t_d \text{ (menit)}$$

$$t_0 = 0.0195 \left( \frac{L_0}{\sqrt{S_0}} \right)^{0.77}$$

$$t_d = \frac{L_s}{60 \times V}$$

Dengan:

$t_0$  = *intlet time* ke saluran terdekat (menit)

$t_d$  = *conduit time* sampai ke tempat pengukuran (menit)

$S_0$  = kemiringan tanah yang dilalui aliran di atasnya

$L_0$  = jarak aliran terjauh di atas tanah hingga saluran terdekat (m)

$L_s$  = Panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m)

$V$  = kecepatan aliran di atas saluran (m/detik)

### E. Analisis Debit Banjir

Debit banjir atau biasa disebut debit rencana ( $Q_T$ ) merupakan debit dengan periode tertentu ( $T$ ) yang diperkirakan akan melalui suatu sungai atau bangunan air. Debit rencana dapat dicari menggunakan metode *rasional* dengan rumus :

$$Q_t = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dengan :

$Q_t$  : Debit rencana ( $m^3/det$ )

C : Karakteristik daerah aliran

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

A : Luas daerah pengaliran ( $Km^2$ )

## F. Drainase Perkotaan.

Menurut *Suripin (2003)*, drainase yang berasal dari bahasa inggris *drainage* yang mempunyai arti mengeringkan, mengalirkan, membuang atau mengalirkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan/upaya untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu.

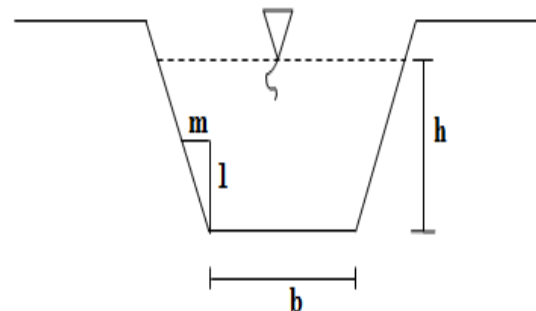
Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Dirunut dari hulunya terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*Main drain*), dan badan air penerima (*receiving water*). Pada sepanjang sistem drainase sering dijumpai bangunan lainnya seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pintu-pintu air, bangunan pelimpah, bangunan terjun, serta stasiun pompa.

Drainase sering diabaikan oleh ahli hidraulik dan seringkali direncanakan seolah-olah bukan pekerjaan yang penting, atau paling tidak dianggap kecil dibandingkan dengan pekerjaan-pekerjaan pengendalian banjir lainnya. Padahal pekerjaan drainase merupakan pekerjaan yang rumit dan kompleks, bisa jadi memerlukan biaya, tenaga dan waktu yang

lebih besar daripada proyek pengendali banjir. Secara fungsional kita sulit membedakan secara jelas antara sistem drainase dan pengendali banjir. Namun, secara praktis kita dapat mengatakan bahwa drainase menangani kelebihan air sebelum masuk ke alur-alur besar atau sungai.

## G. Perencanaan Hidraulika

Potongan melintang saluran paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar tertentu. Berdasarkan persamaan kontinuitas, tampak jelas bahwa untuk luas penampang melintang tetap, debit maksimum yang dicapai jika kecepatan aliran maksimum. Dari rumus *Manning* maupun *Chezy* didapat bahwa kemiringan dasar dan kekasaran tetap, kecepatan maksimum dicapai jika jari-jari hidrolis (R) maksimum. Selanjutnya untuk luas penampang tetap, jari-jari hidrolis maksimum jika keliling basah (P) minimum. Kondisi tersebut memberikan jalan untuk menentukan dimensi penampang melintang saluran yang ekonomis untuk berbagai macam bentuk. Rumus hidraulika sebagai berikut :



**Gambar 1.** Penampang melintang saluran

(Sumber: Ven te chow,1991)

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

$$P = b + (2h \times \sqrt{1 + m^2})$$

$$A = (b \times h) + (m \times h^2)$$

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

$$Q = V \times A$$

Dengan;

A= luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

P= keliling basah saluran (m)

R= Jari-jari hidrolis (m)

I= Kemiringan dasar saluran (mm/jam)

V= kecepatan aliran (m/det)

h= tinggi air dalam saluran (m)

Q= debit saluran (m<sup>3</sup>/det)

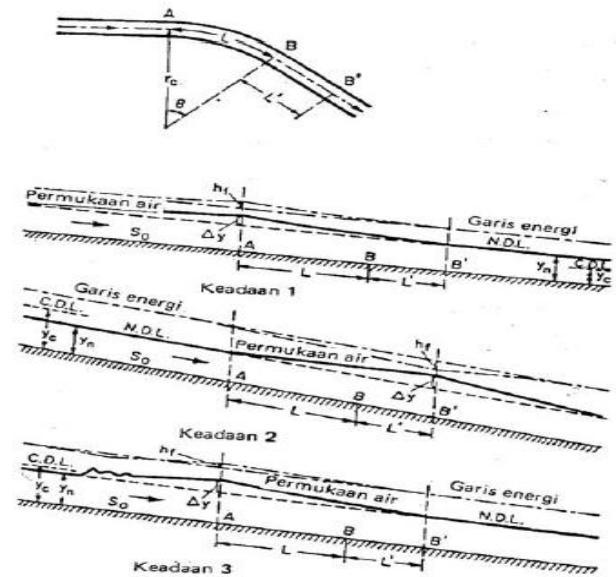
b= lebar dasar saluran (m)

n= koefisien kekasaran *Manning*

m= kemiringan tanggul

## H. Pengaruh Tikungan

Kesulitan dalam merencanakan saluran pada lengkungannya seringkali ditimbulkan oleh kompleksitas aliran di sekitar lengkungannya tersebut. Gaya sentrifugal yang terjadi pada aliran yang mengelilingi lengkungannya menghasilkan suatu hal yaitu *superelevasi*. *Superelevasi* adalah peristiwa naiknya permukaan air tanggul luar, disertai penurunan permukaan air tanggul dalam.



(Sumber: Ven te chow,1991)

**Gambar 2.** Garis energi dan profil aliran di sekitar lengkungannya

Keterangan ;

Keadaan 1 = aliran sub kritis

Keadaan 2 = aliran super kritis

Keadaan 3 = aliran super kritis dan loncatan hidrolis.

Studi mengenai aliran subkritis, perhatian utama diberikan pada arus yang berbentuk spiral. Pada dasarnya, arus tersebut adalah suatu fenomena gesekan, dengan demikian analisisnya memerlukan pemakaian bilangan *Reynold* sebagai parameter. Bilangan *Reynold* dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$R = \frac{VL}{\nu}$$

Dengan :

R = Bilangan *Reynold*

V = Kecepatan aliran

L = Panjang karakteristik, dianggap sama dengan jari-jari hidrolis R

$\nu$  = Kekentalan kinematik ( $1,08 \times 10^{-5}$ )

Hambatan pada lengkungan saluran terbuka juga terdapat kehilangan energi total. Kehilangan energi total yang disebabkan oleh hambatan lengkung dapat dinyatakan dalam rumus :

$$H_f = F_c \frac{v^2}{2g}$$

Dengan;

$H_f$  = Kehilangan energi total

$v$  = Kecepatan aliran

$g$  = Percepatan gravitasi

$F_c$  = Koefesien lengkungan

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Pengumpulan Data

Tahapan ini dilakukan kegiatan pengumpulan data yang diperlukan. Pengumpulan data ini harus terencana dengan baik agar tepat sasaran dan efektif. Data yang dijadikan bahan acuan dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan skripsi ini dapat diklasifikasikan dalam dua jenis data sebagai berikut :

##### 1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari lokasi penelitian maupun hasil survey yang dapat langsung dipergunakan sebagai sumber dalam pelaksanaan penelitian. Adapun yang berupa data primer adalah survey kondisi geometri jaringan drainase yang terdiri sebagai berikut :

- a. Pengukuran tebal sedimentasi  
Karena keterbatasan alat maka, Pengukuran ini dilakukan dengan menancapkan patok kedalam saluran yang mengalami pengendapan guna mengetahui tebal sedimentasi oleh sebab itu data yang dihasilkan kurang akurat.
- b. Pengukuran penampang saluran  
Pengukuran ini meliputi tinggi saluran ( $h$ ), tinggi muka air ( $h_c$ ) , lebar dasar saluran ( $b$ ), kemiringan tanggul ( $m$ )

pada saluran serta pajang tikungan untuk mendapatkan jari-jari tikungan ( $R_c$ ) .

##### 2. Data sekunder

Data sekunder didapatkan dari berbagai sumber seperti;

- a. Data curah hujan (BMKG Kab.Merauke)
- b. Peta masterplan drainase (Dinas Bina Marga dan Pengairan Kab.Merauke)

#### B. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian terletak pada saluran drainase disekitar Kelurahan Maro, Distrik Merauke. berikut adalah lokasi penelitian;



**Gambar 3.** Lokasi penelitian  
(Sumber: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps), 2013)

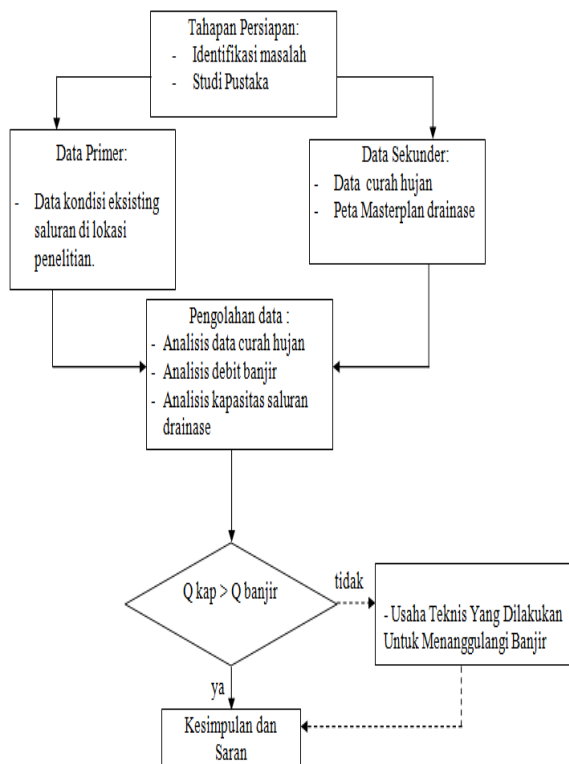
#### C. Analisis Dan Pengolahan Data

Pada tahapan ini dilakukan proses pengolahan dan analisis data meliputi;

1. Analisis data hujan  
 Analisis data hujan digunakan untuk menentukan curah hujan rencana yang akan dipakai sebagai dasar dalam menentukan dan menganalisis debit banjir yang terjadi.
2. Analisis data debit  
 Untuk mengetahui debit banjir pada saluran drainase digunakan cara perhitungan debit dengan memakai data curah hujan.
3. Analisis kapasitas berdasarkan kondisi geometri.  
 Analisis kapasitas berdasarkan kondisi geometri saluran yang di kaji antara lain pengaruh penyempitan, pembelokan (tikungan), pendangkalan.

**D. Bagan alir**

Diagram alir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



**Gambar 4.** Bagan alir penelitian

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN SALURAN DRAINASE**

**A. Analisis Hidrologi**

**1. Analisis Data Curah Hujan**

Data curah hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi Dan Geofisika (BMKG) Kabupaten Merauke dapat dilakukan analisis data untuk mengetahui curah hujan maksimum. Adapun analisis data yang dilakukan yaitu dengan menggunakan metode *distribusi gumbel* karena metode ini memiliki nilai (0,36) pada uji *Chi-kuadrat* dan nilai ΔP Max (0,0388) pada uji *Smirnov-Kolmogorof* yang terendah dari ke empat distribusi yang diuji.

**Tabel 1.** Analisis data curah hujan (*Metode gumbel*)

No	Tahun	Xi	(Xi - $\bar{X}$ )	(Xi - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
1	2002	111.59	-60.93	3712.22
2	2003	132.33	-40.19	1615.61
3	2004	127.49	-45.03	2027.52
4	2005	163.77	-8.75	76.62
5	2006	227.67	55.15	3041.19
6	2007	162.99	-9.53	90.78
7	2008	142.88	-29.64	878.31
8	2009	202.52	30.00	899.82
9	2010	271.22	98.70	9741.09
10	2011	180.53	8.01	64.08
11	2012	174.74	2.22	4.94
<b>Σ</b>		<b>1897.72</b>		<b>22152.20</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)

Berdasarkan data curah hujan diatas dapat dilakukan perhitungan hujan rencana sebagai berikut:

Menghitung Curah hujan rata-rata ( $\bar{R}$ ) :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n Ri}{n} = \frac{1897,72}{11} = 172,52 \text{ mm}$$

Menghitung Standar Deviasi (Sd) :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{22152,20}{10}}$$

$$= 47,07 \text{ mm}$$

Untuk T = 5 tahun, dengan n = 11 maka diperoleh:

$$Y_n = 0,4996$$

$$S_n = 0,9676$$

$$Y_t = 1,4999$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$= \frac{1,4999 - 0,4996}{0,9676}$$

$$= 1,03$$

Sehingga:

$$R_5 = \bar{R} + K \times Sd$$

$$= 172,52 + (1,03 \times 47,07)$$

$$= 221,18 \text{ mm/24jam}$$

Berikut adalah perkiraan curah hujan periode ulang (tahun) tertentu.

**Tabel 2.** Analisis perkiraan curah hujan

Periode ulang T	$\bar{R}$	$Y_n$	$S_n$	$Sd$	$Y_t$	K	$R_t$
2	172.52	0.4996	0.9676	47.07	0.366513	-0.14	166.05
5	172.52	0.4996	0.9676	47.07	1.4999	1.03	221.18
10	172.52	0.4996	0.9676	47.07	2.2504	1.81	257.68
20	172.52	0.4996	0.9676	47.07	2.9702	2.55	292.69

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)

### Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe dengan rumus sebagai berikut:

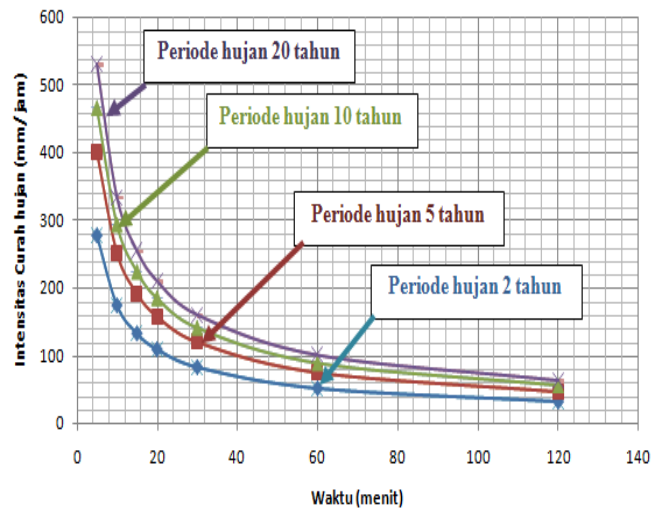
$$I = \frac{R}{24} \left[ \frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

$$= \frac{166,05}{24} \left[ \frac{24}{5/60} \right]^{2/3} = 301,73 \text{ mm/jam}$$

**Tabel 3.** perhitungan intensitas curah hujan

IT	RT	t (menit)							
		5	10	15	20	30	60	120	
I <sub>2</sub>	166.05	301.73	190.08	145.05	119.74	91.38	57.56	36.26	
I <sub>5</sub>	221.18	401.90	253.18	193.22	159.50	121.72	76.68	48.30	
I <sub>10</sub>	257.68	468.24	294.97	225.11	185.82	141.81	89.33	56.28	
I <sub>20</sub>	292.69	531.86	335.05	255.69	211.07	161.08	101.47	63.92	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)



**Gambar 5.** Grafik intensitas curah hujan

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)

## 2. Perhitungan Debit Banjir

Perhitungan debit banjir pada saluran menggunakan data sebagai berikut;

Panjang saluran (L) = 4518,72 m ≈ 4,518 km

Luas Cathment area (A) = 159 ha ≈ 1,59 km<sup>2</sup>

$$\text{Koefisien pengaliran (C)} = \frac{(C1.A1) + (C2.A2) + \dots + (C14.A14)}{\sum A}$$

$$C \text{ rata-rata} = \frac{(0,609 \times 0,12) + (0,640 \times 0,128) + \dots + (0,83 \times 0,24)}{1,59}$$

$$= 0,669$$

Kemiringan dasar saluran (S) = 0,00219

Curah hujan Maksimum (R<sub>2</sub>) = 166,05 mm/hari

Sebelum memulai perhitungan debit maka yang harus disesuaikan terlebih dahulu adalah waktu konsentrasi (tc) untuk



memperoleh intensitas curah hujan yakni dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} t_c &= \left[ \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right]^{0,385} \\ &= \left[ \frac{0,87 \times 4,518^2}{1000 \times 0,00219} \right]^{0,385} \\ &= 2,237 \text{ jam} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh intensitas curah hujan adalah:

$$\begin{aligned} I &= \frac{166,05}{24} \left[ \frac{24}{2,237} \right]^{2/3} \\ &= 33,65 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

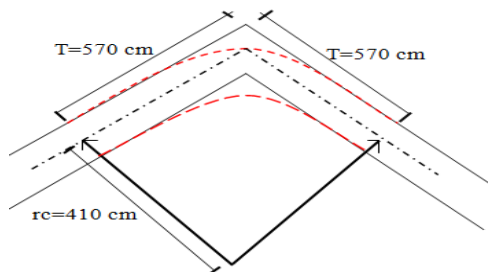
Atas dasar data-data di atas diperoleh debit banjir yang dihitung menggunakan *Metode Rasional* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \text{ C.I.A} \\ &= 0,278 \times 0,669 \times 33,65 \times 1,59 \\ &= 9,950 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Sehingga diperkirakan debit banjir yang akan melewati saluran pada daerah penelitian adalah sebesar **9,950** m<sup>3</sup>/dtk

### 3. Perhitungan kehilangan energi akibat lengkungan.

#### a. Kehilangan energi pada P.16



**Gambar 6.** Lengkung saluran pada P.16

Diketahui ; Kecepatan aliran ( $V$ ) = 1,522 m/det

Lebar dasar saluran ( $b$ ) = 3,49 m

Panjang karakteristik ( $L$ ) = Jari-jari hidrolis = 0,49 m

Kekentalan kinematik ( $\nu$ ) = Kekentalan kinematik ( $1,08 \times 10^{-5}$ )

Kedalaman Hidrolik ( $y$ ) = 0,70 m

Percepatan gravitasi ( $g$ ) = 9,81 m/det

Mencari bilangan *Froude* untuk menentukan jenis aliran

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}}$$

$$Fr = \frac{1,522}{\sqrt{9,81 \times 0,70}} = 0,707$$

Dengan nilai bilangan *Froude* = **0,707** maka jenis aliran pada P.16 adalah aliran **Sub kritis**.

Mencari bilangan *Reynold*

$$R = \frac{VL}{\nu}$$

$$R = \frac{1,522 \times 0,49}{1,08 \times 10^{-5}} = 69.053$$

Dengan nilai :

$$\frac{y}{b} = \frac{0,70}{3,49} = 0,20$$

$$\frac{\theta}{180^\circ} = \frac{90}{180} = 0,50$$

$$\frac{rc}{b} = \frac{4,10}{3,49} = 1,17$$

Didapat nilai koefisien lengkungan ( $F_c$ ) = 0,495

Maka nilai kehilangan energi adalah :

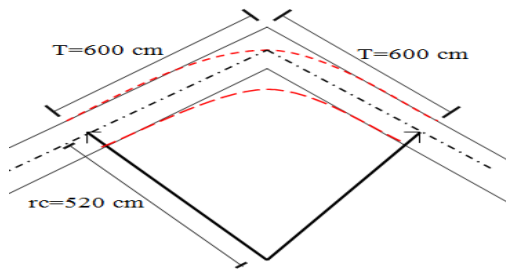
$$H_f = F_c \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$H_f = 0,495 \times \frac{1,522^2}{2 \times 9,81}$$

$$H_f = 0,0584 \text{ m} = 5,85 \text{ cm}$$

Jadi diperlukan kehilangan energi pada saluran P.16 setinggi 5,84 cm, tetapi tidak tersedia dilapangan.

#### b. Kehilangan energi pada P.20



**Gambar 7.** Lengkungan saluran pada P.20

Diketahui ; Kecepatan aliran ( $V$ ) = 1,284 m/det

Lebar dasar saluran ( $b$ ) = 1,75 m

Panjang karakteristik ( $L$ ) = Jari-jari hidrolis = 0,38 m

Kekentalan kinematik ( $\nu$ ) = Kekentalan kinematik ( $1,08 \times 10^{-5}$ )

Kedalaman Hidrolik ( $y$ ) = 0,60 m

Percepatan gravitasi ( $g$ ) = 9,81 m/det

Mencari bilangan *Froude* untuk menentukan jenis aliran

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}}$$

$$Fr = \frac{1,284}{\sqrt{9,81 \times 0,60}} = 0,683$$

Dengan nilai bilangan *Froude* = **0,683** maka jenis aliran pada P.20 adalah aliran **Sub kritis**.

Mencari bilangan *Reynold*

$$R = \frac{V L}{\nu}$$

$$R = \frac{1,284 \times 0,38}{1,08 \times 10^{-5}} = 45,177$$

Dengan nilai :

$$\frac{y}{b} = \frac{0,60}{1,75} = 0,34$$

$$\frac{\theta}{180^\circ} = \frac{90}{180} = 0,50$$

$$\frac{rc}{b} = \frac{4,10}{3,49} = 2,97$$

Didapat nilai koefisien lengkungan ( $F_c$ ) = 0,349

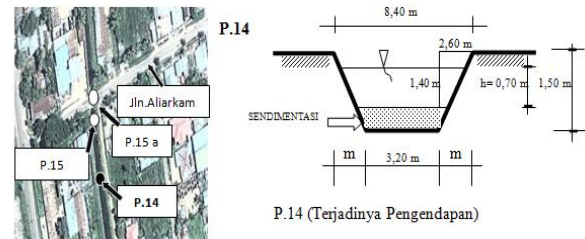
Maka hilai kehilangan energi adalah :

$$H_f = F_c \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$H_f = 0,349 \times \frac{1,284^2}{2 \times 9,81} = 2,93 \text{ m}$$

Jadi diperlukan kehilangan energi pada saluran P.20 setinggi 2,93 cm, tetapi tidak tersedia dilapangan.

## 1. Perhitungan Kapasitas Saluran Existing (pada P.14) .



**Gambar 8.** P.14 (Terjadinya Pengendapan)

Diketahui  $h = 1,40$  m

$b = 3,20$  m

$m = 1,90$  m

Tebal sedimentasi = 10 cm

$$\begin{aligned} A &= (b \times h) + (m \times h^2) \\ &= (3,20 \times 1,40) + (1,90 \times 1,40^2) \\ &= 8,20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + (2hx\sqrt{1 + m^2}) \\ &= 3,20 + ((2 \times 1,40) \times \sqrt{1 + 1,90^2}) \\ &= 9,21 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{8,20}{9,21} \\ &= 0,89 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= R^{2/3} \times K \times I^{1/2} \\ &= 0,89^{2/3} \times 42,5 \times 0,00075^{1/2} \\ &= 1,077 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 8,20 \times 1,077 \\ &= 8,839 \text{ m}^3/\text{det.} \end{aligned}$$

dari perhitungan didapat debit pada saluran existing adalah **8,839** m<sup>3</sup>/det.

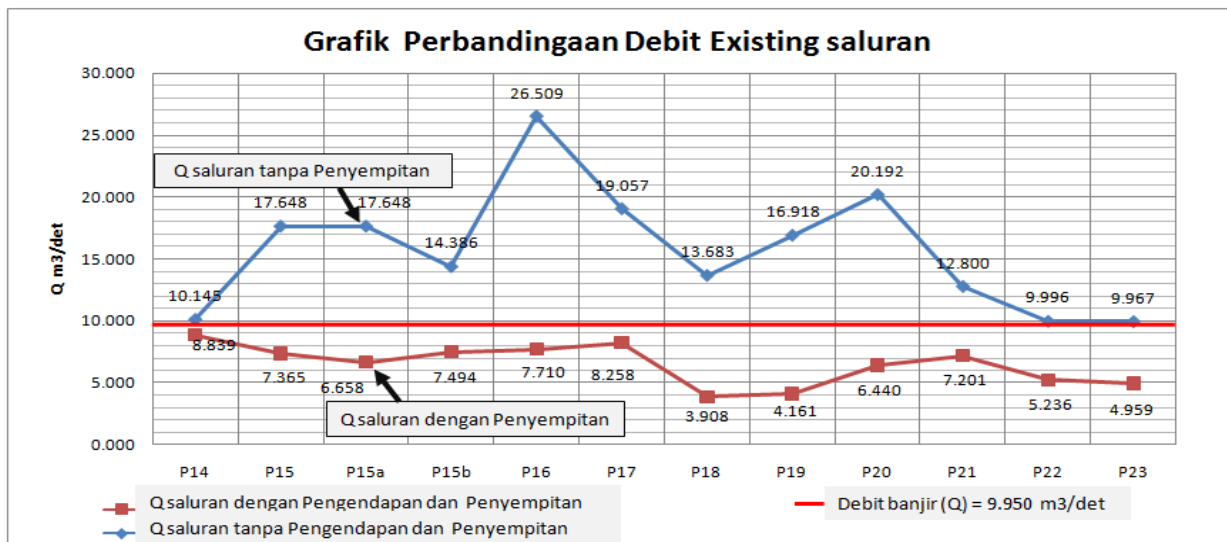
Untuk selanjutnya hasil perhitungan dilakukan secara tabelaris pada **tabel 4** berikut:

**Tabel 4.** Perbandingan kondisi geometri

No	Uraian	Dimensi(m)								V (m/det)	Q Saluran (m3/det)	Q Banjir (m3/det)	Deviasi Kapasitas	Bentuk Saluran	Keterangan
		b	h	m	k	l	A	P	R						
1	Kondisi akibat pendangkalan Patok.14														
a.	Tanpa pengendapan	3.20	1.50	1.90	42.5	0.00075	9.08	9.64	0.941	1.118	10.145	9.950			Tidak Meluap
b.	Dengan pengendapan	3.20	1.40	1.90	42.5	0.00075	8.204	9.212	0.891	1.077	8.839	9.950	-1.306	Trapesium	Meluap
2	kondisi akibat pendangkalan Patok.15														
a.	tanpa pengendapan	3.80	1.60	1.50	42.5	0.00167	9.92	9.569	1.037	1.779	17.648	9.950			Tidak Meluap
b.	Dengan pengendapan	3.80	1.00	1.50	42.5	0.00167	5.3	7.4	0.716	1.390	7.365	9.950	-10.283	Trapesium	Meluap
3	Kondisi akibat Penyempitan Patok.15 dan Patok.15a														
a.	Tanpa Penyempitan (P.15)	3.80	1.60	1.50	42.5	0.00167	9.92	9.57	1.037	1.779	17.648	9.950		Trapesium	Tidak meluap
b.	Dengan penyempitan (P.15a)	5.27	1.35	0.00	42.5	0.00111	7.115	13.24	0.537	0.936	6.658	9.950	-10.990	Persegi	Meluap
a.	Tanpa pengendapan	2.20	1.37	2.10	42.5	0.00313	6.96	8.57	0.811	2.068	14.386	9.950			Tidak Meluap
b.	Dengan pengendapan	2.20	1.00	2.10	42.5	0.00313	4.3	6.852	0.628	1.743	7.494	9.950	-6.892	Trapesium	Meluap
5	kondisi akibat pendangkalan Patok.16														
a.	tanpa pengendapan	3.49	1.47	3.00	42.5	0.00328	11.61	12.79	0.908	2.283	26.509	9.950			Tidak Meluap
b.	Dengan pengendapan	3.49	0.80	3.00	42.5	0.00328	4.712	8.5	0.551	1.636	7.710	9.950	-18.799	Trapesium	Meluap
6	Kondisi akibat pendangkalan (Patok.17)														
a.	Tanpa Pengendapan	3.52	1.39	2.00	42.5	0.00302	8.76	9.74	0.899	2.176	19.057	9.950		Trapesium	Tidak meluap
b.	Dengan pengendapan	3.52	0.90	2.00	42.5	0.00302	4.788	7.545	0.635	1.725	8.258	9.950	-10.799	Persegi	Meluap
No	Uraian	Dimensi(m)								V (m/det)	Q Saluran (m3/det)	Q Banjir (m3/det)	Deviasi Kapasitas	Bentuk Saluran	Keterangan
7	Kondisi akibat pendangkalan Patok.18														
a.	Tanpa pengendapan	1.10	1.50	3.00	42.5	0.00200	8.40	10.59	0.793	1.629	13.683	9.950			Tidak Meluap
b.	Dengan pengendapan	1.10	0.88	3.00	42.5	0.00200	3.291	6.666	0.494	1.187	3.908	9.950	-9.776	Trapesium	Meluap
8	kondisi akibat pendangkalan Patok.19														
a.	tanpa pengendapan	1.80	1.42	3.00	42.5	0.00289	8.61	10.78	0.798	1.966	16.918	9.950			Tidak Meluap
b.	Dengan pengendapan	1.80	0.75	3.00	42.5	0.00289	3.038	6.5	0.464	1.370	4.161	9.950	-12.757	Trapesium	Meluap
9	Kondisi akibat pendangkalan Patok.20														
a.	Tanpa Pengendapan	1.75	1.50	3.00	42.5	0.00327	9.38	11.24	0.834	2.154	20.192	9.950			Tidak meluap
b.	Dengan pengendapan	1.75	0.90	3.00	42.5	0.00327	4.005	7.442	0.538	1.608	6.440	9.950	-13.753	Trapesium	Meluap

10 Kondisi akibat pendangkalan Patok.21												
a. Tanpa pengendapan	3.00	1.29	1.50	42.5	0.00286	6.37	7.65	0.832	2.011	12.800	9.950	Tidak Meluap
b. Dengan pengendapan	3.00	0.95	1.50	42.5	0.00286	4.204	6.425	0.654	1.713	7.201	9.950	-5.599 Trapesium Meluap
11 kondisi akibat pendangkalan Patok.22												
a. tanpa pengendapan	3.30	1.30	1.00	42.5	0.00190	5.98	6.977	0.857	1.672	9.996	9.950	Meluap
b. Dengan pengendapan	3.30	0.90	1.00	42.5	0.00190	3.78	5.85	0.647	1.385	5.236	9.950	-4.760 Trapesium Meluap
12 Kondisi akibat pendangkalan Patok.23												
a. Tanpa Pengendapan	3.12	1.33	2.00	42.5	0.00116	7.69	9.07	0.848	1.297	9.967	9.950	Tidak meluap
b. Dengan pengendapan	3.12	0.93	2.00	42.5	0.00116	4.631	7.279	0.636	1.071	4.959	9.950	-5.008 Trapesium Meluap

(Sumber: hasil analisis, 2013)



**Gambar 9.** Grafik perbandingan debit saluran existing

## B. Usaha Teknis Yang Dilakukan Untuk Menanggulangi Banjir

1. Penanggulangan masalah pendangkalan.
 

Terdapat beberapa upaya yang mungkin dilakukan untuk menanggulangi permasalahan pendangkalan saluran antara lain sebagai berikut :

  - a. Pembersihan gulma di sekitar saluran yang berpotensi memperlambat kecepatan aliran sehingga berpotensi terjadinya pengendapan di dasar saluran.
  - b. Menghindari terjadinya longsor tanggul yang menyebabkan pengendapan dengan cara melapis tanggul menggunakan pasangan, serta menyesuaikan sudut kemiringan tanggul yang dibutuhkan.
  - c. Melakukan pemeliharaan secara berkala untuk mengendalikan laju sedimentasi, dan melaksanakan pengerukan saluran jika terjadi pendangkalan.
2. Penanggulangan masalah penyempitan.
 

Terdapat beberapa upaya yang mungkin dilakukan untuk menanggulangi permasalahan penyempitan saluran antara lain sebagai berikut :

  - a. Merubah koefisien kekasaran (K) dengan cara melapis keliling basah sehingga kecepatan aliran dapat ditingkatkan.
  - b. Sebaiknya dalam pembangunan bangunan persilangan hendaknya luas penampang basah (A) disesuaikan dengan kebutuhan saluran untuk mengalirkan debit ( $Q = V \times A$ ).
3. Penanggulangan masalah tikungan.
 

Terdapat beberapa upaya yang mungkin dilakukan untuk menanggulangi permasalahan tikungan pada saluran antara lain sebagai berikut :

  - a. Dapat diminimalisir dengan peningkatan nilai koefisien kekasaran (K) dengan melapis saluran

menggunakan pasangan (*Lining*) di sepanjang tikungan.

- b. Sebaiknya besaran sudut tikungan disesuaikan dengan kapasitas saluran rencana dan debit banjir rencana.

## IV. Kesimpulan dan Saran

### A. Kesimpulan

Pembahasan pada bab sebelumnya didapatkan kesimpulan sebagai berikut ;

1. Perubahan geometri jaringan drainase (P.14 - P.23) menyebabkan berkurangnya kapasitas drainase.
2. Penyempitan yang terjadi pada bangunan silang mempengaruhi kapasitas saluran.
3. Sesuai hitungan bahwa seharusnya di tikungan terdapat kehilangan energi, tetapi realitas di lapangan tidak menemukan kehilangan energi hal ini berdampak terhadap kecepatan aliran.

### B. Saran

1. Sebaiknya dilakukan pemeliharaan jaringan drainase secara berkala .
2. Karena letak geografis kota merauke yang mempunyai tingkat elevasi yang rendah maka sebaiknya dibangun kolam penampungan dan sistem pompa untuk memompa kelebihan air pada drainase ke badan penerima saat pasang terjadi. Diperlukan pengkajian untuk pengembangan jaringan drainase kedepan, sebaiknya direncanakan saluran tahan erosi.
3. Pembangunan bangunan silang sebaiknya direncanakan dengan baik, sehingga tidak mengurangi luas penampang basah yang dibutuhkan saluran untuk mengalirkan debit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chow Ven Te, (1991), Hidolika Saluran Terbuka, Erlangga, Jakarta.
- Doloksaribu Abner, (2009), Pengaruh Geometrik Dasar Dan Dimensi Box Culvert Terhadap Kehilangan energi, (Tesis) Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Hasanudin Makassar.
- Kamiana, M.I., (2011), Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- KP-02, Standar Perencanaan Irigasi, (1986), Bangunan Utama.
- Paresa Jeni, (2012), Studi Pengaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel Pada Gerusan di Belokan Sungai, (Tesis) Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Hasanudin Makassar.
- Linsley Jr, Kohler Max, Paulus Joseph, (1989), Hidrologi Untuk Insinyur, Erlangga, Jakarta.
- Merauke Dalam Angka Tahun 2012, (2012), Badan Pusat Statistik Kabupaten Merauke, Merauke.
- Sanuddin, (2012), Perencanaan Pintu Air Sorong Dan Pintu Air Klep Bangunan Lokasi Belakang Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Merauke, (skripsi) Jurusan Teknik Sipil Universitas Musamus Merauke.
- Soemarto, (1986), Hidrologi Teknik, Usaha Nasional, Surabaya.
- Suripin, (2003), Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, Andi, Yogyakarta.
- Triatmodjo Bambang, (1993), Hidraulika II, Beta Offset, Yogyakarta.