

## Studi Koefisien Kekasaran Saluran PDAM Antang dengan Menggunakan Persamaan Manning

Ahmad Zulfikar<sup>1</sup>, Maman Suryaman<sup>2</sup>, Ratna Musa<sup>3</sup>, Musyafir Wellang<sup>4</sup>, Ali Mallombasi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia  
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231  
Email: <sup>1</sup>zuelfikar89@gmail.com; <sup>2</sup>nesscakrabuana@gmail.com; <sup>3</sup>ratmus\_tsipil@ymail.com;  
<sup>4</sup>musyafir.wellang@umi.ac.id; <sup>5</sup>alimallombasi@gmail.com

---

### ABSTRAK

Saluran PDAM Antang merupakan saluran sekunder dari Daerah Aliran Sungai LekoPancing. Peralihan fungsi tata guna lahan sempadan sungai menjadi kawasan pemukiman disebabkan oleh pesatnya peningkatan jumlah penghuni khususnya di daerah perkotaan. Tranformasi fungsi ini mengurangi kapasitas aliran Sungai yang menjadi pemicu terjadinya banjir. Salah satu formula yang paling populer digunakan untuk mengukur kapasitas aliran untuk saluran terbuka adalah Persamaan Manning. Penelitian ini bertujuan untuk mengkalkulasi nilai koefisien kekasaran saluran pasangan dan saluran tanah PDAM Antang dengan menggunakan persamaan manning. Observasi dilakukan untuk mengukur variable yang berkaitan dengan karakteristik aliran pada saluran meliputi kedalaman air saluran, lebar, kedalaman, dan deskripsi saluran, lebar puncak/ atas sungai, lebar dasar saluran, serta bentuk profil melintang. Dalam penentuan titik observasi digunakan teknik purposive sampling yaitu dengan mempertimbangkan parameter tertentu dalam memilih titik pengamatan. Data kemudian dianalisis dengan menggunakan persamaan Manning. Nilai koefisien kekasaran saluran PDAM Antang pada bagian penampang saluran pasangan adalah 0,030 dan penampang saluran tanah adalah 0,010. Berdasarkan pengamatan pengukuran menggunakan alat ukur Current Meter dan analisis menggunakan rumus debit aktual diketahui bahwa penampang saluran pasangan mendapatkan nilai debit aktual 1,530 m<sup>3</sup>/det dan untuk penampang saluran tanah mendapatkan 1,357 m<sup>3</sup>/det.

Kata Kunci: Kekasaran Saluran, Persamaan Manning, Saluran PDAM Antang

---

### ABSTRACT

*PDAM Antang channel is a secondary channel from the LekoPancing River Basin. The change in land use function of river borders to become residential areas is caused by the rapid increase in the number of residents, especially in urban areas. This function transformation reduces the flow capacity of the river which triggers flooding. One of the most popular formulas used to measure flow capacity for open channels is the Manning's Equation. This study aims to calculate the coefficient value of the pair and ground channel roughness of PDAM Antang using the manning equation. Observations were made to measure variables related to flow characteristics in the channel including channel water depth, width, depth, and channel description, river crest / top width, channel bed width, and transverse profile shape. Purposive sampling technique was used to determine the observation point by considering certain parameters in selecting the observation point. The data were analyzed using the Manning equation. The coefficient value of the PDAM Antang channel roughness in the channel cross section is 0.030 and the channel cross section is 0.010. Based on measurement observations using the Current Meter measuring instrument and analysis using the actual discharge formula, it is known that the channel cross section of the pair obtains an actual discharge value of 1.530 m<sup>3</sup> / s and for the ground channel section it is 1.357 m<sup>3</sup> / s.*

*Keywords: Channel Roughness, Manning's equation, PDAM Antang channel*

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Fenomena aliran melalui saluran terbuka telah lama diketahui dan dimanfaatkan oleh manusia. Karakteristik aliran fluida yang keluar melalui saluran terbuka mempunyai bentuk dan kecepatan yang berbeda untuk setiap perubahan tekanan dan kecepatan aliran.

Penentuan koefisien kekasaran merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan pendistribusian debit aliran yang telah direncanakan pada saluran terbuka. Sungai Leko Pancing terletak di wilayah administrasi Kabupaten Maros, dimana Bendungan Leko Pancing berperan sebagai pemasok sumber air baku pada instalasi Pengolahan Air di Kota Makassar. Namun pesatnya pertumbuhan penduduk yang bermukim di wilayah Sungai Leko Pancing memicu pemanfaatan tata guna lahan yang semakin padat.

Salah satu konsekuensi dari ekspansi lahan untuk penyediaan sumber bahan pangan serta tempat tinggal bagi masyarakat adalah menyempitnya saluran pengaliran di berbagai titik. Sebagai dampak lanjutan, kapasitas

saluran sungai berkurang dan memicu terjadinya banjir.

Berdasarkan hal tersebut maka penulis tertarik untuk menjadikan ini sebagai bahan penelitian dengan judul Studi Koefisien Kekasaran Saluran PDAM Antang Dengan Menggunakan Persamaan Manning.

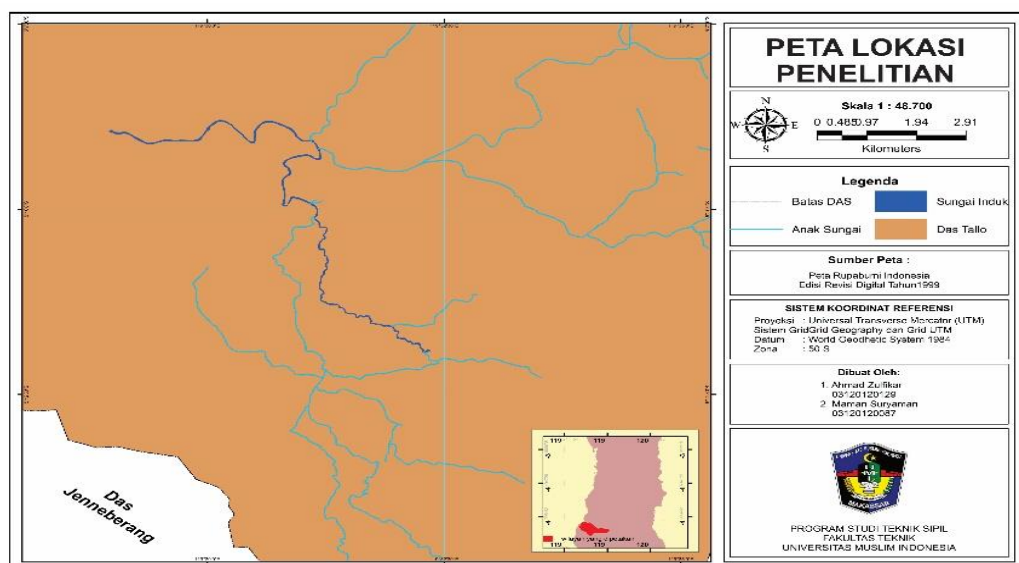
### 1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung debit aktual dan koefisien kekasaran Saluran PDAM Antang pada penampang Saluran Pasangan dan Penampang Saluran Tanah dengan menggunakan persamaan manning.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Lokasi Studi

Salah satu wilayah di Kota Makassar dengan situasi yang menyerupai permasalahan yang digambarkan pada bagian sebelumnya adalah Saluran Pasangan dan Saluran Tanah pada aliran PDAM Antang. Karena itu, penelitian dilaksanakan pada lokasi ini untuk mengumpulkan data dan menganalisisnya sesuai dengan tujuan penelitian. Gambaran letak lokasi digambarkan pada gambar berikut.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian

## 2.2 Data Penelitian

### Data Primer

Data primer, yaitu data yang diperoleh melalui penelitian di lapangan meliputi kedalaman air saluran, lebar, kedalaman, dan deskripsi saluran, lebar puncak/atas sungai, lebar dasar saluran, serta bentuk profil melintang.

### Data Sekunder

Data sekunder, yaitu data pendukung yang diperoleh dari pengelola PDAM Antang dan melalui studi kepustakaan dari buku-buku, dokumen-dokumen yang ada relevasinya dengan materi yang dibahas.

## 2.3 Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah observasi lapangan. Pengamatan secara langsung pada saluran berdasarkan karakteristik penampang saluran yang ditentukan dilakukan untuk memperoleh variable sesuai dengan tujuan penelitian.

## 2.4 Teknik Analisis Data

Arus lalu lintas jenuh adalah arus lalu lintas Debit aliran ( $Q \text{ m}^3/\text{det}$ ) diperoleh dengan mengalikan luas penampang ( $A$ ) dalam  $\text{m}^2$  dengan kecepatan ( $V$ ) dalam  $\text{m}/\text{det}$  yang dapat dituliskan dengan persamaan berikut ini:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (1)$$

### Pengukuran Debit Dengan Alat Ukur Arus

Dalam ukuran dilapangan menggunakan alat ukur arus menunjukkan bahwa debit yang sama di panjang saluran tertentu yang di ukur kecepatan alirannya tidak sama. Hal ini menunjukkan bahwa di saluran lokasi penelitian kondisi alirannya tidak seragam, berarti bentuk penampangnya sudah berubah tidak seperti saat awal beroperasi, demikian pula kemiringan muka air dengan garis energi tidak sejajar dengan kemiringan dasar saluran.

- 1) Persyaratan Pengukuran Debit dengan Menggunakan Alat Ukur Arus

Terdapat tiga hal yang menjadi prasyarat untuk pemnfaatan alat ukur arus dalam pengukuran nilai debit yaitu lokasi, jumlah dan waktu pengukuran, serta sumber daya. Luaran yang diperoleh dari hasil pengukuran ini adalah lengkungan debit sebagai parameter yang menyatakan hubungan antara tinggi muka air dengan debit mulai dari debit minimum hingga maksimum.

### 2) Alat Ukur Arus Jenis Standar

Pengukuran dengan alat ini dilakukan untuk memperoleh kecepatan aliran pada interval  $0.02 \text{ m}/\text{det}$  hingga  $2.50 \text{ m}/\text{det}$ . Kecepatan aliran merupakan luaran yang dapat diperoleh dengan memposisikan alat ini pada kedalaman aliran tertentu. Pada kondisi tersebut, jumlah putaran rotor tiap detik dan durasi pengukuran dapat diperoleh dari suatu aliran dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V = a N + b \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- $V$  = Kecepatan aliran ( $\text{m}/\text{det}$ ).
- $a.N$  = Konstanta yang nilainya telah ditentukan dari pabriknya atau ditentukan dari kalibrasi setelah alat Ukur digunakan sampai dengan periode waktu tertentu
- $b$  = banyaknya Putaran

Alat ukur arus Standar yang sering digunakan dapat diklasifikasikan dalam dua jenis,yaitu:

- a) Bentuk canting dengan Rotor berporos Vertical.
- b) Bentuk baling-baling dengan Rotor berporos Horizontal.

Setiap jenis memiliki kelebihan masing-masing. Pertimbangan dalam menentukan tipe alat yang cocok adalah berdasarkan kondisi fisik sungai yang menjadi lokasi penelitian.

3) Pengukuran Luas Penampang Basah  
 a. Penentuan Lebar Aliran

Alat ukur lebar diperlukan dalam pengukuran ini yang tipenya ditentukan berdasarkan lebar penampang basah dan alat penyusunan yang tersedia. Titik tertentu pada tebing sungai dijadikan sebagai patokan untuk mengukur jarak tiap sembarang vertical pada penampang basah. Metode pengukuran dapat dilakukan dengan memanfaatkan beberapa alat bantu diantaranya kabel ukur baja (tag line), kabel gantung melintang dari jembatan pengukuran lebar aliran yakni dengan menempatkan penggaris atau pita ukur baja pada rentang lebar yang diukur.

b. Pengukuran Kedalaman

Alat ukur kedalaman ditempatkan disetiap Vertical dengan jarak tertentu yang diupayakan rapat satu sama lain agar Debit di setiap sub segmen penampang kurang dari 1/5 bagian terhadap total debit penampang basah.

Pertimbangan penentuan tipe alat ukur kedalaman yang akan dimanfaatkan adalah kedalaman aliran dan peralatan rakit yang ada. Untuk kedalaman yang lebih kecil dari 1.5 m dapat dipakai batang duga, interval 1.5-3.0 m dengan kecepatan rendah dapat digunakan perahu, sedangkan pada kedalaman yang lebih besar dari 2.5 m dengan kecepatan aliran tinggi dapat dipakai kabel duga dengan pemberat. Dalam praktiknya, perahu, kereta gantung, atau bridge crane dapat dimanfaatkan dalam mengukur.

4) Penentuan Banyaknya Vertikal

Terdapat beberapa aspek yang perlu dikaji dalam menentukan banyaknya vertikal atau garis tegak pada bagian pengukuran kedalaman aliran

- a. Kondisi distribusi aliran
- b. Bentuk profil (dangkal, dalam

atau tidak teratur).

- c. Durasi pengukuran
- d. Kemampuan tim pengukuran utamanya yang berkaitan dengan pengenalan terhadap kondisi lokasi pengamatan.

**Pengukuran Debit Secara Tidak Langsung**

Yaitu mengukur debit saluran irigasi dengan tidak mengukur nilai kecepatan aliran, melainkan dengan menghitung dengan menggunakan rumus Hidrolika. Rumus yang dimaksud antara lain rumus Chezy, Darcy – Weisbach, Manning dan menurut Michael yang umum digunakan untuk menghitung kecepatan aliran saluran irigasi adalah rumus Manning. Menurut rumus Manning, debit saluran irigasi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut ini:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- A** = Luas Penampang basah (m<sup>2</sup>)
- R** = Jari-jari Hidraulis (m)
- S** = Kemiringan garis Energi (tanpa satuan)
- Q** = Debit (m<sup>3</sup>/det)
- n** = Koefisien Kekasaran Manning

Persamaan (2), dikembangkan dari kondisi aliran seragam (Uniform Flow) yaitu keadaan aliran yang ditunjukkan oleh kondisi kemiringan muka air dan garis energi sejajar terhadap kemiringan dasar saluran. Dengan demikian jari-jari hidraulis serta kedalaman aliran masing-masing merupakan unsur konstanta disepanjang saluran yang dapat digunakan untuk menghitung debit di lokasi penelitian.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**Perhitungan Kecepatan Tiap Pias**

Perhitungan Kecepatan rata-rata ditentukan dengan cara Matematis dengan metode 2 titik, setiap segmen pada penampang saluran yang ditinjau disebut Rai. Adapun rumus yang digunakan adalah:

Untuk mencari nilai  $n = \frac{m}{det}$

Untuk mencari kecepatan  $V = a(n)+b$

**Perhitungan Kecepatan Rata-rata tiap Rai**

Setelah didapatkan Kecepatan tiap titik pada setiap Rai maka dapat dihitung kecepatan rata-rata dengan rumus :

Untuk  $\tilde{V} = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} = \dots$  m/det

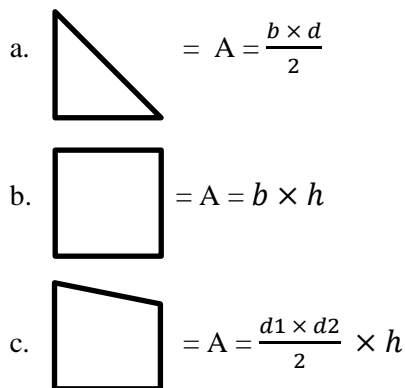
**Perhitungan Kecepatan Seluruh Penampang Melintang**

Setelah didapatkan Kecepatan Penampang ( $V_{total}$ ) untuk setiap Segmen (Rai) maka dapat dihitung Luas Penampang Total untuk penampang Saluran yang ditinjau dengan Rumus:

$A_{total} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$

**Perhitungan Luas Tiap Segmen**

Setelah didapatkan kecepatan rata-rata dari tiap Rai, maka untuk menghitung luas setiap segmen (A) untuk setiap Rai dapat dihitung dengan rumus:



**Perhitungan Debit (Q) Tiap Segmen**

Setelah didapatkan Kecepatan rata-rata dan luas tiap titik dari setiap Rai, maka untuk menghitung Debit (Q) untuk setiap Rai dapat dihitung menggunakan formula:

$Q = \tilde{V} \times A \dots\dots\dots(3)$

dimana:

$\tilde{V}$  = Kecepatan rata-rata setiap Segmen

A = Luasan setiap Segmen (Rai)

**Perhitungan Debit Total Untuk Penampang Saluran.**

Setelah didapatkan Debit (Q) untuk setiap Segmen (Rai) maka dapat dihitung Debit total untuk penampang Saluran yang ditinjau dengan Rumus :

$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$

**Perhitungan Luas Seluruh Penampang Melintang**

Setelah didapatkan Luas Penampang (A) untuk setiap Segmen (Rai) maka dapat dihitung Luas Penampang Total untuk penampang Saluran yang ditinjau dengan Rumus :

$A_{total} = A_1 + A_2 + \dots + A_n$

**Perhitungan Kecepatan Rata-Rata Seluruh Penampang Melintang (V)**

Untuk perhitungan kecepatan rata-rata seluruh penampang melintang dengan rumus

$V = Q/A$

**Tabel 1** Hasil perhitungan debit aktual dan kecepatan actual

No.	Nama saluran	Debit aktual (m <sup>3</sup> /det)	Kecepatan aktual (m/det)
1	Saluran pasngan PDAM Antang	Q = 1,530	V= 0,706
2	Saluran Tanah PDAM Antang	Q = 1,357	V= 0,172

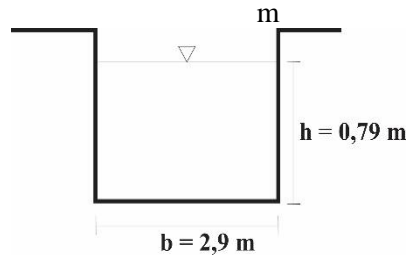
Analisis

Studi Koefisien Kekasaran Saluran Pdam Antang dengan Menggunakan Persamaan Manning

a Debit berdasarkan formula Manning untuk masing-masing Lokasi pengamatan dapat dihitung sebagai berikut:

**Saluran Pasangan PDAM Antang**

Hasil pengukuran yang diperoleh dari saluran tersebut adalah sebagai berikut:  
 Elevasi titik P1 = 25 mdpl  
 Elevasi titik P2 = 20 mdpl  
 Panjang saluran dari titik P1 ke P2 = 270 m



**Gambar 2** Dimensi saluran pemasangan PDAM Antang

Lebar dasar saluran (B) = 2,9 m  
 Tinggi muka air (H) = 0,79 m  
 Kecepatan aktual current meters (Vtotal) = 2,8632 m/det

**Jari –jari hydraulic (R)**

$$R = A / P$$

$$= 2,291 / 4,480$$

$$= 0,511 \text{ m}$$

**Kemiringan dasar saluran (I)**

$$I = \Delta h / L$$

$$= 25 - 20 / 270$$

$$= 5 / 270$$

$$= 0,019$$

**Koefisien manning (n)**

$$n = 1 / \sqrt{R^{2/3} I^{1/2}}$$

$$= 1 / \sqrt{2,8632 \times (0,511)^{2/3} \times (0,019)^{1/2}}$$

$$= 0,350 \times 0,640 \times 0,138$$

$$= 0,030$$

**Keliling basah (P)**

$$P = B + 2(H)$$

$$= 2,9 + 2 ( 0,79 )$$

$$= 2,9 + 1,580$$

$$= 4,480 \text{ m}$$

**Saluran Tanah PDAM Antang**

Setelah dilakukan pengukuran pada saluran tersebut hasilnya sebagai berikut:

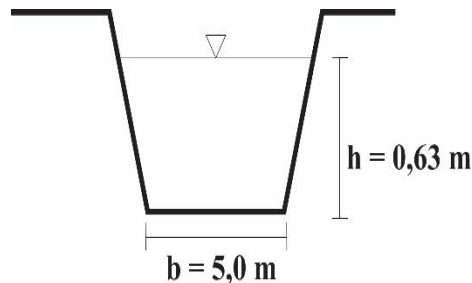
Elevasi di titik P1 = 20 mdpl  
 Elevasi di titik P2 = 16 mdpl  
 Panjang saluran dari titik P1 ke P2 = 552 m

**Luas penampang basah (A)**

$$A = b \cdot h$$

$$= 2,9 \times 0,79$$

$$= 2,291 \text{ m}^2$$



**Gambar 3** Dimensi saluran tanah PDAM Antang

Lebar dasar saluran (B)= 5,0 m  
 Tinggi muka air (H)= 0,63 m  
 Kecepatan aktual current meters (Vtotal)= 5,5818 m/det

Kemiringan dinding saluran (m) = 1,5

**Kemiringan dasar saluran (I)**

$$I = \Delta h / L$$

$$\begin{aligned}
 &= 20-16/552 & &= 5,945 \times 0,63 \\
 &= 4/552 & &= 3,745 \text{ m}^2 \\
 &= 0,007 \\
 \text{Keliling basah (P)} & & & \text{Jari-jari hydraulic (R)} \\
 P = B + 2h (m^2+1)^{0,5} & & & R = A / P \\
 & & & = 3,745 / 7,270 \\
 & & & = 0,515 \text{ m} \\
 & = 5,0 + 2 \times 0,63(1,5^2+1)^{0,5} & & \text{Koefisien manning (n)} \\
 & = 5,0 + 1,26 (2,25+1)^{0,5} & & n = 1/v R^{2/3} I^{1/2} \\
 & = 5,0 + 1,26 (1,802) & & = 1/5,5818 \times (0,515)^{2/3} \times (0,007)^{1/2} \\
 & = 7,270 \text{ m} & & = 0,180 \times 0,642 \times 0,083 \\
 \text{Luas penampang basah (A)} & & & = 0,010 \\
 A = (B+mh)h & & & \\
 & = (5,0+1,5 \times 0,63) 0,63 & & \\
 & = (5,0+0,945)0,63 & & 
 \end{aligned}$$

**Tabel 2** Hasil perhitungan debit aktual dan kecepatan aktual

No.	Nama saluran	Debit aktual (m <sup>3</sup> /det)	Kecepatan aktual (m/det)	Nilai koefisien kekasaran manning (n)
1	Saluran pasngan PDAM Antang	Q = 1,530	V= 0,706	n= 0,030
2	Saluran Tanah PDAM Antang	Q = 1,357	V= 0,172	n= 0,10

#### 4. Penutup

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan dianalisis, dapat disimpulkan beberapa hal:

- 1) Besarnya debit aktual pada pengamatan pengukuran menggunakan alat ukur Current Meter dengan menggunakan rumus debit aktual mendapatkan hasil yaitu: untuk penampang saluran pasngan mendapatkan nilai debit aktual = 1,530 m<sup>3</sup>/det dan untuk penampang saluran tanah mendapatkan nilai Debit aktual = 1,357 m<sup>3</sup>/det.
- 2) Besarnya kekasaran koefisien kekasaran Manning pada perhitungan menggunakan rumus

kekasaran untuk penampang saluran pasngan dan penampang saluran tanah yaitu: untuk kekasaran koefisien manning pada penampang saluran pasngan yaitu 0,030 dan untuk nilai kekasaran koefisien manning pada penampang saluran tanah yaitu 0,010.

##### 4.2 Saran

- 1) Untuk mengantisipasi semakin mengecilnya kapasitas aliran saluran pada lokasi pengamatan pengukuran maka perlu dilakukan tindakan-tindakan baik pengerukan sedimen pada saluran atau melakukan normalisasi saluran.
- 2) Melakukan penelitian secara berkesinambungan dari tahun ke tahun agar dapat diketahui seberapa

*Studi Koefisien Kekasaran Saluran Pdam Antang dengan Menggunakan Persamaan Manning*

besar perubahan kapasitas saluran yang terjadi pada wilayah daerah irigasi tersebut tiap tahunnya.

**Daftar Pustaka**

Bambang Triadmodjo, 1992. Metode Numerik. Jakarta: Penerbit Beta Offset.

E.M Wilson, 1993. Hidrologi Teknik Bandung: Penerbit ITB

Iman Subarka, 1980. Hidrologi. Bandung: Penerbit Idea Dharma Bandung

Joeson Lubis, 1992. Banjir Rencana Untuk Bangunan Air. Jakarta: Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.

Mochammad Bardan, 2014, Irigasi Graha Ilmu, Yogyakarta.

Mawardi, Erman, 2007, Desain Hidrolik Bangunan Irigasi, Jakarta : Alfabeta.

PDAM Kota Makassar

PDAM Instalasi Pengolahan Air (IPA) III Antang: Jl. Antang Raya

Soewarno. 1991. Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri). Bandung: Penerbit Nova.

Sri Hartono, 1983. Mengenai Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Penerbit UGM.

Sudjarwadi, 1987. Dasar-dasar Teknik Irigasi. Yogyakarta: Penerbit UGM