

## 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. Transformasi fungsi ini mengurangi kapasitas aliran Sungai yang menjadi pemicu terjadinya banjir. Salah satu formula yang paling populer menjadi acuan dalam 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 melewati saluran terbuka telah dipahami dan digunakan manusia sejak dulu. Adanya variasi bentuk dan kecepatan pada karakteristik aliran fluida yang keluar melalui saluran terbuka terjadi mengikuti perubahan tekanan dan kecepatan aliran (Junaidi, 2014).

Koefisien kekasaran merupakan salah satu parameter yang perlu ditentukan penting dalam mendistribusikan debit aliran pada saluran terbuka sesuai dengan hasil perencanaan (Kimi, 2015). 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 (Sebastian, 2008).

Permasalahan yang telah diuraikan menjadi alasan penulis untuk meneliti lebih lanjut mengenai topik ini dengan judul Studi Koefisien Kekasaran Saluran PDAM Antang dengan Menggunakan Persamaan Manning.

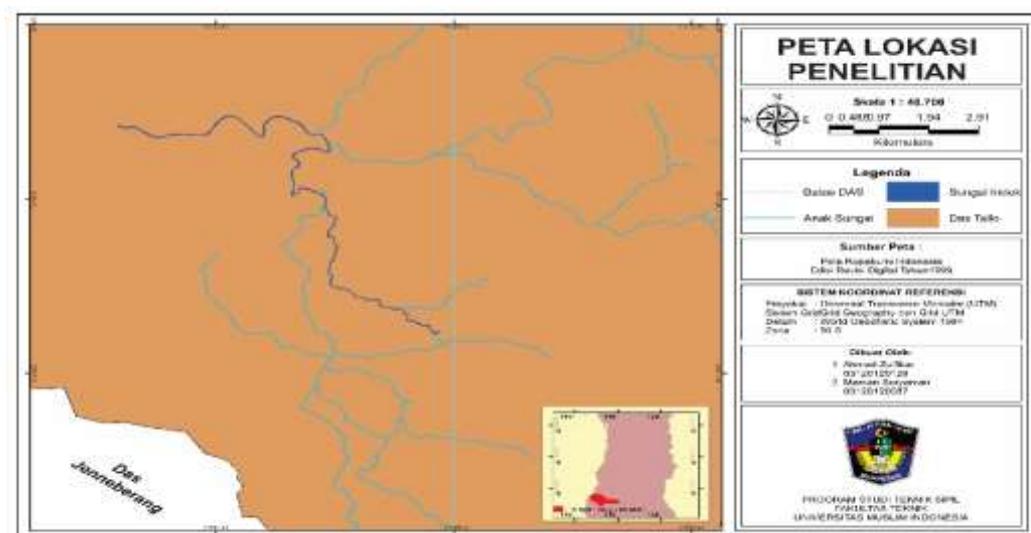
### 1.2 Tujuan Penulisan

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan 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 sebagai berikut.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian

## 2.2 Data Penelitian

### Data Primer

Data primer dalam hal ini merupakan data yang langsung dikumpulkan pada saluran PDAM Antang yang meliputi kedalaman air saluran, lebar, kedalaman, dan deskripsi saluran, lebar puncak/ atas sungai, lebar dasar saluran, serta bentuk profil melintang (Montjai et al., 2015).

### Data Sekunder

Data sekunder yang menjadi data pendukung dalam penelitian ini diperoleh dari pengelola PDAM Antang dan melalui studi kepustakaan dari buku-buku, dan dokumen lain yang berkaitan,

## 2.3 Teknik Pengumpulan Data

Metode observasi lapangan adalah metode yang paling dominan dilakukan dalam penelitian ini. 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 debit jenuh adalah arus debit aliran ( $Q$  m<sup>3</sup>/det) yang diperoleh dengan mengalikan luas penampang ( $A$ ) dalam m<sup>2</sup> dengan kecepatan ( $V$ ) dalam m/det yang dapat dituliskan dengan persamaan berikut ini (Finawan & Mardiyanto, 2011):

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

### Pengukuran Debit Dengan Alat Ukur Arus

Dalam ukuran di lapangan 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 pemanfaatan 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 korelasi antara tinggi muka air dengan debit terhitung dari debit minimum hingga maksimum.

### 2) Alat Ukur Arus Jenis Standar

Pengukuran dengan alat ini dilakukan untuk memperoleh kecepatan aliran pada interval 0.02 m/det hingga 2.50 m/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 (Putra, 2015):

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

dimana:

$V$  = Kecepatan aliran (m/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 di setiap Vertical dengan jarak tertentu yang diupayakan rapat satu sama lain untuk mempertahankan 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 (Wibowo, 2017):

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

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

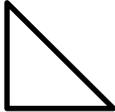
**Perhitungan Kecepatan Seluruh Penampang Melintang**

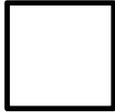
Setelah diperoleh kecepatan Penampang ( $v_{total}$ ) untuk setiap Segmen (Rai) maka luas penampang total untuk penampang Saluran bisa dihitung dengan dengan Rumus:

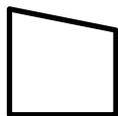
$A_{total} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$

**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:

a.   $= A = \frac{b \times d}{2}$

b.   $= A = b \times h$



c.  $= A = \frac{d1 \times d2}{2} \times h$

**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 masing-masing Segmen (Rai) debit total untuk penampang saluran dapat dikalkulasi 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

$V = Q/A$

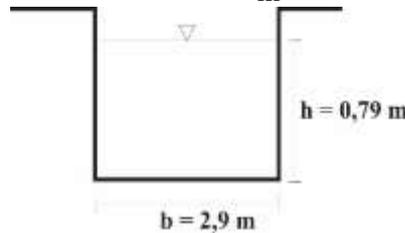
**Tabel 1** Hasil perhitungan debit aktual dan kecepatan actual

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

Analisa 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 pasangan 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)**

$$P = B + 2(H) = 2,9 + 2(0,79) = 2,9 + 1,580 = 4,480 \text{ m}$$

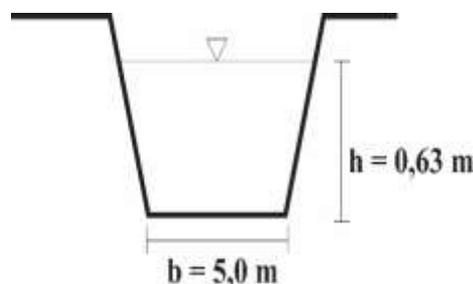
**Saluran Tanah PDAM Antang**

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)**

$$I = \Delta h / L$$

Studi Koefisien Kekasaran Saluran Pdam Antang dengan Menggunakan Persamaan Manning

$$\begin{aligned}
 &= 20-16/552 &&= 5,945 \times 0,63 \\
 &= 4/552 &&= 3,745 \text{ m}^2 \\
 &= 0,007
 \end{aligned}$$

**Keliling basah (P)**  
 $P = B + 2h (m^2+1)^{0,5}$   
 $= 5,0 + 2 \times 0,63(1,5^2+1)^{0,5}$   
 $= 5,0 + 1,26 (2,25+1)^{0,5}$   
 $= 5,0 + 1,26 (1,802)$   
 $= 7,270 \text{ m}$

**Luas penampang basah (A)**  
 $A = (B+mh)h$   
 $= (5,0+1,5 \times 0,63) 0,63$   
 $= (5,0+0,945)0,63$

**Jari –jari hydraulic (R)**  
 $R = A / P$   
 $= 3,745 / 7,270$   
 $= 0,515 \text{ m}$

**Koefisien manning (n)**  
 $n = 1/v R^{2/3} I^{1/2}$   
 $= 1/5,5818 \times (0,515)^{2/3} \times (0,007)^{1/2}$   
 $= 0,180 \times 0,642 \times 0,083$   
 $= 0,010$

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

No.	Nama saluran	Debit aktual (m³/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**

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Besarnya debit aktual pada pengamatan pengukuran menggunakan alat ukur Current Meter dengan menggunakan rumus debit aktual mendapatkan hasil yaitu: untuk penampang saluran pasangan mendapatkan nilai debit aktual = 1,530 m³/det dan untuk penampang saluran tanah mendapatkan nilai Debit aktual = 1,357 m³/det.
- 2) Besarnya kekasaran koefisien kekasaran Manning pada perhitungan menggunakan rumus kekasaran untuk penampang saluran pasangan dan penampang saluran

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

**4.2 Saran**

- 1) Sebagai bentuk antisipasi semakin kecilnya 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 besar perubahan kapasitas saluran yang terjadi pada wilayah daerah irigasi tersebut tiap tahunnya.

## Daftar Pustaka

- Finawan, A., & Mardiyanto, A. (2011). Pengukuran Debit Air Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Jurnal Litek*, 8(1), 28–31.
- Junaidi, F. F. (2014). Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera Sampai Dengan Pulau Kemaro). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 542–552.
- Kimi, S. (2015). Pengaruh Jenis dan Kemiringan Dasar Saluran Terhadap Nilai Koefisien C dengan Persamaan Manning Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium. *Bearing: Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, 4(1), 1–4.
- Montjai, A. A., Rombang, J. A., & Kalangi, J. I. (2015). Analisis Koefisien Kekasaran Sungai di Sungai Sario dengan Persamaan Manning. *Cocos*, 6(12), 1–9.
- Putra, W. A. (2015). Studi Eksperimen Distribusi Kecepatan pada Saluran Lurus di Sungai Batang Lubuh. *Urnal Studi Experimen Distribusi Kecepatan Pada Saluran Lurus Di Sungai Batang Lubuh*, 2(1), 1–10.
- Sebastian, L. (2008). Pendekatan Banjir dan Penanggulangan Banjir. *Dinamika Teknik Sipil*, 8(2), 162--169.
- Wibowo, H. (2017). Aplikasi Debit Aliran Menggunakan Koefisien Dasar. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 1–9.