

## BAB 2

### STUDI LITERATUR

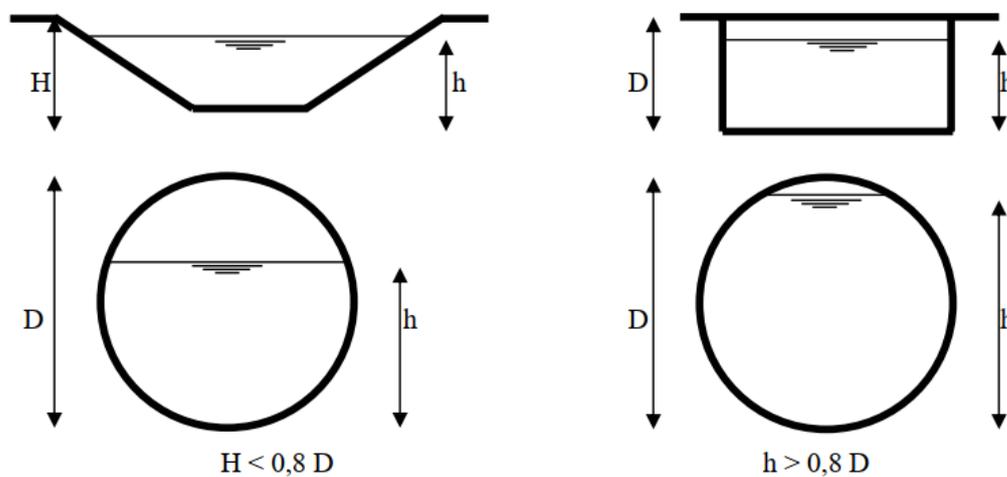
#### 2.1. Aliran Dalam Saluran Terbuka

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa (Nasution 2005) :

- Aliran Saluran Terbuka (Open Channel Flow)
- Aliran Saluran Tertutup (Pipe Flow)

Keduanya dalam beberapa hal adalah sama, berbeda dalam satu hal yang penting, yaitu :

- Aliran pada saluran terbuka harus memiliki permukaan bebas yang dipengaruhi oleh tekanan udara bebas ( $P$  Atmospher).
- Aliran pada pipa tidak dipengaruhi oleh tekanan udara secara langsung kecuali oleh tekanan hydraulic ( $y$ ).



Gambar 2. 1 Saluran Terbuka Dan Tertutup (Nasution 2005)

### 2.1.1. Klasifikasi Saluran

Saluran dapat berbentuk alami (sungai, paluh dan muara) dengan penampang melintang atau kemiringan memanjang berubah-ubah (varrying cross section) disebut “Non Prismatic Channel”.

Saluran buatan jika penampang dan kemiringannya constant (Constant Cross Section) disebut “Prismatic Channel”, contohnya saluran irigasi dan gorong-gorong yang mengalir sebagian (Nasution 2005)

### 2.1.2. Type Aliran

Type aliran pada Saluran Terbuka adalah (Nasution 2005) :

a. Aliran Mantap (Steady Flow)

- Perubahan volume terhadap waktu tetap
- Perubahan kedalaman terhadap waktu tetap
- Perubahan kecepatan terhadap waktu tetap

b. Aliran Tidak Mantap (Unsteady Flow)

- Perubahan volume terhadap waktu tidak tetap
- Perubahan kedalaman terhadap waktu tidak tetap
- Perubahan kecepatan terhadap waktu tetap

c. Aliran Merata (Uniform Flow)

- Besar dan arah kecepatan tetap terhadap jarak.
- Aliran pada pipa dengan penampang sama.
- Variable fluida lain juga tetap.

d. Aliran Tidak Merata (Non Uniform Flow)

- Aliran pada pipa dengan tampang tidak merata.
- Pengaruh pembendungan dan variable fluida lain juga tidak tetap.
- Hydraulic jump

## 2.2. Aliran Seragam (Merata) Uniform Flow

### 2.2.1. Kualifikasi Aliran Seragam

Jika kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu, maka disebut aliran tunak (steady flow) atau aliran permanen. Aliran seragam (uniform flow) dianggap memiliki ciri- ciri antara lain :

- a. Kedalaman, luas basah, kecepatan dan debit pada setiap penampang pada bagian saluran yang lurus adalah konstan,
- b. Garis energi, muka air dan dasar saluran saling sejajar, berarti kemiringannya sama atau  $S_f = S_w = S_o = S$ .

Aliran seragam dianggap sebagai suatu aliran permanen atau tunak (steady flow). Aliran dalam saluran terbuka dikatakan permanen (steady) bila kedalaman aliran tidak berubah atau dianggap konstan selama suatu selang waktu tertentu. Bila air mengalir dalam saluran terbuka, air akan mengalami hambatan saat mengalir ke hilir. Hambatan ini biasanya dilawan oleh komponen gaya berat yang bekerja dalam air dalam arah geraknya. Aliran seragam akan terjadi bila hambatan ini seimbang dengan gaya berat. Besarnya tahanan bila faktor-faktor lain dari saluran dianggap tidak berubah, tergantung pada kecepatan aliran. Bila air memasuki saluran secara perlahan, kecepatan mengecil dan oleh karenanya hambatannya juga mengecil, dan hambatan lebih kecil dari gaya berat sehingga terjadi percepatan di bagian yang lurus di sebelah hulu.

Kecepatan dan hambatan akan meningkat lambat laun sampai terjadi keseimbangan antara hambatan dengan gaya-gaya berat. Pada keadaan ini dan selanjutnya aliran menjadi seragam. Bagian lurus di hulu yang diperlukan untuk membentuk aliran seragam dikenal dengan zona peralihan (*transiory zone*).

Apabila saluran lebih pendek dari pada panjang peralihan yang diperlukan untuk kondisi yang ditetapkan, maka tidak dapat terjadi aliran seragam. Pada bagian hilir saluran, hambatan mungkin akan terjadi lebih kecil dari gaya berat, sehingga aliran menjadi tidak seragam lagi atau berubah. (Agoes 2012)

### **2.3. Irigasi**

Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak (PP No.20 tahun 2006).

#### **2.3.1. Saluran Irigasi**

Saluran irigasi air tanah adalah bagian dari jaringan irigasi air tanah yang dimulai setelah bangunan intake / pompa sampai lahan yang diairi (PP No. 20 tahun 2006).

Saluran irigasi terbagi atas 3 jenis yaitu (Agoes 2012) :

##### **a. Saluran Primer**

Saluran primer adalah saluran yang membawa air dari jaringan utama ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang akan diairi. Petak tersier adalah kumpulan petak-petak kuarter, tiap petak kuarter memiliki luas kurang lebih 8 s.d. 15 ha. Sedangkan petak tersier memiliki luas antara 50 s.d. 150 ha.

b. Saluran Sekunder

Saluran sekunder adalah saluran yang membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut.

c. Saluran Tersier

Saluran tersier adalah saluran yang membawa air dari bangunan sadap tersier dari jaringan utama ke dalam petak tersier saluran kuarter. Saluran kuarter membawa air dari boks bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier atau parit sawah ke petak- petak sawah.

#### 2.4. Persamaan Koefisien Kekasaran Manning

Simons dan Senturk menjelaskan bahwa pada tahun 1889, Robert Manning menyajikan formula untuk menghitung kecepatan rata-rata dalam saluran terbuka yang dilakukan di Irlandia. Formula ini menyajikan kekasaran aliran. Bentuk umum dari formula ini adalah (Fasdarsyah 2016) :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \rightarrow n = \frac{1}{V} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{untuk satuan metrik} \quad (2.1)$$

$$V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{untuk satuan inggris} \quad (2.2)$$

Keterangan:

n = Nilai kekasaran koefisien Manning (tanpa satuan)

R = Jari-jari hidraulik (m)

S = Kemiringan saluran arah memanjang (%)

V = Kecepatan Aliran (m/det)

Karena itu hubungan kecepatan, debit aliran, luas tampang dan nilai kekasaran biasanya dihasilkan melalui hubungan daya tahan aliran seperti terlihat dalam persamaan kecepatan Manning. Kekasaran yang dimaksudkan disini adalah suatu angka kekasaran yang dapat menghambat kecepatan aliran air di saluran. Angka tersebut lazim disebut sebagai angka kekasaran Manning. (Fasdarsyah 2016).

Berdasarkan Persamaan Manning, untuk menentukan nilai Manning dibutuhkan nilai  $V$ , maka untuk mendapatkan  $V$  (kecepatan) harus dihitung menggunakan persamaan kontinuitas yang sering digunakan yaitu :

$$Q = V.A \rightarrow V = \frac{Q}{A} \quad (2.3)$$

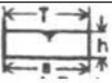
Keterangan

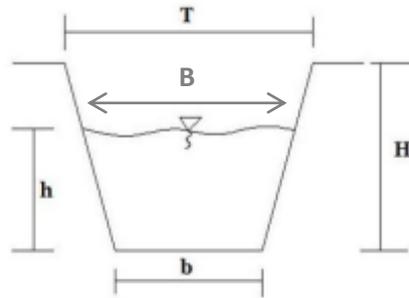
$Q$  = Debit Aliran (m<sup>3</sup>/det)

$A$  = Luas Penampang Basah (m<sup>2</sup>)

$V$  = Kecepatan Aliran (m/det)

**Tabel 2.1. Unsur-unsur Geometri Penampang (Chow 1997)**

Penampang Melintang	Area (A)	Keliling Penampang Basah (P)	Radius (R)	Lebar Atas (T)	Kedalaman (D)
 Persegi Panjang	$bh$	$b+2h$	$\frac{bh}{b+2h}$	$b$	$h$
 Trapesium	$(b+zh)h$	$b+2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zh)h}{b+2h\sqrt{1+z^2}}$	$b+2y$	$\frac{(b+zh)h}{b+2z}$
 Segitiga	$zh^2$	$2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zh$	$\frac{1}{2h}$



**Gambar 2.2 Penampang Trapesium**

Atau dengan menggunakan rumus berikut (Marfizal 2019) :

$$A = \frac{B + b}{2} \cdot h \quad (2.4)$$

$$P = \frac{B + b}{2} + 2h \quad (2.5)$$

Keterangan :

A = Luas penampang basah

T = Lebar permukaan saluran

B = Lebar muka air

b = Lebar dasar saluran

H = Tinggi saluran

h = Tinggi muka air

Dengan n adalah koefisien Manning dan R adalah jari-jari hidrolis, yaitu perbandingan antara luas tampang aliran (A) dan keliling basah (P) (Kamiana & Jaya 2019) :

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.6)$$

Keterangan :

R = Jari-jari hidraulik (m)

A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

P = Keliling penampang basah (m)

## **2.5. Penentuan Faktor Koefisien Manning**

Sebenarnya sangat sulit untuk menentukan faktor kekasaran atau perlawanan ( $n$ ), sebab tidak ada cara tertentu untuk pemilihan nilai  $n$ . Pada tingkat pengetahuan sekarang ini, memilih  $n$  sebenarnya berarti memperkirakan hambatan aliran pada saluran tertentu, yang benar-benar tidak dapat diperhitungkan. Untuk penentuan nilai  $n$  yang wajar diperlukan (Putro 2013) :

1. Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi nilai  $n$ .
2. Mencocokkan tabel dari nilai-nilai  $n$  untuk berbagai tipe saluran.
3. Memeriksa dan memahami sifat beberapa saluran yang koefisien kekasarannya telah diketahui.
4. Menentukan  $n$  dengan cara analitis berdasarkan distribusi kecepatan teoritis pada penampang saluran dan data pengukuran kecepatan maupun pengukuran kekasaran.

## **2.6. Faktor Pengaruh Koefisien Kekasaran Manning**

Pemilihan nilai  $n$  yang sesuai untuk berbagai kondisi perancangan, harus didasarkan pada faktor-faktor yang memiliki pengaruh besar terhadap koefisien kekasaran baik untuk saluran buatan maupun alamiah, seperti yang diuraikan di bawah ini (SNI 2015) :

### **1. Kekasaran Permukaan**

Kekasaran permukaan ditandai dengan ukuran dan bentuk butiran bahan yang membentuk luas basah dan menimbulkan hambatan terhadap aliran. Butiran halus mengakibatkan nilai  $n$  yang relatif rendah, dan butiran kasar memiliki nilai  $n$  yang tinggi.

## 2. Tetumbuhan

Tetumbuhan dapat digolongkan dalam jenis kekasaran permukaan, tetapi hal ini juga memperkecil kapasitas saluran dan menghambat aliran. Dampaknya tergantung pada tinggi, kerapatan, distribusi dan jenis tetumbuhan dimana hal ini sangat penting dalam perancangan saluran pembuangan yang kecil.

## 3. Ketidakteraturan Saluran

Ketidakteraturan saluran meliputi ketidakteraturan keliling basah dan variasi penampang, ukuran dan bentuk di sepanjang saluran. Pada saluran alam biasanya ditandai dengan adanya alur-alur pasir, gelombang pasir, cekungan, gundukan, lubang dan tonjolan di dasar saluran.

## 4. Trase Saluran

Kelengkungan yang landai dengan garis tengah yang besar akan mengakibatkan nilai  $n$  yang relatif rendah, sedangkan kelengkungan yang tajam dengan belokan-belokan yang patah akan memperbesar nilai  $n$ .

## 5. Pengendapan dan Pengerusan

Secara umum pengendapan dapat merubah saluran yang sangat tidak beraturan menjadi cukup beraturan dan memperkecil nilai  $n$ , sedangkan pengerusan dapat berakibat sebaliknya dan memperbesar nilai  $n$ , namun dampak utama dari pengendapan tergantung dari sifat alamiah bahan yang diendapkan.

## 6. Hambatan

Hambatan akan timbul karena adanya balok sekat, pilar jembatan dan sejenisnya yang cenderung memperbesar nilai  $n$ . Adapun besar hambatan ini tergantung pada sifat alamiah hambatan, ukuran, bentuk, jumlah dan penyebarannya.

#### 7. Ukuran dan Bentuk Saluran

Perbesaran jari-jari hidrolis dapat memperbesar maupun memperkecil nilai  $n$ , tergantung pada keadaan saluran.

#### 8. Taraf Air dan Debit

Nilai  $n$  pada saluran umumnya berkurang bila taraf air dan debitnya bertambah, namun nilai  $n$  dapat juga bertambah pada taraf air tinggi bila dinding saluran kasar dan berumput.

#### 9. Perubahan Musim

Nilai  $n$  cenderung bertambah pada musim semi dan berkurang pada musim dingin, akibat pertumbuhan musiman dari tanaman di saluran.

#### 10. Endapan Terapung dan Endapan Dasar

Bahan-bahan yang mengapung dan endapan dasar, baik yang bergerak maupun tidak akan menyerap energi dan menyebabkan kehilangan tinggi energi atau memperbesar kekasaran saluran.

### **2.7. Tabel Manning Studi Literatur**

Berikut adalah beberapa tabel nilai Manning yang dijadikan sebagai acuan perbandingan oleh peneliti dari beberapa studi yang sudah dilakukan, dan merupakan nilai Manning yang sering digunakan.

Tabel 2.2. Nilai Koefisien Kekasaran Manning (Chow 1997)

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Harga n		
		Minimum	Normal	Maksimum
1.	Beton			
	• Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	• Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/gangguan	0,011	0,013	0,014
	• Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	• Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
2.	Tanah, lurus dan seragam			
	• Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	• Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	• Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	• Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3.	Saluran alam			
	• Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	• Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	• Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,08
	• Dataran banjir berumput pendek – tinggi	0,025	0,030	0,035
	• Saluran di belukar	0,035	0,050	0,07

Tabel 2.3 Nilai Koefisien Kekasaran Manning

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 - 0,033
	Berkelok, landai dan berumput	0,023 - 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 - 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 - 0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023 - 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 - 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 - 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 - 0,030

(Sumber: Blog Ir\_Darmadi\_MM,MT)

Tabel 2.4 Nilai Koefisien Kekasaran Manning

Permukaan	N	
	Minimum	Maksimum
<b>Permukaan yang dilapisi</b>		
Permukaan dari acian semen yang rapi	0,010	0,013
Permukaan saluran yang terbuat dari kayu	0,010	0,014
Saluran yang terbuat dari papan halus	0,010	0,017
Pipa air limbah yang terbuat dari besi patri (kasar)	0,010	0,015
Saluran yang terbuat dari metal logam (halus)	0,011	0,013
Beton precast	0,011	0,015
Permukaan dari mortar semen	0,011	0,015
Saluran terbuat dari papan tidak halus	0,011	0,015
Ubin untuk drainase	0,011	0,017
Beton monolit	0,012	0,016
Pelapis besi	0,013	0,017
Permukaan semen yang kasar	0,017	0,030
<b>Kanal</b>		
Hasil pengerukan tanah halus	0,025	0,033
Pada batuan yang dipotong halus	0,025	0,035
Dengan dasar dan sisi-sisinya ditumbuhi rumput liar	0,025	0,040
Pada batuan yang dipotong kasar dan tidak rata	0,015	0,045
<b>Saluran Alam</b>		
Halus dan lurus	0,025	0,033
Dengan kondisi dipenuhi rumput dan bebatuan	0,045	0,060
Yang dalam dan dipenuhi rumput	0,075	0,150
<b>Dataran</b>		
Padang rumput	0,025	0,050
Semak-semak	0,035	0,160
Pepohonan		
- Padat	0,011	0,200
- Jarang	0,030	0,050
- Dengan pohon yang besar-besar	0,080	0,120

(Sumber: Website Slideshare\_Struktur Bangun Air)

## 2.8. Prosedur dan Alat Pengukuran Lapangan

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dibutuhkan data lapangan yang baik pula yang diperoleh dari survey langsung dilapangan, untuk mendapatkan hasil yang baik dari sebuah survey lapangan diperlukan prosedur dan alat yang digunakan untuk memperoleh data lapangan.

### **2.8.1. Alat Ukur Arus Tipe Baling-baling**

Hal yang perlu diperhatikan pada alat ukur tipe baling-baling adalah sebagai berikut (SNI 2015) :

- a. Alat ukur arus dengan baling-baling terdiri atas 2 jenis yaitu,
  - Baling-baling dengan sumbu horizontal
  - Baling-baling bentuk canting dengan sumbu vertical
- b. Pada saat digunakan untuk mengukur debit alat ukur arus dilengkapi dengan :
  - Alat hitung putaran baling-baling
  - Alat ukur kedalaman berupa tongkat baja yang dilengkapi pemberat dan petunjuk kedalaman dengan ketelitian 1 cm
  - Alat ukur lebar yang tidak elastis dengan ketelitian 1 cm
  - Alat ukur waktu dengan ketelitian 1 detik
  - Alat penghitung yang dapat menghitung luas penampang basah, kecepatan arus air dan debit secara langsung.

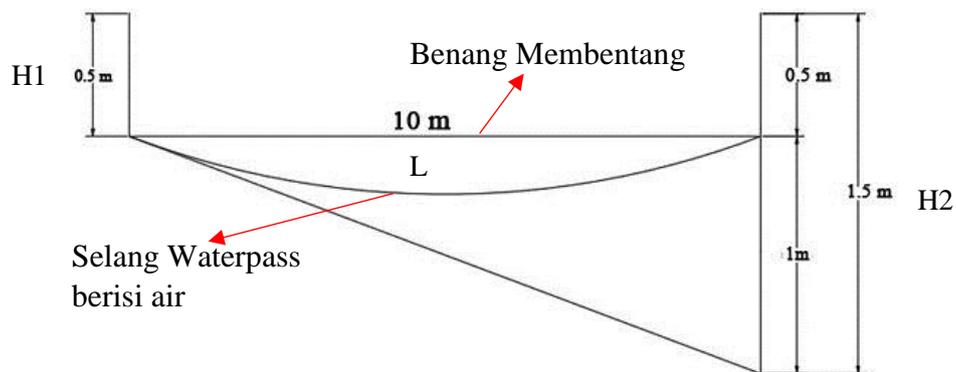
### **2.8.2. Perlengkapan Pengukuran Debit**

Perlengkapan yang harus dipersiapkan dalam pengukuran dilapangan adalah sebagai berikut (SNI 2015) :

- a. Alat ukur kecepatan arus (Current Meter)
- b. Stop watch
- c. Meteran minimal 3m dengan ketelitian 1mm
- d. Kalkulator
- e. Formulir isian perhitungan debit dan alat-alat tulis lainnya
- f. Map lapangan yang tahan terhadap air
- g. Alat tulis

### 2.8.3. Alat Ukur Kemiringan Sungai (Selang Waterpass)

Pengukuran kemiringan saluran yang dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan alat sederhana yaitu tongkat ukur dan selang waterpass. Pengukuran ini menggunakan prinsip yang sama dengan metode pengukuran saluran yang dilakukan dalam skripsi Wawa Sanusi 2019.



Gambar 2.3 Ilustrasi Penggunaan selang Waterpass (Sanusi 2019)

$$S = \frac{H2 - H1}{L} \times 100\% \quad (2.7)$$

Keterangan :

S = Kemiringan (m)

H1 = Ketinggian Di titik atas yang diamati (m)

H2 = Ketinggian Di titik bawah yang diamati (m)

L = Jarak antar titik yang diamati (m)

#### 2.8.4. Alat Ukur Kecepatan Flowatch FL-03 Current Meter / Flow Meter

Flowatch FL-03 Current Meter / Flow Meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran air linier, nonlinier, massa atau volume dari liquid, gas ataupun solid



**Gambar 2.4 Current Meter tipe FL-03**  
(Sumber: Google)



**Gambar 2.5 Current Meter tipe FL-03 (Sumber: Google)**

- a. Aplikasi:
  - Mengukur arus sungai.
  - Irigasi kanal.
  - Arus Laut
  - Conduits penyejuk udara
  - Layanan aliran air limbah
  - Ventilasi Poros
  - Hidrologi
  - Aerological
  - Cerobong flues.
- b. Kecepatan aliran Pengukuran:
  - Unit: km / h, mph, knots, m / s dan cm / s
  - Akurasi: + / - 5% dari -10 sampai + 50 C.
  - Rentang pengukuran: 2 sampai 150 km H /
- c. Suhu :
  - Unit: ' F dan Windchill
  - Akurasi: + / - 1'

### 2.8.5. Metode Pengukuran Dengan Alat Ukur Arus

Pengukuran kecepatan aliran langsung dengan alat ukur arus dapat dilaksanakan dengan cara merawas, dengan bantuan wahana apung perahu, jembatan atau menggunakan kereta gantung. Perbedaan cara pelaksanaan pengukuran kecepatan aliran ini adalah sebagai berikut (SNI 2015) :

#### 1. Merawas

Pengukuran debit dengan cara merawas adalah pengukuran yang dilakukan tanpa bantuan wahana (perahu, kereta gantung, *winch cable way*) yaitu petugas pengukuran langsung masuk kedalam sungai. Pengukuran dengan cara ini perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Dilakukan pada lokasi sebatas pengukur mampu merawas
- b. Posisi berdiri pengukur harus berada dihilir alat ukur arus dan tidak boleh menyebabkan berubahnya garis aliran pada jalur vertical yang diukur.
- c. Posisi alat ukur harus berada di depan pengukur



**Gambar 2.6 Metode Merawas (raharjabayu.wordpress.com)**

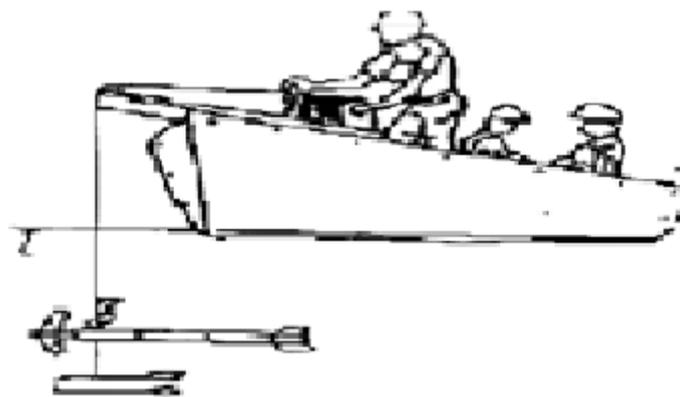
## 2. Menggunakan Perahu

Pengukuran debit dengan bantuan wahana perahu perlu memperhatikan hal-hal berikut :

- a. Apabila tidak memungkinkan dilakukan pengukuran dengan cara merawas
- b. Untuk kedalaman air kurang dari 3 m, pengukuran kecepatan arus cukup dilakukan dengan memasang alat ukur arus pada tongkat penduga yang juga berfungsi sebagai alat ukur kedalaman. Akan tetapi, untuk kedalaman air lebih besar atau sama dengan 3 m, alat ukur harus digantungkan pada kabel penggantung yang juga berfungsi sebagai alat pengukur kedalaman yang

dilengkapi dengan alat penggulung kabel dan pemberat yang disesuaikan dengan kondisi aliran.

- c. Posisi alat ukur harus berada di depan perahudengan perahu diarahkan ke hulu
- d. Apabila posisis kabel menggantung tidak tegak lurus muka air, dan membentuk sudut  $> 10$  derajat terhadap garis vertical, kedalaman aliran harus dikoreksi



**Gambar 2.7 Metode Perahu (raharjabayu.wordpress.com)**

### 3. Menggunakan Jembatan

Pengukuran debit dari atas jembatan perlu memperhatikan hal-hal berikut ini :

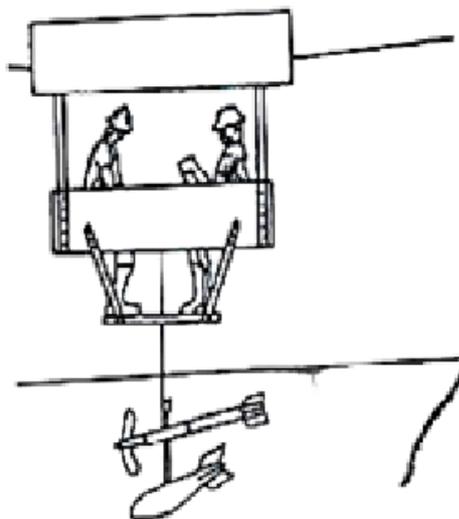
- a. Posisi pilar jembatan perlu diperhitungkan dalam penentuan pias-pias sub bagian penampang basah
- b. Posisi alata berada di hulu jembatan
- c. Apabila posisis kabel menggantung tidak tegak lurus muka air, dan membentuk sudut  $> 10$  derajat terhadap garis vertical, kedalaman aliran harus dikoreksi



**Gambar 2.8 Metode Jembatan (raharjabayu.wordpress.com)**

#### 4. Menggunakan Kereta Gantung

- a. Apabila posisi kabel menggantung tidak tegak lurus muka air, dan membentuk sudut  $> 10$  derajat terhadap garis vertical, kedalaman aliran harus dikoreksi
- b. Pengukuran lebar sungai / saluran terbuka menggunakan alat ukur lebar dan atau alat ukur sipat datar



**Gambar 2.9 Metode Kereta Gantung (raharjabayu.wordpress.com)**

### **2.8.6. Kalibrasi Current Meter**

Untuk mendapatkan ketelitian dalam pengukuran debit/kecepatan dalam pengukuran, peralatan pengukuran terutama current meter harus di kalibrasi. Kalibrasi dilakukan sesuai dengan ketentuan yang tertera pada kartu/label kalibrasi kecuali jika telah terjadi hal-hal yang mengakibatkan perubahan pada alat yang bersangkutan misalnya, jatuh, membentur benda keras, dan tercelup kedalam cairan asam kalibrasi current meter dilakukan dengan menggunakan calibration flume dan dilaksanakan oleh instansi yang berwenang dan telah terakreditasi (SNI 2015).

### **2.8.7. Lama dan Periode Pelaksanaan**

Ketentuan yang diperhatikan (SNI 2015) :

- a. Lama pengukuran kecepatan tergantung dari perubahan keadaan aliran pada saat pengukuran dilaksanakan
  - Pada saat aliran rendah pengukuran debit dilaksanakan 2 kali dalam sekali periode waktu pengukuran (bolak balik di penampang basah yang sama)
  - Pada saat banjir pengukuran debit dilaksanakan 1 kali dalam periode waktu pengukuran
- b. Periode pelaksanaan pengukuran tergantung dari musim :
  - Pada musim kemarau pengukuran debit dilakukan cukup sekali dalam satu bulan
  - Pada saat musim penghujan pengukuran dilakukan berulang kali, paling sedikit 3 kali dalam sebulan
  - Pada musim peralihan pengukuran dilaksanakan paling sedikit 2 kali dalam sebulan

### **2.8.8. Pemilihan Lokasi Pengukuran**

Lokasi pengukuran debit dipilih dengan memperhatikan faktor-faktor berikut (SNI 2015) :

- a. Tepat pada pos duga muka air atau disekitar pos duga muka air sepanjang tidak ada perubahan bentuk penampang yang mencolok dan penambahan atau pengurangan debit
- b. Alur sungai/saluran terbuka harus lurus sepanjang minimal 3 kali lebar sungai/saluran pada saat banjir/muka air tertinggi (MATT)
- c. Distribusi garis aliran diperkirakan merata dan tidak ada aliran yang memutar
- d. Aliran tidak terganggu oleh adanya tumbuhan air dan sampah
- e. Tidak terpengaruh peninggi muka air sebagai akibat adanya pasang surut air laut, pertemuan sungai, dan bangunan hidraulik
- f. Tidak terpengaruh aliran lahar
- g. Penampang melintang pengukuran perlu diupayakan agar tegak lurus terhadap alur sungai
- h. Kedalaman pengukuran minimal 3 sampai dengan 5 kali diameter baling baling alat ukur arus yang digunakan
- i. Apabila pengukuran debit dilakukan dihilir bending atau di hulu bending sampai dengan tidak ada pengaruh pengempangan. Pengukuran pada lokasi bending biasanya dilakukan untuk keperluan kalibrasi bending dengan mengubah bukaan pintu

### **2.8.9. Perhitungan Penampang Basah**

Luas penampang basah dihitung dari kedalaman air dan lebar sungai, kedalaman air diperoleh dengan cara mengukur kedalaman air pada titik pengukuran dengan menggunakan tongkat penduga atau kabel pengukur dan pengukuran lebar dilakukan dengan menggunakan alat ukur jarak. Jenis alat ukur lebar harus disesuaikan dengan lebar penampang basah dan sarana penunjang lainnya

## **2.9. Studi Terdahulu**

Dalam penyusunan penelitian ini peneliti menggunakan beberapa studi literatur sebagai acuan dan informasi, berikut studi terdahulu yang peneliti gunakan sebagai referensi :

### **2.9.1. Analisis Koefisien Kekasaran Sungai Di Sungai Sario Dengan Persamaan Manning (Montjai 2015)**

Perkembangan penduduk yang cukup pesat di wilayah Sungai Sario mengakibatkan intensitas penggunaan lahan yang semakin tinggi. Kecenderungan meluasnya lahan untuk pemenuhan kebutuhan akan bahan pangan serta tempat tinggal mengakibatkan terjadinya penyempitan aliran di beberapa tempat. Dengan kondisi tersebut akan mempengaruhi aliran dan timbul pengaruh hambatan. Dari penelitian ini Nilai Kecepatan pada sungai Sario dipengaruhi oleh kemiringan karena semakin ke hilir nilai kemiringan semakin kecil. Penelitian ini menganalisis pengaruh kekasaran manning pada sungai sario dimana didapatkan bahwa nilai koefisien kekasaran yang besar diakibatkan oleh adanya hambatan-hambatan berupa kerikil, lumpur, pasir, batu, sampah, tumbuhan bawah saluran, air keruh, dan bangunan jembatan.

### **2.9.2. Analisis Karakteristik Sedimen Dasar Sungai Terhadap Parameter Kedalaman (Fasdarsyah 2016)**

Hambatan aliran dan sedimen transport pada berbagai type bentuk dasar saluran mempunyai variabel-variabel tertentu/ tersendiri seperti kedalaman, kemiringan, viskositas dan lain-lain, sehingga kita dapat menganalisa, memperkirakan, menghindarkan, dan mengurangi masalah-masalah yang timbul. Masalah utama dalam penentuan hambatan aliran bergantung pada ketepatan dalam memformulasikan hubungan relatif dimensi bentuk dasar yang terjadi pada berbagai tahapan aliran, dan menghubungkannya dengan kekasaran hidraulik. Dalam penelitian ini formula Manning terdapat hubungan lebih baik dibandingkan dengan formula yang lain dengan demikian formula kekasaran Manninglah yang cocok untuk lebar Sungai Krueng Keureto.

### **2.9.3. Kajian Nilai Kekasaran Dan Konstanta Beberapa Kondisi Saluran Tersier Pada Jaringan Irigasi Namu Sira Sira Desa Namu Ukur Utara Kecamatan Sei Bingai Kabupaten Langka (Pahlevi, dkk 2014)**

Daerah irigasi ini termasuk jenis irigasi teknis, dimana pembuatan dan perawatan saluran primer dan saluran sekundernya menjadi tanggungjawab pemerintah, sementara saluran tersier ditangani sendiri oleh masyarakat (petani pemakai air) yang merupakan saluran tanah. Dan dalam penelitian ini didapatkan bahwa kecepatan aliran rata-rata memiliki pengaruh terhadap besarnya nilai kekasaran Manning ( $n$ ). Keduanya memiliki hubungan berbanding terbalik. Sedangkan nilai konstanta Chezy ( $c$ ) berbanding lurus dengan kecepatan aliran rata-rata pada saluran.

#### **2.9.4. Koefisien Manning Saluran Drainase Di Ruas Jalan Bapuyu Dan Jalan Lele Kota Palangkaraya (Kamiana, & Jaya 2019)**

Kisaran koefisien Manning maupun pola hubungannya dengan kedalaman aliran dan debit pada dua ruas saluran drainase di kota Palangka Raya telah dianalisis berdasarkan persamaan Manning. Perubahan taraf air dan debit yang dapat menyebabkan perubahan nilai  $n$  dengan demikian perubahan taraf air dan debit berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai  $n$  terutama pada saat taraf air dan debit masih tergolong kecil. dan koefisien Manning akan naik apabila kedalaman aliran dan debit turun, sebaliknya akan turun apabila kedalaman aliran dan debit naik.

#### **2.9.5. Analisis Angkutan Sedimen pada Sungai Kemuning Kalimantan Selatan dengan Menggunakan Program HEC-RAS 5.0.3 (Pratiwi V. 2017)**

Sedimentasi merupakan masalah yang terjadi dalam saluran atau sungai yang terjadi akibat erosi sehingga dapat menyebabkan pendangkalan pada sungai dengan demikian sedimentasi perlu diatasi. Pada penelitian didapatkan hasil bahwa agar tidak terjadi banjir pada saluran atau sungai maka perlu dilakukan maintenance dengan cara pengerukan secara manual dan dengan perawatan tersebut kapasitas dari saluran atau sungai dapat terkendali. Hasil penelitian ini dikaji dengan menggunakan bantuan aplikasi sipil yaitu dengan menggunakan aplikasi Hec-Ras 5.0.3

### **2.9.6. Analysis of Manning coefficient for small-depth flows on vegetated beds (Diaz 2005)**

Penelitian ini dilakukan dalam 2 (dua) fase yaitu yang pertama di saluran laboratorium dengan vegetasi buatan dan yang kedua di tempat tidur alami. Hasil penelitian eksperimental memungkinkan pengembangan metode perkiraan baru untuk menentukan koefisien Manning sesuai dengan nomor Froude. Metode ini dapat diterapkan dalam kondisi ekstrem, baik di kedalaman kecil dan lereng curam.

### **2.9.7. Calculation of Field Manning's Roughness Coefficient (Li, & Zhang 2015)**

Nilai  $n$  tertinggi ditemukan selama siklus irigasi pertama. Nilai  $n$  ini menjadi lebih kecil selama siklus irigasi kedua, dan sekali lagi lebih kecil selama siklus irigasi ketiga. Ini karena penyiraman menyebabkan tanah lapisan tanah lepas menjadi basah dan gumpalan larut, pada saat yang sama, interval antara masing-masing dari dua peristiwa irigasi membuat struktur tanah lapisan atas lebih padat dan lebih halus dari biasanya. Dalam penelitian ini nilai  $n$  dapat dihitung dengan menggunakan data muka air dan waktu resesi serta jarak aliran, dll. Alih-alih kedalaman air permukaan. keakuratan nilai  $n$  dapat ditingkatkan juga.

### **2.9.8. Evaluation Of The Evaluate Model For Estimating Manning's Roughness In Furrow Irrigation (Etedali, dkk 2011)**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ini memiliki tinggi efisiensi dalam memperkirakan koefisien kekasaran Manning di peternakan dengan kemiringan rendah dan tidak ada aliran permukaan.

### **2.9.9. Revised equations for Manning's coefficient for sand-bed rivers (Ghani, dkk 2007)**

Penelitian ini menunjukkan bahwa  $n$  Manning meningkat dengan meningkatnya kedalaman aliran dan debit. Hal ini dapat dikaitkan dengan bank berumput dan penampang tidak beraturan. Kemudian Penerapan nilai-nilai Manning  $n$  dari persamaan yang ada menghasilkan debit yang dihitung melebihi perkiraan debit terukur. Berbagai upaya kemudian dilakukan untuk mendapatkan persamaan baru untuk menghitung  $n$  Manning untuk aplikasi pada aliran ukuran-sedang dan hamparan pasir di Malaysia berdasarkan pada 168 data yang dikumpulkan dari Sungai Kinta, Langat dan Kulim.

### **2.9.10. Manning's Roughness Coefficient For Ecological Subsurface Channel With Modules (Mohammadpour, & (2019).)**

Uji eksperimental dilakukan dalam dua kondisi yaitu Gate Fully Open (GFO) dan Gate Partially Open (GPO). Hasil menunjukkan bahwa kinerja hidrolis saluran modular sangat mirip dengan saluran tumbuh-tumbuhan dan  $n$  Manning's di GFO (0,011-0,068) lebih rendah daripada yang ada di kondisi GPO (0,025-0,20). Modular tiga-tunggal mampu mengurangi debit aliran di kisaran 13,68% hingga 17,44%. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa kekasaran Manning adalah sangat dipengaruhi oleh empat parameter yang dipelajari dalam urutan berikut, Fr (Nomor Froude) > S (kemiringan) > Pt > mt > rasio kedalaman ( $y / B$ ).

## 2.10. Perbedaan Penelitian

Penelitian yang dilakukan untuk menentukan nilai koefisien kekasaran manning sebelumnya sudah dilakukan oleh beberapa ahli dan peneliti baik di dalam negeri maupun luar negeri. Namun setiap penelitian memiliki perbedaan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik, adapun perbedaan yang dimiliki oleh penelitian ini adalah sebagai berikut, dengan pembanding yaitu skripsi dari saudara Wawa Sanusi S.T alumni jurusan Teknik Sipil Universitas Komputer Indonesia tahun 2019 dengan judul skripsi “Evaluasi Koefisien Manning Pada Berbagai Tipe Dasar Saluran”.

**Tabel 2.5 Perbedaan Penelitian**

No	Penelitian Wawa Sanusi S.T	Penelitian Nardiana
1.	Jumlah saluran yang di tinjau 5 Saluran	Jumlah saluran yang ditinjau 10 saluran
2.	Lokasi Irigasi yang dipakai adalah 3 tempat	Lokasi irigasi yang dipakai 1 tempat (Pesawahan Kp. Ciawigirang)
3.	Bentuk penampang yang ditinjau adalah penampang persegi	Bentuk penampang yang ditinjau adalah persegi dan trapesium
4.	Tidak menganalisis kecepatan yang harus terpenuhi pada setiap saluran untuk sesuai dengan studi literatur	Menganalisis nilai kecepatan yang harus terpenuhi pada setiap saluran yang di tinjau