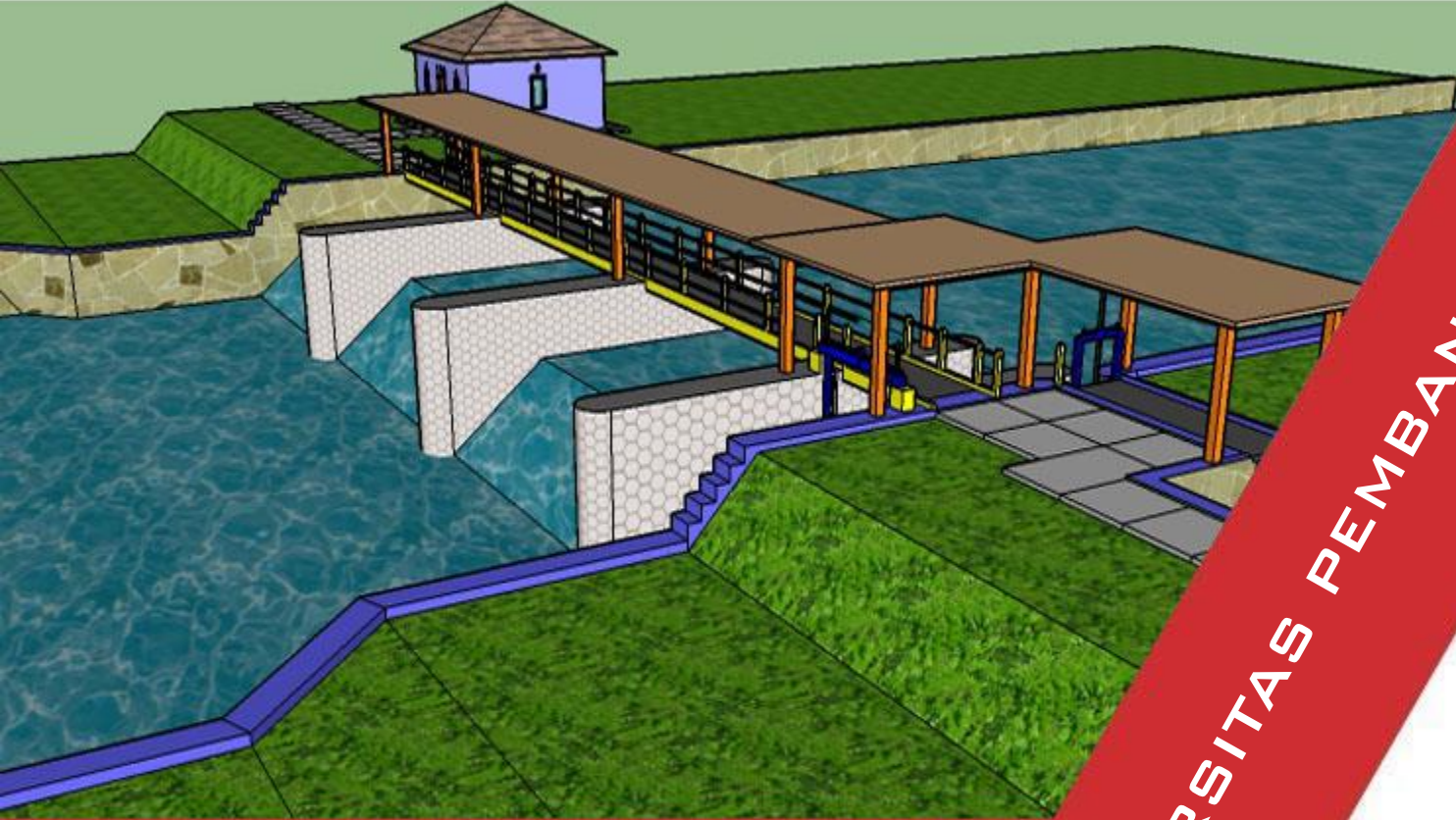


Pertemuan ke-5
TENAGA AIR
CIV-407



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Rizka Arbaningrum, ST., MT

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA



**DASAR DEBIT
TENAGA AIR**



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

1. Pendahuluan & Sejarah Tenaga Air
2. Skema Pembangkit Listrik Tenaga Air
3. PLTA Dengan Waduk
4. PLTA Aliran Sungai
5. Dasar Debit Tenaga Air
6. Terjun
7. Diagram Muatan Harian
8. **UTS**
9. Menghitung Volume Kolam Tahunan
10. Garis Masa Debit
11. Beberapa Tipe Bendungan
12. Turbin Air
13. Hubungan Kolam Tandon Harian dan Turbin
14. Pipa Pesat
15. Pipa Lepas
16. **UAS**



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

Pokok Bahasan

Dasar Debit Tenaga Air

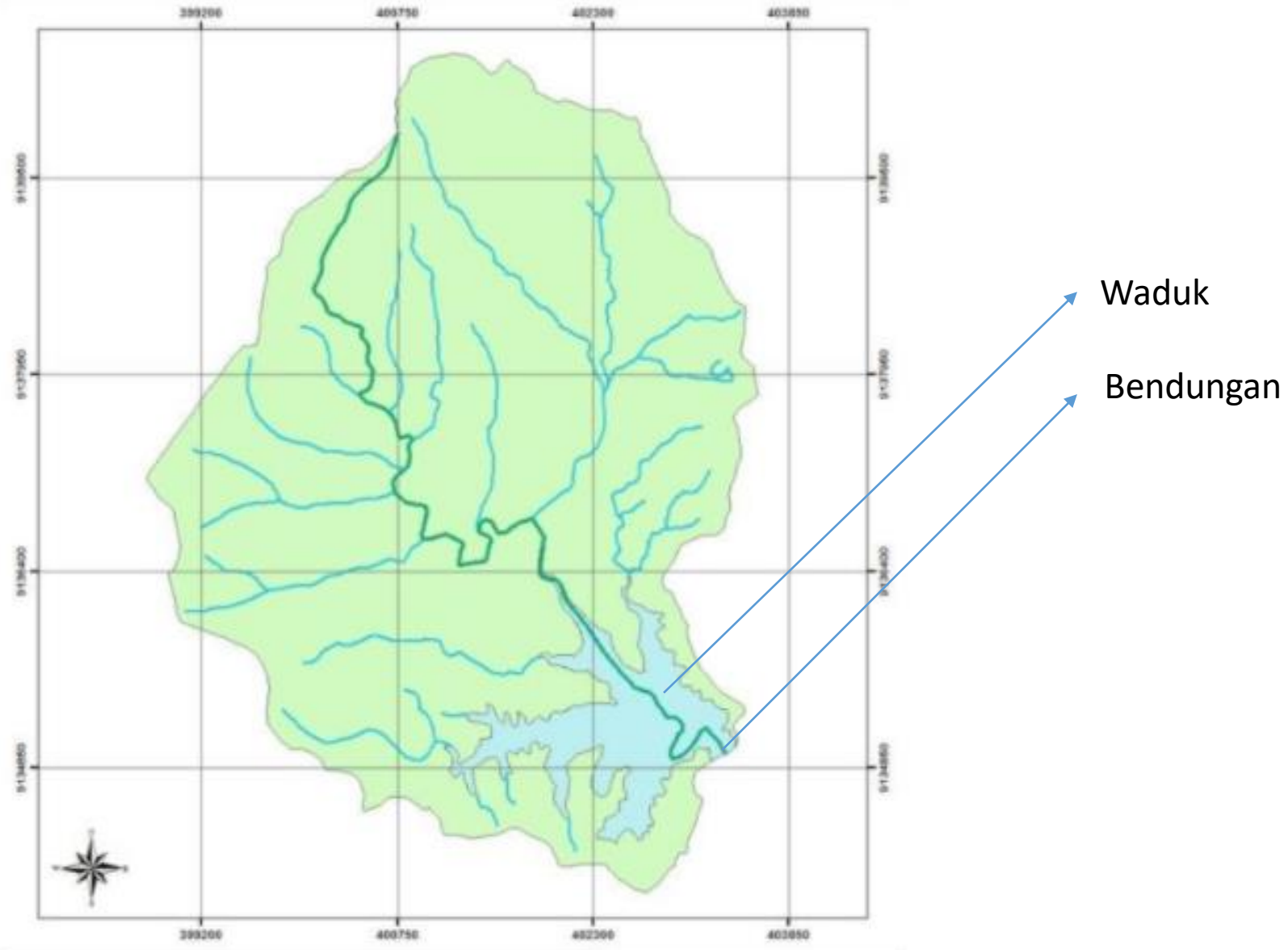
1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

BAB V DASAR DEBIT TENAGA AIR



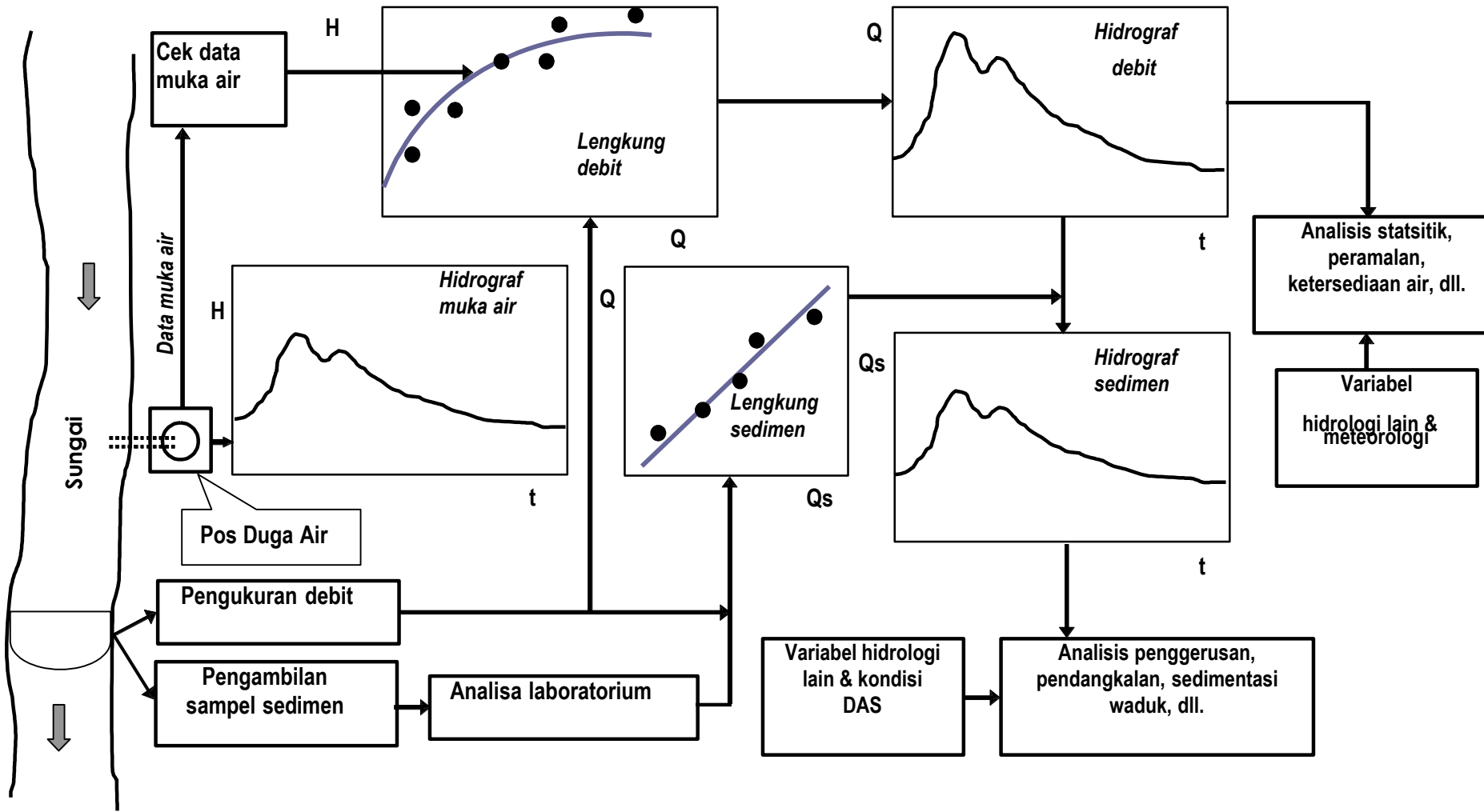


TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

BAB V DASAR DEBIT TENAGA AIR

Secara umum cakupan kegiatan hidrometri dan kegunaan data hasil pengukuran hidrometri dapat ditunjukkan pada bagan seperti pada gambar.

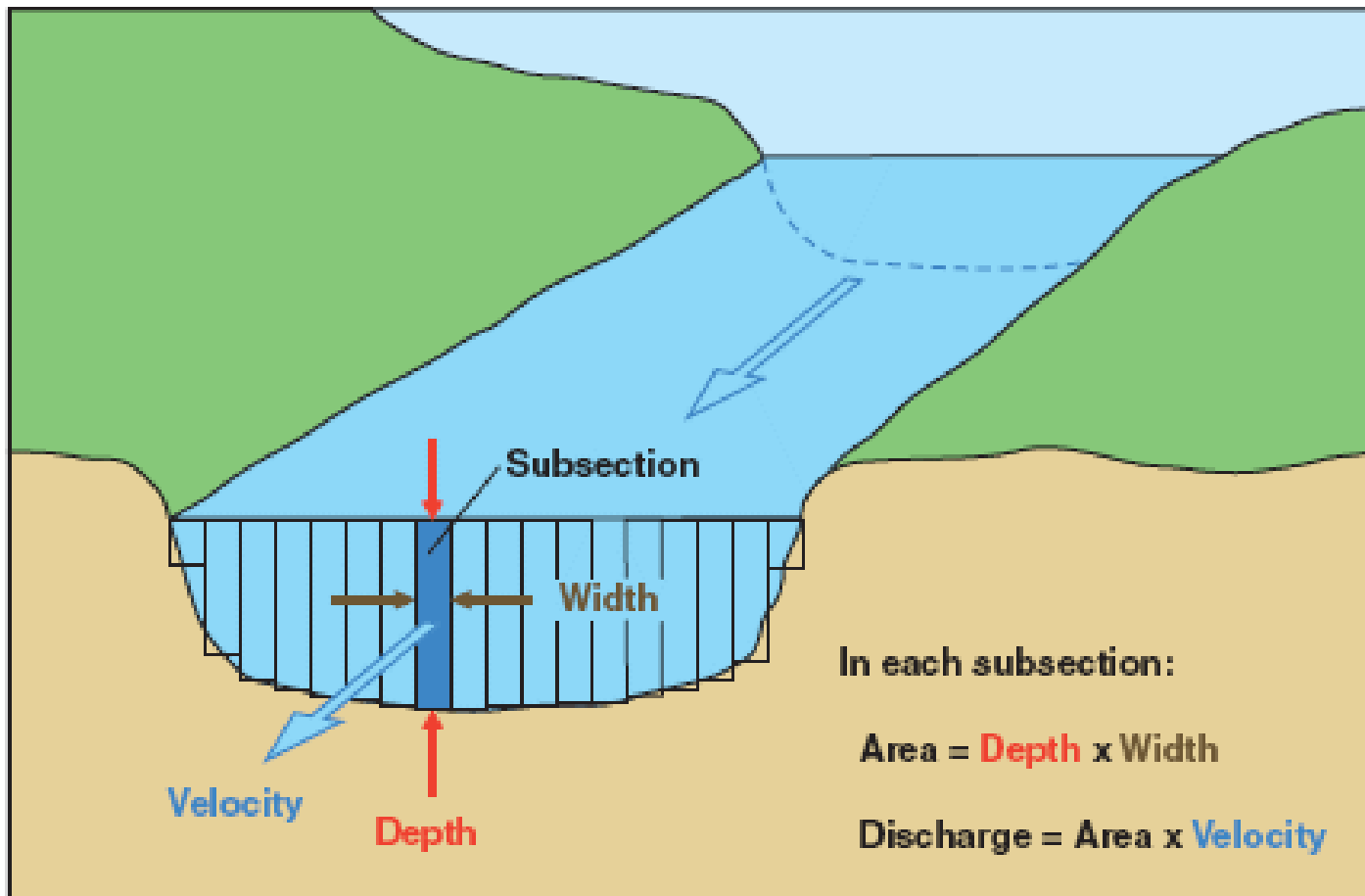


POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



Prinsip pengukuran dan hitungan debit suatu saluran



POKOK BAHASAN

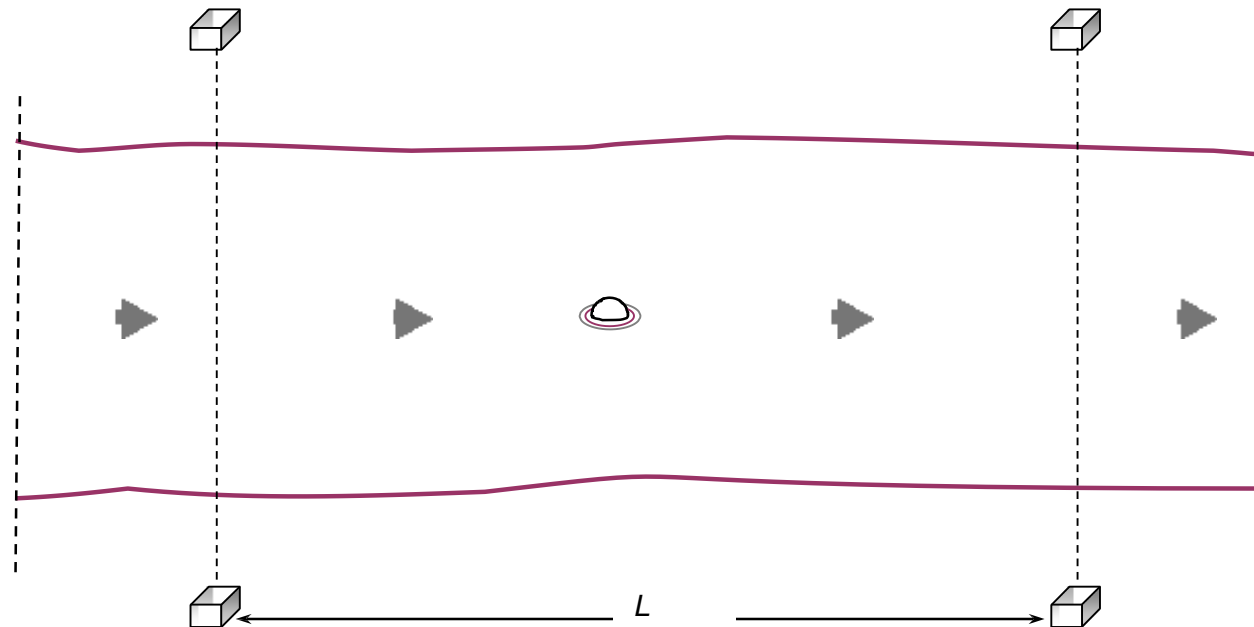
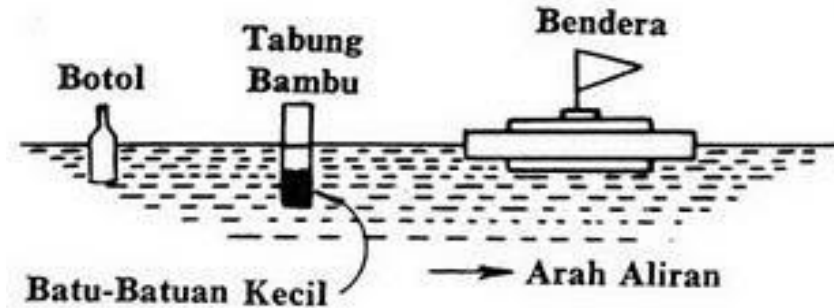
1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



Pengukuran kecepatan arus dengan pelampung

$$V = \frac{L}{t}$$

V = kecepatan (m/s)
 L = Jarak antara patok (m)
 t = waktu (s)



POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen

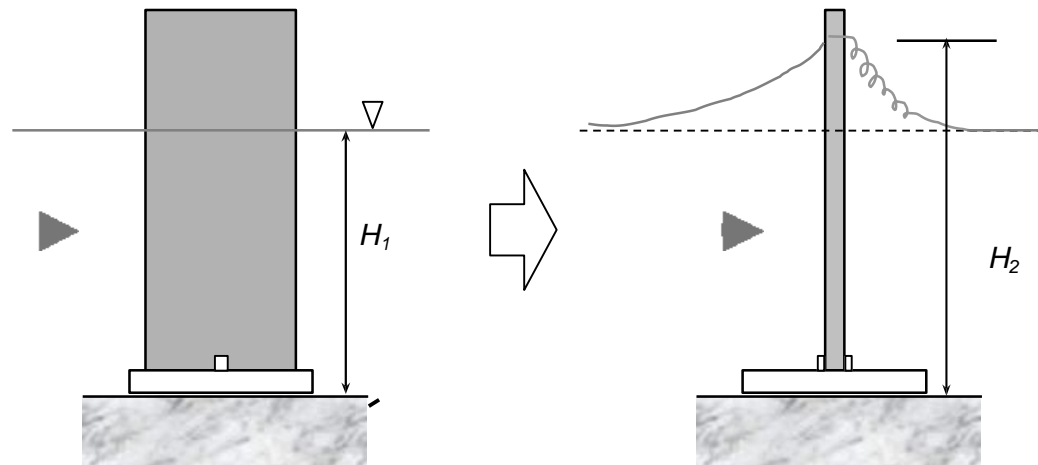


Pengukuran kecepatan arus dengan *Velocity Head Rod*

Cara Pengukuran :

- Letakkan alat pada tempat yang akan diukur dengan posisi sejajar dengan arus aliran.
- Setelah aliran kembali tenang, baca ketinggian muka air aliran (H_1).
- Putar alat 90° , sehingga tegak lurus aliran, kemudian baca tinggi muka air yang terjadi (H_2).
- Kecepatan arus aliran dapat didekati dengan:

$$V = \sqrt{2g(H_2 - H_1)}$$



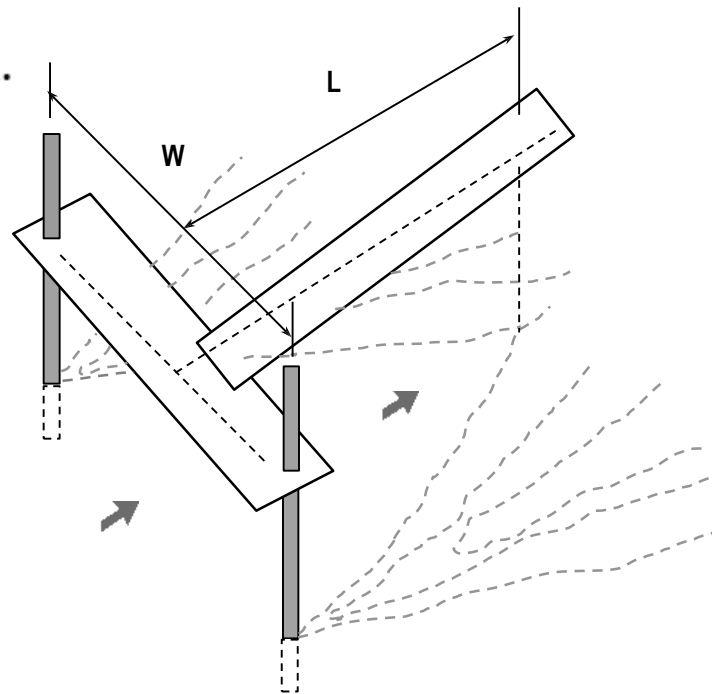
POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. **Velocity Head Rod**
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



Pengukuran kecepatan arus dengan *Trupp's Ripple Meter*

- Alat ukur kecepatan arus ini mempunyai ketelitian hasil yang lebih baik dari alat terdahulu. Prinsip yang digunakan adalah dengan mengamati sudut yang dibentuk oleh riak pada hilir batang yang dipancang pada aliran sungai. Makin besar kecepatan aliran, sudut ini akan makin kecil. Pengukuran dapat dilakukan sebagai berikut ini.



POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. **Velocity Head Road**
4. **Trupp's Ripple Meter**
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



- Masukkan alat ukur ke dalam air dan amati dua buah riak yang terbentuk pada masing-masing batang.
- Ukur jarak antara titik pengukuran sampai dengan titik perpotongan antara kedua riak tersebut, yaitu L (feet).
- Kecepatan aliran permukaan dapat didekati dengan:

$$V = C + XL$$

dengan:

V = kecepatan aliran permukaan (feet/det),

C = tetapan sebesar 0,40,

X = variabel yang tergantung dari nilai W seperti pada tabel di bawah.

POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



Hubungan antara X dan W pada *Trupp's Ripple Meter*

W (inci)	X
4	0,280
6	0,206
8	0,161
9	0,145
12	0,109

POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. **Velocity Head Road**
4. **Trupp's Ripple Meter**
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



Pengukuran kecepatan arus dengan *Current Meter*

Alat ini paling umum digunakan karena dapat menghasilkan ketelitian yang cukup baik. Prinsip kerja alat ukur ini adalah dengan mencari hubungan antara kecepatan aliran dan kecepatan putaran baling-baling *current meter* tersebut. Umumnya hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

$$V = an + b$$

dengan:

- V = kecepatan aliran,
- n = jumlah putaran tiap waktu tertentu,
- a,b = tetapan yang ditentukan dengan kalibrasi alat di laboratorium.

POKOK BAHASAN

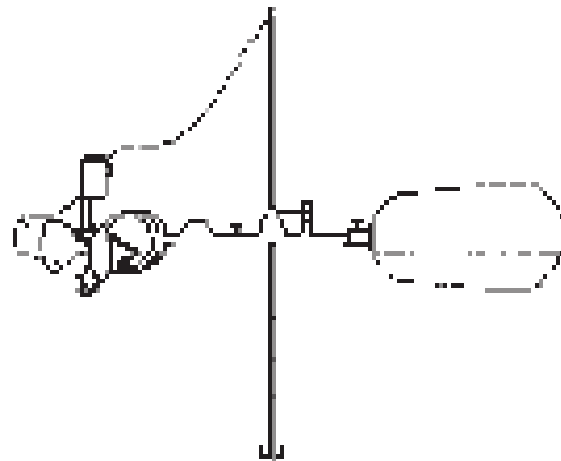
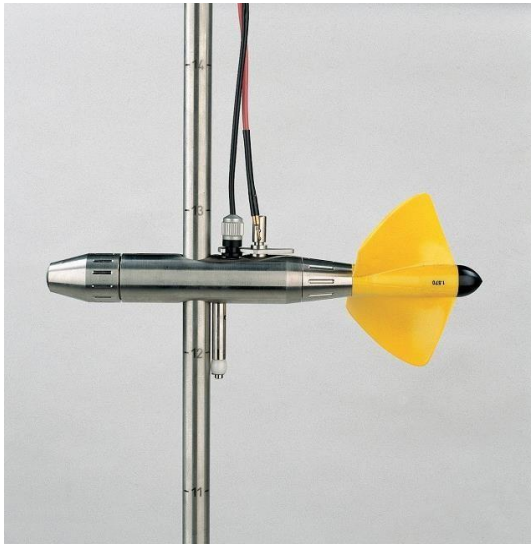
1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. **Current Meter**
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



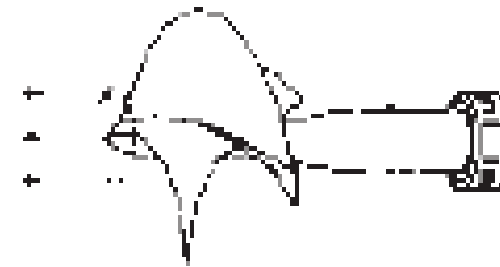
TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

BAB V DASAR DEBIT TENAGA AIR



a) caps current-meter



b) propeller current-meter

figure 3.6
current-meters

POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



Debit banjir atau besarnya aliran adalah volume aliran yang melalui suatu penampang melintang persatuan waktu. (m^3/detik)

$$Q = V A$$

Q = Debit banjir (m^3/detik)

V = Kecepatan (m/detik)

A = Luas penampang (m^2)

Kegunaan debit banjir :

- Untuk perencanaan bangunan air
- Untuk memperkirakan bencana banjir
- Untuk pemanfaatan air baku dan irigasi
- Untuk pemanfaatan PLTA
- dll

POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. **Debit Banjir**
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



Metode rasional hanya digunakan untuk menentukan banjir maksimum bagi saluran-saluran dengan **daerah aliran kecil, kira-kira 40-80 km²**. Metode rasional ini dapat dinyatakan secara aljabar dengan persamaan sebagai berikut (*Subarkah, 1980*) :

$$Q_t = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \text{ (m}^3\text{/dtk)}$$

dimana :

- Qt = debit banjir rencana (m³/dtk)
- C = koefisien *run off* (koefisien limpasan)
- I = intensitas maksimum selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- A = luas daerah aliran (km²)

POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. **Metode Rasional**
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

BAB V DASAR DEBIT TENAGA AIR

Koefisien *run off* tergantung dari beberapa faktor antara lain jenis tanah, kemiringan, luas dan bentuk pengaliran sungai.

Kondisi Daerah Pengaliran	Koefisien Pengaliran (C)
Daerah pegunungan berlereng terjal	0,75 – 0,90
Daerah perbukitan	0,70 – 0,80
Tanah bergelombang dan bersemak-semak	0,50 – 0,75
Tanah dataran yang digarap	0,45 – 0,65
Persawahan irigasi	0,70 – 0,80
Sungai didaerah pegunungan	0,75 – 0,85
Sungai kecil didataran	0,45 – 0,75
Sungai yang besar dengan wilayah pengaliran lebih dari seperduanya terdiri dari dataran	0,50 – 0,75

POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. **Metode Rasional**
8. Metode Melchior
9. Metode Weduwen



Syarat batas dalam perhitungan debit banjir dengan **metode Melchior** ini adalah sebagai berikut :

- Luas daerah pengaliran sungai > 100 km²
- Hujan dengan durasi < 24 jam

Hasil perhitungan debit maksimum dengan metode *Melchior* untuk sungai-sungai di pulau Jawa cukup memuaskan. Akan tetapi untuk daerah-daerah pengaliran yang luas, hasil-hasil tersebut terlalu kecil. (*Subarkah, 1980*)

$$Qt = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A$$

Keterangan :

Koefisien pengaliran (α) = 0,52

A = Luas DAS (km²)

T = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang sungai (km)

V = Kecepatan air rata-rata (m/d)

qn = Hujan maksimum

Rt = Hujan rencana periode ulang

$$A = \frac{1970}{\beta - 0,12} - 3960 + 1720$$

$$T = \frac{1000 L}{33600 V}$$

$$qn = \frac{Rt}{3,6 T}$$

POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. **Metode Melchior**
9. Metode Weduwen



Adapun syarat dalam perhitungan debit banjir dengan Metode *Weduwen* adalah sebagai berikut :

- (A) luas daerah pengaliran < 100 km²
- (t) waktu konsentrasi 1/6 sampai 12 jam

Rumus dari Metode *Weduwen* adalah sebagai berikut :

$$Qt = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A$$

- Waktu konsentrasi (t)

$$t = 0,25 L Q^{-0,125} I^{-0,25}$$

- Koefisien reduksi (β)

$$\beta = \frac{120 + ((t + 1)(t + 9))A}{120 + A}$$

- Hujan maksimum (q)

$$q_n = \frac{67,65}{t + 1,45}$$

- Koefisien *run off* (α)

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta q_n + 7}$$

POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. Metode **Weduwen**



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

BAB V DASAR DEBIT TENAGA AIR

dimana:

Q_t = debit banjir rencana (m^3/det)

R_n = curah hujan maksimum (mm/hari)

α = koefisien pengaliran

β = koefisien pengurangan daerah untuk curah hujan DAS

q_n = debit persatuan luas ($m^3/det.km^2$)

t = waktu konsentrasi (jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

L = panjang sungai (km)

I = gradien sungai atau medan yaitu kemiringan rata-rata sungai (10%) bagian hulu dari panjang sungai tidak dihitung. Beda tinggi dan panjang diambil dari suatu titik 0,1 L dari batas hulu DAS).

POKOK BAHASAN

1. Hidrometri
2. Pengukuran Pelampung
3. Velocity Head Road
4. Trupp's Ripple Meter
5. Current Meter
6. Debit Banjir
7. Metode Rasional
8. Metode Melchior
9. **Metode Weduwen**



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

LATIHAN

Direncanakan sebuah bendungan untuk menampung air dari suatu DAS. DAS tersebut memiliki Luas 190 km^2 . Panjang sungai tersebut adalah 120 km dengan kecepatan rata-rata sebesar 5 m/d. Diketahui hujan rencana dengan periode ulang 50 tahun sebesar 150 mm. Hitunglah debit pada DAS tersebut !