

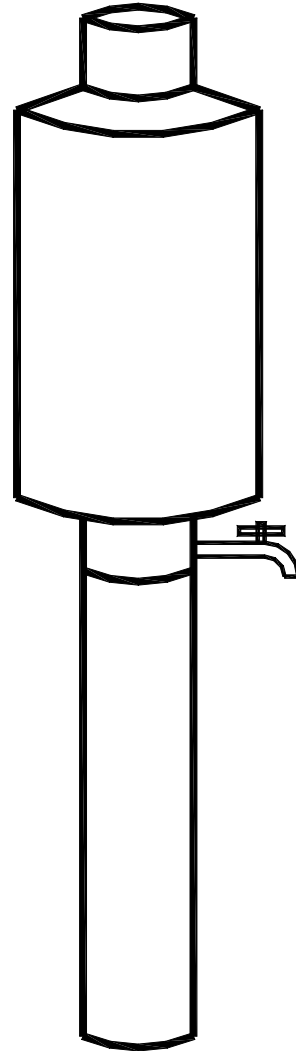
HIDROLOGI

Data Hidrologi dan Survey Hidrometri

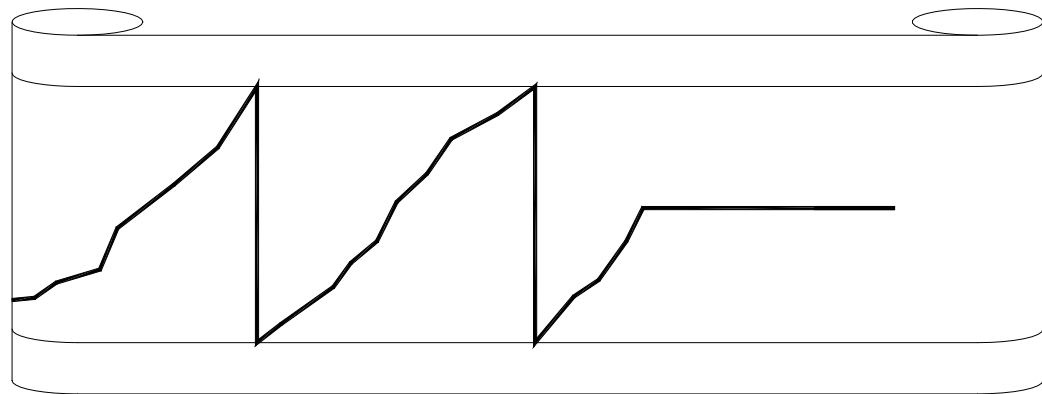
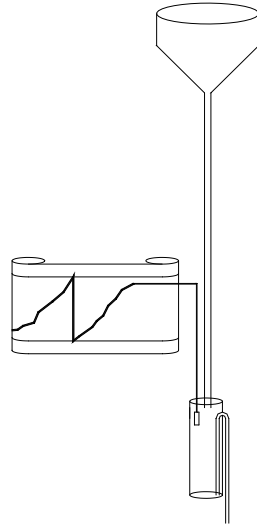
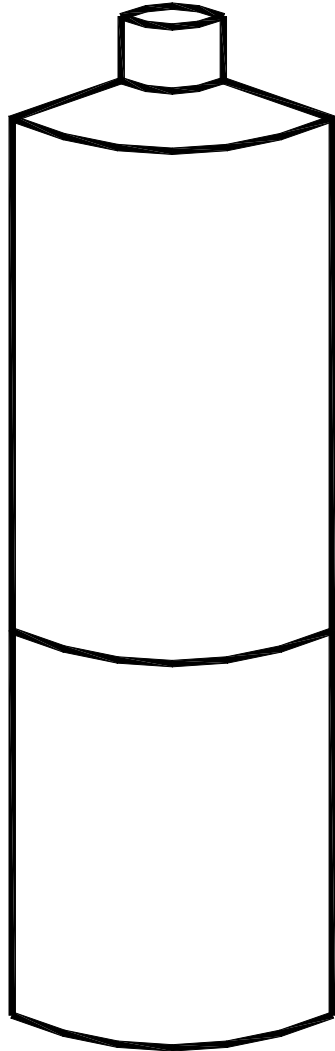


DATA HIDROLOGI

PENAKAR HUJAN MANUAL



PENAKAR HUJAN OTOMATIS



PENGUAPAN

Terjadinya penguapan

- Penguapan terjadi dari tanah, permukaan air.
- Penguapan yang besar adalah dari tanah yang kurang vegetasinya
- Penguapan banyak tergantung dari pada penyinaran matahari, temperatur, angin dan tekanan uap

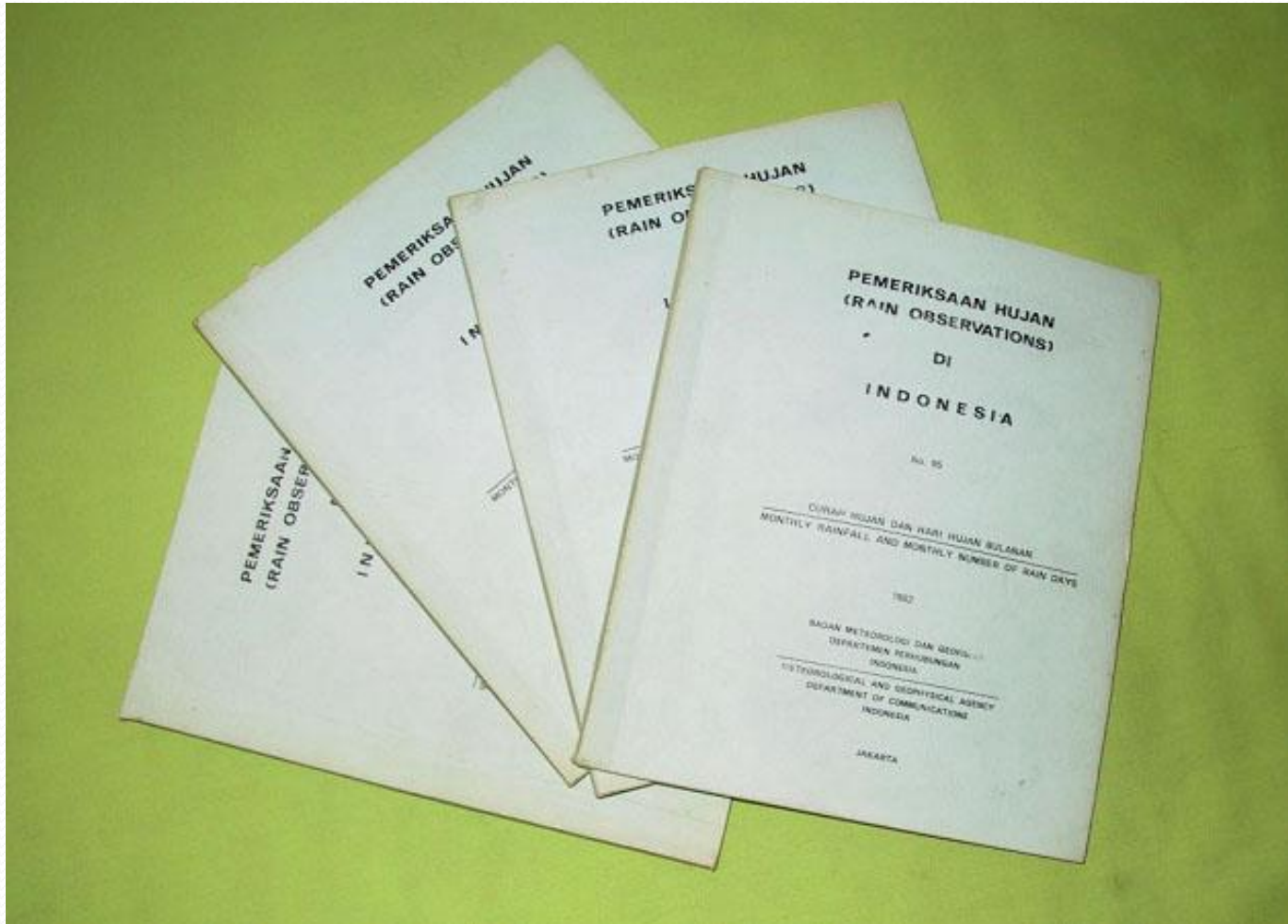
Perhitungan penguapan

- Untuk menghitung evapotranspirasi dipakai rumus Penman, Blaney Criddle

SUMBER DATA HUJAN

- Badan Meteorologi dan Geofisik
- Dinas Pertanian
- Proyek Irigasi

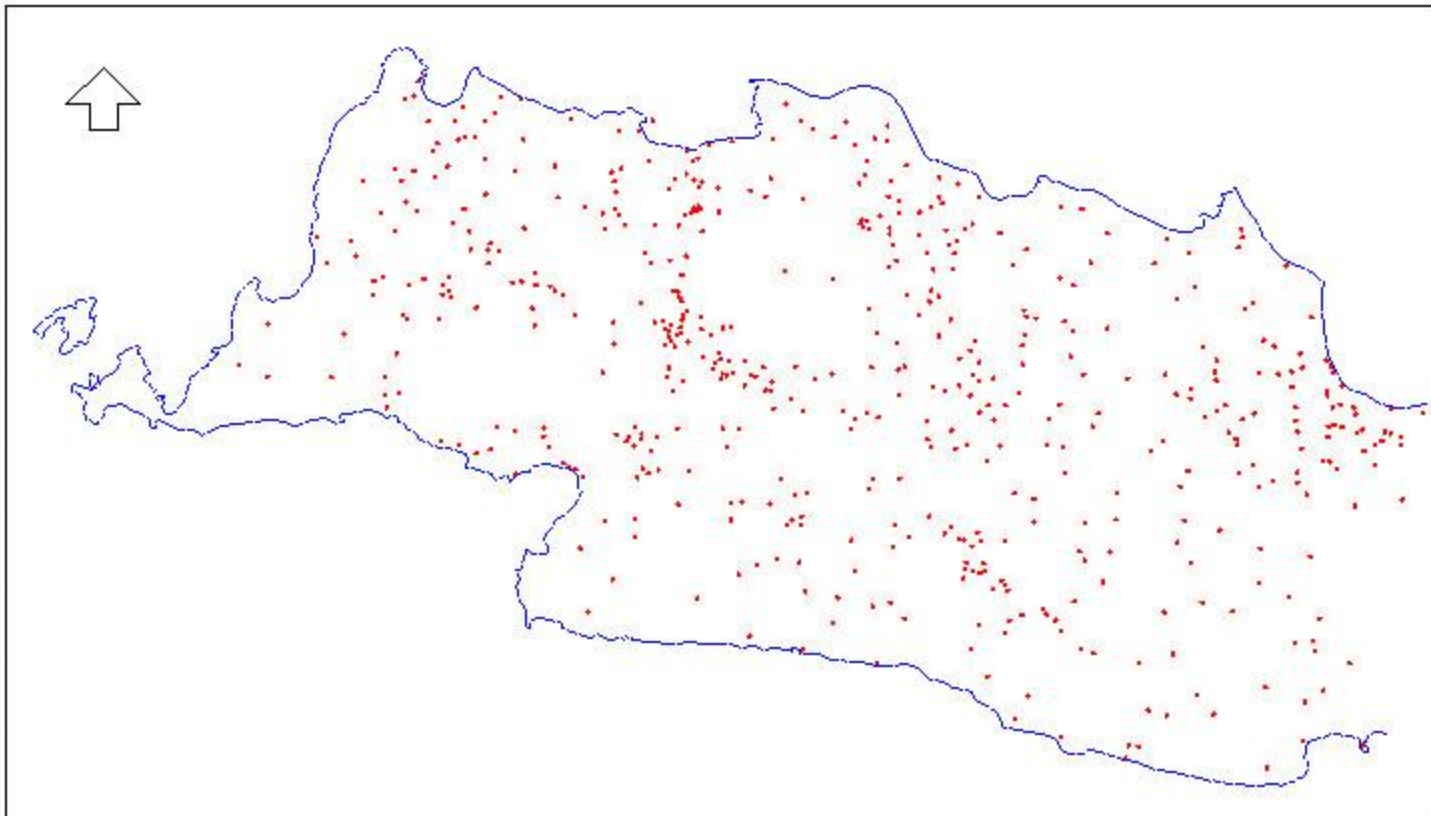
BUKU DATA HUJAN



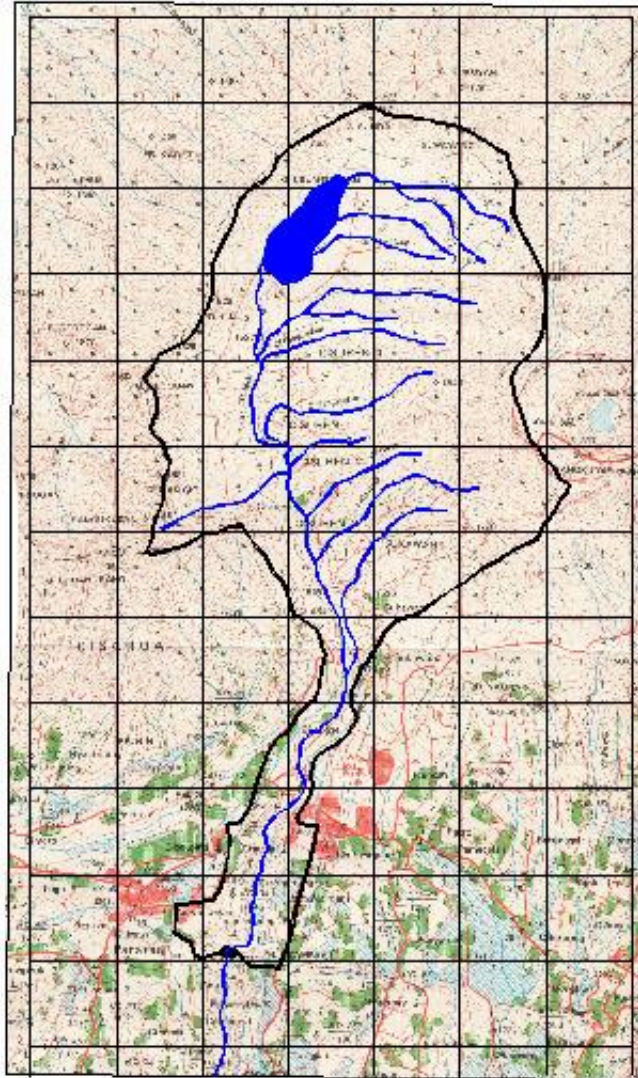
DATA HUJAN

- Nama stasiun hujan
- Nomor stasiun hujan
- Data hujan bulanan
- Data hujan tahunan
- Data banyaknya hari hujan
- Data hujan harian maksimum
- Data hujan harian maksimum absolut

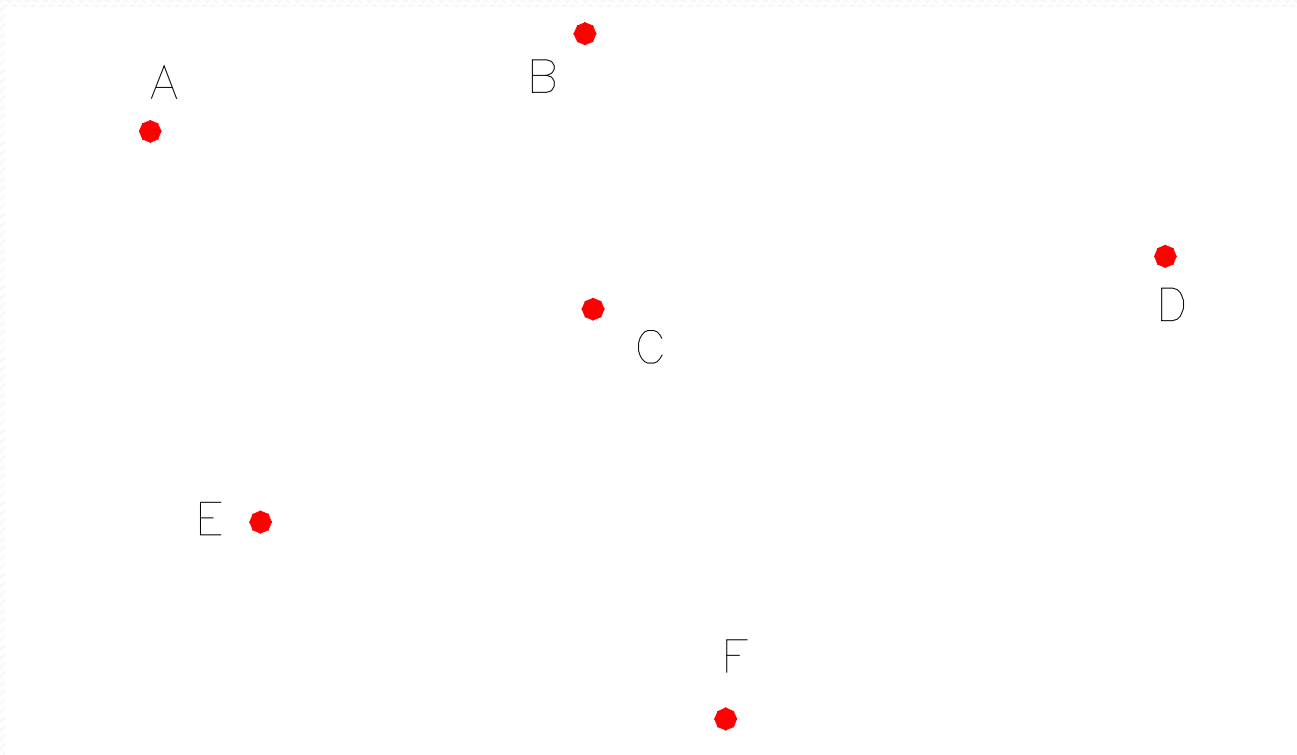
STASIUN PENGAMAT HUJAN



DAERAH TANGKAPAN



PENGISIAN DATA KOSONG



$$R = \frac{1}{3} \left(\frac{R_a \times P}{P_a} + \frac{R_b \times P}{P_b} + \frac{R_c \times P}{P_c} \right)$$

R = Data hujan yang dicari

P = Hujan tahunan rata-rata stasiun yang dicari datanya

R_a = Data hujan dari stasiun a pada saat yang sama

P_a = Hujan tahunan rata-rata stasiun a

R_b = Data hujan dari stasiun b pada saat yang sama

P_b = Hujan tahunan rata-rata stasiun b

R_c = Data hujan dari stasiun c pada saat yang sama

P_c = Hujan tahunan rata-rata stasiun c

3 = Jumlah stasiun hujan yang diperhitungkan



HIDROMETRI

Hidrometri

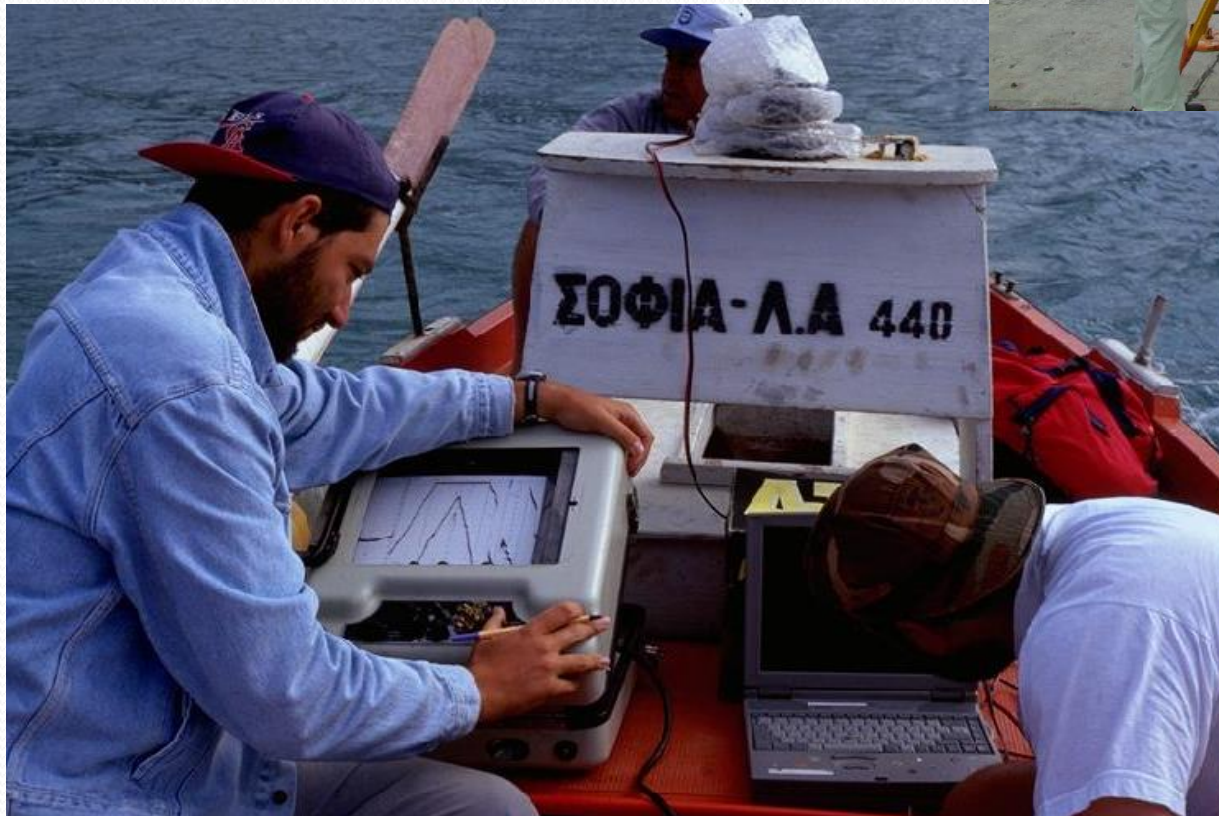


- Hidrometri merupakan ilmu pengetahuan tentang cara-cara pengukuran dan pengolahan data unsur-unsur aliran. Pada bab ini akan diberikan uraian tentang beberapa cara pengukuran data unsur aliran meliputi tinggi muka air, debit aliran dan kualitas air.



Survey Hidrometri

Survey Hidrometri

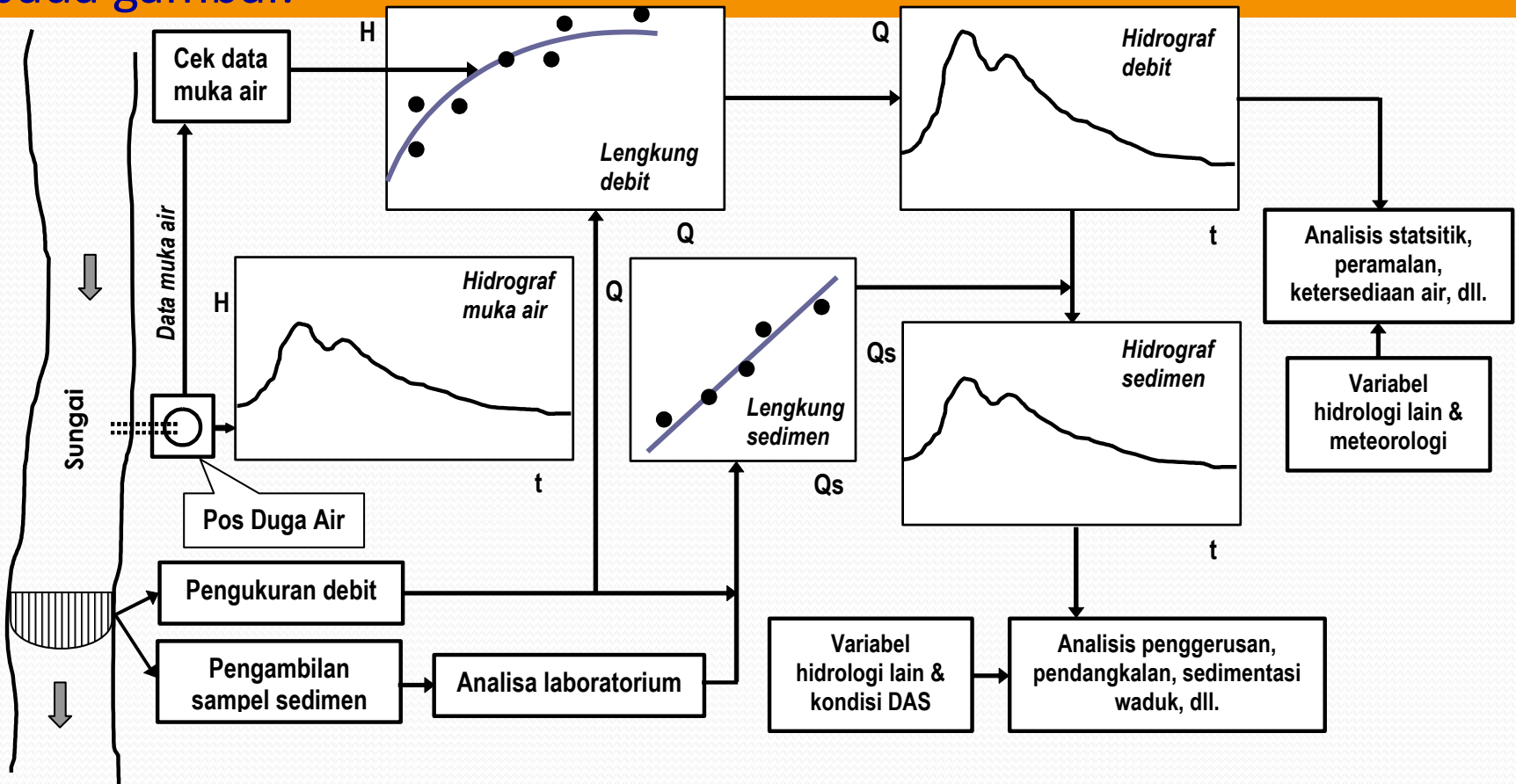





Survey Hidrometri



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




- Pengukuran yang langsung dilakukan di stasiun hidrometri meliputi tinggi muka air, kecepatan aliran, luas penampang aliran, dan pengambilan sampel air. Sampel air dianalisis di laboratorium guna mengetahui kandungan atau konsentrasi sedimen melayang (*suspended load*).
- Fluktuasi muka air dinyatakan dalam grafik **hidrograf muka air** (*stage hydrograph*).
- Selanjutnya dengan data luas tampang aliran dan kecepatan rerata aliran dapat dihitung debit aliran yang berupa **hidrograf debit** (*discharge hydrograph*).
- Dengan diketahui konsentrasi sedimen melayang dan debit aliran air maka dapat diketahui laju **angkutan sedimen** melayang.

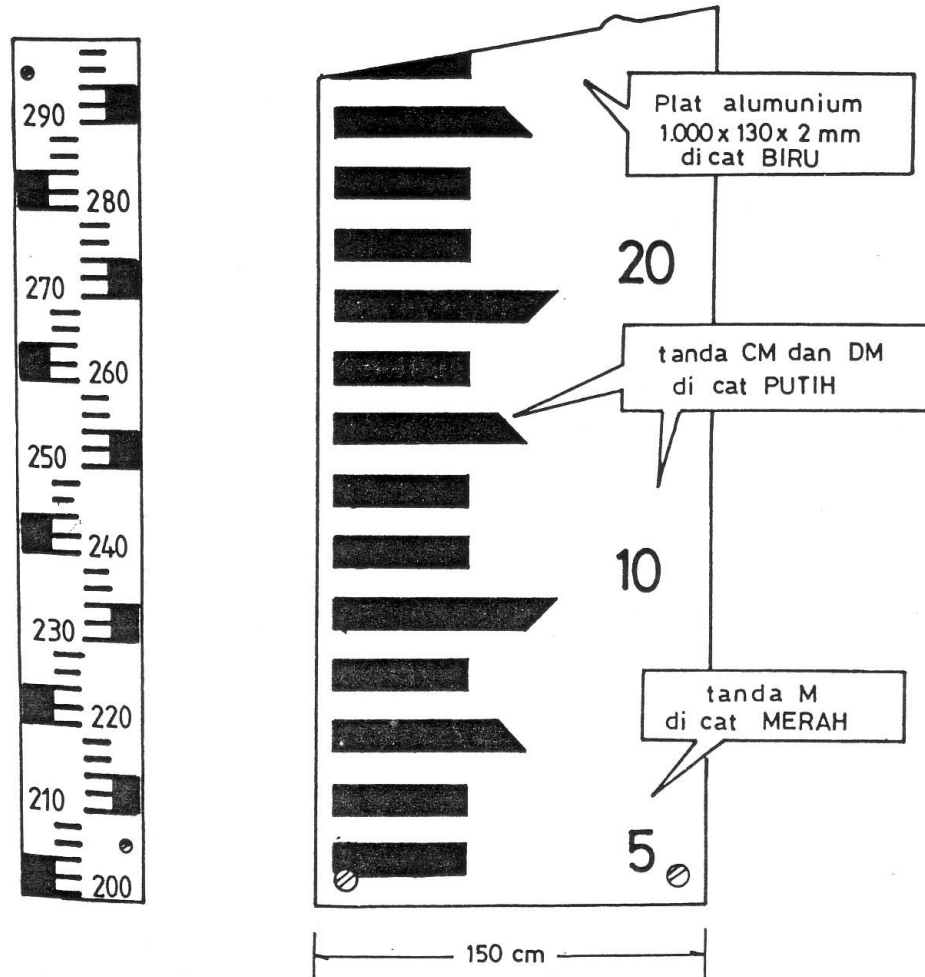
- 
- Hasil-hasil analisis atau pengolahan data hidrometri tersebut merupakan masukan utama untuk analisis hidrologi terkait dengan perancangan dan pengelolaan bangunan air, seperti analisis banjir, ketersediaan air, sedimentasi waduk dan lain-lain.

Pengukuran Tinggi Muka Air

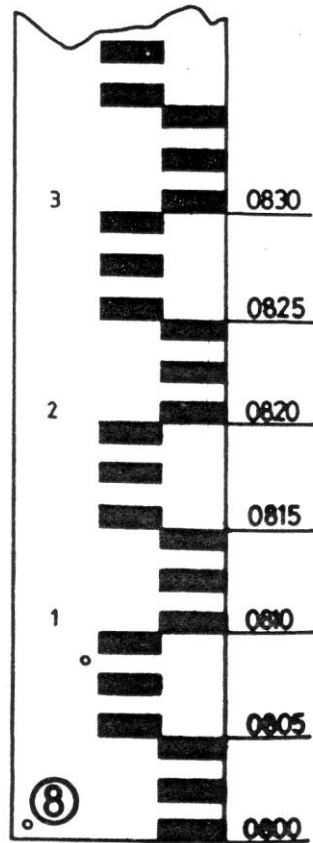
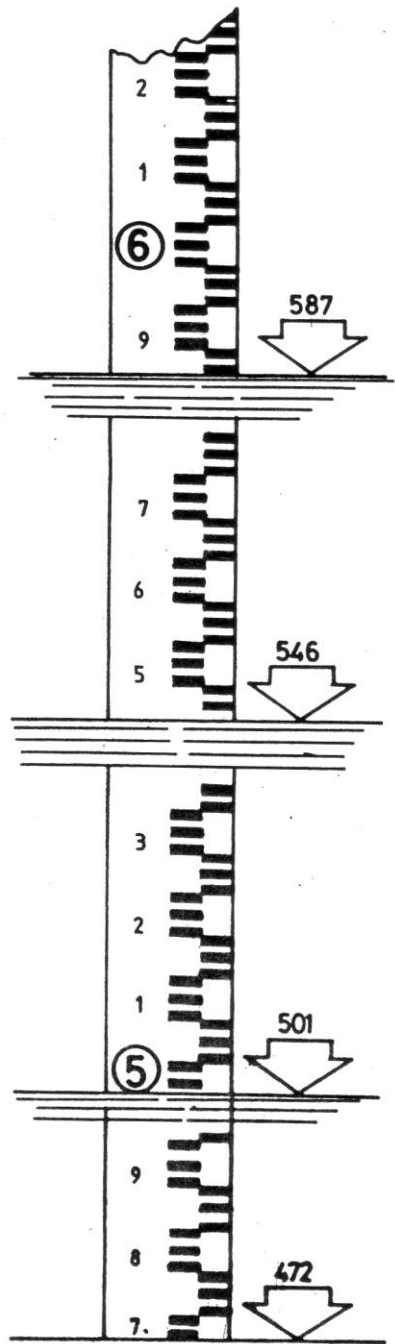
- Pengukuran tinggi muka air dimaksudkan untuk mengetahui posisi muka air (atau **kedalaman aliran**) suatu sungai di lokasi stasiun hidrometri pada waktu tertentu. Pengertian waktu dalam hal ini terkait dengan periode pengukuran/pencatatan muka air. Pengukuran dapat dilakukan pada **jam-jam tertentu** atau secara **terus menerus** (kontinyu). Untuk hal pertama dapat digunakan **papan duga** berskala atau sering disebut sebagai alat pengukur manual. Sedangkan untuk pendataan kontinyu digunakan alat pengukur muka air otomatis (**AWLR**).

- 
- Data muka air dapat diperoleh dengan cara membaca posisi muka air pada papan duga berskala pada saat pengukuran atau dengan membaca grafik fluktuasi muka air hasil perekaman oleh alat AWLR.
 - AWLR : Automatic Water Level Recorder

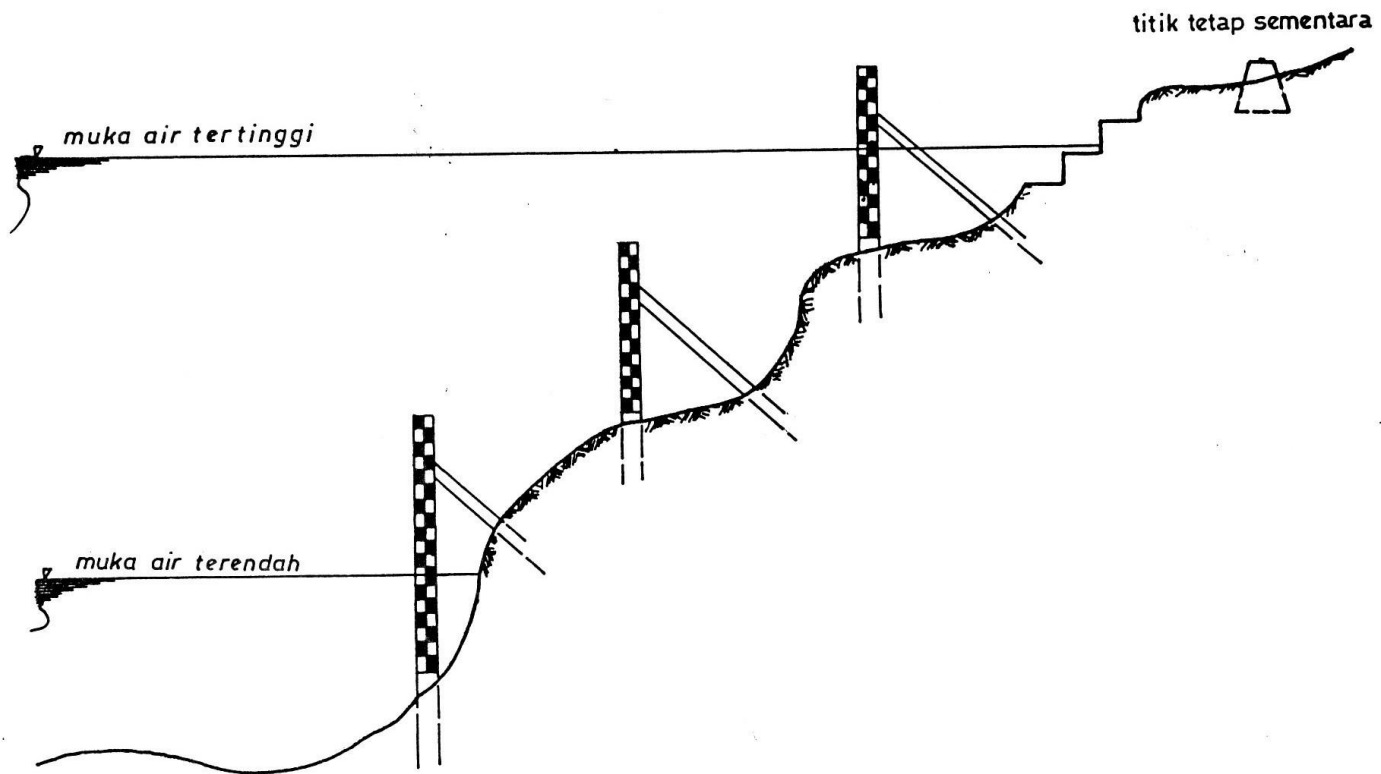
Contoh pemberian skala papan duga tegak (Muzet, 1980)



Contoh pembacaan papan duga air (Muzet, 1980)



Sketsa pemasangan papan duga air bertingkat (Muzet, 1980)





Papan duga air bertingkat

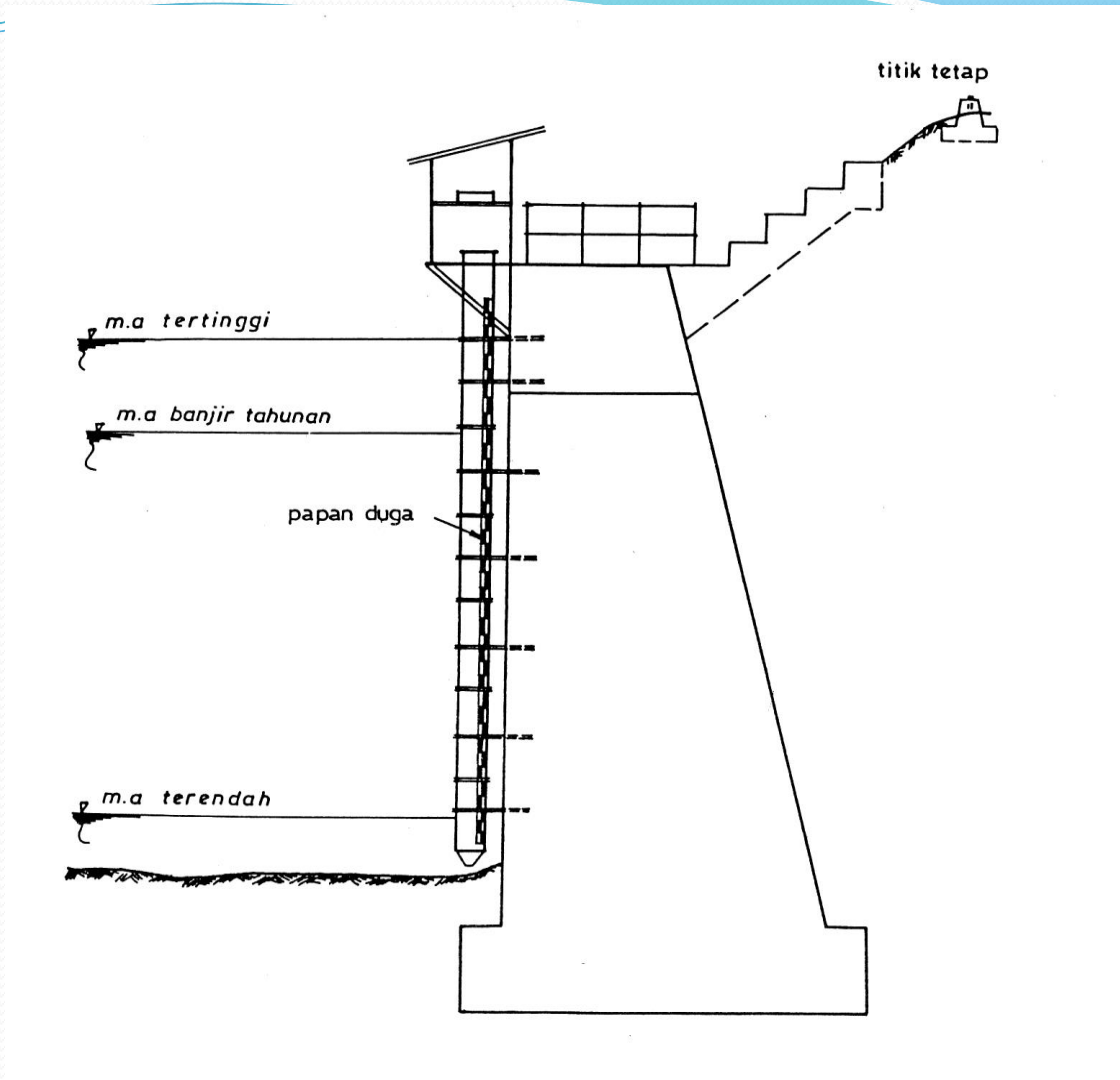






Berdasarkan prinsip mekanisme pengukuran muka air terdapat AWLR sebagai berikut.

1. AWLR dengan pelampung yang dihubungkan dengan sistem perekam grafik fluktuasi muka air pada kertas grafik. Pada tipe ini perlu dilakukan *setup* awal untuk ketelitian hasil pencatatan muka air pada kertas grafik yang berputar dengan kecepatan tertentu sesuai waktu. Pada waktu tertentu (misal setiap bulan sekali, kertas grafik diganti yang baru untuk perekaman waktu berikutnya.
2. AWLR dengan sensor elektronik dimana data muka air direkam secara digital dengan sistem *data logger*. Pada tipe ini sebelum dipasang di lapangan, sensor perekam muka air harus dikalibrasi di laboratorium agar mendapat hasil yang akurat. Pengambilan data dari sistem *data logger* ke media penyimpan data digital melalui PC dalam format digital dapat dilakukan setiap periode tertentu (misal mingguan) tergantung kapasitas energi tersedia (batere). Satuan periode pencatatan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan, misal menitan, jam-jaman, dll.



**Sketsa penampang pos duga air tipe konsol
(Puslitbang Pengairan, 1986)**

Baterai Sei Mandau

13.2

V

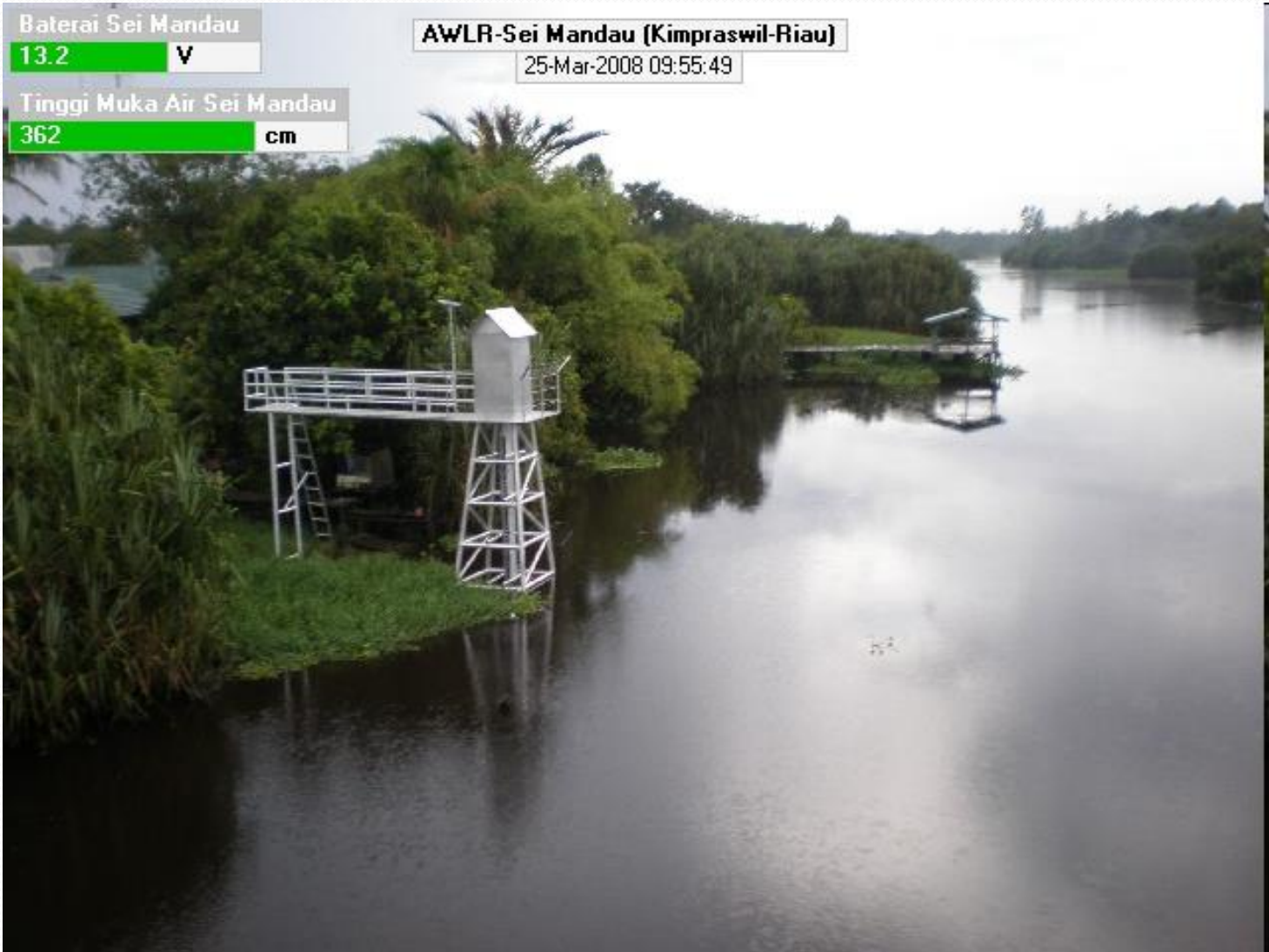
AWLR-Sei Mandau (Kimpraswil-Riau)

25-Mar-2008 09:55:49

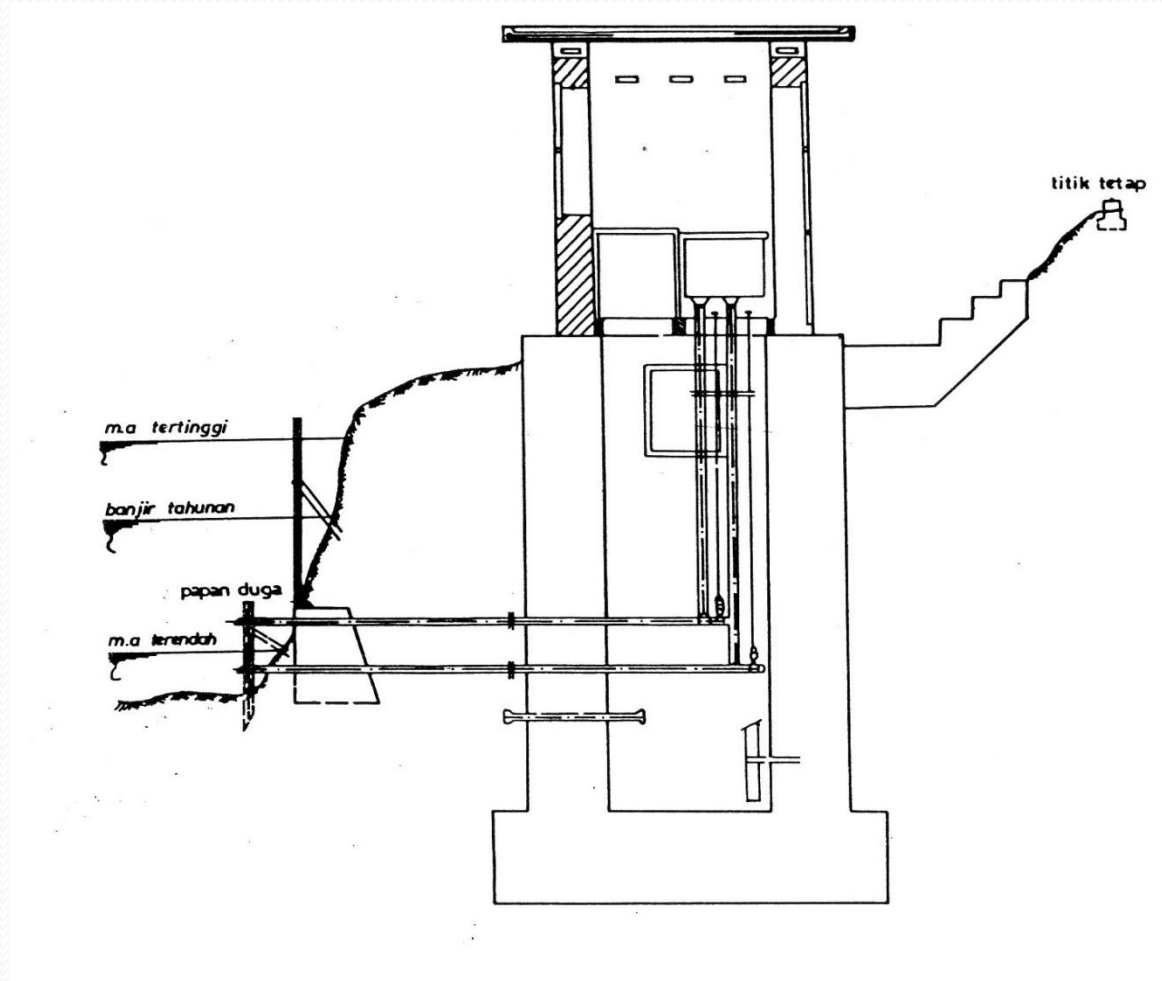
Tinggi Muka Air Sei Mandau

362

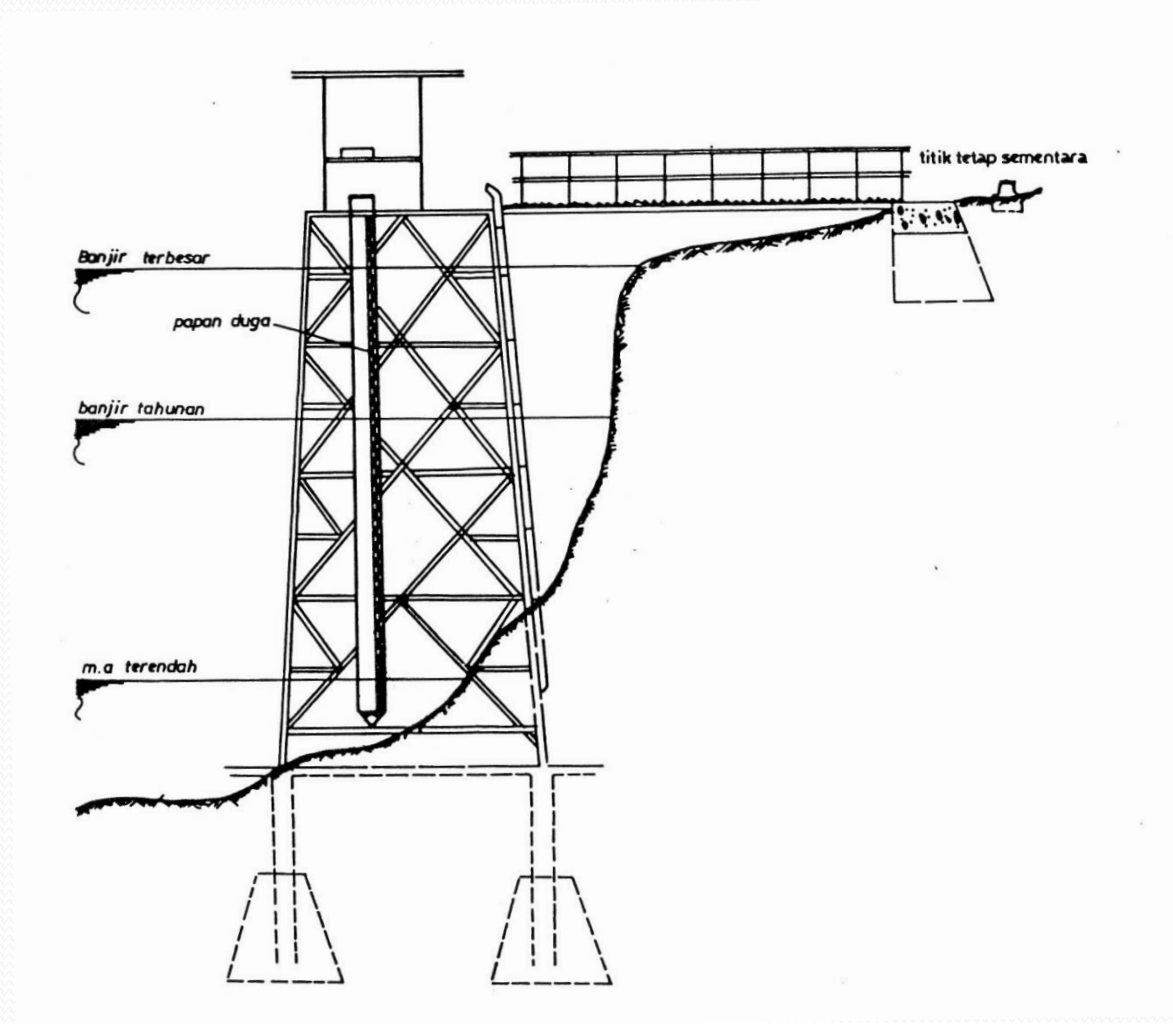
cm



Sketsa penampang pos duga air tipe pembilas

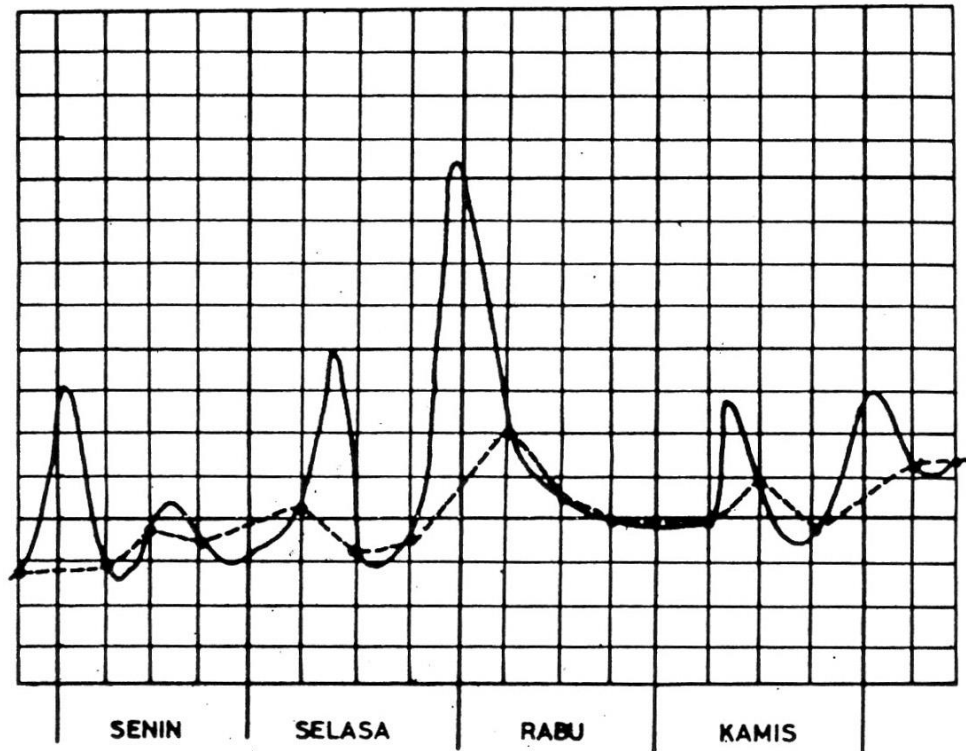


Sketsa penampang pos duga air tipe kerangka baja



- Keuntungan AWLR adalah dapat mengetahui perubahan muka air secara terus menerus sehingga data muka air ekstrim (maksimum dan minimum) dapat diperoleh. Pada penggunaan papan duga kondisi ekstrim tersebut belum tentu dapat tercatat, kecuali jika pada saat terjadi debit besar/banjir petugas pengamat melakukan pengamatan secara khusus untuk mengukur muka air maksimum.

Sketsa hasil rekaman tinggi muka air dengan cara manual dan otomatis (Muzet, 1980)



Penempatan AWLR

Secara umum penempatan alat duga muka air seharusnya mengikuti kriteria sebagai berikut ini.

- Lokasi stasiun hidrometri pada ruas sungai dengan pola aliran yang sejajar, tidak terdapat perbedaan kecepatan aliran yang signifikan pada sepanjang tampang aliran.
- Pemasangan alat duga air dipilih pada lokasi dengan penampang alur sungai yang relatif teratur dan stabil, tidak mudah terjadi pengendapan akibat sedimentasi atau pendangkalan akibat erosi.
- Hubungan antara muka air dan debit dengan kepekaan yang cukup, perubahan debit kecil dapat nampak dalam perubahan tinggi muka air.
- Tidak terdapat gangguan tanaman dan pengaruh “backwater”.
- Lokasi stasiun hidrometri sebaiknya mudah untuk didatangi setiap saat dan setiap keadaan oleh pengamat.

Pengukuran Debit Aliran

Pengukuran Debit Secara Langsung

- Besarnya aliran tiap waktu atau disebut dengan debit, akan tergantung pada luas tampang aliran dan kecepatan aliran rerata. Pendekatan nilai debit dapat dilakukan dengan cara mengukur tampang aliran dan mengukur kecepatan aliran tersebut. Cara ini merupakan prosedur umum dalam pengukuran debit sungai secara langsung. Pengukuran luas tampang aliran dilakukan dengan mengukur tinggi muka air dan lebar dasar alur sungai. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, pengukuran tinggi muka air dapat dilakukan pada beberapa titik pada sepanjang tampang aliran. Selanjutnya debit aliran dihitung sebagai penjumlahan dari perkalian antara luasan pias tampang aliran dan kecepatan rerata yang terukur. Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan alat ukur kecepatan arus. Beberapa cara pengukuran kecepatan arus aliran sungai yang banyak digunakan adalah sebagai berikut ini.

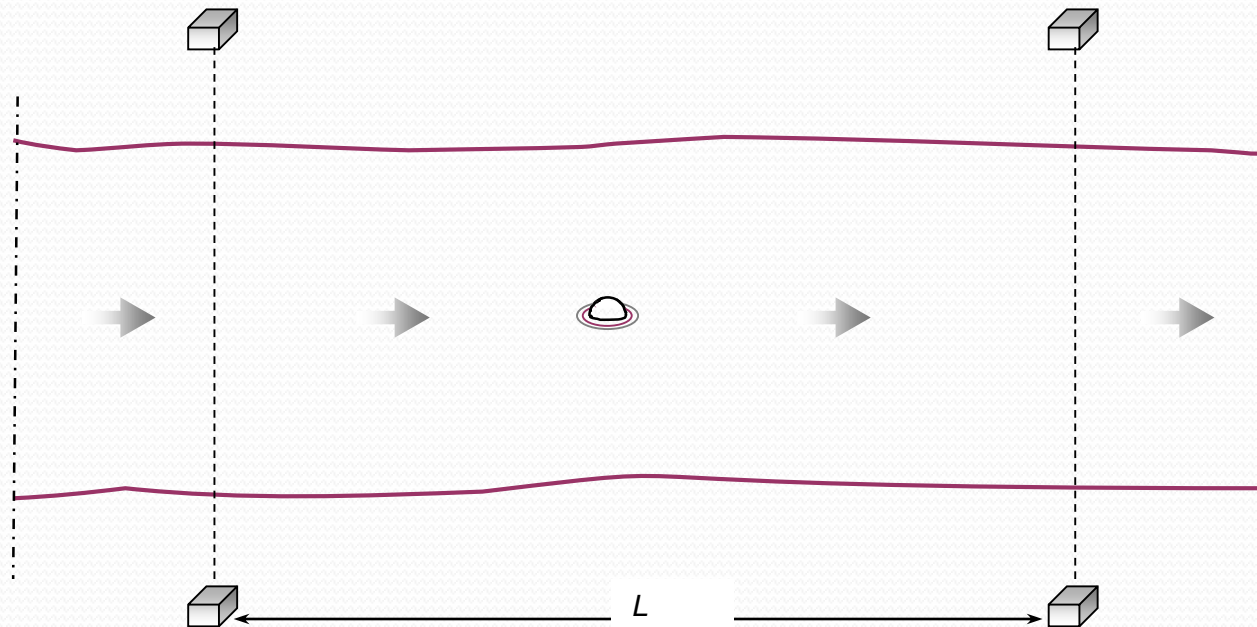
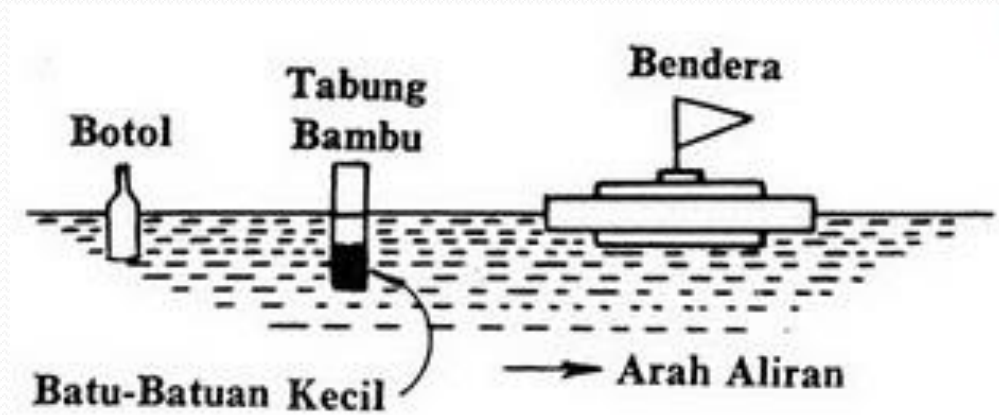
1. Pengukuran kecepatan arus dengan pelampung

- Pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan pelampung dapat dilakukan apabila dikehendaki besaran kecepatan aliran dengan tingkat ketelitian yang relatif rendah. Cara ini masih dapat digunakan untuk praktek dalam keadaan:
 - untuk memperoleh gambaran kasar tentang kecepatan aliran,
 - karena kondisi sungai yang sangat sulit diukur, misal dalam keadaan banjir, sehingga dapat membahayakan petugas pengukur.

Cara Pengukuran

- Cara pengukuran adalah dengan prinsip mencari besarnya waktu yang diperlukan untuk Bergeraknya pelampung pada sepanjang jarak tertentu. Selanjutnya kecepatan rerata arus didekati dengan nilai panjang jarak tersebut dibagi dengan waktu tempuhnya. Pengukuran dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut ini.
- Tetapkan satu titik pada salah satu sisi sungai, misal ditandai dengan patok kayu atau pohon dan satu titik yang lain di seberang sungai yang jika dihubungkan dua titik tersebut akan berupa garis tegak lurus arah aliran.
- Tentukan jarak L , misal 20 meter dari garis yang dibuat pada langkah pertama dan buat garis yang sama (tegak lurus aliran) pada titik sejauh L tersebut.
- Hanyutkan pelampung (dapat berupa sembarang benda yang dapat terapung, misal bola ping-pong, gabus, kayu dll.) pada tempat di hulu garis pertama, pada saat melewati garis pertama tekan tombol stopwatch dan ikuti terus pelampung tersebut. Pada saat pelampung melewati garis kedua stopwatch ditekan kembali, sehingga didapat waktu aliran pelampung yang diperlukan T .
- Kecepatan arus dapat dihitung dengan L/T (m/det).

Pengukuran kecepatan arus dengan pelampung

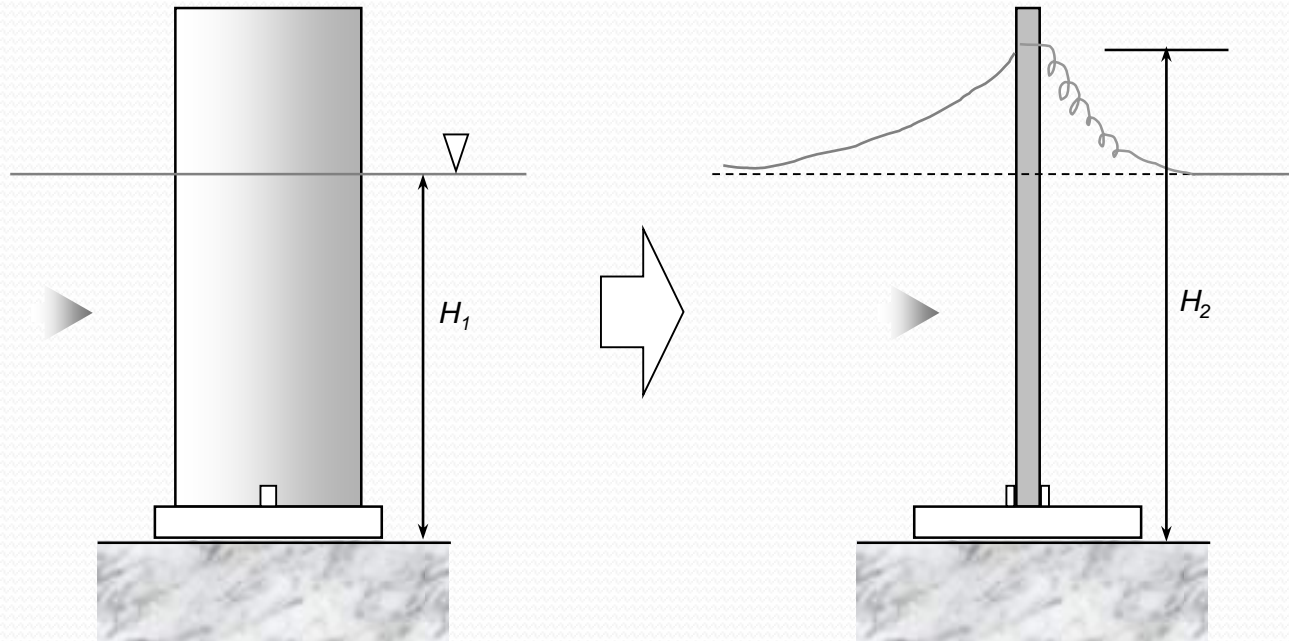


- Perlu mendapat perhatian bahwa cara ini akan mendapatkan kecepatan arus pada permukaan, sehingga untuk memperoleh kecepatan rerata pada penampang sungai hasil hitungan perlu dikoreksi dengan koefisien antara 0,85 – 0,95. Selain itu pengukuran dengan cara ini harus dilakukan beberapa kali mengingat distribusi aliran permukaan yang terjadi tidak merata. Dianjurkan paling tidak pengukuran dilakukan 3 kali, kemudian hasilnya dirata-ratakan.

2. Pengukuran kecepatan arus dengan *Velocity Head Rod*

- Dengan alat ini hasil pengukuran yang didapat juga tidak begitu teliti dan yang terukur adalah kecepatan aliran permukaan. Sebaiknya digunakan pada pengukuran yang dikehendaki secara cepat pada kecepatan aliran yang lebih besar dari 1m/detik. Cara pengukuran dapat dijelaskan sebagai berikut ini (lihat gambar).
 - 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:

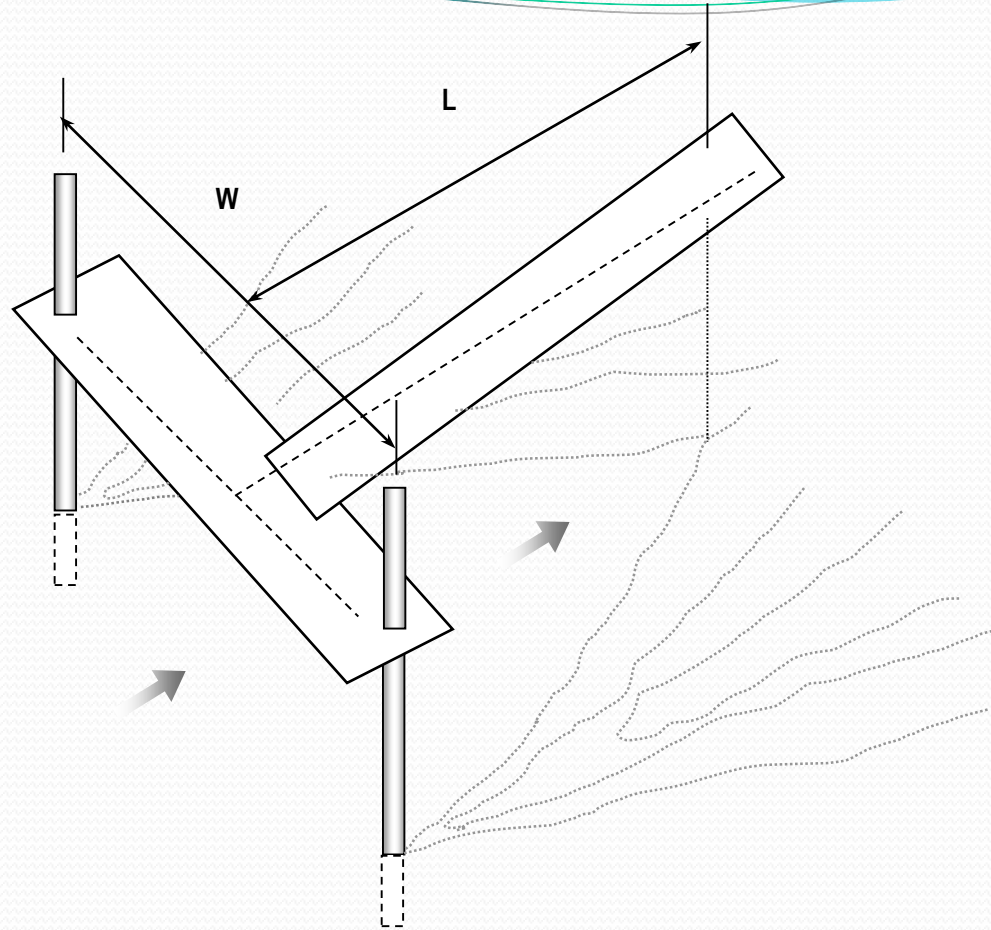
$$V = \sqrt{2g(H_2 - H_1)}$$



Pengukuran kecepatan arus dengan *Velocity Head Rod*

3. 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.



Pengukuran kecepatan arus dengan *Trupp's Ripple Meter*

- 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.

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

4. 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:

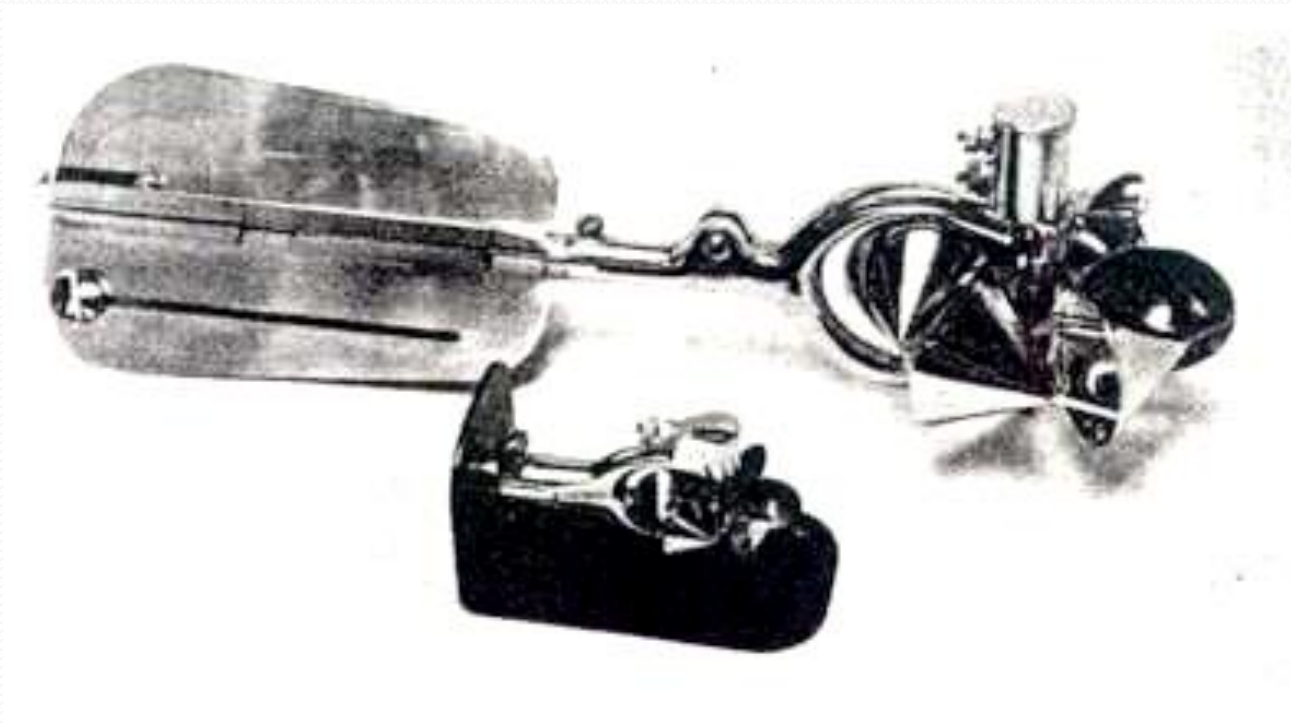
V = kecepatan aliran,

n = jumlah putaran tiap waktu tertentu,

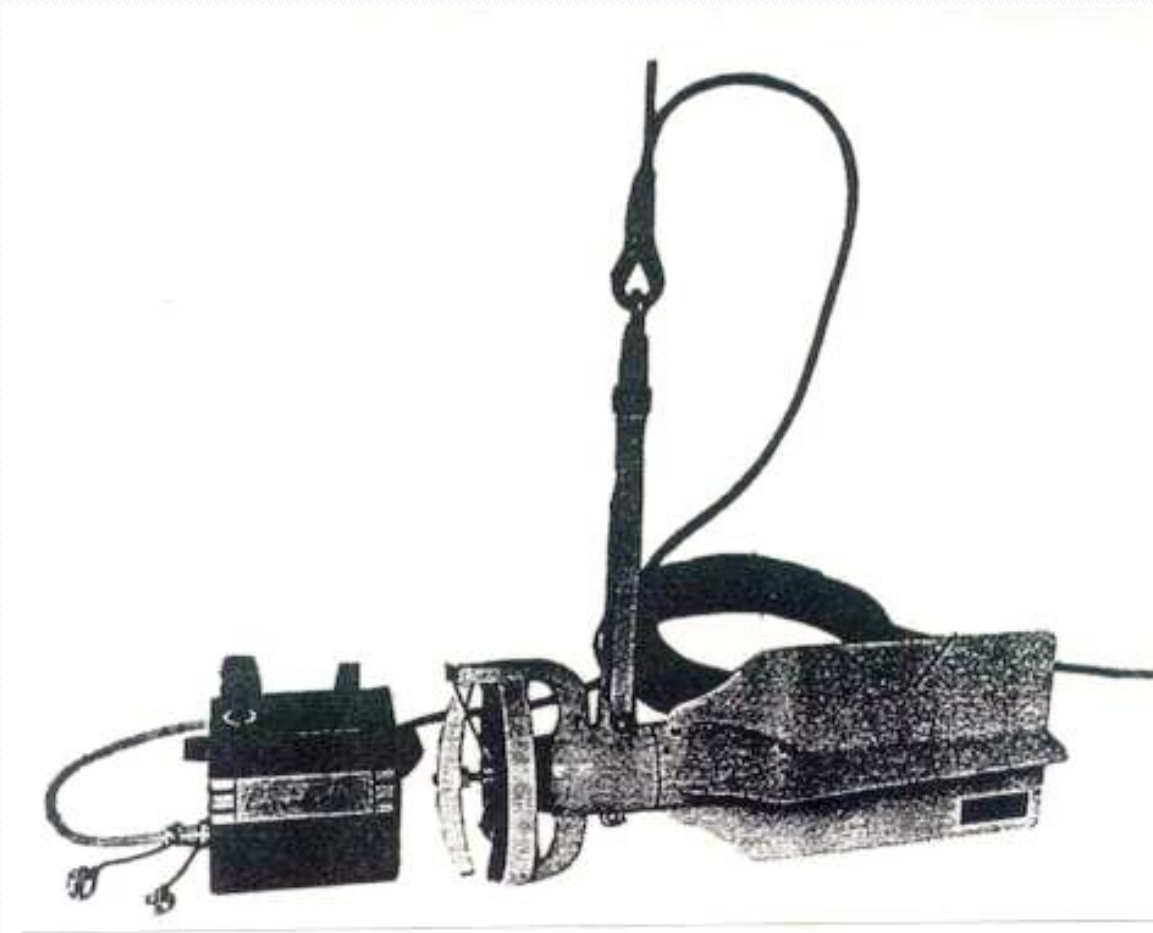
a,b = tetapan yang ditentukan dengan kalibrasi alat di laboratorium.

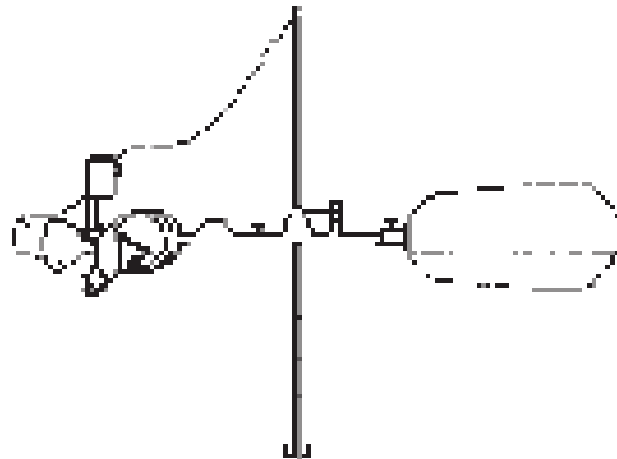
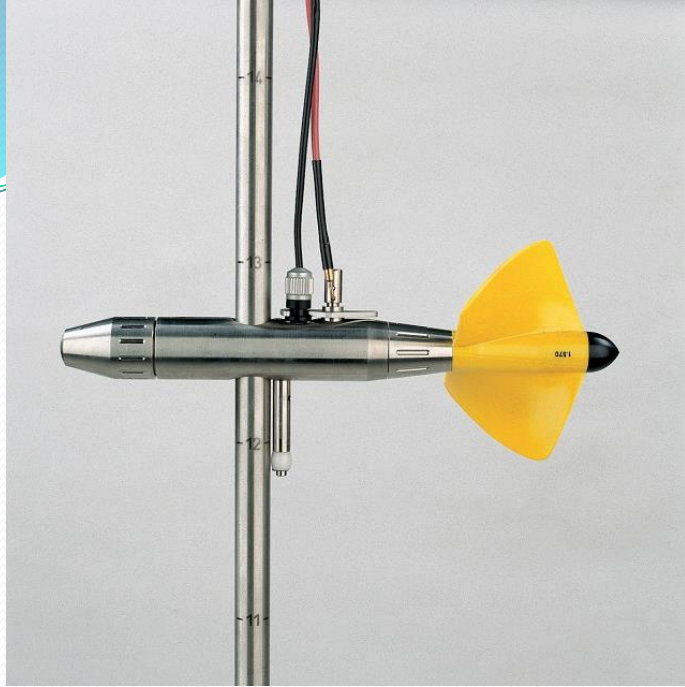
- Alat ini ada dua macam, yaitu *current meter* dengan **sumbu mendatar** dan dengan **sumbu tegak** seperti terlihat pada gambar di bawah. Bagian-bagian alat ini terdiri dari:
 - baling-baling sebagai sensor terhadap kecepatan, terbuat dari streamline styling yang dilengkapi dengan propeler, generator, sirip pengarah dan kabel-kabel,
 - contact box, merupakan bagian pengubah putaran menjadi signal elektrik yang berupa suara atau gerakan jarum pada kotak monitor berskala, kadang juga dalam bentuk digital,
 - head phone yang digunakan untuk mengetahui jumlah putaran baling-baling (dengan suara “klik”), kadang bagian ini diganti dengan monitor box yang memiliki jendela penunjuk kecepatan aliran secara langsung.

Current meter tipe sumbu tegak

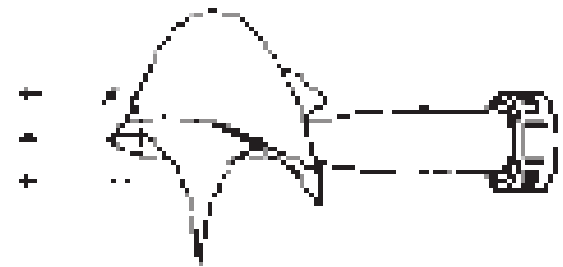


Current meter tipe sumbu mendatar



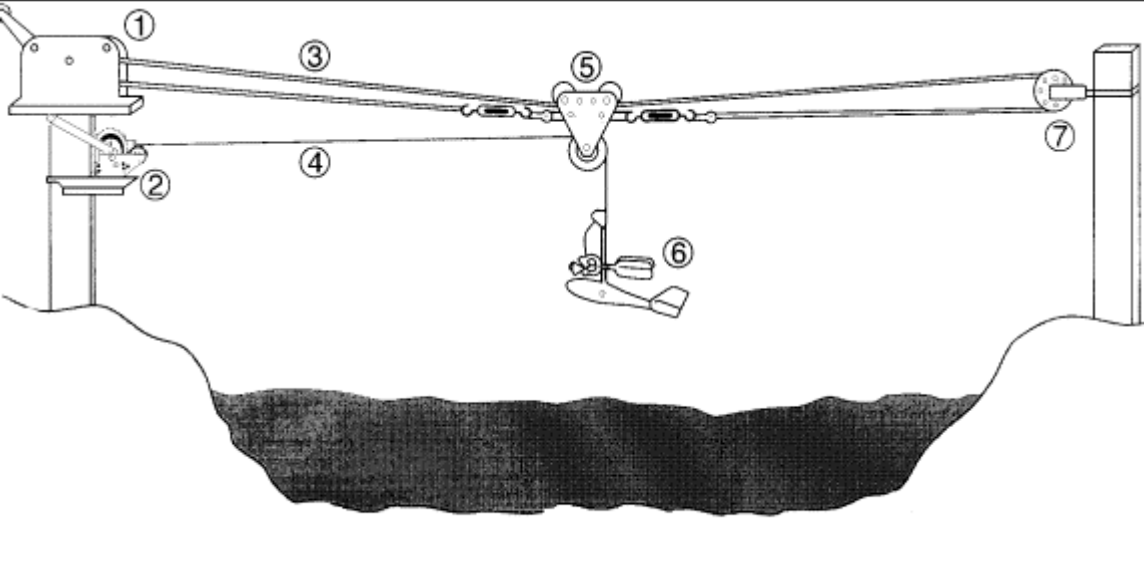


a) caps current-meter

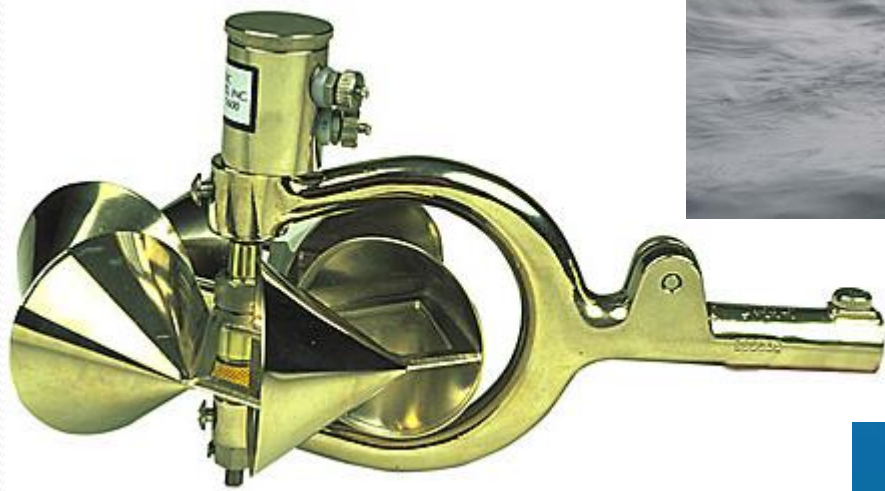


b) propeller current-meter

figure 3.6
current-meters



Eric De Carlo
UH Oceanography







- Dengan alat ini dapat dilakukan pengukuran pada beberapa titik dalam suatu penampang aliran. Dalam praktek digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran rerata pada satu vertikal dalam suatu tampang aliran tertentu. Mengingat bahwa distribusi kecepatan aliran secara vertikal tidak merata, maka pengukuran dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut ini.
- Pengukuran pada **satu titik** yang umumnya dilakukan jika kedalaman aliran kurang dari 1 meter. Alat ditempatkan pada kedalaman $0.6 H$ yang diukur dari muka air.
- Pengukuran pada **dua titik**, dilakukan pada kedalaman $0.2 H$ dan $0.8 H$ diukur dari muka air. Kecepatan rerata dihitung sebagai berikut:

$$V = 0,5(V_{0,2} + V_{0,8})$$

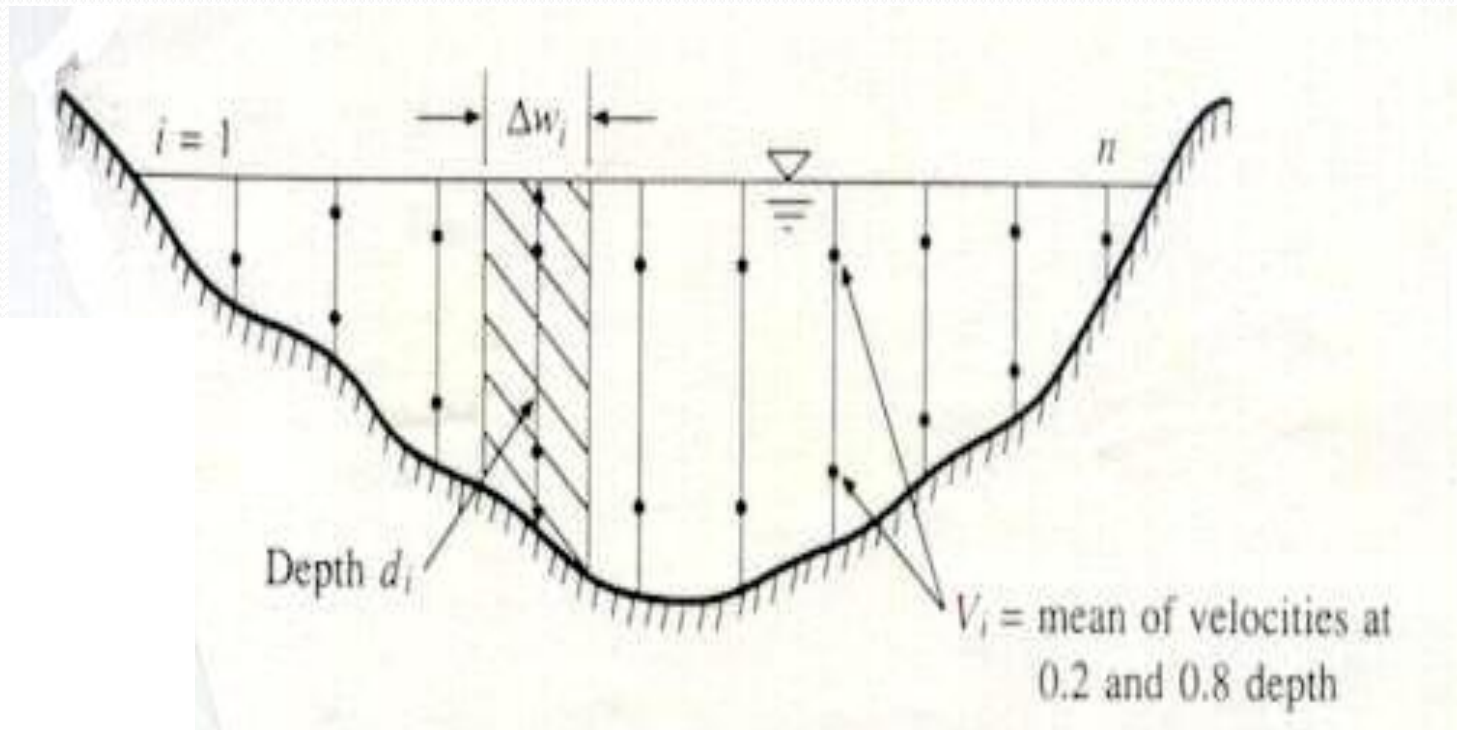
- Pengukuran dengan **tiga titik** dilakukan pada kedalaman $0.2 H$, $0.6 H$ dan juga pada $0.8 H$. Hasilnya dirata-ratakan dengan rumus:

$$V = 1/3(V_{0,2} + V_{0,6} + V_{0,8})$$

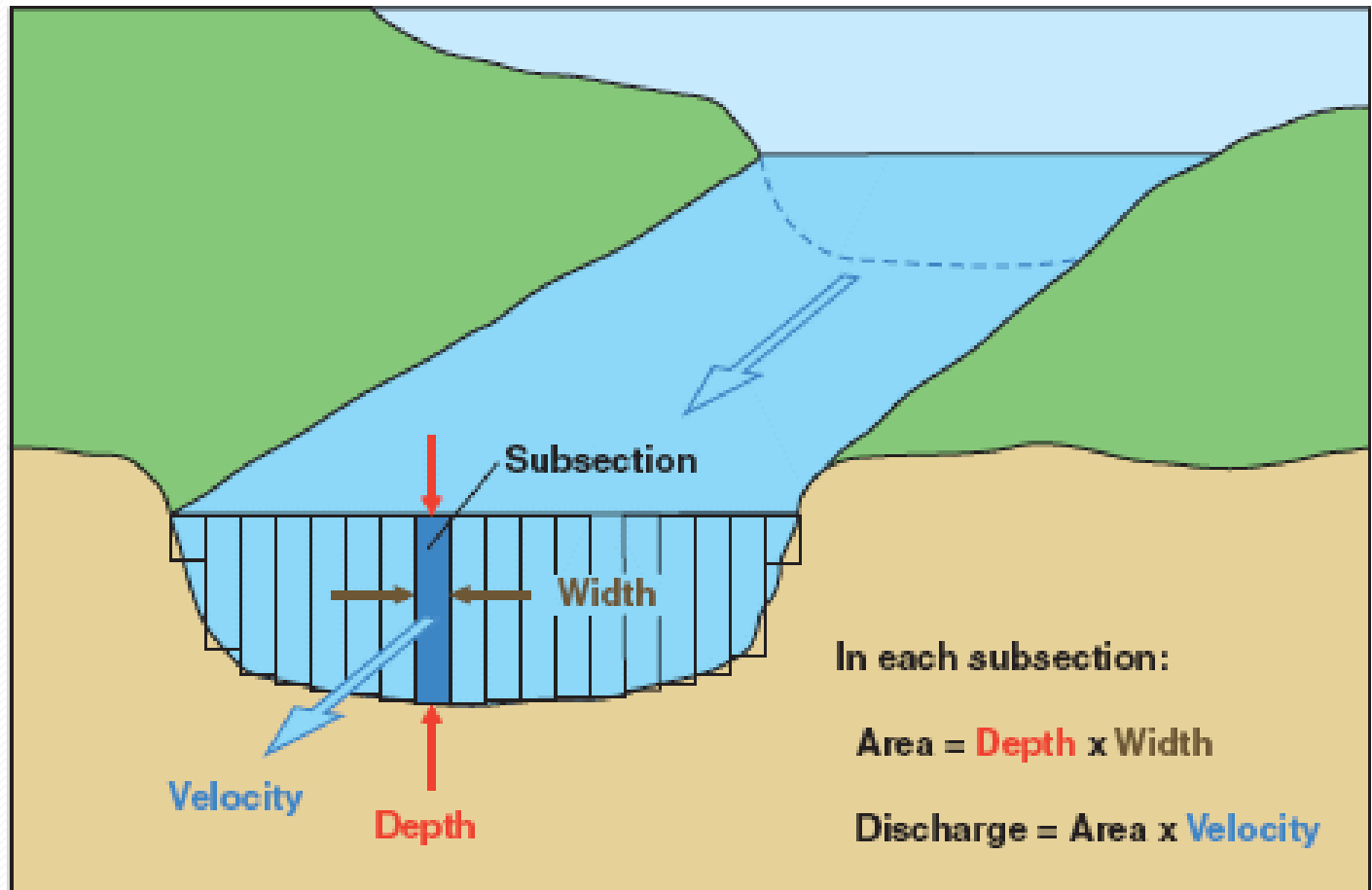
Hitungan debit aliran

- Hitungan debit aliran untuk seluruh luas tampang aliran adalah merupakan penjumlahan dari debit setiap pias tampang aliran. Dalam hitungan ini dilakukan dengan anggapan kecepatan rata-rata satu vertikal mewakili kecepatan rata-rata satu pias yang dibatasi oleh garis pertengahan antara dua garis vertikal yang diukur. Cara hitungan ini disebut dengan metode *mid area method*. Gambar di bawah menunjukkan sket penjelasan cara hitungan debit aliran berdasarkan data tinggi muka air dan kecepatan arus tersebut.

Cara hitungan debit aliran dengan mid area method



Prinsip pengukuran dan hitungan debit suatu saluran



Current-meter discharge measurements are made by determining the discharge in each subsection of a channel cross section and summing the subsection discharges to obtain a total discharge.

Pengukuran Kualitas Air

- Pada kegiatan hidrometri untuk perencanaan sistem tata air (tata saluran) seringkali perlu disertai dengan pengukuran kualitas air. Umumnya parameter kualitas air yang diperhatikan adalah nilai pH yang menunjukkan tingkat keasaman air, DHL yaitu daya hantar listrik (*electric conductivity*) yang dapat dikorelasikan dengan salinitas atau kadar garam air di saluran/sungai dan nilai kandungan Fe. Di lahan rawa umumnya dijumpai air dengan tingkat keasaman tinggi dengan nilai pH rendah jauh di bawah 7. Nilai DHL yang tinggi mengindikasikan pengaruh air asin dari aliran pasang laut atau muara yang dapat masuk ke lahan. Kandungan Fe dikaitkan dengan kemungkinan terjadinya sifat beracun air terhadap tanaman, yaitu jika nilainya lebih besar dari 10 ppm dan kondisi saluran terbuka akan dapat teroksidasi karena berhubungan dengan udara. Hal ini perlu diperhatikan terutama dalam perencanaan kedalaman saluran drainase, yang mana jika terlalu dalam atau proses pembuangan air terlalu besar dapat terjadi over-drainage yang menyebabkan potensi penyebaran toxic/racun tersebut.

- Pengukuran nilai pH dapat dilakukan dengan menggunakan pH *stick* dengan ketelitian 1 skala, atau dengan pH meter yang dapat menunjuk langsung nilai keasaman air secara digital. DHL dapat diukur dengan EC meter yang dapat dilakukan langsung di lapangan. Nilai kadar Fe diukur di lapangan dengan mengambil sampel air yang diberi 3 macam reagen kimia: H_2SO_4 2N, KmnO_4 0,1N dan NH_4CNS 20%. Selanjutnya warna yang terjadi dapat dijadikan petunjuk untuk mengetahui nilai kadar Fe berdasar standar warna yang ada.

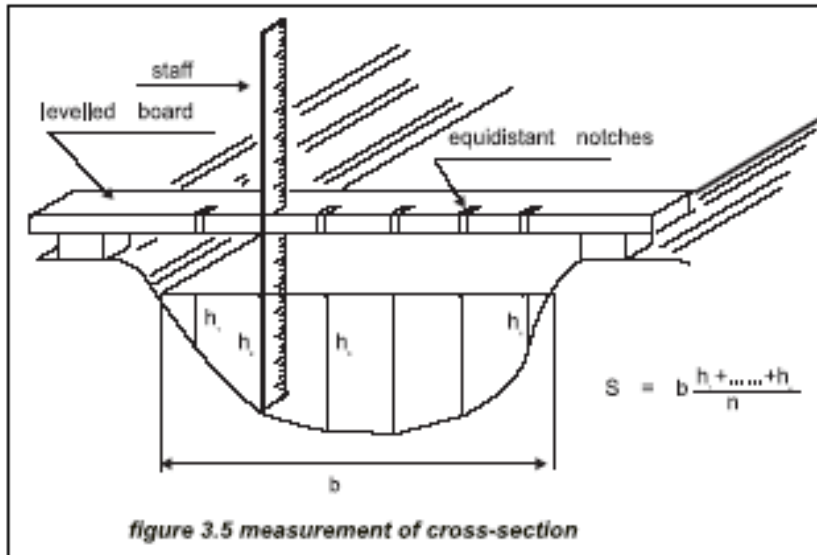
pH meter



Daya Hantar Listrik



Gambar-gambar Tambahan



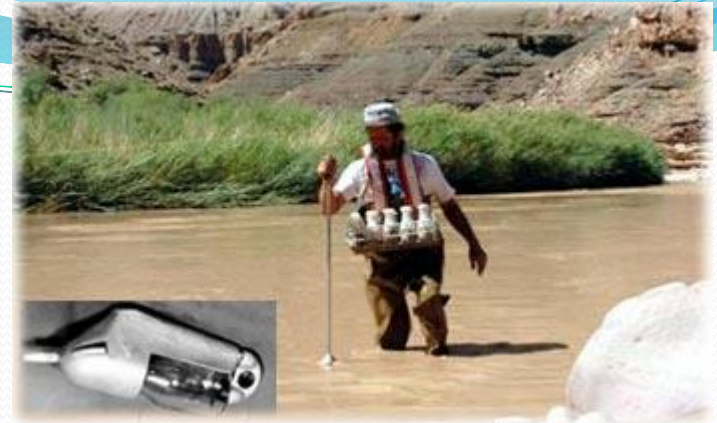
Jejak Banjir



Alat serbaguna modern







A water-quality sampler. USGS



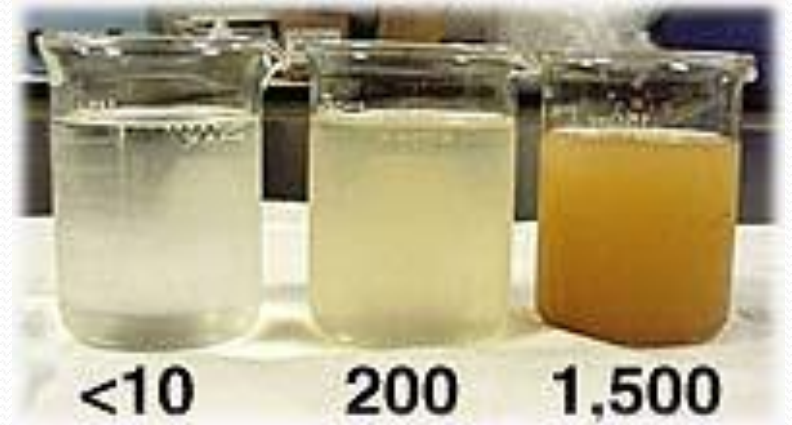
Survey Sedimen & Kualitas Air



Eutrophic conditions, Hartbees River, South Africa
Credit: National Eutrophication Monitoring Programme



Water-quality meter to measure multiple parameters in the field.





Terima Kasih