

MODUL 3 : SURVEY HIDROLOGI DAN HIDROMETRI

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
SURVEY HIDROLOGI DAN HIDROMETRI	1
1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Umum	1
1.2 Standar Kompetensi.....	1
1.3 Kompetensi Dasar.....	1
1.4 Ruang Lingkup Modul.....	1
2 PENGERTIAN DAN ISTILAH DAN DEFINISI	2
3 MATERI MODUL	3
3.1 Pengukuran curah hujan	3
3.1.1 Penakar curah hujan manual	3
3.1.2 Penakar curah hujan otomatis	4
3.2 Pengukuran debit	6
3.2.1 Alat dan Bahan.....	6
3.2.2 Pelaksanaan.....	7
3.3 Pengambilan Sampel Sedimen	12
3.3.1 Peralatan.....	13
3.3.2 Pelaksanaan.....	16
4 STUDI KASUS	21
5 SUMBER PUSTAKA.....	22
6 LAMPIRAN.....	23

MODUL 3 : SURVEY HIDROLOGI DAN HIDROMETRI

1 PENDAHULUAN

1.1 Umum

Survey hidrologi lengkap digunakan untuk melengkapi parameter-parameter perencanaan bangunan air: bendungan, bendung, dan juga jembatan yang dalam hal ini jembatan yang dimaksud adalah jembatan di atas lalu-lintas sungai atau saluran air. Untuk itu pengumpulan data untuk analisa hidrologi yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- a) Karakteristik daerah aliran (*Catchment Area*) yang meliputi:
 - Data curah hujan,
 - Tata guna lahan,
 - Jenis permukaan tanah,
 - Kemiringan lahan dan lain lain.
- b) Karakteristik sungai, meliputi:
 - Debit: penampang melintang sungai dan kecepatan aliran air
 - Angkutan sedimen, sedimen layang dan sedimen dasar
 - Lokasi penggerusan (*scouring*) serta jenis/sifat erosi maupun pengendapan
 - Kondisi aliran permukaan pada saat banjir

1.2 Standar Kompetensi

Setelah menyelesaikan modul ini diharapkan para peserta pelatihan mampu melakukan pengumpulan data dasar hidrologi.

1.3 Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti pembelajaran diharapkan peserta pelatihan akan mampu:

- 1) menjelaskan cara mengukur curah hujan
- 2) menjelaskan cara mengukur debit sungai
- 3) menjelaskan cara mengambil sampel sedimen layang.

1.4 Ruang Lingkup Modul

Materi dalam modul ini meliputi pengukuran curah hujan, pengukuran debit sungai, dan pengambilan sampel sedimen layang.

2 PENGERTIAN DAN ISTILAH DAN DEFINISI

Istilah dan definisi yang digunakan dalam modul ini meliputi:

- 1) Hujan adalah sebuah peristiwa turunnya butir-butir air yang berasal dari langit ke permukaan bumi.
- 2) Aliran air adalah pergerakan air yang dinyatakan dalam gejala dan parameter.
- 3) Debit sungai adalah volume air per satuan waktu yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai.
- 4) Integrasi kedalaman adalah cara pengambilan muatan sedimen melayang mulai dari permukaan sampai ke dasar sungai /saluran tertentu.
- 5) Jalur vertikal adalah lokasi pengambilan muatan sedimen melayang dengan cara integrasi kedalaman.
- 6) Merawas adalah pengukuran debit yang dilakukan tanpa menggunakan alat bantu pengukuran seperti perahu, jembatan dll, sehingga petugas pengukuran langsung masuk ke dalam sungai.
- 7) Sungai adalah tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari sumber air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan yaitu garis luar pengaman
- 8) Saluran terbuka adalah torehan alami/buatan di permukaan bumi yang merupakan wadah dan penyalur aliranair dari hulu ke bagian hilir secara periodik atau kontinyu dan/atau dapat bermuara ke sungai/saluran terbuka alin, ke danau atau ke laut.
- 9) Penampang melintang adalah suatu penampang yang tegak lurus terhadap arah aliran yang menggambarkan geometri sungai/saluran terbuka. Pengukuran penampang melintang dilakukan dengan cara mengukur jarak horisontal dan elevasi dasar sungai dari suatu titik referensi yang telah diketahui elevasinya.
- 10) Luas penampang melintang adalah luas penampang basah dihitung dengan interpolasi garis lurus antara elevasi pada kedua tebing saluran/sungai. Luas dihitung dengan cara menjumlahkan hasil perkalian antara kedalaman aliran rata-rata dengan lebar di antara setiap dua titik pengukuran yang berdekatan dalam satu penampang melintang.
- 11) Muatan sedimen melayangadalah berat atau volume partikel-partikel halus per satuan waktu yang bergerak melayang di dalamair sungai
- 12) Pembagian debit sama besar debit di suatu penampang melintang yang dibagi menjadi beberapa bagian debit sama besar, dan merupakan besaran debit pada setiap sub penampang melintang sungai
- 13) Pengambilan muatan sedimen melayang adalah proses pengambilan air sungai yang mengandung sedimen melayang dengan alat pengambil muatan sedimen melayang yang dimasukkan ke dalam sungai dalam selang waktu tertentu
- 14) Rai adalah jarak horisontal antara titik awal pengukuran (initial point) dengan titik pengukuran
- 15) Sub penampang melintang sungai adalah bagian penampang melintang yang dibatasi oleh garis vertikal yang merupakan bagian dari suatu penampang melintang sungai

- 16) Sub penampang pengambilan adalah bagian dari penampang sungai yang ditentukan berdasarkan pembagian debit yang sama besar
- 17) Tinggi muka air DIH elevasi muka air pada suatu penampang melintang sungai terhadap suatu titik elevasi dasar saluran/bangunan tertentu

3 MATERI MODUL

3.1 Pengukuran curah hujan

Curah hujan adalah jumlah buti-butir air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, runoff dan infiltrasi. Data hujan dianalisa untuk mengetahui jeluknya (*rainfall depth*), jujuk hujan (*rainfall duration*) dan kelembatan hujan (*rainfall intensity*). Sifat-sifat hujan tersebut penting diketahui karena ia berperan atas terjadinya runoff (limpasan), erosi, dan dapat menentukan dan berpengaruh pada peristiwa dan kejadian alam, peristiwa biologik, dan lain-lainnya. Pendataan hujan diperlakukan untuk digunakan dalam hampir setiap perencanaan di bidang pertanian, pembangunan bangunan air, jembatan, gedung dan lain-lain.

Ada beberapa cara mengukur curah hujan:

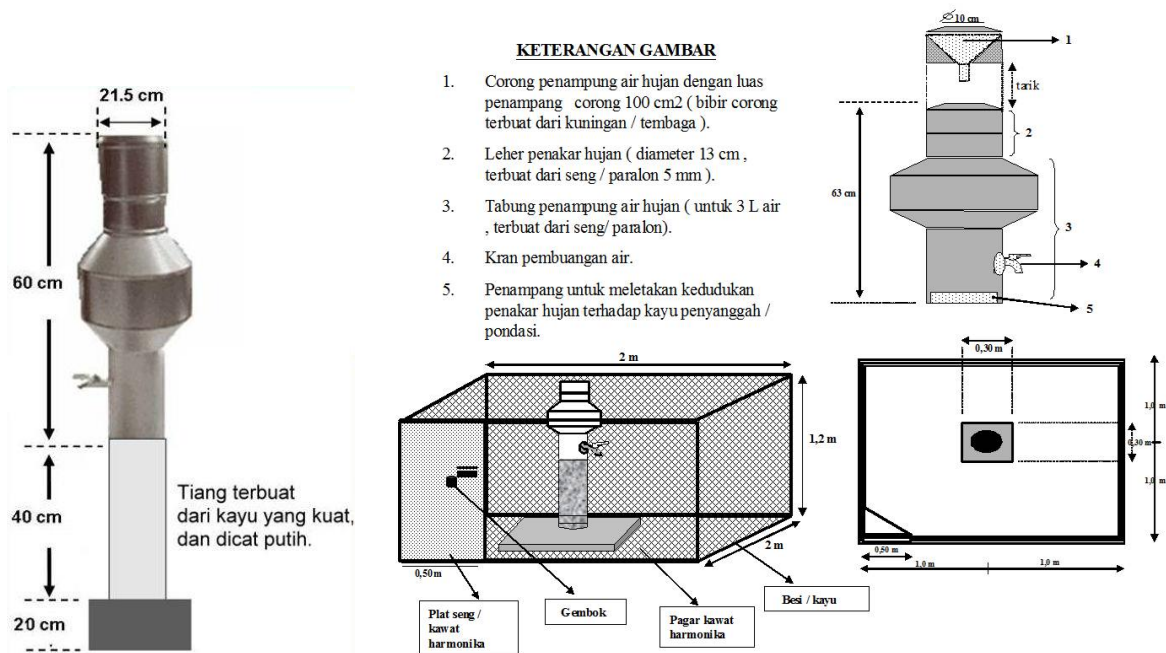
3.1.1 Penakar curah hujan manual

Alat pengukur curah hujan manual Ombrometer (OBS), menggunakan prinsip pembagian antara volume air hujan yang ditampung dibagi luas penampang/mulut penakar.

- Mengukur curah hujan harian (mm), diukur 1 kali pada pagi hari.
- Alat yang digunakan yaitu Observatorium/ombrometer (Gambar 3-1) dengan tinggi 120 cm, luas mulut penakar 100 cm^2 .
- Tinggi curah hujan (CH) = volume / luas mulut penakar (Contoh : terukur 200 ml atau 200 cc maka $\text{CH} = 200 \text{ cm}^3 / 100 \text{ cm}^2 = 2 \text{ cm} = 20 \text{ mm}$)

Hal - hal yang harus diperhatikan mengenai penakar Jenis OBS:.

- Penampang penakar harus selalu horizontal
- Alat harus tetap bersih
- Corong harus bersih dari kotoran yang bisa menutup lobang
- Kran harus sering dibersihkan, jika terjadi kebocoran harus segera diganti /diperbaiki
- Bak penampung air hujan harus dibersihkan dari endapan dan debu dengan jalan menuangkan air kedalamnya dan kran dibuka
- Gelas penakar harus dijaga tetap bersih dan disimpan ditempat aman dan jangansampai pecah
- Gelas harus dikeringkan dengan air bersih.



Gambar 3-1. Alat penakar hujan manual (Ombrometer)

3.1.2 Penakar curah hujan otomatis

Alat penakar curah hujan otomatis (*Automatic Rainfall Recorder = ARR*) dengan menggunakan prinsip :

- Pelampung
- Timbangan
- Jungkitan

Keuntungan alat ukur otomatis :

- Lebih teliti
- Dapat mengetahui waktu kejadian dan intensitas hujan
- Periode pencatatan lebih dari sehari dengan kertas pias biasanya alat pengukur otomatis ini dipadukan dengan kertas pias sehingga bisa mendapatkan tinggi curah hujan setiap jamnya (intensitas).

Salah satu penakar hujan otomatis yang banyak dipakai adalah Penakar Hujan Otomatis HILLMAN

Spesifikasi Hilman

- Bahan plat besi cat anti karat
- Ketinggian alat dari tanah 120 cm

- Luas corong 200 cm²
- Jam Hillman berputar 24 jam
- Pias diganti setiap jam 00.00 UTC (07.00 WIB)
- Kapasitas pelampung 10 mm

Cara Kerja:

- Setiap terjadi hujan air akan masuk corong kemudian disalurkan ke pelampung sehingga membuat pena naik dan membuat grafik pada pias;
- Ketinggian grafik menunjukkan jumlah curah hujan yang turun;
- Jika curah hujan mencapai 10 mm/ lebih maka pena menunjukkan angka 10 mm sebagai angka maksimal, kemudian air akan tumpah dari pelampung melalui pipa hevel dan pena akan turun lagi ke angka 0 (nol) . Jika masih ada hujan lagi maka pena akan mencatat lagi, demikian berlangsung terus menerus;
- Dari alat ini dapat diketahui durasi hujan, intensitas hujan dalam jangka waktu tertentu dan kapan terjadinya hujan;
- Kapasitas pengukurannya tidak terbatas;
- Jam Hillman menggunakan pegas sehingga harus diputar setiap jangka waktu tertentu;
- Pena digunakan jenis pena cartridge.



Gambar 3-2. Alat penakar hujan Otomatis Hillman

- 1) Sensor pasif (satelit) : menduga potensi hujan berdasarkan klasifikasi awan yang dilakukan dengan analisis cluster. Analisis menggunakan range temperature dan nilai kecerahan kanal 1 dan 2 dari NOAA HRPT data.

- 2) Sensor aktif (radar) : menduga intensitas hujan dengan memancarkan radiasi gelombang mikro dengan panjang gelombang > 1 cm. Butir hujan, kristal es dan hailstones memancarkan balik radiasi yg dipancarkan sensor radar. Semakin besar radiasi balik terukur, semakin besar hujan yang terjadi.

3.2 Pengukuran debit

Pengukuran debit dapat dilakukan secara langsung dan secara tidak langsung. Pengukuran debit secara langsung adalah pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa alat pengukur arus (*current meter*), pelampung, zat warna, dll. Debit hasil pengukuran dapat dihitung segera setelah pengukuran selesai dilakukan.

Pengukuran debit secara tidak langsung adalah pengukuran debit yang dilakukan dengan menggunakan rumus hidrolika misal rumus Manning atau Chezy. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur parameter hidraulis sungai yaitu luas penampang melintang sungai, keliling basah, dan kemiringan garis energi. Garis energi diperoleh dari bekas banjir yang teramati di tebing sungai. Untuk pos duga air yang sudah dilengkapi dengan pelskal khusus garis energi dapat dibaca dari peilskal khusus tersebut.

Pada modul ini hanya dibahas pengukuran debit secara langsung dengan menggunakan pelampung dan current meter.

3.2.1 Alat dan Bahan.

Peralatan yang diperlukan terdiri dari:

- 1) Peralatan pemetaan yang terdiri dari:
 - Alat ukur penyipat ruang
 - Alat ukur penyiat datar dengan alat baca sudut datar
 - Rambu datar, rambu teleskop 7,6 m
 - Hand level
 - Pita ukur terbuat dari metal atau baja
 - Tag line (pita baja kecil bertanda tertentu untuk mengukur jarak), distance meter
 - Bendera warna
 - Patok ukur
 - Kamera
 - GPS
 - Meteran, rol meter
 - Alat tulis
- 2) Peralatan pengukur tinggi muka air
 - Papan duga air (peil schall)

- Automatic water level recorder (AWLR)
- 3) Peralatan tambahan yang diperlukan, antara lain:
- Perahu dayung dan motor
 - Sepatu lapangan
 - Baju merawas
 - Jas hujan
 - Palu, skop, kampak
 - Alat ukur kedalaman aliran
 - Alat ukur lebar aliran
 - Radio komunikasi dua arah atau telepon genggam
 - Tali, dan
 - Payung.
- 4) Peralatan keamanan dan keselamatan kerja.

3.2.2 Pelaksanaan

Pengukuran debit sungai terdiri dari empat tahap bagian, yaitu mengukur penampang melintang sungai; mengukur tinggi muka air dan/atau kedalaman air; mengukur kecepatan arus; dan perhitungan debit.

1) Pengukuran penampang melintang sungai

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. Penjelasan lebih lanjut pengukuran penampang sungai diberikan pada Modul Pengukuran Topografi.

2) Pengukuran tinggi muka air

Pengukuran luas tampang aliran dilakukan dengan mengukur tinggi muka air dan penampang melintang alur sungai. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, pengukuran tinggi muka air dapat dilakukan pada beberapa titik pada sepanjang tampang aliran. Jika pengukuran debit dilakukan pada lokasi yang terdapat stasiun pengukur tinggi muka air manual (papan duga air) atau otomatis (AWLR), maka tinggi muka air dapat dibaca dari stasiun AWLR tersebut (Gambar 3-3).



Gambar 3-3. Alat ukur tinggi muka air manual (papan duga air) dan otomatis (AWLR)

3) Pengukuran kecepatan arus

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan alat ukur kecepatan arus. Ada beberapa cara untuk mengukur kecepatan arus, diantaranya dengan menggunakan pelampung, dan dengan current meter.

(1) Mengukur 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:

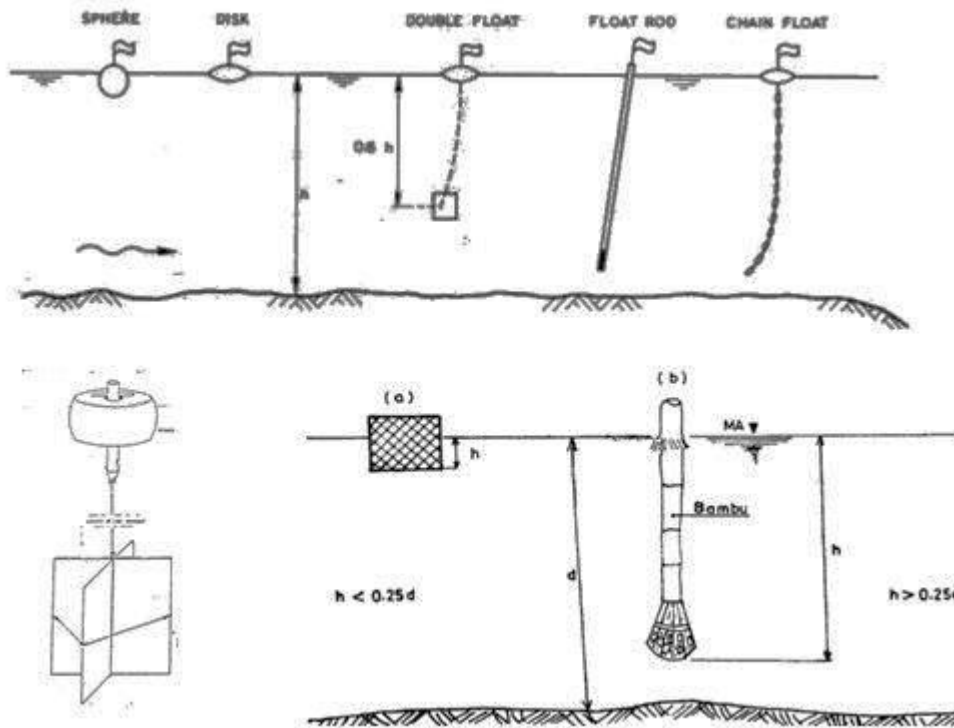
- a. untuk memperoleh gambaran kasar tentang kecepatan aliran,
- b. karena kondisi sungai yang sangat sulit diukur, misal dalam keadaan banjir, sehingga dapat membahayakan petugas pengukur.

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:

- a. 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.
- b. Tentukan jarak L , misal 20 meter dan garis yang dibuat pada langkah pertama dan buat garis yang sama (tegak lurus aliran) pada titik L tersebut.
- c. 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. Untuk mengurangi pengaruh angin, maka pelampung dapat diberi pemberat. Gambar 3-4 memperlihatkan beberapa contoh pelampung. Pada saat pelampung melewati garis kedua stopwatch ditekan kembali, sehingga akan didapat waktu aliran pelampung yang diperlukan, yaitu T .

d. Kecepatan arus dapat dihitung dengan L/T (m/s).

Perlu mendapat perhatian bahwa carapada permukaan, sehingga untuk memperoleh kecepatan rerata pada penampangsungai hasil hitungan perlu dikoreksi dengan koefisien antara 0,85-0,95. Selain itu pengukuran dengan cara ini harus dilakukan beberapa kali mengingat distribusi kecepatan permukaan tidak merata.. Dianjurkan paling tidak pengukuran dilakukan 3kali, kemudian hasilnya dirata-rata.



Gambar 3-4. Pengukuran kecepatan arus dengan pelampung
(<https://perhubungan2.wordpress.com/2012/01/16/pengukuran-kecepatan-aliran-sungai>)

(2) Pengukuran kecepatan arus dengan Currentmeter

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 currentmeter dengan sumbu mendatar dandengan sumbu tegak seperti terlihat pada **Gambar 3-5** dan **Gambar 3-6**. Bagian-bagian alat ini terdiri dari:

- a. baling-baling sebagai sensor terhadap kecepatan, terbuat dari streamline styling yang dilengkapi dengan propeler, generator, sirip pengarah dan kabel-kabel.
- b. contact box, merupakan bagian pengubah putaran menjadi signal elektrik yang berupa suara atau gerakan jarum pada kotak monitor berskala, kadang juga dalam bentuk digital,
- c. 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.
- d. pemberat, yang digunakan untuk menahan alat supaya tidak terbawa arus. Pemberat ini sangat penting untuk pengukuran arus sungai pada saat terjadi banjir besar. Ukuran pemberat ini bervariasi tergantung besar-kecilnya debit sungai yang diukur.



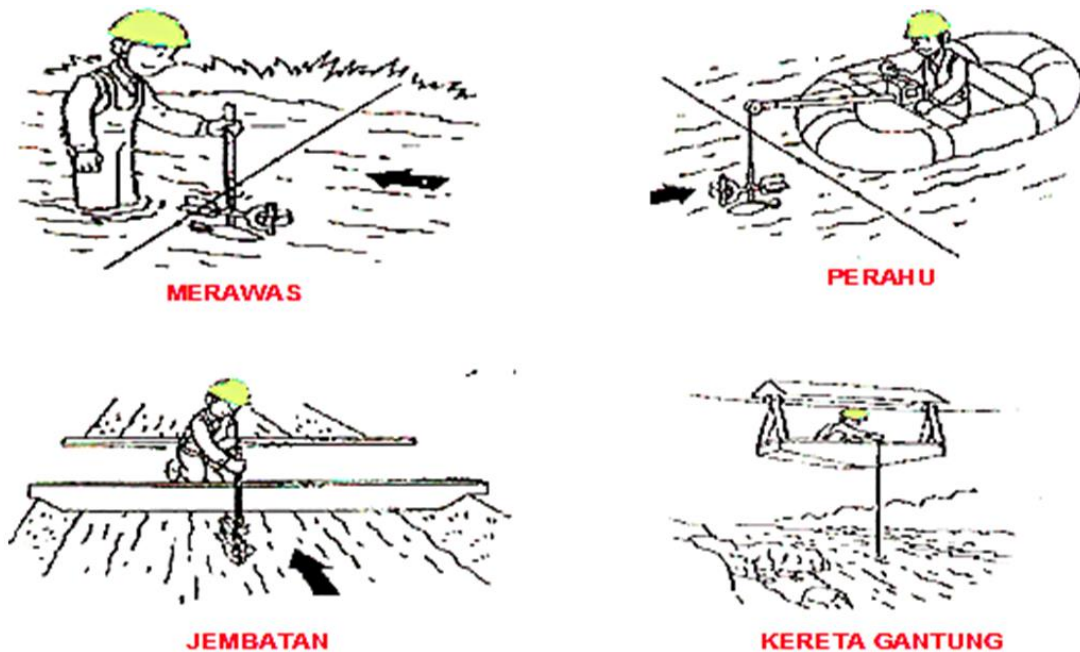
Gambar 3-5. Currentmeter sumbu tegak (tipe canting)

Pengukuran kecepatan arus dengan currentmeter dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti terlihat pada yaitu :

- a. merawas, untuk sungai-sungai kecil dan dangkal
- b. melalui jembatan
- c. menggunakan perahu perahu
- d. menggunakan kereta gantung



Gambar 3-6. Currentmeter horisontal (tipe baling-baling)



Gambar 3-7. Mengukur arus dengan currentmeter

Dengan alat ini dapat dilakukan pengukuran pada beberapa titik dalam suatu penampang aliran. Dalam praktek digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran merata 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.

- 1) Pengukuran pada satu titik yang umumnya dilakukan jika kedalaman aliran kurang dari 1 meter. Alat ditempatkan pada kedalaman 0,6 h diukur dari muka air.

- 2) Pengukuran pada beberapa titik, dilakukan pada kedalaman 0,2 h dan 0,8 h diukur dari muka air. Kecepatan rerata dihitung sebagai berikut:

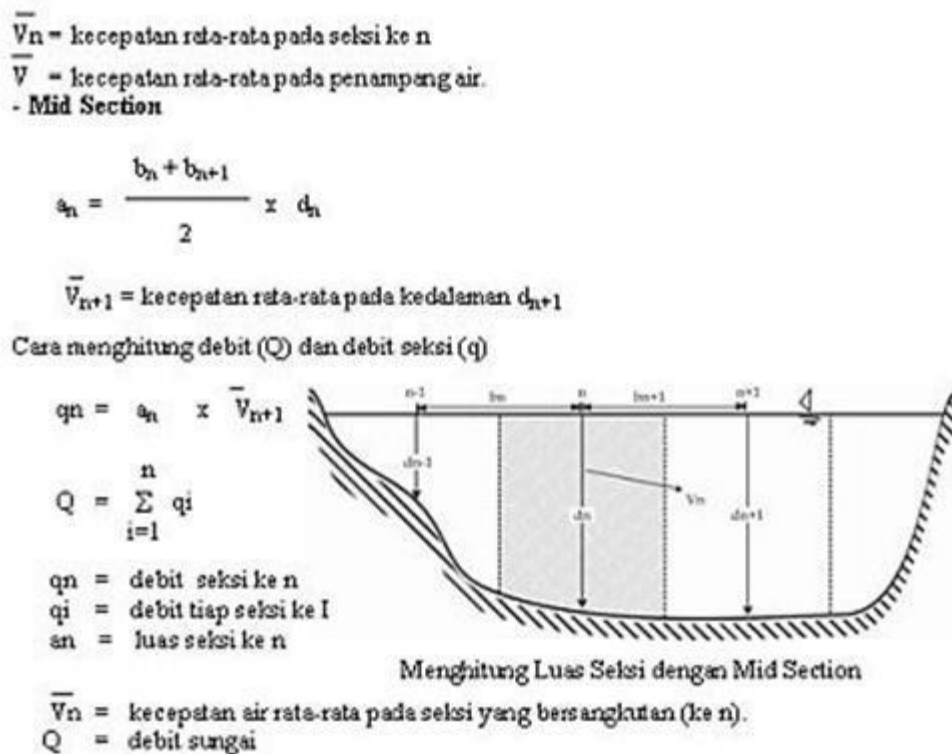
$$V=0,5(V_{0,2}+V_{0,8})$$

- 3) Pengukuran dengan tiga titik dilakukan pada kedalaman 0,2 H, 0,6 h dan jugapada 0,8 h. Hasilnya dirata-ratakan dengan rumus:

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

4) Hitungan debit aliran

Hitungan debit aliran untuk seluruh luas tampang adalah merupakan penjumlahan dari debit setiap pias tampang aliran. Dalam hitungan dilakukan dengan anggapan 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 4.5 menunjukkan sketpenjelasan cara hitungan debit aliran berdasarkan data tinggi muka air dan kecepatan arus tersebut.



Gambar 3-8. Perhitungan debit dengan mid area method

3.3 Pengambilan Sampel Sedimen

Besarnya angkutan sedimen pada suatu sungai merupakan salah satu komponen informasi hidrologi selain banjir, kekeringan dan potensi sumber daya air. Data angkutan

sedimen merupakan data yang sangat dibutuhkan dalam perencanaan prasarana sumber daya air antara lain untuk memperkirakan umur guna waduk (*dead storage*), perhitungan dimensi kantong lumpur (*sand trap*) dan untuk operasi dan pemeliharaan irigasi. Ada beberapa parameter yang mempengaruhi angkutan sedimen dalam suatu sungai antara lain vegetasi penutup (*land covering*), penggunaan lahan (*land use*) jenis tanah/batuan, kemiringan lahan dan intensitas hujan yang mempengaruhi besarnya debit.

Pengambilan sampel sedimen terlarut dilakukan setelah pengukuran debit selesai. Penentuan bagian penampang sungai tempat pengambilan sampel dapat digunakan dengan metode *Equal Discharge Increment (EDI)* dan *Equal Width Increment (EWI)*. Metode *Equal Discharge Increment* dilakukan dengan cara membagi debit pengukuran menjadi bagian yang sama sejumlah sampel yang akan diambil. Metode *Equal Width Increment* dilakukan dengan cara membagi lebar penampang sungai menjadi beberapa bagian yang sama tergantung dari jumlah sampel yang akan diambil. Vertikal pengambilan sampel terletak pada tengah – tengah dari bagian penampang tempat pengambilan sampel. Cara pengambilan sampel dapat dilakukan dengan metode *point sample* dan *depth integrated*. Lamanya waktu pengambilan ditentukan berdasarkan kecepatan aliran dan diameter nozzle yang digunakan. Grafik hubungan antara lamanya pengambilan sampel, waktu pengambilan dan diameter nozzle dapat dilihat pada lampiran 4 volume sampel berkisar antara 300 sampai dengan 500 ml. Pada umumnya pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 botol.

3.3.1 Peralatan

Penggunaan alat pada pengambilan sampel air untuk muatan sedimen harus memenuhi ketentuan sebagai berikut.

- a. Alat yang dipergunakan untuk mengambil contoh muatan sedimen melayang harus disesuaikan dengan kedalaman dan kecepatan aliran.
- b. Pada saat pengambilan contoh sedimen melayang, kecepatan saat menurunkan dan menaikkan alat dari permukaan sampai ke dasar sungai harus sama.
- c. Pada saat pengambilan contoh sedimen melayang, alat tidak boleh menyentuh dasar sungai, anak lubang pengambilan harus 10 cm di atas dasar sungai.
- d. Volume air yang tertampung dalam alat pengambilan maksimum 400 ml dan minimum 350 ml.

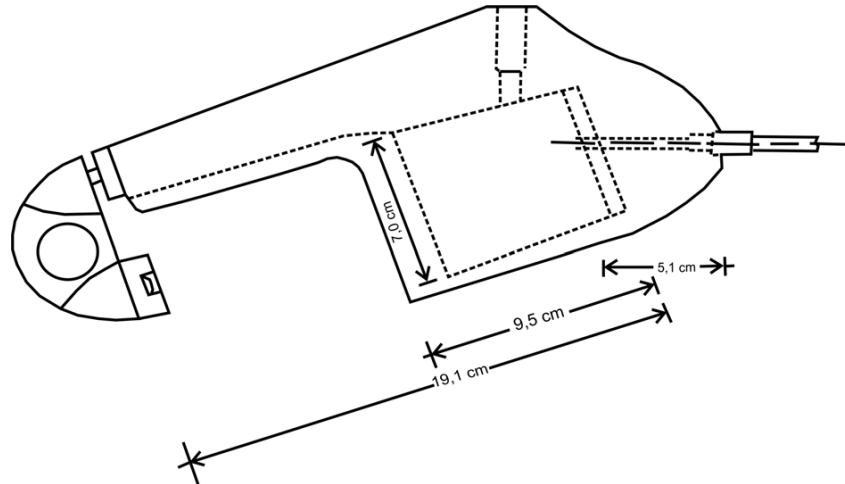
Jenis peralatan yang digunakan harus memenuhi ketentuan teknis yang berlaku dan tergantung pada metode pengukuran yang digunakan pada pelaksanaan :

1) Pengukuran dengan cara merawas

Peralatan dan sarana penunjang yang digunakan meliputi:

- a) Satu unit Current Meter;
- b) Satu unit alat pengambilan muatan sedimen melayang jenis US DH-48 (Gambar 3-9);

- c) Tongkat penggantung;
- d) Satu buah alat ukur waktu;
- e) Satu unit alat ukur lebar sungai;
- f) Baju pelampung;
- g) Botol contoh air tembus pandang, dengan volume minimal 350 ml dan maksimal 450 ml;
- h) Grafik (waktu durasi) pengambilan.

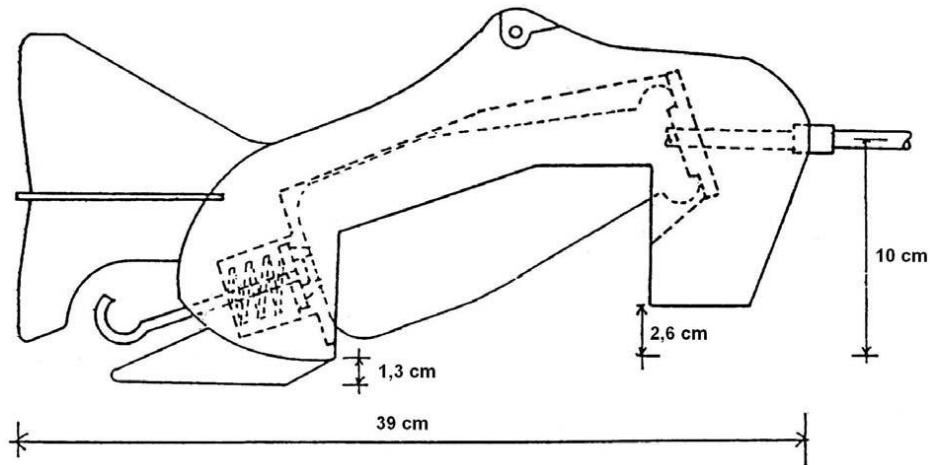


Gambar 3-9. Sketsa alat pengambil contoh air jenis US DH-48

2) Pengukuran dengan menggunakan perahu

Peralatan dan sarana penunjang yang digunakan meliputi:

- a) Satu unit alat pengambilan muatan sedimen melayang jenis US DH-48 apabila kedalaman air pada titik pengambilan ≤ 3 m; jenis US DH-59 (Gambar 3-10) apabila kedalaman air pada titik pengambilan ≥ 3 m;
- b) Satu unit alat penderek apabila kedalaman air pada titik pengambilan ≥ 3 m;
- c) Satu buah alat ukur waktu;
- d) Satu unit alat ukur lebar sungai;
- e) Perahu dan dayung dengan kapasitas angkut perahu minimal 3 orang;
- f) Kabel melintang sungai;
- g) Baju pelampung;
- h) Tambang plastik;
- i) Motor tempel apabila penggunaan dayung tidak memungkinkan;
- j) Tongkat penggantung apabila kedalaman air pada titik pengambilan ≤ 3 m;
- k) Botol contoh air tembus pandang, dengan volume minimal 350 ml dan maksimal 450 ml;
- l) Grafik (waktu durasi) pengambilan.



Gambar 3-10. Sketsa alat pengambil contoh air jenis US DH-59

3) Pengukuran dari jembatan

Peralatan dan sarana penunjang yang digunakan meliputi:

- a) Satu unit alat pengambilan muatan sedimen melayang jenis US DH-59;
- b) Satu alat bantu pengukuran dari jembatan (bridge crane);
- c) Satu unit alat penderek;
- d) Satu buah alat ukur waktu;
- e) Satu unit alat ukur lebar sungai;
- f) Botol contoh air tembus pandang, dengan volume minimal 350 ml dan maksimal 450 ml;
- g) Grafik lama waktu pengambilan.

4) Pengukuran dengan menggunakan kereta gantung

Peralatan dan sarana penunjang yang digunakan meliputi:

- a) Satu unit alat pengambilan muatan sedimen melayang jenis US DH-59;
- b) Satu unit alat penderek;
- c) Satu buah alat ukur waktu;
- d) Satu unit alat ukur lebar sungai;
- e) Kabel melintang sungai;
- f) Kereta gantung;
- g) Baju pelampung;
- h) Botol contoh air tembus pandang, dengan volume minimal 350 ml dan maksimal 450 ml;
- i) Grafik lama waktu pengambilan.

5) Pengukuran dengan Winch Cable Way

Peralatan dan sarana penunjang yang digunakan meliputi:

- Satu unit alat pengambilan muatan sedimen melayang jenis US DH-59;
- Satu unit alat Winch Cable lengkap terdiri dari kabel utama, kabel penghantar (travelercable), kabel penggantung alat;
- Satu buah alat ukur waktu;
- Botol contoh air tembus pandang, dengan volume minimal 350 ml dan maksimal 50 ml;
- Grafik lama waktu pengambilan.

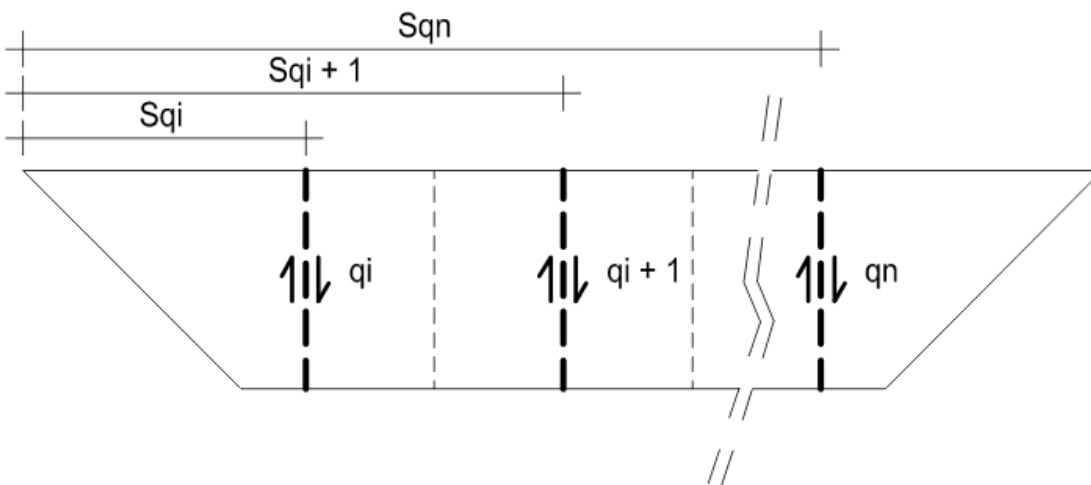
3.3.2 Pelaksanaan

1) Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam lokasi pengambilan contoh adalah sebagai berikut.

- Pengambilan contoh muatan sedimen melayang harus dipilih pada lokasi yang tidak terpengaruh adanya bangunan air atau arus balik.
- Lokasi pengambilan contoh muatan sedimen melayang dipilih dengan memperhatikan ketentuan sebagai berikut.
- Pengukuran muatan sedimen melayang dilakukan pada lokasi pengukuran debit.
- Dasar sungai merata.
- Penampang melintang harus tegak lurus arah aliran.
- Penetapan titik pengambilan

Penetapan titik pengambilan, digambarkan dan dirumuskan sebagaimana Gambar 3-11 sebagai berikut :



Gambar 3-11. Sket lokasi pengambilan sampel air

2) Data pengukuran

Data yang diperlukan untuk pengambilan muatan sedimen melayang berupa data aktual pengukuran yang dilakukan segera sebelum pengambilan contoh muatan sedimen ini dilaksanakan.

Data tersebut terdiri dari :

- a) Pengukuran penampang melintang.
- b) Pengukuran debit.
- c) Tinggi muka air yang berkaitan dengan pengukuran debit.

3) Waktu pengisian/pengambilan contoh air

Lamanya waktu pengisian/pengambilan contoh air tergantung dari ukuran nozzle yang digunakan sesuai dengan grafik pada Gambar 3-12 dengan ketentuan bahwa waktu yang digunakan untuk menurunkan alat sama dengan waktu yang digunakan untuk menaikkan alat. Perhitungan waktu dimulai sejak alat dimasukkan ke dalam air.

4) Petugas dan penanggung jawab

Hal-hal yang perlu diperhatikan meliputi :

- a) Petugas yang melaksanakan survei adalah orang yang pernah mendapatkan pendidikan dan pelatihan bidang hidrometri dan pengukuran sedimen.
- b) Penanggung jawab pekerjaan adalah ahli di bidang hidrologi.
- c) Nama petugas dan penanggung jawab hasil pengambilan contoh harus dicantumkan dan dibubuhi tanda tangan, serta tanggal yang jelas.

5) Rumus-rumus perhitungan

Rumus-rumus yang digunakan dalam metode pengambilan sedimen melayang ini, sebagai berikut.

$$q_i = \frac{Q}{n}$$
$$q_{qi} = \frac{q_i}{2}$$
$$S_{qi} = \sum_{i=1}^n q_i + q_{qi}$$

dengan pengertian :

Q adalah debit di suatu penampang melintang sungai m^3/s ;

q_i adalah debit pada setiap sub penampang ke i , m^3/s ;

q_{qi} adalah debit tengah pada setiap sub penampang melintang ke i , m^3/s ;

S_{qi} adalah debit pada seksi ke i , m^3/s ;

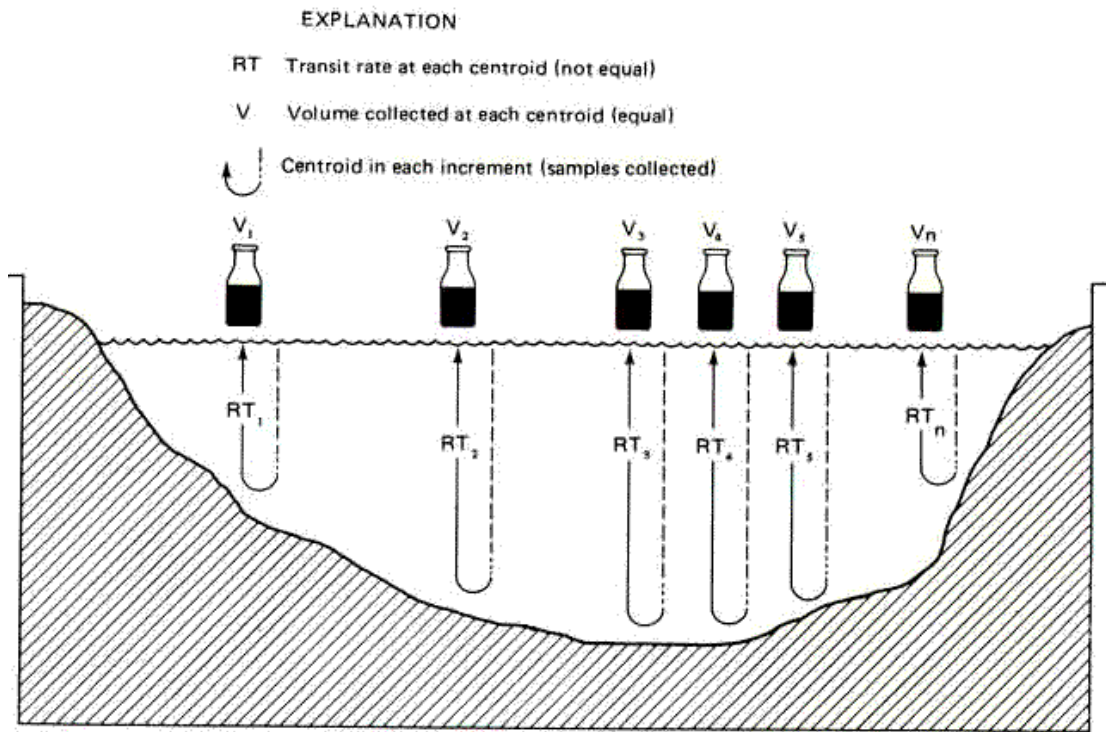
i adalah 1, 2, 3, 4, 5,..... n ; i tanda adalah bagian penampang
 n adalah jumlah vertikal pengambilan di suatu penampang melintang.

Catatan: Rumus di atas adalah rumus yang digunakan dalam metode EDI (*Equal Discharge Increment*), yaitu pengambilan contoh sedimen yang dilakukan pada titik tengah pada sub-subpenampang yang mempunyai debit sama besar (Gambar 3-12).

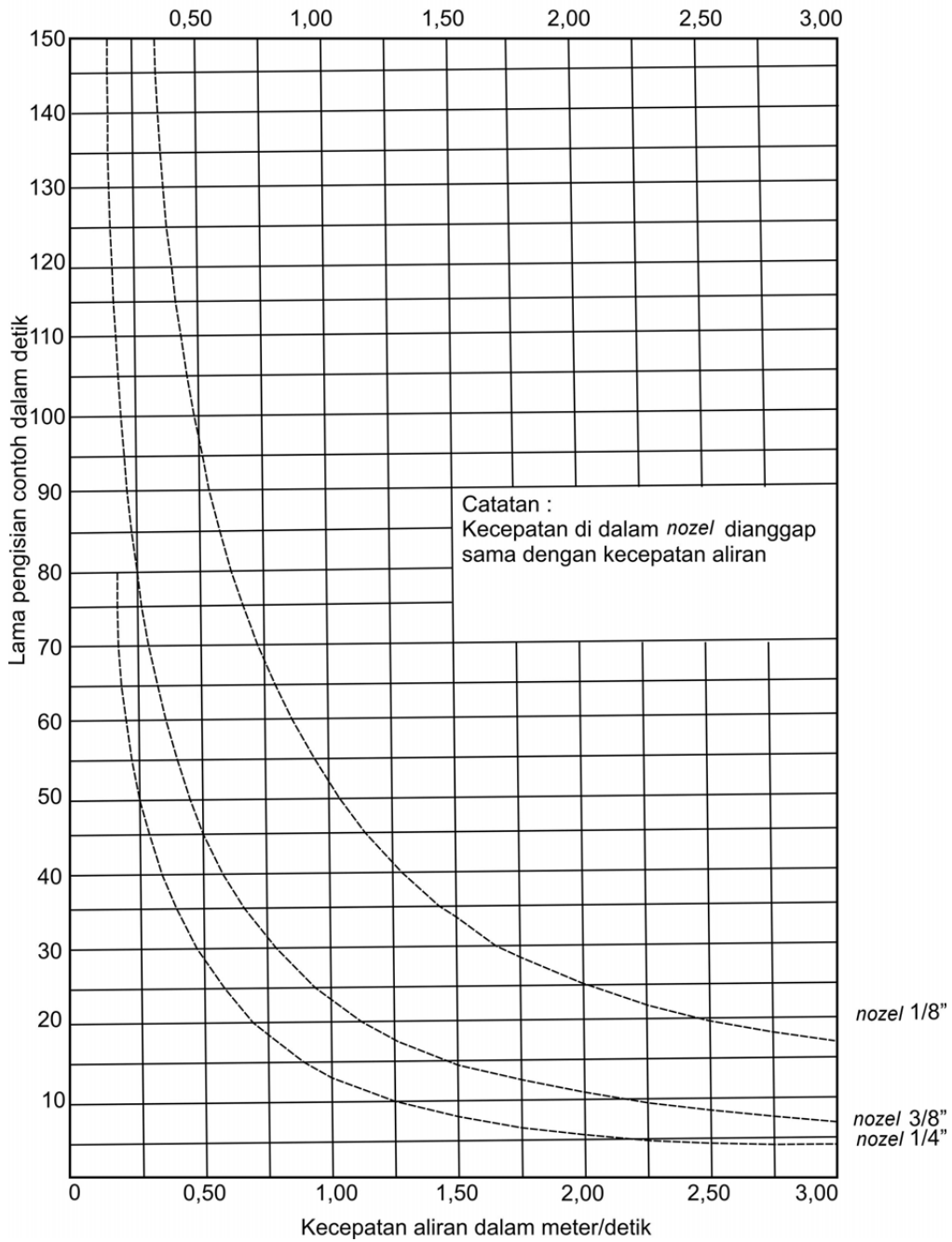
6) Cara pengambilan contoh

Pengambilan muatan sedimen melayang dilakukan segera setelah pengukuran debit selesai dilakukan, dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Tahap persiapan pengambilan contoh, sebagai berikut.
 - (1) Tentukan lokasi pengambilan.
 - (2) Siapkan data hasil pengukuran penampang melintang.
 - (3) Siapkan data hasil pengukuran debit.
 - (4) Siapkan, periksa dan rakit alat pengambilan contoh.
 - (5) Siapkan formulir pengambilan contoh.
 - (6) Isi formulir pengambilan contoh.
 - (7) Tentukan jumlah titik pengambilan di suatu penampang melintang
- b) Tahap pengambilan contoh, sebagai berikut.
 - (1) Hitung besar debit pada setiap sub penampang melintang dengan rumus (1).
 - (2) Hitung debit tengah dari setiap sub penampang melintang dengan rumus (2).
 - (3) Tentukan lokasi pengambilan dengan cara mencari titik pada kartu pengukuran dengan besaran debit yang paling dekat dengan besar debit pada butir 2).
 - (4) Tentukan jarak lokasi titik pengambilan dari sisi sungai, sesuai dengan butir 3).
 - (5) Tentukan lama waktu pengambilan pada grafik (Gambar 3-13), sesuai dengandiameter lubang alat (nozzle) pengambil yang digunakan.
 - (6) Lakukan pengambilan contoh muatan sedimen melayang.
 - (7) Masukkan contoh muatan sedimen melayang ke dalam botol yang telah disediakan.
 - (8) Botol tersebut diberi tanda label.
 - (9) Siapkan contoh muatan sedimen melayang untuk dianalisis di laboratorium.
 - (10) Ulangi kegiatan butir 3) sampai 9) untuk lokasi titik pengambilan yang lainnya, hingga semuanya selesai dikerjakan.



Gambar 3-12. Pengambilan sampel metode EDI (*Equal Discharge Increment*)



Gambar 3-13. Contoh waktu pengisian

4 STUDI KASUS

5 SUMBER PUSTAKA

- 1) SNI 03-6467.2-2012, Tata cara pengukuran debit pada saluran terbuka secara langsung.
- 2) SNI 3414:2008, Tata cara pengambilan contoh muatan sedimen melayang di sungai dengan cara integrasi kedalaman berdasarkan pembagian debit.
- 3) ASTM D 3558, *practice for open channel flow measurement of water by velocity-area method.*
- 4) ISO 748, *liquid flow measurement in open channels velocity-area method.*

6 LAMPIRAN

Tabel L 1. Data Hujan Harian (manual)

TGL	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOP	DES	
1						32,90			-	30,60	1,70		65,20
2				1,00		TTU			-	-	TTU	13,50	14,50
3		0,50		1,00		0,30	TTU		33,00	-	2,00	1,40	38,20
4	17,00		5,80		1,00		0,20	3,00	-	0,60	5,80	5,80	39,20
5	1,20	23,10		2,80	3,30		93,90	8,10	-	-	1,20	2,60	136,20
6	28,90	0,10	106,00		TTU	21,90	TTU	17,20	TTU	2,30	TTU	1,50	177,90
7	5,00	26,00				25,00			14,80	4,10	40,00	1,00	115,90
8				5,00		1,00		14,00	-	2,00	23,00		45,00
9	9,00	1,10	3,50	10,60		32,80			2,10	2,40	6,60	4,40	72,50
10	2,00		3,00	1,30	0,50				12,10	TTU	20,30	7,10	46,30
11	0,70	29,40							1,00	-	0,20	168,60	199,90
12	89,00	6,50	82,00	2,80	1,20		34,00		-	-	-	2,70	218,20
13	2,00	49,60			TTU	0,20	2,00		20,00	-	0,20	2,00	76,00
14	35,60	2,00	0,50		2,50	13,30	0,20	10,00	8,60	-	4,20		76,90
15	6,40				47,10	1,20			-	-	-	47,40	102,10
16	0,30	5,90		77,00	0,30			26,00	-	TTU	1,40	1,80	112,70
17	31,00		6,00		107,60	64,30	2,30	5,80	25,30	46,70	0,20		289,20
18	20,40	0,30	14,80	6,60			1,00		11,00	44,10	-	1,60	99,80
19	6,50		0,50		0,50			19,20	4,80	-	-	24,00	55,50
20	2,30	64,60	0,40		33,20			0,50	3,80	-	6,20	0,80	111,80
21		2,40	36,40					0,50	15,80	7,60	18,20	6,90	87,80
22		5,50		7,40				8,00	-	31,00	0,40	0,50	52,80
23	2,40			3,20	38,90			8,00	-	1,10	-	5,60	59,20
24		3,30	56,00	5,70	TTU				0,20	20,00	-	2,60	87,80
25	5,40	9,00	82,20	0,40		1,10		5,00	4,40	1,00	6,80		115,30
26			4,70	-		8,70	5,90		9,40	0,30	TTU		29,00
27	64,80			6,80		40,00			3,20	19,40	-	3,00	137,20
28	3,50			32,50	1,80	0,10	6,30	9,30	-	1,00	8,20	14,10	76,80
29	67,80		1,00	-	TTU				-	0,10	1,20	24,40	94,50
30	2,30		12,20	50,50		0,10	11,70		-	22,80	1,00	0,70	101,30
31	9,40		14,50		9,00					-		4,00	36,90
JML	412,90	229,30	429,50	214,60	246,90	242,90	157,50	134,60	169,50	237,10	148,80	348,00	2.971,60
HH	23,00	16,00	17,00	18,00	13,00	15,00	10,00	14,00	29,00	29,00	27,00	25,00	
Ket :													
TTU : Tidak terukur (curah hujan kurang dari 0 mm)													

Tabel L 3. Data pengukuran debit dengan current meter

Nama Sungai	: X				Tempat	: Q2			
Merk/No. Alat	: CMC 200/93-15				Koordinat	: S 03°36'25,4"			
No. Kincir	: 4-92.02					: E 115°06'00,8"			
Tgl Pengukuran	: 27 September 2005				Petugas	: A			
Jam Pengukuran	: 16:40 - 17:00 WITA					: B			
						: C			
Rai	Lebar (m)	Kedalaman (m)	kedalaman kincir (m)	Jumlah putaran (rpm)	Waktu (s)	Kecepatan		Luas (m ²)	Debit (m ³ /s)
						Titik (m/s)	rerata (m/s)		
0	0,0	0,00	0,00	0	30	0,00	0,00	0,00	0,000
1	1,0	0,18	0,10	64	30	0,53	0,53	0,18	0,095
2	2,0	0,33	0,10	61	30	0,51	0,48	0,33	0,158
			0,25	54	30	0,45			
3	3,0	0,39	0,10	43	30	0,36	0,31	0,39	0,121
			0,25	31	30	0,26			
4	4,0	0,30	0,10	49	30	0,41	0,38	0,30	0,113
			0,25	41	30	0,34			
5	5,0	0,28	0,10	29	30	0,24	0,20	0,26	0,051
			0,20	18	30	0,15			
6	6,0	0,22	0,10	20	30	0,17	0,17	0,22	0,037
7	7,0	0,00	0,00	30	0	0,00	0,00	0,00	0,000
Total								1,68	0,575



FORMULIR PENGUKURAN ARUS DAN BEBIT DENGAN CURRENT METER

Pekerjaan : Kajian Penetapan Sempadan Sungai Bengawan Solo Hulu
 Sungai : Bengawan Solo
 Tanggal : 5 September 2015
 Waktu Mulai : 07:00
 Waktu Selesai : 08:45

Lokasi : Jembatan Jurug
 Cuaca : Cerah
 TMA Awal : 1,80
 TMA Akhir : 1,80
 Rumus Kalibrasi Current meter :
 jika $n < 0,63 \rightarrow v = 0.2547 * n + 0.014$
 jika $n \geq 0,63 \rightarrow v = 0.2615 * n + 0.009$

Posisi Pengukuran	Jarak Antar Segmen	Ketinggian Pias (h)	Kedalaman Alat	Waktu Pengukuran	Jumlah Putaran			n rata ² (put/10 dt)	n rata ² (put/dt)	Kecepatan		Luas (m ²)	Debit (m ³ /dt)	Keterangan
	(m)	(m)		(dt)	n1	n2	n3			Pada Titik (m/dt)	Rata-rata (m/dt)			
0.00	2.00	0												
2.00	2.00	0.15	0,2h											
			0,6h	10	21	21	21	21.000	2.100	0.55815	0.5582	0.6	0.3349	
			0,8h											
4.00	2.00	0.25												
6.00	2.00	0.30	0,2h											
			0,6h	10	28	29	30	29.000	2.900	0.76735	0.7674	1.2	0.9208	
			0,8h											
8.00	2.00	0.31												
10.00	2.00	0.52	0,2h											
			0,6h	10	30	28	28	28.667	2.867	0.758633	0.7586	2.08	1.5780	
			0,8h											
12.00	2.00	0.48												
14.00	2.00	0.54	0,2h											
			0,6h	10	36	34	33	34.333	3.433	0.906817	0.9068	2.16	1.9587	
			0,8h											
16.00	2.00	0.6												
18.00	2.00	0.78	0,2h											
			0,6h	10	25	39	39	34.333	3.433	0.906817	0.9068	3.12	2.8293	
			0,8h											
20.00	2.00	0.88												
22.00	2.00	0.75	0,2h											
			0,6h	10	28	29	28	28.333	2.833	0.749917	0.7499	3	2.2498	
			0,8h											
24.00	2.00	0.85												
26.00	2.00	0.81	0,2h											
			0,6h	10	40	39	39	39.333	3.933	1.037567	1.0376	3.24	3.3617	
			0,8h											
28.00	2.00	0.6												
30.00	2.00	0.43	0,2h											
			0,6h	10	36	39	38	37.667	3.767	0.993983	0.9940	1.72	1.7097	
			0,8h											
32.00	2.00	0.35												
34.00	2.00	0.31	0,2h											
			0,6h	10	26	27	27	26.667	2.667	0.706333	0.7063	1.24	0.8759	
			0,8h											
36.00	2.00	0.2												
38.00	4.15	0.15	0,2h											
			0,6h	10	19	22	20	20.333	2.033	0.540717	0.5407	0.9225	0.4988	
			0,8h											
42.15		0												

Debit Aliran : 16.3174 m³/dtk