

BAB III

LANDASAN TEORI

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian secara langsung di Sungai Progo, mengenai fenomena angkutan sedimen dasar *bed load* yang terjadi di Sungai Progo. Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan data muatan sedimen *bed load* dan gradasi butiran *bed load*.

A. Prinsip Dasar

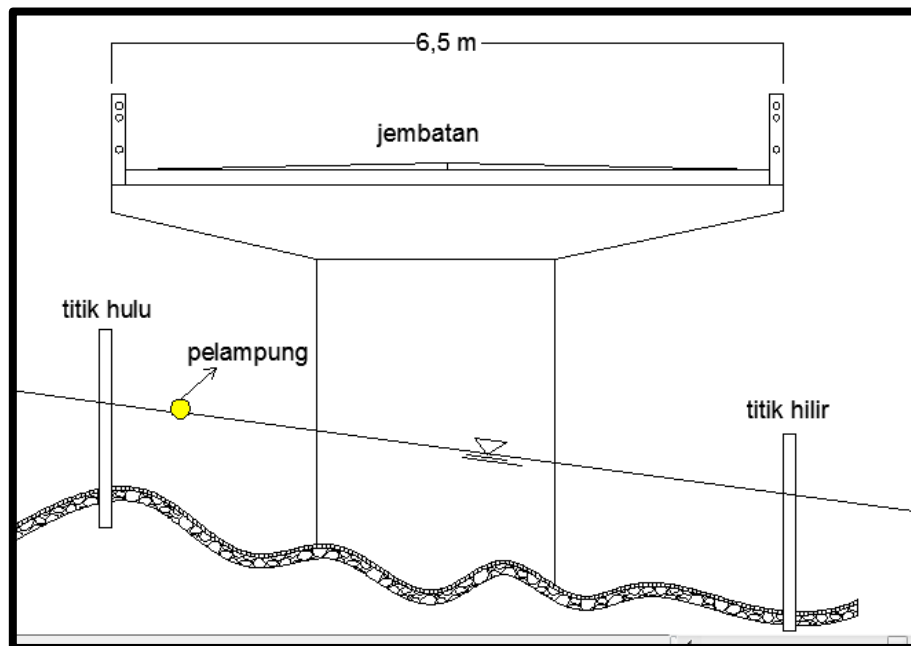
Prinsip dasar angkutan sedimen adalah untuk mengetahui keadaan sedimen pada kondisi seimbang, erosi, maupun sedimentasi juga untuk memprediksi jumlah angkutan sedimen pada proses tersebut. Proses ini terjadi secara alami yang disebabkan karena adanya gaya geser aliran serta diameter butiran sedimen. Angkutan sedimen dapat menyebabkan perubahan dasar sungai. Besar kecilnya debit aliran sungai dapat mempengaruhi terjadinya erosi atau pengendapan pada tebing kanan dan kiri sungai.

B. Hidrometri

Hidrometri adalah cabang ilmu (kegiatan) pengukuran air atau pengumpulan data dasar bagi analisis hidrologi (Harto, 1993). Dalam sehari-hari, kegiatan hidrometri pada sungai dapat diartikan juga sebagai kegiatan mengumpulkan data sungai, baik yang menyangkut debit air sungai maupun ketinggian muka air serta sedimentasi atau unsur aliran lain. Ada beberapa macam pengukuran yang dilakukan dalam kegiatan hidrometri ialah sebagai berikut:

1. Pengukuran Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran merupakan komponen aliran yang sangat penting. Hal ini disebabkan oleh pengukuran debit secara langsung pada suatu penampang sungai tidak dapat dilakukan.



Gambar 3.1 Metode Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Pelampung

Kecepatan ini di ukur dalam dimensi satuan panjang setiap satuan waktu, umumnya dinyatakan dalam satuan meter per detik (m/d). pengukuran kecepatan aliran dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya alaha pengukuran menggunakan pelampung (*float*). Pelampung digunakan sebagai alat pengukuran kecepatan aliran apabila diperlukan kecepatan aliran dengan tingkat ketelitian yang relatif kecil. Hitung kecepatan aliran sungai dengan mengalikan antara jarak titik pengamatan dengan waktu tempuh rata – rata.

$$V = \frac{L}{t} (m/d) \dots\dots\dots(3.1)$$

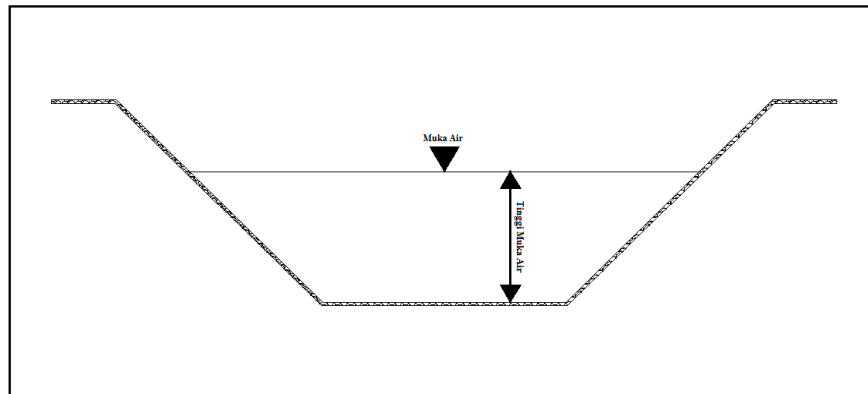
Keterangan :

L =jarak

t = waktu

2. Pengukuran Tinggi Muka Air

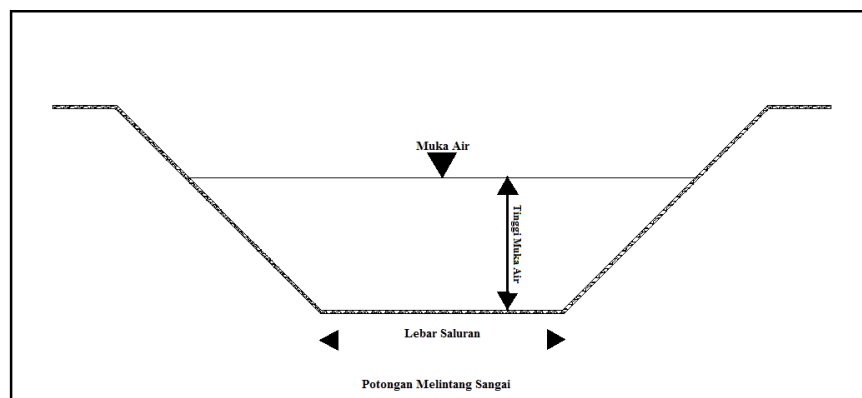
Pengukuran luas penampang memerlukan tinggi muka air, pengukuran tinggi muka air dapat dilakukan dengan cara, tergantung dari kondisi aliran sungai yang akan diukur, salah satunya menggunakan tongkat / papan yang sisinya terdapat rambu ukur.



Gambar 3.2 Tinggi Muka Air (Potongan Melintang)

3. Pengukuran Lebar Aliran Permukaan

Pengukuran lebar aliran juga digunakan untuk mengetahui lebar dasar saluran yang nantinya digunakan mendapatkan luas penampang. Pengukuran lebar aliran dilaksanakan menggunakan alat ukur lebar. Pengukuran lebar aliran dilaksanakan menggunakan alat ukur lebar, pengukuran lebar saluran menggunakan meteran (*oddo meter* atau meteran roda).



Gambar 3.3 Lebar Saluran (Potongan Mellintang)

4. Pengukuran Debit

Debit (*discharge*), atau besarnya aliran sungai (*stream flow*) adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai persatuan waktu debit dinyatakan dalam satuan m³/d atau liter/detik. Aliran adalah pergerakan air di dalam alur sungai. Pada dasarnya perhitungan debit adalah pengukuran luas penampang, kecepatan aliran, dan tinggi muka air,

$$Q = A \cdot v \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

Q = debit (m³/d)

A = luas penampang (m²)

v = kecepatan aliran rata-rata (m/d)

Nilai A (luas penampang aliran diambil setiap 15m) agar didapat kondisi yang lebih mendekati kondisi asli lapangan maka menggunakan persamaan:

$$A = h (b + m \times h) \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan :

A = luas penampang (m²)

h = kedalaman aliran (m)

b = lebar dasar aliran (m)

m = kemiringan tebing (vertikal: horizontal)

Dengan demikian perhitungan debit adalah pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran, lebar aliran dan pengukuran tinggi muka air yang akan digunakan untuk perhitungan luas penampang.

C. Berat Jenis Sedimen

Tujuan percobaan ini adalah untuk menentukan berat jenis suatu contoh sedimen yang memiliki ukuran butir kurang dari 4,75 mm. Langkah perngujiannya sebagai berikut:

1. Bersihkan bagian luar dan dalam piknometer, lalu keringkan. Timbang piknometer hingga ketelitian 0,01 gr (W_p). Lakukan hingga 5 kali,, dan catat masing-masing beratnya.
2. Lakukan kalibrasi volume piknometer denga cara sebagai berikut:
 - a. Siapkan air bebas udara (*deaired water*) dengan cara memanaskannya hingga mendidih (*boiling*) atau melalui vakum atau kombinasi keduanya. Dinginkan air hingga mencapai suhu ruang yaitu antara 15°-30°C.
 - b. Bersihkan piknometer da nisi air bebas udara hingga penuh, kemudian tutup dan keringkan bagian luarnya dengan kain kering.
 - c. Panaskan piknometer dan air hingga keluar gelembung udaranya. Dinginkan pada suhu ruang rumah dan masukkan dalam desikator hingga suhu tetep antara 15°-30°C selama 3 jam. Timbang piknometer ($W_{pw,c}$).
 - d. Ukur temperatur di dalam piknometer.
 - e. Hitung volume dengan persamaan

$$V\rho = \frac{(W_{pw,c}-W_p)}{\rho_{w.c}} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

V_p = Volume piknometer (ml)

$W_{pw,c}$ = Berat piknometer dan air pada temperatur terkalibrasi

W_p = Berat piknometer kosong (gr)

P_{wc} = Berat volume air pada termperatur terkalibrasi

- f. Lakukan hingga 5 kali

3. Contoh tanah di hancurkan dalam cawan porselen dengan menggunakan pestel, kemudian dikeringkan dalam oven
4. Ambil tanah kering dalam oven dan langsung di dinginkan dalam desikator. Setelah dingin masukkan dalam piknometer sebanyak 10 gr.
5. Piknometer, sehingga tanah terendam seluruhnya dan biarkan 2 – 10 jam.
6. Isi air kurang lebih 10 cc kedalam piknometer, sehingga tanah terendam seluruhnya dan biarkan 2 – 10 jam.
7. Tambahkan air destikasi sampai setengah atau 2/3 penuh, udara yang terangkap dalam butir – butir harus dikeluarkan dengan cara piknometer bersamas air dan tanah dimasukkan ke dalam bejana tertutup yang dapat di vakum dengan pompa vakum sehingga gelembung udara keluar dan air menjadi jernih.
8. Piknometer ditambah air destilasi sampai penuh dan ditutup. Bagian luar piknometer dikeringkan dengan kain kering. Setelah itu piknometer berisikan tanah dan air ditimbang ($W_{pws,t}$)
9. Air dalam piknometer diukur suhunya dengan thermometer.
10. Gradasi ukuran butir dari hasil analisis saringan.

Berat jenis sedimen adalah perbandingan antara berta sedimen dengan berat air pada volume yang sama dan pada tempreatur tententu. Untuk mendapatkan berat jenis butr tanah (*specific gravity*), digunakan rumus :

$$G_s = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1).t_1 - (W_3 - W_2).t_2} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :

- G_s = berat jenis butir sedimen (gram/m³)
- W₁ = berat piknometer kosong (gram)
- W₂ = berat piknometer + sampel kering (gram)
- W₃ = berat piknometer + sampel kering + aquades (gram)
- W₄ = berat piknometer + aquades jenuh (gram)
- t₁ = suhu pada W₄ (° C)
- t₂ = suhi pada W₃ (° C)

Tabel 3.2 Ukuran Butiran Sedimen Menurut *American Geophysical Union*

| Jenis tanah | Berat jenis (g/m³) |
|---|--------------------------------------|
| <i>Sand</i> (pasir) | 2,65 – 2,67 |
| <i>Silty Sand</i> (pasir berlanau) | 2,67 – 2,70 |
| <i>Inorganic Clay</i> (lempung inorganik) | 2,70 – 3,80 |
| <i>Soil with mica or iron</i> | 2,75 – 3,00 |
| Gambut | <2,00 |
| Humus <i>Soil</i> | 1,37 |
| <i>Gravel</i> | >2,70 |

Sumber: Wesky, 1997

D. Klasifikasi Distribusi Ukuran Butiran

Analisa butiran merupakan dasar tes laboratorium untuk mengidentifikasi tanah dalam system klasifikasi teknik. Sedangkan analisis saringan agregat adalah penentuan presentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian persentase digambarkan dalam grafik pembagian butir (SNI 03-1969-1990). Pengujian menggunakan satu set saringan standart ASTM (*American Society for Testing and Materials*), oven untuk mengeringkan sampel, cawan untuk menyimpan sedimen baik setelah ditimbang maupun sebelum ditimbang, timbang untuk menimbang sampel yang tertahan di setiap saringan.

Agregat adalah butiran alami, cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butirannya. Agregat yang bebutir kecil disebut agregat halus. Dalam pelaksanaan di lapangan umumnya agregat dikelompokkan menjadi kelompok (Tjokrodimulyo, 2007) yaitu sebagai berikut :

- a. Batu, untuk ukuran butir lebih dari 40 mm
- b. Kerkil, untuk ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm
- c. Pasir, untuk ukuran butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm

Setiap tanah memiliki grafik tertentu karena antara tanah yang satu dengan yang lainnya memiliki butir-butir yang berbeda bentuk dan distribusinya tidak pernah sama. Cara menentukan gradasi adalah:

1. Analisis Saringan

Menurut Muntohar (2006), penyaringan merupakan metode yang biasanya secara langsung untuk menentukan ukuran partikel dengan didasarkan pada batas bawah ukuran lubang saringan yang digunakan, batas terbawah dalam saringan adalah ukuran terkecil untuk partikel pasir. Dalam analisis saringan, sejumlah yang memiliki ukuran lubang yang berbeda-beda disusun dengan ukuran yang terbesar diatas yang kecil. Sampel tanah dikeringkan dalam oven, gumpalan tanah dihancurkan dan sampel tanah akan lolos melalui susunan saringan setelah digetarkan. Tanah yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang dan selanjutnya dihitung persentase tanah yang tertahan pada saringan tersebut. Bila W_i adalah berat tanah yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang dan selanjutnya dihitung persentase tanah yang tertahan pada saringan ke- I (dari atas susuna saringan) dan W adalah berat tanah total, maka persentase berat yang tertahan adalah:

$$\% \text{ Berat tertahan pada saringan} = \frac{W_i}{W} \times 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

W_i = berat tertahan

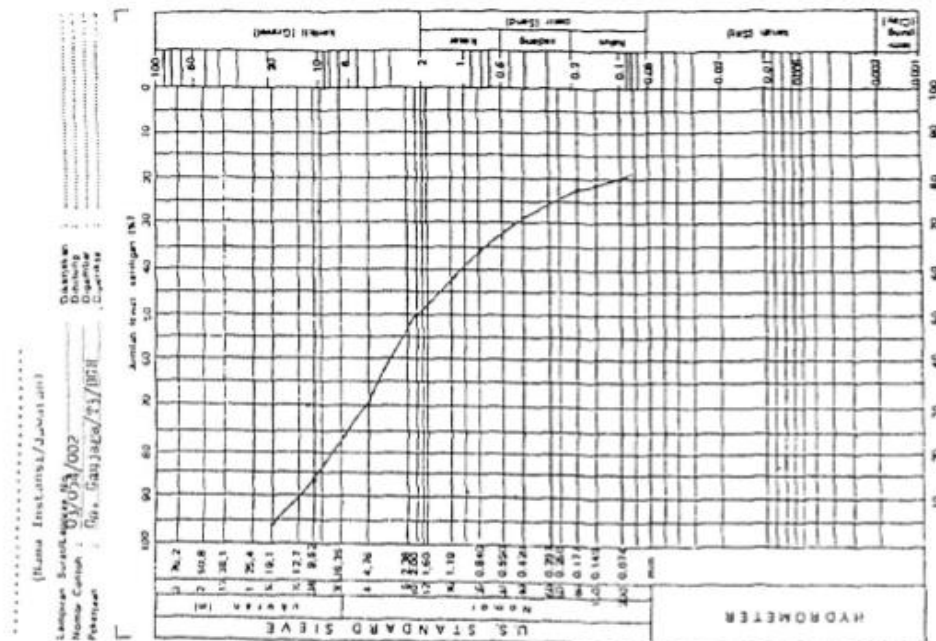
W = berat total tertahan

Tabel 3.3 Contoh Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar

| NO Saringan (mm) | Berat Tertahan Saringan (mm) | % Tertahan (gr) | % Tertahan Komulatif (gr) | % Lolos Komulatif |
|------------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------|
| 75.2 (3") | | | | |
| 63.5 (21/9) | | | | |
| 50.8 (2") | | | | |
| 36.1 (11/2) | | | | |
| 25.4 (1") | | | | |
| 19.1 (1/4") | 9,97 | 9,97 | 40 | 96,00 |
| 12.7 (1/2) | | | | |
| 9.52 (3/8) | 22,95 | 32,9 | 43,20 | 86,80 |
| 4 | 43,54 | 76,46 | 30,6 | 69,40 |
| 8 | 49,58 | 126,04 | 50,40 | 49,60 |
| 20 | 33,07 | 469,11 | 63,60 | 36,40 |
| 30 | | | | |
| 40 | 18,49 | 177,54 | 71,00 | 29,00 |
| 50 | | | | |
| 80 | 17,19 | 194,73 | 77,90 | 22,10 |
| 100 | 2,76 | 197,49 | 79,00 | 21,00 |
| 200 | 3,31 | 200,80 | 80,30 | 19,70 |
| PAN | | | | |

Sumber: (SNI 03-1968-1990)

Kemudian hasilnya digambarkan pada grafik persentase yang lebih kecil dari pada saringan yang diberikan (partikel yang lolos saringan) pada sumbu partikel dan ukuran partikel pada sumbu horizontal (dalam skala logritma). Grafik ini dinamakan dengan kurva distribusi ukuran partikel atau kurva gradasi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4



Sumber : SNI 03-1968-1990

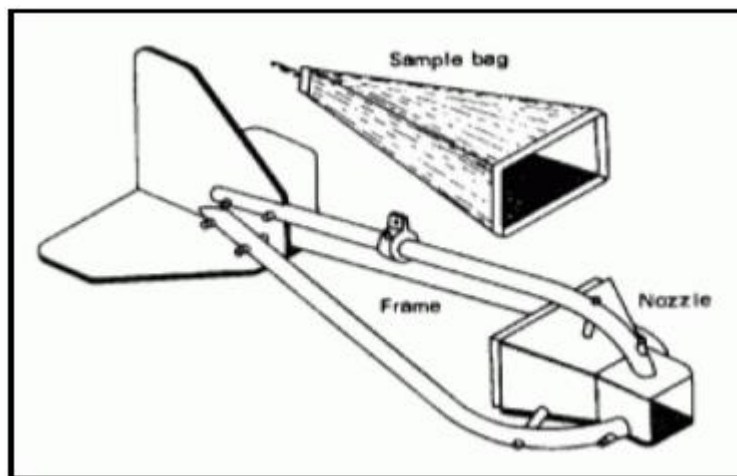
Gambar 3.4 Kurva Distribusi Butiran

E. Angkutan Sedimen

Angkutan sedimen atau *transport sediment* merupakan peristiwa terangkutnya material oleh aliran sungai. Bentuk, ukuran dan beratnya partikel tersebut akan menentukan jumlah besaran angkutan sedimen. Terdapat banyak alat untuk menghitung besarnya angkutan sedimen (Kironoto, 1997). Salah satunya menggunakan alat *Helley Smith*. Berikut adalah alat uji angkutan sedimen.

1. Alat *Helley Smith* (WMO, 1989)

Alat ukur muatan sedimen dasar terdiri dari satu buah alat tamping sampel, kerangka alat, kabel dan bagian ekor untuk menetapkan posisi alat agar searah aliran sungai.



Sumber: Soewarno (1991)

Gambar 3.5 Alat Ukur Sedimen Dasar Jenis (*HELLEY SMITH*)

Dimana Alat:

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| a. Panjang | = 100 cm |
| b. Lebar | = 60 cm |
| c. Luas pintu masuk sedimen | = 20 cm x 10 cm |
| d. Banyak tampungan | = ± 10 kg |
| e. Berat alat kosong | = ± 25 kg |
| f. Panjang tali kawat | = 2500 cm |

2. Metode Integrasi Kedalaman

Menurut Soewarno (1991) lokasi sedimen pada sungai yang dalam dan lebar, cara pengambilan sampelnya dapat dilaksanakan dari jembatan atau bantuan kabel melintang. Tidak disarankan pengambilan sample sedimen dari jembatan di sebelah hilir karena biasanya turbulensi alirannya besar terutama bila didekat pilar jembatan tersebut. Pengukuran muatan sedimen dasar dilakukan dengan cara menurunkan alat ukur sampai dasar sungai, catat waktu pengukuran 3 kali. Vertical pengukuran dapat dipilih berdasarkan cara EDI atau EWI seperti pada pengukuran muatan sedimen melayang, minimal dibutuhkan 20 buah vertical, dan untuk setiap vertical tidak lebih dari jarak 15 m. Air muatan sedimen dasar masuk ke dalam alat tampung hingga waktu yang

diperikarakan dan alat diangkat. Kemudian dilakukan pengukuran volume muatan sedimen dasar yang tertampung per satuan waktu pengukuran.

a. Efisiensi Alat *Helley Smith*

Efisiensi alat muatan sedimen dasar harus ditentukan terlebih dahulu. Apabila debit muatan sedimen dasar telah dapat ditentukan terlebih dahulu maka akan lebih mudah dalam pengoprasinya di lapangan. Efisiensi muatan sedimen dasar dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$e = \frac{K_a}{K_r} \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan :

e = Efisiensi alat ukur muatan sedimen dasar (%)

K_a = Kuantitas sedimen yang diangkap oleh alat ukur muatan sedimen dasar.

K_r = Kuantitas sedimen yang terangkut apabila tempat tidak pengukuran diletakkan alat ukur muatan sedime dasar.

Efisiens alat ukur sangat bervariasi dari 40 sampai 100% dan setiap alat berbeda efisiensinya. Debit muatan sedimen dasar per unit lebar yang diukur pada tiap vertikal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$qb = \frac{100 W}{ebt} \dots \dots \dots (3.8)$$

Keterangan :

Qb = debit muatan sedimen dasar per unit lebar setelah dimodifikasi berdasarakan efisiensi alat.

W = berat sampel yang tertangkap oleh alat ukur muatan sedimen dasar selama periode waktu t.

e = efisiensi alat ukur muatan sedimen dasar (%)

b = lebar mulut alat ukur muatan sedimen dasar.

t = waktu lamanya pengukuran.

Apabila efisiensi dari tipe alat belum diketahui dari kalibrasi maka dapat digunakan efisiensi dari tipe alat yang sama. Total debit muatan dasar seluruh penampang pengukuran dapat dilakukan secara integrasi sepanjang lebar aliran sungai yang diukur. Perhitungannya dapat dilakukan dengan metode grafis atau analitis, yaitu:

- 1) Pada metode grafis, debit muatan sedimen dasar di gambarkan sebagai ordinat, dan lebar aliran sungai digambarkan sebagai absis, total debit muatan adalah luas daerah yang dibatasi oleh ordinat, absis dan kurvanya, untuk pengecekan pada gambar yang sama juga di gambarkan kecepatan alirannya.
- 2) Pada metode analitis, perhitungan debit muatan sedimen dasar dihitung dengan rumus trapesium setiap dua vertikalnya pengukurannya. Untuk mengurangi pengaruh dari flukasi maka lamanya pengukuran mencapai 1/3, atau 2/3 dari volume tampang alat ukur.

3. Analisis Hitungan

Menurut Soewarno (1991) untuk mempermudah perhitungan konsentrasi sedimen rata-rata pada suatu titik vertical dapat dilakukan cara sebagai berikut:

- a. Pada suatu vertical dibagi dalam beberapa intervensi kedalaman $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$.
- b. Posisi pengukuran adalah ditengah-tengah setiap bagian interval.
- c. Lamanya waktu pengukuran disetiap titik harus sama.

Pada cara ini dianggap bahwa kecepatan aliran dan konsentrasi sedimen di semua bagian interval sama, dengan demikian semakin rapat jarak semakin baik hasilnya. Besarnya angkuran sedimen pada setiap vertical dapat dihitung dengan persamaan:

$$C = \frac{\sum_1^n c_i \cdot v_i \cdot \Delta y_i}{\sum_i^n v_i \Delta y_i} \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan:

C = Konsentrasi sedimen rata-rata pada suatu vertical.

N = Jumlah interval kedalaman 1,2,3,4,.....,n

C_i = Konsentrasi sedimen pada titik ke-i

V_i = Kecepatan aliran pada titik ke-i

ΔY_i = Panjang interval pada titik ke Y_i

Oleh karena Y_1 dan Y_2 , Y_n maka persamaan dapat dirubah menjadi

$$C = \frac{\sum_1^n C_i \cdot V_i}{\sum_1^n V_i} \dots \dots \dots (3.10)$$

Pada interval ke-I, berat dan volume sedimen pada setiap botol sampel adalah:

$$W_1 = a \cdot t_1 \cdot C_1 \cdot V_1 \dots \dots \dots (3.11)$$

$$U_1 = a \cdot t_1 \cdot V_1 \dots \dots \dots (3.12)$$

Keterangan;

W_1 = berat sedimen yang masuk botol sampel

a = luas lingkaran mulut nosel

t_1 = lamanya waktu pengukuran

C_1 = konsentrasi sedimen

V_1 = kecepatan aliran

U_1 = volume sampel sedimen (sedimen = air)

Sekarang apabila sedimen itu diukur pada jumlah interval kedalaman 1 sampai n, maka persamaan 3,9 serta 3,10 masing-masing dapat dijumlahkan.

$$W = \sum_1^n W_i = \sum_1^n a \cdot t_i \cdot C_i \cdot V_i \dots \dots \dots (3.13)$$

dan

$$U = \sum_1^n U_i = \sum_1^n a \cdot t_i \cdot V_i \dots \dots \dots (3.14)$$

Apabil lamanya waktu pengukuran disetiap titik adalah sama $t_1 = t_2 = t_n$ maka konsentrasi sedimen rata-rata pada vertical tersebut adalah:

$$C = \frac{\sum_1^n \frac{w_i}{t_i}}{\sum_1^n \frac{v_i}{t_i}} = \frac{\sum_1^n c_i v_i}{\sum_1^n v_i} \dots \dots \dots (3.15)$$

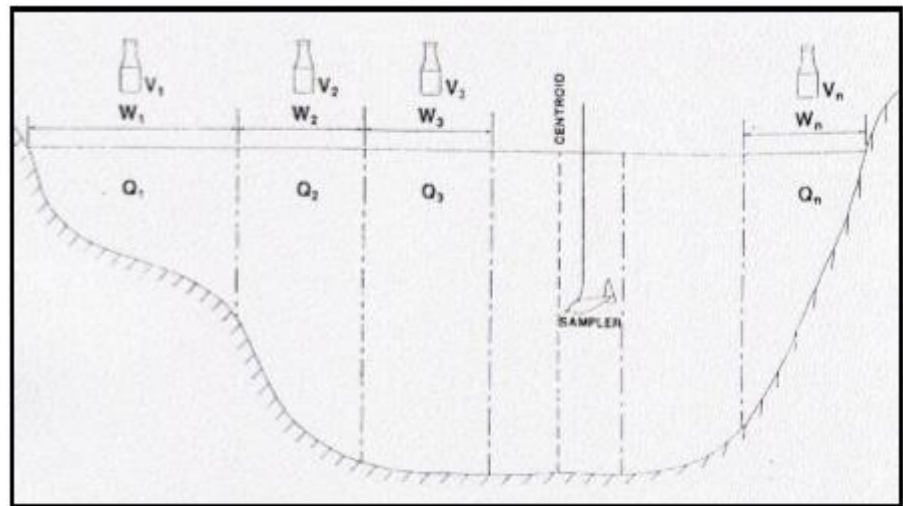
Keterangan:

$$\frac{w_i}{t_i} = C_i \cdot V_i \text{ dan } \frac{v_i}{t_i} = V_i \dots \dots \dots (3.16)$$

Apabila pada suatu vertical jarak titik interval pengukuran tidak sama maka perhitungannya harus menggunakan persamaan 3.9, pada setiap titik pengukuran berat dan volume sedimennya harus diperhitungkan berdasarkan fungsi dari interval kedalaman.

1) *Equal Discharge Increment (EDI)*

Dalam metode ini penampang sungai dibagi atas beberapa bagian, dimana setiap bagian ini harus mempunyai debit aliran yang sama. Pengambilan sampel sedimen perlu dilaksanakan pada bagian tengah dari setiap sub-penampang tersebut seperti terlihat dalam Gambar 3.6.



Sumber: Soewarno (1991)

Gambar 3.6 Pengambilan Sampel Sedimen dengan Cara EDI

Bilamana akan dilakukan pengambilan tiga (3) sampel maka pengambilan sampel sedimen dilakukan pada vertical yang

mempunyai besar aliran kumulatif sebesar $1/6$, $3/6$ dan $5/6$ dari debit total pada penampang tersebut.

Dalam gambar ini terlihat bahwa:

$$W_1 \neq W_2 \neq W_3 \dots \neq W_n \dots \dots \dots (3.17)$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 \dots = Q_n \dots \dots \dots (3.18)$$

$$V_1 \gg V_2 \gg V_3 \dots \gg V_n \dots \dots \dots (3.19)$$

Keterangan

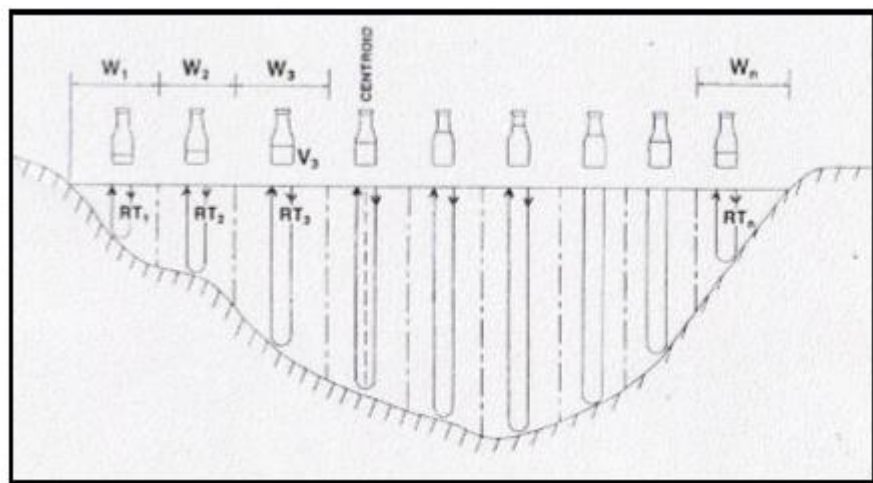
W : jarak antara vertical

Q : debit per segmen

V : volume sampel sedimen (misalnya berkisar antara 350–400 ml)

2) *Equal Width Increment (EWI)*

Dalam metode ini penampang sungai dibagi atas beberapa bagian dimana setiap bagian mempunyai jarak yang sama satu sama lainnya seperti dalam Gambar 3.7



Sumber: Soewarno (1991)

Gambar 3.7 Pengambilan Sampel Sedimen dengan Cara EWI

Jumlah vertikal ditetapkan berdasarkan kondisi aliran dan sedimen serta tingkat ketelitian yang diinginkan. Lokasi pengambilan sampel ditentukan dengan cara rata-rata tengah. Misalnya lebar

sungai adalah 65, jumlah vertikal ditetapkan 10 buah. Maka jarak vertikal diambil setiap 5m. dengan demikian maka lokasi pengukuran adalah pada raii yang terletak pada meteran: 2.5, 7.5, 12.5, 17.5, 22.5, 27.5, 32.5, 37.5, 42.5, 47.5, 52.5, 57.5, 62.5

4. Perhitungan Angkutan Sedimen Dasar.

Dalam menentukan besarnya angkutan sedimen dasar sebelumnya harus mempunyai data debit aliran (Q), lebar saluran /sungai (b), kemiringan dasar (S), jumlah sedimen yang terangkut, dapat dilakukan menggunakan dua cara yaitu :

a. Perhitungan Lansung di Lapangan

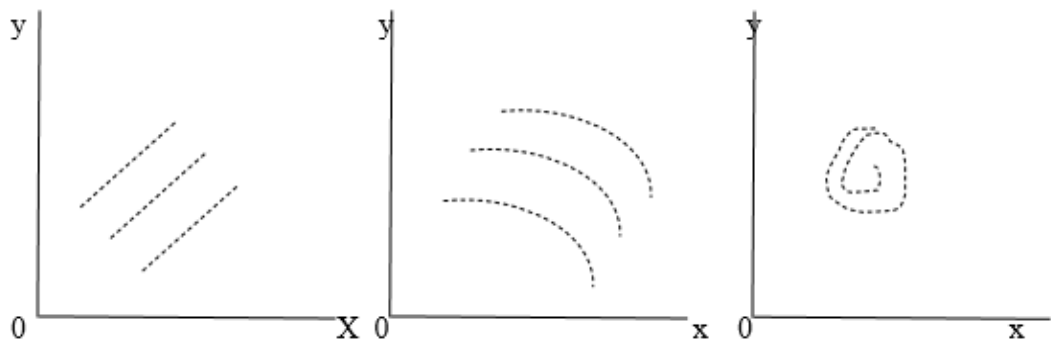
- 1) Mengambil langsung di dasar sungai
- 2) Menggunakan alat, misal *Helley smith*.

F. Analisa Korelasi Sederhana

1. Pengertian Korelasi

Analisa korelasi sederhana, meneliti hubungan dan bagaimana eratnya hubungan itu, tanpa melihat bentuk hubungan (Sadjonopermono, 1986). Dalam analisis korelasi sederhana variable yang digunakan adalah acak dan keduanya *bivariate normal*.

Jika kenaikan di suatu variable diikuti dengan kenaikan didalam variable yang lain, maka dapat dikatakan bahwa kedua variabel tersebut mempunyai korelasi positif. Tetapi jika kenaikan satu variabel diikuti oleh penurunan didalam variabel yang lain, maka dapat dikatakan bahwa kedua variabel tersebut mempunyai hubungan yang negatif. Dan jika tidak ada perubahan dalam satu variabel walaupun variabel yang lainnya berubah, maka dikatakan bahwa kedua variabel tersebut tidak mempunyai hubungan (*uncorrelated*).



(a) Korelatif Positif (b) Korelasi Negatif (c) Uncorrelated

Gambar 3.8 Jenis hubungan korelasi antara dua variabel

2. Parameter

Ukuran yang digunakan untuk mengukur derajat korelasi (hubungan) linier dinakan koefisien korelasi, yang dinyatakan dengan r dan didefinisikan sebagai

$$r = \frac{\sum(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{\sum(X-X)^2 \cdot \sum(Y-Y)^2}} \dots \dots \dots (3.20)$$

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right) \cdot \left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right)}} \dots \dots \dots (3.21)$$

Nilai r selalu terletak antara -1 dan +1 ($-1 < r < +1$)

Keterangan:

$r = +1$, ini berarti ada korelasi positif sempurna antara X dan Y.

$r = -1$, ini berarti ada korelasi negative sempurna antara X dan Y.

$r = 0$, ini berarti tidak ada korelasi antara X dan Y.