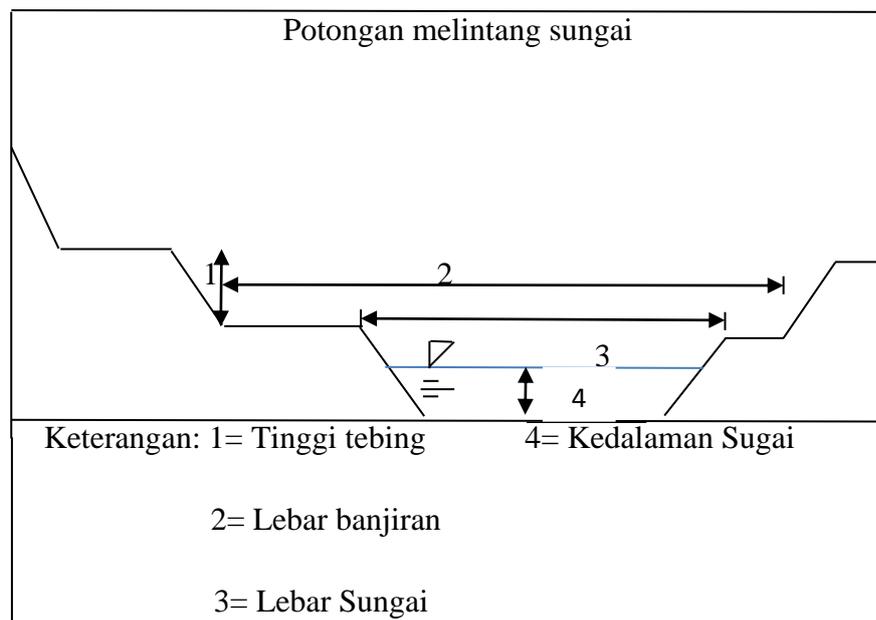


BAB III

LANDASAN TEORI

A. Morfologi Sungai

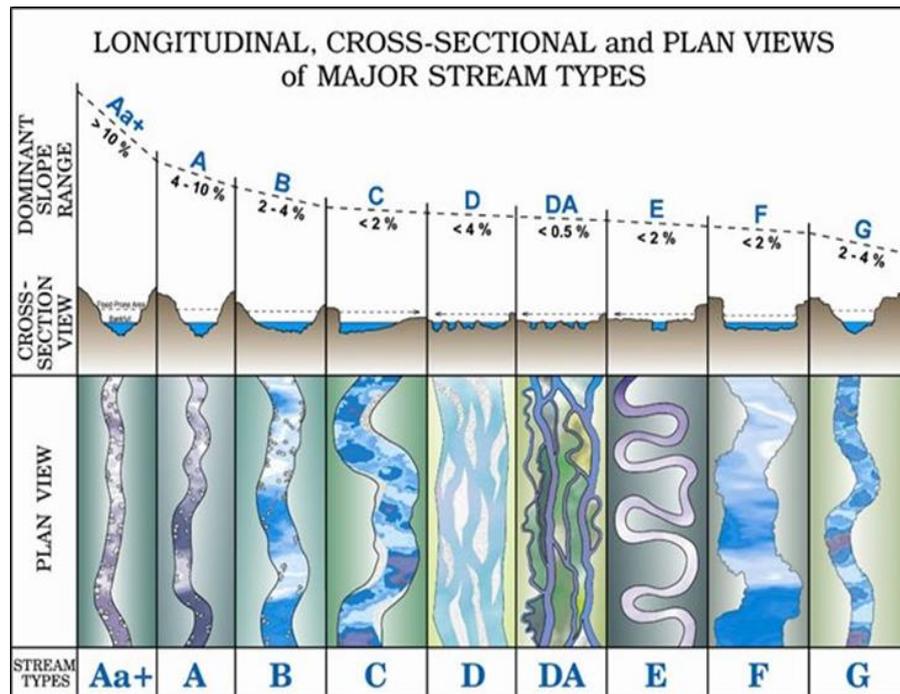
Morfologi (Morpologie) berasal dari kata Yunani yaitu morpe yang berarti bentuk dan logos yang berarti ilmu, dengan demikian maka morfologi berarti ilmu yang mempelajari tentang bentuk (Wikipedia, 2011). Morfologi sungai merupakan hal yang menyangkut kondisi fisik sungai tentang geometri, jenis, sifat, dan perilaku sungai dengan segala aspek perubahannya dalam dimensi ruang dan waktu, dengan demikian menyangkut sifat dinamik sungai dan lingkungannya yang saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya (<http://elearning.Gundarma.ac.id>). Dalam menentukan morfologi sungai, diperlukan data-data geometri sungai meliputi lebar sungai, kedalaman, penampang sungai, koordinat lokasi dan kemiringan dasar sungai.



Gambar 3.1 Pengukuran penampang melintang sungai

1. Tipe Morfologi Sungai

Menurut Rosgen, (1996) tipe-tipe morfologi sungai yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Tipe Bentuk Morfologi (Rosgen, 1996)

a. Tipe Sungai kecil “Aa+”

Memiliki kemiringan yang sangat curam ($>10\%$), saluran berparit yang baik, memiliki rasio lebar/ kedalaman (W/D Ratio) yang rendah dan sepenuhnya dibatasi oleh saluran kecil. Bentuk dasar pada umumnya merupakan cekungan lurus dan aliran terjun. Tipe sungai kecil “Aa+” banyak di jumpai pada dataran dengan timbunan agregat, zona pengendapan seperti aliran sungai bersalju, bentuk lahan yang secara struktural dipengaruhi oleh patahan, dan zona pengendapan yang berbatasan dengan tanah residu. Arus sungai umumnya beraliran air deras atau air terjun. Tipe sungai kecil “Aa+” disebut sebagai *system suplai* sedimen berenergi tinggi disebabkan lereng saluran yang curam dan potongan melintang saluran yang curam dan potongan melintang saluran yang sempit dan dalam,

b. Tipe Sungai Kecil “A”

Tipe sungai kecil “A” hampir sama dengan tipe sungai kecil “Aa+” yang telah dilepaskan dalam pengertian bentuk lahan dan karakteristik saluran. Yang membedakannya adalah bahwa lereng saluran berkisar antara 4% sampai 10% dan arus sungai kecil umumnya merupakan sebuah cekungan dengan air kantung (*scour pool*).

c. Tipe Sungai Kecil “B”

Tipe sungai kecil “B” umumnya pada tanah dengan kemiringan curam dan sedikit miring, dengan bentukan lahan utama sebagai kolam balerang yang sempit. Banyak sungai kecil tipe B adalah hasil pengaruh perkembangan dari zona struktural, patahan, sambungan, simpanan koluvial – alluvial, dan bagian lereng lembah yang terkontrol secara structural menjadi lembah sempit yang membatasi pengembangan dataran banjir. Tipe sungai B mempunyai saluran berparit, rasio lebar/kedalaman (W/D Ratio) (>2), sinusitis saluran rendah dan didominasi oleh aliran deras. Morfologi bentuk dasar yang dipengaruhi oleh runtutan dan pembatasan local, umumnya menghasilkan air kantung (*scour pool*) dan aliran deras, serta tingkat erosi pinggir sungai yang relative rendah .

d. Tipe Sungai Kecil “C”

Tipe sungai kecil “C” terdapat pada lembah yang relative sempit sampai lembah lebar yang bersal dari endapan alluvial. Saluran tipe C memiliki dataran banjir yang berkembang dengan baik, kemiringan saluran $>2\%$ dan morfologi bentuk dasar yang mengidentifikasi konfigurasi cekungan. Potongan dan bentuk dari tipe sungai C dipengaruhi oleh rasio lebar/ kedalaman yang umumnya > 12 dan sinusitis $> 1,4$. Bentuk morfologi utama dari tipe sungai kecil C adalah saluran dengan relief rendah, kemiringan rendah, sinusitis sedang, saluran berparit rendah. Rasio lebar per kedalaman tinggi, serta dataran banjir yang berkembang dengan baik.

e. Tipe Sungai Kecil “D”

Tipe sungai kecil D mempunyai konfigurasi yang unik sebagai system saluran yang menunjukkan pola berjaln, dengan rasio lebar perkedalaman sungai yang sangat tinggi (>40), dan lereng saluran umumnya sama dengan lereng lembah. Tingkat erosi pinggir sungai tinggi dan rasio lebar aliran sangat rendah dengan suplai sedimen tidak terbatas. Bentuk saluran merupakan tipe pulau yang tidak bervegetasi. Pola saluran berjaln dapat berkembang pada material yang sangat kasar dan terletak pada lembah dengan gradient rendah, rata, dan sangat bebas yang berisi material yang lebih halus.

f. Tipe Sungai kecil “DA” (Beranastomosis)

Tipe sungai kecil DA atau beranastomosis adalah suatu system saluran berjaln dengan gradient sungai sangat rendah dan lebar aliran dari tiap saluran bervariasi. Tipe sungai kecil DA merupakan suatu system sungai stabil dan

memiliki banyak saluran dan rasio lebar perkedalaman secara sinusitis bervariasi dari sangat rendah sampai sangat tinggi.

g. Tipe Sungai kecil “E”

Tipe sungai kecil E merupakan perkembangan dari tipe sungai kecil F, yaitu mulai saluran yang lebar, berparit dan berkelok, mengikuti perkembangan dataran banjir dan pemulihan vegetasi dari bekas saluran F. Tipe sungai kecil E agak berparit, yang menunjukkan rasio lebar aliran tertinggi dari semua tipe sungai. Tipe sungai kecil E adalah cekungan konsisten yang menghasilkan jumlah cekungan tertinggi dari setiap unit jarak saluran. Sistem sungai kecil tipe E umumnya terjadi pada lembah alluvial yang mempunyai elevasi rendah.

h. Tipe Sungai Kecil “F”

Tipe sungai kecil F adalah saluran berkelok yang berparit klasik, mempunyai elevasi yang relatif rendah yang berisi batuan yang sangat lapik atau material yang mudah terkena erosi. Karakteristik sungai kecil F adalah mempunyai rasio lebar per kedalaman saluran yang sangat tinggi dan berbentuk dasar sebagai cekungan sederhana.

i. Tipe Sungai kecil “F”

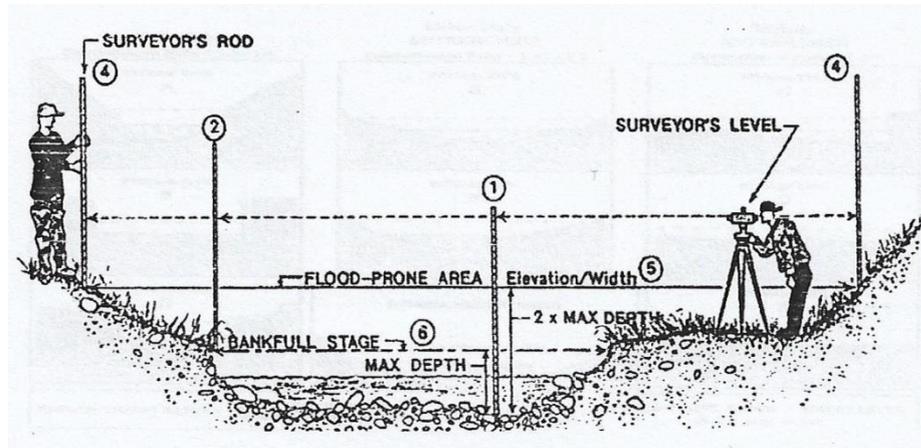
Tipe sungai kecil G adalah saluran bertingkat, berparit, sempit dan dalam dengan sinusitis tinggi sampai sederhana. Kemiringan saluran umumnya > 0.02 , meskipun saluran dapat mempunyai lereng yang lebih landai dimana sebagai saluran yang dipotong kebawah. Tipe sungai G memiliki laju erosi tepi yang sangat tinggi, suplai sedimen yang tinggi, lereng saluran yang sederhana sampai curam, rasio lebar per kedalaman saluran yang rendah, suplai sedimen tinggi, beban dasar tinggi dan laju transport sedimen terlarut yang sangat tinggi .

2. Langkah – Langkah Menentukan Morfologi Sungai

Dalam menentukan morfologi sungai maka harus diketahui beberapa faktor yang menjadi ciri khas pada sungai tersebut. Data yang diperlukan adalah lebar aliran (W_{bkf}), kedalaman aliran (d_{bkf}). Lebar aliran banjir (W_{fpa}), kedalaman maksimum aliran (d_{mbkf}), sinusitas, kemiringan aliran (*slope*), dan material dasar sungai (D-50). Dibawah ini adalah langkah – langkah yang digunakan dalam memnentukan morfologi sungai menurut teori (Rosgen, 1996) :

a. *Entrenchment Ratio*

Entrenchment Ratio adalah rasio hubungan antara lebar aliran banjir (W_{fpa}), terhadap lebar aliran sungai (W_{bkf}). Untuk studi saat ini tidak menggunakan alat *waterpass*, namun hanya digunakan alat meteran dalam melakukan pengukuran.



Gambar 3.3 Cara pengukuran *Entrenchment Ratio* (Rosgen,1996)

Cara perhitungan dalam memnentukan *Entrenchment Ratio* adalah sebagai berikut:

$$\text{Entrenchment Ratio} = \frac{\text{Lebar aliran banjir} (W_{fpa})}{\text{Lebar aliran sungai} (W_{bkf})} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.1}$$

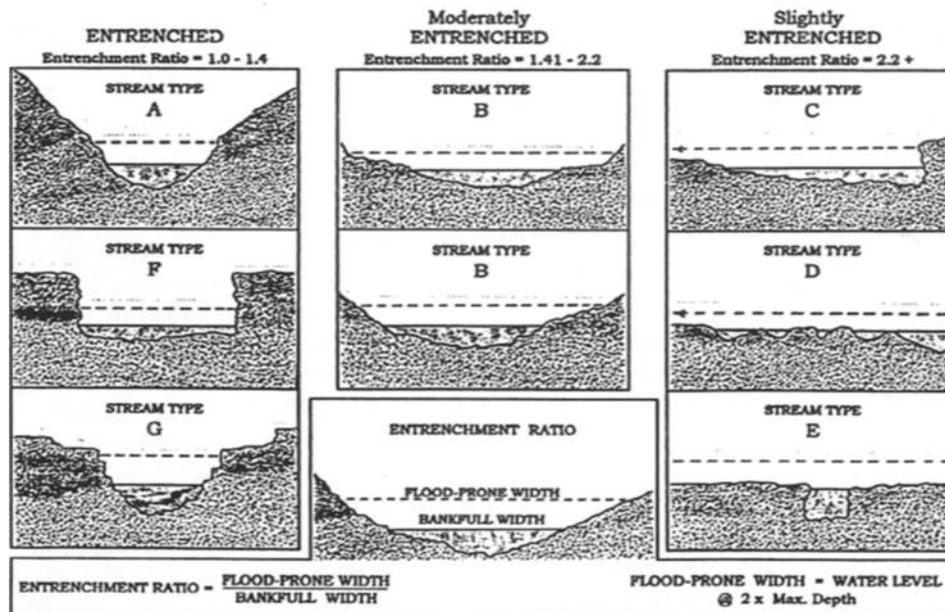
Dengan :

W_{fpa} = lebar aliran banjir (*flood-prone area width*)

W_{bkf} = lebar aliran sungai (*bankfull surface width*)

Entrenchment Ratio pada sungai dibagi dalam 3 kriteria, yaitu:

- 1) Aliran berparit besar antara 1 - 1,4 mewakili tipe sungai A, F, dan G.
- 2) Aliran berparit tengah antara 1,42 – 2,2 mewakili tipe sungai B.
- 3) Aliran berparit sekitar 2,2 ke atas mewakili tipe sungai C, D, dan E.



Gambar 3.4 *Entrenchment Ratio* Mewakili Tipe Sungai (Rosgen, 1996)

b. *Width/Depth Ratio (W/D Ratio)*

Width/Depth Ratio adalah rasio hubungan antara lebar aliran sungai (W_{bkf}) terhadap kedalaman sungai (d_{bkf}). Adapun rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Width/Depth Ratio} = \frac{\text{lebar aliran sungai } (W_{bkf})}{\text{kedalaman Aliran sungai } (d_{bkf})} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.2}$$

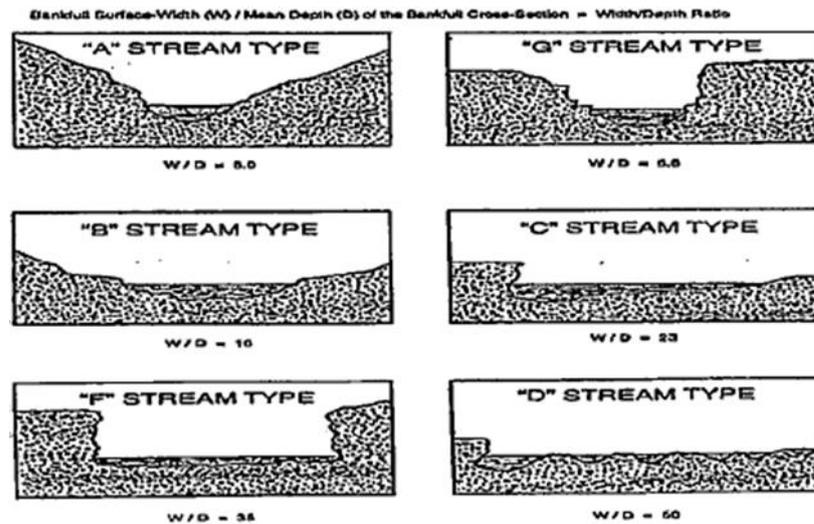
Dengan:

W_{bkf} = lebar aliran sungai (*bankfull surface width*)

d_{bkf} = kedalaman aliran sungai (*bankfull mean depth*)

Width/Depth Ratio pada sungai dibagi dalam 4 kriteria, yaitu:

- 1) Untuk tipe sungai A, E, G memiliki W/D ratio lebih kecil dari 12.
- 2) Untuk tipe sungai B, C, F memiliki W/D ratio lebih besar dari 12.
- 3) Untuk tipe sungai D, A memiliki W/D Ratio lebih kecil dari 40.
- 4) Untuk tipe sungai D memiliki W/D Ratio lebih besar dari 40.



Gambar 3.5 Contoh W/D Ratio mewakili tipe sungai (Rosgen, 1996)

c. Kemiringan sungai (*slope*)

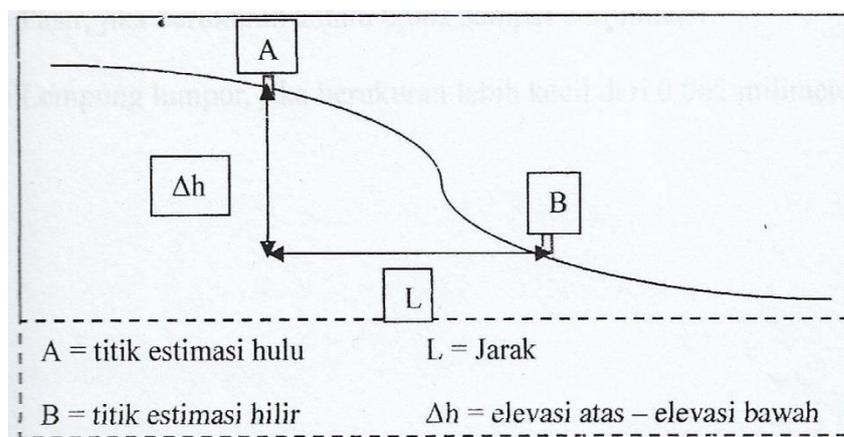
Kemiringan alur sungai merupakan faktor utama dalam menentukan tipe jenis sungai. Setelah tipe sungai telah diketahui maka dapat ditentukan morfologi dan hubungannya terhadap sedimentasi, fungsi hidrolis, dan fungsi ekologi. Pada sudut pandang morfologi klasik, bentuk alur sungai dibagi menjadi 3 bentuk yaitu :

- 1) Sungai yang berbentuk lurus yang pada umumnya dimiliki sungai bertipe A.
- 2) Sungai berbentuk jalin/ bercabang yang umumnya dimiliki sungai bertipe D dan DA.
- 3) Sungai berbentuk meander/berkelok yang umumnya dimiliki sungai bertipe B, C, E, F, G

Kemiringan alur sungai menurut Rosgen (1996), bentuk sungai secara memanjang dapat dibedakan menjadi 7 tipe A, B, C, D, F, dan G. Tipe tersebut akibat pengaruh kemiringan memanjang dan penyusun dasar sungai. Berdasarkan kemiringan dominannya, sungai dapat dibagi menjadi :

- 1) Sungai dengan kemiringan dominan diatas 10%, umumnya dimiliki oleh sungai bertipe A+.
- 2) Sungai dengan kemiringan dominan antara 4% sampai 10% umumnya dimiliki oleh sungai bertipe A.
- 3) Sungai dengan kemiringan dominan antara 2% sampai 4% umumnya dimiliki oleh sungai bertipe B dan G.

- 4) Sungai dengan kemiringan dominan lebih kecil dari 4%, umumnya dimiliki oleh sungai bertipe D.
- 5) Sungai dengan kemiringan dominan lebih kecil dari 2%, umumnya dimiliki oleh sungai bertipe C, E, dan F.
- 6) Sungai dengan kemiringan dominan lebih kecil dari 0,5%, umumnya dimiliki oleh sungai bertipe DA.
- 7) Agar lebih memudahkan dan mempunyai nilai keakuratan yang tinggi dalam penelitian ini, maka peneliti mengambil data kemiringan sungai (*slope*) menggunakan selang ukur.



Gambar 3.6 Pengukuran kemiringan sungai (*slope*)

Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung kemiringan sungai (*slope*) :

$$Slope = \frac{\Delta h}{L} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.3}$$

Dengan :

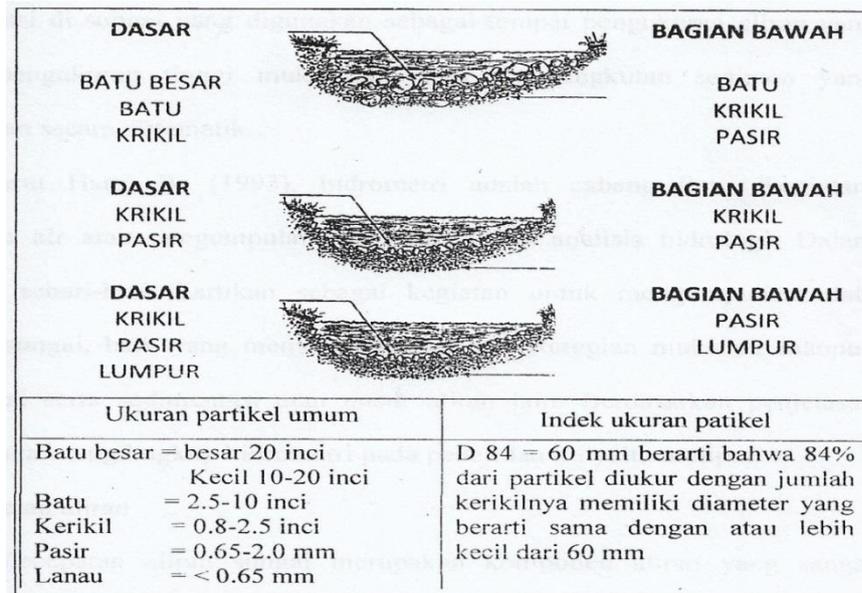
Δh = Elevasi Titik A – Elevasi Titik B.

L = jarak dari titik A ke titik B

d. Material dasar sungai “D-50”

Pengamatan dan pengambilan sampel dasar sungai dilakukan untuk mengetahui ukuran dan jenis sedimen yang membentuk dasar sungai untuk mengetahui ukuran butiran pasir dan kerikil maka dilakukan uji distribusi butiran. Di bawah ini merupakan beberapa jenis partikel penyusunan material dasar sungai, yaitu:

- 1) Patahan, jika berukuran lebih besar dari 2048 milimeter.
- 2) Batu besar, jika berukuran antara 256 sampai 2048 milimeter.
- 3) Batu, jika berukuran antara 64 sampai 256 milimeter.
- 4) Kerikil, jika berukuran antara 2 sampai 64 milimeter.
- 5) Pasir, jika berukuran antara 0,062 sampai 2 milimeter
- 6) Lempung lumpur, jika berukuran lebih kecil dari 0,0062



Gambar 3.7 Material penyusun dasar sungai (Rosgen, 1996)

Untuk menentukan material dasar sungai, maka ukuran partikel yang diambil adalah ukuran partikel yang dominan. Ukuran partikel yang dominan merupakan jumlah terbesar dari ukuran partikel yang diamati. Selain itu dapat juga ditentukan dengan D-50. D-50 adalah 50% dari populasi sampel yang dikumpulkan lalu diamati sehingga mewakili diameter partikel dilokasi tersebut.

B. Hidrometri

Menurut (soewono, 1991), hidrometri adalah suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang kegiatan pengukuran dan pengolahan data aliran sungai yang meliputi unsur tinggi muka air, debit dan angkutan sedimen dari suatu pos duga air yang tidak terpengaruh peninggihan muka air atau aliran lahar. Pos duga air adalah lokasi di sungai yang digunakan sebagai tempat pengukuran aliran yang meliputi pengukuran tinggi muka air, debit dan angkutan sedimen yang dilaksanakan secara sistematis.

Menurut Harto Br (1993), hidrometri adalah cabang ilmu (kegiatan) pengukuran air atau pengumpulan data dasar bagi analisis hidrologi. Dalam pengertian sehari-hari diartikan sebagai kegiatan untuk mengumpulkan data mengenai sungai, baik yang menyangkut tentang ketinggian muka air maupun debit sungai serta sedimentasi atau unsur aliran lain. Berdasarkan penjelasan tersebut maka ruang lingkup hidrometri pada penelitian ini yaitu meliputi :

1. Kecepatan aliran

Kecepatan aliran sungai merupakan komponen aliran yang sangat penting. Hal ini disebabkan oleh pengukuran debit secara langsung disuatu penampang sungai tidak dapat dilakukan (paling tidak dengan cara konvensional). Kecepatan aliran ini diukur dalam dimensi saluran panjang setiap satuan waktu, umumnya dinyatakan dalam m/detik. Pengukuran kecepatan menggunakan pelampung (*float*).

Pelampung di gunakan sebagai alat pengukur kecepatan permukaan aliran, yang aliran sungai relative dangkal. Pengukuran dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut :

- a. Sebuah titik (tiang, pohon, atau tanda lain) ditetapkan di salah satu sisi sungai, dan satu sisi diseberang sungai, sehingga kalau ditarik garis (semu) antara dua titik tersebut, maka garis akan tegak lurus arah aliran sungai.
- b. Ditetapkan jarak (L) tertentu, misal 5m, 20m, 30m, 50m (tergantung kebutuhan dan keadaan), dari garis yang ditarik pada butir 1 di atas, makin tinggi kecepatan aliran sebaliknya makin besar jarak tersebut.
- c. Dari titik yang ditetapkan terakhir ini, dapat ditetapkan garis kedua yang juga tegak lurus dengan arah aliran, seperti yang dilakukan penetapan garis yang pertama.

- d. Dapat dengan memanfaatkan sembarang benda yang dapat terapung (apabila penampung khusus tidak tersedia).
- e. Pelampung tersebut dilemparkan beberapa meter di sebelah hulu garis pertama, dan gerakannya diikuti. Apabila pelampung tersebut melewati garis yang pertama (disebelah hulu) maka tombol stopwatch ditekan, dan pelampung terus diikuti terus. Bila pelampung melewati garis kedua (di sebelah hilir) maka tombol stopwatch ditekan kembali. Dengan demikian, maka waktu (T) yang diperlukan oleh aliran untuk menghanyutkan pelampung dapat diketahui.

Kecepatan aliran dapat dihitung dengan :

$$V = \frac{L}{T} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.4}$$

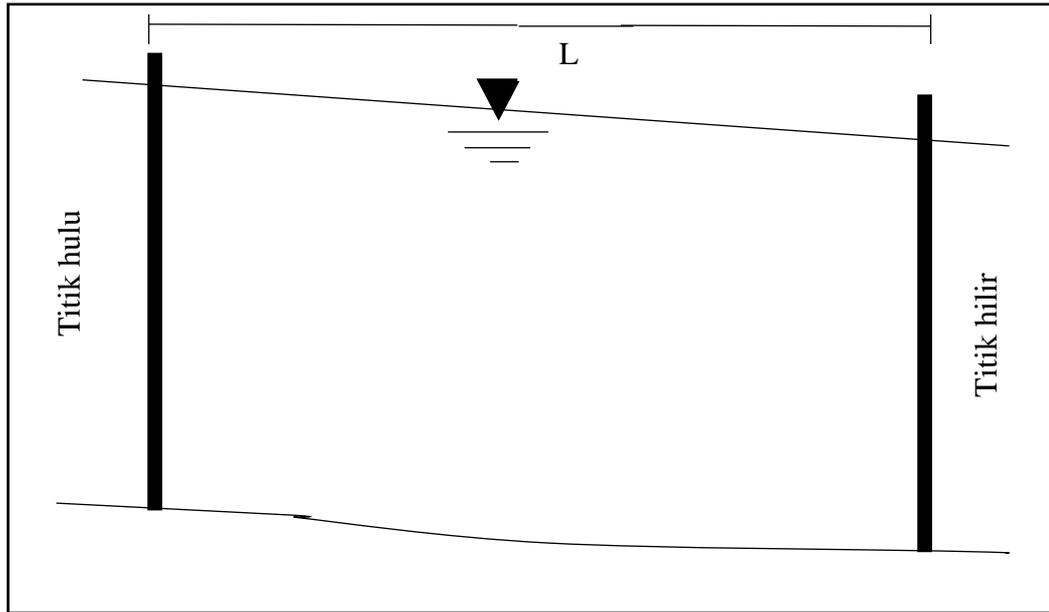
dengan :

V = kecepatan rata – rata (m/detik)

L = jarak (m)

T = waktu (detik)

Perlu diketahui disini bahwa kecepatan yang diperoleh adalah kecepatan permukaan sungai, bukan kecepatan rata – rata penampang sungai. Untuk memperoleh kecepatan rata-rata penampang sungai, nilai tersebut masih harus dikalikan dengan faktor koreksi C, besar C ini berkisar antara 0,85- 0,95. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah bahwa pengukuran dengan cara ini tidak boleh dilakukan hanya satu kali, karena distribusi kecepatan aliran permukaan tidak merata. Oleh sebab itu dianjurkan paling tidak dilakukan tiga kali yaitu sepertiga dibagian kiri, dibagian tengah, dan sepertiga bagian kanan sungai. Hasil yang diperoleh kemudian dirata-ratakan.



Gambar 3.8 Pengukuran kecepatan aliran dengan pelampung (*float*)

2. Debit

Debit sungai dapat dihitung dengan cara mengukur luas penampang basah dan kecepatan alirannya. Apabila kecepatan alirannya diukur dengan pelampung, maka debitnya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = A.V.....\text{Persamaan 3.5}$$

Dengan:

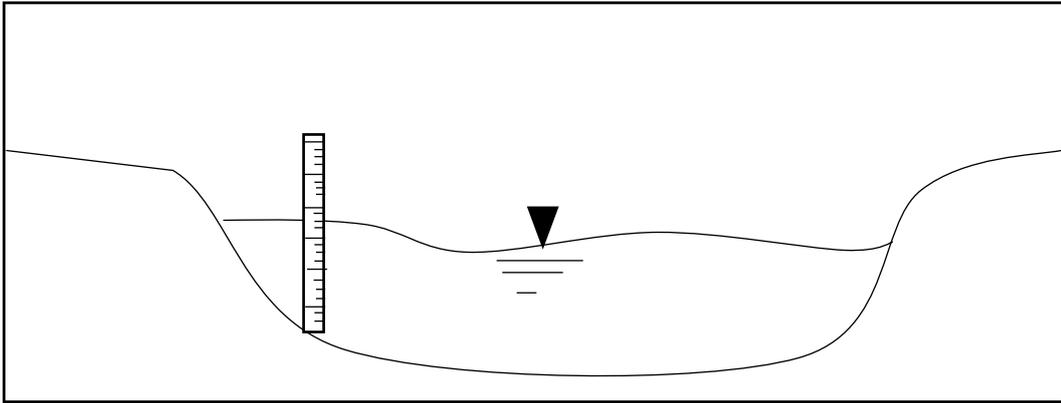
Q = debit sungai (m^3/detik)

A = luas penampang sungai (m^2)

V = kecepatan rata – rata (m/detik)

3. Pengukuran kedalaman air atau tinggi muka air

Cara memperoleh data tinggi muka air di stasiun hidrometri, dapat digunakan papan duga biasa (*manual staff gauge*) yang setiap saat dapat dibaca dengan mudah dan teliti. Berikut jenis papan duga yang digunakan yaitu papan duga tunggal. Papan duga ini dipergunakan apabila penampang sungai relatif baik dan mudah diamati baik pada keadaan muka air rendah maupun pada saat muka air tinggi (Gambar 3.9).



Gambar 3.9 Papan Duga Tunggal

4. Pengukuran penampang sungai

Pengukuran penampang dilakukan untuk menentukan debit aliran sungai. Dan estimasi penampang berbentuk trapesium dan segitiga, sedangkan untuk mengetahui luas penampang digunakan rumus:

Untuk penampang berbentuk segitiga :

$$A = \frac{1}{2} \cdot b_1 \cdot h_1 \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.6}$$

Untuk penampang berbentuk trapesium :

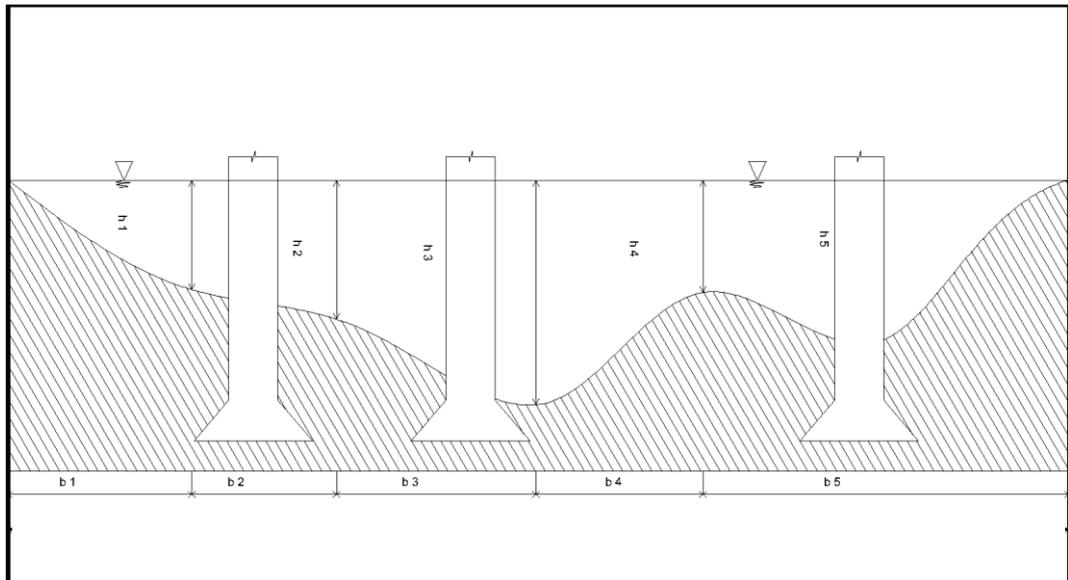
$$A = b_2 \frac{(h_1+h_2)}{2} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.7}$$

Dengan:

A = luas penampang basah

h = tinggi muka air / kedalaman air

b = lebar saluran sungai



Gambar 3.10 Penampang aliran sungai

C. Klasifikasi Ukuran Butiran (*Grain size analysis*)

Tanah mempunyai bermacam-macam bentuk dan ukuran. Untuk mengelompokkan tanah berdasarkan ukuran dan bentuknya maka dilakukan analisis gradasi butiran. Analisis butiran merupakan dasar tes laboratorium untuk mengidentifikasi tanah dalam system klasifikasi teknik. Sedangkan analisa saringan agregat adalah penentuan persentase digambarkan dalam grafik pembagian butir (SNI 03-1968-1990).

Agregat adalah butiran mineral alami, cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran berbutir besar disebut agregat kasar dan agregat yang berbutir halus disebut agregat halus. Dalam pelaksanaannya dilapangan umumnya agregat dikelompokkan menjadi 3 kelompok (Tjokrodimuljo, 2007), yaitu sebagai berikut :

- a. Batu, untuk ukuran butiran lebih dari 40 mm.
- b. kerikil, untuk ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm
- c. pasir, untuk ukuran butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm

Menurut Rosgen (1996), jenis dan ukuran partikel penyusun dasar sungai dibedakan menjadi patahan (≥ 2048 mm), batu besar (256 mm sampai 2048 mm), batu (64 mm sampai 256 mm), kerikil (2 mm sampai 64 mm), pasir (0,062 sampai 2 mm), lempung/lumpur ($\leq 0,062$ mm). Setiap tanah memiliki butir-butir yang

ukuran, 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 – batas bawah ukuran lubang saringan yang digunakan, batas terbawah dalam saringan adalah ukuran terkecil untuk partikel pasir. Dalam analisis saringan, sejumlah saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda beda disusun dengan ukuran yang terbesar diatas yang kecil. ontok tanah yang kan diuji dikeringkan dalam oven, gumpalan dihancurkan dan contoh tanah akan lolos melalui susunan saringan setelah saringan digetarkan. Tanah yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang dan selanjutnya dihitung persentase dari tanah yang tertahan pada saringan tersebut. Bila W_i adalah berat tanah yang tertahan pada saringan ke $-i$ (dari atas susunan saringan) dan W adalah berat tanah total, maka persentase berat yang tertahan adalah :

$$\% \text{Berat tertahan pada saringan} = \frac{W_i}{W} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.8}$$

Dengan:

W_i = berat tertahan

W = berat total tertahan

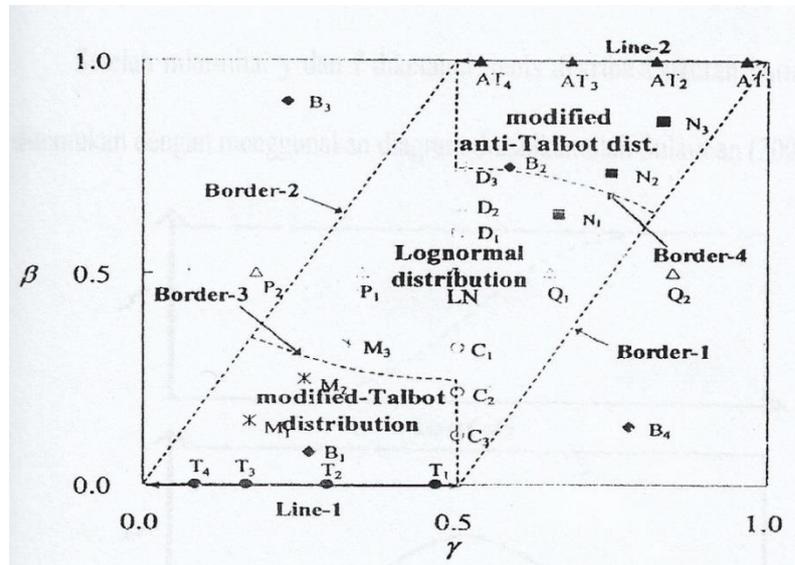
Kemudian hasilnya digambarkan pada grafik prosentase partikel yang lebih kecil dari pada saringan yang diberikan (partikel yang lolos saringan) pada sumbu partikel dan ukuran partikel pada sumbu horizontal (dalam skala logaritma). Grafik ini dinamakan kurva distribusi ukuran partikel atau kurva gradasi.

D. Porositas Sedimen

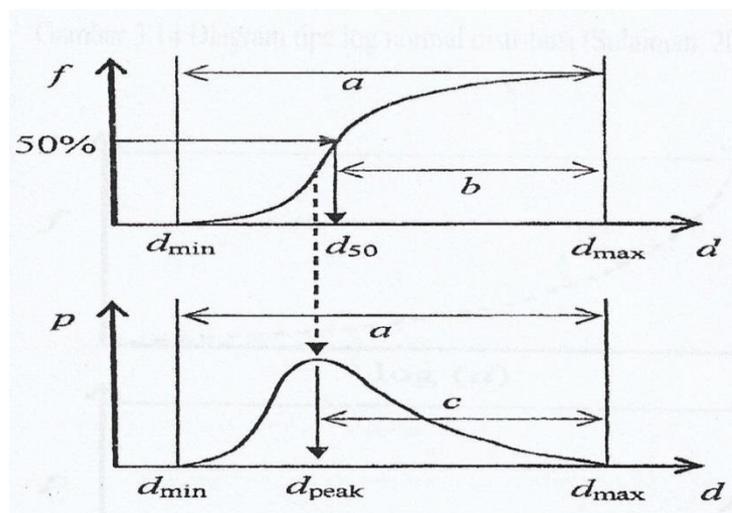
Menurut Sulaiman (2008), untuk menghitung nilai porositas sedimen dasar sungai dilakukan dengan langkah-langkah berikut . Pertama, material dasar di setiap titik yang mewakili bagian atas, tengah dan bawah diayak untuk mendapatkan distribusi ukuran butir. Selanjutnya, jenis distribusi ukuran butir ditentukan berdasarkan nilai parameter γ dan β , yang dihitung dengan persamaan berikut :

$$\gamma = \frac{\log d_{max} - \log d_{50}}{\log d_{max} - \log d_{min}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.9}$$

$$\beta = \frac{\log d_{max} - \log d_{peak}}{\log d_{max} - \log d_{min}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.10}$$



Gambar 3.11 Grafik Hubungan γ dan β dengan tipe distribusi ukuran (Sulaiman, 2008)



Gambar 3.12 indikasi geometric γ dan β (Sulaiman, 2008)

dengan :

γ dan β = parameter geometric

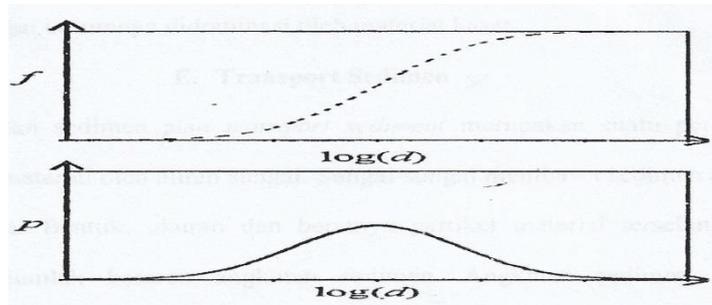
d_{maz} = diameter maksimal

d_{min} = diameter minimal

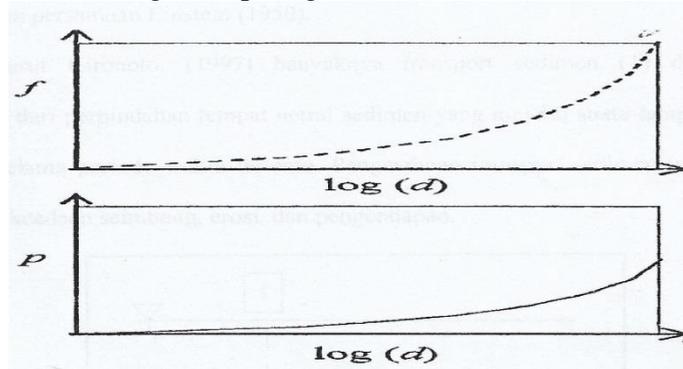
d_{peak} = ukuran butir puncak

d_{50} = 50% populasi sampel yang di amati

Setelah nilai – nilai y dan f diketahui, jenis distribusi ukuran butir dapat ditemukan dengan menggunakan diagram diusulkan oleh Sulaiman (2008).



Gambar 3.13 Diagram tipe log normal distribusi (Sulaiman,2008).



Gambar 3.14 Diagram tipe Talbot distribusi (Sulaiman,2008).

Selanjutnya, nilai prositas dihitung dengan persamaan berikut:

1. Distribusi lognormal

$$\sigma_1^2 = \sum_{j=1}^N (\ln d_j - \ln d)^2 P_{xj} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.11}$$

Dengan ketentuan :

$$\gamma = (0,1561 \text{ jika } 1 < \sigma) \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.11 a}$$

$$\gamma = (0,0465\sigma) + (0,2258 \text{ jika } 1,25 < \sigma < 1,5) \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.11 b}$$

$$\gamma = (-0,141\sigma) + (0,3445 \text{ jika } 1 < \sigma < 1,25) \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.11 c}$$

$$\gamma = (-0,105\sigma) + (0,03088 \text{ jika } 0,75 < \sigma < 1,0) \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.11 d}$$

$$\gamma = (-0,1871\sigma) + (0,3698 \text{ jika } 0,5 < \sigma < 0,75) \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.11 e}$$

dengan :

σ = standar deviasi

d = diameter butir

j = kelas ukuran butir

ps_j = porositas kelas j

γ = porositas

Tipe distribusi ukuran butir log normal adalah yang sering terjadi pada kondisi sungai yang masih alamiah. Dan material dasar sungai umumnya didominasi oleh pasir dan material halus.

2. Distribusi tallbot

$$n_t(x\%) = \frac{\ln(f(D_{x\%}))}{\ln\left(\frac{\log D_{x\%} - \log D_{min}}{\log D_{maks} - \log D_{min}}\right)} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.12}$$

$$n_t(x\%) = \frac{n_r(16\%) + n_r(25\%) + n_r(50\%) + n_r(75\%) + n_r(85\%)}{5} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.12 a}$$

Dengan ketentuan :

$$100 < d_{maks}/d_{min} = \gamma = 0,0125 n_T + 0,3 \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.12 b}$$

$$100 \leq d_{maks}/d_{min} = \gamma = 0,125 n_T + 0,3 \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.12 c}$$

$$d_{maks}/d_{min} \geq 1000 = \gamma = 0,0125 n_T + 0,15 \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.12 d}$$

Dengan :

$f(d)$ = persen kumulatif butiran halus

n_T = angka Talbot

Tipe distribusi M Talbot sering terjadi di sungai vulkanik di mana material dasar sungai umumnya didominasi oleh material kasar.