TUGAS PAPER
MATA KULIAH TEKNIK SUNGAI
RANGKUMAN BAB VII DAN VIII BUKU DASAR-DASAR TEKNIK SUNGAI
(OEHADIJONO, 1993)

Achmad Jafar¹⁾ Gufron Ardiansyah²⁾ Muhammad Ramadhan³⁾
^{1) 2) 3)} Mahasiswa/iProdi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong

BAB VII

METODE POKOK CARA MENGHITUNG DEBIT BANJIR RENCANA

- a. Apabila “Data Debit” yang tersedia cukup panjang, maka Debit Banjir Rencana dapat di hitung langsung dengan menggunakan cara statistik.
- b. Apabila “Data Debit” yang tidak cukup panjang tetapi “Data Hujan” tersedia cukup panjang, maka Debit Banjir Rencana tidak dapat di hitung dengan cara langsung. Berdasarkan data hujan yang ada terlebih dahulu dihitung “Hujan Rencana” dengan menggunakan cara-cara statistik. Kemudian “Debit Banjir Rencana” di hitung dengan menggunakan metode-metode pokok sebagai mana akan dijelaskan dalam bab mengenai metode pokok ini.
- c. Apabila data debit dan data hujan dari daerah penampungan tidak cukup panjang Debit Banjir Rencana dapat dianalisa dengan cara perhitungan angka wilayah atau yang biasa disebut “Regional Analysis”.

1. CARA PERHITUNGAN MELCHIOR.

Dasar dari metode ini adalah regional. Bentuk persamaan diambil berdasarkan persamaan Pascher:

$$Q_{\max} = \alpha \beta q f$$

α = Run Off Coefisien

β = Reduction Coefisien

$\beta = \frac{\text{hujan rata-rata}}{\text{hujan maksimum}}$ pada daerah dan waktu yang sama

q = intensitas hujan ($m^3/km^2/sec$).

f = Luas daerah pengaliran (km^2).

$Q_{\max}$ = Debit maksimum

a. PROSEDURE PERHITUNGAN

$q = f(F.T)$

$T = 100 L$

$V = f(\alpha, \beta, q, f, i)$ dinyatakan secara grafis.

Perhitungan dilakukan dengan cara ‘Trial and Error’

Pertama-tama di taksir nilai q dengan tabel dibawah ini

Tabel 17

nF = Luas ellip

PERHATIAN :

Grafik hanya untuk $\alpha = 0.52$

Untuk $\alpha = 0.52$ hanya v harus dikalikan dengan

$$(\alpha / 0.52)^{1/5}$$

b. PERHITUNGAN

Kali Pekalen.

$$f = 169 \text{ km}^2$$

$$a = 28.4 \text{ km}^2$$

$$b = 18.9 \text{ km}^2$$

$$i = 39.2 \text{ km}^2$$

$$h = 1700 \text{ m (beda tinggi)}$$

stasiun hujan 4 buah

curah hujan : 146 mm, 244 mm, 230 mm

$$nF = \Pi ab = 42 \text{ km}^2$$

q diamati $3 \text{ km}^3/\text{km}^2/\text{det.}$

$$i = \frac{1700}{35500} = 0.048$$

dengan grafik didapat $v = 1.35 \text{ m/det.}$

$$T = \frac{1000}{60 v} = 484 \text{ menit}$$

$q = 3.95 \text{ km}^3/\text{km}^2/\text{det.}$ Dengan $T = 450$ menit

harga q ini kemudian dikoreksi, dengan tabel koreksi seperti dibawah ini :

Tabel 18

Untuk $T = 460$ menit besarnya koreksi 8%

$$q = \frac{105}{100} \times 3.95 = 4.27 \text{ km}^3/\text{km}^2/\text{det}$$

hujan maximum yang diperhitungkan :

$$R = \frac{164+165+244+236}{4} = 198 \text{ m}$$

Grafik-grafik dibuat untuk $R = 200 \text{ m.}$

$$Q = \frac{198}{200} \times f q$$

$$Q = \frac{198}{200} \times 0.52 \times 169 \times 4.27$$

$$= 375 \text{ km}^3/\text{det}$$

c. PERHITUNGAN WEDUEN

Dasar mengelola ini sama dengan metode Melchior yaitu rational :

QT	$=$	$\alpha \beta qf$
------	-----	-------------------

α = Run off coefisie

β = Reduction Coefisien

q = itentitas hujan yang diperhitungkan ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{sec}$).

D = debit dengan kemungkinan ulang T tahun.

Nomogram-nomogram dan penjelasan secara detail dapat dibaca pada kepustakaan no 4.

d. PROSEDURE PERHITUNGAN

$$Q = \alpha \beta qf$$

$$\beta = 120 + 1 + 1$$

$$q = \frac{67.65}{t+1.45}$$

$$\alpha = 1 \frac{4.1}{q+7}$$

$$t = \frac{0.476 f}{(\alpha \beta q)^{1/3}}$$

Perhitungan dapat dilakukan dengan cara Trial dan Error atau dengan menggunakan Nomogram.

Dengan Trial and error

Mula-mula ditaksir harga t .

B , q dan α dapat dihitung

Kemudian t dihitung lagi.

Demikian dilakukan beberapa harga t .

Dibuat lengkung hubungan antara t yang ditaksir dan yang dihitung.

Titik potong antara lengkung ini dengan garis miring 45° yang melalui $0 (0,0)$ adalah merupakan harga t yang dicari.

Dengan Menggunakan Nomogram

Ditaksir : periode pengamatan 40 tahun Hujan maximum kedua 205 mm.
Luas daerah pengaliran $f = 24 \text{ km}^2$ rata-rata kemiringan $\lambda = 0.005$

Dihitung : Debit yang mungkin akan terjadi sekali dalam 5 tahun, atau akan terjadi setiap tahun dengan kemungkinan 20%.

Perhitungan : periode pengamatan 40 tahun.

$m = 0,915$

$R = 205 \text{ mm}$

$f = 24 \text{ km}^2$ dan $\lambda = 0.005$

$q = 7 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{det}$

$$\begin{aligned} Q_7 &= ((\alpha \beta q) \times f \times \frac{R}{2,40}) \\ &= (7.71 \times 24 \times \frac{225}{2,40}) \\ &= 175 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

2. CARA PERHITUNGAN HASPERS

Dasar dari metode ini sama dengan dua metode terdahulu yaitu Rational.

$QT = \alpha \beta qf$

α = Run off coefisie

β = Reduction Coefisien

q = itentitas hujan yang diperhitungkan ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{sec}$).

f = Luas daerah pengaliran

D = debit dengan kemungkinan ulang T tahun.

Contoh soal:

Diketahui :

Luas daerah pengaliran $f = 100 \text{ km}^2$, panjang sungai $L = 10 \text{ km}$, kemiringan $\lambda = 0.001$, periode pengamatan = 22 tahun, curah hujan maksimum $R = 139 \text{ mm}$, dan Max tahunan rata rata $R = 96 \text{ mm}$

Dihitung :

Debit yang mungkin akan terjadi sekali dalam 100 tahun, atau akan terjadi setiap tahun dengan kemungkinan 1%

Perhitungan :

$$\begin{aligned} c &= (1 + 0.012 f^{0.7}) / (1 + 0.075 f^{0.7}) \\ &= (1 + 0.012 \times 100^{0.7}) / (1 + 0.075 \times 100^{0.7}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= 0.1 L^{0.8} 1^{-0.3} \\ &= 0.1 \times 10^{0.8} \times 0.001^{-0.3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 5 \text{ jam} \\
&= 1 + ((5+3.7 \times 100^{(-0.4t)}) / (5^2 \times 15)) \times 100^{0.75} / 12 \\
\beta &= 1.33 \\
&= 0.75 \\
s &= (R_{23} - R) / U_{23} \\
&= (139 - 96) / 2.02 = 21.3 \\
R_{100} &= R + S U_{100} \\
&= 96 + 21.3 \times 3.43 \\
&= 169 \text{ mm} \\
&= (t R) / (t + 1) \\
&= (5 \times 169) / (5 + 1) \\
&= 141 \text{ mm} \\
q &= R_{100} / 36 t \\
&= 141 / 3.6 \times 5 \\
&= 7.83 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{det} \\
Q_{100} &= \beta q f \\
&= 0.45 \times 0.75 \times 7.83 \times 100 \\
&= 264.26 \text{ m}^3/\text{det}
\end{aligned}$$

3. Run Off Coefisien (β)

Besarnya Run Off Coefisien tergantung dari factor-faktor daerah pengalirannya seperti misalnya : Jenis tanah, kemiringanya, keadaan hutan penutupnya dan sebagainya, juga tergantung dari besar kecilnya banjir.

a. INTENSITAS HUJAN.

Karena data Intensitas hujan pada umumnya sukar didapat, juga di Indonesia, maka untuk mendapatkan Intensitas hujan (r) selama time of concentration (t), yang biasanya 24 jam, dipergunakan sehari (R).

Untuk ini dipergunakan rumus Dr. Monobene sebagai berikut :

$$R = \frac{R}{24} \frac{(24)^{2/3}}{t}$$

Dimana :

r = Intensitas hujan selama time concentration (mm/jam).

R = Hujan sehari (mm)

t = Time of Concentration.

b. TIME OF CONCENTRATION

Disini dianggap bahwa lamanya hujan yang akan menyebabkan debit banjir sama dengan time of concentration (t).

dan untuk menghitung t , di pakai rumus :

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

Dimana :

L = Panjang Sungai (km).

V = Kecepatan Sungai (km).

t = Time Of Concentration/waktu perambatan banjir (jam).

Dan untuk menghitung V di pakai rumus Dr. Rziha berikut :

$$V = 72 (H/L)^{0.6}$$

Dimana :

H = Beda tinggi antara titik terjauh dan mulut daerah pengaliran (km).

I = Panjang Sungai (km).

V = Kecepatan perambatan banjir (km/jam)

3. PROSEDUR PERHITUNGAN

Dengan rumus rumus di bawah ini perhitungan debit maximum dilakukan.

a. Ditentukan dari daftar di point 3.4.1

4. Metode Gumbel Tipe I

Menurut Soewarno (1995) tujuan dalam analisa distribusi adalah menentukan periode ulang (return period). Distribusi Gumbel umumnya digunakan untuk analisis data maksimum. Gumbel memberikan persamaan untuk menghitung nilai kala ulang yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut. (Soewarno, 1995 : 116)

$$\begin{aligned} X &= \bar{X} + K \cdot S \\ \bar{X} &= \frac{\sum X_i}{n} \\ S_{x_1} &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \\ S_{x_2} &= \sqrt{\frac{\sum (X_i)^2 - \bar{X} (\sum X_i)}{(n-1)}} \\ K &= \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \end{aligned}$$

Dimana :

X = curah hujan nilai variat yang diharapkan terjadi (mm)

$\bar{X}$ = curah hujan rata – rata hitung variat (mm)

S = standar deviasi yaitu S_{x1} atau S_{x2}

K = faktor frekuensi

X_i = data curah hujan (mm)

n = jumlah data

Y_t = nilai reduksi variat

Y_n = nilai rata – rata dari reduksi variat tergantung dari jumlah data

S_n = standar deviasi dari reduksi variat tergantung dari jumlah data

Uji Kecocokan

Pengujian validasi data dimaksudkan untuk menentukan kecocokan distribusi frekwensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi teoritis yang mana diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili suatu hipotesa. Dalam pengujian ini akan diperoleh kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau diperoleh secara teoritis dan apakah hipotesa tersebut dapat diterima atau ditolak. Dalam penulisan ini digunakan metode Chi Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorof .

1. Uji Chi Kuadrat

Menurut Soewarno (1995) Uji kecocokan Chi–kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

2. Uji Smirnov - Kolmogorov

Menurut Soewarno (1995) uji kecocokan Smirnov–Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Menghitung Debit Banjir Rencana

Berdasarkan data curah hujan dan luas daerah penelitian, maka untuk melakukan perhitungan besarnya debit yang ada pada sungai manikin dihitung dengan menggunakan rumus tahapan langsung.(Anggrahini,2005 : 270)

Kedalaman aliran, h (depth of flow) : adalah jarak vertikal dari titik yang terendah dari penampang saluran sampai ke permukaan air. Dalam banyak hal istilah ini sering dicampuradukkan dengan pemakaian istilah kedalaman penampang aliran d (depth of flow section), yang merupakan kedalaman aliran yang diukur tegak lurus pada arah aliran atau pada dasar saluran bila alirannya seragam. Bila kemiringan dasar saluran adalah θ maka hubungan antara kedalaman aliran dan kedalaman penampang aliran adalah (Anggrahini,2005 : 15) :

Apabila θ kecil sekali maka $h = d$. Hanya pada saluran dengan kemiringan besar terdapat perbedaan yang cukup berarti antara besarnya h dan d .

Waktu Konsentrasi Waktu konsentrasi aliran (t_c) adalah waktu yang dibutuhkan untuk hujan yang jatuh di hampir seluruh daerah tangkapan untuk dapat mengalir, sehingga seluruh aliran daerah tangkapan mengalir pada suatu titik yang ditinjau atau waktu yang dibutuhkan oleh air yang jatuh pada titik terjauh ke titik yang ditinjau. Waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus Kirpich yaitu sebagai berikut (Ibnu Kasiro,1994 : 4.20):

Dimana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang sungai utama (km).

D = perbedaan tinggi antara alur tertinggi dengan lokasi (m).

Intensitas Hujan Intensitas curah hujan adalah curah hujan jangka pendek yang dinyatakan dalam intensitas perjam (mm/jam). Intensitas curah hujan digunakan untuk menghitung besarnya debit banjir rencana dalam merencanakan teknis bangunan air. Untuk menentukan intensitas curah hujan digunakan rumus Dr. Mononobe. (Suripin, 2003 : 68)

PERHITUNGAN PENGALIHAN BANJIR MAKSIMUM MENURUT CARA YANG DIUSULKAN OLEH dr. J.H. HASPERS

1. jumlah maksimum air hujan yang mengalir dari suatu daerah aliran sungai (DAS) dapat dihitung dengan rumus Pascher:

$$Q_{\max} = \alpha \cdot \beta \cdot q_{\max} F$$

$Q_{\max}$ = jumlah maksimum air hujan yang mengalir dari suatu daerah dalam m^3/det .

α = koefisien pengalihan run off (run off coefficient) air

β = koefisien reduksi dari banyaknya hujan dari suatu daerah

q_{max} = intensitas maksimum jatuhnya hujan rata-rata maksimum
(average rainfall intensity), dalam $m^3/det/km^2$
F = Luasnya daerah yang mengalirkan air hujan

2. KOEFISIEN α

Dihitung dengan rumus :

Untuk t = 5 menit sampai dengan 120 menit, atau dengan rumus :

$$\alpha = 1 \cdot \frac{6(1 \cdot \phi)}{\beta q + 6}$$

Untuk t = lebih lama dari 120 menit (2 jam), dimana dalam rumus tersebut

T = lamanya jatuh hujan

ϕ = presentasi penembusan air ke dalam tanah

Besarnya koefisien tersebut telah dihitung untuk $\phi = 30\% - 100\%$ dan dicantumkan dalam tabel 19 A dan 19B.

3. KOEFISIEN β

Dihitung dengan rumus :

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3,7 \times 3,7 \times 10^{-0,4t}}{t^2 + 15} \times \frac{F^{3/4}}{12}$$

Dengan koefisien ini dapat diperoleh angka maksimum dari jatuh hujan rata rata (maximum average rainfall) disuatu daerah. Besarnya koefisian dapat dicari dengan **NOMO-GPAM 4** atau dengan menggunakan Tabel 21A.

4. Q max tergantung pada:

R = banyaknya hujan perhari (average daily rainfaill) dalam mm yang dalam massa 50 tahun dikampaui satu kali.

T = lamanya jatuh hujan

Besarnya q max dapat dicari dengan menggunakan Tabel 21 A.

5. Waktu bertambah banyaknya aliran hujan air (banjir aanzweltijd) T dalam waktu mana jumlah air hujan yang mengalir dari suatu daerah bertambah dari nol sampai maksimum. Adalah penting untuk menentukan banyaknya pengaliran air hujan.

T dapat dihitung dengan rumus :

$$T = 0.1 L^{0.8} \cdot i^{-0.3}$$

Dimana :

L = panjangnya aliran air dalam km.

I = landai tanah yang mengalkirkan air.

Waktu T dapat dicari dengan NOMOGRAM 5 atau dengan menggunakan Tabel 21 B.

BAB VIII

DESAIN HIDRAULIK STRUKTUR BANGUNAN DI SUNGAI

1. SYARAT-SYARAT UMUM

Persyaratan dasar untuk mendesain struktur bangunan di sungai adalah :

- a. Debit design
- b. Morfologi sungai
- a) DEBIT DESIGN

Semua struktur bangunan di sungai harus di desain “aman” terhadap debit banjir rencana dengan besaran tertentu dan diperhitungkan terhadap periode ulangnya(10 th, 20 th, 50 th, 100 th, 200 th, 500 th, 10.000 th). Periode ulang debit design atau juga disebut debit banjir untuk berbagai jenis dan tipe bngunan itu berbeda-beda. Penetapan standar debit desain itu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Kalau SNI belum ada pengambil referensi dari standar yang sudah lazim dipergunakan di Indonesia misalkan sandar USA atau Jepang. Disamping itu harus dipertimbangkan juga terhadap resiko yang mungkin terjadi dan konsekuensinya serta analisa ekonomi teknik.

- b) MORFOLOGI SUNGAI

Morfologi sungai dengan segala perubahan raut muka dan karakter sungai itu harus di studi secara cermat, sehingga dalam menentukan lokasi bangunan, pengaruh hidraulik terhadap bentuk struktur bangunan, produk fisik struktur bangunan akan mencapai pada tingkat keamanan terhadap resiko yang mungkin terjadi. Mengingat bahwa ilmu teknik sungai itu bukan merupakan ilmu exact (pasti), maka didalam menganalisa struktur bangunan itu menggunakan metode-metode pendekatan serta mengaplikasikan berbagai rumus-rumus empiris. Apabila struktur bangunan tinggi biayanya, diperlukan bantuan dengan mengadakan pengujian dengan model hidraulik

2. SYARAT-SYARAT KHUSUS

Bangunan disungai bermacam-macam tipe dan bentuk struktur disesuaikan dengan fungsi bangunan itu, yaitu :

- a. Bendung (weir)
Adalah pembatas yang dibangun melintasi sungai yang dibangun untuk mengubah karakteristik aliran sungai. Fungsi : ntuk mencegah banjir, mengukur debit sungai, dan memperlambat aliran sungai sehingga menjadikan sungai lebih mudah dilalui.
- b. Bendungan (dam)
Konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air menjadi waduk, danau, atau tempat rekreasi. Berfungsi untuk menahan dan menampung air, dapat juga dibangun untuk menampung limbah tambang atau lumpur.
- c. Bangunan pengambilan (sadam) (intake structure)
Intake adalah mengatur banyaknya air yang masuk saluran dan mencegah masuknya benda-benda padat dan kasar ke dalam saluran. Bangunan sadaap memberi air ke saluran sekunder/tersier dan melayani petak-petak.
- d. Sabo dam (Bendungan penahan sedimen)
adalah suatu sistem penanggulangan bencana alam akibat erosi dan sedimentasi. Untuk mengurangi produksi sedimen dari alur dan tebing sungai.

- e. Bangunan pengendali dan pelindung dasae sungai (controle structure and river bed revetment)
 - Bangunan pelindung digunakan untuk melindungi sungai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus.
 - Bangunan pengendali biasanya digunakan untuk mengendalikan arus sungai.
- f. Pelindung tebing sungai (river bank revetment)
 Perkuatan lereng merupakan struktur perkuatan yang ditempatkan ditebing sungai untuk menyerap energi air yang masuk guna melindungi suatu tebing alur sungai atau permukaan lereng tanggul terhadap erosi dan limpasan gelombang ke darat dan secara keseluruhan berperan meningkatkan stabilitas alur sungai atau tubuh tanggul yang dilindungi. Contoh riprap, bronjong, dinding penahan beton.
- g. Pengalihan sungai (river diversion) dan sudetan (bypass)
 sudetan yaitu saluran baru yang bertujuan untuk melangsungkan aliran debit banjir dari titik awal (hulu) ketitik akhir (hilir) meander. Sudetan dapat juga dibuat untuk mengalihkan sebagian debit banjir ke sungai yang lain yang berdekatan.
- h. Saluran banjir (flood canal)
- i. Krib (groyne, spur, pengarah pengalihan).
 Banguan yang dibuat mulai dari tebing sungai kearah tengah guna mengatur arus sungai. Fungsi utama krib adalah Mengatur arah arus sungai. Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi, dan menjamin keamanan tanggul 1 tebing terhadap gerusan. Mempertahankan lebar dan kedalaman air pada alur sungai. / Mengkonsentrasikan arus sungai dan memudahkan penyadapan.
- j. Tanggul (levee, dyke)
 Tanggul semacam tembok miring baik buatan maupun alami, dipergunakan untuk mengatur muka air. untuk mencegah terjadinya banjir pada dataran dipinggiran sungai.
- k. Bangunan lintas diatas sungai (jembatan, talang, pipa)
 Merupakan bangunan yang berdiri diatas sungai yang digunakan untuk peruntukan tertentu seperti:
 1. Jembatan (bangunan yang menghubungkan jalan yang terputus oleh sungai itu sendiri)
 2. Talang (adalah bangunan irigasi yang melintasi sungai yang mana air irigasi tersebut harus melintasi bagian atas sungai agar cakupan area irigasi dari saluran talang tersebut terpenuhi)
 3. Pipa (seperti halnya jalan namun yang dihubungkan untuk masalah ini adalah penyaluran air entah air bersih gas dll.)
- l. Bangunan lintas dibawah sungai (shifon = syphon, gorong-gorong = culvert, pip
- m. Dermaga (wharf)
 Dapat berupa dermaga apung umumnya digunakan untuk kapal-kapal penumpang pada dermaga angkutan sungai/danau yang tidak membutuhkan konstruksi yang kuat untuk menahan muatan barang yang akan diangkut dengan kapal. Misal Dermaga Jetty.

Dari sekian banyaknya struktur bangunan di sungai masing-masing struktur harus ditinjau dan dianalisa. Syarat-syarat khusus dapat dipelajari pada matakuliah (disiplin ilmu) masing-masing. Namun syarat-syarat khusus dapat dirangkum menjadi 4 (empat) persyaratan yaitu:

1. Fungsi (pemanfaatan) struktur bangunan
2. Lokasi struktur bangunan
3. Stabilitas struktur bangunan
4. Dimensi hidraulik

Keempat syarat-syarat khusus tidak dibahas dalam naskah ini

3. UJI MODEL HIDRAULIK (UMH)

Sebagaimana dijelaskan dimuka apabila struktur bangunan di sungai dimensinya besar dan harga tinggi, maka untuk lebih menyakinkan disainer perlu diadakan uji model hidraulik (hydraulic model test). Dari hasil uji model hidraulik dapat memberikan informasi untuk penyempurnaan desain. UMH adalah suatu penyelidikan hidraulik melalui laboratorium dengan skala lebih kecil (misalnya 1:20) guna memantapkan sesuatu hasil desain, karena pada umumnya rumus-rumus hidraulik berikut koefisiennya belum dapat memberikan suatu gambaran yang jelas tentang masalah hidrauliknya.

UMH dapat dikerjakan dengan menggunakan model fisik di laboratorium (tertutup atau la[angan terbuka) atau model matematik tergantung dari permasalahannya.

Adapun masalah yang harus diselidiki dan diamati meliputi hal-hal sebagai berikut:

- Fenomena dan parameter hidrauliknya seperti tinggi muka air, kecepatan pengalihan, debit, tekanan dan arah arus.
- Terjadinya penggerusan (scouring)
- Pengaruh bergradasi dan agradasi, serta fenomena sedimen.
- Angkutan sedimen dan pengoperasian.
- Koefisien rumus pengaliran serta koefisien rumus sedimentasi untuk perhitungan teoritis.

Adapun yang dimaksud dengan UMH matematik adalah suatu pengujian berdasarkan matematik atau numerik dengan tujuan sama seperti UMH fisik guna menghitung parameter pengaliran dan sedimen dengan menggubakan rumus-rumus aliran dan angkutan sedimen dimana koefisien rumus-rumus tersebut dapat ditemukan melalui proses kalibrasi dan analisis kepekaan.

DAFTAR PUSTAKA

Oehadijono.(1993). *Dasar-Dasar Teknik Sungai*. Jakarta: Universitas Hasanuddin