

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pada masa sekarang ini kedalaman aliran pada suatu saluran harus diperhitungkan, karena dengan adanya perhitungan profil muka air tersebut, maka dapat direncanakan bangunan pelengkap pada saluran itu. Dengan demikian diharapkan tidak akan terjadi kesalahan didalam pembangunan bangunan pelengkap pada saluran tersebut.

Kedalaman aliran di sepanjang saluran dapat dihitung dengan persamaan differensial untuk aliran berubah beraturan (Hidraulika II, Dr, Ir, Bambang Triatmodjo, CES, DEA). Sedangkan untuk menghitung kedalaman aliran (profil muka air) dapat dipergunakan dengan memakai beberapa metoda perhitungan, yang mana antara perhitungan metoda yang satu dengan metoda yang lain dimungkinkan ada beberapa kesamaan atau bahkan beberapa perbedaan. Dengan adanya kondisi seperti ini, maka banyak para perencana menginginkan adanya suatu tabel atau grafik yang telah disesuaikan dengan grafik standar yaitu pada grafik perhitungan metoda integrasi grafis sehingga harus menggunakan metoda yang mana yang paling menguntungkan untuk dipergunakan , yaitu :

1. Menguntungkan dalam hal ketepatan (akurat).
2. Menguntungkan dalam hal kecepatan menghitung (dalam hal

ini berhubungan dengan waktu).

3. Mudah dalam penggunaannya (tidak rumit).

Oleh karena adanya permasalahan seperti tersebut di atas, maka penulis berusaha mengungkapkan adanya kesamaan - kesamaan beberapa metoda di atas dan juga beberapa perbedaannya, disamping itu juga untuk mengetahui metoda yang mana yang sesuai dengan pokok permasalahan seperti tersebut di atas.

1.2. KEASLIAN STUDI

Dari beberapa buku dan diktat yang pernah penulis baca dan penulis pelajari, kebanyakan hanya mengungkapkan kegunaan beberapa metoda tersebut serta bagaimana cara pemakaiannya. Akan tetapi tentang adanya tabel - tabel yang sifatnya membandingkan metoda - metoda tersebut di atas yang mana antara beberapa metoda tersebut ada kesamaan hitungan atau perbedaan hitungan sama sekali belum pernah penulis jumpai.

1.3. TUJUAN

Mengingat di dalam perhitungan profil muka air, sering terjadi perhitungan yang berkepanjangan sehingga kurang efisien baik dalam hal waktu ataupun tenaga. Oleh karena itu tujuan dari penulisan perbandingan beberapa metoda perhitungan profil muka air adalah untuk membandingkan beberapa metoda perhitungan profil muka air, sehingga didapatkan suatu kesamaan dalam batasan

tertentu (dalam hal ini berhubungan dengan debit, lebar saluran) serta perbedaannya atau penyebarannya (spletter). Dengan demikian setelah dapat diketahui di mana titik permulaan penyebarannya, apakah bersifat linier atau tidak sehingga dapat berguna bagi para pemakai (dalam hal ini adalah para perencana).

1.4. MANFAAT

Manfaat dari perbandingan perhitungan profil muka air dengan menggunakan beberapa metoda perhitungan, yaitu antara metoda integrasi numerik, metoda integrasi grafis, metoda integrasi langsung, serta metoda langkah langsung, adalah sebagai berikut :

1. Untuk kondisi tertentu dapat memilih metoda yang paling mudah serta efektif.
2. Memungkinkan dipakainya metode yang paling sederhana (Bresse) pada penyelesaian hitungan profil muka air dengan batas ketelitian yang bisa diterima.

1.5. RUANG LINGKUP PENULISAN (BATASAN MASALAH)

Batasan masalah ini dibuat agar masalah yang akan ditinjau lebih terarah dan juga lebih jelas. Adapun batasan masalah tersebut adalah :

1. Bentuk saluran trapesium.

Dengan bentuk saluran trapesium dimaksudkan dapat dipergunakan untuk standar bagi saluran dengan dimensi yang lain,

misalnya saluran segi empat, setengah lingkaran, serta segi tiga.

2. Kemiringan dasar saluran seragam .
3. Jenis aliran berubah beraturan (dalam profil M).
1
4. Batasan - batasan lain yang dianggap perlu dapat ditam
bahkan.

1.6.METODA PENELITIAN

1. Pengambilan data

Berhubung penulisan tugas akhir merupakan studi kepustakaan, maka data yang diperlukan untuk penulisan merupakan data imajinatif.

2. Pengolahan Data

Data yang telah ditentukan dimasukkan ke dalam program komputer untuk mencari penyelesaiannya.

3. Analisis Data.

Setelah data diperoleh, maka data dimasukkan ke dalam rumus di dalam beberapa metoda perhitungan yang akan diperbandingkan tersebut sehingga diperoleh suatu hasil akhir dari penyelesaian metoda tersebut di atas. Setelah didapat hasil-hasil akhir, dipakai analisis sederhana dengan membandingkan hasil hitungan dari beberapa metoda penyelesaian, yaitu dengan cara dibuat tabel perban

dingan, serta untuk lebih memperjelas dibuat suatu grafik yang memplot masing - masing penyelesaian untuk menggambarkan titik permulaan penyebaran (spletter) dari beberapa metoda perhitungan yang diperbandingkan seperti tersebut di atas.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 UMUM

Dalam bidang ilmu hidrolika, aliran dalam suatu saluran dapat dibedakan menjadi dua (2), yaitu menurut jenis salurannya antara lain, aliran dalam pipa (PIPE FLOW) serta aliran saluran terbuka (OPEN CHANNEL FLOW).

Sedangkan aliran saluran terbuka itu sendiri berarti saluran yang mengalirkan air dengan melalui suatu media berupa permukaan yang bebas (tidak tertutup). Dalam kehidupan sehari-hari saluran terbuka ini terbagi menjadi dua (2) pula, yaitu:

1. Saluran terbuka natural (alamiah), ialah saluran terbuka yang mengalirkan air melewati saluran alami; seperti, sungai, anak sungai, selokan kecil pegunungan. Untuk saluran alamiah seperti ini segala hal yang berhubungan dengan bidang hidrologi seperti, kemiringan dasar, kemiringan tebing, serta kekasaran tidak dapat merata, karena sudah ada dari alam itu sendiri.
2. Saluran terbuka buatan (ARTIFICIAL), ialah saluran yang mengalirnya air melalui saluran yang dibuat oleh manusia, contohnya seperti saluran irigasi, saluran pembangkit tenaga listrik, dan lain sebagainya. Dalam hal ini segala hal yang berhubungan dengan bidang ilmu

hidrolika dipergunakan dengan sebaik-baiknya, antara lain kemiringan dasar, kemiringan tebing(m), kekasaran serta lebar saluran.

Tetapi bila ditinjau berdasarkan perubahan kedalamannya, aliran terbuka dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

1. Aliran seragam

Adalah aliran yang kedalaman serta lerengnya tidak berubah sedikitpun.

2. Aliran berubah - ubah

Adalah aliran yang kedalaman, lereng saluran serta tampang lintangnya berubah, yang disebabkan karena adanya penghalang dalam alirannya atau karena bertambahnya debit secara tiba-tiba. Sedangkan aliran berubah-ubah itu sendiri dapat dibedakan menjadi dua macam pula yaitu :

a. Aliran berubah-ubah beraturan

Artinya aliran yang mengalami perubahan lereng dasar serta kedalaman air yang berubah secara beraturan dari tempat yang satu ke tempat yang lain.

b. Aliran berubah-ubah tidak beraturan

Artinya aliran yang mengalami perubahan secara tiba-tiba.

Akan tetapi permasalahan yang akan penulis kemukakan di dalam tugas akhir ini adalah menyangkut aliran seragam yang berubah berangsur-angsur (beraturan).

Sedangkan untuk mendapatkan nilai jari - jari hidrolik saluran dengan membagi luas tampang dengan keliling basah saluran, yang mana

$$P = B + 2Y \sqrt{1 + m^2}$$

sehingga

$$R = A/P$$

dimana

P = keliling basah saluran (m)

B = lebar dasar saluran (m)

m = kemiringan lereng saluran

Y = kedalaman air (m)

Bentuk geometri setengah bagian dari segi enam (trapesium) dapat dipakai untuk mendapatkan luas, keliling basah saluran dari bentuk geometri yang lain seperti misalnya bentuk segi empat atau bentuk segi tiga. Untuk memakainya tinggal menghilangkan salah satu faktor dari lebar dasar saluran (B) atau kemiringan lereng saluran (m).

Sehingga dengan demikian debit (Q) dapat ditentukan karena Y sudah diketahui, yaitu dengan rumus :

$$Q = A * V \dots\dots\dots (2.2)$$

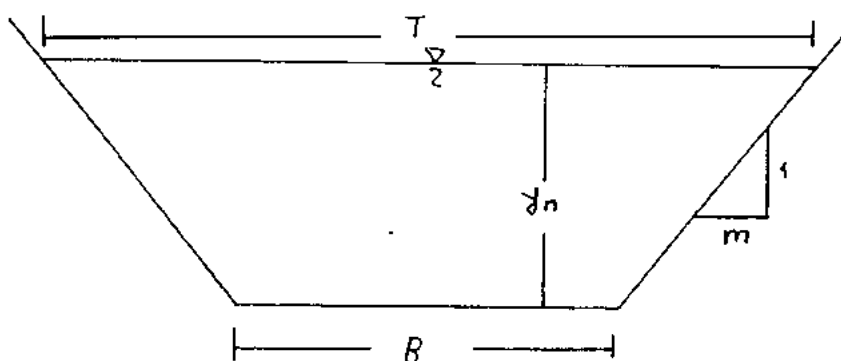
sedangkan

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.2 GEOMETRI SALURAN.

Bentuk geometri saluran yang akan dipakai dalam tugas akhir ini adalah bentuk setengah dari segi enam (trapesium).Bentuk trapesium dapat dipakai untuk pendekatan ke dalam bentuk - bentuk yang lain, misalnya ke dalam bentuk segi empat, bentuk segi tiga atau bahkan ke dalam bentuk setengah lingkaran.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari gambar 1.1



Gambar 2.1 Dimensi saluran bentuk trapesium

Sehingga dengan demikian dapat dicari luas tampang trapesium yaitu :

$$A = \left(B + m \cdot Y_n \right) \cdot Y_n \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

A = luas tampang (m)

B = lebar saluran (m)

m = kemiringan lereng saluran

Y_n = kedalaman air normal (m)



dimana R (jari - jari hidrolis) adalah luas dibagi keliling basah yang di dalamnya terdapat fungsi Y (kedalaman normal).

Dengan demikian setelah debit diketahui, maka kedalaman air tepat di belakang bendung (Y) dapat dicari dengan menggunakan rumus " BELANGER " yaitu :

$$Q = M * B * d^{3/2} \sqrt{g} \dots\dots\dots (2.4)$$

yang mana $Y = p + d$

dimana :

$Q =$ debit (m³ /det)

$M =$ koefisien pembendungan

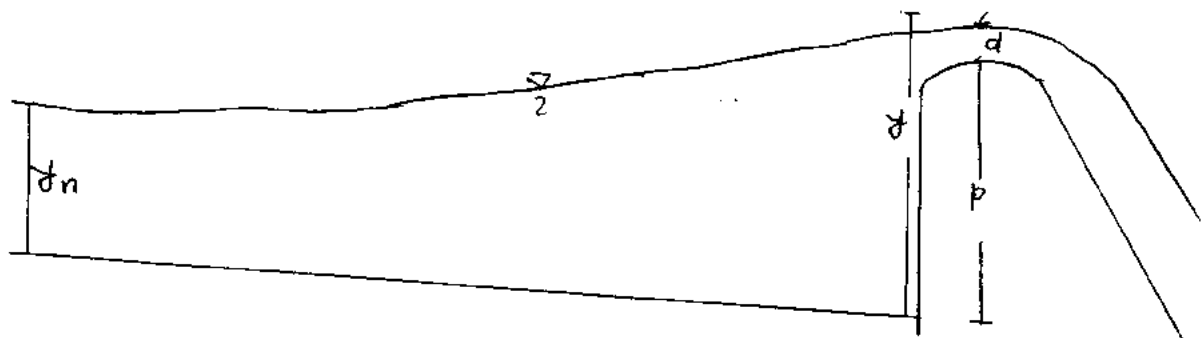
$d =$ tinggi muka air di atas bendung (m)

$p =$ tinggi bendung (m)

$g =$ gravitasi (m /det²)

Sehingga dapat digambarkan garis alirannya dari titik kontrol (Y) ke arah hulu saluran, yaitu Y_{normal} . Untuk lebih jelasnya dapat

dilihat gambar di bawah ini.



Gambar 2.2 Garis aliran kedalaman muka air

2.3 PROFIL MUKA AIR

Di dalam suatu aliran yang mengalir, baik yang mempunyai kemiringan dasar saluran landai, curam atau bahkan menanjak akan terjadi perubahan kedalaman muka air. Yang mana perubahan itu disebabkan karena :

1. Penyempitan atau pelebaran saluran.
2. Bendung (halangan pengaliran).
3. Perbedaan kecepatan aliran.

Dengan adanya sebab - sebab seperti tersebut di atas, maka pada saluran dapat terjadi beberapa perubahan profil muka air. Sedangkan profil muka air itu sendiri dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu :

1. Profil kemiringan landai (MILD)
2. Profil kemiringan mendatar (HORIZONTAL)
3. Profil kemiringan curam (STEEP)
4. Profil kemiringan menanjak (ADVERSE)
5. Profil kemiringan kritis.

Tetapi dalam suatu saluran biasanya terdapat beberapa jenis profil muka air, dikarenakan oleh adanya perubahan di dalam saluran itu sendiri, sehingga aliran tersebut bisa dari aliran subkritis, kritis, atau ke superkritis.

Dengan mengetahui kedalaman kritis, kita dapat menggolongkan aliran tersebut ke dalam profil aliran seperti apa yang tersebut di atas. Sedangkan untuk mendapatkan kedalaman kritis dapat

mempergunakan rumus :

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2 (B + 2mY_c)}{g (B + m^2 Y_c^2)}} \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana

- Y_c = kedalaman kritis (m)
- Q = debit aliran (m³/det)
- B = lebar dasar saluran (m)
- m = kemiringan tebing saluran
- g = gaya gravitasi (m/det²)

sehingga apabila $Y_c < Y_n$, maka aliran tersebut adalah " SUB KRITIK ", tetapi apabila $Y_c > Y_n$, termasuk aliran " SUPER KRITIK "

". Selain dengan mempergunakan rumus di atas, juga dapat dengan mempergunakan rumus kecepatan, yaitu :

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \cdot D}} \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana

V = kecepatan aliran (m/det)

g = gaya gravitasi (m /det)²

D = A/T (m) (2.8)

yang mana

A = luas saluran (m²)

T = lebar permukaan saluran (m)

sehingga apabila

F < 1 , aliran subkritik

F = 1 , aliran kritis

F > 1 , aliran superkritik

atau bahkan yang lebih mudah dengan menggunakan grafik, seperti yang terdapat pada gambar (2.3) .

Dengan bantuan grafik, maka dapat dicari kedalaman kritis, yaitu dengan rumus :

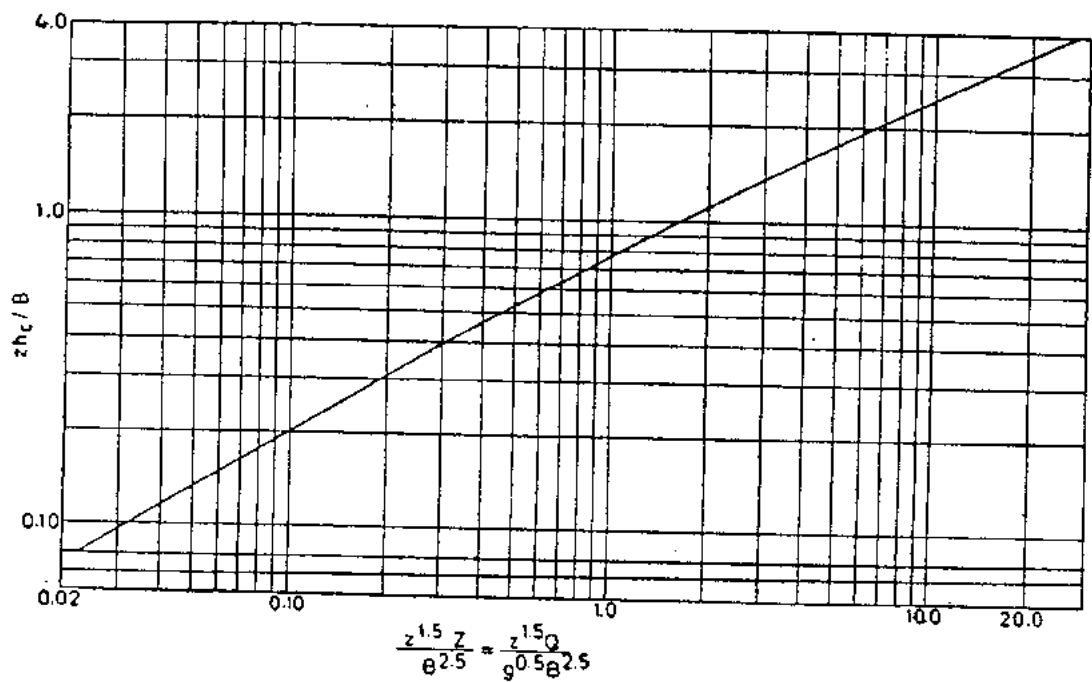
$$Z = \frac{Q}{\sqrt{g}}$$

setelah Z diperoleh, maka dapat dihitung

$$\frac{1,5}{m} \frac{Z}{2,5} = X$$

B

setelah itu (X) dicari dalam grafik .



Gambar 2.3. Hubungan tanpa dimensi untuk kedalaman kritis di dalam saluran bentuk trapesium
 (sumber : K G Ranga Raju ; Aliran melalui saluran terbuka)

Untuk mendapatkan nilai Y_c

$$Y_c = \frac{X * B}{C * m}$$

dimana :

Z = faktor penampang

m = kemiringan tebing saluran

B = lebar dasar saluran (m)

X = hasil yang didapat dari tabel

Dalam tugas akhir yang akan penulis kemukakan adalah profil muka air jenis landai (MILD), yaitu yang disebabkan oleh adanya pembendungan dalam saluran. Profil " MILD " itu sendiri dibedakan menjadi tiga (3) macam, yaitu :

1. Profil M_1

Profil muka air jenis M_1 adalah profil muka air yang terjadi karena adanya pembendungan, dimana kedalaman muka air normal lebih tinggi dari pada kedalaman kritis tetapi lebih kecil dari kedalaman air maksimal, dengan kata lain $Y_c < Y_n < Y_m$.

2. Profil M_2

Profil muka air jenis M_2 adalah profil muka air yang terjadi karena adanya suatu terjunan atau limpasan bebas pada akhir kemiringan landai. Dengan kata lain karena adanya perbedaan kemiringan dasar saluran dari landai ke curam. Profil M_2 ini

ditunjukkan oleh Y_{normal} yang lebih besar dari Y_c serta Y_c atau dengan kata lain $Y_c < Y < Y_n$.

3. Profil M_3

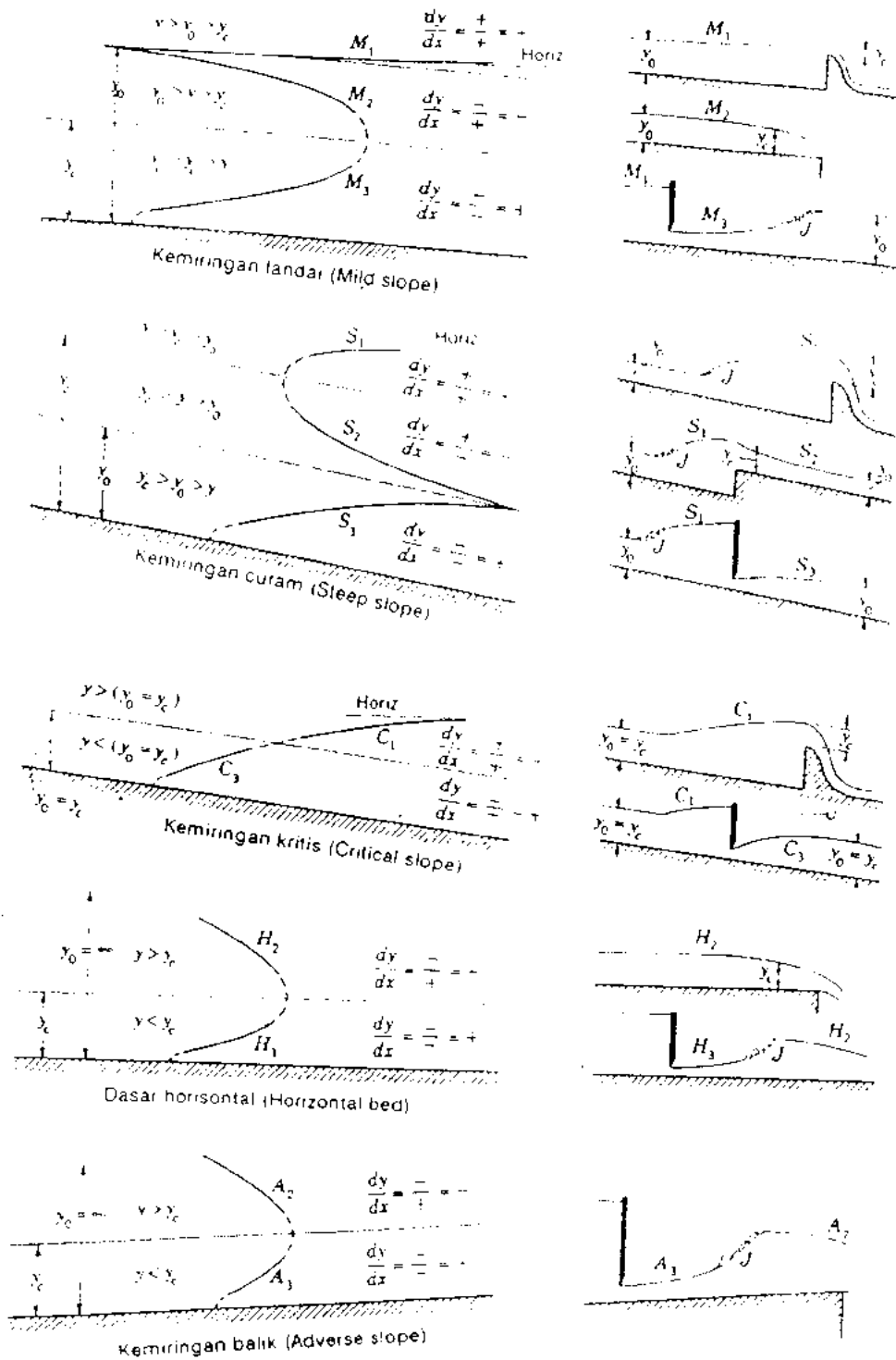
Profil muka air jenis M_3 ini diperoleh dari suatu saluran yang menghubungkan dua waduk, ketika kedalaman pada waduk yang lebih rendah adalah lebih kecil dari pada kedalaman normal. Biasanya profil muka air jenis M_3 ini terjadi pada keadaan dari aliran superkritis ke aliran subkritis.

Untuk lebih jelasnya dapat di lihat sketsa di halaman (17), dari beberapa profil muka air seperti tersebut di atas, yaitu profil kemiringan landai, kemiringan horisontal, kemiringan kritik, kemiringan menanjak,serta kemiringan curam.

Untuk laporan tugas akhir yang akan penulis ketengahkan adalah profil muka air dengan jenis M_1 .

Sedangkan untuk penghitungan profil muka air itu sendiri terdapat beberapa macam metoda (cara), yaitu :

1. Metoda integrasi numerik
2. Metoda integrasi grafis
3. Metoda integrasi langsung
4. Metoda langkah langsung
5. Metoda EZRA



Gambar 2.4. Skets profil muka air

6. Metoda GRIMM

Untuk metoda (cara) nomer satu (1) sampai dengan nomer empat (4) dipergunakan untuk menghitung profil muka air pada saluran terbuka buatan, sedangkan untuk metoda (cara) dari nomer lima (5) dan nomer enam (6) dipergunakan untuk menghitung profil muka air pada saluran terbuka yang tidak beraturan (alami). Metoda perhitungan dari nomer satu (1) sampai dengan nomer empat (4) diajarkan pada perguruan tinggi, tetapi untuk metoda EZRA serta metoda GRIMM tidak diajarkan di bangku kuliah.

2.3.1. Metoda integrasi numerik

Metoda integrasi numerik mengetengahkan suatu cara penghitungan differensial tidak linier dengan pendekatan secara numerik, yaitu dengan membuat pias - pias yang kecil.

Untuk mendapatkan besarnya kecepatan berdasarkan pada rumus " MANNING ", yaitu seperti persamaan yang ada di bawah ini.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

dimana

$$Q = A * V$$

sehingga

$$Q = A \frac{1}{N} R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots (2. 9)$$

dengan demikian

$$I_f = \frac{Q^2 n^2}{A R^{4/3}} \dots\dots\dots (2. 10)$$

dengan kata lain I_f adalah garis kemiringan energi pada saluran.

Dikarenakan semuanya merupakan fungsi tidak linier dari $Y (A, P, R, T)$, maka dapat ditulis.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{I_o - \frac{Q^2 n^2}{A R^{4/3}}}{1 - \frac{Q^2 T}{g A^3}} \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan $dy / dx = f$, maka

$$\Delta x = \frac{Y_1 - Y_2}{f} \dots\dots\dots (2.12)$$

dimana

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2} \dots\dots\dots (2.13)$$

dimana

Δx = jarak antara stasiun yang satu dengan stasiun yang lain (m)

Y = kedalaman air pada tiap - tiap stasiun (m)

f = hasil integrasi dari dy/dx

setelah itu dibuat tabel untuk mempermudah penyelesaian, seperti yang terdapat di bawah ini .

Tabel 1.1. Penyelesaian secara Integrasi Numerik

Y	I _o	f	f	Δx	L

2.3.2. Metoda Langkah Langsung

Metoda langkah langsung mengetengahkan suatu cara penyelesaian dengan mengambil perbedaan energi spesifik sebagai pedoman untuk mendapatkan perbedaan jarak, seperti yang ditunjukkan persamaan di bawah ini :

$$E_s = Y + \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (2.14)$$

sedangkan

$$\Delta x = \frac{E_{s2} - E_{s1}}{I_o - I_f} \dots\dots\dots (2.15)$$

dimana

$$I_f = \frac{n^2 Q^2}{A R^{4/3}}$$

disini I_f adalah merupakan kemiringan garis energi rata - rata, yang diperoleh dengan cara .

$$I_f = \frac{I_{f1} + I_{f2}}{2} \dots\dots\dots (2.16)$$

dimana

E_s = energi spesifik

Y = kedalaman air pada tiap - tiap stasiun (m)

I_f = kemiringan garis energi (m)

A = luas saluran (m²)

n = koefisien kekasaran Manning

Q = debit saluran (m³/det)

I_o = kemiringan dasar saluran

g = gaya gravitasi (m²/det)

Dengan demikian dikarenakan semuanya merupakan fungsi dari Y , maka profil muka air pada saluran dapat dicari.

Untuk lebih memudahkan penyelesaian, maka dibuat tabel, seperti yang ada pada halaman berikut ini.

Tabel 2.2. Penyelesaian secara Langkahah Langsung

\mathcal{R}	A	R	\mathcal{V}	$\frac{\mathcal{V}^2}{2g}$	E	δE	I_f	\bar{I}_f	$I_0 - \bar{I}_f$	ΔX	L

2.3.3. Metoda integral langsung

Metoda ini merupakan suatu cara perhitungan profil muka air yang paling sederhana. Metoda integral langsung dibagi menjadi tiga macam cara, yaitu :

1. Cara Bresse

Cara perhitungan Bresse ini hanya dipergunakan untuk saluran empat persegi panjang saja, serta untuk aliran plat (aliran yang perbandingan kedalaman dengan lebar saluran sangat besar, yaitu $B \geq 20 Y$).

n

2. Cara Bakhmeteff

Bakhmeteff menyempurnakan cara Bresse dengan faktor koreksi momentum (β) dianggap konstan. Cara Bakhmeteff ini lebih baik (teliti) dari pada cara Bresse.

3. Cara Chow

Cara yang terakhir dari perhitungan integral langsung inilah yang paling baik, sehingga para ahli menyarankan untuk memakai cara ini.

Untuk permasalahan yang akan kita ketengahkan yaitu adalah Integral langsung dengan cara Bresse. Yang mana cara Bresse ini mengasumsikan koefisien Chezy adalah konstan (tetap).

Persamaannya adalah

$$i \Delta X = (Y_1 - Y_2) + (1 - \frac{\alpha_i i}{\delta_i g}) (\phi_2 - \phi_1) Y_n$$

dengan

$$\phi = \frac{1}{6} \ln \frac{u^2 + u + 1}{(u - 1)^2} - \frac{1}{\sqrt{3}} \tan^{-1} \frac{\sqrt{3}}{2u + 1}$$

dimana

$$u = \frac{Y}{Y_n}$$

dimana

i = kemiringan dasar saluran

Δx = jarak antara stasiun yang satu dengan stasiun yang lain (m)

Y_n = kedalaman normal (m)

Y = kedalaman air tiap stasiun (m)

α = koefisien koriolis

ϵ = tebal kekasaran dasar saluran

g = gaya gravitasi (m /det²)

sedangkan untuk mendapatkan nilai

$$\epsilon = \frac{1}{C^2}$$

dimana

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

dengan demikian

$$\epsilon = \frac{n^2}{R^{1/3}}$$

dimana

C = koefisien Chezy (m^{1/2})

n = koefisien Manning

R = jari - jari hidrolis (m)

Setelah semuanya sudah didapatkan, maka dibuat tabel, seperti yang terdapat pada halaman berikut ini.

Tabel 1.3. Penyelesaian secara Integrasi Langsung

Y	Y / Y _n	∅	d∅	Δx	L

Untuk perhitungan langkah langsung dikarenakan debitnya sama, tetapi luas tampang basahya berbeda, maka tinggi kecepatannya akan berbeda pula.

2.3.4. Metoda Integrasi Grafis

Metoda integrasi grafis mengetengahkan suatu cara penyelesaian perhitungan profil muka air dengan pendekatan secara grafis. Metoda ini setelah diintegalkan baru didapatkan nilai f(Y), sehingga setelah itu baru dicari jaraknya (Δx) dengan cara dianggap seperti menghitung luas trapesium. Persamaannya adalah seperti yang ditunjukkan pada halaman berikut ini.

$$\frac{dx}{dy} = \frac{1}{I} \frac{Q^2 T}{g A^3} \dots \dots \dots (2.19)$$

$$I = \frac{Q^2}{A R^{4/3}}$$

sehingga, $dx = f(y) dy$

dimana

$Q = \text{debit saluran (m }^3/\text{det)}$

$T = \text{lebar permukaan saluran (m)}$

$g = \text{gaya gravitasi (m }^2/\text{det }^2)$

$A = \text{luas saluran (m }^2)$

$R = \text{jari - jari hidrolis (m)}$

$I = \text{kemiringan dasar saluran}$

$n = \text{koefisien Manning}$

Setelah itu dibuat tabel untuk mempermudah penghitungan, seperti yang terdapat pada halaman berikut ini.

Tabel 1.4. Perhitungan cara Integrasi Grafis

y	A	T	R	$\frac{Q^2 T}{g A^3}$	$\frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{4/3}}$	$1 - \frac{Q^2 T}{g A^3}$	$I_0 - \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{4/3}}$	$\frac{dx}{dy}$	Δx	L

BAB III
PROGRAM KOMPUTER

3.1. UMUM

Program komputer merupakan proses perencanaan yang dibuat secara teliti dan terperinci, yaitu dalam bentuk penjelasan yang berfungsi sebagai pengkodean yang dapat diterima dan dimengerti serta dapat diolah oleh komputer.

Oleh sebab itu program komputer sebagai aplikasi dalam penghitungan profil muka air dengan metoda Integrasi Numerik, metoda Langkah Langsung, metoda Integrasi Grafis, serta metoda Integrasi Langsung (metoda BRESSE), dipakai suatu bentuk program komputer yang sederhana serta mudah dipahami dan dimengerti oleh banyak orang.

Pemakaian komputer dalam abad modern ini sudah sangat biasa, dikarenakan disetiap rumah atau kantor sudah mempergunakan fasilitas komputer, sehingga dengan demikian pemakaian program komputer dianjurkan sekali, selain dapat menghemat tenaga juga dapat menghemat waktu.

Dalam pemakaian program komputer ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil yang sangat memuaskan, dikarenakan kesalahan pemakai kemungkinannya kecil. Program komputer yang akan penulis ketengahkan mempergunakan bahasa BASIC, karena bahasa basic ini sudah sangat dikenal dikalangan awam. Dengan demikian dimaksudkan



agar pemakai yang belum begitu ahli di dalam pengenalannya terhadap beberapa bahasa komputer dapat menjalankan program komputer ini.

Untuk menganalisa perbandingan dari pada perhitungan profil muka air dengan metode Integrasi Numerik, metode Langkah Langsung, metode Integrasi Grafis, serta metoda Integrasi Langsung, diperlukan beberapa jenis perhitungan yang berlainan lebar dasar salurannya, sehingga nantinya akan dapat diketahui sampai di mana batas relevansinya dari beberapa metoda perhitungan seperti tersebut di atas.

Dalam bahasa basic setiap persamaan tidak dapat langsung ditulis, akan tetapi harus dipisah - pisahkan dahulu. Dengan demikian kode - kode yang dipakai menjadi semakin banyak.

3.2. Pembuatan Kode

Pada subbab ini akan dibahas tentang pembuatan kode pada perhitungan profil muka air dengan bahasa basic. Pembuatan kode ini dimaksudkan agar program dapat berjalan serta dapat dieksekusi (diselesaikan), sehingga akan mendapatkan suatu output (hasil) dari perhitungan tersebut. Di bawah ini akan diberikan beberapa kode dari perhitungan profil muka air dari :

1. Metoda Integrasi Numerik

Dalam metoda Integrasi Numerik kode - kode yang dipakai

adalah :

- Y_n = kedalaman normal (m)
- B = lebar dasar saluran (m)
- A = luas tampang saluran (m)
- P = keliling basah saluran (m)
- R = jari -jari hidrolik saluran (m)
- T = lebar permukaan saluran (m)
- n = koefisien Manning
- m = kemiringan tebing saluran
- M = koefisien pembendungan
- p = tinggi bendung (m)
- d = tinggi muka air di atas bendung (m)
- Y_1 = kedalaman air tepat di belakang bendung (m)
- Y_2 = kedalaman air pada tiap -tiap stasiun (m)
- g = gaya gravitasi (m /det)
- I_0 = kemiringan dasar saluran
- I_f = kemiringan garis energi
- Δx = jarak antara tiap stasiun (m)
- L = jarak antara titik kontrol sampai stasiun yang diamati (m).
- dy = perbedaan kedalaman air antara stasiun yang satu dengan stasiun yang lain (m)
- f = integral fungsi dari dy/dx
- f_r = f rata - rata

2. Metoda Langkah Langsung

Dalam metoda langkah langsung kode - kode yang dipakai adalah :

Y_n = kedalaman normal (m)

ΔY = perbedaan kedalaman air antara tiap -tiap stasiun (m)

B = lebar dasar saluran (m)

m = kemiringan tebing

n = koefisien kekasaran Manning

M = koefisien pembendungan

p = tinggi pembendungan (m)

A = luas tampang basah saluran (m²)

P = keliling basah saluran (m)

T = lebar permukaan air (m)

R = jari jari saluran (m)

Q = debit saluran (m³/det)

D = tinggi air di atas bendung (m)

Y_1 = kedalaman air tepat di belakang bendung (m)

Y = kedalaman air pada tiap - tiap stasiun (m)

I_0 = kemiringan dasar saluran

I_f = kemiringan garis energi

E_s = energi spesifik

ΔE = energi spesifik rata - rata

V = kecepatan aliran (m/det)

g = gaya gravitasi (m²/det²)

ΔX = jarak tiap - tiap stasiun (m)

L = jarak antara titik kontrol sampai dengan stasiun
yang diamati (m)

3. Metoda Integrasi Grafis

Di dalam metoda integrasi grafis kode - kode yang dipakai
adalah :

Y_n = kedalaman air normal (m)

ΔY = interval kedalaman air (m)

B = lebar dasar saluran (m)

m = koefisien kemiringan tebing

n = koefisien kekasaran Manning

M = koefisien pembendungan

p = tinggi bendung (m)

a = kofisien koriolis

A = luas tampang basah saluran (m²)

P = keliling basah saluran (m)

T = lebar permukaan air (m)

R = jari - jari hidrolis (m)

Q = debit saluran (m³/det)

D = tinggi kedalaman air diatas bendung (m)

Y_1 = kedalaman air tepat di belakang bendung (m)

Y = kedalaman air pada tiap - tiap stasiun (m)

g = gaya gravitasi (m²/det)

I_o = kemiringan dasar saluran

I_f = kemiringan garis energi

Δx = jarak antar stasiun (m)

L = jarak antara titik kontrol sampai stasiun yang diamati (m)

4. Metoda Integrasi Langsung (Bresse)

Dalam metoda ini kode - kode yang dipakai adalah sebagai berikut :

Y_n = kedalaman normal saluran (m)

dy = interval kedalaman saluran (m)

B = lebar dasar saluran (m)

m = koefisien kemiringan tebing

n = koefisien kekasaran Manning

M = koefisien pembendungan

p = tinggi bendung (m)

a = koefisien koriolis

A = luas tampang basah saluran (m²)

P = keliling basah saluran (m)

T = lebar permukaan saluran (m)

R = jari - jari hidrolik (m)

Q = debit saluran (m³/det)

D = tinggi air di atas bendung (m)

Y_1 = kedalaman air tepat di belakang bendung (m)

$g = \text{ gaya gravitasi (m }^2/\text{det }^2)$

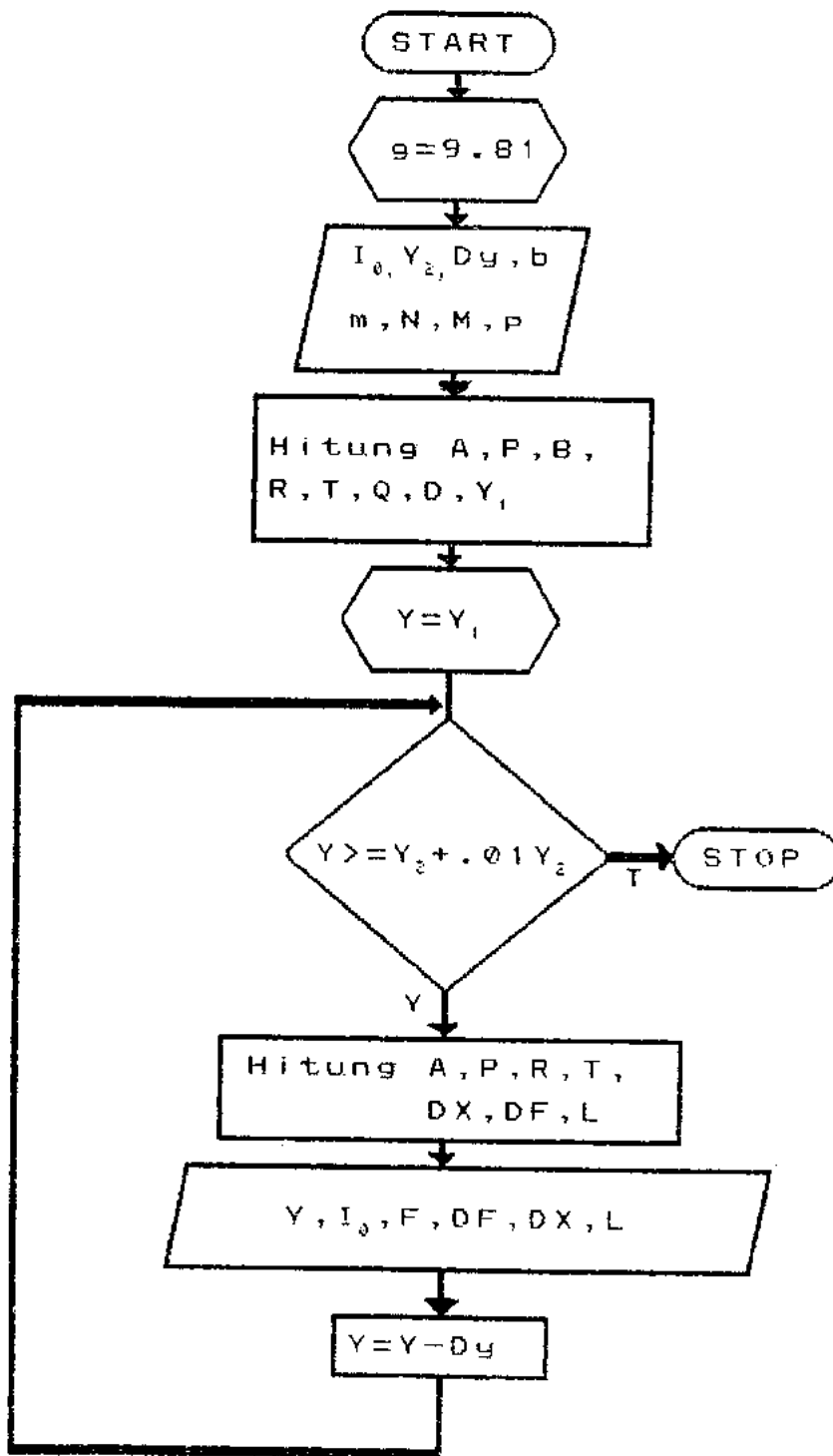
$U = \text{ kedalaman air pada tiap stasiun dibagi dengan kedalaman air normal}$

$s = \text{ kuadrat koefisien kekasaran Manning dibagi dengan jari - jari hidrolis pangkat sepertiga.}$

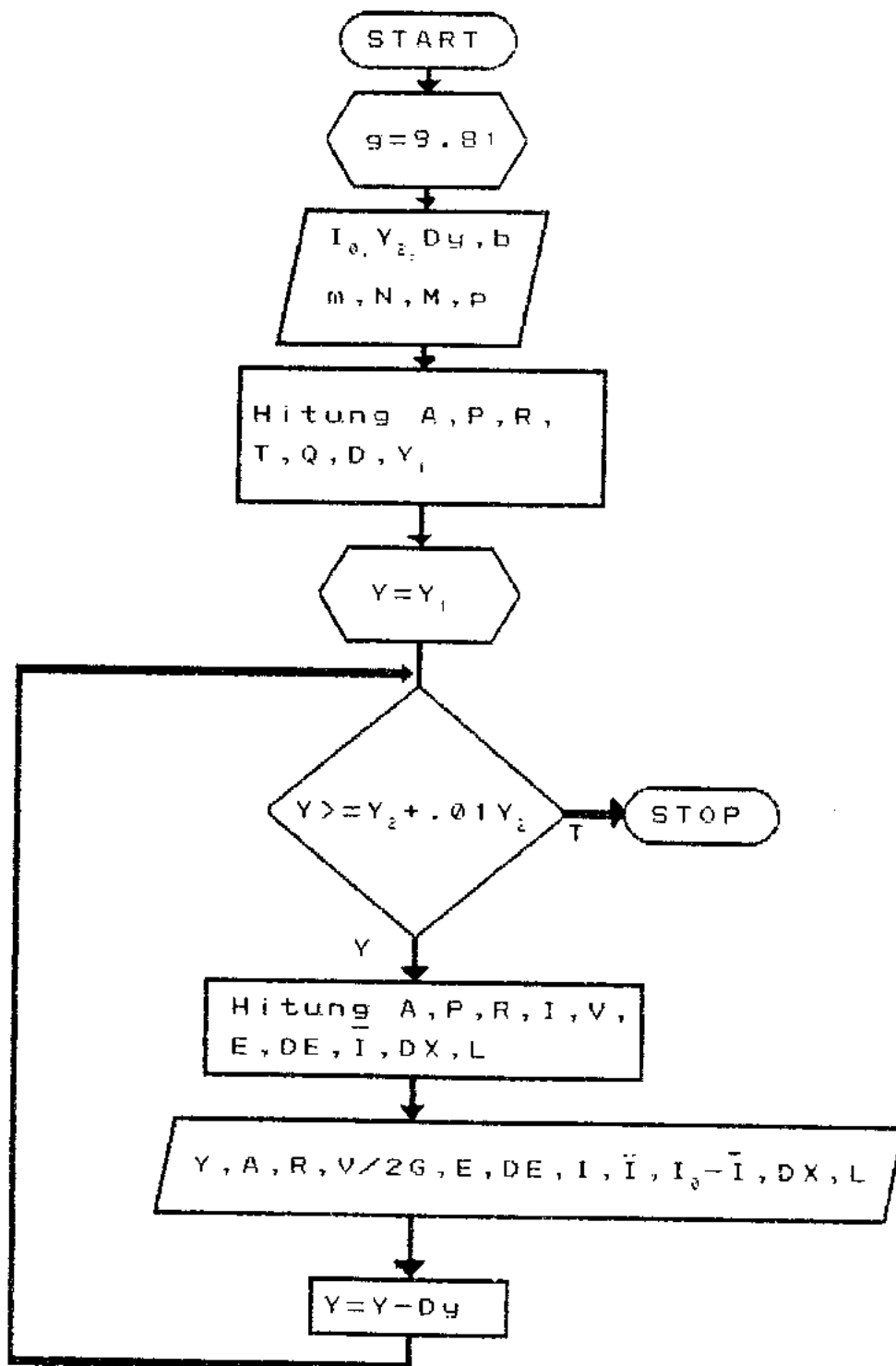
3.3 Diagram alir

Untuk mendapatkan jarak antara titik kontrol sampai dengan stasiun yang diamati maka diperlukan suatu rangkaian perhitungan yang dimasukkan di dalam rumus atau persamaan dalam program komputer. Untuk mempermudah pemahaman tentang pengoperasian program komputer dari beberapa metoda perhitungan profil muka air, maka diperlukan diagram alir.

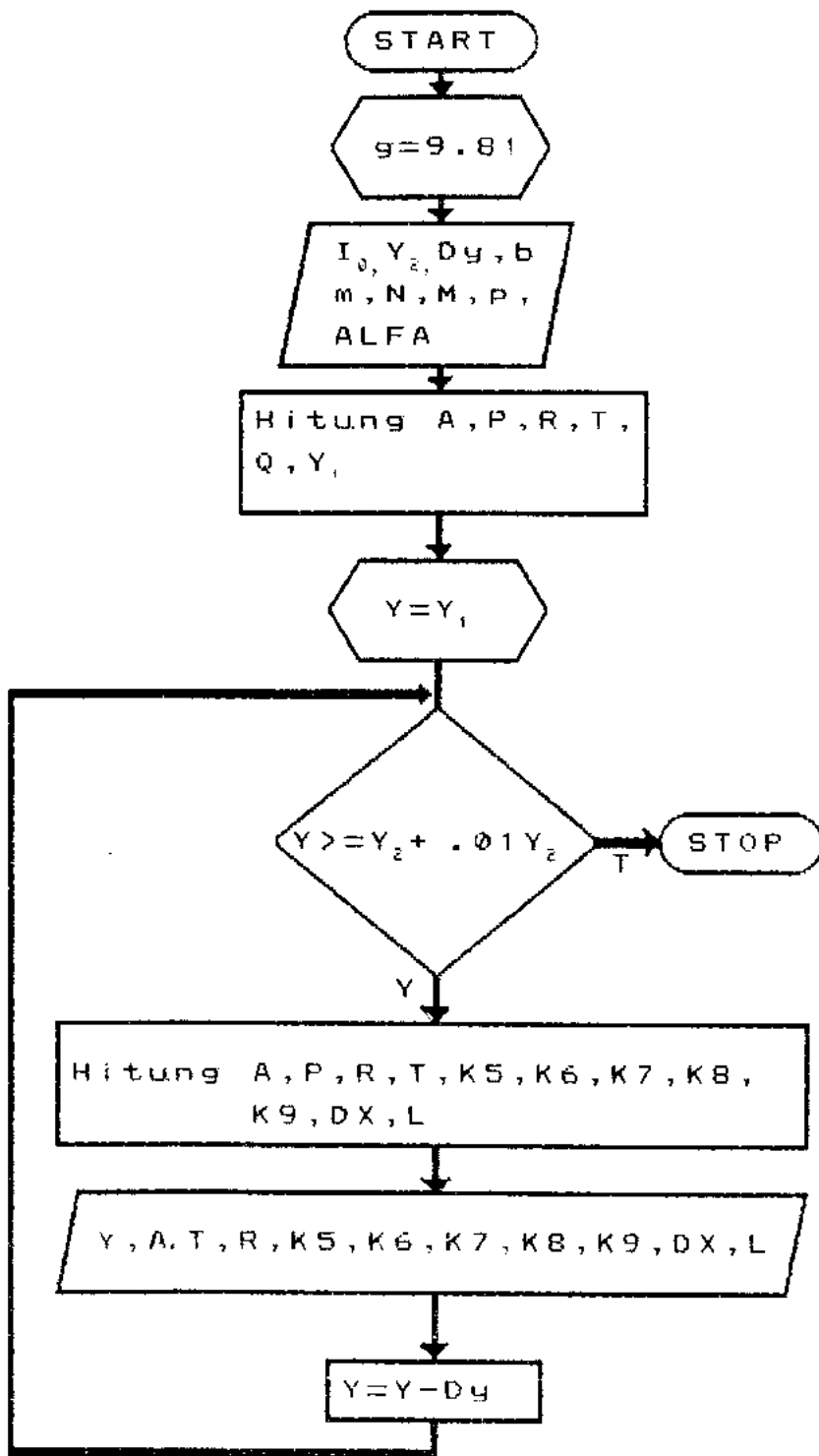
Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram alir seperti yang terdapat pada halaman berikut ini.



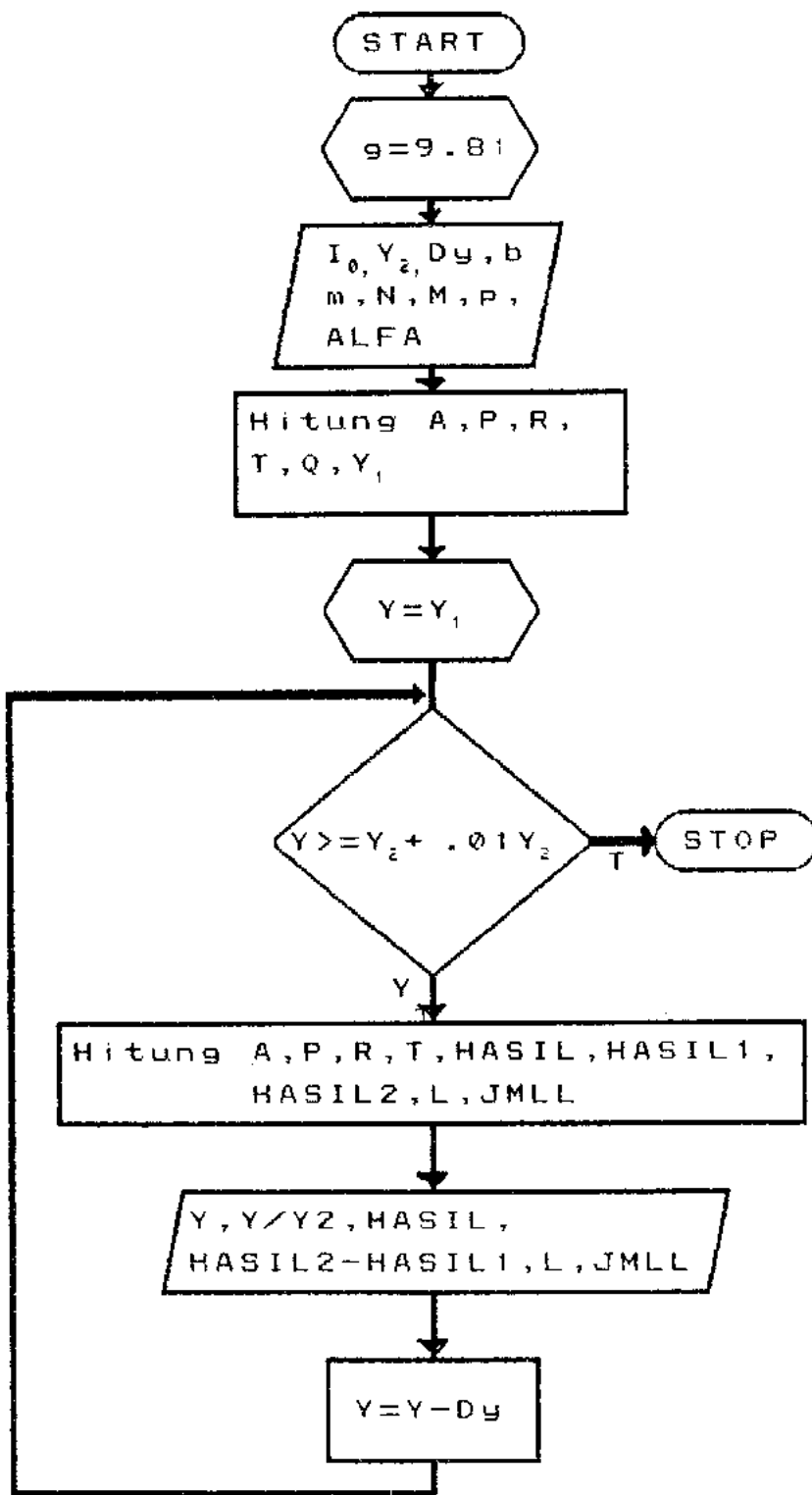
Gambar 3.1. Diagram Alir Metoda Integrasi Numerik



Gambar 3.2. Diagram Alir Metoda Langkah Langsung



Gambar 3.3. Diagram Alir Metoda Integrasi Grafis



Gambar 3.4. Diagram Alir Metoda Integrasi Langsung

3.4. Input Data

Data yang dipakai untuk running program adalah sebagai berikut :

1. Lebar dasar saluran (B)

Lebar dasar saluran yang dipakai dalam running program berubah - ubah, yaitu dari 4.0 m , 10.0 m , 20.0 m, 30.0m, serta 40.0 m.

2. Kedalaman air normal (Y)
n

Kedalaman air normal dalam kasus yang penulis kemukakan adalah konstan, yaitu 2.0 m.

3. Beda tinggi tiap - tiap stasiun (ΔY)

Beda tinggi pada tiap - tiap stasiun konstan, yaitu 0.05 m.

4. Tinggi Bendung (p)

Tinggi bendung dalam kasus ini konstan, yaitu 2.5 m.

5. Koefisien koriolis (a)

Dalam kasus yang penulis kemukakan koefisien koriolis adalah konstan, yaitu $a = 1.0$.

6. Koefisien kemiringan tebing (m)

Koefisien kemiringan tebing tidak konstan, yaitu untuk $B < 20Y$ dipakai $m = 1$, sedangkan untuk $B \geq 20Y$ $m = 0$.

7. Koefisien ambang bendung (M)

Koefisien ambang bendung konstan, yaitu 1.3

8. Koefisien kekasaran Manning (n)

Koefisien kekasaran dari Manning adalah konstan, yaitu

0.025.

9. Kecepatan gravitasi (g)

Kecepatan gravitasi dalam permasalahan yang penulis kemuka
kan sebesar 9.81 m/det^2 .

BAB IV
PEMBAHASAN

4.1 Umum

Pada perhitungan profil muka air yang akan penyusun kemukakan ada beberapa hal yang perlu untuk dikaji atau dibahas. Yang mana pembahasan ini untuk mempertegas tentang keadaan - keadaan yang telah ditentukan , seperti halnya tentang kemiringan dasar saluran, kedalaman air normal, kemiringan tebing saluran, koefisien kekasaran Manning, koefisien pembendungan, tinggi bendung, koefisien koriolis serta lebar dasar saluran.

Berhubung terbatasnya waktu, tenaga serta kemampuan penyusun, maka variabel - variabel tertentu dalam perhitungan dibuat tetap. Variabel - variabel tersebut adalah :

1. Kemiringan dasar saluran (I_0) = 0.001
2. Kedalaman air normal (Y_n) = 2.00 m
3. Koefisien kekasaran Manning (n) = 0.025
4. Koefisien bendung (M) = 1.3
5. Tinggi bendung (p) = 2.5 m
6. Koefisien koriolis (a) = 1
7. Kecepatan gravitasi (g) = 9.81 m/det²
8. Kemiringan tebing untuk $B < 20*Y$, $m = 1$, sedangkan untuk $B \geq 20*Y$, $m = 0$, ini dikarenakan koefisien gesekan tebing diabaikan.

Sedangkan untuk lebar dasar saluran (B) berubah - ubah, sehing-

ga nantinya akan didapatkan beberapa macam tabel serta grafik dari lebar dasar yang berbeda - beda tersebut.

4.2. Tujuan Perhitungan Profil Muka Air.

Perhitungan profil muka air berfungsi untuk mengetahui sampai sejauh mana (dalam hal ini berhubungan dengan jarak) genangan air di sebelah hulu suatu bendungan, atau mungkin juga untuk mengetahui sampai setinggi berapa meter air yang tergenang. Dengan demikian dapat ditentukan beberapa macam bangunan, yaitu :

1. Tebing penahan banjir.
2. Dalam satu saluran tersebut berapa buah bendung yang bisa dibangun .

Oleh karena itu, maka dengan adanya perhitungan profil muka air tersebut akan dapat ditentukan metoda mana yang paling baik, yaitu :

1. Dalam hal kesalahannya ($\pm 5\%$ dari metoda standar), yang mana didapat dari rumus :

$$\text{Prosentase} = | ((\text{MIG} - \text{MX}) / \text{MIG}) * 100\% |$$

dimana :

MIG = Metoda Integrasi Grafis

MX = Metoda yang akan dihitung prosentase kesalahannya.

2. Kecepatan untuk menghitung, dalam hal ini berhubungan dengan mudahnya pelaksanaan serta sederhana.

Dikarenakan adanya lebar dasar yang berbeda - beda tersebut, maka

dalam sub bab ini pembahasannya disesuaikan dengan lebar dasar saluran yang telah ditentukan.

4.3. Hasil - hasil Perhitungan dan Pembahasan .

Pada subbab ini akan dibahas perhitungan profil muka air dengan beberapa macam lebar dasar, yaitu :

4.3.1. Lebar dasar ($B = 4.0 \text{ m}$)

Setelah semua variabel seperti:

$$Y_n = 2,0 \text{ m} ; dY_n = 0,05 \text{ m} ; I_o = 0,001 ; B = 4,0 \text{ m} ;$$

$n = 0,025 ; m = 1 ; M = 1,3 ; p = 2,5 \text{ m} ; a = 1$, diinputkan kedalam program komputer, maka akan didapatkan hasil dari beberapa metoda perhitungan seperti yang terdapat pada Lampiran halaman (74) s/d halaman (77).

Untuk mempermudah dalam hal pembahasannya, maka perlu dibuat tabel dari keempat metoda perhitungan tersebut, seperti yang terdapat pada halaman (44).

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa untuk pembandingnya atau sebagai tolok ukurnya adalah Metoda Integrasi Grafis, sehingga dapat dibuat grafik penyebarannya dari keempat Metoda perhitungan tersebut, seperti yang terdapat pada halaman (45).

Dari tabel beserta grafik tersebut, maka pembahasan dari masing - masing metoda adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Prosentase kesalahan untuk B = 4,0 m dengan Metoda Integrasi Grafis sebagai pembanding

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Y	MIG	MIN	%	MLL	%	MIL	%
3,5500	-	-	-	-	-	-	-
3,5000	55,8163	55,5257	0,5206	55,3000	0,9250	59,0462	-5,7867
3,4500	112,0112	111,4190	0,5287	111,0000	0,9028	118,5839	-5,8679
3,4000	168,6180	167,7126	0,5370	167,0000	0,9596	178,6529	-5,9513
3,3500	225,6738	224,4430	0,5454	223,5000	0,9632	239,2980	-6,0371
3,3000	283,2201	281,6514	0,5539	280,4000	0,9957	300,5690	-6,1256
3,2500	341,3039	339,3838	0,5626	337,9000	0,9973	362,5219	-6,2167
3,2000	399,9779	397,6927	0,5713	395,8000	1,0445	425,2198	-6,3108
3,1500	459,3023	456,6373	0,5802	454,4000	1,0673	488,7342	-6,4080
3,1000	519,3454	516,2853	0,5892	513,6000	1,1063	553,1465	-6,5084
3,0500	580,1856	576,7143	0,5983	573,6000	1,1351	618,5496	-6,6124
3,0000	641,9134	638,0140	0,6075	634,4000	1,1705	685,0507	-6,7201
2,9500	704,6334	700,2880	0,6167	696,1000	1,2110	752,7738	-6,8320
2,9000	768,4680	763,6577	0,6260	758,8000	1,2581	821,8633	-6,9483
2,8500	833,5613	828,2660	0,6353	822,6000	1,3150	892,4893	-7,0694
2,8000	900,0840	894,2825	0,6446	887,8000	1,3648	964,8529	-7,1959
2,7500	968,2410	961,9103	0,6538	954,5000	1,4192	1039,1954	-7,3282
2,7000	1038,2802	1031,3957	0,6631	1022,9000	1,4813	1115,8083	-7,4670
2,6500	1110,5061	1103,0407	0,6723	1093,3000	1,5494	1195,0489	-7,6130
2,6000	1185,2971	1177,2209	0,6814	1165,9000	1,6365	1277,3613	-7,7672
2,5500	1263,1324	1254,4114	0,6904	1241,4000	1,7205	1363,3067	-7,9306
2,5000	1344,6299	1335,2242	0,6995	1320,0000	1,8317	1453,6000	-8,1041
2,4500	1430,6057	1420,4667	0,7087	1402,7000	1,9506	1549,2175	-8,2910
2,4000	1522,1683	1511,2330	0,7184	1490,2000	2,1002	1651,4275	-8,4918
2,3500	1620,8775	1609,0575	0,7292	1583,9000	2,2813	1762,0497	-8,7096
2,3000	1729,0270	1716,1852	0,7427	1685,5000	2,5174	1883,7373	-8,9478
2,2500	1850,1939	1836,0899	0,7623	1797,9000	2,8264	2020,6036	-9,2104
2,2000	1990,4251	1974,5654	0,7968	1925,3000	3,2719	2179,5318	-9,5008
2,1500	2161,2410	2142,3796	0,8727	2075,4000	3,9718	2373,4022	-9,8166
2,1000	2389,4089	2363,2357	1,0954	2263,5000	5,2695	2631,0259	-10,1120
2,0500	2769,4636	2708,2961	2,2086	2527,4000	8,7405	3043,5471	-9,8966
2,0200	3292,0685	3139,1600	4,6448	2830,0000	14,0358	3578,4526	-8,6992

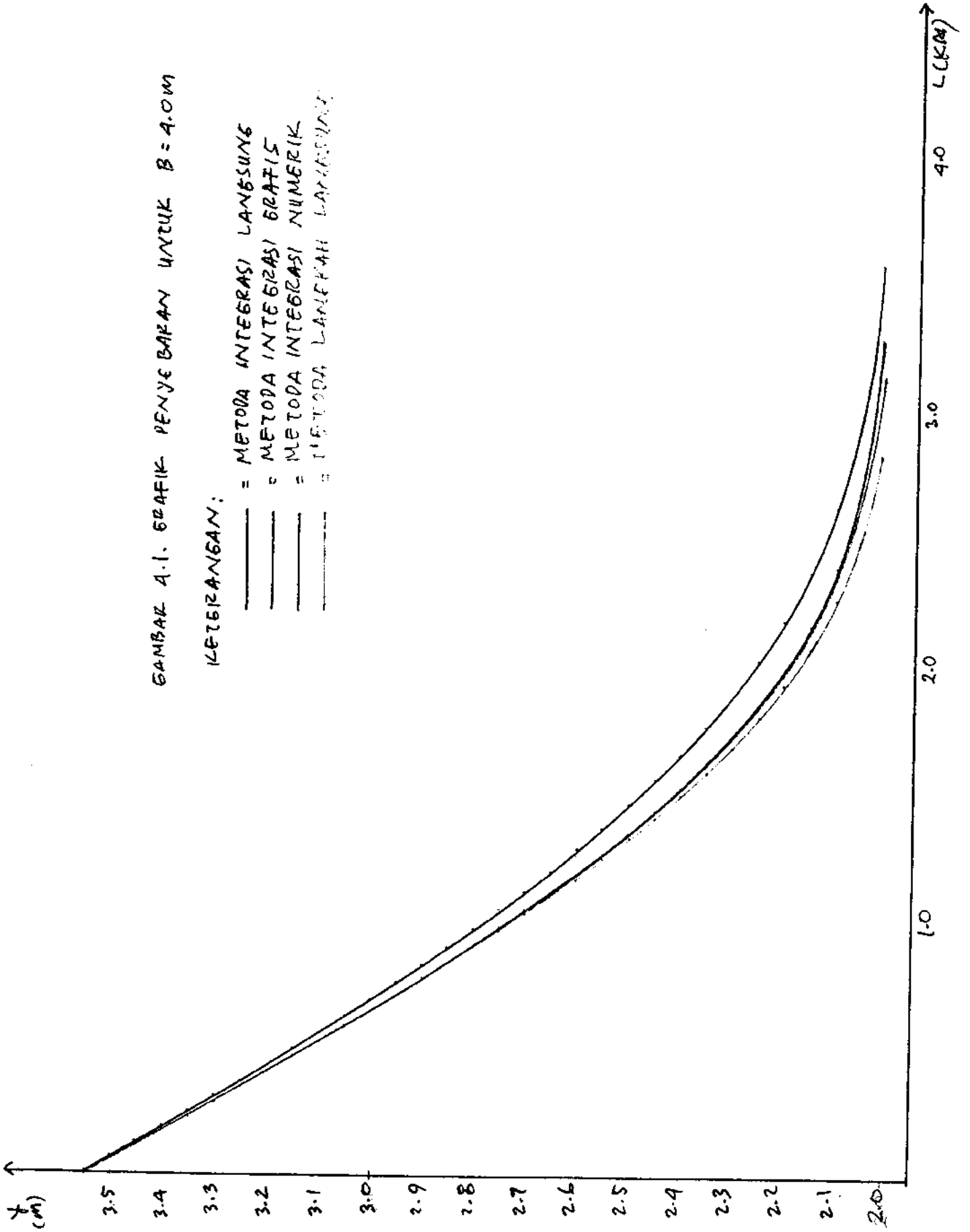
Keterangan

- Y = Kedalaman air tiap - tiap stasiun (1)
- MIG = Metoda Integrasi Grafis (2)
- MIN = Metoda Integrasi Numerik (3)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Integrasi Numerik (4)
- MLL = Metoda Langkah Langsung (5)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Langkah Langsung (6)
- MIL = Metoda Integrasi Langsung (7)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Integrasi Langsung (8)

GAMBAR 4.1. GRAFIK PENYEBARAN UNTUK $B = 4.0M$

KETERANGAN:

- = METODA INTEGRASI LANGSUNG
- = METODA INTEGRASI GRAFIS
- = METODA INTEGRASI NUMERIK
- - - = METODA LANGKAH LANGKAH



a. Metoda Integrasi Numerik.

- Metoda inilah yang paling mendekati dalam hal hasil akhir (selisihnya hanya 4,6448 %).
- Titik penyebarannya yang dapat dilihat (dalam hal ini lebih besar dari 1 %), terletak pada jarak 2363,2357 m atau pada kedalaman 2,1 m.
- Semakin mendekati kedalaman normal maka prosentase kesalahannya menjadi semakin besar, yaitu dari 1,0954% , terus naik 2,20886%, sampai akhirnya sebesar 4,6446% .
- Untuk ΔY yang sama metoda ini memberikan panjang tahapan (jarak) yang lebih pendek dari pada metoda Integrasi Grafis.

b. Metoda Langkah Langsung

- Metoda ini untuk panjang total (dari bendung sampai $Y = 1.1 Y_n$) kurang akurat, dikarenakan prosentase kesalahannya sangat besar, yaitu 14,0358% .
- Titik penyebarannya dimulai dari jarak 395,8 m atau pada kedalaman 3,2 m (dalam hal ini kesalahannya lebih besar dari 1 %), tetapi masih dalam batas yang bisa diterima , sedangkan pada kedalaman yang mendekati kedalaman normal tepatnya pada $Y = 2,1$ m prosentase kesalahannya sudah mencapai 5,2695 % , sampai akhirnya untuk kedalaman ($Y_n + 1\% Y_n$) mencapai 14,0358 %

- Untuk ΔY yang sama, metoda ini memberikan panjang tahapan (jarak) yang lebih pendek dari pada metoda Integrasi Grafis.

c. Metoda Integrasi Langsung

- Metoda Bresse ini pada titik awal atau pada kedalaman ($Y = 3,5 \text{ m}$) sudah terlihat penyebarannya, yaitu sebesar $5,7867\%$, terus meningkat sampai $10,1120\%$ pada kedalaman 2.1 m , setelah itu pada titik akhir menjadi $8,6992\%$.
- Untuk ΔY yang sama Metoda Bresse ini memberikan panjang tahapan (jarak) yang lebih besar dari pada Metoda Integrasi Grafis.
- Dalam kasus seperti tersebut di atas metoda ini tidak dapat diterima.

4.3.2. Lebar dasar ($B = 10 \text{ m}$)

Untuk hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran halaman (78) sampai dengan halaman (81), setelah semua data dimasukkan ke dalam program komputer. Adapun data tersebut adalah ; $B = 10 \text{ m}$, $Y = 2 \text{ m}$, $m = 1$, $n = 0,025$,
 $M = 1,3$, $p = 2,5 \text{ m}$, $I_o = 0,001$, $a = 1$

Setelah itu dibuat tabel dari semua metoda perhitungan tersebut, tetapi hanya panjang lintasannya saja yang diambil seperti yang terdapat pada tabel halaman (48),

Tabel 4.2 Prosentase kesalahan untuk B = 10,0 m dengan Metoda Integrasi Grafis sebagai pembanding

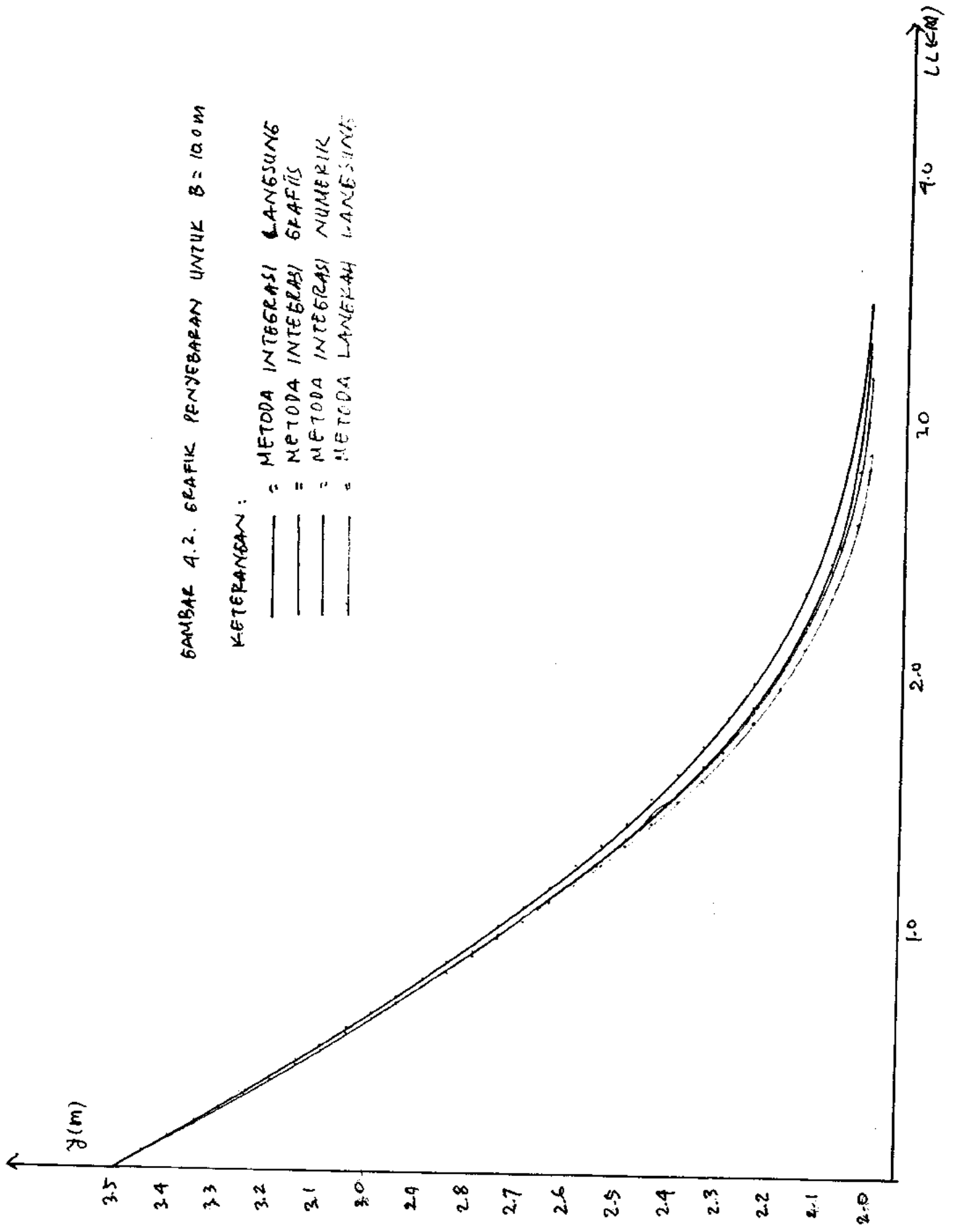
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Y	MIG	MIN	‡	MLL	‡	MIL	‡
3,4900							
3,4400	57,3882	57,1065	0,4909	56,9000	0,8507	59,4584	-3,6074
3,3900	115,2321	114,6603	0,4962	114,1000	0,9825	119,4457	-3,6566
3,3400	173,5715	172,7007	0,5017	171,9000	0,9630	180,0064	-3,7073
3,2900	232,4510	231,2721	0,5072	230,1000	1,0114	241,1904	-3,7597
3,2400	291,9207	290,4242	0,5126	288,9000	1,0348	303,0537	-3,8137
3,1900	352,0374	350,2134	0,5181	348,3000	1,0616	365,6594	-3,8695
3,1400	412,8653	410,7034	0,5236	408,4000	1,0815	429,0792	-3,9272
3,0900	474,4776	471,9671	0,5291	469,2000	1,1123	493,3945	-3,9869
3,0400	536,9581	534,0878	0,5345	530,8000	1,1468	558,6988	-4,0489
2,9900	600,4038	597,1619	0,5400	593,3000	1,1832	625,0994	-4,1132
2,9400	664,9267	661,3008	0,5453	656,8000	1,2222	692,7210	-4,1801
2,8900	730,6580	726,6349	0,5506	721,4000	1,2671	761,7088	-4,2497
2,8400	797,7519	793,3179	0,5558	787,3000	1,3102	832,2340	-4,3224
2,7900	866,3917	861,5320	0,5609	854,6000	1,3610	904,4995	-4,3984
2,7400	936,7975	931,4961	0,5659	923,5000	1,4195	978,7486	-4,4781
2,6900	1009,2359	1003,4753	0,5708	994,2000	1,4898	1055,2762	-4,5619
2,6400	1084,0347	1077,7955	0,5756	1067,2000	1,5530	1134,4441	-4,6502
2,5900	1161,6023	1154,8625	0,5802	1142,6000	1,6359	1216,7031	-4,7435
2,5400	1242,4568	1235,1905	0,5848	1221,0000	1,7270	1302,6240	-4,8426
2,4900	1327,2686	1319,4440	0,5895	1302,9000	1,8360	1392,9443	-4,9482
2,4400	1416,9256	1408,5019	0,5945	1389,1000	1,9638	1488,6396	-5,0612
2,3900	1512,6396	1503,5602	0,6002	1480,6000	2,1181	1591,0378	-5,1829
2,3400	1616,1239	1606,3041	0,6076	1578,8000	2,3095	1702,0111	-5,3144
2,2900	1729,9163	1719,2161	0,6185	1685,7000	2,5560	1824,3204	-5,4571
2,2400	1858,0111	1846,1697	0,6373	1804,3000	2,8908	1962,2827	-5,6120
2,1900	2007,2511	1993,7052	0,6748	1939,5000	3,3753	2123,2146	-5,7772
2,1400	2190,9441	2172,1992	0,8556	2100,0000	4,1509	2321,0676	-5,9392
2,0900	2441,1938	2415,7366	1,0428	2303,5000	5,6404	2588,0885	-6,0173
2,0400	2883,1105	2808,1447	2,6002	2596,0000	9,9584	3034,2962	-5,2438
2,0200	3328,2847	3194,6842	4,0141	2878,8000	13,5050	3480,0580	-4,5601

Keterangan

- Y = Kedalaman muka air tiap - tiap stasiun (1)
- MIG = Metoda Integrasi Grafis (2)
- MIN = Metoda Integrasi Numerik (3)
- ‡ = Prosentase kesalahan pada Metoda Integrasi Numerik (4)
- MLL = Metoda Langkah Langsung (5)
- ‡ = Prosentase kesalahan pada Metoda Langkah Langsung (6)
- MIL = Metoda Integrasi Langsung (7)
- ‡ = Prosentase kesalahan pada Metoda Integrasi Langsung (8)

GAMBAR 4.2. GRAFIK PENJEBARAN UNTUK B = 100 M

- KETERANGAN:
- _____ = METODA INTEGRASI LANGSUNG
 - _____ = METODA INTEGRASI GRAFIS
 - _____ = METODA INTEGRASI NUMERIK
 - _____ = METODA LANGKAH LANGKAH



serta untuk memperjelas dari mana titik penyebarannya, maka dibuatlah grafik pada halaman (49). Dari tabel beserta grafik tersebut dapat dilihat perbedaannya , yaitu : panjang lintasan total, prosentase kesalahan serta titik permulaan penyebaran.

Adapun pembahasannya adalah sebagai berikut :

a. Metoda Integrasi Numerik

- Untuk lebar dasar 10,0 m ini prosentase kesalahannya dari titik kontrol ($Y = 3,49$ m) sampai dengan kedalaman ($Y = 2,14$ m) sangat kecil yaitu sebesar 0,85556 % , tetapi pada kedalaman ($Y = 2,09$ m) baru kelihatan menyebar sebesar 1,0428 % , sampai akhirnya pada kedalaman ($Y = 2,02$ m) menjadi 4,0141 % .
- Untuk ΔY yang sama Metoda ini memberikan panjang tahapan (jarak) yang lebih pendek dari pada metoda integrasi grafis.

b. Metoda Langkah Langsung

- Metoda ini mulai terlihat menyebar pada kedalaman ($Y = 3,29$ m) sebesar 1,0114 % sampai pada kedalaman ($Y = 2,14$ m) menjadi sebesar 4,1509 % .
- Pada kedalaman ($Y = 2,09$ m) prosentase kesalahan menjadi semakin besar, yaitu 5,6404 % , terus naik sampai 9,9594 % , sampai akhirnya menjadi sebesar 13,5050 % .

- Untuk ΔY yang sama metoda ini memberikan panjang tahapan (jarak) yang lebih pendek dari pada panjang tahapan pada metoda Integrasi Grafis.

c. Metoda Integrasi Langsung (Bresse)

- Pada metoda ini titik penyebarannya terlihat pada ke-
laman ($Y = 3,44 \text{ m}$) , yaitu sebesar $3,6074 \%$, terus naik
menjadi $6,0173 \%$ pada kedalaman ($Y = 2,09 \text{ m}$) , tetapi
terus menurun dari $5,2438 \%$ sampai menjadi $4,5601 \%$.
- Untuk ΔY yang sama metoda ini memberikan panjang tahapan
(jarak) yang lebih panjang dari pada panjang tahapan
(jarak) pada metoda Integrasi grafis.

4.3.3. Lebar dasar ($B = 20,0 \text{ m}$)

Pada perhitungan profil muka air dengan lebar dasar
($B = 20,0 \text{ m}$) setelah semua variabel diinputkan kedalam
program komputer, maka hasilnya akan dapat dilihat seperti
pada lampiran halaman (82) sampai dengan halaman (85)

Adapun data atau variabel yang diinputkan adalah :

$$B = 20 \text{ m}, Y_n = 2 \text{ m}, I_o = 0,001, \Delta Y = 0,05 \text{ m}, m = 1$$

$$n = 0,025, M = 1,3, p = 2,5 \text{ m}, a = 1$$

Setelah semua hasil diperoleh, maka dibuat tabel perbandi-
ngan serta grafik penyebaran seperti yang ada pada
halaman (52) dan halaman (53).

Tabel 4.3 Prosentase kesalahan untuk B = 20,0 m dengan Metoda Integrasi Grafis sebagai pembanding

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Y	MIG	MIN	%	MLL	%	MIL	%
3,4900							
3,4400	57,6814	57,4704	0,3658	57,2000	0,8346	59,4565	-3,0774
3,3900	115,8269	115,3995	0,3690	114,9000	0,8002	119,4439	-3,1228
3,3400	174,4772	173,8277	0,3723	173,0000	0,8466	180,0073	-3,1695
3,2900	233,6775	232,8002	0,3754	231,6000	0,8890	241,1969	-3,2179
3,2400	293,4791	292,3679	0,3786	290,8000	0,9129	303,0694	-3,2678
3,1900	353,9397	352,5883	0,3818	350,6000	0,9436	365,6886	-3,3195
3,1400	415,1248	413,5268	0,3849	411,1000	0,9695	429,1271	-3,3730
3,0900	477,1094	475,2579	0,3881	472,4000	0,9871	493,4671	-3,4285
3,0400	539,9792	537,8672	0,3911	534,4000	1,0332	558,8036	-3,4861
2,9900	603,8333	601,4531	0,3942	597,4000	1,0654	625,2453	-3,5460
2,9400	668,7866	666,1305	0,3972	661,4000	1,1045	692,9188	-3,6084
2,8900	734,9737	732,0332	0,4001	726,6000	1,1393	761,9720	-3,6734
2,8400	802,5533	799,3193	0,4030	793,0000	1,1904	832,5790	-3,7413
2,7900	871,7140	868,1768	0,4058	860,9000	1,2405	904,9469	-3,8124
2,7400	942,6827	938,8315	0,4085	930,5000	1,2923	979,4230	-3,8974
2,6900	1015,7350	1011,5579	0,4112	1002,0000	1,3522	1056,0123	-3,9653
2,6400	1091,2104	1086,6934	0,4139	1075,7000	1,4214	1135,3829	-4,0480
2,5900	1169,5333	1164,6601	0,4167	1151,9000	1,5077	1217,8992	-4,1355
2,5400	1251,2434	1245,9938	0,4196	1231,2000	1,6019	1304,1500	-4,2283
2,4900	1337,0416	1331,3894	0,4227	1314,2000	1,7084	1394,8988	-4,3273
2,4400	1427,8609	1421,7703	0,4266	1401,6000	1,8392	1491,1596	-4,4331
2,3900	1524,9804	1518,3988	0,4316	1494,5000	1,9987	1594,3197	-4,5469
2,3400	1630,2220	1623,0659	0,4390	1594,4000	2,1974	1706,3479	-4,6697
2,2900	1746,3070	1738,4309	0,4510	1703,4000	2,4570	1830,1720	-4,8024
2,2400	1877,5693	1868,6900	0,4729	1824,7000	2,8158	1970,4213	-4,9453
2,1900	2031,5605	2021,0379	0,5180	1963,8000	3,3354	2135,0669	-5,0949
2,1400	2223,3646	2209,4127	0,6275	2130,2000	4,1903	2339,6847	-5,2317
2,0900	2491,2456	2466,7345	0,9839	2344,1000	5,9065	2621,8693	-5,2433
2,0400	3007,8625	2907,9766	3,3208	2661,3000	11,5219	3124,5879	-3,8807
2,0200	3325,0002	3200,7277	3,7375	2890,0000	13,0827	3452,8273	-3,8444

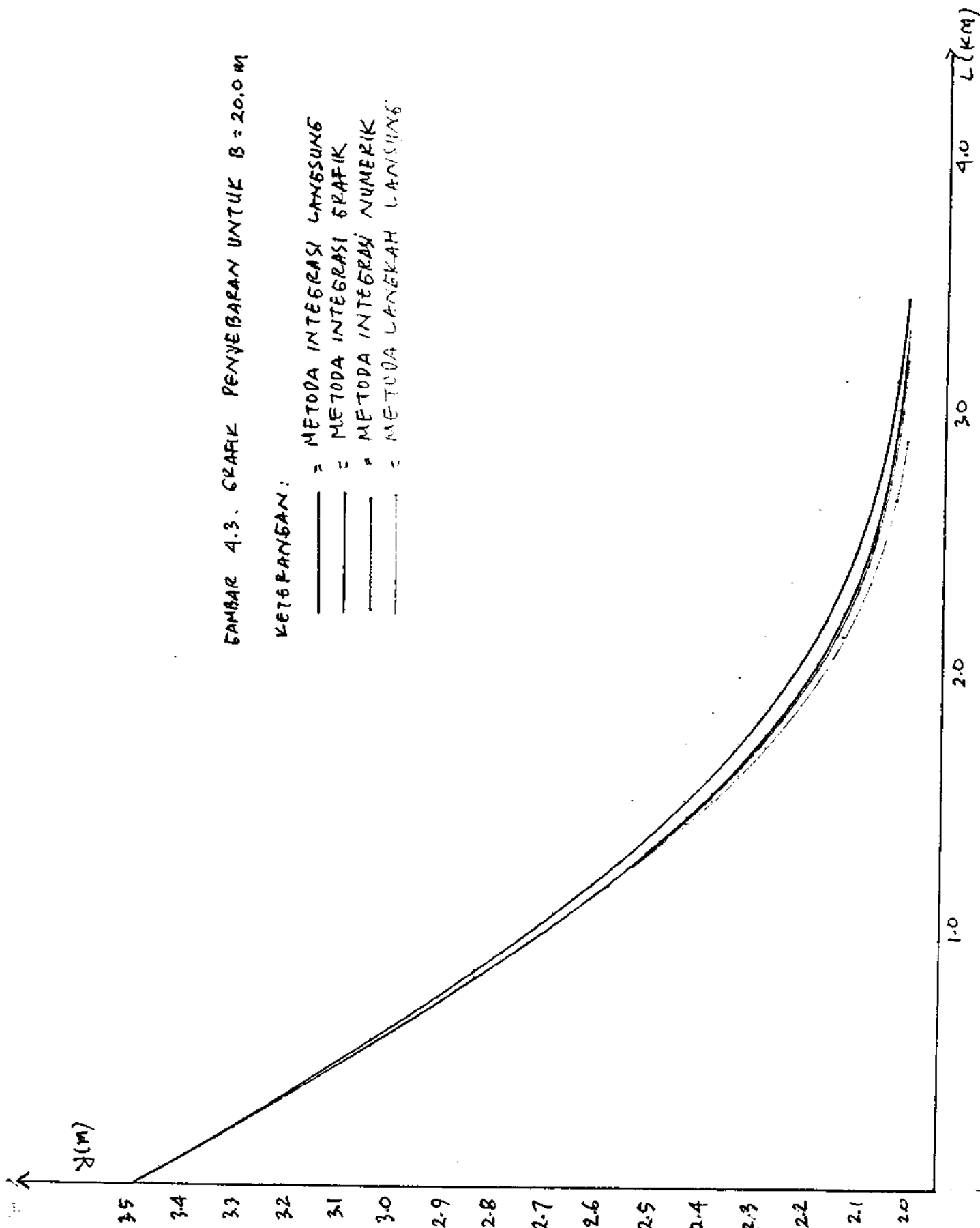
Keterangan

- Y = Kedalaman muka air tiap - tiap stasiun (1)
- MIG = Metoda Integrasi Grafis (2)
- MIN = Metoda Integrasi Numerik (3)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Integrasi Numerik (4)
- MLL = Metoda Langkah Langsung (5)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Langkah Langsung (6)
- MIL = Metoda Integrasi Langsung (7)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Integrasi Langsung (8)

GAMBAR 4.3. GRAFIK PENYEBARAN UNTUK $B = 20.0 \text{ M}$

KETERANGAN:

- = METODA INTEGRASI LANGSUNG
- = METODA INTEGRASI GRAFIK
- = METODA INTEGRASI NUMERIK
- = METODA LANGKAH LANGKAH



Dari tabel perbandingan serta grafik penyebaran dapat diketahui perbedaan - perbedaannya, yaitu :

Panjang lintasan total, prosentase kesalahan terhadap panjang lintasan dari titik kontrol ke tiap - tiap stasiun sampai ke titik stasiun paling belakang ($Y_n + 1 \% Y_n$),

serta titik permulaan penyebaran dari masing - masing metoda perhitungan.

Dengan demikian pembahasannya adalah sebagai berikut :

a. Metoda Integrasi Numerik

- Untuk ΔY yang sama metoda ini memberikan panjang tahapan (jarak) yang lebih pendek dari pada panjang tahapan pada metoda integrasi grafis, yaitu sebesar 3200,7277 m , tetapi masih dapat dipakai karena prosentase kesalahannya masih sebesar 3,7375 % .
- Titik penyebarannya dimulai dari kedalaman ($Y = 2,09$ m) yaitu sebesar 0,9839 % , terus naik 3,3208 % sampai akhirnya menjadi sebesar 3,375 % pada kedalaman ($Y = 2,02$ m).

b. Metoda Langkah Langsung

- Panjang lintasan (jarak) yang diperoleh pada metoda ini lebih pendek dari pada panjang lintasan (jarak) pada metoda integrasi grafis, untuk ΔY yang sama.
- Prosentase kesalahannya sebesar 13,0827 % pada panjang lintasan (jarak) total.

- Titik permulaan penyebaran terjadi pada kedalaman ($Y = 3,04 \text{ m}$), yaitu sebesar $1,0332 \%$, terus naik sampai $4,1903 \%$ pada kedalaman ($Y = 2,14 \text{ m}$). Berarti panjang lintasan dari titik kontrol sampai kedalaman $2,14 \text{ m}$ masih dapat dipergunakan.
- Pada kedalaman ($Y = 2,09 \text{ m}$) prosentase kesalahannya menjadi sebesar $5,9065 \%$ sampai menjadi $13,0827 \%$ pada kedalaman $2,02 \text{ m}$.

c. Metoda Integrasi Grafis (Bresse)

- Panjang lintasan (jarak) yang diperoleh pada metoda ini lebih panjang dari pada panjang lintasan (jarak) pada metoda integrasi grafis, untuk ΔY yang sama.
- Prosentase kesalahan total pada panjang lintasan totalnya sebesar $3,8444 \%$.
- Titik penyebarannya dimulai dari kedalaman $3,44 \text{ m}$, yaitu sebesar $3,0774 \%$ terus naik menjadi sebesar $5,2317 \%$ pada kedalaman $2,09 \text{ m}$, sampai akhirnya menurun menjadi $3,8444\%$ pada kedalaman $2,02 \text{ m}$.

4.3.4. Lebar dasar ($B = 30,0 \text{ m}$)

Pada perhitungan profil muka air dengan lebar dasar $30,0 \text{ m}$ seperti pada perhitungan yang terdahulu, maka setelah semua data dimasukkan ke dalam program komputer hasilnya dapat

Tabel 4.4 Prosentase kesalahan untuk B = 30,0 m dengan Metoda Integrasi Grafis sebagai pembanding

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Y	MIG	MIN	%	MLL	%	MIL	%
3,4900							
3,4400	57,6523	57,4882	0,2846	57,2000	0,7845	59,4240	-3,0731
3,3900	115,7657	115,4336	0,2869	114,9000	0,7478	119,3772	-3,1197
3,3400	174,3806	173,8763	0,2892	173,0000	0,7917	179,9046	-3,1678
3,2900	233,5420	232,8615	0,2914	231,7000	0,7887	241,0560	-3,2174
3,2400	293,3009	292,4397	0,2936	290,9000	0,8186	302,8882	-3,2688
3,1900	353,7148	352,6683	0,2959	350,7000	0,8523	365,4646	-3,3218
3,1400	414,8488	413,6124	0,2980	411,2000	0,8795	428,8576	-3,3768
3,0900	476,7776	475,3462	0,3002	472,4000	0,9182	493,1493	-3,4338
3,0400	539,5864	537,9549	0,3024	534,5000	0,9426	558,4343	-3,4930
2,9900	603,3740	601,5367	0,3045	597,5000	0,9735	624,8210	-3,5545
2,9400	668,2547	666,2059	0,3066	661,5000	1,0108	692,4357	-3,6185
2,8900	734,3626	732,0960	0,3086	726,6000	1,0571	761,4258	-3,6853
2,8400	801,8557	799,3644	0,3107	793,1000	1,0919	831,9459	-3,7526
2,7900	870,9219	868,1985	0,3127	860,9000	1,1507	904,2594	-3,8278
2,7400	941,7872	938,8233	0,3147	930,5000	1,1985	978,5572	-3,9043
2,6900	1014,7263	1011,5122	0,3167	1001,9000	1,2640	1055,1593	-3,9846
2,6400	1090,0775	1086,6020	0,3188	1075,5000	1,3373	1134,4359	-4,0693
2,5900	1168,2637	1164,5130	0,3210	1151,7000	1,4178	1216,8492	-4,1588
2,5400	1249,8229	1245,7797	0,3235	1231,0000	1,5060	1302,9867	-4,2537
2,4900	1335,4541	1331,0950	0,3264	1313,9000	1,6140	1393,6100	-4,3548
2,4400	1426,0874	1421,3796	0,3301	1401,2000	1,7452	1489,7309	-4,4628
2,3900	1522,9989	1517,8931	0,3352	1494,0000	1,9041	1592,7339	-4,5788
2,3400	1628,0060	1622,4220	0,3430	1593,7000	2,1072	1704,5846	-4,7038
2,2900	1743,8247	1737,6206	0,3558	1702,5000	2,3698	1828,2059	-4,8389
2,2400	1874,7821	1867,6785	0,3789	1823,7000	2,7247	1968,2222	-4,9841
2,1900	2028,4222	2019,7829	0,4259	1962,5000	3,2499	2132,5999	-5,1359
2,1400	2219,8275	2207,8688	0,5387	2128,6000	4,1097	2336,9180	-5,2748
2,0900	2487,3260	2464,8950	0,9018	2342,2000	5,8346	2618,8353	-5,2872
2,0400	3004,8028	2906,3357	3,2770	2659,0000	11,5083	3122,1253	-3,9045
2,0200	3316,3204	3194,4910	3,6736	2884,8000	13,0120	3445,1434	-3,8845

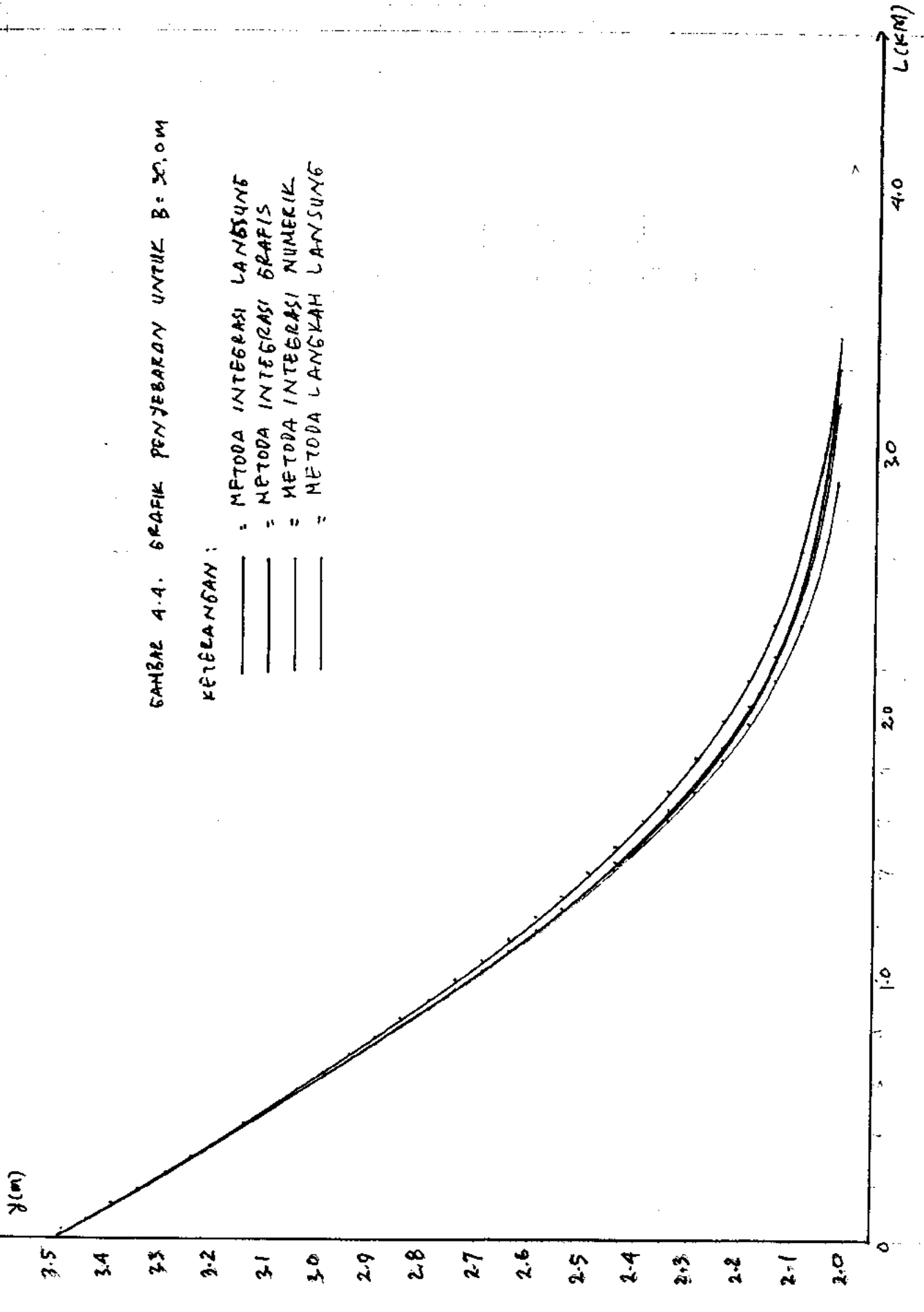
Keterangan

- Y = Kedalaman muka air tiap - tiap stasiun (1)
- MIG = Metoda Integrasi Grafis (2)
- MIN = Metoda Integrasi Numerik (3)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Integrasi Numerik (4)
- MLL = Metoda Langkah Langsung (5)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Langkah Langsung (6)
- MIL = Metoda Integrasi Langsung (7)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Integrasi Langsung (8)

GAMBAR 4.4. GRAFIK PENYEBARAN UNTUK $B = 30,0 \text{ M}$

KETERANGAN :

- _____ = METODA INTEGRASI LANGSUNG
- _____ = METODA INTEGRASI GRAFIS
- _____ = METODA INTEGRASI NUMERIK
- _____ = METODA LANGKAH LANGSUNG



dilihat seperti yang terdapat pada lampiran halaman (86) sampai dengan halaman (89). Adapun data yang diinputkan tersebut adalah :

$$B = 30 \text{ m}, Y_n = 2,0\text{m}, \Delta Y = 0,05 \text{ m}, I_o = 0,001, m = 1$$

$$n = 0,025, M = 1,3, p = 2,5 \text{ m}, a = 1$$

Dari hasil yang terdapat pada lampiran seperti tersebut di atas, maka dibuat tabel perbandingan seperti yang terdapat pada halaman (56) serta grafik penyebaran pada halaman (57).

Dengan melihat pada tabel serta grafik, maka dapat dibuat pembahasan, seperti berikut ini ;

a. Metoda Integrasi Numerik

- Panjang lintasan (jarak) yang diperoleh metoda ini lebih pendek dari pada panjang lintasan (jarak) pada metoda integrasi grafis, untuk ΔY yang sama.
- Prosentase kesalahan panjang lintasan total sebesar 3,6736 % .
- Titik penyebarannya dimulai dari kedalaman 2,09 m, yaitu sebesar 0,9018 % ,terus 3,277 % , sampai akhirnya pada kedalaman 2,02 m menjadi sebesar 3,6736 % .

b. Metoda Langkah Langsung

- Untuk ΔY yang sama Metoda ini memberikan panjang tahapan (

jarak) yang lebih pendek dari pada panjang tahapan (jarak) pada metoda Integrasi Grafis.

- Prosentase kesalahan panjang lintasan total sebesar 13,012 % .
- Titik penyebarannya dimulai dari kedalaman 2,99 m yaitu sebesar 0,9735 % ,terus naik sampai menjadi sebesar 4,1097 % , tetapi masih relevan untuk dipakai.
- Pada kedalaman 2,09 m prosentase kesalahannya sudah sebesar 5,8346 % sampai akhirnya pada kedalaman 2,02 m menjadi 13,012 % .

c. Metoda Integrasi Langsung (Bresse)

- Untuk ΔY yang sama metoda ini emberikan panjang tahapan (jarak) yang lebih panjang dari pada panjang tahapan (jarak) pada metoda Integrasi Grafis.
- Prosentase kesalahan panjang lintasan total sebesar 3,8845 % .
- Titik penyebarannya dimulai dari kedalaman awal yaitu pada $Y = 3,44$ m sebesar 3,0731 % terus naik sampai menjadi 5,2872 % pada kedalaman 2,14 m, setelah itu terus menurun sampai sebesar 3,8845 % pada kedalaman 2,02 m.

4.3.5. Lebar dasar ($B = 40,0$ m)

Pada perhitungan profil muka air dengan lebar dasar 40,0 m

Tabel 4.5 Prosentase kesalahan untuk B = 40,0 m dengan Metoda Integrasi Grafis sebagai pembanding

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Y	MIG	MIN	%	MLL	%	MIL	%
3,4900							
3,4400	57,1765	57,1757	0,0014	56,9000	0,4836	59,2882	-3,6933
3,3900	114,7934	114,7917	0,0015	114,2000	0,5169	119,0966	-3,7486
3,3400	172,8893	172,8866	0,0016	172,0000	0,5144	179,4692	-3,8058
3,2900	231,5079	231,5038	0,0018	230,3000	0,5218	240,4552	-3,8648
3,2400	290,6979	290,6924	0,0019	289,1000	0,5497	302,1096	-3,9256
3,1900	350,5148	350,5075	0,0021	348,6000	0,5463	364,4949	-3,9884
3,1400	411,0213	411,0118	0,0023	408,6000	0,5891	427,6818	-4,0534
3,0900	472,2891	472,2770	0,0026	469,4000	0,6117	491,7506	-4,1207
3,0400	534,4002	534,3849	0,0029	531,0000	0,6363	556,7936	-4,1904
2,9900	597,4495	597,4304	0,0032	593,5000	0,6611	622,9169	-4,2627
2,9400	661,5471	661,5231	0,0036	656,9000	0,7025	690,2436	-4,3378
2,8900	726,8216	726,7917	0,0041	721,4000	0,7459	758,9175	-4,4159
2,8400	793,4248	793,3874	0,0047	787,2000	0,7845	829,1078	-4,4973
2,7900	861,5370	861,4902	0,0054	854,4000	0,8284	901,0155	-4,5823
2,7400	931,3749	931,3159	0,0063	923,1000	0,8885	974,8815	-4,6712
2,6900	1003,2016	1003,1268	0,0075	993,7000	0,9471	1050,9981	-4,7644
2,6400	1077,3408	1077,2450	0,0089	1066,4000	1,0155	1129,7246	-4,8623
2,5900	1154,1966	1154,0726	0,0107	1141,6000	1,0914	1211,5086	-4,9655
2,5400	1234,2821	1234,1196	0,0132	1219,7000	1,1814	1296,9178	-5,0747
2,4900	1318,2627	1318,0458	0,0165	1301,2000	1,2943	1386,6868	-5,1905
2,4400	1407,0214	1406,7258	0,0210	1387,0000	1,4230	1481,7890	-5,3139
2,3900	1501,7659	1501,3524	0,0275	1478,1000	1,5759	1583,5519	-5,4460
2,3400	1604,2094	1603,6107	0,0373	1575,7000	1,7772	1693,8524	-5,5880
2,2900	1716,8981	1715,9915	0,0528	1682,0000	2,0326	1815,4673	-5,7411
2,2400	1843,8596	1842,3995	0,0792	1799,9000	2,3841	1952,7585	-5,9060
2,1900	1992,0411	1989,4689	0,1291	1934,5000	2,8885	2113,1655	-6,0804
2,1400	2175,1002	2169,8745	0,2403	2094,5000	3,7056	2311,0149	-6,2487
2,0900	2426,6464	2412,8445	0,5688	2298,1000	5,2973	2579,9926	-6,3193
2,0400	2885,1666	2815,1643	2,4263	2593,6000	10,1057	3039,9364	-5,3643
2,0200	3269,7167	3158,0127	3,4163	2850,6000	12,8181	3433,0868	-4,9965

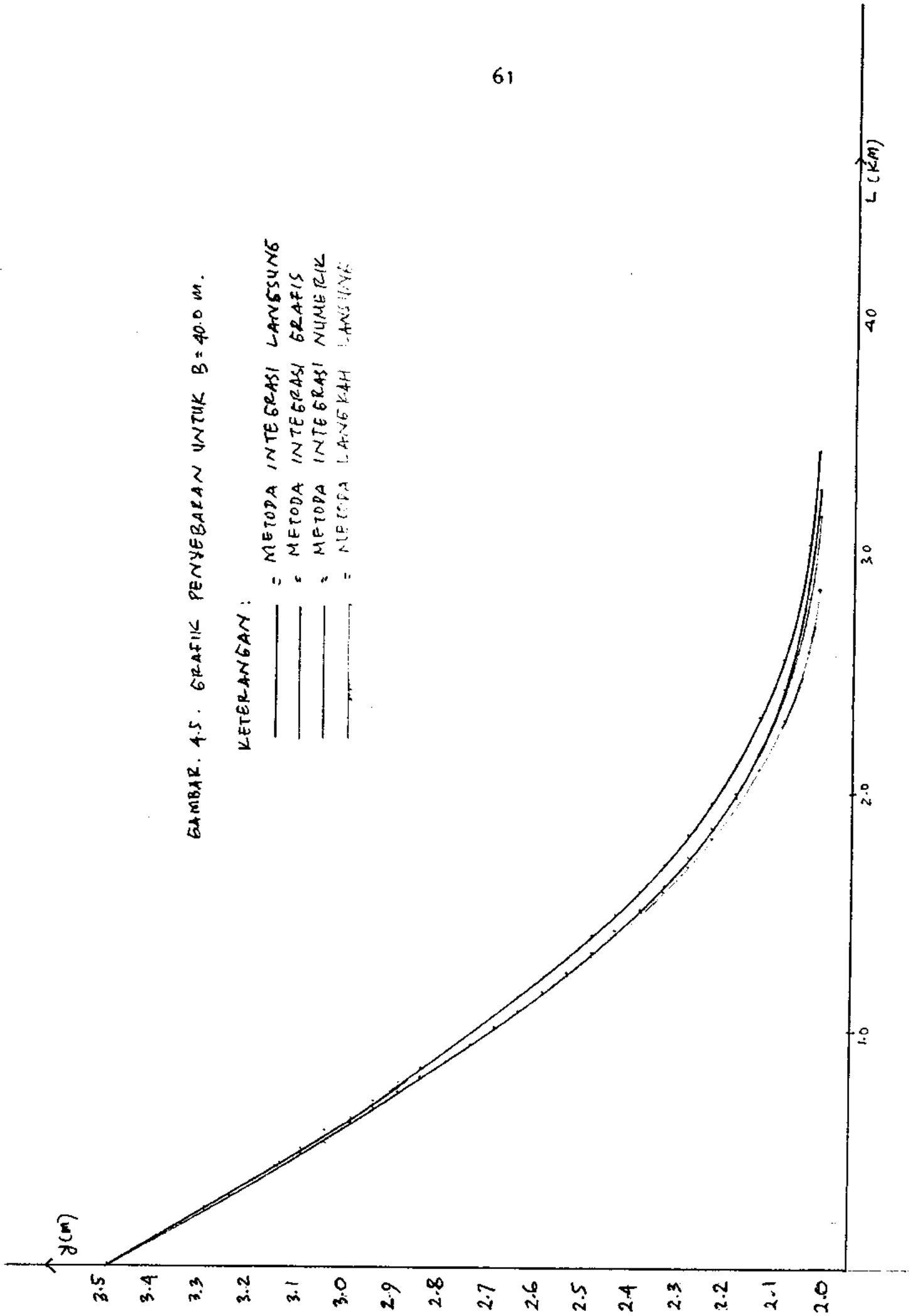
Keterangan

- Y = Kedalaman muka air tiap - tiap stasiun (1)
- MIG = Metoda Integrasi Grafis (2)
- MIN = Metoda Integrasi Numerik (3)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Integrasi Numerik (4)
- MLL = Metoda Langkah Langsung (5)
- % = Prosentase Kesalahan pada Metoda Langkah Langsung (6)
- MIL = Metoda Integrasi Langsung (7)
- % = Prosentase kesalahan pada Metoda Integrasi Langsung (8)

GAMBAR. 4.5. GRAFIK PENYEBARAN UNTUK $B = 40.0 \text{ m}$.

KETERANGAN :

- = METODA INTEGRASI LANGSUNG
- - - = METODA INTEGRASI GRAFIS
- · · = METODA INTEGRASI NUMERIK
- · · = METODA LANGKAH LANGKAH



ini ada perbedaannya, yaitu koefisien gesekan tebing diabaikan ($m = 0$), sehingga saluran dianggap berbentuk empat persegi panjang. Berhubung $Y_n = 2,00$ m serta $B = 40,0$ m maka masuk kedalam kriteria aliran plat, karena $B \geq 20Y_n$.

Adapun dataynag diinputkan adalah sebagai berikut :

$B = 40$ m , $Y_n = 2,0$ m , $\Delta Y = 0,05$ m , $m = 0$, $n = 0,025$,

$M = 1,3$, $p = 2,5$ m , $a = 1$

Setelah didapatkan hasil seperti yang ada pada lampiran halaman (90) sampai dengan halaman (93), maka dapat dibuat tabel perbandingan serta grafik penyebarannya seperti yang ada pada halaman (60) dan halaman (61).

Dengan adanya tabel serta grafik tersebut , maka pembahasannya adalah sebagai berikut :

a. Metoda Integrasi Numerik

- Untuk ΔY yang sama metoda ini memberikan panjang tahapan (jarak) yang lebih pendek dari pada panjang tahapan (jarak) pada metoda Integrasi Grafis.
- Prosentase kesalahan panjang lintasan total sebesar 3,4163 % .
- Titik penyebarannya dimulai pada kedalaman 2,04 m atau dekati kedalaman kedalaman normal, yaitu sebesar 2,4263 % sampai pada kedalaman 2,02 m atau 1% di depan kedalaman normal menjadi sebesar 3,4163 % .

b. Metoda Langkah Langsung

- Untuk ΔY yang sama metoda ini memberikan panjang tahapan (jarak) yang lebih pendek dari pada panjang tahapan (jarak) pada metoda Integrasi Grafis.
- Prosentase kesalahan panjang lintasan total sebesar 12,8181 % .
- Titik penyebarannya dimulai dari kedalaman 2,69 m , yaitu sebesar 0,9471 % terus naik sampai sebesar 3,7056 % pada kedalaman 2,14 m, tetapi masih bisa diterima , sedangkan penyebaran yang lebih dari 5 % terjadi pada kedalaman 2,09 m, sebesar 5,2973 % sampai akhirnya menjadi 12,8181 % pada kedalaman 2,02 m.

c. Metoda Integrasi Langsung (Bresse)

- Untuk ΔY yang sama metoda ini memberikan panjang tahapan (jarak) yang lebih panjang dari pada panjang tahapan (jarak) pada metoda Integrasi Grafis.
- Prosentase kesalahan panjang lintasan total sebesar 4,9965 % .
- Titik penyebarannya dimulai pada kedalaman 3,44 m, yaitu sebesar 3,6933 % terus naik sampai menjadi 6,3193 % pada kedalaman 2,09 m, tetapi terus menurun pada kedalaman mendekati Y_n , yaitu pada $Y = 2,02$ m sebesar 4,9965 % .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Setelah melihat hasil - hasil seperti yang ada pada Bab IV, maka penyusun dapat membuat kesimpulan seperti berikut ini :

1. Dalam kasus ini Metoda Integrasi Numeriklah yang paling mendekati dalam hal ketepatannya (prosentase kesalahan panjang lintasan total dari semua kasus dibawah 5 %)
2. Untuk kedalaman dekat bendung prosentase kesalahannya kurang dari 1% , artinya untuk kedalaman tersebut Metoda Integrasi Numerik tidak ada kelainan dengan Metoda Integrasi Grafis dengan kata lain sangat sempurna.
3. Metoda Integrasi Numerik merupakan metoda yang paling akurat, tetapi cara penyelesaiannya harus menggunakan program komputer, dengan kata lain kurang sederhana.
4. Untuk kasus $B=4.0$ m metoda Integrasi Langsung tidak dapat diterima, sedangkan untuk kasus B (= 10.0 m, 20.0 m, 30.0 m, 40.0 m) metoda Bresse ini dapat diterima.
6. Dalam kasus yang penyusun ketengahkan Metoda Langkah Langsung ini tidak dapat diterima.
7. Apabila di dalam satu saluran akan dibangun beberapa bendung, maka akan terlalu boros karena panjang lintasan total yang diperoleh metoda Langkah Langsung lebih pendek dari



pada panjang lintasan total dari Metoda Integrasi Grafis ($\pm 400,00$ m), sehingga seharusnya hanya dibangun 2 buah bendung akan menjadi 3 buah bendung.

8. Apabila dibangun tebing penahan banjir, maka jaraknya tidak akan mencukupi, sehingga akan membahayakan daerah sepanjang saluran tersebut.

9. Untuk kedalaman antara titik kontrol sampai dengan

$Y = Y_n + 5\% Y_n$ metoda Langkah Langsung masih dapat diterima.

5.2. Saran

1. Dalam kasus yang penyusun ketengahkan ini metoda yang paling baik untuk dipergunakan adalah Metoda Integrasi Numerik.

2. Untuk lebar saluran yang lebar dasarnya sama dengan 10 m Metoda Integrasi Langsung dapat dipergunakan dengan sarat dikurangi sekitar (3,5 % - 5 %).

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Triatmodjo, 1993, Hidraulika II, Beta Offset, Yogyakarta
Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada, 1982, Hidrolika Open Channel Flow

F.M. Henderson, 1966, Open Channel Flow, MacMillan Publishing
Co. INC, New York

Frank M White, Liek Wilarjo, 1986, Mekanika Zahir, Erlangga, Jakarta
Ismar Group, _____, Pengairan III, CV Yustadi, Yogyakarta

K G Ranga Raju, Yan Piter Pangaribuan, 1986, Aliran Melalui Saluran
Terbuka, Erlangga, Jakarta

Ven Te Chow, Suyatman, VFX Kristanto Sugiharto, EV Nensi Rosalina,
1985, Hidrolika Saluran Terbuka, Erlangga, Jakarta

Victor L Streeter, E Benjamin Wylie, Arko Prijono, 1988,
Mekanika Fluida, Erlangga, Jakarta