TUGAS AKHIR

VERIFIKASI EKSPERIMENTAL HASIL HITUNGAN *BACKWATER* DENGAN METODE INTEGRASI GRAFIS DAN METODE BRESSE

Disusun oleh :

Nama : Abdul Muin
No. Mhs. : 84 310 278
NIRM : 844330271

Nama : Muhammad Munib
No. Mhs. : 90 310 126
NIRM : 900051013114120176

PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONSIA
YOGYAKARTA

1999

TUGAS AKHIR

VERIFIKASI EKSPERIMENTAL HASIL HITUNGAN *BACKWATER* DENGAN METODE INTEGRASI GRAFIS DAN METODE BRESSE

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

Disusun oleh :

Nama : Abdul Muin
No. Mhs. : 84 310 278
NIRM : 844330271

Nama : Muhammad Munib
No. Mhs. : 90 310 126
NIRM : 900051013114120176

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONSIA
YOGYAKARTA
1999

TUGAS AKHIR

VERIFIKASI EKSPERIMENTAL HASIL HITUNGAN *BACKWATER* DENGAN METODE INTEGRASI GRAFIS DAN METODE BRESSE

Disusun oleh :

Nama	:	Abdul Muin
No. Mhs.	:	84 310 278
NIRM	:	844330271

Nama	:	Muhammad Munib
No. Mhs.	:	90 310 126
NIRM	:	900051013114120176

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. L.L.Makrub. M.T.
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 26 - 11 - 99

Ir. Endang Tantrawati. M.T.
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 25 - 11 - 99

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiem.

Alhamdulillah, segala puji kami panjatkan kehadirtat Allah yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya berupa kekuatan, ketabahan, dan kesabaran sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Peniulis memilih topik perivikasi hitungan profil muka air balik (*backwater*) antara metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium, adalah untuk memahami antara kedua metode tersebut pada kondisi tertentu yang memberikan hasil yang paling akurat.

Dengan demikian diperoleh masukan berharga dari perancang bangunan air dalam menjawab persoalan yang ada di lapangan. Namun karena keterbatasan pengetahuan penulis, suadah barang tentu masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, sehingga perlu mendapat komentar serta kritik yang bersifat membangun. Bagian-bagian lain yang belum tersentuh dalam penulisan tugas akhir ini bisa menjadi bahan penulisan selanjutnya, sehingga dicapai pengetahuan yang lebih mendalam berkenaan dengan profil muka air.

Penulisan tugas akhir ini juga untuk memenuhi persyaratan tingkat akademis kesarjanaan pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Penulis berharap semoga karya yang tidak seberapa ini dapat bermamfaat pada sesama mahasiswa umumnya serta penulis sendiri khususnya. Namun dapat terwujudnya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dorongan dan jerih payah bebrapa pihak. Sebagai ungkapan terimakasih melalui

halaman ini penulis menghaturkan terimakasih yang sangat dalam kepada yang terhormat:

1. Bapak Ir. Widodo. MSCE, Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Tadjuddin, BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Lalu Makrup, MT, selaku dosen pembimbing I.
4. Ibu Ir. Endang Tantrawati, MT, selaku dosen pembimbing II
5. Kedua orang tua yang telah memberikan dorongan berupa materil dan spirituil.
6. Kakak dan adik-adik di kampung atas semua pengorbanannya.
7. Sdri. Anjariani yang telah memberikan semangat dan dorongan kepada penulis (Muhammad Munib).
8. Semua pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu-persatu.

Semoga Allah melimpahkan rahmatNya kepada kita semua. Amin

September, 1999

Penulis

MOTTO

"Dan berpeganglah kamu semuanya kepada tali (Agama) Allah, dan janganlah kamu bercerai berai" (Q.S. Ali Imran, 103)

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

MOTTO v

DAFTAR ISI vi

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR TABEL xi

DAFTAR LAMPIRAN xiv

INTI SARI xv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Tujuan Penelitian 2

1.3. Keaslian Studi 3

1.4. Manfaat Penelitian 3

1.5. Batasan Masalah 4

1.6. Metode Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 6

A. Tinjauan Pustaka 6

2.1. Anggapan Dasar Aliran Berubah Lambat Laun 6

2.2. Lengkung Permukaan Aliran 6

2.3. Kedalaman Aliran 9

B. Landasan Teori 9

2.4. Pengertian Saluran Terbuka 9

2.5. Klasifikasi Aliran 12

2.6. Analisis Aliran Permanen Berubah Lambat Laun 14

2.7. Profil Muka Air 20

2.8. Back Water 24

2.9. Metode-metode Perhitungan Profil Muka Air 27

2.9.1. Metode Integrasi Grafis 27

2.9.2. Metode Bresse 29

2.10. **Skala Model** 33

BAB III JALANNYA PENELITIAN 36

3.1. Umum 36

3.2. Peralatan yang Digunakan 36

3.3. Cara Penelitian 39

3.4. Hasil Percobaan 40

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN 48

4.1. Umum 48

4.2. Variabel-variabel Penelitian 48

4.3. Tujuan Perhitungan Profil Muka Air 52

4.4. Metode Perbandingan 53

4.5. Hasil-hasil Perhitungan dan Pembahasan 53

4.5.1. Percobaan I^A 53

4.5.2. Percobaan II^A 57

4.5.3. Percobaan III^A 61

4.5.4. Percobaan I^B 65

4.5.5. Percobaan II^B 69

4.5.6. Percobaan III^B 73

4.5.7. Percobaan I^C 77

4.5.8. Percobaan II^C 81

4.5.9. Percobaan III^C 85

4.5.10. Percobaan I^D 89

4.5.11. Percobaan II^D 93

4.5.12. Percobaan III^D 97

4.5.13. Percobaan I^E 101

4.5.14. Percobaan II^E 105

4.5.15. Percobaan III^E 109

4.6. Pembahasan.....113

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 115

5.1. Kesimpulan 115

5.2. Saran 116

DAFTAR PUSTAKA 117

LAMPIRAN 118

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Contoh-contoh Profil Aliran 8

Gambar 2.2. Perbedaan Antara Aliran Saluran Terbuka dan Aliran Saluran Tertutup 10

Gambar 2.3. Sketsa Aliran Berubah Lambat Laun 16

Gambar 2.4 Profil Aliran Kurva M 22

Gambar 2.5. Profil Aliran Kurva S 22

Gambar 2.6. Profil Aliran Kurva C 23

Gambar 2.7. Profil Aliran Kurva H 23

Gambar 2.8. Profil Aliran Kurva A 24

Gambar 2.9. Tampng Saluran 24

Gambar 3.1 Saluran multi guna 37

Gambar 3.2 Bendung type ogee 37

Gambar 3.3 Alat ukur debit volumetrik 37

Gambar 3.4 Gambar stop wacth 38

Gambar 3.5 Point gauge 38

Gambar 3.6 Penggaris 38

Gambar 4.1. Profil Back Water 48

Gambar 4.2. Grafik Penyebaran Percobaan I^A 56

Gambar 4.3. Grafik Penyebaran Percobaan II^A 60

Gambar 4.4. Grafik Penyebaran Percobaan III^A 64

Gambar 4.5. Grafik Penyebaran Percobaan I^B 68

Gambar 4.6. Grafik Penyebaran Percobaan II^B 72

Gambar 4.7. Grafik Penyebaran Percobaan III^B 76

Gambar 4.8. Grafik Penyebaran Percobaan I^C 80

Gambar 4.9. Grafik Penyebaran Percobaan II^C 84

Gambar 4.10. Grafik Penyebaran Percobaan III^C 88

Gambar 4.11. Grafik Penyebaran Percobaan I^D 92

Gambar 4.12. Grafik Penyebaran Percobaan II^D 96

Gambar 4.13. Grafik Penyebaran Percobaan III^D 100

Gambar 4.14. Grafik Penyebaran Percobaan I^E 104

Gambar 4.15. Grafik Penyebaran Percobaan II^E 108

Gambar 4.16. Grafik Penyebaran Percobaan III^E 112

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1.Harga Ψ untuk Saluran Lebar Sekali 32

Tabel 3.1.Pengamatan Profil Muka Air I^A 40

Tabel 3.2.Pengamatan Profil Muka Air II^A 40

Tabel 3.3.Pengamatan Profil Muka Air III^A 41

Tabel 3.4.Pengamatan Profil Muka Air I^B 41

Tabel 3.5.Pengamatan Profil Muka Air II^B 42

Tabel 3.6.Pengamatan Profil Muka Air III^B 42

Tabel 3.7.Pengamatan Profil Muka Air I^C 43

Tabel 3.8.Pengamatan Profil Muka Air II^C 43

Tabel 3.9.Pengamatan Profil Muka Air III^C 44

Tabel 3.10.Pengamatan Profil Muka Air I^D 44

Tabel 3.11.Pengamatan Profil Muka Air II^D 45

Tabel 3.12.Pengamatan Profil Muka Air III^D 45

Tabel 3.13.Pengamatan Profil Muka Air I^E 46

Tabel 3.14.Pengamatan Profil Muka Air II^E 46

Tabel 3.15.Pengamatan Profil Muka Air III^E 47

Tabel 4.1.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan I^A 55

Tabel 4.2.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan II^A 59

Tabel 4.3.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan III^A 63

Tabel 4.4.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan I^B 67

Tabel 4.5.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan II^B 71

Tabel 4.6.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan III^B 75

Tabel 4.7.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan I^C 79

Tabel 4.8.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan II^C 84

Tabel 4.9.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan III^C 87

Tabel 4.10.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan I^D 91

Tabel 4.11.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan II^D 95

Tabel 4.12.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan III^D 99

Tabel 4.13.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan I^E 103

Tabel 4.14.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan II^E 107

Tabel 4.15.Prosentase Penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse Dengan Pengamatan Laboratorium Sebagai Pembanding pada Percobaan III^E 111

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

1. Hasil-hasil Percobaan 1
2. Hasil Hitungan dengan Metode Integrasi Grafis 16
3. Hasil Hitungan dengan Metode Bresse 31
4. Program Perhitungan Metode Integrasi Grafis.....46
5. Program Perhitungan Metode Bresse.....62

INTI SARI

Saluran terbuka baik saluran alam maupun saluran buatan merupakan sarana pengaliran air yang sangat penting. Oleh karena itu, ilmu hidrolika saluran terbuka merupakan dasar perencanaan berbagai bangunan air, diantaranya analisis profil muka air balik akibat pembendungan.

Analisis profil muka air adalah suatu prosedur yang digunakan untuk memperkirakan bentuk umum dari profil aliran berubah lambat laun. Profil muka air merupakan lengkung permukaan aliran. Apabila kedalaman air bertambah kearah aliran disebut air balik ("backwater").

Tujuan utama yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan dengan hasil yang didapat dari perhitungan secara teoritis khususnya dengan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse.

Metode Integrasi Grafis mengetengahkan suatu cara penyelesaian perhitungan profil muka air dengan pendekatan secara grafis. Sedangkan Metode Bresse dipakai untuk saluran sangat lebar.

Dengan membuat kesebangun hidrolis antara model dilaboratorium dengan prototip di lapangan, maka kondisi nyata yang terjadi di lapangan bisa diketahui.

Hasil hitungan antara Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse setelah dibandingkan dengan pengamatan laboratorium, ternyata Metode Bresse memberikan hasil yang persentase kesalahan lebih kecil dari Metode Integrasi Grafis. Hal ini disbabkan karena saluran yang ada di laboratorium mempunyai koefisien kekasaran Manning yang relatif kecil.

Kata kunci: Verifikasi, Backwater, Metode Integrasi Grafis, Metode Bresse

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saluran terbuka baik berupa saluran alam maupun saluran buatan merupakan sarana pengaliran air yang sangat penting, misalnya saluran irigasi, saluran drainase, dan pengendalian banjir. Oleh karena itu, ilmu hidraulika saluran terbuka yang merupakan dasar perencanaan berbagai bangunan air akan menjadi sangat penting, di antaranya analisis profil muka air yang terjadi akibat adanya pembendungan.

Analisis profil muka air adalah suatu prosedur yang digunakan untuk memperkirakan bentuk umum dari profil aliran berubah lambat laun. Permasalahan dalam perhitungan lengkung permukaan aliran berubah lambat laun adalah bagaimana menentukan spesifikasi dari kedalaman aliran dengan benar. Diharapkan dengan menganalisis profil muka air dapat diketahui bentuk lengkung aliran yang terjadi akibat adanya pembendungan, dan sejauh mana pengaruhnya ke arah hulu.

Untuk menghitung kedalaman aliran (profil muka air) dapat dipergunakan beberapa metode perhitungan seperti:

1. Metode Integrasi Grafis
2. Metode Integrasi Langsung
3. Metode Bresse
4. Cara Tahapan Langsung

5. Cara Tahapan Standar

Metode-metode tersebut di atas mempunyai beberapa persamaan dan beberapa perbedaan antara yang satu dengan yang lainnya. Di antara persamaannya adalah dipakai untuk perhitungan profil muka air pada aliran berubah lambat laun. Sedangkan perbedaannya adalah pada kondisi aliran tertentu tidak semua metode dapat memberikan hasil yang akurat. Dengan adanya kondisi seperti ini maka pengamatan di laboratorium sangat penting artinya untuk membandingkan hasil dari beberapa metode tersebut di atas. Namun dalam **tugas akhir** ini hanya terbatas pada Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse saja.

1.2 Tujuan Penelitian

Perhitungan lengkung aliran berubah lambat laun pada dasarnya merupakan penyelesaian persamaan dinamis dari aliran berubah lambat laun. Demikian halnya dengan perhitungan profil muka air dengan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse. Dengan demikian tujuan utama yang diharapkan dari penelitian profil muka air balik (*backwater*) ini adalah untuk membandingkan dengan hasil yang didapat dari perhitungan secara teoritis khususnya dengan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse.

Mengingat didalam perhitungan profil muka air ada beberapa metode perhitungan yang dapat digunakan, diantaranya Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse, maka dengan adanya penelitian ini hasil hitungan dengan kedua metode tesebut dapat dilihat besarnya penyimpangan yang terjadi.

Tujuan praktis dari penelitian ini adalah agar para perencana dapat memilih metode yang paling tepat untuk perhitungan profil muka air sehingga memberikan hasil yang optimal.

1.3 Keaslian Studi

Dari beberapa literatur yang penulis baca dan pelajari, kebanyakan mengungkapkan cara perhitungan atau cara pemakaiannya. Akan tetapi tentang adanya penyelesaian atau tabel-tabel yang bersifat membandingkan antara metode yang satu dengan metode yang lain sangat minim, hanya terdapat di beberapa **tugas akhir** (skripsi), namun tidak ada yang membandingkan dengan hasil pengamatan di laboratorium.

1.4 Manfaat Penelitian

Walaupun bentuk penampang saluran yang ada di laboratorium tampak sederhana dan variabel utama yang diperlukan hanya kecepatan dan kedalaman aliran, tetapi dalam kenyataannya permasalahan yang ditemui di dalam praktek tidak sederhana. Untuk mempelajari dan memahami permasalahan di dalam praktek lapangan diperlukan pengetahuan dasar gerak air di dalam saluran terbuka yang melibatkan banyak persamaan. Agar persamaan-persamaan digunakan dengan tepat, diperlukan pemahaman penurunan persamaan-persamaan tersebut serta batas-batas berlakunya yang perlu didukung oleh pengertian dasar matematik khususnya persamaan diferensial. Begitu halnya dengan perhitungan profil muka air dengan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse. Oleh karena itu dengan

membandingkan pengamatan di laboratorium, maka manfaat yang diharapkan adalah:

1. Untuk kondisi tertentu dapat memilih metode yang paling tepat serta efektif untuk perhitungan profil muka air.
2. Memungkinkan dipakainya metode yang paling sederhana pada penyelesaian perhitungan profil muka air dengan batas toleransi yang dapat diterima.

1.5 Batasan Masalah

Studi ini hanya terbatas pada perhitungan profil muka air dengan menggunakan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan membandingkan melalui pengamatan di laboratorium, dengan karakter aliran sebagai berikut:

1. Bentuk aliran persegi.

   Dengan mengikuti bentuk saluran yang ada di laboratorium yaitu bentuk persegi, maka saluran yang berbentuk lain seperti trapesium, setengah lingkaran, segi tiga dapat distandarkan dengan bentuk persegi.
2. Kemiringan saluran disesuaikan dengan kebutuhan.
3. Aliran berubah lambat laun dengan profil air balik (*backwater*) akibat terjadi pembendungan (profil M 1).

1.6 Metode Penelitian

1. Pengambilan data.

Karena **tugas akhir** ini merupakan penelitian di laboratorium, maka data-data yang diperlukan untuk Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse disesuaikan dengan peralatan yang ada di laboratorium. Seperti lebar saluran, kemiringan, panjang saluran, debit aliran, kedalaman aliran, dan tinggi air di atas punggung bendung.

2. Pengolahan Data

   Setelah data-data saluran seperti lebar bendung, kemiringan saluran, kedalaman aliran, kecepatan aliran diukur, maka koefisien kekasaran Manning dan Chezy dapat dihitung. Dengan menentukan tipe dan tinggi bendung serta tinggi air di atas bendung maka debit aliran dapat ditentukan. Sehingga dengan mengukur kedalaman tiap-tiap interval jarak maka bentuk profil muka air dapat diketahui.

3. Analisis data.

   Setelah data diperoleh, maka data dimasukkan kedalam rumus Metode Integrasi Garfis dan Metode Bresse dengan menggunakan metode analisis dimensi. Setelah didapat hasil-hasil akhir dari kedua metode tersebut maka dibandingkan dengan kenyataan yang terjadi di laboratorium dengan cara membuat tabel perbandingan, serta untuk lebih memperjelas dibuat suatu grafik penyelesaian.

4 Pembahasan.

   Setelah dianalisis maka dibuat suatu pembahasan.

5. Kesimpulan.

   Setelah diadakan pembahasan maka dibuat suatu kesimpulan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

DAN LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

2.1 Anggapan Dasar Aliran Berubah Lambat Laun

Perkembangan teori aliran berubah lambat laun dimulai pada abad ke-18. Banyak ahli hidrolika menyumbangkan andil dalam perkembangan tersebut, di antaranya Belanger. Belanger menurunkan persamaan aliran berubah lambat laun dengan cara menerapkan prinsip keseimbangan momentum pada suatu elemen aliran, di mana kehilangan tinggi tekan pada suatu penampang sama seperti pada aliran seragam dengan kecepatan dan jari-jari hidrolis penampang yang sama.

Menurut anggapan ini, rumus aliran seragam dapat dipakai untuk menilai kemiringan energi aliran berubah lambat laun pada penampang saluran tertentu, dan koefisien kekasaran yang semula dibuat untuk aliran seragam berlaku pula untuk aliran berubah lambat laun.

2.2 Lengkung Permukaan Aliran

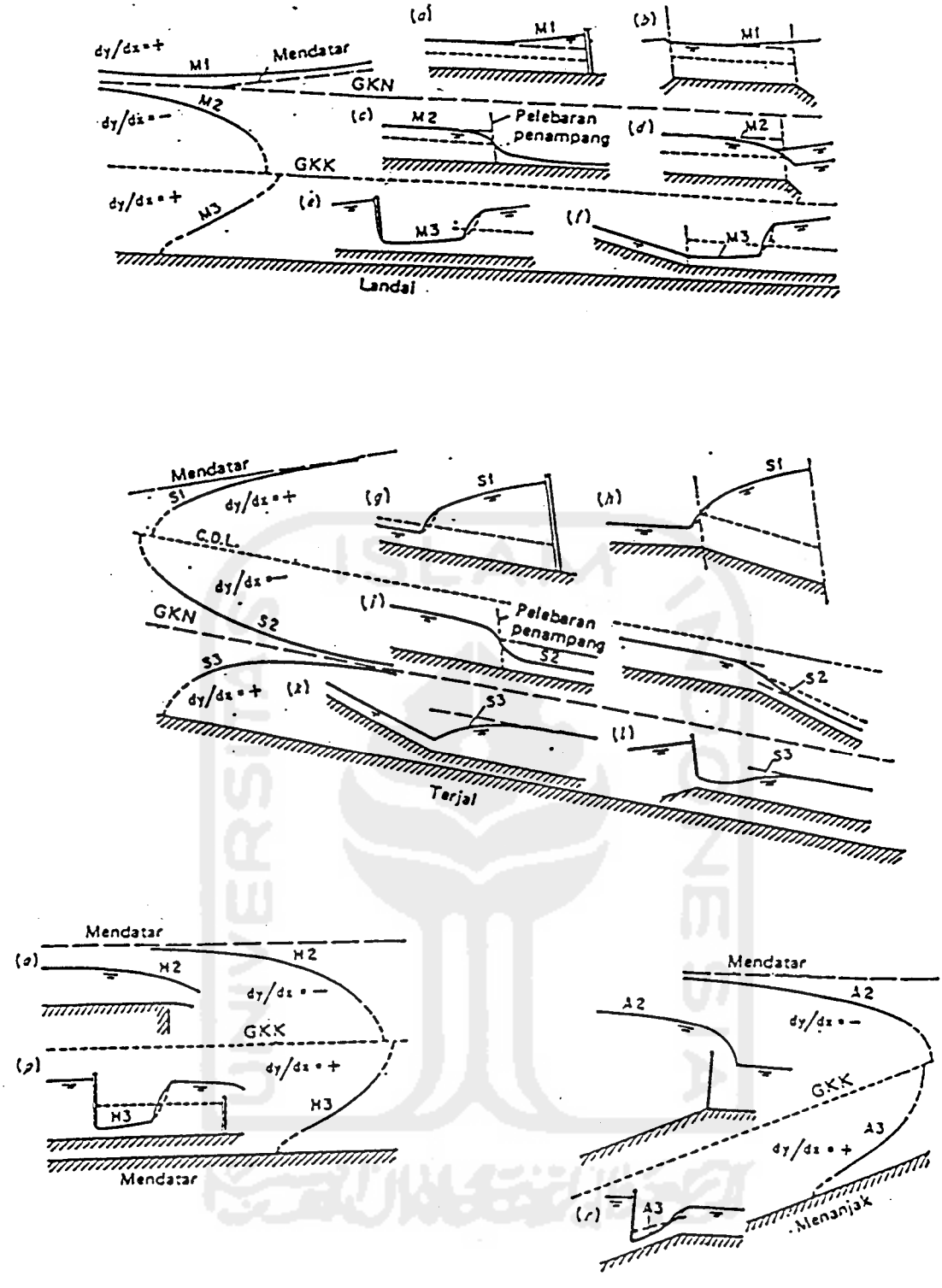
Istilah lengkung air balik (*backwater*) mula-mula dipakai untuk menyatakan lengkung permukaan memanjang dari air yang membalik di atas bendung atau ke dalam cabang saluran akibat banjir di saluran induk. Namun sekarang banyak pengarang yang memperluas arti ini, yaitu mencakup seluruh jenis dari profil aliran. Bila kedalaman aliran bertambah dalam arah aliran, akan

menggambarkan lengkung air balik (*backwater*), dan bila kedalamannya berkurang dalam arah aliran akan menggambarkan lengkung surut muka air.

Penggolongan profil aliran yang berbeda-beda dibicarakan pertama kali oleh Boudin yang membagi menjadi 3 daerah:

1. Ruang di atas garis atas.
2. Ruang di antara garis atas dan bawah.
3. Ruang di bawah garis bawah.

Dengan demikian, profil aliran dapat digolongkan menjadi tiga belas jenis yang berbeda-beda menurut sifat kemiringan saluran dan daerah tempat permukaan aliran itu. Jenis-jenis ini dinyatakan dengan: H untuk kemiringan horisontal, M untuk kemiringan landai, C untuk kemiringan kritis, S untuk kemiringan curam, dan A untuk kemiringan negatif dengan angka menunjukan kemiringan daerah. Contoh-contoh profil aliran ditunjukkan oleh gambar 2.1.



Sumber: Hidrolika Saluran Terbuka, oleh Van Te Chow

Gambar 2.1 Contoh-contoh profil aliran

2.3 Kedalaman Aliran

Kedalaman aliran di sepanjang saluran dapat dihitung dengan persamaan differensial untuk aliran berubah lambat laun (Triatmodjo, B 1996 a). Namun untuk menentukan profil muka air dapat digunakan beberapa metode, diantaranya Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse. Menurut **tugas akhir** yang disusun oleh Moch. Ahsin Adinugroho dengan judul "Analisa Perhitungan Profil Muka Air Karena Pengaruh Pembendungan (Perbandingan Metode Integrasi Numerik, Metode Integrasi Grafis, Metode Langkah Langsung, Metode Integrasi Langsung)" disebutkan bahwa, Metode Integrasi Grafis merupakan metode yang sangat sempurna. Sedangkan untuk kasus lebar saluran (B) = 4 m metode Bresse tidak dapat diterima karena penyimpangannya sangat besar bila dibandingkan dengan Metode Integrasi Grafis. Sedangkan untuk kasus B = 10 m, 20 m, 30 m, dan 40 m Metode Bresse masih dapat diterima.

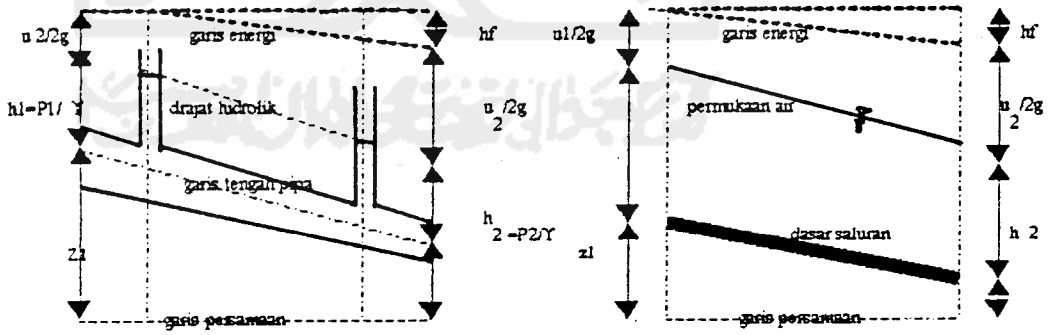
B. Landasan Teori

2.4 Pengertian Saluran Terbuka

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa saluran terbuka (*open channel flow*) maupun aliran pipa (*pipe flow*). Aliran saluran terbuka adalah saluran yang memiliki permukaan bebas (*free surface*), dan mempunyai tekanan permukaan yang sama dengan tekanan atmosfir. Sedangkan aliran pipa tidak demikian karena air harus mengisi seluruh saluran dan tidak mempunyai tekanan atmosfir langsung akan tetapi mempunyai tekanan hidraulik.

Aliran saluran terbuka dapat terjadi dalam bentuk yang bervariasi cukup besar, mulai dari aliran di atas permukaan tanah yang terjadi pada waktu hujan, sampai aliran dengan kedalaman air konstan dalam saluran prismatis. Masalah aliran saluran terbuka banyak dijumpai dalam aliran sungai, aliran saluran-saluran irigasi, aliran saluran pembuangan dan saluran-saluran lain yang bentuk dan kondisi geometrinya bermacam-macam.

Perbedaan prinsip antara aliran saluran tertutup dengan saluran terbuka adalah pada aliran saluran tertutup tidak terdapat permukaan bebas sehingga tidak terdapat pengaruh langsung dari tekanan atmosfir, pengaruh yang ada hanyalah tekanan hidrolik yang besarnya dapat lebih besar atau lebih kecil dari pada tekanan atmosfer. Sedangkan pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan bebas yang berhubungan dengan atmosfir dimana permukaan bebas tersebut merupakan suatu batas antara dua fluida yang berbeda kerapatannya yaitu cair dan udara, dan pada permukaan ini terdapat tekanan atmosfir. Kedua tipe aliran tersebut dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut



(a) Aliran pipa (b) Aliran saluran terbuka

Gambar 2.2 Perbedaan antara aliran saluran terbuka dan aliran saluran tertutup

Aliran saluran terbuka seperti ditunjukkan pada gambar 2.2 b diasumsikan sebagai aliran seragam di mana permukaan air sejajar dengan dasar saluran. Saluran terbuka mempunyai permukaan air yang bebas yang berimpit dengan garis tekanan (*hidraulic grade line*). Sedangkan pada saluran pipa seperti terlihat pada gambar 2.2 a untuk melihat garis pizometris dengan memasang dua pipa pizometri pada dua penampang yaitu penampang 1 dan penampang 2. Tinggi air yang terjadi pada masing-masing pipa pizometri pada saluran tertutup tergantung dari tekanan hidrolik yang terjadi pada penampang yang bersangkutan. Apabila tinggi air di dalam pipa pizometri dihubungkan maka akan berbentuk garis derajat hidrolik yang merupakan tinggi tekanan (p/ϒ). Selanjutnya untuk mengetahui tinggi energi dari saluran tertutup adalah dengan menjumlahkan tinggi letak saluran dari garis persamaan (z), tinggi tekanan (p/ϒ), dan tinggi kecepatan dikurangi dengan kehilangan energi (hf), yang merupakan kehilangan energi akibat geseran sepanjang aliran.

$$H = z + p/\gamma + u^2/2g - hf \qquad (2.1)$$

Dengan: H= Tinggi tekanan total

z= Tinggi garis persamaan

p/ϒ= Tinggi tekanan

$u^2/2g$= Tinggi kecepatan

hf= kehilangan energi

Pada saluran terbuka tinggi tekanan sama dengan kedalaman air (h1), sehingga tinggi energi pada saluran terbuka adalah dengan menjumlahkan antara

tinggi dasar saluran dari garis persamaan (z), kedalaman air (h) dan tinggi kecepatan ($u^2/2g$) dikurangi dengan kehilangan energi (hf).

$$H = z + h1 + u^2/2g - hf \qquad (2.2)$$

Kesulitan-kesulitan yang dijumpai dalam perhitungan saluran terbuka disebabkan beberapa faktor:

1. Permukaan air yang bebas dari saluran mudah berubah-ubah menurut tempat dan waktu.
2. Antara kedalaman (h), debit aliran (Q), kemiringan dasar saluran (i), dan kemiringan permukaan aliran saling tergantung satu sama lain.
3. Kondisi fisik dari saluran terbuka lebih bervariasi daripada saluran tertutup. Bentuk kekasaran saluran tertutup adalah tertentu sedangkan pada saluran terbuka bentuknya dapat bermacam-macam demikian juga dengan kekasaran dindingnya, terutama pada saluran-saluran alam.

Karena kondisi di atas maka untuk perhitungan saluran terbuka lebih banyak didasarkan pada rumus-rumus empiris. Selanjutnya dalam **tugas akhir** ini hanya akan dibahas saluran terbuka tentang profil muka air yang terjadi akibat pembendungan (*backwater*)

2.5 Klasifikasi Aliran

Aliran saluran terbuka dapat diklasifikasikan dalam beberapa golongan. Penggolongan berikut dibuat berdasarkan perubahan kedalaman air terhadap ruang dan waktu.

1. Berdasarkan fungsi waktu

a. Aliran permanen *(steady flow)*

Aliran dalam saluran terbuka dikatakan permanen (*steady*) bila kedalaman aliran tidak berubah atau dapat dianggap konstan selama jangka waktu tertentu.

b. Aliran tidak permanen (*unsteady flow*)

Aliran dalam saluran terbuka dikatakan tidak permanen (*unsteady*) bila kedalaman aliran berubah-ubah dalam jangka waktu tertentu. Sebagian besar persoalan tentang saluran terbuka umumnya hanya memerlukan penelitian mengenai sifat aliran dalam keadaan tetap. Namun bila perubahan kedalaman aliran terjadi dalam interval waktu tertentu, merupakan masalah utama yang harus diperhatikan, maka aliran harus dianggap tak tetap. Misalnya, banjir dan gelombang merupakan contoh dari aliran tak permanen.

2. Berdasarkan fungsi ruang

a. Aliran seragam (*uniform flow*) apabila kedalaman aliran pada setiap tampang adalah sama.

b. Aliran tidak seragam (*varied flow*) apabila kedalaman aliran berubah sepanjang saluran. Aliran ini dapat berupa *gradually varied flow* atau *varied flow*.

Aliran dikatakan sebagai *gradually varied flow* apabila perubahan kedalaman secara lambat laun dengan jarak yang cukup jauh. Seperti yang terjadi di belakang sebuah bendung (*backwater*).

Aliran dikatakan sebagai *gradually varied flow* apabila kedalaman air berubah secara cepat seperti pada loncat air.

2.6 Analisis Aliran Permanen Berubah Lambat Laun

Sebagaimana yang telah diuraikan di muka bahwa aliran permanen berubah lambat laun adalah suatu hal yang harus betul-betul diperhatikan karena kedalaman dari aliran berubah terhadap jarak memanjang saluran. Hal ini banyak terdapat di saluran alam. Seperti pembendungan (*backwater*). Untuk mempermudah analisis dari aliran berubah lambat laun maka oleh beberapa ahli hidrolik dibuat anggapan dasar sebagai berikut:

1. Kehilangan tinggi tekanan pada suatu penampang sama seperti pada aliran seragam, yaitu kecepatan dan jari-jari hidrolik yang sama.

   Menurut anggapan ini, rumus aliran seragam dapat dipakai untuk menilai kemiringan energi aliran berubah lambat laun pada penampang saluran tertentu, dan koefisien kekasaran yang semula dibuat untuk aliran seragam berlaku pula untuk aliran berubah lambat laun. Anggapan ini tidak pernah dapat ditegaskan secara tepat menurut percobaan-percobaan maupun teori tetapi kesalahan yang terjadi dianggap kecil dibandingkan dengan ketidaktepatan dalam pemakaian rumus aliran seragam dan pemilihan koefisien kekasarannya. Selama bertahun-tahun anggapan ini terbukti merupakan dasar yang baik untuk perencanaan. Tentu saja anggapan ini akan lebih tepat untuk aliran berubah yang kecepatannya berkurang, sebab kehilangan tinggi tekanan pada aliran yang kecepatannya bertambah hampir

seluruhnya disebabkan oleh efek geseran. Sedang pada aliran yang kecepatannya berkurang dapat terjadi akibat kehilangan tinggi tekanan dari pusaran yang besar.

Sebagai tambahan terhadap anggapan dasar di atas berikut ini juga akan dipakai bila diperlukan penyederhanaan lebih lanjut dalam pembahasan berikutnya.

2. Kemiringan saluran cukup kecil sehingga:
   a. Kedalaman aliran akan sama diukur dalam arah vertikal maupun tegak lurus terhadap dasar saluran.
   b. Faktor koreksi tekanan cos θ diterapkan terhadap kedalaman aliran sama dengan 1.
   c. Tidak terjadi pemasukan udara. Bila terjadi pemasukan udara yang cukup besar, perhitungan dapat dilakukan berdasarkan anggapan tak ada pemasukan udara, kemudian dikoreksi dengan persamaan:

$$U = 10\sqrt{((0{,}2\ V^2)/gR) - 1)} \qquad (2.3)$$

   Dengan:

   U = Prosentase udara yang terdapat dalam aliran

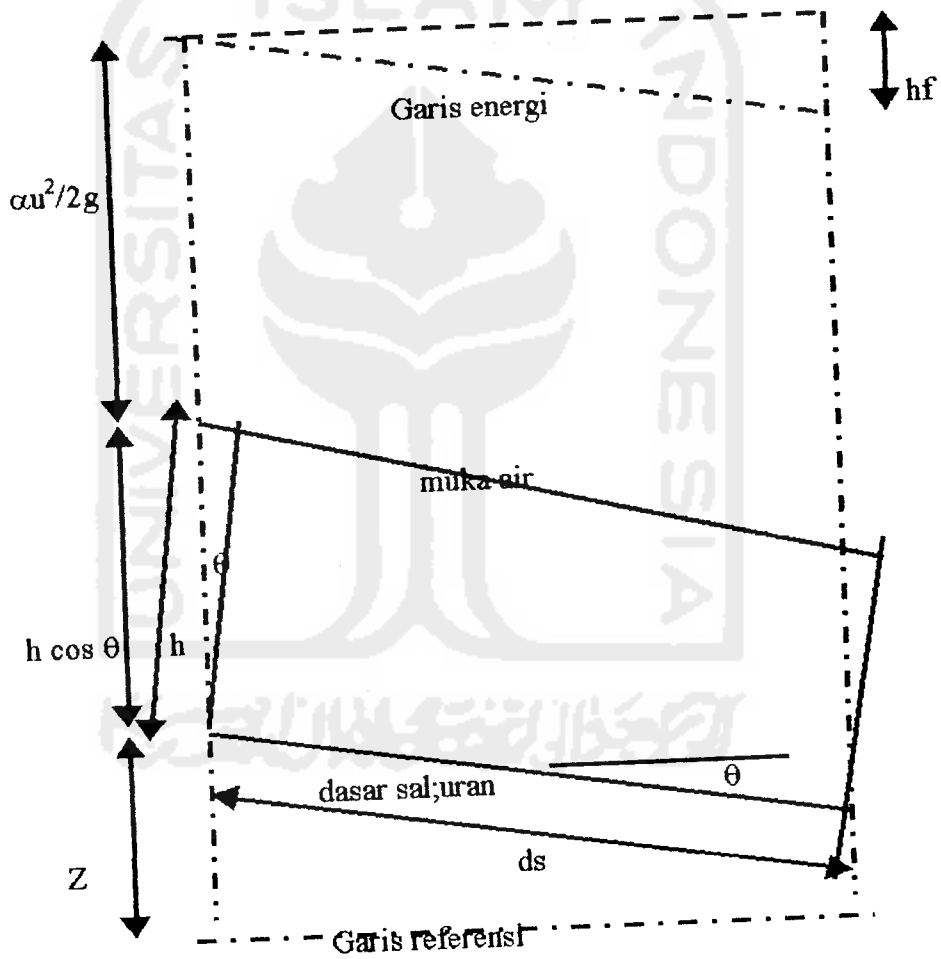
   V = Kecepatan Aliran

   R = Jari-jari hidrolis

3. Saluran prismatis memiliki dimensi dan bentuk yang tetap.
4. Pembagian kecepatan di penampang tetap, maka koefisien pembagian kecepatan juga tetap.

5. Hantaran dan faktor penampang merupakan fungsi eksponen terhadap kedalaman aliran.
6. Koefisien kekasaran tidak tergantung pada kedalaman aliran dan tetap sepanjang bagian saluran yang ditinjau.

Penurunan persamaan aliran berubah lambat laun dilakukan dengan menggunakan gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Sketsa aliran berubah lambat laun

I. $$so - \cos\theta \frac{dd}{ds} = sf + \alpha \frac{d}{ds}\left(\frac{u^2}{2g}\right) \tag{2.7}$$

jika $\theta \sim 0$ maka $\cos\theta = 1$

$$dd = dh$$

persamaan di atas menjadi:

$$so - \frac{dd}{ds} = sf + \alpha \frac{d}{ds}\left(\frac{u^2}{2g}\right)$$

$$so \cdot ds - dh = \frac{u^2}{C^2 R} \cdot ds + \alpha d\left(\frac{u^2}{2g}\right)$$

$$so \cdot ds - dh = \frac{P}{A} \cdot \frac{u^2}{c^2} ds + \alpha d\left(\frac{u^2}{2g}\right) \tag{2.8}$$

Persamaan aliran berubah lambat laun tersebut dapat diubah menjadi persamaan chezy apabila:

$u_1 = u_2$ sehingga du = 0

$h_1 = h_2$ sehingga dh = 0, maka:

$$so \cdot ds - 0 = \frac{P}{A} \cdot \frac{u^2}{c^2} \cdot ds + 0 \tag{2.9}$$

Jadi u = Crso (2.10)

II. $$-sf = -so + \cos\theta \frac{dd}{ds} + \alpha \frac{d}{ds}\left(\frac{u^2}{2g}\right) \tag{2.11}$$

$$so - sf = \cos\theta \frac{dd}{ds} + \alpha \frac{d}{ds}\left(\frac{u^2}{2g}\right)\frac{dd}{ds}$$

$$\frac{dd}{ds} = \frac{so - sf}{\cos\theta + \alpha \frac{d}{dd}\left(\frac{u^2}{2g}\right)} \tag{2.12}$$

Persamaan tersebut merupakan bentuk umum persamaan aliran berubah lambat laun.

jika $\theta \sim 0$ maka d = h

$$\cos\theta = 1$$

jadi persamaan umum tersebut dapat ditulis menjadi:

$$\frac{dh}{ds} = \frac{so - sf}{1 + \alpha \frac{d}{ds}\left(\frac{u^2}{2g}\right)} \tag{2.13}$$

$$\frac{d}{dh}\left(\frac{u^2}{2g}\right) = \frac{d}{dh}\left(\frac{Q^2}{A^2} \cdot \frac{1}{2g}\right)$$

$$= \frac{Q^2}{2g}\left(-2A^{-3}\frac{dA}{dh}\right)$$

$$= \frac{Q^2}{gA^3} \cdot B \tag{2.14}$$

dengan B = lebar muka air

jadi persamaan aliran permanen berubah lambat laun dapat ditulis sebagai:

$$\frac{dh}{ds} = \frac{so - sf}{1 - \frac{Q^2 B}{gA^3}} \tag{2.15}$$

dengan

$$sf = \frac{n^2 Q^2}{A^2 R^{4/3}} \tag{2.16}$$

maka bentuk akhir dari persamaan aliran permanen berubah lambat laun adalah:

$$\frac{dh}{ds} = \frac{so - \frac{n^2 Q^2}{A^2 R^{4/3}}}{1 - \frac{Q^2 B}{gA^3}} \tag{2.17}$$

dengan:

So = kemiringan saluran

$\frac{dh}{ds}$ = perubahan kedalaman terhadap jarak

n = koefisien Manning

Q = debit aliran

R = jari-jari hidrolik

A = luas tampang saluran

g = gravitasi

2.7. Profil Muka Air

Profil muka aliran merupakan bentuk lengkung permukaan (*surface curve*) aliran. Apabila kedalaman air bertambah ke arah aliran maka profil aliran disebut air balik (*back water*). Akan tetapi bila kedalaman aliran berkurang ke arah aliran maka membentuk profil muka air surut. Penyebab terjadinya perubahan kedalaman tersebut adalah:

1. Penyempitan atau pelebaran saluran.

2. Bendung (halangan pengaliran).

3. Perbedaan kecepatan aliran.

Karakteristik profil muka air dibagi menurut penggolongan kemiringan dasar saluran dan letak permukaan aliran (kedalaman aliran h) diukur dalam hubungannya dengan kedalaman normal H dan kedalaman kritis hkr. Aliran disebut subkritik (landai) apabila $H > h_{kr}$, kritik jika $H = h_{kr}$, dan super kritik (curam) $H < h_{kr}$. Gambar 2.3. menunjukkan berbagai bentuk profil muka air berdasarkan posisi muka air terhadap kedalaman kritik dan normal.

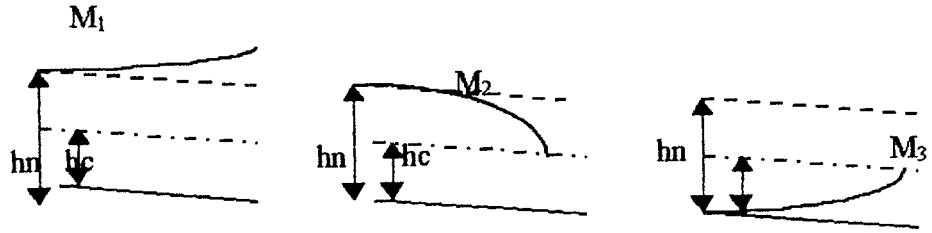
Berikut ini diberikan penjelasan dari berbagai tipe profil muka air.

1) Kurva M (*Mild*)

Kurva aliran M terjadi apabila $s_o < s_{kr}$ dan $H > H_{kr}$. Kurva M mempunyai beberapa tipe:

- M_1 apabila $h > H > h_{kr}$. Suatu bangunan bendung dapat menyebabkan terjadinya profil M_1 yaitu berupa air balik (*backwater*) yang pengaruhnya jauh ke sebelah hulu.
- M_2 apabila $H > h > h_{kr}$. Tipe ini terjadi pada saluran landai dengan ujung hilirnya adalah saluran curam, pelebaran saluran atau terjunan. Kedalaman air pada arah aliran kurang.
- M_3 apabila $H > h_{kr} > h$. profil ini terjadi apabila air mengalir dari saluran curam menuju saluran landai, yaitu bagian hulu dari loncat air. Profil M_2 dan M_3 adalah sangat pendek.

Kemiringan landai (M) hn > hc



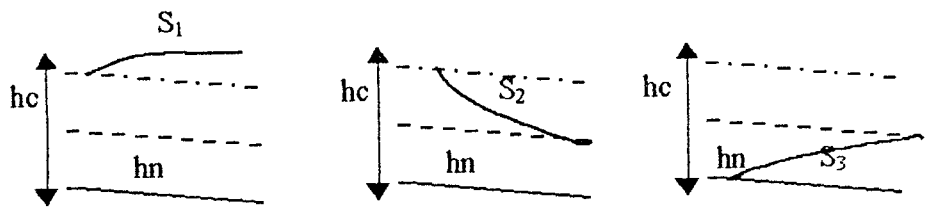
Gambar 2.4 Profil Aliran Kurva M

2) Kurva S (*Sleep*)

Kurva S terjadi apabila $s_o > s_{kr}$ dan $H < h_{kr}$. Ada tiga tipe kurva S:

- S_1 apabila $H > h_{kr} > h$. Profil ini terjadi di sebelah hulu bangunan (bendung) yang berada di saluran curam, di mana di sebelah hulunya terdapat loncat air.
- S_2 apabila $h_{kr} > h > H$. Biasanya terdapat pada perubahan aliran dari saluran landai masuk ke saluran curam, atau pada pemasukan ke saluran curam. Profil S_2 ini sangat pendek.
- S_3 apabila $h_{kr} > H > h$. dan terdapat di sebelah kiri dari pintu air yang berada di saluran curam atau di sebelah hilir dari perubahan saluran curam ke saluran kurang curam. Profil ini merupakan transisi antara profil M dan S.

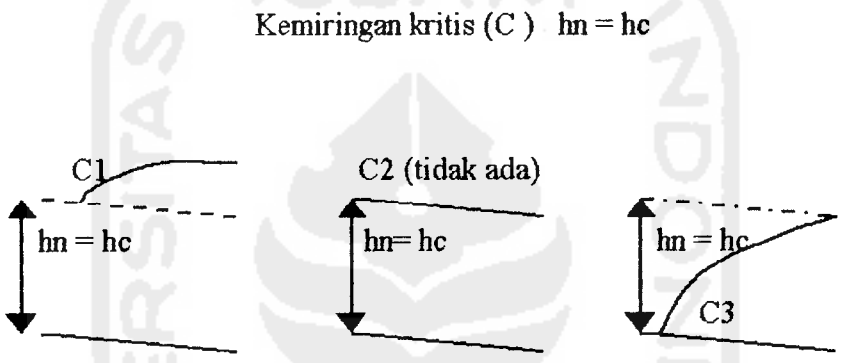
Kemiringan curam (S) hn < hc



Gambar 2.5 Gambar Aliran Kurva S

3) Kurva C (*Critical*)

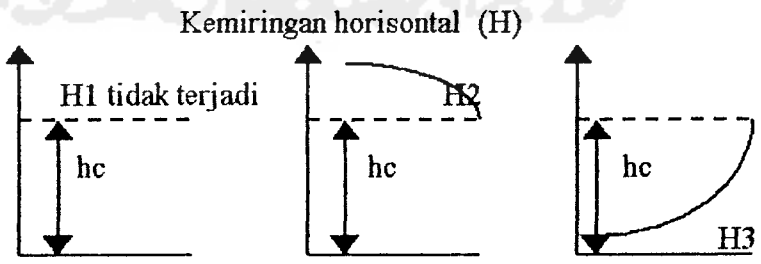
Profil ini terjadi apabila $s_o > s_{kr}$ dan $H = h_{kr}$. Profil C_1 adalah asimtotis terhadap garis horisontal, seperti: pertemuan antara profil kemiringan kritik dengan kemiringan landai. Profil C_3 pertemuan antara aliran super kritik dengan reservoir dalam kemiringan kritik.



Gambar 2.6. Gambar Aliran Kurva C

4) Kurva H (*Horizontal*)

Terjadi bila $s_o = 0$ dan $H = \sim$ sehingga hanya ada dua profil H yaitu H_2 dan H_3 yang serupa dengan profil M tetapi untuk dasar saluran horisontal.

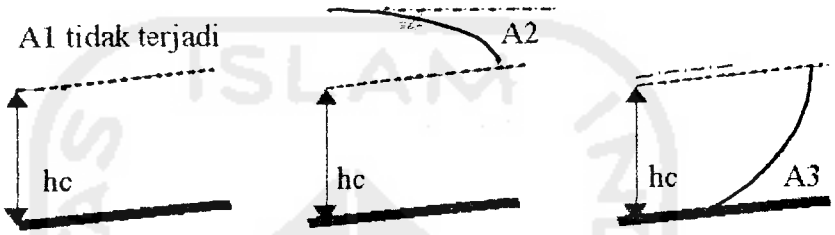


Gambar 2.7. Gambar Aliran Kurva H

5) Kurva A (*Adverse*)

Profil A terjadi apabila $s_o < 0$, karena nilai H tidak riil maka hanya ada dua profil yaitu A_2 dan A_3. Profil A_2 dan A_3 serupa dengan profil H_2 dan H_3.

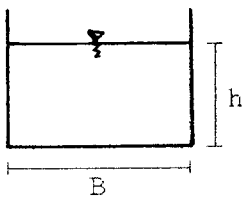
Kemiringan negatip (A)



Gambar 2.8. Gambar Aliran Kurva A

2.8. Back Water

Bentuk geometri saluran yang dipakai dalam penelitian ini adalah berbentuk persegi sesuai dengan yang tersedia di laboratorium.



Gambar 2.9. Tampang Saluran

Luas tampang saluran:

$$A = B \cdot h_n \tag{2.18}$$

Di mana:

A = luas tampang saluran (m)

B = lebar saluran (m)

h_n = kedalaman normal (m)

keliling basah (P):

$$P = B + 2h \tag{2.19}$$

dengan demikian jari-jari hidrolik dapat diketahui:

$$R = \frac{A}{P} \tag{2.20}$$

dengan mengetahui kemiringan saluran, luas tampang saluran, jari-jari hidrolik dan kekasaran dasar saluran maka debit sungai dapat dicari dengan rumus:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S_0^{1/2} \tag{2.21}$$

kedalaman kritis dicari dengan rumus:

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad ; \text{di mana} \quad q = \frac{Q}{B} \tag{2.22}$$

untuk menentukan tinggi air yang lewat di atas punggung bendung digunakan rumus berikut:

$$Q = cd \cdot B \cdot d^{3/2} \cdot \sqrt{g}$$

Dengan:

Q = Debit aliran (m^3/dt)

n = Faktor kekasaran Manning

h_{kr}= Kedalaman kritis

q = Debit persatuan luas (m^2/dt)

cd = Koefisien debit

d = Tinggi air diatas punggung bendung (m)

g = Grafitasi bumi (9,81 m/dt^2)

$$H = \frac{3}{2}d \qquad (2.24)$$

Kedalaman air tepat di belakang bendung adalah:

$$h = P + H \qquad (2.25)$$

Salah satu contoh dari profil aliran berubah lambat laun adalah profil *backwater* yang terjadi di belakang bendung. Secara teoritis aliran berubah lambat laun terjadi pada kemiringan saluran landai. Diasumsikan bahwa pengaruh *backwater* terjadi jauh di hulu bendung sampai kedalaman 1 % di atas kedalaman normal. Perhitungan profil *backwater* dimulai tepat di belakang bendung ke arah hulu. Dengan mengetahui tinggi bendung dan tinggi air yang melewati punggung bendung maka bentuk profil muka air *backwater* dapat ditentukan. Dengan menentukan interval kedalaman sampai kedalaman 1 % di atas kedalaman normal, maka jarak antara kedalaman tersebut dapat dihitung.

Backwater dapat terjadi apabila kedalaman air h bertambah searah aliran (dh/ds > 0). *Backwater* mungkin terjadi apabila:

a. $h^3 - H^3 > 0$ berarti $h > H$

dan

$h^3 - h_{kr}^3 > 0$ berarti $h > h_{kr}$

Keadaan ini terjadi di zone I dan aliran tersebut disebut aliran sub kritis.

b. $h^3 - H^3 < 0$ berarti $h < H$

dan

$h^3 - h_{kr} < 0$ berarti $h < h_{kr}$

Keadaan ini terjadi di zone 3 dan aliran tersebut disebut sebagai aliran super kritis.

2.9. Metode-metode Perhitungan Profil Muka Air

Perhitungan profil muka air berubah lambat laun, ~~ke saluran~~ pada dasarnya meliputi penyelesaian persamaan dinamis dari aliran berubah lambat laun. Dalam **tugas akhir** ini hanya dibatasi pada perhitungan dengan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse.

2.9.1. Metode Integrasi Grafis

Metode Integrasi Grafis mengetengahkan suatu cara penyelesaian perhitungan profil muka air dengan pendekatan secara grafis. Metode ini sangat cocok untuk menghitung perubahan garis muka air pada saluran prismatis.

Persamaan aliran berubah lambat laun:

$$\frac{dh}{ds} = \frac{so - sf}{1 - \frac{Q^2 B}{gA^3}} \tag{2.26}$$

dengan

$$ds = \frac{1 - \frac{Q^2 B}{gA^3}}{so - sf} dh \tag{2.27}$$

atau

$$ds = F(h)dh$$

persamaan di atas kemudian diselesaikan secara integrasi grafis.

Jika S adalah panjang kurva muka air antara dua titik S_1 dan S_2 maka didapat:

$$ds = f(h)dh; S_{A-2} = \int ds = \int F(h)dh \tag{2.28}$$

Didekati secara grafis menjadi:

$$S_{1-2} = \sum F(h)dh \tag{2.29}$$

$$F(h) = \frac{1 - \frac{Q^2 B}{gA^3}}{so - sf} \quad \text{di mana} \quad sf = \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{4/3}}$$

maka

$$F(h) = \frac{1 - \frac{Q^2 B}{gA^3}}{so - \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{4/3}}} \tag{2.30}$$

di mana:

Q = debit saluran (m^3/dt)

B = lebar permukaan saluran (m)

g = gaya gravitasi (=9,81 m/dt^2)

A = luas tampang saluran (m^2)

R = jari-jari hidrolik (m)

s_o = kemiringan dasar saluran

n = koefisien Manning

setelah itu dibuat tabel untuk mempermudah hitungan, seperti di bawah ini:

h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2B}{gA^3}$	$so-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	ΔS	L

2.9.2. Metode Bresse

Metode yang dipakai untuk menghitung profil muka air selain dengan metode integrasi grafis adalah dengan metode Bresse. Metode Bresse dipakai untuk lebar (B) = ~. Pengaruh bentuk profil terasa akibatnya pada keseksamaan hasil metode Bresse. Rumus aliran permanen berubah lambat laun untuk (B) = ~:

$$\frac{dh}{ds} = \frac{so\left(h^3 - H^3\right)}{h^3 - h_{kr}{}^3} \tag{2.31}$$

$$so \cdot ds = \frac{\left(h^3 - h_{kr}{}^3\right)}{h^3 - H^3} dh \tag{2.32}$$

$$H^3 = \frac{q^2}{so} \tag{2.33}$$

$$\frac{H^3}{h_{kr}{}^3} = \frac{g}{\alpha so} \tag{2.34}$$

$$h_{kr}^{\ 3} = \alpha \frac{q^2}{g} \tag{2.35}$$

Substitusi (2.34) ke (2.32) didapat:

$$so \cdot ds = \frac{h^3 - \frac{\alpha so}{\delta g} H^3}{h^3 - H^3} dh$$

$$= \frac{h^3 - H^3 + \left(1 - \frac{\alpha so}{\delta g}\right) H^3}{h^3 - H^3} dh$$

$$= dh + \left(1 - \frac{\alpha so}{\delta g}\right) \frac{dh}{\left(\frac{h}{H}\right)^3 - 1} \tag{2.36}$$

Jika diintegrasikan dengan batas S_x - S_{max} maka:

$$s_o \left(s_{max} - s_x\right) = \left(h_{max} - h_x\right) + \left(1 - \frac{\alpha so}{\delta g}\right) H \left[F\left(\frac{h_{max}}{H}\right) - F\left(\frac{h_x}{H}\right) \right] \tag{2.37}$$

dengan:

$$F\left(\frac{h}{H}\right) = \frac{d\left(\frac{h}{H}\right)}{\left(\frac{h}{H}\right)^3 - 1} \tag{2.38}$$

$$= \frac{1}{6} \ln \frac{\left(\frac{h}{H-1}\right)^2}{\left(\frac{h}{H}\right)^2 + \frac{h}{H+1}} + \frac{1}{3} \sqrt{3} arctg \frac{2\left(\frac{h}{H}\right) + 1}{3} + C \tag{2.39}$$

apabila: $\frac{h}{H} = \eta$

maka $dh = Hd\eta$

kemudian:

$$\frac{h_{kr}^{\ 3}}{H^3} = \frac{C^2 \cdot so}{g} \tag{2.40}$$

maka persamaan 2.31 dapat dinyatakan:

$$H\frac{d\eta}{ds} = so\frac{\left(\eta^3 - 1\right)}{\left(\eta^3 - \frac{C^2 \cdot so}{g}\right)} \tag{2.41}$$

atau

$$ds = \frac{H}{so}\left[\frac{\eta^3 - 1 + 1 - \frac{C^2 \cdot so}{g}}{\eta^3 - 1}\right]d\eta$$

$$ds = \frac{H}{so}\left[1 - \frac{1 - \frac{C^2 \cdot so}{g}}{1 - \eta^3}\right]d\eta \tag{2.42}$$

Apabila: $\frac{H}{so} = A$

$$1 - \frac{C^2 \cdot so}{g} = B$$

maka:

$$ds = A\left[d\eta - \frac{B}{1-\eta^3}d\eta\right] \tag{2.43}$$

integrasi dari persamaan tersebut menghasilkan persamaan:

$$s_2 - s_1 = A\left[(\eta_2 - \eta_1) - B\int_{\eta_1}^{\eta_2}\frac{B}{1-\eta^3}d\eta\right] \tag{2.44}$$

$$s_2 - s_1 = A\left[(\eta_2 - \eta_1) - B\left\{\left(\frac{\psi}{\eta_2}\right) - \left(\frac{\psi}{\eta_1}\right)\right\}\right] \tag{2.45}$$

Tabel 2.1. Harga-harga Ψ untuk saluran lebar sekali diberikan oleh Bresse seperti tabel berikut:

η	Ψ(η)	η	Ψ(η)	η	Ψ(η)	η	Ψ(η)
0	0	0,90	1,218	1,002	1,953	1,18	0,509
0,10	0,1	0,91	1,257	1,005	1,649	1,20	0,479
0,20	0,2	0,92	1,300	1,010	1,419	1,25	0,420
0,30	0,302	0,93	1,348	1,02	1,191	1,30	0,373
0,40	0,407	0,94	1,403	1,03	1,060	1,35	0,335
0,50	0,517	0,95	1,467	1,04	0,970	1,40	0,304
0,60	0,637	0,96	1,545	1,05	0,996	1,50	0,257
0,65	0,703	0,97	1,644	1,06	0,838	1,60	0,218
0,70	0,776	0,98	1,783	1,07	0,790	1,70	0,190
0,75	0,857	0,990	2,017	1,08	0,749	1,80	0,166
0,80	0,950	0,995	2,250	1,09	0,712	1,90	0,146
0,82	0,993	0,998	2,690	1,10	0,681	2,00	0,132
0,84	1,040	0,999	2,788	1,12	0,626	2,50	0,082
0,86	1,092	1,000	∞	1,14	0,580	3,00	0,055
0,88	1,151	1,001	2,184	1,16	0,541	besar	1/2 η^2

$\eta = \frac{h}{hn}$

$\Psi(\eta)$ = fungsi $\frac{h}{hn}$ dengan h = kedalaman aliran

hn = kedalaman normal

Setelah itu dibuat tabel untuk mempermudah penyelesaian seperti yang terdapat di bawah ini:

h	η	Ψ(η)	S	L

h = kedalaman aliran

S = kedalaman saluran

L = jarak dari bendung ke arah hulu

2.10. Skala Model

Pengamatan langsung di lapangan untuk permasalahan-permasalahan yang besar seperti halnya profil aliran sangat tidak mungkin untuk dilaksanakan karena akan memakan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Untuk menghindari kendala tersebut pengamatan di laboratorium dapat dianggap bisa mewakili keadaan yang sebenarnya di

lapangan. Dengan membuat kesebangun hidrolik antara model di laboratorium dengan prototip di lapangan, maka kondisi nyata yang terjadi di lapangan bisa diketahui.

Hubungan antara model dan prototip dipengaruhi oleh hukum-hukum sifat sebangun hidrolis, yaitu:

1. Sebangun geometrik.
2. Sebangun kinematik.
3. Sebangun dinamik.

Perbandingan antara prototip dan model disebut skala model.

Studi model dapat dibedakan menjadi model distorsi dan model tak distorsi. Dalam hal perbandingan antara ukuran horizontal dan vertikal cukup besar dibuat skala vertikal tidak sama dengan skala horizontal. Model yang dimaksud dinamakan model distorsi.

koefisien distorsi: $r = \frac{nl}{nh}$ (2.46)

a. Skala Volume (nV)

$$nV = \frac{Vp}{Vm}$$

$$nV = nL^2 \cdot nh$$

(2.47)

b. Skala Kecepatan (nv)

$$\frac{vp}{vm} = \left[\frac{np}{nm} \right]^{1/2}$$

$$nv = nh^{1/2}$$

(2.48)

c. Skala Debit (nQ)

c. Skala Debit (nQ)

$$nQ = nA \cdot nV$$

$$= nL \cdot nh \cdot nh^{1/2}$$

$$= nL \cdot nh^{3/2} \qquad (2.49)$$

c. Skala Koefisien Chezy dan Manning (nC) dan (nn)

$$V = C\sqrt{hI}$$

dengan C = koefisien Chezy

I = kemiringan saluran

$$nV = nC \cdot nh^{1/2} \cdot nI^{1/2}$$

$$nC = \left[\frac{nL}{nh}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad nR = \frac{nh}{\frac{nh}{nL}} = nL$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \qquad \text{sehingga } nn = nL^{1/6} \qquad (2.50)$$

$$nn = \frac{nR^{1/3}}{nL^{1/2}}$$

BAB III

JALANNYA PENELITIAN

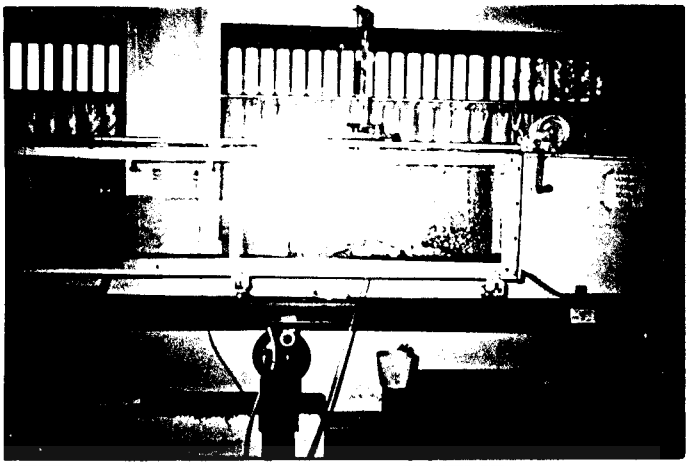
3.1 Umum

Penelitian laboratorium merupakan penelitian model suatu obyek yang dibuat dalam dimensi yang kecil yang bisa mewakili tentang keadaan yang sebenarnya di lapangan. Penelitian laboratorium ini dibuat dengan tujuan untuk menunjukkan gambaran secara umum tentang pengetahuan hidrolika saluran terbuka agar lebih mudah memahami hidrolika saluran terbuka, khususnya mengenai profil muka air yang terjadi akibat adanya pembendungan. Dengan demikian penelitian laboratorium merupakan peraga / demonstrasi yang diharapkan dapat memperjelas tentang fenomena fisik pengaliran saluran terbuka di lapangan.

Hasil yang didapat dari pengamatan laboratorium nantinya akan dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teoritis. Dengan demikian dapat diketahui sampai sejauh mana penyimpangan-penyimpangan yang terjadi. Ketelitian hasil pengamatan laboratorium sangat tergantung dari ketelitian pengamatan dan pengoperasian peralatan-peralatan di laboratorium. Namun penelitian ini diharapkan dapat dijadikan pembanding terhadap hasil-hasil perhitungan teoritis.

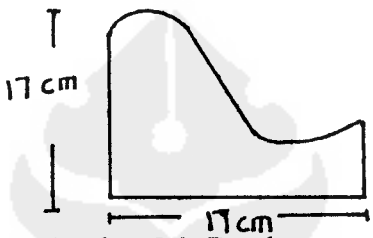
3.2 Peralatan yang digunakan

a. Saluran multi guna dengan lebar (b): 10 cm, panjang saluran (L): 600 cm



Gambar 3.1 Saluran multi guna

b. Bendung type oge dengan tinggi (p): 17,5 cm



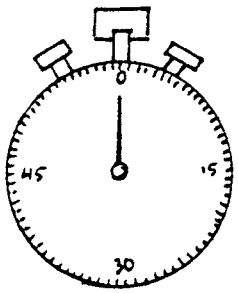
Gambar 3.2 Bendung type ogee

c. Alat ukur debit volumetrik.



Gambar 3.3 Alat ukur debit volumetrik

d. Stop watch



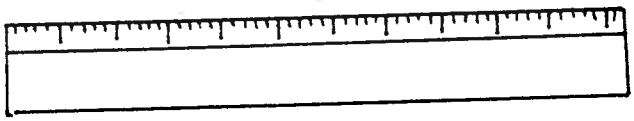
Gambar 3.4 Gambar stop watch

e. Point gauge



Gambar 3.5 Point gauge

f. Penggaris



Gambar 3.6 Penggaris

g. Gabus

3.3 Cara Penelitian

a. Mengatur saluran multi guna dan point gauge dalam keadaan terbuka dengan menentukan kemiringan saluran yang telah ditetapkan.

b. Mengalirkan air ke dalam saluran multi guna secara pelan-pelan

c. Mengukur kedalaman air.

d. Menentukan besarnya debit aliran digunakan bak penampungan yaitu dengan mengukur jumlah volume air yang tertampung di bak dalam waktu tertentu.

Sehingga debit aliran dapat dihitung dengan persamaan. Q=V/T

Dengan V = Volume yang tertampung di bak

T = Waktu yang dibutuhkan

e. Menghitung kecepatan aliran dengan rumus v =Q/A

f. Menghitung kekasaran Manning dengan rumus $v = \frac{1}{n} . R^{2/3} . So^{1/2}$

g. Meletakkan bendung tipe ogee pada dasar saluran mendekati ujung sebelah hilir untuk mendapatkan perubahan bentuk muka air yang terjadi di hulu bendung.

h. Mengukur tinggi air yang lewat di atas bendung untuk mendapatkan koefisien debit.

i. Mengukur kedalaman air tepat di belakang bendung dengan menggunakan point gauge

j. Menetapkan interval jarak dari titik tepat di belakang bendung sampai ujung saluran sebelah hulu.

k. Mengukur tiap-tiap kedalaman tiap-tiap interval jarak tersebut.

l. Menggambar sketsa bentuk lengkung muka air yang terjadi.

3.4 Hasil Percobaan

Percobaan ke: I A

Tabel 3.1 Pengamatan profil muka air percobaan I A

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,0001	1,000	0,1875	18,000	0
2	0,0001	1,000	0,1875	17,995	50
3	0,0001	1,000	0,1875	17,990	100
4	0,0001	1,000	0,1875	17,985	150
5	0,0001	1,000	0,1875	17,980	200
6	0,0001	1,000	0,1875	17,975	250
7	0,0001	1,000	0,1875	17,970	300
8	0,0001	1,000	0,1875	17,965	350
9	0,0001	1,000	0,1875	17,960	400

Percobaan ke: II A

Tabel 3.2 Pengamatan profil muka air percobaan II A

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,0001	2,000	0,3750	20,000	0
2	0,0001	2,000	0,3750	19,995	50
3	0,0001	2,000	0,3750	19,990	100
4	0,0001	2,000	0,3750	19,985	150
5	0,0001	2,000	0,3750	19,980	200
6	0,0001	2,000	0,3750	19,975	250
7	0,0001	2,000	0,3750	19970	300
8	0,0001	2,000	0,3750	19,965	350
9	0,0001	2,000	0,3750	19,960	400

3.4 Hasil Percobaan

Percobaan ke: I A

Tabel 3.1 Pengamatan profil muka air percobaan I A

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,0001	1,000	0,1875	18,000	0
2	0,0001	1,000	0,1875	17,995	50
3	0,0001	1,000	0,1875	17,990	100
4	0,0001	1,000	0,1875	17,985	150
5	0,0001	1,000	0,1875	17,980	200
6	0,0001	1,000	0,1875	17,975	250
7	0,0001	1,000	0,1875	17,970	300
8	0,0001	1,000	0,1875	17,965	350
9	0,0001	1,000	0,1875	17,960	400

Percobaan ke: II A

Tabel 3.2 Pengamatan profil muka air percobaan II A

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,0001	2,000	0,3750	20,000	0
2	0,0001	2,000	0,3750	19,995	50
3	0,0001	2,000	0,3750	19,990	100
4	0,0001	2,000	0,3750	19,985	150
5	0,0001	2,000	0,3750	19,980	200
6	0,0001	2,000	0,3750	19,975	250
7	0,0001	2,000	0,3750	19,970	300
8	0,0001	2,000	0,3750	19,965	350
9	0,0001	2,000	0,3750	19,960	400

Percobaan ke: III A

Tabel 3.3 Pengamatan profil muka air percobaan III A

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,0001	3,000	0,6667	21,000	0
2	0,0001	3,000	0,6667	20,995	50
3	0,0001	3,000	0,6667	20,990	100
4	0,0001	3,000	0,6667	20,985	150
5	0,0001	3,000	0,6667	20,980	200
6	0,0001	3,000	0,6667	20,975	250
7	0,0001	3,000	0,6667	20,970	300
8	0,0001	3,000	0,6667	20,965	350
9	0,0001	3,000	0,6667	20,960	400

Percobaan ke: I B

Tabel 3.4 Pengamatan profil muka air percobaan IB

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,0005	1,000	0,2069	18,900	0
2	0,0005	1,000	0,2069	18,875	50
3	0,0005	1,000	0,2069	18,850	100
4	0,0005	1,000	0,2069	18,825	150
5	0,0005	1,000	0,2069	18,800	200
6	0,0005	1,000	0,2069	18,775	250
7	0,0005	1,000	0,2069	18,750	300
8	0,0005	1,000	0,2069	18,725	350
9	0,0005	1,000	0,2069	18,700	400

Percobaan ke:II B

Tabel 3.5 Pengamatan profil muka air percobaan IIB

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,0005	2,000	0,5000	19,900	0
2	0,0005	2,000	0,5000	19,875	50
3	0,0005	2,000	0,5000	19,850	100
4	0,0005	2,000	0,5000	19,825	150
5	0,0005	2,000	0,5000	19,800	200
6	0,0005	2,000	0,5000	19,775	250
7	0,0005	2,000	0,5000	19,750	300
8	0,0005	2,000	0,5000	19,725	350
9	0,0005	2,000	0,5000	19,700	400

Percobaan ke:III B

Tabel 3.6 Pengamatan profil muka air percobaan IIIB

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,0005	3,000	0,7500	21,100	0
2	0,0005	3,000	0,7500	21,075	50
3	0,0005	3,000	0,7500	21,050	100
4	0,0005	3,000	0,7500	21,025	150
5	0,0005	3,000	0,7500	21,000	200
6	0,0005	3,000	0,7500	21,975	250
7	0,0005	3,000	0,7500	21,950	300
8	0,0005	3,000	0,7500	21,925	350
9	0,0005	3,000	0,7500	21,900	400

Percobaan ke:I C

Tabel 3.7 Pengamatan profil muka air percobaan I C

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,001	1,000	0,2500	18,950	0
2	0,001	1,000	0,2500	18,900	50
3	0,001	1,000	0,2500	18,850	100
4	0,001	1,000	0,2500	18,800	150
5	0,001	1,000	0,2500	18,750	200
6	0,001	1,000	0,2500	18,700	250
7	0,001	1,000	0,2500	18,650	300
8	0,001	1,000	0,2500	18,600	350
9	0,001	1,000	0,2500	18,550	400

Percobaan ke:II C

Tabel 3.8 Pengamatan profil muka air percobaan II C

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,001	2,000	0,6667	19,850	0
2	0,001	2,000	0,6667	19,800	50
3	0,001	2,000	0,6667	19,750	100
4	0,001	2,000	0,6667	19,700	150
5	0,001	2,000	0,6667	19,650	200
6	0,001	2,000	0,6667	19,600	250
7	0,001	2,000	0,6667	19,550	300
8	0,001	2,000	0,6667	19,500	350
9	0,001	2,000	0,6667	19,450	400

Percobaan ke:III C

Tabel 3.9 Pengamatan profil muka air percobaan III C

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,001	3,000	0,9100	21,000	0
2	0,001	3,000	0,9100	20,950	50
3	0,001	3,000	0,9100	20,900	100
4	0,001	3,000	0,9100	20,850	150
5	0,001	3,000	0,9100	20,800	200
6	0,001	3,000	0,9100	20,750	250
7	0,001	3,000	0,9100	20,700	300
8	0,001	3,000	0,9100	20,650	350
9	0,001	3,000	0,9100	20,600	400

Percobaan ke:I D

Tabel 3.10 Pengamatan profil muka air percobaan I D

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,005	1,000	0,2857	18,300	0
2	0,005	1,000	0,2857	18,050	50
3	0,005	1,000	0,2857	17,800	100
4	0,005	1,000	0,2857	17,550	150
5	0,005	1,000	0,2857	17,300	200
6	0,005	1,000	0,2857	17,050	250
7	0,005	1,000	0,2857	16,800	300
8	0,005	1,000	0,2857	16,550	350
9	0,005	1,000	0,2857	16,300	400

Percobaan ke:II D

Tabel 3.11 Pengamatan profil muka air percobaan II D

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,005	2,000	0,7500	19,800	0
2	0,005	2,000	0,7500	19,550	50
3	0,005	2,000	0,7500	19,300	100
4	0,005	2,000	0,7500	19,050	150
5	0,005	2,000	0,7500	18,800	200
6	0,005	2,000	0,7500	18,550	250
7	0,005	2,000	0,7500	18,300	300
8	0,005	2,000	0,7500	18,050	350
9	0,005	2,000	0,7500	17,800	400

Percobaan ke:III D

Tabel 3.12 Pengamatan profil muka air percobaan III D

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,005	3,000	1,5000	20,800	0
2	0,005	3,000	1,5000	20,550	50
3	0,005	3,000	1,5000	20,300	100
4	0,005	3,000	1,5000	20,050	150
5	0,005	3,000	1,5000	19,800	200
6	0,005	3,000	1,5000	19,550	250
7	0,005	3,000	1,5000	19,300	300
8	0,005	3,000	1,5000	19,050	350
9	0,005	3,000	1,5000	18,800	400

PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA

Percobaan ke:I E

Tabel 3.13 Pengamatan profil muka air percobaan I E

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,01	1,300	0,3000	19,000	0
2	0,01	1,300	0,3000	18,500	50
3	0,01	1,300	0,3000	18,000	100
4	0,01	1,300	0,3000	17,500	150
5	0,01	1,300	0,3000	17,000	200
6	0,01	1,300	0,3000	16,500	250
7	0,01	1,300	0,3000	16,000	300
8	0,01	1,300	0,3000	15,500	350
9	0,01	1,300	0,3000	15,000	400

Percobaan ke:II E

Tabel 3.14 Pengamatan profil muka air percobaan II E

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,01	2,000	0,6818	19,700	0
2	0,01	2,000	0,6818	19,200	50
3	0,01	2,000	0,6818	18,700	100
4	0,01	2,000	0,6818	18,200	150
5	0,01	2,000	0,6818	17,700	200
6	0,01	2,000	0,6818	17,200	250
7	0,01	2,000	0,6818	16,700	300
8	0,01	2,000	0,6818	16,200	350
9	0,01	2,000	0,6818	15,700	400

Percobaan ke:III E

Tabel 3.15 Pengamatan profil muka air percobaan III E

No.	Kemiringan (So)	Kedalaman di atas bendung (d) (cm)	Debit aliran (Q) (lt/dt)	Kedalaman (h) (cm)	Jarak dari bendung (X) (cm)
1	0,01	2,800	1,2500	20,500	0
2	0,01	2,800	1,2500	20,000	50
3	0,01	2,800	1,2500	19,500	100
4	0,01	2,800	1,2500	19,000	150
5	0,01	2,800	1,2500	18,500	200
6	0,01	2,800	1,2500	18,000	250
7	0,01	2,800	1,2500	17,500	300
8	0,01	2,800	1,2500	17,000	350
9	0,01	2,800	1,2500	16,500	400

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Aliran yang terjadi di laboratorium adalah aliran *steady uniform flow* yaitu kedalaman aliran tidak berubah menurut waktu dan tempat. Tetapi dengan dipasangnya bendung maka aliran akan berubah menjadi aliran berubah lambat laun, karena permukaan air akan menjadi semakin naik dan kedalaman air di dekat bendung lebih besar daripada daerah hulu.

Aliran merupakan aliran sub kritis karena salurannya adalah saluran yang landai. Profil aliran yang terbentuk adalah profil M_1.



Gambar 4.1. Profil *Backwater*

4.2 Variabel-variabel Penelitian

Pada perhitungan profil muka air ada beberapa hal yang perlu dikaji atau dibahas untuk memperjelas pengaruhnya terhadap bentuk muka air, khususnya *back water* yang terjadi akibat adanya pembendungan. Hal-hal tersebut adalah:

a. Kemiringan saluran

Kemiringan saluran sangat besar pengaruhnya terhadap aliran yaitu bisa bersifat aliran sub kritis atau aliran super kritis. Di dalam penelitian ini kemiringan

saluran bervariasi, dan diusahakan aliran berbentuk aliran sub kritis kemiringan yang diambil adalah So_{m1} = 0,0001; So_{m2} = 0,0005; So_{m3} = 0,001; So_{m4} = 0,005; So_{m5} = 0,01. Karena semua perhitungan di dalam **tugas akhir** ini menggunakan prinsip analisis model dan dimensi, maka kemiringan pada prototip dapat dicari yaitu dengan menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100.

Sehingga kemiringan pada prototip menjadi

$$So_{p1} = 0{,}0001x\frac{20}{100} = 0{,}00002$$

$$So_{p2} = 0{,}0005x\frac{20}{100} = 0{,}0001$$

$$So_{p3} = 0{,}001x\frac{20}{100} = 0{,}0002$$

$$So_{p4} = 0{,}005x\frac{20}{100} = 0{,}001$$

$$So_{p5} = 0{,}01x\frac{20}{100} = 0{,}002$$

Dengan: So_m = kemiringan saluran pada model

So_p = kemiringan saluran pada prototip

nV = perbandingan dimensi arah vertikal

nh = perbandingan dimensi arah horisontal

b. Koefisien Kekasaran Manning

Koefisien kekasaran Manning merupakan variabel yang sangat penting dalam perhitungan profil muka air terutama dengan Metode Integrasi Grafis. Koefisien kekasaran Manning dapat ditentukan dengan mengetahui kecepatan aliran, kemiringan saluran, dan kedalaman aliran.

Setelah diadakan percobaan di laboratorium dengan mengalirkan air ke dalam saluran maka didapat data sebagai berikut:

- Kemiringan saluan (So) = 0,004
- Kedalaman aliran (h) = 3,1 cm = 0,031 m
- Debit aliran (Q) = 1,86 lt/dt = 0,00186 m3/dt

Didapat kecepatan (v) = 0,6 m/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model:nh = 100; nv = 20

maka: $nV = nh^{1/2}$

$= 20^{1/2}$

$= 4,4721$

$nV = \frac{Vp}{Vm}$

$Vp = nV \cdot Vm$

$= 4,4721 \cdot 0,6$

$= 2,6833$

$Rm = \frac{Am}{Pm}$

$= \frac{0,1.0,031}{2.0,031 + 0,1}$

$= 0,019136$ m

$nR = nL$

$= 100$

maka:

$Rp = nR \cdot Rm$

$= 100 \cdot 0,019136$

$$= 1{,}9136 \text{ m}$$

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

$$2{,}6833 = \frac{1}{n} . 1{,}9136^{\,2/3} . 0{,}0008^{\,1/2}$$

$$n = 0{,}0162$$

c. Tinggi air di atas punggung bendung

Dalam penelitian ini menggunakan bendung tipe *ogee*. Dengan mengambil ketinggian air yang mengalir di atasnya bervariasi, di mana masing-masing kemiringan mengambil tinggi air di atas punggung bendung yang berbeda sebanyak 3 kali. Dengan demikian sampel untuk membandingkan antara Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse sudah dianggap cukup.

d. Dimensi bendung

Bendung yang digunakan adalah bendung tipe *ogee* dengan ketinggian 17 cm dan lebar sesuai dengan lebar saluran yaitu 10 cm.

e. Geometri saluran

Saluran yang dipakai untuk penelitian ini sesuai dengan yang tersedia di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII yaitu dengan bentuk persegi dengan lebar (b) = 10 cm dan panjang (L) = 600 cm. Karena terbatasnya panjang saluran maka kedalaman normal aliran setelah adanya bendung tidak bisa diamati secara langsung di laboratorium, yang mana kedalaman normal merupakan variabel penting dalam perhitungan Metode Bresse. Dengan kondisi seperti ini kedalaman normal hanya bisa diketahui dengan menggunakan rumus:

$$hn = \left[\frac{q}{C.So^{1/2}} \right]^{2/3} \quad \text{dengan} \quad C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$$

Dengan: hn = kedalaman normal

q = debit aliran tiap satuan lebar

So = kemiringan saluran

C = koefisien Chezy

n = koefisien kekasaran Manning

R = radius hidrolik

f. Kecepatan gravitasi

Kecepatan gravitasi diambil sebesar 9,81 m/dt^2.

g. Debit aliran

Debit aliran adalah jumlah volume air yang tertampung tiap satuan waktu, dalam hal ini satuannya menjadi (m^3/dt). Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi, maka skala debit dapat ditentukan (nQ).

$nV = 20; nh = 100$

$nQ = nL \cdot nh \cdot nh^{1/2}$

$= nL \cdot nh^{3/2}$

$= 100 \cdot 20^{3/2}$

$= 8944{,}2719$

4.3 Tujuan Perhitungan Profil Muka Air

Perhitungan profil muka air berfungsi untuk mengetahui sejauh mana pengaruh genangan air di sebelah hulu bendung, dan untuk mengetahui setinggi berapa meter air yang tergenang. Dengan demikian dapat ditentukan beberapa macam bangunan, yaitu:

1. Ketinggian tanggul banjir
2. Dalam suatu saluran dapat ditentukan banyaknya bendung yang bisa dibangun.

Namun dalam perhitungan profil muka air ada beberapa metode yang dapat digunakan maka dengan adanya penelitian dapat ditentukan metode mana yang paling sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan.

4.4 Metode Perbandingan

Penelitian laboratorium merupakan cara menentukan bentuk profil muka air yang secara langsung diamati sehingga hasilnya akan tergantung dari ketelitian pengoperasian alat-alat laboratorium dan kecermatan pengamatan. Sedangkan dengan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse adalah secara teoritis. Dalam hal ini yang dipakai sebagai acuan adalah hasil pengamatan di laboratorium.

Persentase penyimpangan secara teoritis adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase penyimpangan} = \frac{PL - MX}{PL} x100\%$$

Dengan: PL = hasil pengamatan laboratorium

MX = metode perhitungan secara teoritis (metode integrasi grafis, metode Bresse)

MIG = metode integrasi grafis

MB = metode Bresse

4.5 Hasil-hasil Perhitungan dan Pembahasan

4.5.1 Percobaan I^A

A. Metode integrasi grafis

Data-data yang diperoleh di laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 1 cm = 0,01 m
- Debit aliran (Q) = 0,1875 lt/dt = 0,0001875 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi, dengan perbandingan nV = 20; nh = 100, maka pada prototip sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0001 x 0,2 = 0,00002
- Tinggi air di atas bendung (d) = 1 cm = 0,01 x 20 = 0,2 m
- Debit aliran (Q) = 0,0001875 x 8944,2719 = 1,6770 m^3/dt

Hasil dari perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 16.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama seperti Metode Integrasi Grafis, koefisien Chezy didapat C = 68,7791.

Kedalaman normal $hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$

$$= \left[\frac{0,1677}{68,7791 \cdot 0,00002^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0,6674$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,6674}{0,00002} = 33365$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68791^2 \cdot 0,00002}{9,81}$$

$$= 0,9903$$

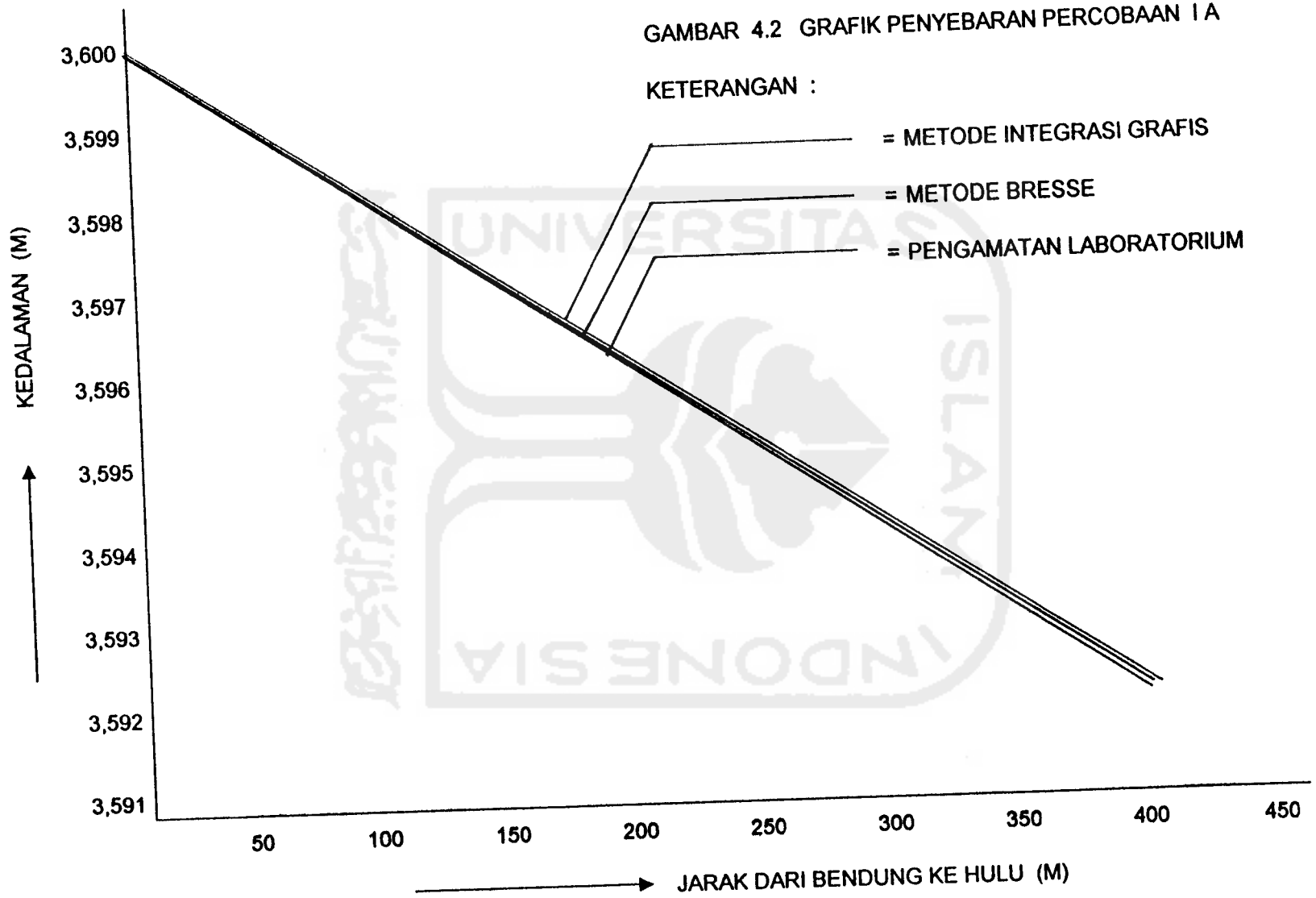
$$n = \frac{h_i}{h_n} = \frac{h_i}{0{,}6673}$$

$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 31. Dengan membuat suatu tabel dan grafik antara perhitungan integrasi grafis, Metode Bresse dan pengamatan laboratorium, dimana pengamatan laboratorium sebagai tolok ukurnya, maka prosentase penyimpangannya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1. Persentase kesalahan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan I[A].

No	h	PL	MIG	%	MB	%
1	3,600					
2	3,599	50	50,5275	1,0550	50,3779	0,7558
3	3,598	100	101,0550	1,0550	100,7558	0,7558
4	3,597	150	151,5800	1,0550	151,1337	0,7558
5	3,596	200	202,1074	1,0548	201,5116	0,7558
6	3,595	250	252,6348	1,0548	251,8895	0,7558
7	3,594	300	303,1622	1,0548	302,2674	0,7558
8	3,593	350	353,6896	1,0548	352,6453	0,7558
9	3,592	400	404,2170	1,0548	403,0232	0,7558



GAMBAR 4.2 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN I A

1. Metode Integrasi Grafis

- Metode ini memberikan hasil yang lebih besar.
- Untuk Δh yang sama metode ini hampir memberikan hasil yang sama hanya untuk kedalaman 3,596 ke bawah memberikan hasil yang agak turun.

2. Metode Bresse

- Untuk setiap Δh metode ini memberikan hasil yang sama.
- Persentase kesalahan dari metode ini adalah rata-rata 0,7558 %.
- Dengan metode ini memberikan hasil yang lebih besar daripada pengamatan di laboratorium.
- Dalam kasus di atas metode ini masih bisa diterima.

4.5.2 Percobaan II^A

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh di laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 2 cm = 0,02 m
- Debit aliran (Q) = 0,3750 lt/dt = 0,0003750 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi, dengan perbandingan nV = 20; nh = 100, maka pada prototip sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0001 x 0,2 = 0,00002
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,02 x 20 = 0,4 m
- Debit aliran (Q) = 0,0003750 x 8944,2719 = 3,3541 m^3/dt

Hasil dari perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 17.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama seperti pada Metode Integrasi Grafis, koefisien Chezy didapat C = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0,33541}{68,7791 \cdot 0,00002^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 1,0594 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{1,0594}{0,00002} = 52970$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68^2 \cdot 0,00002}{9,81}$$

$$= 0,9903$$

$$n = \frac{h_i}{h_n}$$

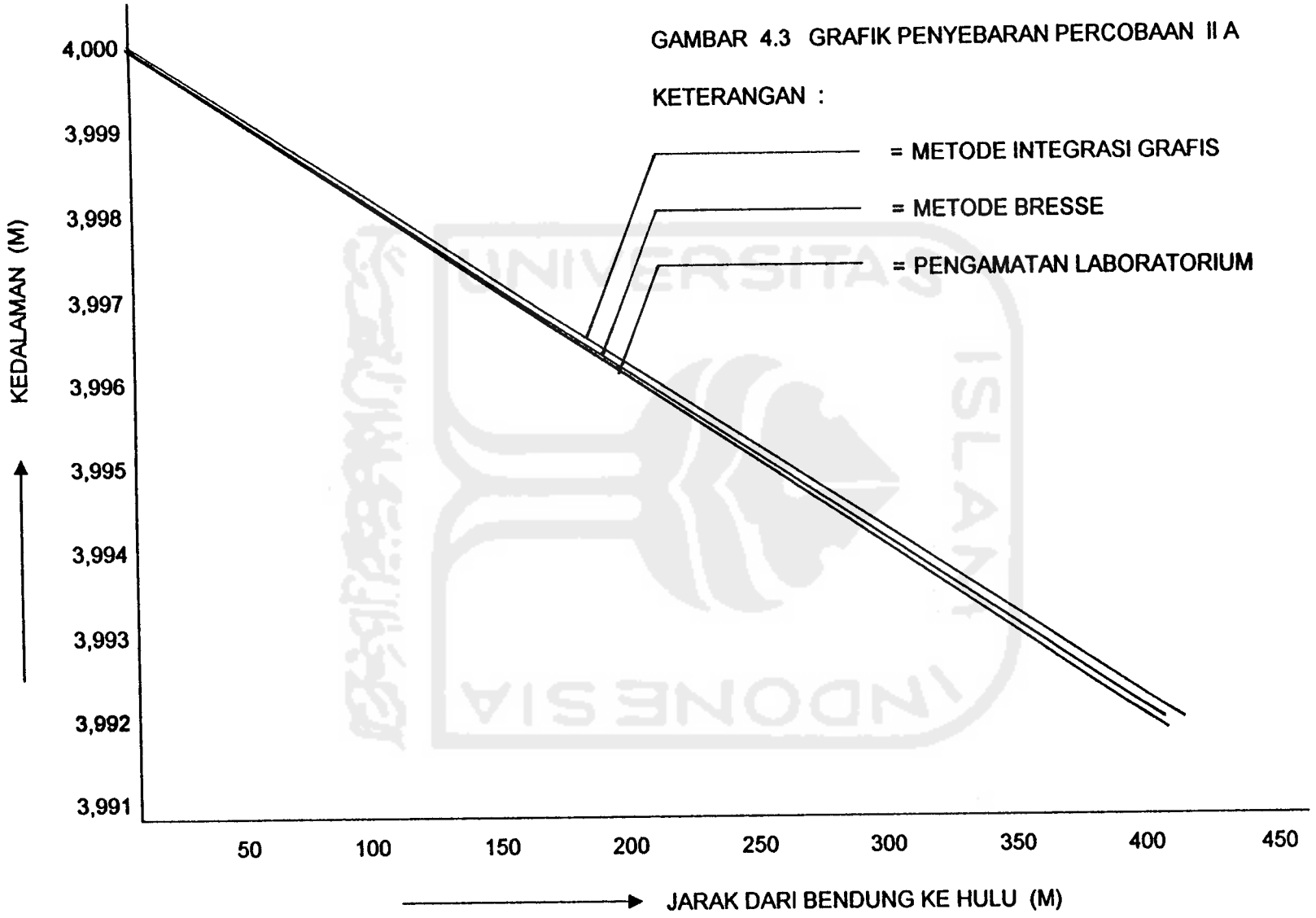
$$x_1 = x_0 + A[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 32. Dengan membuat tabel dan grafik antara perhitungan integrasi grafis, Metode

Bresse dan pengamatan laboratorium, yang mana pengamatan laboratorium sebagai tolok ukurnya, maka penyimpangan kedua metode tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Persentase kesalahan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan II^A

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	4,000					
2	3,999	50	51,6436	3,2872	48,7221	2,5558
3	3,998	100	103,2872	3,2872	102,7412	2,7412
4	3,997	150	154,9308	3,2872	150,9388	0,6259
5	3,996	200	206,5744	3,2872	204,9579	2,4789
6	3,995	250	258,2180	3,2872	253,6800	1,4720
7	3,994	300	309,8616	3,2872	302,4021	0,8007
8	3,993	350	361,5052	3,2872	356,4212	1,8346
9	3,992	400	413,1488	3,2872	404,6188	1,1547


GAMBAR 4.3 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN II A
KETERANGAN :
= METODE INTEGRASI GRAFIS
= METODE BRESSE
= PENGAMATAN LABORATORIUM
KEDALAMAN (M)
4,000
3,999
3,998
3,997
3,996
3,995
3,994
3,993
3,992
3,991
50
100
150
200
250
300
350
400
450
JARAK DARI BENDUNG KE HULU (M)

o) **Metode Integrasi Grafis**

- Pada metode ini persentase kesalahannya di tiap kedalaman adalah sama yaitu sebesar 3,2872 %.
- Untuk Δh yang sama metode ini memberikan panjang tahapan yang lebih besar dari hasil pengamatan di laboratorium.

o) **Metode Bresse**

- Pada metode ini persentase tiap kedalaman tidak sama yaitu antara 0,6259 % pada kedalaman 3,997 sampai 2,7412 % pada kedalaman 3,998.
- Pada metode ini persentase kesalahan tidak teratur dari kedalaman 3,999 sampai kedalaman 3,992, prosentase kesalahan terkecil terjadi setelah persentase kesalahan yang terbesar.

4.5.3 Percobaan III^{A}

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh di laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 3 cm = 0,03 m
- Debit aliran (Q) = 0,667 lt/dt = 0,00067 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi, dengan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0001 x 0,2 = 0,00002
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,03 x 20 = 0,6 m
- Debit aliran (Q) = 0,00067 x 8944,2719 = 5,9628 m^3/dt

Hasil dari perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 18.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama dengan data pada Metode Integrasi Grafis di atas, dengan koefisien Chezy C = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0,59628}{68,7791 \cdot 0,00002^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 1,5547 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{1,5547}{0,00002} = 77735$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68^2 \cdot 0,00002}{9,81}$$

$$= 0,9903$$

$$n = \frac{h_i}{h_n}$$

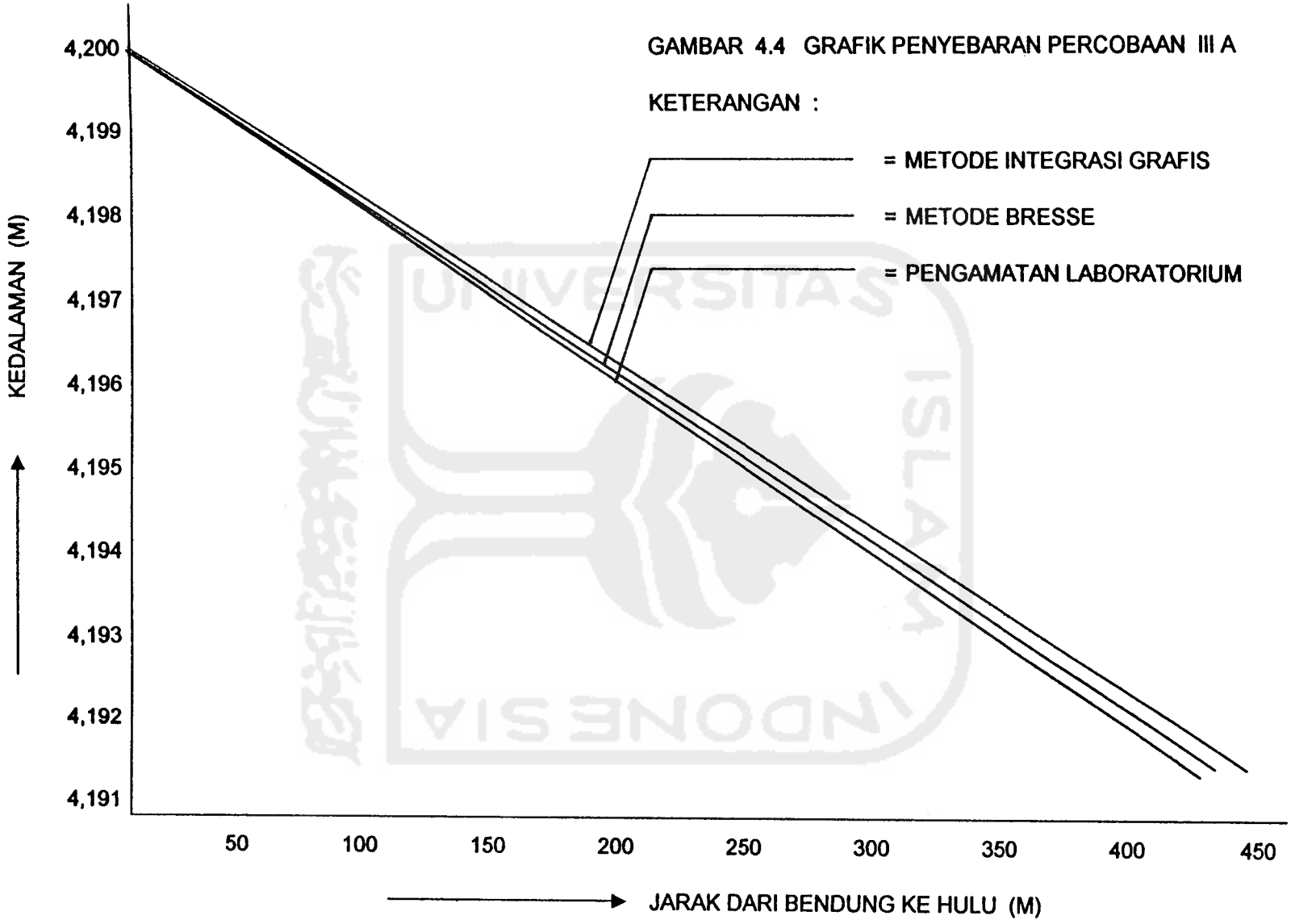
$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 33. Dengan membuat tabel dan grafik antara perhitungan integrasi grafis, Metode Bresse dan pengamatan di laboratorium, yang mana pengamatan laboratorium

sebagai tolok ukurnya, maka persentase penyimpangan kedua metode tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Persentase penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan III[A]

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	4,200					
2	4,199	50	54,7977	9,5954	57,4937	14,9874
3	4,198	100	109,5954	9,5954	106,4441	6,4441
4	4,197	150	164,3931	9,5954	163,9378	9,2918
5	4,196	200	219,1908	9,5954	212,8882	6,4441
6	4,195	250	273,9885	9,5954	261,8386	4,7354
7	4,194	300	328,7862	9,5954	319,3323	6,4441
8	4,193	350	383,5839	9,5954	368,2827	5,2236
9	4,192	400	438,3816	9,5954	425,7764	6,4441



GAMBAR 4.4 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN III A

KETERANGAN :

o) **Metode Integrasi Grafis**

- Pada metode ini persentase penyimpangan untuk tiap-tiap kedalaman adalah sama yaitu sebesar 9,5954 %.
- Untuk setiap Δh yang sama metode ini memberikan hasil yang lebih besar dari hasil pengamatan di laboratorium.

o) **Metode Bresse**

- Pada metode ini persentase penyimpangan untuk setiap kedalaman tidak sama yaitu antara 4,7354 sampai 14,9874.
- Pada Metode Bresse untuk setiap Δh memberikan penyimpangan yang tidak teratur. Persentase penyimpangan terbesar terletak pada kedalaman 4,199 m dan prosentase terkecil pada kedalaman 4,195 m.
- Secara umum Metode Bresse memberikan panjang pengaruh air balik yang hampir sama dengan pengamatan laboratorium.

4.5.4 Percobaan I^B

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh melalui pengamatan laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0005
- Tinggi air di atas bendung (d) = 1 cm = 0,01 m
- Debit aliran (Q) = 0,2069 lt/dt = 0,000207 m^3/dt

Dengan prinsip analisa model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip dapat dicari sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0005 x 0,2 = 0,00001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,01 x 20 = 0,2 m
- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,000207 = 1,8515 m^3/dt

Hasil dari perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 19.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama dengan data pada Metode Integrasi Grafis di atas, dengan koefisien Chezy C = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0,18515}{68,7791 \cdot 0,00001^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0,4169 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,4169}{0,00001} = 4169$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,00001}{9,81}$$

$$= 0,9518$$

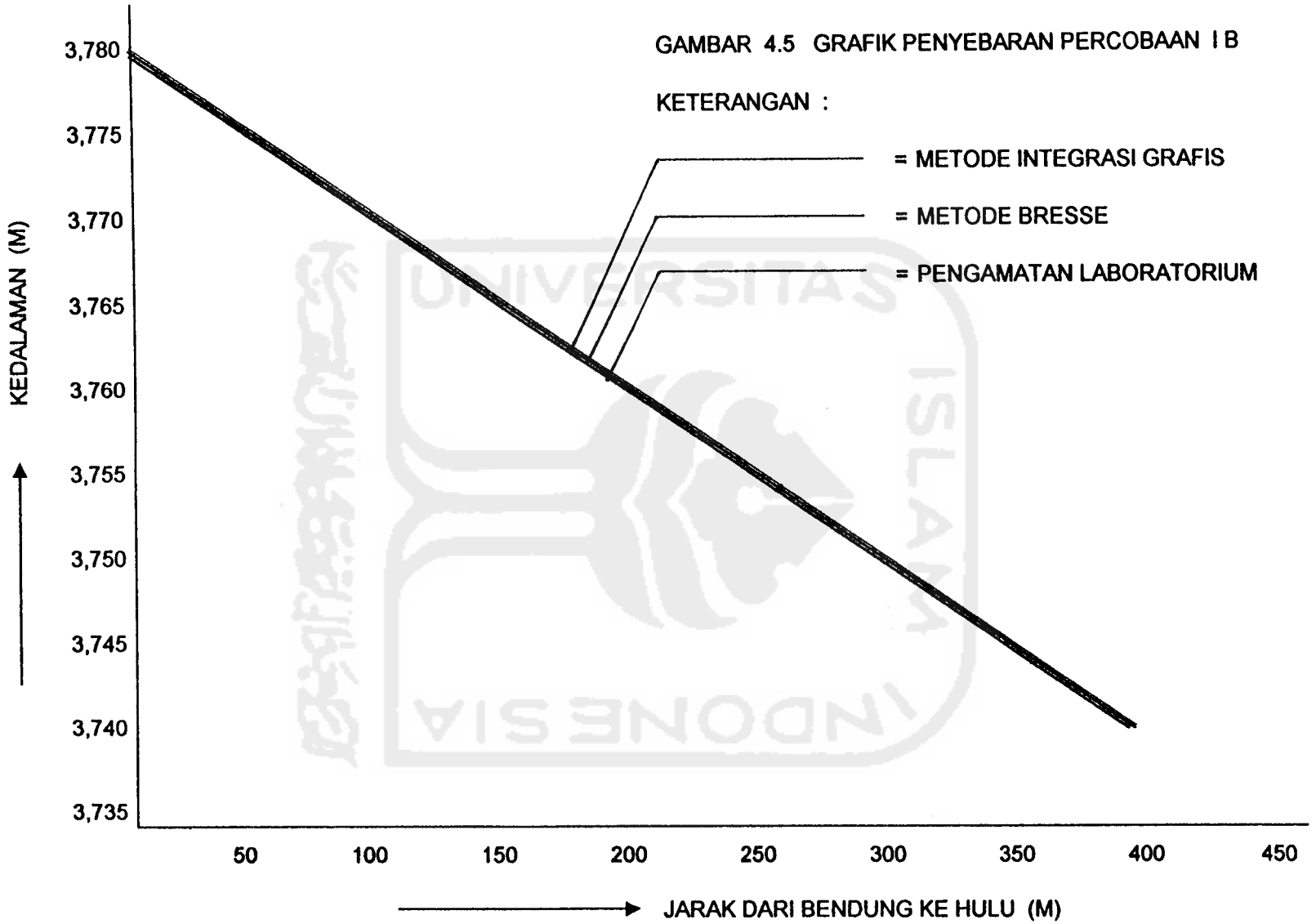
$$n = \frac{h_1}{h_n}$$

$$x_1 = x_o + A[(n_1 - n_o) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_o)\}]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 34. Dengan membuat tabel dan grafik antara perhitungan integrasi grafis, Bresse dan pengamatan laboratorium, maka penyimpangannya dapat dilihat.

Tabel 4.4 Persentase penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan I[B]

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	3,780					
2	3,776	50	50,1120	0,2240	50,1074	0,2148
3	3,770	100	100,2240	0,2240	100,1751	0,1751
4	3,765	150	150,3360	0,2240	150,2825	0,1883
5	3,760	200	200,4480	0,2240	200,3899	0,1949
6	3,755	250	250,5600	0,2240	250,4576	0,1830
7	3,750	300	300,6720	0,2240	300,1481	0,0494
8	3,745	350	350,7840	0,2240	350,2555	0,0730
9	3,740	400	400,8960	0,2240	400,3232	0,0808



GAMBAR 4.5 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN I B

o) Metode Integrasi Grafis

- Pada Metode Integrasi Grafis penyimpangan untuk tiap-tiap kedalaman adalah sama yaitu sebesar 0,2240 %.
- Untuk setiap Δh pada metode ini memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan di laboratorium.

o) Metode Bresse

- Pada metode ini penyimpangan untuk setiap kedalaman tidak sama.
- Persentase kesalahan secara umum lebih kecil bila dibandingkan dengan Metode Integrasi Grafis, tetapi untuk setiap kedalaman memberikan penyimpangan yang tidak teratur. Persentase kesalahan terbesar pada kedalaman 3,775 m dan terkecil pada kedalaman 3,750 m.

4.5.5 Percobaan II^B

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh di laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0005
- Tinggi air di atas bendung (d) = 2 cm = 0,02 m
- Debit aliran (Q) = 0,5 lt/dt = 0,0005 m^3/dt

Dengan prinsip analisis model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0005 x 0,2 = 0,00001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,02 x 20 = 0,4 m
- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,0005 = 4,4721 m^3/dt

Hasil perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 20.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama dengan data pada Metode Integrasi Grafis di atas, dengan koefisien Chezy C = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0,44721}{68,7791 \cdot 0,00001^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0,7505 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,7505}{0,00001} = 7505$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,00001}{9,81}$$

$$= 0,9518$$

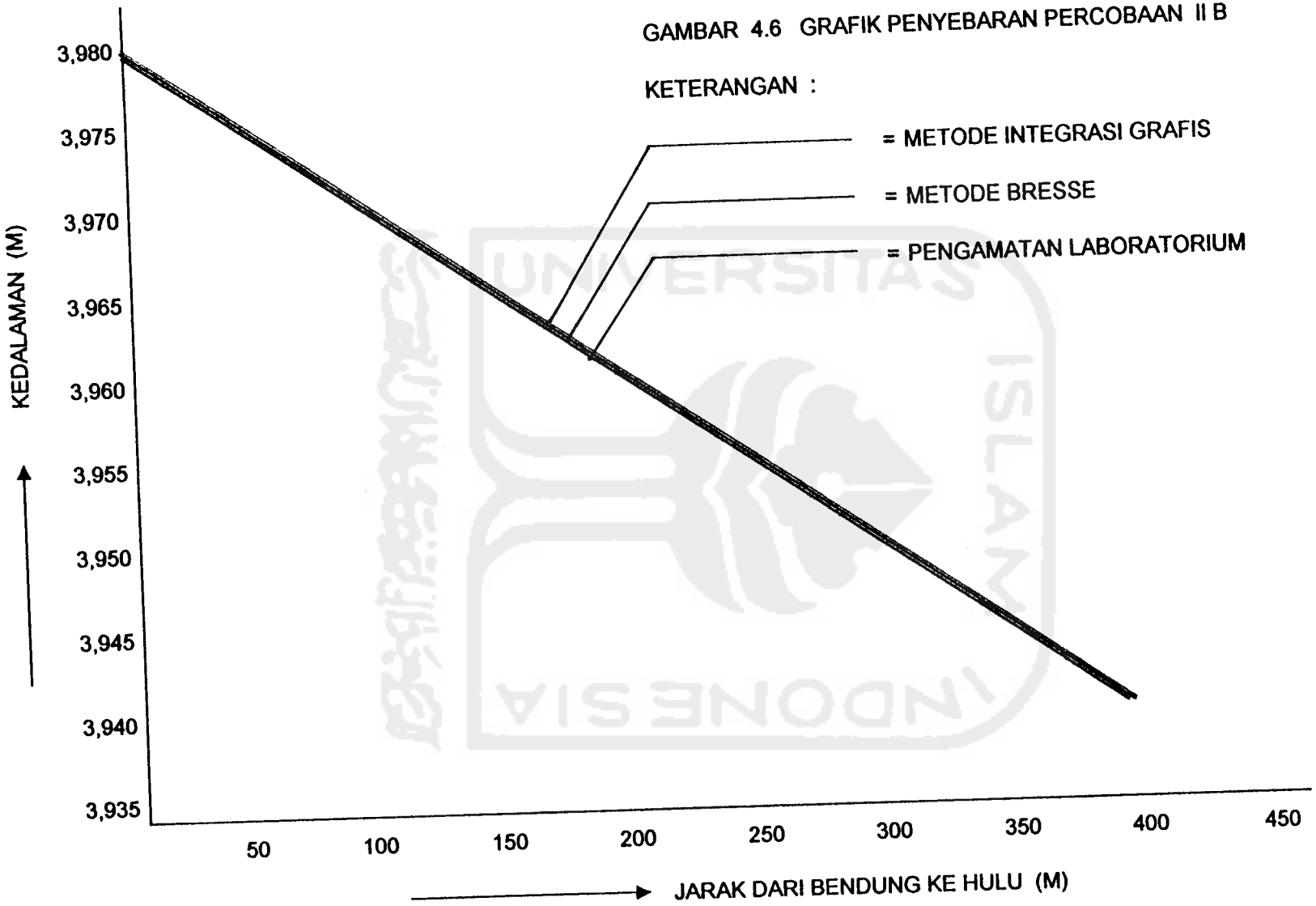
$$n = \frac{h_1}{h_n}$$

$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 35. Dengan membuat tabel dan grafik antara Metode Bresse dan integrasi grafis, maka penyimpangannya dapat dilihat.

Tabel 4.5 Persentase penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan II^B

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	3,980					
2	3,975	50	50,5655	1,1310	49,8187	0,3626
3	3,970	100	101,1307	1,1307	100,4594	0,4594
4	3,965	150	151,6982	1,1321	151,0286	0,6857
5	3,960	200	202,2682	1,1341	200,9188	0,4594
6	3,955	250	252,8407	1,1363	251,4880	0,5952
7	3,950	300	303,4157	1,1386	301,3782	0,4594
8	3,945	350	353,9932	1,1409	352,0189	0,5786
9	3,940	400	404,5732	1,1433	402,5881	0,6470



GAMBAR 4.6 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN II B

o) **Metode Integrasi Grafis**

- Metode Integrasi Grafis memberikan hasil yang semakin ke hulu semakin besar persentase penyimpangannya.
- Membérikan hasil yang lebih besar dari pengamatan laboratorium.
- Penyimpangan terjadi dari awal hingga ke hulu yang semakin besar.

o) **Metode Bresse**

- Pada metode Bresse secara umum memberikan penyimpangan yang kecil.
- Penyimpangan pada metode ini masih memberikan harga yang tidak teratur berkisar antara 0,2326 % sampai 0,6857 %.
- Pada kedalaman 3,975 memberikan hasil yang lebih kecil dari pengamatan di laboratorium.

4.5.6 Percobaan III^B

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh di laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0005
- Tinggi air di atas bendung (d) = 3 cm = 0,03 m
- Debit aliran (Q) = 0,750 lt/dt = 0,00075 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0005 x 0,2 = 0,00001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,03 x 20 = 0,6 m
- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,00075 = 6,7082 m^3/dt

Hasil perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 21.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama seperti Metode Integrasi Grafis di atas, dengan kedalaman normal.

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0{,}67082}{68{,}7791 \cdot 0{,}00001^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0{,}9835 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0{,}9835}{0{,}00001} = 9835$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68{,}7791^2 \cdot 0{,}00001}{9{,}81}$$

$$= 0{,}9518$$

$$n = \frac{h_1}{h_n}$$

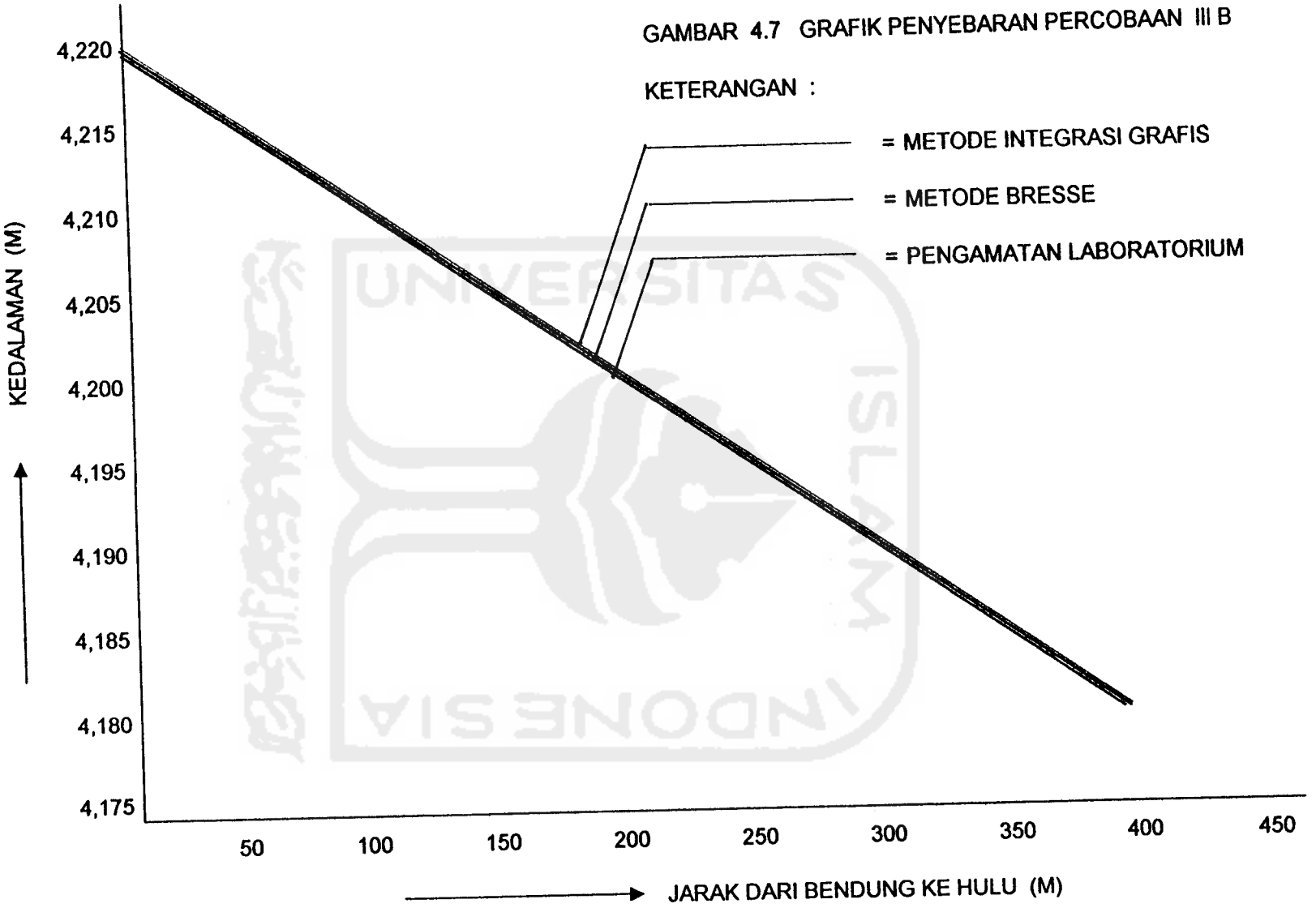
$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 36. Dengan membuat tabel dan grafik, maka penyimpangan kedua metode tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Persentase penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan II^B

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	4,220					
2	4,215	50	51,0960	2,1920	50,7202	1,4404
3	4,210	100	102,1942	2,1942	101,5340	1,5340
4	4,205	150	153,2949	2,1966	152,0844	1,5028
5	4,200	200	204,4009	2,2004	202,0844	1,0422
6	4,195	250	255,5094	2,2038	252,8046	1,1218
7	4,190	300	306,6206	2,2068	303,6184	1,2061
8	4,185	350	357,7368	2,2105	354,3386	1,2396
9	4,180	400	408,8580	2,2145	405,1524	1,2881

GAMBAR 4.7 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN III B



o) **Metode Integrasi Grafis**

- Metode Integrasi Grafis penyimpangannya semakin besar ke arah hulu.
- Penyimpangannya lebih besar dari debit percobaan Π^B.
- Memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan laboratorium.

o) **Metode Bresse**

- Pada metode Bresse penyimpangannya kecil.
- Penyimpangan terkecil terletak pada kedalaman 4,2 m dan terbesar pada kedalaman 4,21 m.
- Pada metode ini penyimpangannya masih tidak teratur walaupun secara umum memberikan hasil yang hampir sama dengan pengamatan laboratorium.

4.5.7 Percobaan I^C

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh di laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 1 cm = 0,01 m
- Debit aliran (Q) = 0,25 lt/dt = 0,00025 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip menjadi:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0001 x 0,2 = 0,00002
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,01 x 20 = 0,2 m
- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,00025 = 2,2361 m^3/dt

o) **Metode Integrasi Grafis**

- Metode Integrasi Grafis penyimpangannya semakin besar ke arah hulu.
- Penyimpangannya lebih besar dari debit percobaan II^B.
- Memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan laboratorium.

o) **Metode Bresse**

- Pada Metode Bresse penyimpangannya kecil.
- Penyimpangan terkecil terletak pada kedalaman 4,2 m dan terbesar pada kedalaman 4,21 m.
- Pada metode ini penyimpangannya masih tidak teratur walaupun secara umum memberikan hasil yang hampir sama dengan pengamatan laboratorium.

4.5.7 Percobaan I^C

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh di laboratorium adalah sebagai berikut:

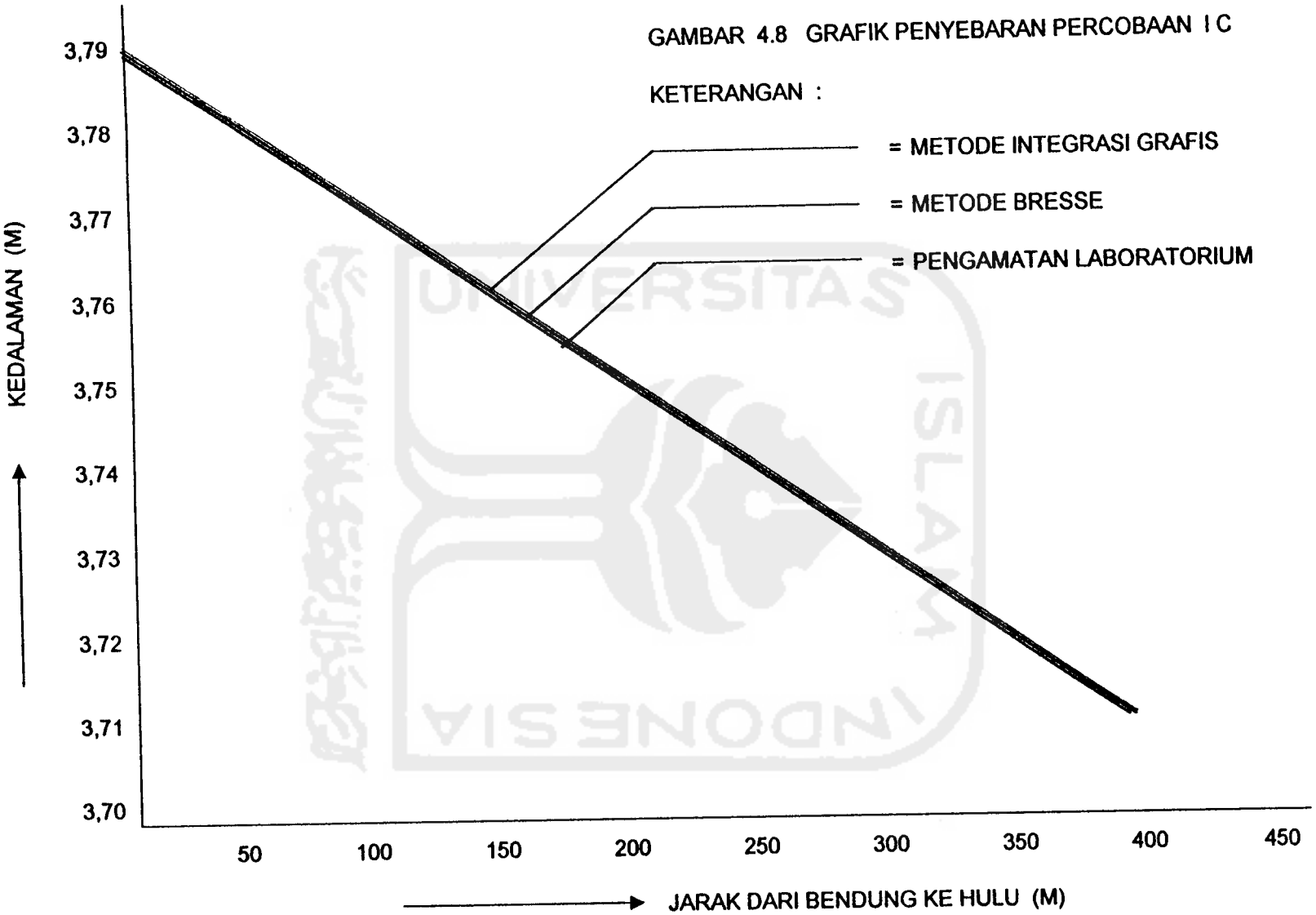
- Kemiringan saluran (So) = 0,0001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 1 cm = 0,01 m
- Debit aliran (Q) = 0,25 lt/dt = 0,00025 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip menjadi:

- Kemiringan saluran (So) = 0,0001 x 0,2 = 0,00002
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,01 x 20 = 0,2 m
- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,00025 = 2,2361 m^3/dt

Tabel 4.7 Persentase penyimpangan Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan I^C

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	3,790					
2	3,780	50	50,0867	0,1734	50,1534	0,3068
3	3,770	100	100,1734	0,1734	100,1022	0,1022
4	3,760	150	150,2525	0,1683	150,2556	0,1704
5	3,750	200	200,3328	0,1664	200,2214	0,1107
6	3,740	250	250,4131	0,1652	250,1702	0,0681
7	3,730	300	300,4933	0,1644	300,3236	0,1081
8	3,720	350	350,5760	0,1645	350,7894	0,1079
9	3,710	400	400,6586	0,1646	400,4428	0,1107



GAMBAR 4.8 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN I C

o) **Metode Integrasi Grafis**

- Pada metode ini memberikan hasil penyimpangan yang semakin ke hulu semakin kecil.
- Pada setiap kedalaman memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan di laboratorium.

o) **Metode Bresse**

- Pada metode Bresse memberikan penyimpangan terbesar terjadi pada kedalaman air di dekat bendung.
- Prosentase kesalahan tidak sama untuk setiap kedalaman dan menunjukkan nilai yang tidak teratur.
- Secara keseluruhan memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan laboratorium.

4.5.8 Percobaan II^C

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data hasil percobaan laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 2 cm = 0,02 m
- Debit aliran (Q) = 0,6667 lt/dt = 0,0006667 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang mempunyai perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,001 x 0,2 = 0,0002
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,02 x 20 = 0,4 m

– Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,0006667 = 5,9927 m^3/dt

Hasil perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 23.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama seperti pada Metode Integrasi Grafis di atas, dengan harga koefisien Chezy (C) = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0,59927}{68,7791 \cdot 0,0002^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0,7240 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,7240}{0,0002} = 3620,24$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,0002}{9,81}$$

$$= 0,9035$$

$$n = \frac{h_1}{h_n}$$

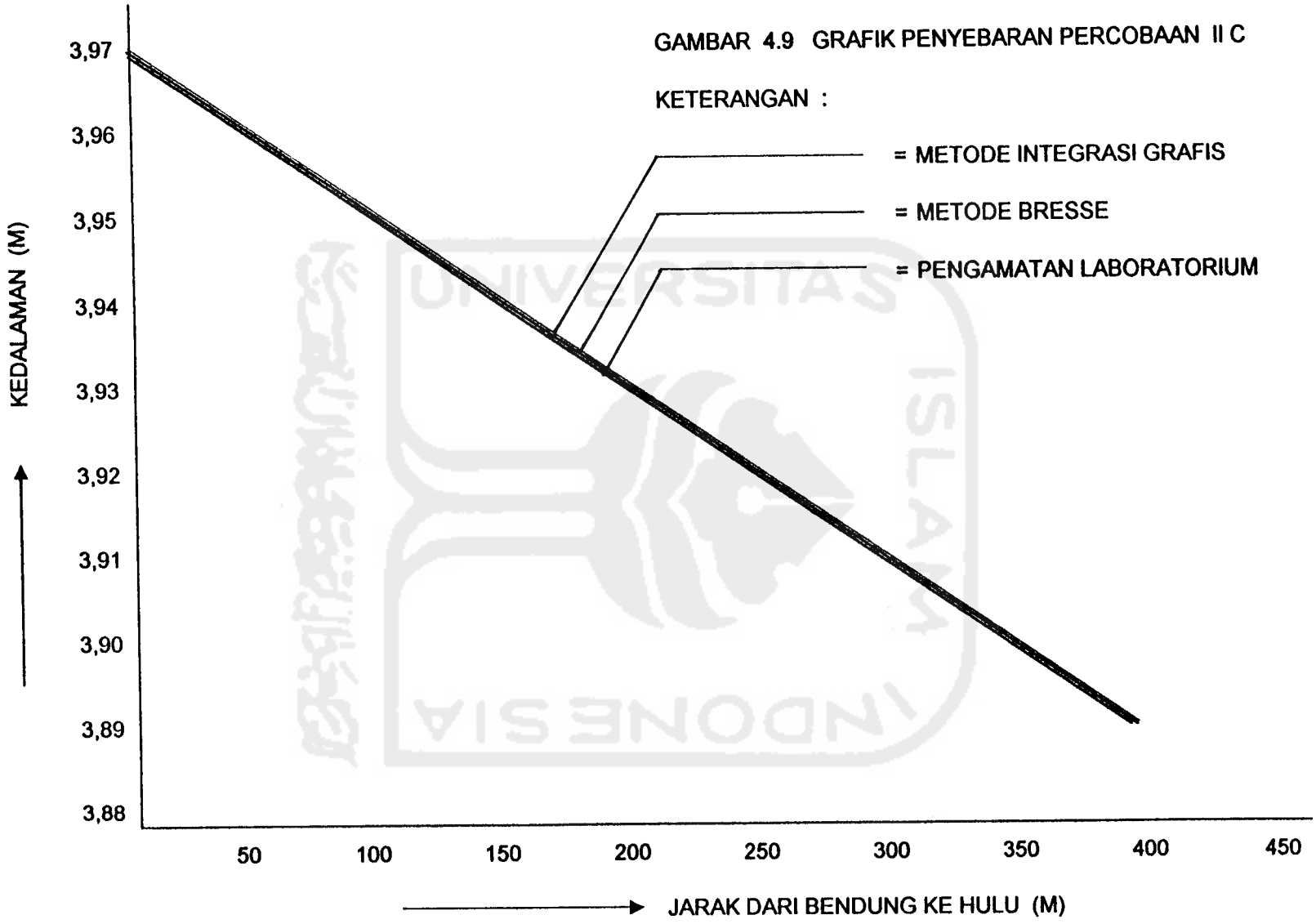
$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil hitungan dengan Metode Bresse dapat dilihat pada lampiran halaman 38. Dengan membuat tabel dan grafik antara kedua metode tersebut dengan

pengamatan laboratorium sebagai pembanding, maka penyimpangannya dapat diketahui.

Tabel 4.8 Persentase penyimpangan antara Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan II^C

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	3,970					
2	3,960	50	50,4956	0,9912	50,2210	0,4420
3	3,950	100	100,9952	0,9952	100,4747	0,4747
4	3,940	150	151,4982	0,9988	150,6957	0,4638
5	3,930	200	202,0022	1,0011	200,9494	0,4747
6	3,920	250	252,5098	1,0039	251,1704	0,4682
7	3,910	300	303,0236	1,0079	301,7861	0,5953
8	3,900	350	353,5410	1,0117	352,0398	0,5828
9	3,890	400	404,0619	1,0155	402,2971	0,5743



GAMBAR 4.9 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN II C

o) Metode Integrasi Grafis

- Pada metode ini memberikan hasil penyimpangan yang semakin ke hulu semakin besar.
- Pada setiap kedalaman memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan di laboratorium.

o) Metode Bresse

- Pada Metode Bresse memberikan penyimpangan terbesar terjadi pada kedalaman air 3,910 m.
- Persentase kesalahan tidak sama untuk setiap kedalaman dan menunjukkan nilai yang tidak teratur.
- Secara keseluruhan memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan laboratorium.

4.5.9 Percobaan III^C

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data hasil percobaan laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 3 cm = 0,03 m
- Debit aliran (Q) = 0,91 lt/dt = 0,00091 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang mempunyai perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,001 x 0,2 = 0,0002
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,03 x 20 = 0,6 m

- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,00091 = 8,1393 m^3/dt

Hasil perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 24

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama seperti pada Metode Integrasi Grafis di atas, dengan harga koefisien Chezy (C) = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0,81393}{68,7791 \cdot 0,0002^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0,8880 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,8880}{0,0002} = 4440$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,0002}{9,81}$$

$$= 0,9035$$

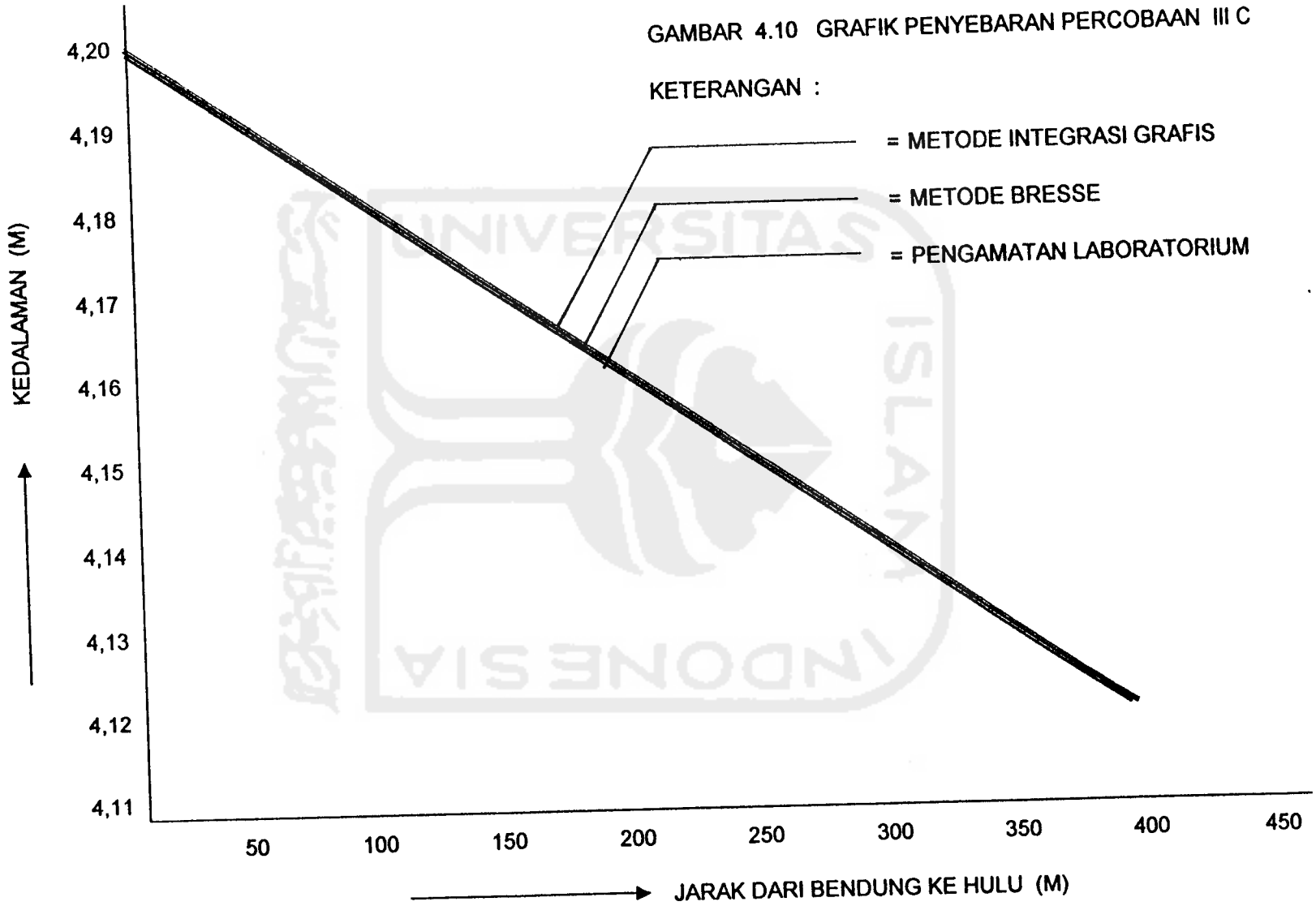
$$n = \frac{h_t}{h_n}$$

$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil hitungan dengan Metode Bresse dapat dilihat pada lampiran halaman 39 Dengan membuat tabel dan grafik antara kedua metode tersebut dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding, maka penyimpangannya dapat diketahui.

Tabel 4.9 Persentase penyimpangan antara Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan III^{C}

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	4,20					
2	4,19	50	50,7897	1,5794	50,1298	0,2596
3	4,18	100	101,5840	1,5840	100,7150	0,7158
4	4,17	150	152,3833	1,5889	150,8456	0,5637
5	4,16	200	203,1888	1,5944	201,4316	0,7158
6	4,15	250	254,0002	1,6000	251,5992	0,6397
7	4,14	300	304,8165	1,6055	302,1852	0,7284
8	4,13	350	355,6377	1,6108	352,3528	0,6722
9	4,12	400	406,4636	1,6159	402,9388	0,7347



GAMBAR 4.10 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN III C

o) **Metode Integrasi Grafis**

- Pada metode ini kesalahannya semakin ke hulu semakin besar.
- Penyimpangannya lebih besar dari percobaan II^C yang mempunyai debit yang lebih kecil.
- Untuk setiap kedalaman memberikan hasil yang lebih besar.

o) **Metode Bresse**

- Pada metode ini nilai penyimpangannya lebih kecil dari Metode Integrasi Grafis.
- Pada metode ini penyimpangannya tidak teratur.
- Memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan laboratorium.

4.5.10 Percobaan I^D

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,005
- Tinggi air di atas bendung (d) = 1 cm = 0,01 m
- Debit aliran (Q) = 0,2857 lt/dt = 0,0002857 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip adalah:

- Kemiringan saluran (So) = 0,005 x 0,2 = 0,001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,01 x 20 = 0,2 m
- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,0002857 = 2,5581 m^3/dt

Hasil perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 25.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama seperti pada Metode Integrasi Grafis di atas, dengan koefisien Chezy (C) = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0,25581}{68,7791 \cdot 0,001^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0,2400 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,2400}{0,001}$$

$$= 240 \text{ m}$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,001}{9,81}$$

$$= 0,5178$$

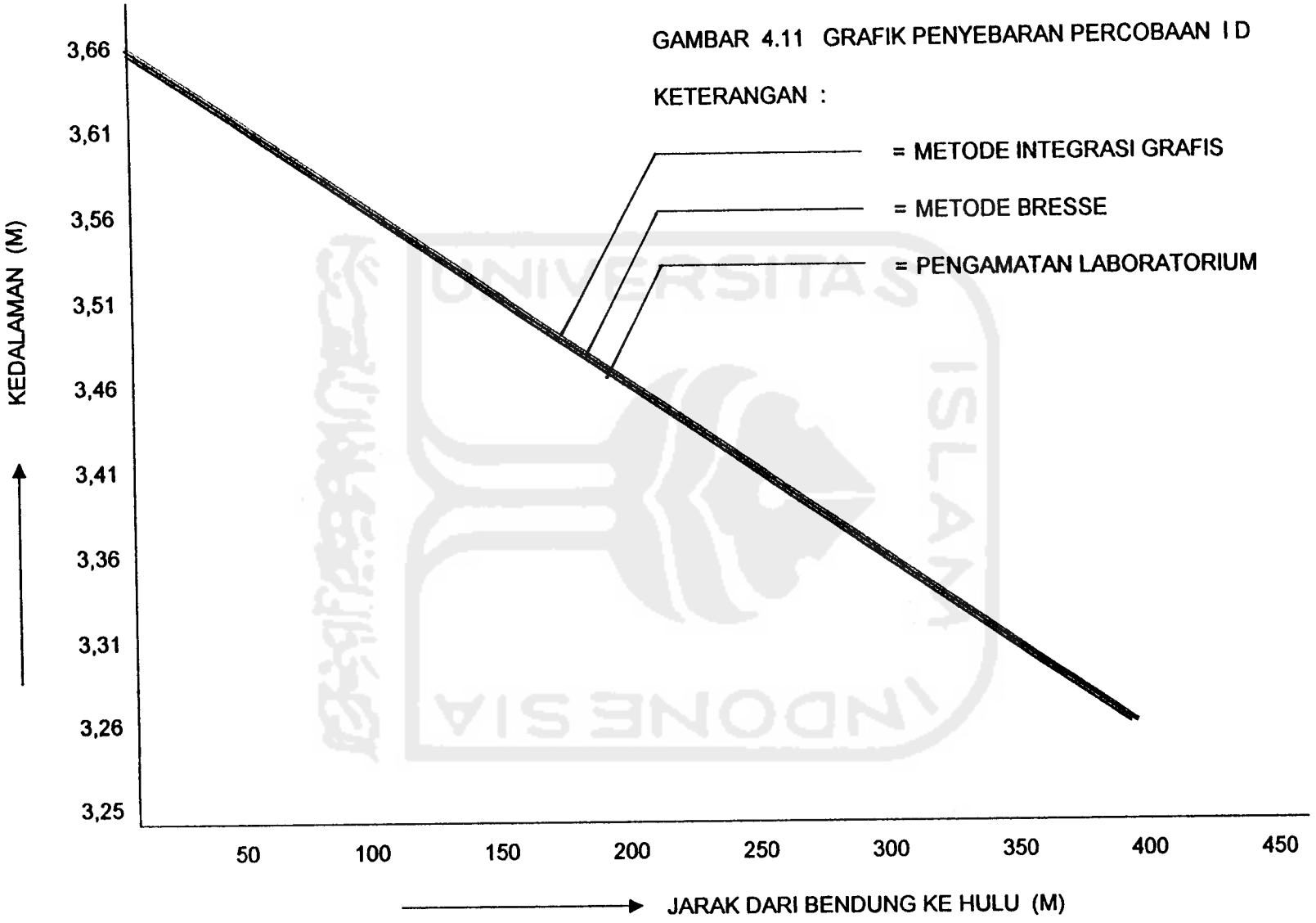
$$n = \frac{h_i}{h_n}$$

$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 40. Dengan membuat tabel dan grafik, maka penyimpangan kedua metode tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.10 Persentase penyimpangan antara Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan I^D

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	3,66					
2	3,61	50	50,0170	0,0340	49,9995	0,0010
3	3,56	100	100,0347	0,0347	100,0230	0,0230
4	3,51	150	150,0532	0,0355	150,0237	0,0158
5	3,46	200	200,8724	0,0362	200,0244	0,0122
6	3,41	250	250,0924	0,0369	250,0491	0,0196
7	3,36	300	300,1131	0,0377	300,0498	0,0166
8	3,31	350	350,1348	0,0385	350,0517	0,0147
9	3,26	400	400,1575	0,0394	400,0776	0,0194



GAMBAR 4.11 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN I D

o) Metode Integrasi Grafis

- Pada Metode Integrasi Grafis penyimpangannya semakin besar ke arah hulu.
- Penyimpangannya relatif kecil berkisar antara 0,0340 % pada kedalaman 3,61 m sampai 0,0394 % pada kedalaman 3,26 m.
- Memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan laboratorium.

o) Metode Bresse

- Pada metode ini penyimpangannya lebih kecil dari penyimpangan pada Metode Integrasi Grafis.
- Penyimpangannya tidak teratur untuk tiap-tiap kedalaman.

4.5.11 Percobaan II^D

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh dari pengamatan laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,005
- Tinggi air di atas bendung (d) = 2 cm = 0,02 m
- Debit aliran (Q) = 0,75 lt/dt = 0,00075 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip menjadi:

- Kemiringan saluran (So) = 0,005 x 0,2 = 0,001
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,02 x 20 = 0,4 m
- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,00075 = 6,7082 m^3/dt

Hasil perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 26.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama seperti pada Metode Integrasi Grafis di atas, dengan koefisien Chezy (C) = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0{,}67082}{68{,}7791 \cdot 0{,}001^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0{,}4565 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0{,}4565}{0{,}001}$$

$$= 240 \text{ m}$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68{,}7791^2 \cdot 0{,}001}{9{,}81}$$

$$= 0{,}5178$$

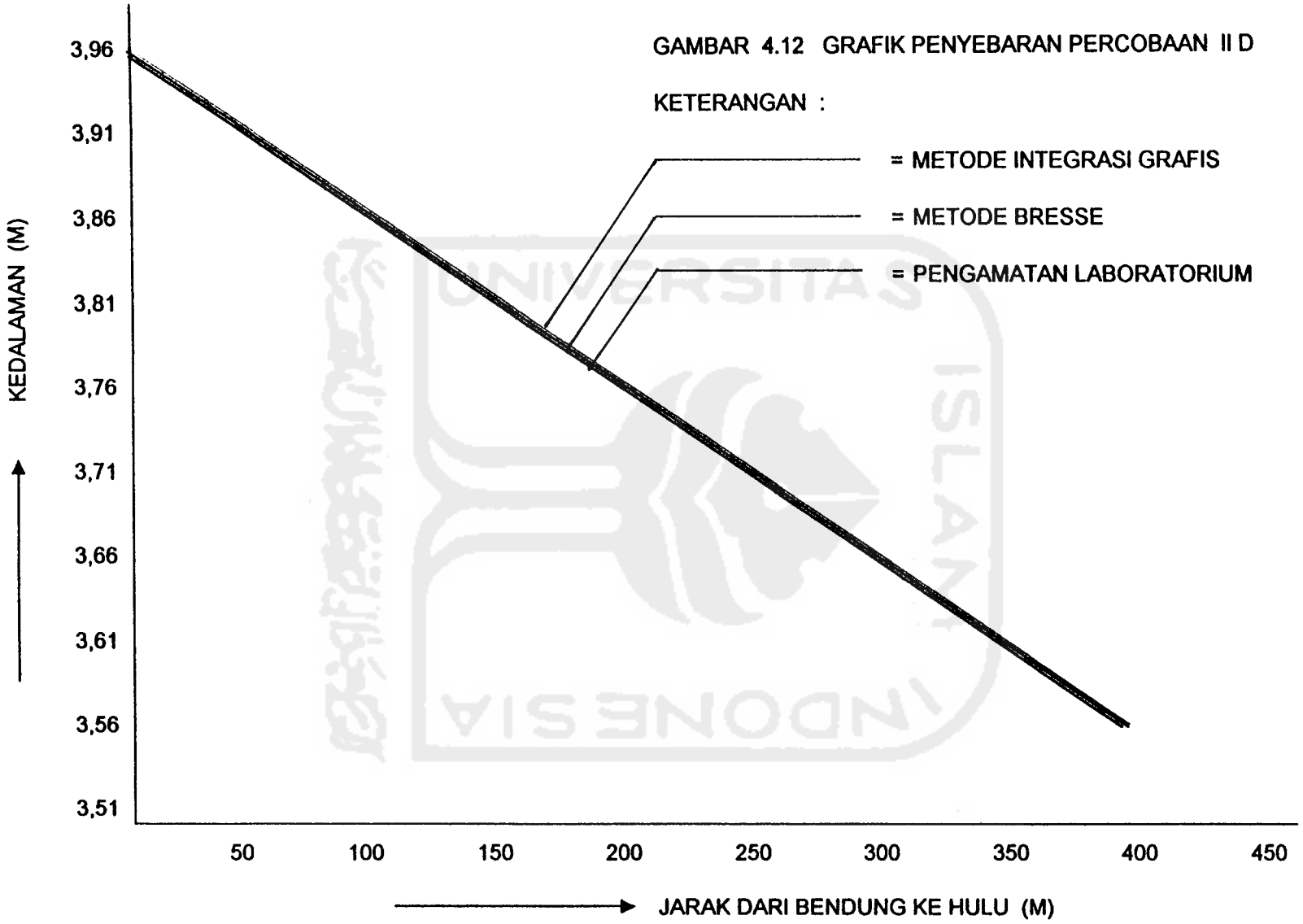
$$n = \frac{h_i}{h_n}$$

$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 41. Dengan membuat tabel dan grafik, maka penyimpangan kedua metode tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.11 Persentase penyimpangan antara Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan II^D

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	3,96					
2	3,91	50	50,0787	0,1574	50,0269	0,0538
3	3,86	100	100,1779	0,1774	100,0995	0,0995
4	3,81	150	150,2806	0,1871	150,1264	0,0843
5	3,76	200	200,3868	0,1934	200,1581	0,0790
6	3,71	250	250,4968	0,1987	250,2378	0,0951
7	3,66	300	300,6108	0,2036	300,2742	0,0914
8	3,61	350	350,7395	0,2113	350,3106	0,0887
9	3,56	400	400,8727	0,2182	400,3517	0,0879



GAMBAR 4.12 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN II D

o) **Metode Integrasi Grafis**

- Pada metode ini memberikan penyimpangan yang bertambah besar ke arah hulu.
- Persentase penyimpangan lebih besar daripada percobaan dengan kemiringan yang lebih landai.
- Untuk setiap kedalaman memberikan harga yang lebih besar dari pengamatan laboratorium.

o) **Metode Bresse**

- Pada Metode Bresse memberikan penyimpangan yang lebih kecil daripada Metode Integrasi Grafis.
- Pada metode ini memberikan penyimpangan yang tidak teratur.
- Untuk setiap kedalaman memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan di laboratorium.

4.5.12 Percobaan III^D

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,005
- Tinggi air di atas bendung (d) = 1 cm = 0,01 m
- Debit aliran (Q) = 0,2857 lt/dt = 0,0002857 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip adalah:

- Kemiringan saluran (So) = 0,005 x 0,2 = 0,001

- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,01 x 20 = 0,2 m
- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,0002857 = 2,5581 m^3/dt

Hasil perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 27

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama seperti pada Metode Integrasi Grafis di atas, dengan koefisien Chezy (C) = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0,25581}{68,7791 \cdot 0,001^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0,2400 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,2400}{0,001}$$

$$= 240 \text{ m}$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,001}{9,81}$$

$$= 0,5178$$

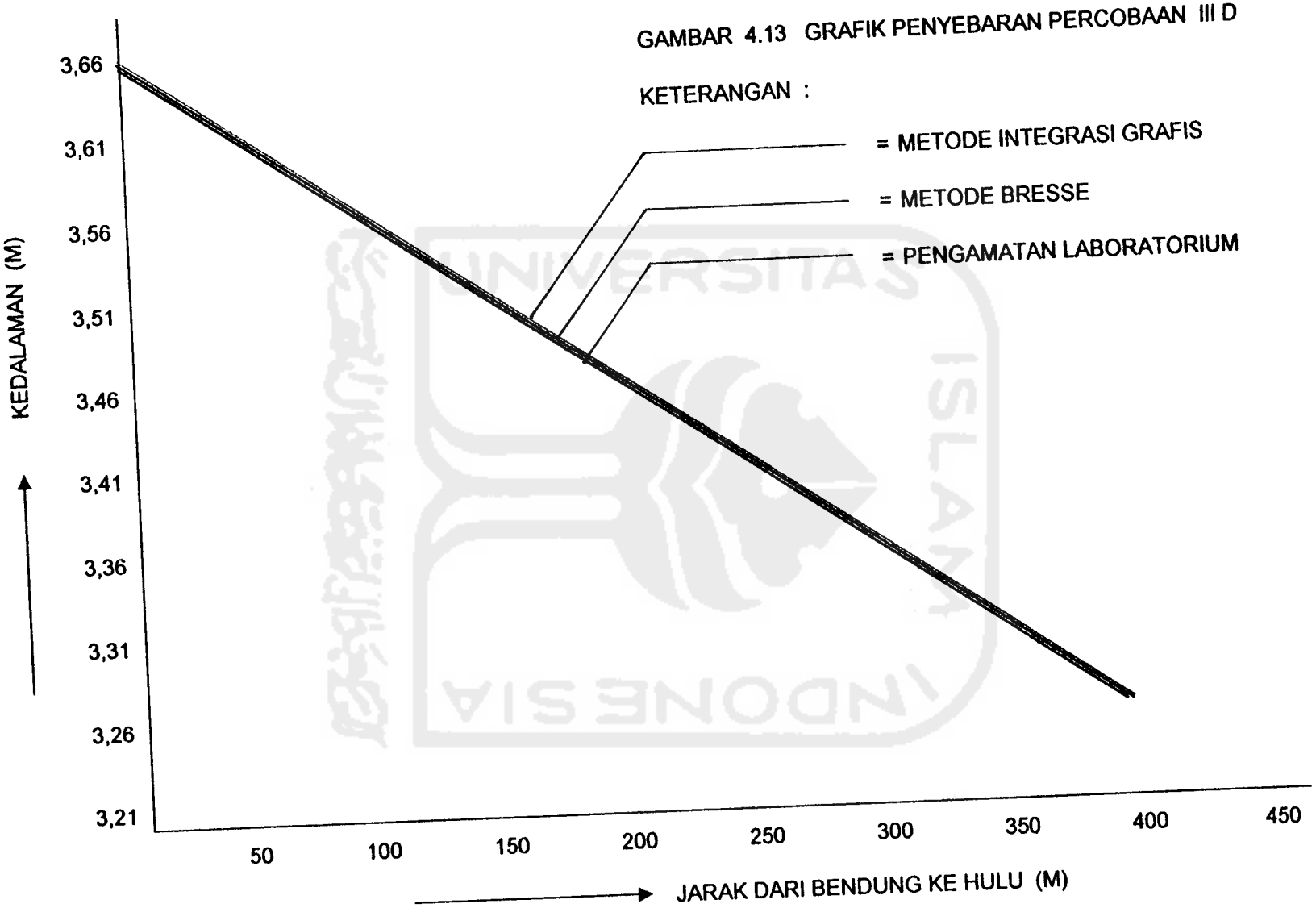
$$n = \frac{h_i}{h_n}$$

$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 42. Dengan membuat tabel dan grafik, maka penyimpangan kedua metode tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.12 Persentase penyimpangan antara Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan III^D

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	3,66					
2	3,61	50	50,0170	0,0340	49,9995	0,0010
3	3,56	100	100,0347	0,0347	100,0230	0,0230
4	3,51	150	150,0532	0,0355	150,0237	0,0158
5	3,46	200	200,8724	0,0362	200,0244	0,0122
6	3,41	250	250,0924	0,0369	250,0491	0,0196
7	3,36	300	300,1131	0,0377	300,0498	0,0166
8	3,31	350	350,1348	0,0385	350,0517	0,0147
9	3,26	400	400,1575	0,0394	400,0776	0,0194



GAMBAR 4.13 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN III D

o) **Metode Integrasi Grafis**

- Pada Metode Integrasi Grafis penyimpangannya semakin besar ke arah hulu.
- Penyimpangannya relatif kecil berkisar antara 0,0340 % pada kedalaman 3,61 m sampai 0,0394 % pada kedalaman 3,26 m.
- Memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan laboratorium.

o) **Metode Bresse**

- Pada metode ini penyimpangannya lebih kecil dari penyimpangan pada Metode Integrasi Grafis.
- Penyimpangannya tidak teratur untuk tiap-tiap kedalaman.

4.5.13 Percobaan I^E

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,01
- Tinggi air di atas bendung (d) = 1,3 cm = 0,013 m
- Debit aliran (Q) = 0,3 lt/dt = 0,0003 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip adalah:

- Kemiringan saluran (So) = 0,01 x 0,2 = 0,002
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,013 x 20 = 0,26 m
- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,0003 = 2,6833 m^3/dt

Hasil perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 28.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama seperti pada Metode Integrasi Grafis di atas, dengan koefisien Chezy (C) = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0,26833}{68,7791 \cdot 0,002^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0,1967 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,1967}{0,002}$$

$$= 98,35 \text{ m}$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,002}{9,81}$$

$$= 0,0356$$

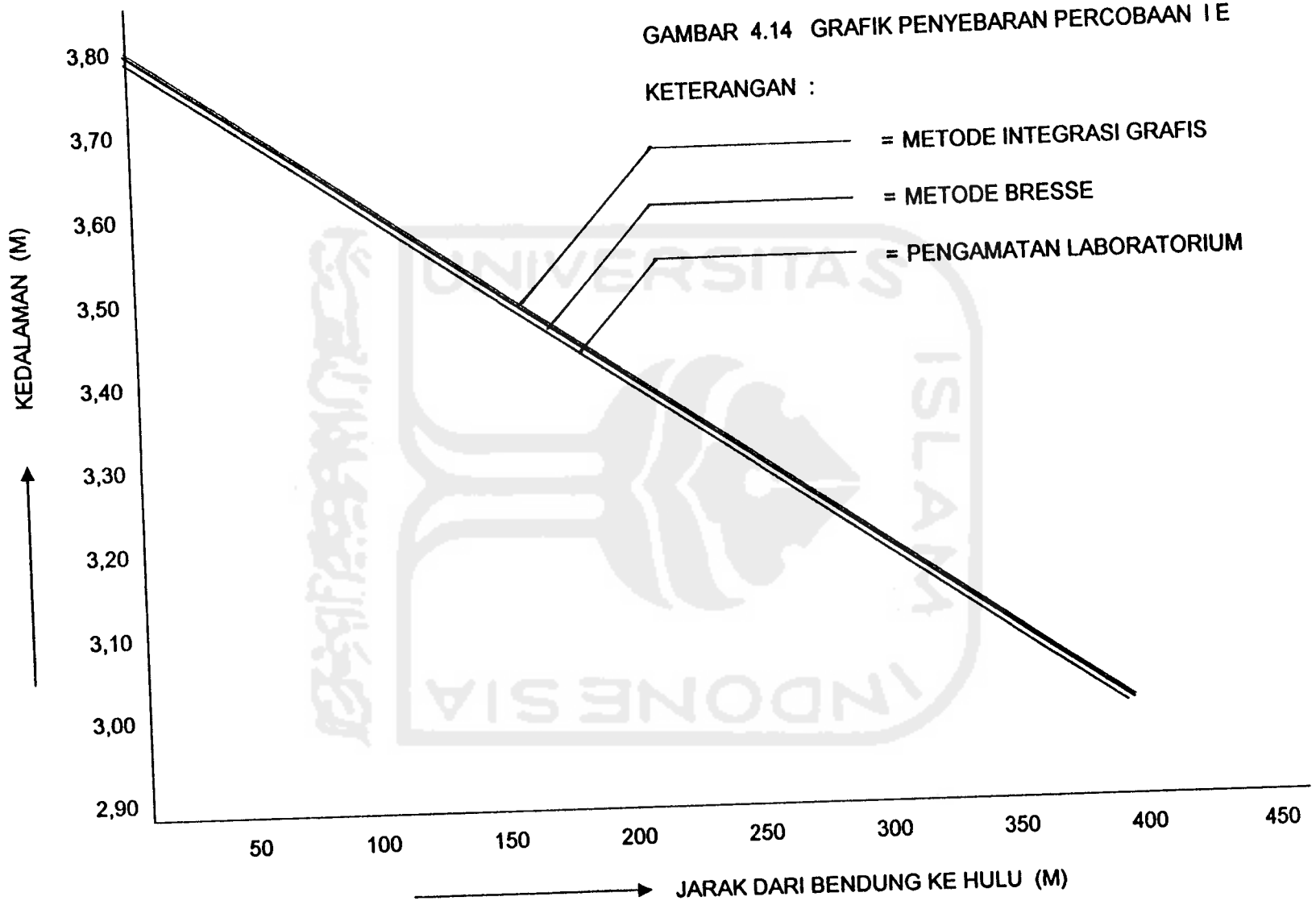
$$n = \frac{h_i}{h_n}$$

$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 43. Dengan membuat tabel dan grafik, maka penyimpangan kedua metode tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.13 Persentase penyimpangan antara Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan I^E

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	3,80					
2	3,70	50	50,0051	0,0102	49,9915	0,0170
3	3,60	100	100,0105	0,0105	99,9919	0,0071
4	3,50	150	150,0164	0,0109	149,9943	0,0038
5	3,40	200	200,0228	0,0114	199,9957	0,0021
6	3,30	250	250,0296	0,0118	249,9971	0,0012
7	3,20	300	300,0370	0,0123	299,9985	0,0005
8	3,10	350	350,0451	0,0129	350,0000	0,0000
9	3,00	400	400,0537	0,0134	400,0016	0,0004



GAMBAR 4.14 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN I E

o) **Metode Integrasi Grafis**

- Pada Metode Integrasi Grafis penyimpangannya semakin ke hulu semakin besar.
- Penyimpangannya relatif kecil berkisar antara 0,0102 % sampai 0,0134 %.
- Untuk setiap Δh memberikan hasil yang lebih besar dari hasil pengamatan laboratorium.

o) **Metode Bresse**

- Pada Metode Bresse penyimpangannya semakin ke hulu penyimpangannya semakin kecil kecuali pada kedalaman 3 m.
- Penyimpangannya lebih kecil dari Metode Integrasi Grafis.
- Untuk setiap Δh memberikan hasil yang lebih kecil dari hasil pengamatan laboratorium kecuali kedalaman 3,00 m.

4.5.14 Percobaan II^E

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,01
- Tinggi air di atas bendung (d) = 2 cm = 0,02 m
- Debit aliran (Q) = 0,6818 lt/dt = 0,0006818 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip menjadi sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,01 x 0,2 = 0,002
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,02 x 20 = 0,4 m

– Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,0006818 = 6,0982 m^3/dt

Hasil perhitungan dengan integrasi grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 29.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama dengan Metode Integrasi Grafis di atas, dengan koefisien Chezy (C) = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{0,60982}{68,7791 \cdot 0,002^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0,34 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,34}{0,002}$$

$$= 170,0031$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,002}{9,81}$$

$$= 0,0356$$

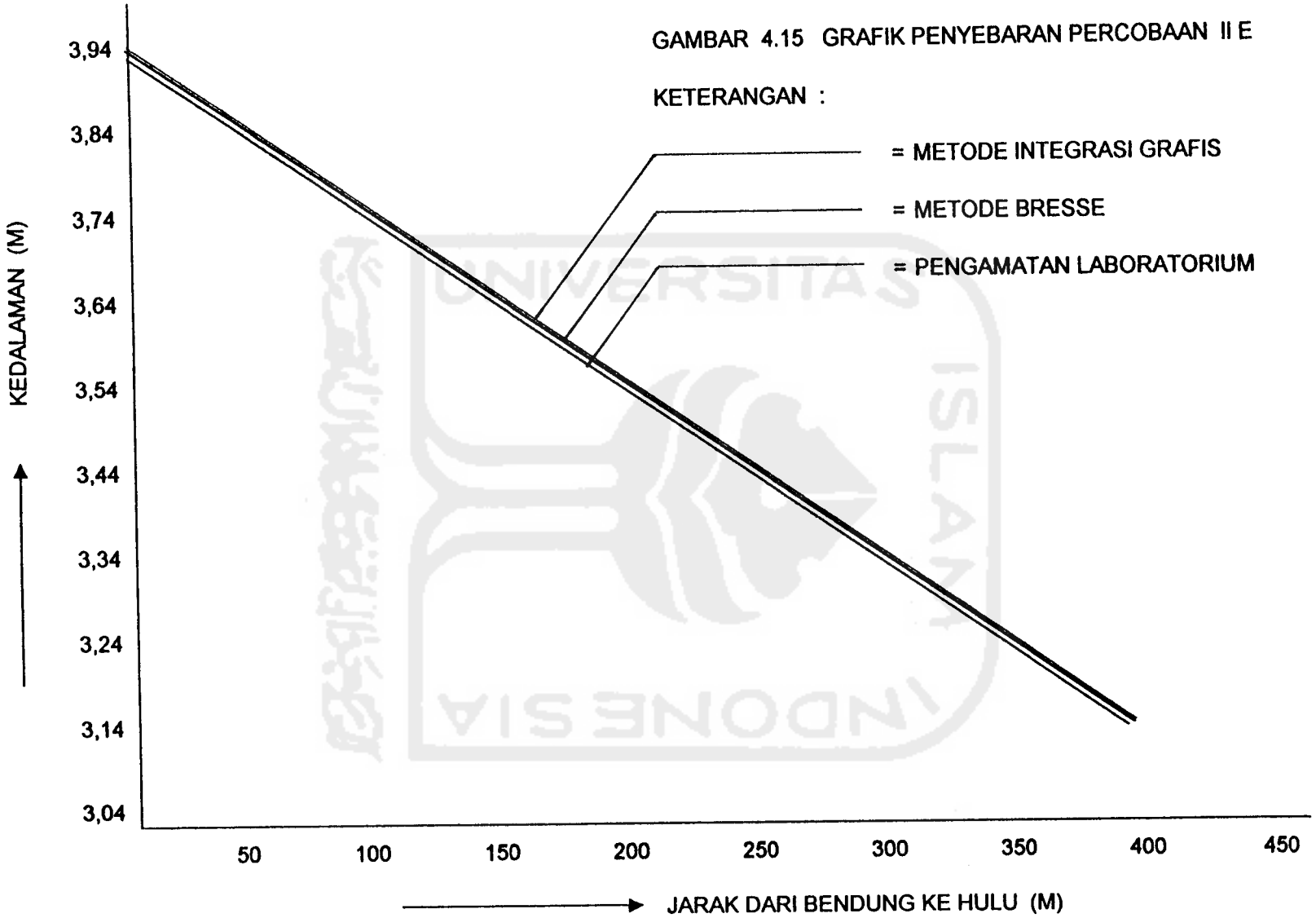
$$n = \frac{h_i}{h_n}$$

$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 44. Dengan membuat tabel dan grafik, maka penyimpangan kedua metode tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.14. Persentase penyimpangan antara Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan II^E

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	3,94					
2	3,84	50	50,0253	0,0506	49,9991	0,0018
3	3,74	100	100,0517	0,0517	99,9983	0,0017
4	3,64	150	150,0790	0,0527	149,9976	0,0016
5	3,54	200	200,1093	0,0546	199,9968	0,0016
6	3,44	250	250,1422	0,0569	249,9923	0,0151
7	3,34	300	300,1769	0,0589	299,9920	0,0127
8	3,24	350	350,2147	0,0613	349,9619	0,0109
9	3,14	400	400,2553	0,0638	399,9619	0,0095



GAMBAR 4.15 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN II E

o) Metode Integrasi Grafis

- Pada metode ini penyimpangannya semakin ke hulu semakin besar.
- Penyimpangannya lebih besar dari percobaan I^E dengan debit 2,6833 m^3/dt.
- Untuk setiap harga Δh memberikan harga yang lebih besar.

o) Metode Bresse

- Pada metode ini penyimpangannya semakin kecil sampai pada kedalaman 3,54 m, namun membesar pada kedalaman 3,44 m dan mengecil lagi sampai ke hulu.
- Memberikan hasil yang lebih kecil dari hasil pengamatan laboratorium.

4.5.15 Percobaan III^E

A. Metode Integrasi Grafis

Data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan laboratorium adalah sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,01
- Tinggi air di atas bendung (d) = 2,8 cm = 0,028 m
- Debit aliran (Q) = 1,25 lt/dt = 0,00125 m^3/dt

Dengan menggunakan prinsip analisis model dan dimensi yang menggunakan perbandingan nV = 20 dan nh = 100, maka pada prototip menjadi sebagai berikut:

- Kemiringan saluran (So) = 0,01 x 0,2 = 0,002
- Tinggi air di atas bendung (d) = 0,028 x 20 = 0,56 m
- Debit aliran (Q) = 8944,2719 x 0,000125 = 11,1803 m^3/dt

Hasil perhitungan dengan Metode Integrasi Grafis dapat dilihat pada lampiran halaman 30.

B. Metode Bresse

Dengan menggunakan data yang sama dengan Metode Integrasi Grafis di atas, dengan koefisien Chezy (C) = 68,7791.

Kedalaman normal

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= \left[\frac{1,11803}{68,7791 \cdot 0,002^{1/2}}\right]^{2/3}$$

$$= 0,5093 \text{ m}$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,5093}{0,002}$$

$$= 254,65$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,002}{9,81}$$

$$= 0,0356$$

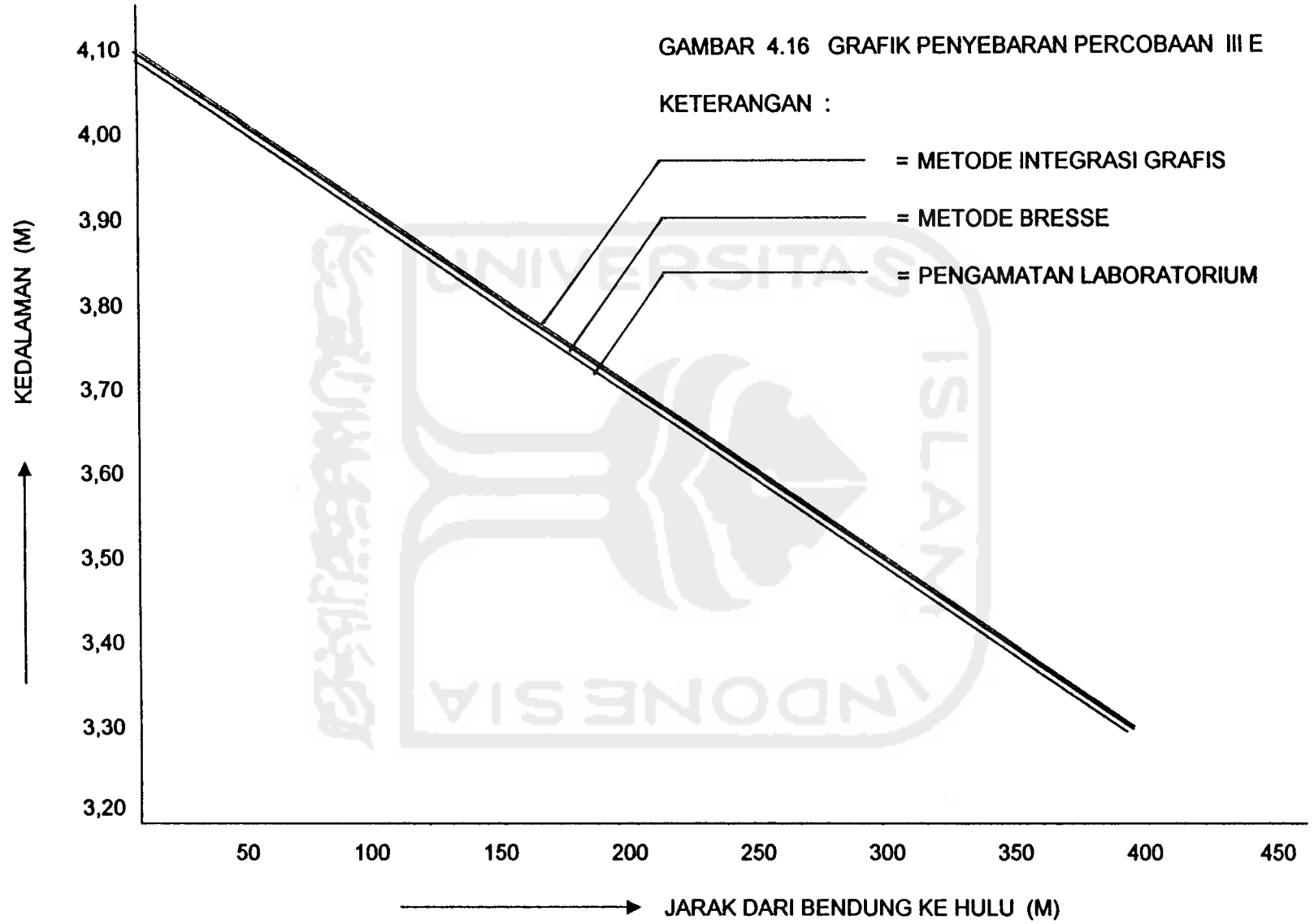
$$n = \frac{h_i}{h_n}$$

$$x_1 = x_0 + A\left[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}\right]$$

Hasil perhitungan dengan Metode Bresse terdapat pada lampiran halaman 45. Dengan membuat tabel dan grafik, maka penyimpangan kedua metode tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.15 Persentase penyimpangan antara Metode Integrasi Grafis dan Metode Bresse dengan pengamatan laboratorium sebagai pembanding pada percobaan III^E

No.	h	PL	MIG	%	MB	%
1	4,10					
2	4,00	50	50,0755	0,1510	50,0169	0,0338
3	3,90	100	100,1562	0,1562	100,0085	0,0095
4	3,80	150	150,2412	0,1608	150,0258	0,0172
5	3,70	200	200,3320	0,1660	200,0180	0,0090
6	3,60	250	250,4329	0,1732	250,0340	0,0144
7	3,50	300	300,5371	0,1790	300,0291	0,0097
8	3,40	350	350,6486	0,1853	350,0482	0,0134
9	3,30	400	400,7685	0,1921	400,0422	0,0105



GAMBAR 4.16 GRAFIK PENYEBARAN PERCOBAAN III E

o) **Metode Integrasi Grafis**

- Pada metode ini penyimpangannya semakin ke hulu semakin besar.
- Penyimpangannya lebih besar dari percobaan II^E yang mempunyai debit Q = 6,0982 m^3/dt.
- Untuk setiap Δh memberikan hasil yang lebih besar dari hasil pengamatan laboratorium.

o) **Metode Bresse**

- Pada metode ini penyimpangannya tidak teratur.
- Penyimpangannya relatif kecil.
- Memberikan hasil yang lebih besar dari pengamatan laboratorium.

4.6 Pembahasan

Seperti yang telah dijelaskan di depan bahwa menghitung profil muka air pada aliran permanen berubah lambat laun pada persoalannya adalah menghitung perubahan kedalaman air sepanjang jarak tertentu sesuai dengan persamaan (2.15), yang mana persamaan tersebut bukan berbentuk garis lurus, yang berbeda dengan bentuk aliran menurut pengamatan di laboratorium yang berbentuk garis lurus hal ini disebabkan panjang saluran yang tersedia di laboratorium sangat pendek.

Metode Integrasi Grafis adalah menghitung perubahan garis muka air dengan menyelesaikan persamaan (2.17) dengan integrasi grafis.Di sini dapat dilihat bahwa faktor penampang saluran sangat penting artinya terhadap bentuk profil muka air, yang berbeda dengan Metode Bresse yang dipergunakan untuk saluran yang sangat lebar. Sebagaimana yang ditunjukkan oleh persamaan (2.31). Aliran berubah

lambat laun untuk saluran dengan B =∞ yang tidak banyak dipengaruhi oleh faktor penampang.

Dengan demikian perhitungan dengan Metode Bresse akan memberikan hasil yang lebih mendekati hasil pengamatan laboratorium. Karena saluran yang ada di laboratorium berbentuk prismatis yang mempunyai koefisien kekasaran Manning yang sangat kecil.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melihat hasil penelitian dan perhitunagan baik dengan metode integrasi grafis maupun metode Bresse seperti yang terlihat pada Bab IV, maka penyusun dapat membuat kesimpulan seperti berikut ini:

1. Dalam kasus seperti ini metode integrasi grafis secara umum memberikan perbandingan yang lebih teratur dibandingakn dengan metode Breese yang tidak teratur.
2. Untuk kemiringan yang sangat landai yaitu sampai kemiringan 0,0001, debit 5,9628 m^3/dt. Untuk metode integrasi grafis memberikan hasil yang relatif sama untuk setiap kedalaman.
3. Untuk kemiringan yang lebih besar dari 0,0001, metode integrasi grafis memberikan hasil yang lebih besar ke arah hulu ini artinya untuk kedalaman didekat bendung presentase kesalahannya sangat kecil sehingga metode ini masih bisa diterima, sedangkan metode Breese memberikan presentase kesalahan yang tidak teratur sehingga sangat sulit untuk memprediksikannya.
4. Untuk kemiringan saluran yang lebih besar prosentase kesalahan kedua metode sangat kecil sebagaimana yang ditunjukkan oleh grafik profil muka air masing-masing percobaan yang hampir berimpit.

5. Bentuk grafik aliran masih berbentuk relatif lurus hal ini disebabkan panjang saluran yang ada di laboratorium terlalu pendek, sedangkan profil back water akan berbentuk lengkung pada jarak yang sangat panjang kearah hulu.
6. Metode integrasi grafis memberikan hasil yang prosentase kesalahan relatif besar dari metode bresse, namun masih bisa dipakai sebagai dasar perencanaan karena pengaruh kesalahan masih relatif kecil.

5.2. Saran

1. Dalam kasus yang penyusun ketengahkan ini metode yang paling baik untuk digunakan adalah metode integrasi grafis.
2. Untuk kemiringan yang lebih curam metode Breese dapat digunakan karena prosentase kesalahan untuk setiap kedalaman hampir sama.

DAFTAR PUSTAKA

Adinugroho, M.A., 1995, Analisis Perhitungan Profil Muka Air Karena Pengaruh Pembendungan *(Perbandingan Metode Integrasi Grafis, Metode Langakah Langsung, Metode Inetgrasi Langsung)*, Tugas Akhir Sarjana, JTS FTSP UII, Yogyakarta.

Anggrahini, 1997, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Cetakan Pertama, Citra Media, Surabaya.

Chow, V.T., 1989, *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Cannel Hydraulics)*, Penerbit Erlangga, Jakarta, (terjemahan).

Dep. Pekerjaan Umum RI, 1991, *Metode Perhitumgan Tinggi Muka Air Sungai Dengan Cara Pias Berdasarkan Rummus Manning*, Nomor: SNI 03-2830-1992, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

Ranga Raju, K.G., 1986, *Aliran Melalui Saluran Terbuka*, Penerbit Erlangga, Jakarta, (tejemahan).

Triatmodjo, B., 1996a, *Hidrolika II*, Cetakan Keempat, Beta Offset, Yogyakarta.

Wignyosukarto, B., 1998, *Hidrolika II*, Biro KMTS FT UGM, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Percobaan ke: A1

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0,0001
Kedalaman diatas bendung (d)	1 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	16 dt
Debit aliran (Q)	0,1875 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	18,000	50
2	17,995	50
3	17,990	50
4	17,985	50
5	17,980	50
6	17,975	50
7	17,970	50
8	17,965	50
9	17,960	
10		

Percobaan ke: A2

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0.0001
Kedalaman diatas bendung (d)	2 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	8 dt
Debit aliran (Q)	0.3750 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	20.000	
2	19.995	50
3	19.990	50
4	19.985	50
5	19.980	50
6	19.975	50
7	19.970	50
8	19.965	50
9	19.960	
10		

Percobaan ke: A3.

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0.0001
Kedalaman diatas bendung (d)	3 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	4,5 dt
Debit aliran (Q)	0.6667 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	21,0	50
2	20.995	50
3	20.990	50
4	20,985	50
5	20.980	50
6	20.975	50
7	20.970	50
8	20.965	50
9	20.960	
10		

Percobaan ke: 3 L

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0.0005
Kedalaman diatas bendung (d)	1 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	14,5 dt
Debit aliran (Q)	0,2069 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	18,900	
2	18,875	50
3	18,850	50
4	18,825	50
5	18,800	50
6	18,775	50
7	18,750	50
8	18,725	50
9	18,700	50
10		

Percobaan ke: B2

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0.0005
Kedalaman diatas bendung (d)	2 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	6 dt
Debit aliran (Q)	0.5 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	19.900	
2	19.875	50
3	19.850	50
4	19.825	50
5	19.800	50
6	19.775	50
7	19.750	50
8	19.725	50
9	19.700	50
10		

Percobaan ke: 03

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0.0005
Kedalaman diatas bendung (d)	3 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	4 dt
Debit aliran (Q)	0,75 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	21,100	50
2	21,075	50
3	21,050	50
4	21,025	50
5	21,000	50
6	21,975	50
7	21,950	50
8	21,925	50
9	21,900	
10		

Percobaan ke: 1

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0,001
Kedalaman diatas bendung (d)	1 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	12 dt
Debit aliran (Q)	0,25 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	18,95	
2	18,90	50
3	18,85	50
4	18,80	50
5	18,75	50
6	18,70	50
7	18,65	50
8	18,60	50
9	18,55	
10		

Percobaan ke: C 2.

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0,001
Kedalaman diatas bendung (d)	2 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	4,5 dt
Debit aliran (Q)	0,6667 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	19,85	
2	19,80	50
3	19,75	50
4	19,70	50
5	19,65	50
6	19,60	50
7	19,55	50
8	19,50	50
9	19,45	50
10		

Percobaan ke: C3

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0,001
Kedalaman diatas bendung (d)	3 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	3,3 dt
Debit aliran (Q)	0,910 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	21,00	
2	20,95	50
3	20,90	50
4	20,85	50
5	20,80	50
6	20,75	50
7	20,70	50
8	20,65	50
9	20,60	50
10		

Percobaan ke: D 1

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0,005
Kedalaman diatas bendung (d)	1 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	10,5 dt
Debit aliran (Q)	0,2857 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman (cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	18,30	
2	18,05	50
3	17,8	50
4	17,55	50
5	17,30	50
6	17,05	50
7	16,80	50
8	16,55	50
9	16,30	50
10		

Percobaan ke: D2

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0,005
Kedalaman diatas bendung (d)	2 cm
Volume tampungan (V)	3 lt
Waktu tampungan (T)	4 dt
Debit aliran (Q)	0,75 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	19,80	
2	19,55	50
3	19,30	50
4	19,05	50
5	18,80	50
6	18,55	50
7	18,30	50
8	18,05	50
9	17,80	50
10		

Percobaan ke: D3

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0,005
Kedalaman diatas bendung (d)	3 cm
Volume tampungan (V)	3 lt.
Waktu tampungan (T)	2 det.
Debit aliran (Q)	1,5 lt/det.

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	20,20	
2	20,55	50
3	20,30	12
4	20,05	13
5	19,80	13
6	19,55	13
7	19,30	13
8	19,05	13
9	18,80	13
10		

Percobaan ke: E 1

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0,01
Kedalaman diatas bendung (d)	1,3 cm
Volume tampungan (V)	9 lt
Waktu tampungan (T)	30 dt
Debit aliran (Q)	0,3 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	19,00	
2	18,50	50
3	18,00	50
4	17,50	50
5	17,00	50
6	16,50	50
7	16,00	50
8	15,50	50
9	15,00	50
10		

Percobaan ke: 02

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0,01
Kedalaman diatas bendung (d)	2 cm
Volume tampungan (V)	15 lt
Waktu tampungan (T)	22 dt
Debit aliran (Q)	0,6818 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	19,70	
2	19,20	50
3	18,70	50
4	18,20	50
5	17,70	50
6	17,20	50
7	16,70	50
8	16,20	50
9	15,70	50
10		

Percobaan ke: E 3

Tabel hasil pengamatan dan pengukuran saluran

Kemiringan saluran (So)	0,01
Kedalaman diatas bendung (d)	2,8 cm
Volume tampungan (V)	15 lt
Waktu tampungan (T)	12 dt
Debit aliran (Q)	1,25 lt/dt

Tabel pengamatan profil muka air

No	Kedalaman(cm) (h)	Jarak (cm) (x)
1	20.50	
2	20.00	50
3	19.50	50
4	19.00	50
5	18.50	50
6	18.00	50
7	17.50	50
8	17.00	50
9	16.50	50
10		

PERCOBAAN KE: I^A

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,0001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 1 cm = 0,01 m
  - Debit saluran (Q) : 3/16 = 0,1875 lt/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,00002
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,01 x 20 = 0,2 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,0001875 = 1,6770 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	3,600	10	36,00	2,0930	$6,14.10^{-5}$	$2,12.10^{-3}$	0,999939	0,00001979	50527,5		
2	3,599	10	35,99	2,0927	$6,15.10^{-5}$	$2,12.10^{-3}$	0,999939	0,00001979	50527,5	50,5275	50,5275
3	3,598	10	35,98	2,0923	$6,15.10^{-5}$	$2,13.10^{-3}$	0,999939	0,00001979	50527,5	50,5275	101,055
4	3,597	10	35,97	2,0920	$6,16.10^{-5}$	$2,13.10^{-3}$	0,999938	0,00001979	50527,4	50,5275	151,5800
5	3,596	10	35,96	2,0917	$6,16.10^{-5}$	$2,13.10^{-3}$	0,999938	0,00001979	50527,4	50,5274	202,1074
6	3,595	10	35,95	2,0914	$6,17.10^{-5}$	$2,13.10^{-3}$	0,999938	0,00001979	50527,4	50,5274	252,6348
7	3,594	10	35,94	2,0910	$6,17.10^{-5}$	$2,13.10^{-3}$	0,999938	0,00001979	50527,4	50,5274	303,1622
8	3,593	10	35,93	2,0906	$6,18.10^{-5}$	$2,13.10^{-3}$	0,999938	0,00001979	50527,4	50,5274	353,6896
9	3,592	10	35,92	2,0902	$6,18.10^{-5}$	$2,14.10^{-3}$	0,999938	0,00001979	50527,4	50,5274	404,2170

PERCOBAAN KE: II^{A}

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,0001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 2 cm = 0,02 m
  - Debit saluran (Q) : 0,375 lt/dt = 0,000375 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,00002
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,02 x 20 = 0,4 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,000375 = 3,3541 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	4,000	10	40,00	2,2222	$1,79.10^{-4}$	$6,36.10^{-3}$	0,9999821	0,00001936	51643,6		
2	4,999	10	39,99	2,2219	$1,79.10^{-4}$	$6,36.10^{-3}$	0,9999821	0,00001936	51643,6	51,6436	51,6436
3	3,998	10	39,98	2,2216	$1,79.10^{-4}$	$6,36.10^{-3}$	0,9999821	0,00001936	51643,6	51,6436	103,2872
4	3,997	10	39,97	2,2213	$1,79.10^{-4}$	$6,37.10^{-3}$	0,9999821	0,00001936	51643,6	51,6436	154,9308
5	3,996	10	39,96	2,2210	$1,79.10^{-4}$	$6,37.10^{-3}$	0,9999821	0,00001936	51643,6	51,6436	206,5744
6	3,995	10	39,95	2,2207	$1,79.10^{-4}$	$6,38.10^{-3}$	0,9999821	0,00001936	51643,6	51,6436	258,2180
7	3,994	10	39,94	2,2204	$1,79.10^{-4}$	$6,38.10^{-3}$	0,9999821	0,00001936	51643,6	51,6436	309,8616
8	3,993	10	39,93	2,2201	$1,80.10^{-4}$	$6,39.10^{-3}$	0,9999820	0,00001936	51643,6	51,6436	361,5052
9	3,992	10	39,92	2,2197	$1,80.10^{-4}$	$6,39.10^{-3}$	0,9999820	0,00001936	51643,6	51,6436	413,1488

PERCOBAAN KE: III^A

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,0001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 3 cm = 0,03 m
  - Debit saluran (Q) : 0,667 lt/dt = 0,000667 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,00002
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,03 x 20 = 0,6 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,000667 = 5,9628 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	4,200	10	42,00	2,2826	$4,89.10^{-4}$	$1,76.10^{-4}$	0,9999511	0,00001824	54797,7		
2	4,199	10	41,99	2,2823	$4,89.10^{-4}$	$1,76.10^{-4}$	0,9999511	0,00001824	54797,7	54,7977	54,7977
3	4,198	10	41,98	2,2820	$4,89.10^{-4}$	$1,76.10^{-4}$	0,9999511	0,00001824	54797,7	54,7977	109,5954
4	4,197	10	41,97	2,2817	$4,89.10^{-4}$	$1,76.10^{-4}$	0,9999511	0,00001824	54797,7	54,7977	164,3931
5	4,196	10	41,96	2,2814	$4,89.10^{-4}$	$1,76.10^{-4}$	0,9999510	0,00001824	54797,7	54,7977	219,1908
6	4,195	10	41,95	2,2811	$4,89.10^{-4}$	$1,76.10^{-4}$	0,9999510	0,00001824	54797,7	54,7977	273,9885
7	4,194	10	41,94	2,2808	$4,89.10^{-4}$	$1,76.10^{-4}$	0,9999509	0,00001824	54797,7	54,7977	328,7862
8	4,193	10	41,93	2,2805	$4,89.10^{-4}$	$1,76.10^{-4}$	0,9999509	0,00001824	54797,7	54,7977	383,5839
9	4,192	10	41,92	2,2802	$4,89.10^{-4}$	$1,76.10^{-4}$	0,9999509	0,00001824	54797,7	54,7977	438,3816

PERCOBAAN KE: I^B

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,0005
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 1 cm = 0,01 m
  - Debit saluran (Q) : 0,2069 lt/dt = 0,000207 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,00001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,01 x 20 = 0,2 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,000207 = 1,8515 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	3,780	10	37,80	2,1526	$6,47.10^{-5}$	$2,26.10^{-3}$	0,999935	0,00009977	10022,4		
2	3,775	10	37,75	2,1510	$6,49.10^{-5}$	$2,26.10^{-3}$	0,999935	0,00009977	10022,4	50,1120	50,1120
3	3,770	10	37,50	2,1494	$6,52.10^{-5}$	$2,26.10^{-3}$	0,999935	0,00009977	10022,4	50,1120	100,2240
4	3,765	10	37,65	2,1477	$6,55.10^{-5}$	$2,27.10^{-3}$	0,999934	0,00009977	10022,4	50,1120	150,3360
5	3,760	10	37,60	2,1461	$6,57.10^{-5}$	$2,28.10^{-3}$	0,999934	0,00009977	10022,4	50,1120	200,4480
6	3,755	10	37,55	2,1445	$6,60.10^{-5}$	$2,29.10^{-3}$	0,999934	0,00009977	10022,4	50,1120	250,5600
7	3,750	10	37,50	2,1428	$6,63.10^{-5}$	$2,30.10^{-3}$	0,999934	0,00009977	10022,4	50,1120	300,6720
8	3,745	10	37,45	2,1412	$6,65.10^{-5}$	$2,31.10^{-3}$	0,999933	0,00009977	10022,4	50,1120	350,7840
9	3,740	10	37,40	2,1396	$6,68.10^{-5}$	$2,32.10^{-3}$	0,999932	0,00009977	10022,4	50,1120	400,8960

PERCOBAAN KE: II^B

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,0005
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 2 cm = 0,02 m
  - Debit saluran (Q) : 0,5 lt/dt = 0,0005 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,00001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,02 x 20 = 0,4 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,0005 = 4,4721 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	3,980	10	39,80	2,2160	$3,23.10^{-4}$	$1,146.10^{-6}$	0,999677	0,00009885	10113,1		
2	3,975	10	39,75	2,2145	$3,24.10^{-4}$	$1,150.10^{-6}$	0,999676	0,00009885	10113,1	50,5655	50,5655
3	3,970	10	39,50	2,2129	$3,26.10^{-4}$	$1,154.10^{-6}$	0,999674	0,00009885	10113,0	50,5652	101,1307
4	3,965	10	39,65	2,2114	$3,27.10^{-4}$	$1,158.10^{-6}$	0,999673	0,00009884	10114,0	50,5675	151,6982
5	3,960	10	39,60	2,2098	$3,28.10^{-4}$	$1,162.10^{-6}$	0,999672	0,00009884	10114,0	50,5700	202,2682
6	3,955	10	39,55	2,2083	$3,29.10^{-4}$	$1,166.10^{-6}$	0,999671	0,00009883	10115,0	50,5725	252,8407
7	3,950	10	39,50	2,2067	$3,31.10^{-4}$	$1,170.10^{-6}$	0,999669	0,00009883	10115,0	50,5750	303,4157
8	3,945	10	39,45	2,2051	$3,32.10^{-4}$	$1,175.10^{-6}$	0,999668	0,00009882	10116,0	50,5775	353,9932
9	3,940	10	39,40	2,2036	$3,33.10^{-4}$	$1,179.10^{-6}$	0,999667	0,00009882	10116,0	50,5800	404,5732

PERCOBAAN KE: III^B

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,0005
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 3 cm = 0,03 m
  - Debit saluran (Q) : 0,750 lt/dt = 0,00075 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,0001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,03 x 20 = 0,6 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,00075 = 6,7082 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	4,220	10	42,20	2,2885	$6,10.10^{-4}$	$2,20.10^{-4}$	0,99939	0,00009780	10218,7		
2	4,215	10	42,15	2,2870	$6,12.10^{-4}$	$2,21.10^{-4}$	0,99939	0,00009779	10219,7	51,0960	51,0960
3	4,210	10	42,10	2,2855	$6,15.10^{-4}$	$2,21.10^{-4}$	0,99938	0,00009779	10219,6	51,0982	102,1942
4	4,205	10	42,05	2,2841	$6,17.10^{-4}$	$2,22.10^{-4}$	0,99938	0,00009778	10220,7	51,1007	153,2949
5	4,200	10	42,00	2,2826	$6,19.10^{-4}$	$2,23.10^{-4}$	0,99938	0,00009777	10221,7	51,1060	204,4009
6	4,195	10	42,95	2,2811	$6,21.10^{-4}$	$2,23.10^{-4}$	0,99938	0,00009777	10221,7	51,1085	255,5094
7	4,190	10	42,90	2,2796	$6,23.10^{-4}$	$2,24.10^{-4}$	0,99938	0,00009776	10222,8	51,1112	306,6206
8	4,185	10	42,85	2,2782	$6,26.10^{-4}$	$2,25.10^{-4}$	0,99937	0,00009775	10223,7	51,1162	357,7368
9	4,180	10	42,80	2,2767	$6,18.10^{-4}$	$2,26.10^{-4}$	0,99937	0,00009774	10224,8	51,1212	408,8580

PERCOBAAN KE: I^C

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 1 cm = 0,01 m
  - Debit saluran (Q) : 0,25 lt/dt = 0,00025 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,0002
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,01 x 20 = 0,2 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,00025 = 2,2361 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	3,790	10	37,90	2,1558	$9,36.10^{-5}$	$3,25.10^{-3}$	0,9999064	0,00019967	5007,79		
2	3,780	10	37,80	2,1526	$9,44.10^{-5}$	$3,30.10^{-3}$	0,9999054	0,00019967	5009,55	50,0867	50,0867
3	3,770	10	37,70	2,1494	$9,51.10^{-5}$	$3,32.10^{-3}$	0,9999049	0,00019967	5007,79	50,0867	100,1734
4	3,760	10	37,60	2,1461	$9,59.10^{-5}$	$3,35.10^{-3}$	0,9999041	0,00019966	5008,03	50,0791	150,2525
5	3,750	10	37,50	2,1429	$9,66.10^{-5}$	$3,37.10^{-3}$	0,9999034	0,00019966	5008,03	50,0803	200,3328
6	3,740	10	37,40	2,1396	$9,74.10^{-5}$	$3,40.10^{-3}$	0,9999026	0,00019966	5008,03	50,0803	250,4131
7	3,730	10	37,30	2,1363	$9,82.10^{-5}$	$3,42.10^{-3}$	0,9999018	0,00019966	5008,02	50,0802	300,4933
8	3,720	10	37,20	2,1330	$9,90.10^{-5}$	$3,45.10^{-3}$	0,9999010	0,00019965	5008,27	50,0827	350,5764
9	3,710	10	37,10	2,1297	$9,98.10^{-5}$	$3,47.10^{-3}$	0,9999002	0,00019965	5008,26	50,0826	400,6586

PERCOBAAN KE: II^C

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 2 cm = 0,02 m
  - Debit saluran (Q) : 0,6667 lt/dt = 0,00066667 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,0002
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,02 x 20 = 0,4 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,0006667 = 5,9927 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	3,970	10	39,70	2,2129	$5,85.10^{-4}$	$2,07.10^{-6}$	0,999415	0,00019793	5049,33		
2	3,960	10	39,60	2,2098	$5,89.10^{-4}$	$2,09.10^{-6}$	0,999411	0,00019791	5049,83	50,4958	50,4958
3	3,950	10	39,50	2,2067	$5,94.10^{-4}$	$2,10.10^{-6}$	0,999406	0,00019790	5050,05	50,4994	100,9952
4	3,940	10	39,40	2,2036	$6,98.10^{-4}$	$2,12.10^{-6}$	0,999402	0,00019788	5050,55	50,5030	151,4982
5	3,930	10	39,30	2,2004	$6,03.10^{-4}$	$2,13.10^{-6}$	0,999397	0,00019787	5050,26	50,5040	202,0022
6	3,920	10	39,20	2,1973	$6,08.10^{-4}$	$2,15.10^{-6}$	0,999392	0,00019785	5051,26	50,5076	252,5098
7	3,910	10	39,10	2,1942	$6,12.10^{-4}$	$2,16.10^{-6}$	0,999388	0,00019784	5051,50	50,5138	303,0236
8	3,900	10	39,00	2,1910	$6,17.10^{-4}$	$2,18.10^{-6}$	0,999383	0,00019782	5051,98	50,5174	353,5410
9	3,890	10	38,90	2,1878	$5,22.10^{-4}$	$2,19.10^{-6}$	0,999378	0,00019781	5052,21	50,5209	404,0619

PERCOBAAN KE: III^C

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 3 cm = 0,03 m
  - Debit saluran (Q) : 0,91 lt/dt = 0,00091 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,0002
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,03 x 20 = 0,6 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,00091 = 8,1393 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	4,20	10	42,0	2,2826	9,11 .10^{-4}	3,28 .10^{-6}	0,99909	0,00019672	5078,74		
2	4,19	10	41,9	2,2796	9,18 .10^{-4}	3,30 .10^{-6}	0,99908	0,00019670	5079,20	50,7897	50,7897
3	4,18	10	41,8	2,2767	9,25 .10^{-4}	3,32 .10^{-6}	0,99907	0,00019668	5079,67	50,7943	101,5840
4	4,17	10	41,7	2,2737	9,31 .10^{-4}	3,34 .10^{-6}	0,99907	0,00019666	5080,19	50,7993	152,3833
5	4,16	10	41,6	2,2707	9,38 .10^{-4}	3,37 .10^{-6}	0,99906	0,00019663	5080,91	50,8055	203,1888
6	4,15	10	41,5	2,2678	9,45 .10^{-4}	3,39 .10^{-6}	0,99905	0,00019661	5081,38	50,8114	254,0002
7	4,14	10	41,4	2,2647	9,52 .10^{-4}	3,41 .10^{-6}	0,99905	0,00019659	5081,89	50,8163	304,8165
8	4,13	10	41,3	2,2618	9,59 .10^{-4}	3,43 .10^{-6}	0,99904	0,00019657	5082,36	50,8212	355,6377
9	4,12	10	41,2	2,2588	9,66 .10^{-4}	3,45 .10^{-6}	0,99903	0,00019655	5082,83	50,8259	406,4636

PERCOBAAN KE: I^D

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,005
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 1 cm = 0,01 m
  - Debit saluran (Q) : 0,2857 lt/dt = 0,0002857 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,01 x 20 = 0,1 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,0002857 = 2,5581 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	3,66	10	36,6	2,1132	$1,36.10^{-4}$	$4,72.10^{-3}$	0,999864	0,00099953	1000,33		
2	3,61	10	36,1	2,0964	$1,42.10^{-4}$	$4,91.10^{-3}$	0,999858	0,00099951	1000,35	50,0170	50,0170
3	3,56	10	35,6	2,0794	$1,48.10^{-4}$	$5,10.10^{-3}$	0,999852	0,00099949	1000,36	50,0177	100,0347
4	3,51	10	35,1	2,0623	$1,54.10^{-4}$	$5,31.10^{-3}$	0,999896	0,00099947	1000,38	50,0185	150,0532
5	3,46	10	34,6	2,0449	$1,61.10^{-4}$	$5,52.10^{-3}$	0,999899	0,00099945	1000,39	50,0192	200,0724
6	3,41	10	34,1	2,0273	$1,68.10^{-4}$	$5,75.10^{-3}$	0,999832	0,00099942	1000,41	50,0200	250,0924
7	3,36	10	33,6	2,0096	$1,76.10^{-4}$	$5,99.10^{-3}$	0,999824	0,00099940	1000,42	50,0207	300,1131
8	3,31	10	33,1	1,9916	$1,84.10^{-4}$	$6,25.10^{-3}$	0,999816	0,00099937	1000,45	50,0217	350,1348
9	3,26	10	32,6	1,9734	$1,92.10^{-4}$	$6,52.10^{-3}$	0,999808	0,00099935	1000,45	50,0227	400,1575

PERCOBAAN KE: II^D

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,005
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 2 cm = 0,02 m
  - Debit saluran (Q) : 0,75 lt/dt = 0,00075 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,02 x 20 = 0,4 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,00075 = 6,7082 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	3,96	10	39,6	2,7678	$7,39.10^{-4}$	$1,94.10^{-6}$	0,999261	0,00099806	1001,20		
2	3,91	10	39,1	2,1942	$7,67.10^{-4}$	$2,71.10^{-6}$	0,999233	0,00099729	1001,95	50,0787	50,0787
3	3,86	10	38,6	2,1783	$7,98.10^{-4}$	$2,81.10^{-6}$	0,999202	0,00099719	1002,02	50,0992	100,1779
4	3,81	10	38,1	2,1623	$8,29.10^{-4}$	$2,91.10^{-6}$	0,999171	0,00099709	1002,09	50,1027	150,2806
5	3,76	10	37,6	2,1461	$8,63.10^{-4}$	$3,02.10^{-6}$	0,999137	0,00099698	1002,16	50,1062	200,3868
6	3,71	10	37,1	2,1297	$8,98.10^{-4}$	$3,13.10^{-6}$	0,999102	0,00099687	1002,24	50,1100	250,4968
7	3,66	10	36,6	2,1132	$9,36.10^{-4}$	$3,25.10^{-6}$	0,999064	0,00099675	1002,32	50,1140	300,6108
8	3,61	10	36,1	2,0964	$9,75.10^{-4}$	$3,38.10^{-6}$	0,999025	0,00099662	1002,83	50,1287	350,7395
9	3,56	10	35,6	2,0794	$1,02.10^{-3}$	$3,51.10^{-6}$	0,998980	0,00099649	1002,50	50,1332	400,8727

PERCOBAAN KE: III^D

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,005
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 3 cm = 0,06 m
  - Debit saluran (Q) : 1,5 lt/dt = 0,0015 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,001
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,03 x 20 = 0,6 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,0015 = 13,4164 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	4,160	10	41,6	2,2707	0,0025	$9,146 . 10^{-4}$	0,9975	0,0009908	1006,7622		
2	4,110	10	41,1	2,2558	0,0025	$9,453 . 10^{-4}$	0,9974	0,0009905	1006,9662	50,3421	50,3421
3	4,060	10	40,6	2,2406	0,0026	$9,775 . 10^{-4}$	0,9973	0,0009902	1007,1703	50,3534	100,6955
4	4,01	10	40,1	2,2253	0,0027	$1,0112 . 10^{-3}$	0,9972	0,0009899	1007,3745	50,3636	151,0591
5	3,96	10	39,6	2,2098	0,0028	$1,0466 . 10^{-3}$	0,9971	0,0009895	1007,6806	50,3764	201,4355
6	3,91	10	39,1	2,1942	0,0029	$1,0837 . 10^{-3}$	0,9969	0,0009892	1007,7841	50,3866	251,8221
7	3,86	10	38,6	2,1783	0,0031	$1,1228 . 10^{-3}$	0,9968	0,0009888	1008,0906	50,3969	302,2190
8	3,81	10	38,1	2,1623	0,0032	$1,1639 . 10^{-3}$	0,9967	0,0009884	1008,3974	50,4122	352,6312
9	3,76	10	37,6	2,1461	0,0033	$1,2071 . 10^{-3}$	0,9966	0,0009879	1008,8065	50,4301	403,0613

PERCOBAAN KE: I^E

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,01
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 1,3 cm = 0,013 m
  - Debit saluran (Q) : 0,3 lt/dt = 0,0003 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,002
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,013 x 20 = 0,26 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,00035 = 2,6833 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	3,80	10	38	2,1591	$1,34.10^{-4}$	$4,68.10^{-3}$	0,999866	0,00199953	500,050		
2	3,70	10	37	2,1264	$1,45.10^{-4}$	$5,04.10^{-3}$	0,999855	0,00199950	500,052	50,0051	50,0051
3	3,60	10	36	2,0930	$1,57.10^{-4}$	$5,44.10^{-3}$	0,999843	0,00199946	500,056	50,0054	100,0105
4	3,50	10	35	2,0588	$1,71.10^{-4}$	$5,88.10^{-3}$	0,999829	0,00199941	500,062	50,0059	150,0164
5	3,40	10	34	2,0238	$1,87.10^{-4}$	$6,38.10^{-3}$	0,999813	0,00199936	500,066	50,0064	200,0228
6	3,30	10	33	1,9879	$2,04.10^{-4}$	$6,94.10^{-3}$	0,999796	0,00199931	500,070	50,0068	250,0296
7	3,20	10	32	1,9512	$2,24.10^{-4}$	$7,57.10^{-3}$	0,999776	0,00199924	500,078	50,0074	300,0370
8	3,10	10	31	1,9136	$2,46.10^{-4}$	$8,27.10^{-3}$	0,999754	0,00199917	500,084	50,0081	350,0451
9	3,00	10	30	1,8750	$2,72.10^{-4}$	$9,08.10^{-3}$	0,998728	0,00199910	500,089	50,0086	400,0537

PERCOBAAN KE: II^E

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,01
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 2 cm = 0,02 m
  - Debit saluran (Q) : 0,6818 lt/dt = 0,0006818 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,002
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,02 x 20 = 0,4 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,0006818 = 6,0982 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	3,94	10	39,4	2,2036	$6,20.10^{-4}$	$2,19.10^{-6}$	0,999380	0,0019978	500,240		
2	3,84	10	38,4	2,1719	$6,69.10^{-4}$	$2,35.10^{-6}$	0,999331	0,0019976	500,226	50,0253	50,0253
3	3,74	10	37,4	2,1396	$7,25.10^{-4}$	$2,53.10^{-6}$	0,999275	0,0019975	500,263	50,0204	100,0517
4	3,64	10	36,4	2,1065	$7,86.10^{-4}$	$2,73.10^{-6}$	0,999214	0,0019973	500,283	50,0273	150,0790
5	3,54	10	35,4	2,0726	$8,54.10^{-4}$	$2,95.10^{-6}$	0,999146	0,0019970	500,323	50,0303	200,1093
6	3,44	10	34,4	2,0379	$9,31.10^{-4}$	$3,19.10^{-6}$	0,999069	0,0019968	500,335	50,0329	250,1422
7	3,34	10	33,4	2,0024	$1,02.10^{-4}$	$3,47.10^{-6}$	0,998980	0,0019965	500,360	50,0347	300,1769
8	3,24	10	32,4	1,9660	$1,11.10^{-4}$	$3,77.10^{-6}$	0,998890	0,0019962	500,396	50,0378	350,2147
9	3,14	10	31,4	1,9287	$1,22.10^{-4}$	$4,12.10^{-6}$	0,998780	0,0019959	500,416	50,0406	400,2553

PERCOBAAN KE: III^E

* Pada model:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,01
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 2 cm = 0,02 m
  - Debit saluran (Q) : 0,6818 lt/dt = 0,0006818 m^3/dt
* Pada prototipe:
  - Kemiringan saluran (So) : 0,002
  - Tinggi air di atas bendung (d) : 0,02 x 20 = 0,4 m
  - Debit saluran (Q) : 8944,2719 . 0,0006818 = 6,0982 m^3/dt

No	h	B	A	R	$\frac{Q^2B}{gA^3}$	$\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$1-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	$So-\frac{Q^2n^2}{A^2R^{4/3}}$	F(h)	X	L
1	4,10	10	41,0	2,2527	$1,85.10^{-3}$	$6,61.10^{-6}$	0,99815	0,0019934	500,727		
2	4,00	10	40,0	2,2222	$1,99.10^{-3}$	$7,07.10^{-6}$	0,99801	0,0019929	500,783	50,0755	50,0755
3	3,90	10	39,0	2,1910	$2,15.10^{-3}$	$7,58.10^{-6}$	0,99785	0,0019924	500,831	50,0807	100,1562
4	3,80	10	38,0	2,1591	$2,32.10^{-3}$	$8,14.10^{-6}$	0,99768	0,0019919	500,8685	50,0850	150,2412
5	3,70	10	37,0	2,1264	$2,51.10^{-3}$	$8,76.10^{-6}$	0,99749	0,0019912	500,949	50,0908	200,3320
6	3,60	10	36,0	2,0930	$2,73.10^{-3}$	$9,45.10^{-6}$	0,99727	0,0019905	501,015	50,1009	250,4329
7	3,50	10	35,0	2,0588	$2,97.10^{-3}$	$1,02.10^{-5}$	0,99703	0,0019898	501,070	50,1042	300,5371
8	3,40	10	34,0	2,0238	$3,24.10^{-3}$	$1,11.10^{-5}$	0,99676	0,0019889	501,161	50,1115	350,6486
9	3,30	10	33,0	1,7879	$3,54.10^{-3}$	$1,20.10^{-5}$	0,99646	0,0019880	501,237	50,1199	400,7685

Percobaan I^{A}

So = 0,00002

H = 0,2 m

Q = 1,6770

C = 68,7791

hn = 0,6673

$$A = \frac{0,6673}{0,00002} = 33365$$

$$B = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,00002}{9,81} = 0,9903$$

$$x_1 = x_0 + A[(n_1 - n_0) - B\{\psi(n_1) - \psi(n_0)\}]$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	3,6	5,3949	0,01718		
2	3,599	5,3934	0,01719	50,3779	50,3779
3	3,598	5,3919	0,01720	50,3779	100,7558
4	3,597	5,3904	0,01721	50,3779	151,1337
5	3,596	5,3889	0,01722	50,3779	201,5116
6	3,595	5,3874	0,01723	50,3779	251,8895
7	3,594	5,3859	0,01724	50,3779	302,2674
8	3,593	5,3844	0,01725	50,3779	352,6453
9	3,592	5,3829	0,01726	50,3779	403,0232

Percobaan II^{A}

So = 0,00002

H = 0,4 m

Q = 3,3541

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3} = \left[\frac{0{,}33541}{68{,}7791^2 \cdot 0{,}00002^{1/2}}\right]^{2/3} = 1{,}0594$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{1{,}0594}{0{,}00002} = 52970$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 0{,}9903$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	4,0	3,7757	0,03507		
2	3,999	3,7748	0,03509	48,7221	48,7221
3	3,998	3,7738	0,03511	54,0191	102,7412
4	3,997	3,7729	0,03512	48,1976	150,9388
5	3,996	3,7719	0,03514	54,0191	204,9579
6	3,995	3,7710	0,03516	48,7221	253,6800
7	3,994	3,7701	0,03518	48,7221	302,4021
8	3,993	3,7691	0,03520	54,0191	356,4212
9	3,992	3,7682	0,03521	48,1976	404,6188

Percobaan III^{A}

So = 0,00002

H = 0,6 m

Q = 5,9628

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3} = \left[\frac{0,59628}{68,7791^2 \cdot 0,00002^{1/2}}\right]^{2/3} = 1,5547$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{1,5547}{0,00002} = 77735$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 - 0,00002}{9,81} = 0,9903$$

No	h	n	Ψ(n)	X	L
1	4,2	2,7015	0,07112		
2	4,199	2,7008	0,07116	57,4937	57,4937
3	4,198	2,7002	0,07119	48,9504	106,4441
4	4,197	2,6995	0,07123	57,4937	163,9378
5	4,196	2,6989	0,07126	48,9504	212,8882
6	4,195	2,6983	0,07129	48,9504	261,8386
7	4,194	2,6976	0,07133	57,4937	319,3323
8	4,193	2,6970	0,07136	48,9504	368,2827
9	4,192	2,6963	0,07140	57,4937	425,7764

Percobaan I^B

So = 0,0001

H = 0,2 m

Q = 1,8515

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3} = \left[\frac{0{,}18515}{68{,}7791^2 \cdot 0{,}0001^{1/2}}\right]^{2/3} = 0{,}4169$$

$$A = \frac{hn}{So} = 4169$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 0{,}9518$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	3,78	9,0669	0,00608		
2	3,775	9,0549	0,00610	50,1074	50,1074
3	3,770	9,0429	0,00611	50,0677	100,1751
4	3,765	9,0309	0,00613	50,1074	150,2825
5	3,760	9,0189	0,00615	50,1074	200,3899
6	3,755	9,0069	0,00616	50,0677	250,4576
7	3,750	8,9950	0,00618	49,6905	300,1481
8	3,745	8,9830	0,00620	50,1074	350,2555
9	3,740	8,9710	0,00621	50,0677	400,3232

Percobaan II^B

So = 0,0001

H = 0,4 m

Q = 4,4721

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3} = \left[\frac{0,44721}{68,7791^2 \cdot 0,0001^{1/2}}\right]^{2/3} = 0,7505$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,7505}{0,0001} = 7505$$

$$B = 0,9518$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	3,98	5,3031	0,01778		
2	3,975	5,2965	0,01782	49,8187	49,8187
3	3,970	5,2898	0,01787	50,6407	100,4594
4	3,965	5,2831	0,01791	50,5692	151,0286
5	3,960	5,2765	0,01796	49,8902	200,9188
6	3,955	5,2698	0,01800	50,5692	251,488
7	3,950	5,2632	0,01805	49,8902	301,3782
8	3,945	5,2565	0,01810	50,6407	352,0189
9	3,940	5,2498	0,01814	50,5692	402,5881

Percobaan III^B

So = 0,0001

H = 0,6 m

Q = 6,7082

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3} = \left[\frac{0{,}67082}{68{,}7791^2 \cdot 0{,}0001^{1/2}}\right]^{2/3} = 0{,}9835$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0{,}9835}{0{,}0001} = 9835$$

$$B = 0{,}9518$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	4,22	4,2908	0,02716		
2	4,215	4,2857	0,02722	50,7202	50,7202
3	4,210	4,2806	0,02729	50,8183	101,5340
4	4,205	4,2755	0,02735	50,7202	152,2542
5	4,200	4,2705	0,02742	49,8302	202,0844
6	4,195	4,2654	0,02748	50,7202	252,8046
7	4,190	4,2603	0,02755	50,8183	303,6184
8	4,185	4,2552	0,02761	50,7202	354,3386
9	4,180	4,2501	0,02768	50,8138	405,1524

Percobaan I^{C}

So = 0,0002

H = 0,2 m

Q = 2,2361

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{q}{C \cdot So^{1/2}}\right]^{2/3} = \left[\frac{0,22361}{68,7791^2 \cdot 0,0002^{1/2}}\right]^{2/3} = 0,3753$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,3753}{0,0002} = 1876,5$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,0002}{9,81} = 0,9035$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	3,79	10,0986	0,00490		
2	3,78	10,0719	0,00493	50,1534	50,1534
3	3,77	10,0453	0,00495	49,9488	100,1022
4	3,76	10,0186	0,00498	50,1534	150,2556
5	3,75	9,9920	0,00501	49,9658	200,2214
6	3,74	9,9654	0,00503	49,9488	250,1702
7	3,73	9,9387	0,00506	50,1534	300,3236
8	3,72	9,9121	0,00509	49,9658	350,2894
9	3,71	9,8854	0,00512	50,1534	400,4428

Percobaan II^C

So = 0,0002

H = 0,4 m

Q = 5,9927

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{0{,}59927}{68{,}7791^2 \cdot 0{,}0002^{1/2}}\right]^{2/3} = 0{,}7240$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0{,}7240}{0{,}0002} = 3620{,}24$$

$$B = 0{,}9035$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	3,97	5,4834	0,01663		
2	3,96	5,4696	0,01671	50,2210	50,2210
3	3,95	5,4558	0,01680	50,2537	100,4747
4	3,94	5,4420	0,01688	50,2210	150,6957
5	3,93	5,4282	0,01697	50,2537	200,9494
6	3,92	5,4144	0,01705	50,2210	251,1704
7	3,91	5,4005	0,01714	50,6157	301,7861
8	3,90	5,3867	0,01723	50,2537	352,0398
9	3,89	5,3729	0,01732	50,2573	402,2971

Percobaan III^C

So = 0,0002

H = 0,6 m

Q = 8,1393

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{0,81393}{68,7791^2 \cdot 0,0002^{1/2}}\right]^{2/3} = 0,8368$$

$$A = \frac{hn}{So} = 4184$$

$$B = 0,9035$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	4,20	5,0191	0,01985		
2	4,19	5,0072	0,01994	50,1298	50,1298
3	4,18	4,9952	0,02004	50,5860	100,7158
4	4,17	4,9833	0,02013	50,1298	150,8456
5	4,16	4,9713	0,02023	50,5860	201,4316
6	4,15	4,9594	0,02033	50,1676	251,5992
7	4,14	4,9474	0,02043	50,5860	302,1852
8	4,13	4,9355	0,02053	50,1676	352,3528
9	4,12	4,9235	0,02063	50,5860	402,9388

Percobaan I^D

So = 0,001

H = 0,2 m

Q = 2,5581

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{0,25581}{68,7791^2 \cdot 0,001^{1/2}}\right]^{2/3} = 0,2400$$

$$A = \frac{hn}{So} = 240$$

$$B = 1 - \frac{C^2 \cdot So}{g} = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,001}{9,81} = 0,5178$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	3,66	15,2500	0,00215		
2	3,61	15,0417	0,00221	49,9995	49,9995
3	3,56	14,8333	0,00227	50,0235	100,0230
4	3,51	14,6250	0,00234	50,0007	150,0237
5	3,46	14,4167	0,00241	50,0007	200,0244
6	3,41	14,2083	0,00248	50,0247	250,0491
7	3,36	14,0000	0,00255	50,0007	300,0498
8	3,31	13,7917	0,00263	50,0019	350,0517
9	3,26	13,5833	0,00271	50,0259	400,0776

Percobaan II^{D}

So = 0,001

H = 0,4 m

Q = 6,7082

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{0{,}67082}{68{,}7791^2 \cdot 0{,}001^{1/2}}\right]^{2/3} = 0{,}4565$$

$$A = \frac{0{,}4565}{0{,}001} = 456{,}5$$

$$B = 0{,}5178$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	3,96	8,6747	0,00664		
2	3,91	8,5652	0,00681	50,0269	50,0269
3	3,86	8,4556	0,00699	50,0726	100,0995
4	3,81	8,3461	0,00718	50,0269	150,1264
5	3,76	8,2366	0,00737	50,0317	200,1581
6	3,71	8,1270	0,00757	50,0797	250,2378
7	3,66	8,0175	0,00778	50,0364	300,2742
8	3,61	8,9080	0,00799	50,0364	350,3106
9	3,56	8,7985	0,00822	50,0411	400,3517

Percobaan III^D

So = 0,001

H = 0,6 m

Q = 6,7082

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{0{,}34164}{68{,}7791^2 \cdot 0{,}001^{1/2}}\right]^{2/3} = 0{,}7246$$

$$A = \frac{0{,}7246}{0{,}001} = 724{,}6$$

$$B = 1 - \frac{68{,}7791^2 \cdot 0{,}001}{9{,}81} = 0{,}5178$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	4,16	5,7411	0,01517		
2	4,11	5,6721	0,01554	50,1362	50,1362
3	4,06	5,6031	0,01593	50,1437	100,2799
4	4,01	5,5341	0,01632	50,1437	150,4236
5	3,96	5,4651	0,01674	50,1550	200,5786
6	3,91	5,3961	0,01717	50,1587	250,7373
7	3,86	5,3271	0,01762	50,1662	300,9035
8	3,81	5,2581	0,01790	50,1024	351,0095
9	3,76	5,1891	0,01857	50,2487	401,2546

Percobaan I^E

So = 0,002

H = 0,26 m

Q = 2,6833

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{0,26833}{68,7791^2 \cdot 0,002^{1/2}}\right]^{2/3} = 0,1967$$

$$A = \frac{0,1967}{0,002} = 98,35$$

$$B = 1 - \frac{68,7791^2 \cdot 0,002}{9,81} = 0,0356$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	3,8	19,3187	0,00133		
2	3,7	18,8104	0,00141	49,9915	49,9915
3	3,6	18,3020	0,00149	50,0014	99,9929
4	3,5	17,7936	0,00158	50,0014	149,9943
5	3,4	17,2852	0,00167	50,0014	199,9957
6	3,3	16,7768	0,00178	50,0014	249,9971
7	3,2	16,2684	0,00189	50,0014	299,9985
8	3,1	15,7600	0,00201	50,0015	350,0000
9	3,0	15,2516	0,00215	50,0016	400,0016

Percobaan Π^E

So = 0,002

H = 0,4 m

Q = 6,0982

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{0,60982}{68,7791^2 \cdot 0,002^{1/2}}\right]^{2/3} = 0,34$$

$$A = \frac{hn}{So} = \frac{0,34}{0,002} = 170,0031$$

$$B = 0,0356$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	3,94	11,5882	0,00372		
2	3,84	11,2941	0,00392	49,9991	49,9991
3	3,74	11,0000	0,00413	49,9992	99,9983
4	3,64	10,7059	0,00436	49,9993	149,9976
5	3,54	10,4118	0,00462	49,9992	199,9968
6	3,44	10,1176	0,00488	49,9995	249,9623
7	3,34	9,8235	0,00518	49,9997	299,9620
8	3,24	9,5294	0,00551	49,9999	349,9619
9	3,14	9,2353	0,00586	50,0000	399,9619

Percobaan III^{E}

So = 0,002

H = 0,56 m

Q = 11,1803

C = 68,7791

$$hn = \left[\frac{1,11803}{68,7791^2 \cdot 0,002^{1/2}}\right]^{2/3} = 0,5093$$

$$A = \frac{0,5093}{0,002} = 254,65$$

$$B = 0,0356$$

No	h	n	Ψ (n)	X	L
1	4,1	8,0503	0,00771		
2	4,0	7,8539	0,00811	50,0169	50,0169
3	3,9	7,6576	0,00853	49,9916	100,0085
4	3,8	7,4612	0,00898	50,0173	150,0258
5	3,7	7,2649	0,00947	49,9922	200,0180
6	3,6	7,0685	0,01001	50,0181	250,0361
7	3,5	6,8722	0,01058	49,9930	300,0291
8	3,4	6,6758	0,01122	50,0191	350,0482
9	3,3	6,4795	0,01191	49,9940	400,0422

```
CLS
REM  PROGRAM METODE INTEGRASI GRAFIS
PRINT " SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU "
INPUT " MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =>; SO
INPUT " MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q   M^3/dt   =>; Q
INPUT " MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =>; N
INPUT " MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =>; B
INPUT " MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =>; G
INPUT " MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =>; H
INPUT " MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (hn) Meter     =>; HT
INPUT "MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN      (dh) Meter     =>; I
INPUT " MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (ketikan 1/0)              =>; Pb
CLS
PRINT ""
PRINT "          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS "
PRINT "                          UNTUK PERCOBAAN "; Pb
PRINT "                               BY MUNIR                        "
PRINT ""
PRINT "=============================================================================="
PRINT "  h    A    R    I    Pa    1-I   So-Sf    dx      x      L   "
PRINT "=============================================================================="
FOR H = H TO HT STEP I
    H1 = H2
    H2 = H
    A = B * H
    P = B + 2 * H
    R = A / P
    I = (B^2 * S0 + (B * A)^2)
    SF = (B^2 * N^2 * I) / (A^2 * R^(4/3))
    HT = I - I
    X2 = SO - SF
    XP1 = X2
    X = (HT - X2)
    XP2 = X
    IF SW = 1 THEN X11 = (XP1 + XP2) * (H2 - H1) / 2: GOTO 41
    X11 = X11 + X2
    IF SW = 1 THEN 44
      PRINT USING " #,### ## ##,## #,## #,###### #,######## #,### #,##### ######,##    --      -- "; -I; B; A; P; I; SF; X; R; X
      SW = 1
      GOTO 45
      PRINT USING " #,### ## ##,## #,## #,###### #,######## #,### #,##### ######,## ####,## ####,##"; -I; B; A; P; I; SF; X; R; X
  ; X11
      SW = 1
NEXT H
PRINT "=============================================================================="
PRINT "@ Ibb nisni B. Ri'ci"
END
```

```
JN
SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.00002
MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 1.677
MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.6
MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 3.592
ASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN      (dh) Meter    =? -0.001
MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? I-A
```

PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
UNTUK PERCOBAAN I-A
BY MUNIB

h	B	A	R	Z	Fs	1-Z	So-Sf	f(h)	X	L
.600	10	36.00	2.09	0.000061	0.00000021	1.000	0.00002	50534.40	--	--
.599	10	35.99	2.09	0.000061	0.00000021	1.000	0.00002	50534.81	50.53	50.53
.598	10	35.98	2.09	0.000062	0.00000021	1.000	0.00002	50535.23	50.53	101.06
.597	10	35.97	2.09	0.000062	0.00000021	1.000	0.00002	50535.65	50.53	151.59
.596	10	35.96	2.09	0.000062	0.00000021	1.000	0.00002	50536.07	50.53	202.13
.595	10	35.95	2.09	0.000062	0.00000021	1.000	0.00002	50536.48	50.53	252.66
.594	10	35.94	2.09	0.000062	0.00000021	1.000	0.00002	50536.90	50.53	303.19
.593	10	35.93	2.09	0.000062	0.00000021	1.000	0.00002	50537.32	50.53	353.73
.592	10	35.92	2.09	0.000062	0.00000021	1.000	0.00002	50537.74	50.53	404.26

Copyright By Rifqi

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.00002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 3.3541
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 4
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 3.992
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN      (dh) Meter    =? -0.001
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? II-A

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                       UNTUK PERCOBAAN II-A
                            BY MUNIB

=============================================================================
  h    ! B!  A   !  R   !    Z    !     Fa     ! 1-Z ! So-Sf ! f(h)  !   X   !   L   !
=============================================================================
4.000 10 40.00 2.22 0.000179 0.00000064 1.000 0.00002  51633.84    --      --
3.999 10 39.99 2.22 0.000179 0.00000064 1.000 0.00002  51634.99   51.63   51.63
3.998 10 39.98 2.22 0.000179 0.00000064 1.000 0.00002  51636.15   51.63  103.26
3.997 10 39.97 2.22 0.000180 0.00000064 1.000 0.00002  51637.31   51.63  154.90
3.996 10 39.96 2.22 0.000180 0.00000064 1.000 0.00002  51638.47   51.63  206.53
3.995 10 39.95 2.22 0.000180 0.00000064 1.000 0.00002  51639.63   51.64  258.16
3.994 10 39.94 2.22 0.000180 0.00000064 1.000 0.00002  51640.80   51.64  309.80
3.993 10 39.93 2.22 0.000180 0.00000064 1.000 0.00002  51641.96   51.64  361.44
3.992 10 39.92 2.22 0.000180 0.00000064 1.000 0.00002  51643.12   51.64  413.08
=============================================================================
  Copyright By Rifqi
k
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.00002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 5.9628
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0/.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 4.2
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 4.192
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN      (dh) Meter    =? -0.001
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? III-A

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                      UNTUK PERCOBAAN III-A
                           BY MUNIB

=============================================================================
  h   ! B!   A   !  R  !    Z    !     Fs     ! 1-Z ! So-Sf ! f(h)  !   X  !   L  !
=============================================================================
4.200 10 42.00 2.28 0.000489 0.00000176 1.000 0.00002  54797.87    --      --
4.199 10 41.99 2.28 0.000490 0.00000176 1.000 0.00002  54801.28   54.80   54.80
4.198 10 41.98 2.28 0.000490 0.00000176 1.000 0.00002  54804.71   54.80  109.59
4.197 10 41.97 2.28 0.000490 0.00000176 1.000 0.00002  54808.13   54.80  164.40
4.196 10 41.96 2.28 0.000491 0.00000176 1.000 0.00002  54811.55   54.81  219.20
4.195 10 41.95 2.28 0.000491 0.00000177 1.000 0.00002  54814.98   54.81  274.01
4.194 10 41.94 2.28 0.000491 0.00000177 1.000 0.00002  54818.40   54.81  328.82
4.193 10 41.93 2.28 0.000492 0.00000177 1.000 0.00002  54821.84   54.82  383.64
4.192 10 41.92 2.28 0.000492 0.00000177 1.000 0.00002  54825.28   54.82  438.46
=============================================================================
  Copyright By Rifqi
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.0001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 1.8515
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.78
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter       =? 3.74
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter       =? -0.005
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? I-B

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                      UNTUK PERCOBAAN I-B
                          BY MUNIB

==========================================================================
!  h   ! B!  A   !  R  !    Z    !     Fs     ! 1-Z ! So-Sf !  f(h)  !   X  !   L  !
==========================================================================
 3.780 10 37.80 2.15 0.000065 0.00000023 1.000 0.00010  10022.06    --      --
 3.775 10 37.75 2.15 0.000065 0.00000023 1.000 0.00010  10022.14   50.11   50.11
 3.770 10 37.70 2.15 0.000065 0.00000023 1.000 0.00010  10022.22   50.11  100.22
 3.765 10 37.65 2.15 0.000065 0.00000023 1.000 0.00010  10022.30   50.11  150.34
 3.760 10 37.60 2.15 0.000066 0.00000023 1.000 0.00010  10022.38   50.11  200.45
 3.755 10 37.55 2.14 0.000066 0.00000023 1.000 0.00010  10022.47   50.11  250.56
 3.750 10 37.50 2.14 0.000066 0.00000023 1.000 0.00010  10022.55   50.11  300.68
 3.745 10 37.45 2.14 0.000067 0.00000023 1.000 0.00010  10022.63   50.11  350.79
==========================================================================
@ Copyright By Rifqi
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN        (So)          =? 0.0001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN             (Q)  M^3/dt   =? 4.4721
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                 =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN             (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI      (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN       (ho) Meter    =? 3.98
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter     =? 3.94
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter     =? -0.005
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)           =? II-B

           PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                    UNTUK PERCOBAAN II-B
                          BY MUNIB

=============================================================================
!  h   ! B!  A   !  R  !    Z    !     Fs     ! 1-Z ! So-Sf ! f(h)  !   X   !   L   !
=============================================================================
 3.980  10 39.80 2.22 0.000323 0.00000115 1.000 0.00010  10112.75    --      --
 3.975  10 39.75 2.21 0.000325 0.00000115 1.000 0.00010  10113.14   50.57    50.57
 3.970  10 39.70 2.21 0.000326 0.00000115 1.000 0.00010  10113.54   50.57   101.13
 3.965  10 39.65 2.21 0.000327 0.00000116 1.000 0.00010  10113.93   50.57   151.70
 3.960  10 39.60 2.21 0.000328 0.00000116 1.000 0.00010  10114.33   50.57   202.28
 3.955  10 39.55 2.21 0.000330 0.00000117 1.000 0.00010  10114.73   50.57   252.85
 3.950  10 39.50 2.21 0.000331 0.00000117 1.000 0.00010  10115.14   50.58   303.43
 3.945  10 39.45 2.21 0.000332 0.00000118 1.000 0.00010  10115.54   50.58   354.00
=============================================================================
) Copyright By Rifqi
)k
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.0001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? .70282
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 4.22
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 4.18
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN      (dh) Meter    =? -0.005
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? III-B

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                    UNTUK PERCOBAAN III-B
                          BY MUNIB

=============================================================================
!  h   ! B!  A   !  R  !    Z    !     Fs     ! 1-Z ! So-Sf ! f(h)  !   X   !   L   !
=============================================================================
 4.220 10 42.20 2.29 0.000610 0.00000220 0.999 0.00010  10218.80     --        --
 4.215 10 42.15 2.29 0.000613 0.00000221 0.999 0.00010  10219.32    51.10     51.10
 4.210 10 42.10 2.29 0.000615 0.00000221 0.999 0.00010  10220.04    51.10    102.20
 4.205 10 42.05 2.28 0.000617 0.00000222 0.999 0.00010  10220.77    51.10    153.30
 4.200 10 42.00 2.28 0.000619 0.00000223 0.999 0.00010  10221.50    51.11    204.41
 4.195 10 41.95 2.28 0.000621 0.00000223 0.999 0.00010  10222.24    51.11    255.52
 4.190 10 41.90 2.28 0.000624 0.00000224 0.999 0.00010  10222.97    51.11    306.63
 4.185 10 41.85 2.28 0.000626 0.00000225 0.999 0.00010  10223.72    51.12    357.75
=============================================================================
@ Copyright By Rifqi
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.0002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 2.2361
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.79
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 3.71
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN      (dh) Meter    =? -0.01
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? I-C

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                      UNTUK PERCOBAAN I-C
                          BY MUNIB

=============================================================================
!  h   ! B!  A   !  R  !    Z    !     Fs     ! 1-Z !  So-Sf ! f(h)  !   X   !   L   !
=============================================================================
 3.790 10 37.90 2.16 0.000094 0.00000033 1.000 0.00020   5007.75    --      --
 3.780 10 37.80 2.15 0.000094 0.00000033 1.000 0.00020   5007.80   50.08   50.08
 3.770 10 37.70 2.15 0.000095 0.00000033 1.000 0.00020   5007.86   50.08  100.16
 3.760 10 37.60 2.15 0.000096 0.00000034 1.000 0.00020   5007.92   50.08  150.23
 3.750 10 37.50 2.14 0.000097 0.00000034 1.000 0.00020   5007.97   50.08  200.31
 3.740 10 37.40 2.14 0.000097 0.00000034 1.000 0.00020   5008.03   50.08  250.39
 3.730 10 37.30 2.14 0.000098 0.00000034 1.000 0.00020   5008.09   50.08  300.47
 3.720 10 37.20 2.13 0.000099 0.00000035 1.000 0.00020   5008.15   50.08  350.56
 3.710 10 37.10 2.13 0.000100 0.00000035 1.000 0.00020   5008.21   50.08  400.64
=============================================================================
@ Copyright By Rifqi
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.0002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 5.9827
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.97
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 3.89
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN      (dh) Meter    =? -0.01
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? II-C

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                        UNTUK PERCOBAAN II-C
                             BY MUNIB

=============================================================================
!  h   ! B!  A   !  R   !    Z    !     Fs     ! 1-Z ! So-Sf ! f(h)  !   X  !   L  !
=============================================================================
 3.970 10 39.70 2.21 0.000585 0.00000207 0.999 0.00020   5048.43    --      --
 3.960 10 39.60 2.21 0.000590 0.00000209 0.999 0.00020   5048.77   50.50   50.50
 3.950 10 39.50 2.21 0.000594 0.00000210 0.999 0.00020   5050.12   50.50  101.00
 3.940 10 39.40 2.20 0.000599 0.00000212 0.999 0.00020   5050.47   50.50  151.50
 3.930 10 39.30 2.20 0.000603 0.00000213 0.999 0.00020   5050.83   50.51  202.00
 3.920 10 39.20 2.20 0.000608 0.00000215 0.999 0.00020   5051.19   50.51  252.51
 3.910 10 39.10 2.19 0.000612 0.00000216 0.999 0.00020   5051.55   50.51  303.03
 3.900 10 39.00 2.19 0.000617 0.00000218 0.999 0.00020   5051.92   50.52  353.55
 3.890 10 38.90 2.19 0.000622 0.00000219 0.999 0.00020   5052.29   50.52  404.07
=============================================================================
@ Copyright By Rifqi
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN        (So)          =? 0.0002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN             (Q)  M^3/dt   =? 8.1383
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                 =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN             (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI      (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN       (ho) Meter    =? 4.2
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter     =? 4.12
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter     =? -0.01
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)           =? III-C

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                    UNTUK PERCOBAAN III-C
                          BY MUNIB

=============================================================================
!  h   ! B!  A   !  R  !    Z    !     Fs     ! 1-Z !  So-Sf !   f(h)   !   X   !    L   !
=============================================================================
 4.200 10 42.00 2.28 0.000912 0.00000328 0.999 0.00020    5078.72     --       --
 4.190 10 41.90 2.28 0.000918 0.00000330 0.999 0.00020    5079.24    50.79    50.79
 4.180 10 41.80 2.28 0.000925 0.00000332 0.999 0.00020    5079.76    50.80   101.59
 4.170 10 41.70 2.27 0.000931 0.00000334 0.999 0.00020    5080.29    50.80   152.39
 4.160 10 41.60 2.27 0.000938 0.00000337 0.999 0.00020    5080.82    50.81   203.20
 4.150 10 41.50 2.27 0.000945 0.00000339 0.999 0.00020    5081.36    50.81   254.01
 4.140 10 41.40 2.26 0.000952 0.00000341 0.999 0.00020    5081.91    50.82   304.82
 4.130 10 41.30 2.26 0.000959 0.00000343 0.999 0.00020    5082.45    50.82   355.65
=============================================================================
@ Copyright By Rifqi
)k
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 2.8581
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.66
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter       =? 3.26
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter       =? -00.05
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)            =? I-D

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                    UNTUK PERCOBAAN I-D
                       BY MUNIB

=============================================================================
   h   ! B!  A   !  R  !    Z    !     Fs     ! 1-Z ! So-Sf ! f(h)  !   X   !   L   !
=============================================================================
 3.660 10 36.60 2.11 0.000136 0.00000047 1.000 0.00100   1000.34     --        --
 3.610 10 36.10 2.10 0.000142 0.00000049 1.000 0.00100   1000.35    50.02     50.02
 3.560 10 35.60 2.08 0.000148 0.00000051 1.000 0.00100   1000.36    50.02    100.03
 3.510 10 35.10 2.06 0.000154 0.00000053 1.000 0.00100   1000.38    50.02    150.05
 3.460 10 34.60 2.04 0.000161 0.00000055 1.000 0.00100   1000.39    50.02    200.07
 3.410 10 34.10 2.03 0.000168 0.00000058 1.000 0.00100   1000.41    50.02    250.09
 3.360 10 33.60 2.01 0.000176 0.00000060 1.000 0.00100   1000.42    50.02    300.11
 3.310 10 33.10 1.99 0.000184 0.00000063 1.000 0.00100   1000.44    50.02    350.13
 3.260 10 32.60 1.97 0.000193 0.00000065 1.000 0.00100   1000.46    50.02    400.16
 =============================================================================
  Copyright By Rifqi
 k
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 6.7082
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.96
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 3.56
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN      (dh) Meter    =? -0.05
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? II-D

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                    UNTUK PERCOBAAN II-D
                          BY MUNIB

==========================================================================================
 h    ! B! A    ! R    !   Z    !    Fs     ! 1-Z !  So-Sf !  f(h)   !   X   !   L   !
==========================================================================================
3.960 10 39.60 2.21 0.000739 0.00000262 0.999 0.00100    1001.88     --      --
3.910 10 39.10 2.19 0.000767 0.00000271 0.999 0.00100    1001.95    50.10    50.10
3.860 10 38.60 2.18 0.000798 0.00000281 0.999 0.00100    1002.02    50.10   100.19
3.810 10 38.10 2.16 0.000829 0.00000291 0.999 0.00100    1002.09    50.10   150.30
3.760 10 37.60 2.15 0.000863 0.00000302 0.999 0.00100    1002.18    50.11   200.40
3.710 10 37.10 2.13 0.000898 0.00000313 0.999 0.00100    1002.24    50.11   250.51
3.660 10 36.60 2.11 0.000936 0.00000325 0.999 0.00100    1002.32    50.11   300.63
3.610 10 36.10 2.10 0.000975 0.00000338 0.999 0.00100    1002.41    50.12   350.75
3.560 10 35.60 2.08 0.001017 0.00000351 0.999 0.00100    1002.50    50.12   400.87
==========================================================================================
) Copyright By Rifqi
)k
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 13.41624
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 4.16
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter       =? 3.76
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter       =? -0.05
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)            =? III-D

           PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                     UNTUK PERCOBAAN III-D
                          BY MUNIR

=============================================================================
!   h   ! B!   A   !   R   !    Z    !     Fs     ! 1-Z ! So-Sf !   f(h)   !    X    !    L    !
=============================================================================
 4.160  10  41.60  2.27  0.002549  0.00000915  0.997  0.00099    1006.86      --         --
 4.110  10  41.10  2.26  0.002643  0.00000945  0.997  0.00099    1006.87     50.34      50.34
 4.060  10  40.60  2.24  0.002742  0.00000977  0.997  0.00099    1007.10     50.35     100.69
 4.010  10  40.10  2.23  0.002846  0.00001011  0.997  0.00099    1007.34     50.36     151.05
 3.960  10  39.60  2.21  0.002955  0.00001047  0.997  0.00099    1007.59     50.37     201.42
 3.910  10  39.10  2.19  0.003070  0.00001084  0.997  0.00099    1007.85     50.39     251.81
 3.860  10  38.60  2.18  0.003190  0.00001123  0.997  0.00099    1008.13     50.40     302.21
 3.810  10  38.10  2.16  0.003318  0.00001164  0.997  0.00099    1008.42     50.41     352.62
=============================================================================
@ Copyright By Rifqi
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 2.6833
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.8
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter       =? 3
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter       =? -0.1
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)            =? I-E

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                      UNTUK PERCOBAAN I-E
                          BY MUNIB

=============================================================================
!   h   ! B!  A   !   R   !    Z    !     Fs     ! 1-Z ! So-Sf !  f(h)  !   X   !   L   !
=============================================================================
 3.800  10 38.00 2.16 0.000134 0.00000047 1.000 0.00200    500.05     --      --
 3.700  10 37.00 2.13 0.000145 0.00000050 1.000 0.00200    500.05    50.01    50.01
 3.600  10 36.00 2.09 0.000157 0.00000054 1.000 0.00200    500.06    50.01   100.01
 3.500  10 35.00 2.06 0.000171 0.00000059 1.000 0.00200    500.06    50.01   150.02
 3.400  10 34.00 2.02 0.000187 0.00000064 1.000 0.00200    500.07    50.01   200.02
 3.300  10 33.00 1.99 0.000204 0.00000069 1.000 0.00200    500.07    50.01   250.03
 3.200  10 32.00 1.95 0.000224 0.00000076 1.000 0.00200    500.08    50.01   300.04
 3.100  10 31.00 1.91 0.000246 0.00000083 1.000 0.00200    500.08    50.01   350.05
 3.000  10 30.00 1.88 0.000272 0.00000091 1.000 0.00200    500.09    50.01   400.05
=============================================================================
@ Copyright By Rifqi
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 6.0982
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.94
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 3.14
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN      (dh) Meter    -? -0.1
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? II-E

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                    UNTUK PERCOBAAN II-E
                         BY MUNIB

=============================================================================
!   h   ! B!   A   !   R   !   Z   !     Fs     ! 1-I ! So-Sf !   f(h)   !   X   !   L   !
=============================================================================
 3.940 10 39.40 2.20 0.000620 0.000000219 0.999 0.00200     500.24     --      --
 3.840 10 38.40 2.17 0.000669 0.000000235 0.999 0.00200     500.25    50.02    50.02
 3.740 10 37.40 2.14 0.000725 0.000000253 0.999 0.00200     500.27    50.03   100.05
 3.640 10 36.40 2.11 0.000786 0.000000273 0.999 0.00200     500.29    50.03   150.08
 3.540 10 35.40 2.07 0.000855 0.000000295 0.999 0.00200     500.31    50.03   200.11
 3.440 10 34.40 2.04 0.000931 0.000000319 0.999 0.00200     500.33    50.03   250.14
 3.340 10 33.40 2.00 0.001017 0.000000347 0.999 0.00200     500.36    50.03   300.18
 3.240 10 32.40 1.97 0.001115 0.000000377 0.999 0.00200     500.39    50.04   350.21
 3.140 10 31.40 1.93 0.001224 0.000000412 0.999 0.00200     500.42    50.04   400.25
=============================================================================
@ Copyright By Rifqi
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 6.0982
 MASUKKAN NILAI KOEFISIEN MANNING                   =? 0.0162
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 4.1
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 3.3
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN      (dh) Meter    =? -0.1
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? III-E

          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE INTEGRASI GRAFIS
                    UNTUK PERCOBAAN III-E
                          BY MUNIB

=============================================================================
!   h   ! B!   A   !   R   !    I    !     Fs     ! 1-I ! Sc-Sf ! f(h)  !   X   !   L   !
=============================================================================
 4.100  10 41.00 2.25 0.000550 0.00000197 0.999 0.00200    500.22    --        --
 4.000  10 40.00 2.22 0.000592 0.00000210 0.999 0.00200    500.23    50.02     50.02
 3.900  10 39.00 2.19 0.000639 0.00000225 0.999 0.00200    500.24    50.02     100.05
 3.800  10 38.00 2.16 0.000691 0.00000242 0.999 0.00200    500.26    50.03     150.07
 3.700  10 37.00 2.13 0.000748 0.00000261 0.999 0.00200    500.28    50.03     200.10
 3.600  10 36.00 2.09 0.000813 0.00000281 0.999 0.00200    500.30    50.03     250.13
 3.500  10 35.00 2.06 0.000884 0.00000304 0.999 0.00200    500.32    50.03     300.16
 3.400  10 34.00 2.02 0.000964 0.00000330 0.999 0.00200    500.34    50.03     350.19
 3.300  10 33.00 1.99 0.001055 0.00000359 0.999 0.00200    500.37    50.04     400.23
=============================================================================
@ Copyright By Rifai
Ok
```

```
10 CLS
20 REM 'PROGRAM METODE BRESSE'
30 PRINT " SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU "
40 INPUT " MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =": SO
50 INPUT " MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =": Q
60 INPUT " MASUKKAN NILAI C                     (C)           =": C
70 INPUT " MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =": B
80 INPUT " MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =": G
90 INPUT " MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =": H
100 INPUT " MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN       (ht) Meter    =": HT
110 INPUT " MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN     (dh) Meter   =": I
120 INPUT " MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)            =": P$
130     HO = H
140     Q1 = Q / B
150     HN = (Q1 / (C * SO ^ .5)) ^ (2 / 3)
160     HC = (Q1 / G) ^ (1 / 3)
170     A = HN / SO
180     B1 = 1 - (C ^ 2 * SO / G)
190     NO = HO / HN
200     XO = 0
210     IF NO > 3 THEN 470
220     INPUT " MASUKKAN NILAI N DAN Y (AWAL) TABEL BERTURUTAN =": N1X,
230     INPUT " MASUKKAN NILAI N DAN Y (AKHIR)TABEL BERTURUTAN =": N2X,
240 CLS
250 PRINT ""
260 PRINT "          PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE "
270 PRINT "                    UNTUK PERCOBAAN "; P$
280 PRINT "                         BY MUNIB                              "
290 PRINT ""
300 PRINT "    ============================================="
310 PRINT "    !     h     !    n    !    Y    !    L    !"
320 PRINT "    ============================================="
330     YO = Y1X + ((Y2X - Y1X) * (NO - N1X) / (N2X - N1X))
340     H1 = H + I
350 FOR H1 = H TO HT STEP I
360     N1 = H1 / HN
370     Y1 = Y1X + ((Y2X - Y1X) * (N1 - N1X) / (N2X - N1X))
380     X1 = XO + ABS(A * ((N1 - NO) - (B1 * (Y1 - YO))))
390     L12 = L11 + X1
400     IF SW = 1 THEN 450
410     PRINT USING "#.####   ##.####   ##.#####   -------  ": H1: N1: Y1
420     SW = 1
430     L11 = X1
440     GOTO 455
450     PRINT USING "#.####   ##.####   ##.#####   ###.####  ": H1: N1: Y
455 NEXT H1
465 GOTO 700
470 CLS
480 PRINT ""
490 PRINT "      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE "
500 PRINT "                    UNTUK PERCOBAAN "; P$
510 PRINT "                         BY MUNIB
520 PRINT ""
530 PRINT "    ============================================="
540 PRINT "    !     h     !    n    !    Y    !    L    !"
550 PRINT "    ============================================="
560     YO = 1 / (2 * NO ^ 2)
570     H1 = H + I
580 FOR H1 = H TO HT STEP I
590     N1 = H1 / HN
600     Y1 = 1 / (2 * N1 ^ 2)
610     X1 = XO + ABS(A * ((N1 - NO) - (B1 * (Y1 - YO))))
620     L12 = L11 + X1
630     IF SW = 1 THEN 680
```

```
540     PRINT USING "#.####    ##.####    ##.#####    -------  "; I1; N1; Y1
550     SW = 1
560       L11 = Y1
570       GOTO 600
580       PRINT USING "#.####    ##.####    ##.#####    ###.####  "; M1; N1;
590   NEXT N1
700   PRINT "=========================================================="
710   PRINT "     @ Copyright By Putra Gobel "
720   END
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.00002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 1.677
 MASUKKAN NILAI C                     (C)           =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.6
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN      (ht) Meter      =? 3.592
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter     =? -0.001
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)           =? I-A

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN I-A
                     BY MUNIB

     ==========================================
     !     h     !    n    !    Y    !    L    !
     ==========================================
          3.6000     5.3942    0.01718   -------
          3.5990     5.3927    0.01719    50.3100
          3.5980     5.3912    0.01720   100.6201
          3.5970     5.3897    0.01721   150.9305
          3.5960     5.3882    0.01722   201.2412
          3.5950     5.3867    0.01723   251.5521
          3.5940     5.3852    0.01724   301.8634
          3.5930     5.3837    0.01725   352.1909
          3.5920     5.3822    0.01726   402.5026
     ==========================================
     @ Copyright By Rifai'S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.00002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 3.3541
 MASUKKAN NILAI C                     (C)           =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 4
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter       =? 3.9912
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN  (dh) Meter       =? -0.001
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? II-A

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN II-A
                    BY MUNIB

     ============================================
     !      h      !     n     !     Y     !     L     !
     ============================================
          4.0000      3.7756      0.03507     -------
          3.9990      3.7747      0.03509      50.9187
          3.9980      3.7738      0.03511     101.8374
          3.9970      3.7728      0.03513     152.7485
          3.9960      3.7719      0.03514     203.6704
          3.9950      3.7709      0.03516     254.5931
          3.9940      3.7700      0.03518     305.5033
          3.9930      3.7690      0.03520     356.4278
          3.9920      3.7681      0.03522     407.3519
     ============================================
     @ Copyright By Rifai'S design
Ok
```

```
SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)              =? 0.00002
MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt       =? 5.9628
MASUKKAN NILAI C                     (C)               =? 68.7791
MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter        =? 10
MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2       =? 9.81
MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter        =? 4.2
MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter        =? 4.192
MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN     (dh) Meter        =? -0.001
MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)                 =? III-A
MASUKKAN NILAI N DAN Y (AWAL) TABEL BERTURUTAN         =? 2.5,0.082
MASUKKAN NILAI N DAN Y (AKHIR)TABEL BERTURUTAN         =? 3,0.055

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN III-A
                    BY MUNIE

    ============================================
    !     h     !    n    !    Y    !    L    !
    ============================================
         4.2000    2.7014    0.07112    -------
         4.1990    2.7008    0.07116     52.6590
         4.1980    2.7002    0.07119    105.3370
         4.1970    2.6995    0.07123    158.0151
         4.1960    2.6989    0.07126    210.6738
         4.1950    2.6982    0.07130    263.3515
         4.1940    2.6976    0.07133    316.0105
         4.1930    2.6969    0.07136    368.6886
         4.1920    2.6963    0.07140    421.3478
    ============================================
    @ Copyright By Rifqi'3 design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.0001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 1.8515
 MASUKKAN NILAI C                     (C)           =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.78
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 3.74
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN     (dh) Meter    =? -0.005
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? I-B

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN I-B
                     BY MUNIB

     ==========================================
     !     h     !     n     !     Y     !     L     !
     ==========================================
         3.7800     9.0667     0.00608    -------
         3.7750     9.0547     0.00610     50.0620
         3.7700     9.0427     0.00611    100.1282
         3.7650     9.0307     0.00613    150.1947
         3.7600     9.0187     0.00615    200.2615
         3.7550     9.0067     0.00616    250.3285
         3.7500     8.9947     0.00618    300.3917
         3.7450     8.9827     0.00620    350.4592
     ==========================================
     @ Copyright By Rifqi'S design
 Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)            =? 0.0001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt     =? 4.4721
 MASUKKAN NILAI C                     (C)             =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter      =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2     =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter      =? 3.98
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter      =? 3.94
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN     (dh) Meter      =? -0.005
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)               =? II-B

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN II-B
                     BY MUNIB

     ============================================
     !     h     !    n    !    Y    !    L    !
     ============================================
          3.9800     5.3029    0.01778   -------
          3.9750     5.2962    0.01783    50.3195
          3.9700     5.2896    0.01787   100.6437
          3.9650     5.2829    0.01792   150.9656
          3.9600     5.2762    0.01796   201.2887
          3.9550     5.2696    0.01801   251.6166
          3.9500     5.2629    0.01805   301.9422
          3.9450     5.2563    0.01810   352.2725
     ============================================
     @ Copyright By Rifai S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.0001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 6.7082
 MASUKKAN NILAI C                     (C)           =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 4.22
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter       =? 4.18
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN  (dh) Meter       =? -0.005
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? III-B

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN III-B
                     BY MUNIB

    ============================================
    !     h     !    n    !    Y    !    L    !
    ============================================
        4.2200    4.2909    0.02716   -------
        4.2150    4.2858    0.02722    50.6040
        4.2100    4.2807    0.02729   101.2102
        4.2050    4.2756    0.02735   151.8186
        4.2000    4.2705    0.02742   202.4288
        4.1950    4.2655    0.02748   253.0408
        4.1900    4.2604    0.02755   303.6545
        4.1850    4.2553    0.02761   354.2700
    ============================================
    @ Copyright By Rifqi'S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN        (So)          =? 0.0002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN             (Q)  M^3/dt   =? 2.2361
 MASUKKAN NILAI C                   (C)           =? 88.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN             (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI      (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN       (ho) Meter    =? 3.79
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter     =? 3.71
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter    =? -0.01
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)           =? I-C

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN I-C
                     BY MUNIB

    ============================================
    !     h      !     n     !     Y     !     L     !
    ============================================
        3.7900     10.0993      0.00490     -------
        3.7800     10.0727      0.00493      50.0445
        3.7700     10.0460      0.00495     100.0876
        3.7600     10.0194      0.00498     150.1328
        3.7500      9.9927      0.00501     200.1783
        3.7400      9.9661      0.00503     250.2243
        3.7300      9.9395      0.00506     300.2688
        3.7200      9.9128      0.00509     350.3154
        3.7100      9.8862      0.00512     400.3625
    ============================================
    @ Copyright By Rifqi'S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN        (Sc)           =? 0.0002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN             (Q)  M^3/dt    =? 5.9927
 MASUKKAN NILAI C                   (C)            =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN             (B)  Meter     =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI      (g)  M/dt^2    =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN       (ho) Meter     =? 3.97
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter      =? 3.89
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN  (dh) Meter      =? -0.01
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)           =? II-C

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN II-C
                     BY MUNIB

    ============================================
    !     h      !     n     !     Y     !     L     !
    ============================================
        3.9700     5.4831     0.01667     -------
        3.9600     5.4693     0.01672      50.2746
        3.9500     5.4554     0.01680     100.5531
        3.9400     5.4416     0.01689     150.8320
        3.9300     5.4278     0.01697     201.1130
        3.9200     5.4140     0.01706     251.3961
        3.9100     5.4002     0.01715     301.6814
        3.9000     5.3864     0.01723     351.9707
        3.8900     5.3726     0.01732     402.2604
    ============================================
    @ Copyright By Rifqi'S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN        (So)          =? 0.0002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN             (Q)  M^3/dt   =? 8.1393
 MASUKKAN NILAI C                   (C)           =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN             (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI      (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN       (ho) Meter    =? 4.2
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter     =? 4.12
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN  (dh) Meter     =? -0.01
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)           =? III-C

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN III-C
                     BY MUNIB

    ============================================
    !     h     !    n    !    Y    !    L     !
    ============================================
        4.2000    4.7298    0.02235    -------
        4.1900    4.7185    0.02246     50.4291
        4.1800    4.7072    0.02257    100.8635
        4.1700    4.6960    0.02267    151.2988
        4.1600    4.6847    0.02278    201.7372
        4.1500    4.6735    0.02289    252.1788
        4.1400    4.6622    0.02300    302.6257
        4.1300    4.6509    0.02311    353.0738
    ============================================
    @ Copyright By Rifqi'S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN        (So)          =? 0.001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN             (Q)  M^3/dt   =? 2.5581
 MASUKKAN NILAI C                   (C)           =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN             (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI      (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN       (ho) Meter    =? 3.66
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter     =? 3.26
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter    =? -0.05
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)          =? I-D

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN I-D
                     BY MUNIB

    ============================================
    !     h     !    n    !    Y    !    L    !
    ============================================
        3.6600    15.2466    0.00215   -------
        3.6100    15.0383    0.00221     50.0075
        3.5600    14.8301    0.00227    100.0152
        3.5100    14.6218    0.00234    150.0231
        3.4600    14.4135    0.00241    200.0316
        3.4100    14.2052    0.00248    250.0404
        3.3600    13.9969    0.00255    300.0495
        3.3100    13.7886    0.00263    350.0591
        3.2600    13.5803    0.00271    400.0692
    ============================================
    @ Copyright By Rifqi'S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)           =? 0.001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt    =? 6.7082
 MASUKKAN NILAI C                     (C)            =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter     =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2    =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter     =? 3.96
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN      (ht) Meter       =? 3.56
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter       =? -0.05
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)              =? II-D

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN II-D
                     BY MUNIB

    ============================================
    !     h     !    n     !     Y     !    L    !
    ============================================
        3.9600     8.6749     0.00664    -------
        3.9100     8.5653     0.00682     50.0402
        3.8600     8.4558     0.00699    100.0824
        3.8100     8.3463     0.00718    150.1258
        3.7600     8.2367     0.00737    200.1714
        3.7100     8.1272     0.00757    250.2184
        3.6600     8.0177     0.00778    300.2678
        3.6100     7.9081     0.00800    350.3188
        3.5600     7.7986     0.00822    400.3723
    ============================================
    @ Copyright By Rifqi'S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.001
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 18.54057
 MASUKKAN NILAI C                     (C)           =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 4.16
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter       =? 3.76
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN  (dh) Meter       =? -0.05
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)            =? III-D

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
              UNTUK PERCOBAAN III-D
                   BY MUNIB

    ================================================
    !     h     !     n     !     Y     !     L     !
    ================================================
        4.1600      5.7439      0.01516     -------
        4.1100      5.6748      0.01553      50.1392
        4.0600      5.6058      0.01591     100.2838
        4.0100      5.5368      0.01631     150.4386
        3.9600      5.4677      0.01672     200.5884
        3.9100      5.3987      0.01716     250.7508
        3.8600      5.3296      0.01760     300.9183
        3.8100      5.2606      0.01807     351.0927
    ================================================
    @ Copyright By Rifqi'S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN          (So)          =? 0.002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN               (Q)  M^3/dt   =? 2.6833
 MASUKKAN NILAI C                     (C)           =? 68.778011
 MASUKKAN LEBAR SALURAN               (B)  Meter    =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI        (g)  M/dt^2   =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN         (ho) Meter    =? 3.8
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN        (ht) Meter    =? 3
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN     (dh) Meter    =? -0.1
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)             =? I-E

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
              UNTUK PERCOBAAN I-E
                   BY MUNIB

    ============================================
    !     h     !    n    !    Y    !    L    !
    ============================================
        3.8000    19.3190    0.00134   -------
        3.7000    18.8106    0.00141    50.0003
        3.6000    18.3022    0.00149   100.0005
        3.5000    17.7938    0.00158   150.0009
        3.4000    17.2854    0.00167   200.0012
        3.3000    16.7770    0.00178   250.0014
        3.2000    16.2687    0.00189   300.0017
        3.1000    15.7603    0.00201   350.0021
        3.0000    15.2519    0.00215   400.0026
    ============================================
    @ Copyright By Rifqi'S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN        (So)           =? 0.002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN             (Q)  M^3/dt    =? 6.0982
 MASUKKAN NILAI C                   (C)            =? 68.7791
 MASUKKAN LEBAR SALURAN             (B)  Meter     =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI      (g)  M/dt^2    =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN       (ho) Meter     =? 3.94
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter      =? 3.14
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN  (dh) Meter      =? -0.1
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)            =? II-E

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN II-E
                     BY MUNIB

    ============================================
    !     h     !     n     !     Y     !     L     !
    ============================================
        3.9400     11.5880     0.00372     -------
        3.8400     11.2939     0.00392      50.0012
        3.7400     10.9988     0.00413     100.0024
        3.6400     10.7057     0.00436     150.0036
        3.5400     10.4116     0.00461     200.0051
        3.4400     10.1175     0.00488     250.0067
        3.3400      9.8234     0.00518     300.0085
        3.2400      9.5292     0.00551     350.0105
        3.1400      9.2351     0.00586     400.0126
    ============================================
    @ Copyright By Rifqi'S design
Ok
```

```
RUN
 SILAHKAN MENGISI INPUT DATA TERLEBIH DAHULU
 MASUKKAN KEMIRINGAN SALURAN        (So)           =? 0.002
 MASUKKAN DEBIT SALURAN             (Q)  M^3/dt    =? 11.1803
 MASUKKAN NILAI C                   (C)            =? 68.77921
 MASUKKAN LEBAR SALURAN             (B)  Meter     =? 10
 MASUKKAN NILAI GAYA GRAVITASI      (g)  M/dt^2    =? 9.81
 MASUKKAN TINGGI AWAL SALURAN       (ho) Meter     =? 4.1
 MASUKKAN TINGGI AKHIR SALURAN     (ht) Meter      =? 3.3
 MASUKKAN INTERVAL TINGGI SALURAN   (dh) Meter     =? -0.1
 MASUKKAN UNTUK PERCOBAAN (sesuai kode)           =? III-E

      PERHITUNGAN SALURAN TERBUKA METODE BRESSE
                UNTUK PERCOBAAN III-E
                     BY MUNIB

    ============================================
    !     h     !     n     !     Y     !     L     !
    ============================================
        4.1000      8.0500      0.00772     -------
        4.0000      7.8537      0.00811      50.0084
        3.9000      7.6573      0.00853     100.0078
        3.8000      7.4610      0.00898     150.0113
        3.7000      7.2646      0.00947     200.0157
        3.6000      7.0683      0.01001     250.0204
        3.5000      6.8720      0.01059     300.0257
        3.4000      6.6756      0.01122     350.0314
        3.3000      6.4793      0.01191     400.0375
    ============================================
    @ Copyright By Rifqi'S design
Ok
```

Proposal jilidan
TA : 3 buah.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	ABDUL MUIN	84 310 078		HIDRO
2.	MUHAMMAD MUNIB	90 310 106		HIDRO

JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI KOMPORATIF ANTARA METODE INTEGRASI GRAFIS DAN METODE BRESSE DGN PENGAMATAN LOBORATORIUM PADA PROFIL BACKWATER.

Dosen Pembimbing I : IR. LALU MAKRUP, MT
Dosen Pembimbing II : IR. ENDANG TANTRAWATI, MT

Dapat dijilid

Yogyakarta, 14 APRIL 1998
a.n. Dekan,
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

IR. H. TADJUDDIN BM ARIS, MS

13/11 9

L. Makrup

1



2

