



**PENGARUH PENYEMPITAN TERHADAP TINGGI MUKA  
AIR PADA SALURAN TERBUKA DENGAN LEBAR  
PENAMPANG BERBEDA**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Oleh

**ACHMAD SUPRIYADI VIJAI PRASETYO**

**NIM 141903103055**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**



**PENGARUH PENYEMPITAN TERHADAP TINGGI MUKA  
AIR PADA SALURAN TERBUKA DENGAN LEBAR  
PENAMPANG BERBEDA**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Diploma III Teknik Sipil  
dan mencapai gelar Ahli Madya Teknik

Oleh

**ACHMAD SUPRIYADI VIJAI PRASETYO**

**NIM 141903103055**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

## PERSEMBAHAN

Segala puji syukur hanya kepada-Mu ya Allah atas segala rahmat dan hidayah yang Engkau berikan sehingga hamba bisa menjalani kehidupan dengan kebahagiaan dan kelancaran dalam menyelesaikan karya kecil ini. Akhirnya dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih Dan Penyayang, dengan kerendahan hatiku persembahkan sebuah karya kecil ini sebagai wujud terimakasih, bakti, dan cintaku pada :

- ALLAH SWT yang telah memberikan segala limpahan rahmat, nikmat dan karunia serta keajaiban-keajaiban yang selalu menyertai dalam menjalani kehidupanku.
- Kedua orang tuaku tercinta, sebagai sumber inspirasi hidupku.
- Kakak-Kakaku tercinta, sebagai pendorong dan sumber pengalaman yang berharga dalam hidupku.
- Sahabat – sahabatku yang telah membantu selama penelitian ini berjalan.
- Almamaterku yang ku banggakan, mulai dari TK BUDI UTOMO JEMBER, SDN KRANJINGAN 1, SMPN 8 JEMBER, SMAN 3 JEMBER, dan Fakultas Teknik Universitas Jember. Terimakasih atas ilmu yang telah diberikan selama ini.

## MOTTO

*“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”*

*(Al-Baqarah: 153)*

*“Waktu adalah barang yang paling berharga untuk kamu jaga. Menurutku ia adalah sesuatu yang paling mudah hilang padamu*

*(Yahya Bin Hurairah)*

*“Wahai Abu Dzar, kamu pergi mengajarkan ayat dari Kitabullah lebih baik darimu dari pada sholat (Sunnah) seratus roka’at, dan pergi mengajarkan satu bab ilmu pengetahuan baik dilaksanakan atau tidak, itu lebih baik dari pada sholat seribu roka’at (Sunnah)*

*(HR. Ibnu Majah)*

*“Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali jatuh*

*(Konfusius)*

**PERNYATAAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Achmad Supriyadi Vijai P

NIM : 141903103055

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul “Pengaruh Penyempitan Terhadap Tinggi Muka Air pada Saluran Terbuka dengan Penampang yang Berbeda” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Juli 2017  
Yang menyatakan,

Achmad Supriyadi Vijai P  
NIM 141903103055

**PROYEK AKHIR**

**PENGARUH PENYEMPITAN TERHADAP TINGGI MUKA  
AIR PADA SALURAN TERBUKA DENGAN LEBAR  
PENAMPANG BERBEDA**

Oleh

**Achmad Supriyadi Vijai P**

**NIM 141903103055**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : WiwikYunarni W., S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Entin Hidayah M.UM.

**PENGESAHAN**

Proyek Akhir berjudul “Pengaruh Penyempitan Terhadap Tinggi Muka Air pada Saluran Terbuka dengan Penampang yang Berbeda” telah diuji pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Wiwik Yunarni W, ST., MT.  
NIP 197006131998022001

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP 196612151995032001

Penguji I,

Penguji II,

Sri Wahyuni., ST., MT., Ph.D.  
NIP 19711209 199803 2 001

Dr. Gusfan Halik, ST., MT.  
NIP 19710804 199803 1 002

Mengesahkan :  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Jember

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP 196612151995032001

## Kata Pengantar

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Penyempitan Terhadap Tinggi Muka Air pada Saluran Terbuka dengan Lebar Penampang yang Berbeda”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Hernu Suyoso, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Dwi Nurtanto, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Januar Fery Irawan, S.T., M. Eng. selaku Pembimbing Akademik selama saya menjadi mahasiswa.
5. Wiwik Yunarni W, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Sri Wahyuni, ST., MT.,Ph.D dan Dr. Gusfan Halik, ST., MT selaku Tim Penguji yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan tugas akhir ini.
7. Mas Ridwan selaku teknisi laboratorium Hidroteknik yang banyak membantu selama dalam percobaan penelitian di lab.

8. Ayahanda Slamet Riyadi dan Ibunda Siti Maria yang selalu ku banggakan, yang selalu menjagaku, dan sebagai penyemangat hidupku. Terimakasih atas segala cinta, kasih sayang, pengorbanan, doa, bimbingan, dukungan dan semangat serta semua yang telah engkau berikan selama ini.
9. Adik tercinta, Farel Desta Anugrah. Terimakasih atas kasih sayang, dukungan, pengalaman, doa dan semangat yang kalian berikan selama ini.
10. Teman – temanku tersayang khususnya Wahyu Relawati, Hisyam Fatahillah, Haikal Fikri, dan Ferry Yowiantoro, terima kasih banyak sudah membantuku selama penelitian berlangsung.
11. Saudara – saudaraku dari Jember dan dulur Arek Muktisari (Armuk) yang selalu mensupport, mendoakan dan menjadi teman, sahabat, serta saudaraku selama berada disini. Terima kasih sudah selalu menemaniku dan memberi semangat.
12. Dulur-dulur DTS'14 yang kusayangi. Terimakasih atas bantuan dan doanya selama ini, semoga semua bisa lulus dengan baik dan barokah.
13. Teman - teman satu perjuangan di Jurusan Teknik Sipil, Elektro dan Mesin Fakultas Teknik yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas dukungan dan bantuannya selama proses penyusunan proyek akhir ini.
14. Sahabat Tercintaku, Yoza Wildan dan Gilang yang selalu menjadi partner sejak SMA, sahabat yang selalu ada dalam suka maupun duka, selalu mendoakan yang terbaik. Semoga tetap terjalin seperti ini.
15. Pihak - pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas dukungan dan motivasi kalian dalam penyusunan proyek akhir ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga proyek akhir ini bias bermanfaat untuk penelitian selanjutnya dan bermanfaat untuk kalangan akademisi yang berkonsentrasi dalam bidang hidroteknik.

Jember, 12 Juli 2017

## RINGKASAN

**Pengaruh Penyempitan Terhadap Tinggi Muka Air pada Saluran Terbuka dengan Penampang yang Berbeda;** Achmad Supriyadi Vijai P, 141903103055; 2017: 47 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tinggi muka air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai energi. Tinggi rendahnya muka air dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kemiringan dasar saluran, lebar saluran, debit air, dan lain - lain. Mengacu pada hukum kontinuitas, tinggi muka air dapat meningkat bila terjadi peralihan lebar penampang yang semakin menyempit. Bertambahnya tinggi muka air diharapkan dapat meningkatkan nilai energi spesifik aliran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penyempitan lebar saluran terhadap besarnya energi yang dihasilkan pada kedua tipe penyempitan yaitu penyempitan dengan lebar 1,5 cm dan 2.5 cm. Sedangkan pintu radial pada sebuah saluran mempunyai fungsi antara lain mengatur tinggi muka air di hulu bendung dan meninggikan muka air di sebuah saluran, kaitannya dengan penyadapan air untuk berbagai keperluan. Operasional di lapangan dilakukan dengan membuka pintu seluruhnya pada saat banjir besar, serta membuka pintu sebagian pada saat banjir sedang dan kecil. Pintu ditutup pada saat keadaan normal untuk kepentingan penyadapan air.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian experimental dengan perlakuan mengubah bentuk penyempitan sepanjang 30 cm pada dinding saluran dengan jarak 45 cm dari dasar saluran dan mengubah tinggi bukaan pintu radial pada jarak 100 cm setelah penyempitan. Bentuk saluran dengan membedakan saluran tanpa penyempitan, penyempitan 1,5 cm dan penyempitan 2.5 cm dengan perbedaan tinggi bukaan pintu radial 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, dan 25 mm. Tiap percobaan diambil volume air sebanyak 3 kali untuk data pengujian debit rata – rata. Data yang diambil dari penelitian ini yaitu data debit, kecepatan, tinggi muka air di dalam penyempitan ( $H_o'$ ), nilai *froude* ( $Fr$ ). Dari

data tersebut kemudian dicari debit dan kecepatan antara saluran tanpa penyempitan dengan saluran diberi penyempitan dan bukaan pintu radial.

Hasil perhitungan menunjukkan pada ketinggian muka air dan luas penampang setiap titik pengamatan dapat diketahui nilai debit rata-rata sebesar  $0,0003698 \text{ m}^3/\text{s}$  dan kecepatan  $0,148 \text{ m/s}$ .



## SUMMARY

**The Influence of Narrowing on High Water Front on Open Channels with Different Sections;** Achmad Supriyadi Vijai P, 141903103055; 2017: 47 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Water level is one of the factors that influence the amount of energy value. High water level is influenced by several factors including the basic slope of the channel, channel width, water discharge, and others. Referring to the law of continuity, the water level may increase in the event of a narrower cross-section shift. Increasing the water level is expected to increase the specific energy value of the flow. The purpose of this research is to know the effect of narrowing of channel width to the amount of energy generated in both types of narrowing is narrow with width of 1.5 cm and 2.5 cm. While the radial door on a channel has a function, among others, the height of the water level up stream and raising the water level in a channel, the connection with water tapping for various purposes. Operations on the ground are done by opening the door entirely during a major flood, as well as opening the door partially during medium and small floods. The door closes at normal times for the benefit of water tapping.

The research method used is experimental research method with treatment to change the form of constriction along 30 cm on channel wall with distance of 45 cm from bottom of channel and change radial door opening height at 100 cm distance after narrowing. The shape of the channel by distinguishing the channel without narrowing, narrowing of 1.5 cm and narrowing 2.5 cm with a difference of 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, and 25 mm radial door openings. Each experiment was taken 3 times water volume for the average discharge test data. Data taken from this research is the data of debit, speed, water level in narrowing ( $H_0$ ), froude value (Fr). From the data then searched for the discharge and velocity between channel without narrowing with channel given narrowing and radial door openings.

The calculation results show the water level and cross-sectional area of each observation point can be known the average discharge value of  $0.0003698 \text{ m}^3 / \text{s}$  and the speed of  $0.148 \text{ m} / \text{s}$ .



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>SUMARRY</b> .....	x
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xx
<b>BAB 1.PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Tujuan</b> .....	4
<b>1.4 Manfaat</b> .....	4
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Saluran Terbuka</b> .....	6
<b>2.2 Geometri saluran</b> .....	7
<b>2.3 Penyempitan Saluran</b> .....	7
<b>2.4 Klasifikasi Aliran</b> .....	9
2.4.1 Aliran Tunak dan Aliran Tak Tunak .....	9
2.4.2 Aliran Seragam.....	10
2.4.3 Aliran Turbulen dan Aliran Laminar.....	11
2.4.4 Aliran Kritis dan Superkritis .....	12

<b>2.5 Energi Spesifik</b> .....	13
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	16
<b>3.1 Studi Literatur</b> .....	16
<b>3.2 Tempat dan Waktu</b> .....	16
<b>3.3 Pelaksanaan Penelitian</b> .....	16
3.3.1 Persiapan Penelitian.....	16
3.3.2 Lankah Kerja .....	17
<b>3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data</b> .....	18
<b>3.5 Analisa Data</b> .....	18
<b>3.6 Tahap Penelitian</b> .....	19
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	20
<b>4.1 Umum</b> .....	20
<b>4.2 Kalibrasi Alat Ukur Debit</b> .....	20
<b>4.3 Pengujian Pertama</b> .....	23
4.3.1 Penampang Tabung Hidrolik.....	24
<b>4.4 Pengujian Kedua</b> .....	25
4.4.1 Penampang Tabung Hidrolik.....	25
<b>4.5 Pengujian Ketiga</b> .....	27
4.5.1 Penampang Tabung Hidrolik.....	27
<b>4.6 Perhitungan Debit</b> .....	29
<b>4.7 Perhitungan Kecepatan</b> .....	30
<b>4.8 Perhitungan Tinggi Muka Air dalam Percobaan dan     Analitis</b> .....	31
<b>4.9 Perhitungan Nilai Froude</b> .....	34
4.9.1 Bilangan Froude Tanpa Penyempitan .....	35
4.9.2 Bilangan Froude dengan Penyempitan 1,5 .....	36
4.9.3 Bilangan Froude dengan Penyempitan 2,5 .....	38
<b>4.10 Energi Spesifik</b> .....	39
4.10.1 Perhitungan Energi Spesifik pada Bukaan Pintu Radial 5 mm .....	39

4.10.2 Perhitungan Energi Spesifik pada Bukaannya Pintu	
Radial 10 mm .....	40
4.10.3 Perhitungan Energi Spesifik pada Bukaannya Pintu	
Radial 15 mm .....	41
4.10.4 Perhitungan Energi Spesifik pada Bukaannya Pintu	
Radial 20 mm .....	41
4.10.5 Perhitungan Energi Spesifik pada Bukaannya Pintu	
Radial 25 mm .....	42
<b>4.11 Hasil Seluruh Analisa Data .....</b>	<b>44</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>47</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>47</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
4.1 Data Pengamatan Debit <i>Hydraulic Bench</i> .....	21
4.2 Data Pengamatan Debit Pada Baskom .....	22
4.3 Data Pengamatan Tinggi Muka Air Tanpa Penyempitan.....	24
4.4 Data Pengamatan Tinggi Muka Air Dalam Penyempitan 1,5 cm .....	26
4.5 Data Pengamatan Tinggi Muka Air Dalam Penyempitan 2,5 cm .....	28
4.6 Data Perhitungan Debit Rata - rata.....	29
4.7 Data Perhitungan Luas Penampang.....	30
4.8 Data Perhitungan Kecepatan .....	31
4.9 Hasil Data Perhitungan nilai <i>Froude</i> (Fr) Tanpa Penyempitan.....	35
4.10 Hasil Data Perhitungan nilai <i>Froude</i> Penyempitan 1,5 cm.....	37
4.11 Hasil Data Perhitungan nilai <i>Froude</i> Penyempitan 2,5 cm .....	38
4.12 Hasil Perhitungan Energi Spesifik .....	43
4.13 Jenis Profil Aliran.....	44
4.14 Perbandingan Hasil Variabel yang dicari pada Saluran .....	45

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Penampang saluran persegi panjang.....	7
2.2 Sketsa aliran yang melalui penyempitan .....	9
2.3 (a) Aliran Seragam, (b) Aliran Tak Seragam .....	11
2.4 Parameter energi spesifik .....	13
2.5 Profil aliran melalui penyempitan .....	14
3.1 Desain Tampak Samping pada Tabung Hidrolik .....	17
3.2 Desain Tampak Atas pada Tabung Hidrolik .....	17
3.3 Bagan Alur Pelaksanaan Penelitian.....	19
4.1 Grafik hubungan antara $Q_{hb}$ dan $Q_b$ .....	23
4.2 Profil Aliran dengan Pintu Radial Tanpa Penyempitan .....	24
4.3 Profil Aliran dengan Pintu Radial dengan Penyempitan 1,5 cm.....	26
4.4 Profil Aliran dengan Pintu Radial dengan Penyempitan 2,5 cm.....	27
4.5 Grafik hubungan tinggi hitung dan tinggi percobaan tanpa penyempitan dengan perbedaan bukaan pintu radial. ....	32
4.6 Grafik hubungan tinggi hitung dan tinggi percobaan di dalam penyempitan 1,5 cm dan perbedaan bukaan pintu radial.....	33
4.7 Grafik hubungan tinggi hitung dan tinggi percobaan di dalam penyempitan 2,5 cm dan perbedaan bukaan pintu radial.....	34

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hidrolika adalah bagian dari “hidrodinamika” yang terkait dengan gerak air atau mekanika aliran. Ditinjau dari mekanika aliran, terdapat dua macam aliran yaitu saluran tertutup dan saluran terbuka. Dua macam aliran tersebut mempunyai kesamaan tetapi berbeda dalam satu ketentuan. Aliran pada saluran terbuka mempunyai permukaan bebas, sedangkan aliran pada saluran tertutup tidak mempunyai permukaan bebas karena air mengisi seluruh penampang saluran. Air mengalir dari hulu ke hilir (kecuali ada gaya yang menyebabkan aliran kearah sebaliknya) sampai mencapai suatu elevasi permukaan air tertentu.

Pada saluran terbuka, bila kedalaman aliran mengalami perubahan, maka pada permukaan air pun turut mengalami perubahan. Perubahan yang cepat pada kedalaman aliran dari kedudukan yang rendah ke kedudukan yang tinggi merupakan peristiwa dalam hidrolika. Peristiwa seperti ini dalam hidrolika disebut loncatan air (*Hydraulic Jump*) dan alirannya dapat digolongkan dalam aliran berubah cepat (*Rapidly Varied Flow*). Hal ini akan terjadi jika pada aliran tersebut mengalami gangguan dalam pengalirannya, misalnya dengan adanya pemasangan pintu radial (penyekatan), maka muka air di hulu akan menjadi tinggi. Dalam hal ini pintu radial dapat diatur penggunaannya untuk mengatur debit sesuai yang kita kehendaki.

Menurut Chow (1992:17), Saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka. Menurut asalnya saluran dapat digolongkan menjadi saluran alam (natural) dan saluran buatan (artificial). Saluran alam meliputi semua alur air yang terdapat secara alamiah di bumi, mulai

dari anak selokan kecil di pegunungan, selokan kecil, sungai kecil dan sungai besar sampai ke muara sungai merupakan suatu saluran drainase yang terbentuk secara alami yang mempunyai fungsi sebagai saluran.

Pada saluran yang mempunyai bentuk saluran yang non prismatis aliran air mengalami perubahan seperti ketinggian, kecepatan, dan perilaku aliran lainnya. Beberapa penyebab terjadinya penampang saluran yang tidak prismatis misalnya akibat sambungan dua penampang yang berbeda, adanya bangunan lain seperti pilar jembatan, atau penyebab lain yang mengubah penampang dari saluran. Analisis aliran pada saluran *non-prismatis* menuntut ketelitian akibat adanya perubahan karakteristik aliran air. Salah satu contoh adalah penyempitan saluran yang akan menyebabkan ketinggian, kecepatan dan energi pada aliran berubah. Perubahan energi aliran tersebut akan berpengaruh pada kelancaran aliran dalam saluran yang pada gilirannya dapat mengganggu distribusi air yang dapat merugikan.

Penelitian terdahulu yang serupa pertama dilakukan Jhonson A. Harijanja dan Stefanus Gunawan (2007) dengan judul Tinjauan Energi Spesifik Akibat Penyempitan pada Saluran Terbuka. Aliran tersebut membahas tentang perilaku aliran pada penyempitan saluran, khususnya perilaku aliran yang menyangkut perubahan energi spesifik yang terjadi akibat penyempitan pada saluran. Saluran yang digunakan adalah saluran non- prismatic, dimana lebar saluran yaitu 26,5 cm. Dalam satu eksperimen, lebar dikurangi menjadi 16 cm pada titik sepanjang saluran dan air disahkan pada tingkat debit  $5,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{detik}$ . Pengukuran juga dilakukan untuk aliran pada tingkat debit  $1,26 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}$  dan  $2,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}$ . Percobaan yang sama dilakukan dengan mengurangi lebar penampang dengan panjang 10 cm dan 5 cm. Yang kedua dilakukan Riska Noviana (2016) dengan judul Pengukuran Kedalaman Saluran Terbuka Akibat Penyempitan dan Perbedaan Pintu Radial. Dimensi lebar saluran dan tebal pada penyempitan yang lebih kecil. Aplikasi yang diteliti diantaranya menganalisa ketinggian, kecepatan,

dan debit aliran pada saluran terbuka. Variabel tersebut digunakan untuk mengetahui perbandingan yang dihasilkan dengan pengukuran pada saluran terbuka akibat penyempitan sebesar 1,5 cm dan 2 cm di kiri dan kanan dinding saluran dengan pengaruh bukaan 1,2,3 pada pintu radial dalam durasi waktu pengambilan data tiap tabung (20 detik).

Berdasarkan penelitian tersebut, maka penulis akan melanjutkan penelitian menggunakan teori tersebut tetapi dengan dimensi lebar saluran dan tebal pada penyempitan yang lebih kecil. Aplikasi yang diteliti diantaranya menganalisa ketinggian, kecepatan, dan debit aliran pada saluran terbuka. Variabel tersebut digunakan untuk mengetahui perbandingan yang dihasilkan dengan pengukuran pada saluran terbuka akibat penyempitan sebesar 1.5 cm dan 2.5 cm di kiri dan kanan dinding saluran dengan pengaruh bukaan 1,2,3,4,5 pada pintu radial dengan kedalaman 3 cm dalam durasi waktu pengambilan data tiap tabung (30 detik).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun permasalahan dalam Proyek Akhir ini berdasarkan latar belakang di atas adalah berapa kedalaman di hulu pada saluran terbuka, dan apa pengaruh yang terjadi pada debit dan kecepatan dalam saluran terbuka akibat penyempitan dengan variasi bukaan pintu radial?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui perubahan kedalaman di hulu pada saluran terbuka akibat penyempitan yang berbeda, dan untuk mengetahui pengaruh debit dan kecepatan pada saluran tersebut.

## **1.4 Manfaat**

Penelitian tentang pengukuran kedalaman pada saluran terbuka akibat penyempitan yang berbeda tentunya akan memberikan manfaat yang besar, antara lain :

1. Secara teoritis dari penelitian ini adalah untuk pengembangan pemahaman akan karakter aliran pada penampang yang mengalami penyempitan sehingga secara praktis dijadikan bahan pertimbangan dalam desain teknis saluran khususnya pada saluran-saluran irigasi.
2. Secara implementasi di lapangan untuk penggerak kincir angin yang dengan menyempitkan suatu luas pada saluran dapat memberikan kecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan permukaan yang luas..

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini hanya membahas lebar penyempitan dan ketebalan pada saluran
2. Penyempitan bentuk trapesium dengan ukuran tebal 1,5 cm dan 2,5 cm, tinggi 20 cm, panjang dalam 15 cm dan panjang luar 30 cm.
3. Luasan pada setiap permukaan tetap, karena kondisi permukaan dianggap sama.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Saluran Terbuka

Saluran terbuka (*open channel flow*) adalah saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka. Menurut asalnya, saluran dapat digolongkan menjadi saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran-saluran-terbuka (*open channel flow*). Kedua jenis aliran tersebut sama dalam banyak hal, namun berbeda dalam satu hal penting. Aliran-saluran-terbuka harus memiliki permukaan bebas (*free surface*), sedangkan aliran-pipa tidak demikian, karena air harus mengisi seluruh saluran. Permukaan bebas dipengaruhi oleh tekanan udara. Aliran-pipa, yang terkurung dalam saluran tertutup, tidak terpengaruh langsung oleh tekanan udara, kecuali oleh tekanan hidrolis.

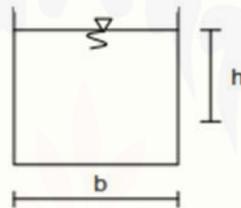
Menurut Chow (1992:17), Saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu, saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alam merupakan suatu aliran yang meliputi semua alur aliran air secara alami, seperti sungai yang kecil dan besar dimana alirannya mengalir dari hulu ke hilir. Saluran buatan saluran yang dibuat dan direncanakan sesuai dengan konteks pemanfaatannya seperti, saluran irigasi, saluran drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air dan saluran untuk industri. Karakteristik aliran yang terjadi pada saluran buatan merupakan aliran seragam yang terjadi di sepanjang saluran.

Menurut Jhonson A. Harianja (2007 : 33) menyatakan kedalaman kritis dapat didefinisikan sebagai kedalaman air yang menyebabkan terjadinya aliran kritis. Terjadi atau tidaknya penampang kritis (penampang saat aliran dalam kondisi kritis) pada penyempitan, tergantung pada besarnya perbandingan antara energi aliran normal ( $E_{sn}$ ) dengan energi aliran kritis ( $E_{skr}$ ). Pada bagian akhir penyempitan, aliran berubah secara cepat dan ditandai dengan adanya percepatan pada arah tegak lurus dan sejajar garis arus. Pada daerah ini permukaan air turun secara drastis, dan pada arus yang berubah-ubah tersebut kecepatannya terus

berkurang. Daerah antara arus yang berubah-ubah dengan bagian akhir penyempitan dipisahkan oleh suatu zona yang berupa pusaran air.

## 2.2 Geometri saluran

Menurut Chow dkk., (1989), bahwa penampang saluran (*channel section*) adalah potongan melintang saluran yang tegak lurus arah aliran. Penampang saluran inilah yang menjadi tinjauan untuk menentukan geometri saluran. Penampang saluran alam sangat tidak beraturan, kadang berbentuk parabola, lingkaran, trapesium, persegi atau bentuk tidak beraturan lainnya. Namun dalam penelitian ini digunakan asumsi penampang saluran berbentuk persegi.



Gambar 2.1 Penampang saluran persegi panjang

$$\text{Luas (A)} = B \times h$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = B + 2h$$

$$\text{Jari – jari Hidrolik (R)} = \frac{bh}{b+2h}$$

dengan  $b$  = lebar dasar saluran, dan  $h$  = tinggi kedalaman air.

## 2.3 Penyempitan Saluran

Penyempitan saluran adalah suatu fenomena yang biasa dijumpai pada saluran terbuka. Suatu penyempitan pada saluran terbuka, terdiri atas daerah penyempitan penampang lintang saluran secara mendadak. Pengaruh penyempitan tergantung pada geometri (bentuk) bagian lengkungan masuk penyempitan, kecepatan aliran dan keadaan aliran (Ven Te Chow, 1992).

Aliran yang melalui penyempitan dapat berupa aliran superkritis atau subkritis. Pada aliran subkritis, adanya penyempitan saluran akan menyebabkan terjadinya efek pembendungan yang meluas ke arah hulu, sedangkan pada aliran

superkritis hanya akan menimbulkan perubahan ketinggian permukaan air didekat penyempitan. Bila kedalaman air di penyempitan lebih besar dibandingkan kedalaman kritis, maka perluasan genangan air ke arah hulu hanya terjadi pada jarak yang dekat, dan dibagian akhir efek pembendungan itu akan terjadi suatu loncatan hidrolis. Kedalaman kritis dapat dirumuskan sebagai berikut (Henderson, 1966 dalam Budi S, 1988):

$$h_c = \frac{2}{3} E \quad \text{sedangkan} \quad h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{B_c g}}$$

$$\text{Sehingga } B_c = 1,84 \frac{Q}{E^{3/2} \cdot g^{1/2}} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan :

$Q$  = debit air (m<sup>3</sup>/det)

$B_c$  = lebar kritis

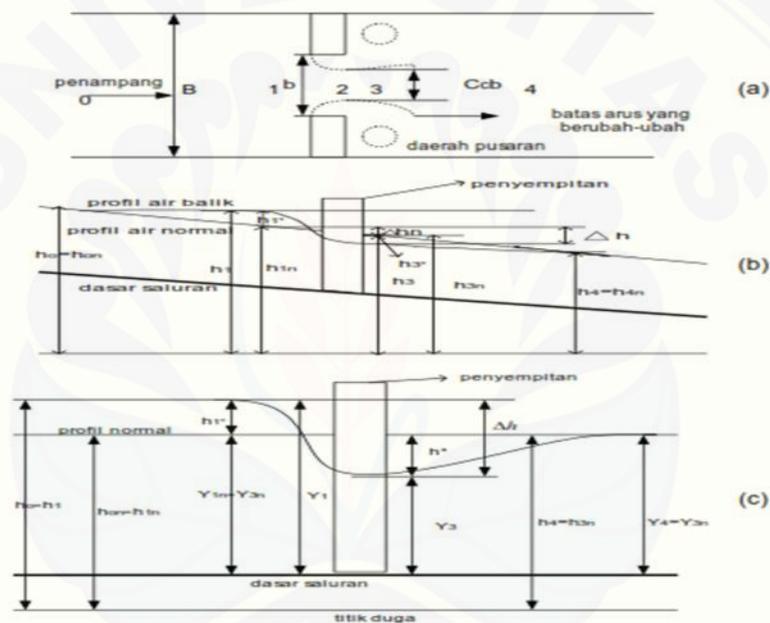
$E$  = energi spesifik

$H$  = kedalaman kritis

$g$  = percepatan gravitasi.

Menurut Jhonson A. Harianja, Dkk (dalam *Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 1/th XII/2007*) menyatakan bahwa kedalaman kritis dapat didefinisikan sebagai kedalaman air yang menyebabkan terjadinya aliran kritis. Terjadi atau tidaknya penampang kritis (penampang saat aliran dalam kondisi kritis) pada penyempitan, tergantung pada besarnya perbandingan antara energi aliran normal  $E$  dengan energi aliran kritis. Pada Gambar 2.2 tampak kasus penyempitan yang terjadi pada saluran terbuka dengan kemiringan kecil. Pada keadaan ini timbul efek pembendungan berupa genangan air yang berawal di bagian masuk penyempitan dan berakhir pada penampang 0. Di antara titik 0 sampai 1 kecepatan aliran berubah secara perlahan-lahan. Mulai masuk bagian penyempitan pada penampang 1, kecepatan aliran mulai bertambah dan akhirnya semakin berkurang setelah keluar dari penyempitan. Pada bagian akhir penyempitan, aliran berubah secara cepat dan ditandai dengan adanya percepatan pada arah tegak lurus dan

sejajar garis arus. Pada daerah ini permukaan air turun secara drastis, dan pada arus yang berubah-ubah tersebut kecepatannya terus berkurang. Daerah antara arus yang berubah-ubah dengan bagian akhir penyempitan dipisahkan oleh suatu zona yang berupa pusaran air. Perubahan arus yang mengalir melalui penyempitan mencapai lebar minimum pada penampang 2. Setelah keluar dari penyempitan, diantara penampang 3 dan 4, aliran akan berubah sedikit demi sedikit, dan akhirnya arus yang berubah-ubah berangsur-angsur kembali menjadi aliran seragam pada penampang 4. Jika aliran pada penampang 0 sampai 4 telah konstan, maka kehilangan energi total sama dengan energi total seragam.



Gambar 2.2. Sketsa aliran yang melalui penyempitan, (Menurut Tracy dan Carter, 1965 dalam Budi, S, 1998). (a) Denah ; (b) tampak tegak; (c) tampak tegak, dengan asumsi kehilangan energi akibat gesekan = 0.

## 2.4 Klasifikasi Aliran

Aliran saluran terbuka dapat digolongkan menjadi beberapa jenis dan diuraikan dengan berbagai cara, adalah sebagai berikut (Rangga Raju, 1981) :

### 2.4.1 Aliran Tunak (*steady flow*) dan Aliran Tak Tunak (*unsteady flow*)

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

dikatakan tak tunak (*unsteady*) bila kedalamannya berubah sesuai dengan waktu. Sebagian besar persoalan tentang saluran terbuka umumnya hanya memerlukan penelitian mengenai perilaku aliran dalam keadaan tunak. Debit  $Q$  pada suatu penampang saluran untuk sembarang aliran dinyatakan dengan persamaan :

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

dengan :

$V$  = kecepatan rata-rata

$A$  = luas penampang melintang tegak lurus terhadap arah aliran.

Sebagian besar persoalan aliran tunak, berdasarkan suatu pertimbangan, maka debit diasumsikan tetap di sepanjang bagian saluran yang luas, dengan kata lain aliran bersifat tunak kontinu (*continous steady flow*) :

$$Q = V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2 \dots\dots\dots(2.3)$$

Persamaan diatas tidak dapat dipakai bila debit aliran tunak tak seragam (*nonuniform*) disepanjang saluran karena terjadi limpahan. Jenis aliran ini dikenal sebagai aliran berubah beraturan (*spatially varied flow*) atau aliran diskontinu (*diskontinuous flow*) yang terdapat pada pelimpah samping, air pembilas melalui saringan, cabang saluran sekitar tangki pengolah air buangan, saluran pembuang utama dan saluran pembawa dalam sistem irigasi.

#### 2.4.2 Aliran Seragam

Aliran pada saluran terbuka dikatakan seragam jika kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Suatu aliran seragam dapat bersifat tunak atau tidak tunak, tergantung apakah kedalamannya berubah sesuai dengan perubahan waktu. Aliran seragam yang tunak (*steady uniform flow*) merupakan jenis aliran pokok yang dibahas dalam hidrolika saluran terbuka dengan kedalaman aliran tidak berubah selama waktu tertentu yang telah diperhitungkan. Penetapan bahwa suatu aliran bersifat seragam tak tunak (*unsteady uniform flow*) harus dengan syarat bahwa permukaan air berfluktuasi sepanjang waktu dan tetap sejajar dasar saluran tetapi hal ini merupakan suatu keadaan yang praktis tidak mungkin terjadi.

Aliran disebut berubah (*varied*) bila kedalaman aliran berubah di sepanjang saluran dan dapat bersifat tunak maupun tidak tunak. Karena aliran

seragam yang tak tunak jarang terjadi, istilah tak tunak disini selanjutnya khusus dipakai untuk aliran tak tunak yang berubah. Untuk perhitungan hidrolika, kecepatan aliran rata-rata aliran seragam turbulen dalam saluran terbuka biasanya dinyatakan dengan perkiraan yang dikenal dengan rumus aliran seragam dan sebagian besar persamaannya dapat dinyatakan dalam bentuk umum, yaitu :

$$V = C. R. x. S. Y \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan

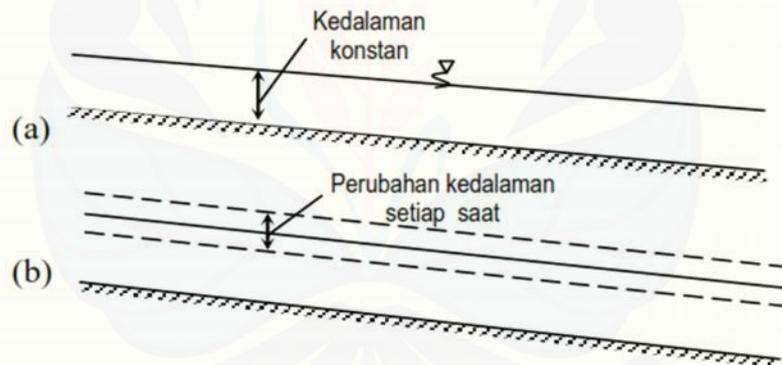
$V$  : kecepatan rerata ( $m^3/det$ ),

$R$  : jari-jari hidrolik ( $m$ ),

$S$  : kemiringan energi,

$x$  dan  $y$  adalah eksponen

$C$  : faktor tekanan aliran yang bervariasi menurut kecepatan rerata, jari-jari hidrolik, kekasaran saluran ,dan berbagai faktor-faktor lainnya.



Gambar 2.3 (a) Aliran seragam, (b) Aliran tak seragam

### 2.4.3 Aliran Turbulen dan Aliran Laminar

Aliran fluida khususnya air diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya inersia (*inertial forces*) dengan gaya-gaya akibat kekentalan (*viscous forces*) menjadi tiga bagian, yaitu aliran laminar, aliran transisi dan aliran turbulen. Variabel yang dipakai untuk klasifikasi ini adalah bilangan *Reynolds* yang didefinisikan sebagai :

$$Re = \frac{u.L}{\nu} \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan :

u = karakteristik kecepatan aliran, biasanya diambil kecepatan rata - rata (m/det).

L = panjang karakteristik (m)

$\nu$  = kekentalan kinematik ( $m^2/det$ ), yaitu  $\nu = \mu / \rho$

$\mu$  = kekentalan kinematik ( kg/m det)

= kerapatan air ( $kg/m^3$ ).

Dengan satuan Selanjutnya klasifikasi aliran berdasar bilangan *Reynolds* dapat dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu  $Re < 500$  = aliran laminar,  $500 < Re < 12,500$  = aliran peralihan, dan  $Re > 12,500$  = aliran turbulen. Umumnya pada saluran terbuka mempunyai  $Re > 12,500$  sehingga aliran termasuk dalam kategori aliran turbulen ( Robert, J.K.,2002).

**2.4.4 Aliran Kritis dan Superkritis**

Bilangan *froude* (Fr) adalah sebuah bilangan tak bersatuan yang digunakan untuk mengukur resistensi dari sebuah benda yang bergerak melalui air dan membandingkan benda – benda dengan ukuran yang berbeda – beda (Bilangan ini ditemukan oleh William Froude). Bilangan ini didasarkan pada kecepatan dibagi beda jarak. Aliran dikatakan kritis apabila bilangan *Froude* (F) sama dengan satu (1), sedangkan aliran disebut subkritis atau kadang-kadang dinamakan aliran tenang (*trianguil flow*) apabila  $F < 1$  dan disebut superkritis atau aliran cepat (*rapid flow*) apabila  $F > 1$ . Perbandingan kecepatan aliran dengan gaya grafitasi (per satuan volume) dikenal sebagai bilangan Froude dan dapat dirumuskan sebagai berikut (Rangga Raju, 1981) :

$$F = V / \sqrt{g.L} \dots\dots\dots(2.6)$$

dengan :

F = bilangan *Froude*

V = kecepatan rata-rata aliran (m/det)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m^2/det$ )

$L$  = panjang karakteristik (m).

Pada aliran terbuka biasanya digunakan kedalaman hidraulis  $D$  sebagai panjang karakteristik, sehingga  $F$  dapat ditulis sebagai :

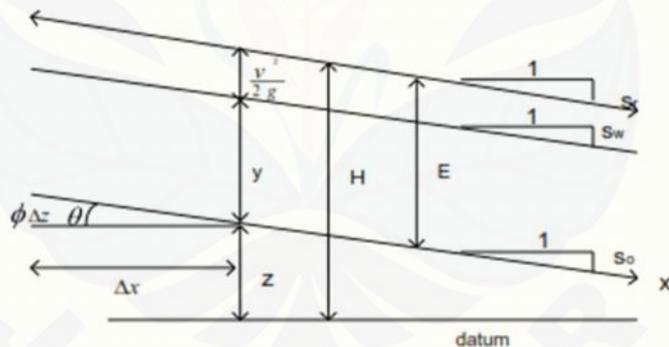
$$F = V / \sqrt{g \cdot D} \dots\dots\dots(2.7)$$

**2.5 Energi Spesifik (*Specific Energy*)**

Besarnya energi spesifik dapat dirumuskan sebagai berikut (Ven Te Chow, 1959 dalam Robert, J.K., 2002) :

$$E_s = \frac{V^2}{2g} + h \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan  $E_s$  = energi spesifik.



Gambar 2.4 Parameter energi spesifik (Robert.J.K. (2002))

Dasar saluran diasumsikan mempunyai kemiringan landai atau tanpa kemiringan.  $Z$  adalah ketinggian dasar diatas garis referensi yang dipilih,  $h$  adalah kedalaman aliran, dan faktor koreksi energi ( $\alpha$ ) dimisalkan sama dengan satu. Energi spesifik aliran pada setiap penampang tertentu dihitung sebagai total energi pada penampang itu dengan menggunakan dasar saluran sebagai referensi (Rangga Raju, 1981). Persamaan energi secara umum adalah :

$$H = z + h \cos \theta + \alpha \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (2.9)$$

sehingga persamaan energi untuk saluran datar ( $\theta = 0$ ), adalah :

$$E = \frac{V^2}{2g} + h \dots\dots\dots (2.10)$$

Berhubung  $Q = v \times A$ , maka rumus energi spesifik menjadi :

$$E = \frac{Q^2}{2g \cdot A^2} + h \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan :

H = tinggi energi (cm)

z = tinggi suatu titik terhadap bidang referensi (cm)

a = koefisien energi, pada perhitungan selanjutnya a = 1

E = energi spesifik (cm)

h = kedalaman aliran (cm)

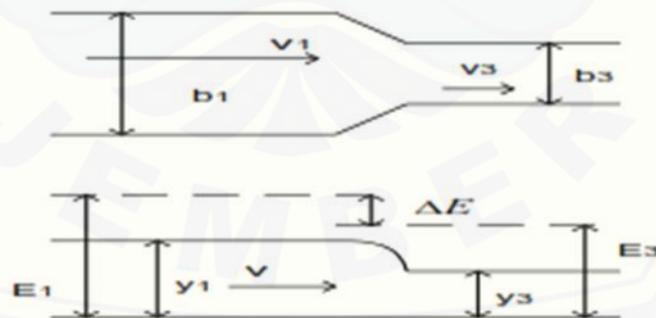
v = kecepatan aliran rata-rata (cm/detik)

A = luas penampang (cm<sup>2</sup>)

g = percepatan gravitasi (cm/detik)

Q = debit (cm<sup>3</sup>/det).

Perbedaan energi sebelum penyempitan dan energi setelah penyempitan dikenal sebagai kehilangan energi, yaitu  $E = E_1 - E_2$



Gambar 2.5. Profil aliran melalui penyempitan (Ven Te Chow,1992)

Dari Gambar diatas diperoleh persamaan besarnya kehilangan energi sebagai berikut:

$$E = Y_1 + \frac{V_1^2}{2g \cdot A_1^2} - Y_3 - \frac{V_3^2}{2g \cdot A_3^2} \dots\dots\dots (2.12)$$

dengan :

$E$  = kehilangan energi (cm)

$Y_1$  = tinggi air sebelum penyempitan (cm)

$Y_3$  = tinggi air pada penyempitan (cm)

$V_1$  = kecepatan air sebelum penyempitan (cm/det)

$V_3$  = kecepatan air pada penyempitan (cm/det).

Kecepatan dapat diturunkan dari persamaan sebelumnya, sehingga persamaan menjadi :

$$\Delta E = Y_1 + \frac{Q_1^2}{2g.A_1^3} - Y_3 - \frac{Q_3^2}{2g.A_3^3} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dengan :

$A_1$  = luas penampang sebelum ada penyempitan

$A_3$  = luas penampang setelah ada penyempitan

### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Studi Literatur**

Studi literatur adalah studi kepustakaan guna mendapatkan teori-teori yang akan digunakan dalam penelitian. Metode kepustakaan digunakan sebagai landasan atau dasar penelitian tugas akhir untuk mendapatkan jawaban atas persoalan yang ada pada rumusan masalah. Penulis mengambil informasi dari hasil penelitian sebelumnya dan literatur lain yang berhubungan dengan penelitian.

#### **3.2. Tempat dan Waktu Penelitian**

Pengumpulan data penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia. Penelitian dimulai dari bulan Februari sampai bulan Juni 2017.

#### **3.3 Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian menggunakan tabung hidrolis dengan lebar 7,8 cm, panjang 4 m, dan tinggi 24,5 cm. Di bagian jarak ke 1 m diberi penyempitan dengan menebalkan dinding saluran sepanjang 30 cm, ketebalan 1.5 cm dan 2.5 cm, sehingga tercapai lebar 4,8 cm dan 3,8 cm. Setelah saluran diberi penyempitan ditempatkan pintu radial dengan menguji perbedaan bukaan 1 (5mm), bukaan 2 (10mm), bukaan 3 (15mm), bukaan 4 (20mm), dan bukaan 5 (25mm). Durasi waktu yang digunakan untuk pengambilan data tiap tabung 30 detik. Percobaan dilakukan 3 sampai 5 kali setiap pengujian bukaan pada perbedaan ketebalan.

##### **3.3.1 Persiapan Penelitian**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penelitian digambarkan dalam bagan alur pelaksanaan penelitian (Gambar 3.3), dengan uraian sebagai berikut :

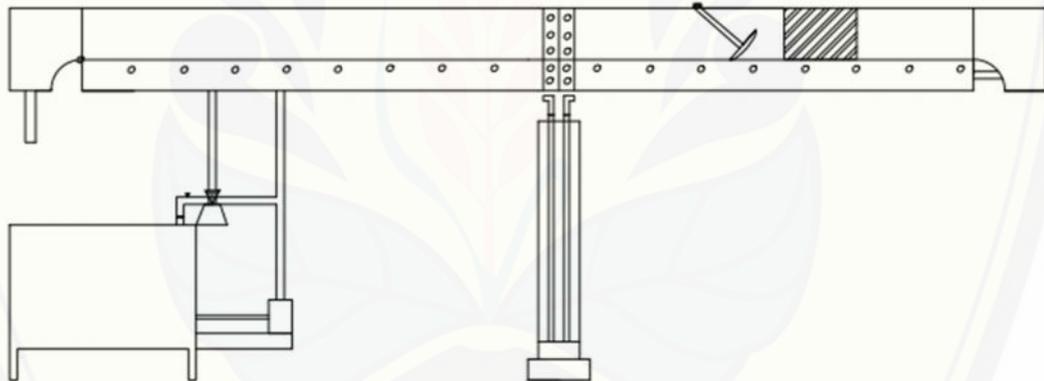
###### **a. Persiapan Alat**

Alat yang digunakan sebagai berikut :

1. Tabung Hidrolik, digunakan untuk tempat aliran percobaan penelitian.
2. Benda dari akrilik setebal 3.1 cm dan 2.5 terletak di kanan kiri saluran air sebagai benda untuk penyempitan pada aliran;
3. Pintu radial, digunakan untuk merubah bentuk aliran;
4. Pompa air, digunakan untuk mendorong aliran;
5. Penggaris, digunakan untuk mengukur ketinggian aliran
6. Stopwatch, digunakan untuk menghitung waktu pada aliran
7. Ember, digunakan untuk menampung volume air yang keluar dari tabung;
8. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur volume air yang terkumpul;

b. Persiapan Bahan

1. Air, dengan tinggi muka air di hulu setinggi 20 cm.



Gambar 3.1 Desain tampang samping pada tabung hidrolik



Gambar 3.2 Desain tampang atas pada tabung hidrolik

### 3.3.2 Langkah Kerja

Langkah kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memastikan peralatan harus benar-benar terkumpul dan terpasang dengan benar sesuai harapan percobaan.
2. Mengatur benda untuk penyempitan setebal 3.1 cm dan 2.5 cm x2 pada sisi kanan kiri saluran.
3. Mengatur pintu radial dengan memutar sekrup sehingga tingginya cocok atau sesuai dengan yang diinginkan.
4. Menghidupkan pompa air dengan debit tertentu.
5. Mengukur ketinggian muka air pada hulu dan hilir pintu radial.
6. Mengukur tinggi muka air pada hilir dengan volume air dan ketinggian muka air di hulu tetap.
7. Mengukur debit air yang keluar pada saluran selama 30 detik dengan mengubah kedudukan pintu radial.
8. Menentukan karakteristik aliran dengan hasil *froude*.
9. Menghitung energi spesifik pada aliran untuk mengetahui nilai kehilangan energi pada saluran sebelum ada penyempitan dan setelah ada penyempitan.
10. Mengulangi langkah no 2 dengan perbedaan tebal penyempitan pada dinding yaitu 2.5 cm x2. Dan seterusnya sampai langkah no 9.

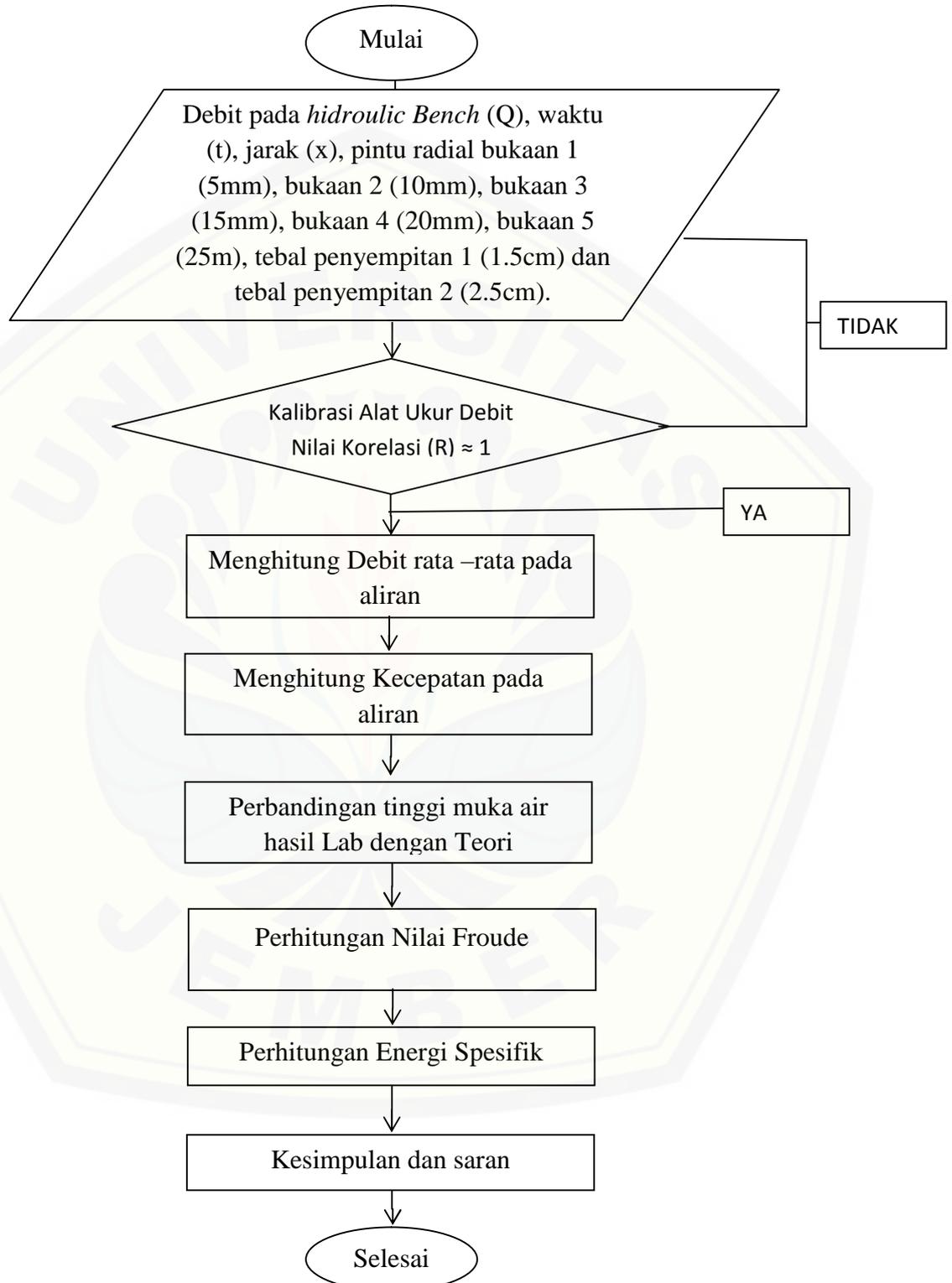
### **3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan mencatat hasil tinggi air di hulu dan di hilir, mencatat jarak, dan volume air yang keluar pada tabung hidrolis. Data yang sudah diambil kemudian diolah dan dikonversi dalam satuan debit ( $\text{mm}^3/\text{detik}$ ). Setelah itu dicari rata-ratanya untuk dijadikan analisa data.

### **3.5 Analisa Data**

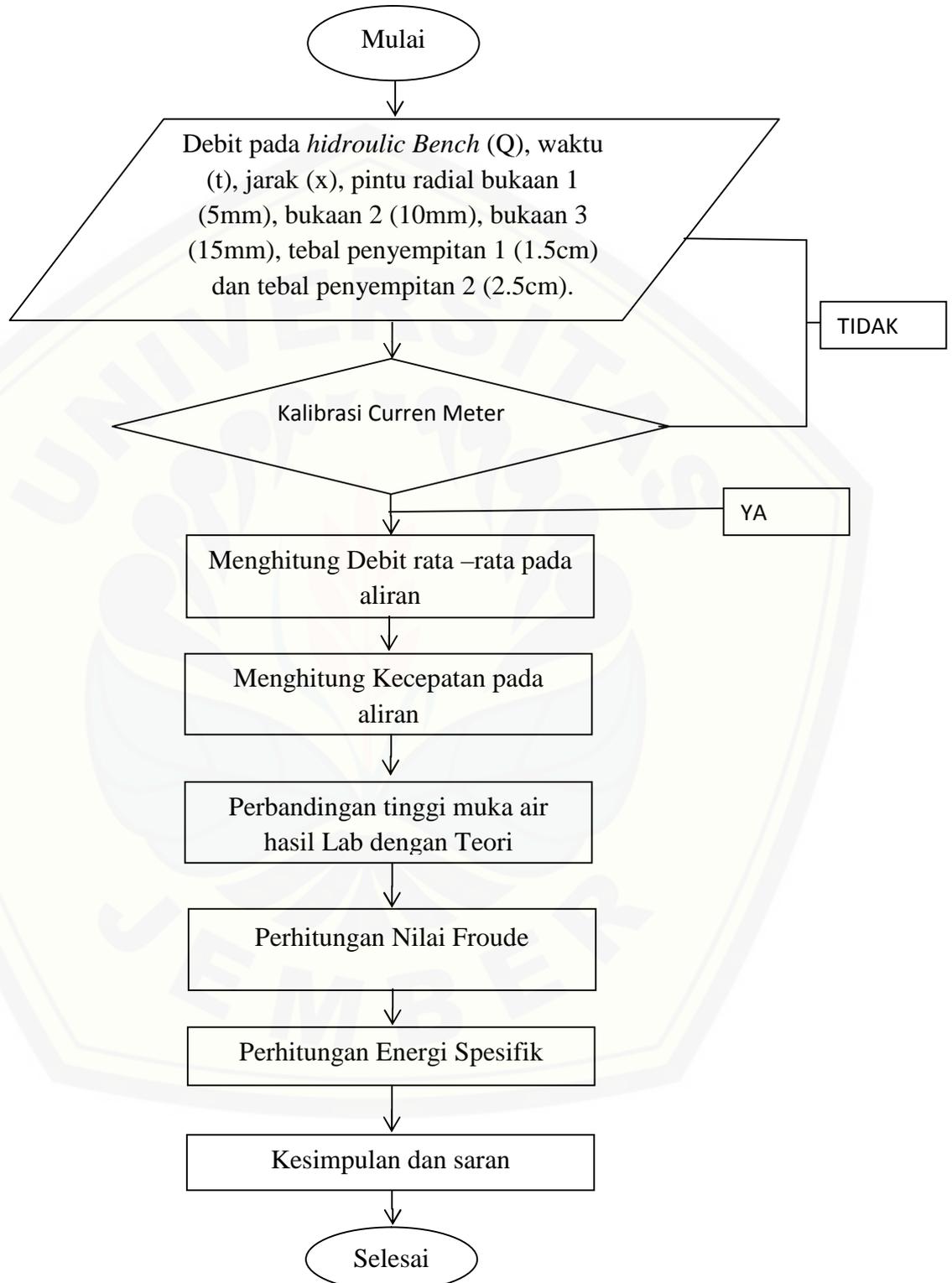
Analisa yang dimaksud adalah mencari kedalaman dan debit pada saluran terbuka akibat setelah adanya penyempitan pada luasan dan bukaan pintu radial, setelah itu dianalisa untuk dicari pengaruh pada kecepatan dan debit yang dihasilkan dari masing masing profil area penyempitan.

### 3.6 Tahap Penelitian



Gambar 3.3 Bagan alur pelaksanaan penelitian.

## 3.6 Tahap Penelitian



Gambar 3.3 Bagan alur pelaksanaan penelitian.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dan analisis terhadap data pengukuran di saluran dapat disimpulkan bahwa aliran air melalui penyempitan dengan perbedaan bukaan pintu radial sangat berpengaruh terhadap ketinggian muka air, kecepatan, dan perubahan energi spesifik.

1. Pada tinggi muka air pada percobaan diperoleh nilai tertinggi pada saluran sebesar 6,37 cm pada bukaan pintu radial 5 mm dan penyempitan 2,5 cm di dinding saluran. Semakin besar penyempitan semakin besar tinggi muka air, dikarenakan muka air naik akibat efek pembendungan. Sedangkan semakin besar bukaan pada pintu radial, semakin kecil tinggi muka air dikarenakan volume air yang melewati celah pintu radial semakin besar.
2. Pengaruh yang terjadi terhadap kecepatan dalam saluran terbuka mengalami pertambahan kecepatan setelah air melewati saluran tanpa penyempitan, dengan penyempitan 1,5, dan dengan penyempitan 2,5 dengan variasi bukaan pintu radial pada setiap pengujian yang dilaksanakan.

### 5.2 Saran

Untuk penyempurnaan dan pengembangan penelitian selanjutnya disarankan

1. Memperpanjang bentuk penyempitan pada saluran agar dapat mempermudah dalam pengukuran dan perilaku aliran dapat dengan mudah diamati.
2. Menambah model penyempitan dengan tebal dan bentuk yang lebih bervariasi agar hasil pengukuran dapat dibandingkan dengan lebih valid.
3. Menggunakan penyempitan pada tabung hidrolik dengan bahan akrilik agar lebih detail dalam pengukuran tinggi muka air.
4. Memperhitungkan faktor kemiringan dan faktor kekasaran yang terjadi di dalam saluran.

**Daftar Pustaka**

- Santoso, Budi. 1988. *Hidrolika II*. Yogyakarta : Biro penerbit UGM.
- Suteja, Budi. 1998, *Aliran melalui penyempitan saluran*. Yogyakarta : Biro Penerbit UGM.
- Raju, Ranga. 1999, *Aliran melaului saluran terbuka*. Jakarta : Erlangga.
- Kodoatie, Robert. 2002. *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Yogyakarta : Andi.
- Tracey, and Carter. 1961. *Resistance Coeffisients and Velocity Distribution Smooth Rectangular Channel*. U.S : Geological Survey.
- Ven Te Chow. 1991. *Aliran melalui saluran terbuka*. Jakarta : Erlangga.
- Darmulia. 2012. “Analisis Karakteristik Aliran melalui Saluran Terbuka Menyempit dengan Variasi Sudut pada Meja Analogi Hidrolik”. *Jurnal ILTEK*, 7 (13), 964-969.
- Pratikto, Sony Andre. 2010. “Mengidentifikasi Jenis Aliran Pada Saluran Terbuka dengan Menggunakan persamaan – Persamaan Aliran”. Tidak Diterbitkan. Tesis. Palembang: Tugas Paper Teknik Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Raju, K.G. Ranga. 1988. *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Jakarta : Erlangga.
- Pipin, E. (Penerjemah). 1985. *Hidrologi Teknik*. Edisi II. Jakarta: Erlangga.
- Subarkah, Iman, 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Linda, W. 2014. *Perbandingan Energi Air pada Pelimpah Bersaluran Peluncur Lurus dan Pelimpah Bersaluran Peluncur Anak Tangga*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember

Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Universitas Jember. 2011. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember: UPT Penerbitan Universitas Jember.



## Lampiran A

### Dokumentasi Penelitian



Gambar A.1 Profil Aliran pada saluran pada Bukaannya Pintu Radial 5 mm



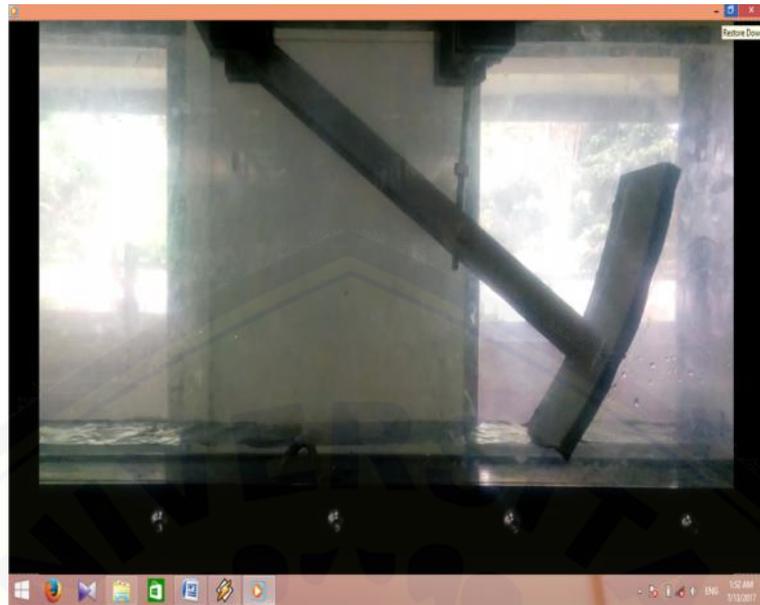
Gambar A.2 Profil Aliran pada saluran pada Bukaannya Pintu Radial 10 mm



Gambar A.3 Profil Aliran pada saluran pada Bukaannya Pintu Radial 15 mm



Gambar A.4 Profil Aliran pada saluran pada Bukaannya Pintu Radial 20 mm



Gambar A.5 Profil Aliran pada saluran pada Buka-an Pintu Radial 25 mm



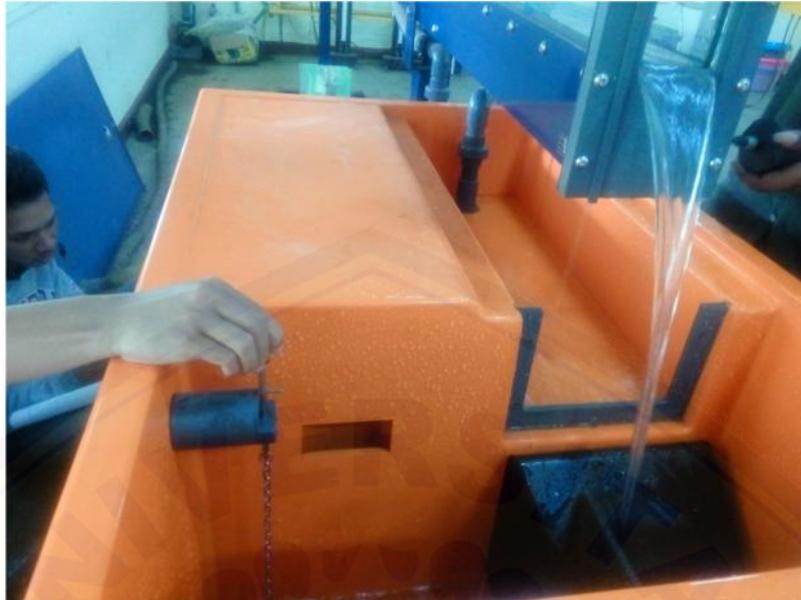
Gambar A.6 Pengukuran Tinggi Muka Air pada penyempitan 1.5



Gambar A.7 Pengukuran Tinggi Muka Air pada penyempitan 2.5



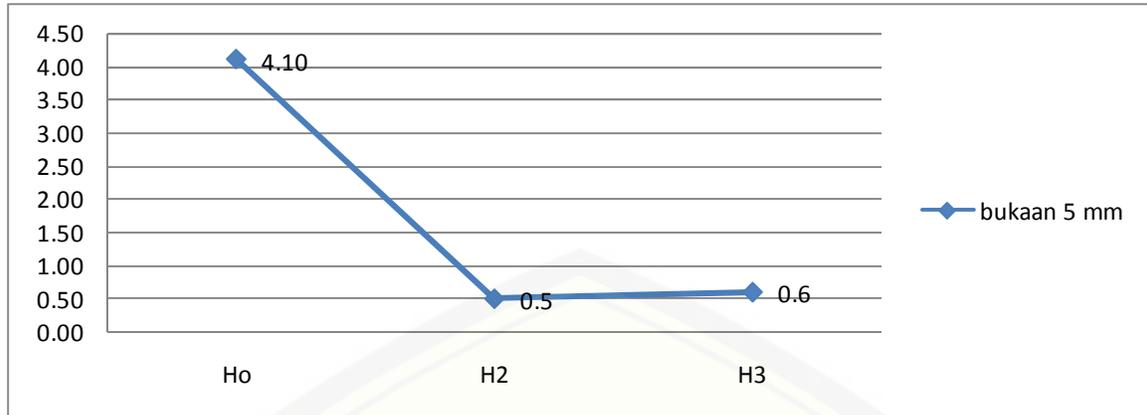
Gambar A.8 Pencatatan Hasil Percobaan



Gambar A.9 Pengukuran Debit pada Setiap Perilaku Percobaan



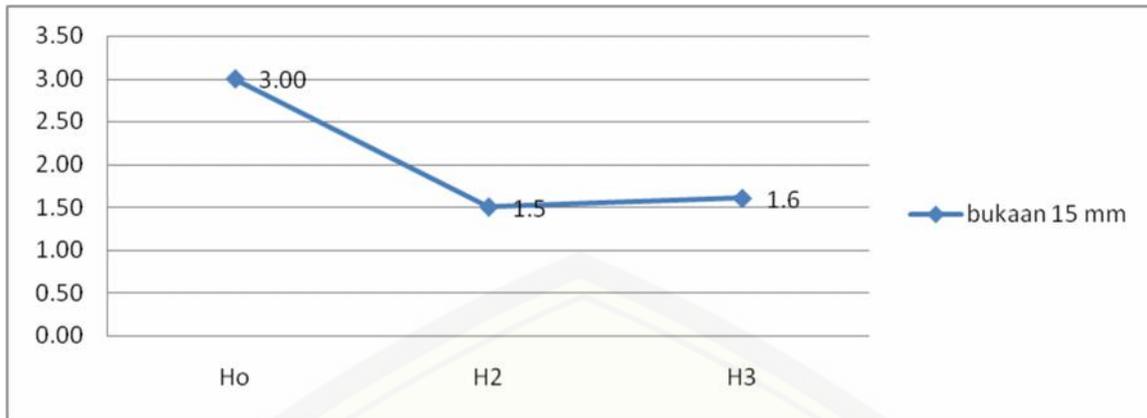
Gambar A.10 Pengukuran Debit Menggunakan Baskom/ Gelas Ukur



Gambar 4.11. Grafik profil aliran tanpa penyempitan



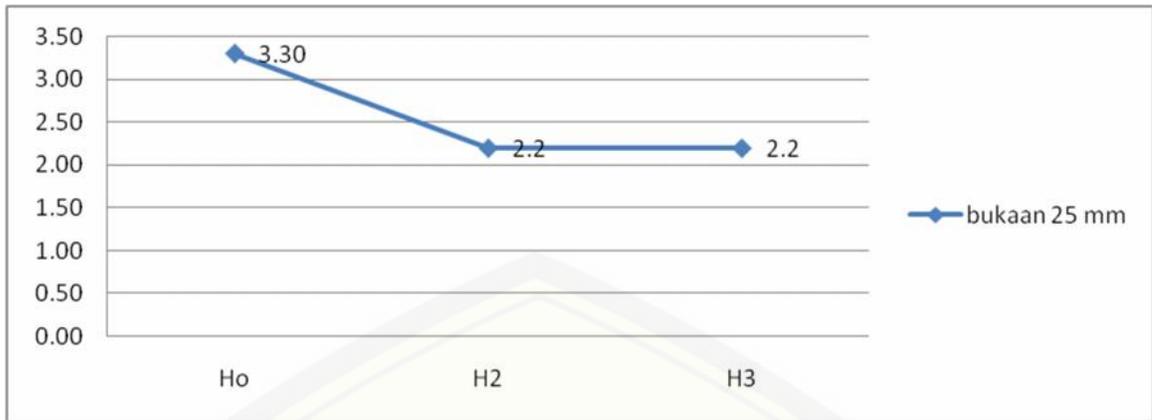
Gambar 4.11. Grafik profil aliran tanpa penyempitan



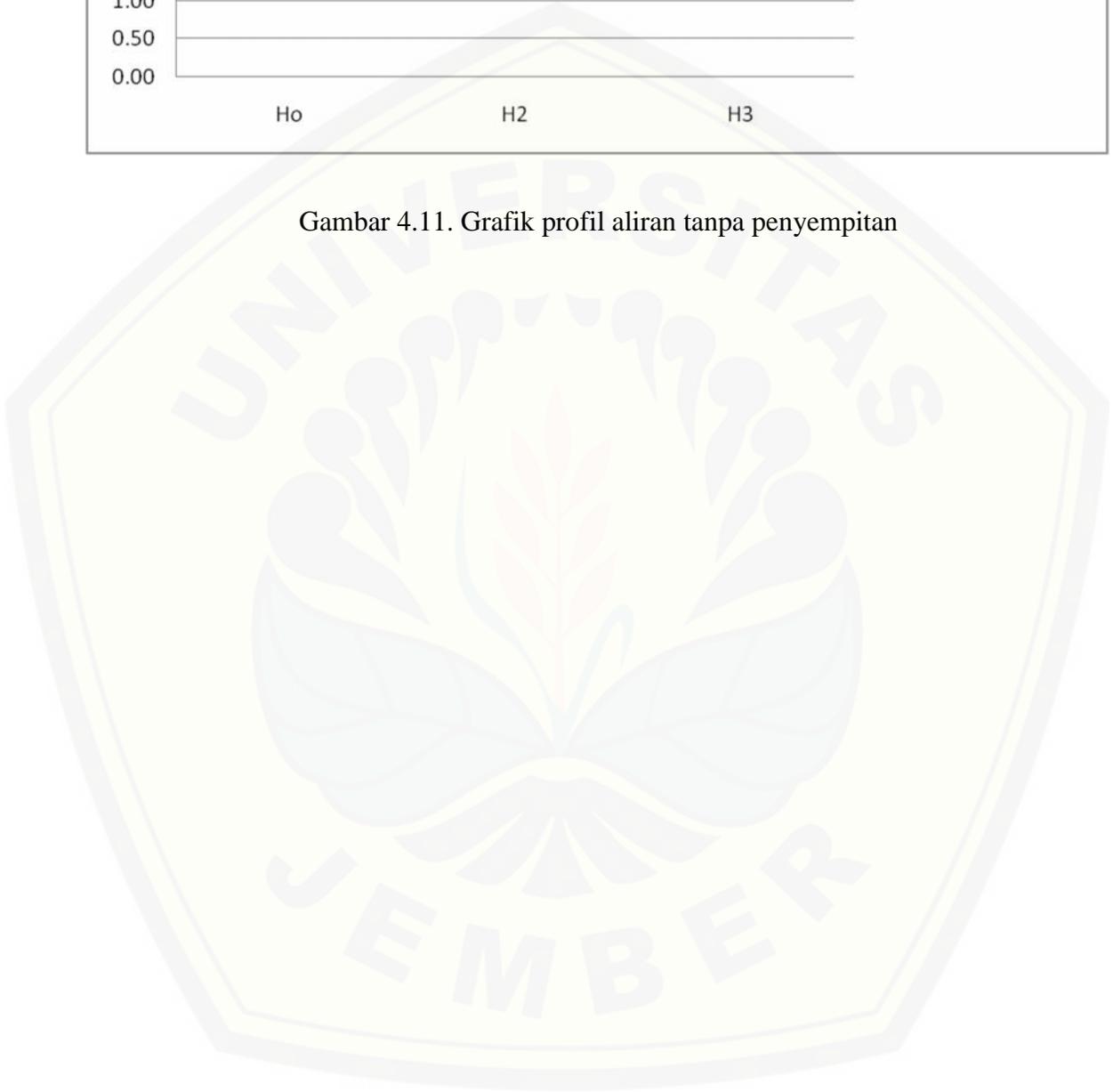
Gambar 4.11. Grafik profil aliran tanpa penyempitan

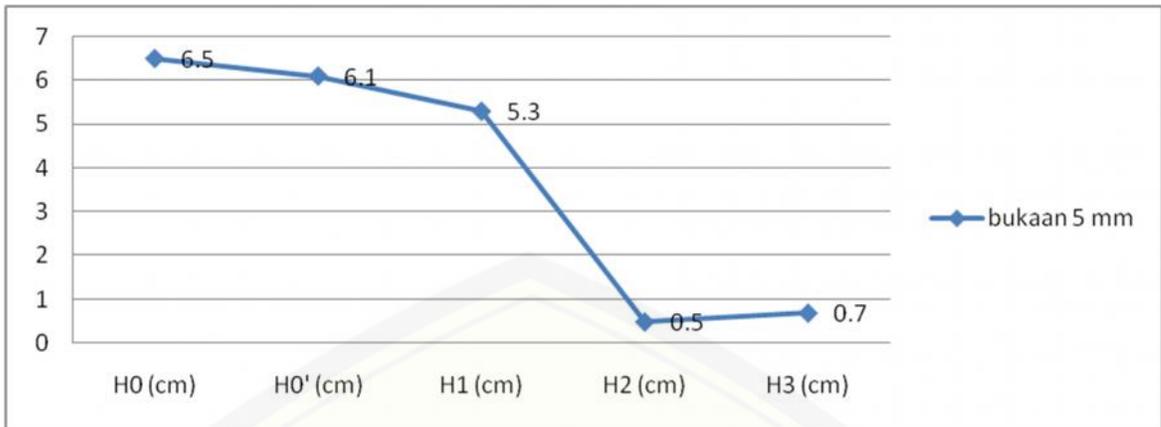


Gambar 4.11. Grafik profil aliran tanpa penyempitan

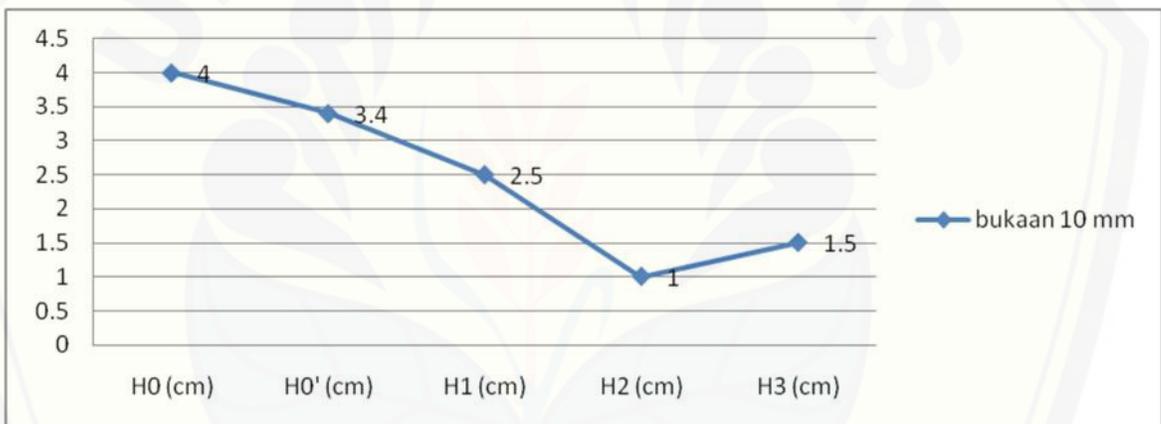


Gambar 4.11. Grafik profil aliran tanpa penyempitan

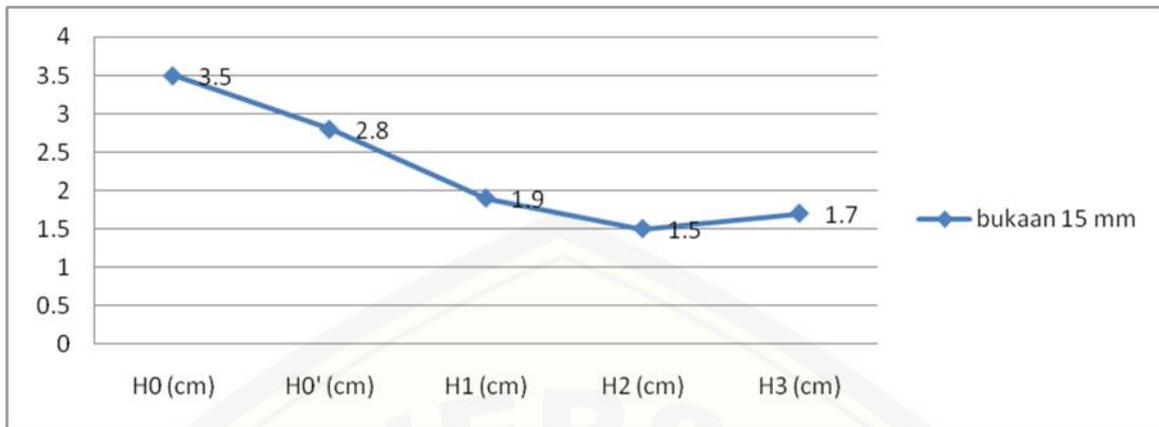




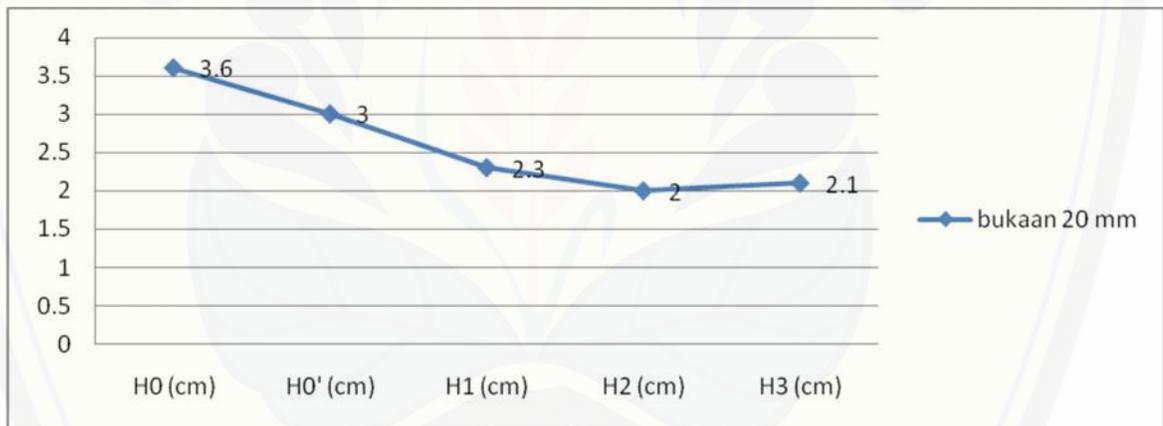
Gambar 4.11. Grafik profil aliran penyempitan 1.5 cm.



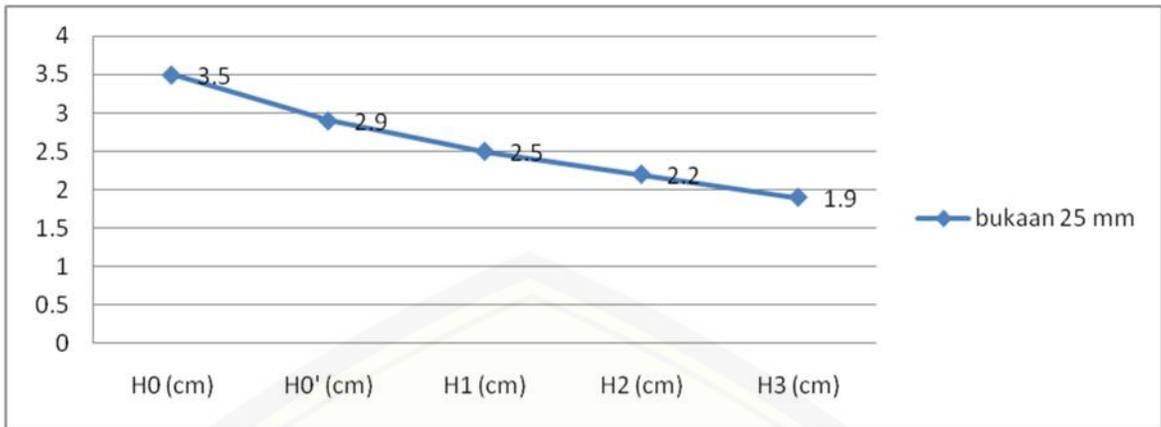
Gambar 4.11. Grafik profil aliran penyempitan 1.5 cm.



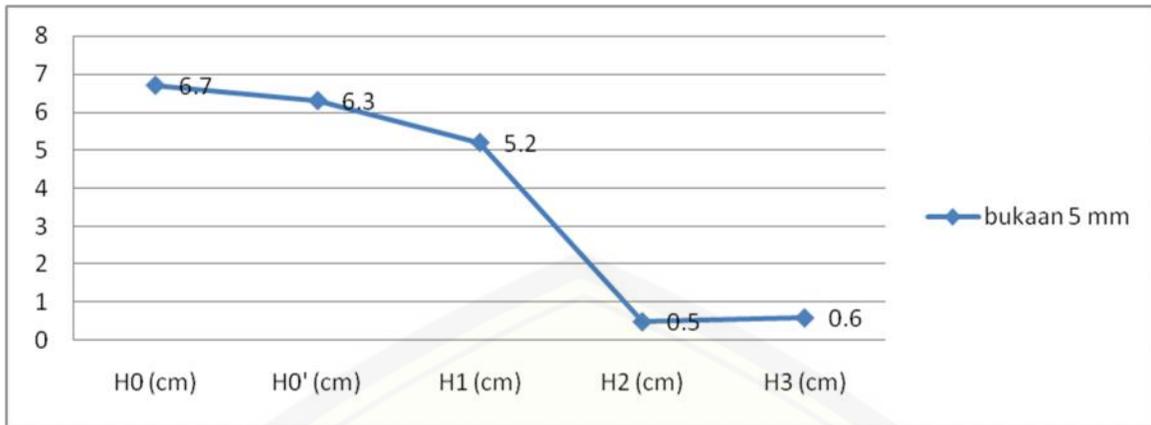
Gambar 4.11. Grafik profil aliran penyempitan 1.5 cm.



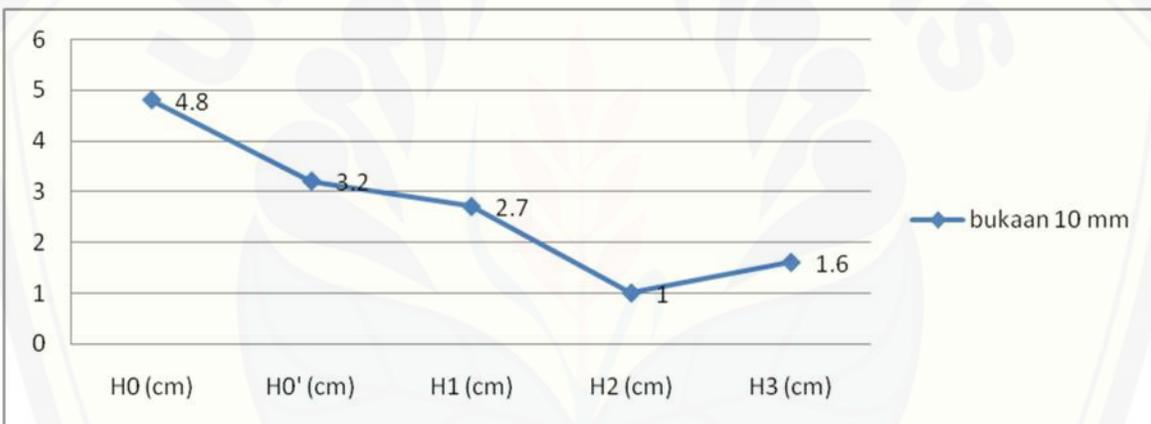
Gambar 4.11. Grafik profil aliran penyempitan 1.5 cm.



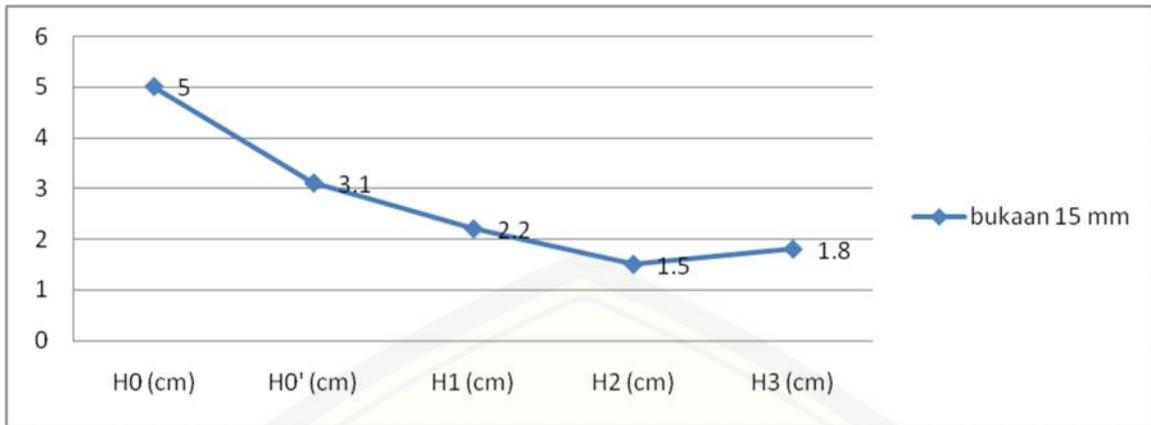
Gambar 4.11. Grafik profil aliran penyempitan 1.5 cm.



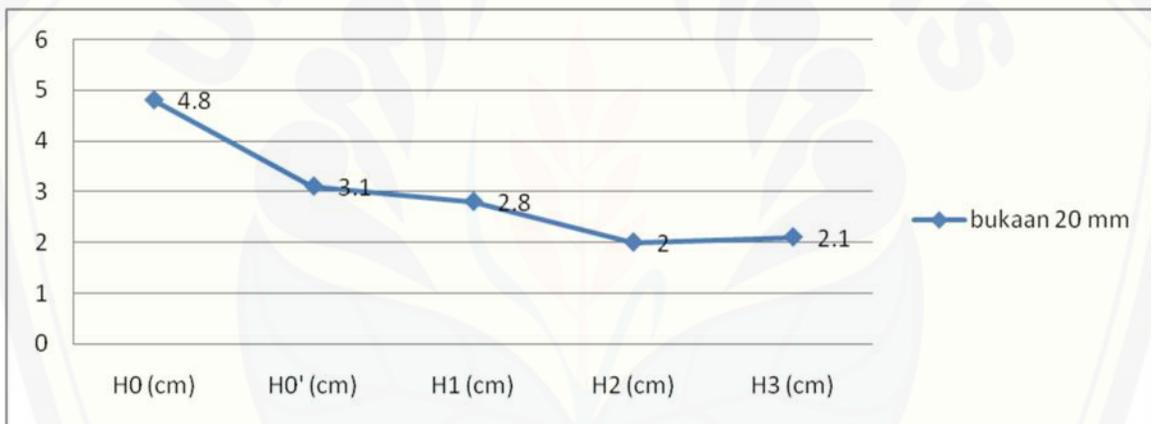
Gambar 4.11. Grafik profil aliran penyempitan 2.5 cm.



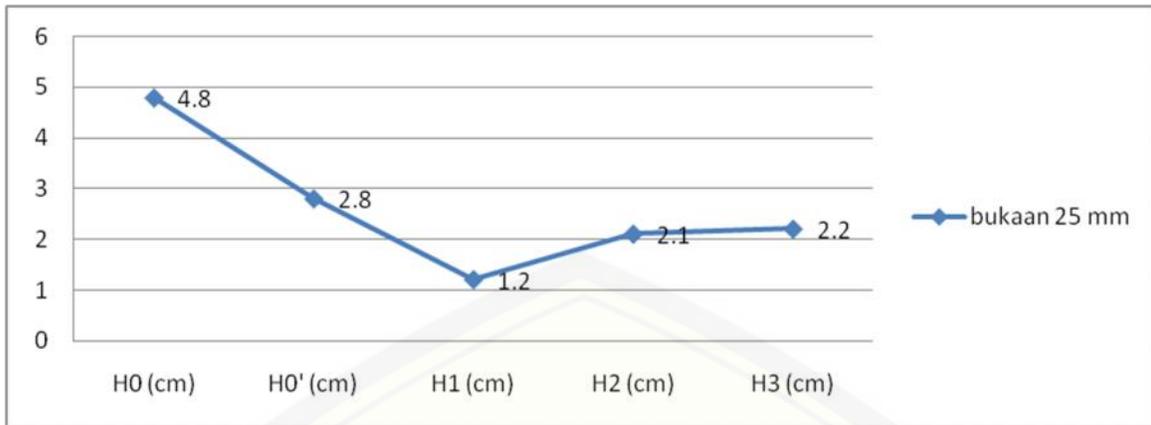
Gambar 4.11. Grafik profil aliran penyempitan 2.5 cm.



Gambar 4.11. Grafik profil aliran penyempitan 2.5 cm.



Gambar 4.11. Grafik profil aliran penyempitan 2.5 cm.



Gambar 4.11. Grafik profil aliran penyempitan 2.5 cm.