

PENGARUH KONTRAKSI TERHADAP DEBIT AIR
PADA SEKAT UKUR BENTUK SEGI EMPAT

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

Andik Tripatmoko

961710201171

JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER

MEI, 2001

Asel :
Klass
628.1
Terima : 7 JUL 2001 TRI
No. : W 236 209 p

**PENGARUH KONTRAKSI TERHADAP DEBIT AIR
PADA SEKAT UKUR BENTUK SEGI EMPAT**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Disusun Oleh:

Andik Tripatmoko
9615102171

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
MEI, 2001**

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. Boedi Soesanto, MS. (DPU)

Ir. Hernu Suyoso (DPA I)

Ir. Muharjo Pudjojono (DPA II)

MOTTO

**KEHIDUPAN HANYALAH SEMENTARA
TAPI JANGAN HIDUP UNTUK SEMENTARA
HIDUPLAH UNTUK 1001 TAHUN LAGI**

(-----)

**Kepemimpinan bukan membentuk
suatu kekuasaan – akan tetapi
memberi kuasa kepada orang
banyak**

(Becky Brodin)

Karya Ilmiah ini kupersembahkan untuk :

- & Allah dan Rosul-Nya yang memberikan Islam sebagai penerang jalanku
- & Bapak dan Ibuku tercinta yang telah berusaha dengan keras membantuku dan memberiku semangat.
- & Kakakku Mbak Enik sekeluarga, Mak Tun + Pak De Karman, Pak De Nasrip + Mbok Sanipah (Alm.), Cak Su'ed Sekeluarga, Cak Supri sekeluarga, Cak Alip sekeluarga, Yuk Suni'ah sekeluarga, Keluarga Bek Siti, Cak Pardi + Bek Sutra sekeluarga, Kelurga Bek Yaseni di Gresik, keluarga Bek Inem, Bek Sampik di Palembang, Dan semuanya Terima kasih atas do'anya
- & Isteri dan kekasihku tercinta yang memberikan kasih sayang dan pengertiannya. **I Love You**
- & Semua keponakanku Andri & Ayu, Diah, Nur, Kholifah, Wiwin & Hari, , Hendro & Ifa, Dll
- & Sedulurku Semua Di Mana Pun Berada
- & HMI Cabang Jember Komisariat Teknologi Pertanian

Diterima oleh :

Jurusan Teknik Pertanian

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertanggungjawabkan pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 2 Mei 2001

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua



Ir. Boedi Soesanto, M.S.

NIP. 130 809 686

Anggota I



Ir. Henu Suyoso
NIP. 131 660 768

Anggota II



Ir. Muhatjo Pudjojono
NIP. 130 812 642

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Ir. Hj. Sili Hartanti, M.S.

NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga karya ilmiah tertulis dengan judul: **“PENGARUH KONTRAKSI TERHADAP DEBIT AIR PADA SEKAT UKUR BENTUK SEGI EMPAT”** dapat terselesaikan. Sholawat serta salam kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW, yang telah membuka jalan kegelapan menjadi jalan yang terang.

Suatu kebanggaan dan kebahagiaan yang tidak terkira atas nikmat-Nya, yakni terselesaikannya penulisan karya ilmiah tertulis ini. Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan karya ilmiah tertulis ini kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, M.S. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Bapak Ir. Sctiyo Harri, M.S. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Bapak Ir. Bocdi Soesanto, M.S. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan nasihat sejak awal hingga terselesaikannya penulisan karya ilmiah ini;
4. Bapak Ir. Hernu Suyoso selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan nasehat untuk penulisan karya ilmiah ini;
5. Bapak Ir. Muharjo Pudjojono selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan nasehat pada penulisan karya ilmiah ini;

6. Semua teknisi laboratorium di Jurusan Teknik Pertanian atas bantuannya selama pelaksanaan penelitian karya ilmiah tertulis ini;
7. Teman-temanku seluruh angkatan '96 (Rina + yoni, Tias Sugik (Az't tersayang), Novita + Toni & si kecil Faiz, Dina + Ali FE, E'en+Oce & bakal si kecil, Yani + Sita, Faisol, Ariyati, Irfan) atas dukungan dan bantuannya selama penelitian;
8. Special Thank's To All Of **"Arum Manis"** Agribusiness Cooperation Members;
9. Mas Amir '95, Mas Kariuba'95, Mas Deddy '93 yang memberikan kesempatan dan semangat untuk menyelesaikan pembuatan karya ilmiah tertulis ini;
10. Saudara-saudaraku di Komisariat HMI Teknologi Pertanian, majulah terus untuk mengejar cita-cita. **Yakin Usaha Sampai...**
11. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu kelancaran penulisan karya ilmiah ini yang tak bisa disebutkan semua, pokoknya **"Thank's a lot"**.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari sempurna tetapi penulis berharap semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan tambahan pengetahuan di bidang Teknologi Pertanian.

Jember, Mei 2001

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xiv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Hipotesa.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Peluap.....	4
2.2 Tempat Pemasangan/Pembangunan Alat Ukur Permukaan Sungai.....	6
2.3 Pengukuran Aliran Dengan Bendung	7
2.4 Pengukuran Tinggi Tekan Atau Kedalaman Pada Ambang Bendung	11
2.5 Analisis Bendung Bertepi Tajam	12

2.6	Formula Francis	14
III. METODE PENELITIAN		
3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian.....	15
3.2	Alat Dan Bahan Penelitian.....	15
3.2.1	Alat.....	15
3.2.2	Bahan.....	15
3.3	Metode Penelitian.....	16
3.3.1	Pemasangan Sekat Ukur Bentuk Segi Empat	16
3.3.2	Pengambilan Data.....	16
3.3.2.1	Data Debit (Q)	16
3.3.2.2	Data Tinggi Air (H)	16
3.3.3	Metode Analisa Data	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Debit Nyata (Q_n)	19
4.2	Debit Teoritis (Q_t).....	19
4.3	Persamaan Hasil Regresi Debit Nyata (Q_n) Dan Debit Teoritis (Q_t)	20
4.4	Hubungan Antara Debit Dengan Tinggi Muka Air Hasil Regresi.....	20
4.4.1	Debit Nyata Hasil Regresi (Q_{nr})	20
4.4.2	Debit Teoritis Hasil Regresi (Q_{tr}).....	22
4.5	Analisa <i>t-student</i> Antara Debit Nyata (Q_{nr}) Dengan Debit Teori (Q_{tr}).....	23
4.6	Koefisien Debit (C_d) Dan Standarisasi Dimensi Pada Sekat Ukur Bentuk Segi Empat Untuk Tiap Kontraksi... ..	24
4.6.1	Sekat Ukur 1 Kontraksi.....	24
4.6.2	Sekat Ukur 2 Kontraksi.....	26
4.6.3	Sekat Ukur 4 Kontraksi.....	27

4.7 Pembangunan Sekat Ukur Bentuk Segi Empat Di Lapang.....	28
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Harga-harga Kocfisisen Debit.....	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Aliran Air pada suatu Peluap.....	4
2. Aliran pada Bendung dengan Kontraksi Samping.....	4
3. Aliran pada Bendung tanpa Kontraksi Samping.....	5
4. Bendung Ambang Tajam.....	7
5. Aliran pada Bendung tanpa Kontraksi.....	7
6. Bendung dengan <i>End Contractions</i>	8
7. Titik Nol pada Skala Pengukuran (A).....	11
8. Analisis Aliran Bendung Bertepi Tajam.....	12
9. Sekat Ukur Bentuk Segi Empat yang digunakan untuk Penelitian.....	14
10. Grafik Hubungan antara Debit Nyata (Q_{nr}) dengan Tinggi Muka Air (H).....	20
11. Grafik Hubungan antara Tinggi Air (H) dengan Debit Hasil Perhitungan (Q_{tr}).....	21
12. Grafik Hubungan antara Debit Nyata (Q_n) dengan Debit Teori (Q_t) pada Sekat Ukur 1 Kontraksi.....	24
13. Dimensi Sekat Ukur 1 Kontraksi.....	24
14. Hubungan antara Debit Nyata (Q_n) dengan Debit Teori (Q_t) pada Sekat Ukur 2 Kontraksi.....	25
15. Dimensi Sekat Ukur 2 Kontraksi.....	25
16. Grafik Hubungan antara Debit Nyata (Q_n) dengan Debit Teori (Q_t) pada Sekat Ukur 4 Kontraksi.....	26
17. Dimensi Sekat Ukur 4 Kontraksi.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Data Pengamatan untuk Sekat Ukur dengan 1 Kontraksi
2. Data Pengamatan untuk Sekat Ukur dengan 2 Kontraksi
3. Data Pengamatan untuk Sekat Ukur dengan 4 Kontraksi
4. Data Pengamatan untuk Sekat Ukur dengan 1 Kontraksi
5. Data Pengamatan untuk Sekat Ukur dengan 2 Kontraksi
6. Data Pengamatan untuk Sekat Ukur dengan 4 Kontraksi
7. Grafik untuk Sekat Ukur 1 Kontraksi
8. Grafik untuk Sekat Ukur 2 Kontraksi
9. Grafik untuk Sekat Ukur 4 Kontraksi
10. Hubungan Kontraksi dengan Debit Nyata (Q_{nr})
11. Hubungan Kontraksi dengan Debit Teori (Q_{tt})
12. Uji *T-Student* Sekat Ukur 1 Kontraksi
13. Uji *T-Student* Sekat Ukur 2 Kontraksi
14. Uji *T-Student* Sekat Ukur 4 Kontraksi
15. Contoh Perhitungan Sekat Ukur 1 Kontraksi
16. Data Pengamatan dan Koefisien Debit untuk Sekat Ukur dengan 1 Kontraksi
17. Data Pengamatan dan Koefisien Debit untuk Sekat Ukur dengan 2 Kontraksi
18. Data Pengamatan dan Koefisien Debit untuk Sekat Ukur dengan 4 Kontraksi

Andik Tripatmoko (9615102171), Pengaruh Kontraksi Terhadap Debit Air Pada Sekat Ukur Bentuk Segi Empat, Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Dosen Pembimbing: **Ir. Boedi Soesanto, MS. (DPU), Ir. Hernu Suyoso (DPA I), Ir. Muharjo Pudjono (DPA II).**

RINGKASAN

Air merupakan bagian kehidupan manusia yang tidak bisa dipisahkan. Pada bidang pertanian, air juga menjadi kebutuhan yang utama. Kebutuhan air di areal pertanian perlu diperhatikan menyangkut tentang ketersediaan air. Perhatian tentang ketersediaan air untuk areal pertanian dapat dilakukan dengan mengukur jumlah air yang dibutuhkan areal tersebut. Pengukuran jumlah air ini bisa menggunakan bangunan ukur pada saluran. Setiap bangunan ukur selalu berhubungan dengan nilai koefisien debit. Secara teoritis harga koefisien debit berpengaruh pada besar kecilnya debit yang dikeluarkan oleh bangunan.

Penelitian ini menggunakan bangunan ukur berupa sekat ukur bentuk segi empat. Model yang digunakan ada 3 macam; sekat ukur bentuk segi empat 1 kontraksi, 2 kontraksi, dan 4 kontraksi. Tiga model sekat ukur bentuk segi empat tersebut untuk mengetahui pengaruh kontraksi pada debit air sebab diketahui bahwa kontraksi juga berpengaruh pada debit air.

Penelitian ini menggunakan uji *t-student* untuk mengetahui hubungan antara debit nyata (Q_n) hasil pengamatan dengan debit teoritis (Q_t) hasil perhitungan. Perhitungan debit teori menggunakan persamaan dari *Formula Francis*:

$$Q = 1,85 \left(b - \frac{nH}{10} \right) \left[\left(H + \frac{V_2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{V_2}{2g} \right)^{3/2} \right]$$

Asumsi yang digunakan agar *Formula Francis* dapat digunakan adalah standar yang digunakan oleh *Formula Francis* dianggap sesuai dengan dimensi model sekat ukur yang digunakan untuk penelitian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara debit nyata (Q_n) dengan debit teori (Q_t). Perbedaan debit nyata (Q_n) dengan debit teori (Q_t) menyebabkan adanya penyesuaian koefisien debit yang digunakan untuk menyesuaikan dengan hasil pengamatan. Penyesuaian koefisien debit dilakukan agar persamaan

pada model sekat ukur dapat berlaku. Harga koefisien debit penyesuaian untuk sekat ukur bentuk segi empat 1 kontraksi adalah 2,08223, untuk sekat ukur bentuk segi empat 2 kontraksi adalah 2,15033, dan untuk sekat ukur bentuk segi empat 4 kontraksi adalah 2,66248.

Memperhatikan nilai koefisien debit pada sekat ukur bentuk segi empat dengan 4 kontraksi yang melebihi *range* maksimum harga koefisien debit maka sekat ukur bentuk segi empat dengan 4 kontraksi tidak bisa untuk aplikasi di lapang. Batasan (*range*) koefisien debit yang diperbolehkan yaitu antara 1,8 sampai 2,2

Pada debit nyata (Q_n), secara umum menunjukkan bahwa semakin banyak kontraksi, debit yang dikeluarkan semakin kecil. Kejanggalan yang timbul adalah pada sekat ukur dengan 4 kontraksi setelah ketinggian air mencapai 0,0200 m. Setelah melebihi ketinggian air tersebut, debit air semakin besar. Pada debit teori (Q_t), secara umum menunjukkan bahwa semakin banyak kontraksi, debit yang dikeluarkan semakin kecil. Pernyataan ini sesuai dengan hubungan kontraksi dengan debit air pada persamaan umum yang digunakan untuk mencari debit, yaitu:

$$Q_t = 1,85(b - \frac{nl}{10})H^{3/2}$$

Jika harga C_d , b dan H dianggap konstan maka pengurangan b oleh n dengan harga n yang semakin besar akan memperkecil nilai Q . Diketahui n adalah banyaknya kontraksi.

Aplikasi sekat ukur bentuk segi empat tersebut harus memperhatikan ketinggian airnya. Pada penelitian ini *range* ketinggian air yang digunakan adalah mulai ketinggian 0,01 m sampai ketinggian 0,038 m.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan dapat diartikan suatu usaha untuk mengatur dan mengusahakan air yang tersedia di sungai maupun di sumber air yang menggunakan jaringan irigasi untuk kepentingan pertanian. Ketersediaan air pada jaringan irigasi diperlukan untuk menunjang usaha produksi hasil pertanian. Untuk membagi air sesuai dengan kebutuhan dan jumlah air yang ada maka diperlukan bangunan ukur. Tanpa bangunan ukur penentuan debit akan kurang tepat.

Pemasangan bangunan ukur pada suatu aliran sungai bisa digunakan untuk meninggikan muka air dan untuk menghitung debit aliran air sungai tersebut. Adanya pos ini, bisa mengontrol air yang harus dikeluarkan dengan debit yang tertentu agar areal pertanian dapat terairi secara keseluruhan.

Bangunan ukur untuk ambang tajam ada beberapa tipe, antara lain: bangunan ukur tipe Cippoletti, tipe Thompson, dan tipe segi empat (*Rectangular*). Suatu ambang disebut ambang tajam (*sharp-crested wiers*) apabila aliran yang terjadi tidak menempel pada ambang, dan merupakan bangunan aliran atas. Ketelitian debit yang terukur tergantung dari kondisi aliran di bagian hulu dan hilir ambang serta kondisi bangunannya sendiri. Bangunan dipasang secara simetris dan harus mampu berdiri untuk mengalirkan debit maksimum tanpa mengalami kerusakan.

Bangunan ukur pada ambang tajam tersebut merupakan suatu bangunan yang berbentuk bendung, sehingga secara langsung

berfungsi untuk meninggikan muka air. Secara khusus perbedaan dari tipe alat ukur tersebut adalah pada bentuk peluapnya. Tipe Cippoletti mempunyai peluap yang berbentuk trapesium, tipe Thompson mempunyai peluap dengan bentuk segitiga siku-siku (bersudut 90°), sedangkan tipe segi empat mempunyai peluap berbentuk segi empat.

Adanya perbedaan bentuk peluap dari tiap bangunan ukur tersebut akan mempengaruhi pengukuran debit. Hal ini karena bentuk peluap dapat mempengaruhi terjadinya pemblokiran aliran (kontraksi) dari aliran air yang melewati bangunan ukur tersebut. Seperti pada sekat ukur dengan peluap bentuk segi empat, kontraksi terjadi pada semua sisi yang dilalui oleh aliran air, *full contractions*. Pemblokiran aliran air dapat mengurangi debit yang dikeluarkan oleh sekat ukur. Menurut teori, pengurangan tersebut dipengaruhi juga oleh jumlah kontraksi dari bangunan ukur tersebut.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang diungkapkan pada penelitian ini, yaitu:

- Apakah banyaknya kontraksi berpengaruh terhadap debit air pada sekat ukur bentuk segi empat?
- Apakah terjadi perbedaan antara debit terukur dengan debit hasil perhitungan pada sekat ukur bentuk segi empat?

1.3 Hipotesa

Hipotesa yang dapat diberikan pada awal penelitian ini, yaitu:

- Terdapat pengaruh kontraksi terhadap debit air pada sekat ukur bentuk segi empat;
- Tidak terjadi perbedaan antara debit terukur dengan debit hasil perhitungan pada sekat ukur bentuk segi empat.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh banyaknya kontraksi terhadap debit air pada skat ukur bentuk segi empat.

1.5 Manfaat Penelitian

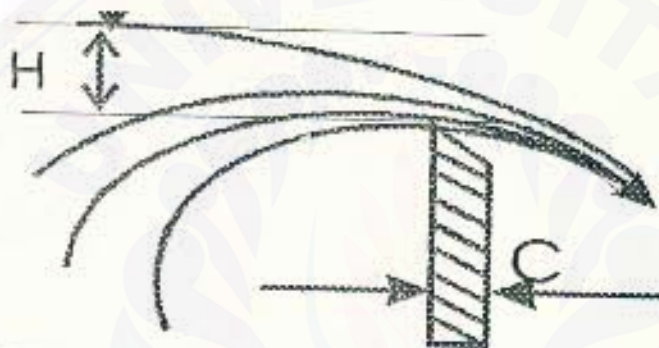
Penelitian ini dilakukan dengan harapan diperoleh manfaat:

1. Mengetahui tingkat kelayakan skat ukur bentuk segi empat pada pengukuran debit air yang dipengaruhi oleh banyaknya kontraksi;
2. Mengetahui nilai koefisien debit pada skat ukur bentuk segi empat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peluap

Peluapan adalah suatu proses mengalirnya air melalui bangunan peluap atau konstruksi lain dan ditandai dengan bagian atas dari aliran tersebut merupakan permukaan bebas (tidak menyinggung atau menumbuk konstruksi lain). Proses aliran ini dapat dilihat pada Gambar 1.



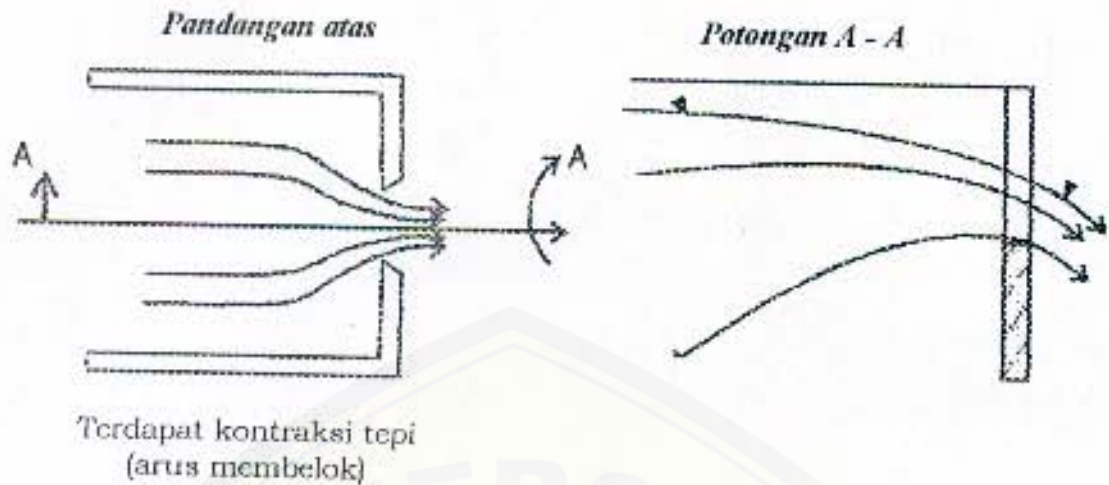
Keterangan:
H = tinggi air
C = tebal ambang

Gambar 1. Aliran Air pada Peluap

Ditinjau berdasarkan tempat terjadinya kontraksi maka peluapan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

a. Peluapan dengan kontraksi samping

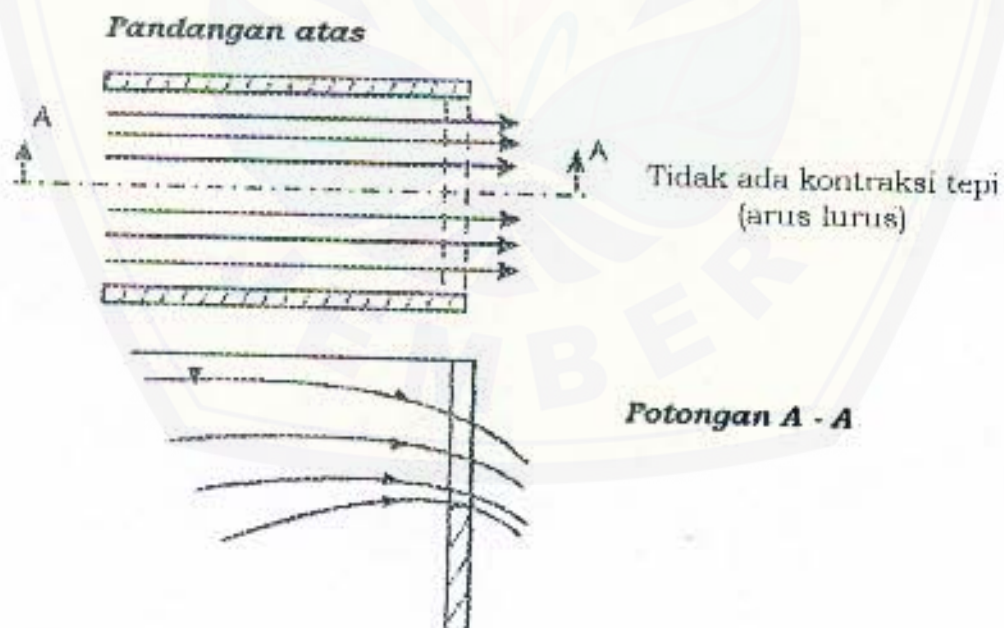
Di sini terjadi kontraksi pada 2 sisi yaitu samping kanan dan samping kiri. Bentuk aliran yang terjadi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Aliran pada Bendung dengan Kontraksi Samping

b. Peluapan tanpa kontraksi samping

Di sini kontraksi terjadi hanya pada satu sisi yaitu bagian bawah. Jika dilihat pada gambar akan nampak seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Aliran pada Bendung tanpa Kontraksi Samping

Perbedaan pengaliran melalui lubang dan pengaliran melalui peluap, yaitu pada pengaliran melalui lubang terjadi kontraksi pada keempat sisi (seluruh sisi) sedangkan pada peluap hanya sebagian dari keempat sisi tersebut terjadi kontraksi (Yuwono, 1984).

2.2 Tempat Pemasangan/Pembangunan Alat Ukur Permukaan Sungai

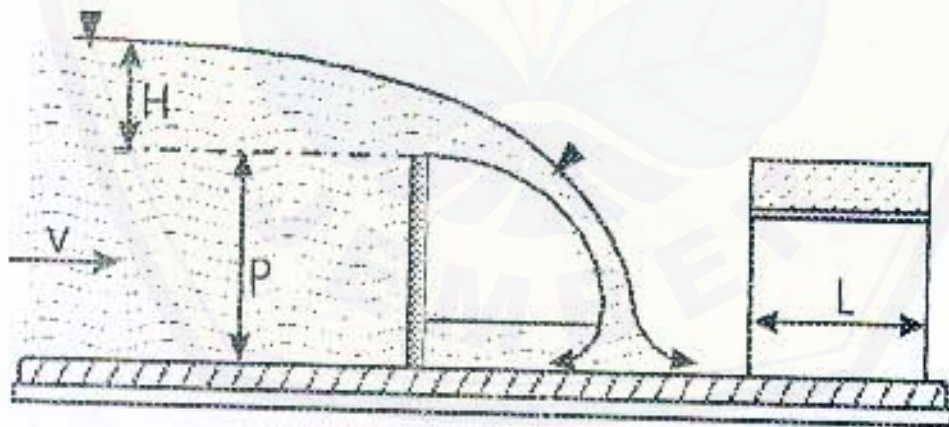
Untuk pemasangan alat ukur permukaan sungai, harus dipilih tempat yang memungkinkan pengamatan seluruh keadaan permukaan air, dari batas terendah sampai batas tertinggi. Bagian yang menjadi tempat tekanan tertinggi atau bagian kecepatan aliran yang tinggi pada permukaan air yang tinggi, harus dihindarkan, karena dapat terjadi kesalahan pengukuran permukaan air, dan juga alat itu mudah menjadi rusak karena aliran air tersebut. Tempat yang dipilih itu harus bebas dari kayu-kayuan yang mengalir dan lain-lain (Mori *et al.*, 1993).

Catatan harian debit sungai selama selang waktu yang lama mutlak diperlukan bagi perencanaan ekonomi untuk pemanfaatan sumber daya airnya atau perlindungan terhadap banjir. Pengukuran harian terhadap debit dengan penentuan distribusi kecepatan pada suatu penampang sungai cukup mahal. Guna menghindari biaya tersebut tetapi masih memperoleh catatan harian, maka ditetapkan beberapa penampang kendali (*control section*) tempat alur sungai stabil, yakni, dengan sedikit perubahan dasar atau bantaran bagi alas-aliran. Seringkali penampang kendali terletak pada patahan kemiringan dasar sungai tempat dasar di sebelah hilirnya lebih curam.

Pembacaan tinggi ukur secara harian menghasilkan catatan harian debit sungai (Streeter dan Wylie, 1988).

2.3 Pengukuran Aliran Dengan Bendung

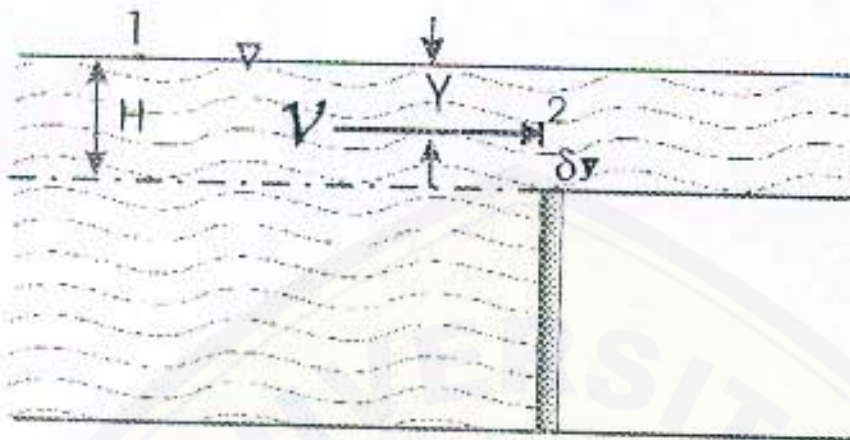
Aliran saluran terbuka dapat diukur dengan bendung (*weir*), yaitu suatu rintangan di dalam saluran yang menyebabkan cairan menggenang di bagian hulu serta mengalir di atasnya. Dengan mengukur ketinggian cairan hulu, kita dapat menentukan laju aliran. Bendung yang terbuat dari lembaran logam atau bahan lain yang sedemikian rupa sehingga *jet* atau cairan luapan meloncat bebas waktu meninggalkan muka hulu disebut bendung bermercu tajam (*sharp-crested weir*). Bendung segi empat (*Rectangular weir*) bermercu tajam mempunyai mercu (*crest*) horisontal. Cairan luapannya berkontraksi di sebelah atas dan sebelah bawah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bendung Ambang Tajam

Persamaan debit dapat diturunkan jika kontraksi yang ada tersebut diabaikan. Jika tanpa kontraksi, aliran nampak seperti

pada Gambar 5. Cairan luapannya mempunyai garis-garis aliran yang sejajar dengan tekanan atmosfer di seluruh aliran.



Gambar 5. Aliran pada Bendung tanpa Kontraksi

Persamaan Bernoulli yang diterapkan antara titik 1 dan 2 adalah:

$$H + 0 + 0 = (v^2 / 2g) + H - y + 0 \quad (2-1)$$

Di sini tinggi-kecepatan di penampang titik 1 diabaikan.

Penyelesaian untuk v menghasilkan persamaan :

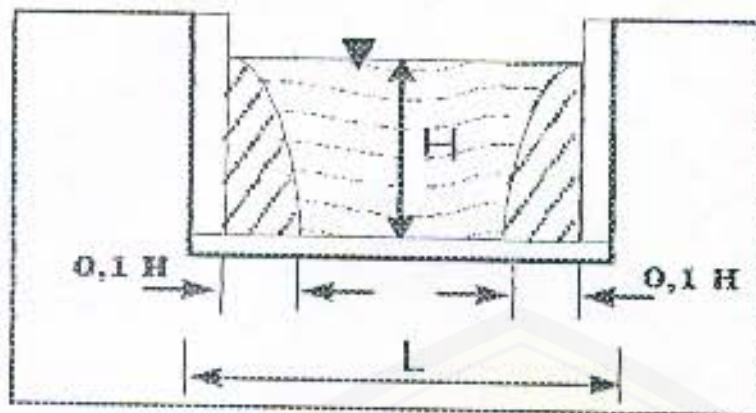
$$v = \sqrt{2gy} \quad (2-2)$$

Debit teoritis adalah:

$$Qt = \int v dA = \int_0^H v L dy = \sqrt{2gL} \int_0^H y^{1/2} dy = \frac{2}{3} \sqrt{2gL} H^{3/2} \quad (2-3)$$

Dengan L sebagai lebar bendung.

Bila bendung tidak terentang sepenuhnya selebar saluran, maka bendung itu mempunyai kontraksi ujung-ujung (*end contractions*), seperti pada Gambar 6. Koreksi empiris untuk pengurangan aliran tercapai dengan mengurangi $0,1H$ dari L (lebar ambang) untuk masing- masing kontraksi ujung.



Gambar 6. Bendung dengan *End Contractions*

Tinggi cairan H diukur di sebelah hulu bendung dengan jarak secukupnya untuk menghindari kontraksi permukaan. Sebuah kait ukur (*hook gage*) yang dipasang dalam pot penenang (*stilling pot*) yang dihubungkan dengan lubang *piezometer* digunakan untuk menentukan ketinggian permukaan air yang dipergunakan untuk menentukan H (tinggi air) (Streeter dan Wylie, 1988).

Biasanya bendung hanya digunakan pada tempat yang kecil debitnya, mengingat pembangunan bendung yang besar untuk pengukuran aliran memerlukan biaya yang besar. Jika permukaan air di hulu bendung sudah diketahui, maka debit dapat dihitung. Jadi tinggi air di hulu bendung harus dicatat.

Bendung mempunyai rumus hubungan antara permukaan air dan debit, yang ditetapkan berdasarkan standar industri Jepang (*Japan Industrial Standard = J.I.S.*). Rumus-rumus ini adalah untuk bendung segitiga, bendung segi empat dan lain-lain. Juga standar dari bendung untuk rumus itu telah ditentukan dan mempunyai ketelitian yang tinggi. Jika bendung itu di bangun di sungai dan mengingat standar itu tidak dapat bekerja dengan sewajarnya

dikarenakan keadaan peralatannya dan sedimentasi, maka pengurusannya/perawatannya harus diadakan sebaik-baiknya.

Demikian pula tinggi air pada pelimpah dari bendungan dapat menunjukkan besarnya debit yang melimpah. Debit yang melimpah pada bendung adalah:

$$Q = c L H^{3/2} \quad (2-4)$$

c : koefisien

L : lebar bendung (dengan memperhitungkan pengaruh tembok-tembok samping)

H : tinggi air di hulu bendung

Koefisien c besarnya kira-kira 1,8 sampai 2,2 yang berubah-ubah bergantung pada bentuk mercu bendung dan dalamnya pelimpahan. Untuk debit yang melimpah pada bendung yang merupakan bangunan yang penting seringkali dapat digunakan kurva debit yang telah dibuat pada model tes hidrolik (Mori *et al.*, 1993).

Rumus-rumus percobaan untuk debit melalui bendung mercu tajam telah banyak dibuat. Umumnya rumus-rumus itu dapat dinyatakan dengan bentuk umum :

$$Q = CLH^{1.5} \quad (2-5)$$

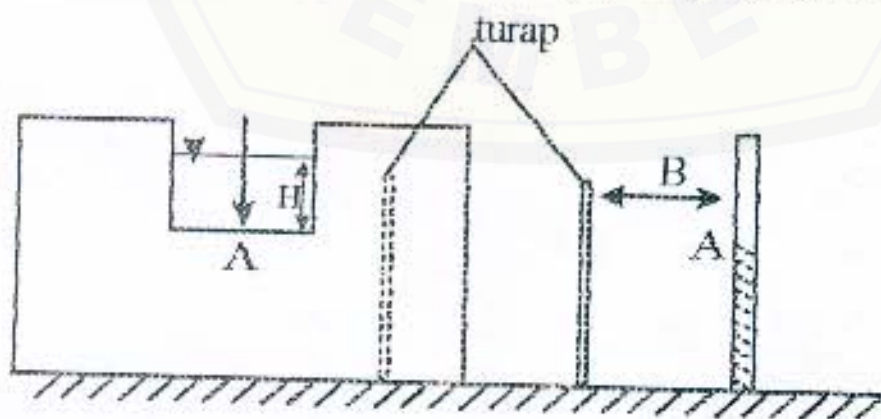
Dengan C koefisien debit, L panjang efektif mercu dan H tinggi yang diukur di atas mercu, tanpa tinggi kecepatan. Panjang efektif bendung dihitung dengan rumus :

$$L = L' - 0,1NH \quad (2-6)$$

Dengan L' panjang mercu dan N banyaknya penyempitan. Untuk penyempitan di kedua sisi $N = 2$. Untuk penyempitan satu sisi $N = 1$. Bila tidak ada penyempitan pada kedua sisinya $N = 0$ (Chow, 1992).

2.4 Pengukuran Tinggi Tekan Atau Kedalaman Pada Ambang Bendung

Pengukuran tinggi tekan atau kedalaman air pada suatu mercu bendung diperoleh dengan suatu skala konstruksi khusus atau suatu mistar kayu. Suatu skala, yang disebut suatu pengukur bendung, haruslah ditempatkan dari bendung pada suatu jarak tidak kurang dari empat kali kedalaman air (H) yang mengalir di mercu, atau sebelah hulu dari sudut dekat tepi yang diketahui kecepatan sesungguhnya adalah nol. Hal ini penting untuk diperhatikan karena adanya lengkung permukaan air ke bawah dekat ambang. Titik nol pada skala haruslah diletakkan pada elevasi ambang bendung segi empat (*Rectangular*) atau trapesium dan pada titik sudut (*vertex*) pada bendung segitiga, seperti pada Gambar 7. Skala atau pengangkat yang diganti dengan penggaris, dapat diikatkan pada turap dengan jarak lateral (B) dari ujung takik (titik A) tidak kurang dari dua kali ketinggian air terbesar (H) terhadap mercu.



Gambar 7. Titik Nol pada Skala Pengukuran (A)

Untuk mendapatkan titik nol dari skala atau penarik rata dengan skala ambang, suatu sifat datar kayu dapat dipakai. Dengan membiarkan air mengalir ke dalam genangan dan dengan perlahan-lahan naik sampai ia mengalir di atas ambang bendung hasilnya *tidak teliti*, karena permukaan air akan naik cukup besar di atas ambang sebelum aliran air melimpas ambang. Kesalahan kecil dalam membaca H menyebabkan kesalahan relatif besar dalam penentuan debit. Skala atau pengukur dapat ditandai untuk membaca debit secara langsung (Hansen *et al.*, 1992).

2.5 Analisis Bendung Bertepi Tajam

Analisis suatu dimensi tanpa gesekan yang sangat sederhana ditemukan oleh insinyur Perancis J.V. Boussinesq pada tahun 1907. Seperti tampak pada Gambar 2-8, distribusi kecepatan $v_2(h)$ di atas bendung itu diperkirakan dengan persamaan Bernoulli yang bersangkutan dengan titik 1 di bagian hulu.

$$\frac{V_1^2}{2g} + H + Y \approx \frac{V_2^2}{2g} + H + Y - h \quad (2-7)$$

atau

$$V_2^2 = 2gh + V_1^2 \quad (2-8)$$

Maka volume aliran melintasi bendung tersebut kira-kira adalah:

$$q = \int_{H/3}^H V_2 dh = \int_{H/3}^H (2gh + V_1^2)^{1/2} dh \quad (2-9)$$

$$q = \frac{2}{3} (2g)^{1/2} \left[\left(H + \frac{V_1^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{H}{3} + \frac{V_1^2}{2g} \right)^{3/2} \right] \quad (2-10)$$

Tanpa membuktikannya kita telah mengambil tinggi jeram itu hanya sekitar $2H/3$ di atas bendung. Biasanya hulu-kecepatan di bagian hulu $V_1^2/2g$ diabaikan, sehingga persamaan q di atas menjadi:

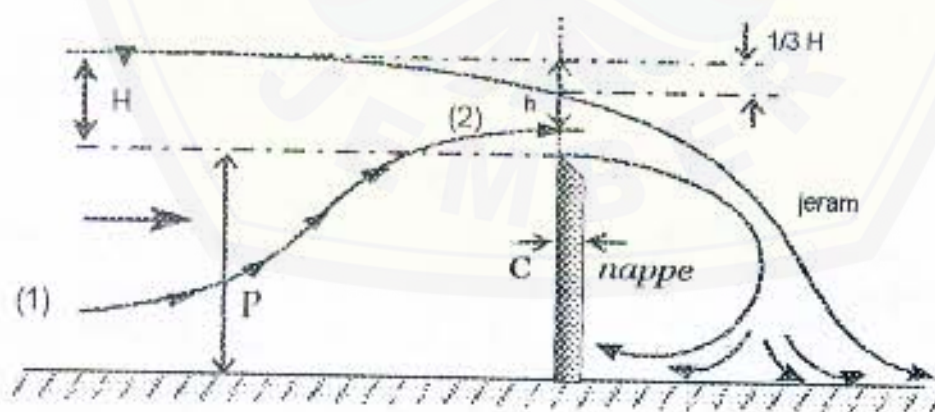
$$q = 0,81\left(\frac{2}{3}\right)(2g)^{1/2}H^{3/2} \quad (2-11)$$

Rumus ini bentuk fungsinya betul, tetapi koefisien 0,81 itu terlalu tinggi sebab pengaruh penguncupan jeram, gesekan, dan tegangan muka tidak diperhitungkan dalam teori yang sederhana ini. Rumus yang bisa diterima untuk pengukuran aliran menggunakan koefisien C_w yang diperoleh dari data eksperimental oleh T. Rehbock pada tahun 1929, sehingga persamaan q di atas menjadi (White, 1991):

$$q = \frac{2}{3}C_w(2g)^{1/2}H^{3/2} \quad (2-12)$$

dengan harga C_w adalah

$$C_w \approx 0,611 + \frac{0,07H}{Y} \quad (2-13)$$



Gambar 8. Analisis Aliran Bendung Bertepi Tajam

2.6 Formula Francis

Formula Francis didasarkan percobaan-percobaan pada *rectangular-weir* (bendung segi empat) dengan panjang puncak bendung dari 1,07 m - 5,18 m dan tinggi puncak/mercu 183 - 488 mm adalah (Giles, 1993):

$$Q = 1,85 \left(b - \frac{nH}{10} \right) \left[\left(H + \frac{V^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{V^2}{2g} \right)^{3/2} \right] \quad (2-14)$$

Keterangan:

Q = debit air (m^3/s)

b = lebar ambang bendung (m)

H = tinggi air (m)

V = rata-rata kecepatan pendekatan (m/s)

n = jumlah kontraksi

dengan harga n adalah sebagai berikut:

$n = 0$ untuk bendung tanpa kontraksi

$n = 1$ untuk bendung dengan satu kontraksi

$n = 2$ untuk bendung dengan kontraksi penuh

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian mengenai pengaruh kontraksi terhadap debit air pada sekat ukur bentuk segi empat ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Oktober tahun 2000.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

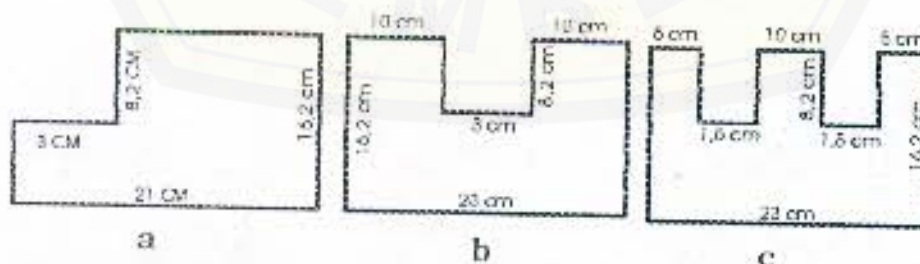
Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- Hydraulic Bench*
- 3 model sekat ukur bentuk segi empat (Gambar 9)
- Alat ukur tinggi air
- Stopwatch*

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- Data tinggi air
- Data debit



Gambar 9. Sekat Ukur Bentuk Segi Empat yang digunakan untuk penelitian; (a) sekat ukur 1 kontraksi, (b) sekat ukur 2 kontraksi, (c) sekat ukur 4 kontraksi

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pemasangan Sekat Ukur Bentuk Segi Empat

Sekat ukur bentuk segi empat yang digunakan, dipasang pada *Hidroulic Bench*. Pemasangan sekat ukur tersebut dilakukan secara bergantian. Dari 3 model sekat ukur bentuk segi empat tersebut, tiap model merupakan pembanding bagi model yang lain. Perbandingan tersebut dalam hal koefisien debit yang didapatkan dari hasil perhitungan yang sekaligus menentukan nilai debit.

3.3.2 Pengambilan Data

Data yang diambil merupakan data primer. Macam data yang diambil yaitu data debit dan data ketinggian muka air. Data ini diambil secara bersamaan dalam satu kali pengukuran.

3.3.2.1 Data Debit (Q)

Debit yang dimaksud adalah debit terukur yang melalui sekat ukur bentuk segi empat, dan disebut sebagai debit nyata (Q_n). Pengambilan data debit melalui data volume air yang terukur (V) dan data waktu (t) yang digunakan untuk memenuhi volume yang telah ditentukan. Q_n adalah V/T (lt/dt). Pengukuran debit dilakukan sebanyak dua kali dengan volume (V) yang berbeda.

3.3.2.2 Data Tinggi Air (H)

Pengambilan data tinggi air pada penelitian ini dilakukan hingga standar kelayakan alat tidak tercapai yakni tidak terdapatnya *nappe* (rongga udara) pada loncatan air saat melewati ambang. Tinggi air diukur pada saat terdapat aliran air yang melewati saluran. Dan yang terpenting adalah kondisi air saat pengukuran harus tenang.

3.3.3 Metode Analisa Data

Data debit dan ketinggian air yang diperoleh berdasarkan perubahan banyaknya kontraksi pada tiap model skat ukur bentuk segi empat, dilakukan analisa sebagai berikut:

1. Menghitung debit nyata (Q_n).

Q_n merupakan hasil rata-rata $(V_1/T_1) + (V_2/T_2)$

2. Menghitung debit teori (Q_t) dengan rumus $Q_t = 1,85(b - \frac{nH}{10})H^{3/2}$
3. Membuat grafik hubungan antara debit nyata (Q_n) dengan debit teori (Q_t) pada tiap kontraksi.

Dari grafik tersebut diperoleh persamaan untuk mendapat data perhitungan baru.

4. Menghitung nilai debit nyata dan debit teori dengan ketinggian air sama dari persamaan yang diperoleh (*point 3*) dari grafik yang mempunyai harga koefisien determinasi (R^2) terbesar.
5. Membuat grafik hubungan antara debit nyata (Q_{nr}) terhadap debit teori (Q_{tr}).
6. Melakukan uji *t-student* untuk menunjukkan adanya perbedaan antara debit nyata (Q_{nr}) dengan debit teori (Q_{tr}).

Rumus yang digunakan adalah:

$$t = \frac{(\bar{D} - \mu)}{S_{\bar{D}}}$$

$$S_{\bar{D}}^2 = \frac{\sum D^2 - (\sum D)^2/n}{n-1}$$

$$S_{\bar{D}} = \sqrt{S_{\bar{D}}^2/n}$$

$$i_1 = \bar{D} - t_{\alpha/2} S_{\bar{D}}^2$$

$$i_2 = \bar{D} + t_{\alpha/2} S_{\bar{D}}^2$$

(Steel dan Torrie, 1991)

Keterangan:

t	= harga t hitung	μ	= nilai tengah populasi
D	= selisih sampel	α	= taraf kepercayaan (95%)
\bar{D}	= harga rata-rata selisih sampel	n	= jumlah sampel
$S_{\bar{D}}$	= standar deviasi rata-rata selisih sampel	i_1	= batas kepercayaan bawah
S_D^2	= ragam selisih sampel	i_2	= batas kepercayaan atas

Hipotesis yang diajukan yaitu:

a.) $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

"Tidak ada perbedaan debit antara pengukuran menggunakan skala pada *Hydraulic Bench* dengan perhitungan menggunakan rumus skat ukur bentuk segi empat".

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

"Terdapat perbedaan debit antara pengukuran menggunakan skala pada *Hydraulic Bench* dengan perhitungan menggunakan rumus sekat ukur bentuk segi empat".

b.) Kriteria pengambilan keputusan

H_0 diterima apabila $\mu_{\alpha/2} < \mu_b < \mu_{\alpha/2}$

H_0 ditolak apabila $\mu_{\alpha/2} > \mu_b$ atau $\mu_b > \mu_{\alpha/2}$

7. Menghitung harga koefisien debit (Cd) penyesuaian dengan

rumus: $Cd = Q_n / \left(b - \frac{nH}{10} \right) H^{3/2}$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian pembahasan tentang pengaruh kontraksi terhadap debit air pada bangunan ukur bentuk segi empat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat penyimpangan antara nilai debit terukur dengan nilai debit teoritis hasil perhitungan. Nilai debit terukur (Q_n) lebih besar dibandingkan dengan nilai debit hasil perhitungan (Q_t);
2. Persamaan yang digunakan untuk menghitung debit teori (Q_t) mempunyai batasan tertentu pada aplikasinya. Oleh karena itu, peninjauan kembali pada sekat ukur bentuk segi empat yang hendak digunakan di lapang harus dilakukan. Koreksi dimensi dan standarisasi dari sekat ukur diperlukan agar saat pengukuran debit tidak terjadi penyimpangan dari debit yang sesungguhnya;
3. Sekat ukur bentuk segi empat dengan *range* tinggi air mulai ketinggian 0,01 m sampai ketinggian 0,038 m, perlu adanya koreksi terhadap koefisien debit. Koefisien debit untuk sekat ukur 1 kontraksi adalah 2.08223. Koefisien debit untuk sekat ukur 2 kontraksi adalah 2.15033. Koefisien debit untuk 4 kontraksi adalah 2.66248;
4. Sekat ukur bentuk segi empat dengan 4 kontraksi tidak bisa untuk aplikasi di lapang karena tidak memenuhi batasan (*range*) koefisien debit yang diperbolehkan yaitu antara 1,8 sampai 2,2.

5.2 Saran

Pada penelitian ini ada beberapa hal yang diabaikan yakni: kecepatan aliran pada saluran dan viskositas cairan. Dari dua hal tersebut penulis memberikan saran:

1. Agar dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh kontraksi terhadap debit air pada sekat ukur bentuk segi empat dengan memperhatikan kecepatan aliran air dan viskositas cairan;
2. Agar dilakukan penelitian dengan menggunakan desain prototipe dimensi dari lapang khususnya untuk lebar ambang, yang digunakan sebagai bahan pembanding terhadap penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Chow, Ven Te, 1992, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Erlangga, Jakarta.
- Giles, R.V., 1993, *Fluid Mechanic and Hydraulics*, McGraw-Hill Book Company.
- Hansen, V.E., Orson W. Israelsen, Glen E. Stringham, 1992, *Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi*, Erlangga, Jakarta.
- Mori, K., Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda, I. Taulu, 1993, *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Steel, R.G.D. dan James H. Torrie, 1991, *Prinsip Dan Prosedur Statistika*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Streeter, V.L. dan E. Benyamin Wylie, 1988, *Mekanika Fluida Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- White, F.M., 1991, *Mekanika Fluida Jilid 2*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Yuwono, N., 1984, *Hidrolika I*, PT. HANINDITA, Yogyakarta.

LAMPIRAN



Lampiran 1. Data pengamatan untuk sekat ukur dengan 1 kontraksi

data = 81 mm

No	tinggi muka air (mm)	tinggi air = H (m)	hasil pengamatan			Q _u (lt/dt)	keterangan			
			lr	detik	lt/dt					
1	88,1	0,00710	2	52,16	0,03824	4	103,32	0,03871	0,03853	no nappe
2	90,3	0,00930	3	47,60	0,06303	6	99,68	0,06019	0,06161	
3	93,8	0,01280	3	35,75	0,08163	6	73,60	0,08152	0,08158	
4	95,8	0,01480	3	27,80	0,10791	6	55,24	0,10862	0,10827	
5	97,1	0,01610	3	24,38	0,12305	6	49,56	0,12107	0,12206	
6	98,4	0,01740	3	21,77	0,13780	6	43,49	0,13796	0,13788	
7	99,8	0,01880	3	20,54	0,14606	6	41,11	0,14595	0,14600	
8	101,4	0,02040	3	18,25	0,16435	6	36,68	0,16358	0,16398	
9	102,5	0,02150	5	27,93	0,17902	10	55,77	0,17931	0,17916	
10	104,0	0,02300	5	25,89	0,19312	10	51,58	0,19387	0,19350	
11	105,1	0,02410	5	23,67	0,21124	10	47,43	0,21075	0,21099	
12	106,2	0,02520	5	22,15	0,22573	10	44,56	0,22442	0,22508	
13	107,1	0,02610	5	20,91	0,23912	10	41,56	0,24062	0,23987	
14	108,0	0,02700	5	20,09	0,24888	10	40,70	0,24570	0,24729	
15	109,2	0,02820	5	19,07	0,26219	10	38,05	0,26281	0,26250	
16	109,6	0,02860	5	18,62	0,26855	10	37,12	0,26940	0,26896	
17	110,8	0,02980	5	17,41	0,28719	10	34,67	0,28843	0,28781	
18	111,3	0,03030	5	16,95	0,29499	10	34,06	0,29360	0,29429	
19	112,3	0,03130	5	16,28	0,30713	10	32,72	0,30562	0,30637	
20	113,5	0,03250	5	15,20	0,32895	10	30,99	0,32268	0,32582	
21	114,2	0,03320	5	14,83	0,33715	10	29,81	0,33546	0,33631	
22	115,5	0,03450	5	14,01	0,35689	10	28,50	0,35088	0,35388	
23	116,1	0,03510	5	13,49	0,37064	10	27,24	0,36711	0,36888	
24	117,7	0,03670	5	13,01	0,38432	10	25,91	0,38595	0,38514	
25	119,6	0,03860	5	11,50	0,43478	10	23,16	0,43178	0,43328	

Lampiran 2. Data pengamatan untuk sekat ukur dengan 2 kontraksi

data = 60 mm

No	tinggi muka air (mm)	tinggi air = H (m)	hasil pengamatan			Q _u (lt/dt)	keterangan			
			lr	detik	lt/dt					
1	67,7	0,00770	2	49,58	0,04034	4	62,98	0,06351	0,05193	no nappe
2	71,3	0,01130	2	38,70	0,05168	4	74,35	0,05380	0,05274	
3	73,1	0,01310	2	27,34	0,07831	4	50,71	0,07888	0,07859	
4	74,6	0,01460	2	20,99	0,09528	4	41,82	0,09565	0,09547	
5	74,7	0,01470	2	21,72	0,09208	4	42,75	0,09357	0,09282	
6	76,0	0,01600	3	25,89	0,11587	6	51,04	0,11755	0,11671	
7	77,6	0,01760	2	15,21	0,13149	4	30,57	0,13085	0,13117	
8	79,6	0,01960	5	34,59	0,14455	10	69,13	0,14465	0,14460	
9	80,6	0,02060	5	31,73	0,15758	10	63,59	0,15726	0,15742	
10	82,8	0,02280	5	26,94	0,18560	10	54,84	0,18235	0,18397	
11	84,0	0,02400	5	25,17	0,19865	10	51,17	0,19543	0,19704	
12	84,3	0,02430	5	24,07	0,20773	10	48,65	0,20555	0,20664	
13	85,7	0,02570	5	22,58	0,22143	10	45,56	0,21949	0,22046	
14	86,6	0,02660	5	21,03	0,23576	10	42,77	0,23381	0,23578	
15	88,4	0,02840	5	15,07	0,26219	10	38,68	0,25853	0,26036	
16	89,6	0,02960	5	18,14	0,27563	10	36,46	0,27427	0,27495	
17	91,0	0,03100	5	16,93	0,29333	10	33,73	0,29647	0,29590	
18	92,0	0,03200	5	16,01	0,31230	10	31,92	0,31328	0,31279	
19	93,0	0,03300	5	15,21	0,32873	10	30,15	0,33167	0,33020	
20	94,6	0,03460	5	14,09	0,35486	10	28,38	0,35236	0,35361	
21	96,0	0,03600	5	13,13	0,38081	10	26,50	0,37736	0,37908	

Lampiran 3. Data pengamatan untuk sekat ukur dengan 4 kontraksi

d_{butuh} = 60mm

No	tinggi muka air (mm)	tinggi air = H (m)	hasil pengamatan			Q _s (l/dk)	keterangan		
			l	detik	l/dk				
1	72,4	0,01240	4	47,74	0,08379	8	96,70	0,08273	0,08326
2	73,2	0,01320	4	46,95	0,08518	8	95,53	0,08374	0,08446
3	75,7	0,01570	4	32,24	0,12407	8	67,68	0,11820	0,12114
4	77,2	0,01720	4	29,61	0,13509	8	63,17	0,12664	0,13087
5	77,8	0,01780	4	31,20	0,12821	8	63,45	0,12608	0,12714
6	78,4	0,01840	4	30,38	0,13167	8	62,37	0,12827	0,12997
7	78,9	0,01890	4	28,73	0,13923	8	64,09	0,12402	0,13203
8	80,2	0,02020	4	25,04	0,15974	9	37,02	0,15784	0,15879
9	81,3	0,02130	4	22,90	0,17467	8	46,59	0,17171	0,17319
10	82,4	0,02240	5	27,80	0,17986	10	55,57	0,17995	0,17990
11	83,4	0,02340	5	25,40	0,19685	10	50,85	0,19666	0,19675
12	84,7	0,02470	5	22,67	0,22114	10	45,54	0,21959	0,22036
13	85,2	0,02520	5	20,91	0,23912	10	41,82	0,23912	0,23912
14	86,4	0,02640	5	21,38	0,23386	10	42,62	0,23463	0,23425
15	87,5	0,02750	5	19,65	0,25445	10	38,84	0,25747	0,25596
16	89,5	0,02950	5	16,41	0,30469	10	33,88	0,29516	0,29993
17	91,2	0,03120	5	15,77	0,31706	10	32,04	0,31211	0,31458
18	93,7	0,03370	5	14,12	0,35411	10	28,22	0,35436	0,35423
19	96,9	0,03690	5	10,56	0,47348	10	22,35	0,44743	0,46046
20	97,8	0,03780	7	14,25	0,49123	13	27,29	0,47636	0,48380

Lampiran 4. Data pengamatan untuk sekat ukur dengan 1 kontraksi

no	tinggi air = H (m)	lebar lubang = b (m)	banyak kontraksi = n	Q _s (l/dk)	keterangan
1	0,0071	0,03	1	0,0324174331	
2	0,0093			0,0482326566	no impa
3	0,0128			0,0769432549	
4	0,0148			0,0949978601	
5	0,0161			0,1072941232	
6	0,0174			0,1159962733	
7	0,0188			0,134094687	
8	0,0204			0,1507141910	
9	0,0215			0,1624256516	
10	0,0230			0,1787488480	
11	0,0241			0,1909628962	
12	0,0252			0,2033711142	
13	0,0261			0,2136606384	
14	0,0270			0,2240680949	
15	0,0282			0,2381194349	
16	0,0286			0,2428458138	
17	0,0298			0,2571470043	
18	0,0303			0,2631580241	
19	0,0313			0,2732681101	
20	0,0325			0,2899482930	
21	0,0332			0,2985827263	
22	0,0345			0,3147493895	
23	0,0351			0,3222659056	
24	0,0367			0,3424693298	
25	0,0386			0,3667399899	

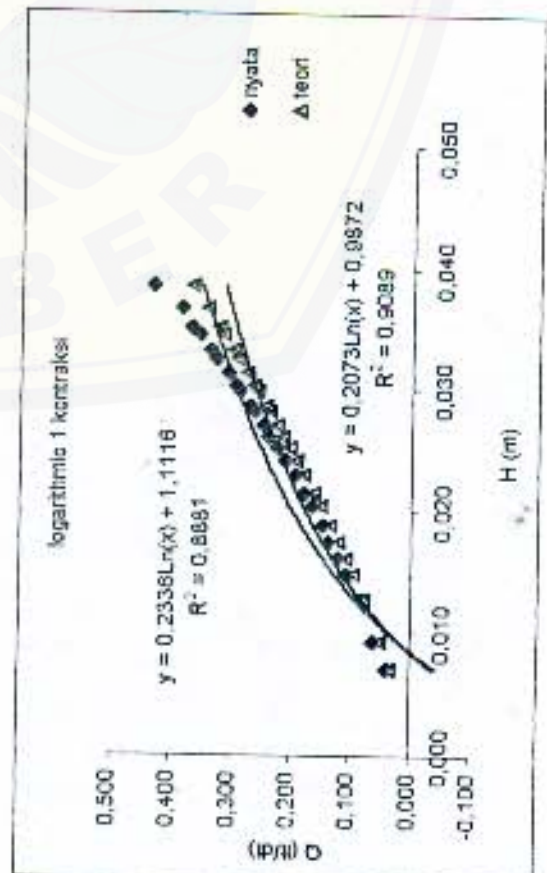
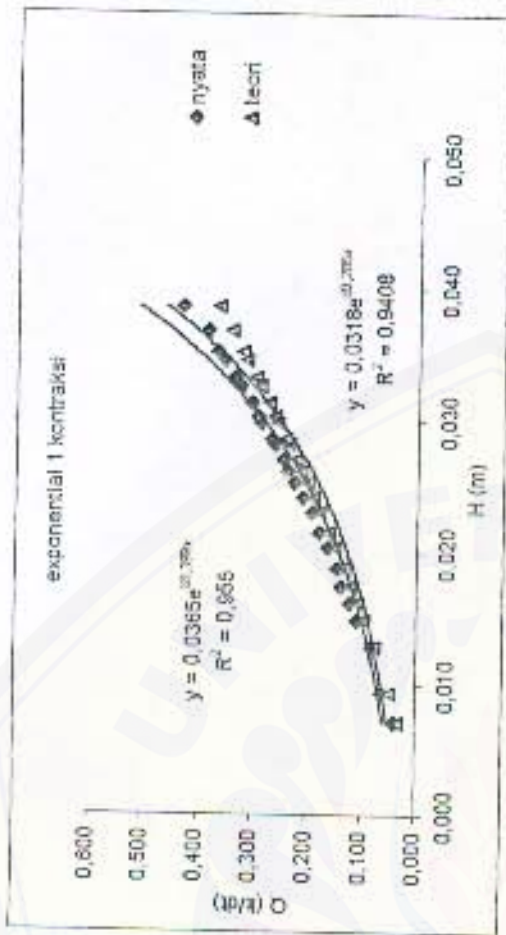
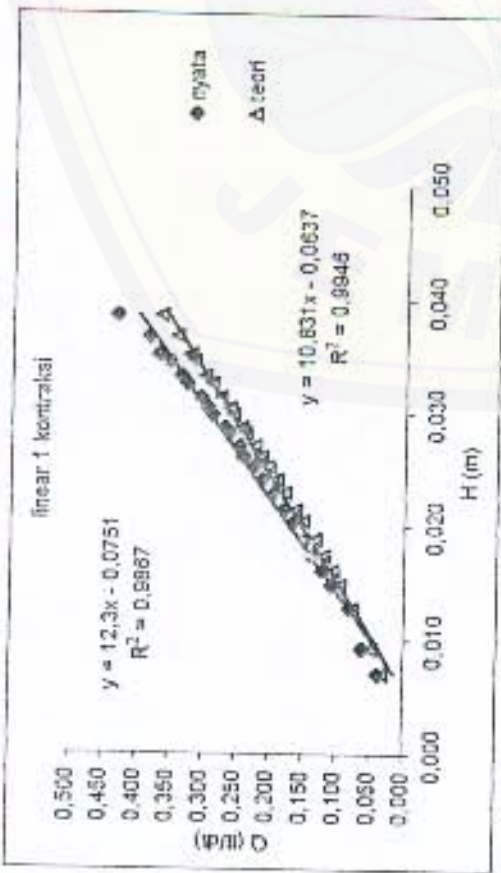
Lampiran 5. Data pengamatan untuk sekat ukur dengan 2 kontraksi

no	tinggi air = H (m)	lebar lubang = b (m)	banyak kontraksi = n	Qt (l/dt)	keterangan
1	0,00770	0,03	2	0,035574820	no teppe
2	0,01130			0,061644715	
3	0,01310			0,075947261	
4	0,01460			0,088379120	
5	0,01470			0,089222733	
6	0,01600			0,100342965	
7	0,01760			0,114382270	
8	0,01960			0,132392512	
9	0,02060			0,141558786	
10	0,02280			0,162028386	
11	0,02400			0,173336144	
12	0,02430			0,176175865	
13	0,02570			0,189483997	
14	0,02660			0,198079412	
15	0,02840			0,215334100	
16	0,02960			0,226864101	
17	0,03100			0,240320725	
18	0,03200			0,249924423	
19	0,03300			0,259512628	
20	0,03460			0,274803134	
21	0,03600			0,288111323	

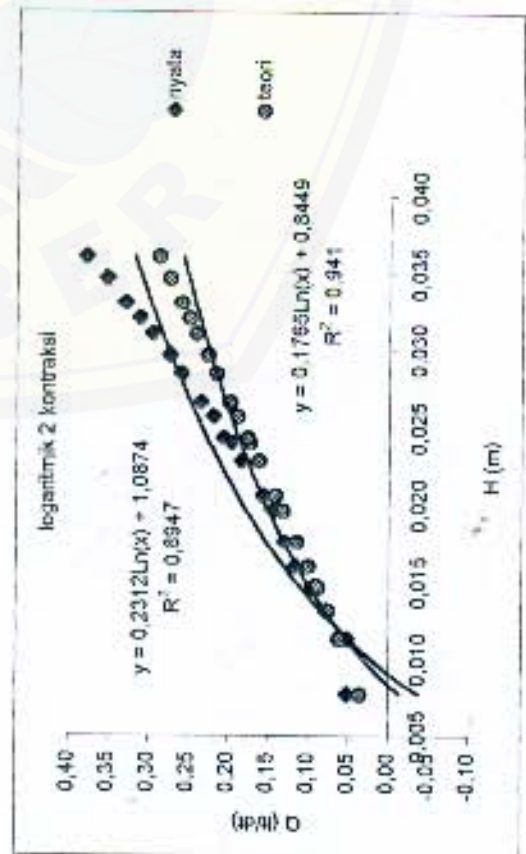
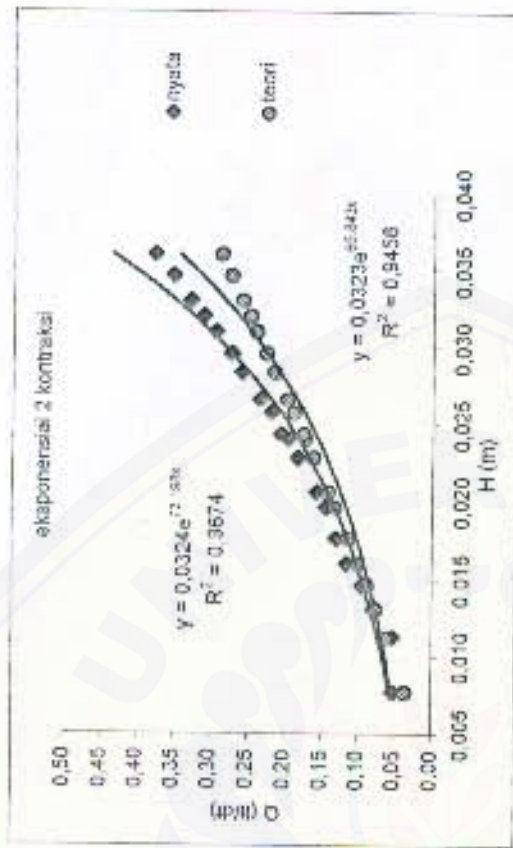
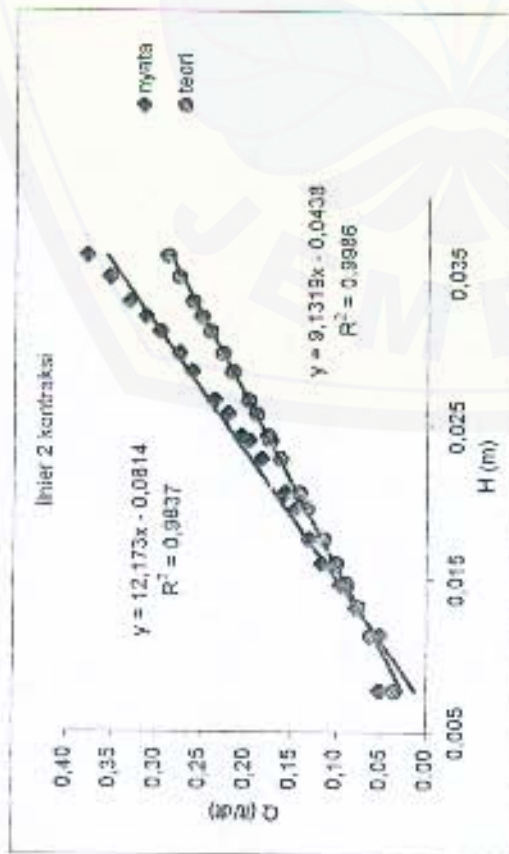
Lampiran 6. Data pengamatan untuk sekat ukur dengan 4 kontraksi

no	tinggi air = H (m)	lebar lubang = b (m)	banyak kontraksi = n	Qt (l/dt)	keterangan
1	0,0124	0,03	4	0,063964437	
2	0,0132			0,069355529	
3	0,0157			0,086324862	
4	0,0172			0,096483318	
5	0,0178			0,100521220	
6	0,0184			0,104538168	
7	0,0189			0,107866674	
8	0,0202			0,116423146	
9	0,0213			0,123530845	
10	0,0224			0,130493684	
11	0,0234			0,136680075	
12	0,0247			0,144492443	
13	0,0252			0,147421856	
14	0,0264			0,154267300	
15	0,0275			0,160296622	
16	0,0295			0,170598866	
17	0,0312			0,178623141	
18	0,0337			0,189071742	
19	0,0369			0,199846362	
20	0,0378			0,202307675	

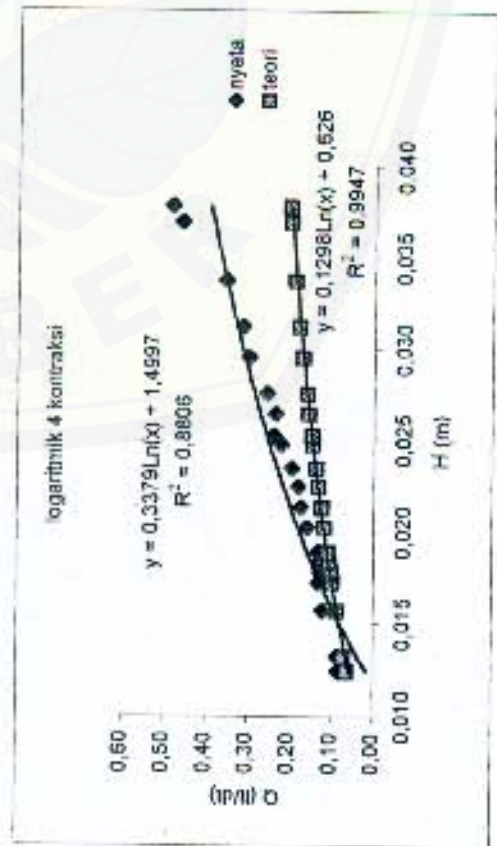
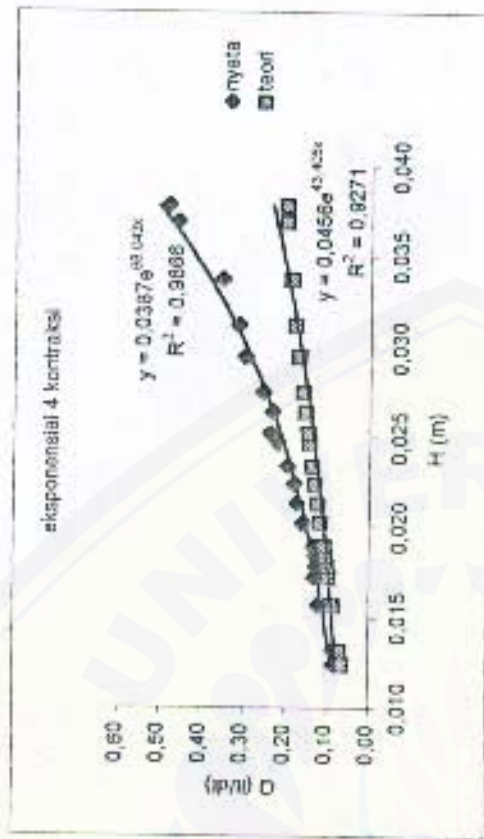
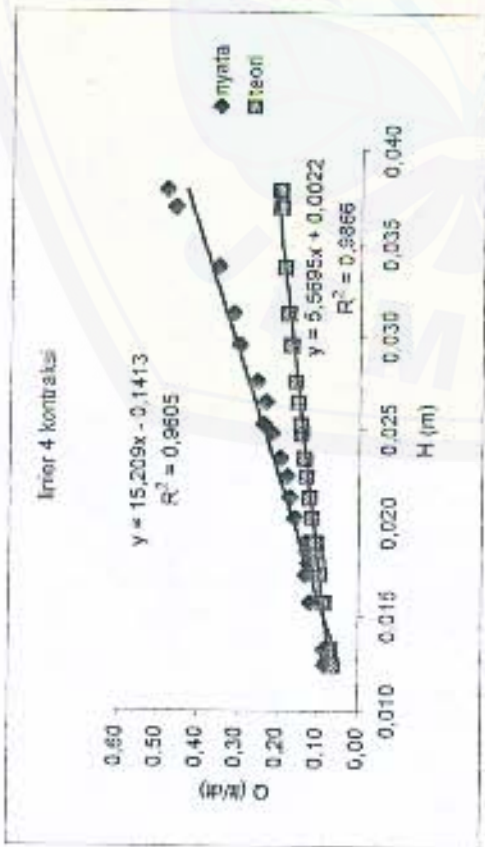
Lampiran 7. Grafik Untuk Sekat Ukur 1 Kontraksi



Lampiran 8. Grafik Untuk Sekat Ukur 2 Kontraksi



Lampiran 9. Grafik Untuk Sekat Ukur 4 Kontraksi



Lampiran 11. Hubungan kontraksi dengan debit teori (Q_{tr})

No.	Tinggi Air = H (m)	1 kontraksi	2 kontraksi	4 kontraksi
1	0,0100	0,0446100	0,0475000	0,0578950
2	0,0110	0,0554410	0,0566300	0,0634845
3	0,0120	0,0662720	0,0657600	0,0690340
4	0,0130	0,0771030	0,0748900	0,0746035
5	0,0140	0,0879340	0,0840200	0,0801730
6	0,0150	0,0987650	0,0931500	0,0857425
7	0,0160	0,1095960	0,1022800	0,0913120
8	0,0170	0,1204270	0,1114100	0,0968815
9	0,0180	0,1312580	0,1205400	0,1024510
10	0,0190	0,1420890	0,1296700	0,1080205
11	0,0200	0,1529200	0,1388000	0,1135900
12	0,0210	0,1637510	0,1479300	0,1191595
13	0,0220	0,1745820	0,1570600	0,1247290
14	0,0230	0,1854130	0,1661900	0,1302985
15	0,0240	0,1962440	0,1753200	0,1358680
16	0,0250	0,2070750	0,1844500	0,1414375
17	0,0260	0,2179060	0,1935800	0,1470070
18	0,0270	0,2287370	0,2027100	0,1525765
19	0,0280	0,2395680	0,2118400	0,1581460
20	0,0290	0,2503990	0,2209700	0,1637155
21	0,0300	0,2612300	0,2301000	0,1692850
22	0,0310	0,2720610	0,2392300	0,1748545
23	0,0320	0,2828920	0,2483600	0,1804240
24	0,0330	0,2937230	0,2574900	0,1859935
25	0,0340	0,3045540	0,2666200	0,1915630
26	0,0350	0,3153850	0,2757500	0,1971325
27	0,0360	0,3262160	0,2848800	0,2027020
28	0,0370	0,3370470	0,2940100	0,2082715
29	0,0380	0,3478780	0,3031400	0,2138410

Lampiran 10. Hubungan kontraksi dengan debit nyata (Qnr)

No.	Tinggi Air = H (m)	1 kontraksi	2 kontraksi	4 kontraksi
1	0,0100	0,04790	0,04033	0,01079
2	0,0110	0,05020	0,05250	0,02600
3	0,0120	0,07250	0,06468	0,04121
4	0,0130	0,08480	0,07685	0,05642
5	0,0140	0,09710	0,08902	0,07163
6	0,0150	0,10940	0,10120	0,08684
7	0,0160	0,12170	0,11337	0,10204
8	0,0170	0,13400	0,12554	0,11725
9	0,0180	0,14630	0,13771	0,13246
10	0,0190	0,15860	0,14989	0,14767
11	0,0200	0,17090	0,16206	0,16288
12	0,0210	0,18320	0,17423	0,17809
13	0,0220	0,19550	0,18641	0,19330
14	0,0230	0,20780	0,19858	0,20851
15	0,0240	0,22010	0,21075	0,22372
16	0,0250	0,23240	0,22293	0,23893
17	0,0260	0,24470	0,23510	0,25413
18	0,0270	0,25700	0,24727	0,26934
19	0,0280	0,26930	0,25944	0,28455
20	0,0290	0,28160	0,27162	0,29976
21	0,0300	0,29390	0,28379	0,31497
22	0,0310	0,30620	0,29596	0,33018
23	0,0320	0,31850	0,30814	0,34539
24	0,0330	0,33080	0,32031	0,36060
25	0,0340	0,34310	0,33248	0,37581
26	0,0350	0,35540	0,34466	0,39102
27	0,0360	0,36770	0,35683	0,40622
28	0,0370	0,38000	0,36900	0,42143
29	0,0380	0,39230	0,38117	0,43664

8:03 14/04/01

Lampiran 12. Uji t-student sekat ukur 1 kontraksi

No.	H (m)	1 nyata	1 teor	D	D ²	jumlah D	rata D	jumlah D ²	FK	JK	JK ²	S _D	S _D ²	t	t _{α=0,025(28)}	H	I ₂
1	0,310	0,0979	0,0448	0,03250	0,00011	0,5910	0,0239	0,0239	0,0185	0,0344	0,000153	0,012568	0,002323	10,2706	0,004987	0,0182	0,0285
2	0,01	0,0602	0,0554	0,004759	0,000023												
3	0,012	0,0725	0,0663	0,006228	0,000039												
4	0,013	0,0848	0,0771	0,007607	0,000098												
5	0,014	0,0971	0,0878	0,008986	0,000094												
6	0,015	0,1094	0,0989	0,010365	0,000113												
7	0,018	0,1217	0,1098	0,012104	0,000147												
8	0,017	0,1340	0,1204	0,013373	0,000184												
9	0,018	0,1463	0,1313	0,015042	0,000228												
10	0,019	0,1586	0,1421	0,016511	0,000273												
11	0,020	0,1709	0,1529	0,017860	0,000323												
12	0,021	0,1832	0,1638	0,019449	0,000376												
13	0,022	0,1955	0,1746	0,020918	0,000438												
14	0,023	0,2078	0,1854	0,022307	0,000501												
15	0,024	0,2201	0,1962	0,023855	0,000569												
16	0,025	0,2324	0,2071	0,025325	0,000641												
17	0,028	0,2447	0,2179	0,026794	0,000716												
18	0,027	0,2570	0,2287	0,028263	0,000795												
19	0,028	0,2693	0,2396	0,029732	0,000894												
20	0,029	0,2816	0,2504	0,031201	0,000974												
21	0,030	0,2939	0,2612	0,032670	0,001067												
22	0,031	0,3062	0,2721	0,034139	0,001165												
23	0,032	0,3185	0,2829	0,035608	0,001268												
24	0,033	0,3308	0,2937	0,037077	0,001375												
25	0,034	0,3431	0,3046	0,038546	0,001486												
26	0,035	0,3554	0,3154	0,040015	0,001601												
27	0,036	0,3677	0,3262	0,041484	0,001721												
28	0,037	0,3800	0,3370	0,042953	0,001845												
29	0,038	0,3923	0,3479	0,044422	0,001973												
jumlah:		6,3829	5,8911	0,5918													
rata rata		0,2201	0,1962	0,0239													

taraf kepercayaan 95%
 $t_{0,025(28)} = 2,018$
 t hitung = ditolak

$W = 0,192 < ab = 0,10285$
 $ab = D = 0,0239$



Lampiran 13. Uji t-student sekat ukur 2 kontraksi

No	H (m)	Snyata	Sbecan	D	D2	Jumlah D	rata D	Jumlah O ²	FK	JK	(S _u) ²	S _o	S _{o2}	t	t _{table} 0,025/28	I1	I2
1	0,010	0,0403	0,0475	-0,007170	0,000513	1,0275	0,0354	0,055205	0,008407	0,018797	0,006671	0,025910	0,004811	7,364	0,005703	0,0257	0,0451
2	0,011	0,0525	0,0558	-0,0034127	0,0000117	0,000001											
3	0,012	0,0647	0,0659	-0,001164	0,000001	0,000001											
4	0,013	0,0768	0,0749	0,001959	0,000004	0,000026											
5	0,014	0,0893	0,0840	0,005002	0,000095	0,000385											
6	0,015	0,1012	0,0932	0,008045	0,000123	0,000200											
7	0,016	0,1134	0,1023	0,011086	0,000200	0,000200											
8	0,017	0,1255	0,1114	0,014131	0,000295	0,000408											
9	0,018	0,1377	0,1205	0,017174	0,000408	0,000541											
10	0,019	0,1499	0,1297	0,020217	0,000541	0,000682											
11	0,020	0,1621	0,1388	0,023250	0,000682	0,000832											
12	0,021	0,1742	0,1478	0,026303	0,000832	0,000981											
13	0,022	0,1864	0,1571	0,029348	0,000981	0,001049											
14	0,023	0,1988	0,1662	0,032389	0,001049	0,001255											
15	0,024	0,2108	0,1753	0,035432	0,001255	0,001490											
16	0,025	0,2229	0,1846	0,038475	0,001490	0,001724											
17	0,026	0,2351	0,1938	0,041518	0,001724	0,001986											
18	0,027	0,2473	0,2027	0,044581	0,001986	0,002268											
19	0,028	0,2594	0,2118	0,047604	0,002268	0,002585											
20	0,029	0,2716	0,2210	0,050647	0,002585	0,002983											
21	0,030	0,2838	0,2301	0,053680	0,002983	0,003219											
22	0,031	0,2960	0,2392	0,056733	0,003219	0,003573											
23	0,032	0,3081	0,2484	0,059779	0,003573	0,003946											
24	0,033	0,3203	0,2575	0,062819	0,003946	0,004338											
25	0,034	0,3325	0,2666	0,065862	0,004338	0,004748											
26	0,035	0,3447	0,2758	0,068905	0,004748	0,005177											
27	0,036	0,3568	0,2849	0,071948	0,005177	0,005624											
28	0,037	0,3690	0,2943	0,074991	0,005624	0,006086											
29	0,038	0,3812	0,3031	0,078034	0,006086												
	Jumlah	6,1116	5,0843	1,0275													
	rata-rata	0,2106	0,1753	0,0354													

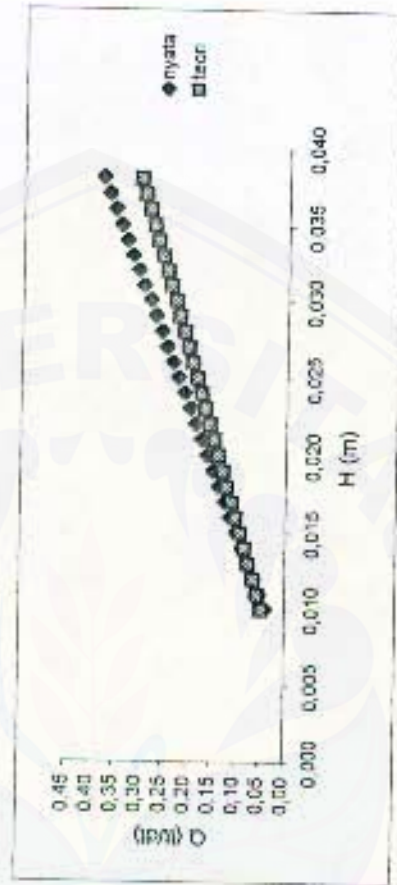
taraf kepercayaan 95%

t_{0,025(28)} = 2,018

t_{hitung} = ditolak

0,0257 < μ_h < 0,0451

μ_b - μ_h = 0,0354

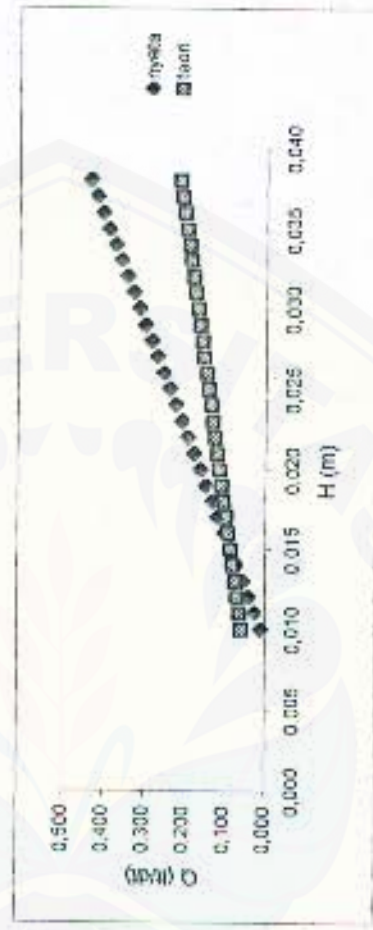


Lampiran 14. Uji t-student sekat ukur 4 kontraksi

No.	H (m)	4nyala	4tepat	D	D ²	Jumlah D	rata D	Jumlah D ²	FK	JK	(S _D) ²	S _D	t	S _{nyala}	S _{tepat}	t _{tabel} (28)	II	I ₂
1	0,010	0,0168	0,0579	-0,0471	0,0022	2,6475	0,0678	0,412429	0,223801	0,289229	0,006737	0,082077	0,015241	6,7936	0,030737	0,0671	0,1186	
2	0,011	0,0290	0,0635	-0,0375	0,0014													
3	0,012	0,0412	0,0690	-0,0278	0,0009													
4	0,013	0,0534	0,0746	-0,0182	0,0003													
5	0,014	0,0716	0,0802	-0,0085	0,0001													
6	0,015	0,0868	0,0857	0,0011	0,0000													
7	0,016	0,1020	0,0913	0,0107	0,0001													
8	0,017	0,1173	0,0969	0,0204	0,0004													
9	0,018	0,1325	0,1025	0,0300	0,0009													
10	0,019	0,1477	0,1083	0,0397	0,0016													
11	0,020	0,1628	0,1138	0,0493	0,0024													
12	0,021	0,1791	0,1192	0,0589	0,0035													
13	0,022	0,1933	0,1247	0,0686	0,0047													
14	0,023	0,2085	0,1303	0,0782	0,0061													
15	0,024	0,2237	0,1358	0,0878	0,0077													
16	0,025	0,2389	0,1414	0,0975	0,0095													
17	0,026	0,2541	0,1470	0,1071	0,0113													
18	0,027	0,2693	0,1526	0,1168	0,0136													
19	0,028	0,2845	0,1581	0,1264	0,0160													
20	0,029	0,2998	0,1637	0,1360	0,0185													
21	0,030	0,3150	0,1693	0,1457	0,0212													
22	0,031	0,3302	0,1749	0,1553	0,0241													
23	0,032	0,3454	0,1804	0,1650	0,0272													
24	0,033	0,3606	0,1860	0,1746	0,0305													
25	0,034	0,3758	0,1918	0,1842	0,0339													
26	0,035	0,3910	0,1971	0,1939	0,0376													
27	0,036	0,4062	0,2027	0,2035	0,0414													
28	0,037	0,4214	0,2083	0,2132	0,0454													
29	0,038	0,4366	0,2136	0,2228	0,0496													
Jumlah		6,4879	3,9402	2,5476														
rata-rata		0,2237	0,1356	0,0878														

taraf kepercayaan 95%
 $t_{0,025}(28) = 2,048$
 $t_{hitung} = 0,878$

$0,0571 < \mu_b < 0,1186$
 $\mu_b - \bar{D} = 0,0878$



Lampiran 15: Contoh perhitungan Sekat Ukur 1 Kontraksi

1. Menghitung Debit Nyata (Q_n)

Diketahui : Volume air (V) = 2 lt
Waktu (T) = 52,16 dt

Ditanya : Debit nyata (Q_n)?

Jawab :

$$\begin{aligned}Q_n &= V/T \\ &= 2/52,16 \\ &= 0,03834 \text{ lt/dt}\end{aligned}$$

2. Menghitung Debit Teori (Q_t)

Diketahui : Tinggi air (H) = 0,00710 m
Lebar ambang (b) = 0,03 m
Jumlah kontraksi (n) = 1

Ditanya : Debit teori (Q_t)?

Jawab :

$$\begin{aligned}Q_t &= 1,85(b - nH/10)H^{3/2} \\ &= 1,85(0,03 - (1 \cdot 0,00710)/10)0,00710^{3/2} \\ &= 0,000032417 \text{ m}^3/\text{dt} \\ &= 0,032417 \text{ lt/dt}\end{aligned}$$

3. Menghitung Debit Teori Hasil Regresi (Q_{tr})

Diketahui : Sekat ukur 1 kontraksi
Tinggi air (H) = x = 0,01 m

Ditanya : Debit teori hasil regresi ($Q_{tr} = y$)?

Jawab :

$$\begin{aligned}y = Q_{tr} &= 10,831x - 0,0637 \\ &= (10,831 \cdot 0,01) - 0,0637 \\ &= 0,04461 \text{ lt/dt}\end{aligned}$$

4. Menghitung Debit Teori Hasil Regresi (Q_{tr})

Diketahui : Sekat ukur 1 kontraksi

$$\text{Tinggi air (H)} = x = 0,01 \text{ m}$$

Ditanya : Debit nyata hasil regresi ($Q_{nr} = y$)?

Jawab :

$$\begin{aligned} Q_{nr} = y &= 12,3x - 0,0751 \\ &= (12,3 \cdot 0,01) - 0,0751 \\ &= 0,04790 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

5. Menghitung Koefisien Debit (C_d)

Diketahui : Sekat ukur 1 kontraksi dengan $H = 0,00710 \text{ m}$

$$\text{Debit nyata (} Q_n) = 0,03853 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Debit Teori (} Q_t) = 0,03242 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Ditanya : Koefisien debit (C_d)?

Jawab :

$$\begin{aligned} Q_n &= 0,03853 \text{ lt/dt} = 0,00003853 \text{ m}^3/\text{dt} \\ C_d &= Q_n/Q_t \\ &= 0,00003853/0,03242 \\ &= 2,19878 \end{aligned}$$

Lampiran 15. Data pengamatan dan koefisien debit untuk sekat ukur dengan 1 kontraksi

no	dasar = 0 mm	linggi muka eir (mm)	linggi air = H (m)	hasil pengamatan				Qt (l/dt)	Cn (l/dt)	C	Cd=1,55 (Cn/Qt)	Keterangan
				it	debit	l/dt	it					
1	88,1	0,00710	2	52,16	0,03834	4	103,32	0,03871	0,03853	0,03242	2,19878	
2	90,3	0,00930	3	47,60	0,06303	6	99,68	0,06019	0,06181	0,04823	2,36306	
3	93,8	0,01280	3	38,75	0,08183	6	73,60	0,08152	0,08158	0,07694	1,96141	
4	95,8	0,01480	3	27,80	0,10791	6	55,24	0,10862	0,10827	0,09500	2,10837	
5	97,1	0,01610	3	24,38	0,12305	6	49,58	0,12107	0,12206	0,10729	2,10457	
6	98,4	0,01740	3	21,77	0,13780	6	43,49	0,13796	0,13788	0,12000	2,12577	
7	99,8	0,01880	3	20,54	0,14606	6	41,11	0,14595	0,14600	0,13410	2,01424	
8	101,4	0,02040	3	18,25	0,18438	6	36,63	0,18358	0,18398	0,15071	2,01284	
9	102,5	0,02180	5	27,93	0,17802	10	55,77	0,17831	0,17916	0,16243	2,04054	
10	104,0	0,02360	5	25,89	0,19312	10	51,58	0,19387	0,19350	0,17875	2,00286	
11	105,1	0,02470	5	23,67	0,21124	10	47,45	0,21075	0,21099	0,19096	2,04405	
12	106,2	0,02520	5	22,15	0,22573	10	44,56	0,22442	0,22508	0,20337	2,04743	
13	107,1	0,02510	5	20,91	0,23912	10	41,56	0,24062	0,23987	0,21366	2,07692	
14	108,0	0,02700	5	20,09	0,24838	10	40,70	0,24570	0,24729	0,22407	2,04173	
15	109,2	0,02520	5	19,07	0,26218	10	38,06	0,26281	0,26250	0,23812	2,03943	
16	109,6	0,02860	5	18,62	0,26853	10	37,12	0,26940	0,26896	0,24285	2,04596	
17	110,8	0,02980	5	17,41	0,28719	10	34,67	0,28843	0,28781	0,25715	2,07062	
18	111,3	0,03030	5	16,95	0,29499	10	34,06	0,29360	0,29429	0,26316	2,06887	
19	112,3	0,03130	5	16,28	0,30713	10	32,72	0,30562	0,30637	0,27527	2,06908	
20	113,5	0,03250	5	15,20	0,32895	10	30,99	0,32268	0,32582	0,26985	2,07885	
21	114,2	0,03320	5	14,83	0,33715	10	29,81	0,33545	0,33831	0,29858	2,08373	
22	115,5	0,03450	5	14,01	0,35689	10	28,50	0,35088	0,35388	0,31475	2,08001	
23	116,1	0,03510	5	13,49	0,37064	10	27,24	0,36711	0,36886	0,32227	2,11757	
24	117,7	0,03570	5	13,01	0,38432	10	25,91	0,38595	0,38514	0,34247	2,08048	
25	119,6	0,03660	5	11,50	0,43478	10	23,18	0,43178	0,43328	0,36674	2,18588	

Ket:

C = koefisien debit

Cd = koefisien debit penyesuaian

Lampiran 17. Data pengamatan dan koefisien debit untuk sekat ukur dengan 2 kontraksi

no	tinggi muka air (mm)	tinggi muka air = H (m)	60		0,03		2		Qt (lt/dt)	Qn (lt/dt)	C	Cd=1,95 (Qn/Qt)	Keterangan
			lt	detik	lt	detik	lt	detik					
1	67,7	0,00770	2	49,58	0,04034	4	62,98	0,06351	0,05193	0,03557	2,70029	2,15033	no nape
2	71,3	0,01130	2	38,70	0,05168	4	74,35	0,05380	0,05274	0,06164	1,58275		
3	73,1	0,01310	2	25,54	0,07831	4	50,71	0,07888	0,07859	0,07595	1,91448		
4	74,6	0,01450	2	20,99	0,09528	4	41,82	0,09565	0,09547	0,08338	1,99834		
5	74,7	0,01470	2	21,72	0,09208	4	42,75	0,09357	0,09282	0,08922	1,92467		
6	76,0	0,01600	3	25,89	0,11587	6	51,04	0,11755	0,11671	0,10034	2,15185		
7	77,6	0,01760	2	15,21	0,13149	4	30,57	0,13085	0,13117	0,11438	2,12152		
8	79,6	0,01960	5	34,59	0,14455	10	69,13	0,14465	0,14460	0,13239	2,02062		
9	80,6	0,02060	5	31,73	0,15758	10	63,59	0,15726	0,15742	0,14156	2,05727		
10	82,8	0,02280	5	26,94	0,18560	10	54,84	0,18235	0,18397	0,16203	2,10056		
11	84,0	0,02400	5	25,17	0,19865	10	51,17	0,19543	0,19704	0,17534	2,10297		
12	84,3	0,02430	5	24,07	0,20773	10	48,65	0,20555	0,20664	0,17618	2,16989		
13	85,7	0,02570	5	22,58	0,22143	10	45,56	0,21949	0,22046	0,18948	2,15246		
14	86,6	0,02660	5	21,03	0,23776	10	42,77	0,23381	0,23578	0,19808	2,20213		
15	88,4	0,02840	5	19,07	0,26219	10	38,68	0,25853	0,26036	0,21533	2,23685		
16	89,6	0,02960	5	18,14	0,27563	10	36,46	0,27427	0,27495	0,22686	2,24215		
17	91,0	0,03100	5	16,93	0,29533	10	33,73	0,29647	0,29590	0,24032	2,27787		
18	92,0	0,03200	5	16,01	0,31230	10	31,92	0,31328	0,31279	0,24992	2,31538		
19	93,0	0,03300	5	15,21	0,32873	10	30,15	0,33167	0,33020	0,25951	2,35393		
20	94,6	0,03460	5	14,09	0,35486	10	28,38	0,35236	0,35361	0,27480	2,38054		
21	96,0	0,03600	5	13,13	0,38081	10	26,50	0,37736	0,37908	0,28811	2,43414		

Ket:

C = koefisien debit

Cd = koefisien debit penyesuaian

Lampiran 18. Data pengamatan dan koefisien debit untuk sekat ukur dengan 4 kontraksi

no	tinggi muka air (mm)	H (m)	60				0,03				Cd=1,85 (Q _u /Q _t)	C	Keterangan	
			lit	detik	lit	detik	lit	detik	lit	detik				
			hasil pengamatan											
			lit	detik	lit	detik	lit	detik	lit	detik	lit	detik		
1	72,4	0,01240	4	47,74	0,08379	8	96,70	0,08273	0,08325	0,06396	2,40803	2,86248		
2	73,2	0,01320	4	46,96	0,08518	8	95,53	0,08374	0,08446	0,06936	2,25293			
3	75,7	0,01570	4	32,24	0,12407	8	67,68	0,11820	0,12114	0,08632	2,59603			
4	77,2	0,01720	4	29,61	0,13509	8	63,17	0,12664	0,13087	0,09648	2,50926			
5	77,8	0,01780	4	31,20	0,12821	8	63,45	0,12608	0,12714	0,10052	2,33997			
6	78,4	0,01840	4	30,38	0,13167	8	62,37	0,12827	0,12997	0,10454	2,30000			
7	78,9	0,01890	4	28,73	0,13923	8	64,09	0,12482	0,13203	0,10787	2,26435			
8	80,2	0,02020	4	25,04	0,15974	9	57,02	0,15784	0,15879	0,11642	2,52325			
9	81,3	0,02130	4	22,90	0,17467	8	46,59	0,17171	0,17319	0,12353	2,59372			
10	82,4	0,02240	5	27,80	0,17986	10	55,57	0,17995	0,17990	0,13049	2,55050			
11	83,4	0,02340	5	25,40	0,19685	10	50,85	0,19666	0,19675	0,13668	2,66311			
12	84,7	0,02470	5	22,61	0,22114	10	45,54	0,21959	0,22036	0,14449	2,82142			
13	85,2	0,02520	5	20,91	0,23912	10	41,82	0,23912	0,23912	0,14742	3,00072			
14	86,4	0,02640	5	21,38	0,23386	10	42,62	0,23463	0,23425	0,15427	2,80914			
15	87,5	0,02750	5	19,65	0,25445	10	38,84	0,25747	0,25596	0,16030	2,95406			
16	89,5	0,02950	5	16,41	0,30469	10	33,88	0,29516	0,29993	0,17060	3,25244			
17	91,2	0,03120	5	15,77	0,31706	10	32,04	0,31211	0,31458	0,17862	3,25814			
18	93,7	0,03370	5	14,12	0,35411	10	28,22	0,35436	0,35423	0,18907	3,46605			
19	96,9	0,03690	5	10,56	0,47348	10	22,35	0,44743	0,46046	0,19985	4,26249			
20	97,8	0,03780	7	14,25	0,49123	13	27,29	0,47636	0,48380	0,20231	4,42407			

Ket.

C = koefisien debit

Cd = koefisien debit penyesuaian

