

4. Topik 4. Efisiensi Irigasi dan Pengukuran Debit

Penyusun : Dedi Kusnadi Kalsim

Pendahuluan

Tujuan instruksional khusus: mahasiswa memahami tentang: (a) konsep efisiensi irigasi pada beberapa tingkatan; (b) cara perhitungan dan beberapa data efisiensi irigasi di Indonesia, (b) pengukuran debit di jaringan irigasi, (c) usaha peningkatan efisiensi irigasi

Bahan Ajar

Bahan Ajar terdiri dari: (1) Efisiensi Irigasi, (2) Bangunan Ukur

4.1 Efisiensi Irigasi

Secara kuantitatif efisiensi irigasi suatu jaringan irigasi sangat kurang diketahui dan merupakan parameter yang sukar diukur. Akan tetapi sangat penting dan umumnya diasumsikan untuk menambah 40% sampai 100% terhadap keperluan air irigasi di bendung. Kehilangan air irigasi pada tanaman padi berhubungan dengan : (a) kehilangan air di saluran primer, sekunder dan tersier melalui rembesan, evaporasi, pengambilan air tanpa ijin dan lain-lain, (b) kehilangan akibat pengoperasian termasuk pemberian air yang berlebihan.

Definisi efisiensi irigasi

Untuk mendapatkan gambaran efisiensi irigasi secara menyeluruh, diperlukan gambaran menyeluruh dari suatu jaringan irigasi dan drainase mulai dari bendung; saluran primer, sekunder, tersier, dan kwarter; petak tersier dan jaringan irigasi/drainase dalam petak tersier; jaringan jalan seperti pada Gambar 1.1, 1.2, 1.3, dan 1.4

Efisiensi pemakaian air (*application efficiency*) di sawah EPA adalah perbandingan antara jumlah air irigasi yang diperlukan tanaman (V_n) dengan jumlah air yang sampai ke suatu inlet jalur atau petakan sawah (V_{sw}). Jumlah air irigasi yang diperlukan tanaman disebut dengan V netto adalah jumlah air yang diperlukan tanaman (W) dikurangi dengan hujan efektif (H_e). Untuk padi sawah nilai W adalah perjumlahan dari nilai ET , Perkolasi, dan Genangan.

$$V_n = ET + Genangan + Perkolasi - Hujan\ efektif \quad \dots /1.1/$$

$$EPA = \frac{V_n}{V_{sw}} \quad \dots /1.2/$$

Efisiensi penyaluran (*conveyance efficiency*) biasa disebut juga efisiensi distribusi terdiri dari (a) Efisiensi distribusi tersier (EDT), (b) Efisiensi distribusi sekunder (EDS), dan (c) Efisiensi distribusi primer (EDP. Selanjutnya gabungan EDP dengan EDS disebut dengan EJU (Efisiensi Jaringan Utama). Gabungan EJU dengan EDT

disebut dengan Efisiensi Distribusi (ED). Gabungan ED dengan EPA disebut dengan Efisiensi Irigasi Total (EIT).

Efisiensi distribusi di tersier EDT adalah efisiensi distribusi di tersier sampai ke inlet di setiap jalur petakan sawah, dan dapat dihitung dengan;

$$EDT = \frac{V_{sw}}{V_{st}} \quad /1.3/$$

dimana V_{sw} : volume air yang sampai di petakan sawah.

Selanjutnya efisiensi di petak (unit) tersier EPT digunakan sebagai gabungan efisiensi distribusi (EDT) dengan efisiensi pemakaian air (EPA). Dengan kata lain ini adalah efisiensi penggunaan air sebelah hilir pintu sadap tersier dimana air dikelola oleh P3A.¹

$$EPT = \frac{V_n}{V_{st}} = EDT \times EPA \quad \dots/1.4/$$

Efisiensi penyaluran atau distribusi air irigasi terdiri dari beberapa tingkatan, pertama Efisiensi Distribusi Tersier (EDT), kedua Efisiensi Distribusi Sekunder (EDS), dan ketiga Efisiensi Distribusi Primer (EDP).

$$EDS = \frac{V_{st}}{V_{ss}} \quad \dots/1.5/$$

V_{st} : jumlah volume air yang sampai ke sadap tersier, V_{ss} : volume air yang keluar dari sadap sekunder.

$$EDP = \frac{V_{ss}}{V_{bd}} \quad \dots/1.6/$$

V_{bd} : volume air yang keluar dari bendung ke saluran primer.

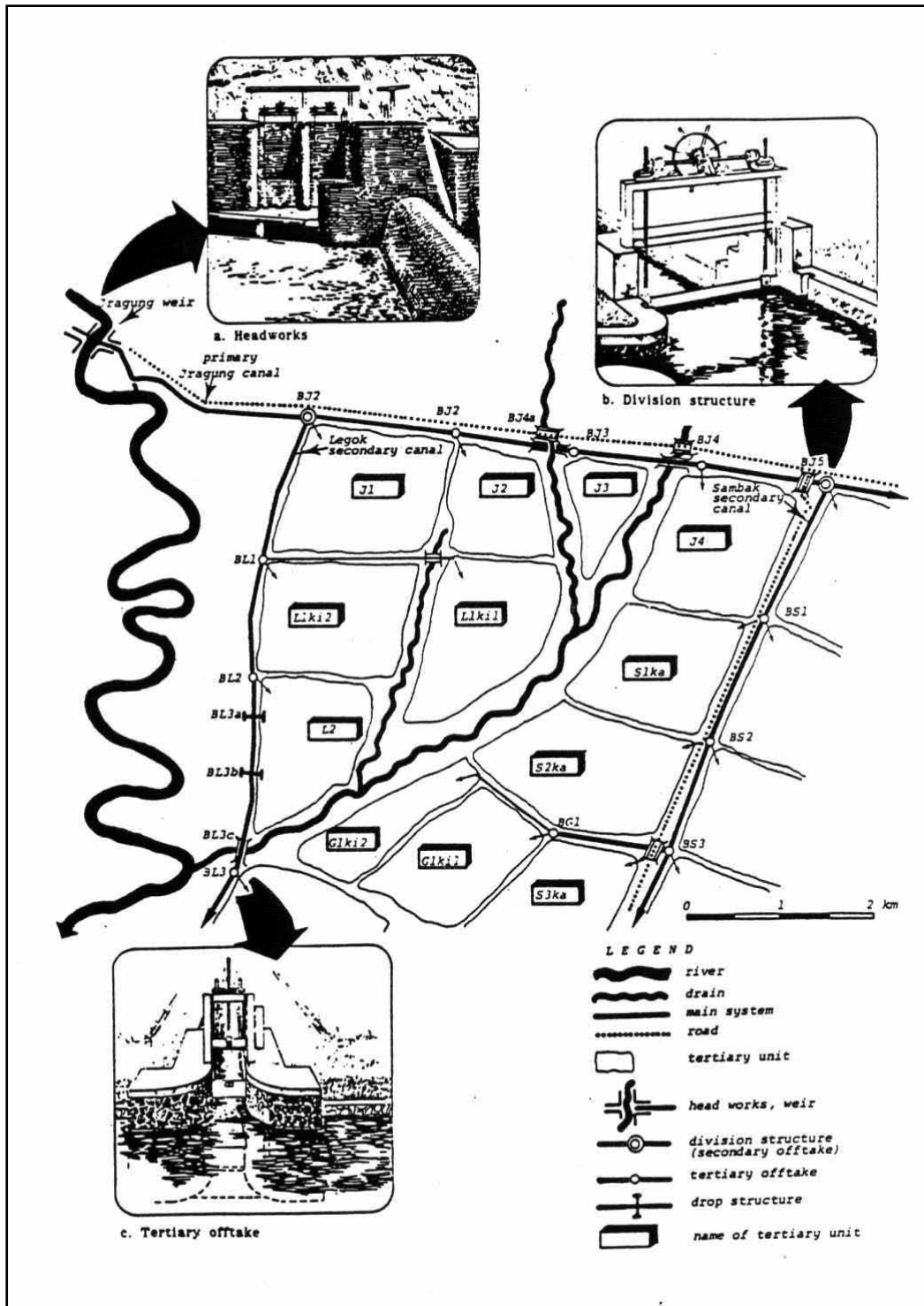
Efisiensi distribusi dinyatakan dengan Efisiensi Jaringan Utama (EJU) dan Efisiensi Distribusi (ED).

$$EJU = \frac{V_{st}}{V_{bd}} = EDS \times EDP \quad \dots/1.7/$$

$$ED = \frac{V_{sw}}{V_{bd}} = EDT \times EDS \times EDP \quad \dots/1.8/$$

dimana V_{st} : volume air di sadap tersier, V_{bd} : volume air di bendung.

¹ P3A: Perkumpulan Petani Pemakai Air, di Jawa Barat disebut dengan Mitra Cai

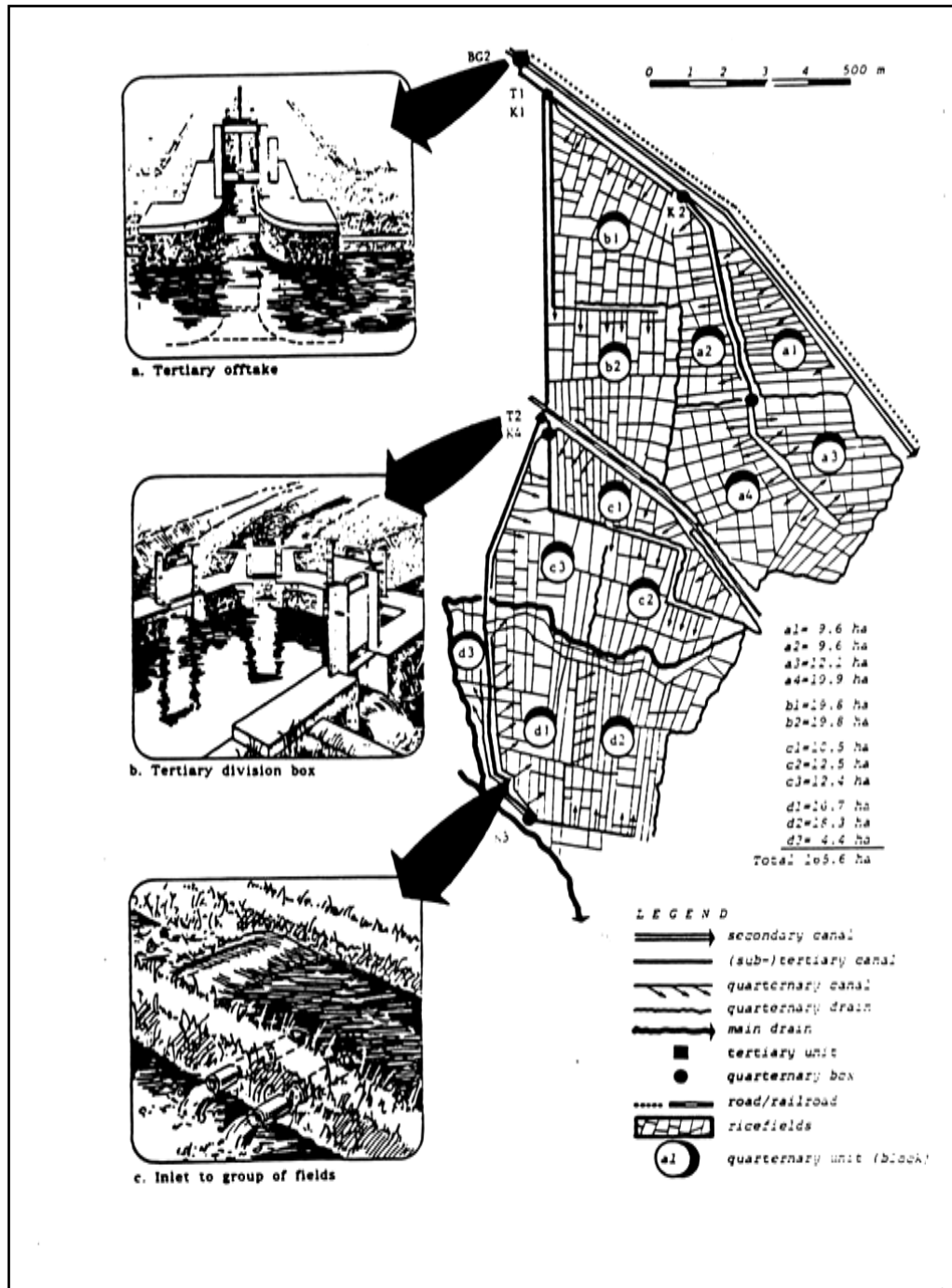


Gambar 1.1. Suatu tipikal tata-letak jaringan irigasi padi sawah

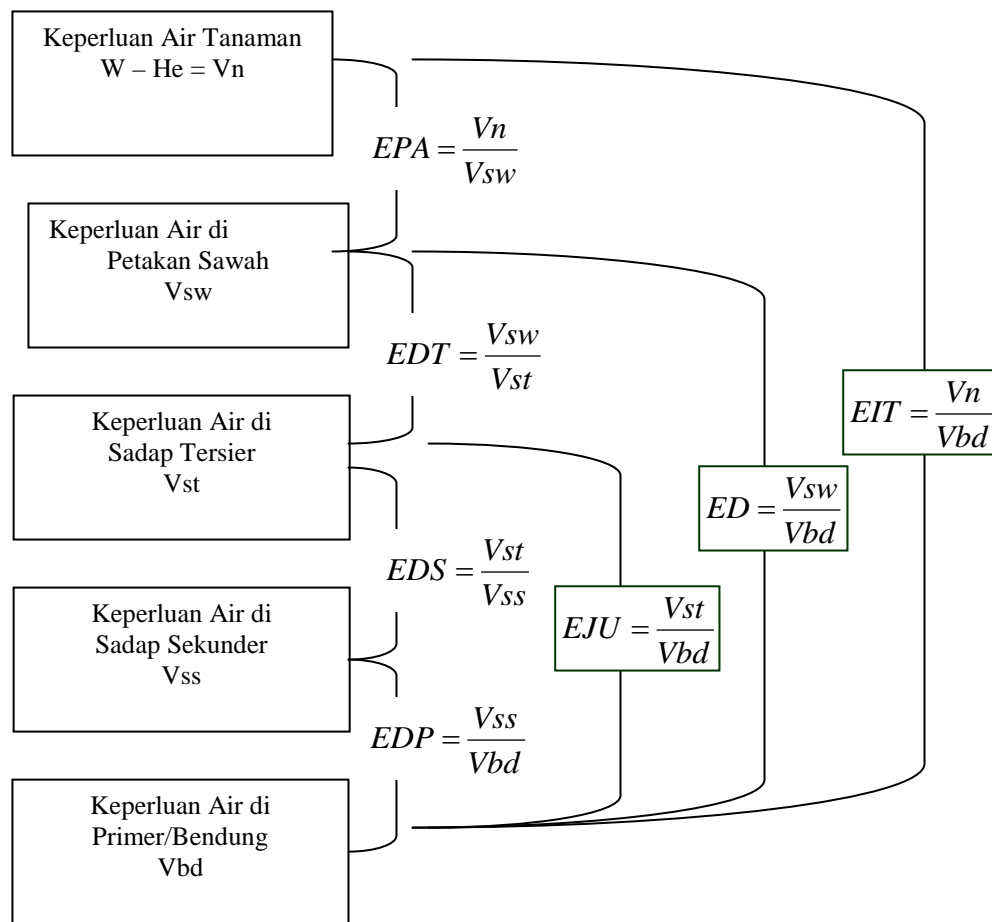
Ahirnya efisiensi suatu daerah irigasi (proyek), EIT (Efisiensi Irigasi Total) dinyatakan dengan persamaan /1.9/.

$$EIT = \frac{V_n}{V_{bd}} = EPA \times EDT \times EDS \times EDP \dots /1.9/$$

Pada penelitian tingkat usahatani seringkali dianalisis besarnya Efisiensi Manfaat (*water use efficiency*) air yakni perbandingan antara kg hasil per m³ air yang dikonsumsi. Hasil dapat dinyatakan dalam kg GKP, GKG atau kg beras. Hasil penelitian efisiensi manfaat air di IRRI pada musim kemarau tahun 1968 pada berbagai jenis perlakuan genangan air dapat dilihat pada Tabel 1.6. Efisiensi manfaat air maksimum sebesar 1,39 kg GKP/m³ air didapatkan pada perlakuan jenuh kontinyu atau macak-macak, walaupun total produksinya (9 ton GKP/ha) masih lebih rendah daripada perlakuan genangan 7,5 cm kontinyu (9,7 ton GKP/ha).



Gambar 1.2. Suatu tipikal tata-letak jaringan irigasi di petak tersier



Gambar 1.3. Skhematisasi definisi efisiensi irigasi ²

Tabel 1.6. Penelitian di IRRI pada MK tahun 1968, padi varietas IR8

	Perlakuan	Juml air yang dipakai 91 hari	Index	Efisiensi manfaat air	Hasil GKP
		mm	(%)	(kg/m ³)	(ton/ha)
1	Genangan kontinyu (7.5 cm)	850	59,9	1,14	9,7
2	Genangan kontinyu (2.5 cm)	805	56,8	1,18	9,5
3	Genangan kontinyu (7.5 cm)+ Kontinyu jenuh (1 cm)	800	56,4	1,18	9,4
4	Kontinyu jenuh (1 cm) + genangan pd pembentukan panicle (7.5 cm)	780	55,0	1,17	9,1
5	Genangan kontinyu (15 cm)+ drainase pada anakan maksimum	1.344	94,8	0,68	9,1
6	Kontinyu jenuh (1 cm)	647	45,6	1,39	9,0
7	Genangan kontinyu (15 cm)	1.418	100,0	0,63	9,0
8	Genangan kontinyu (15 cm)+ drainase pd anakan maksimum+ drainase pada panicle initiation	1.240	87,4	0,69	8,5

² Sumber: Bos M.G., J. Nugteren. 1974. On Irrigation Efficiencies. ILRI Publ. no 19, Wageningen, The Netherlands..

Efisiensi penyaluran

Efisiensi penyaluran di beberapa daerah irigasi di banyak negara telah sering dikaji dan nampaknya merupakan suatu fungsi dari (a) luas areal daerah irigasi, (b) metoda pemberian air (kontinyu atau rotasi) dan (c) luasan dari unit rotasi (Tabel 1.5). Apabila air diberikan secara kontinyu dengan debit kurang lebih konstan maka tidak akan terjadi masalah pengorganisasian. Kehilangan air hanya terjadi karena rembesan dan evaporasi.

Kehilangan air di saluran dapat diukur dengan beberapa metoda. Salah satu metoda adalah *inflow-outflow* atau teknik keseimbangan air pada suatu ruas saluran. Hal ini dapat dilakukan dengan mengukur debit *inflow* pada pangkal saluran dan debit *outflow* pada ujung saluran. Efisiensi penyaluran air dinyatakan dengan persamaan:

$$E_c = \frac{\text{debit di pangkal} - \text{debit di ujung}}{\text{debit di pangkal}} \times 100\% \dots/1.6/$$

Pemberian air secara rotasi atau *intermittent* memerlukan pengaturan pasok air dan memerlukan bangunan atur dan ukur yang baik. Ukuran optimum suatu daerah irigasi dengan sistim rotasi nampaknya sekitar 5.000 ha. Efisiensi penyaluran pada jaringan yang lebih kecil (< 2.000 ha) akan menjadi berkurang. Hal yang serupa juga terjadi apabila areal terlalu luas (> 10.000 ha). Luasan unit rotasi juga mempengaruhi efisiensi penyaluran. Berdasarkan Tabel 1.5, efisiensi penyaluran optimum akan dicapai apabila areal unit rotasi sekitar 100 - 200 ha yang seringkali merupakan luasan suatu unit tersier. Apabila unit rotasi terlalu kecil (< 20 ha) efisiensi saluran akan berkurang dengan cepat. Jika unit rotasi luas (> 700 ha), saluran dengan dimensi besar akan cukup panjang dibangun pada kondisi kosong dan isi secara berkala, sehingga faktor lama pengisian saluran harus dipertimbangkan. Jika jadwal rotasi tidak mengikuti jadwal yang ditentukan (*pre-determined schedule*) dirancang oleh pengelola irigasi, tetapi didasarkan pada permintaan kelompok petani (*on demand*), maka angka efisiensi penyaluran pada Tabel 1.7 akan berkurang dari rerata 0,70 pada *on schedule* menjadi 0,53 pada *on demand*, karena pengelolaan sistim *on demand* menjadi lebih rumit.

Tabel 1.7. Efisiensi penyaluran pada sistim primer (EDP) dan sekunder (EDS)³

Ukuran jaringan irigasi (ha)	pasok kontinyu	Pasok rotasi untuk luas unit rotasi (ha)						
		20	50	100	200	500	2000	5000
200	0,96	0,64	0,68	0,69				
500	0,94	0,71	0,75	0,77	0,78			
2.000	0,92	0,77	0,83	0,86	0,86	0,83		
5.000	0,90	0,78	0,84	0,87	0,87	0,84	0,76	
20.000	0,88	0,71	0,75	0,77	0,78	0,75	0,69	0,65
50.000	0,86	0,64	0,68	0,69	0,70	0,68	0,62	0,59

Catatan: angka di atas digunakan hanya sebagai dugaan awal saja

³ Sumber: Bos, M.G. and Nugteren, J., 1982. On Irrigation Efficiencies. International Institute for Land Reclamation and Improvement, ILRI Publication No 19, Wageningen, The Netherlands.

Efisiensi distribusi

Efisiensi distribusi dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni (a) kehilangan rembesan, (b) ukuran *grup inlet* yang menerima air irigasi lewat satu inlet pada sistim petak tersier, dan (c) lama pemberian air dalam grup inlet (Tabel 1.8). Untuk mendapatkan efisiensi distribusi yang wajar, jaringan tersier harus dirancang dengan baik, dan mudah dioperasikan oleh petani. Suatu contoh tipikal jaringan irigasi dan drainase pada petak tersier disajikan pada Gambar 1.8.

Efisiensi distribusi untuk aliran kontinyu dalam petak tersier terutama disebabkan oleh besarnya rembesan. Pada tekstur tanah berliat umumnya sekitar 90%. Akan tetapi aliran kontinyu umumnya tidak digunakan jika petani menginginkan sejumlah debit tertentu (*main d'eau*) yang dipasok berbasis rotasi pada setiap grup inlet. Efisiensi distribusi pada pasok rotasi dalam tersier akan lebih rendah daripada pasok kontinyu, karena kehilangan air akan terjadi pada waktu pengisian saluran.

Tabel 1.8. Efisiensi distribusi dalam sistim tersier (EDT)

Ukuran grup inlet (ha)	Pasok kontinyu	Pasok rotasi dengan lama irigasi (jam)					
		6	12	24	2x24	3x24	7x24
0,5	0,90	0,56	0,58	0,62	0,67	0,70	0,73
1	0,90	0,61	0,63	0,66	0,72	0,75	0,78
2	0,90	0,65	0,68	0,71	0,77	0,79	0,83
5	0,90	0,70	0,72	0,76	0,81	0,84	0,87
10	0,90	0,71	0,74	0,77	0,83	0,85	0,89
20	0,90	0,72	0,75	0,78	0,84	0,86	0,90

Catatan: angka di atas digunakan hanya sebagai dugaan awal saja

4.2 Beberapa hasil penelitian efisiensi irigasi di Indonesia

Penelitian efisiensi distribusi irigasi di saluran primer, sekunder, dan tersier serta efisiensi pemakaian air di petakan sawah telah dilaksanakan oleh mahasiswa IP sejak tahun 1975. Metoda pengukuran efisiensi distribusi dilakukan dengan metoda Inflow-Outflow, debit diukur dengan metoda kecepatan - luas penampang, dimana kecepatan aliran diukur dengan Current Meter. EPA dihitung dengan metoda Neraca Air, dimana perkolasi dan evapotranspirasi diukur dengan lisimeter drum terbuka dan tertutup, debit aliran dikur dengan sekat ukur (Thompson, Cut-throat flume), evaporasi dikur dengan panci evaporasi, hujan dengan penakar hujan standard.

Dengan pengolahan kembali data asli disesuaikan dengan definisi efisiensi irigasi di atas, maka hasil penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1 sampai Lampiran 3. Sebagai gambaran umum dibuat nilai rerata dari hasil penelitian tersebut sebagai berikut: EDP = 0,90; EDS = 0,83; EDT = 0,82; EPA padi musim hujan = 0,31; sedangkan EPA padi musim kemarau = 0,93. Dari data tersebut dapat dihitung $EJU = EDP \times EDS = 0,75$; $ED = EJU \times EDT = 0,61$. Efisiensi Irigasi Total (EIT) padi MH = 0,19, sedangkan pada MK EIT = 0,57.

Tabel 1.9. Hasil penelitian efisiensi distribusi air irigasi di Indonesia

No	Lokasi dan waktu	EDP	EDS	EDT	Metoda dan Keterangan
1	DI Rentang, Indramayu, Jabar, 1989		0,71		Inflow-Outflow, current meter, antar bangunan sadap
2	DI Rentang, Indramayu, Sal. Primer Cipelang Barat, 1989	0,89			
3	DI Watuleter, Boyolali, 1989			0,90	
4	DI Kelingi Tugu Mulyo, Sumatera Selatan, 1982	0,92	0,93		
5	DI Belitang, Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan, 1982	0,91	0,93		
6	DI Cihea, Cianjur, Jabar. Nov 1988 s/d Feb 1989				EDPxEDS = 0,87
7	DI Mangili, Sumba Timur, NTT, 1980	0,85	0,80		
8	DI Mbay, Kab. Ngada, NTT. Sep-Des 1992	0,86	0,78		
9	DI Rentang, Jabar		0,74	0,74	
10	DI Cisadane, Empang, Bogor, Jabar	0,98	0,91		
	Rerata	0,901	0,828	0,818	
	Koefisien ragam	0,05	0,11		

Tabel 1.10. Hasil penelitian efisiensi pemakaian air di petak sawah

No	Lokasi dan waktu	EPA ⁴	Metoda dan Keterangan lainnya
1	DI Cileuleuy, Jatiluhur, MH Nov 1981/April 1982, tanaman padi, zone agroklimat B2, PT BCly 8 ka PT BCly 10 ka	0,59 0,14	Neraca air di petakan, EPA dihitung satu musim tanam (tanam-panen), var. IR 36, produksi 4,5 ton GKP/ha
2	DI Watuleter, Boyolali, Jateng. MH Sep 1983/Febr 1984, padi var Cisadane, zone agroklimat C2	0,19	Neraca air di petakan, EPA dihitung satu musim tanam (tanam-panen), tekstur liat berlempung, elevasi 350 m dpl. KAI (lt/det/ha): (a) pengolahan tanah 1,3; (b) Vegetatif 0,7; (c) Reproduksi 0,7; (d) Pematangan 0,5. Pemakaian air 1 musim 1.042 mm. Produksi ubinan 8,3 ton GKP/ha, var. Cisadane
3	DI Wonogiri, Surakarta, MK Juli-Okt 1985, padi var. IR38, zone agroklimat C. PT percontohan luas 0,64 ha	0,93	Neraca air di petak tersier, perkolasi = 0,9 mm/hari, tekstur liat, BJ = 2-2,7 gr/cm ³ . Produksi 4 ton GKP/ha

⁴ EPA = (ET+Genangan+Perkolasi-Hujan Efektif) : Air Irigasi

4.3 Bangunan Ukur ⁵

Tujuan Bangunan Ukur dalam jaringan irigasi adalah:

- (a) Untuk menghasilkan penggunaan air irigasi yang efisien di tingkat petani yang disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman
- (b) Untuk penelitian terapan dalam evaluasi tingkat efisiensi penggunaan air irigasi permukaan, misalnya rembesan/bocoran di saluran, debit yang diperlukan, panjang alur (*furrow*), ukuran border dan sebagainya
- (c) Untuk keperluan iuran pelayanan air irigasi diperlukan alat ukur untuk menetapkan jumlah air yang telah digunakan dan besarnya iuran air yang harus dibayar oleh pemakai air tersebut

Metoda, Bangunan dan Alat yang Tersedia

“Weir” adalah suatu bangunan ukur yang cukup praktis dan ekonomis dalam pengukuran debit asalkan tersedia “head” ⁶ yang cukup. Weir diklasifikasikan menjadi ambang tajam (*sharp crested weir*) (SCW) ⁷ dan ambang lebar (*broad crested weir*) (BCW). Termasuk kedalam tipe BCW adalah misalnya Pintu Romijn. SCW dibagi menjadi : (a) *sharp crested contracted weir* (SCCW), (b) *sharp crested suppressed weir* (SCSW), (c) *sharp crested and sharp sided trapezoidal* (Cipolletti) weir, (d) *sharp sided 90⁰ V-notch weir* (Thompson). Bentuk lain yang sering digunakan dalam irigasi adalah *flume* misalnya Parshall Flume. Keuntungan utama *flume* adalah tidak diperlukan head yang besar.

Alat Ukur Ambang Tajam (*sharp crested, SC*)

Tipe SC yang umumnya digunakan sebagai bangunan ukur dalam irigasi adalah: (a) *sharp crested contracted rectangular weir* (SCCRW), (b) *sharp crested suppressed rectangular weir* (SCSRW), (c) *sharp crested and sharp sided trapezoidal weir* (Cipolletti), (d) *sharp sided 90⁰ V-notch weir* (Thompson). Beberapa pertimbangan dalam pengukuran debit dengan alat ini adalah:

- (a) Head (beda elevasi pada ambang dengan muka air di hulu) tidak lebih kecil dari 6 cm dan tidak lebih besar dari 60 cm untuk debit aliran yang dirancang
- (b) Untuk weir berbentuk segi-empat dan trapesium, “head” tidak melebihi 1/3 dari panjang weir atau lebar ambang ($H_{max} \leq 1/3 L$)
- (c) Lebar ambang weir harus dipilih sedemikian rupa sehingga head untuk debit rencana mendekati “head maksimum” dengan memperhatikan persyaratan (a) dan (b).
- (d) Elevasi ambang (crest) harus dipasang cukup tinggi sehingga air melimpah melaluinya dan jatuh bebas (*free flow*), dengan ruang udara di bawah dan di sekitar terjunan air (“*nappe*”) ⁸

⁵ Disadur dari buku: Kraatz, D.B.; I.K. Mahajan, 1975. Small Hydraulic Structures. Irrigation and Drainage Paper no 26. FAO, Rome.

⁶ Head: adalah energi hidrolik yang dinyatakan dalam satuan panjang (m)

⁷ SCW: ambang tajam; BCW: ambang lebar,

⁸ Nappe: bentuk terjunan air (lihat Gambar 5.2)

Pemasangan Weir

Standard Contracted Rectangular Weir (SCRW)

Beberapa persyaratan pemasangan SCRW adalah sebagai berikut:

- (a) Pemasangan harus tegak lurus aliran, dipilih pada ruas saluran yang lurus
- (b) Seluruh ambang (*crest*)⁹ harus datar dengan bagian runcing berada di depan aliran. Tebal ambang antara 1 ~ 2 mm. Kedua sisi dari weir segi-empat harus betul-betul vertikal dengan tebal yang sama seperti ambang
- (c) Celah (*notch*) pada bagian hulu (*upstream*) harus tajam
- (d) Jika tebal ambang lebih dari 2 mm, maka bagian hilir harus di "*champered*"¹⁰ dengan sudut 45⁰ atau lebih
- (e) Jarak ambang dari dasar pangkal saluran (*approach channel*)¹¹ tidak kurang dari 2 x kedalaman air di atas ambang atau tidak lebih kecil dari 30 cm (Gambar 2.2)
- (f) Profil air yang terjun dari ambang (*nappe*) harus hanya menyentuh ujung ambang dan pinggirnya, sehingga air bersirkulasi secara bebas di bawah dan pada sisi *nappe*.
- (g) Pengukuran head diambil sebagai beda elevasi antara elevasi ambang dengan muka air pada jarak 4 x head maksimum dari weir ke arah hulu ($\geq H_{max}$ u/s). Angka pada tiang ukur (*peilschall*)¹² dipasang dengan angka nol pada elevasi ambang.
- (h) Luas penampang "*approach channel*" pada jarak 15 ~ 20 kali dalamnya *sheet*, paling tidak 8 kali luas penampang *overflow sheet*. Jika weir pool lebih kecil dari kriteria tersebut, maka kecepatan pada *approach channel* terlalu tinggi dan tiang ukur terlalu rendah

Standard Suppressed Rectangular Weir (SSRW)

Persyaratan sama dengan CRW kecuali pada kondisi yang berhubungan dengan side contraction. Pada suppressed weir kedua sisi approach channel berimpit dengan kedua sisi weir dan harus diperpanjang ke sebelah hilir dari ambang untuk mencegah pengembangan horizontal dari nappe.

Standard Trapezoidal (Cipolletti) Weir

Kemiringan sisi celah berbanding horizontal 1 dengan vertikal 4. Semua persyaratan pada CRW berlaku untuk trapezoidal (Gambar 2.1)

Standard 90⁰ V-notch Weir (Thomson)

Semua persyaratan pada CRW berlaku juga untuk celah 90⁰. Jarak minimum dari sisi weir ke sisi dinding saluran harus lebih besar dari 2 x head pada weir. Head diukur dari titik potong maksimum muka air dengan ujung (*edge*) weir. Jarak minimum dari dasar saluran ke ujung weir adalah 2 x head ($\geq 2 \times H_{max}$, Gambar 2.2).

⁹ crest: dasar ambang dimana air terjun melewati weir

¹⁰ champered: ?

¹¹ approach channel: bagian saluran yang menghubungkan bagian semula dengan bangunan ukur

¹² peilschaal: tiang ukur dengan bentuk ukuran yang mudah untuk dibaca dari jarak jauh

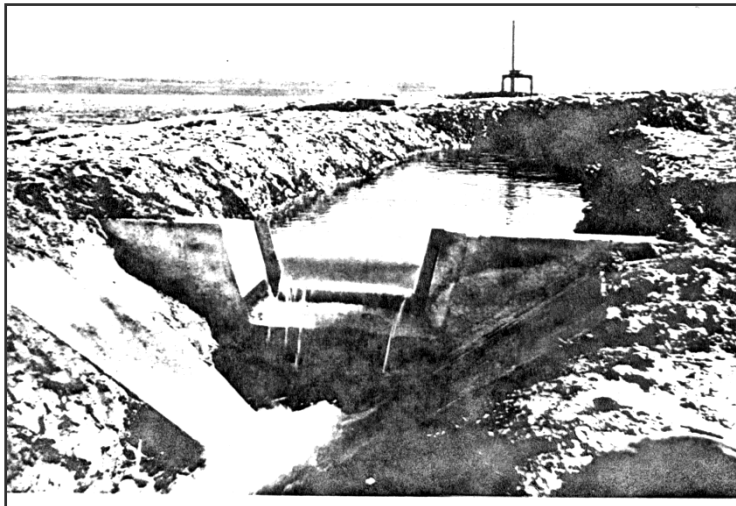
Rumus-rumus Pengukuran Debit

SCRW (Standard Contracted Rectangular Weir)

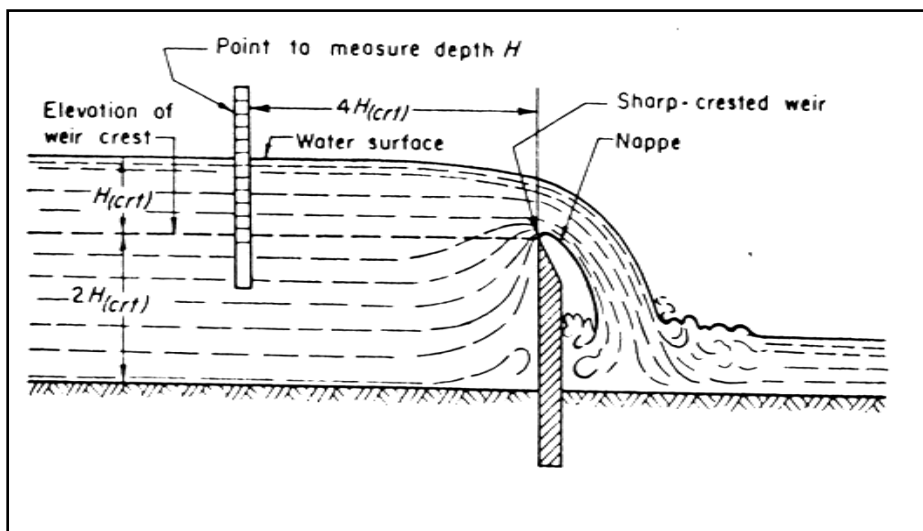
Francis formula:

$$Q = 1,84(L - 0,2H)H^{3/2} \dots /2.1/$$

Q (m³/det), L: lebar ambang (m); H: beda elevasi antara ambang dengan muka air pada *weir pool*¹³(m). Daftar hubungan antara debit dengan head dapat dilihat pada Tabel 2.1.

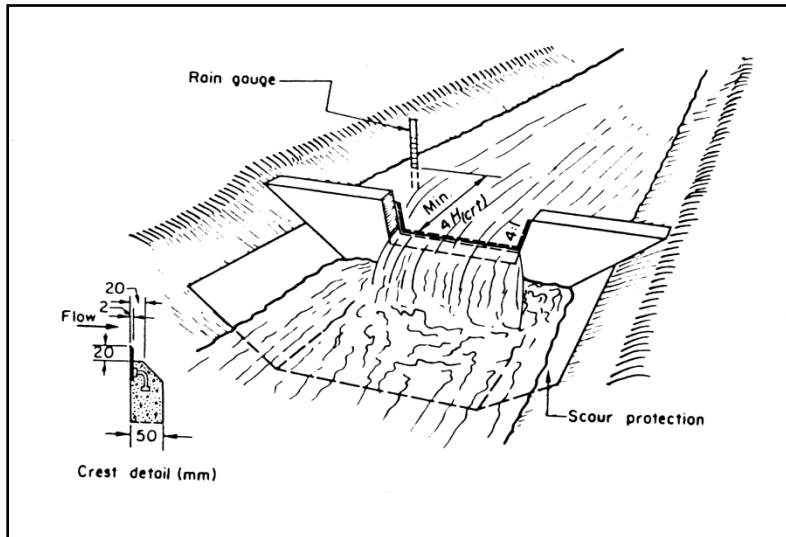


Gambar 2.1. Cipolletti dengan lebar ambang 61 cm (2 ft)



Gambar 2.2. Diagram aliran bebas

¹³ weir pool: kolam tenang dekat *approach channel*



Gambar 2.3. Sekat ukur Cipolletti pada kondisi aliran bebas

Standard Trapezoidal (Cipolletti) Weir

$$Q = 1,86 L H^{3/2} \dots / 5.3 / ; \text{ Tabel debit dapat dilihat Tabel 2.2}$$

Standard 90° V-notch Weir (Thompson)

$$Q = \frac{8}{15} C_d \sqrt{2g} H^{5/2} \dots / 5.4 /$$

g: percepatan gravitasi (9,8 m/det²); C_d: koefisien debit yang merupakan fungsi dari H dan sifat fluida. Umumnya nilai C_d = 0,592, sehingga:

$$Q = 1,398 H^{5/2} \dots / 5.5a /$$

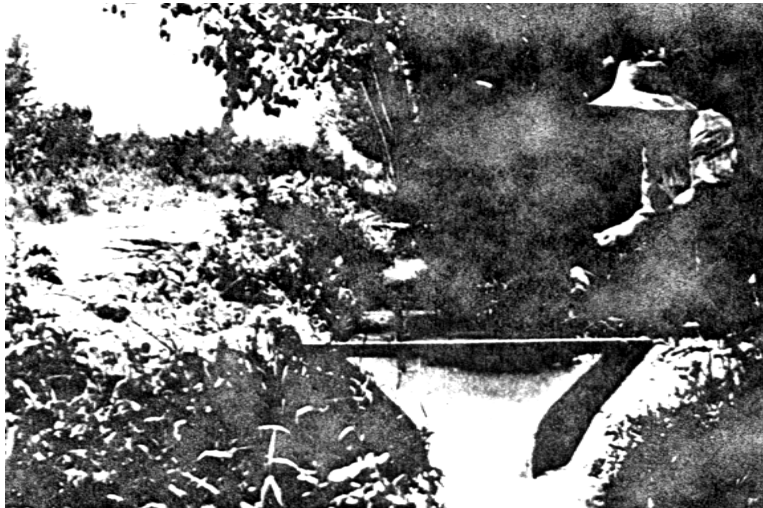
atau dalam satuan Q (liter/detik) dan H (cm), maka

$$Q = 0,014 H^{5/2} \dots / 5.5b / .$$

Daftar debit dapat dilihat Tabel 2.3.

Pemeliharaan Bangunan Ukur

Kegiatan pemeliharaan bangunan ukur supaya bekerja secara baik meliputi kegiatan: (a) memelihara kolam tenang (*pool*) bebas dari endapan, sampah dan gulma air, (b) mencegah bocoran melalui weir, (c) pengecekan elevasi titik nol tiang ukur (*peilschaal*) kaitannya dengan elevasi ambang, (d) pengecekan kondisi ambang dan perbaikan apabila diperlukan.



Gambar 2.4 . Sekat ukur Thompson temporer terbuat dari pelat baja sedang digunakan untuk penelitian irigasi

Tabel 2.1. Tabel debit (liter/det) untuk sekat ukur standard segi-empat (Contracted Rectangular Weir)

H	L (m)								
	0,15	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
(cm)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)
1,0	0,3	0,5	0,9	1,4	1,8	2,3	2,8	3,2	3,7
1,5	0,5	0,8	1,7	2,5	3,4	4,2	5,1	5,9	6,8
2,0	0,8	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4
2,5	1,1	1,8	3,6	5,4	7,2	9,1	10,9	12,7	14,5
3,0	1,4	2,3	4,7	7,1	9,5	11,9	14,3	16,7	19,1
3,5	1,7	2,9	5,9	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0
4,0	2,1	3,6	7,2	10,9	14,6	18,3	22,0	25,6	29,3
4,5	2,5	4,2	8,6	13,0	17,4	21,8	26,2	30,6	35,0
5,0	2,9	4,9	10,1	15,2	20,4	25,5	30,7	35,8	40,9
5,5	3,3	5,7	11,6	17,5	23,5	29,4	35,3	41,3	47,2
6,0	3,7	6,4	13,2	20,0	26,7	33,5	40,2	47,0	53,8
6,5	4,2	7,2	14,8	22,5	30,1	37,7	45,3	53,0	60,6
7,0	4,6	8,0	16,6	25,1	33,6	42,1	50,6	59,2	67,7
7,5	5,1	8,9	18,3	27,8	37,2	46,7	56,1	65,6	75,0
8,0	5,6	9,7	20,2	30,6	41,0	51,4	61,8	72,2	82,6
8,5	6,1	10,6	22,0	33,4	44,8	56,2	67,6	79,0	90,4
9,0	6,6	11,5	23,9	36,4	48,8	61,2	73,6	86,0	98,5
9,5	7,1	12,4	25,9	39,4	52,9	66,3	79,8	93,3	106,7
10,0	7,6	13,4	27,9	42,5	57,0	71,6	86,1	100,7	115,2
10,5	8,1	14,3	30,0	45,6	61,3	76,9	92,6	108,2	123,9
11,0	8,6	15,3	32,1	48,9	65,7	82,4	99,2	116,0	132,8
11,5	9,1	16,3	34,2	52,2	70,1	88,0	106,0	123,9	141,9
12,0	9,6	17,3	36,4	55,5	74,7	93,8	112,9	132,0	151,1
12,5	10,2	18,3	38,6	59,0	79,3	99,6	119,9	140,3	160,6
13,0	10,7	19,3	40,9	62,4	84,0	105,6	127,1	148,7	170,2
13,5	11,2	20,4	43,2	66,0	88,8	111,6	134,4	157,3	180,1
14,0	11,8	21,4	45,5	69,6	93,7	117,8	141,9	166,0	190,1
14,5	12,3	22,5	47,9	73,2	98,6	124,0	149,4	174,8	200,2
15,0	12,8	23,5	50,2	77,0	103,7	130,4	157,1	183,9	210,6

H	L (m)								
	0,15	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
(cm)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)
15,5	13,4	24,6	52,7	80,7	108,8	136,9	164,9	193,0	221,1
16,0	13,9	25,7	55,1	84,6	114,0	143,4	172,9	202,3	231,8
16,5	14,4	26,8	57,6	88,4	119,3	150,1	180,9	211,7	242,6
17,0	15,0	27,9	60,1	92,3	124,6	156,8	189,1	221,3	253,6
17,5	15,5	29,0	62,6	96,3	130,0	163,7	197,3	231,0	264,7
18,0	16,0	30,1	65,2	100,3	135,5	170,6	205,7	240,8	276,0
18,5	16,5	31,2	67,8	104,4	141,0	177,6	214,2	250,8	287,4
19,0	17,1	32,3	70,4	108,5	146,6	184,7	222,8	260,9	299,0
19,5	17,6	33,4	73,0	112,7	152,3	191,9	231,5	271,1	310,7
20,0	18,1	34,6	75,7	116,8	158,0	199,1	240,3	281,4	322,6
20,5	18,6	35,7	78,4	121,1	163,8	206,5	249,2	291,9	334,6
21,0	19,1	36,8	81,1	125,4	169,6	213,9	258,2	302,4	346,7
21,5	19,6	38,0	83,8	129,7	175,5	221,4	267,3	313,1	359,0
22,0	20,1	39,1	86,6	134,0	181,5	229,0	276,4	323,9	371,4
22,5	20,6	40,3	89,4	138,4	187,5	236,6	285,7	334,8	383,9
23,0	21,1	41,4	92,1	142,9	193,6	244,4	295,1	345,8	396,6
23,5	21,6	42,6	95,0	147,4	199,8	252,2	304,6	357,0	409,4
24,0	22,1	43,7	97,8	151,9	206,0	260,0	314,1	368,2	422,3
24,5	22,5	44,9	100,6	156,4	212,2	268,0	323,8	379,6	435,3
25,0	23,0	46,0	103,5	161,0	218,5	276,0	333,5	391,0	448,5
25,5	23,5	47,1	106,4	165,6	224,9	284,1	343,3	402,6	461,8
26,0	23,9	48,3	109,3	170,3	231,3	292,2	353,2	414,2	475,2
26,5	24,3	49,4	112,2	175,0	237,7	300,5	363,2	426,0	488,7
27,0	24,8	50,6	115,1	179,7	244,2	308,7	373,3	437,8	502,3
27,5	25,2	51,7	118,1	184,4	250,8	317,1	383,4	449,8	516,1
28,0	25,6	52,9	121,0	189,2	257,4	325,5	393,7	461,8	530,0
28,5	26,0	54,0	124,0	194,0	264,0	334,0	404,0	474,0	543,9
29,0	26,4	55,2	127,0	198,8	270,7	342,5	414,4	486,2	558,0
29,5	26,8	56,3	130,0	203,7	277,4	351,1	424,8	498,5	572,2
30,0	27,2	57,4	133,0	208,6	284,2	359,8	435,4	511,0	586,5
30,5	27,6	58,6	136,1	213,5	291,0	368,5	446,0	523,5	601,0
31,0	27,9	59,7	139,1	218,5	297,9	377,3	456,7	536,1	615,5
31,5	28,3	60,8	142,2	223,5	304,8	386,1	467,5	548,8	630,1
32,0	28,6	62,0	145,2	228,5	311,8	395,0	478,3	561,6	644,8
32,5	29,0	63,1	148,3	233,5	318,8	404,0	489,2	574,4	659,7
33,0	29,3	64,2	151,4	238,6	325,8	413,0	500,2	587,4	674,6
33,5	29,6	65,3	154,5	243,7	332,9	422,1	511,2	600,4	689,6
34,0	29,9	66,4	157,6	248,8	340,0	431,2	522,4	613,6	704,8
34,5	30,2	67,5	160,7	253,9	347,1	440,3	533,6	626,8	720,0
35,0	30,5	68,6	163,8	259,1	354,3	449,6	544,8	640,1	735,3
35,5	30,7	69,7	167,0	264,3	361,6	458,9	556,2	653,4	750,7
36,0	31,0	70,7	170,1	269,5	368,8	468,2	567,5	666,9	766,3
36,5	31,2	71,8	173,3	274,7	376,1	477,6	579,0	680,4	781,9
37,0	31,5	72,9	176,4	279,9	383,5	487,0	590,5	694,1	797,6
37,5	31,7	73,9	179,6	285,2	390,8	496,5	602,1	707,7	813,4
38,0	31,9	75,0	182,8	290,5	398,3	506,0	613,8	721,5	829,3
38,5	32,1	76,0	185,9	295,8	405,7	515,6	625,5	735,4	845,3

H	L (m)								
	0,15	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
(cm)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)
39,0	32,3	77,1	189,1	301,2	413,2	525,2	637,3	749,3	861,3
39,5	32,4	78,1	192,3	306,5	420,7	534,9	649,1	763,3	877,5
40,0	32,6	79,1	195,5	311,9	428,2	544,6	661,0	777,4	893,7

Tabel 2.2. Tabel debit (liter/det) untuk sekat ukur Cipolletti

H	L (m)								
	0,15	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
(cm)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)
1,0	0,3	0,5	0,9	1,4	1,9	2,3	2,8	3,3	3,7
1,5	0,5	0,9	1,7	2,6	3,4	4,3	5,1	6,0	6,8
2,0	0,8	1,3	2,6	3,9	5,3	6,6	7,9	9,2	10,5
2,5	1,1	1,8	3,7	5,5	7,4	9,2	11,0	12,9	14,7
3,0	1,4	2,4	4,8	7,2	9,7	12,1	14,5	16,9	19,3
3,5	1,8	3,0	6,1	9,1	12,2	15,2	18,3	21,3	24,4
4,0	2,2	3,7	7,4	11,2	14,9	18,6	22,3	26,0	29,8
4,5	2,7	4,4	8,9	13,3	17,8	22,2	26,6	31,1	35,5
5,0	3,1	5,2	10,4	15,6	20,8	26,0	31,2	36,4	41,6
5,5	3,6	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42,0	48,0
6,0	4,1	6,8	13,7	20,5	27,3	34,2	41,0	47,8	54,7
6,5	4,6	7,7	15,4	23,1	30,8	38,5	46,2	53,9	61,6
7,0	5,2	8,6	17,2	25,8	34,4	43,1	51,7	60,3	68,9
7,5	5,7	9,6	19,1	28,7	38,2	47,8	57,3	66,9	76,4
8,0	6,3	10,5	21,0	31,6	42,1	52,6	63,1	73,7	84,2
8,5	6,9	11,5	23,0	34,6	46,1	57,6	69,1	80,7	92,2
9,0	7,5	12,6	25,1	37,7	50,2	62,8	75,3	87,9	100,4
9,5	8,2	13,6	27,2	40,8	54,5	68,1	81,7	95,3	108,9
10,0	8,8	14,7	29,4	44,1	58,8	73,5	88,2	102,9	117,6
10,5	9,5	15,8	31,6	47,5	63,3	79,1	94,9	110,7	126,6
11,0	10,2	17,0	33,9	50,9	67,9	84,8	101,8	118,8	135,7
11,5	10,9	18,1	36,3	54,4	72,5	90,7	108,8	126,9	145,1
12,0	11,6	19,3	38,7	58,0	77,3	96,6	116,0	135,3	154,6
12,5	12,3	20,6	41,1	61,7	82,2	102,8	123,3	143,9	164,4
13,0	13,1	21,8	43,6	65,4	87,2	109,0	130,8	152,6	174,4
13,5	13,8	23,1	46,1	69,2	92,3	115,3	138,4	161,5	184,5
14,0	14,6	24,4	48,7	73,1	97,4	121,8	146,1	170,5	194,9
14,5	15,4	25,7	51,3	77,0	102,7	128,4	154,0	179,7	205,4
15,0	16,2	27,0	54,0	81,0	108,1	135,1	162,1	189,1	216,1
15,5	17,0	28,4	56,8	85,1	113,5	141,9	170,3	198,6	227,0
16,0	17,9	29,8	59,5	89,3	119,0	148,8	178,6	208,3	238,1
16,5	18,7	31,2	62,3	93,5	124,7	155,8	187,0	218,2	249,3
17,0	19,6	32,6	65,2	97,8	130,4	163,0	195,6	228,2	260,7
17,5	20,4	34,0	68,1	102,1	136,2	170,2	204,2	238,3	272,3
18,0	21,3	35,5	71,0	106,5	142,0	177,6	213,1	248,6	284,1
18,5	22,2	37,0	74,0	111,0	148,0	185,0	222,0	259,0	296,0
19,0	23,1	38,5	77,0	115,5	154,0	192,6	231,1	269,6	308,1
19,5	24,0	40,0	80,1	120,1	160,2	200,2	240,2	280,3	320,3
20,0	25,0	41,6	83,2	124,8	166,4	208,0	249,5	291,1	332,7

H	L (m)								
	0,15	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
(cm)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)	(lt/det)
20,5	25,9	43,2	86,3	129,5	172,6	215,8	259,0	302,1	345,3
21,0	26,8	44,7	89,5	134,2	179,0	223,7	268,5	313,2	358,0
21,5	27,8	46,4	92,7	139,1	185,4	231,8	278,1	324,5	370,9
22,0	28,8	48,0	96,0	143,9	191,9	239,9	287,9	335,9	383,9
22,5	29,8	49,6	99,3	148,9	198,5	248,1	297,8	347,4	397,0
23,0	30,8	51,3	102,6	153,9	205,2	256,5	307,7	359,0	410,3
23,5	31,8	53,0	105,9	158,9	211,9	264,9	317,8	370,8	423,8
24,0	32,8	54,7	109,3	164,0	218,7	273,4	328,0	382,7	437,4
24,5	33,8	56,4	112,8	169,2	225,6	281,9	338,3	394,7	451,1
25,0	34,9	58,1	116,3	174,4	232,5	290,6	348,8	406,9	465,0
25,5	35,9	59,9	119,8	179,6	239,5	299,4	359,3	419,1	479,0
26,0	37,0	61,6	123,3	184,9	246,6	308,2	369,9	431,5	493,2
26,5	38,1	63,4	126,9	190,3	253,7	317,2	380,6	444,0	507,5
27,0	39,1	65,2	130,5	195,7	261,0	326,2	391,4	456,7	521,9
27,5	40,2	67,1	134,1	201,2	268,2	335,3	402,3	469,4	536,5
28,0	41,3	68,9	137,8	206,7	275,6	344,5	413,4	482,3	551,2
28,5	42,4	70,7	141,5	212,2	283,0	353,7	424,5	495,2	566,0
29,0	43,6	72,6	145,2	217,9	290,5	363,1	435,7	508,3	581,0
29,5	44,7	74,5	149,0	223,5	298,0	372,5	447,0	521,5	596,0
30,0	45,8	76,4	152,8	229,2	305,6	382,0	458,4	534,9	611,3
30,5	47,0	78,3	156,7	235,0	313,3	391,6	470,0	548,3	626,6
31,0	48,2	80,3	160,5	240,8	321,0	401,3	481,6	561,8	642,1
31,5	49,3	82,2	164,4	246,6	328,8	411,0	493,3	575,5	657,7
32,0	50,5	84,2	168,3	252,5	336,7	420,9	505,0	589,2	673,4
32,5	51,7	86,2	172,3	258,5	344,6	430,8	516,9	603,1	689,2
33,0	52,9	88,2	176,3	264,5	352,6	440,8	528,9	617,1	705,2
33,5	54,1	90,2	180,3	270,5	360,6	450,8	541,0	631,1	721,3
34,0	55,3	92,2	184,4	276,6	368,7	460,9	553,1	645,3	737,5
34,5	56,5	94,2	188,5	282,7	376,9	471,1	565,4	659,6	753,8
35,0	57,8	96,3	192,6	288,9	385,1	481,4	577,7	674,0	770,3
35,5	59,0	98,4	196,7	295,1	393,4	491,8	590,1	688,5	786,8
36,0	60,3	100,4	200,9	301,3	401,8	502,2	602,6	703,1	803,5
36,5	61,5	102,5	205,1	307,6	410,2	512,7	615,2	717,8	820,3
37,0	62,8	104,7	209,3	314,0	418,6	523,3	627,9	732,6	837,2
37,5	64,1	106,8	213,6	320,3	427,1	533,9	640,7	747,5	854,3
38,0	65,4	108,9	217,9	326,8	435,7	544,6	653,6	762,5	871,4
38,5	66,6	111,1	222,2	333,2	444,3	555,4	666,5	777,6	888,7
39,0	68,0	113,3	226,5	339,8	453,0	566,3	679,5	792,8	906,0
39,5	69,3	115,4	230,9	346,3	461,8	577,2	692,6	808,1	923,5
40,0	70,6	117,6	235,3	352,9	470,5	588,2	705,8	823,5	941,1

Tabel 2.3. Daftar debit sekat ukur Thompson

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
(cm)	(lt/det)	(cm)	(lt/det)	(cm)	(lt/det)	(cm)	(lt/det)
1,0	0,01	10,5	5,00	20,5	26,64	30,5	71,92
1,5	0,04	11,0	5,62	21,0	28,29	31,0	74,91
2,0	0,08	11,5	6,28	21,5	30,01	31,5	77,97
2,5	0,14	12,0	6,98	22,0	31,78	32,0	81,10
3,0	0,22	12,5	7,73	22,5	33,62	32,5	84,30
3,5	0,32	13,0	8,53	23,0	35,52	33,0	87,58
4,0	0,45	13,5	9,37	23,5	37,48	33,5	90,94
4,5	0,60	14,0	10,27	24,0	39,51	34,0	94,37
5,0	0,78	14,5	11,21	24,5	41,60	34,5	97,88
5,5	0,99	15,0	12,20	25,0	43,75	35,0	101,46
6,0	1,23	15,5	13,24	25,5	45,97	35,5	105,12
6,5	1,51	16,0	14,34	26,0	48,26	36,0	108,86
7,0	1,81	16,5	15,48	26,5	50,61	36,5	112,68
7,5	2,16	17,0	16,68	27,0	53,03	37,0	116,58
8,0	2,53	17,5	17,94	27,5	55,52	37,5	120,56
8,5	2,95	18,0	19,24	28,0	58,08	38,0	124,62
9,0	3,40	18,5	20,61	28,5	60,71	38,5	128,76
9,5	3,89	19,0	22,03	29,0	63,40	39,0	132,98
10,0	4,43	19,5	23,51	29,5	66,17	39,5	137,28
		20,0	25,04	30,0	69,01	40,0	141,67

Parshall Flume (PF)

Parshall Flume adalah suatu alat ukur berdasarkan kedalaman kritik¹⁴ (*critical depth measuring device*) yang dapat dipasang di suatu saluran atau alur (*furrow*) untuk mengukur debit. Terdiri dari tiga bagian utama yakni: (a) bagian penyempitan (*converging or contracting section*), (b) bagian tenggorokan (*throat section*), dan (c) bagian pelebaran (*diverging atau expanding section*). Bentuk dan dimensi dapat dilihat pada Gambar 2.5 dan Tabel 2.4. Kondisi pengukuran terdiri dari 2 kondisi yakni (a) kondisi aliran bebas (*free-flow*)¹⁵ dan (b) kondisi tenggelam (*submergence*).

Kriteria aliran bebas dan tenggelam pada Parshall Flume adalah sebagai berikut:

Lebar tenggorokan (W)	Batas aliran bebas (Hb/Ha) ¹⁶
15 ~ 23 cm (6 ~ 9 inchi)	60%
30 ~ 244 cm (1 ~ 8 feet)	70%

Batas atas dari kondisi tenggelam adalah Hb/Ha = 95%. Rumus-rumus yang digunakan adalah:

Kondisi Aliran Bebas (*Free Flow*):

$$W = 1 \sim 8 \text{ feet: } Q = 4 W H_a^{1.522} W^{0.026} \dots / 5.6a / ; \quad Q: \text{ cfs, } W: \text{ ft, } H_a: \text{ ft}^{17}$$

$$W = 9 \text{ inchi: } Q = 3,07 H_a^{1.53} \dots / 5.6b /$$

¹⁴ kedalaman kritik (*critical depth*): kedalaman aliran dimana bilangan Froude (F) = 1

¹⁵ free-flow: aliran bebas; kebalikannya adalah submergence: aliran tenggelam

¹⁶ H_a: tinggi aliran di atas ambang pada bagian u/s; H_b: tinggi aliran di atas ambang pada bagian d/s

¹⁷ Dalam satuan British: satuan debit cfs= cubic feet per second atau ft³/detik. 1 cfs = 0,028 m³/detik

W = 6 inchi: $Q = 2,06 H_a^{1.58} \dots / 5.6c /$

Daftar debit pada kondisi aliran bebas dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.4. Dimensi standard dan Kapasitas ukur Parshal Flume untuk berbagai ukuran W kondisi free flow

Lebar W		A	B	C	D	E	F	G	K	N	X	Y	Kapasitas (lt/det)	
cm	British	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	Min	Maks
15,2	6 in	41,5	63,0	50,8	44,3	61,0	30,5	61,0	7,6	11,4	5,1	7,6	1,42	110,4
22,9	9 in	58,8	86,4	38,1	57,5	76,3	30,5	76,2	7,6	11,4	5,1	7,6	2,55	251,8
30,5	1 ft	91,5	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	3,11	455,6
45,8	1 ½ ft	96,6	142,3	76,2	102	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	4,29	696,2
61	2 ft	101,7	159,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	11,89	936,7
91,5	3 ft	111,8	164,6	122,0	157,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	17,26	1.426
122	4 ft	122,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	36,79	1.922
152,5	5 ft	132,2	194,4	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	45,28	2.422
183	6 ft	142,3	209,4	213,5	266,9	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	5,1	7,6	73,58	2.929

Tabel 2.5. Debit Parshal Flume kondisi aliran bebas untuk berbagai ukuran W

Head	Debit Q (Liter/det), untuk ukuran W									
	15.2 cm	22.9 cm	30.5 cm	45.7 cm	61 cm	91.4 cm	121.9 cm	152.4 cm	182.9 cm	
(cm)	0.50 ft	0.75 ft	1.00 ft	1.50 ft	2.00 ft	3.00 ft	4.00 ft	5.00 ft	6.00 ft	
3,0	1,5	2,5	3,3	4,8						
3,5	1,9	3,2	4,2	6,1						
4,0	2,4	3,9	5,1	7,5						
4,5	2,8	4,7	6,2	9,0	11,7	17,0				
5,0	3,4	5,5	7,2	10,5	13,8	20,0				
5,5	3,9	6,3	8,4	12,2	15,9	23,3				
6,0	4,5	7,2	9,5	13,9	18,2	26,6	34,9	42,9	0,0	
6,5	5,1	8,2	10,8	15,8	20,7	30,2	39,6	48,7	0,0	
7,0	5,7	9,2	12,1	17,7	23,2	33,9	44,5	54,8	0,0	
7,5	6,4	10,2	13,4	19,7	25,8	37,8	49,6	61,2	72,6	
8,0	7,0	11,2	14,8	21,7	28,5	41,8	54,9	67,8	80,5	
8,5	7,8	12,3	16,2	23,8	31,3	46,0	60,4	74,6	88,7	
9,0	8,5	13,4	17,7	26,0	34,2	50,3	66,1	81,7	97,1	
9,5	9,2	14,6	19,2	28,3	37,2	54,7	72,0	89,0	105,9	
10,0	10,0	15,8	20,8	30,6	40,3	59,3	78,1	96,6	114,9	
10,5	10,8	17,0	22,4	33,0	43,4	64,0	84,3	104,4	124,2	
11,0	11,7	18,3	24,0	35,4	46,7	68,9	90,7	112,3	133,8	
11,5	12,5	19,6	25,7	37,9	50,0	73,8	97,3	120,6	143,6	
12,0	13,4	20,9	27,4	40,5	53,4	78,9	104,1	129,0	153,7	
12,5	14,3	22,2	29,2	43,1	56,9	84,1	111,0	137,6	164,0	
13,0	15,2	23,6	31,0	45,8	60,5	89,5	118,1	146,5	174,6	
13,5	16,1	25,0	32,8	48,5	64,1	94,9	125,3	155,5	185,5	
14,0	17,1	26,4	34,7	51,3	67,8	100,5	132,7	164,7	196,5	
14,5	18,0	27,9	36,6	54,2	71,6	106,1	140,3	174,2	207,9	
15,0	19,0	29,4	38,5	57,1	75,5	111,9	148,0	183,8	219,4	
15,5	20,0	30,9	40,5	60,0	79,4	117,8	155,9	193,6	231,2	
16,0	21,1	32,4	42,5	63,0	83,4	123,8	163,9	203,6	243,2	
16,5	22,1	34,0	44,5	66,1	87,5	130,0	172,0	213,8	255,4	
17,0	23,2	35,6	46,6	69,2	91,7	136,2	180,3	224,2	267,9	

Head	Debit Q (Liter/det), untuk ukuran W								
Ha	15.2 cm	22.9 cm	30.5 cm	45.7 cm	61 cm	91.4 cm	121.9 cm	152.4 cm	182.9 cm
(cm)	0.50 ft	0.75 ft	1.00 ft	1.50 ft	2.00 ft	3.00 ft	4.00 ft	5.00 ft	6.00 ft
17,5	24,3	37,2	48,7	72,4	95,9	142,5	188,8	234,8	280,5
18,0	25,4	38,8	50,8	75,6	100,2	148,9	197,4	245,5	293,4
18,5	26,5	40,5	53,0	78,8	104,5	155,5	206,1	256,4	306,5
19,0	27,6	42,2	55,2	82,1	108,9	162,1	214,9	267,5	319,9
19,5	28,8	43,9	57,4	85,5	113,4	168,8	223,9	278,8	333,4
20,0	30,0	45,6	59,7	88,9	117,9	175,7	233,1	290,2	347,1
20,5	31,2	47,4	61,9	92,3	122,5	182,6	242,3	301,8	361,1
21,0	32,4	49,2	64,2	95,8	127,2	189,6	251,7	313,6	375,2
21,5	33,6	51,0	66,6	99,3	131,9	196,7	261,2	325,5	389,6
22,0	34,9	52,8	69,0	102,9	136,7	203,9	270,9	337,6	404,1
22,5	36,1	54,6	71,4	106,5	141,5	211,2	280,7	349,8	418,9
23,0	37,4	56,5	73,8	110,2	146,4	218,6	290,6	362,3	433,8
23,5	38,7	58,4	76,2	113,9	151,4	226,1	300,6	374,8	448,9
24,0	40,0	60,3	78,7	117,6	156,4	233,7	310,7	387,6	464,3
24,5	41,3	62,2	81,2	121,4	161,5	241,4	321,0	400,5	479,8
25,0	42,7	64,2	83,8	125,3	166,6	249,1	331,4	413,5	495,5
25,5	44,0	66,2	86,3	129,1	171,8	257,0	341,9	426,7	511,4
26,0	45,4	68,2	88,9	133,1	177,1	264,9	352,6	440,1	527,5
26,5	46,8	70,2	91,5	137,0	182,4	273,0	363,3	453,6	543,7
27,0	48,2	72,2	94,2	141,0	187,8	281,1	374,2	467,3	560,2
27,5	49,6	74,3	96,9	145,0	193,2	289,3	385,2	481,1	576,8
28,0	51,0	76,4	99,6	149,1	198,6	297,5	396,3	495,0	593,6
28,5	52,5	78,5	102,3	153,2	204,2	305,9	407,5	509,1	610,6
29,0	53,9	80,6	105,0	157,4	209,7	314,4	418,9	523,4	627,8
29,5	55,4	82,7	107,8	161,6	215,4	322,9	430,3	537,8	645,2
30,0	56,9	84,9	110,6	165,8	221,1	331,5	441,9	552,3	662,7
30,5	58,4	87,0	113,4	170,1	226,8	340,2	453,6	567,0	680,4
31,0	59,9	89,2	116,2	174,4	232,6	349,0	465,4	581,8	698,3
31,5	61,5	91,4	119,1	178,7	238,4	357,8	477,3	596,8	716,3
32,0	63,0	93,7	122,0	183,1	244,3	366,8	489,3	611,9	734,5
32,5	64,6	95,9	124,9	187,5	250,3	375,8	501,4	627,1	752,9
33,0	66,1	98,2	127,8	192,0	256,2	384,9	513,6	642,5	771,5
33,5	67,7	100,5	130,8	196,5	262,3	394,0	526,0	658,0	790,2
34,0	69,3	102,8	133,8	201,0	268,4	403,3	538,4	673,7	809,1
34,5	71,0	105,1	136,8	205,6	274,5	412,6	551,0	689,5	828,2
35,0	72,6	107,4	139,8	210,2	280,7	422,0	563,6	705,4	847,4
35,5	74,2	109,8	142,9	214,8	286,9	431,5	576,4	721,5	866,8
36,0	75,9	112,2	145,9	219,5	293,2	441,1	589,2	737,7	886,3
36,5	77,6	114,6	149,0	224,2	299,6	450,7	602,2	754,0	906,0
37,0	79,2	117,0	152,2	229,0	306,0	460,4	615,3	770,5	925,9
37,5	80,9	119,4	155,3	233,7	312,4	470,2	628,4	787,0	945,9
38,0	82,7	121,8	158,5	238,5	318,9	480,0	641,7	803,8	966,1
38,5	84,4	124,3	161,6	243,4	325,4	490,0	655,1	820,6	986,5
39,0	86,1	126,8	164,9	248,3	332,0	500,0	668,6	837,6	1007,0
39,5	87,9	129,3	168,1	253,2	338,6	510,0	682,1	854,7	1027,7
40,0	89,6	131,8	171,3	258,1	345,3	520,2	695,8	871,9	1048,5
40,5	91,4	134,3	174,6	263,1	352,0	530,4	709,6	889,3	1069,5
41,0	93,2	136,9	177,9	268,1	358,7	540,7	723,5	906,8	1090,6
41,5	95,0	139,4	181,2	273,2	365,5	551,1	737,4	924,4	1111,9

Head	Debit Q (Liter/det), untuk ukuran W								
Ha	15.2 cm	22.9 cm	30.5 cm	45.7 cm	61 cm	91.4 cm	121.9 cm	152.4 cm	182.9 cm
(cm)	0.50 ft	0.75 ft	1.00 ft	1.50 ft	2.00 ft	3.00 ft	4.00 ft	5.00 ft	6.00 ft
42,0	96,8	142,0	184,5	278,2	372,4	561,5	751,5	942,2	1133,3
42,5	98,6	144,6	187,9	283,4	379,3	572,0	765,7	960,0	1154,9
43,0	100,5	147,2	191,3	288,5	386,2	582,6	779,9	978,0	1176,7
43,5	102,3	149,8	194,7	293,7	393,2	593,2	794,3	996,1	1198,6
44,0	104,2	152,5	198,1	298,9	400,2	604,0	808,8	1.014,4	1.220,6
44,5	106,1	155,1	201,5	304,1	407,3	614,7	823,3	1.032,7	1.242,8
45,0	108,0	157,8	205,0	309,4	414,4	625,6	838,0	1.051,2	1.265,1
45,5		160,5	208,5	314,7	421,6	636,5	852,7	1.069,8	1.287,6
46,0		163,2	212,0	320,0	428,8	647,5	867,5	1.088,5	1.310,3
46,5		165,9	215,5	325,4	436,0	658,6	882,5	1.107,4	1.333,1
47,0		168,7	219,0	330,8	443,3	669,7	897,5	1.126,3	1.356,0
47,5		171,4	222,6	336,2	450,6	680,9	912,6	1.145,4	1.379,1
48,0		174,2	226,1	341,7	458,0	692,1	927,8	1.164,6	1.402,3
48,5		177,0	229,7	347,2	465,4	703,5	943,1	1.183,9	1.425,7
49,0		179,8	233,3	352,7	472,9	714,9	958,5	1.203,3	1.449,2
49,5		182,6	237,0	358,3	480,4	726,3	974,0	1.222,9	1.472,8
50,0		185,4	240,6	363,8	487,9	737,8	989,5	1.242,5	1.496,6
50,5		188,2	244,3	369,5	495,5	749,4	1.005,2	1.262,3	1.520,6
51,0		191,1	248,0	375,1	503,1	761,1	1.020,9	1.282,2	1.544,6
51,5		194,0	251,7	380,8	510,8	772,8	1.036,8	1.302,2	1.568,9
52,0		196,9	255,4	386,5	518,5	784,6	1.052,7	1.322,4	1.593,2
52,5		199,8	259,2	392,2	526,2	796,4	1.068,7	1.342,6	1.617,7
53,0		202,7	263,0	398,0	534,0	808,3	1.084,8	1.362,9	1.642,4
53,5		205,6	266,7	403,8	541,9	820,3	1.101,0	1.383,4	1.667,1
54,0		208,6	270,5	409,6	549,7	832,4	1.117,3	1.404,0	1.692,1
54,5		211,5	274,4	415,4	557,6	844,5	1.133,7	1.424,7	1.717,1
55,0		214,5	278,2	421,3	565,6	856,6	1.150,1	1.445,5	1.742,3
55,5		217,5	282,1	427,2	573,6	868,9	1.166,7	1.466,4	1.767,6
56,0		220,5	285,9	433,1	581,6	881,2	1.183,3	1.487,4	1.793,1
56,5		223,5	289,8	439,1	589,7	893,5	1.200,0	1.508,5	1.818,7
57,0		226,6	293,8	445,1	597,8	905,9	1.216,8	1.529,8	1.844,4
57,5		229,6	297,7	451,1	605,9	918,4	1.233,7	1.551,1	1.870,3
58,0		232,7	301,6	457,2	614,1	930,9	1.250,7	1.572,6	1.896,3
58,5		235,7	305,6	463,2	622,3	943,5	1.267,7	1.594,2	1.922,4
59,0		238,8	309,6	469,3	630,6	956,2	1.284,9	1.615,9	1.948,7
59,5		241,9	313,6	475,5	638,9	968,9	1.302,1	1.637,7	1.975,1
60,0		245,1	317,6	481,6	647,2	981,7	1.319,4	1.659,6	2.001,7
60,5		248,2	321,6	487,8	655,6	994,6	1.336,8	1.681,6	2.028,3
61,0		251,3	325,7	494,0	664,0	1.007,5	1.354,3	1.703,7	2.055,1
61,5			329,8	500,3	672,5	1.020,4	1.371,8	1.725,9	2.082,1
62,0			333,9	506,6	681,0	1.033,4	1.389,5	1.748,2	2.109,1
62,5			338,0	512,9	689,5	1.046,5	1.407,2	1.770,6	2.136,3
63,0			342,1	519,2	698,1	1.059,7	1.425,0	1.793,2	2.163,6
63,5			346,2	525,5	706,7	1.072,9	1.442,9	1.815,8	2.191,1
64,0			350,4	531,9	715,3	1.086,1	1.460,9	1.838,6	2.218,7
64,5			354,6	538,3	724,0	1.099,5	1.478,9	1.861,4	2.246,4
65,0			358,8	544,8	732,7	1.112,8	1.497,1	1.884,4	2.274,2
65,5			363,0	551,2	741,5	1.126,3	1.515,3	1.907,4	2.302,2
66,0			367,2	557,7	750,3	1.139,8	1.533,6	1.930,6	2.330,3

Head	Debit Q (Liter/det), untuk ukuran W								
Ha	15,2 cm	22.9 cm	30.5 cm	45.7 cm	61 cm	91.4 cm	121.9 cm	152.4 cm	182.9 cm
(cm)	0.50 ft	0.75 ft	1.00 ft	1.50 ft	2.00 ft	3.00 ft	4.00 ft	5.00 ft	6.00 ft
66,5			371,4	564,2	759,1	1.153,3	1.551,9	1.953,9	2.358,5
67,0			375,7	570,8	768,0	1.166,9	1.570,4	1.977,2	2.386,8
67,5			380,0	577,3	776,9	1.180,6	1.588,9	2.000,7	2.415,3
68,0			384,3	583,9	785,8	1.194,3	1.607,5	2.024,3	2.443,9
68,5			388,6	590,5	794,8	1.208,1	1.626,2	2.048,0	2.472,6
69,0			392,9	597,2	803,8	1.222,0	1.645,0	2.071,7	2.501,4
69,5			397,2	603,8	812,8	1.235,8	1.663,8	2.095,6	2.530,4
70,0			401,6	610,5	821,9	1.249,8	1.682,8	2.119,6	2.559,5
70,5			406,0	617,3	831,0	1.263,8	1.701,8	2.143,7	2.588,7
71,0			410,4	624,0	840,2	1.277,9	1.720,9	2.167,9	2.618,1
71,5			414,8	630,8	849,4	1.292,0	1.740,0	2.192,1	2.647,5
72,0			419,2	637,6	858,6	1.306,2	1.759,3	2.216,5	2.677,1
72,5			423,6	644,4	867,8	1.320,4	1.778,6	2.241,0	2.706,8
73,0			428,1	651,2	877,1	1.334,7	1.798,0	2.265,6	2.736,7
73,5			432,6	658,1	886,5	1.349,1	1.817,5	2.290,3	2.766,6
74,0			437,0	665,0	895,8	1.363,5	1.837,0	2.315,0	2.796,7
74,5			441,6	671,9	905,2	1.377,9	1.856,6	2.339,9	2.826,9
75,0			446,1	678,9	914,7	1.392,4	1.876,3	2.364,9	2.857,2

Contoh Pengukuran Debit

(a) Kondisi aliran bebas

$H_b/H_a = 40/67 = 60\%$; Dari Tabel 2.5: $H_a = 67$ cm; $W = 2$ ft, maka $Q = 768$ lt/dt.

(b) Kondisi tenggelam (*submerged*)

Untuk $W = 6$ inci dan 9 inci, debit dalam kondisi tenggelam dapat dibaca langsung dari Gambar 2.6 atau 2.7.

Contoh 1

- $W = 6$ inci, $H_a = 1,20$ ft, $H_b = 1,08$ ft. $H_b/H_a = 1,08/1,2 = 0,90 = 90\% \rightarrow$ kondisi tenggelam.
- Dari Gambar 2.6, pada kondisi aliran tenggelam maka $Q = 50,9$ liter/det atau 1,8 cfs.

Untuk W antara 1 ~ 8 feet, debit dalam keadaan tenggelam ditentukan dengan menggunakan diagram koreksi (Gambar 2.8). Diagram tersebut untuk $W = 1$ feet dan untuk $W > 1$ ft menggunakan faktor pengganda M seperti pada Tabel 2.6 di bawah ini.

Contoh 2

- $W = 3$ ft; $H_a = 64$ cm; $H_b = 61$ cm; $H_b/H_a = 0,95 > 0,70$, kondisi tenggelam.
- Dari Gambar 2.8: Faktor Koreksi untuk $W = 1$ ft adalah 5,75 cfs (163 lt/det).
- Faktor Pengganda untuk $W = 3$ ft, $M = 2,4$. Koreksi untuk $W = 3$ ft : $5,75 \times 2,4 = 13,8$ cfs (390 lt/det).

Tabel 2.6. Faktor Pengganda M untuk berbagai nilai W

W		M
(ft)	(cm)	
1	30,5	1
1,5	45,7	1,4
2	61,0	1,8
3	91,5	2,4
4	122,0	3,1
5	152,5	3,7
6	183,0	4,3

- Dari Tabel 2.5 untuk kondisi aliran bebas pada $W = 3$ ft dan $H_a = 64$ cm, maka Q aliran bebas = 38,4 cfs (1.086 lt/det).
- Maka $Q_{\text{submergence}} = 1086 - 390 = 696$ lt/det (24,6 cfs)

Pemasangan Parshall Flume

Informasi dan data yang diperlukan:

- (a) Debit maksimum dan minimum yang akan diukur
- (b) Kedalaman aliran
- (c) Kecepatan maksimum dan dimensi saluran pada lokasi pemasangan. Dimensi tersebut harus mencakup: lebar, talud (*side slope*), dalam, tinggi tanggul di bagian hulu¹⁸(*upstream banks*) atau jagaan (*free board*)

Contoh 3

$Q_{\text{max}} = 566$ lt/det, kedalaman aliran = 77 cm, lebar saluran = 3 m, kedalaman total saluran = 95 cm. Pilih ukuran Parshall Flume?

Pertama asumsikan submergence 70% tidak boleh dilampaui sehingga pengukuran debit dapat dilakukan hanya berdasarkan nilai terukur H_a . Sebagai “rule of thumb”¹⁹: **W antara 1/3 ~ 1/2 lebar saluran**. Dengan lebar saluran 3 m (10 ft), pertama-tama pilih $W = 5$ ft (1/2 x 10 ft).

- (a) $W = 5$ ft:
 - $W = 5$ ft, $Q = 566$ lt/det, maka dari Tabel 2.5 didapat $H_a = 30,5$ cm
 - $H_b/H_a = 0,7$, maka $H_b = 0,7 \times 30,5$ cm = 21,35 cm. Berdasarkan Gambar 2.10, Head loss = 0,35 ft (10,5 cm)
 - Berdasarkan Gambar 2.9: $D =$ kedalaman normal = 77 cm. Kedalaman aliran di u/s = 77 + 10,5 cm = 87,5 cm, masih lebih kecil dari yang tersedia 95 cm.
 - Masih ada kemungkinan untuk memperkecil W
- (b) $W = 4$ ft:
 - $W = 4$ ft; $Q = 566$ lt/det, maka dari Tabel 2.5 didapat $H_a = 35$ cm.
 - $H_b/H_a = 0,7$, maka $H_b = 0,7 \times 35$ cm = 25 cm. Berdasarkan Gambar 2.10: $D =$ kedalaman normal = 77 cm. Maka $X = D - H_b = 77 - 25 = 52$ cm.
 - Untuk melihat kenaikan muka air di sebelah hulu (u/s), digunakan Gambar 2.9: $Q = 566$ lt/det (20 cfs); $H_b/H_a = 0,7$; $W = 4$ ft → Dari Gambar 2.9:

¹⁸ Hulu atau udik (up-stream) disingkat u/s; hilir (down-stream) disingkat d/s

¹⁹ Rule of thumb: perkiraan profesional atau engineering judgment

Actual loss head (L) atau beda elevasi muka air antara u/s dan d/s = 13 cm (0,42 ft).

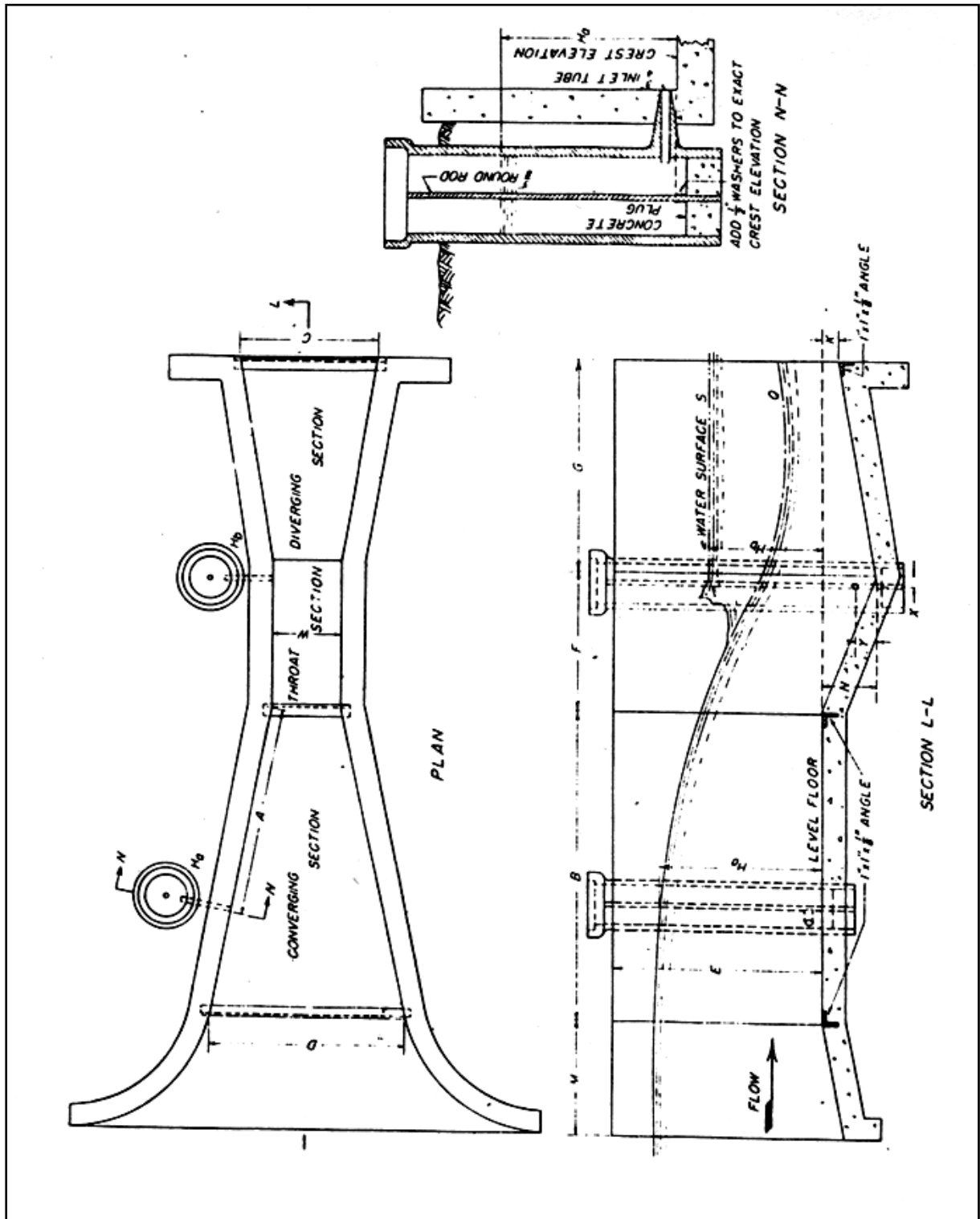
- Maka kedalaman aliran di u/s = $77 + 13 = 90$ cm. Sedangkan kedalaman total saluran 95 cm. Jadi masih memungkinkan untuk memperkecil W

(c) $W = 3$ ft

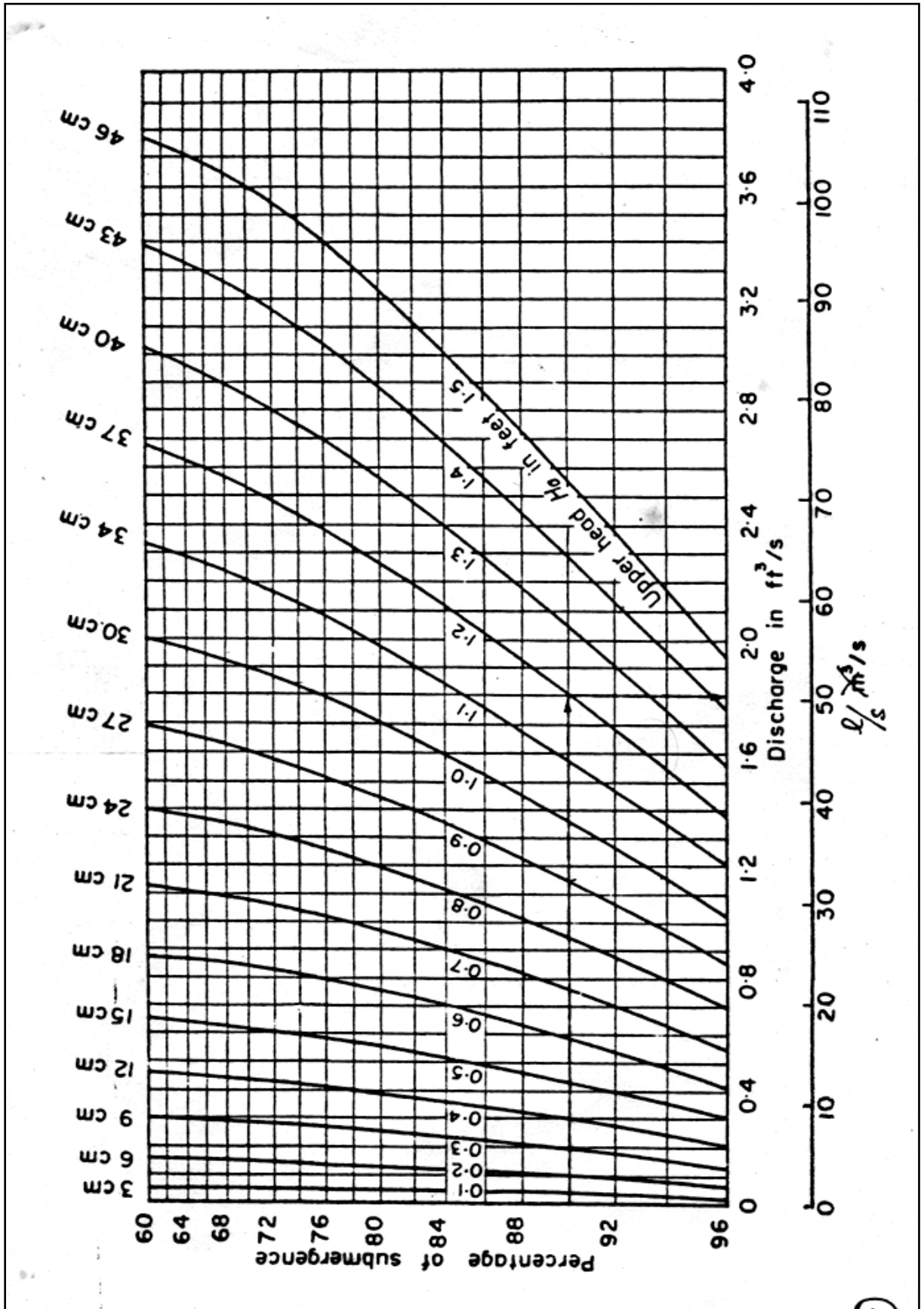
- Dengan cara yang sama, didapat $L = 16$ cm. Kedalaman aliran di u/s = $77 + 16 = 93$ cm < 95 cm. Jadi masih memungkinkan untuk memperkecil W.
- $X = 77 - 0,7 \times 43 = 77 - 30 = 47$ cm. Jadi crest harus dipasang pada jarak 47 cm dari dasar saluran

(d) $W = 2$ ft

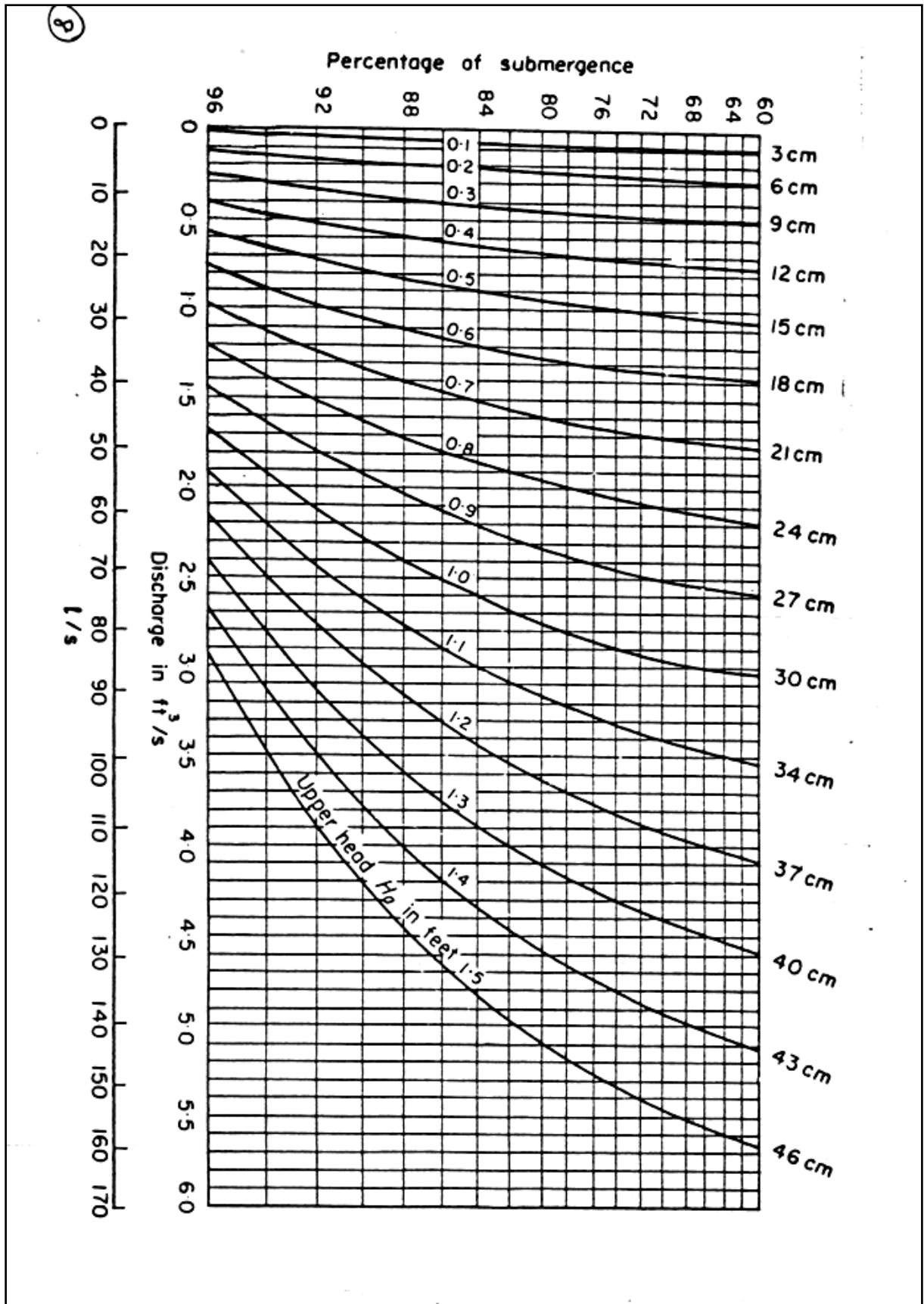
- Dengan cara yang sama didapatkan $L = 21$ cm; kedalaman aliran di u/s = $77 + 21 = 98$ cm.
- $X = D - H_b = 77 - 0,7 \times 55 = 77 - 39 = 38$ cm.
- Karena pada $W = 2$ ft, kedalaman aliran u/s melewati kedalaman saluran yang tersedia maka $W = 2$ ft tidak dapat dipilih.



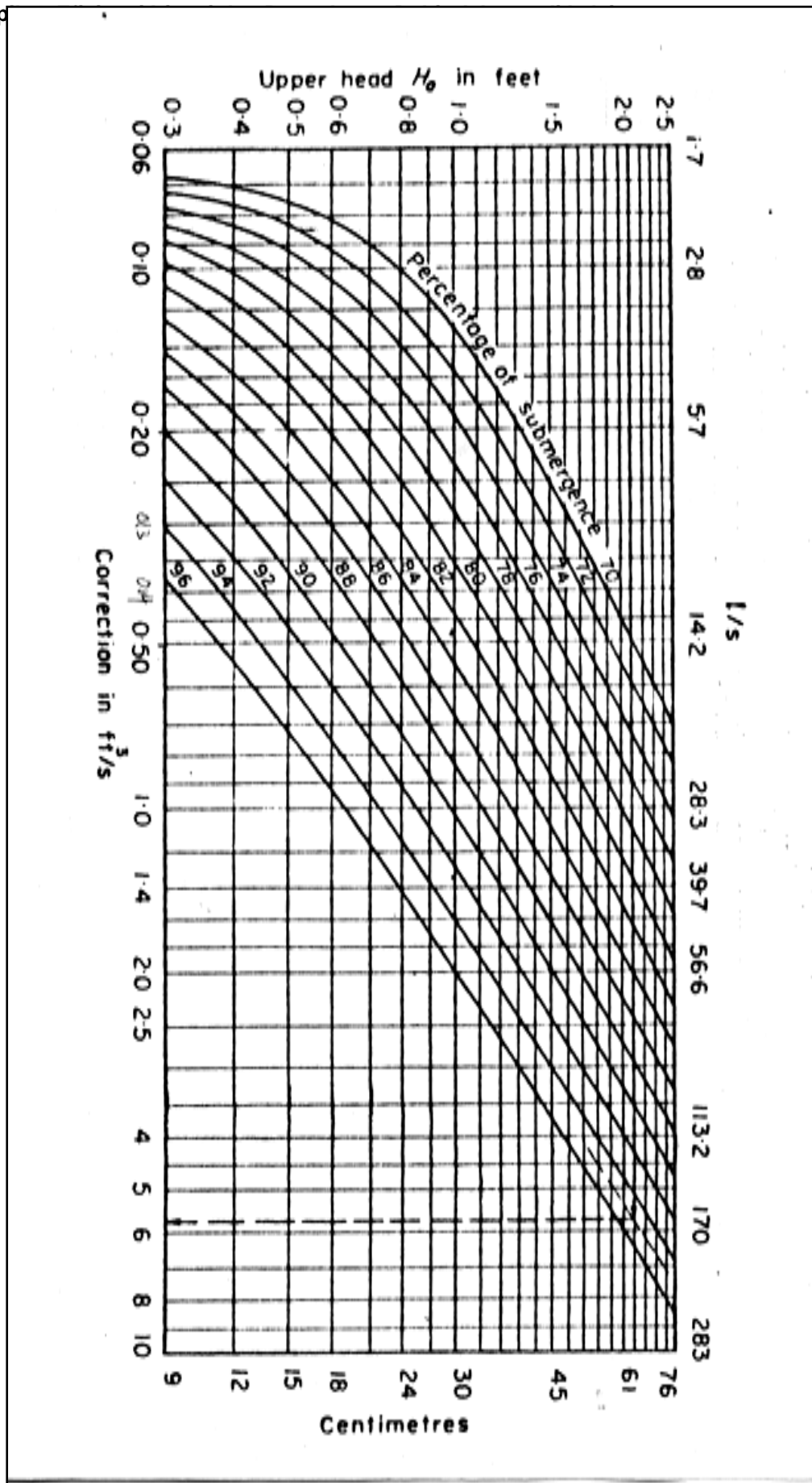
Gambar 2.5. Tampak atas dan samping Parshal Flume terbuat dari beton



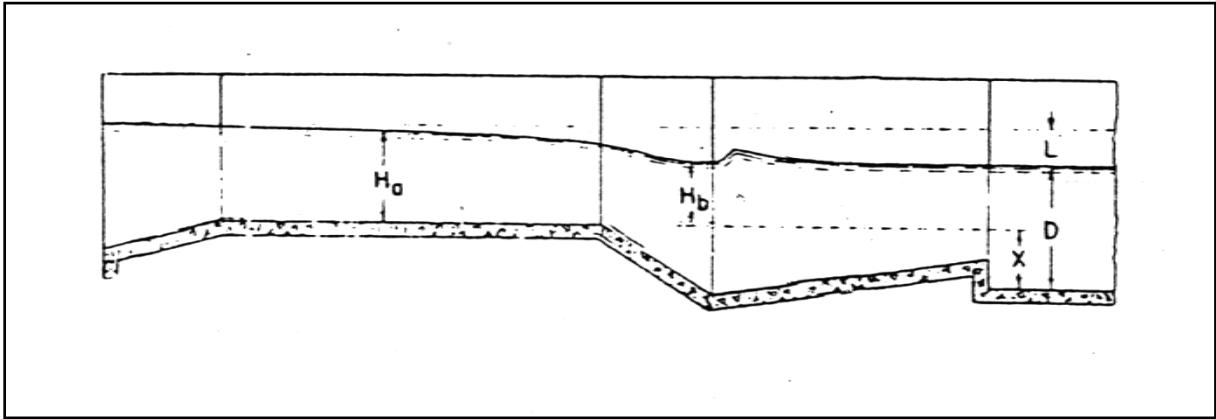
Gambar 2.6. Diagram untuk aliran tenggelam (submergence) pada Parshal Flume $W = 6$ inci



Gambar 2.7. Diagram aliran tenggelam untuk Parshal Flume $W = 9$ inci



Gambar 2.8. Diagram untuk menghitung debit kondisi tenggelam pada PF 1 ft (30,5 cm)



Gambar 2.9. Penampang memanjang Parshal Flume memperlihatkan penentuan elevasi crest

Cut-Throat Flume (CTF)

CTF dikembangkan ahir-ahir ini untuk menanggulangi beberapa kerumitan dalam pembuatan dan konstruksi PF. Gambar 2.11 memperlihatkan bentuk dari CTF. Flume ini mempunyai lantai dasar yang datar dan dinding vertikal. Seperti pada PF, CTF dapat beroperasi baik pada kondisi aliran bebas maupun tenggelam.

Keuntungan CTF dibandingkan dengan PF adalah:

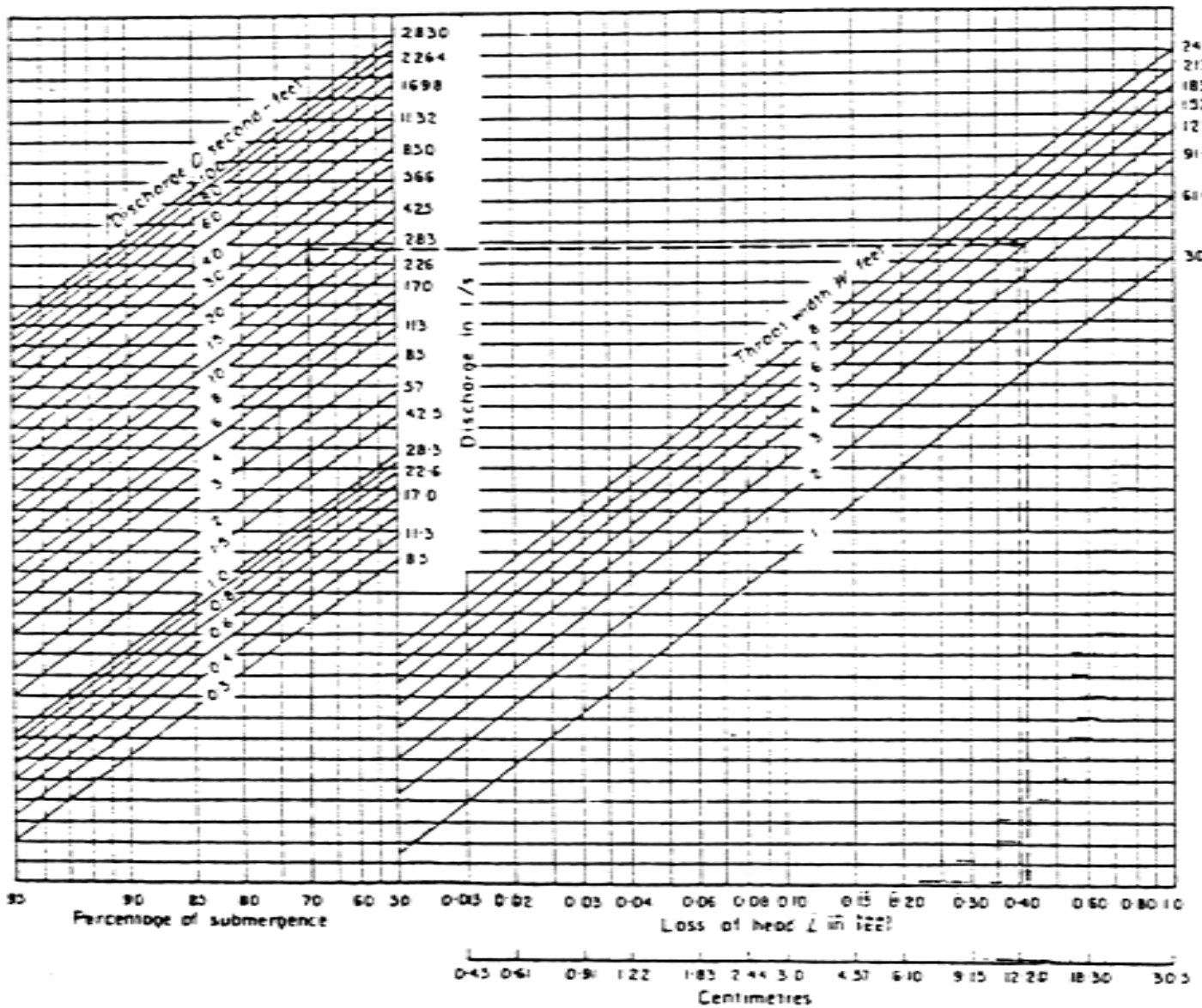
- Konstruksi lebih sederhana karena dasar datar dan tidak adanya bagian tenggorokan
- Karena sudut bagian penyempitan dan pengembangan tetap sama untuk semua flume, maka ukuran flume dapat diubah dengan *menggerakkan* dinding ke dalam atau ke luar.
- Daftar debit dari suatu ukuran flume dapat dikembangkan dari daftar debit yang tersedia

Penentuan Debit Dalam Kondisi Aliran Bebas

$Q = C H_a^n$.../2.7/; dimana satuan Q: cms, C: koefisien aliran bebas (*free flow coefficient*); H_a : kedalaman aliran sebelah hulu (*u/s flow depth*) (m).

$C = K W^{1.025}$.../2.8/; dimana K: koefisien panjang flume (*flume length coefficient*); W: lebar tenggorokan (m). Nilai K dan n (*flow exponent*) didapat dari Gambar 2.12 untuk panjang flume (L) tertentu. Untuk pengukuran debit yang teliti nisbah H_a/L harus $\leq 0,4$. Naiknya nilai nisbah tersebut menyebabkan berkurangnya ketelitian.

Berdasarkan Gambar 2.12, dapat disusun nilai K, n, dan St untuk berbagai nilai L (panjang flume) seperti pada Tabel 2.7a.



Gambar 2.10. Diagram untuk penentuan head loss melalui Parshal Flume

FIGURE 2.20. Diagram for determining head loss through a Parshall flume

Tabel 2.7a. Nilai K, n, dan St untuk berbagai Panjang CTF

Panjang flume L (m)	K	n	St
0,50	5,75	2,07	0,60
0,75	4,3	1,90	0,63
1,0	3,5	1,80	0,66
1,5	2,7	1,68	0,72
2,0	2,3	1,63	0,76
2,5	2,1	1,57	0,78

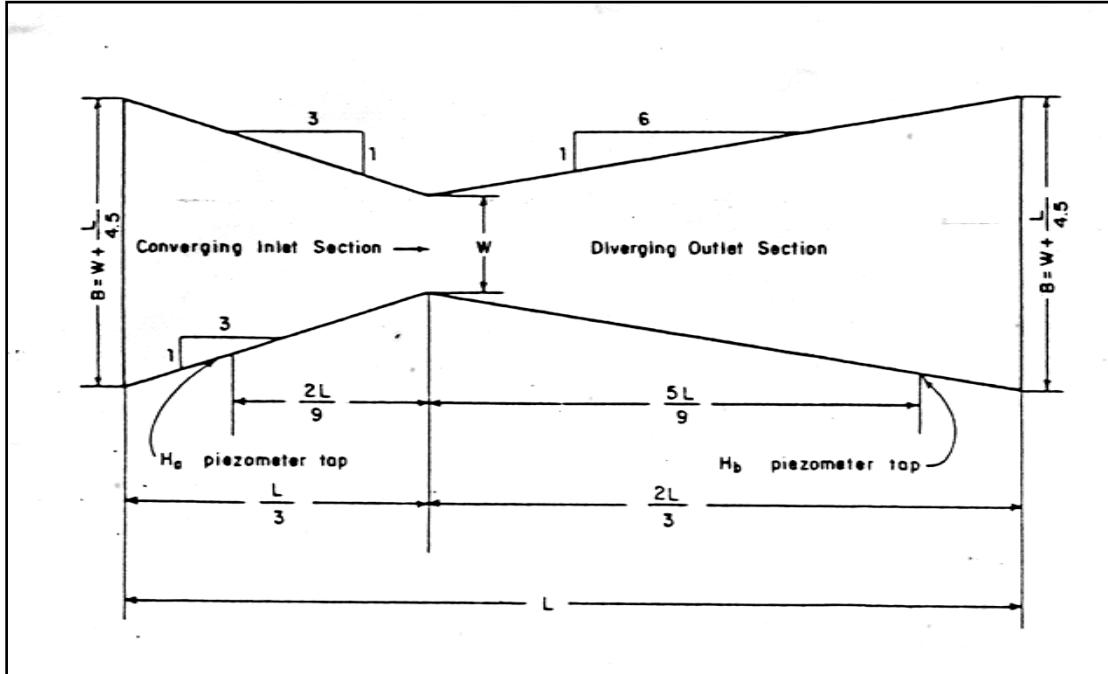
Contoh Perhitungan 4

L = 1,5 m, W = 0,30 m. Bagaimana rumus debit untuk CF tersebut?

- Dari Gambar 2.12 atau Tabel 2.7a, pada L = 1,5 m, maka n = 1,68 dan K = 2,7.
- Persamaan free flow : $C = K W^{1.025} = 2,7 \times (0,30)^{1.025} = 0,786$

- Maka persamaan debit: $Q = 0,786 H_a^{1,68}$
- Jika $H_a = 0,30$ m, maka $Q = 0,786 (0,30)^{1,68} = 0,104$ cms = 104 lt/det.

Syarat aliran bebas adalah H_b/H_a tidak melewati nilai batas tertentu yang disebut sebagai “*transition submergence*” (St) yang nilainya dapat ditentukan dari Gambar 2.12 untuk berbagai nilai panjang flume (L). Pada $L = 1,50$ m, maka batas submergence $St = 0,72$. Jika $H_b/H_a > 0,72$, maka rumus di atas tidak berlaku.



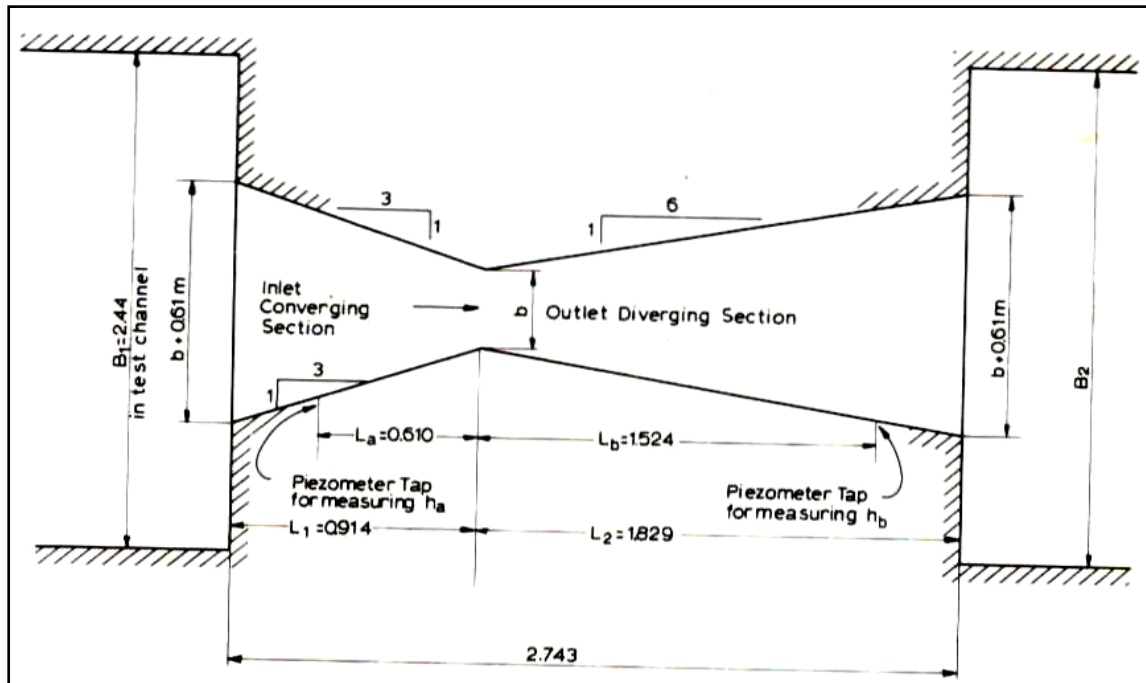
Gambar 2.11a. Sketsa Cut-Throat Flume

Pemasangan CTF untuk mendapatkan kondisi Aliran Bebas

Data dan informasi yang diperlukan:

- Debit maksimum yang akan diukur
- Kedalaman aliran pada debit tersebut
- Head loss yang diijinkan (*allowable head loss*) melalui flume

Untuk tujuan rancangan, head loss dapat diambil sebagai perubahan elevasi muka air antara bagian yang masuk dengan yang keluar dari flume. Kedalaman d/s sama dengan kedalaman semula sebelum pemasangan flume, sedangkan kedalaman aliran di u/s akan naik sebesar head loss. Kenaikan ini dibatasi oleh tinggi jagaan di u/s. Karena W dihitung dalam rumus debit, maka W harus dipasang secara tepat. Jika CTF akan dibangun dari beton, maka pada tenggorokan harus dipasang besi siku supaya ukuran W tepat.



Gambar 2.11b. Sketsa Cut-Throat Flume pada uji saluran laboratorium

Sebagai pedoman yang harus diikuti adalah $H_a/L \leq 0,4$. Pengukuran head (H_a atau H_b) dapat menggunakan peilschaal atau sumuran pada jarak yang telah ditetapkan. Prosedur pemasangan CTF supaya beroperasi dalam kondisi aliran bebas adalah sebagai berikut:

- (a) Tentukan debit maksimum yang akan diukur
- (b) Pada lokasi dimana CTF akan dipasang, buat garis muka air pada tanggul dan maksimum kedalaman aliran yang diijinkan
- (c) Dengan menggunakan persamaan $Q = C H_a^n$, hitung H_a pada debit maksimum pada ukuran CTF yang akan digunakan
- (d) Tempatkan lantai CTF pada kedalaman H_b yang tidak boleh melebihi $H_a \times St$ atau $(H_b \leq H_a \times St)$

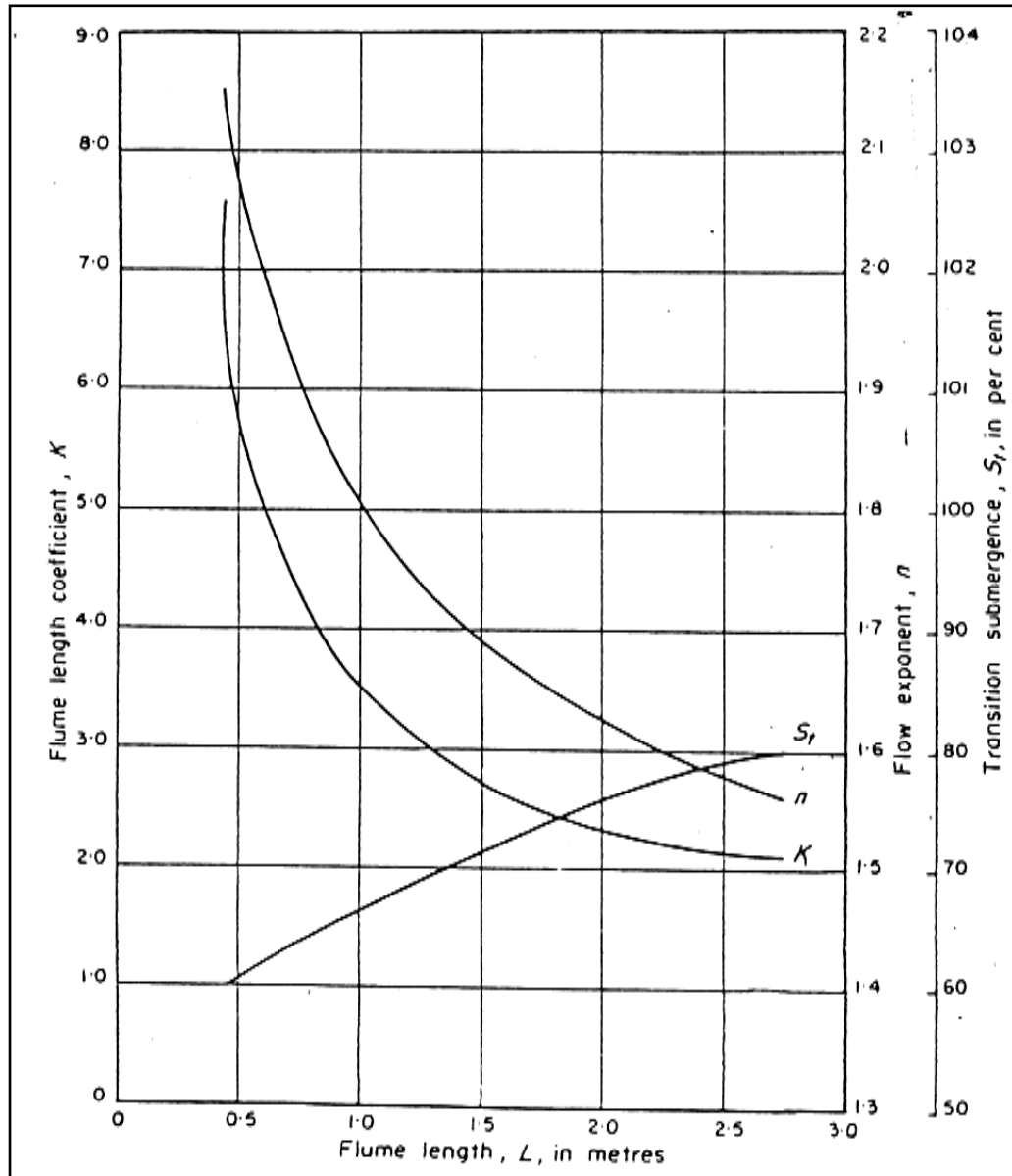
Tidak ada aturan baku mengenai besarnya perbandingan antara W dengan L atau W dengan H_a . Oleh karena itu direkomendasikan perbandingan W dengan L menggunakan data seperti tercantum pada Tabel 2.7 yang didasarkan pada hasil uji-coba di laboratorium. Prosedur tersebut di atas diperagakan dengan ilustrasi seperti pada Gambar 2.13.

Untuk pengukuran debit di petak tersier sebagai pegangan umum dapat digunakan Tabel 2.7b di bawah ini. Pelaksanaan di lapangan disesuaikan dengan dimensi saluran yang tersedia. Tinggi dasar CTF dari dasar saluran sekitar 10 cm. Sambungan sayap ke tanggul saluran dapat digunakan dinding tegak vertikal seperti pada Gambar 2.11b.

Tabel 2.7b. Pegangan umum penggunaan CTF di petak tersier

Debit maksimum (lt/det)	L (m)	W (m)	B (m)	Lokasi pengukuran dari tenggorokan (m)	
				Ha	Hb
< 10	0,5	0,10	0,21	0,11	0,28
10~50	0,5	0,30	0,41	0,11	0,28
50~100	1,0	0,60	0,82	0,22	0,56
> 100	1,5	1,0	1,33	0,33	0,83

Keterangan: L: panjang flume; W: lebar tenggorokan; B: lebar flume

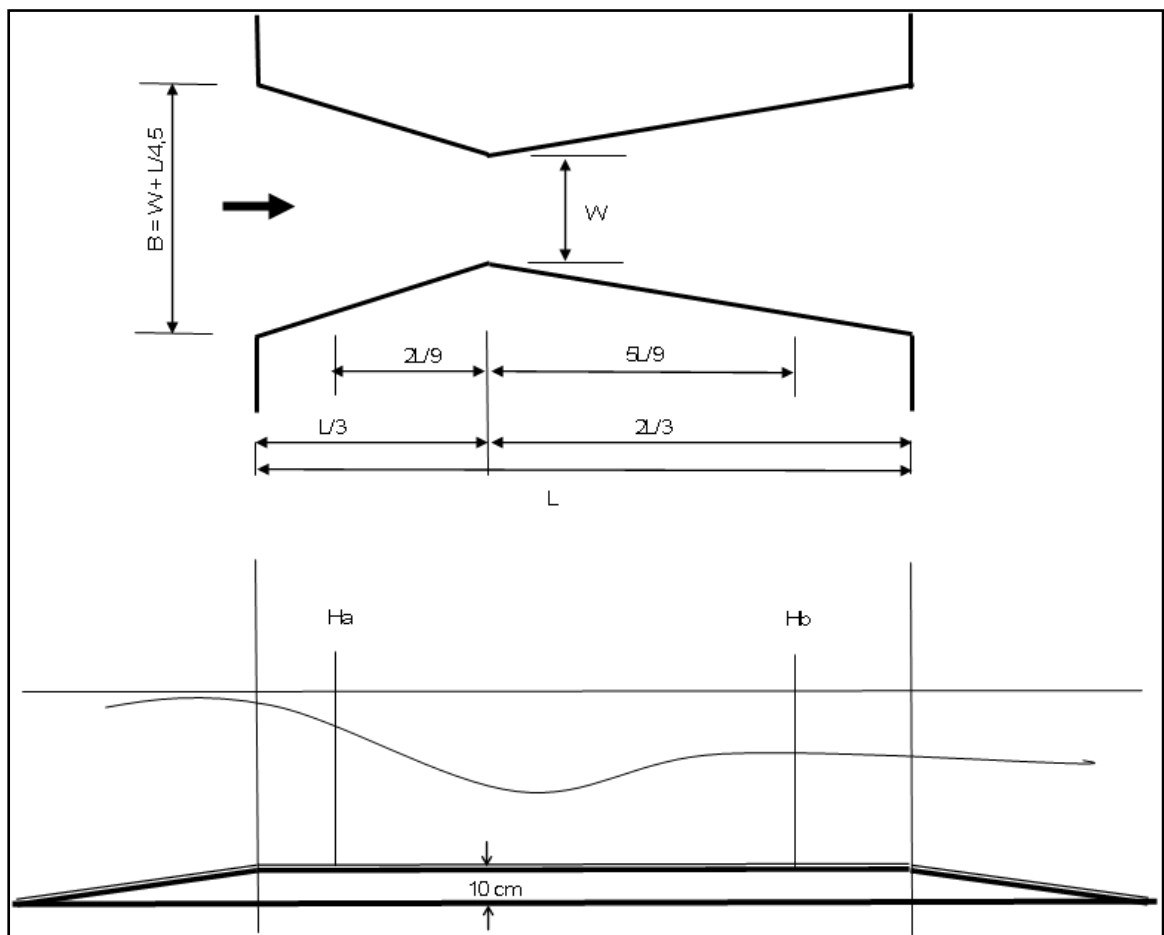


Gambar 2.12. Generalisasi koefisien aliran bebas dan nilai eksponen n , serta S_t untuk CTF (satuan dalam metrik)

Contoh 5

$L = 1,22$ m, $W = 0,36$ m akan dipasang dalam kondisi aliran bebas (Gambar 2.13). Debit maksimum = 0,2 cms. S_t untuk CTF ini ditentukan berdasarkan Gambar 2.12, di mana $S_t = 68.2\%$.

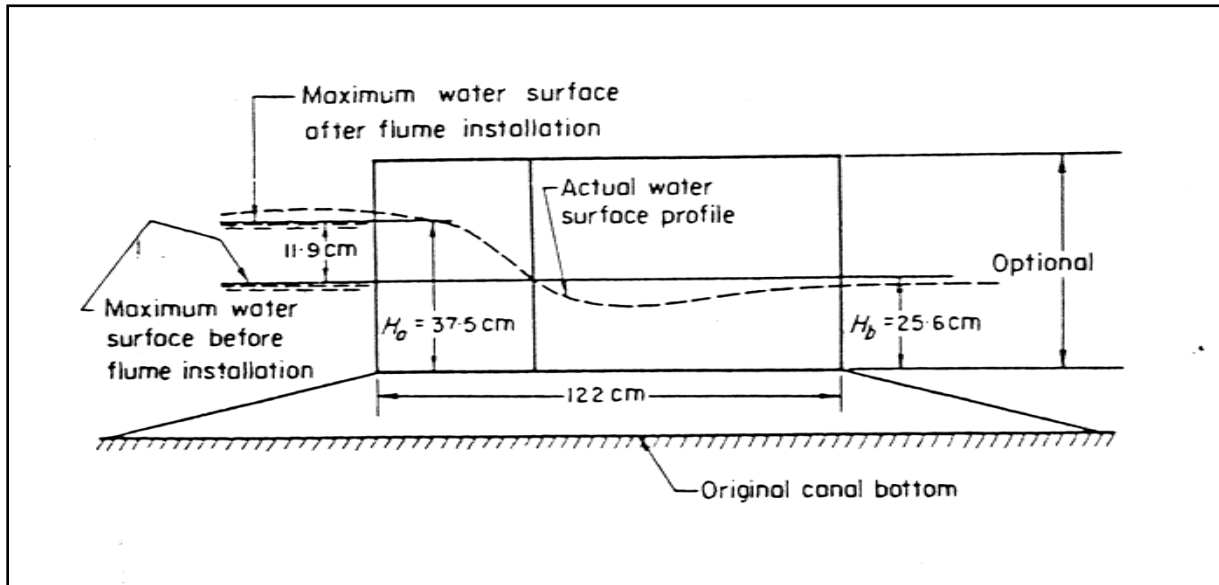
- Persamaan Debit: $Q = C H_a^n \rightarrow H_a = (Q/C)^{1/n}$
- $C = K W^{1.025}$; $K = 3,1$ (Gambar 2.12), maka $C = 3,1 (0,36)^{1.025} = 1,1$; $n = 1,75$
- $H_a = \left(\frac{0.2}{1.1}\right)^{1/1.75} = 0.182^{0.57} = 0.375$ m .
- Kedalaman d/s: $H_b = H_a \times S_t = 0,375 \times 0,682 = 0,256$ m.
- Maka lantai CTF harus ditempatkan tidak lebih rendah dari 0,256 m di bawah garis air tertinggi di saluran (Gambar 2.13)



Gambar 2.13. Cut throat flume (pandangan atas dan samping)

Contoh 6

Misalkan diinginkan ukuran CTF yang logis untuk mengukur debit maksimum 350 lt/det di bawah kondisi aliran bebas. Diketahui kedalaman maksimum di saluran 30 cm dan head loss tidak boleh melebihi 15 cm.



Gambar 2.13. Pemasangan CTF

- Pada kondisi tersebut kedalaman maksimum $d/s = 30$ cm dan kedalaman maksimum di $u/s = 30 + 15 = 45$ cm.
- Submergence = $30/45 = 0,67$ atau 67%.
- Dari Gambar 2.12 dapat dilihat $St > 67\%$, maka $L > 1,15$ m.
- Untuk memilih ukuran CTF yang sesuai dapat digunakan Tabel 2.7.
- Secara tentatif ambil ukuran CTF 40 x 180 cm (karena $L > 1,15$ m), dapatkan nilai H_a untuk $Q = 350$ lt/det, $H_a = 54$ cm, dimana lebih besar dari maksimum kedalaman u/s 45 cm.
- Dengan demikian diperlukan ukuran CTF yang lebih besar.
- Coba dengan ukuran CTF 60 cm x 180 cm, $H_a = 42$ cm, untuk $Q = 0,35$ cms. Karena nilai ini lebih kecil dari 45 cm, maka ukuran CTF ini dapat dipilih (60 x 180 cm). Walaupun demikian W yang lebih kecil dapat dipilih misalnya antara 40 ~ 60 cm, akan tetapi diperlukan suatu Tabel rating tersendiri.

Tabel 2.7a. Kalibrasi aliran bebas untuk CTF tertentu dinyatakan dalam Lebar W (cm) x Panjang L (cm)

Ha	Debit (liter/det)								
	10 x 90	20 x 90	30 x 90	20 x 180	40 x 180	60 x 180	30 x 270	60 x 270	100 x 270
(cm)	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1,0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
1,5	0	0	0	0	1	1	1	2	3
2,0	0	1	1	1	2	2	1	3	5
2,5	0	1	1	1	2	3	2	4	7
3,0	1	1	2	1	3	5	3	5	9
3,5	1	2	2	2	4	6	3	7	11
4,0	1	2	3	2	5	7	4	8	14
4,5	1	3	4	3	6	9	5	10	17
5,0	1	3	4	3	7	11	6	12	20
5,5	2	4	5	4	8	12	7	14	23
6,0	2	4	6	5	9	14	8	16	26
6,5	2	5	7	5	11	16	9	18	30
7,0	3	6	8	6	12	18	10	20	34
7,5	3	6	9	7	14	21	11	22	38
8,0	3	7	11	7	15	23	12	25	42
8,5	4	8	12	8	17	25	13	27	46
9,0	4	9	13	9	18	28	15	30	50
9,5	5	10	14	10	20	30	16	32	54
10,0	5	11	16	11	22	33	17	35	59
10,5	6	12	17	12	24	36	18	38	63
11,0	6	13	19	13	26	39	20	40	68
11,5	7	14	21	13	27	42	21	43	73
12,0	7	15	22	14	29	45	23	46	78
12,5	8	16	24	15	32	48	24	49	83
13,0	8	18	26	16	34	51	26	52	89
13,5	9	19	28	18	36	54	27	56	94
14,0	10	20	30	19	38	57	29	59	99
14,5	10	22	31	20	40	61	31	62	105
15,0	11	23	34	21	43	64	32	66	111
15,5	12	24	36	22	45	68	34	69	117
16,0	12	26	38	23	47	72	36	73	122
16,5	13	27	40	24	50	75	37	76	129
17,0	14	29	42	26	52	79	39	80	135
17,5	14	31	45	27	55	83	41	83	141
18,0	15	32	47	28	58	87	43	87	147
18,5	16	34	49	30	60	91	45	91	154
19,0	17	36	52	31	63	95	47	95	160
19,5	18	37	54	32	66	99	49	99	167
20,0	18	39	57	34	68	104	51	103	174
20,5	19	41	60	35	71	108	52	107	180
21,0	20	43	62	36	74	112	55	111	187
21,5	21	45	65	38	77	117	57	115	194
22,0	22	47	68	39	80	121	59	119	201
22,5	23	49	71	41	83	126	61	123	209
23,0	24	51	74	42	86	130	63	128	216

Ha	Debit (liter/det)								
	10 x 90	20 x 90	30 x 90	20 x 180	40 x 180	60 x 180	30 x 270	60 x 270	100 x 270
(cm)	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
23,5	25	53	77	44	89	135	65	132	223
24,0	26	55	80	45	92	140	67	137	231
24,5	27	57	83	47	96	145	69	141	238
25,0	28	59	86	49	99	150	72	146	246
25,5	29	61	89	50	102	155	74	150	254
26,0	30	63	92	52	106	160	76	155	261
26,5	31	66	96	53	109	165	78	159	269
27,0	32	68	99	55	112	170	81	164	277
27,5	33	70	102	57	116	175	83	169	285
28,0	34	73	106	59	119	180	85	174	293
28,5	35	75	109	60	123	186	88	179	302
29,0	37	78	113	62	126	191	90	178	310
29,5	38	80	116	64	130	197	93	188	318
30,0	39	82	120	66	134	202	95	193	327
30,5	40	85	124	67	137	208	98	199	335
31,0	41	88	127	69	141	213	100	204	344
31,5	43	90	131	71	145	219	103	209	353
32,0	44	93	135	73	149	225	105	214	361
32,5	45	96	139	75	152	231	108	219	370
33,0	46	98	143	77	156	237	110	224	379
33,5	48	101	147	79	160	243	113	230	388
34,0	49	104	151	81	164	249	116	235	397
34,5	50	107	155	83	168	255	118	241	406
35,0	52	110	159	85	172	261	121	246	416
35,5	53	112	164	87	176	267	124	252	425
36,0	54	115	168	89	180	273	126	257	434
36,5	56	118	172	91	185	279	129	263	444
37,0	57	121	177	93	189	286	132	268	453
37,5	59	124	181	95	193	292	135	274	463
38,0	60	127	185	97	197	299	138	280	473
38,5	62	131	190	99	202	305	140	286	482
39,0	63	134	195	101	206	312	143	291	492
39,5	65	137	199	103	210	318	146	297	502
40,0	66	140	204	105	215	325	149	303	512
40,5	68	143	209	108	219	332	152	309	522
41,0	69	147	213	110	224	339	155	315	532
41,5	71	150	218	112	228	345	158	321	542
42,0	72	153	223	114	233	352	161	327	552
42,5	74	157	228	116	237	359	164	333	563
43,0	76	160	233	119	242	366	167	339	573
43,5	77	163	238	121	247	373	170	346	584
44,0	79	167	243	123	251	380	173	352	594
44,5	80	170	248	126	256	388	176	358	605
45,0	82	174	253	128	261	395	179	364	615
45,5				130	266	402	182	371	626
46,0				133	270	409	185	377	637
46,5				135	275	417	189	383	648
47,0				138	280	424	192	390	659
47,5				140	285	432	195	396	669

Ha	Debit (liter/det)								
	10 x 90	20 x 90	30 x 90	20 x 180	40 x 180	60 x 180	30 x 270	60 x 270	100 x 270
(cm)	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
48,0				142	290	439	198	403	681
48,5				145	295	447	201	409	692
49,0				147	300	454	205	416	703
49,5				150	305	462	208	423	714
50,0				152	310	470	211	429	725
50,5				155	315	477	214	436	737
51,0				157	321	485	218	443	748
51,5				160	326	493	221	450	760
52,0				162	331	501	224	457	771
52,5				165	336	509	228	463	783
53,0				168	342	517	231	470	794
53,5				170	347	525	235	477	806
54,0				173	352	533	238	484	818
54,5				176	358	541	242	491	830
55,0				178	363	550	245	498	742
55,5				181	369	558	249	505	854
56,0				184	374	566	252	513	866
56,5				186	380	575	256	520	878
57,0				189	385	583	259	527	890
57,5				192	391	591	263	534	902
58,0				195	396	600	266	541	914
58,5				197	402	609	270	549	927
59,0				200	408	617	273	556	939
59,5				203	414	626	277	563	952
60,0				206	419	635	281	571	964
60,5							284	578	977
61,0							288	586	989
61,5							292	593	1.002
62,0							295	601	1.015
62,5							299	608	1.028
63,0							303	616	1.040
63,5							307	624	1.053
64,0							310	631	1.066
64,5							314	639	1.079
65,0							318	647	1.092
65,5							322	655	1.106
66,0							260	662	1.119
66,5							330	670	1.132
67,0							333	678	1.145
67,5							337	686	1.159
68,0							341	694	1.172
68,5							345	702	1.186
69,0							349	710	1.199
69,5							353	718	1.213
70,0							357	726	1.226
70,5							361	734	1.240
71,0							365	742	1.254
71,5							369	750	1.268
72,0							373	759	1.281

Ha	Debit (liter/det)								
	10 x 90	20 x 90	30 x 90	20 x 180	40 x 180	60 x 180	30 x 270	60 x 270	100 x 270
(cm)	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
72,5							377	767	1.295
73,0							381	775	1.309
73,5							385	784	1.323
74,0							389	792	1.337
74,5							393	800	1.352
75,0							398	809	1.366

Tabel 2.7b. Debit pada CTF: L = 0,5 m; Hb/Ha ≤ 0,60; Ha/L ≤ 0,4; K=5,75; n=2,07 (W=0,10, C=0,543; W=0,20, C=1,105; W=0,30, C=1,674)

L (m)	0,50		0,50	0,50
W (m)	0,10		0,20	0,30
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)
1,0	0,04	0,02	0,08	0,12
1,1	0,05	0,02	0,10	0,15
1,2	0,06	0,02	0,12	0,18
1,3	0,07	0,03	0,14	0,21
1,4	0,08	0,03	0,16	0,24
1,5	0,09	0,03	0,19	0,28
1,6	0,10	0,03	0,21	0,32
1,7	0,12	0,03	0,24	0,36
1,8	0,13	0,04	0,27	0,41
1,9	0,15	0,04	0,30	0,46
2,0	0,17	0,04	0,34	0,51
2,1	0,18	0,04	0,37	0,56
2,2	0,20	0,04	0,41	0,62
2,3	0,22	0,05	0,45	0,68
2,4	0,24	0,05	0,49	0,74
2,5	0,26	0,05	0,53	0,81
2,6	0,28	0,05	0,58	0,88
2,7	0,31	0,05	0,63	0,95
2,8	0,33	0,06	0,67	1,02
2,9	0,36	0,06	0,73	1,10
3,0	0,38	0,06	0,78	1,18
3,1	0,41	0,06	0,83	1,26
3,2	0,44	0,06	0,89	1,35
3,3	0,47	0,07	0,95	1,44
3,4	0,50	0,07	1,01	1,53
3,5	0,53	0,07	1,07	1,62
3,6	0,56	0,07	1,13	1,72
3,7	0,59	0,07	1,20	1,82
3,8	0,62	0,08	1,27	1,92
3,9	0,66	0,08	1,34	2,03
4,0	0,69	0,08	1,41	2,14
4,1	0,73	0,08	1,48	2,25
4,2	0,77	0,08	1,56	2,37
4,3	0,81	0,09	1,64	2,48
4,4	0,84	0,09	1,72	2,60
4,5	0,88	0,09	1,80	2,73

L (m)	0,50		0,50	0,50
W (m)	0,10		0,20	0,30
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)
4,6	0,93	0,09	1,88	2,86
4,7	0,97	0,09	1,97	2,99
4,8	1,01	0,10	2,06	3,12
4,9	1,06	0,10	2,15	3,25
5,0	1,10	0,10	2,24	3,39
5,1	1,15	0,10	2,33	3,53
5,2	1,19	0,10	2,43	3,68
5,3	1,24	0,11	2,53	3,83
5,4	1,29	0,11	2,63	3,98
5,5	1,34	0,11	2,73	4,13
5,6	1,39	0,11	2,83	4,29
5,7	1,44	0,11	2,94	4,45
5,8	1,50	0,12	3,04	4,61
5,9	1,55	0,12	3,15	4,78
6,0	1,60	0,12	3,27	4,95
6,1	1,66	0,12	3,38	5,12
6,2	1,72	0,12	3,50	5,30
6,3	1,78	0,13	3,61	5,47
6,4	1,83	0,13	3,73	5,66
6,5	1,89	0,13	3,85	5,84
6,6	1,95	0,13	3,98	6,03
6,7	2,02	0,13	4,10	6,22
6,8	2,08	0,14	4,23	6,41
6,9	2,14	0,14	4,36	6,61
7,0	2,21	0,14	4,49	6,81
7,1	2,27	0,14	4,63	7,01
7,2	2,34	0,14	4,76	7,22
7,3	2,41	0,15	4,90	7,43
7,4	2,48	0,15	5,04	7,64
7,5	2,55	0,15	5,18	7,85
7,6	2,62	0,15	5,33	8,07
7,7	2,69	0,15	5,47	8,29
7,8	2,76	0,16	5,62	8,52
7,9	2,84	0,16	5,77	8,75
8,0	2,91	0,16	5,92	8,98
8,1	2,99	0,16	6,08	9,21
8,2	3,06	0,16	6,23	9,45
8,3	3,14	0,17	6,39	9,69
8,4	3,22	0,17	6,55	9,93
8,5	3,30	0,17	6,72	10,18
8,6	3,38	0,17	6,88	10,43
8,7	3,46	0,17	7,05	10,68
8,8	3,55	0,18	7,22	10,93
8,9	3,63	0,18	7,39	11,19
9,0	3,71	0,18	7,56	11,46
9,1	3,80	0,18	7,73	11,72
9,2	3,89	0,18	7,91	11,99
9,3	3,98	0,19	8,09	12,26
9,4	4,06	0,19	8,27	12,53
9,5	4,15	0,19	8,45	12,81
L (m)	0,50		0,50	0,50

W (m)	0,10		0,20	0,30
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)
9,7	4,34	0,19	8,83	13,38
9,8	4,43	0,20	9,02	13,66
9,9	4,53	0,20	9,21	13,95
10,0	4,62	0,20	9,40	14,25
10,1	4,72	0,20	9,60	14,54
10,2	4,81	0,20	9,80	14,84
10,3	4,91	0,21	10,00	15,15
10,4	5,01	0,21	10,20	15,45
10,5	5,11	0,21	10,40	15,76
10,6	5,21	0,21	10,61	16,07
10,7	5,31	0,21	10,82	16,39
10,8	5,42	0,22	11,03	16,71
10,9	5,52	0,22	11,24	17,03
11,0	5,63	0,22	11,45	17,35
11,1	5,73	0,22	11,67	17,68
11,2	5,84	0,22	11,89	18,01
11,3	5,95	0,23	12,11	18,35
11,4	6,06	0,23	12,33	18,69
11,5	6,17	0,23	12,56	19,03
11,6	6,28	0,23	12,78	19,37
11,7	6,39	0,23	13,01	19,72
11,8	6,51	0,24	13,24	20,07
11,9	6,62	0,24	13,48	20,42
12,0	6,74	0,24	13,71	20,78
12,1	6,86	0,24	13,95	21,14
12,2	6,97	0,24	14,19	21,50
12,3	7,09	0,25	14,43	21,87
12,4	7,21	0,25	14,68	22,24
12,5	7,33	0,25	14,92	22,61
12,6	7,45	0,25	15,17	22,99
12,7	7,58	0,25	15,42	23,37
12,8	7,70	0,26	15,67	23,75
12,9	7,83	0,26	15,93	24,13
13,0	7,95	0,26	16,18	24,52
13,1	8,08	0,26	16,44	24,92
13,2	8,21	0,26	16,70	25,31
13,3	8,34	0,27	16,97	25,71
13,4	8,47	0,27	17,23	26,11
13,5	8,60	0,27	17,50	26,52
13,6	8,73	0,27	17,77	26,92
13,7	8,87	0,27	18,04	27,34
13,8	9,00	0,28	18,31	27,75
13,9	9,13	0,28	18,59	28,17
14,0	9,27	0,28	18,87	28,59
14,1	9,41	0,28	19,15	29,01
14,2	9,55	0,28	19,43	29,44
14,3	9,69	0,29	19,71	29,87
14,4	9,83	0,29	20,00	30,31
14,5	9,97	0,29	20,29	30,74
14,6	10,11	0,29	20,58	31,18
14,7	10,26	0,29	20,87	31,63
L (m)	0,50		0,50	0,50

W (m)	0,10		0,20	0,30
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)
14,8	10,40	0,30	21,17	32,07
14,9	10,55	0,30	21,46	32,52
15,0	10,69	0,30	21,76	32,98
15,1	10,84	0,30	22,07	33,43
15,2	10,99	0,30	22,37	33,89
15,3	11,14	0,31	22,67	34,36
15,4	11,29	0,31	22,98	34,82
15,5	11,45	0,31	23,29	35,29
15,6	11,60	0,31	23,60	35,77
15,7	11,75	0,31	23,92	36,24
15,8	11,91	0,32	24,24	36,72
15,9	12,07	0,32	24,55	37,21
16,0	12,22	0,32	24,87	37,69
16,1	12,38	0,32	25,20	38,18
16,2	12,54	0,32	25,52	38,67
16,3	12,70	0,33	25,85	39,17
16,4	12,86	0,33	26,18	39,67
16,5	13,03	0,33	26,51	40,17
16,6	13,19	0,33	26,84	40,68
16,7	13,36	0,33	27,18	41,19
16,8	13,52	0,34	27,52	41,70
16,9	13,69	0,34	27,86	42,21
17,0	13,86	0,34	28,20	42,73
17,1	14,03	0,34	28,54	43,25
17,2	14,20	0,34	28,89	43,78
17,3	14,37	0,35	29,24	44,31
17,4	14,54	0,35	29,59	44,84
17,5	14,71	0,35	29,94	45,37
17,6	14,89	0,35	30,30	45,91
17,7	15,07	0,35	30,66	46,45
17,8	15,24	0,36	31,02	47,00
17,9	15,42	0,36	31,38	47,55
18,0	15,60	0,36	31,74	48,10
18,1	15,78	0,36	32,11	48,65
18,2	15,96	0,36	32,48	49,21
18,3	16,14	0,37	32,85	49,77
18,4	16,32	0,37	33,22	50,34
18,5	16,51	0,37	33,59	50,91
18,6	16,69	0,37	33,97	51,48
18,7	16,88	0,37	34,35	52,05
18,8	17,07	0,38	34,73	52,63
18,9	17,26	0,38	35,12	53,21
19,0	17,45	0,38	35,50	53,79
19,1	17,64	0,38	35,89	54,38
19,2	17,83	0,38	36,28	54,97
19,3	18,02	0,39	36,67	55,57
19,4	18,21	0,39	37,07	56,17
19,5	18,41	0,39	37,46	56,77
19,6	18,61	0,39	37,86	57,37
19,7	18,80	0,39	38,26	57,98
19,8	19,00	0,40	38,67	58,59
L (m)	0,50		0,50	0,50

W (m)	0,10		0,20	0,30
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)
19,9	19,20	0,40	39,07	59,20
20,0	19,40	0,40	39,48	59,82
20,1	19,60	0,40	39,89	60,44
20,2	19,80	0,40	40,30	61,07

Tabel 2.7c. Debit pada CTF, $L = 0,75 \text{ m}$ $H_b/H_a \leq 0,63$; $H_a/L \leq 0,4$; $K=4,3$; $n=1,9$
 (W=0,10, C=0,406; W=0,20, C=0,826; W=0,30, C=1,252; W=0,4, C=1,681)

L (m)	0,75		0,75	0,75	0,75
W (m)	0,10		0,20	0,30	0,40
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
1,00	0,06	0,01	0,13	0,20	0,27
1,10	0,08	0,01	0,16	0,24	0,32
1,20	0,09	0,02	0,19	0,28	0,38
1,30	0,11	0,02	0,22	0,33	0,44
1,40	0,12	0,02	0,25	0,38	0,50
1,50	0,14	0,02	0,28	0,43	0,58
1,60	0,16	0,02	0,32	0,48	0,65
1,70	0,18	0,02	0,36	0,54	0,73
1,80	0,20	0,02	0,40	0,61	0,81
1,90	0,22	0,03	0,44	0,67	0,90
2,00	0,24	0,03	0,49	0,74	0,99
2,10	0,26	0,03	0,54	0,81	1,09
2,20	0,29	0,03	0,59	0,89	1,19
2,30	0,31	0,03	0,64	0,97	1,30
2,40	0,34	0,03	0,69	1,05	1,41
2,50	0,37	0,03	0,75	1,13	1,52
2,60	0,40	0,03	0,80	1,22	1,64
2,70	0,42	0,04	0,86	1,31	1,76
2,80	0,46	0,04	0,93	1,40	1,88
2,90	0,49	0,04	0,99	1,50	2,01
3,00	0,52	0,04	1,06	1,60	2,15
3,10	0,55	0,04	1,12	1,70	2,29
3,20	0,59	0,04	1,19	1,81	2,43
3,30	0,62	0,04	1,27	1,92	2,57
3,40	0,66	0,05	1,34	2,03	2,73
3,50	0,70	0,05	1,41	2,14	2,88
3,60	0,73	0,05	1,49	2,26	3,04
3,70	0,77	0,05	1,57	2,38	3,20
3,80	0,81	0,05	1,65	2,51	3,37
3,90	0,85	0,05	1,74	2,63	3,54
4,00	0,90	0,05	1,82	2,76	3,71
4,10	0,94	0,05	1,91	2,90	3,89
4,20	0,98	0,06	2,00	3,03	4,07
4,30	1,03	0,06	2,09	3,17	4,26
4,40	1,07	0,06	2,19	3,31	4,45
4,50	1,12	0,06	2,28	3,46	4,64
4,60	1,17	0,06	2,38	3,60	4,84
4,70	1,22	0,06	2,48	3,75	5,04
4,80	1,27	0,06	2,58	3,91	5,25

L (m)	0,75		0,75	0,75	0,75
W (m)	0,10		0,20	0,30	0,40
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
4,90	1,32	0,07	2,68	4,06	5,46
5,00	1,37	0,07	2,79	4,22	5,67
5,10	1,42	0,07	2,89	4,38	5,89
5,20	1,48	0,07	3,00	4,55	6,11
5,30	1,53	0,07	3,11	4,72	6,33
5,40	1,58	0,07	3,23	4,89	6,56
5,50	1,64	0,07	3,34	5,06	6,80
5,60	1,70	0,07	3,46	5,24	7,03
5,70	1,76	0,08	3,57	5,42	7,27
5,80	1,82	0,08	3,69	5,60	7,52
5,90	1,88	0,08	3,82	5,78	7,77
6,00	1,94	0,08	3,94	5,97	8,02
6,10	2,00	0,08	4,07	6,16	8,27
6,20	2,06	0,08	4,19	6,35	8,53
6,30	2,12	0,08	4,32	6,55	8,80
6,40	2,19	0,09	4,45	6,75	9,06
6,50	2,25	0,09	4,59	6,95	9,34
6,60	2,32	0,09	4,72	7,16	9,61
6,70	2,39	0,09	4,86	7,36	9,89
6,80	2,46	0,09	5,00	7,57	10,17
6,90	2,53	0,09	5,14	7,79	10,46
7,00	2,60	0,09	5,28	8,00	10,75
7,10	2,67	0,09	5,43	8,22	11,04
7,20	2,74	0,10	5,57	8,44	11,34
7,30	2,81	0,10	5,72	8,67	11,64
7,40	2,88	0,10	5,87	8,89	11,94
7,50	2,96	0,10	6,02	9,12	12,25
7,60	3,03	0,10	6,17	9,36	12,56
7,70	3,11	0,10	6,33	9,59	12,88
7,80	3,19	0,10	6,49	9,83	13,20
7,90	3,27	0,11	6,65	10,07	13,52
8,00	3,34	0,11	6,81	10,31	13,85
8,10	3,42	0,11	6,97	10,56	14,18
8,20	3,51	0,11	7,13	10,81	14,52
8,30	3,59	0,11	7,30	11,06	14,85
8,40	3,67	0,11	7,47	11,31	15,20
8,50	3,75	0,11	7,64	11,57	15,54
8,60	3,84	0,11	7,81	11,83	15,89
8,70	3,92	0,12	7,98	12,09	16,24
8,80	4,01	0,12	8,16	12,36	16,60
8,90	4,10	0,12	8,33	12,63	16,96
9,00	4,18	0,12	8,51	12,90	17,32
9,10	4,27	0,12	8,69	13,17	17,69
9,20	4,36	0,12	8,88	13,45	18,06
9,30	4,45	0,12	9,06	13,73	18,44
9,40	4,54	0,13	9,25	14,01	18,82
9,50	4,64	0,13	9,43	14,30	19,20
9,60	4,73	0,13	9,62	14,58	19,58
9,70	4,82	0,13	9,82	14,87	19,97
9,80	4,92	0,13	10,01	15,17	20,37
L (m)	0,75		0,75	0,75	0,75

W (m)	0,10		0,20	0,30	0,40
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
10,00	5,11	0,13	10,40	15,76	21,16
10,10	5,21	0,13	10,60	16,06	21,57
10,20	5,31	0,14	10,80	16,36	21,97
10,30	5,41	0,14	11,00	16,67	22,39
10,40	5,51	0,14	11,20	16,98	22,80
10,50	5,61	0,14	11,41	17,29	23,22
10,60	5,71	0,14	11,62	17,60	23,64
10,70	5,81	0,14	11,83	17,92	24,07
10,80	5,92	0,14	12,04	18,24	24,50
10,90	6,02	0,15	12,25	18,56	24,93
11,00	6,13	0,15	12,46	18,89	25,36
11,10	6,23	0,15	12,68	19,21	25,80
11,20	6,34	0,15	12,90	19,54	26,25
11,30	6,45	0,15	13,12	19,88	26,69
11,40	6,56	0,15	13,34	20,21	27,15
11,50	6,66	0,15	13,56	20,55	27,60
11,60	6,78	0,15	13,79	20,89	28,06
11,70	6,89	0,16	14,01	21,24	28,52
11,80	7,00	0,16	14,24	21,58	28,98
11,90	7,11	0,16	14,47	21,93	29,45
12,00	7,23	0,16	14,71	22,28	29,92
12,10	7,34	0,16	14,94	22,64	30,40
12,20	7,46	0,16	15,17	22,99	30,88
12,30	7,57	0,16	15,41	23,35	31,36
12,40	7,69	0,17	15,65	23,71	31,85
12,50	7,81	0,17	15,89	24,08	32,34
12,60	7,93	0,17	16,13	24,45	32,83
12,70	8,05	0,17	16,38	24,82	33,33
12,80	8,17	0,17	16,62	25,19	33,83
12,90	8,29	0,17	16,87	25,56	34,33
13,00	8,41	0,17	17,12	25,94	34,84
13,10	8,54	0,17	17,37	26,32	35,35
13,20	8,66	0,18	17,62	26,71	35,86
13,30	8,79	0,18	17,88	27,09	36,38
13,40	8,91	0,18	18,14	27,48	36,90
13,50	9,04	0,18	18,39	27,87	37,43
13,60	9,17	0,18	18,65	28,26	37,96
13,70	9,29	0,18	18,91	28,66	38,49
13,80	9,42	0,18	19,18	29,06	39,03
13,90	9,55	0,19	19,44	29,46	39,56
14,00	9,69	0,19	19,71	29,86	40,11
14,10	9,82	0,19	19,98	30,27	40,65
14,20	9,95	0,19	20,25	30,68	41,20
14,30	10,08	0,19	20,52	31,09	41,76
14,40	10,22	0,19	20,79	31,51	42,31
14,50	10,35	0,19	21,07	31,92	42,87
14,60	10,49	0,19	21,34	32,34	43,44
14,70	10,63	0,20	21,62	32,77	44,00
14,80	10,76	0,20	21,90	33,19	44,57
14,90	10,90	0,20	22,19	33,62	45,15
15,00	11,04	0,20	22,47	34,05	45,72
L (m)	0,75		0,75	0,75	0,75

W (m)	0,10		0,20	0,30	0,40
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
15,10	11,18	0,20	22,76	34,48	46,31
15,20	11,32	0,20	23,04	34,92	46,89
15,30	11,47	0,20	23,33	35,35	47,48
15,40	11,61	0,21	23,62	35,79	48,07
15,50	11,75	0,21	23,91	36,24	48,66
15,60	11,90	0,21	24,21	36,68	49,26
15,70	12,04	0,21	24,50	37,13	49,86
15,80	12,19	0,21	24,80	37,58	50,47
15,90	12,33	0,21	25,10	38,03	51,08
16,00	12,48	0,21	25,40	38,49	51,69
16,10	12,63	0,21	25,70	38,95	52,31
16,20	12,78	0,22	26,01	39,41	52,92
16,30	12,93	0,22	26,31	39,87	53,55
16,40	13,08	0,22	26,62	40,34	54,17
16,50	13,23	0,22	26,93	40,81	54,80
16,60	13,39	0,22	27,24	41,28	55,44
16,70	13,54	0,22	27,55	41,75	56,07
16,80	13,69	0,22	27,87	42,23	56,71
16,90	13,85	0,23	28,18	42,71	57,35
17,00	14,01	0,23	28,50	43,19	58,00
17,10	14,16	0,23	28,82	43,67	58,65
17,20	14,32	0,23	29,14	44,16	59,30
17,30	14,48	0,23	29,47	44,65	59,96
17,40	14,64	0,23	29,79	45,14	60,62
17,50	14,80	0,23	30,12	45,63	61,28
17,60	14,96	0,23	30,44	46,13	61,95
17,70	15,12	0,24	30,77	46,63	62,62
17,80	15,29	0,24	31,10	47,13	63,30
17,90	15,45	0,24	31,44	47,64	63,97
18,00	15,61	0,24	31,77	48,14	64,65
18,10	15,78	0,24	32,11	48,65	65,34
18,20	15,94	0,24	32,45	49,16	66,03
18,30	16,11	0,24	32,79	49,68	66,72
18,40	16,28	0,25	33,13	50,20	67,41
18,50	16,45	0,25	33,47	50,72	68,11
18,60	16,62	0,25	33,81	51,24	68,81
18,70	16,79	0,25	34,16	51,76	69,52
18,80	16,96	0,25	34,51	52,29	70,22
18,90	17,13	0,25	34,86	52,82	70,93
19,00	17,30	0,25	35,21	53,35	71,65
19,10	17,48	0,25	35,56	53,89	72,37
19,20	17,65	0,26	35,92	54,42	73,09
19,30	17,82	0,26	36,27	54,96	73,81
19,40	18,00	0,26	36,63	55,51	74,54
19,50	18,18	0,26	36,99	56,05	75,27
19,60	18,36	0,26	37,35	56,60	76,01
19,70	18,53	0,26	37,71	57,15	76,75
19,80	18,71	0,26	38,08	57,70	77,49
19,90	18,89	0,27	38,45	58,26	78,23
20,00	19,07	0,27	38,81	58,81	78,98
20,10	19,25	0,27	39,18	59,37	79,74
L (m)	0,75		0,75	0,75	0,75

W (m)	0,10		0,20	0,30	0,40
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
20,20	19,44	0,27	39,55	59,94	80,49
20,30	19,62	0,27	39,93	60,50	81,25
20,40	19,80	0,27	40,30	61,07	82,01
20,50	19,99	0,27	40,68	61,64	82,78
20,60	20,18	0,27	41,06	62,21	83,55
20,70	20,36	0,28	41,44	62,79	84,32
20,80	20,55	0,28	41,82	63,36	85,09
20,90	20,74	0,28	42,20	63,94	85,87

Tabel 2.7d. Debit pada CTF, L = 1,0 m; $H_b/H_a \leq 0,66$; $H_a/L \leq 0,4$; $K=3,5$; $n=1,8$
 (W=0,2, C=0,672; W=0,3, C=1,019; W=0,4, C=1,368; W=0,5, C=1,720; W=0,6, C=2,073)

L (m)	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
W (m)	0,20		0,30	0,40	0,50	0,60
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
1,0	0,17	0,01	0,26	0,34	0,43	0,52
1,1	0,20	0,01	0,30	0,41	0,51	0,62
1,2	0,23	0,01	0,36	0,48	0,60	0,72
1,3	0,27	0,01	0,41	0,55	0,69	0,84
1,4	0,31	0,01	0,47	0,63	0,79	0,95
1,5	0,35	0,02	0,53	0,71	0,90	1,08
1,6	0,39	0,02	0,60	0,80	1,01	1,21
1,7	0,44	0,02	0,67	0,89	1,12	1,35
1,8	0,49	0,02	0,74	0,99	1,24	1,50
1,9	0,54	0,02	0,81	1,09	1,37	1,65
2,0	0,59	0,02	0,89	1,20	1,50	1,81
2,1	0,64	0,02	0,97	1,31	1,64	1,98
2,2	0,70	0,02	1,06	1,42	1,79	2,15
2,3	0,76	0,02	1,15	1,54	1,93	2,33
2,4	0,82	0,02	1,24	1,66	2,09	2,52
2,5	0,88	0,03	1,33	1,79	2,25	2,71
2,6	0,94	0,03	1,43	1,92	2,41	2,91
2,7	1,01	0,03	1,53	2,05	2,58	3,11
2,8	1,08	0,03	1,63	2,19	2,76	3,32
2,9	1,15	0,03	1,74	2,34	2,94	3,54
3,0	1,22	0,03	1,85	2,48	3,12	3,76
3,1	1,29	0,03	1,96	2,63	3,31	3,99
3,2	1,37	0,03	2,08	2,79	3,51	4,23
3,3	1,45	0,03	2,20	2,95	3,71	4,47
3,4	1,53	0,03	2,32	3,11	3,91	4,71
3,5	1,61	0,04	2,44	3,28	4,12	4,97
3,6	1,69	0,04	2,57	3,45	4,33	5,22
3,7	1,78	0,04	2,70	3,62	4,55	5,49
3,8	1,87	0,04	2,83	3,80	4,78	5,76
3,9	1,96	0,04	2,97	3,98	5,01	6,03
4,0	2,05	0,04	3,10	4,17	5,24	6,32
4,1	2,14	0,04	3,24	4,36	5,48	6,60
4,2	2,24	0,04	3,39	4,55	5,72	6,89

L (m)	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
W (m)	0,20		0,30	0,40	0,50	0,60
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
4,3	2,33	0,04	3,53	4,75	5,97	7,19
4,4	2,43	0,04	3,68	4,95	6,22	7,50
4,5	2,53	0,05	3,84	5,15	6,48	7,81
4,6	2,63	0,05	3,99	5,36	6,74	8,12
4,7	2,74	0,05	4,15	5,57	7,00	8,44
4,8	2,84	0,05	4,31	5,79	7,27	8,77
4,9	2,95	0,05	4,47	6,01	7,55	9,10
5,0	3,06	0,05	4,64	6,23	7,83	9,44
5,1	3,17	0,05	4,81	6,45	8,11	9,78
5,2	3,28	0,05	4,98	6,68	8,40	10,13
5,3	3,40	0,05	5,15	6,92	8,69	10,48
5,4	3,52	0,05	5,33	7,15	8,99	10,84
5,5	3,63	0,06	5,51	7,39	9,29	11,20
5,6	3,75	0,06	5,69	7,64	9,60	11,57
5,7	3,87	0,06	5,87	7,88	9,91	11,95
5,8	4,00	0,06	6,06	8,13	10,23	12,33
5,9	4,12	0,06	6,25	8,39	10,54	12,71
6,0	4,25	0,06	6,44	8,65	10,87	13,10
6,1	4,38	0,06	6,63	8,91	11,20	13,50
6,2	4,51	0,06	6,83	9,17	11,53	13,90
6,3	4,64	0,06	7,03	9,44	11,87	14,30
6,4	4,77	0,06	7,23	9,71	12,21	14,72
6,5	4,91	0,06	7,44	9,99	12,55	15,13
6,6	5,04	0,07	7,64	10,26	12,90	15,55
6,7	5,18	0,07	7,85	10,55	13,26	15,98
6,8	5,32	0,07	8,07	10,83	13,62	16,41
6,9	5,46	0,07	8,28	11,12	13,98	16,85
7,0	5,61	0,07	8,50	11,41	14,34	17,29
7,1	5,75	0,07	8,72	11,71	14,72	17,74
7,2	5,90	0,07	8,94	12,01	15,09	18,19
7,3	6,05	0,07	9,16	12,31	15,47	18,65
7,4	6,20	0,07	9,39	12,61	15,85	19,11
7,5	6,35	0,07	9,62	12,92	16,24	19,58
7,6	6,50	0,08	9,85	13,23	16,63	20,05
7,7	6,66	0,08	10,09	13,55	17,03	20,53
7,8	6,81	0,08	10,32	13,87	17,43	21,01
7,9	6,97	0,08	10,56	14,19	17,83	21,50
8,0	7,13	0,08	10,81	14,51	18,24	21,99
8,1	7,29	0,08	11,05	14,84	18,65	22,49
8,2	7,46	0,08	11,30	15,17	19,07	22,99
8,3	7,62	0,08	11,55	15,51	19,49	23,50
8,4	7,79	0,08	11,80	15,84	19,92	24,01
8,5	7,95	0,08	12,05	16,19	20,35	24,53
8,6	8,12	0,09	12,31	16,53	20,78	25,05
8,7	8,29	0,09	12,57	16,88	21,22	25,57
8,8	8,47	0,09	12,83	17,23	21,66	26,11
8,9	8,64	0,09	13,09	17,58	22,10	26,64
9,0	8,82	0,09	13,36	17,94	22,55	27,18
9,1	8,99	0,09	13,63	18,30	23,00	27,73
9,2	9,17	0,09	13,90	18,66	23,46	28,28
L (m)	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00

W (m)	0,20		0,30	0,40	0,50	0,60
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
9,3	9,35	0,09	14,17	19,03	23,92	28,84
9,4	9,53	0,09	14,45	19,40	24,39	29,40
9,5	9,72	0,09	14,72	19,77	24,86	29,96
9,6	9,90	0,10	15,00	20,15	25,33	30,53
9,7	10,09	0,10	15,29	20,53	25,80	31,11
9,8	10,28	0,10	15,57	20,91	26,29	31,69
9,9	10,47	0,10	15,86	21,30	26,77	32,27
10,0	10,66	0,10	16,15	21,69	27,26	32,86
10,1	10,85	0,10	16,44	22,08	27,75	33,45
10,2	11,04	0,10	16,73	22,47	28,25	34,05
10,3	11,24	0,10	17,03	22,87	28,75	34,66
10,4	11,44	0,10	17,33	23,27	29,25	35,26
10,5	11,63	0,11	17,63	23,68	29,76	35,88
10,6	11,84	0,11	17,93	24,08	30,27	36,49
10,7	12,04	0,11	18,24	24,49	30,79	37,12
10,8	12,24	0,11	18,55	24,91	31,31	37,74
10,9	12,44	0,11	18,86	25,32	31,83	38,37
11,0	12,65	0,11	19,17	25,74	32,36	39,01
11,1	12,86	0,11	19,48	26,17	32,89	39,65
11,2	13,07	0,11	19,80	26,59	33,43	40,30
11,3	13,28	0,11	20,12	27,02	33,97	40,95
11,4	13,49	0,11	20,44	27,45	34,51	41,60
11,5	13,71	0,12	20,77	27,89	35,06	42,26
11,6	13,92	0,12	21,09	28,33	35,61	42,92
11,7	14,14	0,12	21,42	28,77	36,16	43,59
11,8	14,36	0,12	21,75	29,21	36,72	44,27
11,9	14,57	0,12	22,09	29,66	37,28	44,94
12,0	14,80	0,12	22,42	30,11	37,85	45,62
12,1	15,02	0,12	22,76	30,56	38,42	46,31
12,2	15,24	0,12	23,10	31,02	38,99	47,00
12,3	15,47	0,12	23,44	31,48	39,57	47,70
12,4	15,70	0,12	23,78	31,94	40,15	48,40
12,5	15,92	0,13	24,13	32,41	40,73	49,10
12,6	16,15	0,13	24,48	32,87	41,32	49,81
12,7	16,39	0,13	24,83	33,34	41,91	50,53
12,8	16,62	0,13	25,18	33,82	42,51	51,24
12,9	16,85	0,13	25,54	34,30	43,11	51,97
13,0	17,09	0,13	25,89	34,78	43,71	52,70
13,1	17,33	0,13	26,25	35,26	44,32	53,43
13,2	17,57	0,13	26,62	35,74	44,93	54,16
13,3	17,81	0,13	26,98	36,23	45,55	54,90
13,4	18,05	0,13	27,35	36,73	46,16	55,65
13,5	18,29	0,14	27,72	37,22	46,79	56,40
13,6	18,54	0,14	28,09	37,72	47,41	57,15
13,7	18,78	0,14	28,46	38,22	48,04	57,91
13,8	19,03	0,14	28,83	38,72	48,67	58,68
13,9	19,28	0,14	29,21	39,23	49,31	59,44
14,0	19,53	0,14	29,59	39,74	49,95	60,21
14,1	19,78	0,14	29,97	40,25	50,59	60,99
14,2	20,03	0,14	30,36	40,77	51,24	61,77
L (m)	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00

W (m)	0,20		0,30	0,40	0,50	0,60
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
14,3	20,29	0,14	30,74	41,28	51,89	62,56
14,4	20,54	0,14	31,13	41,81	52,55	63,35
14,5	20,80	0,15	31,52	42,33	53,21	64,14
14,6	21,06	0,15	31,91	42,86	53,87	64,94
14,7	21,32	0,15	32,31	43,39	54,54	65,74
14,8	21,58	0,15	32,70	43,92	55,21	66,55
14,9	21,85	0,15	33,10	44,45	55,88	67,36
15,0	22,11	0,15	33,50	44,99	56,56	68,18
15,1	22,38	0,15	33,91	45,53	57,24	69,00
15,2	22,64	0,15	34,31	46,08	57,92	69,82
15,3	22,91	0,15	34,72	46,63	58,61	70,65
15,4	23,18	0,15	35,13	47,18	59,30	71,48
15,5	23,45	0,16	35,54	47,73	59,99	72,32
15,6	23,73	0,16	35,95	48,28	60,69	73,16
15,7	24,00	0,16	36,37	48,84	61,39	74,01
15,8	24,28	0,16	36,79	49,40	62,10	74,86
15,9	24,55	0,16	37,21	49,97	62,81	75,72
16,0	24,83	0,16	37,63	50,54	63,52	76,58
16,1	25,11	0,16	38,05	51,11	64,24	77,44
16,2	25,40	0,16	38,48	51,68	64,96	78,31
16,3	25,68	0,16	38,91	52,25	65,68	79,18
16,4	25,96	0,16	39,34	52,83	66,41	80,06
16,5	26,25	0,17	39,77	53,41	67,14	80,94
16,6	26,53	0,17	40,21	54,00	67,87	81,82
16,7	26,82	0,17	40,64	54,58	68,61	82,71
16,8	27,11	0,17	41,08	55,17	69,35	83,60
16,9	27,40	0,17	41,53	55,77	70,10	84,50
17,0	27,70	0,17	41,97	56,36	70,85	85,40
17,1	27,99	0,17	42,41	56,96	71,60	86,31
17,2	28,29	0,17	42,86	57,56	72,35	87,22
17,3	28,58	0,17	43,31	58,17	73,11	88,14
17,4	28,88	0,17	43,76	58,77	73,88	89,06
17,5	29,18	0,18	44,22	59,38	74,64	89,98
17,6	29,48	0,18	44,67	59,99	75,41	90,91
17,7	29,78	0,18	45,13	60,61	76,18	91,84
17,8	30,09	0,18	45,59	61,23	76,96	92,77
17,9	30,39	0,18	46,05	61,85	77,74	93,71
18,0	30,70	0,18	46,52	62,47	78,52	94,66
18,1	31,01	0,18	46,98	63,10	79,31	95,61
18,2	31,31	0,18	47,45	63,72	80,10	96,56
18,3	31,63	0,18	47,92	64,36	80,90	97,52
18,4	31,94	0,18	48,39	64,99	81,69	98,48
18,5	32,25	0,19	48,87	65,63	82,49	99,44
18,6	32,56	0,19	49,34	66,27	83,30	100,41
18,7	32,88	0,19	49,82	66,91	84,11	101,39
18,8	33,20	0,19	50,30	67,56	84,92	102,37
18,9	33,52	0,19	50,79	68,20	85,73	103,35
19,0	33,84	0,19	51,27	68,86	86,55	104,33
19,1	34,16	0,19	51,76	69,51	87,37	105,33
19,2	34,48	0,19	52,25	70,17	88,20	106,32

L (m)	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
W (m)	0,20		0,30	0,40	0,50	0,60
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
19,3	34,80	0,19	52,74	70,82	89,03	107,32
19,4	35,13	0,19	53,23	71,49	89,86	108,32
19,5	35,46	0,20	53,73	72,15	90,69	109,33
19,6	35,78	0,20	54,22	72,82	91,53	110,34
19,7	36,11	0,20	54,72	73,49	92,37	111,36
19,8	36,44	0,20	55,22	74,16	93,22	112,38
19,9	36,78	0,20	55,73	74,84	94,07	113,40
20,0	37,11	0,20	56,23	75,52	94,92	114,43
20,1	37,44	0,20	56,74	76,20	95,78	115,46
20,2	37,78	0,20	57,25	76,88	96,64	116,49
20,3	38,12	0,20	57,76	77,57	97,50	117,53
20,4	38,46	0,20	58,27	78,26	98,37	118,58
20,5	38,80	0,21	58,79	78,95	99,24	119,63
20,6	39,14	0,21	59,30	79,64	100,11	120,68
20,7	39,48	0,21	59,82	80,34	100,99	121,74
20,8	39,82	0,21	60,34	81,04	101,87	122,80
20,9	40,17	0,21	60,87	81,74	102,75	123,86
21,0	40,52	0,21	61,39	82,45	103,64	124,93
21,1	40,86	0,21	61,92	83,15	104,53	126,00
21,2	41,21	0,21	62,45	83,87	105,42	127,08
21,3	41,56	0,21	62,98	84,58	106,32	128,16
21,4	41,91	0,21	63,51	85,30	107,22	129,25
21,5	42,27	0,22	64,05	86,01	108,12	130,34
21,6	42,62	0,22	64,59	86,74	109,03	131,43
21,7	42,98	0,22	65,12	87,46	109,94	132,53
21,8	43,34	0,22	65,67	88,19	110,85	133,63
21,9	43,69	0,22	66,21	88,92	111,77	134,73
22,0	44,05	0,22	66,75	89,65	112,69	135,84
22,1	44,42	0,22	67,30	90,38	113,61	136,96
22,2	44,78	0,22	67,85	91,12	114,54	138,07
22,3	45,14	0,22	68,40	91,86	115,47	139,19
22,4	45,51	0,22	68,95	92,60	116,40	140,32
22,5	45,87	0,23	69,51	93,35	117,34	141,45
22,6	46,24	0,23	70,07	94,10	118,28	142,58
22,7	46,61	0,23	70,63	94,85	119,22	143,72
22,8	46,98	0,23	71,19	95,60	120,17	144,86
22,9	47,35	0,23	71,75	96,36	121,12	146,01
23,0	47,72	0,23	72,31	97,12	122,07	147,16
23,1	48,10	0,23	72,88	97,88	123,03	148,31
23,2	48,47	0,23	73,45	98,64	123,99	149,47
23,3	48,85	0,23	74,02	99,41	124,95	150,63
23,4	49,23	0,23	74,59	100,18	125,92	151,80
23,5	49,61	0,24	75,17	100,95	126,89	152,97
23,6	49,99	0,24	75,75	101,72	127,87	154,14
23,7	50,37	0,24	76,32	102,50	128,84	155,32
23,8	50,75	0,24	76,91	103,28	129,82	156,50
23,9	51,14	0,24	77,49	104,06	130,81	157,68
24,0	51,52	0,24	78,07	104,85	131,79	158,87
24,1	51,91	0,24	78,66	105,64	132,78	160,07
24,2	52,30	0,24	79,25	106,43	133,78	161,27

L (m)	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
W (m)	0,20		0,30	0,40	0,50	0,60
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
24,3	52,69	0,24	79,84	107,22	134,77	162,47
24,4	53,08	0,24	80,43	108,01	135,77	163,67
24,5	53,47	0,25	81,02	108,81	136,78	164,88
24,6	53,87	0,25	81,62	109,61	137,78	166,09
24,7	54,26	0,25	82,22	110,42	138,79	167,31
24,8	54,66	0,25	82,82	111,22	139,81	168,53
24,9	55,05	0,25	83,42	112,03	140,82	169,76
25,0	55,45	0,25	84,03	112,84	141,84	170,99
25,1	55,85	0,25	84,63	113,66	142,86	172,22
25,2	56,25	0,25	85,24	114,47	143,89	173,46
25,3	56,66	0,25	85,85	115,29	144,92	174,70
25,4	57,06	0,25	86,46	116,11	145,95	175,94
25,5	57,46	0,26	87,07	116,94	146,99	177,19
25,6	57,87	0,26	87,69	117,76	148,03	178,45
25,7	58,28	0,26	88,31	118,59	149,07	179,70
25,8	58,69	0,26	88,93	119,42	150,12	180,96
25,9	59,10	0,26	89,55	120,26	151,17	182,23
26,0	59,51	0,26	90,17	121,10	152,22	183,50
26,1	59,92	0,26	90,80	121,94	153,27	184,77
26,2	60,33	0,26	91,42	122,78	154,33	186,04
26,3	60,75	0,26	92,05	123,62	155,39	187,32
26,4	61,17	0,26	92,68	124,47	156,46	188,61
26,5	61,58	0,27	93,32	125,32	157,53	189,90
26,6	62,00	0,27	93,95	126,17	158,60	191,19
26,7	62,42	0,27	94,59	127,03	159,67	192,48
26,8	62,84	0,27	95,23	127,89	160,75	193,78
26,9	63,27	0,27	95,87	128,75	161,83	195,09
27,0	63,69	0,27	96,51	129,61	162,92	196,39
27,1	64,12	0,27	97,15	130,47	164,00	197,71
27,2	64,54	0,27	97,80	131,34	165,10	199,02
27,3	64,97	0,27	98,45	132,21	166,19	200,34
27,4	65,40	0,27	99,10	133,09	167,29	201,66
27,5	65,83	0,28	99,75	133,96	168,39	202,99
27,6	66,26	0,28	100,40	134,84	169,49	204,32
27,7	66,69	0,28	101,06	135,72	170,60	205,65
27,8	67,13	0,28	101,72	136,60	171,71	206,99
27,9	67,56	0,28	102,38	137,49	172,82	208,33
28,0	68,00	0,28	103,04	138,38	173,94	209,68
28,1	68,44	0,28	103,70	139,27	175,06	211,03
28,2	68,88	0,28	104,37	140,16	176,18	212,38
28,3	69,32	0,28	105,03	141,06	177,31	213,74
28,4	69,76	0,28	105,70	141,96	178,44	215,10
28,5	70,20	0,29	106,37	142,86	179,57	216,47
28,6	70,65	0,29	107,05	143,76	180,71	217,84
28,7	71,09	0,29	107,72	144,67	181,84	219,21
28,8	71,54	0,29	108,40	145,57	182,99	220,59
28,9	71,98	0,29	109,08	146,49	184,13	221,97
29,0	72,43	0,29	109,76	147,40	185,28	223,35
29,1	72,88	0,29	110,44	148,32	186,43	224,74
29,2	73,34	0,29	111,12	149,23	187,59	226,13
L (m)	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00

W (m)	0,20		0,30	0,40	0,50	0,60
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
29,3	73,79	0,29	111,81	150,16	188,74	227,53
29,4	74,24	0,29	112,50	151,08	189,91	228,93
29,5	74,70	0,30	113,19	152,01	191,07	230,33
29,6	75,15	0,30	113,88	152,93	192,24	231,74
29,7	75,61	0,30	114,57	153,87	193,41	233,15
29,8	76,07	0,30	115,27	154,80	194,58	234,56
29,9	76,53	0,30	115,96	155,74	195,76	235,98
30,0	76,99	0,30	116,66	156,67	196,94	237,41

Tabel 2.7e. Debit pada CTF, L = 1,5 m; Hb/Ha ≤ 0,72; Ha/L ≤ 0,4; K=2,7; n=1,68
(W=0,3, C=0,786; W=0,5, C=1,327; W=0,7, C=1,873; W=0,9, C=2,424; W=1,0, C=2,700)

L (m)	1,50		1,50	1,50	1,50	1,50
W (m)	0,30		0,50	0,70	0,90	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
1,0	0,34	0,01	0,46	0,82	1,06	1,18
1,1	0,40	0,01	0,54	0,96	1,24	1,38
1,2	0,47	0,01	0,63	1,11	1,44	1,60
1,3	0,53	0,01	0,72	1,27	1,64	1,83
1,4	0,60	0,01	0,81	1,44	1,86	2,07
1,5	0,68	0,01	0,91	1,62	2,09	2,33
1,6	0,76	0,01	1,01	1,80	2,33	2,60
1,7	0,84	0,01	1,12	1,99	2,58	2,87
1,8	0,92	0,01	1,24	2,20	2,84	3,16
1,9	1,01	0,01	1,35	2,40	3,11	3,46
2,0	1,10	0,01	1,48	2,62	3,39	3,78
2,1	1,19	0,01	1,60	2,84	3,68	4,10
2,2	1,29	0,01	1,73	3,08	3,98	4,43
2,3	1,39	0,02	1,87	3,31	4,29	4,78
2,4	1,49	0,02	2,01	3,56	4,60	5,13
2,5	1,60	0,02	2,15	3,81	4,93	5,49
2,6	1,71	0,02	2,29	4,07	5,27	5,87
2,7	1,82	0,02	2,44	4,34	5,61	6,25
2,8	1,93	0,02	2,60	4,61	5,97	6,65
2,9	2,05	0,02	2,76	4,89	6,33	7,05
3,0	2,17	0,02	2,92	5,18	6,70	7,46
3,1	2,30	0,02	3,08	5,47	7,08	7,89
3,2	2,42	0,02	3,25	5,77	7,47	8,32
3,3	2,55	0,02	3,42	6,08	7,86	8,76
3,4	2,68	0,02	3,60	6,39	8,27	9,21
3,5	2,81	0,02	3,78	6,71	8,68	9,67
3,6	2,95	0,02	3,96	7,03	9,10	10,14
3,7	3,09	0,02	4,15	7,36	9,53	10,62
3,8	3,23	0,03	4,34	7,70	9,97	11,10
3,9	3,38	0,03	4,53	8,05	10,41	11,60
4,0	3,52	0,03	4,73	8,40	10,86	12,10

L (m)	1,50		1,50	1,50	1,50	1,50
W (m)	0,30		0,50	0,70	0,90	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
4,1	3,67	0,03	4,93	8,75	11,32	12,61
4,2	3,82	0,03	5,13	9,11	11,79	13,13
4,3	3,98	0,03	5,34	9,48	12,27	13,66
4,4	4,13	0,03	5,55	9,85	12,75	14,20
4,5	4,29	0,03	5,77	10,23	13,24	14,75
4,6	4,45	0,03	5,98	10,62	13,74	15,30
4,7	4,62	0,03	6,20	11,01	14,24	15,87
4,8	4,79	0,03	6,43	11,40	14,76	16,44
4,9	4,95	0,03	6,65	11,81	15,28	17,02
5,0	5,12	0,03	6,88	12,21	15,80	17,60
5,1	5,30	0,03	7,12	12,63	16,34	18,20
5,2	5,47	0,03	7,35	13,05	16,88	18,80
5,3	5,65	0,04	7,59	13,47	17,43	19,42
5,4	5,83	0,04	7,83	13,90	17,98	20,03
5,5	6,01	0,04	8,08	14,34	18,55	20,66
5,6	6,20	0,04	8,33	14,78	19,12	21,30
5,7	6,39	0,04	8,58	15,22	19,69	21,94
5,8	6,58	0,04	8,83	15,67	20,28	22,59
5,9	6,77	0,04	9,09	16,13	20,87	23,25
6,0	6,96	0,04	9,35	16,59	21,47	23,91
6,1	7,16	0,04	9,61	17,06	22,07	24,59
6,2	7,36	0,04	9,88	17,53	22,68	25,27
6,3	7,56	0,04	10,15	18,01	23,30	25,96
6,4	7,76	0,04	10,42	18,49	23,92	26,65
6,5	7,96	0,04	10,69	18,98	24,56	27,36
6,6	8,17	0,04	10,97	19,47	25,19	28,07
6,7	8,38	0,04	11,25	19,97	25,84	28,79
6,8	8,59	0,05	11,54	20,47	26,49	29,51
6,9	8,80	0,05	11,82	20,98	27,15	30,24
7,0	9,02	0,05	12,11	21,50	27,81	30,98
7,1	9,24	0,05	12,40	22,01	28,48	31,73
7,2	9,46	0,05	12,70	22,54	29,16	32,48
7,3	9,68	0,05	13,00	23,07	29,84	33,25
7,4	9,90	0,05	13,30	23,60	30,53	34,02
7,5	10,13	0,05	13,60	24,14	31,23	34,79
7,6	10,36	0,05	13,91	24,68	31,93	35,57
7,7	10,59	0,05	14,22	25,23	32,64	36,36
7,8	10,82	0,05	14,53	25,78	33,36	37,16
7,9	11,05	0,05	14,84	26,34	34,08	37,96
8,0	11,29	0,05	15,16	26,90	34,81	38,78
8,1	11,53	0,05	15,48	27,47	35,54	39,59
8,2	11,77	0,05	15,80	28,04	36,28	40,42
8,3	12,01	0,06	16,13	28,62	37,03	41,25
8,4	12,25	0,06	16,45	29,20	37,78	42,09
8,5	12,50	0,06	16,78	29,79	38,54	42,93
8,6	12,75	0,06	17,12	30,38	39,30	43,78
8,7	13,00	0,06	17,45	30,97	40,07	44,64
8,8	13,25	0,06	17,79	31,57	40,85	45,51
8,9	13,50	0,06	18,13	32,18	41,63	46,38
9,0	13,76	0,06	18,48	32,79	42,42	47,26
L (m)	1,50		1,50	1,50	1,50	1,50

W (m)	0,30		0,50	0,70	0,90	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
9,1	14,02	0,06	18,82	33,40	43,22	48,15
9,2	14,28	0,06	19,17	34,02	44,02	49,04
9,3	14,54	0,06	19,52	34,65	44,82	49,94
9,4	14,80	0,06	19,88	35,27	45,64	50,84
9,5	15,07	0,06	20,23	35,91	46,46	51,75
9,6	15,33	0,06	20,59	36,54	47,28	52,67
9,7	15,60	0,06	20,95	37,18	48,11	53,60
9,8	15,87	0,07	21,32	37,83	48,95	54,53
9,9	16,15	0,07	21,68	38,48	49,79	55,47
10,0	16,42	0,07	22,05	39,14	50,64	56,41
10,1	16,70	0,07	22,43	39,80	51,49	57,36
10,2	16,98	0,07	22,80	40,46	52,35	58,32
10,3	17,26	0,07	23,18	41,13	53,21	59,28
10,4	17,54	0,07	23,56	41,80	54,09	60,25
10,5	17,82	0,07	23,94	42,48	54,96	61,23
10,6	18,11	0,07	24,32	43,16	55,84	62,21
10,7	18,40	0,07	24,71	43,85	56,73	63,20
10,8	18,69	0,07	25,10	44,54	57,63	64,20
10,9	18,98	0,07	25,49	45,23	58,52	65,20
11,0	19,27	0,07	25,88	45,93	59,43	66,21
11,1	19,57	0,07	26,28	46,64	60,34	67,22
11,2	19,87	0,07	26,68	47,35	61,26	68,24
11,3	20,16	0,08	27,08	48,06	62,18	69,27
11,4	20,47	0,08	27,48	48,77	63,10	70,30
11,5	20,77	0,08	27,89	49,50	64,04	71,34
11,6	21,07	0,08	28,30	50,22	64,98	72,39
11,7	21,38	0,08	28,71	50,95	65,92	73,44
11,8	21,69	0,08	29,12	51,68	66,87	74,49
11,9	22,00	0,08	29,54	52,42	67,82	75,56
12,0	22,31	0,08	29,96	53,16	68,78	76,63
12,1	22,62	0,08	30,38	53,91	69,75	77,70
12,2	22,93	0,08	30,80	54,66	70,72	78,79
12,3	23,25	0,08	31,23	55,42	71,70	79,87
12,4	23,57	0,08	31,65	56,17	72,68	80,97
12,5	23,89	0,08	32,08	56,94	73,67	82,07
12,6	24,21	0,08	32,52	57,70	74,66	83,17
12,7	24,54	0,08	32,95	58,48	75,66	84,29
12,8	24,86	0,09	33,39	59,25	76,66	85,40
12,9	25,19	0,09	33,83	60,03	77,67	86,53
13,0	25,52	0,09	34,27	60,82	78,68	87,66
13,1	25,85	0,09	34,71	61,60	79,70	88,79
13,2	26,18	0,09	35,16	62,40	80,73	89,93
13,3	26,51	0,09	35,61	63,19	81,76	91,08
13,4	26,85	0,09	36,06	63,99	82,79	92,24
13,5	27,19	0,09	36,51	64,80	83,83	93,40
13,6	27,53	0,09	36,97	65,60	84,88	94,56
13,7	27,87	0,09	37,43	66,42	85,93	95,73
13,8	28,21	0,09	37,89	67,23	86,99	96,91
13,9	28,55	0,09	38,35	68,05	88,05	98,09
14,0	28,90	0,09	38,81	68,88	89,12	99,28

L (m)	1,50		1,50	1,50	1,50	1,50
-------	------	--	------	------	------	------

W (m)	0,30		0,50	0,70	0,90	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
14,1	29,25	0,09	39,28	69,71	90,19	100,47
14,2	29,60	0,09	39,75	70,54	91,27	101,67
14,3	29,95	0,10	40,22	71,38	92,35	102,88
14,4	30,30	0,10	40,69	72,22	93,44	104,09
14,5	30,66	0,10	41,17	73,06	94,53	105,31
14,6	31,01	0,10	41,65	73,91	95,63	106,53
14,7	31,37	0,10	42,13	74,76	96,73	107,76
14,8	31,73	0,10	42,61	75,62	97,84	108,99
14,9	32,09	0,10	43,10	76,48	98,95	110,23
15,0	32,45	0,10	43,58	77,34	100,07	111,48
15,1	32,82	0,10	44,07	78,21	101,19	112,73
15,2	33,18	0,10	44,56	79,08	102,32	113,99
15,3	33,55	0,10	45,06	79,96	103,45	115,25
15,4	33,92	0,10	45,55	80,84	104,59	116,52
15,5	34,29	0,10	46,05	81,72	105,74	117,79
15,6	34,66	0,10	46,55	82,61	106,88	119,07
15,7	35,04	0,10	47,05	83,50	108,04	120,36
15,8	35,41	0,11	47,56	84,40	109,20	121,65
15,9	35,79	0,11	48,06	85,30	110,36	122,95
16,0	36,17	0,11	48,57	86,20	111,53	124,25
16,1	36,55	0,11	49,08	87,11	112,70	125,55
16,2	36,93	0,11	49,60	88,02	113,88	126,87
16,3	37,32	0,11	50,11	88,93	115,06	128,19
16,4	37,70	0,11	50,63	89,85	116,25	129,51
16,5	38,09	0,11	51,15	90,77	117,45	130,84
16,6	38,48	0,11	51,67	91,70	118,64	132,17
16,7	38,87	0,11	52,20	92,63	119,85	133,51
16,8	39,26	0,11	52,72	93,56	121,05	134,86
16,9	39,65	0,11	53,25	94,50	122,27	136,21
17,0	40,05	0,11	53,78	95,44	123,49	137,57
17,1	40,44	0,11	54,31	96,39	124,71	138,93
17,2	40,84	0,11	54,85	97,34	125,94	140,30
17,3	41,24	0,12	55,39	98,29	127,17	141,67
17,4	41,64	0,12	55,92	99,25	128,41	143,05
17,5	42,05	0,12	56,46	100,21	129,65	144,43
17,6	42,45	0,12	57,01	101,17	130,90	145,82
17,7	42,86	0,12	57,55	102,14	132,15	147,22
17,8	43,26	0,12	58,10	103,11	133,40	148,62
17,9	43,67	0,12	58,65	104,08	134,67	150,02
18,0	44,08	0,12	59,20	105,06	135,93	151,43
18,1	44,50	0,12	59,76	106,04	137,20	152,85
18,2	44,91	0,12	60,31	107,03	138,48	154,27
18,3	45,32	0,12	60,87	108,02	139,76	155,70
18,4	45,74	0,12	61,43	109,01	141,04	157,13
18,5	46,16	0,12	61,99	110,01	142,33	158,57
18,6	46,58	0,12	62,55	111,01	143,63	160,01
18,7	47,00	0,12	63,12	112,02	144,93	161,46
18,8	47,42	0,13	63,69	113,02	146,23	162,91
18,9	47,85	0,13	64,26	114,04	147,54	164,37
19,0	48,27	0,13	64,83	115,05	148,86	165,83

L (m)	1,50		1,50	1,50	1,50	1,50
W (m)	0,30		0,50	0,70	0,90	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
19,1	48,70	0,13	65,41	116,07	150,18	167,30
19,2	49,13	0,13	65,98	117,09	151,50	168,78
19,3	49,56	0,13	66,56	118,12	152,83	170,26
19,4	49,99	0,13	67,14	119,15	154,16	171,74
19,5	50,43	0,13	67,72	120,18	155,50	173,23
19,6	50,86	0,13	68,31	121,22	156,84	174,72
19,7	51,30	0,13	68,89	122,26	158,19	176,22
19,8	51,74	0,13	69,48	123,31	159,54	177,73
19,9	52,18	0,13	70,07	124,35	160,89	179,24
20,0	52,62	0,13	70,67	125,41	162,25	180,76
20,1	53,06	0,13	71,26	126,46	163,62	182,28
20,2	53,51	0,13	71,86	127,52	164,99	183,80
20,3	53,95	0,14	72,46	128,58	166,36	185,33
20,4	54,40	0,14	73,06	129,65	167,74	186,87
20,5	54,85	0,14	73,66	130,72	169,13	188,41
20,6	55,30	0,14	74,26	131,79	170,51	189,96
20,7	55,75	0,14	74,87	132,87	171,91	191,51
20,8	56,20	0,14	75,48	133,95	173,30	193,07
20,9	56,66	0,14	76,09	135,03	174,71	194,63
21,0	57,11	0,14	76,70	136,12	176,11	196,20
21,1	57,57	0,14	77,32	137,21	177,52	197,77
21,2	58,03	0,14	77,93	138,30	178,94	199,35
21,3	58,49	0,14	78,55	139,40	180,36	200,93
21,4	58,95	0,14	79,17	140,50	181,78	202,52
21,5	59,42	0,14	79,79	141,61	183,21	204,11
21,6	59,88	0,14	80,42	142,72	184,65	205,71
21,7	60,35	0,14	81,05	143,83	186,09	207,31
21,8	60,82	0,15	81,67	144,94	187,53	208,92
21,9	61,29	0,15	82,30	146,06	188,98	210,53
22,0	61,76	0,15	82,94	147,18	190,43	212,15
22,1	62,23	0,15	83,57	148,31	191,89	213,77
22,2	62,70	0,15	84,21	149,44	193,35	215,40
22,3	63,18	0,15	84,85	150,57	194,81	217,03
22,4	63,65	0,15	85,49	151,71	196,28	218,67
22,5	64,13	0,15	86,13	152,85	197,76	220,31
22,6	64,61	0,15	86,77	153,99	199,23	221,96
22,7	65,09	0,15	87,42	155,14	200,72	223,61
22,8	65,58	0,15	88,07	156,29	202,21	225,27
22,9	66,06	0,15	88,72	157,44	203,70	226,93
23,0	66,55	0,15	89,37	158,60	205,19	228,59
23,1	67,03	0,15	90,02	159,76	206,70	230,27
23,2	67,52	0,15	90,68	160,92	208,20	231,94
23,3	68,01	0,16	91,33	162,09	209,71	233,63
23,4	68,50	0,16	91,99	163,26	211,22	235,31
23,5	68,99	0,16	92,66	164,43	212,74	237,01
23,6	69,49	0,16	93,32	165,61	214,27	238,70
23,7	69,98	0,16	93,98	166,79	215,79	240,40
23,8	70,48	0,16	94,65	167,97	217,33	242,11
23,9	70,98	0,16	95,32	169,16	218,86	243,82
24,0	71,48	0,16	95,99	170,35	220,40	245,54

L (m)	1,50		1,50	1,50	1,50	1,50
W (m)	0,30		0,50	0,70	0,90	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
24,1	71,98	0,16	96,66	171,54	221,95	247,26
24,2	72,48	0,16	97,34	172,74	223,50	248,99
24,3	72,98	0,16	98,02	173,94	225,05	250,72
24,4	73,49	0,16	98,69	175,15	226,61	252,45
24,5	74,00	0,16	99,37	176,36	228,17	254,19
24,6	74,50	0,16	100,06	177,57	229,74	255,94
24,7	75,01	0,16	100,74	178,78	231,31	257,69
24,8	75,53	0,17	101,43	180,00	232,88	259,44
24,9	76,04	0,17	102,12	181,22	234,46	261,20
25,0	76,55	0,17	102,81	182,44	236,05	262,97
25,1	77,07	0,17	103,50	183,67	237,64	264,74
25,2	77,58	0,17	104,19	184,90	239,23	266,51
25,3	78,10	0,17	104,89	186,14	240,83	268,29
25,4	78,62	0,17	105,58	187,37	242,43	270,08
25,5	79,14	0,17	106,28	188,62	244,03	271,86
25,6	79,66	0,17	106,98	189,86	245,64	273,66
25,7	80,19	0,17	107,69	191,11	247,26	275,46
25,8	80,71	0,17	108,39	192,36	248,88	277,26
25,9	81,24	0,17	109,10	193,61	250,50	279,07
26,0	81,77	0,17	109,81	194,87	252,13	280,88
26,1	82,29	0,17	110,52	196,13	253,76	282,70
26,2	82,82	0,17	111,23	197,39	255,39	284,52
26,3	83,36	0,18	111,94	198,66	257,03	286,34
26,4	83,89	0,18	112,66	199,93	258,68	288,18
26,5	84,42	0,18	113,38	201,21	260,32	290,01
26,6	84,96	0,18	114,10	202,48	261,98	291,85
26,7	85,50	0,18	114,82	203,76	263,63	293,70
26,8	86,04	0,18	115,54	205,05	265,29	295,55
26,9	86,58	0,18	116,27	206,34	266,96	297,40
27,0	87,12	0,18	116,99	207,63	268,63	299,26
27,1	87,66	0,18	117,72	208,92	270,30	301,13
27,2	88,20	0,18	118,45	210,22	271,98	303,00
27,3	88,75	0,18	119,19	211,52	273,66	304,87
27,4	89,30	0,18	119,92	212,82	275,35	306,75
27,5	89,84	0,18	120,66	214,13	277,04	308,63
27,6	90,39	0,18	121,40	215,44	278,73	310,52
27,7	90,95	0,18	122,14	216,75	280,43	312,41
27,8	91,50	0,19	122,88	218,06	282,14	314,31
27,9	92,05	0,19	123,62	219,38	283,84	316,21
28,0	92,61	0,19	124,37	220,71	285,55	318,12
28,1	93,16	0,19	125,11	222,03	287,27	320,03
28,2	93,72	0,19	125,86	223,36	288,99	321,95
28,3	94,28	0,19	126,61	224,69	290,71	323,87
28,4	94,84	0,19	127,36	226,03	292,44	325,79
28,5	95,40	0,19	128,12	227,37	294,17	327,72
28,6	95,96	0,19	128,88	228,71	295,91	329,65
28,7	96,53	0,19	129,63	230,05	297,65	331,59
28,8	97,09	0,19	130,39	231,40	299,39	333,54
28,9	97,66	0,19	131,15	232,75	301,14	335,48
29,0	98,23	0,19	131,92	234,11	302,89	337,44
L (m)	1,50		1,50	1,50	1,50	1,50

W (m)	0,30		0,50	0,70	0,90	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
29,1	98,80	0,19	132,68	235,47	304,65	339,39
29,2	99,37	0,19	133,45	236,83	306,41	341,36
29,3	99,94	0,20	134,22	238,19	308,18	343,32
29,4	100,52	0,20	134,99	239,56	309,95	345,29
29,5	101,09	0,20	135,76	240,93	311,72	347,27
29,6	101,67	0,20	136,54	242,30	313,50	349,25
29,7	102,25	0,20	137,31	243,68	315,28	351,23
29,8	102,82	0,20	138,09	245,06	317,06	353,22
29,9	103,40	0,20	138,87	246,44	318,85	355,22
30,0	103,99	0,20	139,65	247,83	320,65	357,21
30,1	104,57	0,20	140,43	249,22	322,44	359,22
30,2	105,15	0,20	141,22	250,61	324,25	361,22
30,3	105,74	0,20	142,00	252,01	326,05	363,23
30,4	106,33	0,20	142,79	253,41	327,86	365,25
30,5	106,91	0,20	143,58	254,81	329,68	367,27
30,6	107,50	0,20	144,37	256,21	331,49	369,30
30,7	108,09	0,20	145,17	257,62	333,31	371,33
30,8	108,69	0,21	145,96	259,03	335,14	373,36
30,9	109,28	0,21	146,76	260,45	336,97	375,40
31,0	109,88	0,21	147,56	261,86	338,81	377,44
31,1	110,47	0,21	148,36	263,29	340,64	379,49
31,2	111,07	0,21	149,16	264,71	342,49	381,54
31,3	111,67	0,21	149,96	266,14	344,33	383,60
31,4	112,27	0,21	150,77	267,57	346,18	385,66
31,5	112,87	0,21	151,58	269,00	348,04	387,73
31,6	113,47	0,21	152,39	270,44	349,89	389,80
31,7	114,08	0,21	153,20	271,87	351,76	391,87
31,8	114,68	0,21	154,01	273,32	353,62	393,95
31,9	115,29	0,21	154,83	274,76	355,49	396,03
32,0	115,90	0,21	155,64	276,21	357,37	398,12
32,1	116,50	0,21	156,46	277,66	359,25	400,21
32,2	117,11	0,21	157,28	279,12	361,13	402,31
32,3	117,73	0,22	158,10	280,58	363,01	404,41
32,4	118,34	0,22	158,92	282,04	364,90	406,52
32,5	118,95	0,22	159,75	283,50	366,80	408,63
32,6	119,57	0,22	160,58	284,97	368,70	410,74
32,7	120,19	0,22	161,40	286,44	370,60	412,86
32,8	120,80	0,22	162,23	287,91	372,50	414,98
32,9	121,42	0,22	163,07	289,39	374,41	417,11
33,0	122,04	0,22	163,90	290,87	376,33	419,24
33,1	122,67	0,22	164,74	292,35	378,25	421,38
33,2	123,29	0,22	165,57	293,83	380,17	423,52
33,3	123,91	0,22	166,41	295,32	382,09	425,67
33,4	124,54	0,22	167,25	296,81	384,02	427,82
33,5	125,17	0,22	168,09	298,31	385,96	429,97
33,6	125,79	0,22	168,94	299,81	387,89	432,13
33,7	126,42	0,22	169,78	301,31	389,83	434,29
33,8	127,06	0,23	170,63	302,81	391,78	436,46
33,9	127,69	0,23	171,48	304,32	393,73	438,63
34,0	128,32	0,23	172,33	305,83	395,68	440,81

L (m)	1,50		1,50	1,50	1,50	1,50
-------	------	--	------	------	------	------

W (m)	0,30		0,50	0,70	0,90	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
34,1	128,96	0,23	173,18	307,34	397,64	442,99
34,2	129,59	0,23	174,04	308,85	399,60	445,17
34,3	130,23	0,23	174,89	310,37	401,57	447,36
34,4	130,87	0,23	175,75	311,89	403,53	449,55
34,5	131,51	0,23	176,61	313,42	405,51	451,75
34,6	132,15	0,23	177,47	314,95	407,48	453,95
34,7	132,79	0,23	178,33	316,48	409,46	456,16
34,8	133,43	0,23	179,20	318,01	411,45	458,37
34,9	134,08	0,23	180,06	319,55	413,44	460,59
35,0	134,72	0,23	180,93	321,09	415,43	462,81
35,1	135,37	0,23	181,80	322,63	417,42	465,03
35,2	136,02	0,23	182,67	324,18	419,42	467,26
35,3	136,67	0,24	183,54	325,72	421,43	469,49
35,4	137,32	0,24	184,42	327,28	423,44	471,73
35,5	137,97	0,24	185,29	328,83	425,45	473,97
35,6	138,63	0,24	186,17	330,39	427,46	476,21
35,7	139,28	0,24	187,05	331,95	429,48	478,46
35,8	139,94	0,24	187,93	333,51	431,50	480,71
35,9	140,60	0,24	188,81	335,08	433,53	482,97
36,0	141,25	0,24	189,70	336,65	435,56	485,23
36,1	141,91	0,24	190,58	338,22	437,60	487,50
36,2	142,58	0,24	191,47	339,80	439,64	489,77
36,3	143,24	0,24	192,36	341,38	441,68	492,05
36,4	143,90	0,24	193,25	342,96	443,72	494,33
36,5	144,57	0,24	194,15	344,54	445,77	496,61
36,6	145,23	0,24	195,04	346,13	447,83	498,90
36,7	145,90	0,24	195,94	347,72	449,88	501,19
36,8	146,57	0,25	196,83	349,31	451,95	503,49
36,9	147,24	0,25	197,73	350,91	454,01	505,79
37,0	147,91	0,25	198,63	352,51	456,08	508,09
37,1	148,58	0,25	199,54	354,11	458,15	510,40
37,2	149,25	0,25	200,44	355,71	460,23	512,71
37,3	149,93	0,25	201,35	357,32	462,31	515,03
37,4	150,60	0,25	202,26	358,93	464,39	517,35
37,5	151,28	0,25	203,16	360,55	466,48	519,68
37,6	151,96	0,25	204,08	362,16	468,57	522,01
37,7	152,64	0,25	204,99	363,78	470,67	524,35
37,8	153,32	0,25	205,90	365,41	472,77	526,68
37,9	154,00	0,25	206,82	367,03	474,87	529,03
38,0	154,69	0,25	207,74	368,66	476,98	531,37
38,1	155,37	0,25	208,66	370,29	479,09	533,73
38,2	156,06	0,25	209,58	371,93	481,20	536,08
38,3	156,74	0,26	210,50	373,56	483,32	538,44
38,4	157,43	0,26	211,42	375,20	485,44	540,80
38,5	158,12	0,26	212,35	376,85	487,57	543,17
38,6	158,81	0,26	213,28	378,49	489,70	545,54
38,7	159,50	0,26	214,21	380,14	491,83	547,92
38,8	160,20	0,26	215,14	381,79	493,97	550,30
38,9	160,89	0,26	216,07	383,45	496,11	552,69
39,0	161,59	0,26	217,00	385,10	498,25	555,08

L (m)	1,50		1,50	1,50	1,50	1,50
W (m)	0,30		0,50	0,70	0,90	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
39,1	162,28	0,26	217,94	386,76	500,40	557,47
39,2	162,98	0,26	218,87	388,43	502,55	559,87
39,3	163,68	0,26	219,81	390,09	504,71	562,27
39,4	164,38	0,26	220,75	391,76	506,87	564,67
39,5	165,08	0,26	221,70	393,43	509,03	567,08
39,6	165,78	0,26	222,64	395,11	511,20	569,50
39,7	166,49	0,26	223,59	396,79	513,37	571,92
39,8	167,19	0,27	224,53	398,47	515,54	574,34
39,9	167,90	0,27	225,48	400,15	517,72	576,76
40,0	168,61	0,27	226,43	401,84	519,90	579,19

Tabel 2.7f. Debit pada CTF, L = 2,0 m; Hb/Ha ≤ 0,76; Ha/L ≤ 0,4; K=2,3; n=1,63
(W=0,4, C=0,899; W=0,6, C=1,362; W=0,8, C=1,83; W=1,0, C=2,3)

L (m)	2,00		2,00	2,00	2,00
W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
1,0	0,49	0,01	0,75	1,01	1,26
1,1	0,58	0,01	0,87	1,17	1,48
1,2	0,67	0,01	1,01	1,35	1,70
1,3	0,76	0,01	1,15	1,54	1,94
1,4	0,86	0,01	1,30	1,74	2,19
1,5	0,96	0,01	1,45	1,95	2,45
1,6	1,06	0,01	1,61	2,16	2,72
1,7	1,17	0,01	1,78	2,39	3,00
1,8	1,29	0,01	1,95	2,62	3,29
1,9	1,41	0,01	2,13	2,86	3,60
2,0	1,53	0,01	2,32	3,11	3,91
2,1	1,66	0,01	2,51	3,37	4,24
2,2	1,79	0,01	2,71	3,64	4,57
2,3	1,92	0,01	2,91	3,91	4,91
2,4	2,06	0,01	3,12	4,19	5,27
2,5	2,20	0,01	3,33	4,48	5,63
2,6	2,35	0,01	3,55	4,77	6,00
2,7	2,49	0,01	3,78	5,08	6,38
2,8	2,65	0,01	4,01	5,39	6,77
2,9	2,80	0,01	4,25	5,70	7,17
3,0	2,96	0,02	4,49	6,03	7,58
3,1	3,12	0,02	4,73	6,36	7,99
3,2	3,29	0,02	4,99	6,70	8,42
3,3	3,46	0,02	5,24	7,04	8,85
3,4	3,63	0,02	5,50	7,39	9,29
3,5	3,81	0,02	5,77	7,75	9,74
3,6	3,99	0,02	6,04	8,11	10,20
3,7	4,17	0,02	6,32	8,48	10,66
3,8	4,35	0,02	6,60	8,86	11,14
3,9	4,54	0,02	6,88	9,24	11,62
4,0	4,73	0,02	7,17	9,63	12,11
4,1	4,93	0,02	7,47	10,03	12,61
4,2	5,13	0,02	7,77	10,43	13,11
L (m)	2,00		2,00	2,00	2,00

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
4,3	5,33	0,02	8,07	10,84	13,62
4,4	5,53	0,02	8,38	11,25	14,14
4,5	5,74	0,02	8,69	11,67	14,67
4,6	5,94	0,02	9,01	12,10	15,21
4,7	6,16	0,02	9,33	12,53	15,75
4,8	6,37	0,02	9,66	12,97	16,30
4,9	6,59	0,02	9,99	13,41	16,86
5,0	6,81	0,03	10,32	13,86	17,42
5,1	7,03	0,03	10,66	14,31	17,99
5,2	7,26	0,03	11,00	14,77	18,57
5,3	7,49	0,03	11,35	15,24	19,16
5,4	7,72	0,03	11,70	15,71	19,75
5,5	7,95	0,03	12,05	16,19	20,35
5,6	8,19	0,03	12,41	16,67	20,95
5,7	8,43	0,03	12,78	17,16	21,57
5,8	8,67	0,03	13,14	17,65	22,19
5,9	8,92	0,03	13,52	18,15	22,81
6,0	9,17	0,03	13,89	18,65	23,45
6,1	9,42	0,03	14,27	19,16	24,09
6,2	9,67	0,03	14,65	19,68	24,74
6,3	9,93	0,03	15,04	20,20	25,39
6,4	10,18	0,03	15,43	20,72	26,05
6,5	10,44	0,03	15,83	21,25	26,72
6,6	10,71	0,03	16,23	21,79	27,39
6,7	10,97	0,03	16,63	22,33	28,07
6,8	11,24	0,03	17,03	22,88	28,76
6,9	11,51	0,03	17,44	23,43	29,45
7,0	11,79	0,04	17,86	23,98	30,15
7,1	12,06	0,04	18,28	24,54	30,85
7,2	12,34	0,04	18,70	25,11	31,56
7,3	12,62	0,04	19,12	25,68	32,28
7,4	12,90	0,04	19,55	26,26	33,00
7,5	13,19	0,04	19,98	26,84	33,73
7,6	13,48	0,04	20,42	27,42	34,47
7,7	13,77	0,04	20,86	28,01	35,21
7,8	14,06	0,04	21,30	28,61	35,96
7,9	14,35	0,04	21,75	29,21	36,72
8,0	14,65	0,04	22,20	29,81	37,48
8,1	14,95	0,04	22,65	30,42	38,24
8,2	15,25	0,04	23,11	31,04	39,02
8,3	15,56	0,04	23,57	31,66	39,79
8,4	15,86	0,04	24,04	32,28	40,58
8,5	16,17	0,04	24,51	32,91	41,37
8,6	16,48	0,04	24,98	33,54	42,17
8,7	16,80	0,04	25,45	34,18	42,97
8,8	17,11	0,04	25,93	34,83	43,78
8,9	17,43	0,04	26,41	35,47	44,59
9,0	17,75	0,04	26,90	36,13	45,41
9,1	18,07	0,05	27,39	36,78	46,23
9,2	18,40	0,05	27,88	37,44	47,07
9,3	18,73	0,05	28,38	38,11	47,90
L (m)	2,00		2,00	2,00	2,00

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
9,4	19,06	0,05	28,88	38,78	48,74
9,5	19,39	0,05	29,38	39,45	49,59
9,6	19,72	0,05	29,88	40,13	50,45
9,7	20,06	0,05	30,39	40,82	51,31
9,8	20,40	0,05	30,91	41,50	52,17
9,9	20,74	0,05	31,42	42,20	53,04
10,0	21,08	0,05	31,94	42,89	53,92
10,1	21,42	0,05	32,46	43,60	54,80
10,2	21,77	0,05	32,99	44,30	55,69
10,3	22,12	0,05	33,52	45,01	56,58
10,4	22,47	0,05	34,05	45,73	57,48
10,5	22,82	0,05	34,58	46,44	58,38
10,6	23,18	0,05	35,12	47,17	59,29
10,7	23,54	0,05	35,66	47,90	60,20
10,8	23,90	0,05	36,21	48,63	61,12
10,9	24,26	0,05	36,76	49,36	62,05
11,0	24,62	0,05	37,31	50,10	62,98
11,1	24,99	0,06	37,86	50,85	63,92
11,2	25,36	0,06	38,42	51,60	64,86
11,3	25,73	0,06	38,98	52,35	65,80
11,4	26,10	0,06	39,54	53,11	66,75
11,5	26,47	0,06	40,11	53,87	67,71
11,6	26,85	0,06	40,68	54,63	68,67
11,7	27,23	0,06	41,25	55,40	69,64
11,8	27,61	0,06	41,83	56,18	70,61
11,9	27,99	0,06	42,41	56,96	71,59
12,0	28,37	0,06	42,99	57,74	72,58
12,1	28,76	0,06	43,58	58,52	73,56
12,2	29,15	0,06	44,17	59,31	74,56
12,3	29,54	0,06	44,76	60,11	75,56
12,4	29,93	0,06	45,35	60,91	76,56
12,5	30,33	0,06	45,95	61,71	77,57
12,6	30,72	0,06	46,55	62,52	78,58
12,7	31,12	0,06	47,16	63,33	79,60
12,8	31,52	0,06	47,76	64,14	80,63
12,9	31,92	0,06	48,37	64,96	81,66
13,0	32,33	0,06	48,98	65,78	82,69
13,1	32,73	0,07	49,60	66,61	83,73
13,2	33,14	0,07	50,22	67,44	84,77
13,3	33,55	0,07	50,84	68,28	85,82
13,4	33,96	0,07	51,47	69,12	86,88
13,5	34,38	0,07	52,09	69,96	87,94
13,6	34,79	0,07	52,72	70,80	89,00
13,7	35,21	0,07	53,36	71,66	90,07
13,8	35,63	0,07	53,99	72,51	91,14
13,9	36,05	0,07	54,63	73,37	92,22
14,0	36,48	0,07	55,27	74,23	93,31
14,1	36,90	0,07	55,92	75,10	94,40
14,2	37,33	0,07	56,57	75,97	95,49
14,3	37,76	0,07	57,22	76,84	96,59
14,4	38,19	0,07	57,87	77,72	97,69
L (m)	2,00		2,00	2,00	2,00

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
14,5	38,63	0,07	58,53	78,60	98,80
14,6	39,06	0,07	59,19	79,49	99,91
14,7	39,50	0,07	59,85	80,38	101,03
14,8	39,94	0,07	60,51	81,27	102,15
14,9	40,38	0,07	61,18	82,17	103,28
15,0	40,82	0,07	61,85	83,07	104,41
15,1	41,26	0,08	62,53	83,97	105,55
15,2	41,71	0,08	63,20	84,88	106,69
15,3	42,16	0,08	63,88	85,79	107,84
15,4	42,61	0,08	64,56	86,71	108,99
15,5	43,06	0,08	65,25	87,63	110,15
15,6	43,51	0,08	65,94	88,55	111,31
15,7	43,97	0,08	66,63	89,48	112,47
15,8	44,43	0,08	67,32	90,41	113,64
15,9	44,89	0,08	68,02	91,34	114,82
16,0	45,35	0,08	68,71	92,28	116,00
16,1	45,81	0,08	69,42	93,22	117,18
16,2	46,28	0,08	70,12	94,17	118,37
16,3	46,74	0,08	70,83	95,12	119,56
16,4	47,21	0,08	71,54	96,07	120,76
16,5	47,68	0,08	72,25	97,03	121,96
16,6	48,15	0,08	72,96	97,99	123,17
16,7	48,63	0,08	73,68	98,95	124,38
16,8	49,10	0,08	74,40	99,92	125,60
16,9	49,58	0,08	75,13	100,89	126,82
17,0	50,06	0,08	75,85	101,87	128,04
17,1	50,54	0,09	76,58	102,84	129,27
17,2	51,02	0,09	77,31	103,83	130,51
17,3	51,51	0,09	78,05	104,81	131,75
17,4	51,99	0,09	78,78	105,80	132,99
17,5	52,48	0,09	79,52	106,79	134,24
17,6	52,97	0,09	80,26	107,79	135,49
17,7	53,46	0,09	81,01	108,79	136,75
17,8	53,95	0,09	81,76	109,79	138,01
17,9	54,45	0,09	82,51	110,80	139,28
18,0	54,95	0,09	83,26	111,81	140,55
18,1	55,44	0,09	84,01	112,83	141,82
18,2	55,94	0,09	84,77	113,84	143,10
18,3	56,45	0,09	85,53	114,87	144,39
18,4	56,95	0,09	86,30	115,89	145,67
18,5	57,46	0,09	87,06	116,92	146,97
18,6	57,96	0,09	87,83	117,95	148,26
18,7	58,47	0,09	88,60	118,99	149,56
18,8	58,98	0,09	89,37	120,03	150,87
18,9	59,49	0,09	90,15	121,07	152,18
19,0	60,01	0,10	90,93	122,11	153,50
19,1	60,52	0,10	91,71	123,16	154,81
19,2	61,04	0,10	92,49	124,22	156,14
19,3	61,56	0,10	93,28	125,27	157,47
19,4	62,08	0,10	94,07	126,33	158,80
19,5	62,60	0,10	94,86	127,39	160,13
L (m)	2,00		2,00	2,00	2,00

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
19,6	63,13	0,10	95,66	128,46	161,47
19,7	63,65	0,10	96,45	129,53	162,82
19,8	64,18	0,10	97,25	130,60	164,17
19,9	64,71	0,10	98,05	131,68	165,52
20,0	65,24	0,10	98,86	132,76	166,88
20,1	65,77	0,10	99,66	133,85	168,24
20,2	66,31	0,10	100,47	134,93	169,61
20,3	66,84	0,10	101,29	136,02	170,98
20,4	67,38	0,10	102,10	137,12	172,36
20,5	67,92	0,10	102,92	138,21	173,73
20,6	68,46	0,10	103,74	139,32	175,12
20,7	69,00	0,10	104,56	140,42	176,51
20,8	69,55	0,10	105,38	141,53	177,90
20,9	70,09	0,10	106,21	142,64	179,29
21,0	70,64	0,11	107,04	143,75	180,69
21,1	71,19	0,11	107,87	144,87	182,10
21,2	71,74	0,11	108,71	145,99	183,51
21,3	72,29	0,11	109,54	147,11	184,92
21,4	72,85	0,11	110,38	148,24	186,34
21,5	73,40	0,11	111,23	149,37	187,76
21,6	73,96	0,11	112,07	150,51	189,19
21,7	74,52	0,11	112,92	151,64	190,62
21,8	75,08	0,11	113,77	152,78	192,05
21,9	75,64	0,11	114,62	153,93	193,49
22,0	76,21	0,11	115,47	155,08	194,93
22,1	76,77	0,11	116,33	156,23	196,38
22,2	77,34	0,11	117,19	157,38	197,83
22,3	77,91	0,11	118,05	158,54	199,28
22,4	78,48	0,11	118,92	159,70	200,74
22,5	79,05	0,11	119,78	160,86	202,20
22,6	79,62	0,11	120,65	162,03	203,67
22,7	80,20	0,11	121,52	163,20	205,14
22,8	80,77	0,11	122,40	164,37	206,61
22,9	81,35	0,11	123,27	165,55	208,09
23,0	81,93	0,12	124,15	166,73	209,58
23,1	82,51	0,12	125,03	167,91	211,06
23,2	83,10	0,12	125,92	169,10	212,56
23,3	83,68	0,12	126,80	170,29	214,05
23,4	84,27	0,12	127,69	171,48	215,55
23,5	84,86	0,12	128,58	172,68	217,05
23,6	85,44	0,12	129,47	173,88	218,56
23,7	86,04	0,12	130,37	175,08	220,07
23,8	86,63	0,12	131,27	176,29	221,59
23,9	87,22	0,12	132,17	177,49	223,11
24,0	87,82	0,12	133,07	178,71	224,63
24,1	88,42	0,12	133,97	179,92	226,16
24,2	89,01	0,12	134,88	181,14	227,69
24,3	89,61	0,12	135,79	182,36	229,23
24,4	90,22	0,12	136,70	183,59	230,77
24,5	90,82	0,12	137,62	184,81	232,31
24,6	91,42	0,12	138,53	186,05	233,86
L (m)	2,00		2,00	2,00	2,00

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
24,7	92,03	0,12	139,45	187,28	235,41
24,8	92,64	0,12	140,37	188,52	236,96
24,9	93,25	0,12	141,30	189,76	238,52
25,0	93,86	0,13	142,22	191,00	240,09
25,1	94,47	0,13	143,15	192,25	241,66
25,2	95,09	0,13	144,08	193,50	243,23
25,3	95,70	0,13	145,02	194,75	244,80
25,4	96,32	0,13	145,95	196,01	246,38
25,5	96,94	0,13	146,89	197,27	247,96
25,6	97,56	0,13	147,83	198,53	249,55
25,7	98,18	0,13	148,77	199,80	251,14
25,8	98,81	0,13	149,72	201,06	252,74
25,9	99,43	0,13	150,66	202,34	254,34
26,0	100,06	0,13	151,61	203,61	255,94
26,1	100,68	0,13	152,57	204,89	257,54
26,2	101,31	0,13	153,52	206,17	259,15
26,3	101,95	0,13	154,48	207,45	260,77
26,4	102,58	0,13	155,43	208,74	262,39
26,5	103,21	0,13	156,40	210,03	264,01
26,6	103,85	0,13	157,36	211,33	265,63
26,7	104,48	0,13	158,32	212,62	267,26
26,8	105,12	0,13	159,29	213,92	268,90
26,9	105,76	0,13	160,26	215,22	270,54
27,0	106,41	0,14	161,23	216,53	272,18
27,1	107,05	0,14	162,21	217,84	273,82
27,2	107,69	0,14	163,18	219,15	275,47
27,3	108,34	0,14	164,16	220,47	277,12
27,4	108,99	0,14	165,15	221,78	278,78
27,5	109,64	0,14	166,13	223,10	280,44
27,6	110,29	0,14	167,11	224,43	282,10
27,7	110,94	0,14	168,10	225,75	283,77
27,8	111,59	0,14	169,09	227,08	285,44
27,9	112,25	0,14	170,09	228,42	287,12
28,0	112,90	0,14	171,08	229,75	288,80
28,1	113,56	0,14	172,08	231,09	290,48
28,2	114,22	0,14	173,08	232,43	292,17
28,3	114,88	0,14	174,08	233,78	293,86
28,4	115,54	0,14	175,08	235,13	295,55
28,5	116,21	0,14	176,09	236,48	297,25
28,6	116,87	0,14	177,10	237,83	298,95
28,7	117,54	0,14	178,11	239,19	300,66
28,8	118,21	0,14	179,12	240,55	302,37
28,9	118,88	0,14	180,13	241,91	304,08
29,0	119,55	0,15	181,15	243,28	305,80
29,1	120,22	0,15	182,17	244,65	307,52
29,2	120,90	0,15	183,19	246,02	309,24
29,3	121,57	0,15	184,22	247,39	310,97
29,4	122,25	0,15	185,24	248,77	312,70
29,5	122,93	0,15	186,27	250,15	314,44
29,6	123,61	0,15	187,30	251,54	316,18
29,7	124,29	0,15	188,33	252,92	317,92
L (m)	2,00		2,00	2,00	2,00

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
29,8	124,97	0,15	189,37	254,31	319,67
29,9	125,66	0,15	190,40	255,70	321,42
30,0	126,34	0,15	191,44	257,10	323,17
30,1	127,03	0,15	192,48	258,50	324,93
30,2	127,72	0,15	193,53	259,90	326,69
30,3	128,41	0,15	194,57	261,30	328,46
30,4	129,10	0,15	195,62	262,71	330,23
30,5	129,79	0,15	196,67	264,12	332,00
30,6	130,49	0,15	197,72	265,53	333,77
30,7	131,18	0,15	198,78	266,95	335,55
30,8	131,88	0,15	199,83	268,37	337,34
30,9	132,58	0,15	200,89	269,79	339,13
31,0	133,28	0,16	201,95	271,22	340,92
31,1	133,98	0,16	203,02	272,64	342,71
31,2	134,68	0,16	204,08	274,07	344,51
31,3	135,39	0,16	205,15	275,51	346,31
31,4	136,09	0,16	206,22	276,94	348,12
31,5	136,80	0,16	207,29	278,38	349,92
31,6	137,51	0,16	208,36	279,82	351,74
31,7	138,22	0,16	209,44	281,27	353,55
31,8	138,93	0,16	210,52	282,72	355,37
31,9	139,64	0,16	211,60	284,17	357,20
32,0	140,36	0,16	212,68	285,62	359,02
32,1	141,07	0,16	213,76	287,08	360,85
32,2	141,79	0,16	214,85	288,54	362,69
32,3	142,51	0,16	215,94	290,00	364,53
32,4	143,23	0,16	217,03	291,46	366,37
32,5	143,95	0,16	218,12	292,93	368,21
32,6	144,67	0,16	219,22	294,40	370,06
32,7	145,40	0,16	220,32	295,87	371,91
32,8	146,12	0,16	221,42	297,35	373,77
32,9	146,85	0,16	222,52	298,83	375,63
33,0	147,58	0,17	223,62	300,31	377,49
33,1	148,31	0,17	224,73	301,80	379,36
33,2	149,04	0,17	225,83	303,28	381,23
33,3	149,77	0,17	226,94	304,77	383,10
33,4	150,50	0,17	228,06	306,27	384,98
33,5	151,24	0,17	229,17	307,76	386,86
33,6	151,98	0,17	230,29	309,26	388,74
33,7	152,71	0,17	231,40	310,76	390,63
33,8	153,45	0,17	232,52	312,27	392,52
33,9	154,19	0,17	233,65	313,78	394,41
34,0	154,94	0,17	234,77	315,29	396,31
34,1	155,68	0,17	235,90	316,80	398,21
34,2	156,42	0,17	237,03	318,32	400,12
34,3	157,17	0,17	238,16	319,83	402,03
34,4	157,92	0,17	239,29	321,36	403,94
34,5	158,67	0,17	240,42	322,88	405,86
34,6	159,42	0,17	241,56	324,41	407,78
34,7	160,17	0,17	242,70	325,94	409,70
34,8	160,92	0,17	243,84	327,47	411,63
L (m)	2,00		2,00	2,00	2,00

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
34,9	161,68	0,17	244,98	329,00	413,56
35,0	162,43	0,18	246,13	330,54	415,49
35,1	163,19	0,18	247,28	332,08	417,42
35,2	163,95	0,18	248,43	333,63	419,37
35,3	164,71	0,18	249,58	335,17	421,31
35,4	165,47	0,18	250,73	336,72	423,26
35,5	166,23	0,18	251,89	338,27	425,21
35,6	166,99	0,18	253,04	339,83	427,16
35,7	167,76	0,18	254,20	341,38	429,12
35,8	168,53	0,18	255,37	342,94	431,08
35,9	169,29	0,18	256,53	344,51	433,04
36,0	170,06	0,18	257,69	346,07	435,01
36,1	170,83	0,18	258,86	347,64	436,98
36,2	171,61	0,18	260,03	349,21	438,96
36,3	172,38	0,18	261,20	350,79	440,94
36,4	173,15	0,18	262,38	352,36	442,92
36,5	173,93	0,18	263,55	353,94	444,90
36,6	174,71	0,18	264,73	355,52	446,89
36,7	175,49	0,18	265,91	357,11	448,88
36,8	176,27	0,18	267,09	358,70	450,88
36,9	177,05	0,18	268,28	360,29	452,88
37,0	177,83	0,19	269,46	361,88	454,88
37,1	178,62	0,19	270,65	363,48	456,89
37,2	179,40	0,19	271,84	365,07	458,89
37,3	180,19	0,19	273,03	366,67	460,91
37,4	180,98	0,19	274,23	368,28	462,92
37,5	181,77	0,19	275,43	369,88	464,94
37,6	182,56	0,19	276,62	371,49	466,96
37,7	183,35	0,19	277,82	373,11	468,99
37,8	184,14	0,19	279,03	374,72	471,02
37,9	184,94	0,19	280,23	376,34	473,05
38,0	185,73	0,19	281,44	377,96	475,09
38,1	186,53	0,19	282,64	379,58	477,13
38,2	187,33	0,19	283,85	381,20	479,17
38,3	188,13	0,19	285,07	382,83	481,22
38,4	188,93	0,19	286,28	384,46	483,27
38,5	189,73	0,19	287,50	386,10	485,32
38,6	190,54	0,19	288,72	387,73	487,38
38,7	191,34	0,19	289,94	389,37	489,44
38,8	192,15	0,19	291,16	391,01	491,50
38,9	192,96	0,19	292,38	392,66	493,57
39,0	193,76	0,20	293,61	394,30	495,64
39,1	194,58	0,20	294,84	395,95	497,71
39,2	195,39	0,20	296,07	397,60	499,79
39,3	196,20	0,20	297,30	399,26	501,87
39,4	197,01	0,20	298,53	400,92	503,95
39,5	197,83	0,20	299,77	402,58	506,04
39,6	198,65	0,20	301,01	404,24	508,13
39,7	199,47	0,20	302,25	405,90	510,22
39,8	200,29	0,20	303,49	407,57	512,32
39,9	201,11	0,20	304,73	409,24	514,42

Tabel 2.7g. Debit pada CTF, L = 2,5 m; Hb/Ha ≤ 0,78; Ha/L ≤ 0,4; K=2,1; n=1,57

(W=0,4, C=0,821; W=0,6, C=1,244; W=0,8, C=1,671; W=1,0, C=2,100)

L (m)	2,50		2,50	2,50	2,50
W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
1,0	0,59	0,00	0,90	1,21	1,52
1,1	0,69	0,00	1,05	1,41	1,77
1,2	0,79	0,00	1,20	1,61	2,03
1,3	0,90	0,01	1,36	1,83	2,30
1,4	1,01	0,01	1,53	2,05	2,58
1,5	1,12	0,01	1,70	2,29	2,88
1,6	1,24	0,01	1,88	2,53	3,18
1,7	1,37	0,01	2,07	2,78	3,50
1,8	1,50	0,01	2,27	3,05	3,83
1,9	1,63	0,01	2,47	3,32	4,17
2,0	1,77	0,01	2,68	3,59	4,52
2,1	1,91	0,01	2,89	3,88	4,88
2,2	2,05	0,01	3,11	4,17	5,25
2,3	2,20	0,01	3,33	4,48	5,63
2,4	2,35	0,01	3,56	4,78	6,01
2,5	2,51	0,01	3,80	5,10	6,41
2,6	2,67	0,01	4,04	5,42	6,82
2,7	2,83	0,01	4,29	5,76	7,24
2,8	2,99	0,01	4,54	6,09	7,66
2,9	3,16	0,01	4,80	6,44	8,09
3,0	3,34	0,01	5,06	6,79	8,54
3,1	3,51	0,01	5,32	7,15	8,99
3,2	3,69	0,01	5,60	7,52	9,45
3,3	3,88	0,01	5,87	7,89	9,91
3,4	4,06	0,01	6,16	8,27	10,39
3,5	4,25	0,01	6,44	8,65	10,87
3,6	4,44	0,01	6,73	9,04	11,37
3,7	4,64	0,01	7,03	9,44	11,87
3,8	4,84	0,02	7,33	9,84	12,37
3,9	5,04	0,02	7,63	10,25	12,89
4,0	5,24	0,02	7,94	10,67	13,41
4,1	5,45	0,02	8,26	11,09	13,94
4,2	5,66	0,02	8,58	11,52	14,48
4,3	5,87	0,02	8,90	11,95	15,02
4,4	6,09	0,02	9,23	12,39	15,58
4,5	6,31	0,02	9,56	12,84	16,13
4,6	6,53	0,02	9,89	13,29	16,70
4,7	6,75	0,02	10,23	13,74	17,27
4,8	6,98	0,02	10,58	14,20	17,86
4,9	7,21	0,02	10,93	14,67	18,44
5,0	7,44	0,02	11,28	15,15	19,04
5,1	7,68	0,02	11,63	15,62	19,64
5,2	7,92	0,02	11,99	16,11	20,25
5,3	8,16	0,02	12,36	16,60	20,86
5,4	8,40	0,02	12,73	17,09	21,48
5,5	8,64	0,02	13,10	17,59	22,11

L (m)	2,50		2,50	2,50	2,50
W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
5,6	8,89	0,02	13,47	18,09	22,74
5,7	9,14	0,02	13,85	18,60	23,39
5,8	9,40	0,02	14,24	19,12	24,03
5,9	9,65	0,02	14,62	19,64	24,69
6,0	9,91	0,02	15,01	20,16	25,35
6,1	10,17	0,02	15,41	20,69	26,01
6,2	10,43	0,02	15,81	21,23	26,69
6,3	10,70	0,03	16,21	21,77	27,36
6,4	10,97	0,03	16,62	22,31	28,05
6,5	11,24	0,03	17,03	22,86	28,74
6,6	11,51	0,03	17,44	23,42	29,44
6,7	11,78	0,03	17,86	23,98	30,14
6,8	12,06	0,03	18,28	24,54	30,85
6,9	12,34	0,03	18,70	25,11	31,57
7,0	12,62	0,03	19,13	25,69	32,29
7,1	12,91	0,03	19,56	26,26	33,01
7,2	13,19	0,03	19,99	26,85	33,75
7,3	13,48	0,03	20,43	27,43	34,49
7,4	13,77	0,03	20,87	28,03	35,23
7,5	14,07	0,03	21,31	28,62	35,98
7,6	14,36	0,03	21,76	29,23	36,74
7,7	14,66	0,03	22,21	29,83	37,50
7,8	14,96	0,03	22,67	30,44	38,27
7,9	15,26	0,03	23,13	31,06	39,04
8,0	15,57	0,03	23,59	31,68	39,82
8,1	15,87	0,03	24,05	32,30	40,60
8,2	16,18	0,03	24,52	32,93	41,39
8,3	16,49	0,03	24,99	33,56	42,19
8,4	16,81	0,03	25,46	34,20	42,99
8,5	17,12	0,03	25,94	34,84	43,79
8,6	17,44	0,03	26,42	35,49	44,60
8,7	17,76	0,03	26,91	36,14	45,42
8,8	18,08	0,04	27,39	36,79	46,24
8,9	18,40	0,04	27,88	37,45	47,07
9,0	18,73	0,04	28,38	38,11	47,90
9,1	19,06	0,04	28,87	38,78	48,74
9,2	19,39	0,04	29,37	39,45	49,59
9,3	19,72	0,04	29,88	40,12	50,44
9,4	20,05	0,04	30,38	40,80	51,29
9,5	20,39	0,04	30,89	41,49	52,15
9,6	20,73	0,04	31,40	42,17	53,01
9,7	21,07	0,04	31,92	42,87	53,88
9,8	21,41	0,04	32,44	43,56	54,76
9,9	21,75	0,04	32,96	44,26	55,64
10,0	22,10	0,04	33,48	44,97	56,52
10,1	22,44	0,04	34,01	45,67	57,41
10,2	22,79	0,04	34,54	46,39	58,31
10,3	23,15	0,04	35,07	47,10	59,21
10,4	23,50	0,04	35,61	47,82	60,11
10,5	23,86	0,04	36,15	48,55	61,02
L (m)	2,50		2,50	2,50	2,50

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
10,6	24,21	0,04	36,69	49,27	61,94
10,7	24,57	0,04	37,24	50,01	62,86
10,8	24,93	0,04	37,78	50,74	63,78
10,9	25,30	0,04	38,33	51,48	64,71
11,0	25,66	0,04	38,89	52,22	65,65
11,1	26,03	0,04	39,44	52,97	66,58
11,2	26,40	0,04	40,00	53,72	67,53
11,3	26,77	0,05	40,57	54,48	68,48
11,4	27,14	0,05	41,13	55,24	69,43
11,5	27,52	0,05	41,70	56,00	70,39
11,6	27,90	0,05	42,27	56,77	71,35
11,7	28,27	0,05	42,84	57,54	72,32
11,8	28,65	0,05	43,42	58,31	73,29
11,9	29,04	0,05	44,00	59,09	74,27
12,0	29,42	0,05	44,58	59,87	75,25
12,1	29,81	0,05	45,16	60,65	76,24
12,2	30,19	0,05	45,75	61,44	77,23
12,3	30,58	0,05	46,34	62,24	78,23
12,4	30,97	0,05	46,93	63,03	79,23
12,5	31,37	0,05	47,53	63,83	80,24
12,6	31,76	0,05	48,13	64,64	81,25
12,7	32,16	0,05	48,73	65,44	82,26
12,8	32,56	0,05	49,33	66,25	83,28
12,9	32,96	0,05	49,94	67,07	84,30
13,0	33,36	0,05	50,55	67,89	85,33
13,1	33,76	0,05	51,16	68,71	86,36
13,2	34,17	0,05	51,78	69,53	87,40
13,3	34,58	0,05	52,39	70,36	88,44
13,4	34,99	0,05	53,01	71,19	89,49
13,5	35,40	0,05	53,64	72,03	90,54
13,6	35,81	0,05	54,26	72,87	91,60
13,7	36,22	0,05	54,89	73,71	92,66
13,8	36,64	0,06	55,52	74,56	93,72
13,9	37,06	0,06	56,15	75,41	94,79
14,0	37,48	0,06	56,79	76,26	95,86
14,1	37,90	0,06	57,42	77,12	96,94
14,2	38,32	0,06	58,07	77,98	98,02
14,3	38,74	0,06	58,71	78,84	99,11
14,4	39,17	0,06	59,35	79,71	100,20
14,5	39,60	0,06	60,00	80,58	101,29
14,6	40,03	0,06	60,65	81,46	102,39
14,7	40,46	0,06	61,31	82,33	103,49
14,8	40,89	0,06	61,96	83,21	104,60
14,9	41,33	0,06	62,62	84,10	105,71
15,0	41,76	0,06	63,28	84,99	106,83
15,1	42,20	0,06	63,95	85,88	107,95
15,2	42,64	0,06	64,61	86,77	109,07
15,3	43,08	0,06	65,28	87,67	110,20
15,4	43,52	0,06	65,95	88,57	111,33
15,5	43,97	0,06	66,63	89,48	112,47

L (m)	2,50		2,50	2,50	2,50
-------	------	--	------	------	------

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
15,6	44,42	0,06	67,30	90,38	113,61
15,7	44,86	0,06	67,98	91,30	114,76
15,8	45,31	0,06	68,66	92,21	115,91
15,9	45,76	0,06	69,35	93,13	117,06
16,0	46,22	0,06	70,03	94,05	118,22
16,1	46,67	0,06	70,72	94,97	119,38
16,2	47,13	0,06	71,41	95,90	120,55
16,3	47,58	0,07	72,10	96,83	121,72
16,4	48,04	0,07	72,80	97,77	122,89
16,5	48,50	0,07	73,50	98,70	124,07
16,6	48,97	0,07	74,20	99,65	125,25
16,7	49,43	0,07	74,90	100,59	126,44
16,8	49,90	0,07	75,61	101,54	127,63
16,9	50,36	0,07	76,31	102,49	128,83
17,0	50,83	0,07	77,02	103,44	130,02
17,1	51,30	0,07	77,74	104,40	131,23
17,2	51,77	0,07	78,45	105,36	132,43
17,3	52,25	0,07	79,17	106,32	133,64
17,4	52,72	0,07	79,89	107,29	134,86
17,5	53,20	0,07	80,61	108,26	136,08
17,6	53,68	0,07	81,34	109,23	137,30
17,7	54,16	0,07	82,06	110,21	138,53
17,8	54,64	0,07	82,79	111,18	139,76
17,9	55,12	0,07	83,52	112,17	140,99
18,0	55,60	0,07	84,26	113,15	142,23
18,1	56,09	0,07	84,99	114,14	143,47
18,2	56,58	0,07	85,73	115,13	144,72
18,3	57,07	0,07	86,47	116,13	145,97
18,4	57,56	0,07	87,21	117,13	147,23
18,5	58,05	0,07	87,96	118,13	148,48
18,6	58,54	0,07	88,71	119,13	149,75
18,7	59,04	0,07	89,46	120,14	151,01
18,8	59,53	0,08	90,21	121,15	152,28
18,9	60,03	0,08	90,96	122,16	153,56
19,0	60,53	0,08	91,72	123,18	154,83
19,1	61,03	0,08	92,48	124,20	156,11
19,2	61,53	0,08	93,24	125,22	157,40
19,3	62,04	0,08	94,00	126,24	158,69
19,4	62,54	0,08	94,77	127,27	159,98
19,5	63,05	0,08	95,54	128,30	161,28
19,6	63,56	0,08	96,31	129,34	162,58
19,7	64,07	0,08	97,08	130,38	163,88
19,8	64,58	0,08	97,86	131,42	165,19
19,9	65,09	0,08	98,63	132,46	166,50
20,0	65,61	0,08	99,41	133,51	167,82
20,1	66,12	0,08	100,19	134,56	169,14
20,2	66,64	0,08	100,98	135,61	170,46
20,3	67,16	0,08	101,76	136,66	171,79
20,4	67,68	0,08	102,55	137,72	173,12
20,5	68,20	0,08	103,34	138,78	174,45

L (m)	2,50		2,50	2,50	2,50
W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
20,6	68,72	0,08	104,13	139,85	175,79
20,7	69,25	0,08	104,93	140,92	177,13
20,8	69,77	0,08	105,73	141,99	178,48
20,9	70,30	0,08	106,53	143,06	179,82
21,0	70,83	0,08	107,33	144,14	181,18
21,1	71,36	0,08	108,13	145,21	182,53
21,2	71,89	0,08	108,94	146,30	183,89
21,3	72,42	0,09	109,74	147,38	185,26
21,4	72,96	0,09	110,55	148,47	186,62
21,5	73,50	0,09	111,37	149,56	188,00
21,6	74,03	0,09	112,18	150,65	189,37
21,7	74,57	0,09	113,00	151,75	190,75
21,8	75,11	0,09	113,82	152,85	192,13
21,9	75,65	0,09	114,64	153,95	193,52
22,0	76,20	0,09	115,46	155,06	194,90
22,1	76,74	0,09	116,28	156,16	196,30
22,2	77,29	0,09	117,11	157,28	197,69
22,3	77,83	0,09	117,94	158,39	199,09
22,4	78,38	0,09	118,77	159,51	200,50
22,5	78,93	0,09	119,61	160,62	201,90
22,6	79,48	0,09	120,44	161,75	203,32
22,7	80,04	0,09	121,28	162,87	204,73
22,8	80,59	0,09	122,12	164,00	206,15
22,9	81,15	0,09	122,96	165,13	207,57
23,0	81,70	0,09	123,80	166,26	208,99
23,1	82,26	0,09	124,65	167,40	210,42
23,2	82,82	0,09	125,50	168,54	211,85
23,3	83,38	0,09	126,35	169,68	213,29
23,4	83,95	0,09	127,20	170,83	214,73
23,5	84,51	0,09	128,06	171,97	216,17
23,6	85,08	0,09	128,91	173,12	217,62
23,7	85,64	0,09	129,77	174,28	219,07
23,8	86,21	0,10	130,63	175,43	220,52
23,9	86,78	0,10	131,49	176,59	221,97
24,0	87,35	0,10	132,36	177,75	223,43
24,1	87,92	0,10	133,23	178,92	224,90
24,2	88,50	0,10	134,10	180,08	226,37
24,3	89,07	0,10	134,97	181,25	227,84
24,4	89,65	0,10	135,84	182,43	229,31
24,5	90,22	0,10	136,71	183,60	230,79
24,6	90,80	0,10	137,59	184,78	232,27
24,7	91,38	0,10	138,47	185,96	233,75
24,8	91,96	0,10	139,35	187,14	235,24
24,9	92,55	0,10	140,24	188,33	236,73
25,0	93,13	0,10	141,12	189,52	238,22
25,1	93,72	0,10	142,01	190,71	239,72
25,2	94,30	0,10	142,90	191,90	241,22
25,3	94,89	0,10	143,79	193,10	242,73
25,4	95,48	0,10	144,68	194,30	244,24
25,5	96,07	0,10	145,58	195,50	245,75

L (m)	2,50		2,50	2,50	2,50
W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
25,6	96,66	0,10	146,47	196,71	247,26
25,7	97,26	0,10	147,37	197,92	248,78
25,8	97,85	0,10	148,27	199,13	250,30
25,9	98,45	0,10	149,18	200,34	251,83
26,0	99,05	0,10	150,08	201,56	253,35
26,1	99,65	0,10	150,99	202,77	254,89
26,2	100,25	0,10	151,90	204,00	256,42
26,3	100,85	0,11	152,81	205,22	257,96
26,4	101,45	0,11	153,72	206,45	259,50
26,5	102,05	0,11	154,64	207,67	261,04
26,6	102,66	0,11	155,56	208,91	262,59
26,7	103,27	0,11	156,48	210,14	264,14
26,8	103,87	0,11	157,40	211,38	265,70
26,9	104,48	0,11	158,32	212,62	267,26
27,0	105,09	0,11	159,24	213,86	268,82
27,1	105,70	0,11	160,17	215,10	270,38
27,2	106,32	0,11	161,10	216,35	271,95
27,3	106,93	0,11	162,03	217,60	273,52
27,4	107,55	0,11	162,96	218,85	275,10
27,5	108,16	0,11	163,90	220,11	276,68
27,6	108,78	0,11	164,84	221,37	278,26
27,7	109,40	0,11	165,77	222,63	279,84
27,8	110,02	0,11	166,71	223,89	281,43
27,9	110,64	0,11	167,66	225,16	283,02
28,0	111,27	0,11	168,60	226,43	284,61
28,1	111,89	0,11	169,55	227,70	286,21
28,2	112,52	0,11	170,50	228,97	287,81
28,3	113,15	0,11	171,45	230,25	289,42
28,4	113,77	0,11	172,40	231,52	291,02
28,5	114,40	0,11	173,35	232,81	292,63
28,6	115,03	0,11	174,31	234,09	294,25
28,7	115,67	0,11	175,27	235,38	295,87
28,8	116,30	0,12	176,23	236,66	297,49
28,9	116,93	0,12	177,19	237,96	299,11
29,0	117,57	0,12	178,15	239,25	300,74
29,1	118,21	0,12	179,12	240,55	302,36
29,2	118,85	0,12	180,08	241,85	304,00
29,3	119,48	0,12	181,05	243,15	305,63
29,4	120,13	0,12	182,02	244,45	307,27
29,5	120,77	0,12	183,00	245,76	308,92
29,6	121,41	0,12	183,97	247,07	310,56
29,7	122,06	0,12	184,95	248,38	312,21
29,8	122,70	0,12	185,93	249,69	313,86
29,9	123,35	0,12	186,91	251,01	315,52
30,0	124,00	0,12	187,89	252,33	317,18
30,1	124,65	0,12	188,87	253,65	318,84
30,2	125,30	0,12	189,86	254,97	320,50
30,3	125,95	0,12	190,85	256,30	322,17
30,4	126,60	0,12	191,84	257,63	323,84
30,5	127,26	0,12	192,83	258,96	325,51
L (m)	2,50		2,50	2,50	2,50

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
30,6	127,91	0,12	193,82	260,30	327,19
30,7	128,57	0,12	194,82	261,63	328,87
30,8	129,23	0,12	195,82	262,97	330,56
30,9	129,89	0,12	196,82	264,31	332,24
31,0	130,55	0,12	197,82	265,66	333,93
31,1	131,21	0,12	198,82	267,01	335,62
31,2	131,87	0,12	199,82	268,35	337,32
31,3	132,54	0,13	200,83	269,71	339,02
31,4	133,20	0,13	201,84	271,06	340,72
31,5	133,87	0,13	202,85	272,42	342,43
31,6	134,54	0,13	203,86	273,78	344,13
31,7	135,21	0,13	204,87	275,14	345,85
31,8	135,88	0,13	205,89	276,50	347,56
31,9	136,55	0,13	206,91	277,87	349,28
32,0	137,22	0,13	207,93	279,24	351,00
32,1	137,89	0,13	208,95	280,61	352,72
32,2	138,57	0,13	209,97	281,98	354,45
32,3	139,24	0,13	211,00	283,36	356,18
32,4	139,92	0,13	212,02	284,74	357,91
32,5	140,60	0,13	213,05	286,12	359,65
32,6	141,28	0,13	214,08	287,50	361,39
32,7	141,96	0,13	215,11	288,89	363,13
32,8	142,64	0,13	216,15	290,27	364,87
32,9	143,33	0,13	217,18	291,66	366,62
33,0	144,01	0,13	218,22	293,06	368,37
33,1	144,70	0,13	219,26	294,45	370,13
33,2	145,38	0,13	220,30	295,85	371,88
33,3	146,07	0,13	221,34	297,25	373,64
33,4	146,76	0,13	222,39	298,65	375,41
33,5	147,45	0,13	223,43	300,06	377,17
33,6	148,14	0,13	224,48	301,47	378,94
33,7	148,84	0,13	225,53	302,88	380,71
33,8	149,53	0,14	226,58	304,29	382,49
33,9	150,23	0,14	227,63	305,70	384,27
34,0	150,92	0,14	228,69	307,12	386,05
34,1	151,62	0,14	229,75	308,54	387,83
34,2	152,32	0,14	230,81	309,96	389,62
34,3	153,02	0,14	231,87	311,39	391,41
34,4	153,72	0,14	232,93	312,81	393,20
34,5	154,42	0,14	233,99	314,24	395,00
34,6	155,12	0,14	235,06	315,67	396,80
34,7	155,83	0,14	236,12	317,11	398,60
34,8	156,53	0,14	237,19	318,54	400,40
34,9	157,24	0,14	238,26	319,98	402,21
35,0	157,95	0,14	239,34	321,42	404,02
35,1	158,66	0,14	240,41	322,86	405,84
35,2	159,37	0,14	241,49	324,31	407,65
35,3	160,08	0,14	242,57	325,76	409,47
35,4	160,79	0,14	243,65	327,21	411,30
35,5	161,51	0,14	244,73	328,66	413,12

L (m)	2,50		2,50	2,50	2,50
-------	------	--	------	------	------

W (m)	0,40		0,60	0,80	1,00
Ha (cm)	Q (lt/det)	Ha/L	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
35,6	162,22	0,14	245,81	330,11	414,95
35,7	162,94	0,14	246,90	331,57	416,78
35,8	163,65	0,14	247,98	333,03	418,62
35,9	164,37	0,14	249,07	334,49	420,45
36,0	165,09	0,14	250,16	335,96	422,29
36,1	165,81	0,14	251,25	337,42	424,14
36,2	166,53	0,14	252,35	338,89	425,98
36,3	167,26	0,15	253,44	340,36	427,83
36,4	167,98	0,15	254,54	341,83	429,68
36,5	168,71	0,15	255,64	343,31	431,54
36,6	169,43	0,15	256,74	344,79	433,40
36,7	170,16	0,15	257,84	346,27	435,26
36,8	170,89	0,15	258,94	347,75	437,12
36,9	171,62	0,15	260,05	349,24	438,99
37,0	172,35	0,15	261,16	350,72	440,86
37,1	173,08	0,15	262,27	352,21	442,73
37,2	173,81	0,15	263,38	353,70	444,60
37,3	174,55	0,15	264,49	355,20	446,48
37,4	175,28	0,15	265,60	356,69	448,36
37,5	176,02	0,15	266,72	358,19	450,24
37,6	176,76	0,15	267,84	359,69	452,13
37,7	177,50	0,15	268,96	361,20	454,02
37,8	178,23	0,15	270,08	362,70	455,91
37,9	178,98	0,15	271,20	364,21	457,81
38,0	179,72	0,15	272,32	365,72	459,71
38,1	180,46	0,15	273,45	367,23	461,61
38,2	181,21	0,15	274,58	368,74	463,51
38,3	181,95	0,15	275,71	370,26	465,42
38,4	182,70	0,15	276,84	371,78	467,33
38,5	183,44	0,15	277,97	373,30	469,24
38,6	184,19	0,15	279,10	374,83	471,15
38,7	184,94	0,15	280,24	376,35	473,07
38,8	185,69	0,16	281,38	377,88	474,99
38,9	186,45	0,16	282,52	379,41	476,91
39,0	187,20	0,16	283,66	380,94	478,84
39,1	187,95	0,16	284,80	382,48	480,77
39,2	188,71	0,16	285,95	384,01	482,70
39,3	189,46	0,16	287,09	385,55	484,64
39,4	190,22	0,16	288,24	387,09	486,57
39,5	190,98	0,16	289,39	388,64	488,51
39,6	191,74	0,16	290,54	390,18	490,46
39,7	192,50	0,16	291,69	391,73	492,40
39,8	193,26	0,16	292,85	393,28	494,35
39,9	194,03	0,16	294,00	394,83	496,30
40,0	194,79	0,16	295,16	396,39	498,26

Ambang lebar (*broad crested weir*)²⁰

Ambang lebar yang sering digunakan di Indonesia adalah ambang lebar-datar- hidung bundar (*round-nose horizontal broad-crested weir*). Bentuk ambang bagian depan ujung atasnya dibundarkan dengan radius tertentu. Bentuk bagian hilirnya dapat berbentuk vertikal dan membentuk slope. Bangunan ukur ini dapat dipakai pada saluran dimana headloss kecil walaupun memerlukan kondisi aliran bebas (*free-flow*). Persamaan debitnya pada kondisi free flow adalah sebagai berikut,

$$Q = 1,7 b H^{1,5} \dots/2.9/$$

Q debit (m³/det; b lebar ambang (m); H tinggi muka air dari ambang di bagian hulu (m).

Aliran modular dipenuhi jika $H_2/H_1 < 0,9$, untuk itu diperlukan penyesuaian H_1/p_2 seperti pada Gambar 2.16. Batas modular menentukan rasio H_1/p_2 seperti pada Gambar 2.16.

Beberapa keuntungan dari alat ukur ini adalah: (a) Sederhana dan cukup kuat; (b) berfungsi dengan head loss cukup kecil, (c) kotoran/sampah akan mudah melewati alat ini, (d) pengukuran debit mudah (hanya satu lokasi ukur), (e) kondisi modular flow dapat sampai dengan 0,9. Kerugiannya adalah: (a) memerlukan kondisi aliran bebas, (b) tidak ada pengatur debit

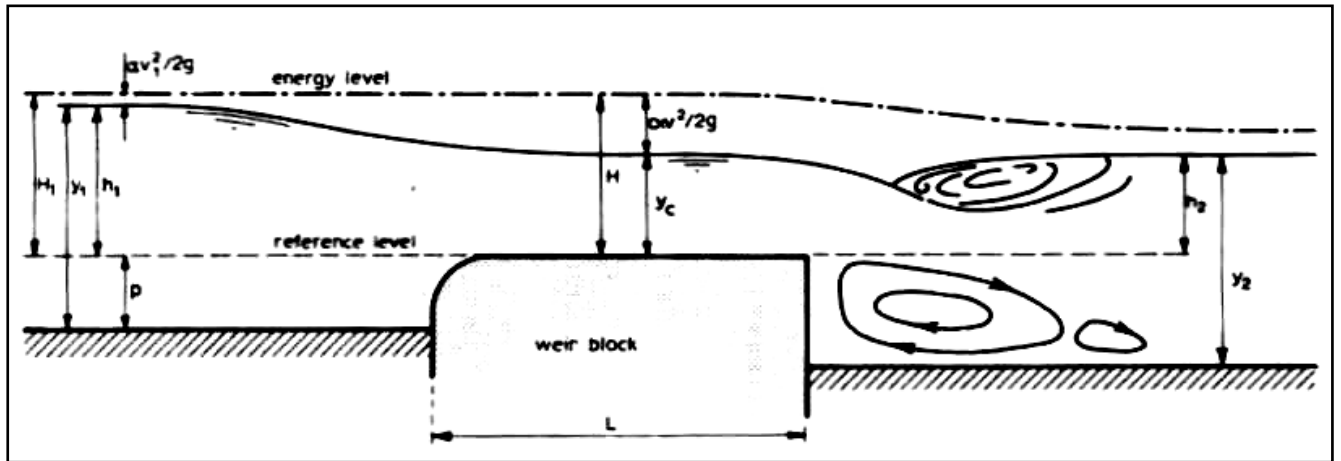
Contoh Prosedur design 7

Alat ukur ambang lebar akan dipasang di sadap pintu tersier dengan luas petak tersier 50 ha, debit maksimum pada waktu pengolahan tanah 2 liter/detik/ha. Jadi debit maksimum yang akan masuk ke petak tersier adalah 100 liter/detik.

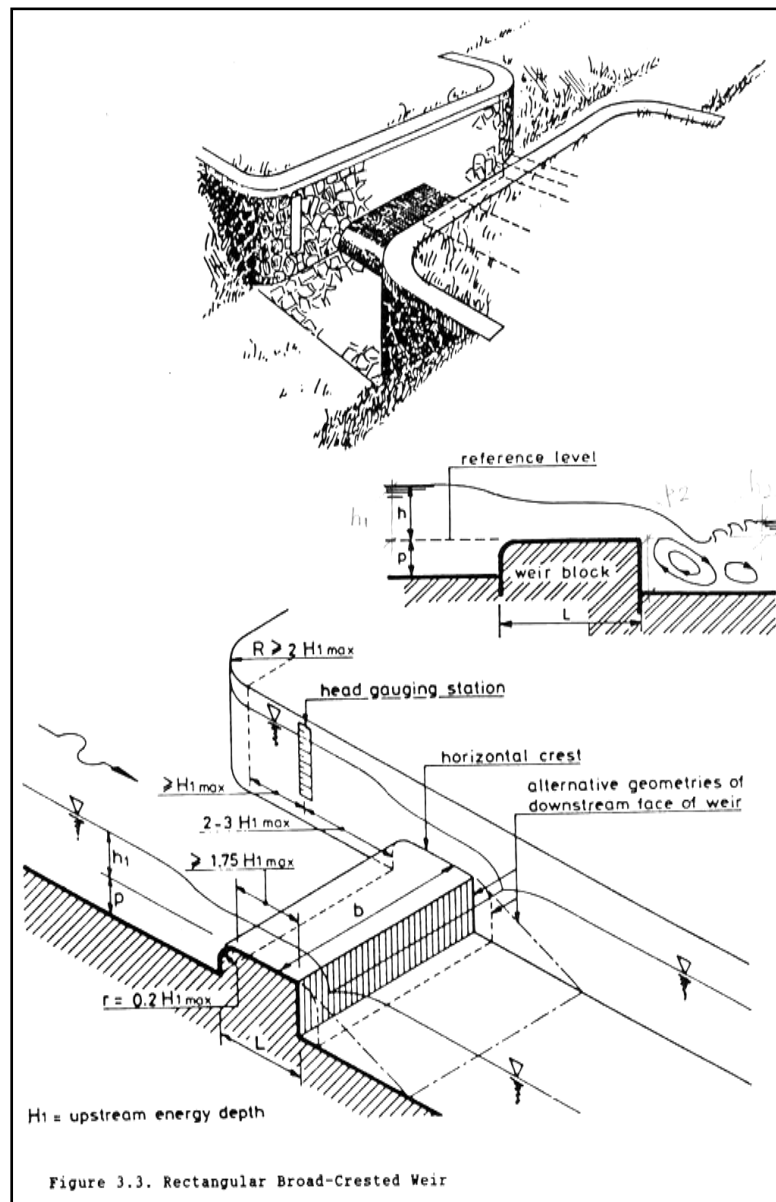
²⁰ Sumber: Bos, M.G. ed. , 1978. Discharge Measurement Structure. ILRI, Wageningen, The Netherlands, pp 121-125; dan Ankum P., 1988. Irrigation Structures for Water Regulation and Measurement. Lecture Note.

Tabel 2.8. Perhitungan dimensi ambang lebar

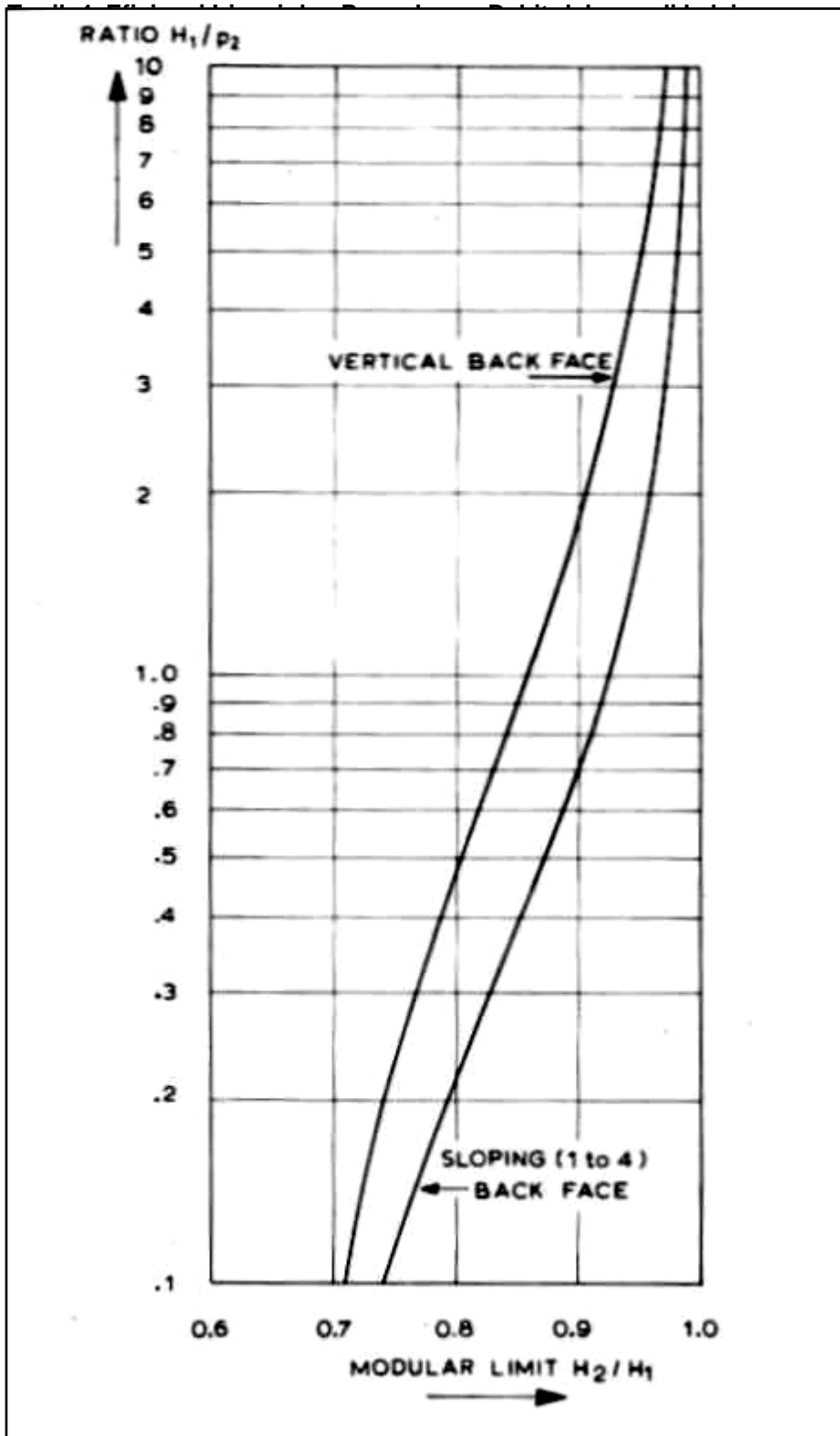
Perhitungan Debit Ambang Lebar			
Round-nose broad-crested weir			
Rumus	Q	=	$1,7 b H^{1.5}$
	$0,05 \leq H_1/L \leq 0,5$		
	L	\geq	1,75 H max
	b	\geq	0,3 m
		$>$	H_1 max
		$>$	L/5
	r	\geq	0,2 H_1 max
	H_1/p	=	3,0
	p	\geq	0,15 m
	Lokasi pengukuran H_1		2-3 kali H_1 max
Perhitungan Design Dimensi Alat Ukur Debit Ambang Lebar			
Tahapan			
1	Tentukan Debit max		Final Design
	Areal (ha)	50	
	Kep. Air Max (l/det/ha)	2	
	Debit max (l/det)	100	
2	Lebar (b) (m)	0,4	0,4
	H_1 max (m)	0,28	0,28
3	Batas Modular (H_2/H_1)	0,8	
	Lihat Gbr. 2.16		
	Bentuk Downstream	Vertical Back Space	A
		Sloping Back Space	B
	Pilih Bentuk d/s	A	
	H_1/p_2	0,50	Gbr. 2.16
	p_2 (m) \geq	0,56	0,60
	Radius hidung (r) (m) \geq	0,06	0,10
	L (m) \geq	0,49	0,50
	L/5	0,10	0,10
4			
u/s weir block	Pengukuran H_1 (m)	0,84	1,00
	$H_1/p \leq 3,0$		1,86
	p (m)	0,09	0,15
	Radius Sayap R (m) \geq	0,56	0,60



Gambar 2.14. Skhema aliran pada bangunan ukur ambang lebar



Gambar 2.15. Bangunan ukur ambang lebar



Gambar 2.16. Hubungan antara batas moduler dengan tinggi ambang hilir (p_2)

Final Design (Contoh 8)

Tinggi ambang (sill) p bagian hulu = 0,15 m; tinggi ambang (sill) bagian hilir p_2 = 0,60 m; Panjang ambang L = 0,50 m; Lebar ambang b = 0,4 m; Radius hidung ambang r = 0,10 m; Radius Sayap R = 0,60 m; Lokasi pengukuran H_1 = 1,0 m; Elevasi muka air di hulu $H_1 + p$ = 0,28 + 0,15 = 0,43 m.

Tabel 2.9. Daftar debit ambang lebar untuk berbagai lebar ambang b

b (m)	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
H (cm)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
1	0,51	0,68	0,85	1,02	1,19	1,36	1,53	1,70
2	1,44	1,92	2,40	2,88	3,37	3,85	4,33	4,81
3	2,65	3,53	4,42	5,30	6,18	7,07	7,95	8,83
4	4,08	5,44	6,80	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60
5	5,70	7,60	9,50	11,40	13,30	15,21	17,11	19,01
6	7,50	9,99	12,49	14,99	17,49	19,99	22,49	24,98
7	9,45	12,59	15,74	18,89	22,04	25,19	28,34	31,48
8	11,54	15,39	19,23	23,08	26,93	30,77	34,62	38,47
9	13,77	18,36	22,95	27,54	32,13	36,72	41,31	45,90
10	16,13	21,50	26,88	32,26	37,63	43,01	48,38	53,76
11	18,61	24,81	31,01	37,21	43,41	49,62	55,82	62,02
12	21,20	28,27	35,33	42,40	49,47	56,53	63,60	70,67
13	23,90	31,87	39,84	47,81	55,78	63,75	71,71	79,68
14	26,72	35,62	44,53	53,43	62,34	71,24	80,15	89,05
15	29,63	39,50	49,38	59,26	69,13	79,01	88,88	98,76
16	32,64	43,52	54,40	65,28	76,16	87,04	97,92	108,80
17	35,75	47,66	59,58	71,49	83,41	95,33	107,24	119,16
18	38,95	51,93	64,91	77,89	90,88	103,86	116,84	129,82
19	42,24	56,32	70,40	84,48	98,55	112,63	126,71	140,79
20	45,62	60,82	76,03	91,23	106,44	121,64	136,85	152,05
21	49,08	65,44	81,80	98,16	114,52	130,88	147,24	163,60
22	52,63	70,17	87,71	105,25	122,80	140,34	157,88	175,42
23	56,26	75,01	93,76	112,51	131,26	150,01	168,77	187,52
24	59,96	79,95	99,94	119,93	139,91	159,90	179,89	199,88
25	63,75	85,00	106,25	127,50	148,75	170,00	191,25	212,50
26	67,61	90,15	112,69	135,23	157,76	180,30	202,84	225,38
27	71,55	95,40	119,25	143,10	166,95	190,80	214,65	238,50
28	75,56	100,75	125,94	151,13	176,31	201,50	226,69	251,88
29	79,65	106,20	132,74	159,29	185,84	212,39	238,94	265,49
30	83,80	111,74	139,67	167,60	195,54	223,47	251,40	279,34
31	88,03	117,37	146,71	176,05	205,39	234,74	264,08	293,42
32	92,32	123,09	153,87	184,64	215,41	246,19	276,96	307,73
33	96,68	128,91	161,13	193,36	225,59	257,82	290,04	322,27
34	101,11	134,81	168,51	202,22	235,92	269,62	303,33	337,03
35	105,60	140,80	176,00	211,20	246,40	281,61	316,81	352,01
36	110,16	146,88	183,60	220,32	257,04	293,76	330,48	367,20
37	114,78	153,04	191,30	229,56	267,82	306,08	344,35	382,61
38	119,47	159,29	199,11	238,93	278,75	318,58	358,40	398,22
39	124,21	165,62	207,02	248,43	289,83	331,23	372,64	414,04
40	129,02	172,03	215,03	258,04	301,05	344,06	387,06	430,07

b (m)	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
H (cm)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
1	1,87	2,04	2,21	2,38	2,55	2,72	2,89	3,06	3,23	3,40
2	5,29	5,77	6,25	6,73	7,21	7,69	8,17	8,65	9,14	9,62
3	9,72	10,60	11,48	12,37	13,25	14,13	15,02	15,90	16,78	17,67
4	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
5	20,91	22,81	24,71	26,61	28,51	30,41	32,31	34,21	36,11	38,01
6	27,48	29,98	32,48	34,98	37,48	39,98	42,47	44,97	47,47	49,97
7	34,63	37,78	40,93	44,08	47,23	50,38	53,52	56,67	59,82	62,97
8	42,31	46,16	50,01	53,85	57,70	61,55	65,39	69,24	73,09	76,93
9	50,49	55,08	59,67	64,26	68,85	73,44	78,03	82,62	87,21	91,80
10	59,13	64,51	69,89	75,26	80,64	86,01	91,39	96,77	102,14	107,52
11	68,22	74,43	80,63	86,83	93,03	99,23	105,44	111,64	117,84	124,04
12	77,73	84,80	91,87	98,93	106,00	113,07	120,14	127,20	134,27	141,34
13	87,65	95,62	103,59	111,56	119,52	127,49	135,46	143,43	151,40	159,37
14	97,96	106,86	115,77	124,67	133,58	142,48	151,39	160,29	169,20	178,10
15	108,64	118,51	128,39	138,27	148,14	158,02	167,89	177,77	187,65	197,52
16	119,68	130,56	141,44	152,32	163,20	174,08	184,96	195,84	206,72	217,60
17	131,07	142,99	154,91	166,82	178,74	190,65	202,57	214,48	226,40	238,32
18	142,81	155,79	168,77	181,75	194,74	207,72	220,70	233,68	246,67	259,65
19	154,87	168,95	183,03	197,11	211,19	225,27	239,35	253,43	267,51	281,58
20	167,26	182,46	197,67	212,87	228,08	243,28	258,49	273,69	288,90	304,11
21	179,96	196,32	212,68	229,04	245,40	261,76	278,12	294,48	310,84	327,20
22	192,96	210,51	228,05	245,59	263,13	280,67	298,22	315,76	333,30	350,84
23	206,27	225,02	243,77	262,52	281,28	300,03	318,78	337,53	356,28	375,03
24	219,87	239,85	259,84	279,83	299,82	319,81	339,79	359,78	379,77	399,76
25	233,75	255,00	276,25	297,50	318,75	340,00	361,25	382,50	403,75	425,00
26	247,91	270,45	292,99	315,53	338,06	360,60	383,14	405,68	428,22	450,75
27	262,35	286,20	310,05	333,90	357,76	381,61	405,46	429,31	453,16	477,01
28	277,06	302,25	327,44	352,63	377,81	403,00	428,19	453,38	478,56	503,75

29	292,04	318,59	345,14	371,68	398,23	424,78	451,33	477,88	504,43	530,98
30	307,27	335,21	363,14	391,07	419,01	446,94	474,88	502,81	530,74	558,68
31	322,76	352,11	381,45	410,79	440,13	469,47	498,82	528,16	557,50	586,84
32	338,51	369,28	400,05	430,83	461,60	492,37	523,15	553,92	584,69	615,47
33	354,50	386,72	418,95	451,18	483,40	515,63	547,86	580,09	612,31	644,54
34	370,73	404,43	438,14	471,84	505,54	539,25	572,95	606,65	640,36	674,06
35	387,21	422,41	457,61	492,81	528,01	563,21	598,41	633,61	668,81	704,01
36	403,92	440,64	477,36	514,08	550,80	587,52	624,24	660,96	697,68	734,40
37	420,87	459,13	497,39	535,65	573,91	612,17	650,43	688,69	726,95	765,21
38	438,04	477,87	517,69	557,51	597,33	637,15	676,98	716,80	756,62	796,44
39	455,45	496,85	538,26	579,66	621,07	662,47	703,87	745,28	786,68	828,09
40	473,08	516,08	559,09	602,10	645,10	688,11	731,12	774,13	817,13	860,14

b (m)	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00
H (cm)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)	Q (lt/det)
1	3,57	3,74	3,91	4,08	4,25	4,42	4,59	4,76	4,93	5,10
2	10,10	10,58	11,06	11,54	12,02	12,50	12,98	13,46	13,94	14,42
3	18,55	19,43	20,32	21,20	22,08	22,97	23,85	24,73	25,62	26,50
4	28,56	29,92	31,28	32,64	34,00	35,36	36,72	38,08	39,44	40,80
5	39,91	41,81	43,72	45,62	47,52	49,42	51,32	53,22	55,12	57,02
6	52,47	54,97	57,47	59,96	62,46	64,96	67,46	69,96	72,46	74,95
7	66,12	69,27	72,41	75,56	78,71	81,86	85,01	88,16	91,30	94,45
8	80,78	84,63	88,47	92,32	96,17	100,01	103,86	107,71	111,55	115,40
9	96,39	100,98	105,57	110,16	114,75	119,34	123,93	128,52	133,11	137,70
10	112,89	118,27	123,65	129,02	134,40	139,77	145,15	150,52	155,90	161,28
11	130,24	136,45	142,65	148,85	155,05	161,25	167,46	173,66	179,86	186,06
12	148,40	155,47	162,54	169,60	176,67	183,74	190,80	197,87	204,94	212,00
13	167,33	175,30	183,27	191,24	199,21	207,17	215,14	223,11	231,08	239,05
14	187,01	195,91	204,82	213,72	222,63	231,53	240,44	249,34	258,25	267,15
15	207,40	217,27	227,15	237,03	246,90	256,78	266,65	276,53	286,41	296,28

16	228,48	239,36	250,24	261,12	272,00	282,88	293,76	304,64	315,52	326,40
17	250,23	262,15	274,06	285,98	297,89	309,81	321,73	333,64	345,56	357,47
18	272,63	285,61	298,60	311,58	324,56	337,54	350,53	363,51	376,49	389,47
19	295,66	309,74	323,82	337,90	351,98	366,06	380,14	394,22	408,30	422,38
20	319,31	334,52	349,72	364,93	380,13	395,34	410,54	425,75	440,95	456,16
21	343,56	359,92	376,28	392,64	408,99	425,35	441,71	458,07	474,43	490,79
22	368,39	385,93	403,47	421,01	438,55	456,10	473,64	491,18	508,72	526,26
23	393,79	412,54	431,29	450,04	468,79	487,54	506,30	525,05	543,80	562,55
24	419,74	439,73	459,72	479,71	499,70	519,68	539,67	559,66	579,65	599,64
25	446,25	467,50	488,75	510,00	531,25	552,50	573,75	595,00	616,25	637,50
26	473,29	495,83	518,37	540,90	563,44	585,98	608,52	631,05	653,59	676,13
27	500,86	524,71	548,56	572,41	596,26	620,11	643,96	667,81	691,66	715,51
28	528,94	554,13	579,31	604,50	629,69	654,88	680,06	705,25	730,44	755,63
29	557,53	584,07	610,62	637,17	663,72	690,27	716,82	743,37	769,92	796,47
30	586,61	614,54	642,48	670,41	698,35	726,28	754,21	782,15	810,08	838,02
31	616,18	645,53	674,87	704,21	733,55	762,90	792,24	821,58	850,92	880,26
32	646,24	677,01	707,79	738,56	769,33	800,11	830,88	861,65	892,43	923,20
33	676,77	708,99	741,22	773,45	805,67	837,90	870,13	902,36	934,58	966,81
34	707,76	741,46	775,17	808,87	842,57	876,28	909,98	943,68	977,38	1.011,09
35	739,21	774,41	809,62	844,82	880,02	915,22	950,42	985,62	1.020,82	1.056,02
36	771,12	807,84	844,56	881,28	918,00	954,72	991,44	1.028,16	1.064,88	1.101,60
37	803,47	841,73	879,99	918,25	956,51	994,77	1.033,04	1.071,30	1.109,56	1.147,82
38	836,26	876,09	915,91	955,73	995,55	1.035,37	1.075,20	1.115,02	1.154,84	1.194,66
39	869,49	910,90	952,30	993,70	1.035,11	1.076,51	1.117,92	1.159,32	1.200,73	1.242,13
40	903,15	946,15	989,16	1.032,17	1.075,17	1.118,18	1.161,19	1.204,20	1.247,20	1.290,21

Penutup

Pertanyaan:

- (1) Jelaskan beberapa istilah dalam efisiensi irigasi
- (2) Bagaimana konsep efisiensi irigasi dalam suatu jaringan irigasi
- (3) Usaha apa yang dapat meningkatkan efisiensi irigasi dan siapa lembaga yang paling berperan
- (4) Terangkan beberapa cara pengukuran debit di saluran terbuka
- (5) Terangkan metoda kecepatan aliran dan luas penampang
- (6) Sebutkan beberapa bangunan ukur yang biasa digunakan di jaringan irigasi.
- (7) Bagaimana cara perhitungannya
- (8) Apa keunggulan dan kelemahan dari masing-masing bangunan ukur tersebut
- (9) Hasil pengukuran debit dengan sekat ukur Thompson di saluran A dan Cipolletti (lebar ambang 1,0 m) di saluran B, masing-masing menunjukkan $H = 15$ cm. Berapa besarnya debit (liter/detik) di saluran A dan B?
- (10) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 0,5$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 20$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (11) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 0,5$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 32$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (12) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 1,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 20$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (13) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 1,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 32$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (14) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 2,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 20$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (15) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 2,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 32$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (16) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 3,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 20$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (17) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 3,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 32$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (18) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 4,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 20$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (19) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 4,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 32$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (20) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 5,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 20$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).

- (21) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 5,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 32$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (22) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 6,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 20$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (23) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 6,0$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 32$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (24) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 2$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 45$ cm dan nilai $H_b = 27$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (25) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 2$ ft, menghasilkan nilai $H_a = 45$ cm dan nilai $H_b = 36$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik).
- (26) Hasil pengukuran debit dengan Parshal Flume ukuran $W = 6$ inchi, menghasilkan nilai $H_a = 40$ cm dan nilai $H_b = 35,2$ cm. Berapa besarnya debit yang mengalir (liter/detik)

Kunci Jawaban

- (1) Lihat bahan ajar
- (2) Lihat bahan ajar
- (3) Di tingkat petak tersier P3A, di tingkat jaringan utama GP3A atau P3A Induk
- (4) Lihat bahan ajar
- (5) Lihat bahan ajar
- (6) Lihat bahan ajar
- (7) Lihat bahan ajar
- (8) Lihat bahan ajar
- (9) Cipolletti Tabel 2.2: $L = 1,0$ m, $H = 15$ cm, $Q = 108,1$ liter/detik. Sekat ukur Thompson Tabel 2.3: $H = 15$ cm, $Q = 12,2$ liter/detik
- (10) $H_b/H_a = 50\%$, Free flow, Tabel 7-8: $Q = 89,6$ lt/det
- (11) $H_b/H_a = 80\%$, submergence flow, Tabel 7-8: $Q_{submergence} = 71,4$ lt/det
- (12) $H_b/H_a = 50\%$, free flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 171,3$ lt/det
- (13) $H_b/H_a = 80\%$, submergence flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 171,3$ lt/det, $Q_{koreksi} = 15,4$ lt/det, $Q_{submergence} = 155,9$ lt/det
- (14) $H_b/H_a = 50\%$, free flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 345,2$ lt/det
- (15) $H_b/H_a = 80\%$, submergence flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 345,2$ lt/det, $Q_{koreksi} = 27,7$ lt/det, $Q_{submergence} = 317,5$ lt/det
- (16) $H_b/H_a = 50\%$, free flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 520,1$ lt/det
- (17) $H_b/H_a = 80\%$, submergence flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 520,1$ lt/det, $Q_{koreksi} = 37,0$ lt/det, $Q_{submergence} = 483,1$ lt/det
- (18) $H_b/H_a = 50\%$, free flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 695,7$ lt/det
- (19) $H_b/H_a = 80\%$, submergence flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 695,7$ lt/det, $Q_{koreksi} = 47,7$ lt/det, $Q_{submergence} = 648,0$ lt/det
- (20) $H_b/H_a = 50\%$, free flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 871,8$ lt/det
- (21) $H_b/H_a = 80\%$, submergence flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 871,8$ lt/det, $Q_{koreksi} = 57,0$ lt/det, $Q_{submergence} = 814,8$ lt/det
- (22) $H_b/H_a = 50\%$, free flow, Tabel 7-8: $Q_{free flow} = 1.048$ lt/det

- (23) $H_b/H_a = 80\%$, submergence flow, Tabel 7-8: $Q_{\text{free flow}} = 1.048 \text{ lt/det}$, $Q_{\text{koreksi}} = 66,2 \text{ lt/det}$, $Q_{\text{submergence}} = 981,8 \text{ lt/det}$
- (24) $H_b/H_a = 60\%$, Free flow, Tabel 7-8: $Q = 414,3 \text{ lt/det}$
- (25) $H_b/H_a = 80\%$, submergence, Diagram koreksi Gbr 7-17: untuk $W=1 \text{ ft}$, $Q_{\text{koreksi}} = 0,7 \text{ cfs} = 19,6 \text{ lt/det}$; untuk $W=2\text{ft}$, $Q_{\text{koreksi}} = 1,8 \times 19,6 = 35,3 \text{ lt/det}$. Tabel 7-8-2: $Q_{\text{free flow}} = 414,3 \text{ lt/det}$; Debit submergence = $414,3 - 35,3 \text{ lt/det} = 379 \text{ lt/det}$
- (26) $H_b/H_a = 88\%$, submergence, $H_a = 40 \text{ cm}$; Gambar 7-15: $Q = 61 \text{ lt/det}$

Daftar Pustaka

1. Ditjen. Pengairan Republik Indonesia, 1986. Standard Perencanaan Irigasi : Kriteria Perencanaan Bagian Saluran, KP-03. C.V. Galang Persada. Bandung
2. Bos, M.G. ed. , 1978. Discharge Measurement Structure. ILRI, Wageningen, The Netherlands, pp 121-125;
3. Ankum P., 1988. Irrigation Structures for Water Regulation and Measurement. Lecture Note.
4. Kraatz,D.B.; I.K. Mahajan, 1975. Small Hydraulic Structures. Irrigation and Drainage Paper no 26. FAO, Rome.
5. Bos, M.G. and Nugteren, J., 1982. On Irrigation Efficiencies. International Institute for Land Reclamation and Improvement, ILRI Publication No 19, Wageningen, The Netherlands.