

ANALISIS KEHILANGAN ENERGI SPESIFIK AKIBAT PENYEMPITAN PADA DESAIN SALURAN TERBUKA

Rovi Ramdhani Nila Krisna, Dr. Nanang Saiful Rizal, S.T., M.T , Ir. Totok Dwi Kuryanto, M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jalan Karimata 49, Jember 68172, Indonesia

Email : rovi.ramdhani123@gmail.com

ABSTRACT

Research related to channel narrowing is very important to do, because seen from the impact caused by channel narrowing is very influential on changes in specific energy values, research on the impact caused by channel narrowing is very important because it greatly affects the flow conditions and the water level due to changes. specific energy values and consequent changes of the channel dimensions. This research was conducted with the aim of knowing the flow characteristics due to various variations of constriction, obtaining changes in specific energy values that occur due to constriction variations and obtaining application models of specific energy changes in irrigation canals. This type of research is quantitative research with experimental methods. This research was conducted in the hydraulics laboratory in the form of measuring flow rates, measuring the water level in the constriction, calculating the froude number and calculating the specific energy.

From the research results, it is found that there is a change in flow characteristics due to channel narrowing which results in varying froude numbers, while the impact due to channel narrowing can cause an increase in the specific energy value due to the greater the narrowing and discharge in the channel, the changes that occur in specific energy. the higher it means that there is an increase in the surface of the flow which can cause the water flow to overflow. For changes, the increase in specific energy in the study was not too significant and the increase was still relatively stable. The application of the channel narrowing design in the field must be adapted to the conditions of the channel in the laboratory. It should be made to ensure that the shape of the channel is not much different and the level of roughness of the channel section is not much different.

Keywords: Refinement, Discharge, Froude Number, Specific Energy

1. PENDAHULUAN

Dalam keilmuan hidrologi terdapat dua macam saluran jika dilihat dari jenisnya, yaitu saluran terbuka dan saluran tertutup. Perbedaan mendasar dari dua jenis saluran tersebut adalah adanya permukaan bebas pada saluran terbuka, sedangkan pada saluran tertutup seluruh penampang dilewati cairan sehingga tidak ada permukaan bebas. Pada saluran yang mempunyai bentuk saluran yang non prismatis aliran air mengalami perubahan seperti ketinggian, kecepatan, dan perilaku aliran lainnya.

Beberapa penyebab terjadinya penampang saluran yang tidak prismatis misalnya akibat sambungan dua penampang yang berbeda, adanya bangunan lain seperti pilar jembatan, atau penyebab lain yang mengubah penampang dari saluran. Dalam hal ini kami akan melakukan tinjauan pada saluran terbuka khususnya kehilangan Energi Spesifik akibat penyempitan dengan kemiringan bersudut.

Penelitian terkait penyempitan saluran ini sangat penting dilakukan, karena dilihat dari dampak yang ditimbulkan akibat penyempitan saluran sangat berpengaruh pada perubahan nilai energi spesifik, maka penelitian terhadap dampak yang ditimbulkan akibat penyempitan saluran sangatlah penting dikarenakan sangat berpengaruh pada kondisi aliran dan ketinggian permukaan air akibat dari perubahan nilai energi spesifik dan akibat perubahan dari dimensi saluran.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang di kaji dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perubahan karakteristik aliran air yang terjadi akibat berbagai variasi penyempitan saluran ?
2. Bagaimana dampak kehilangan energi spesifik akibat penyempitan saluran ?
3. Bagaimana pengaplikasian penyempitan saluran dengan perubahan energy spesifik pada saluran irigasi ?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tersebut adalah :

1. Mengetahui karakteristik aliran akibat berbagai macam variasi penyempitan.
2. Mendapatkan perubahan nilai ΔE yang terjadi akibat variasi penyempitan.
3. Mendapatkan model aplikasi dari perubahan energy spesifik pada saluran irigasi.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian ini dapat memberikan informasi keilmuan dalam bidang teknik sipil khususnya irigasi dan hidrolika sebagai berikut :

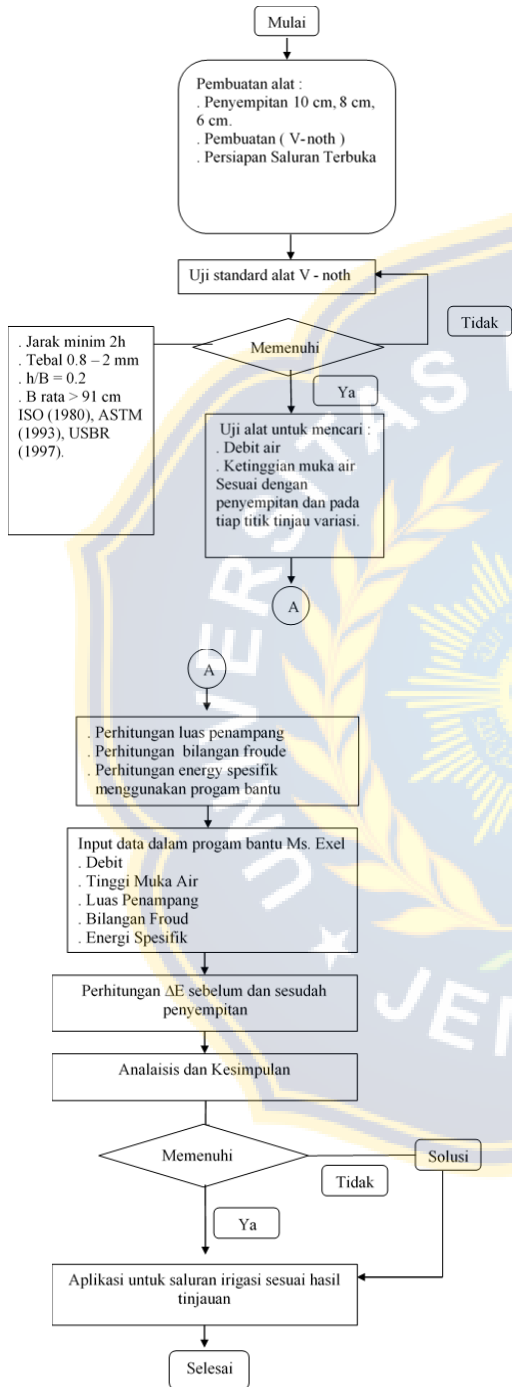
1. Menambah pengetahuan tentang alat ukur debit aliran dengan model penyempitan saluran.
2. Menambah pengetahuan tentang perilaku aliran akibat adanya penyempitan yang terjadi di saluran terbuka.
3. Agar dapat digunakan sebagai pertimbangan teknis desain saluran khususnya saluran terbuka, dikarenakan dari penelitian ini kita bisa mengetahui dimensi saluran yang sebaiknya digunakan dengan mempertimbangkan dampak-dampak yang ditimbulkan akibat penyempitan saluran.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen. Proses pencarian data yaitu dengan mencari berbagai sumber data yang diperlukan untuk melakukan penelitian. Dimana data tersebut berupa hasil penelitian di laboratorium keairan Universitas Muhammadiyah Jember. Penyempitan yang nantinya akan digunakan sebagai alat dalam penelitian terbuat dari kaca dengan ketebalan 3 mm dengan dimensi penyempitan adalah 10 cm, 8 cm dan 6 cm . Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil dari debit aliran dan hasil pembacaan ketinggian permukaan air pada penyempitan. Hasil dari data pengujian nantinya akan

digunakan untuk menghitung luas penampang, bilangan froude dan menghitung energi spesifik.

Flow Chart Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alur (flow chart)

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi Alat Ukur Debit V-Nocth

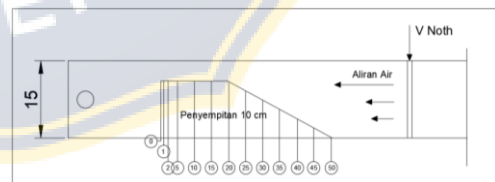
Kalibrasi alat ukur debit V-Nocth Merupakan pengamatan pada volume tandon yang sudah ditetapkan dengan menggunakan variabel bebas dimana pengamatan ini mengatur bukaan katup dengan 6 perlakuan dengan besar kecilnya pada bukaan katub tersebut akan memperoleh nilai koefisien (C) alat ukur debit V-Nocth yang dimana koefesien itu diambil dari berapa lama waktu habisnya air pada tandon yang mengalir pada saluran (flume).

Tabel 4.1 Perhitungan Variasi Debit Aliran Berdasarkan Tinggi Muka V- Nocth

No	Hv (cm)	Hv (m)	H½	Waktu (detik)						Waktu	Debit (Q) m³/detik	Koefisien
				t1	t2	t3	t4	t5	t6			
1	2,3	0,023	0,00008023	12,11	12,25	11,55	12,08	12,18	12,21	12,0633	0,0157	195,300
2	3,5	0,035	0,00022918	8,46	8,25	7,55	7,49	7,36	8,28	7,8983	0,0239	104,420
3	5	0,05	0,00055902	6,46	6,22	6,12	5,55	6,07	6,28	6,1167	0,0309	55,277
4	5,5	0,055	0,00070943	5,25	5,17	5,23	4,56	5,08	5,15	5,0733	0,0373	52,516
5	6	0,06	0,00088182	4,55	4,46	4,38	4,36	4,42	4,39	4,4600	0,0424	48,059
6	6,5	0,065	0,00107717	4,18	4,25	4,38	4,29	4,23	4,36	4,2817	0,0441	40,982
7	7,5	0,075	0,00154047	3,49	3,42	3,34	3,45	3,55	3,41	3,4433	0,0549	35,633
											C	59,132

Ketinggian Muka Air

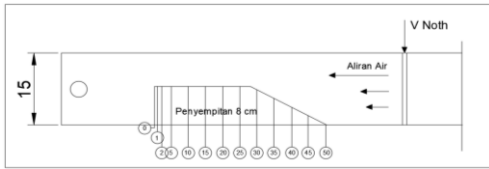
Ketinggian muka air untuk debit 5,49 x 10-2 m3 /detik mengalami kenaikan pada saat masuk penyempitan, dan mempunyai efek pembendungan yang disebabkan adanya perubahan penampang secara mendadak dan debit yang sangat besar. Dari ketinggian muka air dapat di buat grafik parubahan tinggi muka air di tiap titik tinjau pada tiap penyempitan.



Gambar 4.1 Denah Penyempitan 10 cm di Laboratorium

Tabel 4.2 Ketinggian Muka Air Tiap Titik Tinjau Pada Penyempitan 10 cm

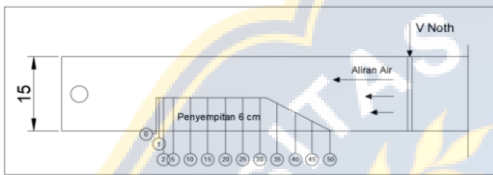
Debit (m³/detik)	Jarak titik tinjauan (cm)												
	0	1	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Penyempitan 10 cm = lebar saluran 5 cm													
1,57E-02	5,3	4,9	4,7	4,4	3,9	3,7	3,4	3	2,5	2	2	1,8	1,8
3,73E-02	6	6,2	5,8	5,6	5,4	5,4	5,2	5	4,8	4,5	4,2	4	3,9
4,24E-02	7,1	7,3	6,5	6	5,9	5,7	5,5	5,4	5,3	5,1	4,8	4,4	4,2
5,49E-02	8	8,2	7,8	7,5	7,3	7,1	7,3	6,8	6,4	6	5,8	5,5	5,1



Gambar 4.2 Denah Penyempitan 8 cm di Laboraturium

Tabel 4.3 Ketinggian Muka Air Tiap Titik Tinjau Pada Penyempitan 8 cm

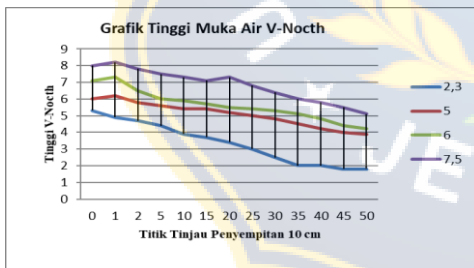
Debit	Jarak titik tinjauan (cm)												
	Penyempitan 8 cm = lebar saluran 7 cm												
1,57E-02	3,7	3,9	3,5	3,2	3,3	3	2,8	2,6	2,3	1,7	1,5	1,5	1,2
3,73E-02	4,7	5	4,6	4,5	4,3	4,2	4	3,8	3,6	3,7	3,5	3,1	3
4,24E-02	5,6	5,5	5,3	5,2	5	4,9	4,8	4,6	4,4	4,2	4,1	3,8	3,5
5,49E-02	6,8	7	7,2	6,9	6,2	6	5,8	5,4	5,3	5	4,8	4,5	4,1



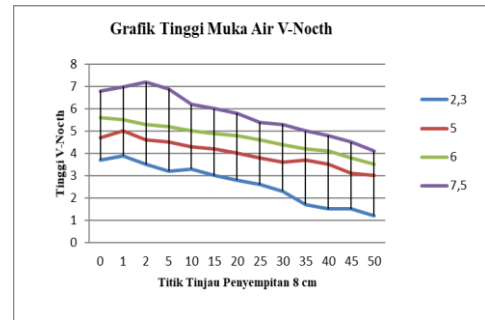
Gambar 4.3 Denah Penyempitan 6 cm di Laboraturium

Tabel 4.4 Ketinggian Muka Air Tiap Titik Tinjau Pada Penyempitan 6 cm

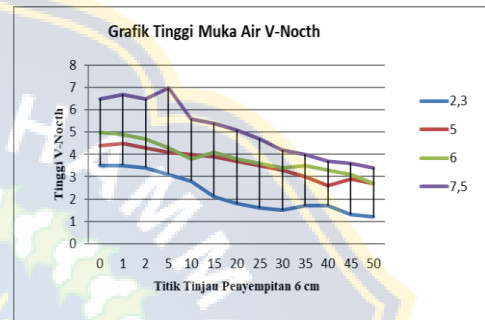
Debit	Jarak titik tinjauan (cm)												
	Penyempitan 6 cm = lebar saluran 9 cm												
1,57E-02	3,5	3,5	3,4	3,1	2,8	2,1	1,8	1,6	1,5	1,7	1,7	1,3	1,2
3,73E-02	4,4	4,5	4,3	4,1	4	3,9	3,7	3,5	3,3	3	2,6	2,9	2,7
4,24E-02	5	4,9	4,7	4,3	3,8	4,1	3,8	3,6	3,4	3,5	3,3	3,1	2,7
5,49E-02	6,5	6,7	6,5	7	5,6	5,4	5,1	4,7	4,2	4	3,7	3,6	3,4



Gambar 4.4 Grafik Perubahan Tinggi Muka Air pada Penyempitan 10 cm



Gambar 4.5 Grafik Perubahan Tinggi Muka Air pada Penyempitan 8 cm



Gambar 4.6 Grafik Perubahan Tinggi Muka Air pada Penyempitan 6 cm

Perhitungan Luas Penampang

Dari hasil tabel ketinggian muka air pada penyempitan dapat dihitung untuk luas penampang pada tiap titik tinjau dengan variasi penyempitan dan variasi debit dan hasil perhitungan luas penampang dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perhitungan Luas Penampang (cm²)

Debit (m ³ /detik)	Jarak titik tinjauan (cm ²)												
	0	1	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Penyempitan 10 cm = lebar saluran 5 cm													
1,57E-02	26,5	24,5	23,5	22	19,5	18,5	17	15	12,5	10	10	9	9
3,09E-02	30	31	29	28	27	27	26	25	24	22,5	21	20	19,5
4,24E-02	35,5	36,5	32,5	30	29,5	28,5	27,5	27	26,5	25,5	24	22	21
5,49E-02	40	41	39	37,5	36,5	35,5	36,5	34	32	30	29	27,5	25,5
Penyempitan 8 cm = lebar saluran 7 cm													
1,57E-02	25,9	27,3	24,5	22,4	23,1	21	19,6	18,2	16,1	11,9	10,5	10,5	8,4
3,09E-02	32,9	35	32,2	31,5	30,1	29,4	28	26,6	25,2	25,9	24,5	21,7	21
4,24E-02	39,2	38,5	37,1	36,4	35	34,3	33,6	32,2	30,8	29,4	28,7	26,6	24,5
5,49E-02	47,6	49	50,4	48,3	43,4	42	40,6	37,8	37,1	35	33,6	31,5	28,7
Penyempitan 6 cm = lebar saluran 9 cm													
1,57E-02	31,5	31,5	30,6	27,9	25,2	18,9	16,2	14,4	13,5	15,3	15,3	11,7	10,8
3,09E-02	39,6	40,5	38,7	36,9	36	35,1	33,3	31,5	29,7	27	23,4	26,1	24,3
4,24E-02	45	44,1	42,3	38,7	34,2	36,9	34,2	32,4	30,6	31,5	29,7	27,9	24,3
5,49E-02	58,5	60,3	58,5	63	50,4	48,6	45,9	42,3	37,8	36	33,3	32,4	30,6

Untuk luas penampang tanpa penyempitan pada lebar saluran 15 cm pada debit 1,57 x 10⁻² m³ /detik, 3,09 x 10⁻² m³ /detik, 4,24 x 10⁻² m³ /detik, dan 5,49 x 10⁻² m³ /detik berturut – turut adalah 24 cm² , 57 cm² , 67 cm² dan 102 cm² .

Perhitungan Angka Froude

Bilangan Froude dihitung dengan persamaan $v = Q \times A$, dan dengan menggunakan A sebagai perkalian kedalaman hidraulis (h) dengan lebar saluran pada penyempitan dan tanpa penyempitan (b), selanjutnya dapat dirumuskan :

$$F = \frac{Q}{An\sqrt{g(A/bn)}}$$

dengan ketentuan nilai froude :

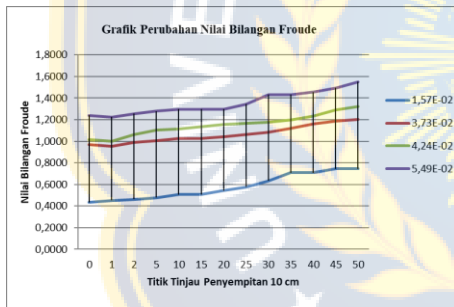
Nilai Froude = 1 di nyatakan Kritis

Nilai Froude < 1 dinyatakan Subkritis

Nilai Froude > 1 dinyatakan Superkritis

Tabel 4.7 Perubahan Nilai Froude Penyempitan 10 cm

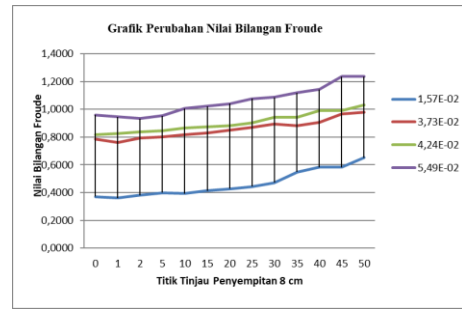
Hv (cm)	Debit (m³/detik)	Jarak titik tinjauan (cm)														
		0	1	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
Penyempitan 10 cm = lebar saluran 5 cm																
2,3	1,57E-02	0,4346	0,4520	0,4615	0,4770	0,5066	0,5066	0,5426	0,5776	0,6328	0,7075	0,7075	0,7457	0,7457		
5	3,73E-02	0,9712	0,9554	0,9878	1,0053	1,0237	1,0237	1,0433	1,0639	1,0858	1,1215	1,1608	1,1895	1,2046		
6	4,24E-02	1,0156	1,0016	1,0614	1,1048	1,1141	1,1335	1,1539	1,1645	1,1755	1,1983	1,2352	1,2901	1,3205		
7,5	5,49E-02	1,2393	1,2240	1,2550	1,2799	1,2973	1,2973	1,2973	1,3442	1,4310	1,4310	1,4554	1,4946	1,5521		



Gambar 4.7 Grafik Perubahan Nilai Froude Penyempitan 10 cm

Tabel 4.8 Perubahan Nilai Froude Penyempitan 8 cm

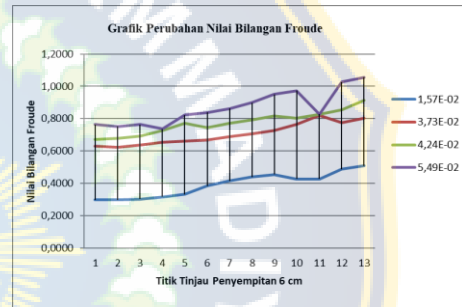
Hv (cm)	Debit (m³/detik)	Jarak titik tinjauan (cm)														
		0	1	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
Penyempitan 8 cm = lebar saluran 7 cm																
2,3	1,57E-02	0,3715	0,3619	0,3820	0,3995	0,3934	0,4126	0,4271	0,4432	0,4712	0,5481	0,5835	0,5835	0,6524		
5	3,73E-02	0,7838	0,7599	0,7923	0,8010	0,8195	0,8292	0,8496	0,8717	0,8956	0,8834	0,9083	0,9651	0,9811		
6	4,24E-02	0,8168	0,8242	0,8396	0,8477	0,8644	0,8732	0,8823	0,9012	0,9432	0,9432	0,9916	0,9916	1,0332		
7,5	5,49E-02	0,9601	0,9463	0,9331	0,9531	1,0055	1,0221	1,0396	1,0774	1,0875	1,1197	1,1428	1,2365	1,2365		



Gambar 4.8 Grafik Perubahan Nilai Froude Penyempitan 8 cm

Tabel 4.9 Perubahan Nilai Froude penyempitan 6 cm

Hv (cm)	Debit (m³/detik)	Jarak titik tinjauan (cm)														
		0	1	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
Penyempitan 6 cm = lebar saluran 9 cm																
2,3	1,57E-02	0,2971	0,2971	0,3014	0,3157	0,3322	0,3836	0,4143	0,4394	0,4538	0,4263	0,4263	0,4875	0,5074		
5	3,73E-02	0,6301	0,6230	0,6374	0,6527	0,6608	0,6692	0,6871	0,7065	0,7275	0,7631	0,8197	0,7761	0,8043		
6	4,24E-02	0,6723	0,6792	0,6935	0,7250	0,7712	0,7425	0,7712	0,7924	0,8153	0,8036	0,8276	0,8539	0,9149		
7,5	5,49E-02	0,7638	0,7525	0,7638	0,7360	0,8229	0,8380	0,8623	0,8982	0,9502	0,9736	1,0124	1,0263	1,0561		



Gambar 4.9 Grafik Perubahan Nilai Froude Penyempitan 6 cm

Bilangan Froude untuk debit $3,73 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $4,24 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{detik}$ di titik 0 pada penyempitan 10 cm dengan lebar saluran 5 cm adalah :

$$F = \frac{3,73E-02}{0,0030 \sqrt{9,81 \times 0,0030}} \rightarrow \frac{0,0373}{0,0030 \times 12,7867} \rightarrow 0,9712 < 1 \text{ SUBKRITIS}$$

$$F = \frac{4,24E-02}{0,0036 \sqrt{9,81 \times 0,0036}} \rightarrow \frac{0,0424}{0,0036 \times 11,7545} \rightarrow 1,0156 < 1 \text{ SUPERKRITIS}$$

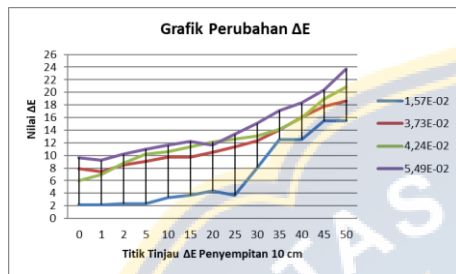
Perhitungan Energi Spesifik

Perhitungan energi spesifik diselesaikan untuk masing-masing penyempitan saluran dan debit yang terjadi dan hasilnya dirangkum dalam Tabel 4.10. Untuk penyempitan 10, 8, dan 6 cm dengan debit $5,49 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $3,85 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{detik}$ dapat dilihat bahwa pada awal tiap penyempitan energi spesifik mengalami

peningkatan. Semakin besar penyempitan, energy yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena muka air naik akibat efek pembendungan.

Tabel 4.10 Perubahan ΔE pada Tiap Titik Tinjau Penyempitan 10 cm

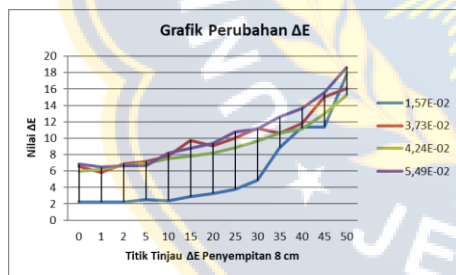
Debit (m³/detik)	Jarak titik tinjauan (cm)														
	0	1	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
	Penyempitan 10 cm = lebar saluran 5 cm														
1,57E-02	2,1883	2,1883	2,3127	2,3127	3,3296	3,6929	4,3636	3,6929	8,0330	12,5325	12,5325	15,4655	15,4655		
3,73E-02	7,9205	7,4235	8,4679	9,0795	9,7583	9,7583	10,5171	11,3691	12,3300	14,0192	16,0838	17,7260	18,6436		
4,24E-02	6,0281	6,9440	8,7264	10,2510	10,5777	11,2368	12,1594	12,6108	13,0881	14,1286	15,9402	18,9571	20,7992		
5,49E-02	9,6784	9,2179	10,1719	10,9559	11,6005	12,2570	11,6005	13,3530	15,0615	17,1238	18,3189	20,3624	23,6688		



Gambar 4.10 Grafik Perubahan ΔE pada Tiap Titik Tinjau Penyempitan 10 cm

Tabel 4.11 Perubahan ΔE pada Tiap Titik Tinjau Penyempitan 8 cm

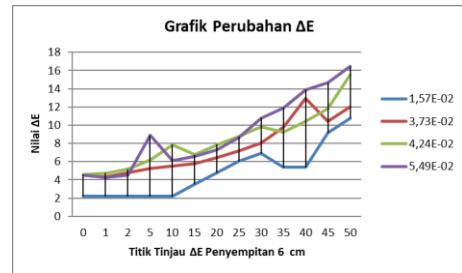
Debit (m³/detik)	Jarak titik tinjauan (cm)														
	0	1	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
	Penyempitan 8 cm = lebar saluran 7 cm														
1,57E-02	2,1883	2,1883	2,1883	2,5257	2,3774	2,8673	3,2851	3,3035	4,8302	8,8529	11,3642	11,3642	17,74508		
3,73E-02	6,5828	5,8250	6,8601	7,1747	7,8513	9,7463	9,0655	10,0563	11,1761	10,5831	11,8208	15,0545	16,0718		
4,24E-02	6,0131	6,2307	6,7036	6,9608	7,5276	7,8297	8,1563	8,8747	9,6935	10,6324	11,1543	12,9753	15,2825		
5,49E-02	6,8461	6,4663	6,6520	6,6520	8,2154	8,7660	9,3748	10,8022	11,1613	12,5867	13,6512	15,5224	18,8857		



Gambar 4.11 Grafik Perubahan ΔE pada Tiap Titik Tinjau Penyempitan 8 cm

Tabel 4.12 Perubahan ΔE pada Tiap Titik Tinjau Penyempitan 6 cm

Debit (m³/detik)	Jarak titik tinjauan (cm)														
	0	1	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
	Penyempitan 6 cm = lebar saluran 9 cm														
1,57E-02	2,1883	2,1883	2,1883	2,1883	2,1883	3,5238	4,7857	6,0502	6,8805	5,3621	5,3621	9,1535	10,7394		
3,73E-02	4,5553	4,3580	4,7666	5,2366	5,4987	5,7812	6,4167	7,1647	8,0531	9,7343	12,9459	10,4141	12,0076		
4,24E-02	4,5705	4,7559	5,1630	6,1530	7,8643	6,7639	7,8643	8,7560	9,8101	9,2604	10,4105	11,7908	15,5293		
5,49E-02	4,5523	4,2906	4,5575	8,8694	6,1019	6,5560	7,3404	8,6300	10,7902	11,8899	13,8864	14,6655	16,4352		



Gambar 4.12 Grafik Perubahan ΔE pada Tiap Titik Tinjau Penyempitan 6 cm

Pada debit 5,49E-02 energi spesifik pada saluran sebelum penyempitan dan saat penyempitan 10 cm di titik 45 adalah :

$$E = \frac{5,49E-02^2}{2 \times 9,81} + 0,01^2 = 0,068 \rightarrow \frac{3,01E-03}{0,00204} - 0,068 \rightarrow 1,5441$$

$$E = \frac{5,49E-02^2}{2 \times 9,81} + 0,003^2 = 0,055 \rightarrow \frac{0,00301}{0,00015} - 0,055 \rightarrow 20,3624$$

$$\Delta E = -18,818 \rightarrow$$

Pada hasil di atas nampak bahwa energy spesifik naik setelah melewati penyempitan, sebesar $\Delta E = 1,5441 - 20,3624 = -18,818$ m yang disebabkan aliran pada debit di atas setelah masuk penyempitan 10 cm menjadi aliran superkritis.

Analisis perubahan Angka Froude dan Energy Spesifik Pada Penampang

Dari data analisa tabel perubahan nilai ΔFroude yang disajikan pada tabel 4.13 dan perubahan ΔEnergy Spesifik disajikan pada tabel 4.14 merupakan analisa naik maupun turun suatu aliran sebelum dan sesudah penyempitan ketahu bahwa : 1. Sebelum dan sesudah penyempitan bilangan ΔFroude cenderung stabil. 2. Sebelum dan sesudah penyempitan ΔE cenderung stabil.

Tabel 4.13 Analisis Perubahan Angka Froude Sebelum dan Sesudah Penyempitan Pada Penampang Saluran.

Penyempitan	Δ Froude	Naik
Debit	1,57E-02	Turun
10	0,5767	Turun
8	0,4638	
6	0,3909	
Debit	3,73E-02	
10	1,0644	Naik
8	0,8570	Turun
6	0,7044	
Debit	4,24E-02	
10	1,1515	Naik
8	0,9040	Turun
6	0,7741	
Debit	5,49E-02	
10	1,3537	Naik
8	1,0585	
6	0,8812	

Tabel 4.14 Analisis Perubahan Energy Spesifik Sebelum dan Sesudah Penyempitan Pada Penampang Saluran.

Penyempitan	ΔE	Naik
Debit	1,57E-02	Turun
10	1,7277	Turun
8	1,8245	
6	-8,8311	
Debit	3,73E-02	
10	1,4905	Turun
8	1,6420	Turun
6	-10,2342	
Debit	4,24E-02	
10	1,1684	Turun
8	1,3093	Turun
6	-14,0356	
Debit	5,49E-02	
10	0,5782	Turun
8	0,7384	Turun
6	-15,5211	

Dari tabel 4.15 dan tabel 4.16 diketahui bahwa angka bilangan froude semakin naik atau tinggi ketika debit bertambah serta lebar penyempitan semakin besar dengan kata lain saluran semakin sempit, demikian juga Energy spesifik yang nilainya semakin tinggi, jika lebar saluran sempit dan debit semakin besar.

Tabel 4.15 Analisa Bilangan Froude Untuk Ratio Penyempitan

Debit	No	B saluran	Variasi Penyempitan	Ratio %	Δ Froude
1,57E-02	1	15	10	0,7	0,5767
	2	15	8	0,5	0,4638
	3	15	6	0,4	0,3909
3,73E-02	1	15	10	0,7	1,0644
	2	15	8	0,5	0,8570
	3	15	6	0,4	0,7044
4,24E-02	1	15	10	0,7	1,1515
	2	15	8	0,5	0,9040
	3	15	6	0,4	0,7741
5,49E-02	1	15	10	0,7	1,3537
	2	15	8	0,5	1,0585
	3	15	6	0,4	0,8670

Tabel 4.16 Analisa Energy Spesifik Untuk Ratio Penyempitan

Debit	No	B saluran	Variasi Penyempitan	Ratio %	ΔE
1,57E-02	1	15	10	0,7	6,7777
	2	15	8	0,5	5,8154
	3	15	6	0,4	4,8307
3,73E-02	1	15	10	0,7	11,7767
	2	15	8	0,5	9,8350
	3	15	6	0,4	7,4564
4,24E-02	1	15	10	0,7	12,4244
	2	15	8	0,5	9,0794
	3	15	6	0,4	8,3611
5,49E-02	1	15	10	0,7	14,1085
	2	15	8	0,5	10,4140
	3	15	6	0,4	9,1204

Dari tabel di atas dapat di ketahui bahwa :

- Nilai Δ Froude semakin naik atau tinggi ketika debit bertambah serta lebar penyempitan semakin besar dengan kata lain saluran semakin sempit.
- Nilai ΔE nilai semakin tinggi jika lebar saluran sempit dan debit semakin besar.

Pengujian di Lapangan

Dalam studi di lapangan dengan saluran tersier yang akan menjadi bahan acuan untuk menyempurnakan hasil dari pengujian di laboratorium dimana saluran tersier ini memiliki lebar 70 cm. Tinggi muka air sebelum pemasangan alat ukur debit V-Notch adalah 50 cm dari dasar saluran, sedangkan tinggi muka air setelah pemasangan alat ukur V-Notch adalah 70 cm.



Gambar 4.13 Tinggi Muka Air Sebelum Pemasangan Alat Ukur Debit V-Notch



Gambar 4.14 Tinggi Muka Air Sesudah Pemasangan Alat Ukur Debit V-Notch

Pengukuran dan pengamatan dilakukan secara bertahap dengan penyempitan diperbesar dimensinya sesuai saluran irigasi, penyempitan itu sendiri menggunakan kayu lapis dengan panjang 150 cm dan untuk penyempitannya 30 cm, 24 cm dan 18 cm.

Pada pengamatan di aliran saluran irigasi terdapat sebuah kesimpulan bahwa aliran dengan penyempitan 30 cm, 24 cm dan 18 cm dengan debit air yang tidak terlalu besar terdapat perubahan aliran maupun energy spesifik yang jauh dari perhitungan di laboratorium nilai kehilangan energinya tergolong rendah dikarenakan dimensi pada penyempitan kurang besar.

3. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dalam kajian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perubahan karakteristik aliran akibat penyempitan saluran menghasilkan

kebergaman pada nilai angka froude, ada perbedaan nilai angka froude di setiap titik tinjauan yang disebabkan pengaruh dari perbedaan dimensi penyempitan serta debit aliran yang diberikan.

2. Dampak akibat penyempitan saluran dapat menimbulkan kenaikan pada nilai energi spesifik yang disebabkan karena semakin besar penyempitan dan debit pada saluran maka perubahan yang terjadi pada energi spesifik semakin tinggi yang artinya terjadi kenaikan pada permukaan aliran yang dapat menyebabkan meluapnya aliran air. Untuk perubahan kenaikan energi spesifik pada penelitian tidak terlalu signifikan dan kenaikannya masih tergolong stabil.
3. Aplikasi studi lapangan dengan mengukur dimensi saluran dan memperbesar dimensi dari model prototype sebagai penyempitan bersudut sebesar panjang 150 cm atau setara 1,5 m dengan lebar 63 bervariasi diantaranya 30 cm, 24 cm dan 18 cm. Semakin sempit lebar saluran maka bilangan Froude semakin tinggi, dengan penyempitan yang ideal untuk saluran irigasi maksimal $R = 0,7$ dan Froude maksimal 1,3. Demikian pula semakin lebar penyempitan saluran maka perubahan energi spesifik semakin tinggi dan aliran berubah menjadi aliran superkritis, sehingga penyempitan yang ideal maksimal $R = 0,7$ dan energi spesifik maksimal 1,8.

Saran

Untuk penerapan di lapangan diharapkan lebih mempertimbangkan kondisi saluran di lapangan, bentuk saluran yang tidak beraturan (alami) tidak cocok dalam penerapan penelitian ini dikarenakan tidak ada kesesuaian bentuk saluran antara di laboratorium dan di lapangan.

4. REFERENSI

- Bagus A Setiohadi, 2016. Desain Saluran Terbuka Akibat Kehilangan Energi Spesifik Yang Disebabkan Penyempitan Pada Saluran. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.

- Budi Santoso, 1988, Hidrolika II, Biro penerbit UGM, Yogyakarta
- Budi Suteja, 1998, Aliran melalui penyempitan saluran, Biro Penerbit UGM, Yogyakarta.
- Friska Sugis Aribawa, 2017. Pengaruh Kehilangan Energi Akibat Perubahan Saluran Terbuka Dalam Media Prototipe Dengan Kemiringan Bersudut studi kasus di Dam Bago Kecamatan Balung Desa Mlokorejo. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
- Ir. Djoko Luknanto M.Sc., Ph.D, 2015. Hidroulika Terapan (Energi di Saluran Terbuka), Biro penerbit UGM, Yogyakarta.
- Jhonson A. Harianja, dan Stefanus Gunawan, 2007. Tinjauan Energi Spesifik Akibat Penyempitan Pada Saluran Terbuka. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta.
- Kodoatie Robert.,J. Edisi Revisi 2009. Hidrolika Terapan, Andi Offset: Yogyakarta.
- Mulyandari Rita, 2010, Kajian Gerusan Lokal pada Ambang Dasar Akibat Variasi Debit (Q), Kemiringan (I) dan Waktu (T). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Rangga raju, 1999, Aliran melalui saluran terbuka, Erlangga, Jakarta
- Robert.J.Kodoatie, 2002, Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa, Yogyakarta.
- Tracey, and Carter, 1961. Resistance Coeffisients and Velocity DistributionSmooth Rectangular Channel. U.S. Geological Survey
- Anggrahini., Ir.,M.,Sc. 1986. Hidrolika, Blambangan Offset: ITS
- Chow Ven Te. 1989. Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydrolics) Terjemahan. Erlangga: Jakarta.