

# Analisis Kehilangan Energi pada Berbagai Bentuk Bangunan Peralihan

Andi Ulfa Mutiah<sup>1</sup> | Nirwana Nilan Ramdhani<sup>1</sup> | Andi Makbul Syamsuri<sup>2</sup> | Fauzan Hamdi\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia  
[Andiulfamutiah4@gmail.com](mailto:Andiulfamutiah4@gmail.com)

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.  
[amakbulsyamsuri@unismuh.ac.id](mailto:amakbulsyamsuri@unismuh.ac.id)  
[fauzanhamdi@unismuh.ac.id](mailto:fauzanhamdi@unismuh.ac.id)

**Korespondensi**  
Fauzan Hamdi;  
[fauzanhamdi@unismuh.ac.id](mailto:fauzanhamdi@unismuh.ac.id)

**ABSTRAK:** Saluran terbuka adalah aliran di saluran dimana air mengalir dengan permukaan bebas. Pada saluran terbuka, sangat umum ditemukan bangunan peralihan. Khususnya pada jaringan irigasi dan drainase. Salah satu ciri dari bangunan peralihan yakni dimensi saluran yang mengalami perubahan secara mendadak (penyempitan). Aliran yang melewati bangunan peralihan tentunya akan mengalami perubahan disebabkan oleh dimensi bangunan yang berubah secara mendadak. Adanya bangunan peralihan dan penyempitan akan membuat tinggi muka air, kecepatan, debit dan energi berubah dan energi atau tenaga yang besar akan menyebabkan gerusan pada bangunan dan menyebabkan kerusakan jika dalam jangka waktu yang lama. Oleh karena permasalahan tersebut diatas dilakukan penelitian laboratorium yang memuat 3 macam bentuk bangunan peralihan yang mengalami penyempitan. Bentuk bangunan peralihan sangat beragam oleh karena itu kami menggunakan tiga bentuk yaitu segiempat, segitiga dan *stream line* yang dibuat menggunakan bahan lembaran acrylic. Dari 3 bentuk bangunan peralihan tersebut dilakukan peninjauan nilai energi spesifik dan kehilangan energi.

## KATA KUNCI

Energi Spesifik, Kehilangan Energi, Saluran Terbuka.

**ABSTRACT:** An open channel is a flow in a channel where water flows with a free surface. In open channels, it is very common to find transitional buildings. Especially in irrigation and drainage networks. One of the characteristics of transitional buildings is that the dimensions of the channel undergo a sudden change (narrowing). The flow that passes through the transitional building will certainly experience changes due to the sudden changing of the dimensions of the building. The existence of transitional buildings and constrictions will make the water level, velocity, flowrate and energy change and a large amount of energy or energy will cause scour in the building and cause damage if in the long term. Because of the problems mentioned above, a laboratory study was carried out which contained 3 types of transitional buildings that experienced narrowing. The shape of the transitional building is very diverse, therefore we use three shapes, namely rectangle, triangle and stream line which are made using acrylic sheet material. From the 3 forms of transitional buildings, a review of the specific energy value and energy loss was carried out.

## Keywords:

Head Losses, Open Channel, Specific Energy.

## 1 | PENDAHULUAN

Saluran dibagi menjadi dua jenis: saluran tertutup dan saluran terbuka. Saluran terbuka adalah saluran di mana air mengalir dengan bebas dan memiliki banyak variabel seperti: Studi tentang perilaku aliran dikenal sebagai dinamika fluida. (Daud et al., 2018) hal ini mengacu pada sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran dan gaya-gaya yang terjadi antara fluida dan penghalang (dinding). Diketahui bahwa saluran horizontal dan vertikal berubah sesuai dengan perilaku aliran untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Dikutip dari jurnal (Jonas, 2007) berbagai masalah teknis yang berkaitan dengan aliran mungkin tidak dapat diselesaikan secara analitik, sehingga perlu dibuat geometri saluran atau alat peraga untuk melakukan pengamatan. Bentuk saluran ini sama dengan bentuk masalah yang diteliti. lebih kecil dari pada di lapangan. Saluran diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu saluran alami (natural) dan saluran buatan (artificial). (Ven te Chow 1992:17) dalam bukunya yang berjudul *Open Channel Hydraulics*, menggambarkan saluran terbuka sebagai saluran yang melakukan aliran pada permukaan bebas.

Ven Te Chow, (1992) sebuah parit dengan penampang yang tidak berubah dan kemiringan dasar yang tetap disebut parit prisma. (Haijanja & Gunawan, 2007) analisis aliran pada saluran non-prisma menuntut ketelitian akibat adanya perubahan karakteristik aliran air. Penyempitan saluran adalah fenomena umum yang terjadi pada saluran terbuka. Penyempitan pada saluran terbuka yang terdiri dari daerah penyempitan mendadak pada penampang saluran. (Ven Te Chow, 1992) pengaruh penyempitan tergantung pada penyempitan jalan masuk geometri (geometri), kecepatan aliran, dan kondisi aliran.

(Haijanja & Gunawan, 2007) aliran melalui penyempitan dapat berupa aliran superkritis dan subkritis. Pada aliran subkritis, penyempitan saluran menyebabkan efek pembendungan ke atas yang luas, sedangkan pada aliran superkritis hanya menyebabkan perubahan muka air di dekat penyempitan dan tidak meluas ke atas. Jika kedalaman air di bottleneck lebih besar dari kedalaman air kritis, banjir akan menyebar jarak pendek ke hulu. Kecepatan aliran merupakan faktor yang sangat penting dalam aliran. (Chow, 2009) menyimpulkan bahwa untuk sungai yang lebar, cepat, dangkal, atau saluran yang halus, kecepatan maksimum sering ditemukan di permukaan bebas. Kecepatan diukur dalam satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam meter per detik (m/s).

(Engel, 2014) energi adalah tenaga atau gaya yang di hasilkan dari suatu pergerakan baik zat padat maupun cair, ataupun berasal dari perubahan dari pergerakan. Jurnal (Akhir et al., 2017) menyatakan bahwa kehilangan energi ( $\Delta E$ ) adalah selisih antara energi pra-konstruksi dan pasca-konstruksi, atau besarnya kehilangan energi atau berkurangnya aliran air di dalam saluran.

Tinggi muka air adalah salah satu peranan yang mempengaruhi besar dari energi. Merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai energi. Tinggi rendahnya muka air dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah kemiringan dasar saluran, lebar saluran, debit air, dan lain - lain. Pada hukum kontinuitas, tinggi muka air dapat meningkat bila terjadi peralihan lebar penampang yang semakin menyempit. Bertambahnya tinggi muka air diharapkan dapat meningkatkan nilai energi spesifik aliran.

Kehilangan energi sangat dipengaruhi oleh dimensi saluran, kemiringan, dan kekasaran, dan aliran air mengalami perubahan energi (kerugian) karena faktor-faktor tersebut. Laju aliran merupakan salah satu faktor yang memengaruhi nilai energi. Tinggi rendahnya laju aliran dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti limpasan air, lebar saluran, dan kemiringan saluran. Mengacu pada hukum kontinuitas, menurut hukum ini, kecepatan aliran dapat meningkat ketika ekspansi atau kontraksi kanal. (Akhir et al., 2017) energi spesifik dalam suatu penampang saluran dinyatakan sebagai energi tiap satuan berat air pada penampang saluran, diperhitungkan terhadap saluran yang menunjukkan bahwa energi spesifik sama dengan jumlah kedalaman air dan tinggi kecepatan. Peningkatan laju aliran diharapkan dapat meningkatkan nilai energi spesifik aliran (Akhir et al., 2017). Kandungan energi spesifik dapat dirumuskan sebagai berikut (Robert J. Kodoatie, 2002).

$$E_s = \frac{V}{2 \cdot g} + y$$

Pada jurnal (Yusuf, 2013) menyebutkan bahwa perbedaan energi sebelum penyempitan dan energi setelah penyempitan dikenal sebagai kehilangan energi, yaitu :  $\Delta E = E_1 - E_2$  (m). Kehilangan energi merupakan selisih antara energi spesifik pada dua penampang yang ditinjau.

## 2 | METODE

### 2.1 | Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika Progam Studi Teknik Pengairan Fakultas Muhammadiyah Makassar. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2022 sampai selesai. Tepatnya pengambilan data dilaksanakan pada hari Sabtu, 17 September 2022 pukul 7.30 WITA sampai selesai.

## 2.2 | Pengumpulan data dan analisis data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data tersebut sebagai berikut :

### 1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara mengadakan peninjauan atau survei langsung di lapangan data yang berhubungan dengan data primer

### 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya dari instansi terkait.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Menghitung luas penampang berdasarkan dimensi yang digunakan
2. Menghitung besar debit berdasarkan kecepatan aliran yang diperoleh.
3. Nilai tinggi muka air dan kecepatan aliran masing-masing debit dibagi tiga untuk mendapatkan nilai rata-rata.
4. Menghitung energi spesifik

$$E = \frac{v^2}{2g} + y$$

5.  $\Delta E = E_1 - E_2$  Hitung kehilangan energi

### 3. Perhitungan Debit

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam saluan volume per waktu. Selain tinggi muka air salah satu faktor besar dari nilai energi spesifik adalah nilai debit. Berikut adalah data tabel yang digunakan untuk mendapat nilai debit.

**Tabel 1. Nilai debit**

No	Luas (A)	Kecepatan (v)	Debit (Q)
1	0,408	0,200	0,082
		0,100	0,041
		0,100	0,041
		<b>Rata-rata</b>	<b>0,133</b>
2	0,408	0,200	0,082
		0,300	0,123
		0,300	0,123
		<b>Rata-rata</b>	<b>0,267</b>
3	0,408	0,300	0,123
		0,500	0,204
		0,400	0,163
		<b>Rata-rata</b>	<b>0,400</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### 4. Pengamatan Tinggi Muka Air

Untuk mengetahui besar kehilangan energi, pertama-tama perlu diketahui nilai tinggi muka air pada masing-masing bangunan peralihan setiap debit. Adapun nilai-nilai tinggi muka air yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 2. Nilai Tinggi Muka Air**

	Debit	Hulu	Penyempitan	Hilir
Segitiga	Q1	0,050	0,037	0,027
	Q2	0,052	0,039	0,029
	Q3	0,056	0,041	0,031
Segiempat	Q1	0,050	0,035	0,026
	Q2	0,054	0,038	0,029
	Q3	0,059	0,041	0,031
Stream Line	Q1	0,046	0,031	0,029
	Q2	0,047	0,034	0,030
	Q3	0,052	0,036	0,031

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### 5. Pengamatan Kecepatan Aliran

Selain nilai tinggi muka air, untuk mengetahui besar kehilangan energi perlu juga diketahui nilai kecepatan aliran pada masing-masing bangunan peralihan setiap debit. Adapun nilai-nilai tinggi muka air yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 3. Nilai Kecepatan**

	Debit	Hulu	Penyempitan	Hilir
Segitiga	Q1	0,133	0,267	0,233
	Q2	0,233	0,400	0,333
	Q3	0,367	0,533	0,467
Segiempat	Q1	0,133	0,200	0,133
	Q2	0,300	0,467	0,333
	Q3	0,433	0,667	0,533
Stream Line	Q1	0,046	0,031	0,029
	Q2	0,047	0,034	0,030
	Q3	0,052	0,036	0,031

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### 6. Pengamatan Tinggi Muka Air

Untuk mengetahui besar kehilangan energi, pertama-tama perlu diketahui nilai tinggi muka air pada masing-masing bangunan peralihan setiap debit. Adapun nilai-nilai tinggi muka air yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2. Nilai Tinggi Muka Air**

	Debit	Hulu	Penyempitan	Hilir
Segitiga	Q1	0,050	0,037	0,027
	Q2	0,052	0,039	0,029
	Q3	0,056	0,041	0,031
Segiempat	Q1	0,050	0,035	0,026
	Q2	0,054	0,038	0,029
	Q3	0,059	0,041	0,031
Stream Line	Q1	0,046	0,031	0,029
	Q2	0,047	0,034	0,030
	Q3	0,052	0,036	0,031

Sumber : Hasil Perhitungan

## 7. Pengamatan Kecepatan Aliran

Selain nilai tinggi muka air, untuk mengetahui besar kehilangan energi perlu juga diketahui nilai kecepatan aliran pada masing-masing bangunan peralihan setiap debit. Adapun nilai-nilai tinggi muka air yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 3. Nilai Kecepatan**

	Debit	Hulu	Penyempitan	Hilir
Segitiga	Q1	0,133	0,267	0,233
	Q2	0,233	0,400	0,333
	Q3	0,367	0,533	0,467
Segiempat	Q1	0,133	0,200	0,133
	Q2	0,300	0,467	0,333
	Q3	0,433	0,667	0,533
Stream Line	Q1	0,046	0,031	0,029
	Q2	0,047	0,034	0,030
	Q3	0,052	0,036	0,031

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan ketiga tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai kecepatan aliran air terbesar diperoleh pada bangunan peralihan segiempat dan nilai tinggi muka air terkecil diperoleh pada bangunan peralihan *stream line*. Hal ini dikarenakan aliran air yang memasuki bangunan peralihan segiempat terbentur lebih keras pada bangunan

peralihan yang membuat perubahan besar terjadi pada arus aliran sehingga menyebabkan kecepatan aliran bertambah lebih besar. Sedangkan aliran air yang memasuki bangunan peralihan *stream line* terbentur lebih pelan pada bangunan peralihan yang membuat perubahan pada arus aliran tidak terlalu besar sehingga menyebabkan kecepatan aliran hanya sedikit bertambah.

## 8. Energi Spesifik

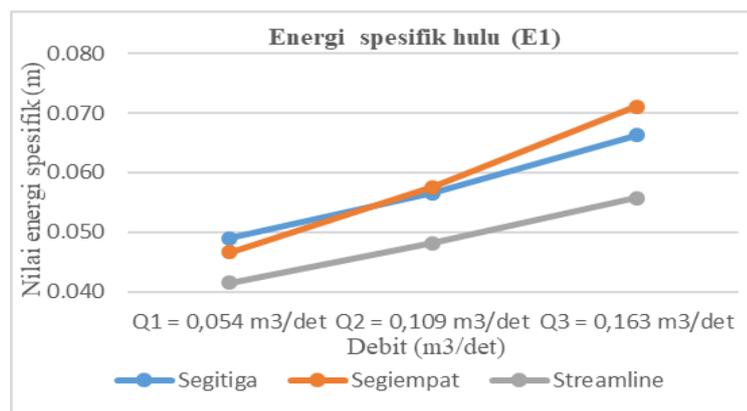
Untuk mengetahui hasil perhitungan energi spesifik aliran yang terjadi di hulu perlu diketahui tinggi muka air dan kecepatan aliran di hulu. Untuk mengetahui hasil perhitungan energi spesifik aliran yang terjadi di hilir perlu diketahui tinggi muka air dan kecepatan aliran di hili. Sehingga, hasil untuk besa kehilangan energi untuk setiap model bangunan peralihan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4. Nilai Energi Spesifik Bangunan Peralihan Segitiga**

Titik Tinjauan	Debit (m <sup>3</sup> /det)	Kecepatan (m/s)	TMA (m)	Percepatan Gravitasi (m/det)	Es (m)
E1	Q1	0,133	0,048	9,81	0,049
	Q2	0,233	0,054	9,81	0,057
	Q3	0,367	0,059	9,81	0,066
E2	Q1	0,267	0,037	9,81	0,040
	Q2	0,400	0,039	9,81	0,047
	Q3	0,533	0,041	9,81	0,056
E3	Q1	0,233	0,027	9,81	0,030
	Q2	0,333	0,029	9,81	0,034
	Q3	0,467	0,031	9,81	0,042

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Tabel pada area tinjauan hulu (E1) tersebut kemudian dituangkan dalam bentuk grafik agar nilai energi spesifik pada tiap-tiap bentuk bangunan peralihan dapat dengan mudah dibandingkan.

**Gambar 1. Grafik energi spesifik area tinjauan hulu (E1)**

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa energi spesifik terendah pada bangunan peralihan *streamline* debit Q1 (0,054 m<sup>3</sup>/det) sebesar 0,042 m kemudian energi spesifik terbesar pada area tinjauan hulu yaitu pada bangunan peralihan segiempat debit Q3 (0,163 m<sup>3</sup>/det) dengan nilai energi spesifik 0,071 m.

Pada hukum kontinuitas, tinggi muka air dapat meningkat bila terjadi peralihan lebar penampang yang semakin menyempit. Bertambahnya tinggi muka air diharapkan dapat meningkatkan nilai energi spesifik aliran. Salah satu parameter yang digunakan dalam energi spesifik yaitu kurva energi spesifik. Berikut dibawah ini adalah tabel data energi spesifik pada area tinjauan penyempitan (E2)

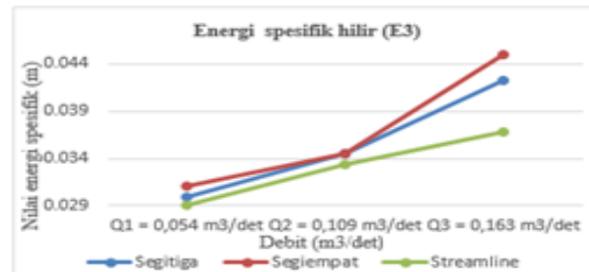
**Tabel 5. Nilai Energi Spesifik Bangunan Peralihan Segiempat**

Titik Tinjauan	Debit (m <sup>3</sup> /det)	Kecepatan (m/s)	TMA (m)	Percepatan Gravitasi (m/det)	Es (m)
E1	Q1	0,133	0,046	9,81	0,047
	Q2	0,233	0,055	9,81	0,058
	Q3	0,433	0,061	9,81	0,071

E2	Q1	0,200	0,033	9,81	0,036
	Q2	0,467	0,035	9,81	0,046
	Q3	0,667	0,035	9,81	0,058
E3	Q1	0,133	0,026	9,81	0,027
	Q2	0,333	0,029	9,81	0,034
	Q3	0,533	0,030	9,81	0,045

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel pada area tinjauan kehilangan energi pada hulu ke penyempitan (E1 - E2) tersebut kemudian dituangkan dalam bentuk grafik agar nilai energi spesifik pada tiap-tiap bentuk bangunan peralihan dapat dengan mudah dibandingkan



Gambar 3. Grafik energi spesifik area tinjauan hilir (E3)

Besar nilai energi spesifik sangat dipengaruhi oleh tinggi muka air, nilai tinggi muka air yang besar akan menghasilkan nilai energi spesifik yang besar pula. Begitupula sebaliknya, apabila nilai tinggi muka air rendah maka akan menghasilkan nilai energi spesifik yang rendah. Pada hukum kontinuitas, tinggi muka air dapat meningkat bila terjadi peralihan lebar penampang yang semakin menyempit. Bertambahnya tinggi muka air diharapkan dapat meningkatkan nilai energi spesifik aliran.

Berdasarkan gambar 18 dapat dilihat bahwa energi spesifik terendah pada bangunan peralihan *streamline* debit Q1 (0,054 m<sup>3</sup>/det) sebesar 0,030 m kemudian energi spesifik terbesar pada area tinjauan hulu yaitu pada bangunan peralihan segiempat debit Q3 (0,163 m<sup>3</sup>/det) dengan nilai energi spesifik 0,045 m. Nilai energi spesifik berbanding lurus dengan tinggi muka air, oleh karena itu apabila tinggi muka air besar, maka nilai energi spesifik yang dihasilkan juga akan besar

Pada dasarnya untuk setiap garis arus yang berada didalam suatu penampang akan mempunyai tinggi kecepatan yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh besarnya kecepatan yang berbeda-beda atau dapat dikatakan bahwa pembagian kecepatan tidak seragam hal ini dapat memengaruhi besar dari energi spesifik pada tiap-tiap penampang. Oleh karena itu, dari hasil pengamatan yang telah dilakukan pada masing-masing variasi bangunan peralihan, energi spesifik pada area hulu selalu lebih besar dibandingkan energi spesifik yang ada pada area hilir. Juga nilai tinggi muka air akan selalu berbanding lurus dengan nilai energi spesifik. Berikut adalah contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai energi spesifik pada bangunan peralihan segitiga:

Energi spesifik hulu :

$$\frac{v^2}{2g} + h_1 = \frac{0,163^2}{2 \times 9,81} + 0,050 = 0,051354$$

Energi spesifik penyempitan :

$$\frac{v^2}{2g} + h_2 = \frac{0,163^2}{2 \times 9,81} + 0,041 = 0,042354$$

Energi spesifik hilir :

$$\frac{v^2}{2g} + h_3 = \frac{0,163^2}{2 \times 9,81} + 0,031 = 0,032354$$

### 9. Kehilangan Energi ( $\Delta E$ )

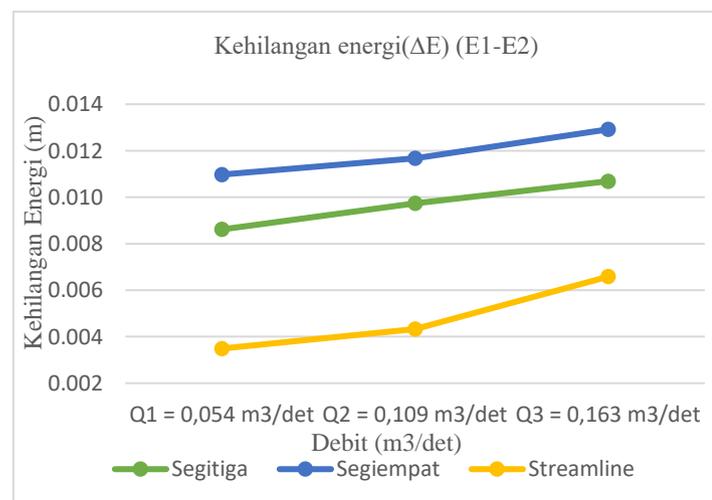
Kehilangan energi pada saluan terbuka adalah perbedaan nilai energi spesifik sebelum melewati bangunan peralihan, pada saat melewati bangunan peralihan dan setelah melewati bangunan peralihan. Apabila nilai energi spesifik mengalami perbedaan secara signifikan maka nilai kehilangan energi akan besar. Namun apabila perbedaan nilai energi spesifik tidak begitu signifikan, maka nilai kehilangan energi akan kecil. Berikut tabel nilai kehilangan energi pada tiap-tiap model bangunan peralihan :

**Tabel 7. Nilai Kehilangan Energi (E1-E2)**

Area Tinjauan	Energi spesifik (E1)	Energi spesifik(E2)	Kehilangan energi $\Delta E$ (E1 - E2)
Segitiga	0,049	0,040	0,009
	0,057	0,047	0,010
	0,066	0,056	0,011
Segiempat	0,047	0,036	0,011
	0,058	0,046	0,012
	0,071	0,058	0,013
Streamline	0,042	0,038	0,003
	0,048	0,044	0,004
	0,056	0,049	0,007

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel pada area tinjauan kehilangan energi pada hulu ke penyempitan (E1 - E2) tersebut kemudian dituangkan dalam bentuk grafik agar nilai energi spesifik pada tiap-tiap bentuk bangunan peralihan dapat dengan mudah dibandingkan.



**Gambar 4. Kehilangan energi titik tinjauan (E1-E2)**

Faktor yang sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai kehilangan energi adalah dengan adanya perubahan nilai energi spesifik yang signifikan pada titik-titik yang ditinjau.

Dapat dilihat pada gambar 19 diatas, nilai kehilangan energi terbesar ada pada area hulu ke area penyempitan (E1-E2) dengan nilai kehilangan energi terendah yaitu pada bangunan peralihan *streamline* debit Q1 (0,054 m<sup>3</sup>/det) sebesar 0,003 m sedangkan nilai kehilangan energi terbesar ada pada bangunan peralihan segiempat debit Q3 (0,163 m<sup>3</sup>/det), dengan nilai kehilangan energi sebesar 0,013. Berikut adalah tabel data pada area tinjauan penyempitan ke hilir (E2-E3)

**Tabel 7. Nilai Kehilangan Energi (E2-E3)**

Area Tinjauan	Energi spesifik (E2)	Energi spesifik(E3)	Kehilangan energi $\Delta E$ (E2 - E3)
Segitiga	0,040	0,030	0,011
	0,047	0,034	0,012
	0,056	0,042	0,013
	0,036	0,027	0,009
Segiempat	0,046	0,034	0,011
	0,058	0,045	0,013
	0,038	0,030	0,008
<i>Streamline</i>	0,044	0,033	0,010

**Gambar 5. Kehilangan energi titik tinjauan (E2-E3)**

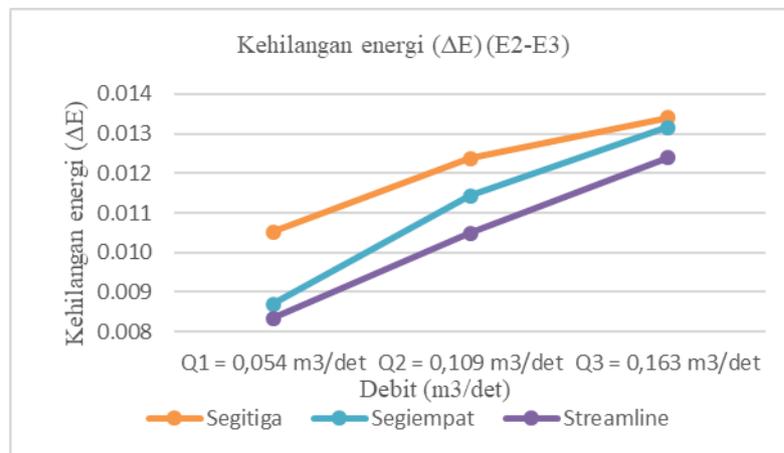
Dapat dilihat pada gambar 20 diatas, nilai kehilangan energi pada area penyempitan ke hilir (E2-E3) memiliki nilai kehilangan energi terendah yaitu pada bangunan peralihan *streamline* debit Q1 (0,054 m<sup>3</sup>/det) sebesar 0,008 m sedangkan nilai kehilangan energi terbesar ada pada bangunan peralihan segiempat debit Q3 (0,163 m<sup>3</sup>/det), dengan nilai kehilangan energi sebesar 0,013 m.

**Tabel 7. Nilai Kehilangan Energi (E1-E3)**

Area Tinjauan	Energi spesifik (E1)	Energi spesifik(E3)	Kehilangan energi $\Delta E$ (E1 - E3)
Segitiga	0,049	0,030	0,019
	0,057	0,034	0,022
	0,066	0,042	0,024
	0,047	0,027	0,020
Segiempat	0,058	0,034	0,023
	0,071	0,045	0,026
	0,042	0,030	0,012
<i>Streamline</i>	0,048	0,033	0,015
	0,056	0,037	0,019

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Tabel pada area tinjauan kehilangan energi pada hulu ke hilir (E1 – E3) tersebut kemudian dituangkan dalam bentuk grafik agar nilai energi spesifik pada tiap-tiap bentuk bangunan peralihan dapat dengan mudah dibandingkan.



**Gambar 6. Kehilangan energi titik tinjauan (E1-E3)**

Dapat dilihat pada gambar 6 diatas, nilai kehilangan energi pada area penyempitan ke hilir (E1-E3) memiliki nilai kehilangan energi terendah yaitu pada bangunan peralihan streamline debit Q1 (0,054 m³/det) sebesar 0,012 m sedangkan nilai kehilangan energi terbesar ada pada bangunan peralihan segiempat debit Q3 (0,163 m³/det), dengan nilai kehilangan energi sebesar 0,0012.

Faktor yang sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai kehilangan energi adalah dengan adanya perubahan nilai energi spesifik yang signifikan pada titik-titik yang ditinjau.

Setelah melakukan pengamatan nilai kehilangan energi pada tiap-tiap penyempitan, bangunan peralihan yang mengalami kehilangan energi terbesar yaitu bangunan peralihan segiempat. Sedangkan yang mengalami kehilangan energi terkecil yaitu pada bangunan peralihan stream line.

Besar kehilangan energi ini akan sangat signifikan apabila nilai energi spesifik hulu berubah secara drastis terhadap nilai energi spesifik pada area hilir atau setelah melewati penyempitan. Kehilangan energi sangat dipengaruhi oleh tinggi muka air dan kecepatan. Berikut adalah contoh cara mengetahui nilai kehilangan energi :

$$\Delta E = E1 - E2$$

$$\Delta E = 0,056 - 0,037 = 0,019 \text{ m}$$

### 3. | KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Hasil penelitian yang kami dapatkan menunjukkan bahwa dari tiga model bangunan peralihan yang digunakan, kehilangan energi terbesar terjadi pada model bangunan peralihan segiempat (E1-E3) debit Q3 = 0,163 m³/det dengan nilai kehilangan energi sebesar 0,026 m. Kehilangan energi terkecil terjadi pada model bangunan peralihan *stream line* (E1-E2) debit Q1 = 0,054 m³/det dengan nilai kehilangan energi sebesar 0,002 m.
2. Nilai energi spesifik tertinggi ada pada model bangunan peralihan segiempat area tinjauan hulu (E1) debit Q3 = 0,163 m³/det dengan nilai energi spesifik 0,071 m. Sedangkan untuk model bangunan peralihan yang memiliki energi spesifik terendah yaitu diperoleh pada model bangunan peralihan segiempat area tinjauan hilir// (E3) Debit Q1 = 0,054 m³/det dengan nilai energi spesifik 0,027 m.
3. Perlunya diadakan penelitian kembali mengenai kehilangan energi dengan banyak variasi bangunan peralihan maupun penyempitan. Juga perlu dilakukan penelitian mengenai kehilangan energi bahkan pada saluran tertutup.
4. Pengambilan data yang harus dilakukan secara akurat. Selain karena faktor alat yang digunakan, pengambilan data secara berulang-ulang juga dapat meningkatkan keakuratan data penelitian. Terlebih pada data yang sangat dibutuhkan seperti tinggi muka air (h) dan kecepatan (v).
5. Saat menggunakan alat penelitian, perlu dilakukan pengecekan ulang untuk memastikan alat yang akan digunakan dapat berfungsi dengan baik. Untuk penelitian mengenai kehilangan energi alat yang paling utama digunakan adalah flume, pompa air, dan flow watch.

## Daftar Pustaka

- Aribawa, F. S., Teknik, F., Jember, U. M. (2003). *Pengaruh Kehilangan Energi Akibat Saluran Terbuka Dalam Prototipe dengan Kemiringan Bersudut Studi Lapangan di Saluran Irigasi DAM Bago di Kecamatan Balung Desa Mlokorejo*.
- Akhi, L. T., Amanda, F., Sipil, J. T., Teknik, F., & Jember, U. (2017). *Perubahan Kedalaman Muka Air Pada Saluran*.
- Binilang, A. (2014). *Kajian Pengaruh Hubungan Antar Parameter Hidrolis Terhadap Sifat Aliran Melewati Pelimpah Bulat Dan Setengah Lingkaran Pada Saluran Terbuka*. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(1), 55-61.
- Chow, Ven Te 1992, "Hidrolika Saluran Terbuka, " Errlangga, Jakarta.
- Daud, F., Andi, S. N., Gifari, R., & Rani, A. (2018). *KARAKTERISTIK PENGALIRAN ISSN : 1979 9764 Junal Teknik Hidro Air yang Ada di Permukaan Bumi ini Memiliki Peranan yang Sangat Penting Bagi Makhluk Hidup Baik itu Muka Air, Kecepatan Dan karakteristik Saluran Terbuka ad. 11(1), 23-30*.
- Harianja, J. A., & Gunawan, S. (2007). *Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 1/th XII*.
- Ikhlasul, A. (2020). *Perencanaan Ulang Saluran Terbuka Disebabkan Oleh Penyempitan Bersudut pada Saluran yang Mengakibatkan Kehilangan Energi*.
- Jonas, dan H. (2007). *Studi Eksperimental Aliran Berubah Beraturan pada Saluran Terbuka Bentuk Prismatis. Studi Eksperimental Aliran Berubah Beraturan pada Saluan Terbuka Bentuk Prismatic, 1-26*.
- Kalsum, U., Aprilyanto, A., (2021). *Pengaruh Saluran Terhadap Karakteristik Aliran pada Saluran Terbuka Menggunakan Ambang*.
- Kartasapoetra, A.G., dan Muh Mulyani Sutedjo (1991). *Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi*.
- Lukmang., Alwahidin., (2017). *Analisis Kehilangan Energi Akibat Variasi Tinggi Ambang Lebar Pada Saluran Terbuka (uji model laboratorium)*.
- Lucio Canonica., 2013, *Memahami Hidraulika Edisi Revisi*. Bandung: CV Angkas
- Saleh, S. S., Musa, R., & As'ad, H. (2019). *Kajian Karakteristik Aliran terhadap Bangunan Pelimpah pada Saluran Terbuka*. *Teknik Hidro*, 12(2), 40-52. <https://doi.org/10.26618/th.v12i2.2811>.
- Setiohadi, B. A., Teknik, F., Jember, U. M., (2014). *Desain Saluran Terbuka Akibat Kehilangan Energi Spesifik yang Disebabkan Penyempitan pada Saluran*.
- Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda, DR., (1989). "Bendungan Type Urugan.", Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yusuf, M. (2013). *the Effect of Stepped Spillway ("Akar Terpotong" Type) To the Length of Hydraulic Jump and Energy Loss in Stilling Bassin*. *International Conference on Infrastructure Development, 2008, 1-3*.