



Analisis Pengaruh Hambatan Plat Segitiga Terhadap Distribusi Aliran Di Saluran

Farida G¹, Kasmawati², dan Indriyanti³

(1,2,3) Program Studi Teknik Sipil/Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

Abstrak

Pada saluran terbuka selalu berkaitan dengan permukaan bebas dan gesekan di sepanjang saluran yang mengakibatkan terjadinya pembagian kecepatan yang tidak sama di penampang saluran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kondisi hidrolis yaitu melihat perubahan distribusi kecepatan aliran sebelum dan sesudah adanya hambatan plat segitiga di saluran terbuka. Percobaan dilakukan pada saluran flume dengan Panjang 700 cm, lebar 40 cm dan tinggi 40 cm. Untuk kemiringan saluran yang digunakan 0,005%. menggunakan 3 (tiga) variasi debit inlet (Q), hambatan yang digunakan berbentuk plat segitiga dengan variasi tinggi plat yang ditentukan berdasarkan besarnya rata-rata kecepatan maksimum yang terjadi yaitu 0,6D. Pada pengukuran distribusi kecepatan aliran dengan hambatan, dilakukan pengukuran di daerah hulu dan hilir dari struktur, dimana hambatan diletakkan pada jarak $x = 400$ cm. Setiap pengukuran masing-masing dilakukan pada jarak $x = 350$ cm ; $x = 425$ cm ; $x = 450$ cm ; $x = 500$ cm dan $x = 550$ cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola distribusi kecepatan aliran sebelum ada hambatan kecepatan rata-rata $LQ1S0 = 23,338$ cm/dtk, $LQ2S0 = 26,048$ cm/dtk, $LQ3S0 = 28,905$ cm/dtk, kecepatan minimum terjadi di dasar saluran atau kedalaman 0,2 d dan kondisi tersebut sama pada setiap jarak pengukuran. Pada hambatan plat segitiga tinggi 6 cm kecepatan aliran menurun pada kedalaman 0,2 d dan kecepatan aliran pada hambatan plat segitiga tinggi 9 cm menurun pada kedalaman $\leq 0,2$ d. karakteristik aliran sebelum dan setelah adanya hambatan tidak berubah yaitu menunjukkan jenis aliran subkritis

Keywords : Karakteristik Aliran, Plat Segitiga, Pola Aliran

1. Pendahuluan

Kemajuan ilmu pengetahuan di bidang mekanika fluida mendorong manusia untuk terus meneliti aliran fluida yang melintasi suatu benda. Fluida didefinisikan zat yang dapat mengalir. Fluida tidak mempunyai bentuk tetap, bentuknya selalu berubah mengikuti wadahnya. Pemberian gaya sedikit saja, akan membuat fluida mengalami deformasi yang berlangsung terus-menerus selama gaya tersebut masih bekerja. Dalam fluida dikenal aliran viskos yang dibedakan menjadi dua jenis aliran yaitu aliran laminar dan turbulen. (Suripin, 2019).

Pada aliran saluran terbuka maupun tertutup, keadaan aliran pada semua saluran akan mengalami perubahan. Perubahan tersebut dapat terjadi karena adanya perubahan bentuk penampang ataupun perubahan bentuk dari saluran. Hal ini mengakibatkan keadaan aliran juga berubah misalnya perubahan tinggi muka air atau perubahan kecepatan aliran. (Ajeng Titin Suciana, 2016). Pada saluran terbuka, memiliki parameter seperti lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, hambatan serta debit aliran dan lain sebagainya yang juga memungkinkan kecepatan aliran berubah.

Arus kepadatan sangat penting dari banyak prespektif karena arus ini memainkan peran utama

dalam pengangkutan sedimen didarat, didanau, laut dan lautan dalam, dengan demikian kendali sangat penting untuk dilakukan. Arus kekeruhan bertanggung jawab atas banyaknya sedimentasi misalnya diwaduk dengan akibat menghilangkan kapasitas tampungan. Ada beberapa metode yang dilakukan untuk mengontrol arus kepadatan diantaranya menggunakan hambatan. Dengan melihat kondisi dilapangan pada umumnya bangunan pengendali seperti groyal, krib dan sabodam memiliki bentuk persegi, sangat jarang ditemukan bangunan pengendali berbentuk segitiga.

Distribusi kecepatan menurut teoritik yang diteliti dibagi menjadi dua bagian yaitu inner region dan outer region. Pada daerah inner region, $z/H \leq 0,2$, perbedaan kecepatan adalah cukup besar. Kecepatan aliran dipengaruhi oleh tegangan geser, karakteristik aliran, kekerasan dasar, dan kedalaman dari dasar saluran. Pada daerah outer region, $0,2 < z/H \leq 1$, memiliki perbedaan kecepatan yang tidak terlalu besar dan nilai kecepatan dipengaruhi oleh kecepatan maksimum, kedalaman aliran, dan gradient kecepatan, tapi tidak dipengaruhi oleh kekentalan (viskositas) dan kekerasan dasar (Graf, 1998, p.44)

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang

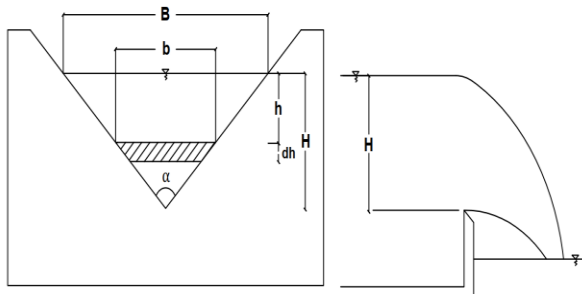
^{*}Corresponding author. Telp.:
E-mail addresses:

melintang sungai persatuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/det) (Chay Asdak, 2014).

Pengukuran debit aliran dilapangan pada dasarnya dapat dilakukan melalui empat kategori (Gordon et al, 1992 dalam Chay Asdak, 2014):

- 1) Pengukuran volume air sungai (saluran).
- 2) Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai dan menggunakan rumus:
 $Q = V \cdot A$
 Dimana:
 Q = debit aliran (m^3/det)
 V = kecepatan aliran (m/det)
 A = luas penampang (m^2)
- 3) Mengukur debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*).
- 4) Pengukuran debit dengan Alat ukur Pintu Thompson.

Alat ukur Pintu Thompson dapat dilihat pada gambar



Gambar 1. Sekat Ukur Thompson

Dengan demikian penelitian ini ditujukan untuk memperlihatkan dan menunjukkan sebuah fenomena dengan membuat suatu pemodelan aliran dengan menggunakan flume di laboratorium untuk melihat kondisi perubahan pola aliran suatu fluida yang melewati sebuah hambatan berbentuk plat segitiga yang memiliki variasi ketinggian.

2. Metode

Pengambilan data sesuai dengan kebutuhan penelitian antara lain :

- 1) Debit aliran (Q , cm^3/dt)
- 2) Tinggi muka air (TMA, cm)

Sedangkan data pengujian yang diharapkan dari penelitian ini antara lain :

- 1) Kecepatan aliran (v , cm/dt)
- 2) Jari-jari hidrolis (R , cm)
- 3) Keliling basah (P , cm)
- 4) Suhu pengaliran (T , °)

Setelah menentukan variasi debit serta kemiringan dasar saluran maka selanjutnya mengukur tinggi muka air (TMA) dimasing-masing debit pengaliran. Untuk mengukur kecepatan aliran

digunakan alat pitot portable dan penentuan titik segmen berdasarkan pada titik dimana aliran itu stabil. Tahapan berikutnya adalah pengolahan dan analisis data dengan menggunakan rumus empiris kecepatan rata-rata seperti rumus chezy dan manning di formula di excel. Untuk menguji debit inlet maka dilakukan validasi dengan menggunakan sekat ukur Thompson atau V-notc

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data-data penelitian maka dapat dihitung debit saluran bilangan Froude (Fr) dengan menggunakan persamaan (2). Pengukuran karakteristik aliran dihitung pada titik setiap titik pengukuran. Setiap titik tinjau kedalaman vertikal juga dihitung dengan bilangan Froude (fr). Untuk melihat perbandingan perubahan karakteristik aliran, Q2 dan titik 425 cm menjadi perbandingan perubahan karakteristik aliran sebelum dan setelah adanya hambatan plat segitiga dan perbandingan perubahan karakteristik aliran setelah melewati plat segitiga tinggi 6 cm dan 9 cm.

3.1 Aliran sebelum adanya hambatan plat segitiga

Diketahui :

$$\text{Kecepatan aliran dititik tinjau (v)} = 22,56 \text{ cm/dtk}$$

$$\text{Tinggi muka air (h)} = 9,8 \text{ cm}$$

$$\text{Kecepatan gravitasi (g)} = 981 \text{ cm/dtk}$$

$$F_R = \frac{\bar{v}}{\sqrt{gh}}$$

$$= \frac{22,56}{\sqrt{981 \times 9,8}}$$

$$= 0,23$$

Tabel 1. Hasil perhitungan bilangan Froude sebelum ada hambatan

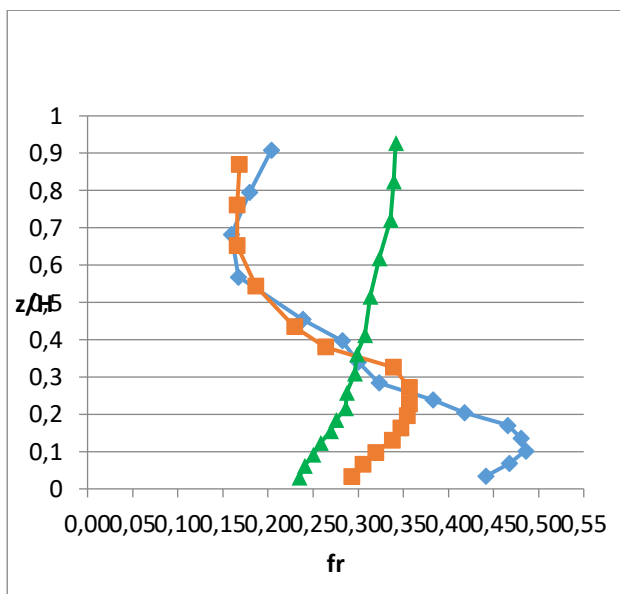
Titik Tinjau	Tinggi Muka Air	Kec. Rata-rata	Kedalaman	Gravitasi	Nilai Fr	Keterangan
0,30	9,70	22,87	0,03093	9,81	0,23	Subkritis
0,60	9,70	23,48	0,06186	9,81	0,24	Subkritis
0,90	9,70	24,36	0,09278	9,81	0,25	Subkritis
1,20	9,70	25,22	0,12371	9,81	0,26	Subkritis
1,50	9,70	26,32	0,15464	9,81	0,27	Subkritis
1,80	9,70	26,85	0,18557	9,81	0,28	Subkritis
2,10	9,70	27,88	0,21649	9,81	0,29	Subkritis
2,50	9,70	28,01	0,25773	9,81	0,29	Subkritis
3,00	9,70	28,88	0,30928	9,81	0,30	Subkritis
3,50	9,70	29,12	0,36082	9,81	0,30	Subkritis
4,00	9,70	29,96	0,41237	9,81	0,31	Subkritis
5,00	9,70	30,54	0,51546	9,81	0,32	Subkritis
6,00	9,70	31,57	0,61856	9,81	0,32	Subkritis
7,00	9,70	32,77	0,72165	9,81	0,34	Subkritis
8,00	9,70	33,10	0,82474	9,81	0,34	Subkritis

Sumber : Hasil Analisa (Tahun 2021)

Tabel 2. Hasil perhitungan bilangan Froude dengan hambatan plat segitiga 6 cm

Titik Tinjau	Tinggi Muka Air	Kec. Rata-rata	Kedalaman	Gravitasi	Nilai Fr	Keterangan
0,30	9,20	27,37	0,03261	9,81	0,29	Subkritis
0,60	9,20	28,51	0,06522	9,81	0,31	Subkritis
0,90	9,20	29,84	0,09783	9,81	0,32	Subkritis
1,20	9,20	31,57	0,13043	9,81	0,34	Subkritis
1,50	9,20	32,45	0,16304	9,81	0,35	Subkritis
1,80	9,20	33,10	0,19565	9,81	0,35	Subkritis
2,10	9,20	33,31	0,22826	9,81	0,36	Subkritis
2,50	9,20	33,31	0,27174	9,81	0,36	Subkritis
3,00	9,20	31,68	0,32609	9,81	0,34	Subkritis
3,50	9,20	24,65	0,38043	9,81	0,26	Subkritis
4,00	9,20	21,43	0,43478	9,81	0,23	Subkritis
5,00	9,20	17,43	0,54348	9,81	0,19	Subkritis
6,00	9,20	15,50	0,65217	9,81	0,17	Subkritis
7,00	9,20	15,50	0,76087	9,81	0,17	Subkritis
8,00	9,20	15,73	0,86957	9,81	0,17	Subkritis

Sumber : Hasil Analisa (Tahun 2021)



Gambar 2. Grafik hubungan antara kedalaman dengan bilangan Froude

Berdasarkan hasil analisa perhitungan, dapat diketahui bahwa jenis aliran sebelum adanya hambatan adalah subkritis dan setelah melewati hambatan plat segitiga dititik 425 cm jenis aliran masih tetap subkritis, namun jika dilihat pada gambar 5 bilangan Froude memiliki nilai Froude dititik pengukuran 425 cm disetiap debit pengaliran dengan rata-rata LQ2S0 = 0,29, M1Q2S0 = 0,27 & M2Q2S0 = 0,33.

Pengukuran kecepatan aliran diambil dari titik tinjau (z) dimasing-masing titik, pengukuran distribusi kecepatan diambil secara vertikal dari dasar saluran. hasil pengukuran alat dikonversi menggunakan persamaan

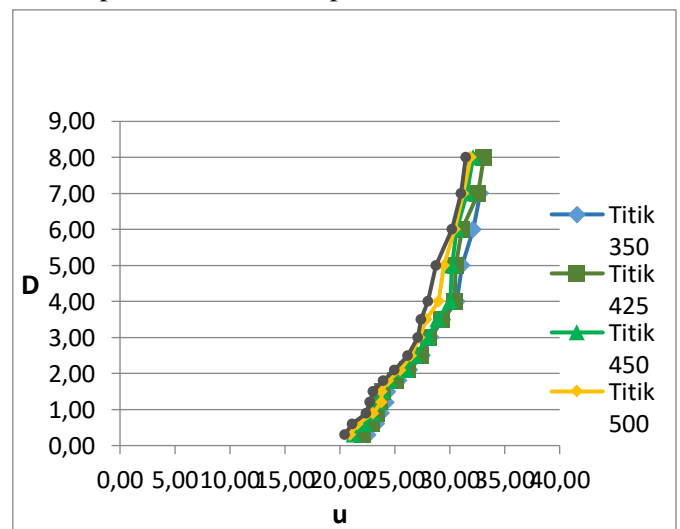
$$u = \sqrt{\frac{2gh(1000-784)}{1000}} \rightarrow u = \sqrt{4.24 \Delta h}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan LQ1S0 Titik 350

Titik 350 cm				
z (cm)	H (cm)	u (cm)	z/H	u/U
0,3	8,3	22,56	0,03614	0,81549
0,6	8,3	23,33	0,07229	0,84333
0,9	8,3	23,78	0,10843	0,8596
1,2	8,3	24,22	0,14458	0,87557
1,5	8,3	24,36	0,18072	0,88083
1,8	8,3	25,36	0,21687	0,91679
2,1	8,3	26,32	0,25301	0,9514
2,5	8,3	27,5	0,3012	0,99413
3	8,3	28,26	0,36145	1,02162
3,5	8,3	29,36	0,42169	1,06153
4	8,3	30,66	0,48193	1,10835
5	8,3	31,11	0,60241	1,12489
6	8,3	32,12	0,72289	1,16125
7	8,3	32,77	0,84337	1,18487
8	8,3	33,2	0,96386	1,20036
U =		27,66		

Sumber : Hasil Analisa (Tahun 2021)

Adapun distribusi kecepatan aliran arah vertikal



Gambar 3. Grafik Hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) masing-masing titik pengukuran di LQ1S0

Diketahui kecepatan rata-rata LQ1S0 = 23,338 cm/dtk, LQ2S0 = 26,048 cm/dtk, LQ3S0 = 28,905 cm/dtk. Proses pengambilan data atau titik tinjau dilakukan secara vertikal dari dasar saluran sampai ke permukaan air. Dari hasil pengamatan distribusi kecepatan aliran tanpa hambatan, menunjukkan bahwa kecepatan minimum terjadi didasar dan kecepatan maksimum terjadi di 0,6 d sampai pada permukaan air, namun kondisi pola aliran sama dan cenderung konstan pada titik pengukuran 350 cm, 425 cm, 450 cm, 500 cm & 550 cm disetiap variasi debit pengaliran. Aliran pada tanpa hambatan juga menunjukkan nilai Froude (Fr) LQ1S0 = 0,25 , LQ2S0 = 0,27 dan LQ3S0 = 0,26 dari nilai tersebut dapat dirata-ratakan bahwa karekteristik aliran pada aliran tanpa hambatan adalah subkritis.

3.2 Hasil Perhitungan Kecepatan di Hambatan Plat Segitiga Tinggi (6 cm)

Pengukuran kecepatan aliran diambil dari titik tinjau (z) dimasing-masing titik, pengukuran distribusi kecepatan diambil secara vertikal dari dasar saluran. hasil pengukuran alat dikonversi menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$u = \sqrt{\frac{2gh(1000-784)}{1000}} \rightarrow u = \sqrt{4.24 \Delta h}$$

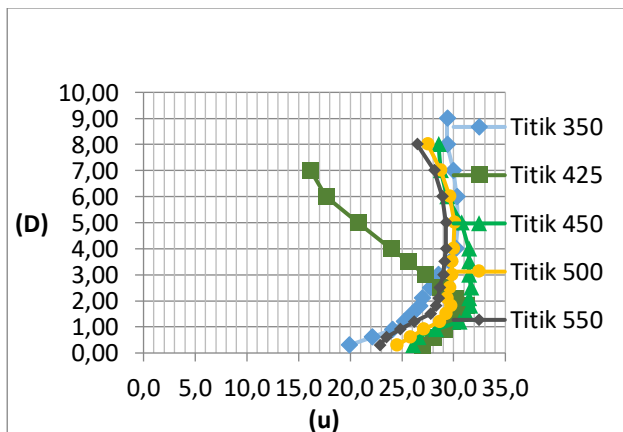
Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat ditabel berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Plat Segitiga (6cm)

Titik 350 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,3	9,8	19,89	0,0306	0,7289
0,6	9,8	22,08	0,0612	0,8091
0,9	9,8	24,07	0,0918	0,882
1,2	9,8	25,22	0,1224	0,924
1,5	9,8	25,91	0,1531	0,9493
1,8	9,8	26,72	0,1837	0,9789
2,1	9,8	26,98	0,2143	0,9885
2,5	9,8	27,75	0,2551	1,0169
3	9,8	28,51	0,3061	1,0445
3,5	9,8	29,6	0,3571	1,0846
4	9,8	30,19	0,4082	1,1062
5	9,8	30,43	0,5102	1,1148
6	9,8	30,77	0,6122	1,1275
7	9,8	29,96	0,7143	1,0976
8	9,8	29,36	0,8163	1,0758
9	9,8	29,24	0,9184	1,0714
U =		27,29		

Sumber : Hasil Analisa (Tahun 2021)

Adapun hasil perhitungan distribusi kecepatan arah vertikal aliran plat segitiga (6cm) dapat dilihat dari perhitungan masing-masing debit yang digambarkan pada grafik berikut:Grafik kecepatan vertikal



Gambar 4. Grafik hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) plat segitiga (6 cm) dimasing-masing titik Pengukuran

Pada gambar 4 grafik pengaliran hambatan plat segitiga tinggi 6 cm pola distribusi aliran pada titik 425 cm setelah air melewati hambatan plat segitiga kecepatan aliran menurun pada kedalaman $\approx 0,2$ d. kecepatan bergerak pelan kearah permukaan air, namun pada titik pengukuran 500 cm dan 550 aliran kembali normal.

3.3 Hasil Perhitungan Kecepatan di Hambatan Plat Segitiga Tinggi (9 cm)

Pengukuran kecepatan aliran diambil dari titik tinjau (z) dimasing-masing titik, pengukuran vertikal distribusi kecepatan diambil dari dasar saluran. Hasil pengukuran alat dikonversi

menggunakan persamaan $u = \sqrt{\frac{2gh(1000-784)}{1000}}$

$$u = \sqrt{4.24 \Delta h}$$

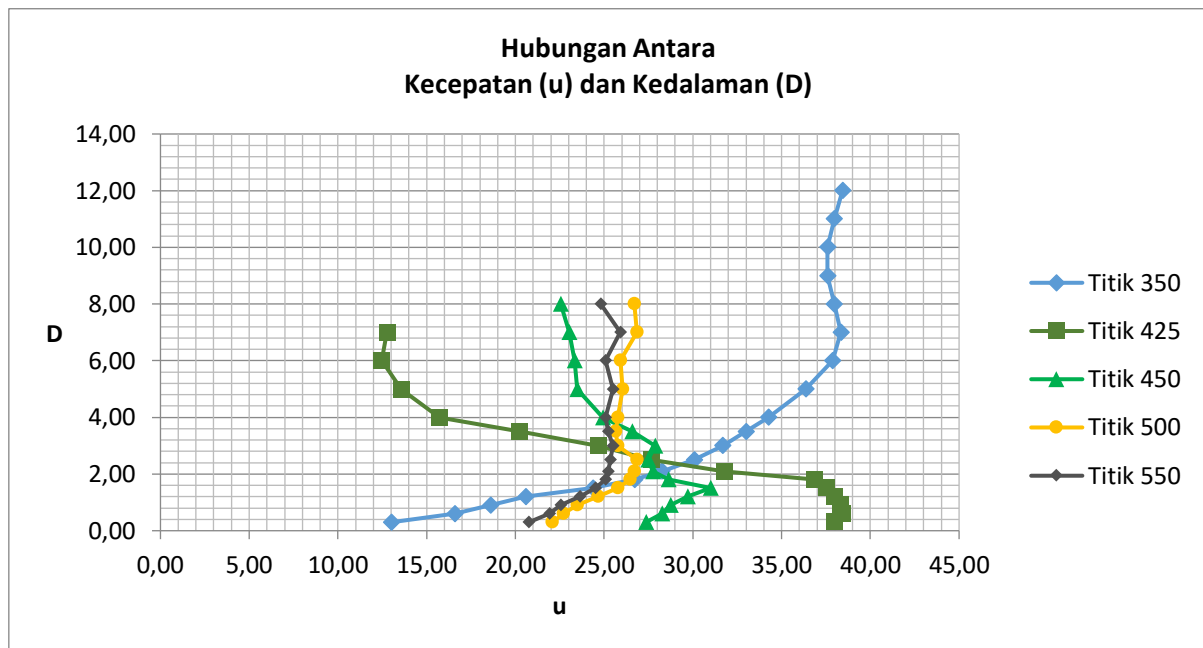
Tabel 5. Hasil Perhitungan Plat Segitiga (9cm)

Titik 350 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,3	12,3	13,02	0,02439	0,42715
0,6	12,3	16,6	0,04878	0,54451
0,9	12,3	18,61	0,07317	0,61034
1,2	12,3	20,59	0,09756	0,67538
1,5	12,3	24,36	0,12195	0,79913
1,8	12,3	26,72	0,14634	0,87627
2,1	12,3	28,26	0,17073	0,92686
2,5	12,3	30,08	0,20325	0,98646
3	12,3	31,68	0,2439	1,03901
3,5	12,3	32,99	0,28455	1,08202
4	12,3	34,25	0,3252	1,12339
5	12,3	36,35	0,4065	1,19233
6	12,3	37,88	0,4878	1,24229
7	12,3	38,34	0,56911	1,2575
8	12,3	37,97	0,65041	1,24535
9	12,3	37,59	0,73171	1,23308
10	12,3	37,59	0,81301	1,23308
11	12,3	37,97	0,89431	1,24535
12	12,3	38,43	0,97561	1,26052
U =		30,49		

Sumber : Hasil Analisa (Tahun 2021)

Adapun hasil perhitungan distribusi kecepatan arah vertikal aliran pada plat segitiga (9 cm) dapat dilihat dari perhitungan masing-masing debit yang digambarkan pada

Pada Gambar 5 menunjukkan tipikal profil kecepatan vertikal distribusi kecepatan pada aliran di plat segitiga tinggi 9 cm, menggambarkan bahwa kecepatan menurun terjadi pada kedalaman $\approx 0,2$ d di titik 425 cm setelah aliran melewati hambatan dan kecepatan kembali normal pada titik 500 cm dan 550 cm.



Gambar 5. Grafik hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) plat segitiga (9 cm) dimasing-masing titik Pengukuran

Validasi debit dilakukan dengan dua metode untuk memastikan debit inlet (masuk) dan debit keluar (outlet) agar debit yang mengalir sepanjang saluran itu sama. Untuk validasi debit inlet menggunakan metode thompson dengan rumus $Q = \frac{8}{15} Cd \cdot tg \frac{\theta}{2} \sqrt{2 \cdot g} H^{5/2}$. Untuk menghitung debit keluar digunakan metode gelas ukur dengan persamaan $Q = v/t$ hasilnya dapat dilihat pada tabel 2 dan 3. Untuk hasil pengukuran debit inlet menggunakan Thompson $Q_1 = 0,0073$ m³/dtk, $Q_2 = 0,0103$ m³/dtk dan $Q_3 = 0,0140$ m³/dtk. Untuk hasil pengukuran debit outlet dengan metode gelas ukur $Q_1 = 0,0077$ m³/dtk, $Q_2 = 0,0106$ m³/dtk dan $Q_3 = 0,0141$ m³/dtk. Hasil dari kedua metode pengukuran debit inlet dan debit outlet nilainya hampir sama yang menunjukkan bahwa debit yang mengalir disepanjang saluran itu sama.

Metode pengambilan kecepatan rata-rata dilakukan dengan membagi tiga segmen lebar penampang (B) dan mengambil tiga titik pengukuran kedalaman yaitu 0,2 d, 0,6 d, dan 0,8 d. dimana pengukuran tersebut menggunakan alat ukur *Pitot Tube Portable Automatic* yaitu alat yang mengukur tekanan aliran pada suatu titik kedalaman dan selanjutnya nilai beda tinggi tekanan di konversi menjadi kecepatan aliran. Hasil pembacaan tekanan dan hasil konversi kecepatan dapat dilihat di tabel 4, tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7. Bahwa kecepatan rata-rata di LQ1S0 = 23,338 cm/dtk, LQ2S0 = 26,048 cm/dtk dan LQ3S0 = 28,905 cm/dtk. Validasi

kecepatan rata-rata dimasing-masing debit dilakukan dengan persamaan empiris Manning dan Chezy, hasil validasi empiris dapat dilihat di tabel 10, tabel 11 dan tabel 12. Hasil validasi kecepatan dimasing-masing variasi debit sama dengan hasil pengukuran kecepatan alat. Validasi manning menggunakan koefisien kekasaran dasar 0,01 dimana nilai itu diambil berdasarkan tabel koefisien Manning (n).

Proses pengambilan data kecepatan dilakukan secara vertikal dengan titik tinjau seperti pada tabel perhitungan kecepatan aliran. Kecepatan aliran diukur dengan menggunakan alat *Pitot Tube Portable Automatic* dengan menkonversi hasil tekanan tersebut untuk mendapatkan hasil kecepatan disetiap titik tinjau pada kedalaman aliran. Hasil kecepatan dimasing masing titik tinjau kemudian di masukkan kedalam bilangan *Froude* (fr) agar mendapatkan jenis aliran kecepatan ditiap titik tinjau, nilai *Froude* (fr) dapat dilihat pada tabel 4, 5, dan 6 yang menunjukkan jenis aliran sebelum adanya hambatan adalah subkritis dengan nilai rata-rata *Froude* (fr) = 0,27 dan setelah adanya hambatan diplat segitiga tinggi 6 cm nilai *Froude* = 0,28 dan hambatan plat segitiga tinggi 9 cm memiliki nilai *Froude* (fr) = 0,33.

Pengukuran kecepatan sebelum adanya hambatan plat segitiga bisa dilihat pada gambar 18, 19, dan 20 menunjukkan bahwa pola aliran di setiap titik pengukuran membentuk pola yang sama dengan kecepatan maksimum terjadi pada kedalaman 0,6 d. pola aliran menunjukkan kecepatan rata-rata LQ1S0 = 23,338 cm/dtk, LQ2S0 = 26,048 cm/dtk, LQ3S0 =

28,905 cm/dtk dan Pola aliran pada setiap titik pengukuran membentuk pola yang sama.

Pola distribusi kecepatan pada plat tinggi 6 cm menggambarkan pola distribusi kecepatan aliran menurun pada kedalaman $\approx 0,2 d$ dan pola distribusi kecepatan kembali normal pada titik pengukuran 450 cm, 500 cm dan 550 cm. Pola distribusi kecepatan pada plat tinggi 9 cm menggambarkan pola distribusi kecepatan aliran menurun pada kedalaman $\approx 0,2 d$ dan pola distribusi kecepatan kembali normal pada titik pengukuran, 500 cm dan 550 cm.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dan analisi yang kami lakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut: Distribusi kecepatan aliran sebelum adanya hambatan plat segitiga menunjukkan pola kecepatan aliran maksimum terjadi di dipermukaan aliran, pola kecepatan aliran menurun pada hambatan plat segitiga tinggi 9 cm terjadi didasar saluran dan pola kecepatan aliran dihambatan plat tinggi 6 cm menurun pada kedalaman kurang dari kedalaman plat segitiga tinggi 9 cm.

karakteristik aliran sebelum adanya hambatan adalah jenis aliran subkritis dan setelah adanya hambatan aliran masih pada kondisi subkritis

DAFTAR PUSTAKA

- Suciana, Ajeng Titin. 2016. "*Kajian Distribusi Kecepatan Aliran Sebeleum dan Sesudah Belokan Disaluran Terbuka Menggunakan Acoistic Doppler Velocemter (ADV)*".
- Suripin. 2019. "*Mekanika Fluida dan Hidrolika Saluran Terbuka Untuk Teknik Sipil*" Andi, YogyakartaCook, R. D. et al.
- Chow V.T, 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Penerbit Erlangga. Jakarta 1984
- Triatmojo B, 2015. *Hidrolika II*, Penerbit Nova. Bandung