

## ANALISIS DEBIT AIR DENGAN VARIASI BENTUK *OPEN CHANNEL* PADA SUATU ALIRAN

Kun Suharno<sup>1</sup>, Catur Pramono<sup>2</sup>, Sigit Mujiarto<sup>3</sup>, Kurniawan Setyo Anggoro<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar  
email: kunsuharno@untidar.ac.id

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar  
email: caturpramono@untidar.ac.id

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar  
email: mujiarto\_76@yahoo.co.id

<sup>4</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar  
email: tyokurniawan46@gmail.com

### Abstrak

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), parameter saluran sangat tidak teratur. Pembendungan saluran merupakan suatu peralihan yang berfungsi untuk mengetahui tinggi permukaan air di sepanjang saluran, pada masalah ini penulis meneliti tentang bagaimana debit ketika melalui open channel dengan bentuk penampang segitiga, persegi dan trapesium pada suatu aliran. Berdasarkan hasil pengujian pada variasi sudut katup  $35^{\circ}$ , kenaikan debit terbesar antara debit v-notch menuju debit rectangular-notch sebesar 23,63% dan penurunan debit terbesar dari debit rectangular notch menuju trapezodial-notch sebesar 48,38%. Pada variasi sudut katup  $40^{\circ}$  kenaikan debit terbesar antara debit v-notch menuju debit rectangular-notch sebesar 18,64% dan penurunan debit terbesar dari debit rectangular notch menuju trapezodial-notch sebesar 45,31%. Pada variasi sudut katup  $45^{\circ}$  kenaikan debit terbesar antara debit v-notch menuju debit rectangular-notch sebesar 18,64% dan penurunan debit terbesar dari debit rectangular notch menuju trapezodial-notch sebesar 46,15%.

**Kata kunci** : debit, saluran terbuka, *rectangular-notch*, *trapezoidal-notch*, *v-notch*

### Abstract

*An open channel is a channel where water flows with free water. In open channels, such as rivers (natural channels), channel parameters are very irregular. Damming the channel is a transition that serves to determine the height of the water surface along the channel, on this issue the author examines how water flows when through open channel with v-notch, rectangular and trapezoidal shapes in a stream. Based on the test results on  $35^{\circ}$  valve angle variations, the increase debit from the v-notch debit leads to a rectangular-notch debit of 23.63% and the largest decrease in debit from the rectangular notch to trapezodial-notch is 48.38%. In the valve angle variation  $40^{\circ}$ , the largest increase in debit between the v-notch discharge towards a rectangular-notch discharge of 18.64% and the decrease in the largest debit from rectangular-notch to trapezodial-notch at 45.31%. In the valve angle variation  $45^{\circ}$  the largest increase debit between the v-notch debit towards a rectangular-notch debit is 18.64% and the largest decrease debit from the rectangular notch to trapezodial-notch debit is 46.15%.*

**Keywords** : debit, open channel, *rectangular-notch*, *trapezoidal-notch*, *v-notch*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan persediaan air yang melimpah, selain untuk memenuhi kebutuhan primer juga dapat digunakan sebagai peranan penting lainnya. Air yang mengalir disebabkan oleh perbedaan energi potensial atau karena perbedaan tinggi tekan (*head*). Air mengalir juga dapat diperoleh dari aliran pompa karena adanya perbedaan tinggi isap (*head* isap) dan perbedaan tinggi tekan (*head* tekan). Air biasanya dialirkan melalui saluran pipa dengan berbagai jenis dan dimensi pipa, juga melalui berbagai situasi aliran seperti belokan, pembesaran dan pengecilan penampang, serta aliran melalui percabangan (*junction*), sehingga akan berakibat pada perubahan debit yang terjadi atau yang dihasilkan.

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik disepanjang saluran, tekanan dipermukaan air adalah sama. Pembendungan pada saluran merupakan suatu peralihan yang berfungsi untuk mengetahui tinggi permukaan air di sepanjang saluran, sifat-sifat aliran yang dalam hal ini adalah aliran yang cenderung berubah secara beraturan. Harseno (2007), menganalisis tentang studi eksperimental aliran berubah beraturan pada saluran terbuka bentuk prismatis. Hasilnya menunjukkan debit aliran pada saluran terbuka menunjukkan kedalaman air normal sehingga perbedaan elevasi kemiringan pada saluran dapat terlihat dengan jelas. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui debit yang mengalir melalui saluran terbuka (*open channel*) dengan bentuk penampang segitiga, persegi dan trapesium dengan variasi sudut stop kran  $35^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ .

Soekarno (2006), menganalisis tentang pengaruh arah sayap pelimpah samping dan kedalaman aliran terhadap koefisien debit. Hasil analisis menunjukkan besarnya koefisien debit berbeda-beda untuk masing-masing variasi.

Soekarno (2009), menganalisis tentang kajian hubungan antara debit berubah dengan tinggi muka air dan kecepatan aliran. Hasilnya menunjukkan kecepatan aliran terlebih dahulu mencapai nilai maksimum yang kemudian diikuti oleh debit dan yang terakhir mencapai nilai maksimum adalah tinggi muka air.



Gambar 1. Alat penelitian

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama enam bulan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin. Metode penelitian meliputi : persiapan penelitian, pembuatan kerangka, pengukuran *Head*, dan pengujian. Metode yang dipakai dalam penelitian ini, *open channel* menggunakan tiga variasi, penampang segitiga, penampang persegi, dan penampang trapesium. Pada saat pengukuran, semua *open channel* tidak ditutup dan dibiarkan semua mengalir, dimaksudkan agar semua *open channel* mengalirkan air sesuai dengan kemampuannya masing-masing. Metode pengujian dilakukan dengan

pengukuran tinggi air yang dilakukan selama sepuluh kali di masing-masing saluran buka (*open channel*) dengan sudut keran  $35^{\circ}$  dengan waktu lima menit setiap pengujian, volume air yang digunakan 50 liter, fluida yang digunakan air. Setelah selesai dilakukan perhitungan rata-rata dari hasil yang didapat maka dapat diketahui debit rata-rata dari masing-masing *open channel*.

Analisis data yang dilakukan adalah debit air yang melalui saluran terbuka dengan penampang segitiga, penampang persegi, dan penampang trapesium untuk mencari debit tertinggi dari ketiga penampang tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran Head melalui pompa 1 pada *v-notch*, *rectangular-notch*, *trapezoidal notch* terlihat pada tabel 1

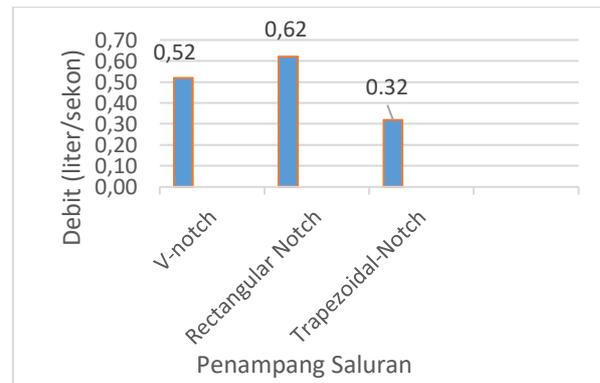
Tabel 1 Pengukuran *Head* pada pompa 1 dengan sudut katup  $35^{\circ}$

No	Hisap (cmHg)	Input (kg/cm <sup>2</sup> )	V-Notch (cm)	Rectangular-notch (cm)	Trapezoidal-notch (cm)
1	12,80	0,27	5,20	3,20	1,85
2	12,64	0,30	5,10	3,08	1,75
3	12,84	0,30	5,08	3,10	1,83
4	12,80	0,29	5,11	3,13	1,95
5	12,68	0,27	5,20	3,20	1,82
6	12,72	0,28	5,15	3,15	1,85
7	12,70	0,30	5,05	3,10	1,90
8	12,80	0,30	5,08	3,05	1,81
9	12,64	0,30	5,10	3,05	1,80
10	12,70	0,29	5,11	3,12	1,95
$\bar{X}$	12,73	0,29	5,19	3,19	1,85

Dari data tinggi air yang mengalir melalui masing-masing penampang maka dapat dihitung debit yang mengalir melalui penampang menggunakan rumus di dapatkan hasil seperti pada gambar 2.

$$Q_{v1,35} = \frac{8}{15} \times C_d \times \sqrt{2 \cdot g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times H^{5/2}$$

Dimana Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/s)  
 $\theta$  = sudut kemiringan ( $60^{\circ}$ )  
 $C_d$  = koefisien Debit (0,62)  
H = head (m)  
g = gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)



Gambar 2. Hasil Pengujian Pompa 1 Rangkaian Seri dengan sudut katup  $35^{\circ}$ .

Debit air yang dihasilkan pompa 1 rangkaian seri dengan sudut katup  $35^{\circ}$  pada *v-notch* adalah 0,52 l/s, pada *rectangular-notch* 0,62 l/s dan pada *trapezoidal notch* 0,32 l/s. Alasannya bentuk penampang mempengaruhi perhitungan yang dilakukan sehingga *rectangular-notch* mendapatkan hasil debit lebih tinggi daripada *v-notch* dan pada *trapezoidal-notch* mendapatkan hasil debit terendah. Dari ketiga hasil di atas dapat disimpulkan bahwa debit tertinggi dan debit *trapezoidal-notch* adalah debit terendah. Tinggi rendahnya debit dipengaruhi tinggi muka air (*head*) yang melalui penampang.

Tabel 2. Pengukuran *Head* pada pompa 2 dengan sudut katup 35<sup>0</sup>

No	Hisap (cmHg)	Input (kg/cm <sup>2</sup> )	V-Notch (cm)	Rectangular-notch (cm)	Trapezoidal-notch (cm)
1	9,50	0,41	4,82	2,92	1,75
2	9,52	0,40	4,95	3,10	1,88
3	9,60	0,41	4,88	2,72	1,70
4	9,70	0,40	4,96	3,10	1,85
5	9,72	0,42	4,72	2,80	1,81
6	9,75	0,40	4,92	2,96	1,85
7	9,70	0,42	4,78	2,80	1,70
8	9,75	0,41	4,88	2,88	1,75
9	9,50	0,40	4,90	3,00	1,80
10	9,60	0,41	4,84	2,90	1,72
$\bar{X}$	<b>9,63</b>	<b>0,41</b>	<b>4,87</b>	<b>2,92</b>	<b>1,78</b>

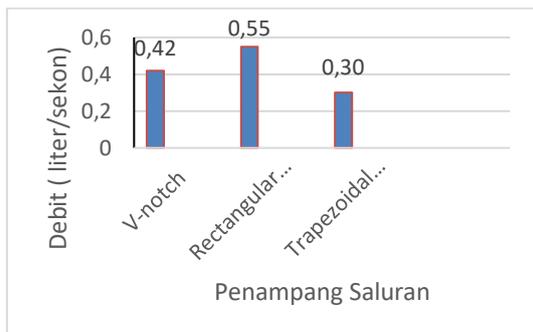
Tabel 2 merupakan Hasil pengukuran *head* melalui pompa 2 pada *v-notch*, *rectangular-notch*, *trapezoidal-notch*.

Dari data tinggi air yang mengalir melalui masing-masing penampang maka dapat dihitung debit yang mengalir melalui penampang menggunakan rumus :

$$Q_{V2,35} = \frac{8}{15} \times C_d \sqrt{2 \cdot g} \times \text{tg} \frac{\theta}{2} \times H^{5/2}$$

- Dimana Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/s)  
 C<sub>d</sub> = koefisien Debit (0,62)  
 θ = sudut kemiringan (60<sup>0</sup>)  
 H = *head* (m)  
 g = gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Maka dapatkan hasil seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengujian Pompa 2 Rangkaian Seri dengan sudut katup 35<sup>0</sup>.

Debit air yang dihasilkan pompa 1 rangkaian seri dengan sudut katup 35<sup>0</sup> pada *v-notch* adalah 0,5 l/s, pada *rectangular-notch* 0,6 l/s dan pada *trapezoidal notch* 0,32 l/s. Alasannya bentuk penampang mempengaruhi perhitungan yang dilakukan sehingga *rectangular-notch* mendapatkan hasil debit lebih tinggi daripada *v-notch* dan pada *trapezoidal-notch* mendapatkan hasil debit terendah. Dari ketiga hasil di atas dapat disimpulkan bahwa debit *rectangular-notch* merupakan debit tertinggi dan debit *trapezoidal-notch* adalah debit terendah. Tinggi rendahnya debit dipengaruhi tinggi muka air (*head*) yang melalui penampang. Tinggi rendahnya debit dipengaruhi tinggi muka air (*head*) yang melalui penampang.

Tabel 3. Pengukuran *Head* melalui pompa paralel dengan sudut katup 35<sup>0</sup>

No	Hisap I (cm Hg)	Input I (kg/cm <sup>2</sup> )	Hisap II (cmHg)	Input II (kg/cm <sup>2</sup> )	V-Notch (cm)	Rectangular-notch (cm)	Trapezoidal-notch (cm)
1	12,10	0,91	8,15	0,85	6,30	4,03	2,40
2	12,14	0,90	8,18	0,84	6,40	4,20	2,50
3	12,15	0,90	8,20	0,84	6,42	4,22	2,40
4	12,18	0,89	8,21	0,83	6,30	4,10	2,45
5	12,10	0,90	8,18	0,82	6,40	4,10	2,55
6	12,12	0,90	8,15	0,85	6,25	4,05	2,40
7	12,16	0,92	8,21	0,84	6,30	4,14	2,40
8	12,10	0,91	8,18	0,85	6,25	4,06	2,38
9	12,10	0,90	8,18	0,81	6,50	4,30	2,62
10	12,10	0,90	8,21	0,81	6,50	4,33	2,66
$\bar{X}$	<b>12,13</b>	<b>0,90</b>	<b>8,19</b>	<b>0,83</b>	<b>6,36</b>	<b>4,15</b>	<b>2,48</b>

Hasil pengukuran *head* melalui pompa paralel pada *v-notch*, *rectangular-notch*, *trapezoidal-notch* dengan sudut katup 35<sup>0</sup>

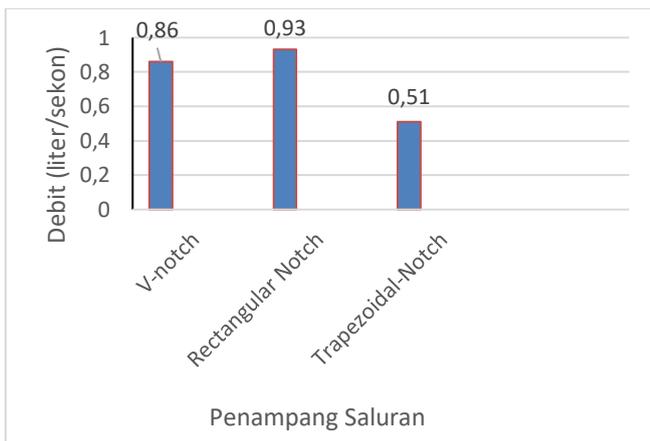
Dari data tinggi air yang mengalir melalui masing-masing penampang maka dapat dihitung debit yang

mengalir melalui penampang menggunakan rumus:

$$Q_{V3,35} = \frac{8}{15} \times C_d \times \sqrt{2 \cdot g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times H^{5/2}$$

Dimana  $Q$  = debit aliran ( $m^3/s$ )  
 $C_d$  = koefisien Debit (0,62)  
 $\theta$  = sudut kemiringan ( $60^\circ$ )  
 $H$  = head (m)  
 $g$  = gravitasi ( $9,81 m/s^2$ )

Didapatkan hasil seperti pada gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4. Hasil Pengujian Pompa Paralel dengan sudut katup  $35^\circ$ .

Debit air yang dihasilkan pompa rangkaian paralel dengan sudut katup  $35^\circ$  pada *v-notch* adalah 0,86 l/s, pada *rectangular-notch* 0,93 l/s dan pada *trapezoidal notch* 0,51 l/s. Alasannya bentuk penampang mempengaruhi perhitungan yang dilakukan sehingga *rectangular-notch* mendapatkan hasil debit lebih tinggi daripada *v-notch* dan pada *trapezoidal-notch* mendapatkan hasil debit terendah. Dari ketiga hasil di atas dapat disimpulkan bahwa debit *rectangular-notch* merupakan debit tertinggi dan debit *trapezoidal-notch* adalah debit terendah. Tinggi rendahnya debit dipengaruhi tinggi muka air (*head*) yang melalui penampang. Tinggi rendahnya debit dipengaruhi tinggi

muka air (*head*) yang melalui penampang.

### Resume Hasil Pengukuran

Resume hasil pengukuran perbandingan debit pada *V-notch*, *Rectangular-notch*, *Trapezoidal-notch* dengan variasi sudut katup  $35^\circ$

$$Q_{r1} = \frac{Q_{r1} - Q_{v1}}{Q_{r1}} \times 100\% = \frac{0,62 - 0,52}{0,62} \times 100\% = 16,12\%$$

Persentase debit *v-notch* ke *rectangular-notch* melalui pompa 1 dengan sudut katup  $35^\circ$  mengalami kenaikan sebesar 16,12%

$$Q_{tr1} = \frac{Q_{r1} - Q_{t1}}{Q_{t1}} \times 100\% = \frac{0,62 - 0,32}{0,62} \times 100\% = 48,38\%$$

Persentase debit *rectangular-notch* ke *trapezoidal-notch* melalui pompa 1 dengan sudut katup  $35^\circ$  mengalami penurunan sebesar 48,38%

Pada Pompa 2 sudut  $35^\circ$

$$Q_{r2} = \frac{Q_{r2} - Q_{v2}}{Q_{r2}} \times 100\% = \frac{0,55 - 0,42}{0,55} \times 100\% = 23,63\%$$

Persentase debit *v-notch* ke *rectangular-notch* melalui pompa 1 dengan sudut katup  $35^\circ$  mengalami kenaikan sebesar 23,63%

$$Q_{tr1} = \frac{Q_{r2} - Q_{t2}}{Q_{t2}} \times 100\% = \frac{0,42 - 0,30}{0,42} \times 100\% = 28,57\%$$

Persentase debit *rectangular-notch* ke *trapezoidal-notch* melalui pompa 1 dengan sudut katup  $35^\circ$  mengalami penurunan sebesar 28,57%

Pada Pompa Paralel sudut  $35^0$

$$Q_{r_{v1}} = \frac{Q_{r3} - Q_{v3}}{Q_{r3}} \times 100\% = \frac{0,93 - 0,86}{0,93} \times 100\% \\ = 7,52\%$$

Persentase debit *v-notch* ke *rectangular-notch* melalui pompa 1 dengan sudut katup  $35^0$  mengalami kenaikan sebesar 7,52%

$$Q_{t_{r1}} = \frac{Q_{r3} - Q_{t3}}{Q_{t3}} \times 100\% = \frac{0,93 - 0,51}{0,95} \times 100\% \\ = 45,16\%$$

Persentase debit *rectangular-notch* ke *trapezodial-notch* melalui pompa 1 dengan sudut katup  $35^0$  mengalami penurunan sebesar 45,16%

## SIMPULAN

Dari hasil pengujian pada variasi sudut katup  $35^0$ , kenaikan debit terbesar antara debit *v-notch* menuju debit *rectangular-notch* sebesar 23,63% dan penurunan debit terbesar dari debit *rectangular notch* menuju *trapezodial-notch* sebesar 48,38%. Pada variasi sudut katup  $40^0$  kenaikan debit terbesar antara debit *v-notch* menuju debit *rectangular-notch* sebesar 18,64% dan penurunan debit terbesar dari debit *rectangularnotch* menuju *trapezodial-notch* sebesar 45,31%. Pada variasi sudut katup  $45^0$  kenaikan debit terbesar antara debit *v-notch* menuju debit *rectangular-notch* sebesar 18,64% dan penurunan debit terbesar dari debit *rectangular notch* menuju *trapezodial-notch* sebesar 46,15%.

## SARAN

Saran yang bisa saya berikan dari hasil penelitian saya dari alat tersebut adalah:

1. Untuk mengukur tekanan sebaiknya menggunakan *pressure gauge*

digital, agar hasil pengukuran lebih akurat.

2. Variasi pengecilan luas penampang pipa dapat digunakan untuk mengalirkan air yang jarak tempuhnya lebih jauh atau lebih tinggi..

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ir.Kun Suharno, M.T. dan Catur Pramono, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing serta bapak-ibu dosen jurusan teknik mesin sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Terima kasih juga disampaikan pada rekan-rekan pembuatan alat penelitian Egar Christian dan Muhammad Amin yang telah berkontribusi secara fisik ataupun materi demi terselesaikan alat penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Banga, T.R., Makker B.P, 1983, *Hydraulics Fluid Mechanic and Hydraulic Machines*, Nai Sarak Delhi, Khanna Publishers
- Harseno, E., 2007, Studi Eksperimental Aliran Berubah Beraturan pada Saluran Terbuka Bentuk Prismatis, Yogyakarta, UKRIM Yogyakarta
- Prakoso, B. D., 2017, Analisi Debit Air dan Rugi Belokan pada Pipa Berdiameter  $1 \frac{1}{4}$  inch, 1 inch, dan  $\frac{3}{4}$  inch dengan Variasi Pemasangan *Tee* Magelang, Universitas Tidar
- Soekarno, 2006, Pengaruh Arah Sayap Pelimpah Samping dan Kedalaman Aliran Terhadap

Koefisien Debit, Institut  
Teknologi Bandung, Bandung

Soekarno, Heruyoko, 2009, Kajian  
Hubungan Antara Debit Berubah  
Dengan Tinggi Muka Air dan  
Kecepatan Aliran, Bandung,  
Institut Teknologi Bandung