

# Analisis Di Atas Meja Analogi Hidrolik Untuk Mengamati Karakteristik Aliran Melalui Saluran Terbuka Melebar Akibat Dampak Dari Lompatan Hidrolik Dengan Sudut $4^\circ$

Herman Hi. Tjolleng Taba<sup>1)</sup>, Jackson Samberi<sup>2)</sup>

<sup>1), 2)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Ilmu Kebumihan Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Email : [htjolleng76@yahoo.co.id](mailto:htjolleng76@yahoo.co.id)

## Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah menggunakan meja analogi hidrolik untuk mengetahui bentuk struktur sel kejut aliran fluida (air), menentukan bentuk karakteristik aliran yang di hasilkan oleh bentuk saluran terbuka menyempit tersebut untuk pengujian dengan variasi debit aliran pada meja analogi, untuk pengujian dengan debit aliran dan tinggi permukaan air yang konstan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin Universitas Sains dan Teknologi Jayapura (USTJ), Jayapura. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium untuk mendapatkan data : debit aliran ( $Q$ ), kecepatan ( $V$ ), kecepatan penjalaran gelombang ( $C$ ), bilangan froud ( $Fr$ ), bilangan Reynolds ( $Re$ ) dimana pada pembukaan katup  $30^\circ$  untuk saluran terbuka melebar dengan sudut  $4^\circ$ .

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah untuk saluran terbuka melebar dengan sudut  $4^\circ$  diperoleh  $Q = 5,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $V_m = 0,2886 \text{ m/s}$ ,  $V_t = 0,3184 \text{ m/s}$ ,  $V_k = 0,3433 \text{ m/s}$ ,  $C_m = 0,3571 \text{ m/s}$ ,  $C_t = 0,3285 \text{ m/s}$ ,  $C_k = 0,2971 \text{ m/s}$  serta  $Fr_m = 0,8082$ ,  $Fr_t = 0,9691$ ,  $Fr_k = 1,1554$  dan  $Re = 6965$ .

**Kata Kunci :** Sel Kejut, Debit Aliran, Tinggi Muka Air Saluran Terbuka Melebar.

## 1. PENDAHULUAN.

Fenomena aliran melalui saluran terbuka telah lama diketahui dan dimanfaatkan oleh manusia. Sampai saat ini, aliran melalui saluran terbuka banyak dijumpai pada Turbin air, pertambangan dan lain-lain. Karakteristik aliran fluida yang keluar melalui saluran terbuka mempunyai bentuk dan kecepatan yang berbeda untuk setiap perubahan tekanan dan kecepatan aliran. Saluran terbuka pada sebuah meja analogi hidrolik mempunyai ciri atau karakteristik  $h$  (ketinggian/kedalaman),  $c$  (Kecepatan penjalaran gelombang air),  $V$  (kecepatan aliran air) dan  $Fr$  (Bilangan Froude).

Analisis struktur aliran fluida cair (air) pada saluran terbuka merupakan pengamatan terhadap dampak dari 'hydraulic jumps' (lompatan hidrolik)

yang terjadi di dalam atau di luar saluran terbuka. Penelitian mengenai aliran air melalui saluran terbuka telah dilakukan pertama kali oleh Jouguet (1920), dilanjutkan oleh Preiswerk (1940) dan kemudian dikembangkan oleh Black & Mediratta (1951). Penelitian tersebut dilakukan pada suatu peralatan atau instalasi yang disebut sebagai "Analogi Hidrolik" (hydraulic analogy).

Penelitian yang dapat dilakukan melalui instalasi "meja analogi hidrolik", antara lain; meneliti atau mempelajari struktur aliran fluida yang keluar melalui saluran atau aliran di belakang benda.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui bentuk struktur sel kejut aliran fluida cair (air) saluran terbuka menyempit di atas meja analogi hidolik.
2. Mengamati dan mempelajari bentuk karakteristik aliran yang dihasilkan oleh bentuk saluran terbuka (menyempit) di atas meja analogi hidolik.
3. Mengetahui dan mengamati tingkat fluktuasi ketinggian air yang terjadi di dalam atau di bagian luar saluran terbuka pada atas meja analogi untuk pengujian dengan debit aliran dan tinggi permukaan air pada meja analogi yang konstan.
4. Mengetahui bentuk aliran air yang keluar dari saluran di atas meja analogi hidolik.
5. Mengetahui Debit aliran, kecepatan aliran, kecepatan penjalaran gelombang, bilangan Froude dan bilangan Reynolds.

## 2. KAJIAN LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

### A. Analogi Hidrolik

**Darmulia**, (2012), Penelitian ini bertujuan untuk : (1) mengetahui bentuk struktur sel kejut aliran fluida (air), (2) mengamati dan mempelajari bentuk karakteristik aliran yang dihasilkan oleh saluran terbuka melebar dengan sudut  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ , dan  $15^\circ$  untuk pengujian dengan variasi debit aliran dan variasi tinggi permukaan air pada meja analogi, (3) mengetahui dan mengamati tingkat fluktuasi ketinggian air yang terjadi di dalam dan di luar saluran terbuka menyempit pada meja analogi untuk pengujian dengan debit aliran.

**Herman Hi. Tjolleng Taba**, (2011), Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk struktur sel kejut aliran fluida (air), menentukan bentuk karakteristik aliran yang dihasilkan oleh kedua bentuk saluran terbuka (menyempit dan melebar) dengan sudut  $14^\circ$ , untuk pengujian dengan variasi debit aliran pada meja analogi, mengetahui tingkat fluktuasi ketinggian air di dalam dan di luar saluran terbuka pada meja analogi untuk pengujian dengan debit aliran dan tinggi permukaan air yang konstan.

**Herman Hi. Tjolleng Taba**, (2010), Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk struktur sel kejut aliran fluida (air), menentukan bentuk karakteristik aliran yang dihasilkan oleh kedua bentuk saluran terbuka (menyempit dan melebar) dengan sudut  $6^\circ$ , untuk pengujian dengan variasi debit aliran pada meja analogi,

mengetahui tingkat fluktuasi ketinggian air di dalam dan di luar saluran terbuka pada meja analogi untuk pengujian dengan debit aliran dan tinggi permukaan air yang konstan.

### 1. Dasar Teori

Analogi terhadap aliran air pada permukaan bebas, mula-mula dikembangkan oleh Jouguet (1920), selanjutnya oleh Riabouchinsky (1932), dan kemudian diamati secara lebih detail oleh Preiswerk (1940) dan Black & Mediratta (1951). Secara matematik analogi aliran air pada permukaan bebas dan telah dijabarkan dalam bentuk persamaan, yaitu : persamaan kontinuitas, persamaan energi dan penjalaran gelombang pada permukaan air (Black & Mediratta, 1951).

### 2. Persamaan Kontinuitas

**Air :** Diasumsikan bahwa percepatan vertikal aliran air terhadap gravitasi diabaikan. Komponen kecepatan  $u$  dan  $v$  berada sepanjang kordinat  $x$  dan  $y$ , dimana  $x$  dan  $y$  diukur sepanjang bidang horizontal dan normal pada arah aliran. Persamaan kontinuitas untuk aliran dua-dimensi adalah :

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \quad (1)$$

$$= A_2 \cdot V_2 + A_3 \cdot V_3$$

Dimana :

$Q$  = Debit aliran ( $m^3/det$ ).

$A$  = Luas Penampang ( $m^2$ )

$V$  = Kecepatan Aliran ( $m/det$ )

### 2. Persamaan Energi

**Air :** Persamaan Bernoulli untuk tabung aliran dengan aliran tanpa gesekan adalah :

$$V^2 = 2g(Z_0 - Z) + 2 \left( \frac{p_0 - p}{\rho} \right) \quad (2)$$

Tekanan statik pada suatu titik didalam aliran hanya tergantung pada kedalaman dibawah permukaan bebas,

$$p_0 = \rho g (h_0 - Z_0) \text{ dan } p = \rho g (h - Z)$$

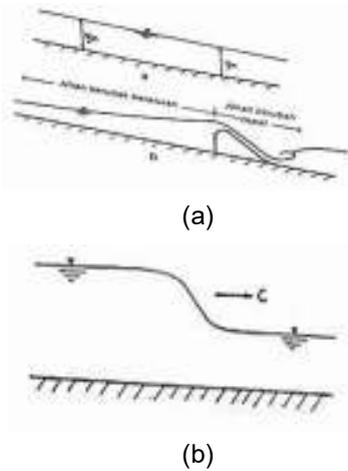
Dari persamaan (2) dan (3), diperoleh :

$$V^2 = 2g(h_o - h)$$

Kecepatan maksimum aliran dapat dicapai pada titik dimana :

$$V_{\max}^2 = 2g h_o, \text{ jadi } \left( \frac{V}{V_{\max}} \right)^2 = \frac{(h_o - h)}{h_o}$$

### 3. Klasifikasi Aliran



Gambar 1 : Aliran seragam (a) dan berubah (b) Gelombang banjir melalui saluran terbuka.

Kecepatan sebuah gangguan pada permukaan bebas bisa ditentukan dengan persamaan kontinuitas dan momentum pada sebuah gelombang dan dituliskan sebagai persamaan kontinuitas :

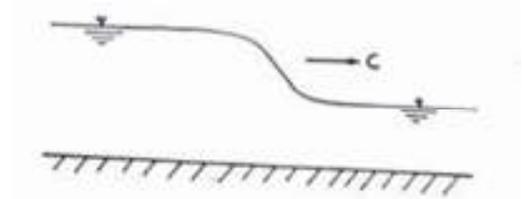
$$c = \sqrt{g \cdot y} \quad (3)$$

Dimana;

- V = kecepatan aliran, m/det
- dV = perubahan kecepatan aliran, m/det
- $\rho$  = massa jenis (densitas),  $\text{kg/m}^3$
- y = kedalaman/ketinggian, m
- dh = perubahan kedalaman/ketinggian, m
- g = percepatan gravitasi,  $\text{m/det}^2$
- c = kecepatan penjalaran gelombang air

### 4. Bilangan Froude

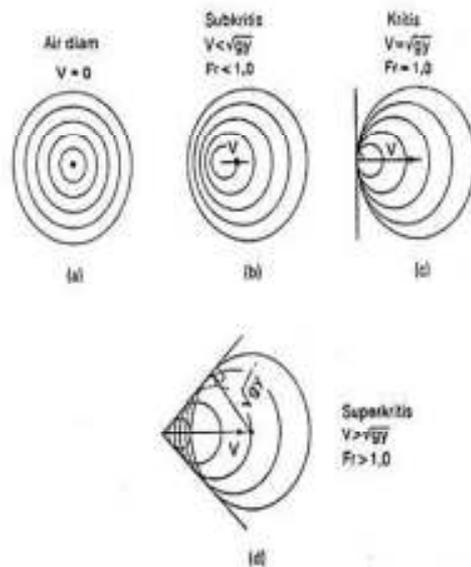
**Bilangan Froude** adalah perbandingan antara kecepatan aliran fluida (air) dengan kecepatan penjalaran gelombang melalui saluran terbuka.



Gambar 2. Kecepatan Aliran

$$Fr = \frac{V}{c} \quad (4)$$

Apabila angka  $Fr < 1$ , gangguan-gangguan bisa tampak menjalar baik ke hulu maupun hilir dan aliran bisa didefinisikan sebagai "subkritis" atau tenang; jika angka  $Fr = 1$ , suatu gangguan akan tetap berada pada titik pembentukannya dan disebut "kritis"; dan bila angka  $Fr > 1$ , gangguan akan tersapu ke arah hilir dan aliran tersebut "superkritis", atau deras.



Gambar 3. Pola dari tipe aliran

Jenis tipe aliran pada gambar 3. adalah dengan melakukan pengujian dengan menjatuhkan batu kedalam sebuah aliran dan akan membentuk suatu pola penjaralan.

Hasil - hasil penelitian dari analogi hidrolis telah memberikan beberapa batasan dan kelebihan yang dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dapat dilakukan untuk aliran dua-dimensi, hal ini akan menarik dikaji hubungannya dengan aliran fluida melalui saluran.
2. Kecepatan penjaralan gelombang pada permukaan bebas ratusan kali lebih kecil dan dapat diobservasi atau dilihat dengan mata langsung (tanpa alat bantu) dan mudah direkam melalui kamera video.
3. Kecepatan aliran yang tinggi dengan energi gerak yang relatif kecil dapat dideteksi atau diobservasi.
4. Konfigurasi geometri atau ukuran dan kondisi permukaan benda uji dapat dengan mudah dimodifikasi.

## B. LOMPATAN HIDROLIK

Lompatan hidrolis terjadi bila suatu aliran super kritis ( $Fr > 1$ ) berubah menjadi sub kritis ( $Fr < 1$ ). Dalam hal-hal seperti itu ketinggian permukaan air naik secara tiba-tiba dalam arah alirannya.

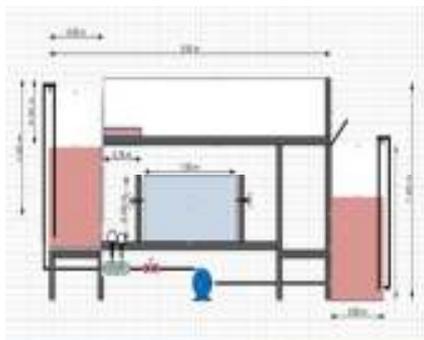
## 3. METODE PENELITIAN

### A. Tempat Penelitian

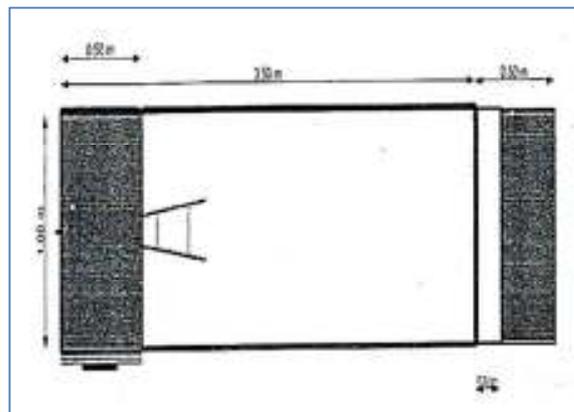
Tempat penelitian direncanakan akan dilaksanakan pada Laboratorium Mekanika Fluida Teknik mesin USTJ.

### B. Bahan dan Peralatan

Analisa penelitian terhadap karakteristik fluida untuk saluran terbuka menyempit dengan sudut  $4^\circ$  adalah :



a. Gambar pandangan samping



b. Gambar pandangan atas

Gambar 4 : Instalasi penelitian meja analogi hidrolis

Keterangan :

1. Meja Analogi
2. Spesimen Uji (Model Saluran Menyempit)
3. Unit Manometer  $H_2O$ .
4. Plat Pengatur Ketinggian Air
5. Orifice Tekanan
6. Kran Pengatur Debit Aliran Fluida
7. Pompa Air
8. Cermin Shadowgrafi
9. Bak Sirkulasi

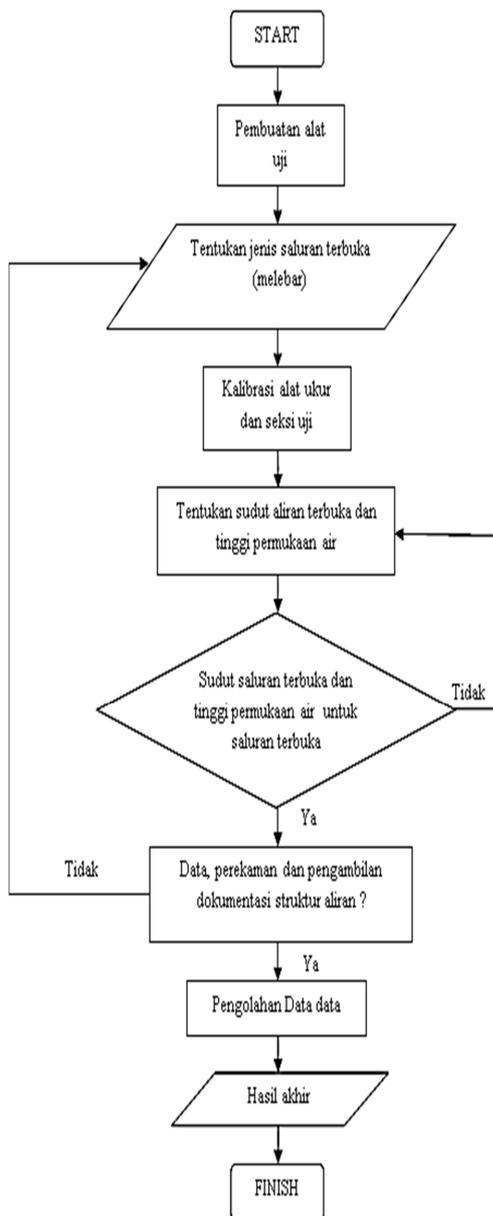
### 1. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan pada saat pengukuran dan pengambilan data adalah sebagai berikut :

1. Menyetel keseimbangan atau kerataan meja analogi hidrolis dan memasang saluran terbuka menyempit yang akan diuji dengan sudut  $4^\circ$ .
2. Mengisi kedua bak penampung (reservoir atas dan bawah) dengan air bersih.
3. Menjalankan pompa dan menyetel katup hingga sesuai dengan debit yang diinginkan.
4. Menyetel plat pengatur tinggi air permukaan pada meja analogi sesuai yang diinginkan (kurang dari  $4^\circ$ ).
5. Mengukur tinggi muka air dengan mistar baja pada : daerah bagian masuk saluran terbuka, bagian tengah saluran terbuka, dan pada bagian keluar saluran terbuka.
6. Mengukur panjang sel kejut (struktur aliran).

7. Merekam gambar (bayangan) bentuk struktur aliran dengan kamera photo atau video untuk beberapa kondisi debit aliran.
8. Mengukur fluktuasi tinggi muka air pada meja analogi disekitar (bagian luar) saluran terbuka.
9. Melakukan pengulangan pengukuran untuk beberapa titik data sesuai kebutuhan.

**C. Diagram Alir Penelitian.**



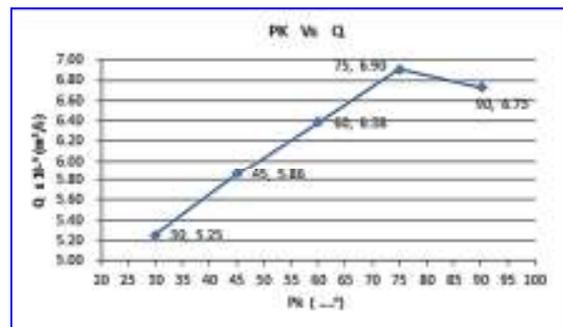
Gambar 5 : Diagram alir penelitian

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. HASIL**

Untuk mengetahui bentuk aliran air yang keluar dari saluran terbuka, beberapa parameter penting terkait dengan aliran dapat dihitung berdasarkan data pengamatan seperti pada grafik hasil pengamatan. dihasilkan analisa grafik.

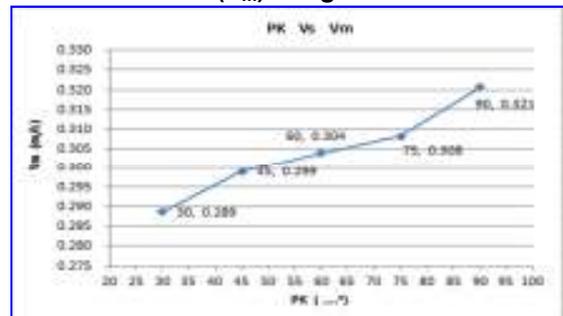
**Analisa hubungan pembukaan katup (PK) dengan debit aliran pada titik masuk saluran melebar ( $V_m$ ) dengan sudut  $4^\circ$**



Gambar 6. Hubungan pembukaan katup (PK) dengan debit aliran pada titik masuk saluran melebar ( $Q_m$ )

Terlihat pada Grafik 1. diatas terlihat dimana semakin besar pembukaan katup maka debit aliran ( $Q$ ) semakin besar dimana untuk saluran melebar sudut  $4^\circ$  pada  $PK = 30^\circ$  sampai  $PK = 75^\circ$  diperoleh kenaikan  $Q = 5.25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  sampai  $Q = 6.90 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  dan terjadi penurunan pada  $PK = 90^\circ$  dengan  $Q = 6.73 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

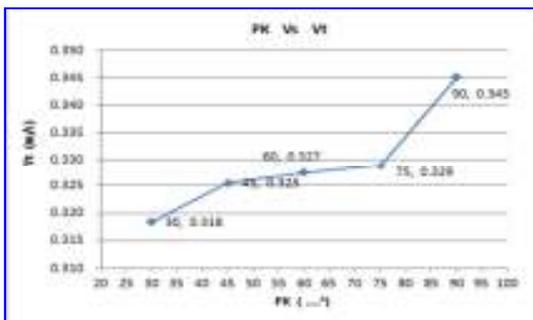
**Analisa hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan aliran pada titik masuk saluran melebar ( $V_m$ ) dengan sudut  $4^\circ$**



Gambar 7. Hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan aliran pada titik masuk saluran melebar ( $V_m$ ).

Terlihat pada gambar 7. diatas terlihat dimana semakin besar pembukaan katup maka kecepatan aliran pada titik masuk saluran melebar ( $V_m$ ) semakin besar. Untuk saluran melebar sudut  $4^\circ$  pada  $PK = 30^\circ$  sampai  $PK = 90^\circ$  diperoleh kenaikan  $V_m = 0.289$  m/s sampai  $V_m = 0.321$  m/s.

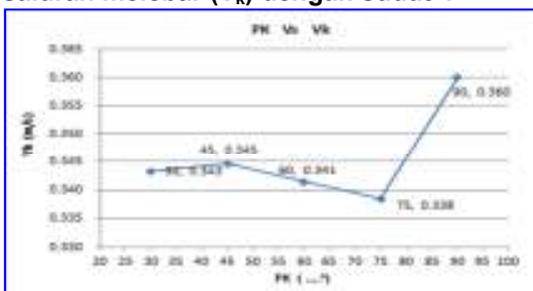
**Analisa hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan aliran pada titik tengah saluran melebar ( $V_t$ ) dengan sudut  $4^\circ$**



Gambar 8. Hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan aliran pada titik tengah saluran melebar ( $V_t$ ).

Dari gambar 8 diatas terlihat dimana semakin besar pembukaan katup maka kecepatan aliran pada titik tengah saluran melebar ( $V_t$ ) semakin besar. Untuk saluran melebar sudut  $4^\circ$  pada  $PK = 30^\circ$  sampai  $PK = 90^\circ$  diperoleh kenaikan  $V_t = 0.318$  m/s sampai  $V_t = 0.345$  m/s

**Analisa hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan aliran pada titik keluar saluran melebar ( $V_k$ ) dengan sudut  $4^\circ$**

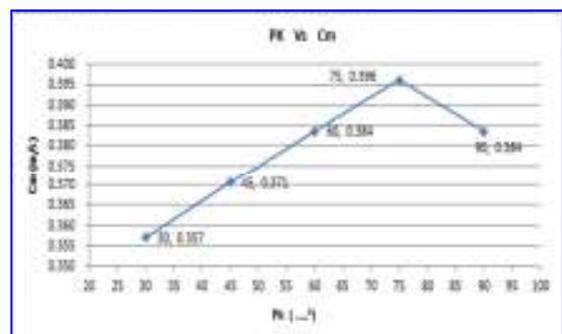


Gambar 9. Hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan aliran pada titik keluar saluran melebar ( $V_k$ )

Dari gambar 9 diatas terlihat dimana semakin besar pembukaan katup maka kecepatan aliran

pada titik keluar saluran melebar ( $V_k$ ) semakin besar namun terlihat untuk saluran melebar sudut  $4^\circ$  pada  $PK = 30^\circ$  diperoleh  $V_k = 0.343$  m/s dan naik pada  $PK = 45^\circ$  sebesar  $V_k = 0.345$  m/s dan kembali turun pada  $PK = 60^\circ$  sampai  $PK = 75^\circ$  dengan  $V_k = 0.341$  m/s sampai  $V_k = 0.338$  m/s dan kembali naik pada  $PK = 90^\circ$  dengan  $V_k = 0.360$  m/s.

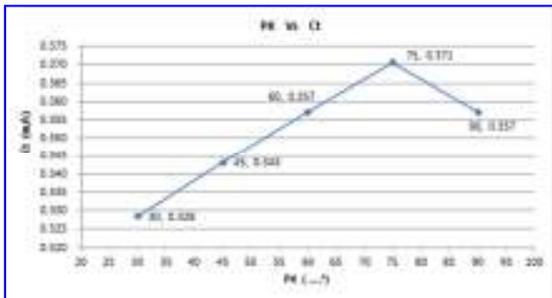
**Analisa hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan penjalaran gelombang pada titik masuk saluran melebar ( $c_m$ ) dengan sudut  $4^\circ$**



Gambar 10. Hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan penjalaran gelombang pada titik masuk saluran melebar ( $C_m$ )

Dari gambar 10. diatas terlihat dimana semakin besar pembukaan katup maka kecepatan penjalaran gelombang pada titik masuk saluran melebar ( $C_m$ ) semakin besar dari  $PK = 30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$  baik untuk saluran melebar sudut  $4^\circ$  menghasilkan  $C_m = 0.357$  m/s,  $0.371$  m/s,  $0.384$  m/s,  $0.396$  m/s dan terjadi penurunan pada  $PK = 90^\circ$  dengan  $C_m = 0.384$  m/s.

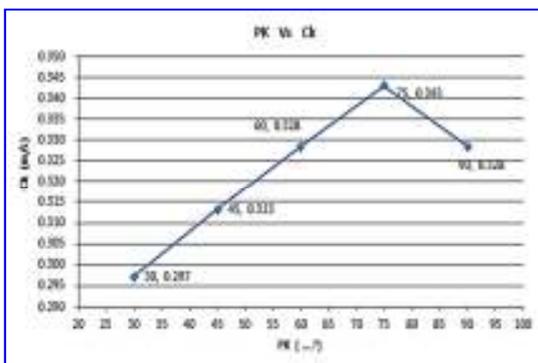
**Analisa hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan penjalaran gelombang pada titik tengah saluran melebar ( $c_t$ ) dengan sudut  $4^\circ$**



Gambar 11. Hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan penjarangan gelombang pada titik tengah saluran melebar ( $C_t$ ).

Dari gambar 11. diatas terlihat dimana semakin besar pembukaan katup maka kecepatan penjarangan gelombang pada titik tengah saluran melebar ( $C_t$ ) semakin besar dari PK = 30°, 45°, 60°, 75° baik untuk saluran melebar sudut 4° menghasilkan  $C_t = 0.328$  m/s, 0.343 m/s, 0.357 m/s, 0.371 m/s dan terjadi penurunan pada PK = 90° dengan  $C_t = 0.357$  m/s.

**Analisa hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan penjarangan gelombang pada titik keluar saluran melebar ( $c_k$ ) dengan sudut 4°**

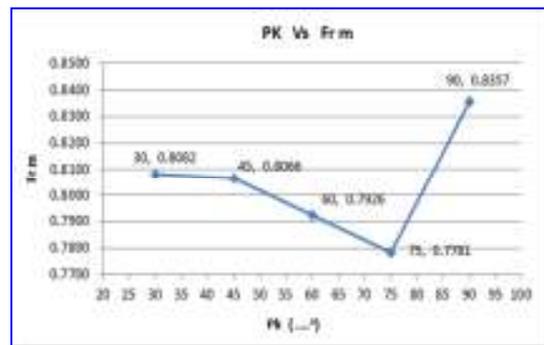


Gambar 12 Hubungan pembukaan katup (PK) dengan kecepatan penjarangan gelombang pada titik keluar saluran melebar ( $C_k$ ).

Dari gambar 12. diatas terlihat dimana semakin besar pembukaan katup maka kecepatan penjarangan gelombang pada titik keluar saluran melebar ( $C_k$ ) semakin besar dari PK = 30°, 45°, 60°, 75° baik untuk saluran melebar sudut 4° menghasilkan  $C_k = 0.297$  m/s, 0.313 m/s, 0.328

m/s, 0.343 m/s dan terjadi penurunan pada PK = 90° dengan  $C_k = 0.328$  m/s.

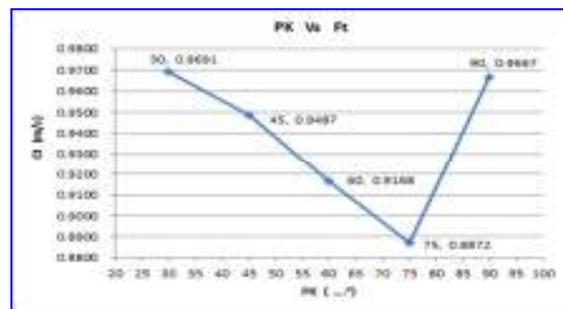
**Analisa hubungan pembukaan katup (PK) dengan bilangan froud pada titik masuk saluran melebar ( $F_m$ ) dengan sudut 4°**



Gambar 13 Hubungan pembukaan katup (PK) dengan Bilangan Froud pada titik masuk saluran melebar ( $F_m$ ).

Dari gambar 13. diatas terlihat bahwa pembukaan katup (PK) sangat mempengaruhi pada perubahan bilangan froud pada titik masuk saluran menyempit ( $F_m$ ) dimana semakin besar pembukaan katup (PK) maka bilangan froud pada titik masuk saluran menyempit ( $F_m$ ) terjadi perubahan dari subkritis ke super kritis dari PK = 30° sampai PK = 90° yaitu di peroleh  $F_m = 0,4870$  m/s, 0.5229 m/s, 0.6107 m/s, 0.6182 m/s dan 0.6606 m/s.

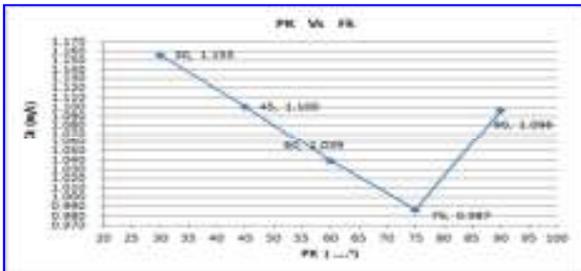
**Analisa hubungan pembukaan katup (PK) dengan bilangan froud pada titik tengah saluran melebar ( $F_t$ ) dengan sudut 4°**



Gambar 14. Hubungan pembukaan katup (PK) dengan Bilangan Froud pada titik tengah saluran melebar ( $F_t$ ).

Dari gambar 14. diatas terlihat dimana semakin besar pembukaan katup (PK) maka bilangan froud pada titik tengah saluran melebar ( $Fr_t$ ) semakin kecil dari PK = 30°, 45°, 60°, 75° untuk saluran melebar sudut 4° menghasilkan  $Fr_t = 0.9691, 9487, 9168, 8872$  dan terjadi kenaikan bilangan froud pada titik tengah saluran melebar ( $Fr_t$ ) pada PK = 90° dimana untuk saluran melebar sudut 4° menghasilkan  $Fr_m = 1.3264$ .

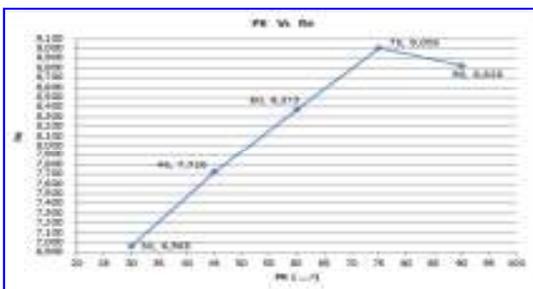
**Analisa hubungan pembukaan katup (PK) dengan bilangan froud pada titik keluar saluran melebar ( $F_k$ ) dengan sudut 4°**



Gambar 15 Hubungan pembukaan katup (PK) dengan Bilangan Froud pada titik keluar saluran melebar ( $F_k$ ).

Dari gambar 15. diatas terlihat dimana semakin besar pembukaan katup (PK) maka bilangan froud pada titik keluar saluran melebar ( $Fr_k$ ) semakin kecil dari PK = 30°, 45°, 60°, 75° untuk saluran melebar sudut 4° menghasilkan  $Fr_m = 1155, 1100, 1039, 987$  dan terjadi kenaikan bilangan froud pada titik keluar saluran melebar ( $Fr_k$ ) pada PK = 90° dimana untuk saluran melebar sudut 4° menghasilkan  $Fr_m = 1096$ .

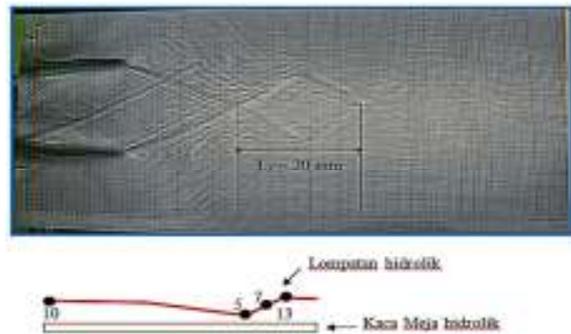
**Analisa pembukaan katup (PK) dengan bilangan reynolds (Re) pada saluran melebar sudut 4°**



Gambar 16. Hubungan pembukaan katup (PK) dengan Bilangan Reynold pada titik ( $Re$ ).

Dari gambar 16. diatas terlihat dimana semakin besar pembukaan katup maka bilangan reynolds ( $Re$ ) semakin besar dari PK = 30°, 45°, 60°, 75° baik untuk saluran melebar sudut 4° menghasilkan  $Re = 6965, 7726, 8373, 9005$  dan pada saluran melebar sudut 12° dengan  $Re = 5155, 6126, 6676, 7432$  dan terjadi penurunan bilangan reynolds pada PK = 90° dimana untuk saluran melebar sudut 4° menghasilkan  $Re = 8828$ ,

**Pengamatan Pada Daerah Aliran Saat Terbentuknya Sel Kejut dan Terjadinya Lompatan Hidrolik.**



Gambar 17. Pengamatan pada Sel Kejut (Shock Wave) dan gambaran terjadinya lompatan hidrolik pada Saluran Melebar Sudut 4° dengan  $Q = 5,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ .

**4. KESIMPULAN DAN SARAN**

**A. Kesimpulan**

Setelah dilakukan pengamatan, pengambilan data dan perekaman gambar terhadap saluran terbuka melebar peneliti berkesimpulan bahwa :

1. Bentuk struktur sel kejut aliran teramati melalui pengamatan pada daerah aliran pada bagian keluar dari saluran melebar sudut 4° untuk setiap pembukaan katup 30°, 45°, 60°, 75°, dan 90°
2. Karakteristik dari saluran terbuka pada meja analogi adalah untuk saluran terbuka sudut 4° debit aliran ( $Q$ ) =  $0,525 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ ,

kecepatan aliran ( $V$ ) untuk  $V_m = 0,2886$  m/s,  $V_t = 0,3184$  m/s,  $V_k = 0,3433$  m/s, pada kecepatan penjalaran gelombang ( $C$ ) untuk  $C_m = 0,3571$  m/s,  $C_t = 0,3285$  m/s,  $C_k = 0,2971$  m/s, pada bilangan froud ( $Fr$ ) untuk  $Fr_m = 0,8082$ ,  $Fr_t = 0,9691$ ,  $Fr_k = 1,1554$  dan bilangan Reynolds ( $Re$ ) = 6965.

- Pengamatan tingkat fluktuasi ketinggian air yang terjadi di dalam atau di bagian luar saluran terbuka pada meja analogi untuk pengujian dengan debit aliran dan tinggi permukaan air pada meja analogi yang konstan pada saluran terbuka melebar dengan sudut  $4^\circ$  untuk setiap pembukaan katup  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$ , dan  $90^\circ$  teramati dan terukur dengan variasi pada setiap pembukaan katup.

## B. Saran

Sebaiknya dalam melakukan pengambilan data pada meja analogi diperhatikan beberapa hal antara lain :

- Alat-alat ukur dengan tingkat presisi yang lebih baik dengan begitu dapat diperoleh data-data yang lebih akurat dan baik untuk diolah sehingga memperoleh hasil yang lebih baik.
- Memahami lebih mendalam teknik pengambilan data dengan variasi pembukaan katup dan waktu lebih diefisienkan untuk menjaga kestabilan kerja pompa yang digunakan.
- Untuk perekaman gambar terhadap saluran terbuka melebar sebaiknya menggunakan kamera yang memiliki speed perekam yang lebih baik untuk memperoleh hasil teknik visualisasi dengan metode bayangan (*shadowgraph*) agar bentuk dan struktur aliran (sel kejut) yang keluar melalui saluran terbuka dapat terlihat pada cermin dengan lebih maksimal.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Carbonaro. M, and Van der Haegen. V, 2002, *Hydraulic analogy of supersonic flow*, EUROAVIA symposium, Von Karman Institute.
- Darmulia, *Analisis Karakteristik Aliran Melalui Saluran Terbuka Menyempit Dengan Variasi Sudut Pada Meja Analogi Hidrolik ILTEK*, Volume 7, Nomor 13, April 2012.
- E.V. Nensi Rosalina, 1992, "Hidrolika Saluran Terbuka", Pulsitbang Pengairan, Bandung.

Frank M. White, *Fluid Mechanic* Fourth Edition, Mc Graw-Hill. Page 663.

Herman Hi. Tjolleng Taba, 2010, *Analisis Karakteristik Aliran Melalui Saluran Terbuka Melebar dan Menyempit dengan Variasi Sudut (Kajian Analisis dan Eksperimental Pada Meja Analogi Hidrolik)*. Jurnal Dinamis Volume 2 Nomor 16, Desember, USTJ Jayapura.

Herman Hi. Tjolleng Taba, 2012, *Analisis Karakteristik Aliran Melalui Saluran Terbuka Dengan Pengamatan Terhadap Daerah Aliran dengan Sudut  $6^\circ$  (Kajian Analisis dan Eksperimental Pada Meja Analogi Hidrolik)*, Jurnal Teknik Volume 1 Nomor 2, November, USTJ Jayapura.

Lávička David, 2007, *CFD Simulation of Analogy Between Compressible and Free Surface Flow*. France.

Makhsud Abdul, 2007, *Desain dan Pengujian Nosel Pada Meja Analogi Hidrolik*, Jurnal Teknologi & Industri Faqih, FTI-UMI.

M. Olson Reuben dan J. Wright Steven, 1993, *Dasar-dasar mekanika fluida untuk teknik*, Ed. kelima, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Rani, S.L. Wooldridge, M.S., 2000, *Quantitative flow visualization using the hydraulic analogy*. Experiment in Fluids 27, Springer-Verlag, 1145-1149.

Robert. J. Kodoatie, 2005, "Hidrolika terapan pada saluran terbuka dan pipa", Andi Yogyakarta

Triatmodjo, Bambang, 2003, *Hidrolika II*, Beta Offset, Yodyakarta.