

## PENGARUH KETINGGIAN DAN SUDUT KEMIRINGAN SALURAN AIR TERBUKA TERHADAP PARAMETER ALIRAN DAN PUTARAN TURBIN VORTEX

**Yosafat Didik Febriyanto**

Mahasiswa S1  
Universitas Negeri Semarang  
Jurusan Teknik Mesin  
ydidikfebriyanto@gmail.com

**Samsudin Anis**

Tenaga Pengajar (Dosen)  
Universitas Negeri Semarang  
Jurusan Teknik Mesin  
samsudin\_anis@mail\_unnes.ac.id

*The stream parameter was affected by the height of falling, water debit and head losses. The stream that had straight flow could be converted to vortex stream using shapping drain. The movement of the vortex stream could be converted to mechanical energy using vortex wheel. The aim of this study was to find out the effect of the height and angle in exposed water drain in stream parameter and the spinning of vortex wheel. This study used type U water drain which has different variation of height 50 mm, 80 mm, 110 mm, 140 mm, and 170 mm and different angle variation 20, 25, and 30. The stream parameter was obtained by measuring the stream surface. Furthermore, the spinning of the vortex wheel was measured using tachometer. The result of this study showed that the spinning of the vortex wheel has the highest point at 100 mm in height variation and 30 in angle variation, which has 142.85 rpm in spinning speed, 1.178 m/s in stream speed, and 102.5 mm water height in vortex in average. It was because the higher and bigger the angle, the faster the stream was. However, a high speed of the stream produced small vortex stram. It caused the area of the water to hit in temperature to decrease so that the spinning of the wheel decreased.*

**Keywords :** Vortex Wheel, Stream, Height of Drain, Angle of Drain.

### 1. PENDAHULUAN

Air memiliki faktor penting dalam kehidupan yaitu sebagai sumber kebutuhan hidup maupun sebagai sumber energi. Air dapat mengalir karena adanya energi potensial, dimana energi potensial terjadi karena adanya perbedaan tinggi tekan (*head*). Aliran air mengalir melalui sebuah saluran dengan berbagai bentuk dan dimensi.

Saluran air dibedakan menjadi dua jenis, yaitu saluran terbuka dan saluran tertutup. Aliran air yang mengalir pada saluran terbuka memiliki permukaan bebas. Besar parameter aliran air dipengaruhi oleh tinggi jatuh air, debit air dan kerugian head. Kerugian *head* terjadi karena beberapa penyebab, yaitu tingkat kekasaran saluran, gesekan dengan saluran dan hambatan akibat penyempitan [1].

Saluran air terbuka memiliki bentuk dan dimensi yang berbeda. Bentuk saluran terbuka diklasifikasikan berdasarkan bentuk penampangnya, contohnya yaitu saluran terbuka berpenampang persegi panjang atau tipe U kemudian berpenampang segitiga atau tipe V. Sedangkan, Dimensi saluran terbuka meliputi ketinggian, kemiringan dasar, dan panjang saluran. Dimensi saluran dapat mempengaruhi energi potensial air. Dimana semakin tinggi saluran semakin besar energi potensial air dan semakin panjang saluran maka kerugian *head* semakin besar. Semakin besar energi potensial maka kecepatan aliran air semakin tinggi [2].

Penelitian dengan menganalisis pengaruh kemiringan dasar saluran atau sudut kemiringan saluran terhadap distribusi kecepatan dan debit aliran pada variasi ambang lebar menghasilkan kesimpulan bahwa semakin besar kemiringan dasar saluran (*I*) atau semakin curam jatuhnya air maka semakin besar kecepatan aliran pada hilir saluran air. Perihal tersebut diperoleh dari pengukuran kedalaman aliran air pada hilir saluran

[3].

Dalam saluran terbuka terdapat parameter untuk menghitung dimensi aliran air yang mengalir, berikut parameter untuk menghitung dimensi pada saluran air berpenampang persegi panjang (persamaan 1-3) [4].

$$A = b \cdot y \quad (1)$$

$$P_i = b + 2y \quad (2)$$

$$R = \frac{by}{b + 2y} \quad (3)$$

Dengan mengetahui kedalaman aliran air ( $y$ ), maka dapat diketahui dimensi aliran dan kecepatan aliran air. Kecepatan aliran air dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 4 berikut [5]:

$$v = Q / A \quad (4)$$

Klasifikasi aliran air pada saluran terbuka berdasarkan nilai bilangan Reynolds untuk menunjukkan klasifikasi aliran air tersebut turbulen, transisi atau laminar. Dimana nilai bilangan Reynolds dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 5 sebagai berikut [1]:

$$Re = \frac{\rho v R}{\mu} \quad (5)$$

Penentuan jenis aliran berdasarkan besar nilai bilangan Reynolds, dimana jika :

- a.  $Re < 500$ , aliran bersifat laminar.
- b.  $Re > 12500$ , aliran bersifat turbulen.
- c.  $Re = 500 - 12500$  terdapat daerah transisi, dimana aliran dapat bersifat laminar atau turbulen tergantung pada kondisi pipa dan aliran.

Selain klasifikasi aliran air berdasarkan nilai bilangan Reynolds ada juga klasifikasi aliran berdasarkan nilai bilangan Froude. Dimana nilai bilangan Froude dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 6 berikut [6]:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot y}} \quad (6)$$

Dari nilai bilangan Froude dapat disimpulkan bahwa :

- a. Jika nilai bilangan Froude  $< 1$  aliran bersifat sub kritis.
- b. Jika nilai bilangan Froude  $= 1$  aliran bersifat kritis.
- c. Jika nilai bilangan Froude  $> 1$  aliran bersifat super kritis, dimana dalam aliran super kritis ini aliran mempunyai kecepatan tinggi karena gaya inersia yang sangat menonjol.

Aliran air yang mengalir dapat diubah menjadi aliran vortex dengan menggunakan saluran pembentuk. Saluran pembentuk aliran *vortex* terdiri dari beberapa tipe seperti involute, ramp dan scroll. Tipe-tipe saluran pembentuk tersebut dibuat dengan tujuan untuk mengurangi efek penghambatan aliran air akibat turbulensi [7].

Aliran vortex dibagi menjadi dua jenis yaitu *vortex* paksa dan *vortex* bebas. Kecepatan aliran vortex dipengaruhi oleh parameter aliran air. Aliran *vortex* dapat dimanfaatkan menjadi energi mekanik melalui turbin *vortex*. Kecepatan aliran *vortex* yang tinggi diketahui dengan mengukur ketinggian muka air aliran *vortex* dan diameter pusaran. Dimana semakin tinggi muka air aliran *vortex* dan semakin kecil diameter *vortex* menandakan semakin besar kecepatan *vortex* [8].

Energi mekanik hasil konversi dari aliran *vortex* memiliki hasil yang tidak sebanding dari pengukuran diameter *vortex* dan tinggi muka air aliran *vortex*. Perihal itu karena energi mekanik yang dihasilkan menyesuaikan dengan turbin *vortex* yang digunakan. Putaran poros turbin *vortex* dipengaruhi oleh luasan hantaman aliran air terhadap sudu turbin. Adapun pengaruh lainnya yaitu beban turbin. Beban turbin merupakan hambatan aliran air untuk mendorong sudu. Dalam hal ini perihal yang dimaksud adalah

keterserapan energi air yang dapat menggerakkan turbin tersebut. Dimana semakin banyak energi air yang terserap maka putaran turbin semakin besar [9].

Penelitian dengan 4 variasi sudut berpenampang lurus dengan ketinggian 15 cm, 18 cm 21 cm dan 24 cm menghasilkan kekuatan *vortex* tertinggi pada ketinggian 21 cm yaitu dengan dengan kapasitas 13,443 L/s dan pembebanan 3000 gram dapat menghasilkan daya 42,97 watt. Pada ketinggian 24 cm dimungkinkan pembebanan kincir terlalu tinggi sedangkan pada tinggi 15 cm dan 18 cm luasan hantaman aliran terhadap sudu sempit sehingga putaran *vortex* rendah [10].

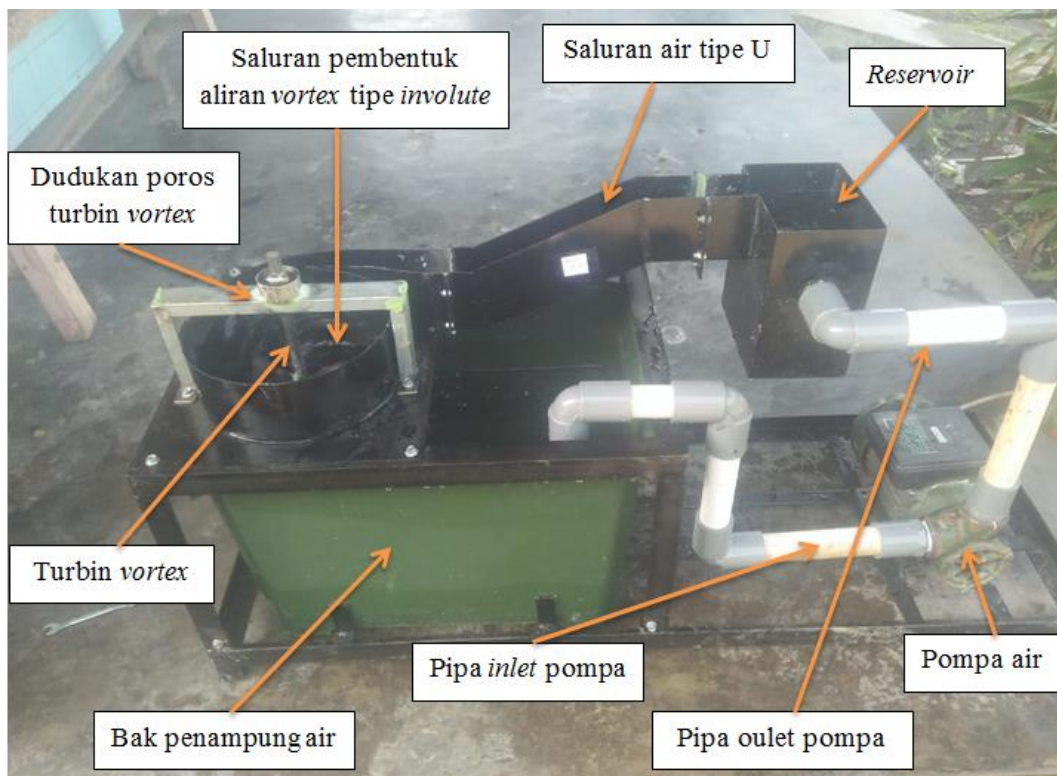
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ketinggian dan sudut kemiringan saluran air tipe U terhadap parameter aliran air dan putaran poros turbin *vortex*, membantu masyarakat dalam mengkonversi energi alam yang ada sekitar mereka dan sebagai referensi peneliti dalam merancang dan mengembangkan turbin *vortex* di dalam saluran irigasi.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental (*eksperimental method*). Penggunaan jenis penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dari variasi yang dilakukan. Hasil yang didapatkan dari variasi yang dilakukan nantinya akan dihubungkan dan dianalisis. Dengan metode ini, maka yang akan diuji adalah pengaruh ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap parameter aliran air dan putaran poros turbin *vortex*. Pada penelitian ini digunakan sebuah alat uji dengan saluran air terbuka tipe U, saluran pembentuk aliran *vortex* tipe involute dan turbin *vortex*. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar. 1-3. Kemudian dalam penelitian ini dilakukan variasi terhadap saluran air yaitu variasi ketinggian saluran dengan ketinggian 50 mm, 80 mm, 110 mm, 140 mm dan 170 mm dan variasi sudut kemiringan saluran dengan sudut 20°, 25° dan 30°.

### 2.1 Instalasi Penelitian

Pada penelitian ini alat pengujian yang digunakan adalah turbin *vortex* poros vertikal yang instalasi dan pembuatannya di laboratorium teknik mesin Universitas Negeri Semarang. Alat tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



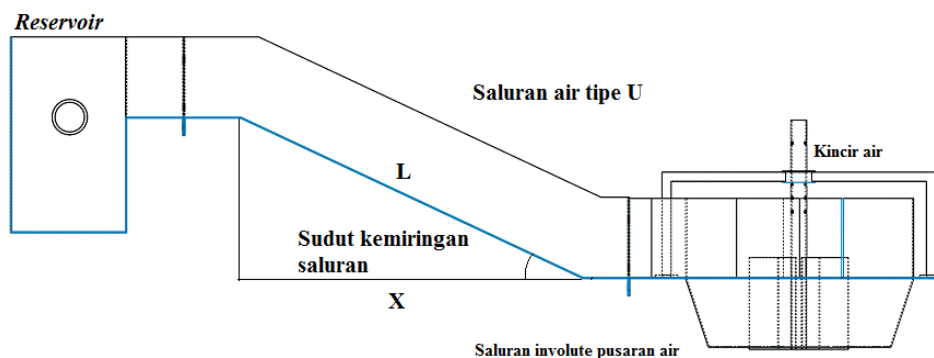
Gambar 1. Instalasi alat penelitian

Instalasi alat penelitian ini memiliki 9 bagian yang memiliki fungsi masing-masing. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Reservoir berfungsi untuk menampung air yang berasal dari pompa. Saluran tipe U memiliki fungsi untuk mengalirkan air dari reservoir menuju saluran pembentuk aliran vortex. Saluran pembentuk aliran vortex yang digunakan dalam penelitian ini bertipe involute. Turbin vortex berfungsi untuk mengkonversi aliran vortex menjadi energi mekanik. Bak penampung air berfungsi sebagai sumber air utama yang nantinya disalurkan menuju reservoir menggunakan pompa dengan saluran pipa. Dalam hal ini, turbin vortex dapat berputar karena terdapat dukungan yang berupa bearing. Instalasi alat penelitian yang telah dibuat memiliki spesifikasi. Spesifikasi instalasi alat penelitian sebagai kontrol atas variasi yang nanti dilakukan, berikut pada Tabel. 1 ditampilkan spesifikasi instalasi alat penelitian.

**Tabel 1:** Spesifikasi instalasi alat penelitian.

PARAMETER	UKURAN
Debit air (liter/menit)	23
Luas penampang inlet saluran (cm <sup>2</sup> )	35
Luas penampang outlet saluran (cm <sup>2</sup> )	21
Diameter pusaran air dalam (mm)	200
Diameter basin (mm)	160
Tinggi saluran vortex (mm)	130
Diameter lubang basin (mm)	40
Diameter kincir air (mm)	95
Jarak kincir dengan dasar basin (mm)	5
Tinggi sudu (mm)	80
Berat kincir (gram)	292
Diameter poros (mm)	12
Jumlah sudu	4

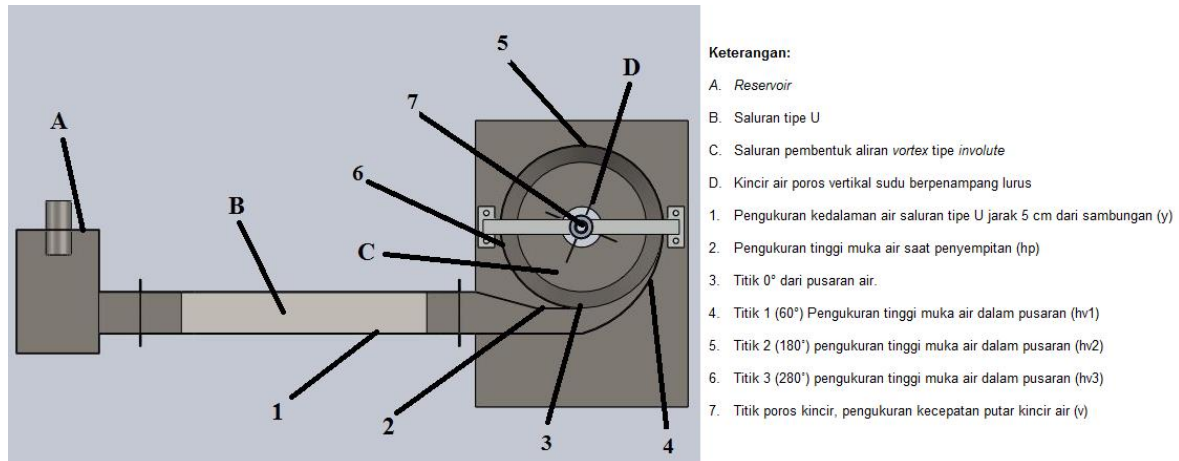
Pada penelitian ini dilakukan variasi tinggi saluran ( $H$ ) dan variasi sudut kemiringan saluran ( $\Theta$ ). Variasi tinggi saluran yang digunakan adalah 50 mm, 80 mm, 110 mm, 140 mm dan 170 mm. Sedangkan variasi sudut kemiringan saluran yang digunakan adalah 20°, 25° dan 30°. Gambar 2. merupakan gambar skema instalasi penelitian tampak samping. Ketinggian dan sudut kemiringan saluran tersebut merupakan langkah awal dalam mendesain saluran air tipe U, karena berpengaruh pada ukuran saluran air tipe U yang meliputi panjang saluran ( $L$ ) dan jarak reservoir dengan saluran pembentuk aliran *vortex* secara garis lurus ( $X$ ). Dari dimensi saluran air tersebut maka mempengaruhi parameter aliran air dan putaran poros turbin *vortex*.



**Gambar 2.** Skema instalasi alat penelitian tampak samping

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data di titik tertentu dalam instalasi alat penelitian. Gambar 3 merupakan skema instalasi penelitian tampak atas. Dari gambar tersebut, ditunjukkan titik dilakukannya pengukuran ketinggian aliran air dan putaran poros turbin vortex. Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3 titik melakukan pengukuran tinggi muka air. Titik pertama pada saluran tipe U yaitu jarak 5 cm dari

sambungan air. Titik kedua pada saluran tipe U ketika mengalami penyempitan. Titik ketiga pada saluran pembentuk aliran vortex yaitu pada putaran 60°, 180° dan 280°. Setelah pengukuran tinggi muka air selesai, kemudian dilakukan pengukuran kecepatan putar poros turbin *vortex*.



**Gambar 3.** Skema instalasi alat penelitian tampak atas

### 2.2 Prosedure Penelitian

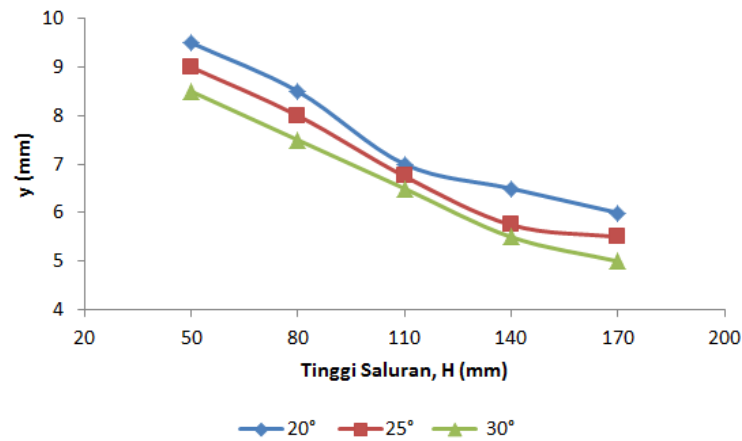
Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama yaitu persiapan alat dan instrumen yang meliputi pemasangan mistar tempel pada titik yang telah ditentukan seperti pada Gambar 3, pemasangan *reflectif mark* pada poros turbin *vortex*, pemasangan variasi saluran yang akan dilakukan pengambilan data dan persiapan instrumen untuk mencatat data nantinya. Tahap kedua yaitu dilakukan uji coba alat uji yang meliputi pengecekan kebocoran saluran dan memastikan alat penelitian dapat berfungsi dengan baik. Tahap ketiga yaitu pengambilan data yang meliputi kedalaman aliran air pada saluran tipe U (y), tinggi muka air pada penyempitan (hp), tinggi muka air pada pusaran yang meliputi 3 titik yaitu pada putaran 60°, 180° dan 280°, dan kecepatan putar poros turbin *vortex* yang diukur menggunakan tachometer. Tahap terakhir yaitu dilakukan pencatatan data yang diambil dan kemudian dilakukan analisis data.

### 2.3 Analisis Data

Penelitian ini menghasilkan beberapa data sebagaimana yang telah dijelaskan pada prosedur penelitian. Dari data yang telah diperoleh, dilakukanlah beberapa analisis data yang meliputi dimensi aliran, kecepatan aliran, spesifikasi aliran dan tinggi aliran air pada pusaran. Dimensi aliran dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (1), (2), dan (3), dimana persamaan tersebut dapat digunakan jika kedalaman air pada saluran diketahui. Kecepatan aliran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4), dimana sebelum menghitung perlu diketahui luas penampang aliran dan debit air. Dari analisis yang dilakukan dengan persamaan (1), (2), (3) dan (4) kemudian dapat diketahui klasifikasi aliran air dengan menghitung bilangan Reynolds dan bilangan Froude dengan menggunakan persamaan (5) dan (6). Kemudian analisis data terakhir yaitu mengetahui ketinggian air pada pusaran dengan melakukan rerata pada data (hv1), (hv2) dan (hv3). Dari data hasil pengambilan dan analisis data kemudian dilakukan pembahasan terkait hubungan ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap kedalaman aliran air pada saluran tipe U, kecepatan aliran air, klasifikasi aliran air, tinggi air pada penyempitan tinggi muka air pada pusaran dan kecepatan putar poros turbin *vortex*.

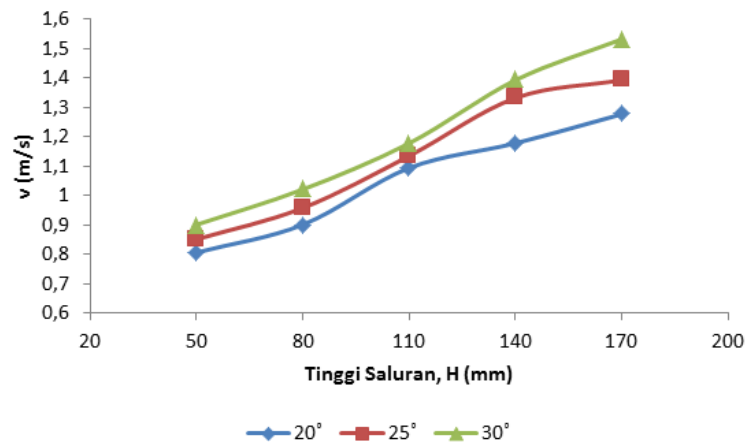
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap parameter aliran air dan putaran poros turbin *vortex*. Data tersebut dimuat dalam grafik hubungan variabel-variabel yang ada dalam penelitian yaitu kedalaman air pada saluran tipe U, kecepatan aliran air, klasifikasi aliran air, tinggi air pada penyempitan tinggi muka air pada pusaran dan kecepatan putar poros turbin *vortex*. Gambar 4 berikut disajikan grafik hubungan variasi ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap kedalaman aliran air (y)



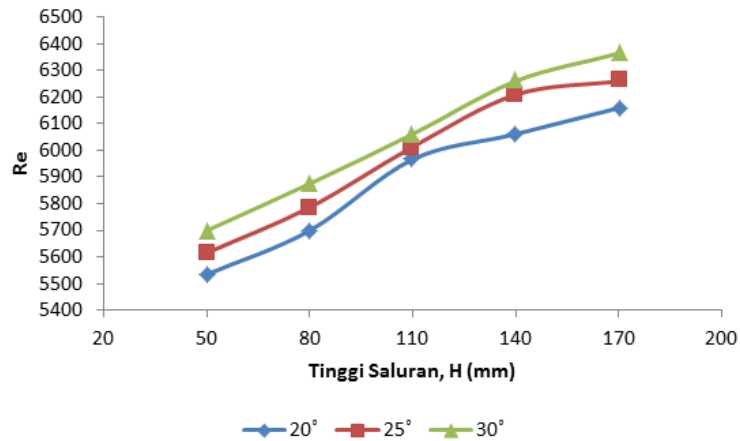
**Gambar 4.** Hubungan variasi ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap kedalaman aliran air (y)

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa kedalaman aliran air sangat dipengaruhi oleh ketinggian dan sudut kemiringan saluran tipe U. Dimana dari semua variasi yang telah dilakukan semakin tinggi saluran air maka kedalaman aliran pada saluran tipe U akan semakin rendah. Begitu juga semakin besar sudut kemiringan saluran air tipe U kedalaman airnya akan semakin rendah. Dimana semakin rendah kedalaman air pada saluran tipe U menunjukkan bahwa kecepatan aliran air yang mengalir pada saluran tipe U semakin cepat, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 4. Semakin sempit luas penampang aliran air maka semakin cepat aliran air yang mengalir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Dari penelitian yang dilakukan kedalaman aliran air tertinggi terjadi pada saluran dengan tinggi 50 mm dan sudut kemiringan 20° yaitu setinggi 9,5 mm dan kedalaman terendah terjadi pada saluran dengan tinggi 170 mm dan sudut saluran 30° yaitu setinggi 5 mm. Hasil kedalaman aliran air yang telah tersaji tersebut berdampak pada kecepatan aliran air seperti disajikan pada Gambar 5.

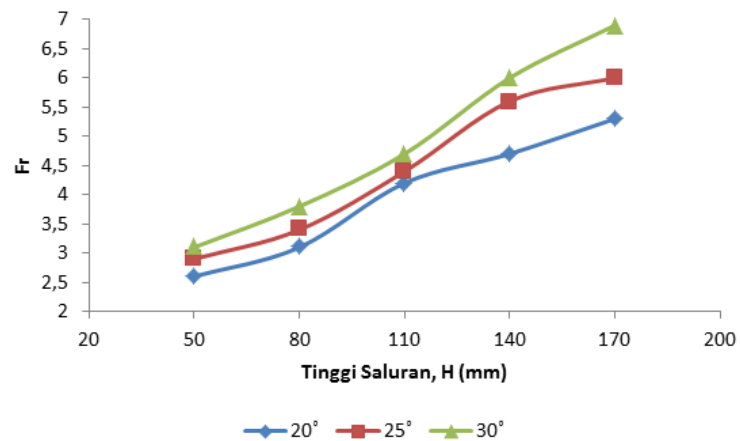


**Gambar 5.** Grafik hubungan variasi ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap kecepatan aliran air (v)

Dari perbandingan gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa semakin rendah tinggi muka air pada saluran tipe U maka semakin cepat aliran air yang mengalir. Perihal itu terjadi karena semakin tinggi *reservoir* maka semakin cepat aliran airnya, dan semakin pendek saluran air maka hambatan aliran air yang mengalir semakin berkurang sehingga kecepatan aliran air semakin meningkat. Dari data tersebut, menunjukkan bahwa tinggi muka air pada saluran air tipe U dipengaruhi oleh debit air dan variasi saluran yang digunakan dan kerugian *head* yang dialami oleh aliran air [11]. Diketuainya dimensi aliran air melalui kedalaman aliran air pada saluran tipe U dan kecepatan aliran air maka diketahui pula klasifikasi aliran air berdasarkan nilai bilangan Reynolds dan nilai bilangan Froude seperti yang tersaji pada Gambar 6 dan 7.



**Gambar 6.** Hubungan variasi ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap nilai bilangan Reynolds (Re)

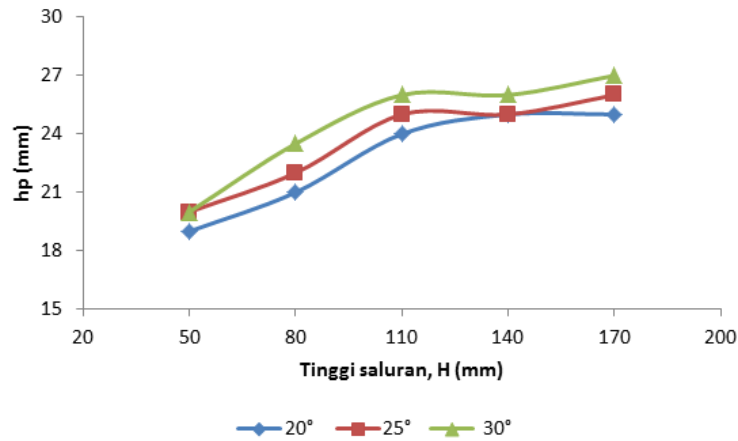


**Gambar 7.** Hubungan variasi ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap nilai bilangan Froude (Fr)

Pada gambar 5, gambar 6 dan gambar 7 menunjukkan bahwa kecepatan aliran air berbanding lurus dengan nilai bilangan Reynolds dan nilai bilangan Froude. Perihal itu terjadi kecepatan air ( $v$ ) yang semakin tinggi dan jari-jari hidrolis ( $R$ ) yang semakin kecil. Sehingga hasil perhitungan bilangan Reynolds dan bilangan Froude semakin tinggi [1].

Dari data pada Gambar 6 menunjukkan bahwa aliran yang mengalir memiliki klasifikasi aliran transisi dari laminar menuju turbulen karena nilai bilangan Reynolds lebih dari 500 namun kurang dari 12500. Peningkatan nilai bilangan Reynolds terjadi karena kecepatan aliran air yang di tepi dengan yang di tengah saluran berbeda. Dimana aliran air yang berada di tepi melambat karena bergesekan dengan dinding saluran yang mengakibatkan terjadinya turbulensi [12].

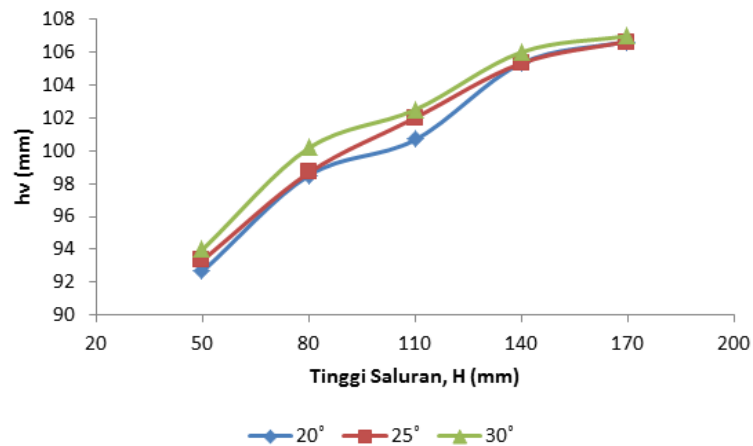
Dari data pada Gambar 7 menunjukkan bahwa aliran air yang mengalir pada saluran tipe U ini memiliki jenis aliran super kritis karena nilai bilangan Froude lebih dari 1. Dimana semakin besar nilai bilangan Froude maka aliran air semakin super kritis. Dimana aliran super kritis dapat mengakibatkan loncatan pada hilir saluran, sehingga nantinya juga bisa berdampak pada ketidak stabilan tinggi aliran pada pusaran air [13]. Dari hasil yang telah ditunjukkan pada Gambar 4-7 menunjukkan adanya pengaruh terhadap parameter aliran air, yang dimana juga berdampak pada aliran air selanjutnya yaitu pada tinggi aliran pada penyempitan seperti yang terlihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Hubungan variasi ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap tinggi air penyempitan (hp)

Gambar 8. menunjukkan bahwa ada pengaruh ketinggian saluran dan kemiringan saluran terhadap tinggi air penyempitan. Dimana tinggi air penyempitan berbanding lurus dengan kecepatan aliran air, dimana semakin cepat aliran air maka tinggi aliran air saat penyempitan semakin tinggi. Perihal ini terjadi karena tekanan air yang tinggi mengakibatkan loncatan air semakin tinggi, sehingga ketika melewati penyempitan tinggi muka air akan semakin tinggi karena adanya gaya loncatan akibat gesekan dengan dinding saluran [14].

Pada gambar 5 terdapat 3 kecepatan aliran yang sama, namun pada gambar 8 tinggi air penyempitan menunjukkan adanya perbedaan, perihal ini terjadi karena semakin kecil sudut kemiringan saluran maka panjang loncatan yang terjadi semakin panjang. Sehingga tinggi muka air saat bertemu dengan aliran yang berputar juga tinggi begitu juga saat air berpusar seperti yang disajikan pada Gambar 9.

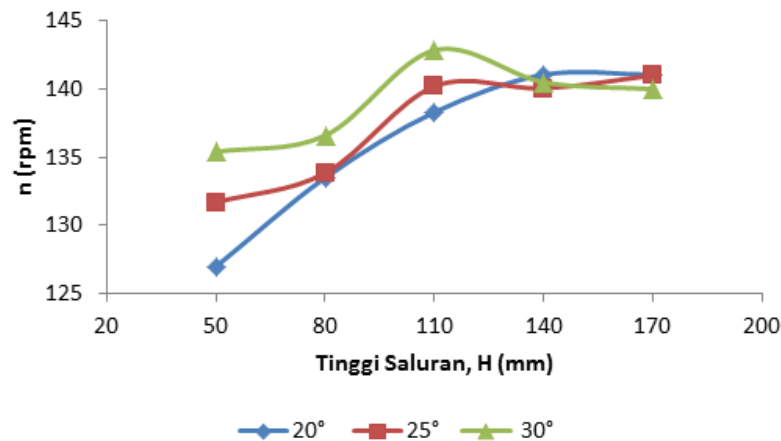


**Gambar 9.** Hubungan variasi ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap tinggi aliran vortex

Perbandingan gambar 5 dan gambar 9 menunjukkan semakin tinggi kecepatan aliran air maka tinggi aliran vortex juga semakin tinggi. Ketinggian aliran vortex yang terjadi memiliki ketinggian yang bervariasi. Perihal ini terjadi karena adanya gerakan lanjutan dari air pada saluran sebelum masuk ke dalam pusaran air, baik dari tinggi loncatan, gesekan dengan aliran air yang masuk, perbedaan kecepatan aliran air antar lapisan, perbedaan viskositas [14].

Ketinggian aliran vortex menunjukkan adanya perbedaan kecepatan aliran air antar lapisan aliran vortex. Ketinggian aliran vortex yang tinggi membuktikan adanya pelebaran diameter pusaran air. Dimana semakin tinggi aliran vortex bisa dimungkinkan diameter pusaran air melebihi batas diameter saluran vortex sehingga hantaman aliran air terhadap sudu turbin semakin sempit dan perihal itu berdampak pada kecepatan putar turbin vortex seperti yang ditampilkan pada Gambar 10.





**Gambar 10.** Hubungan variasi ketinggian dan sudut kemiringan saluran air terhadap kecepatan putar kincir air ( $n$ )

Pada gambar 10 menunjukkan menunjukkan terdapat pengaruh dari ketinggian saluran dan sudut kemiringan saluran air terhadap kecepatan putar poros turbin *vortex*. Dari gambar 10 bisa dibaca bahwa pada semakin tinggi saluran air maka semakin cepat kecepatan putar poros turbin *vortex* yang dihasilkan. Dalam grafik tersebut juga bisa dibaca semakin besar sudut kemiringan saluran maka semakin besar pula kecepatan putar poros turbin *vortex* yang dihasilkan. Namun kedua perihal tersebut tidak berlaku pada ketinggian saluran 140 mm dan 170 mm dikarenakan kecepatan aliran air yang terjadi pada ketinggian tersebut terlalu tinggi yang membuat ketinggian aliran air pada pusaran semakin tinggi, dan dimungkinkan diameter pusaran air juga melebihi lebar saluran pusar sehingga kebanyakan aliran air mengalami gesekan dengan dinding pusaran air yang mengakibatkan menurunnya kecepatan putar aliran air. Ketinggian pusaran air yang terlalu tinggi juga mengakibatkan gaya potensial aliran air untuk jatuh masuk ke dalam basin juga semakin besar, sehingga kecepatan putar poros turbin *vortex* lemah. Selain itu juga semakin tinggi kecepatan aliran air mengakibatkan hantaman aliran air terhadap sudu tidak maksimal karena aliran air *vortex* sangat tipis sehingga mengakibatkan putaran turbin rendah.

Dalam penelitian ini kecepatan putar poros turbin *vortex* tertinggi terjadi pada variasi ketinggian saluran air 0,11 m dan sudut kemiringan 30° dimana kecepatan putar yang dicapai adalah 142,85 dengan tinggi rata-rata pusaran air 102,5 dan kecepatan aliran pada saluran tipe U 1,178 m/s. Dilihat dari Gambar 9 dan kemudian dibandingkan dengan gambar 10 menunjukkan semakin tinggi pusaran air tidak berpengaruh signifikan terhadap putaran turbin *vortex*. Namun semakin luas hantaman aliran air terhadap sudu turbin membuat kecepatan putar turbin *vortex* semakin cepat. Dari pengamatan yang dilakukan aliran air yang memiliki ketinggian pusaran tinggi memiliki turunan yang lebih curam untuk masuk ke lubang basin yang dapat mengakibatkan hantaman aliran kepada sudu kurang maksimal [10].

Semakin tinggi aliran air pada pusaran juga dimungkinkan bahwa jari-jari pusaran yang terjadi semakin luas, perihal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi aliran air pada pusaran maka semakin kecil kecepatan aliran air di area keluar basin. Namun untuk pengukuran kecepatan aliran *vortex* dengan melihat kecepatan putar turbin *vortex* dengan menggunakan turbin air juga harus dibarengi oleh luasan hantaman aliran air terhadap sudu kincir air [15].

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi ketinggian dan sudut kemiringan saluran air tipe U yang dilakukan dalam penelitian ini berpengaruh terhadap parameter aliran air. Dimana semakin tinggi saluran air dan semakin besar sudut kemiringan saluran maka dimensi aliran air semakin kecil sehingga menunjukkan bahwa kecepatan aliran air semakin tinggi. Kecepatan aliran air yang tinggi mengakibatkan terjadinya peningkatan tinggi muka air pada penyempitan saluran dan ketika masuk pada saluran pembentuk aliran *vortex*.
2. Variasi ketinggian dan sudut kemiringan saluran air tipe U berpengaruh terhadap kecepatan putar poros turbin. Dimana semakin tinggi saluran air dan semakin besar sudut kemiringan saluran air, maka semakin besar kecepatan putar poros turbin *vortex*. Namun perihal tersebut tidak berlaku pada variasi ketinggian saluran air 140 mm dan 170 mm. Kecepatan aliran air yang terlalu tinggi mengakibatkan diameter *vortex* terlalu besar sehingga hantaman aliran air terhadap sudu turbin kurang luas yang

berpengaruh terhadap penurunan kecepatan putar poros turbin vortex.

- Kecepatan putar poros turbin vortex tertinggi terjadi pada variasi tinggi saluran 110 mm dengan sudut kemiringan saluran  $30^\circ$ . Dimana menghasilkan kecepatan putar sebesar 142,85 rpm. Dalam variasi dan tinggi saluran tersebut aliran air mengalir dengan kecepatan 1,178 m/s dengan tinggi air pada hilir saluran 6,5 mm dan kemudian air mengalami penyempitan sehingga aliran air memiliki tinggi 26 mm serta rata-rata ketinggian aliran air pada pusaran 102,5 mm. bagian ini harus ditampilkan seluruh data yang diperoleh dengan informasi yang cukup bagaimana data tersebut diperoleh. Analisa statistik boleh disampaikan jika dianggap perlu, atau cukup ditampilkan dalam grafik disertai standar deviasi serta *error bars* dan penjelasan arti signifikansi secara statistik dari standar deviasi maupun *error bars* dalam grafik tersebut.

## 5. APENDIX

Notasi	Nama	Satuan
$A$	Luas penampang	$m^2$
$P_i$	Keliling basah	$m$
$y$	Kedalaman aliran	$m$
$b$	Lebar saluran	$m$
$\rho$	Massa jenis	$kg/m^3$
$Q$	Debit air	$m^3$
$v$	Kecepatan aliran air	$m/s$
$\mu$	Viskositas dinamis	$kg.m/s$
$g$	Gaya gravitasi	$m/s^2$

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- RAUF, R., S. NUR., “ Analisis Perubahan Dasar Saluran Terbuka Akibat Variasi Debit pda Tingkat Aliran Kritis dan Super Kritis”, *Jurnal Teknik Hidro*, v. 12, n.1, pp.25-33, Feb, 2019.
- BOIMAU, K., NURHAYATI, R. N. SELAN., A. PRASETYO., “Pengaruh Variasi Ketinggian Reservoir Terhadap Daya Turbin Air Impuls dengan Sudu Bolak-Balik”, *Jurnal Mesin Nusantara*, v. 3, n. 1, pp. 9-16, Jun. 2020.
- SETIYAWAN. E. AFFANDY., L. A. ANZAR., “Analisis Kemiringan Dasar Saluran Pada Tersier Daerah Irigasi Donggala Kodi”, *Infrastruktur*, v. 7, n. 2, pp. 89-102, Des. 2017.
- KODOATIE, ROBERT J., *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Yogyakarta, ANDI OFFSET, 2002.
- PERWIRA, M., SUMONO., T. RIZALDI., “Kajian Saluran Irigasi Tersier di Desa Percut Daerah Irigasi Bandar Sidoras Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang”, *Keteknik Pertanian*, v. 6, n. 1, pp. 72-81, 2018.
- ASTUTI, G. Y., F. HARIATI., ”Studi Karakteristik Aliran Pada Flume Saluran Terbuka di Laboratorium Teknik Sipil Luka”, *Jurnal Rekayasa Sipil*, v. 5, n. 1, pp. 16-26, Jun. 2016
- YUSUF, R., K.ADHY., D. SURYO., “Pengaruh Lebar Sudu Terhadap Kinerja Turbin Vorteks”, *ASEAN Journal of System Engineering*, v. 2, n. 1, pp. 27-32, 2014.
- SUMANTRI, F., M. FITRI., “Perancangan Alat Uji Vortex Bebas dan Vortex Paksa”, *Zona Mesin*, v. 8, n. 2, pp. 1-9, Des. 2017.
- FITRIANSYAH., S. WAHYUDI., WINARTO., “Pengaruh Kedalaman Sudu Mangkok Terhadap Unjuk Kerja Turbin Kinetik”, *Rekayasa Mesin*, v. 11, n. 3, pp. 323-329, 2020.
- HAKIM, M., “Uji Eksperimental Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex Tipe Sudu Berpenampang Lurus Dengan Variasi Tinggi Sudu”, *Jurnal Teknik Mesin*, v. 6, n. 1, pp. 85-95, 2018.
- NENO, A. K., H. HARIJANTO., A. WAHID., “Hubungan Debit Air dan Tinggi Muka Air di Sungai Lambagu Kecamatan Tawaeli Kota Palu”, *Warta Rimba*, v. 4, n. 2, pp. 1-8, Des. 2016.
- JUNAIDI, F. F., “Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera Sampai dengan Pulau Kemaro)”, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, v. 2, n. 3, pp. 541-552, Sep. 2014.

- [13] NURJANAH, D., “Analisis Tinggi dan Panjang Loncat Air pada Bangunan Ukur Berbentuk Setengah Lingkaran”, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, v. 2, n. 3, pp. 578-582, Sep. 2014.
- [15] FARUK, U., KAMIRAN., “Analisis Pengaruh Aliran Turbulen Terhadap Karakteristik Lapisan Batas pada Pelat Datar Panas”, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, v. 1, n. 1, pp. 57-60. 2012.
- [16] ZAINUDDIN., B. RAHMAT., “Pengujian Alat Uji Vortex Bebas dan Vortex Paksa”, *Zona Mesin*, v. 8, n. 3, pp. 5-12, Des. 2017.