

# Investigasi Konstanta Bachelor dan Kolmogorov Model Turbulen k- $\epsilon$ Standard untuk Turbin Piko Hidro Jenis Crossflow = Investigation of Bachelor and Kolmogorov Constant of k- $\epsilon$ Standard Turbulent Model for Pico Hydro Turbine Type Crossflow

Dendy Adanta, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20499871&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Piko hidro merupakan salah satu solusi tepat untuk mengatasi krisis energi listrik untuk daerah terpencil di Indonesia. Hasil kajian merekomendasikan tiga jenis turbin piko hidro yang diusulkan sebagai pembangkit listrik mandiri, yaitu: roda air langkah bawah untuk kondisi 0-0.2 m, turbin crossflow untuk 0.5-3 m dan turbin Turgo untuk 3-5 m. Ketiga usulan jenis turbin ini berdasarkan karakter sungai Indonesia yang dikategorikan tinggi jatuh rendah (low-head) atau di bawah 5 m.

Di studi piko hidro, metode computational fluid dynamics (CFD) merupakan metode yang sering digunakan karena murah dan cepat. Lebih lanjut, metode CFD dipilih karena dapat memvisualisasikan medan aliran lebih rinci dibanding metode lainnya, sehingga proses transfer energi air ke sudu dapat dipahami dengan baik. Penggunaan metode CFD yang masif di turbin studi piko hidro menjadi motivasi untuk meningkatkan akurasi dan presisi prediksi model turbulen  $k-\epsilon$  standard. Investigasi model turbulen  $k-\epsilon$  standard dilakukan di turbin crossflow. Turbin crossflow dipilih karena medan aliran yang terjadi lebih kompleks dibanding turbin lainnya. Sehingga, model turbulen  $k-\epsilon$  standard ketika diaplikasikan pada turbin lain juga valid untuk digunakan.

Di turbin piko hidro jenis crossflow, proses diffusiv aliran karena perpindahan panas tidak mendominasi karena fluida yang mengalir adalah air. Sehingga, asumsi yang digunakan adalah isothermal dan adiabatik ( $\gamma=0.845$ ). Konsekuensi, pada turbin piko hidro, laju dissipasi aliran (luluhnya energi yang dikandung air) lebih didominasi oleh olakan dan mixing. Di  $k-\epsilon$  standard, olakan dan mixing direpresentasikan dengan konstanta Bachelor ( $C_{\mu}=1$ ) dan Kolmogorov ( $C_{\epsilon_2}=2$ ). Studi ini menggunakan pendekatan Yakhot dan Orszag ( $C_{\mu}=1, C_{\epsilon_2}=2, C_{\epsilon_1}=0.03, \gamma=0.845$ ) dimana terdapat sebelas variasi  $C_{\mu}$  dan  $C_{\epsilon_2}$  yang dikaji. Lebih lanjut, dikarenakan proses perancangan turbin crossflow belum konprehensif, kajian pengaruh kedalaman sudu (H) terhadap proses konversi energi juga akan dilakukan.

Dari hasil, kedalaman sudu (H) mempengaruhi proses konversi energi di turbin crossflow. Hal ini dikarenakan kedalaman sudu (H) mempengaruhi arah dan besaran kecepatan mutlak dan relatif, sehingga berdampak pada daya yang diserap sudu. Lebih lanjut, di proses perancangan turbin crossflow, coefficient of discharge ( $C_d$ ) merupakan variabel penting karena ini akan mempengaruhi nilai kecepatan mutlak dan ukuran diameter runner. Hasil pengujian menunjukkan bahwa  $C_d$  sebesar 0.95 sebagai konstanta universal dianggap kurang tepat. Hasil analisis menunjukkan bahwa  $C_d$  untuk perancangan turbin piko hidro jenis crossflow dipengaruhi oleh kecepatan

spesifik fungsi daya ( $\frac{P}{\rho g Q H}$ ). Rentang  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; antara 0.23 hingga 0.74 untuk  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; dari 24.36 hingga 114.54 direkomendasikan untuk perancangan piko hidro jenis crossflow.

Untuk mendapatkan nilai  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; dan  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; hasil CFD diverifikasi dan divalidasi menggunakan hasil PIV. Analisis CFD dan PIV dilakukan dengan dengan kondisi pengujian objek statik (runner diam). Dari hasil pengujian,  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; = 1.5 dan  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; = 1.27 menunjukkan error lebih kecil terhadap hasil PIV daripada variasi lainnya.  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; sebesar 1.5 mirip dengan hipotesa Kolmogorov. Sehingga, untuk kondisi adiabatik dan isothermal nilai  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; sebesar 1.5 dipertimbangkan sebagai konstanta universal untuk metode CFD. Sedangkan  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; sebesar 1.27 menunjukkan bahwa medan aliran yang terjadi masih di rezim sub range inertia, dimana energi kinetik turbulen masih tinggi. Pada rezim sub range inertia,  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; mendekati 1 mengindikasikan large-scale mendominasi proses mixing daripada olakan kecil. Dengan demikian, nilai  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; sebesar 1.27 dan  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; sebesar 1.5 terverifikasi untuk digunakan  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; dan  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; yang terverifikasi dan tervalidasi digunakan untuk studi turbin crossflow dengan kondisi dinamik. Kondisi dinamik CFD dilakukan menggunakan pendekatan 6-DoF di  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; = 0.2 kW dengan variasi preload sebesar 1.2 hingga 2.46 N·m. Dari hasil komputasi, prediksi dapat dikatakan presisi dengan perbedaan konsisten lebih tinggi  $\pm 3$  kali terhadap data eksperimen. Dengan demikian,  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; sebesar 1.5 dan  $\frac{P}{\rho g Q H}$ ; sebesar 1.27 adalah kesepakatan yang baik untuk metode CFD turbin piko hidro jenis crossflow.