

## INTISARI

Turbin angin 3-dimensi merupakan turbin angin yang didesain berdasarkan sudut *chord*, *pitch*, dan *swept*. Pada penelitian ini akan disimulasikan dua jenis sudu: sudu *backward*, dan *forward*. Sudu *backward* merupakan sudu yang memiliki sudut *swept* negatif, sedangkan sudu *forward* memiliki sudut *swept* positif. Parameter *chord* dan *pitch* pada kedua sudu tersebut disamakan, agar hasil hanya tergantung pada sudut *swept*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan performa kedua jenis sudu tersebut. Selain itu akan diteliti pula hubungan antara fenomena *stall* dengan visualisasi *limiting streamlines* pada permukaan sudu, distribusi daya sepanjang sudu, dan struktur pada kedua jenis sudu.

Penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi antara sudut *swept backward*  $-23,5^\circ$  dan sudut *swept forward*  $+23,5^\circ$  dengan menggunakan airfoil NACA 4412. Simulasi dilakukan dengan metode volume hingga, dan menggunakan model turbulen k-omega SST dengan mengasumsikan aliran *incompressible* dan *steady*. Domain komputasi menggunakan *structured hexahedral mesh* tipe *H-shaped* dengan nilai  $y^+=4$  agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Penelitian dilakukan dengan variasi putaran sudu 120 RPM, 150 RPM, dan 180 RPM pada kecepatan angin 2 m/s sampai 16 m/s.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudu *backward* memiliki performa lebih baik dibandingkan sudu *forward*. Koefisien daya maksimum yang diraih oleh sudu *backward* adalah 4,6 sedangkan pada sudu *forward* 4,2. Pada sudu *backward*, *stall* dapat tertunda lebih lama dibandingkan pada sudu *forward* terhadap kecepatan angin. Fenomena *stall* dapat diamati secara visual dengan karakteristik *limiting streamlines*. Fenomena *stall* ditandai dengan separasi lapis batas pada daerah *trailing edge*, dimana *streamlines* pada *root* mengalir menuju *tip*. Ditinjau dari defleksi maksimum dan tegangan maksimum, sudu *forward* memiliki struktur yang lebih baik dibandingkan sudu *backward*.

**Kata kunci:** Turbin angin 3-dimensi, *swept*, *CFD*, *structured hexahedral mesh*, k-omega SST, daya, *stall*, distribusi daya, defleksi, tegangan

## ABSTRACT

The 3-dimensional wind turbine is a wind turbine designed based on chord, pitch, and swept angles. In this research will be simulated two type of blades: backward and forward. The backward blade is the blade that has a negative swept angle, whereas the forward blade has a positive swept angle. The chord and pitch parameters of both blades are equalized, in orther that result depends only on the swept angle. The purpose of this research is to know and compare the performance of both types of the blade. In addition, the relationship between the stall phenomenon and the visualization of limiting streamlines on the blade surface, the distribution of power along the blade and structure of both types of blade will also be examined.

The study was conducted by comparing the simulation result between the swept backward angle  $-23.5^\circ$  and the swept forward angle  $+23.5^\circ$  using the NACA 4412 airfoil. The simulation was running with finite volume method, and using the k-omega SST turbulent model by assuming incompressible and steady flow. Domain computing uses structured hexahedral mesh type H-shaped with value  $y^+ = 4$  in order to get better results. The research was conducted with variations of 120 RPM blades, 150 RPM, and 180 RPM at wind speeds of 2 m/s to 16 m/s.

The results show that the backward blade performs better than the forward blades. The maximum power coefficient achieved by the backward blade is 4.6 while the forward blade is 4.2. On the backward blade, the stall can be delayed longer than the forward blade. Stall phenomenon can be observed visually with limiting streamlines characteristics. The stall phenomenon is characterized by boundary layer separation in the trailing edge area, where streamlines in the root flow toward the tip. Based on maximum deflection and maximum stress, the forward blades have better structure than the backward blades.

**Keywords:** The 3-dimensional wind turbine, swept, CFD, structured hexahedral mesh, k-omega SST, power, stall, power distribution, deflection, stress