

# **Pengembangan Metodologi Perancangan Sudu Turbin Angin Pembangkit Listrik Kecepatan Rendah Berbasis Komputasi Cerdas**

Ismoyo Hariyanto

## **Abstrak**

Penyediaan energi di masa depan merupakan permasalahan yang senantiasa menjadi perhatian semua bangsa karena bagaimanapun juga kesejahteraan manusia dalam kehidupan modern sangat terkait dengan jumlah dan mutu energy yang dimanfaatkan. Bagi Indonesia yang merupakan salah satu negara sedang berkembang, penyediaan energy merupakan faktor yang sangat penting dalam mendorong pembangunan. Seiring dengan meningkatnya pembangunan terutama pembangunan di sektor industri, pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan energi terus meningkat. Sampai saat ini minyak bumi masih merupakan sumber energi utama dalam memenuhi kebutuhan di dalam negeri Indonesia. Akan tetapi adanya kenyataan cadangan minyak yang semakin menipis maka upaya penyediaan energi non-minyak untuk memenuhi kebutuhan energi di dalam negeri harus dikembangkan.

Salah satu energi alternatif yang cukup luas dikembangkan di banyak negara adalah energi angin. Hal ini disebabkan pemanfaatan energi angin memberikan tingkat resiko yang lebih rendah (misalnya dibandingkan dengan energi nuklir) dan relatif tidak memberikan polusi terhadap lingkungan.

Di Indonesia, instalasi turbin angin sebagai pembangkit listrik juga telah dibangun di beberapa daerah sebagai realisasi pemanfaatan energi angin. Namun demikian pemanfaatannya masih sangat terbatas, hanya meliputi daerah pesisir saja. Hal ini disebabkan karena di luar daerah tersebut kecepatan angin relatif rendah, berkisar 3 – 5 m/s, sehingga turbin angin tidak beroperasi secara maksimal. Oleh karena itu, agar pemanfaatan energi angin di Indonesia lebih optimal maka perlu dilakukan pengembangan turbin angin yang mampu beroperasi pada kecepatan angin rendah.

Di sisi lain, dalam perancangan turbin angin, keberhasilan perancangan sudu (blade) merupakan kunci utama untuk memperoleh turbin angin pembangkit listrik yang ekonomis. Sedangkan salah satu aspek terpenting dalam perancangan sebuah sudu turbin angin adalah pemilihan airfoil.

Selama ini airfoil dipilih secara apriori. Kemudian data-data hasil pengujian/analisis airfoil tersebut, yang meliputi koefisien gaya angkat (lift), gaya tahan (drag) dan momen aerodinamika, digunakan sebagai dasar analisis dan proses perancangan lebih lanjut. Dengan metodologi ini pemilihan airfoil menjadi sangat terbatas, hanya airfoil yang sudah ada data eksperimental/analisisnya. Akibatnya proses optimasi secara menyeluruh tidak dapat dilakukan.

Pada penelitian ini telah dikembangkan metodologi alternatif perancangan sudu turbin angin berbasis komputasi cerdas. Mula-mula beberapa profil airfoil dibangkitkan melalui transformasi variabel kompleks (transformasi Karman-Trefftz atau Jukowski) kemudian koefisien gaya angkat, gaya tahan dan momen aerodinamika dihitung secara numerik dengan CFD (Computational Fluid Dynamics). Data-data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk melatih Jaringan Syaraf Tiruan/JST (Artificial Neural Network/ANN). Dengan JST yang sudah terlatih ini koefisien gaya dan momen aerodinamik dapat

*secara langsung ditentukan jika geometri airfoil diberikan tanpa harus melakukan eksperimen terowongan angin maupun komputasi, begitu pula sebaliknya.*

*Dengan metodologi seperti ini selanjutnya perancangan sudu turbin angin dapat diformulasikan sebagai multidisciplinary optimization (MDO) dimana sebagai variabel perancangan geometri dan planform sudu turbin, panjang chord, distribusi sudut punter (twist), karakteristik gaya angkat (lift) dan gaya tahan (drag).*

**Kata kunci:** aerodinamika, Artificial Neural Network, Computational, Genetic Algorithm, Multidisciplinary Optimization, sudu, turbin angin, transformasi Karman-Trefftz, transformasi Jukowski

