

PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK UNTUK MERANCANG BILAH TURBIN ANGIN BERBASIS PYTHON

Oleh
M. Fahril Aditya
16/394994/TK/44286

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 23 Desember 2020
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa menyebabkan kecepatan angin rata-rata di daerah ini hanya berkisar di antara 3-6 m/s dan digolongkan sebagai kecepatan angin rendah, sehingga diperlukan rancangan turbin angin yang tepat agar energi anginnya dapat dimanfaatkan secara optimal. Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi perancangan turbin angin juga ikut berkembang dengan hadirnya berbagai perangkat lunak yang mampu melakukan perhitungan dan simulasi pada turbin angin. Salah satunya adalah QBlade, yang menerapkan teori *Blade Element Momentum* (BEM) sebagai dasar dari algoritmanya. Namun, QBlade dengan bagian XFOIL-nya tidak mampu memasok data karakteristik airfoil pada bilangan Reynolds yang rendah ($Re < 100.000$) atau pada kecepatan angin rendah seperti di Indonesia yang menyebabkan perhitungan tidak akan akurat dan mempersulit perancangan bilah turbin angin. QBlade juga tidak memiliki fitur linierisasi yang berfungsi untuk melakukan penyederhanaan geometri bilah hasil perancangan dengan tujuan mempermudah proses manufaktur dan menurunkan biaya pembuatan bilah turbin angin.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang-bangun perangkat lunak untuk merancang bilah turbin angin pada kecepatan angin rendah seperti kondisi geografis Indonesia dan memiliki fitur linierisasi. Hasilnya, didapatkan perangkat lunak yang memenuhi kriteria tersebut. Perangkat lunak ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dan juga menerapkan teori BEM sebagai dasar algoritma perhitungannya. Dari proses verifikasi terhadap QBlade, secara kualitatif didapatkan pola grafik C_p -TSR yang sama dan secara kuantitatif didapatkan persentase selisih rata-rata nilai koefisien daya maksimal ($C_{p,max}$) dari perangkat lunak ini pada kecepatan angin rendah adalah sebesar 7,48% untuk data *airfoil* yang bersumber dari XFOIL dan 7,13% untuk data *airfoil* yang bersumber dari penelitian Selig, serta pada kecepatan angin tinggi adalah sebesar 8,79% sehingga dapat dikatakan bahwa perangkat lunak ini terverifikasi dan layak untuk digunakan.

Kata kunci: Bilah turbin angin, ekstrapolasi airfoil, linierisasi geometri, *blade element momentum*, koefisien daya.

Pembimbing Utama : Ir. Kutut Suryopratomo, M.T., M.Sc.

Pembimbing Pendamping : Ir. Agus Arif, M.T.

DEVELOPMENT OF PYTHON-BASED SOFTWARE FOR WIND TURBINE BLADES DESIGN

by

M. Fahril Aditya
16/394994/TK/44286

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on December 23rd, 2020
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

ABSTRACT

Indonesia, which located on the equator, has the average wind speed of only around 3-6 m/s and is classified as a low wind speed, so it is necessary to design a proper wind turbine to optimally utilized its wind energy. Along with the times, wind turbine design technology also develops with the presence of various software that can perform calculations and simulations on wind turbines. One of the software is QBlade, which applies the Blade Element Momentum (BEM) theory as the basis of its algorithm. However, QBlade, with its XFOIL section, was unable to supply airfoil characteristics data at low Reynolds numbers ($Re < 100,000$) or at low wind speeds such as in Indonesia that caused the calculation to be inaccurate and complicated the design of wind turbine blades. QBlade also does not provide a linearization feature that functions to simplify the geometry of the designed blades with the purpose to ease the manufacturing process and reduce the cost of producing wind turbine blades.

This study aims to design a software for designing wind turbine blades that are capable of blades design at low wind speeds (such as Indonesia's geographic conditions) and have a linearization feature. As a result, the software that meets these criteria obtained. This software was built using the Python programming language and also applied the BEM theory as the basis for its calculation algorithm. From the verification process against QBlade, qualitatively the same C_p -TSR curve was obtained and quantitatively the average difference percentage of the maximum power coefficient ($C_{p,max}$) of the software at low wind speeds was 7.48% for airfoil data from XFOIL and 7.13% for airfoil data from Selig's research, and also 8.79% at high wind speeds. It can be said that this software was verified and feasible to use.

Keywords: Wind turbine blade, airfoil extrapolation, geometry linearization, blade element momentum, power coefficient.

Supervisor : Ir. Kutut Suryopratomo, M.T., M.Sc.

Co-supevisor : Ir. Agus Arif, M.T.