

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science

**NUMERICAL INVESTIGATION OF MULTI-PLANE H-DARRIEUS
TURBINE FOR OCEAN CURRENT ENERGY GENERATION**

PUTERI NURFARAH ADAWIYAH TASLIN

MARCH 2023

Main Supervisor : Gs. Ts. Aliashim Albani, PhD

Co-Supervisor : Professor Ts. Mohd Zamri Ibrahim, PhD

Faculty : Faculty of Ocean Engineering Technology and Informatics

Environmental pollution caused by the energy sector has become a serious matter; world scientists have come up with solutions by exploring the clean energy that can be reaped straight from another green resources. Meanwhile, it is proven that the vertical axis turbine is the best choice for harvesting kinetic energy from any low-speed ocean current. Compared to the Savonius blade, the Darrieus was reported to have higher efficiency but produces small torque, which must be overcome since negative torque means poor efficiency. Hence, the multi-plane blade concept was identified as the best approach for increasing starting torque without lowering rotor efficiency and improving efficiency using the selected foils. There is a need to better understand the hydrodynamics of multi-plane Darrieus on both a quantitative and qualitative level by analyzing their hydrodynamic performance and determining the ideal number of blade planes. Choosing the right foil is crucial for achieving the best lift, drag, and power coefficients, as different types of foils have variable efficiency. As a result, the NASA NLF 0416 is given better values than other foils in lift-drag ratio, resulting in higher turbine blade energy efficiency. Then, using NASA NLF 0416, the three-dimensional design of single and multiplane blades was conducted using Solidworks and Ansys Design Modeler. The mesh was established in Ansys ICEM CFD and simulated using Fluid Flow (Fluent) to extract the torque for power coefficient (C_p) calculation. The finding showed that the greater number of blades resulted in less simulation time and higher torque, leading to the increment in the value of power coefficient, C_p . The result obtained concludes that the triplane showed the

highest power coefficient (C_p) value, ranging between 0.259 and 0.308 at pitch angles of 0° to 20° at a constant speed of 1.0 m/s. The pressure contour shows that there is a maximum dynamic pressure at the lower side of the single plane blades. This also occurred at the lower side of biplane and triplane. Thus, when the dynamic pressure increases, the power also increases where results revealed that the power coefficient increases with the number of blades and the pitch angle.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu
sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Sarjana Sains

**PENILAIAN BERANGKA TERHADAP H-DARRIEUS TURBIN PELBAGAI
BILANGAN BILAH BAGI PENJANAAN TENAGA DARIPADA ARUS LAUT**

PUTERI NURFARAH ADWIYAH TASLIN

MAC 2023

Penyelia Utama : Gs. Ts. Aliashim Albani, PhD

Penyelia Bersama : Profesor Ts. Mohd Zamri Ibrahim, PhD

Fakulti : Fakulti Teknologi Kejuruteraan Kelautan dan Informatik

Pencemaran alam sekitar yang disebabkan oleh sektor tenaga telah menjadi satu perkara yang serius; saintis dunia telah memperkenalkan penyelesaian kepada masalah ini dengan meneroka sektor tenaga bersih yang boleh dijana daripada sumber tenaga pelbagai sumber lain. Sementara itu, adalah terbukti bahawa turbin paksi menegak adalah pilihan terbaik untuk meraih tenaga kinetik daripada arus lautan dengan berkelajuan rendah. Berbanding Savonius, Darrieus dilaporkan mempunyai kecekapan yang lebih tinggi namun menghasilkan daya kilasan yang kecil, yang mesti diatasi kerana daya kilasan negatif bermakna kecekapan yang rendah. Oleh itu, konsep bilah berbilang dikenali pasti sebagai satu pendekatan untuk meningkatkan daya kilasan permulaan tanpa mengurangkan kecekapan rotor dan meningkatkan kecekapan menggunakan foil yang dioptimumkan. Terdapat keperluan untuk lebih memahami hidrodinamik Darrieus berbilang bilah pada tahap kuantitatif dan kualitatif dengan menganalisis prestasi hidrodinamik dan menentukan bilangan bilah yang ideal. Memilih hidrofoil yang betul adalah penting untuk mencapai pekali daya angkat, seretan dan kuasa yang terbaik, kerana pelbagai jenis foil mempunyai kecekapan berbeza. Hasilnya, NASA NLF 0416 menunjukkan nilai yang lebih baik daripada foil lain dalam daya angkat dan daya seret, menghasilkan kecekapan tenaga bilah turbin yang lebih tinggi. Kemudian, menggunakan NASA NLF 0416, reka bentuk tiga dimensi bilah tunggal dan berbilang telah dijalankan menggunakan Solidwork dan ANSYS Design modeler. Mesh telah dihasilkan dalam Ansys ICEM CFD dan disimulasikan menggunakan ANSYS Fluid Flow (Fluent) untuk mengekstrak daya

kilasan bagi pekali kuasa serta pengiraan C_p . Dapatan kajian menunjukkan bahawa bilangan bilah yang lebih banyak menghasilkan masa simulasi yang kurang dan daya kilasan yang lebih tinggi, membawa kepada peningkatan pekali kuasa, C_p . Keputusan yang diperolehi menyimpulkan bahawa bilah satah gandaan tiga menunjukkan nilai pekali kuasa (C_p) tertinggi, antara 0.259 dan 0.308 pada sudut jarak bermula 0° hingga 20° pada kelajuan malar 1.0 m/s. Kontur tekanan menunjukkan bahawa terdapat tekanan dinamik maksimum pada bahagian bawah bilah satah tunggal. Keadaan ini juga berlaku kepada kontur di bilah satah berkembar dan bilah satah gandaan tiga. Apabila tekanan dinamik meningkat, kuasa juga meningkat dimana hasilnya mendedahkan bahawa pekali kuasa meningkat selari dengan bilangan bilah dan sudut jarak.