



ANALISIS KINERJA AIRFOIL S2091 PADA BILANGAN REYNOLDS RENDAH

Oleh

Iskandar Ali Mubarak

16/394990/TK/44282

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

INTISARI

Pemanfaatan energi angin sebagai salah satu energi baru terbarukan di Indonesia masih kurang. Hal ini disebabkan potensi angin di Indonesia yang mayoritas memiliki karakteristik kecepatan angin yang rendah (< 3 m/s). Dengan potensi angin tersebut, turbin angin dengan desain peruntukan kecepatan angin rendah tepat untuk dikembangkan di Indonesia. Salah satu upaya untuk merancang turbin angin kecepatan rendah adalah dengan menggunakan *airfoil* yang dirancang untuk R_n rendah pada rancangan bilah turbin angin. Salah satu *airfoil* yang dirancang untuk R_n rendah adalah *airfoil* tipe S2091. Beberapa penelitian secara eksperimental mengenai karakteristik koefisien gaya angkat dan koefisien gaya hambat *airfoil* S2091 telah dilakukan, namun pada rentang bilangan Reynolds aliran udara kurang dari 100.000 tidak memberikan data yang cukup. Penelitian ini melakukan analisis taksiran untuk nilai koefisien gaya angkat dan koefisien gaya hambat dari *airfoil* S2091 pada rentang kerja bilangan Reynolds 8.000 hingga 100.000.

Penelitian dilakukan menggunakan metode CFD secara dua dimensi (2D) untuk mengetahui nilai taksiran koefisien gaya angkat dan koefisien gaya hambat dari *airfoil*. Domain komputasional pada CFD dibuat menyerupai dengan geometri pada penelitian *airfoil* S2091 di terowongan angin *Princeton University*. Studi independensi *mesh* dilakukan untuk memperoleh hasil koefisien gaya angkat dan koefisien gaya hambat yang konvergen. Proses validasi pemodelan numerik dilakukan pada bilangan Reynolds 60.000 dan 100.000, yang mana kedua bilangan Reynolds tersebut diuji pada penelitian eskperimental menggunakan terowongan angin. Proses validasi pemodelan numerik dilakukan dengan mengkalibrasi nilai *turbulence intensities* pada aliran fluida di sekitar *airfoil*. Setelah proses validasi terpenuhi, pengambilan data koefisien gaya angkat dan gaya hambat dilakukan pada bilangan Reynolds 8.000, 20.000, 40.000, 60.000, dan 100.000. Proses pengambilan data juga dilakukan dengan variasi sudut serang dari 0 derajat hingga diketahui sudut serang kritisnya, dimana nilai koefisien gaya angkat mencapai nilai



maksimumnya. Dari penelitian ini diperoleh taksiran koefisien gaya angkat (C_L) dan koefisien gaya hambat (C_D) dari *airfoil* tipe S2091 pada rentang kondisi bilangan Reynolds aliran udara dari 8.000 hingga 100.000 dengan kualitas taksiran yang jika dibandingkan dengan hasil eksperimental di *Princeton University* pada Rn 60.000 memiliki *error* relatif terbesar untuk C_L adalah 15,97% pada AoA $6,8^0$ dan -18,72% pada AoA $2,23^0$ untuk C_D . Selain itu, pada Rn 100.000 memiliki *error* relatif terbesar 10,47% pada AoA $7,84^0$ untuk C_L dan 71,08% pada AoA $12,38^0$ untuk C_D .

Kata kunci: *airfoil* S2091, komputasi dinamika fluida, koefisien gaya angkat, koefisien gaya hambat

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

Pembimbing Pendamping : Ir. Ester Wijayanti, M.T.



PERFORMANCE ANALYSIS OF THE S2091 AIRFOIL AT LOW REYNOLDS NUMBER

by

Iskandar Ali Mubarak

16/394990/TK/44282

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on July 23rd, 2019
in partial fulfilment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

ABSTRACT

Utilization of wind energy as a new and renewable energy in Indonesia is still rare. This is due to the fact that the potential wind speed in most area in Indonesia is characterized as low (< 3 m/s). As such condition, a low speed wind turbine design is more appropriate to be developed here. One of many attempt to develop a low speed wind turbine in Indonesia is by using an air-foil especially designed for low R_n in the wind turbine blades. And one of the air-foil, which is designed for low R_n - is S2091 type. Several experimental studies on the characteristics of lift and drag coefficient of the S2091 air-foil in the Reynolds number range of less than 100,000 have been carried out but it does not provide sufficient data. This study is to try to analyze the estimated value of lift and drag coefficient of the S2091 air-foil in the working range of Reynolds numbers 8,000 to 100,000.

The study was conducted using the two-dimensional (2D) CFD method to determine the estimated coefficient of lift and drag of the air-foil. The computational domain in CFD is made similar to the geometry of the S2091 air-foil study in the wind tunnel of Princeton University. A mesh independence study was carried out to obtain convergent results of the lift and drag coefficients. The numerical modeling validation process is carried out at Reynolds numbers 60,000 and 100,000, both of which were tested in experimental research using wind tunnels, The validation process of numerical modelling is done by calibrating the value of turbulence intensities in the fluid flow around the air-foil. After the validation process is fulfilled, the process of collecting data for the value of the lift and drag coefficient is done at Reynolds numbers 8,000, 20,000, 40,000, 60,000, and 100,000. The data collection process was also carried out with variations in the angle of attack from 0 degrees until the critical angle of attack became known where the coefficient of lift reached its maximum value. And it has been achieved from this study, the results of the estimated lift coefficient (C_L) and the drag coefficient (C_D) of S2091 air-foil in the condition range of Reynolds air flow number from 8,000 to 100,000 with an estimated quality compared to the experimental results at



Princeton University at Rn 60,000 had the biggest relative error for C_L of 15.97% at AoA 6.8^0 and -18.72% at AoA 2.23 for C_D . Beside that, at Rn 100,000 the biggest relative error is 10.47% at AoA 7.84^0 for C_L and 71.08% at AoA 12.38^0 for C_D .

Keywords: airfoil S2091, computational fluid dynamic, coefficient of lift, coefficient of drag

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

Co-supervisor : Ir. Ester Wijayanti, M.T.