

PERFORMANCE ANALYSIS OF WIND TURBINE BY USING OPEN SOURCE SOFTWARE**PEERAKIT KEKINA 5736348 EGMI / M****M.Eng. (MECHANICAL ENGINEERING)****THESIS ADVISORY COMMITTEE : CHAKRIT SUVANJUMRAT, D.Eng.,
EKACHAI CHAICHANASIRI, Ph.D.****ABSTRACT**

The wind turbine performance was analyzed using computational fluid dynamics (CFD) method. Both 2-D airfoil and 3-D wind turbine code were applied with the open source software, OpenFOAM. The 2-D airfoil, NACA 0015 had used turbulence model, S-A model, RNG $k-\varepsilon$ model and Menter SST $k-\omega$ model for implementation. The CFD results were validated with wind tunnel experiment data at Re of 160,000 and 360,000 under the AOA of 0-20 degree. The good agreement of turbulence model in the AOA range of 0-10 degree was the Menter SST $k-\omega$ model which obtained an average error of 10.96% and 24.76% for C_L and C_D , respectively. The 3-D wind turbine formed with the NACA 0015 airfoil profile was simulated at the wind velocity of 2, 5 and 9 m/s under the TSR of 7. The initial velocity of 2-D airfoil simulation was extracted from 3-D wind turbine in rotational zone. The power of wind turbine was calculated using the 2-D airfoil results with the BEM theory to compare with the 3-D wind turbine. The average error of power was obtained at 19.28%. The 3-D wind turbine model with NACA 642-015a airfoil profile was created using the reverse engineering method to analyse the mechanical power. This wind turbine had the maximum C_p of 0.45 at the TSR of 7 and produced the power output of 0.09-1.46 kW for wind velocity of 2-5 m/s. The performance analysis of wind turbine using OpenFOAM software is useful and it eliminates the expensive license cost of CFD software.

KEY WORDS: WIND TURBINE PERFORMANCE / CFD / OpenFOAM / BEM

124 pages

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพกังหันลมด้วยการใช้ซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส

PERFORMANCE ANALYSIS OF WIND TURBINE BY USING OPEN SOURCE SOFTWARE

พีรภิจ เกกนิษ 5736348 EGMI/M

วศ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ชาคริต สุวรรณจรัส, D.Eng., เอกชัย ชัยชนะศิริ, Ph.D.

บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพของกังหันลมถูกวิเคราะห์ด้วยวิธีทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ แพนอากาศ 2 มิติ และกังหันลม 3 มิติถูกจำลองโดยใช้ซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส “OpenFOAM” แบบจำลองแพนอากาศ 2 มิติรหัส NACA 0015 ได้ใช้แบบจำลองปั่นป่วน คือ S-A, RNG $k-\epsilon$ และ Menter SST $k-\omega$ ในการตรวจสอบผลของการจำลองถูกนำมาเปรียบเทียบความถูกต้องกับผลการทดลองจากอุโมงค์ลมที่ Re เท่ากับ 160,000 และ 360,000 ที่มุมปะทะระหว่าง 0-20 องศา แบบจำลอง Menter SST $k-\omega$ สามารถให้ค่าที่ใกล้เคียงกับผลการทดลองในช่วงมุมปะทะ 0-10 องศา ด้วยมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์แรงยกและสัมประสิทธิ์แรงต้านเท่ากับ 10.96% และ 24.76% ตามลำดับ แบบจำลองกังหันลม 3 มิติที่ถูกสร้างด้วยแพนอากาศรหัส NACA 0015 ถูกนำมาจำลองการไหลด้วยความเร็วลม 2, 5 และ 9 เมตร/วินาที ที่อัตราส่วนความเร็วปลายใบเท่ากับ 7 ทำให้ได้ความเร็วเริ่มต้นของแพนอากาศ 2 มิติ ซึ่งสามารถนำแบบจำลอง 2 มิติคำนวณร่วมกับทฤษฎี BEM เพื่อหาค่าพลังงานทางกลไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองกังหันลม 3 มิติได้ ผลการเปรียบเทียบพบว่าค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของกำลังงานทางกลมีค่า 19.28% แบบจำลองกังหันลมแนวอน 3 มิติที่มีแพนอากาศรหัส NACA 642-015a ถูกสร้างด้วยวิธีวิศวกรรมย้อนรอยเพื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางกล กังหันลมชนิดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์เชิงกำลัง (C_p) เท่ากับ 0.45 ที่อัตราส่วนความเร็วปลายใบ 7 และสามารถให้กำลังงาน 0.09-1.46 kW ที่ความเร็วลม 2-5 เมตร/วินาที การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกังหันลมด้วยซอฟต์แวร์ OpenFOAM นี้มีคุณสมบัติและสามารถช่วยจัดค่าใช้จ่ายด้านค่าลิขสิทธิ์ของซอฟต์แวร์ด้านพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณได้