

# PENGARUH SUDUT ROTOR BLADE TERHADAP UNJUK KERJA DARRIOUS WIND TURBINE DENGAN MENGGUNAKAN AIRFOIL NACA 0015

OLEH:

AHMAD MAULANA AFIF

DOSEN PEMBIMBING:

Dr. Eng Rachmat Firdaus, S.T., MT

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SIDOARJO

# Pendahuluan

- Dijaman sekarang yang semakin mengedepankan teknologi untuk kebutuhan manusia akan energi semakin meningkat, salah satu energi yang banyak dibutuhkan adalah energi listrik. Dimana saat ini di Indonesia sendiri energi listrik masih banyak dihasilkan dari energi fosil yang bisa saja energi tersebut suatu hari nanti akan habis karena merupakan energi tak terbarukan. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral pada tahun 2022, cadangan minyak bumi semakin menurun. Di tahun 2016 cadangan gas bumi mencapai 144.06 *triliun standard cubic feet* (TSCF) dan pada tahun 2022 cadangan gas bumi mencapai 54.83 TSCF. Dan untuk minyak bumi pada tahun 2016 mencapai 7.25 *Million Stock Tank Barrels* (MMSTB), dan di tahun 2022 mengalami penurunan hingga 4,17 MMSTB. Upaya untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengubah bahan bakar fosil menjadi sumber energi alternatif. Energi angin merupakan salah satu energi alternatif yang patut kita perhatikan. Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan

Potensi angin di Indonesia sendiri menurut badan pusat penelitian dan pengembangan teknologi ketenaga listrikan, energi baru, terbarukan dan konservasi energi pada tahun 2020 pada daerah *onshore* memiliki kecepatan angin 5 m/s yang tersebar di wilayah dipesisir selatan pulau jawa, Sulawesi selatan, Maluku dan NTT. Dimana kecepatan angin tersebut cocok turbin angin sumbu vertical yang beroperasi pada kecepatan angin rendah. Kinerja VAWT dipengaruhi oleh amplitudo dan tingkat peningkatan sudut serangan. Mengurangi sudut serangan meningkatkan koefisien torsi, terutama di area *upwind* dan beberapa area *downstream*, di mana torsi positif dihasilkan pada VAWT dengan *blade variable-pitch*. Sudu dapat menghasilkan gaya dorong yang dibutuhkan untuk mempertahankan turbin angin supaya tetap berputar. Untuk menghasilkan gaya dorong ini maka sudu tersebut perlu terus berputar. Bentuk dari suatu sudu – sudu yang dapat menghasilkan gaya dorong ketika didorong oleh suatu bentuk aliran udara . Besarnya gaya dorong dan gaya angkat tergantung oleh sudut serang. Dalam melakukan suatu rancangan airfoil yang paling utama adalah rasio koefisien gaya dorong dan koefisien gaya angkat harus meminimalisasikan agar mendapatkan suatu aerodinamika yang sangat efisien

- Pada tahun 2019 dengan melakukan rancang bangun turbin angin tipe *Darrious* dengan menggunakan *airfoil* Naca 0006 dan Naca 0018. Desain turbin angin yang digunakan yaitu dengan diameter rotor berukuran 0,5 m dan tinggi bilah 0,7 m. Hasil pengujian yang didapatkan yaitu bahwa dengan tiga sudut tunggal menggunakan *airfoil* Naca 0018, didapatkan efisiensi sistem sebesar 0,1548 atau 15,48% pada kecepatan angin maksimal 12 m/s. Pada turbin angin tipe *Darrious* dengan tiga sudu rangkap, tiga menggunakan *airfoil* Naca 0006, didapatkan efisiensi sistem sebesar 0,0476 atau 4,76% pada kecepatan angin maksimal 12 m/s. Kajian pada turbin angin tipe *Darrious* menggunakan *airfoil* Naca 3412 dengan diameter rotor 40 mm, panjang *chord* 70 mm, dan tinggi bilah 500 mm didapatkan sebesar 3,62 W pada kecepatan angin maksimal 5 m/s.



Profil *airfoil* sudu turbin angin yang digunakan adalah *airfoil* simetris. NACA 0015 memiliki rasio CL/CD tertinggi dibandingkan NACA 0018 dan NACA 0021. Namun, *airfoil* NACA 0015 memiliki lebar paling tipis dibandingkan NACA 0018 dan NACA 0021.

Berdasarkan hal itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sudut rotor *blade* paling baik yang menggunakan *airfoil* Naca 0015 jika digunakan di Jawa Timur memiliki kecepatan angin rata-rata 5 m/s.

Kinerja sebuah *airfoil* sangat dipengaruhi oleh sudut serang. Kinerja suatu *airfoil* meliputi faktor daya dan akumulasi energi yang dihasilkan oleh turbin angin.



Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa *software* dalam pembuatan desain VAWT dan uji numerik untuk mengetahui sudut rotor *blade* paling baik yang digunakan di wilayah Kabupaten Sidoarjo. *Software* yang digunakan untuk desain keseluruhan VAWT adalah *Solidworks*, kemudian *software Qblade* dan *Ansys* digunakan untuk melakukan uji coba pada VAWT untuk mengetahui sudut rotor yang cocok digunakan di wilayah Sidoarjo.



# Pemilihan Airfoil.

Airfoil merupakan suatu bentuk geometri aerodinamika yang dapat menghasilkan gaya angkat yang cukup besar dengan gaya hambat seminimal mungkin ketika melalui fluida. Karena dapat menghasilkan gaya angkat yang besar dengan gaya hambat yang minim maka airfoil dipilih sebagai komponen pesawat terbang. Gaya angkat pesawat terbang sangat bergantung dari bentuk geometris airfoil. Begitupun dengan gaya hambat bergantung pada bentuk geometris airfoil

*Airfoil* yang dirancang pada penelitian ini dipilih berdasarkan rasio CL/CD (*Coeffisient Lift/Coeffisient Drag*) yang tinggi. *Naca 0015* adalah *airfoil* yang memiliki rasio *cl/cd* pada *Naca 4* digit yang menghasilkan nilai rasio *cl/cd* 41,55

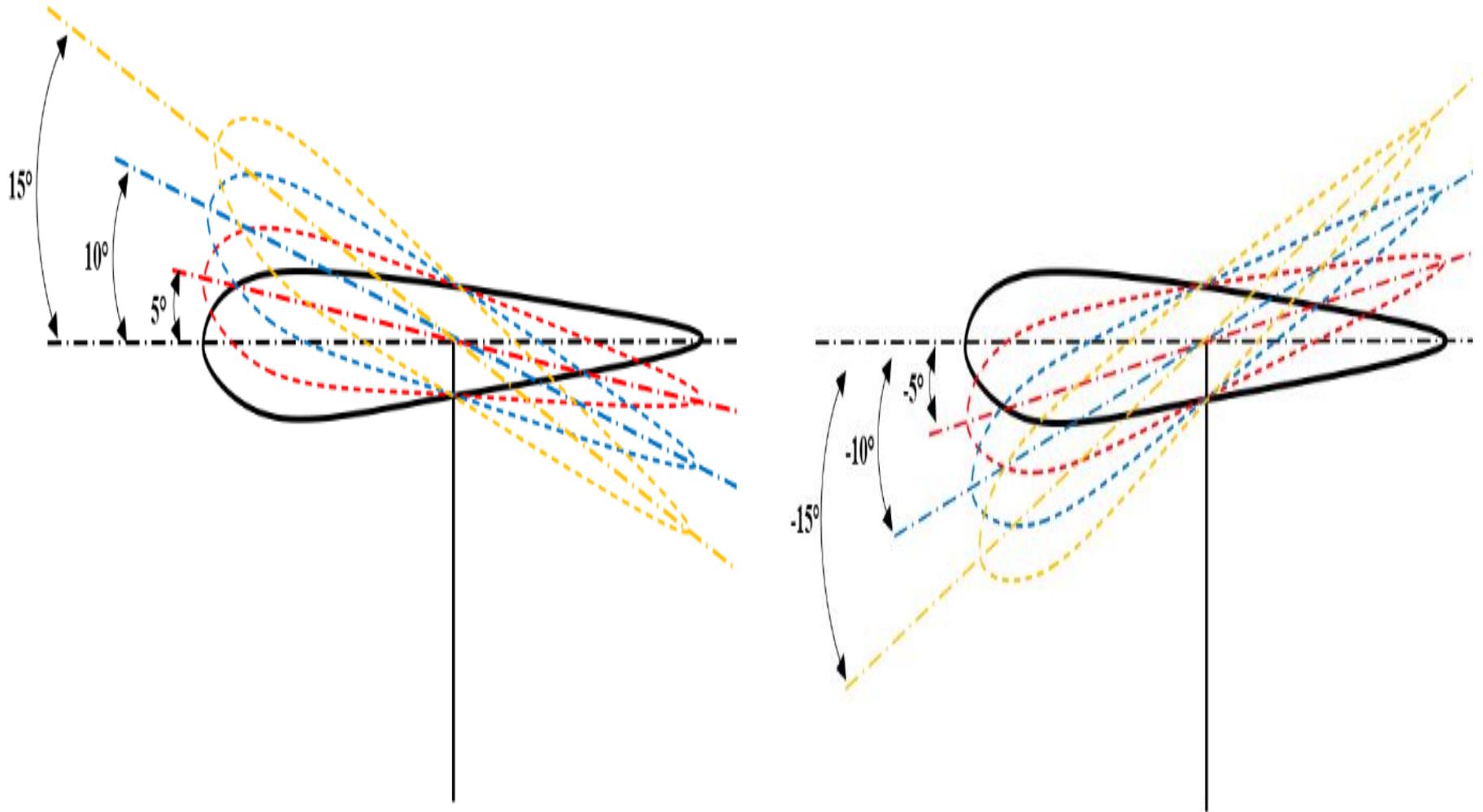
# Tip speed ratio (TSR)

Tip speed ratio (TSR) merupakan angka perbandingan dari kecepatan ujung blade terhadap kecepatan angin yang melewati bilah untuk berputar. Nilai TSR yang tinggi dan rendah akan berpengaruh terhadap turbin angin, pada saat nilai TSR lebih dari 1 menunjukkan bahwa lebih banyak bagian bilah yang mengalami gaya angkat (lift). Sedangkan jika pada saat nilai TSR kurang dari 1 maka lebih banyak bagian dari blade yang mengalami gaya hambat

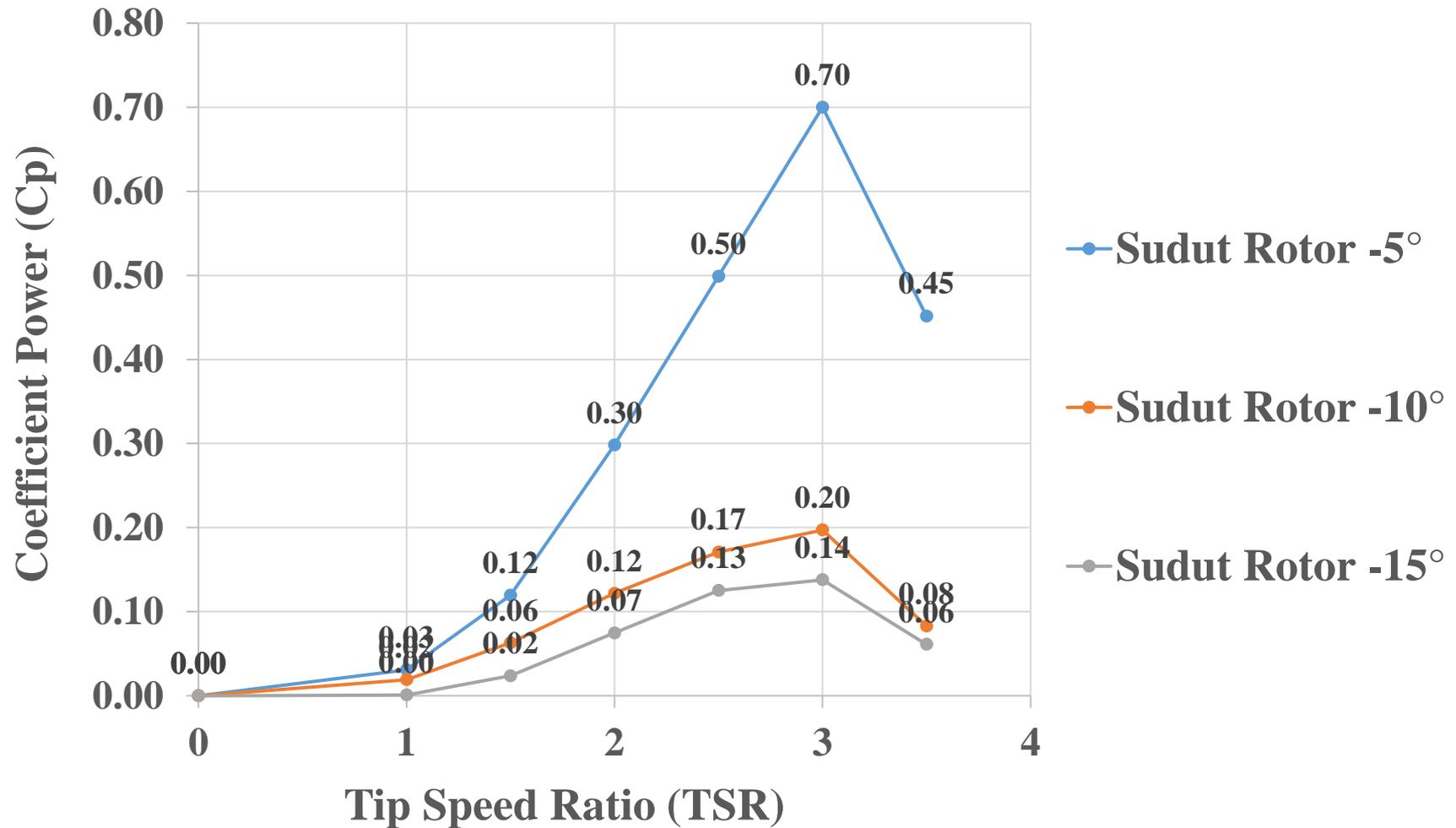
# Coefficient Power (CP)

Koefisien daya atau lebih sering disebut Power Coefficient adalah kemampuan bilah dalam menyerap energi yang diterimanya. Diasumsikan jika nilai  $C_p$  adalah 50% maka kemampuan menyerap energi angin adalah 50% yang akan diteruskan menuju rotor generator, sisanya akan dibuang begitu saja. Menurut teori betz jika koefisien daya yang dihasilkan adalah 50%, maka tidak sepenuhnya dapat diserap 50%. Terjadi fenomena seperti itu karena  $C_p$  akan mengalami rugi-rugi yang berasal dari sistem

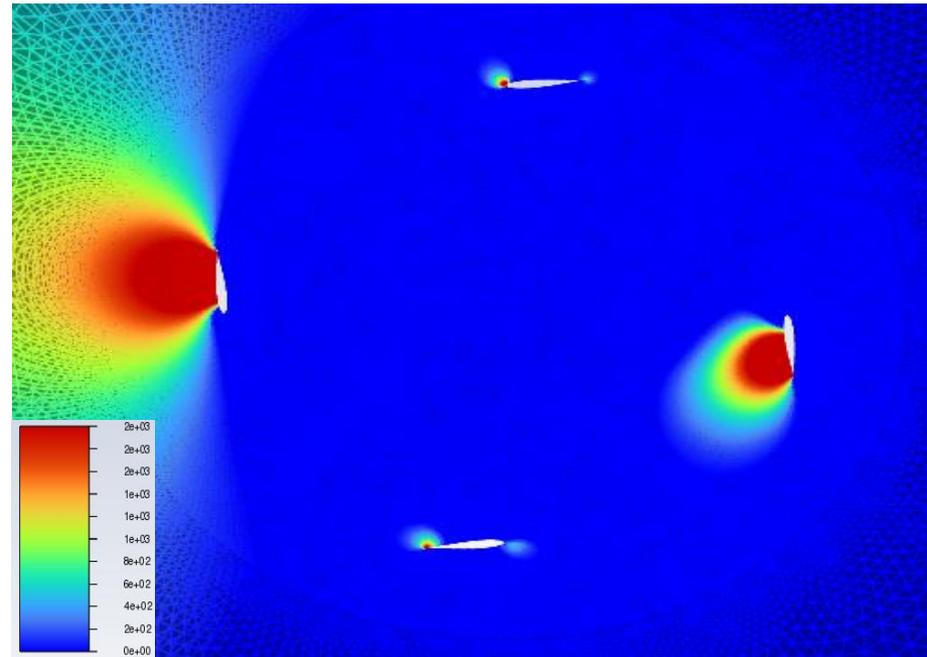
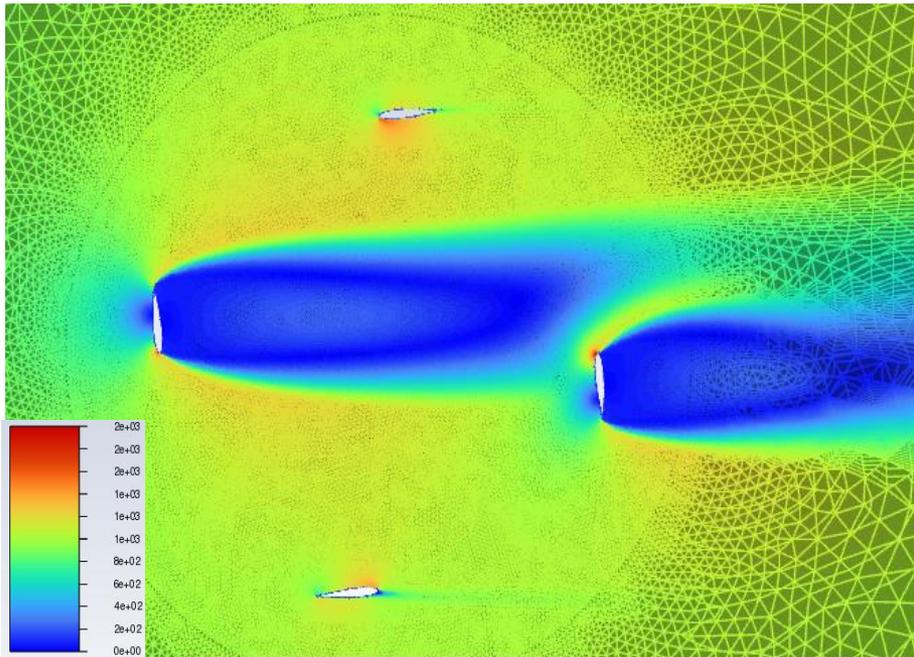
# Desain Eksperimen



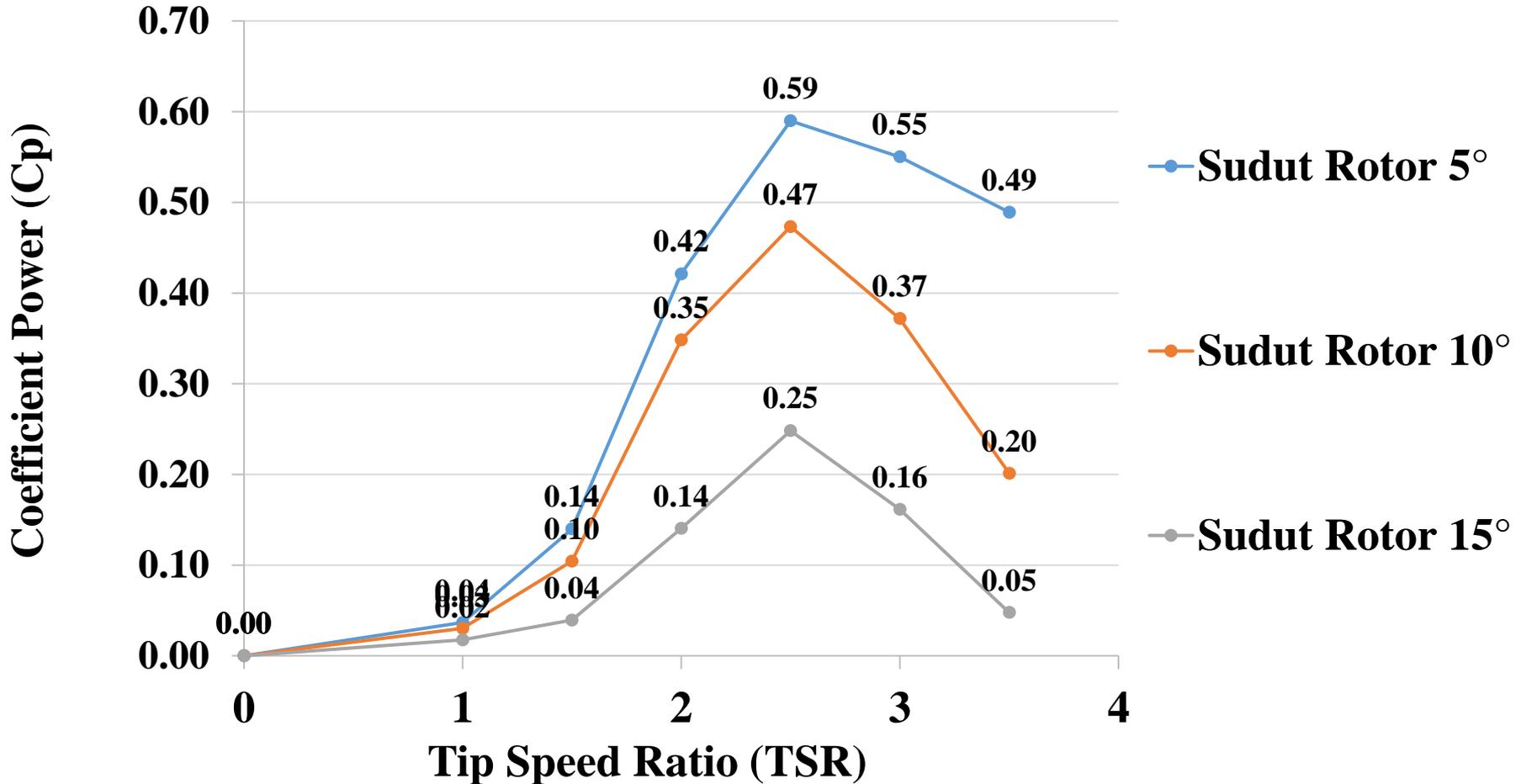
# Hasil Simulasi Qblade Pada Rotor Sudut Negatif.



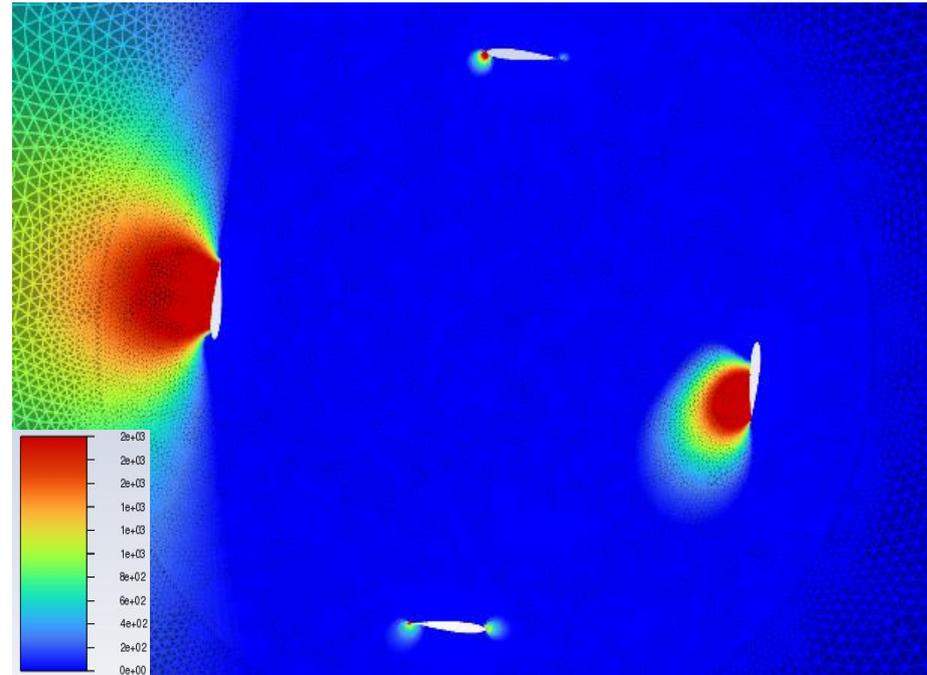
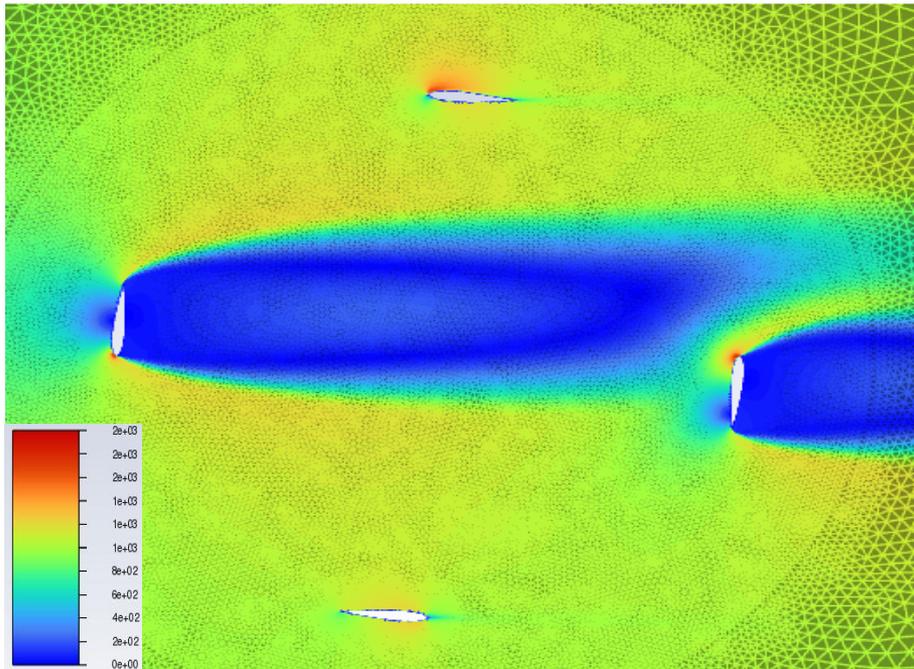
# Hasil Pengujian Persebaran Tekanan *Fluida* Pada Rotor Sudut $-5^\circ$ Dan Persebaran Aliran *Fluida* Pada Rotor $-5^\circ$ Dengan Menggunakan *Software Ansys*.



# Hasil Pengujian Persebaran Tekanan *Fluida* Pada Rotor Sudut $-5^\circ$ Dan Persebaran Aliran *Fluida* Pada Rotor $-5^\circ$ Dengan Menggunakan *Software Ansys*.



# Hasil Pengujian Persebaran Tekanan *Fluida* Pada Rotor Dengan Sudut $5^\circ$ Dan Persebaran Aliran *Fluida* Pada Rotor $5^\circ$ Dengan Menggunakan *Software Ansys*.



# Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang pengaruh sudut rotor *blade* terhadap unjuk kerja *Darrious wind turbin* yang menggunakan *Naca 0015* yang menggunakan *software QBlade* dan juga *software Ansys* dengan tekanan angin antara 5 m/s dapat disimpulkan bahwa:

- Semakin besar angka kemiringan sudut pada rotor dengan *airfoil Naca 0015* tidak menentukan performa *wind turbin* juga semakin meningkat, akan tetapi semakin besar angka kemiringan sudut pada rotor terdapat kemungkinan dapat menurunkan performa *wind turbin*.
- Performa *wind turbin* terbaik didapat ketika kondisi angin di lokasi pemasangan *wind turbin* sesuai dengan spesifikasi *wind turbin*. Dari percobaan yang telah dilakukan menggunakan *software Qblade* bahwa *vertical axis wind turbin* (VAWT) *Darrious wind turbin* yang menggunakan *airfoil nacca 0015* memiliki hasil terbaik pada sudut rotor  $-5^{\circ}$ , yang memiliki nilai *coefficient power* (CP) 0,7 pada *tip speed ratio* (TSR) 3 pada rentang kecepatan angin 5 m/s.
- Kemudian pada percobaan menggunakan *software Ansys* hanya memiliki sedikit perbedaan tekanan pada luasan penampang *blade* pada masing-masing percobaan sudut rotor.

