







Nama Dosen : Nur Ikhwan
Mata Kuliah : simulasi CFD untuk aliran turbulen
Materi : Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah

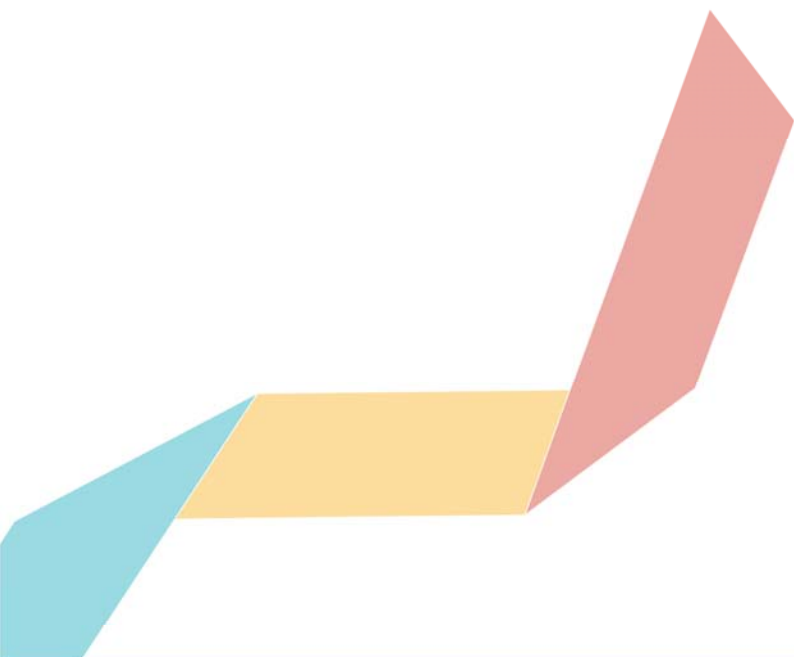


Simulasi CFD untuk Aliran Turbulen

1. Konsep aliran turbulen
2. Pemodelan aliran fluida dalam CFD.
3. Turbulensi aliran dekat dinding
4. Pengaruh aliran turbulen dalam simulasi CFD
5. Pemodelan turbulensi dalam CFD (2-equation, RSM & LES)
6. Validasi akurasi pemodelan turbulensi dalam simulasi CFD
7. Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah
8. Pengaruh akurasi simulasi turbulensi terhadap fenomena fisik lain

 www.its.ac.id   [its_campus](https://twitter.com/its_campus)   [institut teknologi sepuluh nopember](https://www.youtube.com/institut-teknologi-sepuluh-nopember)

Dalam sub-modul yang ketujuh ini, kita akan belajar mengenai - Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah.





Nama Dosen : Nur Ikhwan
Mata Kuliah : simulasi CFD untuk aliran turbulen
Materi : Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah



Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah

Beberapa pemodelan turbulensi yang biasa dipakai di software CFD adalah:

- $k-\varepsilon$ Standard (2 persamaan)
- Hampir semua model $k-\omega$ (2 persamaan)
- Transision $k-kl-\omega$ (3 persamaan)
- Transision SST (4 persamaan)
- Linear Pressure-Strain Reynolds Stress Model (7 persamaan)

• • www.its.ac.id

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER, Surabaya - Indonesia

Beberapa pemodelan turbulensi yang biasa dipakai di software CFD adalah K-epsilon Standard yang berisi 2 persamaan. Hampir semua model k-omega yang berisi 2 persamaan. Transision k-kl-omega yang berisi 3 persamaan. Transision SST yang berisi 4 persamaan. dan Linear Pressure-Strain Reynolds Stress Model yang mengandung 7 persamaan.



Nama Dosen : Nur Ikhwan
Mata Kuliah : simulasi CFD untuk aliran turbulen
Materi : Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah

Simulasi 2D Turbin Angin

- Turbin angin sumbu vertikal tipe Savonius dengan profil sudu Bach.
- Bilangan Reynolds berdasarkan diameter rotor $\approx 82,000$.

Arah aliran

D

α

p

www.its.ac.id

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER, Surabaya - Indonesia

Contoh kasus yang kita bahas yaitu simulasi dua dimensi turbin angin. Disini disimulasikan turbin angin sumbu vertical tipe Savonius dengan profil sudu Bach/ seperti ditunjukkan pada gambar. Udara mengalir dari arah kiri, dan menggerakkan sudu turbin sehingga berputar searah jarum jam. Bilangan Reynolds yang digunakan berdasarkan diameter rotor adalah sebesar 82 ribu.



Nama Dosen : Nur Ikhwan
Mata Kuliah : simulasi CFD untuk aliran turbulen
Materi : Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah

Simulasi 2D Turbin Angin

- Domain simulasi dan kondisi batas yang digunakan.




www.its.ac.id

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER, Surabaya - Indonesia

Domain simulasi yang dibuat, memiliki lebar $10D$ dan panjang total $25D$, dengan jarak inlet ke rotor sebesar $5D$ dan dari rotor ke outlet sebesar $20D$. Domain simulasi dibagi menjadi dua area yaitu area berputar pada daerah rotor dengan penggunaan moving mesh dan area diam di daerah yang jauh dari rotor. Kondisi batas yang digunakan adalah symmetry pada sisi atas dan bawah domain, dan wall pada permukaan sudu rotor. Pada inlet diatur kecepatan inlet dan pada outlet digunakan outflow.

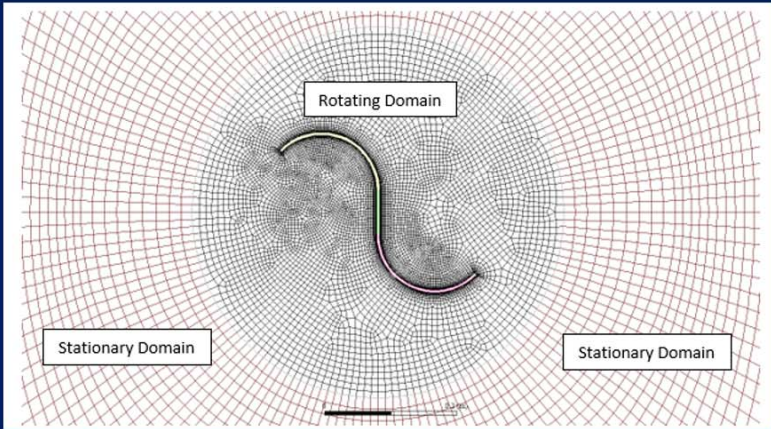


Nama Dosen : Nur Ikhwan
Mata Kuliah : simulasi CFD untuk aliran turbulen
Materi : Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah

Simulasi 2D Turbin Angin

- Simulasi dengan mesh bergerak (*moving mesh*).
- Zona pemodelan: *Rotating Domain* (bagian dalam), dan *Stationary Domain* (bagian luar)



www.its.ac.id INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER, Surabaya - Indonesia

Mesh yang dibuat ditunjukkan dengan gambar berikut dengan domain yang berputar menggunakan mesh segiempat tak terstruktur dengan tambahan mesh lapis batas di dekat permukaan. Domain yang diam menggunakan mesh segiempat terstruktur. Jumlah total mesh yang digunakan sekitar 137 ribu cell.



Nama Dosen : Nur Ikhwan
Mata Kuliah : simulasi CFD untuk aliran turbulen
Materi : Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah



Simulasi 2D Turbin Angin

Parameter simulasi:

- Pemodelan 2D, Pressure Based-Transient, aliran viskos
- Model turbulensi: $k-\omega$ SST
- Kondisi batas inlet: kecepatan 4 m/s, intensitas turbulensi = 1%, skala panjang turbulensi = 0,03
- Material fluida kerja : Udara ($\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 1,7894 \times 10^{-5} \text{ N.s/m}^2$)
- Skema diskretisasi: upwind orde kedua untuk momentum, energi kinetik turbulen dan turbulen disipasi; orde kedua untuk tekanan
- Kriteria residual: 10^{-5}
- Kalkulasi transien: Langkah waktu = setara putaran 5°; Jumlah iterasi maksimum untuk setiap langkah = 50.

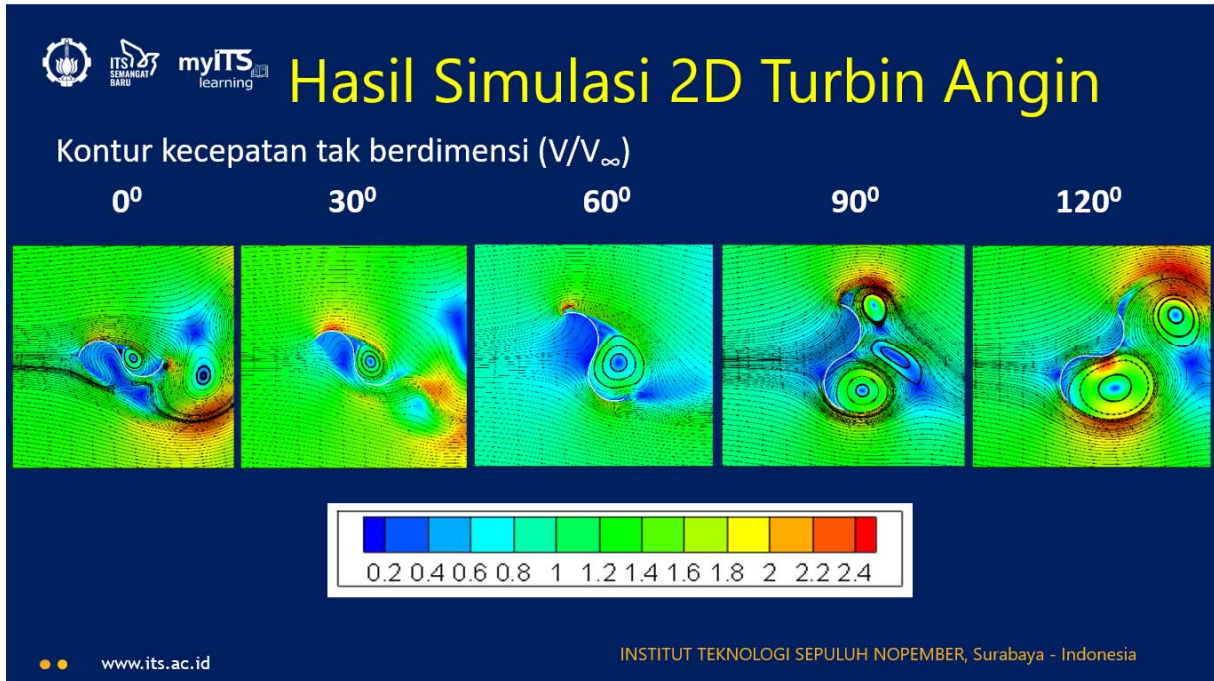
www.its.ac.id

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER, Surabaya - Indonesia

Sejumlah parameter input untuk simulasi ditunjukkan sebagai berikut. Simulasi dilakukan secara unsteady dengan pemodelan turbulensi yang dipilih adalah $k-\omega$ SST. Pada inlet diberikan kondisi batas kecepatan inlet, intensitas turbulensi dan skala panjang turbulensi untuk menyelesaikan persamaan transpor k dan ω . Material fluida yang digunakan udara. Skema diskretisasi yang digunakan adalah skema orde kedua, dengan kriteria residual dibawah 10^{-5} . Sejumlah parameter transien juga ditetapkan.



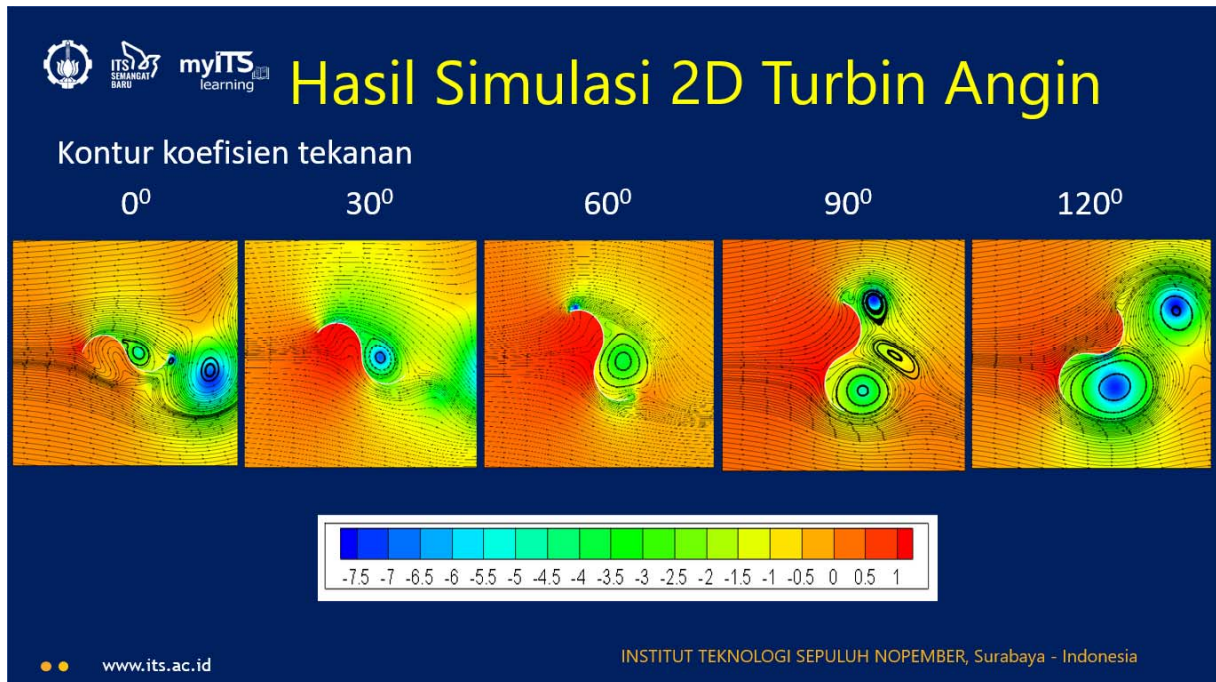
Nama Dosen : Nur Ikhwan
Mata Kuliah : simulasi CFD untuk aliran turbulen
Materi : Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah



Hasil simulasi berupa kontur kecepatan tak berdimensi ditunjukkan pada gambar-gambar berikut. Kontur kecepatan beserta garis-garis aliran atau streamline diambil pada berbagai posisi sudut rotor. Warna merah menunjukkan kecepatan yang tinggi, sedang warna biru menunjukkan kecepatan rendah. Dari kontur ini dapat diamati pola dan karakteristik aliran yang terjadi. Garis-garis melingkar hitam yang tampak menunjukkan daerah wake yang tersusun atas banyak vorteks.



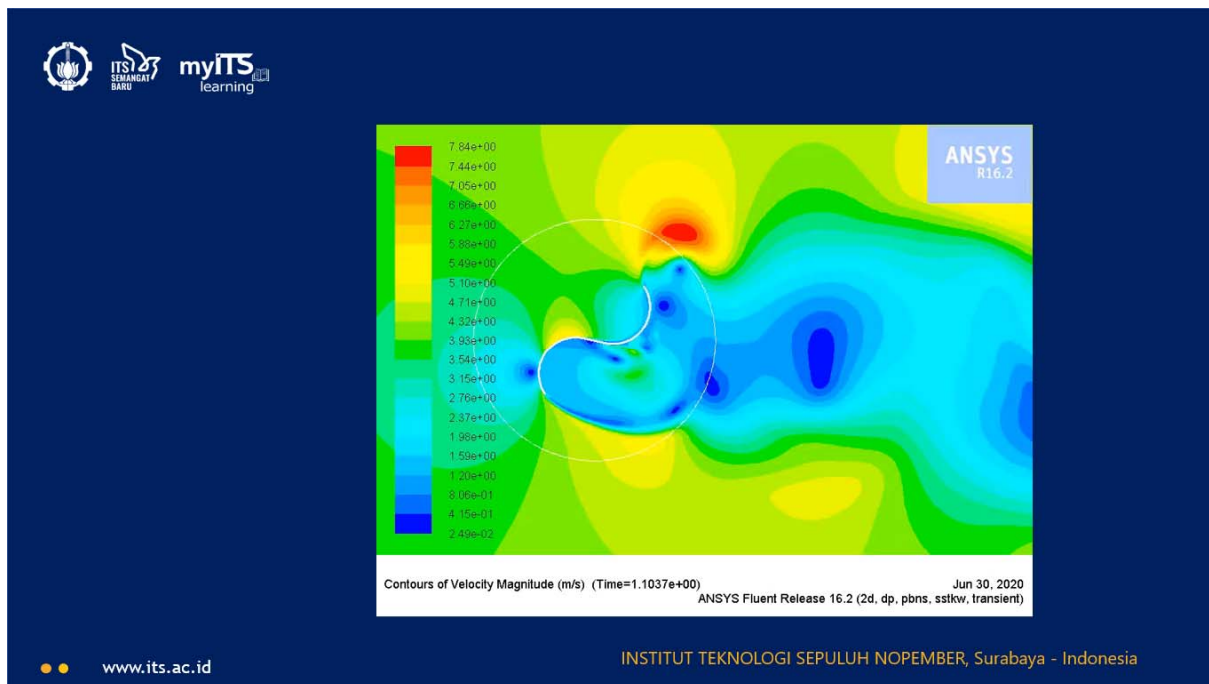
Nama Dosen : Nur Ikhwan
Mata Kuliah : simulasi CFD untuk aliran turbulen
Materi : Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah



Kontur koefisien tekanan juga dapat ditampilkan pada berbagai posisi sudut. Daerah berwarna merah menunjukkan daerah bertekanan tinggi dan daerah berwarna biru menunjukkan daerah bertekanan rendah.



Nama Dosen : Nur Ikhwan
Mata Kuliah : simulasi CFD untuk aliran turbulen
Materi : Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah



Dari hasil simulasi transien juga dapat ditampilkan video animasi dari aliran fluida. Disini ditampilkan video animasi dari kontur kecepatan.



www.its.ac.id



[its_campus](#)



[institut teknologi sepuluh nopember](#)



Nama Dosen :

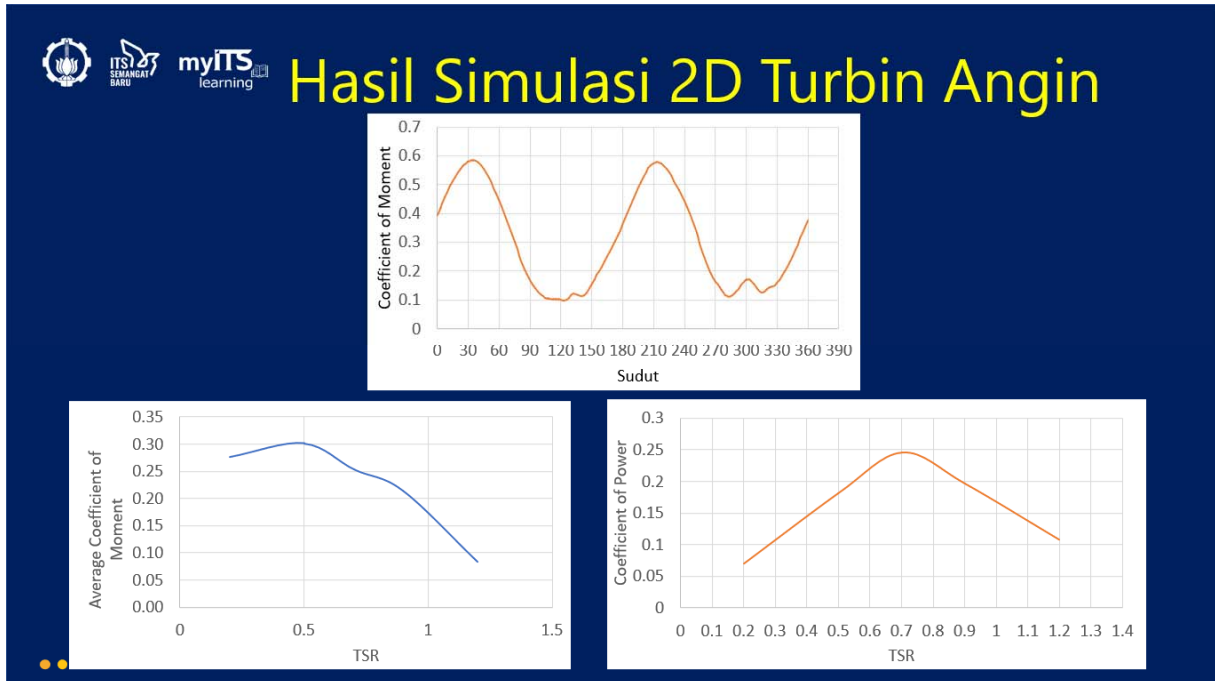
Nur Ikhwan

Mata Kuliah :

simulasi CFD untuk aliran turbulen

Materi :

Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah



Dari hasil simulasi juga dapat diekstrak data-data kuantitatif seperti koefisien momen sebagai fungsi sudut/kurva atas/ koefisien momen dan daya rata-rata sebagai fungsi tip-speed ratio/ dua kurva di bawahnya.



Nama Dosen : Nur Ikhwan
Mata Kuliah : simulasi CFD untuk aliran turbulen
Materi : Simulasi aliran turbulen dengan angka Reynolds rendah

