



Simulasi Aliran Udara Pada Rotor Savonius Dengan Sudu Pengarah

Mohammad Alexin Putra¹, Adhi Cahyo Putranto¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional
Jl. PKH. Mustapha No. 23, Bandung 40124
Email: putra@itenas.ac.id

Abstrak

Pengembangan turbin angin sumbu vertikal jenis Savonius dengan sudu pengarah telah dilakukan di Laboratorium Konversi Energi di Itenas. Turbin jenis ini mempunyai sumbu vertikal dan cocok untuk kecepatan angin yang tidak tinggi seperti di Indonesia, walaupun kinerjanya masih lebih rendah dibandingkan dengan jenis sumbu horisontal. Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja dari turbin ini, maka disekeliling dari turbin angin dipasang sudu pengarah yang dapat diatur sudut bukaannya, sehingga angin lebih optimal ketika memasuki bagian rotor. Pada penelitian ini dilakukan simulasi CFD terhadap sudu turbin angin jenis savonius yang berjumlah sembilan buah dengan sudu pengarah yang berjumlah 12 buah. Simulasi CFD yang dilakukan ini menggunakan aliran transient, dimana mesh rotor turbin dimodelkan sebagai moving mesh. Sebagai model turbulen digunakan Detached Eddy Simulation (DES). Hasil perhitungan ditampilkan stream line dari aliran angin. Hasil simulasi menunjukkan pengaruh bukaan sudu pengarah terhadap aliran angin.

Kata kunci: turbin angin sumbu vertikal, sudu pengarah, simulasi CFD

1. Pendahuluan

Energi angin untuk pembangkit listrik sudah mulai diterapkan di Indonesia, walaupun jika dibandingkan dengan energi alternatif lain yang ramah lingkungan penerapannya masih tertinggal. Ini disebabkan karena kecepatan angin di wilayah Indonesia tidak besar seperti dinegara negara sub tropis. Perbedaan karakteristik kecepatan angin di Indonesia dan negara lain yang kecepatan anginnya relatif tinggi menyebabkan teknologi yang berkembang di negara itu tidak dapat diterapkan dengan baik untuk keadaan Indonesia. Oleh karena itu perlu dikembangkan teknologi turbin angin yang cocok untuk Indonesia.

Untuk kecepatan angin di beberapa daerah di Indonesia, aplikasi teknologi energi angin dengan sumbu vertikal cukup menjanjikan sebagai pembangkit listrik skala kecil. Perancangan dan penerapan dari turbin jenis ini mampu dilakukan oleh industri kecil, karena bentuk dasar rotornya yang sederhana. Rotor turbin angin sumbu vertikal ini kalah populer untuk digunakan sebagai pembangkit listrik, karena efisiensinya yang rendah dibandingkan dengan turbin angin tipe sumbu horisontal. Disamping itu kecepatan putar dari turbin jenis ini sangat rendah sehingga memerlukan desain generator listrik yang khusus. Dengan melakukan penelitian pembangkit listrik tenaga angin skala kecil, maka diharapkan performansi rotor sumbu vertikal akan meningkat dan penggunaannya untuk pembangkit listrik akan semakin meluas.

Di laboratorium konversi energi, Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Bandung telah dilakukan usaha usaha untuk perbaikan performansi turbin angin sumbu vertikal sejak tahun 2010 baik dengan simulasi [1] maupun eksperimen [2], [3]. Sekarang ini di laboratorium konversi energi Itenas sedang dikembangkan turbin angin sumbu vertikal disain baru yang juga menggunakan bahan alternatif yaitu dari komposit plastik [4]. Disain



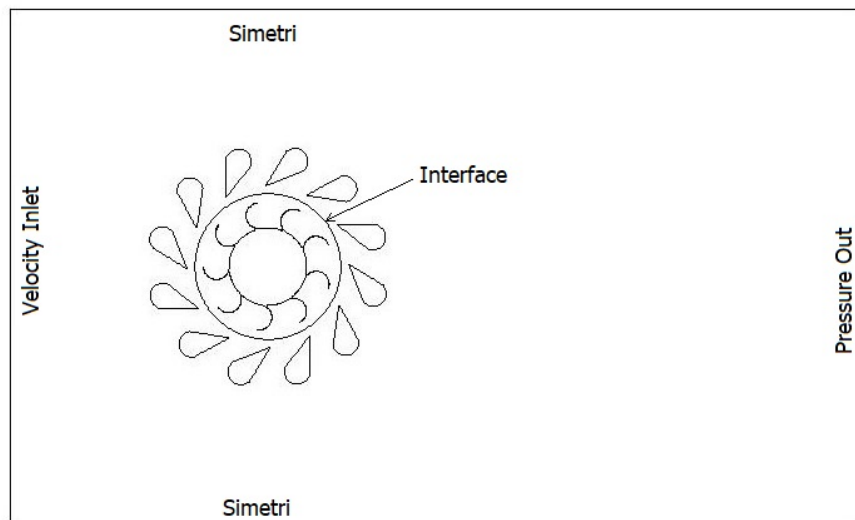
baru ini diantaranya mengaplikasikan sudu pengarah didepan rotor turbin angin sumbu vertikal.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk melakukan perhitungan simulasi CFD terhadap rotor turbin angin savonius yang terdiri dari sembilan sudu. Di sekeliling dari rotor ini dipasang sudu pengarah yang berjumlah 12 yang fungsinya adalah untuk menaikkan performansi dari turbin angin sumbu vertikal. Hasil dari simulasi ini berupa aliran angin dalam bentuk *streamline* yang melalui sudu pengarah menuju rotor turbin yang berputar.

2. Metode Penelitian

Untuk mensimulasikan aliran digunakan CFD-Code Ansys Fluent Release 16.0. Sebagai model turbulen dipilih *Detached Eddy Simulation* (DES), karena berdasarkan hasil simulasi pada turbin savonius oleh Dobrev [5], model turbulen ini mampu memberikan hasil yang relatif sama dengan hasil eksperimen menggunakan *Particle Image Velocimeter* (PIV). Perhitungan dilakukan dengan waktu *transient*, menggunakan *moving mesh* sehingga *mesh* rotornya bergerak secara dinamik.

Model geometri menggunakan dua dimensi dengan ukuran berbentuk segi empat dengan lebar 6000 mm dan panjang 10000 mm. Gambar 1 memperlihatkan seluruh daerah perhitungan dengan kondisi batas. Dengan luas daerah perhitungan ini maka efek dari blokade berkurang dan aliran bisa cukup berkembang.



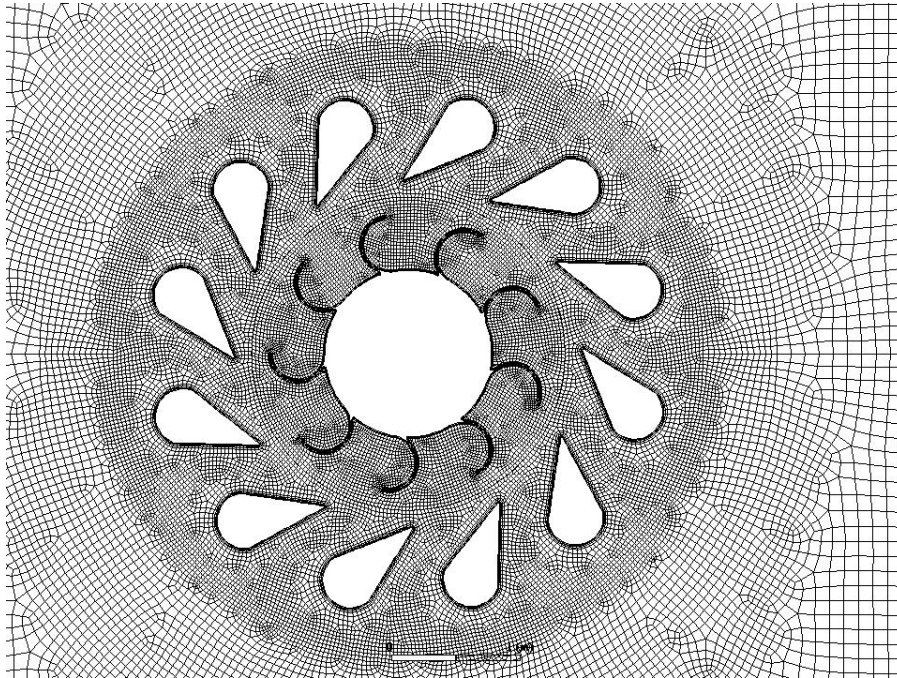
Gambar 1. Daerah perhitungan turbin angin.

Gambar 2 memperlihatkan detail *mesh* di daerah rotor dan sudu pengarah. *Mesh* dibagian rotor jauh lebih kecil / halus dibandingkan daerah yang jauh dari rotor. Seluruh *mesh* berbentuk *quadrilateral*.

Setiap simulasi dilakukan beberapa kali putaran sampai mendapatkan harga torsi yang periodik. Time step yang digunakan adalah 1° per step, artinya rotor berputar 1° setiap time step. Setiap time step dilakukan 50 iterasi. Sebagai kriteria konvergensi ditentukan oleh nilai residual dibawah 0,001.

Untuk kecepatan angin adalah sebesar 5 m/s, mengalir dari arah kiri ke kanan. Pada simulasi ini dilakukan perhitungan untuk tiga bukaan dari sudu pengarah, lihat Tabel 1. Bukaan 90° berarti arah sudu pengarah adalah radial menuju poros. Untuk setiap bukaan

sudu pengarah mempunyai kecepatan putar masing masing berdasarkan pada hasil eksperimen yang telah dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Itenas.



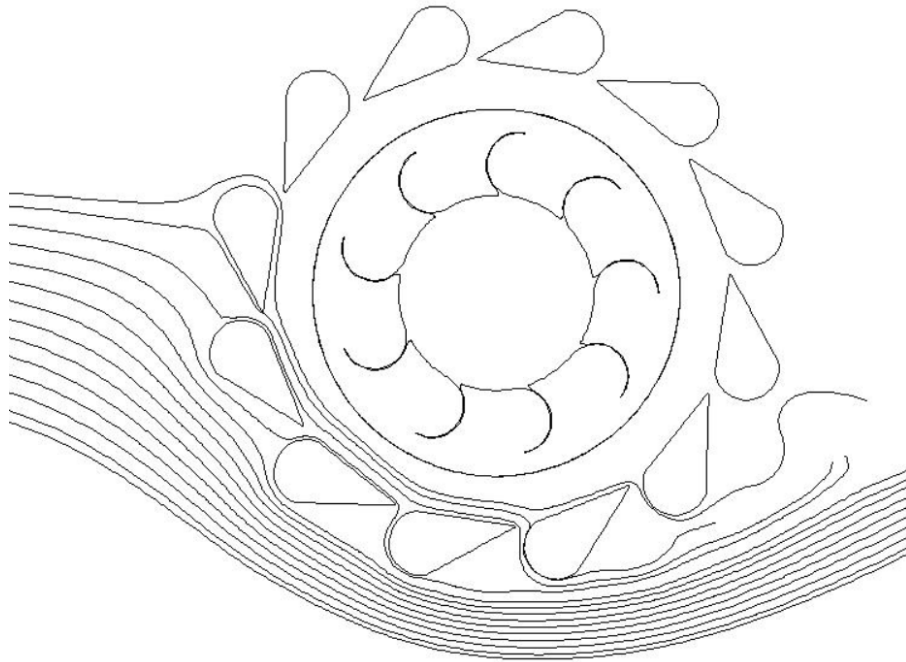
Gambar 2. Detil *Mesh* di daerah rotor turbin angin dengan sudu pengarah

Tabel 1. Pengaturan Sudut Pengarah

Nomor	Sudut Pengarah	RPM
1	30°	25
2	60°	50
3	90°	14

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

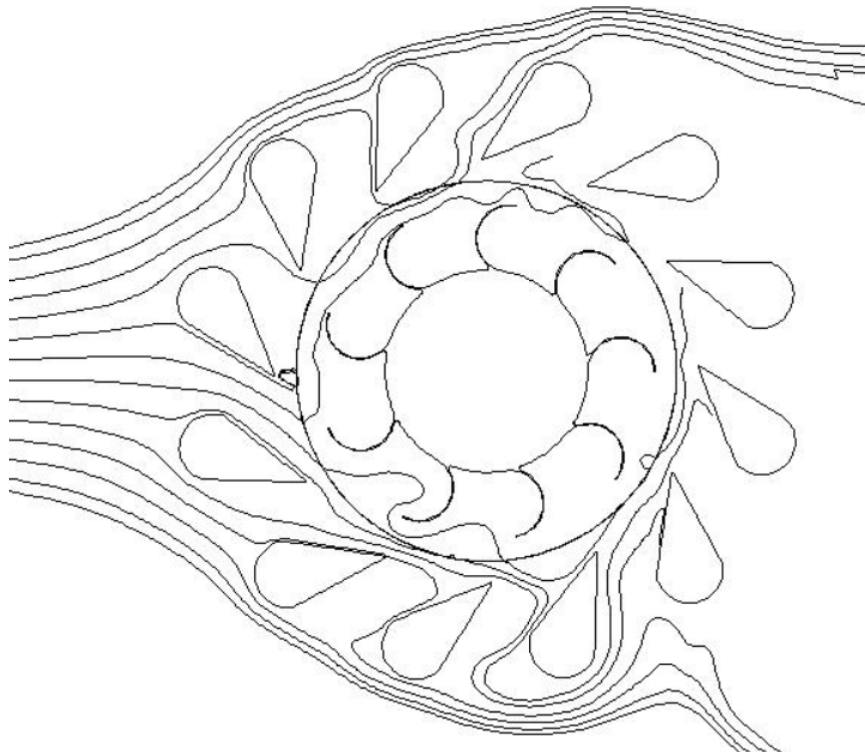
Hasil dari simulasi untuk sudu pengarah dengan sudut 30°, 60° dan 90° ditampilkan dengan *pathlines* pada Gambar 3-5. Pada Gambar 3 terlihat dengan jelas bahwa aliran angin *pathlines* dari depan melewati barisan sudu pengarah kemudian mengalir ke sekeliling rotor dan tidak ada yang masuk kedalam sudu rotor. Hal ini menunjukkan bahwa aliran dengan posisi bukaan 30° pada sudu pengarah tidak optimal, karena sedikit berkontribusi untuk mendorong sudu rotor turbin sehingga putaran rotornya rendah.



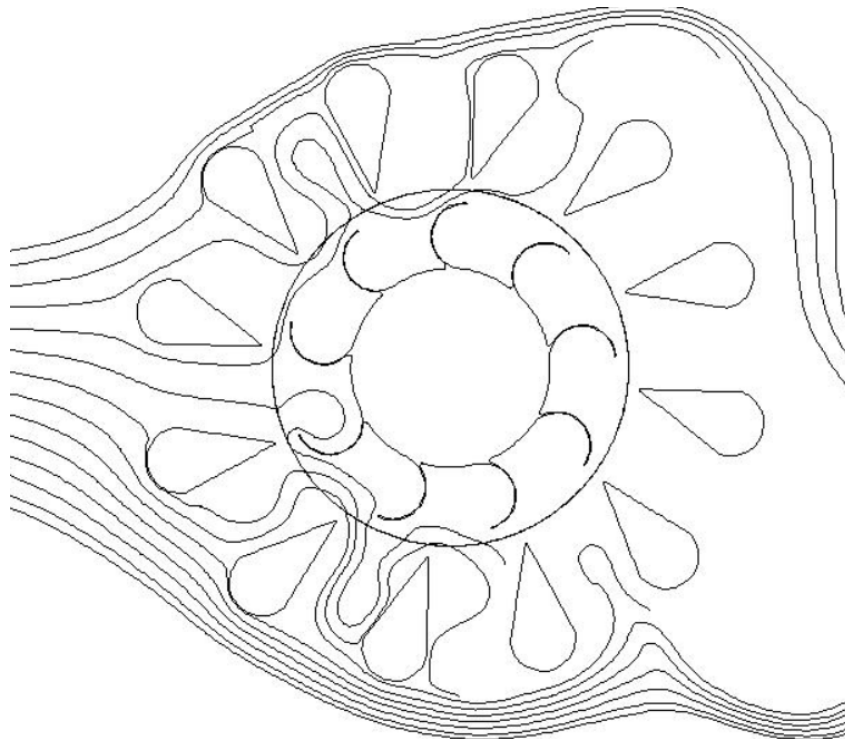
Gambar 3. Posisi Sudu Pengarah 30°.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa aliran angin *pathlines* dari depan melewati barisan sudu pengarah kemudian sebagian mengalir ke sekeliling rotor dan sebagian yang lain masuk ke dalam sudu rotor. Hal ini menunjukkan bahwa pada posisi sudu pengarah 60° sebagian aliran angin masuk ke dalam sudu rotor, dan sebagian yang lain mengalir searah dengan putaran rotor. Aliran angin yang masuk ke rotor akan mendorong sudu rotor sehingga berkontribusi terhadap putaran rotor turbin.

Pada Gambar 5 terlihat dengan jelas bahwa aliran angin *pathlines* dari depan melewati barisan sudu pengarah kemudian sebagian masuk ke dalam sudu rotor dan sebagian yang lain mengalir diantara sudu pengarah. Hal ini menunjukkan bahwa pada posisi sudu pengarah 90° sebagian besar aliran angin terblokir oleh rotor karena arah aliran yang masuk ke rotor turbin tidak optimal. Ini menyebabkan bahwa aliran angin tidak dimanfaatkan dengan baik sehingga posisi sudu pengarah 90° mempunyai kinerja yang buruk.



Gambar 4. Posisi Sudu Pengarah 60°.



Gambar 5. Posisi Sudu Pengarah 90°.



Kinerja dari turbin angin sumbu vertikal ini dipengaruhi oleh posisi sudut dari sudu pengarah. Kinerja yang terbaik adalah pada posisi sudu pengarah 60° dimana didapat putaran rotor yang tertinggi yaitu 50 rpm, dibandingkan dengan posisi sudu pengarah 30° yang menghasilkan putaran 25 rpm, ataupun posisi sudu pengarah 90° yang hanya menghasilkan putaran 14 rpm.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan simulasi secara *transient* terhadap rotor turbin angin dengan sudu pengarah untuk melihat pengaruh dari posisi bukaan sudu pengarah terhadap performansi dari rotor. Dari hasil *streamline* memperlihatkan bahwa aliran yang paling optimum dari ketiga posisi sudut bukaan yang diteliti adalah pada posisi sudu pengarah 60° dimana didapat putaran rotor yang tertinggi.

Pada penelitian selanjutnya akan dilakukan eksperimen dengan memvisualisasikan aliran sistim turbin poros vertikal ini untuk membandingkan dengan hasil simulasi ini.

Daftar Pustaka

- [1] Putra, Mohammad Alexin, 2010, *Kaji Performansi Rotor Savonius Dengan Sudu Puntir*, Seminar Nasional Sains dan Teknologi dalam Penanganan Energi ke-VI, UNJANI Bandung.
- [2] Putra M.A., Mulyadi, Pribadi G., Mawardinata T., Shantika T., 2011, *Uji Experimental Rotor Hellical Savonius Dibandingkan Dengan Rotor Savonius*, Seminar Nasional Teknik Mesin 6, Universitas Kristen Petra Surabaya.
- [3] Putra M.A., Ramadani R., Askar A., Simanullang G.A., 2012, *Uji Experimental Rotor Savonius Helix Dua Sudu dan Empat Sudu*, Seminar Nasional Teknik Mesin, Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri X, ITENAS Bandung.
- [4] Putra M.A, Marsono, Irwan Y., 2015, *Rotor Turbin Angin Sumbu Vertikal Heliks dari Komposit Plastik*, Seminar Nasional Teknik Mesin, Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri XIV, ITENAS Bandung.
- [5] Dobrev, I., Massouh, F., 2012, *Exploring the Flow round a Savonius Turbine*. 16th Int Symp on Application of Laser Techniques to Fluid Mechanics.