

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi angin merupakan energi terbarukan yang ketersediannya sangat melimpah di dunia karena mampu diproduksi melalui proses alam dan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Indonesia merupakan negara yang berpotensi dalam pengembangan energi angin, hal ini karena Indonesia berada pada daerah lintasan pergerakan udara garis katulistiwa sehingga angin berhembus setiap tahunnya di wilayah Indonesia. Negara Indonesia memiliki potensi energi angin yang sangat besar sekitar 9,3 GW dan total kapasitas terpasang saat ini sekitar 0,5 GW (Dariyanto, 2007). Salah satu faktor yang mempengaruhi lambatnya laju pengembangan energi angin di Indonesia adalah karena kecepatan angin di Indonesia masih dalam skala rendah, berkisar antara 3 m/s hingga 5 m/s. Kecepatan angin tinggi di Indonesia didapatkan pada daerah Nusa Tenggara 3,5 – 6,5 m/s, sedangkan pada pulau Jawa, Kalimantan, Papua kecepatan angin berkisar 2,7 – 4,5 m/s (Sukamto, 2012). Kecepatan angin sekian akan sangat sulit untuk memproduksi energi listrik dalam skala besar. Maka perlu dilakukan pengembangan konversi energi angin dalam skala rendah agar mampu menunjang kebutuhan listrik yang semakin meningkat akibat tingginya laju pertumbuhan penduduk Indonesia. Selain itu mampu membantu keberlanjutan pembangunan akan kebutuhan manusia di bidang energi terbarukan dalam mendampingi dan mensubstitusi energi tak terbarukan yang semakin tahun akan semakin habis ketersediannya.

Solusi untuk menunjang kebutuhan listrik yang semakin meningkat guna membantu keberlanjutan pembangunan akan kebutuhan manusia di bidang energi terbarukan dalam mendampingi dan mensubstitusi energi tak terbarukan salah satunya adalah dengan penggunaan turbin angin. Turbin angin sumbu vertikal (*Vertical Axis Wind Turbine*) merupakan turbin angin yang mampu mengekstraksi energi kinetik angin pada kecepatan rendah yang melintasinya. Turbin angin tipe vertikal sangat cocok digunakan dalam wilayah yang mempunyai tingkat

kecepatan angin rendah. Hal ini diperlukan modifikasi dalam pembuatan turbin angin sehingga meningkatkan kemampuan dalam pengestrasian daya angin menjadi daya turbin. Modifikasi pada rotor menjadi hal yang paling berpengaruh terhadap kinerja dari turbin angin. Secara umum, ada 2 macam jenis rotor pada turbin angin sumbu vertikal yaitu rotor Savonius dan rotor Darrieus. Kedua jenis rotor ini memiliki perbedaan dalam mengkonversi energi kinetik angin. Rotor Savonius mengekstraksi energi kinetik angin dengan menggunakan gaya hambat untuk berputar. Sementara rotor Darrieus menggunakan gaya angkat dalam mengekstraksi energi angin yang melintasi sekitar sudu rotor Darrieus, sehingga menimbulkan gaya angkat untuk berputar. Turbin angin vertikal (*Vertical Axis Wind Turbine*) mempunyai keunggulan dalam pengestraksian energi kinetik angin yaitu mampu menangkap angin dari segala arah tanpa memperhitungkan arah datangnya angin.

Sargolzaei J. (2007) menyatakan bahwa turbin angin Savonius memiliki *self starting* yang bagus, sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk dapat memutar rotor turbin. Selain itu, torsi yang dihasilkan turbin jenis Savonius relatif tinggi. Rotor Savonius memiliki 2 tipe bentuk, yaitu rotor tipe U dan rotor tipe L. Rotor tipe U memiliki bentuk setengah lingkaran, sehingga aliran di kedua bilah sama, sementara rotor tipe L aliran udara pada sisi bilah yang lurus lebih besar dibandingkan aliran udara pada sisi bilah lengkung seperempat lingkaran (Winarto dan Sugiyanto, 2016).

Turbin angin vertikal dengan jenis rotor Darrieus mempunyai hubungan erat dengan aspek rasio turbin terkait dengan performa yang dihasilkan instalasi turbin. Aspek rasio adalah perbandingan antara tinggi rotor terhadap jarak pusat rotor hingga sudu. Semakin kecil aspek rasio maka akan semakin besar bilangan Reynolds yang dihasilkan, sementara semakin besar aspek rasio akan berdampak pada semakin besarnya kecepatan putar pada rotor (Brusca *et al*, 2014). Sifat tersebut akan mempengaruhi terhadap performa instalasi turbin Darrieus. Kemungkinan kecil turbin Darrieus ini akan mampu berputar dengan sendiri karena mempunyai torsi awal kecil. Berdasarkan penelitian turbin angin vertikal dengan *me-review* berbagai tipe VAWT, rotor tipe Darrieus ini merupakan jenis

rotor turbin angin vertikal yang mempunyai efisiensi paling tinggi diantara turbin angin vertikal yang lain (M. Bhutta *et al*, 2011).

Kombinasi turbin angin Savonius dengan penambahan rotor Darrieus merupakan solusi untuk meningkatkan performa turbin angin vertikal. Hybrid rotor Darrieus-Savonius akan mampu menghasilkan instalasi turbin baru, dengan memaksimalkan kerja dari kedua turbin. Rotor Savonius sebagai penggerak primer sementara rotor Darrieus sebagai penggerak sekunder. Penambahan *fin* pada rotor Savonius akan mampu meningkatkan kemampuan *self starting* turbin. Penambahan *fin* maka akan memperbesar luasan ruang dalam sudu dan juga memperbesar tekanan disepanjang luasan sudu. Peningkatan gaya *drag* yang diakibatkan peningkatan tekanan dan luasan sudu turbin terjadi di kedua sisi sudu sehingga perbedaan tekanan yang dihasilkan dari kedua sudu semakin kecil ketika jumlah *fin* yang ditambahkan semakin banyak. Penambahan 1 *fin* mampu menghasilkan gaya *drag* positif yang paling besar (Hasan dkk, 2013).

Penelitian ini telah banyak dilakukan dengan mengkombinasikan turbin angin Savonius-Darrieus. Peneliti akan melakukan rancang bangun turbin angin Savonius-Darrieus dengan variasi menambahkan *fin* pada rotor savonius tipe U sebagai penggerak primer. Variasi sudu Darrieus yang digunakan adalah tipe H rotor *single stage* dengan 3 sudu. Dikombinasikan dengan turbin Savonius tipe U dengan 2 sudu *single stage*. Penelitian ini akan dihasilkan nilai koefisien daya dan *tip speed ratio*, sehingga dari variasi ini didapatkan nilai koefisien daya total. Keluaran dari penelitian ini akan dihasilkan instalasi turbin angin vertikal dengan kerja optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi penambahan *fin* terhadap kemampuan *self starting* pada instalasi turbin angin Savonius-Darrieus?
2. Berapakah nilai koefisien daya dan *tip speed ratio* pada instalasi turbin angin Savonius-Darrieus dengan penambahan *fin* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh penambahan *fin* terhadap kemampuan *self starting* pada instalasi turbin angin Savonius-Darrieus.
2. Mengetahui nilai koefisien daya dan *tip speed ratio* dari penambahan *fin* dengan pada instalasi turbin angin Savonius-Darrieus.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Memberikan inovasi turbin angin yang mampu bekerja pada kecepatan angin rendah
2. Menghasilkan instalasi turbin angin vertikal Savonius - Darrieus dengan kemampuan *self starting* pada kecepatan angin rendah
3. Menjadi sumbang pemikiran dibidang aerodinamika, khususnya pada penitian turbin angin vertikal (VAWT).

1.5 Batasan Masalah

Menghindari perluasan masalah pada peneitian ini, maka diberlakukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Turbin yang digunakan merupakan kombinasi Savonius-Darrieus dimana turbin Savonius tipe U merupakan tipe *single stage* dengan 2 sudu. Sementara turbin Darrieus tipe H rotor menggunakan 3 sudu tipe *single stage*
2. Poros ditentukan dengan bahan besi berdiameter 19 mm
3. Bahan yang digunakan pada turbin Savonius adalah pipa PVC ukuran 4 dim
4. Bahan yang digunakan pada turbin Darrieus adalah kayu Mahoni
5. Transmisi daya dari turbin ke generator menggunakan gear transmisi rantai perbandingan 1 : 2,6