

T.A. Fauzi Soelaiman, Nathanael P. Tandian, dan Nanang Rosidin

**Laboratorium Termodinamika, Pusat Rekayasa Industri Program Studi Teknik Mesin,
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung**

Jl. Ganesa 10, Bandung, 40132, INDONESIA

Telepon/Fax: +62 22 2502342

E-mail: fauzi@termo.pauir.itb.ac.id

Abstrak

Tingginya kebutuhan migas yang tidak diimbangi oleh kapasitas produksinya menyebabkan kelangkaan bahan bakar migas sehingga terjadi kenaikan harga. Pemerintah maupun swasta di hampir semua negara kemudian berpacu untuk membangkitkan energi dari sumber-sumber energi baru dan terbarukan untuk menjaga ketahanan energi negaranya. Salah satu sumber energi terbarukan yang dipilih adalah energi angin.

Berdasarkan data LAPAN, angin di Indonesia memiliki kecepatan yang bervariasi, umumnya terkategori sebagai angin berkecepatan rendah. Penelitian sistem konversi energi angin (SKEA) kecepatan rendah belum banyak dilakukan di Indonesia, padahal ada beberapa lokasi yang mempunyai angin berkecepatan rendah secara kontinu untuk digunakan sebagai penerangan misalnya di jalan tol.

Angin di jalan tol merupakan gabungan dari angin alami dan angin yang ditimbulkan oleh kendaraan yang melintas. Selain itu, sistem konversi energi angin yang dibuat dapat menggantikan fungsi pelat penghalang sinar lampu di median jalan tol ini.

Dalam makalah ini dibahas proses perancangan empat buah prototipe rotor turbin angin vertikal beserta filosofi perancangannya serta pengujian keempat prototipe rotor tersebut. Jenis rotor yang dirancang dan diuji adalah jenis rotor Savonius U, Savonius L, Windside Kecil dan Windside Besar.

Dengan menggunakan alat ukur anemometer dan tachometer, kecepatan angin dan kecepatan rotor turbin diukur, lalu hasilnya dibandingkan. Berdasarkan hasil pengujian terhadap keempat prototipe rotor yang dikembangkan, rotor Savonius L dengan diameter penutup 82 cm dan tinggi 1 meter dipilih sebagai prototipe rotor SKEA yang paling baik untuk dilakukan pengujian selanjutnya.

Pendahuluan

Tingginya kebutuhan migas yang tidak diimbangi oleh kapasitas produksinya menyebabkan kelangkaan bahan bakar migas sehingga terjadi kenaikan harga. Pemerintah maupun swasta di hampir semua negara kemudian berpacu untuk membangkitkan energi dari sumber-sumber energi baru dan terbarukan untuk menjaga ketahanan energi negaranya. Salah satu sumber energi terbarukan yang dipilih adalah energi angin. Berdasarkan data LAPAN (Daryanto, et al., 2005), angin di Indonesia memiliki kecepatan yang bervariasi, umumnya terkategori sebagai angin berkecepatan rendah. Penelitian sistem konversi energi angin (SKEA) kecepatan rendah belum banyak dilakukan di Indonesia, padahal ada beberapa lokasi yang mempunyai kecepatan angin rendah secara kontinu yang dapat digunakan sebagai penerangan, misalnya di jalan tol. Angin di jalan tol merupakan gabungan dari angin alami dan angin yang ditimbulkan oleh kendaraan yang melintas. Selain itu, sistem konversi energi angin yang dibuat dapat menggantikan fungsi pelat penghalang sinar lampu di median jalan tol ini.

Penelitian ini akan mencakup perancangan, pembuatan dan pengujian beberapa jenis rotor prototipe SKEA untuk penerangan jalan tol dan bertujuan untuk mendapatkan prototipe SKEA yang paling sesuai untuk kecepatan angin rendah.

Metodologi

Eksperimen merupakan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini. Empat prototipe SKEA dirancang, dibuat dan diuji secara langsung. Kecepatan angin yang terjadi di jalan tol diukur dengan menggunakan anemometer vortex buatan Inspeed yang menggunakan sistem data logging yang terkoneksi dengan komputer. Pengujian rotor dilakukan dengan menggunakan alat ukur anemometer dan tachometer. Kecepatan angin dan kecepatan rotor turbin diukur secara bersamaan, lalu hasil yang didapat untuk keempat prototipe SKEA dibandingkan, sehingga dapat dilakukan penentuan SKEA yang paling sesuai untuk kecepatan angin rendah.

Hasil dan Pembahasan

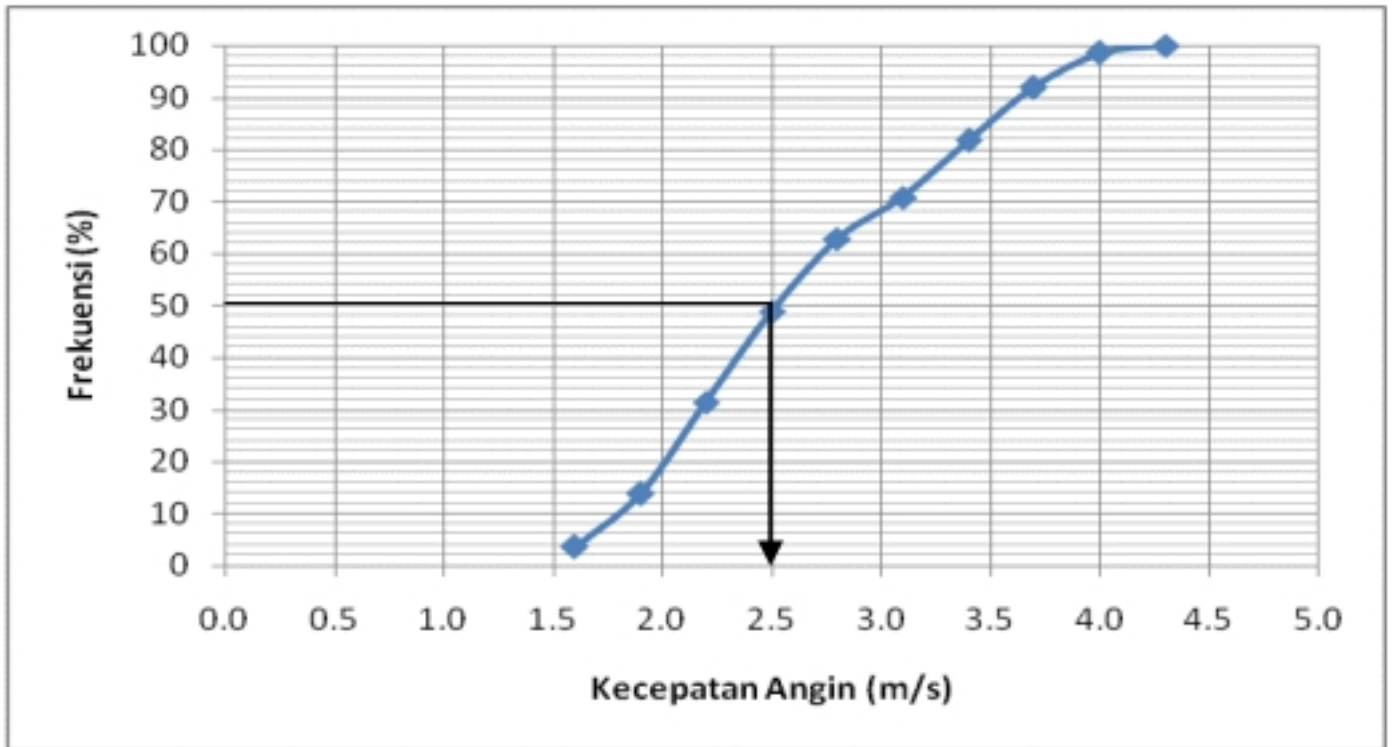
Sampel pengukuran kecepatan angin dilakukan di Tol Cipularang pada ruas tol Pasteur, Jawa

Barat. Sampel pengukuran diambil pada sebelas tempat berbeda dengan jarak antara 200 meter dari km 1 sampai km 3. Pengukuran dilakukan pada pagi sampai siang hari (jam 09.00 – 14.00 WIB) tanggal 5 September 2006. Pengukuran pada pagi hari dimaksudkan untuk mengukur angin yang ditimbulkan kendaraan saja, karena pada pagi hari angin alami belum banyak berhembus. Pengambilan sampel dilakukan setiap menit dalam satuan m/s. Hasil pengukuran disajikan dalam Tabel I dan Gambar 1 sebagai berikut:

Tabel I Distribusi Frekuensi Pengukuran Kecepatan Angin

| No | Interval Kecepatan Angin (m/s) | V_i (m/s) | F_i | KF_i (%) | $F_i \cdot V_i$ (m/s) |
|--------|--------------------------------|-------------|-------|------------|-----------------------|
| 1 | 1.45 - 1.75 | 1.6 | 5 | 3.6% | 8.0 |
| 2 | 1.75 - 2.05 | 1.9 | 14 | 13.9% | 26.6 |
| 3 | 2.05 - 2.35 | 2.2 | 24 | 31.4% | 52.8 |
| 4 | 2.35 - 2.65 | 2.5 | 24 | 48.9% | 60.0 |
| 5 | 2.65 - 2.95 | 2.8 | 19 | 62.8% | 53.2 |
| 6 | 2.95 - 3.25 | 3.1 | 11 | 70.8% | 34.1 |
| 7 | 3.25 - 3.55 | 3.4 | 15 | 81.8% | 51.0 |
| 8 | 3.55 - 3.85 | 3.7 | 14 | 92.0% | 51.8 |
| 9 | 3.85 - 4.15 | 4.0 | 9 | 98.5% | 36.0 |
| 10 | 4.15 - 4.45 | 4.3 | 2 | 100.0% | 8.6 |
| Jumlah | | | 137 | | 382.1 |

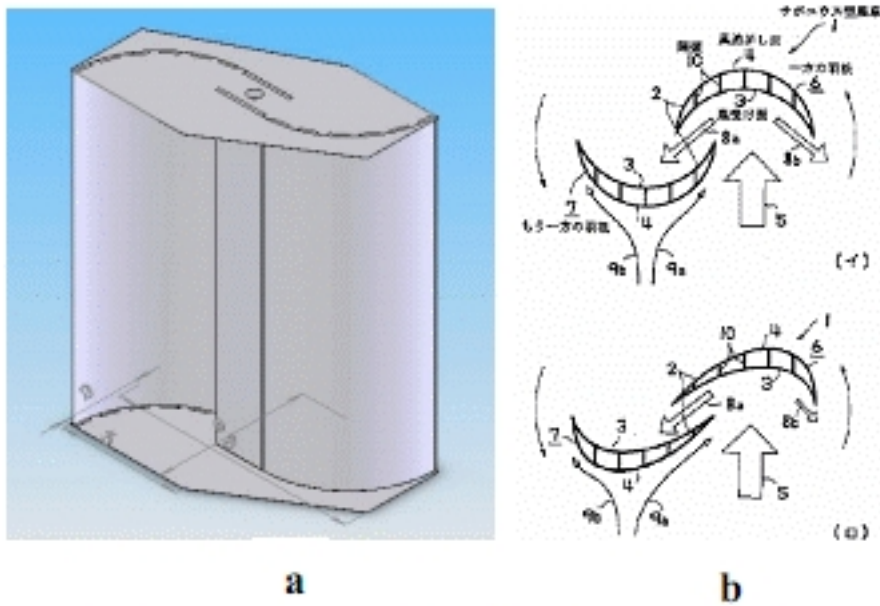
F = frekuensi, V_i = nilai tengah interval kecepatan, KF = frekuensi kumulatif
Rata-rata kecepatan: 2,79 m/s. Std. Dev.: 0,97 m/s.



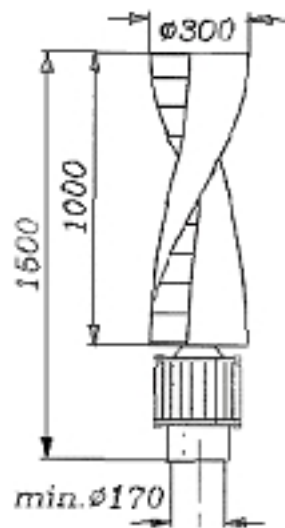
Gambar 1 Kurva frekuensi kumulatif kecepatan angin.



Gambar 2 Rotor Savonius (Eldridge, 1980).



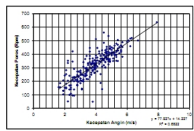
Gambar 3 Rotor Savonius L (Sadaaki, et al., 2003).



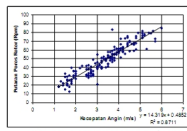
Gambar 4 Rotor WS-0.30 C (www.windside.com, 2006).

Tabel II Rancangan Rotor Turbin Angin.

| No | Variabel | Savonius U | Savonius L | Windsi Kecil |
|----|---------------------|------------|------------|--------------|
| 1 | Diameter penutup | 32 cm | 82 cm | 32 cm |
| 2 | Tinggi rotor | 75 cm | 100 cm | 100 cm |
| 3 | Tebal pelat penutup | 1 mm | 1 mm | 1 mm |
| 4 | Tebal Sudu | 0,8 mm | 0,8 mm | 0,8 mm |
| 5 | Massa sudu | 2,2 kg | 5,8 kg | 2,3 kg |
| 6 | Material | Aluminium | | |



Gambar 5.a Rotor Savonius U.



Gambar 5.b Rotor Savonius L.

