

## Unjuk Kerja Turbin Angin 10 KW Pada Unit Pengolahan Ikan Skala Kecil Desa Lancang Kabupaten Pidie Jaya

**Hamdani, Irwansyah, Ilyas, Rudi Kurniawan**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala  
Jl. Syech Abdul Rauf No.7 Darussalam Banda Aceh 23111, Indonesia

email: hamdani\_umar@yahoo.com

### **Abstrak**

Kendala yang dirasakan oleh kelompok nelayan Makmur Desa Lancang Kabupaten Pidie Jaya Provinsi Aceh dalam meningkatkan nilai tambah dari perikanan laut dan darat antara lain: tidak tersedianya pasokan bahan bakar listrik yang stabil untuk unit pengolahan ikan. Bertitik tolak dari kendala tersebut, maka dalam program Hi-Link Universitas Syiah Kuala Tahun 2011 telah dikembangkan satu unit pengolahan ikan skala kecil di Desa Lancang Kabupaten Pidie Jaya yang dilengkapi dengan peralatan pembuatan es kapasitas 150 kg es/hari dan unit pengeringan kapasitas 200 kg. Energi listrik untuk peralatan tersebut diperoleh dari turbin angin 10 KW. Turbin angin yang dipasang adalah turbin angin tipe horizontal diameter rotor 8 m, jumlah sudu 3 bilah, dan tinggi menara (tower) 12 m. Dalam kurun waktu 5 bulan (Januari – Mei 2012) telah dilakukan pengamatan unjuk kerja turbin dengan melakukan pengukuran putaran dan daya generator turbin berdasarkan perubahan kecepatan angin. Dari hasil pengamatan diperoleh daya keluar generator maksimum 9,5 KW pada kecepatan angin 7 m/s dan putaran 250 rpm. Daya generator rata-rata 4,35 KW dengan kecepatan angin rata-rata 4,7 m/s. Berdasarkan data hasil pengamatan diperoleh koefisien daya turbin angin ( $C_p$ ) sebesar 43,5 % .

Kata Kunci: Unjuk Kerja, Turbin Angin, Daya Generator, Kecepatan Angin, Unit Pengolahan Ikan

### **Pendahuluan**

Kebijakan Pemerintah Kabupaten Pidie Jaya terhadap sektor perikanan adalah mengupayakan peningkatan pemanfaatan sumber daya laut dan perikanan melalui peningkatan industri perikanan tangkap, budaya, industri pengolahan dan industri kelautan yang bertumpup pada IPTEK dengan memperhatikan kelestariannya sebagai salah satu tulang punggung pembangunan ekonomi Kabupaten Pidie Jaya yang berkelanjutan.

Upaya-upaya untuk mendorong tumbuhnya sektor perikanan, baik perikanan tangkap maupun budaya terus digalakan. Pemerintah sadar, dengan berkembangnya sektor perikanan, akan membawa dampak terus yang sangat positif terhadap pertumbuhan perekonomian kabupaten Pidie Jaya secara keseluruhan.

Berdasarkan Pidie Jaya Dalam Angka 2010 (BPS Pidie Jaya 2010), pada tahun 2010 produksi perikanan laut dan darat di Kabupaten Pidie Jaya masing-masing 4.622 ton dan 1.362 ton. Produksi perikanan laut terbesar dihasilkan oleh nelayan

Kecamatan Meurah Duase banyak 1.748 ton dan Kecamatan Bandar Baru sebanyak 960 ton, sedangkan produksi perikanan darat terbesar di produksi di Kecamatan Bandar Baru yaitu 595 ton.

Produksi ikan laut Kecamatan Bandar Baru diantaranya dihasilkan oleh kelompok nelayan Desa Lancang Paru, yang beranggotakan adalah 50 orang nelayan perikanan laut. Salah satu kendala yang dihadapi kelompok nelayan dalam meningkatkan produksinya adalah ketersediaan es sebagai pendukung pengawetan ikan. Pada saat ini, nelayan menggunakan es hasil produksi rumah tangga, dan itu juga tidak terjamin karena pasokan listrik PLN yang tidak optimal. Di sisi lain desa tersebut memiliki potensi energi angin yang sangat baik karena letaknya 200 meter dari bibir pantai.

Pada tahun 1993, National Renewable Energy Laboratory NREL USA (Holz, 1996), telah melakukan kajian pemanfaatan PLT Angin untuk penggerak mesin pembuat es. Tujuan utama penelitian tersebut adalah melakukan kajian unjuk kerja turbin jika listrik keluar dari generator turbin angin dihubungkan langsung dengan kompresor mesin pembuat es. Dari hasil kajian disimpulkan konsep pemanfaatan energi

angin untuk penggerak mesin pembuat es secara teknis dan ekonomi sangat layak untuk dikembangkan. Dari hasil pengujian turbin angin daya 12 kW untuk menggerak mesin pembuat es, disimpulkan pada kecepatan angin rata-rata 5-6 m/s akan mampu memproduksi 10 – 20 kg es/jam.

Dengan tujuan peningkatan pendapatan kelompok nelayan dan ketersediaan sumber daya energi angin. Pada tahun 2011 kelompok nelayan Desa Lancang Paru bekerjasama dengan Universitas Syiah Kuala telah melakukan pembangunan pembangkit listrik tenaga angin (PLT Angin) daya 10 KW untuk penyediaan energi listrik pada unit pengolahan ikan skala kecil. Unit pengolahan ikan tersebutdiridari unit pengeringkan, unit pembuatan es (refrigerator), unit penyimpanan (cold storage), dan unit pendukung lainnya.

Unjuk kerja PLT Angin sangat ditentukan keterediaan energi angin dan beban yang harus dilayani oleh turbin. Untuk itu monitoring dan evaluasi unjuk kerja turbin menjadi bagian penting dalam menjamin operasional dari turbin.

Padapenelitianiniakandilakukanevaluasiunjuk kerja PLT Angin 10 kW untuk penggerak mesin pembuatan es kapasitas 300 kg/hari. Tahapan evaluasi dimulai dengan pemodelan analisis produksi energi listrik oleh PLT Angin 10 KW berdasarkan sumber daya angin, kemudiandilanjutkan dengan pengukuran unjuk kinerja turbin, dan akhirnya akan dilakukan perbandingan hasil pengukuran dengan hasil pengukuran. Keluaran yang diharap dari penelitian ini adalah prosedur pengukuran unjuk kerja turbin dan model yang dapat digunakan untuk monitoring dan evaluasi kinerja turbin.

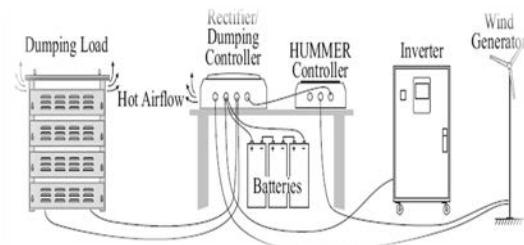
## Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di desa Lancang kecamatan Paru Kabupaten Pidie Jaya. Desa ini terletak pada 05,18' lintang utara: 96,07' bujur timur langsung menghadap ke utara Selat Malaka.

Penelitian ini dilaksanakan dalam waktu 6 (enam) bulan dengan tahapan pengukuran dan mentabulasi data kecepatan angin yang diikuti dengan memprediksi kemampuan turbin. Tahap kedua melakukan pengukuran unjuk kerja turbin, dan perbandingan hasil pengukuran unjuk kerja turbin dengan hasil prediksi kemampuan turbin.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Anemometer, untuk pengukuran kecepatan angin.
2. Unjuk kerja turbin dilakukan pada Turbin Angin HUMMER 10 KW, dengan instalasi turbin seperti pada Gambar 1, dan spesifikasi turbin diberikan dalam Tabel 1.



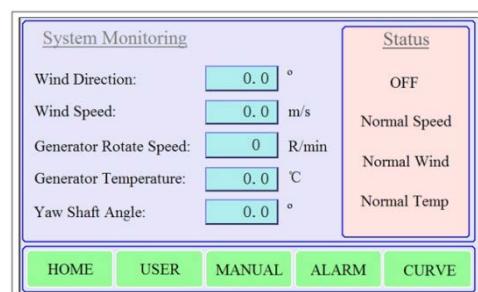
Gambar 1. Instalasi turbin angin HUMMER 10 KW

Tabel 1. Spesifikasi Turbin Angin

Rated power (W)	10000
Maximum output power (W)	15000
Charging voltage (V)	DC 240 V
Blade quantity	3
Rotor blade diameter (m)	8
Start-up wind speed (m/s)	3
Rated wind speed (m/s)	10
Generator output	Single-phase freq. conversion AC
Rated charging current (A)	41.7
Tower height (m)	12
Storage energy system	Battery 12 , V 250 Ah, 20 pieces

Sumber: Manual Wind Turbine HUMMER 10 KW

Peralatan yang digunakan untuk pengukuran parameter unjuk kerja turbin berada pada panel kontrol turbin angin, meliputi, daya output (W), Tegangan keluaran (V), Arus keluaran (A), Arah angin ( $^{\circ}$ ), Kecepatan angin (m/s), dan kecepatan putaran generator (R/mim), seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Sistem monitor

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan Pengambilan data kecepatan angin bulan Januari 2011 s.d Desember 2011. Pengambilan data kecepatan angin dilakukan langsung di lokasi dengan menggunakan anemometer. Karakteristik kecepatan angin dianalisis menggunakan perangkat lunak HOMER

Pengukuran pun jukker jatuh turbin dilakukan pada lokasi dengan mengambil data pada wind generator control sistem yang tersedia pada turbin 10 KW.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran kecepatan angin rata-rata bulanan selama tahun 2011 pada ketinggian 10 m ditampilkan dalam Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Kecepatan angin rata-rata di Desa Lancang Paru

Bulan	Kecepatan Angin Rata-rata (m/s)
Januari	3,774
Februari	3,143
Maret	3,097
April	2,867
Mei	4,065
Juni	4,655
Juli	4,258
Agustus	3,677
September	3,833
Oktober	4,097
November	3,993
Desember	4,067
<b>Rata-rata</b>	<b>3,794</b>

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa kecepatan angin rata-rata selama satu tahun sebesar 3,794 m/det. Kecepatan angin rata-rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan Juni yaitu sebesar 4,655 m/det dan terendah terjadi pada bulan April yaitu sebesar 2,867 m/det.

Karena energi yang dihasilkan turbin sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti, ketinggian pengukuran dan karakteristik lokasi pengukuran. Koreksi kecepatan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 1.

$$\left(\frac{v}{v_0}\right) = \left(\frac{H}{H_0}\right)^\alpha \quad (1)$$

dimana  $H, H_0$  mewakili kecepatan angin pada ketinggian  $h_1$  dan  $h_2$  dan  $\alpha$  adalah koefisien gesekan tingkat kekasaran dari karakteristik daerah.

Dengan mengetahui bahwa rotorturbin terletak di ketinggian 12m

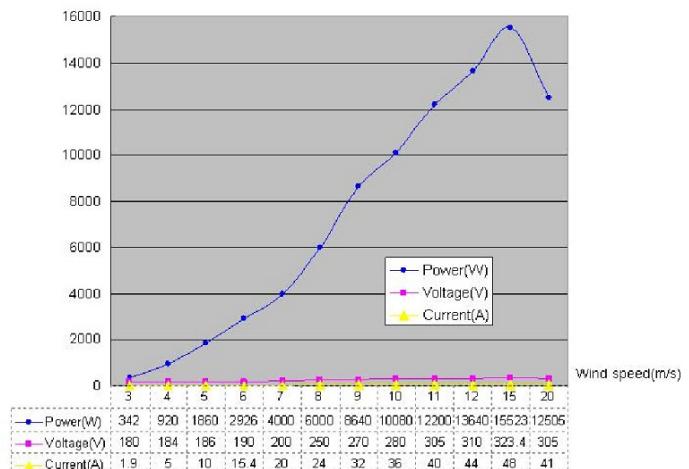
dan lokasi pemasangan termasuk pedesaan berhutan, banyak pohon dengan koefisien gesekan ( $\alpha$ ) = 0,25. Maka kecepatan angin rata-rata setelah dikoreksi ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kecepatan angin rata-rata setelah dikoreksi

Bulan	Kecepatan angin rata-rata koreksi (m/s)
Januari	4,177
Februari	3,478
Maret	3,427
April	3,173
Mei	4,499
Juni	5,152
Juli	4,712
Agustus	4,069
September	4,242
Oktober	4,534
November	4,419
Desember	4,501
<b>Rata-rata</b>	<b>4,199</b>

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa rata-rata kecepatan angin pada lokasi penempatan turbin yang tergolong dalam kecepatan angin rendah dengan kisaran 3 – 5 m/s. Untuk itu perlu dilakukan pemilihan turbin yang mampu bekerja optimal pada akhiran kecepatan angin tersebut. Turbin angin yang menjadi objek penelitian ini memiliki *cut in speed* (kecepatan mulai) pada 3 m/s.

Berdasarkan hasil prediksi tersebut maka dipilih turbin 10 KW yang memberikan daya pada kecepatan angin 3 m/s. Kurva daya turbin diberikan Gambar 2.



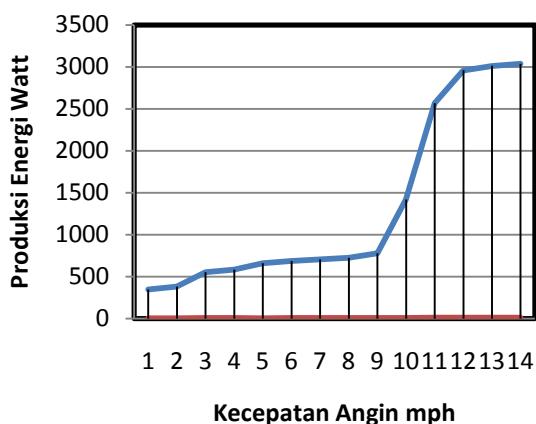
Gambar 2. Kurva Daya Turbin Angin 10 KW

Prediksi ini jukker jatuh turbin dievaluasi dengan menggunakan perangkat lunak HOMER. Model PLT Angin yang akan disimulasi dan dioptimasi terdiri dari Turbin angin, Converter dan Baterai.

Turbinangin yang dipasangdigunakanuntuk pembuatan es batusebanyak 150kg/hari. Daya yang dibutuhkansebesar 2kW.

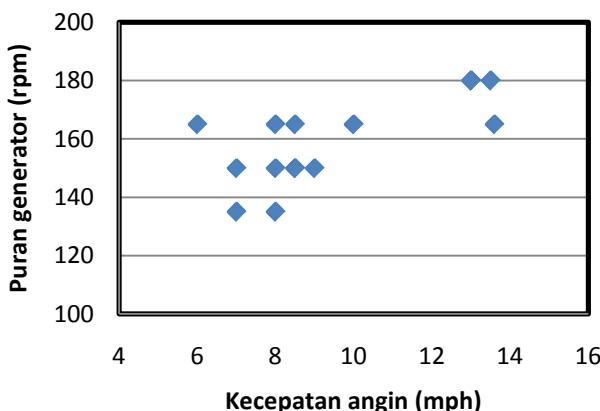
Daya turbin juga digunakanuntuk penggerak fan pada system pengering dengan daya total 1 kW

Pengukuran kinerja turbin dilakukan selama 3 hari pada saat kecepatan angin diatas 3 m/s. Pengukuran dilakukan pada tanggal 7 Januari 2012, tanggal 8 Januari 2012 dan 5 Juni 2012. Parameter utama yang menjadi pengamatan selama pengujian adalah kecepatan angin dan daya yang dihasilkan. Gambar 3 memperlihatkan hubungan kecepatan angin dan daya yang dihasilkan berdasarkan pada data pengamatan, terlihat bahwa kecepatan angin maksimum yang berada pada 13,6 mph dapat menghasilkan daya sebesar 3038 watt.



Gambar 3. Unjuk kerja turbin angin 10 KW

Gambar 4. memperlihatkan hubungan kecepatan angin dan putaran generator yang dihasilkan berdasarkan pada data pengamatan yang dilakukan pada tanggal 8 Januari 2012, dimana dapat dilihat bahwa putaran generator maksimum yang dapat dihasilkan mencapai 180 rpm.



Gambar 4. Hubungan kecepatan generator dengan kecepatan angin

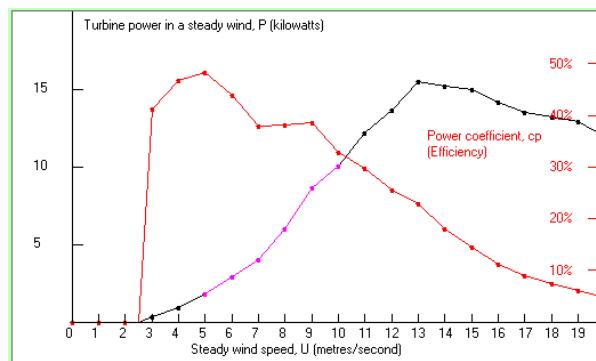
Padapengukuran ini juga diperoleh harga maksimum

yang dicapai turbin yaitupada saat kecepatan angin maksimum yang pernah terjadi yaitu daya keluar generator maksimum 9,5 KW pada kecepatan angin 7 m/s dan putaran 250 rpm.

Efisiensi turbin angin berdasarkan data hasil pengujian diberikan dalam Gambar 5. Efisiensi turbin ditentukan dengan perbandingan daya aktual yang dihasilkan dengan daya maksimum teoritis yang dapat dihasilkan, sebagaimana ditunjukkan persamaan dibawah:

$$C_p = \frac{\text{Daya Aktual yang dihasilkan turbin}}{\text{Daya Maksimum Teoritis yang dihasilkan turbin}}$$

Berdasarkan pada hasil pengujian yang dilakukan, maka nilai  $C_p$  yang diperoleh bahwa turbin masih mampu memberikan efisiensi  $C_p$  sebesar 32 %. Dan ini menunjukkan bahwa kemampuan turbin yang diuji mampu memberikan listrik sampai dengan 32 % dalam setahun.



Gambar 5. Efisiensi turbin

## Kesimpulan

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Potensi energi angin; kecepatan angin rata-rata pada lokasi penempatan turbin yang tergolong dalam kecepatan angin rendah dengan kisaran 3 – 5 m/s. Untuk itu dilakukan pemilihan turbin yang mampu bekerja optimal pada daerah kisaran kecepatan angin tersebut. Turbin angin yang menjadi objek penelitian ini memiliki *cut in speed* (kecepatan mulai) pada 3 m/s.
2. Prediksi kemampuan turbin sebagai sistem pembangkit listrik tenaga angin menggunakan software Homer; Prediksi produksi energi turbin angin adalah 7,474 kWh/tahun, ini adalah produksi yang baik mengingat turbin bekerja 7,247 jam/tahun.
3. Dari hasil pengamatan diperoleh daya keluar generator maksimum 9,5 KW pada kecepatan angin 7 m/s dan putaran 250 rpm.

## UcapanTerimakasih

Terimakasih kepada DIKTI yang telah mendainai pelaksanaan kegiatan ini melalui Program HI-LINK DIKTI tahun 2010-2011. Ucapan terimakasih juga kepada kelompok nelayan Makmur Desa Lancang dan Pemda Kabupaten Pidie Jaya

## Referensi

Gilman, P., Lambert, T. (2005). *Homer the micropower optimization model software started guide*. National Renewable Energy Laboratory of United States Government.

Holz, R.G et al V. (1998). *Wind-Electric Ice Making Investigation*. National Renewable Energy (NREL), Golden, Colorado, May.

S. Masoud Barakati, Fang Yao, Ramesh C. Bansal, Zhao Yang Dong, Ram K. Saket, Jitendra S. Shakya. Andrea Junyent, Ferre, Oriol Gomis, Bellmunt, (2010). *Handbook Of renewable Energy Technology*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

Paul Gipe, (1999). *Wind Energy Basics, a guide to small and micro wind systems*. Chelsea Green Publishing Company.