

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 pabrik es di Kabupaten Pidie Jaya, belum adanya teknologi pengolahan ikan pascapanen, dan tidak terjaminnya pasokan 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 sumberdaya kelautan dan perikanan melalui peningkatan industri perikanan tangkap, budidaya, industri pengolahan dan industri kelautan yang bertumpu 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 budidaya terus digalakkan. Pemerintah sadar, dengan berkembangnya sektor perikanan, akan membawa dampak kerusakan 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 Dua sebanyak 1.748 ton dan Kecamatan Bandar Baru sebanyak 960 ton, sedangkan produksi perikanan darat terbesar diproduksi dari 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 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 tersebut terdiri dari unit pengeringan, unit pembuat es (refrigerator), unit penyimpanan (cold storage), dan unit pendukung lainnya.

Unjuk kerja PLT Angin sangat ditentukan oleh ketersediaan 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.

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

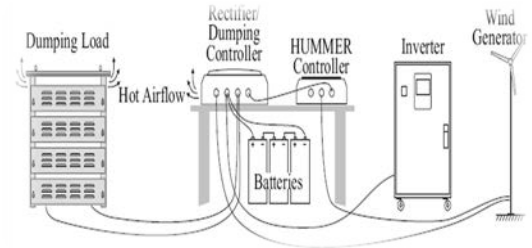
Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di desa Lancang kecamatan Paru Kabupaten Pidie Jaya. Desainya 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.



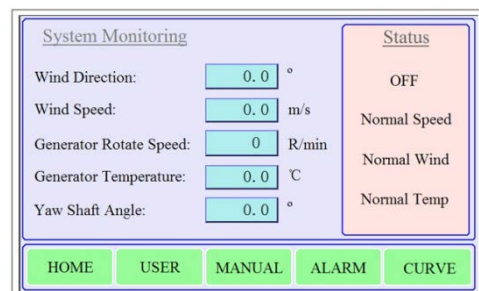
Gambar 1. Instalasi turbin angin HUMMER 10 KW

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 (⁰), Kecepatan angin (m/s), dan kecepatan putaran generator (R/mim), seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Sistem monitor

PelaksanaanpenelitiandimulaidenganPengambi lan data kecepatananginbulanJanuari 2011 s.dDesember 2011. Pengambilan data kecepatanangindilakukanlangsungdilokasidenganmen gggunakan anemometer. Karakteristikkecepatanangindianalisismenggunakan perangkat lunak HOMER

Pengukuranunjukkerjaturbindilakukanpadaloka sidenganmengambil data pada wind generator control sistem yang tersediapadaturbin 10 KW.

HasildanPembahasan

Hasilpengukurankecepatan angin rata-rata bulanannya selama tahun 2011 pada ketinggian 10 m ditampikan dalam Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Kecepatanangin rata-rata di DesaLancangParu

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
Rata-rata	3,794

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 dihasilkanturbinanginsangat dipengaruhiolehberbagaifaktorseperti, ketinggian pengukuran dankarakteristiklokasipengukuran. Koreksikecepatandapatdilakukandenganmenggunakan persamaan. 1.

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

dimana H, H₀ mewakili kecepatan angin pada ketinggian h1 dan h2 dan α adalah koefisien gesekan tingkat kekasaran dari karakteristik daerah.

Denganmengetahui bahwarotorturbinterletakdi ketinggian 12m

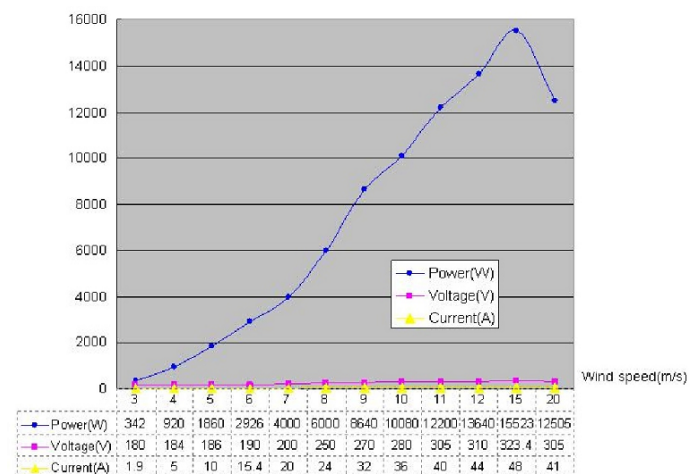
danlokasipemasangantermasukpedesaan berhutan, banyak pohon dengan koefisien gesekan (α) = 0,25.Maka kecepatanangin rata-rata setelah dikoreksiditunjukkan dalam Tabel 2.

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
Rata-rata	4.199

Dari Tabel2 dapat dilihat bahwa rata-rata kecepatananginpada lokasipenempatanturbinangintergolongdalamkecepatananginrendahdengankisaran 3 – 5 m/s. Untukituperludilakukanpemilihanturbin yang mampuberja optimal padapadakisarankecepatanangintersebut. Turbinangin yang menjadiobjekpenelitianinimemilikicut in speed (kecepatanmulai) pada 3 m/s.

Berdasarkanhasilprediksitersebutmakadipilih turbin10 KW yang memberikandayapadakecepatan angin 3 m/s. KurvadayaturbindiberikanGambar2.



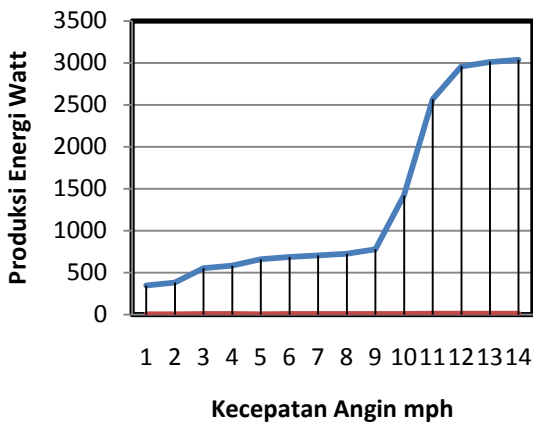
Gambar 2. Kurva Daya Turbin Angin 10 KW

Prediksiunjukkerjaturbin dievaluasi dengan menggunakan perangkat lunak HOMER. Model PLT Angin yang akan disimulasi dan dioptimasi terdiri dari Turbin angin, Converter dan Baterai.

Turbin angin yang dipasang digunakan untuk pembuatan es batu sebanyak 150kg/hari. Daya yang dibutuhkan sebesar 2kW.

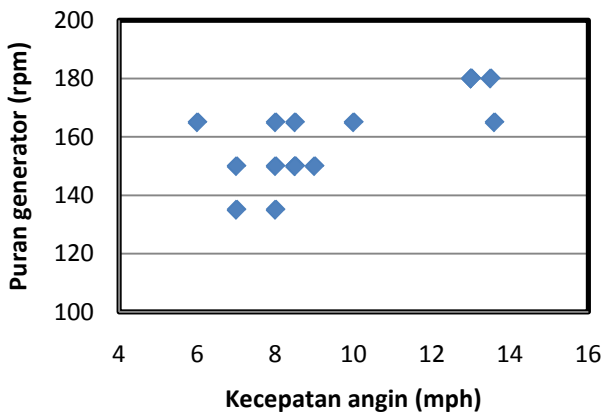
Daya turbin juga digunakan untuk penggerak fan pada sistem pengering dengan daya total 1 kW

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

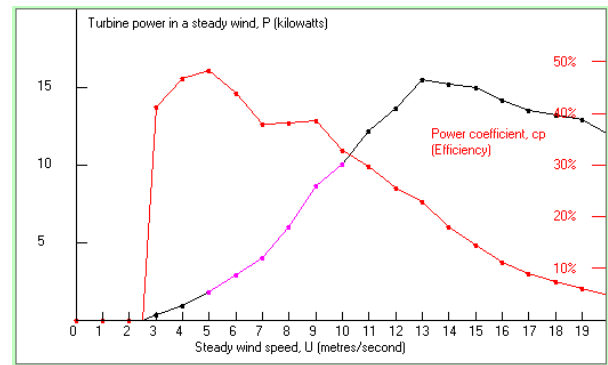
Padapengukuran ini juga diperoleh harga maksimum

yang dicapai turbin yaitu pada 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 dari perbandingan daya aktual yang dihasilkan turbin terhadap daya maksimum teoritik yang dapat dihasilkan, sebagaimana ditunjukkan persama di bawah:

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

Berdasarkan pada hasil pengujian yang dilakukan, maka nilai Cp yang diperoleh bahwa turbin masih mampu memberikan efisiensi Cp 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 angin tergolong dalam kecepatan angin rendah dengan kisaran 3 – 5 m/s. Untuk itu dilakukan pemilihan turbin yang mampu bekerja optimal pada 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

Terimakasihkepada DIKTI yang telahmendainaipelaksanaankegiataninimelaluiProgram HI-LINK DIKTI tahun 2010-2011. Ucapanterimakasihjugakepada kelompok nelayan Makmur DesaLancangdan 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 Publising Co. Pte. Ltd.

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