

KOMBINASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DAN ANGIN UNTUK MEWUJUDKAN ENERGI MURAH DAN RAMAH LINGKUNGAN

Zuraidah Tharo

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

Email: zuraidahtharo@dosen.pancabudi.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan ekonomi Sumatera Utara idealnya 6% atau lebih, untuk mencapai angka tersebut dibutuhkan investasi pada berbagai sektor sebesar Rp 120 Trilyun. Energi adalah faktor utama untuk ketercapaian pertumbuhan tersebut. Defisit energi listrik di Sumatera Utara dirasakan dengan semakin tergantungnya kita terhadap import BBM, gas dan pasokan energi listrik dari penyewaan kapal diesel. Persoalan tersebut ditambah dengan pertumbuhan kebutuhan energi rata-rata 6,86%. Pemanfaatan musim hujan dan kemarau sebagai acuan dalam menghasilkan energi listrik kombinasi tenaga angin dan matahari. Kedua sumber energi ini bertujuan untuk saling melengkapi dalam mengoptimalkan energi listrik yang dihasilkan. Konsep kombinasi atau hybrid antara solar panel dan vertical axis wind turbine akan lebih mempercepat pengisian dan penyimpanan energi ke dalam battery untuk keperluan energi listrik. Dari pengujian yang dilakukan dengan solar panel 100wp dan turbin angin jenis vertikal dengan low rpm < 300 yang telah dikombinasikan dapat menghasilkan listrik 700 watt, hasil ini sudah memenuhi untuk keperluan atau kebutuhan energi dalam satu rumah sederhana

Kata Kunci: *Energi Listrik, Kombinasi Energi, Solar Panel dan Vertical Axis Wind.*

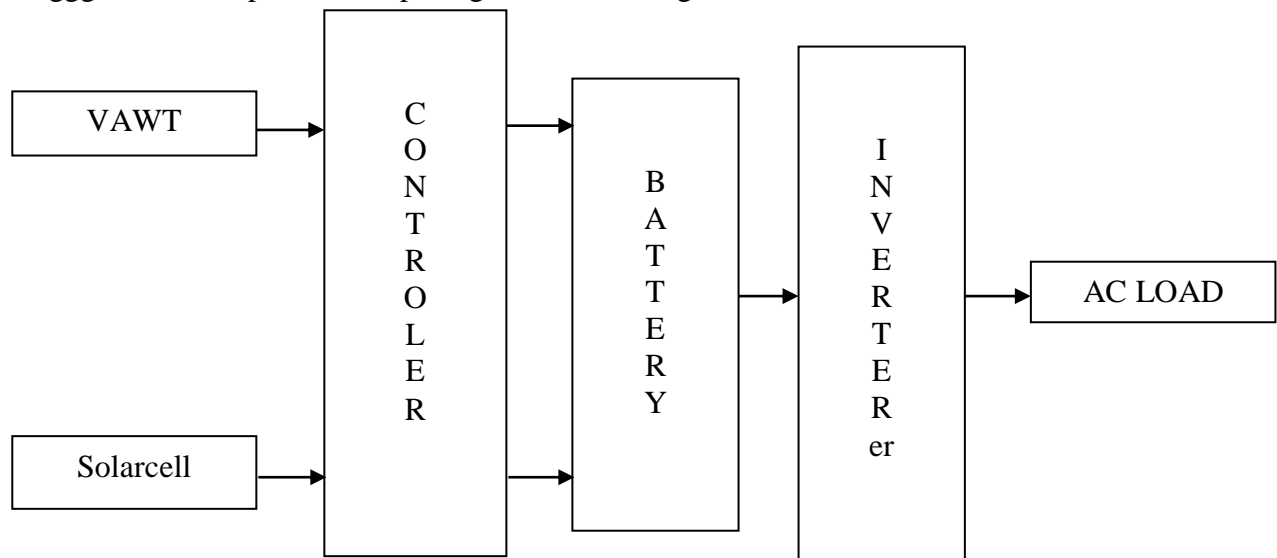
PENDAHULUAN

Pemanfaatan musim sangat membantu dalam menghasilkan kombinasi energi angin dan matahari, kombinasi ini disebut tenaga hybrid, yang mana pada saat musim kemarau, matahari akan lebih berperan, sedangkan pada musim hujan angin akan lebih berperan dalam menghasilkan sumber energi listrik. Kedua sumber energi ini bertujuan untuk saling melengkapi dalam optimalisasi energi listrik yang dihasilkan. Konsep hybrid antara solar panel dan vertical axis wind turbine lebih cepat dalam proses pengisian battery dari pada konsep energi angin dan matahari dibuat secara terpisah. Wilayah Indonesia pada umumnya mempunyai potensi yang besar dalam bidang energi terbarukan, terutama matahari, air dan angin. Potensi sumber energi terbarukan di Indonesia meliputi 4,8 KWh/m²/hari energi surya, 458 GW biomassa 3-6 M/detik tenaga angin, dan 3 GW nuklir (cadangan uranium). Indonesia juga memiliki sumber energi hidro yang besar dengan total potensial diperkirakan 75.67 GW. Walaupun potensi dari energi terbarukan seperti biomassa, panas bumi, energi surya, energi air, energi angin, dan energi lautan relative tinggi, namun tidak digunakan secara signifikan, yakni kurang dari 4% pada tahun 2007. Sistem energi kombinasi atau biasa disebut dengan hybrid adalah salah satu energi terbarukan yang menjadi populer sebagai sistem tenaga listrik yang dapat berdiri sendiri untuk memperoleh pasokan listrik. Sistem tenaga hybrid, biasanya terdiri dari dua atau lebih sumber energi terbarukan yang digunakan bersama untuk menyediakan peningkatan efisiensi sistem serta keseimbangan yang lebih besar dalam pasokan energi. (Claire gin, Hybrid System, 2016). Energi listrik dapat dibangkitkan dengan mengubah radiasi sinar matahari melalui sebuah proses yang dinamakan *photovoltaic (PV)*. *Photo* merujuk kepada cahaya dan *voltaic* merujuk kepada tegangan. Terminologi ini memproduksi energi listrik arus searah dari energi radiasi matahari. *Photovoltaic cell* dibuat dari material semi konduktor terutama silicon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. Jika cahaya matahari mencapai cell maka elektron akan terlepas dari atom silicon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi dapat dibangkitkan. Sel surya selalu di desain untuk mengubah cahaya menjadi energi listrik

sebanyak-banyaknya dan dapat digabung secara seri atau paralel untuk menghasilkan tegangan dan arus yang diinginkan seperti yang dinyatakan oleh Chemi et. al. (2007). Turbin angin adalah suatu alat untuk mengkonversi energi angin menjadi energi mekanik yang kemudian dikonversikan lagi menjadi energi listrik. Putaran pada poros turbin angin dihubungkan pada generator untuk menghasilkan energi listrik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, banyak jenis turbin angin yang dihasilkan salah satu contohnya adalah *vertical axis wind turbine* (VAWT). VAWT merupakan turbin angin dengan sumbu vertical atau tegak lurus dan rotor sejajar dengan arah angin, sehingga rotor dapat berputar pada semua arah angin. VAWT juga mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya, yaitu memiliki torsi tinggi sehingga dapat berputar pada kecepatan angin rendah, generator dapat ditempatkan di bagian bawah turbin sehingga mempermudah perawatan dan kerja turbin tidak dipengaruhi arah angin. Kekurangannya, yaitu kecepatan angin di bagian bawah sangat rendah sehingga apabila tidak memakai tower akan menghasilkan putaran rendah, dan efisiensi lebih rendah dibandingkan *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT). Dengan memanfaatkan kedua sumber energi ini, diharapkan dapat mewujudkan rencana pemerintah untuk menciptakan energi murah, ramah lingkungan dan mandiri.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan adalah dengan merancang sebuah pembangkit listrik tenaga hybrid dengan kapasitas 1200 watt yang akan menopang kebutuhan listrik untuk beban rumah tangga. Hal ini diperlihatkan pada gambar blok diagram berikut:



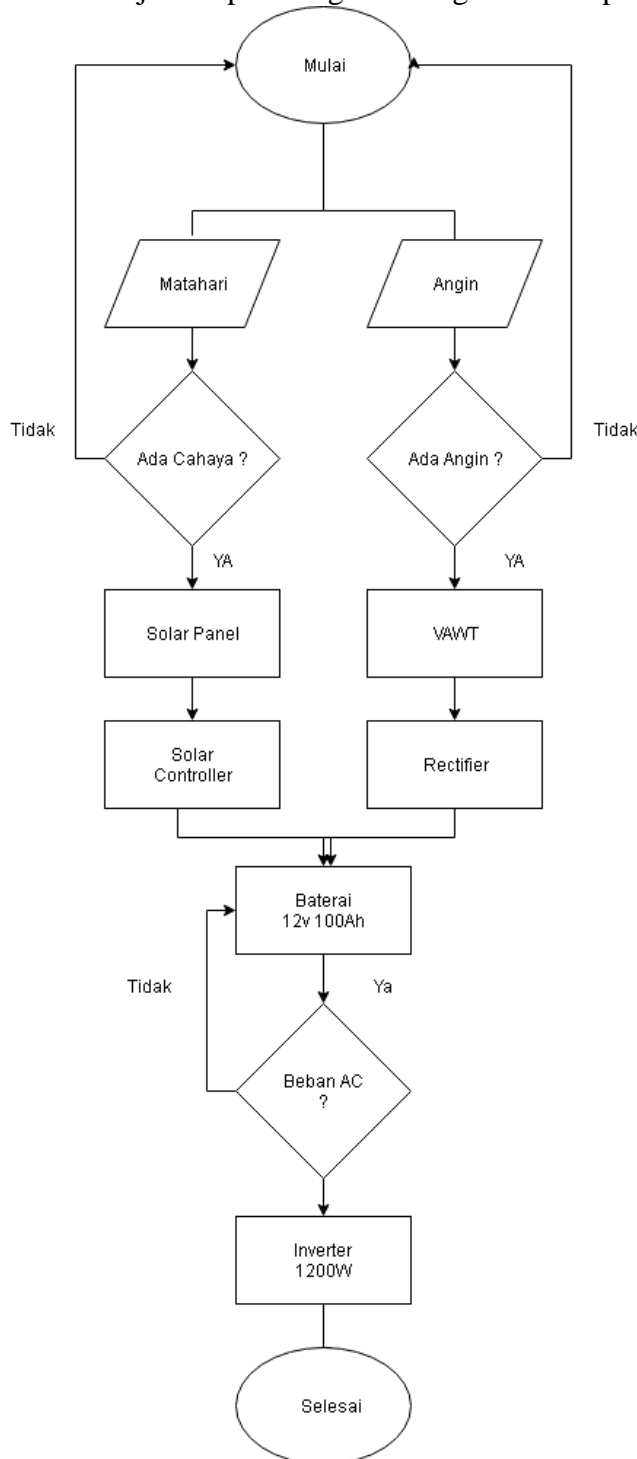
Gambar 2.1 Blok Diagram Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

Dengan keterangan sebagai berikut:

1. VAWT atau *Vertical Axis Wind Turbine*, yaitu perangkat yang berfungsi sebagai penggerak turbine untuk menghasilkan *energy* listrik melalui media angin. Tipe turbine yang digunakan adalah *Type Girromil*.
2. *Solarcell* atau *Photovoltaic*, yaitu perangkat yang berfungsi sebagai menerima radiasi matahari untuk menghasilkan *energy* listrik yang akan di simpan ke dalam *battery*.
3. *Controller*, yaitu perangkat yang digunakan sebagai *gateway* untuk menghubungkan perangkat turbine angin dan solarcell dalam pengisian *battery*.
4. *Battery*, berfungsi sebagai penyimpanan arus yang diperoleh dari turbine angin dan matahari untuk disalurkan ke beban.
5. *Inverter*, yaitu sebagai alat pengubah arus DC pada *battery* agar dapat digunakan pada Arus AC pada beban. Inverter yang digunakan menggunakan gelombang penuh sinus / *sine wave*, sehingga perangkat beban yang menggunakan gulungan, akan dapat beroperasi dengan baik.

6. *AC Load*, yaitu beban listrik, pada penulisan skripsi ini, penulis membatasi daya penggunaan sebesar 1200 Watt.

Sistem kerja dari pembangkit ini digambarkan pada flowchart berikut :



Gambar 2.2 Flowchart

Perancangan dimulai dengan :

1. Merancang Rotor

Dalam merancang rotor, yang perlu disiapkan adalah 12 pcs magnet permanen, masing-masing jaraknya ditentukan, 12 pcs magnet akan mengelilingi stator dan membentuk rangkaian Star.



Gambar 2.3 Model Rotor

2. Merancang Stator

Dalam perancangan stator untuk tegangan 12VAC 3 fasa, yang diperlukan adalah gulungan koil sebanyak 9 pcs yang masing-masing memiliki kumparan sebanyak 60 lilitan. Untuk menutupi stator tersebut, maka dilakukan penutupan dengan resin.



Gambar 2.4 Model Stator

3. Perancangan Blade

Dalam merancang turbine angin model vertical, yang perlu di siapkan adalah *blade* sebanyak 9 pcs, masing-masing *wings* memiliki 3 blades, jumlah blade secara keseluruhan adalah sebanyak 9 blades sudu. Blade sudu ini berfungsi sebagai trigger angin dalam mendorong turbine yang masuk ke dalam wings.

4. Perancangan Kerangka Turbin

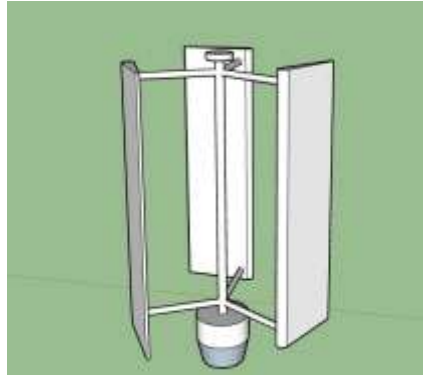
Desain kerangka turbine menggunakan bahan besi holo dengan dimensi 5cm, tinggi turbine dalam system ini adalah sebesar 4ft atau 1,20m dihitung dari shaft bawah hingga shaft atas. Untuk lebar turbine, beridiameter 3ft atau 0.90cm.

5. Perancangan Turbin Angin

Model perancangan turbin memiliki 3 sayap yang berfungsi sebagai *trigger* untuk memutarakan turbin yang dapat menghasilkan energi dari gaya gerak listrik permanent magnet generator. Spesifikasi turbin tersebut tertera dalam tabel berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Turbin

Jenis	VAWT
Diamater Blade	90 cm
Tinggi Blade	1.20 m
Jumlah Blade	3
Kecepatan	± 3 ms
Bahan Wing	Alumunium
Bahan Rangka	Hollow



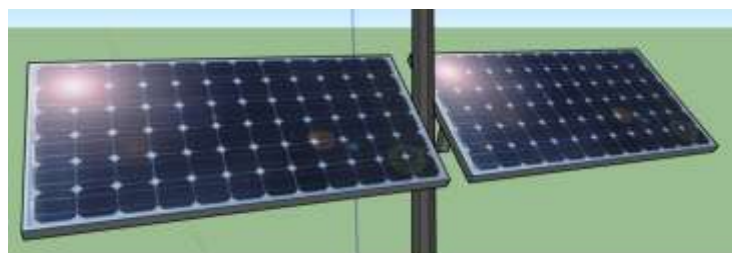
Gambar 2.5 Perancangan Turbin Angin

6. Perancangan Solar Panel

Jenis solar panel yang digunakan adalah jenis monokristal yang mana jenis ini lebih efisien dibandingkan jenis polikristal, monokristal memiliki banyak ruang elektron untuk mengalir. Dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Solar Panel

Jenis	50 Watt Peak
Power Toleransi	$\pm 3\%$
Open Circuit Voltage	21.6V
Short Circuit Current	3.06 A
Dimensi	630mm x 540mm x 18mm



Gambar 2.6 Solar Panel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cara Kerja Tenaga Surya

Tenaga surya hadir dalam bentuk panas dan cahaya. Energi dalam bentuk panas bisa dipakai secara langsung maupun tidak langsung. Cahaya merupakan bentuk lain dari energi yang terpancar dari matahari, cahaya dikonversi menjadi tenaga listrik dengan menggunakan modul fotovoltaik yang disebut dengan modul PV atau panel surya. Foton dari sinar matahari menepa elektron di dalam sel PV sehingga memberikan energi yang cukup bagi sebagian elektron untuk berpindah dari junction semi-konduktor dan menimbulkan tekanan listrik yang disebabkan adanya ketidakseimbangan listrik, terlalu banyak elektron (bermuatan negatif) pada satu sisi junction, dan terdapat terlalu banyak muatan positif di sisi lainnya. Pada saat elektron mengalir dari sisi satu ke sisi lainnya maka tekanan akan berkurang. Hal ini terjadi ketika ada interkoneksi di antara sel. Pada saat sel saling dihubungkan, maka terciptalah modul surya yang menghasilkan Arus Searah (DC), untuk penggunaan Arus Bolak Balik (AC) maka dipergunakan inverter.

Cara kerja Tenaga Angin

Turbin angin memanfaatkan energi kinetik dari angin dan mengkonversikannya menjadi energi listrik. Orientasi poros dan sumbu rotasi menentukan klasifikasi turbin angin. turbin dengan poros yang dipasang secara horizontal paralel ke tanah dikenal sebagai turbin angin sumbu horizontal atau (HAWT). Sedangkan turbin angin sumbu vertikal (VAWT)

memiliki porosnya yang normal sejajar lurus ke tanah. Efisiensi rotor yang tinggi digunakan untuk mengekstrak energi angin yang meningkat dan harus dimaksimalkan dalam batas-batas produksi yang terjangkau. Energi (P) yang dibawa oleh udara yang bergerak dinyatakan sebagai jumlah energi kinetiknya (EK).

$$KE = \frac{1}{2} pAV^3 \quad 1)$$

Dimana:

V = Kecepatan udara

A = Luas sapuan area turbin

p = Massa Udara (1.225 kg/m)

secara umum Energi Kinetik semua partikel adalah setengah massanya dikali kuadrat kecepatannya.

$$K.E = \frac{1}{2} mv^2 \quad 2)$$

Dimana:

K.E = Energi Kinetik

m = Massa

v = Kecepatan

$$K.E = \frac{1}{2} pAV.V^2 \quad 3)$$

$$K.E = \frac{1}{2} pAV^3 \text{ watts} \quad 4)$$

Dimana:

A = Luas sapuan Area Turbin

p = Massa Udara (1.225 kg/m)

V = Kecepatan Angin

Tegangan yang keluar dari solar panel akan masuk kedalam Controller Charger dan akan langsung mengisi baterai sebesar 12V 100Ah. begitu juga tegangan yang dihasilkan turbin angin, tegangan keluaran 12V dengan RPM yang rendah. Sehingga angin berkisar dibawah 5 m/s dapat menghasilkan tegangan. Baterai yang sudah terisi siap dilakukan pengujian beban. selanjutnya adalah mengubah energi baterai DC 12V menjadi tegangan AC 220V dengan cara menggunakan inverter 1200 Watt.

Tabel 3. Pengujian pada Beban

Peralatan	Jumlah Unit	Daya	Total Daya
Lampu	6	20	120 Watt
Kipas Angin	4	98	392 Watt
Total Daya			512 Watt

Dari tabel pengujian beban terlihat kombinasi pembangkit listrik tenaga matahari dan angin dapat dipergunakan sebagai sumber energi alternatif dalam mewujudkan energi murah dan ramah lingkungan, tidak ada polusi dan kebisingan yang terjadi pada pembangkit ini.

KESIMPULAN

1. Pembangkit listrik hasil kombinasi tenaga matahari dan angin tergantung pada keadaan cuaca, tegangan semakin besar apabila matahari tepat berada dipermukaan solar panel dan angin bertiup kencang.

2. Pembangkit listrik kombinasi tenaga matahari dan angin dapat saling mengisi dalam kontribusi pengisian baterai, pada siang hari matahari yang lebih dominan, sedangkan malam hari angin memberikan kontribusinya.
3. Turbin angin kecil berkapasitas 3kW mampu menghasilkan energy listrik hingga 7.000 kWh per tahun
4. Pembangkit listrik kombinasi tenaga matahari dan angin tidak menghasilkan limbah atau emisi
5. Turbin angina berkapasitas 3kW bisa menghindarkan dari emisi CO₂ hingga 5 ton per tahun
6. Memerlukan kecepatan angin yang lebih tinggi untuk bisa memproduksi listrik
7. Memerlukan Menara yang tinggi untuk menangkap kecepatan angin yang cukup

DAFTAR PUSTAKA

- Barve, D. S. (2014). Design and Construction of Vertical Axis Wind Turbine. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET).
- H. Prasetijo, R. B. (2014). National Journal. Permanent Magnet Generator as Low Speed Electric Power Plant.
- Zuhal. (1993). *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.
- Saiful Anwar, Muhammad (2008). *Rancang Bangun Sistem Pengisian Pembangkit Listrik Tenaga Angin Pada Stasiun Pengisian Accu*. Tugas Akhir. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Tidak Dipublikasikan.
- Istardi, Didi (2010). *Analisa Penggunaan Energi Angin untuk Penerangan di Area Taman Kampus Politeknik Batam*. Makalah. Tidak dipublikasikan
- Abdulkadir, Ariono. (2011). *Eenergi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi*, Bandung: ITB.
- J.V. Akwa, H.A. Vielmo, A.P. Petry (2012), "A review on the performance of savonius wind turbines," Renewable and Sustainable Energy Riviews, vol. 16, pp 3054-3064.
- M.H. Mohamed, G. Janiga, E. Pap,D. Thevenin, "Optimization of Savonius turbines using an obstacle shielding the returning blade," Renewable Energy, vol. 35, pp. 2618-2626, May 2010.
- B.D. Altan, M. Atilgan, "The use of a curtain design to increase theperformance level of a Savonius wind rotors,". Renewable Energy, vol.35, pp. 821-829, September 2009.
- U.K. Saha, S. Thotla, D. Maity, "Optimum design configuration of Savonius rotor through wind tunnel esperiments," Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, vol. 96, pp. 1359–1375, May 2008.
- H. Beri, Y. Yao, "Double multiple stream tube model dan numerical analysis of vertical axis winfd turbine," Energy and Power Engineering, vol. 3, pp. 262-270, July 2011.