



# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PEMBANGKIT LISTRIK SOLAR UPDRAFT TOWER

Muhammad Zaidan Makatita, R M Sisdamanto Adinandra S.T.,M.Sc.,Ph.D.  
Department of Electrical Engineering  
Faculty of Industrial Technology Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta Indonesia  
Email : zaidanmakatita@gmail.com



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

## Abstrak

Pembangkit listrik solar updraft tower adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi sinar matahari untuk dapat menghasilkan energi listrik. Pembangkit ini mempunyai empat komponen utama yaitu kolektor yang berfungsi untuk menyerap sinar matahari, tower yang berfungsi untuk menambah aliran laju udara, turbin yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik pada angin menjadi energi gerak serta generator yang berfungsi untuk mengubah energi gerak pada turbin menjadi energi listrik. Dalam skripsi ini akan dirancang prototype pembangkit listrik solar updraft tower berskala kecil dengan menggunakan bahan dan alat yang mudah didapat. Bahan utama yang digunakan untuk membuat pembangkit listrik ini aluminium, seng dan fiber plastik. Bahan aluminium digunakan untuk membuat kolektor dengan luas diameter 100cm. Sedangkan bahan seng dan fiber plastik digunakan untuk membuat tower dengan tinggi tower 200cm dan diameter tower 10cm. Turbin yang digunakan dalam percangan pembangkit ini adalah turbin angin dengan diameter lingkaran sebesar 9 cm dan mempunyai 7 sudu. Generator yang digunakan generator AC 2 kutub dengan kapasitas maksimal tegangan yang dapat dihasilkan sebesar 2,27 volt. Prototype pembangkit listrik ini dapat menghasilkan tegangan listrik sebesar 2,27 volt. dan dapat menghidupkan satu lampu LED. Apabila selisih perbedaan suhu lingkungan dan suhu didalam kolektor semakin besar maka daya yang dihasilkan pembangkit listrik solar updraft tower akan semakin besar.  
Kata kunci : Solar updraft tower, perancangan

## 1. PENDAHULUAN

Permintaan kebutuhan energi listrik di dunia khususnya di Indonesia terus-menerus semakin bertambah. Hal ini disebabkan oleh tingginya jumlah populasi penduduk dan juga keterbatasan bahan bakar fosil yang terus-menerus semakin menipis. Maka untuk mengatasi kekurangan energi digunakan energi terbarukan dengan cara memanfaatkan sumber energi matahari.

Dengan adanya alternatif konversi sistem termal matahari, panas matahari digunakan untuk menaikkan suhu didalam ruangan, dan mengakibatkan massa jenis udara didalam ruangan menjadi ringan dan terjadilah tekanan udara, udara yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan turbin.

Teknologi sistem termal matahari dibedakan menjadi dua macam, *mirror system* dan *moving air system*. Teknologi *mirror system* memanfaatkan cermin untuk memantulan sinar radiasi matahari pada sebuah receiver. Sedangkan teknologi *moving air system* dengan memanfaatkan perbedaan berat jenis udara pada suhu tertentu. Perbedaan berat jenis udara mengakibatkan adanya aliran udara. Aliran udara dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin angin yang sudah tersambung langsung dengan generator dan dapat menghasilkan energi listrik.

Atas permasalahan tersebut maka muncul ide untuk penyusunan skripsi dengan judul "Perancangan dan Pembuatan Pembangkit Listrik Solar updraft tower", dengan memanfaatkan energi radiasi sinar matahari.

## 2. MODEL MATEMATIS

Solar updraft tower adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi surya matahari. Sistem pada pembangkit listrik solar updraft tower yaitu panas yang dihasilkan energi matahari diserap oleh kolektor. Kemudian mengubah udara didalam kolektor menjadi panas dan menyebabkan adanya perbedaan suhu udara didalam kolektor sehingga dapat menghasilkan tekanan udara. Tekanan udara yang dihasilkan akan naik ke tower. Tekanan udara ini dapat menggerakkan turbin yang ada di dalam tower. Untuk mencari energi masukan yang dapat diserap oleh kolektor dan energi listrik yang dapat dihasilkan dapat digunakan persamaan (2.1)-(2.3).

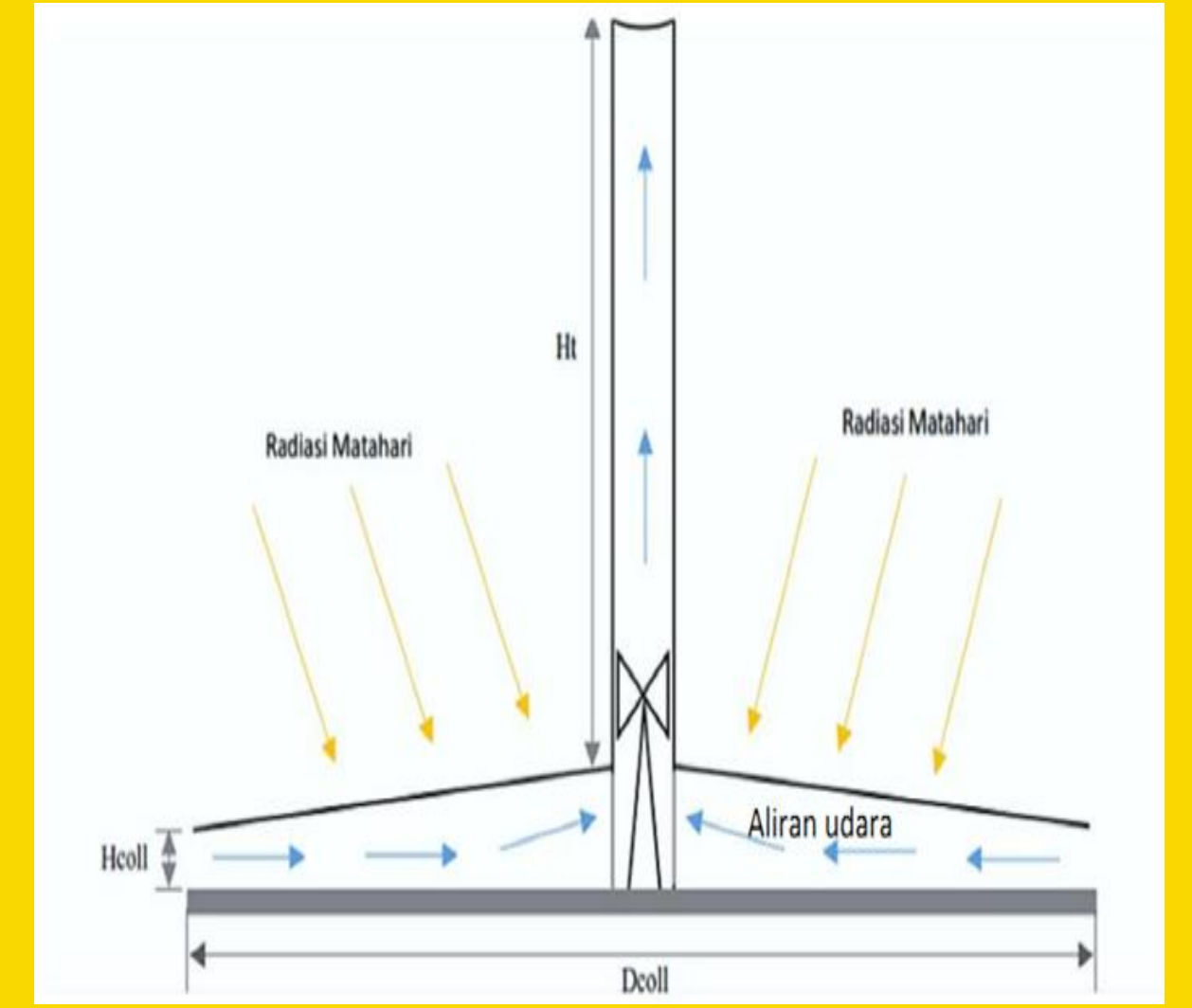
$$Q_{solar} = Gh \cdot A_{coll} \quad (2.1)$$

$$U_t = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H_t (T_{a,0} - T_{\infty})}{T_{\infty}}} \quad (2.2)$$

$$P_{generator} = \frac{1}{3} \cdot P_{a,0} \cdot A_t \cdot U_t^3 \quad (2.3)$$

dimana :

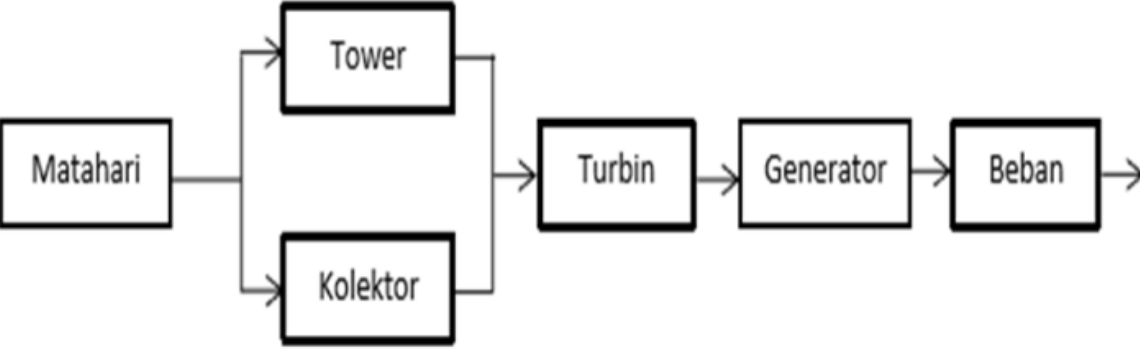
- $Q_{solar}$  = energi masukan matahari (kW)
- $Gh$  = intensitas matahari ( $W/m^2$ )
- $A_{coll}$  = area kolektor ( $m^2$ )
- $U_t$  = Aliran udara panas di dalam tower (m/s)
- $H_t$  = Tinggi tower (m)
- $T_{a,0}$  = Suhu didalam kolektor ( $^{\circ}C$ )
- $T_{\infty}$  = Suhu lingkungan ( $^{\circ}C$ )
- $g$  = Gravitasi 9.81
- $P_{generator}$  = Daya generator (watt)
- $P_{a,0}$  = Kerapatan udara luar kolektor ( $kg/m^3$ )
- $A_t$  = Area menara ( $m^2$ )



Gambar 2.1 peambangkit solar updraft tower

## 3. PERANCANGAN SISTEM

### 1. Desain Sistem



Energi sinar matahari merupakan sumber utama dalam pembangkit ini. Dimana sinar matahari yang terpancar akan diserap oleh kolektor. Kolektor berfungsi untuk menangkap radiasi panas matahari dan memanaskan udara dipermukaan kolektor. Karena adanya perubahan suhu di ruang kolektor yang disebabkan oleh radiasi panas yang terserap oleh kolektor, akan mengakibatkan udara dalam ruang kolektor semakin ringan dan terjadilah tekanan udara.

Tekanan udara ini kemudian akan bergerak menuju tower. Tower berfungsi untuk memperbesar tekanan udara. Tekanan udara yang semakin besar berfungsi untuk memutar turbin yang terdapat di dalam tower. Turbin berfungsi untuk mengubah energi kinetik udara menjadi energi gerak atau energi mekanik. Kemudian energi mekanik yang dihasilkan dari putaran turbin yang kemudian disalurkan menuju generator. Energi mekanik tersebut kemudian diubah menjadi energi listrik melalui generator. Selanjutnya energi listrik tersebut akan dihubungkan ke beban.

### 2. Perancangan Pembangkit Listrik Solar Updraft Tower

- a. Perancangan Kolektor**  
Kolektor adalah salah satu komponen utama dalam pembuatan pembangkit listrik ini kolektor merupakan media penyerap panas. Kolektor dibuat dengan bentuk bulat dan mempunyai lubang yang berada pada bagian tengah kolektor. Lubang ini digunakan untuk menyambungkan kolektor dengan tower. Bahan yang digunakan untuk membuat kolektor yaitu aluminium karena bagus untuk menyerap panas.
- b. Perancangan Tower**  
Tower adalah alat yang berfungsi untuk mempercepat laju aliran tekanan udara yang dihasilkan oleh kolektor. Diameter pada tower 10 cm dan tinggi pada tower 2 meter. Bahan yang digunakan dalam pembuatan tower dari bahan seng dan viber plastik.
- c. Perancangan Turbin Horizontal**  
Turbin berfungsi untuk mengubah energi kinetik udara menjadi energi gerak atau energi mekanik. Kemudian energi mekanik yang dihasilkan dari putaran turbin disalurkan menuju generator. Turbin yang digunakan dalam pembangkit ini yaitu kipas dari CPU komputer. Turbin ini mempunyai 7 sudu dan memiliki diameter 9 cm.
- d. Perancangan Generator AC**  
Generator berfungsi untuk mengubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik. Generator yang digunakan yaitu motor AC dengan daya 12 Volt dan 2 kutup dari kipas CPU komputer. Motor AC ini diubah menjadi generator dengan cara mengubah inputnya dan diperoleh tegangan 2.27 volt.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Solar Updraft Tower

Suhu Lingkungan ( $^{\circ}C$ )	Pengujian	Suhu Dalam Kolektor ( $^{\circ}C$ )	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
27	1	90	1,25	0,17	0,21
	2	95	1,5	0,17	0,25
	3	100	1,76	0,17	0,29
	4	105	2,05	0,17	0,34
	5	110	2,26	0,17	0,38
	Rata-rata		100	1,76	0,17
32	1	95	1,5	0,17	0,25
	2	100	1,76	0,17	0,29
	3	105	2,1	0,17	0,35
	4	110	2,26	0,17	0,38
	5	110	2,27	0,17	0,39
	Rata-rata		104	1,97	0,17
28	1	90	1,1	0,17	0,18
	2	95	1,5	0,17	0,25
	3	100	1,9	0,17	0,32
	4	105	2	0,17	0,34
	5	110	2,2	0,17	0,37
	Rata-rata		100	1,74	0,17

Dari Tabel 4.1 menunjukkan bahwa keluaran yang dihasilkan solar updraft tower dipengaruhi oleh suhu yang terdapat didalam kolektor  $T_{a,0}$  ( $^{\circ}C$ ) dan  $T_{\infty}$  ( $^{\circ}C$ ). Nilai  $T_{a,0}$  ( $^{\circ}C$ ) diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur *thermometer* dengan kapasitas nilai pengukuran maksimal 110 $^{\circ}C$  sedanSemakin besar suhu yang terdapat didalam kolektor maka nilai tegangan yang dihasilkan semakin besar. Nilai daya diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (3.2).

Gambar 4.1 Hasil Perancangan Pembangkit Listrik Solar Updraft Tower



Untuk hasil perhitungan secara manual pada suhu lingkungan 27 $^{\circ}C$  diperoleh nilai daya terbesar 9,4 Watt dan hasil perhitungan daya pada suhu lingkungan 32 $^{\circ}C$  diperoleh nilai daya terbesar 8,3 Watt dan hasil perhitungan daya pada suhu lingkungan 28 $^{\circ}C$  diperoleh nilai daya terbesar 9,1 Watt.

Nilai arus pada percobaan ini diasumsikan sebesar 0,17 ampere.

Asumsi arus disebabkan karena nilai keluaran tegangan sangat kecil dibawah 2,4 volt sehingga arus yang dihasilkan tidak ada (0). Nilai keluaran arus akan terbaca pada alat ukur *amperemeter* jika tegangan yang dihasilkan oleh generator minimal 2,4 volt berdasarkan data *sheet* beban yang digunakan. gkan nilai  $T_{\infty}$  ( $^{\circ}C$ ) diperoleh dari suhu lingkungan saat percobaan dilakukan.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Daya Solar Updraft Tower

Suhu Lingkungan $T_{\infty}$ ( $^{\circ}C$ )	Suhu Dalam Kolektor $T_{a,0}$ ( $^{\circ}C$ )	Aliran Panas Udara Pada Tower $U_t$ (m/s)	Daya Generator $P_{generator}$ (W)
27	90	2,87	6,2
	95	2,98	6,9
	100	3,09	7,1
	105	3,19	8,5
	110	3,29	9,4
32	95	2,84	6
	100	2,97	6,8
	105	3,06	7,5
	110	3,16	8,3
	110	3,16	8,3
28	90	2,84	6
	95	2,95	6,7
	100	3,06	7,5
	105	3,16	8,3
	110	3,26	9,1

Dari hasil perhitungan menggunakan Persamaan (2.2) – (2.3), terdapat perbedaan daya yang dihasilkan antara hasil percobaan secara langsung dengan hasil perhitungan manual. Hasil percobaan secara langsung pada suhu lingkungan 27 $^{\circ}C$  diperoleh nilai daya terbesar 0,38 Watt dan pada suhu lingkungan 32 $^{\circ}C$  diperoleh nilai daya terbesar 0,39 Watt dan pada suhu lingkungan 28 $^{\circ}C$  diperoleh nilai daya terbesar 0,37 Watt.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari pengujian dan analisa yang telah dilakukan didapat :

1. Daya yang dihasilkan pembangkit listrik solar updraft tower pada saat pengukuran tidak sesuai dengan perhitungan. Hal ini dipengaruhi oleh generator AC yang digunakan pada penelitian ini memiliki output tegangan maksimal sebesar 2,27 Volt.
2. Apabila selisih perbedaan suhu lingkungan dan suhu didalam kolektor semakin besar maka daya yang dihasilkan pembangkit listrik solar updraft tower semakin besar.
3. Kecepatan putaran turbin dipengaruhi oleh faktor suhu lingkungan. Semakin kecil nilai suhu lingkungan, maka putaran turbin semakin pelan dan sebaliknya.

Saran untuk penelitian selanjutnya bahan aluminium yang digunakan pada kolektor tidak cukup baik karena bahan aluminium baik dalam menyerap panas akan tetapi tidak bagus untuk menyimpan panas begitu lama.

## 6. REFERENSI

- [1]. B. Rudolf , S. Jörg., W. Schiel, G. Weinrebe, "Design of Commercial Solar updraft tower Systems – Utilization of SolarInduced Convective Flows for Power Generation", Schlaich Bergermann Solar German, 2005.
- [2]. P.D.Vries, M.Conners, "Buku Paduan Energi yang Terbarukan", Contained Energy Indonesia, Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat, jakarta, november 2016.
- [3]. A.R.Juliantoko, "Perancangan pembangkit listrik solar updraft tower", Falkutas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, yogyakarta, 2016.