

MEMBUAT SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK GABUNGAN ANGIN DAN SURYA KAPASITAS 385 WATT

Mujiburrahman

Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan MAAB
Jl. Adhyaksa No 2 Kayu Tangi Banjarmasin
Email : Mujiburrahman.4646@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi energi surya yang cukup berlimpah, disamping itu Indonesia juga memiliki potensi energi angin. Berdasarkan data yang dikeluarkan Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) distribusi penyinaran Matahari untuk Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan kurang lebih 10% dan potensi Energi Angin di Pulau Kalimantan untuk menghasilkan daya listrik berdasarkan Lembaga Antariksa dan Penerbangan Negara (LAPAN) sebesar 9.600 MW. Adapun lokasi yang akan digunakan untuk melakukan kegiatan penelitian di kawasan Jalan Trans Kalimantan, Handil Bakti Kabupaten Barito Kuala yang memiliki sekitar 4 - 7 m/detik. Untuk potensi Energi Surya diperkirakan memiliki distribusi penyinaran sekitar 4,5 kWh/m²/ hari. Berdasarkan hasil penelitian dari sistem gabungan angin dan surya dapat disimpulkan bahwa: Daya tertinggi yang dihasilkan Turbin Angin 300 watt sebesar 245.1 W, dan data terendah yang dihasilkan 7.07 watt. Daya tertinggi yang Hasilkan Sel Surya 85 watt sebesar 39.26 watt dan data terendah yang dihasilkan 17.63 W. Dari hasil penggabungan daya Angin dan Surya selama 30 kali pengambilan data dapat dilihat daya tertinggi mencapai angka 279.68 watt dan hasil terendahnya 32.17 W. Ada peningkatan daya yang dihasilkan dalam mengoptimalkan kinerja pembangkit gabungan, meskipun tidak terlalu Signifikan karena pengoperasian sistem gabungan angin dan surya sangat tergantung kecepatan angin dan kondisi cuaca.

Kata kunci : Turbin Angin, Sel Surya, Daya.

PENDAHULUAN

Telah banyak riset yang dilakukan untuk meningkatkan performansi pembangkit listrik tenaga surya, baik dalam bentuk *stand alone*, hibrid maupun dalam bentuk koneksi dengan *Grid*.

Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi energi surya yang cukup berlimpah, disamping itu Indonesia juga memiliki potensi energi angin. Berdasarkan data yang dikeluarkan Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) distribusi penyinaran Matahari untuk Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan kurang lebih 10% dan potensi Energi Angin di Pulau Kalimantan untuk

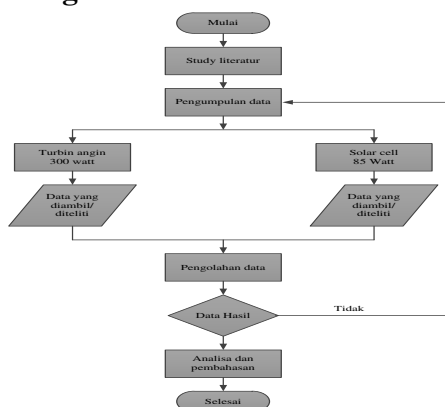
menghasilkan daya listrik berdasarkan Lembaga Antariksa dan Penerbangan Negara (LAPAN) sebesar 9.600 MW. Adapun lokasi yang akan digunakan untuk melakukan kegiatan penelitian di kawasan Jalan Trans Kalimantan, Handil Bakti Kabupaten Barito Kuala yang memiliki sekitar 4 - 7 m/detik. Untuk potensi Energi Surya diperkirakan memiliki distribusi penyinaran sekitar 4,5 kWh/m²/hari. Akan tetapi sebagaimana yang kita tau bahwa melihat kondisi Matahari yang tidak sepenuhnya mampu memberikan penyinaran, Sedangkan tujuan dari pembuatan sistem pembangkit berskala kecil yang secara terus menerus menyuplai Energi Listrik. Oleh karena itu agar Energi yang dihasilkan tidak

tergantung pada penyinaran Matahari, Dan melihat potensi angin didaerah Handil Bakti yang memiliki 4 – 7 m/detik. Berdasarkan dari data di atas, Maka Penulis berasumsi bahwa Sistem Pembangkit Listrik yang sesuai dengan potensi Angin dan Surya adalah membuat Sistem Gabungan dengan menggunakan Turbin Angin dan Sel Surya. Untuk memperoleh masa pengoperasian yang maksimal. Adapun daya yang dapat dibangkitkan dari Turbin Angin Horizontal sebesar 300 Watt dan Sel Surya sebesar 85 Watt. Energi listrik yang dihasilkan sebesar 385 Watt akan disimpan dalam baterai dan selanjutnya dimanfaatkan untuk lampu penerangan industri.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode atau pendekatan secara teoritis dan eksperimental. Kajian secara teoritis untuk mendapatkan parameter-parameter utama dalam sistem pembangkit gabungan tenaga angin dan surya dengan berbagai sumber literatur baik berupa buku teks maupun internet. Sedangkan pendekatan secara eksperimental dilakukan dengan pembuatan alat dan menguji sistem pembangkit gabungan tersebut. Penelitian mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

Kerangka Penelitian



Gambar 3.1. Flow chart penelitian
Sumber : Data Penelitian

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian bertempat di, Jalan Trans, Kalimantan. Handil Bakti/ Kabupaten, Barito Kuala. Terhitung mulai tanggal 2 Mei sampai dengan 31 Mei 2012. Objek yang akan diteliti adalah Turbin Angin horizontal kapasitas 300 Watt dan Solar Sell kapasitas 85 Watt.

Data Desain Alat

Data desain pembangkit listrik gabungan dalam penelitian ini seperti yang tersaji pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Spesifikasi Teknis Alat

No	Turbin Angin 300 W	Solar cell 85 W
1	Model See – 300	Model SY – 85 M
2	Rated Power 300 W	Pm = 85 W
3	Rated Voltage 24 V	Vmp = 18 V
4	Rotor Diameter 1,5 m	Imp = 4,7 A
5	Star - up Wind Speed 2,5 m/s	Voc = 22,65 V
6	Rated Wind Speed 12 m/s	Isc = 5,12 A
7	Rated Rotating Rate 450 rpm	



Gambar 3.2. Gabungan Angin dan Surya
Sumber : Hasil Rancangan

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengumpulan data untuk dipakai dalam penyelesaian masalah dengan melakukan Pengamatan langsung pada objek yang diteliti pada saat operasional dengan peralatan yang telah tersedia.

**Penelitian Kepustakaan
(Library Research)**

Penelitian kepustakaan yaitu penelitian untuk landasan teori dan tugas akhir ini dengan jalan membaca

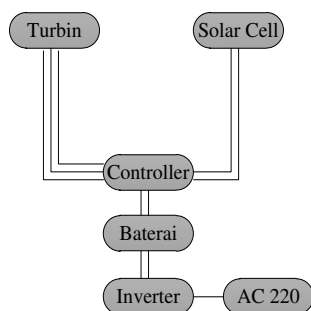
literatur - literatur yang berhubungan dengan penulisan penelitian ini serta dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

Pembuatan Alat

Sebelum dilakukan penelitian maka terlebih dahulu dilakukan pembuatan alat. Alat dibuat berdasarkan langkah langkah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan Tower dengan menggunakan pipa besi panjang 6 meter, dengan diameter 2 inchi dan membuat rangka untuk tempat meletakkan Sel Surya dengan sudut kemiringan 35°, Setelah konstruksi selesai, langkah selanjutnya
2. Turbin Angin dipasang di atas tower yang telah disiapkan.
3. Sel Surya dirakit dengan rangka yang sudah dipasang ditiang tower.
4. Setelah Turbin Angin dan Sel Surya terpasang menjadi suatu rangkaian pembangkit gabungan selanjutnya menghubungkan kabel turbin angin dan kabel Sel Surya ke peralatan pengujian yang terdiri dari controller, baterai, inverter, dan multimeter sebagai alat ukur.

Sistem Aliran



Gambar 3.3. Sistem Aliran [Sumber : Data Pengujian]

Keterangan:

1. Dari Turbin Angin Arus masuk ke Controller
2. Dari sel surya Arus masuk Ke Controller
3. Dari controller ke Baterai
4. Dari baterai ke Inverter dan di ubah menjadi AC 220

Teknik Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini menggunakan pengamatan langsung pada objek yang diteliti pada saat operasional dengan peralatan yang telah tersedia. Teknik pengumpulan data pengujian dilaksanakan setiap pagi jam 8 sampai dengan jam 16 sore. Dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Alat dan Bahan sudah diset sesuai prosedur yang disarankan
2. Catat hasil Arus dan Tegangan yang didapat setiap 30 menitnya.
3. Setelah nilai Arus dan Tegangan didapat lalu masukkan kedalam tabel untuk mengolah data.
4. Ulang Semua langkah 1 sampai 20 kali dalam setiap pengambilan data untuk setiap per 30 menit yang telah ditentukan hingga 31 hari pengulangan agar didapat hasil yang valid. Data dari hasil penelitian kemudian dimasukkan kedalam rumus untuk menghitung daya yang dihasilkan pembangkit gabungan angin dan surya.

Peralatan dan Bahan

1. Turbin Angin

Jenis turbin yang digunakan didalam penelitian adalah turbin angin sumbu horozontal 300 W sudu 3 buah.



Gambar 3.4 HAWT 300 W sudu 3 [Sumber : Data Pengujian]

2. Panel Surya

Jenis panel surya yang digunakan didalam penelitian adalah model SY – 85 M kapasitas 85 W.



Gambar 3.5 Panel Surya 85 W
[Sumber : Data Pengujian]

3. Controller

Controller adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur pengisian arus searah dari pembangkit gabungan ke baterai dan mengatur penyaluran arus dari baterai ke peralatan listrik (beban). Dihubungkan ke baterai.



Gambar 3.6 Controller
[Sumber : Peralatan uji]

4. Baterai

Berfungsi menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh sistem pembangkit, kemudian dipergunakan pada malam hari dan pada saat cuaca mendung. Baterai dipergunakan pada PLTS mengalami proses siklus mengisi (charging) dan mengosongkan (Discharging), tergantung pada ada tidaknya sinar matahari. Dihubungkan ke Inverter.



Gambar 3.7 Baterai
[Sumber : Peralatan uji]

5. Inverter

Peralatan elektronika yang berfungsi untuk mengubah arus listrik searah (*direct current*) dari pembangkit gabungan atau baterai menjadi arus listrik bolak-balik (*alternating current*) dengan frekuensi 50Hz/60Hz.



Gambar 3.8 Inverter
[Sumber : Peralatan uji]

6. Multimeter

adalah peralatan untuk mengukur arus dan tegangan.



Gambar 3.9 Rangkaian Alat pengujian.
[Sumber : Peralatan uji]

Peralatan pengujian sudah diset sesuai prosedur yang disarankan dan berfungsi 24 jam, tergantung pada kondisi cuaca yang mempengaruhi kinerja pembangkit.

Teknik Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diolah dengan menggunakan Setelah melakukan dan melewati beberapa pengujian, maka penguji dapat melakukan pengumpulan data dan dapat menganalisa.

1. Grafik

Grafik ini dapat dihasilkan dengan mengolah dan mengumpulkan data.

2. Analisa

Untuk dapat memeriksa keadaan sebenarnya dari hasil penelitian ini diperlukan beberapa hal yang dapat membantu suatu analisa yaitu:

- a. Data
 - b. Grafik
 - c. Perhitungan
 - d. Lampiran dan tabel
3. Sumber tertulis dan tidak tertulis yang dapat mendukung dalam proses analisa.
 4. Kesimpulan
Berisikan kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pembahasan dan analisa data pengujian serta saran yang dapat diberikan dari hasil pengujian.

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dianalisis dan Pembahasan ini bertujuan mengembangkan sebuah unit sistem pembangkit listrik gabungan tenaga angin dan surya kapasitas 385 W. Mengukur masing-masing arus dan tegangan yang dihasilkan turbin angin, dan sel surya menentukan tegangan beban dan daya pada sistem gabungan tenaga angin dan surya. Selanjutnya data hasil penelitian akan diolah dalam bentuk tabel dan grafik.



Gambar 4.1. Pengujian Alat
[Sumber : Data Pengujian]

Aspek Teknis

Yang menjadi aspek teknis dalam penelitian ini adalah data turbin angin 300 W sudu 3, solar cell 85 W, dan data hasil gabungan angin dan surya.

Hasil Pengujian Turbin Angin 300 W

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Turbin Angin 300 W

No	Kecepatan Angin (m/s)		Daya (W)
	Min- Max	Rerata	
1	3,3 – 6,6	5.28	167.03
2	1,6 – 2,0	1.86	7.3
3	2,1 – 3,1	2.76	23.86
4	3,5 – 6,8	6	245.1
5	2,4 – 4,1	3.62	53.83
6	2,3 – 2,4	2.36	14.92
7	2,3 – 2,4	2.34	14.54
8	3,1 – 4,2	3.76	60.32
9	4,2 – 6,5	5.4	178.68
10	1,7 – 2,6	2.18	11.76
11	2,8 – 5,2	4.34	92.76
12	2,1 – 5,2	4.28	88.96
13	1,2 – 2,3	1.96	8.54
14	1,2 – 2,1	1.84	7.07
15	1,7 – 3,2	2.78	24.38
16	1,7 – 2,1	1.98	8.81
17	1,7 – 2,7	2.34	14.54
18	1,7 – 3,5	2.96	29.43
19	2,6 – 3,0	2.88	27.11
20	4,2 – 6,2	5.6	199.27
21	3,6 – 6,7	5.82	223.7
22	3,4 – 6,5	5.68	207.94
23	2,8 – 3,5	3.28	40.04
24	2,0 – 2,6	2.4	15.69
25	2,0 – 2,7	2.42	16.08
26	2,5 – 3,0	2.84	25.99
27	2,5 – 3,0	2.78	24.38
28	2,7 – 3,2	3.06	32.51
29	2,0 – 2,9	2.58	19.49
30	3,1 – 5,3	4.62	111.9
Rerata		3.4	66.53

Hasil Pengujian Solar Cell 85 W

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Solar Cell 85 W

NO	Daya rata-rata harian		
	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	2.5	15.08	37.91
2	2.25	15.2	34.36
3	1.28	14.89	19.31
4	2.2	15.59	34.58
5	2.08	15.4	32.57
6	2.12	15.52	33.13
7	2.05	15.35	32.33
8	1.46	14.57	22.27
9	2.51	15.49	39.14

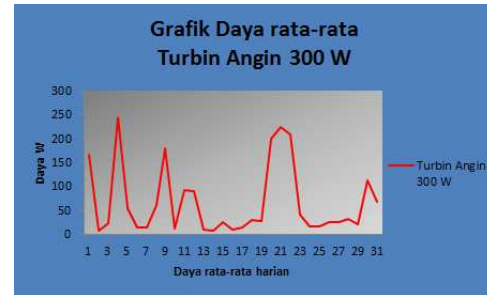
10	2.38	15.53	37.05
11	2.35	15.29	36.02
12	1.96	15	29.82
13	2.08	15.12	31.6
14	2.44	15.43	37.99
15	2.29	15.36	35.47
16	2.59	15.18	39.7
17	1.17	14.55	17.63
18	2.49	15.51	38.77
19	2.08	15.17	31.96
20	2.46	15.18	37.71
21	2.04	14.89	30.71
22	2.03	14.94	30.62
23	2.41	15.25	36.89
24	2.54	15.36	39.26
25	2.48	15.31	38.18
26	1.46	14.52	22.1
27	2.01	14.86	30.23
28	2.5	15.46	38.85
29	2.04	14.96	31.6
30	2.14	15.22	32.9
Rerata	2.15	15.17	33.02

24	15.69	39.26	54.95
25	16.08	38.18	54.26
26	25.99	22.1	48.09
27	24.38	30.23	54.61
28	32.51	38.85	71.36
29	19.49	31.6	51.09
30	111.9	32.9	144.8
Rarata	66.53	33.02	99.55

Hasil Perhitungan Gabungan Angin Dan Surya

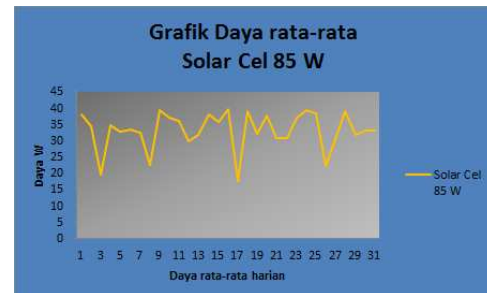
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Gabungan

NO	Daya rata-rata harian		
	Turbin 300 W	Solar Cel 85 W	Gabungan (W)
1	167.03	37.91	204.94
2	7.3	34.36	41.66
3	23.86	19.31	43.17
4	245.1	34.58	279.68
5	53.83	32.57	86.4
6	14.92	33.13	48.05
7	14.54	32.33	46.87
8	60.32	22.27	82.59
9	178.68	39.14	217.82
10	11.76	37.05	48.81
11	92.76	36.02	128.78
12	88.96	29.82	118.78
13	8.54	31.6	40.14
14	7.07	37.99	45.06
15	24.38	35.47	59.85
16	8.81	39.7	48.51
17	14.54	17.63	32.17
18	29.43	38.77	68.2
19	27.11	31.96	59.07
20	199.27	37.71	236.98
21	223.7	30.71	254.41
22	207.94	30.62	238.56
23	40.04	36.89	76.93



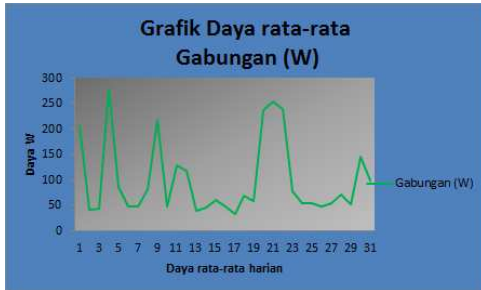
Grafik 4.1. Hasil Pengujian Turbin Angin 300 W

Dari grafik 4.1. menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan turbin angin 300 W sudu 3 sangat berpluktuatif dimana hasil pengujian rata-rata harian yang paling optimal sebesar 245.1 W, sedangkan kondisi terendah yang dihasilkan sebesar 7.3 W.



Grafik 4.2. Hasil Pengujian Solar Cell 85 W

Dari grafik 4.2. menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan solar cell 85 W. Dimana daya rata-rata harian yang paling optimal sebesar 57.22 W. Sedangkan kondisi minimum yang dihasilkan sebesar 17.02 W.



Grafik 4.3. Hasil Pengujian Turbin Angin 300 W

Dari grafik 4.3. menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan pembangkit gabungan. Angin dan surya selama 30 kali pengambilan data dapat dilihat daya tertinggi mencapai angka 279.40 W dan hasil terendahnya 31.56 W.

Aspek Ekonomis

Biaya Investasi Awal

1. Turbin Angin = Rp 4.000.000,
2. Sel Surya = Rp 2.200.000,
3. Kontroller = Rp 1.000.000,
4. Inverter = Rp 500.000,
5. Baterai = Rp 500.000,
6. Penggantian baterai setiap 5 tahun sekali = 2.000.000,
7. Total Biaya = Rp 10.200.000,

Pembangkit gabungan angin dan surya didesain beroperasi selama 20 tahun. Dengan biaya Investasi sebesar Rp 10.200,000. Daya terpasang pada pembangkit gabungan 385 Watt dan harga jual listrik per Kwh/1000 w di patok dengan harga Rp 600. Diasumsikan 1 Kwh listrik yang dihasilkan pembangkit gabungan = $1000 : 385 = \text{Rp } 2,59$. Untuk 1 Kwh/1000 w yang dihasilkan pembangkit gabungan Rp 2,59 jadi harga per Kwh $\text{Rp } 600 : \text{Rp } 2,59 = \text{Rp } 231,66$ per Kwh yang didapat pembangkit gabungan, Lalu dikalikan dengan lama masa pengoperasian yang dalam sehari hanya mendapatkan efektifitas daya listrik 6 jam dari 9 jam pengoperasian yaitu $6 \times 231,66 = 1389,96$ jadi dalam sehari listrik yang didapatkan hanya $\text{Rp } 1389,96 \times 365 \text{ hari/tahun} = \text{Rp } 507335,4$. Inilah hasil yang didapat selama setahun, melihat besar investasi awal tentu tidak

sebanding dengan kinerja yang di hasilkan oleh pembangkit butuh waktu yang lama sampai dengan balik modal dengan Investasi sebesar Rp 10.200.000. Sedangkan pembangkit gabungan mensuplai listrik pertahun Rp 507335,4. Kalau dihitung $10.200.000 : 507.335,4 = 20$ tahun. Dengan asumsi demikian jika dalam keadaan normal pembangkit. Gabungan mampu bertahan selama 20 tahun seperti yang direncanakan modal investasi kembali selebihnya gratis. Dan angka 20 tahun masih bisa diturunkan jika penempatan pembangkit sesuai dengan kondisi potensi angin, seperti daerah pantai, pegunungan karena turbin angin mampu beroperasi 24 jam tergantung potensi angin tersebut, di dibandingkan sel surya yang bergantung pada matahari dan hanya pada waktu tertentu saja.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari sistem gabungan angin dan surya dapat disimpulkan bahwa:

1. Daya tertinggi yang dihasilkan turbin angin 300 W sudu 3 sebesar 245.1 W, dan data terendah yang dihasilkan 7.3 W.
2. Daya tertinggi yang dihasilkan Sel Surya 85 W sebesar 57.22 W dan data terendah yang dihasilkan 17.02 W.
3. Dari hasil penggabungan daya angin dan surya selama 30 kali pengambilan data dapat dilihat daya tertinggi mencapai angka 279.40 W dan hasil terendahnya 31.56 W. Terjadi peningkatan daya yang dihasilkan dalam mengoptimalkan kinerja pembangkit gabungan, meskipun tidak terlalu Signifikan karena pengoperasian sistem gabungan angin dan surya sangat tergantung kecepatan angin dan kondisi cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Kadir, 1982, Energi, Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [2] Tony Burton, 2001, *Wind Energy Handbook*, John Wiley & Sons, Ltd Baffins Lane, Chichester, West Sussex, England.
- [3] Mukund R. Patel, 1999, *Wind and Solar Power Systems*, U.S. Merchant Marine Academy Kings Point, CRC Press, New York.
- [4] Hugh Piggott, 1997, *Wind power Workshop*, Certer for Alternative Publications, British Wind Energy Association, England.
- [5] Muhaimin, 2001, Teknologi Pencahayaan, PT. Refika Aditama, Bandung.
- [6] Martina.G., 1982, Solar cells, University of New Shouth Wales Australia.
- [7] http://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_angin, Tanggal 16 Pebruari 2016, Jam. 10.42 Wita.
- [8] <http://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/> (selasa, 22 mei 2016; jam 09.45)
- [9] <http://energisurya.files.wordpress.com/2008/10/monokristal.gif> (minggu 03 juni 2016: jam 11.12)
- [10] <http://www.panelsurya.com/index.php/panel-surya-solar-cells-type/> (senin 04 juni 2016: jam 14.17)
- [11] <http://www.panelsurya.com/index.php/cara-kerja-panel-surya-type/> (jum'at 06 juli 2016: jam 09.55)