

SMART WIND TURBINE TIPE HORIZONTAL SUDU DATAR MULTIBLADE DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINO SEBAGAI PENGATURAN SUDUT SUDU SECARA OTOMATIS

Elsa Khunaifi⁽¹⁾, Rendi Pangestuningtyas⁽²⁾, Tanti Heriawati⁽³⁾

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof H. Sudarto, SH., Tembalang, Kotak Pos 6199/SMS, Semarang 50329 Telp. 7473417, 7499585 (Hunting), Fax.7472396

Abstrak

Angin merupakan salah satu potensi energi dimana sumber energinya tersedia dimanapun dan sangat murah. Kecepatan angin di Indonesia sangat bervariasi dan banyak yang menggunakan turbin angin tipe airfoil dengan tiga sudu. Turbin angin tipe airfoil hanya dapat beroperasi pada kecepatan angin tinggi sehingga perlu mendesain turbin yang mampu beroperasi pada kecepatan angin tinggi maupun rendah. Salah satunya dengan menciptakan Turbin Angin Cerdas. Smart Wind Turbine dapat diwujudkan dengan membuat plan area sudu yang berubah-ubah secara otomatis. Perubahan pada plan area sudu turbin dilakukan dengan mengatur sudut pitch blade dimana saat plan area bertambah sudut pitch blade rendah sedangkan saat plan area berkurang sudut pitch blade tinggi. Oleh karena itu diciptakan Smart Wind Turbine dimana turbin tersebut dapat mengatur besar plan area sesuai kondisi kecepatan angin menggunakan system control dengan memanfaatkan teknologi arduino yang merupakan teknologi mutakhir yang dapat menyesuaikan variasi dari kecepatan angin.

Kata kunci : "Smart Wind Turbine", "Sistem Kontrol", "Teknologi Mutakhir"

1. Pendahuluan

Energi angin merupakan salah satu potensi energi terbarukan yang dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap kebutuhan energi listrik domestik, khususnya wilayah terpencil. Pembangkit energi angin yang biasa disebut

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) ini bebas polusi dan sumber energinya yaitu angin tersedia di mana pun, maka pembangkit ini dapat menjawab masalah lingkungan hidup dan ketersediaan sumber energi.

Kecepatan angin di Indonesia sangat bervariasi. Potensi angin dengan kecepatan rendah menggunakan turbin angin sudu banyak tipe flat (diatas delapan sudu) yang memiliki plan area sudu tinggi untuk kecepatan angin rendah. Sedangkan untuk kecepatan angin tinggi menggunakan turbin angin tiga sudu dengan profil sudu airfoil. Turbin tipe ini memiliki plan area sudu rendah yang cocok untuk kecepatan angin tinggi.

Selama ini Indonesia menggunakan turbin angin tipe airfoil dengan tiga sudu seperti di Pantai Baru Bantul Yogyakarta dan di Tasikmalaya. Mengingat kecepatan angin di Indonesia bervariasi, maka memerlukan turbin angin yang mampu beroperasi di keadaan Indonesia. Hal ini menimbulkan gagasan baru untuk mendesain turbin angin yang mampu beroperasi di segala kecepatan angin dan dapat diwujudkan dengan membuat plan area sudu yang berubah-ubah secara otomatis. Saat kecepatan angin rendah plan area akan bertambah dan saat kecepatan angin tinggi plan area akan berkurang. Perubahan pada plan area sudu turbin dilakukan dengan mengatur sudut pitch blade dimana saat plan area bertambah sudut pitch blade rendah sedangkan saat plan area berkurang sudut pitch blade tinggi. Sudut sudu line coat terhadap U, oleh karena itu diciptakan turbin angin cerdas dimana turbin tersebut dapat mengatur besar plan area sesuai kondisi kecepatan angin menggunakan system control dengan memanfaatkan teknologi arduino yang merupakan teknologi mutakhir.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian observasional karena menganalisa sudut serang terbaik dari turbin angin multiblade. Proses analisa meliputi analisa proses dan prinsip kerja dari turbin angin cerdas ini serta membandingkan beberapa sudut serang terbaik.

3. Hasil yang Dicapai

3.1 Hasil Rancangan Turbin Angin Sudu Flat Multiblade

Rancangan turbin angin sudu tipe *flat multiblade* yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 1. Dengan dimensi tinggi sebesar 1,205 m dan diameter sapuan sudu sebesar 0,78 m. Komponen utama turbin angin terdiri dari (1) Sudu yang berfungsi untuk menerima energi kinetik dari angin dan merubahnya menjadi energi putar (energi mekanik) dengan panjang 300 mm, lebar 50 mm dan tebal 2 mm ; (2) Piringan sudu yang berfungsi untuk menghubungkan sudu dengan poros dengan diameter masing-masing 180 mm, 150 mm, 60 mm dan tebal 50 mm, 30 mm, 40 mm ; (3) Sensor anemometer yang berfungsi sebagai pengukur kecepatan angin ; (4) Panel arduino yang berfungsi untuk mengendalikan input, proses dan output data ; (5) Servomotor yang berfungsi mengatur posisi sudut sudu secara otomatis ; (6) Kerangka atas yang berfungsi untuk tempat dimana sudu , cakram, poros, bearing berada dengan ukuran panjang 250 mm, lebar 210 mm dan tinggi 230 mm ; (7) Kerangka bawah yang berfungsi untuk penyangga kerangka atas dengan tinggi 860 mm, lebar bagian atas 280 mm, lebar bagian bawah 740 mm dan panjang 320 mm.

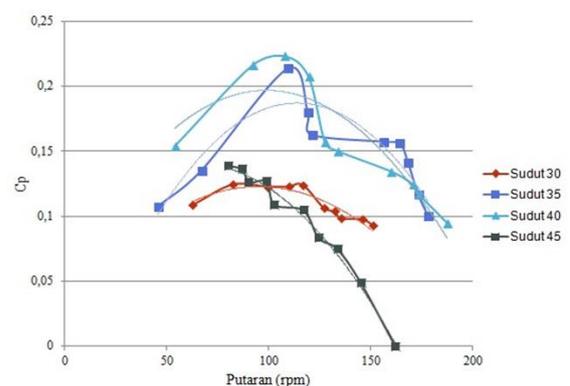


Gambar 1. Hasil Rancangan Turbin

3.2 Data Hasil Pengujian Alat

Setelah penyelesaian alat selanjutnya dilakukan pengujian alat ini. Pengujian dilakukan dengan tiga variasi sudut, yakni 30° , 35° , 40° dan 45° , dan tiga variasi kecepatan angin 4 m/s dan 7 m/s dan 10 m/s. Dan didapatkan data sebagai berikut:

- Nilai CP terbaik pada kecepatan angin 4 m/s, yaitu pada sudut sudu 40° yakni 0,223056 (Gambar 2).
- Nilai CP terbaik pada kecepatan angin 7 m/s, yaitu pada sudut sudu 30° yakni 0,122752 (Gambar 3).
- Nilai CP terbaik pada kecepatan angin 10 m/s, yaitu pada sudut sudu 35° adalah 0,084712 (Gambar 3).



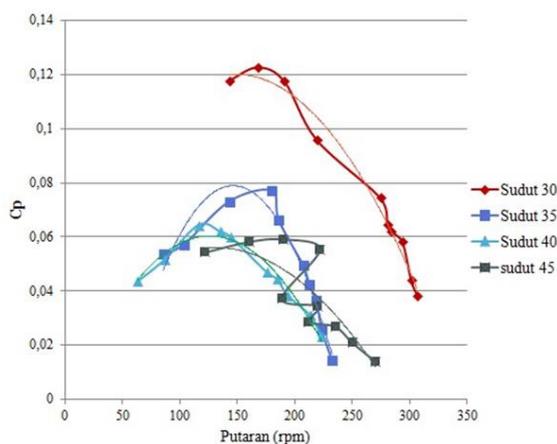
Gambar 2. Grafik Hasil Nilai Cp Turbin pada kecepatan 4 m/s

Tabel 1. Hasil Nilai Cp Turbin pada kecepatan 4 m/s

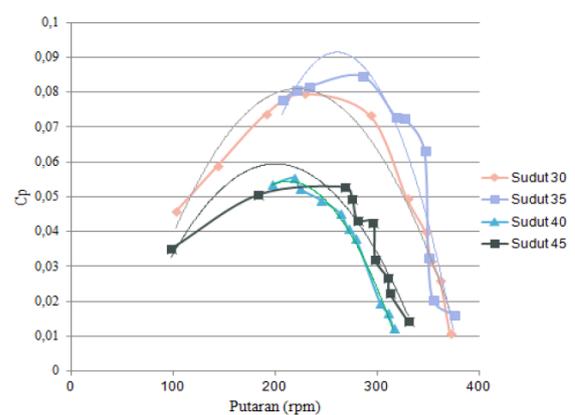
Sudut 30°		Sudut 35°	
Putaran (rpm)	Cp	Putaran (rpm)	Cp
151	0.092975	178	0.09964
145.5	0.097733	173	0.1162
135.1	0.098309	168	0.14106
132.2	0.103599	164	0.15606
126.7	0.106381	156	0.15718
116.5	0.123901	121	0.16255
109.5	0.122586	119	0.17985
99.4	0.122407	109	0.21355
82.1	0.12408	67	0.13501
62.5	0.108452	45.5	0.10697
Sudut 40°		Sudut 45°	
Putaran (rpm)	Cp	Putaran (rpm)	Cp
187.4	0.094408	161.8	0
173.5	0.11654	144.9	0.04866
170.6	0.124142	133.5	0.07472
159.9	0.134257	124.2	0.08342
133.9	0.149902	116.8	0.10460
127.4	0.156887	102.5	0.10901
119.4	0.207187	98.7	0.12706
107.7	0.223056	90.2	0.12622
91.8	0.215818	86.8	0.13604
53.8	0.153585	80.1	0.13899

Tabel 2. Hasil Nilai Cp Turbin pada kecepatan 7 m/s

Sudut 30°		Sudut 35°	
Putaran (rpm)	Cp	Putaran (rpm)	Cp
306.3	0.038389	232.4	0.014564
300.9	0.043998	223.5	0.025677
293.3	0.058203	218.6	0.03653
283.3	0.062137	212.7	0.042209
280.4	0.064429	206.9	0.049702
274.2	0.07446	185.9	0.066015
218.9	0.096023	179.8	0.076994
190.9	0.117636	142.6	0.072979
167.9	0.122752	103.3	0.057182
142.7	0.117742	85.6	0.053642
Sudut 40°		Sudut 45°	
Putaran (rpm)	Cp	Putaran (rpm)	Cp
223.3	0.0233	269.9	0.014095
213	0.0311	250.1	0.020897
193.6	0.0384	234.8	0.026976
184.6	0.0443	211.8	0.028757
175.3	0.047	219.7	0.034419
143.7	0.06	188.4	0.037387
134.7	0.0619	221.6	0.055547
116.2	0.0643	189.1	0.059251
86.5	0.0515	159.4	0.058269
63.2	0.0435	121	0.054342



Gambar 3. Grafik Hasil Nilai Cp Turbin pada kecepatan 7 m/s



Gambar 4. Grafik Hasil Nilai Cp Turbin pada kecepatan 10 m/s

Tabel3. Hasil Nilai C_p Turbin pada kecepatan 10 m/s

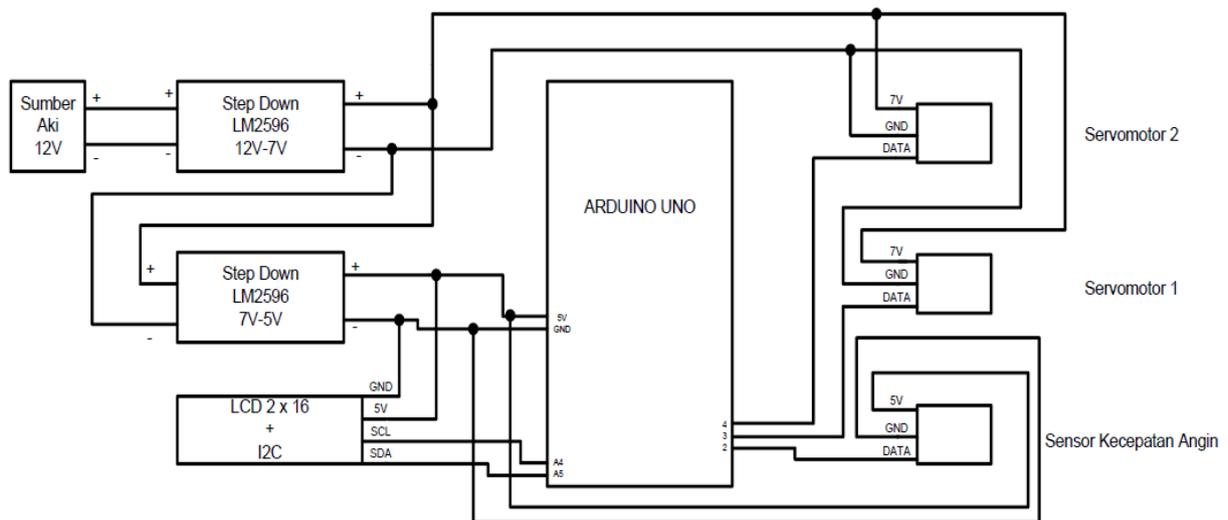
Sudut 30°		Sudut 35°	
Putaran (rpm)	C_p	Putaran (rpm)	C_p
371.4	0.010644	374.4	0.016095
361.5	0.025901	354.8	0.020337
352.5	0.03157	349.8	0.032581
347.2	0.039802	346.1	0.063234
329	0.049502	326.5	0.072519
292.6	0.073375	318.2	0.072955
228.9	0.079541	284.9	0.084712
190.9	0.073859	232.4	0.08159
143.1	0.058954	220.2	0.080462
102.4	0.045855	206.8	0.077789
Sudut 40°		Sudut 45°	
Putaran (rpm)	C_p	Putaran (rpm)	C_p
315.5	0.012433	330.1	0.014191
309.8	0.016647	312.2	0.022369
302.6	0.019513	310.1	0.026662
278.8	0.037954	297.9	0.032016
271.1	0.04079	295.9	0.042401
263.1	0.045242	280.3	0.043178
244.4	0.04903	275.3	0.049312
224.2	0.052207	267.6	0.052726
218.1	0.055474	182.9	0.050452
196.6	0.053527	98	0.035108

Pada data didapatkan nilai yang cukup rancu pada pengujian kecepatan angin 4 m/s karena nilai C_p terbaik ada pada sudut sudu 400 yang seharusnya nilai sudutnya lebih kecil daripada kecepatan angin 7 m/s dan 10 m/s, sehingga perlu pengujian lebih lanjut untuk pengujian sudut sudunya, sebelum diubah menjadi bahasa program kemudian diinputkan ke mikrokontroler.

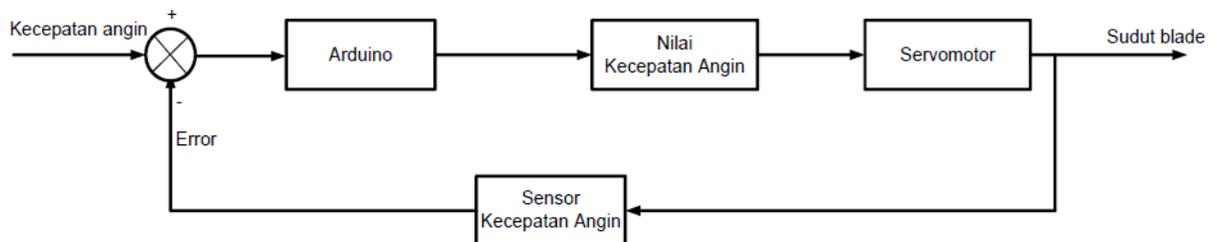
3.3 Pengontrolan Sudut Sudu Turbin

Data hasil pengolahan yang telah dirubah menjadi grafik selanjutnya akan diinput kedalam program kontrol dimana setiap kecepatan angin hanya diambil satu sudut dengan kurva tertinggi. Sistem menggunakan sumber DC 12 volt dari akumulator, setelah itu *distep down* menjadi 7 volt. Sumber ini di paralel menjadi 3 bagian yakni untuk sumber dari dua servo dan sumber dari satu *step down*, kemudian sumber 7 volt di *step down* kembali menjadi 5 volt dan di paralel menjadi 3 bagian yakni untuk sumber dari arduino, sumber dari LCD 2 x 16 dan sumber dari sensor kecepatan angin. Untuk penggunaan pin data, sensor kecepatan angin pada pin 2, servomotor 1 pada pin 3 dan servomotor 2 pada pin 4, dan juga dengan penggunaan pin analog untuk LCD yakni SDA pada A5 dan SCL pada A4 (Gambar 5). Berdasarkan proses *wiring* diagram tersebut, maka dapat digambarkan blok diagram dengan sistem *close loop* (Gambar 6).

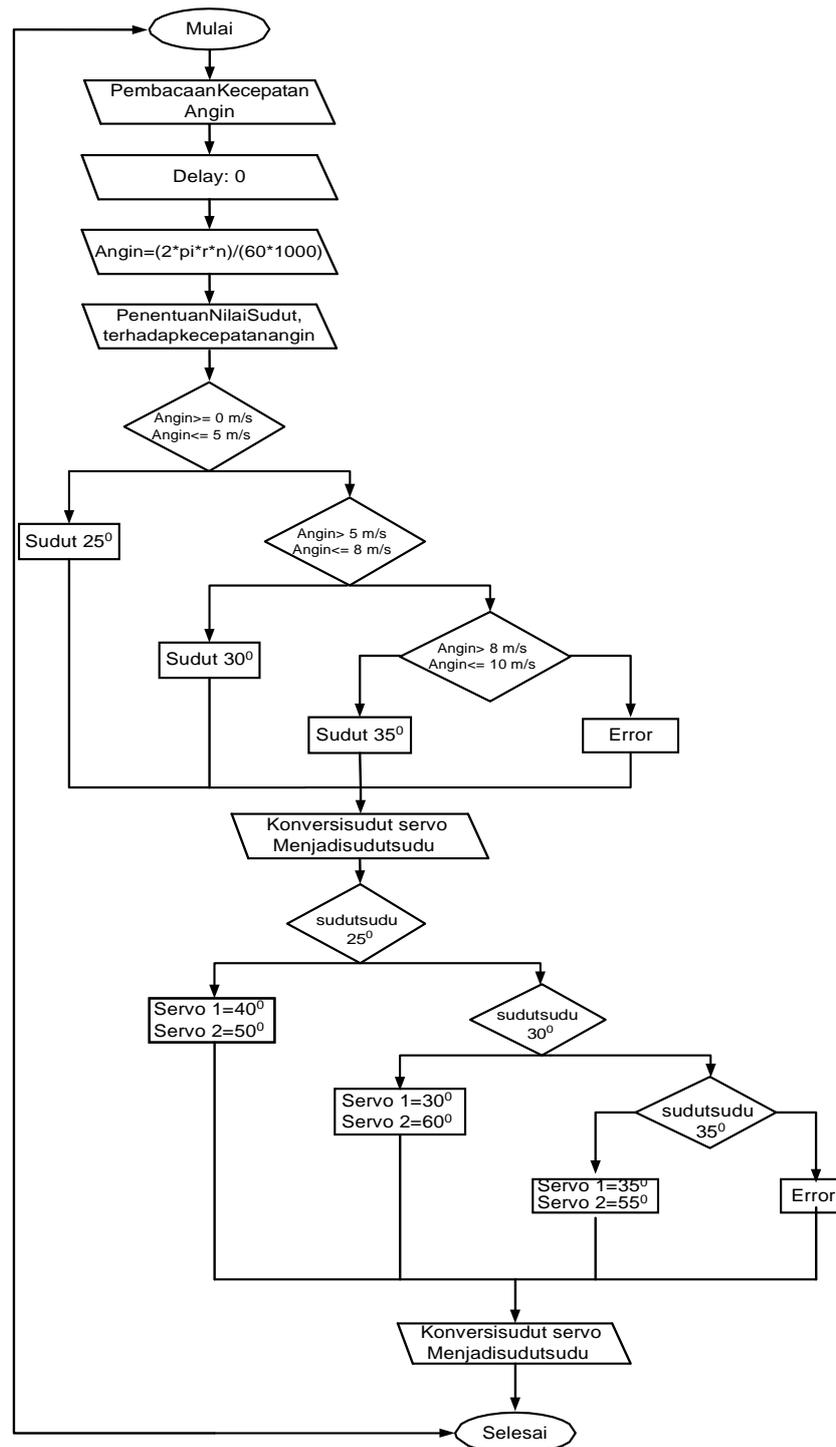
Berdasarkan gambar diagram blok tersebut, input data berupa kecepatan angin. Data tersebut diperoleh dari sensor kecepatan angin untuk diproses pada arduino agar servomotor bergerak sesuai dengan posisi sudut yang telah ditentukan sehingga sudut *blade* berubah. Dengan feedback berupa data dari sensor kecepatan angin, maka jika perubahan nilai data, arduino akan memproses kembali untuk mengubah sudut *blade*. Nilai sudut itu dirange antara sudut sudu dengan kecepatan angin dengan diagram alir seperti pada gambar 7.



Gambar 5. Wiring Diagram Rangkaian Kontrol Turbin



Gambar 6. Diagram Blok Pengaturan



3. Kesimpulan

1. Turbin angin sudu *flat* multiblade memiliki 18 buah sudu dengan menggunakan bahan plat galvanum. Dimensi sudu, panjang : 300 mm; lebar : 50 mm; tebal : 2 mm. Piringan sudu (hub) terbuat dari 3 buah nilon dengan dimensi : diameter masing – masing piringan sudu

180 mm, 180 mm, 60 mm dan ketebalan masing – masing 50 mm, 30 mm, 40 mm.

2. Berdasarkan grafik karakteristik hubungan putaran poros dengan C_p didapatkan :

a. Pada kecepatan 4 m/s nilai C_p terbaik pada sudut sudu 25° yaitu sebesar 0,289934.

b. Pada kecepatan 7 m/s nilai C_p terbaik pada sudut sudu 30° yaitu sebesar 0,0122752.

c. Pada kecepatan 10 m/s nilai C_p terbaik pada sudut sudu 35° yaitu sebesar 0,084712.

3. Berdasarkan grafik hubungan presentase kinerja pada sensor anemometer dan aktuator didapatkan presentase keakuratan masing-masing sebesar 99,4% dan 93,3 %.

4. Sesuai grafik karakteristik hubungan antara *Coefficient of Power* (C_p) terhadap putaran (rpm) sesuai gambar 4.2, 4.2, dan 4.4 menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka akan memerlukan sudut sudu yang semakin besar sesuai dengan puncak-puncak C_p .

4. Daftar Pustaka

- Adriansyah, Andi, & Oka H. (2013). *Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328p*. Jurnal Teknologi Elektro Universitas Mercu, 4, 102.
- Aerotrope Limited. 2017. *Riva Calzoni M33 Single Bladed Wind Turbine*. New England House Brighton BN1 4GH UK.
- Belajar Elektronik. 2017. *Pengertian PCB dan Fungsinya Serta Jenis-Jenisnya*. <http://belajarelektro.net/pengertian-pcb-dan-fungsinya>, (7 Agustus 2018). (Internet)
- Echo. 2017. *Tower Pro Servomotor MG996R*. [https://dealmarkaz.pk/electronics/other-electronics/towerpro-servo-motor-](https://dealmarkaz.pk/electronics/other-electronics/towerpro-servo-motor-mg996r)
- [mg996r-i4961](https://dealmarkaz.pk/electronics/other-electronics/towerpro-servo-motor-mg996r), (6 Agustus 2018). (Internet)
- EngineersGarage. 2012. *LCD*. <https://www.engineersgarage.com/electronic-components/16x2-lcd-module-datasheet>, (7 Agustus 2018). (Internet)
- Freris, L.L. 1990. *Wind Energy Conversion Systems*. Prentice Hall.
- Hau, Erich. 2006. *Wind Turbines. Fundamental, Technologies, Application, Economics 2nd edition*. Springer.
- Hobbytronics. 2018. *Jumper Wires - Male/Female 10cm.n* <http://www.hobbytronics.co.uk/jumper-wires-mf-10cm>, (7 Agustus 2018). (Internet)
- Holmes, Mark. 2014. *Natural Fibre Reinforced Plastic Blades Used For Rooftop Wind Turbine*. Material Today.
- J.F. Manwell, J.G. Mc Gowan and A.L. Rogers. 2002. *Wind Energy Explained : Theory, Design and Application*. Chichester : John Wiley Sons Ltd.
- M., Sophia Anne, Tyler G. 2015. *Whats Up with Wind Turbines*. Developing Agriculture's Future Leaders and Scientists.
- Solarbotics Ltd. 2018. *Men Pin Strip*. <https://solarbotics.com/product/mpin3>, (6 Agustus 2018). (Internet)
- Solarbotics Ltd. 2018. *Buck Converter With LED Display*. <https://solarbotics.com/product/40400>, (6 Agustus 2018). (Internet)
- Sukayan, Yayan. 2012. *Bagian-Bagian Aki Kering dan Aki Basah*. <https://yayansukayan.wordpress.com/2012/01/11/bagian-bagian-aki-kering-dan-aki-basah>, (7 Agustus 2018). (Internet)