

SIMULASI DESAIN SISTEM KENDALI PADA TURBIN ANGIN BERSKALA MIKRO *THE SKY DANCER 500 W*

Harun Abdul Rosid

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

JL. Sidodadi Timur No. 24 – Dr Cipto, Semarang

Email. Harunalrosyid1812@gmail.com

ABSTRACT

Dalam simulasi menggunakan software PSIM dengan permodelan perbagian diantaranya permodelan bagian bilah, permodelan bagian PMSG (permanent magnet synchronous Generator), permodelan controller (rectifier, buck converter, baterai, dan PWM Inverter). Dan pula dari persamaan menggunakan rumus dihasilkan luas penampang 2,00 m², dengan maksimal kecepatan yang di gunakan dalam simulasi kita menggunakan dari 6 m/s, dengan yang di hasilkan melalui permodelan bilah ialah 4360.81 watt, sedangkan hasil dari permodelan pada bagian output tegangan PMSG (permanent magnet synchronous Generator) 157,92 v dengan arus 1,31A dan masuk ke rectifier yang berfungsi mengubah tegangan dari AC menjadi DC dengan keluaran output 130,51V dengan arus 1,18A, dan dikendalikan oleh buck converter yang sebagai penurun tegangan agar sesuai dengan konfigurasi baterai yaitu dengan keluaran tegangan 130,51V dengan arus 1,05A, dan tegangan tersebut masuk ke baterai dan hasil tegangan output melalui inverter yaitu 234,79v dengan arus 2,34A. maka hasil tersebut yang masih dalam perhitungan dan secara simulasi menggunakan software aplikasi PSIM

Kata kunci: Software PSIM; Permodelan bagian PMSG; Permodelan controller.

PENDAHULUAN

Mengacu pada “Statistik Penyediaan Tenaga Listrik PLN tahun 2018” yang di keluarkan oleh kementerian ESDM, dimana pemanfaatan energi sebagai sumber energi listrik yaitu 143.51 MW. Menurut lampiran peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017, yaitu potensi energi angin yang dapat di manfaatkan di Indonesia adalah 60.647 MW. Dalam perkembangan energi angin di Indonesia untuk saat ini masih tergolong rendah. Dari penyebab adalah dikarenakan dengan kecepatan angin rata-rata di berkisar antara 3 m/s hingga 6 m/s. Meski demikian, potensi angin di Indonesia dapat di mungkinkan untuk di kembangkan system pembangkit listrik. Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) yang kita kenal adalah dua turbin angin pada umumnya yaitu turbin angin poros horizontal dan turbin angin poros vertikal merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang memanfaatkan angin sebagai energi pembangkitnya. Karena angin terdapat dimana-mana sehingga mudah untuk didapatkan serta tidak membutuhkan biaya yang banyak. Karena listrik tidak dihasilkan langsung oleh alam maka untuk memanfaatkan energi angin ini di perlukan sebuah alat yang bekerja dan menghasilkan energi listrik. Di antaranya alat yang digunakan adalah kincir angin. Kincir angin ini akan menangkap angin dan akan menggerakkan generator yang nantinya akan menghasilkan energi listrik.

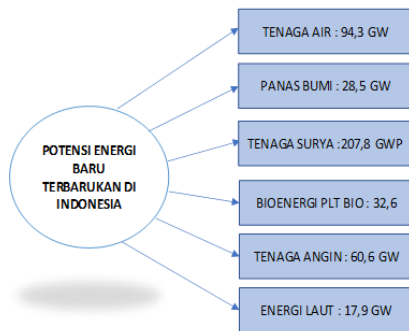
Dengan Penyediaan angin oleh alam, cenderung berpindah-pindah sehingga hal ini diperlukan teknologi yang mampu untuk mengatasi masalah dalam mensuplai aliran listrik terhadap masyarakat sekitar. Maka sebagai solusi tersebut kini untuk studi perencanaan dalam memanfaatkan energi baru terbarukan yaitu melalui dari turbin angin horizontal 3 blade dengan tipe TSD-500.

Energi angin yang sebagai sumber energi yang dari jumlahnya sangat begitu melimpah dan termasuknya tidak menimbulkan polusi udara di karenakan tidak menghasilkan gas buang yang dapat menyebabkan efek rumah kaca. Energi angin merupakan sumber daya alam yang dapat di peroleh dengan secara Cuma-Cuma dan ketersediannya yang terus-menerus di sepanjang tahun. Di Indonesia termasuknya merupakan negara kepulauan dimana yang dimiliki kurang lebih sekitar 17.500 pulau dengan panjang garis pantai lebih dari 81.290 km dan berada di daerah tropis yang bahkan di lewati oleh angin muson pada setiap musim. Indonesia pula berpotensi dapat memiliki energi angin yaitu 9.3 GW dan total kapasitas yang baru terpasang saat ini sekitar 0.5 MW (Daryanto,2007).

STUDI PUSTAKA

Energi Baru Terbarukan

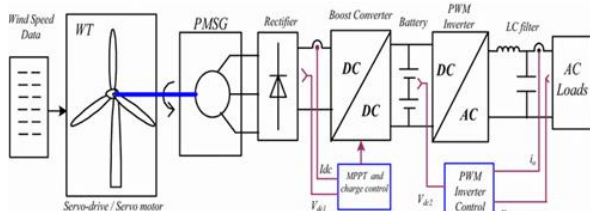
Dampak perubahan iklim terjadi disebabkan oleh pemanasan global yang mengakibatkan suhu bumi yang terus meningkat. dan penggunaan energi menjadi salah satu penyumbang terbesar pemanasan global akibat emisi karbondioksida (CO₂e) yang dilepaskan di udara. Emisi gas rumah kaca atau GRK dari sektor pembangkit listrik menyumbang 199 Mt (CO₂e) pada tahun 2017 dan diperkirakan hingga 2030 akan tumbuh sebesar 10,1% pertahun, dengan demikian jika tidak ada upaya dalam pengurangan maka pada tahun 2030, emisi GRK di proyeksikan mencapai 699 Mt (CO₂e), KESDM dan UNDP (2018).



Gambar 2.2 Potensi Energi Baru Terbarukan di Indonesia, KESDM dan UNDP (2018).

METODE/DESAIN
Sistem Turbin Angin

Putaran blade membuat generator berputar dan menghasilkan tegangan AC 3 fasa yang mewakili vektor arah angin, yaitu u, v, dan w. Kemudian dialirkan menuju controller (teknologi pengamanan dan konversi energi) dan hasil keluaran dari controller ini berupa tegangan DC (telah dikonversi dari AC menjadi DC karena media penyimpanan energi dalam bentuk DC). Setelah itu, dialirkan kembali menuju data logger untuk dilakukan perekaman data dan selanjutnya disimpan ke dalam baterai/aki. Sebelum digunakan ke beban (peralatan listrik AC), energi yang telah disimpan ini harus dikonversi terlebih dahulu melalui inverter (tegangan DC menjadi AC).



Gambar 2.12 Diagram blok Skema Sistem Turbin Angin

Turbin Angin Sky Dancers 500

Bagian utama dari turbin angin berupa generator, blade, cone, fin, dan ekor. Turbin angin sky dancers ini merupakan turbin angin horizontal dengan menggunakan 3 blade propeller yang memiliki tingkat efisiensi 40%. Turbin ini mulai berputar pada kecepatan angin 2.5 m/s dan mulai memproduksi listrik pada kecepatan angin 3 m/s. Daya maksimal yang mampu dihasilkan oleh turbin adalah 500 Wattpeak (Wp) pada kecepatan angin 12 m/s dan di atasnya. Turbin ini dapat bertahan sampai pada kecepatan angin 33 m/s.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian terapan dan eksploratif, yaitu menganalisis rangkaian pada permodelan sistem kendali pada controller turbin angin The Sky Dancer 500 W, dan rangkaian ini di simulasikan menggunakan software aplikasi PSIM.

Tabel 4.21 Spesifikasi turbin angin

Spesifikasi Turbin Angin TSD-500	
Nama Sistem	TSD - 500
Tipe Turbin	HAWT
Daya Keluaran Maksimum	500 Wp di 12 m/s
Tipe Turbin mulai berputar	2,5 m/s
Mulai pengisian Baterai	3 m/s
Daya tahan turbin terhadap angin	33 m/s
Tipe Generator	3 phasa PMSG
Rpm Maksimal	1000 Rpm
Sistem Penyimpanan	24 V
Berat Sistem Turbin	25 KG
Tinggi Tiang Kincir Angin	11 - 20 M
Diamater bilah	1.6 M

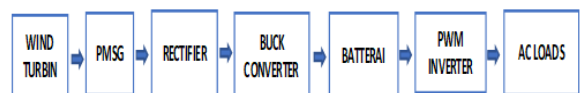
The Sky Dancer merupakan turbin angin tipe HAWT dengan 3 baling-baling menggunakan generator permanen magnet 18 slot 16 pole dan sistem transmisi 3 fasa. Memiliki nilai Cp 40%, berarti mampu mengambil 40% dari total energi angin yang diterimanya menjadi energi mekanik. Turbin ini mulai berputar pada kecepatan angin 2.5 m/s dan mulai memproduksi listrik pada kecepatan angin 3 m/s. Daya maksimal yang mampu dihasilkan oleh turbin adalah 500 Watt peak (Wp) dengan panjang baling-baling 0,8 meter pada kecepatan angin 12 m/s dan di atasnya. Turbin ini dapat bertahan sampai pada kecepatan angin 33 m/s.

Sedangkan untuk Generator AC menggunakan Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG), yang merupakan efisiensi tertinggi saat ini untuk menghasilkan medan magnet sendiri. Tegangan listrik kemudian dialirkan melalui slip ring sehingga menghasilkan tegangan induksi bolak-balik (AC).

Tabel 4.22 Spesifikasi PMSG

Parameter	Nilai
Tegangan	160 V
Daya Output	500 W
RPM	1000 rpm

dengan desain sistem kendali wind turbin.



Gambar 4.23 Desain Sistem Kendali Wind Turbin

Dari design sistem Kendali wind turbin, yang di gunakan dari beberapa permodelan bagian yang di simulasikan ke dalam software PSIM versi 9.03.

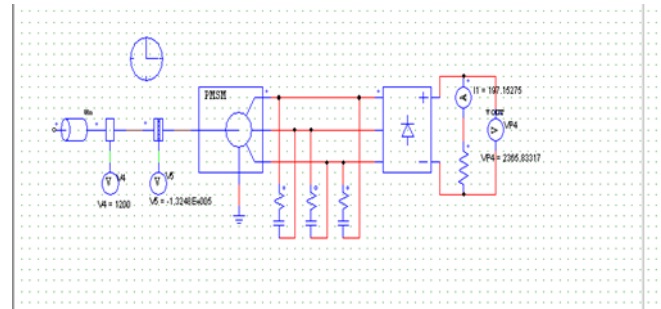
Simulasi Bilah/Blade

Pada simulasi permodelan bagian Bilah terdapat beberapa komponen yang di perlukan untuk dapat menghasilkan output energi mekanis.

Beberapa dari komponen yang di gunakan untuk simulasi yaitu,

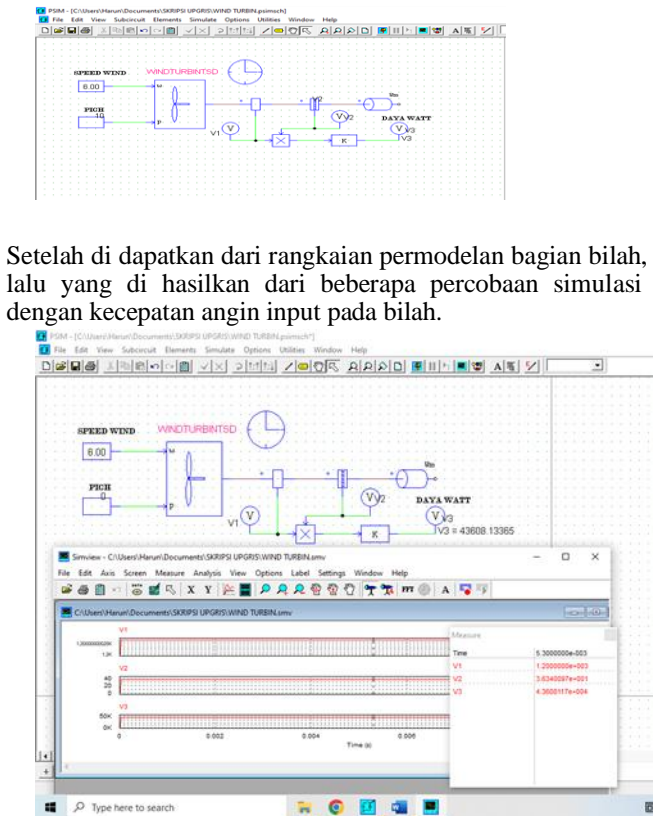
1. Constant
2. Constant mechanical load (constant speed)
3. Speed sensor
4. Torque sensor
5. Voltage probe
6. Multiplier
7. Propotional blok
8. Windturbine

5. There phase diode bridge
6. Current probe
7. Voltage probe
8. Resistor



Gambar 4.26 Rangkaian pada PMSG

Setelah di tersusun pada rangkaian PMSG dimana attributes pada komponen generator dengan parameter spesifikasi PMSG dan output dari bilah, berikut dari hasil simulasi pada software PSIM.



Gambar 4.25 Hasil Run Simulasi atau Simview output

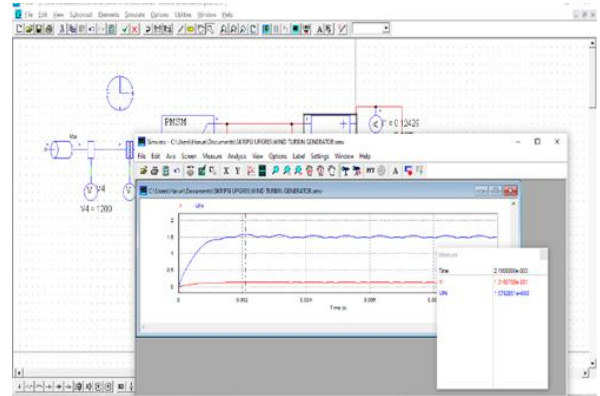
Dari hasil simulasi dengan kecepatan 6 m/s yang di input pada permodelan bagian rangkaian bilah, dimana pada gelombang yang di dihasilkan dengan max value 4360.81 watt.

Simulasi Generator PMSG

Untuk rangkaian PMSG atau permanent magnet synchronous Generator disini penulis menggunakan spesifikasi PMSG yaitu 3 fasa, dengan tegangan 160v dan daya output dari generator tersebut 480w, berikut hasil dari yang di simulasikan. Terdapat pada gambar 4.36 Simulasi pada rangkaian generator PMSG.

Beberapa dari komponen yang di gunakan untuk simulasi yaitu,

1. Constant speed mechanical load
2. Speed sensor
3. Torque sensor
4. Permanent magnet synchronous generator 3 fasa



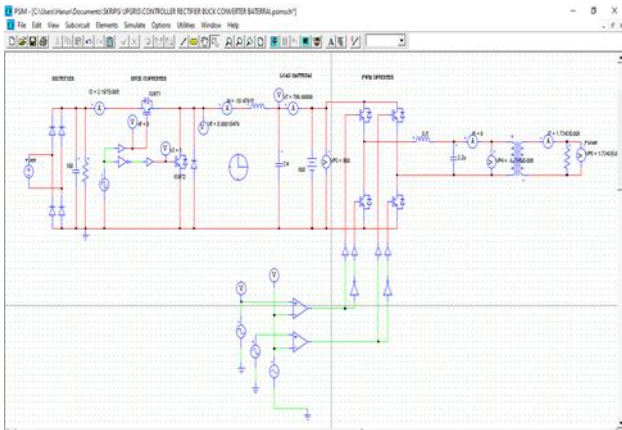
Hasil Simulasi PMSG

Hasil dari simulasi software PSIM dari rangkaian bagian PMSG, Dimana terdapat keluaran dari hasil simulasi PMSG yaitu dengan aliran arus 1,31A sedangkan output tegangan 157,92 V.

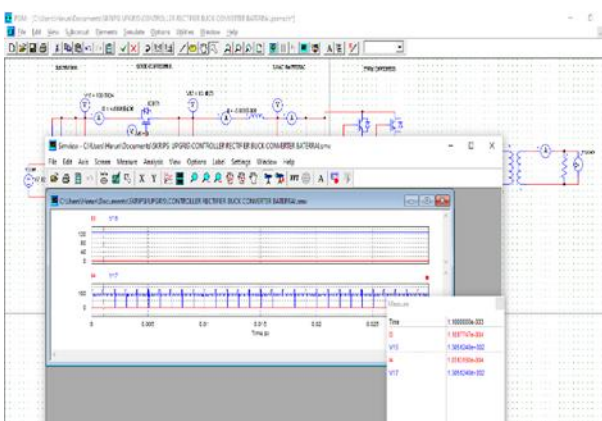
Simulasi Rectifier, Buck Converter, penyimpanan Baterai dan Inverter Pada rangkain untuk rectifier, buck converter, penyimpanan baterai dan inverter dengan parameter input dari keluaran energi listrik generator yaitu 157,92 V. dengan konfigurasi penyimpanan baterai 24v x 5 sehingga kapasitas attributes penyimpanan baterai 120v.

Berikut beberapa komponen yang di gunakan untuk rangkaian simulasi pada psim :

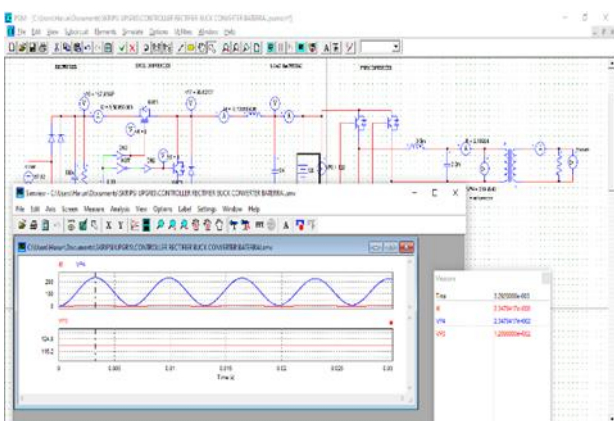
1. Dc voltage source
2. Diode
3. Capasitor
4. Resistor
5. Square wave voltage source
6. Not gate
7. On off switch controller
8. IGBT switch
9. Current probe
10. Voltage probe
11. Inductor
12. Dc voltage source batterai
13. Comparator
14. Sinusoidal voltage source
15. Ground



Gambar 4.28 rangkaian design rectifier, buck converter, Penyimpanan baterai dan inverter



Gambar 4.29 Hasil simulasi rectifier dan buck converter



Gambar 4.30 Hasil simulasi rangkaian baterai dan Inverter.

Maka dari hasil run simulasi, untuk permodelan bagian rectifier dan buck converter dimana dari hasil output generator sebagai inputnya dengan tegangan 157,92 V dengan output dari rectifier 130,51 V pada aliran arus keluaran 1,18A, lalu di kirim ke buck converter dengan keluaran output tegangan 130,51v dengan keluaran aliran arus 1,05A.

Dan untuk hasil dari penyimpanan baterai dimana disini dalam simulasi PSIM, menggunakan 24 x 5 sehingga 120 DC, dan hasil dari keluaran tegangan tetap sama yaitu 120v sedangkan untuk output dari inverter yang sebagai pengubah tegangan dari DC menjadi AC dan dalam simulasi di hasilkan dengan gelombang sinus yaitu 234,79 V dengan arus 2,34 A. berikut hasil dari simulasi software

PSIM pada gambar 4.42 hasil simulasi design rangkaian bagian baterai dan inverter.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dibuat oleh penulis dalam analisis simulasi PLTB yaitu dengan menggunakan software aplikasi PSIM, maka dapat di simpulkan dari hasil penelitian ini,

- Hasil dari simulasi menggunakan software PSIM dengan beberapa permodelan atau bagian.
 - Bilah
 - PMSG (permanent magnet synchronous Generator)
 - Rectifier, buck converter, PWM inverter.
- Yang di hasilkan dari setiap permodelan atau tiap bagian rangkaian
 - Bilah, dimana dari yang di input yaitu kecepatan angin 6 m/s maka yang di hasilkan dari permodelan bagian bilah 4360.81 watt.
 - PMSG, dimana keluaran dari generator yang di hasilkan dengan tegangan 157,92V, dengan arus 1,31A.
 - Rectifier, yang berfungsi sebagai penyearah dan mengubah dari tegangan AC menjadi DC, yang di input dari rangkaian rectifier sesuai dengan output dari tegangan PMSG yaitu 157,92 V. yang hasilkan outputnya 130,52V, dengan arus 1,18A.
 - Buck converter, yang mengatur tegangan DC menjadi DC agar saat terjadi pengereman tegangan sesuai kerja dari tegangan baterai. Yaitu yang di hasilkan 130,51v dengan arus 1,05A.
 - Baterai yang di gunakan 24v x 5 yaitu 120V.
 - Dan keluaran dari PWM inverter yaitu vload nya 234,79 V dengan arus 2,34 A. dan hasil run simulasi dengan gelombang sinus.
- Hasil perhitungan yang di dapat dengan melalui persamaan rumus.
 - Luas penampang : 2,00 m²
 - Speed rpm rotor :

Jika kecepatan angin 6 m/s maka yang di hasilkan 1194.26 Rpm
 Jika kecepatan angin 7 m/s maka yang di hasilkan 1393,31 Rpm
 Jika kecepatan angin 8 m/s maka yang di hasilkan 1592,35 Rpm
 Jika kecepatan angin 9 m/s maka yang di hasilkan 1791,40 Rpm
 Jika kecepatan angin 10 m/s maka yang di hasilkan 1990,44 Rpm

 - TIP speed Ratio : 16,16 Rpm
 - Spesifikasi generator output tegangan 160v dengan daya 480w
 - Perhitungan daya output yang di hasilkan TSD 500w

Jika kecepatan angin 6 m/s maka yang di hasilkan 105,92watt
 Jika kecepatan angin 7 m/s maka yang di hasilkan 168,20watt
 Jika kecepatan angin 8 m/s maka yang di hasilkan 251,08 Watt
 Jika kecepatan angin 9 m/s maka yang di hasilkan 357,50 Watt
 Jika kecepatan angin 10 m/s maka yang di hasilkan 490.40 Watt

REFERENSI

- [1] G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, "On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions." *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, pp. 529–551, April 1955.
- [2] Ajao, K.R., dan Adeniyi, J.S.O., 2009. Comparison of Theoretical and Experimental Power output of Small 3-bladed Horizontal-axis Wind Turbine. *Journal of American Science* Volume 5, No 4
- [3] Daryanto, Y., 2007. Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. Balai PPTAGG - UPT-LAGG
- [4] Haryono, 2015. "Perancangan Turbin Angin Sumbu Horizontal Kapasitas 1800 Watt untuk Pembangkit Listrik di Pulau Ketapang Kabupaten Probolinggo" Skripsi: Universita Muhammadiyah Malang
- [5] Meriska, Lustia Dewi. 2010. "Analisa Kinerja Turbin Angin Poros Vertikal Dengan Modifikasi Rotor Savonius L untuk Optimasi Kinerja Turbin". Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [6] Syukri, Himran, 2006. "energi angin". CV Bintang Lamumpangue, Makasar
- [7] Delly, Jenny. 2013 "Perancangan Teknologi Pembangkit Listrik Berbasis Kincir Angin Kecepatan Rendah Dengan Diffuser Untuk Perumahan di Daerah Pesisir Pantai Sulawesi Tenggara.
- [8] Afrilianto, Tomy. 2013 "Perancangan dan Pembuatan Turbin Angin Sederhana Untuk Penghasil Listrik"
- [9] Fariedl, Muhammad, faqqihudin., Nizam, Muhammad D., Danardono, Dwi., Prija, Yuni, Tjahjana, 2002. Karakteristik Model Turbin Angin Untwisted Blade Dengan Menggunakan Tipe Nrel S833 Pada Kecepatan Angin Rendah, *Jurnal Universitas Sebelas Maret, Surakarta*.
- [10] Anwar, M.S., 2008. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Pada Stasiun Pengisian Accu Mobil Listrik. Tugas Sarjana. Surabaya: ITS
- [11] Culp, Archie W., 1991. Prinsip-Prinsip Konversi Energi. Jakarta: Erlangga. Terjemahan: Principles of Energy Conversion. 1979. McGraw-Hill, Ltd.
- [12] Aryanto, F., Mara, M., & Nuarsa, M. (2013). Pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal. *Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*.
- [13] Ismail, I., & Arrahman, T. (2017). Perancangan turbin angin sumbu horizontal tiga sudu dengan kapasitas 3 MW. *Presisi*, 18(2). Hal 11-12.
- [14] Sayogo, A. (2016). PERANCANGAN DAN PEMBUATAN KINCIR ANGIN TIPE HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE (HAWT) UNTUK DAERAH PANTAI SELATAN JAWA
- [15] Prastyo Budhi, (2015). TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIPE TSD 500 PADA BEBAN KONSTAN, Semarang, *Jurnal Teknik Energi* Vol 11 no. 3.
- [16] Crutcher, H.L., 1956, on the standard vector-deviation windrose, *journal of meteorology*, vol. 14, hal 28-30, United states.
- [17] Dutta, Animesh. 2006. Basics of Wind Technology. Asian Institute of Technology Thailand. 6 Juli 2006.