

SISTEM DATA LOGGER KINCIR ANGIN PROPELLER BERBAHAN KAYU

Martanto¹, Iswanjono², Luluk Ariyanto³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Kampus II, Paningan, Maguwoharjo, Depok, Sleman

¹martanto@usd.ac.id

INTISARI

Kincir angin merupakan salah satu jenis pembangkit listrik energi terbarukan yang dapat dikembangkan di Indonesia. Untuk dapat memantau kinerja kincir angin dibuat suatu sistem akuisisi data yang dapat mengumpulkan data-data terkait dengan karakteristik pada kincir angin yang direkam oleh sistem data logger. Datalogger ini berfungsi untuk menyimpan data, dimana data tersebut berasal dari sensor tegangan, sensor arus, sensor kompas, sensor kecepatan angin dan sensor kecepatan poros. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai pusat pengolahan dari kelima sensor tersebut. Sensor tegangan, sensor arus, dan sensor kompas tersebut akan diambil sampling setiap 0,04 detik, lalu untuk sensor tegangan, sensor arus dan sensor kompas akan diolah samplingnya tadi setiap 0,4 detik, sedangkan untuk sensor kecepatan poros dan sensor kecepatan angin diambil sampling setiap 1 detik, setelah itu akan disimpan setiap 10 detiknya. Sebelum itu hasil pengolahan data akan ditampilkan di LCD 16x2 setiap detiknya. Tingkat keberhasilan sensor tegangan sebesar 97,8%, sensor arus sebesar 96,78%, kompas sebesar 98,1%, sensor kecepatan angin 70,8% dan sensor kecepatan poros sebesar 94,1%.

Kata kunci : sistem data logger, Kincir angin, Arduino Uno

1. PENDAHULUAN

Kincir angin merupakan salah satu jenis pembangkit listrik energi terbarukan yang dapat dikembangkan di Indonesia. Kecepatan angin di desa Laktutus, Atambua, NTT sekitar 10 - 12 m/detik dan pada kondisi puncaknya dapat mencapai 18 m/detik [1]. Salah satu model kincir angin pembangkit listrik adalah kincir angin propeler yang ditunjukkan pada gambar 1. Penelitian terhadap kincir angin propeler telah dilakukan oleh Wihadi, D., dkk. (2015), untuk mengetahui karakteristik masing-masing kincir angin yang diuji dilakukan dengan merekam parameter sensor diantaranya adalah tegangan, arus, daya, dan energi menggunakan *data logger*.



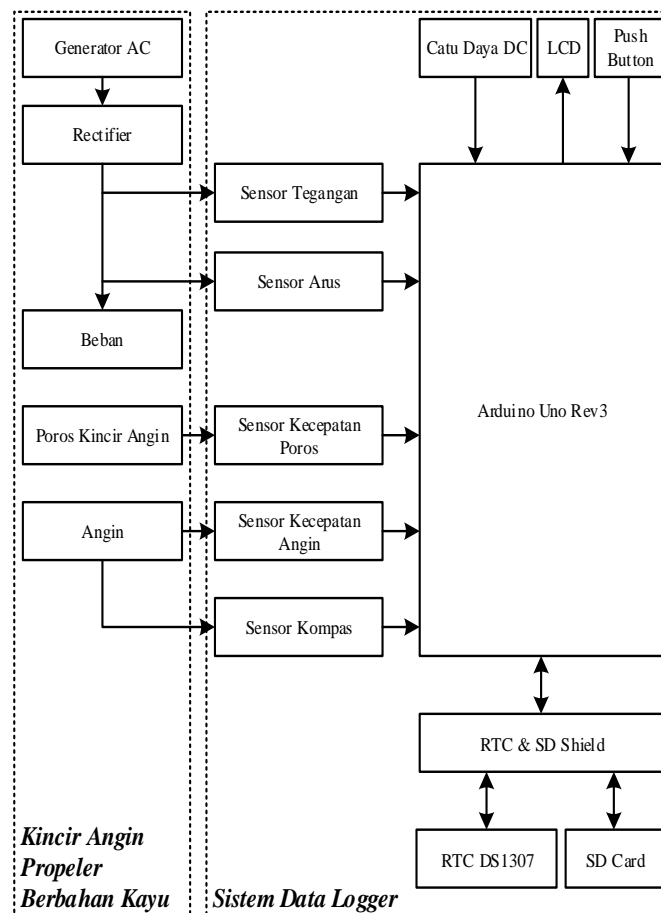
Gambar 1. Kincir angin Propeler [1]

Data logger yang dibuat didesain untuk kebutuhan perekaman energi yang dihasilkan oleh kincir angin (Martanto dkk., ...). Ada beberapa peneliti yang menggunakan data logger untuk mengukur energi listrik buatan produsen tertentu. Yusnan Badruzzaman dalam penelitian berjudul “*Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang*” menggunakan *data logger* tipe PM 8ECC untuk mengukur tegangan dan arus AC (*Alternating Current*). Data logger yang dibuat ini digunakan untuk mengukur tegangan DC (*Direct Current*) dari 0 volt sampai dengan 60 volt. Selain itu juga data logger ini juga dibuat untuk mengukur arus sampai dengan 25 ampere, lalu juga untuk mengukur arah angin atau kompas, kecepatan poros kincir angin dan juga untuk mengukur kecepatan angin.

Arduino merupakan sebuah *platform* elektronik *open source*, berbasis *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, salah satunya adalah Arduino Uno Rev3. Arduino Uno Rev3 merupakan papan sistem minimum berbasis mikrokontroler ATmega328 keluarga AVR. Untuk dapat memprogram mikrokontroler Arduino juga menyediakan lingkungan pemrograman. Arduino Uno Rev3 juga mendukung beberapa komunikasi dengan perangkat lain yaitu komunikasi serial *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART) pada pin serial 0 (Rx) dan 1 (Tx) yang digunakan untuk komunikasi dengan mikrokontroler lain dan komunikasi *Serial Peripheral Interface* (SPI) dengan Arduino sebagai *master* dan perangkat lain sebagai *slave*. Kartu SD (*Secure Digital*) adalah kartu memori kecil yang digunakan untuk penyimpanan *portable*. Kartu SD memiliki kecepatan transfer data yang tinggi, konsumsi daya yang rendah, dan tidak memerlukan sumber daya untuk mempertahankan data yang ada. Kartu SD dapat bekerja dengan menggunakan catu daya dengan tegangan sebesar 2,7 - 3,6 volt [2], dalam pengoperasian kartu SD pada mikrokontroler melalui pin komunikasi SPI memerlukan penyesuaian level tegangan. Saat keluaran mikrokontroler 5 volt harus diterima oleh kartu SD sebesar 3,3 volt. Penyesuaian level tegangan dapat dilakukan dengan menggunakan konsep pembagi tegangan (Martanto dkk., ...). Proses perekaman data tegangan, arus, arah angin, kecepatan angin dan kecepatan poros membutuhkan pencatatan waktu nyata, sehingga diperlukan rangkaian basis waktu nyata RTC.

2. METODOLOGI

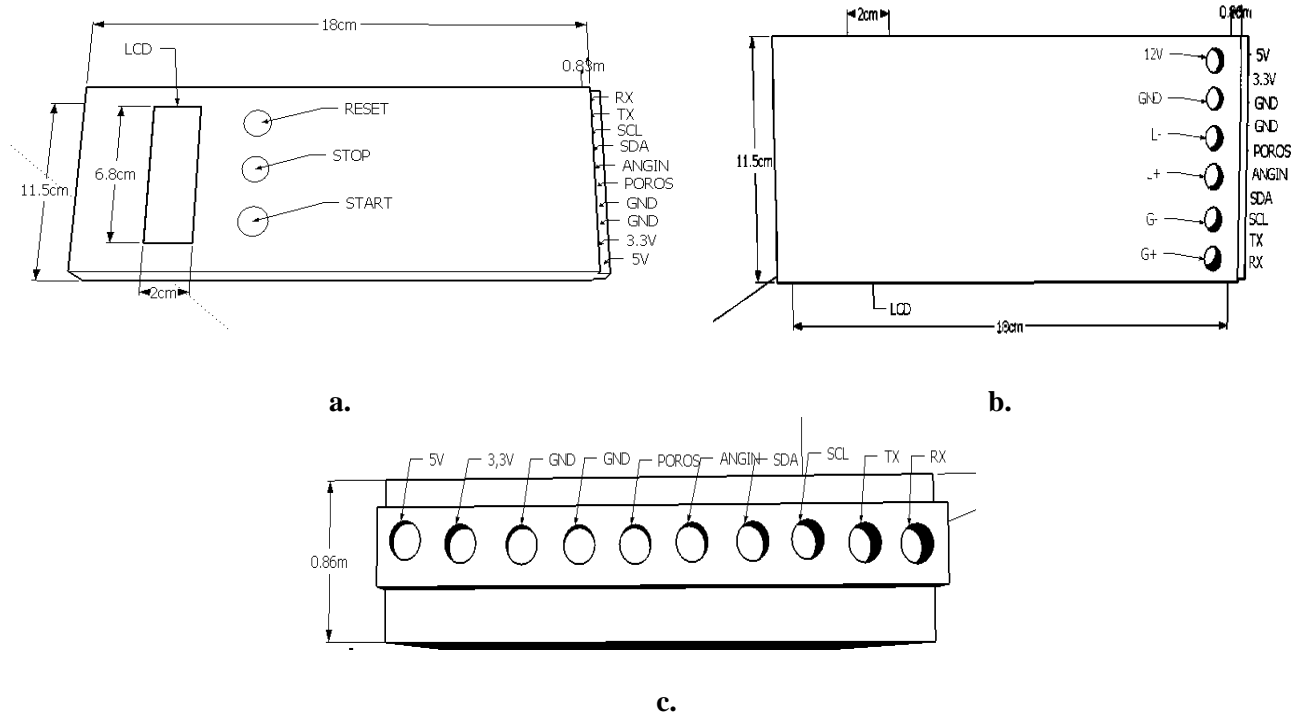
Sistem data logger yang dirancang berfungsi untuk memproses dan menyimpan tegangan, arus, arah angin, kecepatan angin, kecepatan poros dengan pengolah data menggunakan Arduino Uno yang ditunjukkan pada Gambar.2



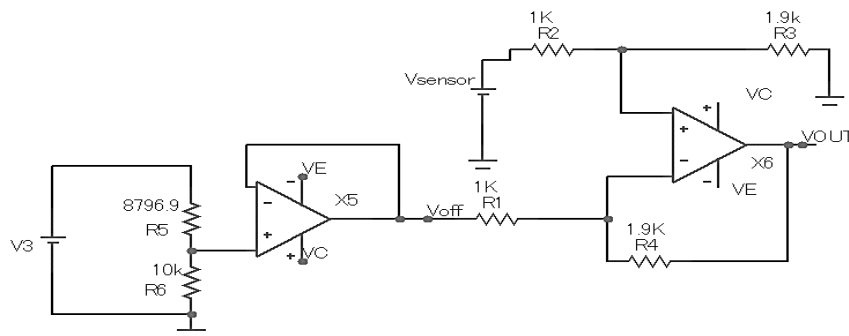
Gambar 2. Blok Sistem Perancangan

Perancangan perangkat keras sistem data logger ini ditunjukkan pada Gambar 3. Perangkat keras ini terdiri dari Arduino Uno dan modul sensor arus WCS1800. Perangkat keras ini dilengkapi

subsistem rangkaian elektronik dalam satu pcb yaitu rangkaian catu daya DC yang berfungsi untuk mensuplai tegangan dari sumber 12 volt DC. Pengondisi sinyal yang berfungsi untuk mengurangi tegangan yang ada pada modul sensor arus WCS1800 yang ditunjukkan pada Gambar.4, Rangkaian Resistor pull up yang berfungsi untuk tombol tekan *start* dan *stop* yang ditunjukkan pada Gambar.5 dan juga pembagi tegangan sebagai sensor tegangannya dimana sampai dengan 60 volt yang ditunjukkan pada Gambar.6.



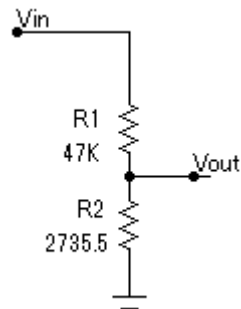
Gambar 3. a. boks tampak atas b. boks tampak belakang c. boks tampak samping



Gambar 4. Rangkaian Pengondisi Sinyal WCS1800



Gambar 5. (a) Rangkaian Start , (b) Rangkaian Stop



Gambar 6. Rangkaian Pembagi Tegangan

Data-data sensor pengukuran sistem data logger disimpan dalam satu paket data. Jumlah data yang disimpan sebanyak 11 data berjumlah 66 karakter (tabel 1). Paket data diawali dengan karakter '*' (bintang), diakhiri dengan karakter '#' (pagar), dan setiap data dipisahkan dengan karakter ',' (koma). Data yang diterima ditetapkan dengan rentang nilai sesuai dengan spesifikasi pengukuran sistem *data logger*, diantaranya adalah data nomer perekaman 0 - 8639, tegangan 0 - 60 volt, arus 0 - 25 ampere, energi 0 - 24.000 Watt/jam, kecepatan poros 0 - 500 rpm, kecepatan angin 0 - 20 m/s, dan arah angin 0 - 359,99 deg berdasarkan rentang nilai tersebut ditetapkan jumlah karakter masing-masing data yang dikirimkan dengan jumlah yang tetap.

Tabel 1. Format Paket Data

	No Perekaman	Tanggal	Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Energi (Wh)	K. Poros (rpm)	K. Angin (m/s)	Arah Angin (deg)
Jumlah Karakter	4	10	8	5	5	8	3	5	6
Contoh Data	0001	22-01-2016	16:30:10	12.47	01.89	00000.16	162	04.98	023.04
Contoh Paket Data	*,0001,22-01-2016,16:30:10,12.47,01.89,00000.16,162,04.98,023.04,#								

Proses pengambilan data sebagai berikut : Data tegangan, arus dan kompas akan disampling setiap 40ms, pengambilan diambil sebanyak 10 kali. Dan kemudian akan dicari rata-ratanya. Kemudian dilakukan perhitungan energinya. Lalu untuk data kecepatan angin dan kecepatan poros kincir angin akan diambil setiap 1 detik. Dan tidak dilakukan proses rata-rata. Setelah kelima data diambil maka akan ditampilkan kedalam LCD 16x2 setiap 1 detik setelah itu akan disimpan dalam SD Card dalam setiap 10 detik.

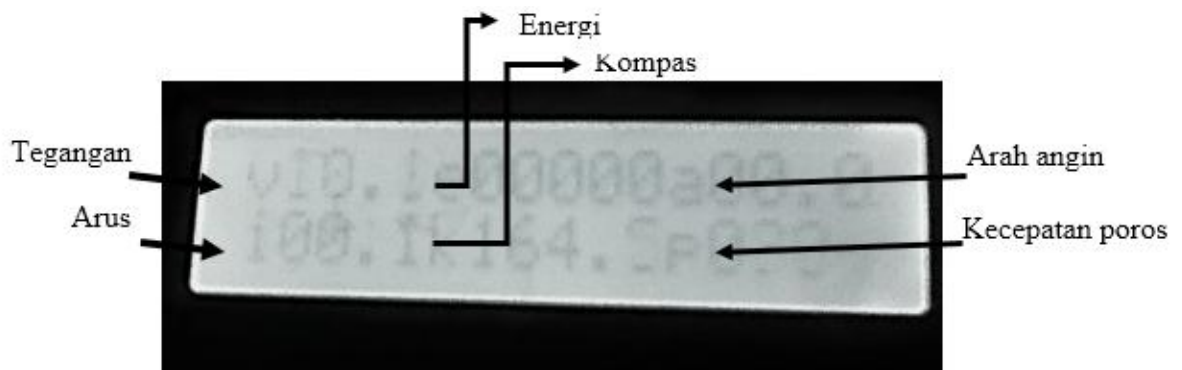
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem

Sesuai dengan tujuan dan metode yang ditentukan, pada penelitian ini dilakukan implementasi perangkat keras sistem data logger kincir angin propeler berbahan kayu,serta eksekusi program aplikasi sistem data logger ini pada Arduino Uno. Perangkat keras sistem data logger ini ditunjukkan pada Gambar 7. Dan tampilan LCD 16x2 ditunjukkan pada Gambar 8.



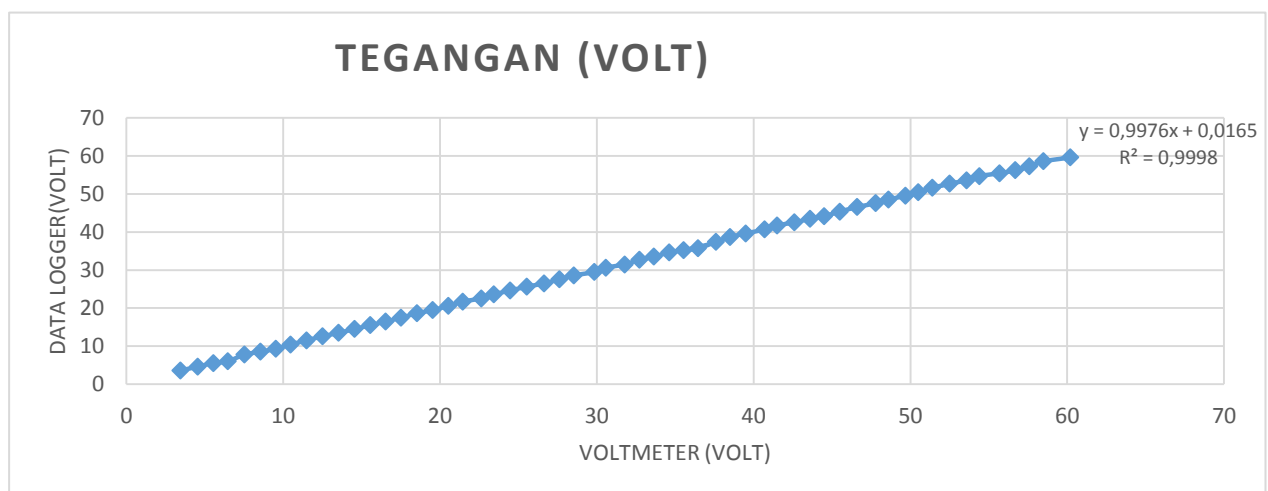
Gambar 7. Tampilan luar data logger



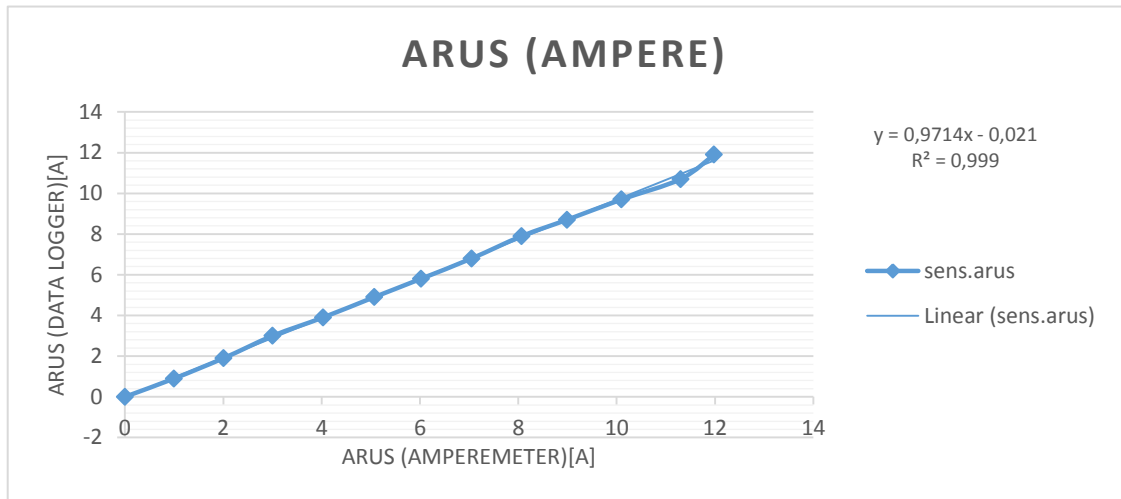
Gambar 8. Tampilan LCD

3.2. Uji Coba

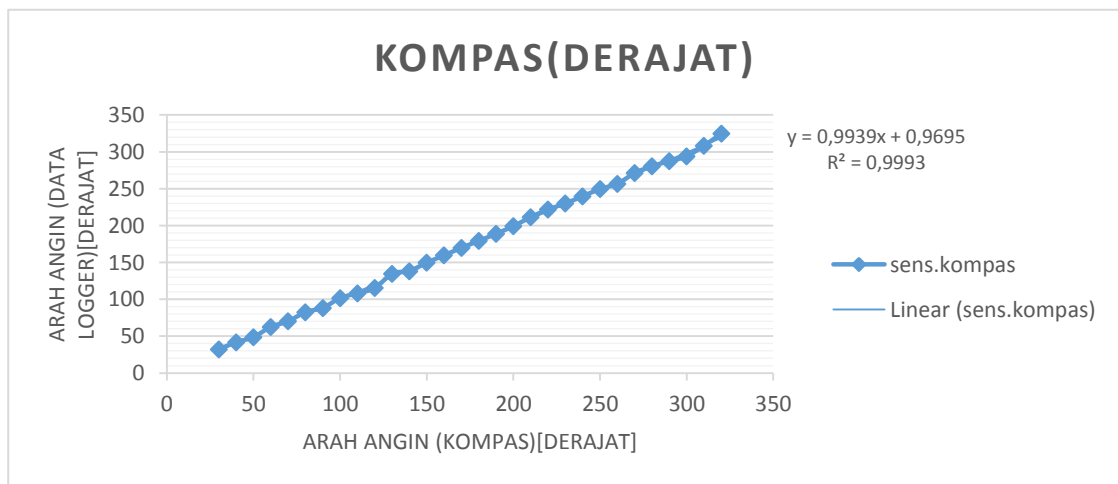
pada uji coba ini masing- masing sensor akan dicoba satu persatu tingkat kelineritasannya. Pada gambar 9. Menunjukkan bahwa sensor tegangan di ambil dari 0 volt sampai dengan 60 volt.



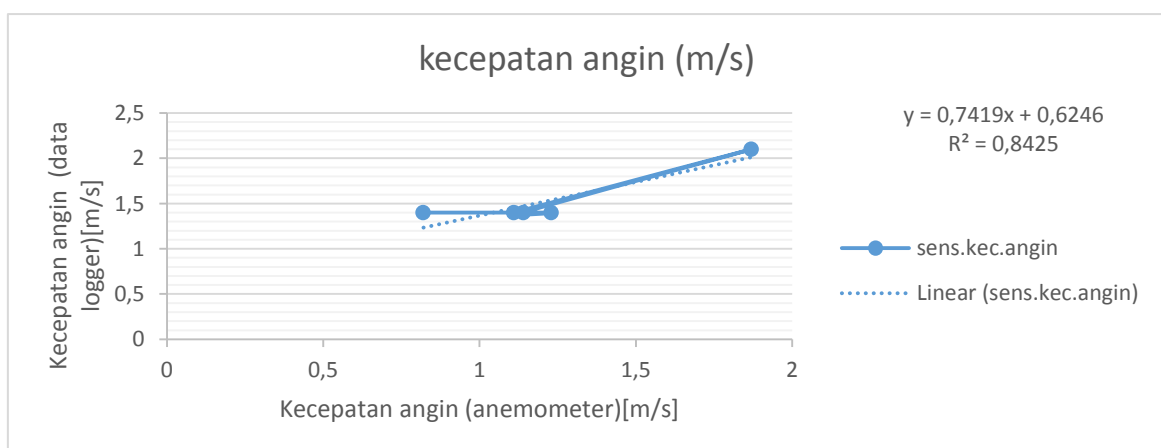
Gambar 9. kurva perbandingan antara tegangan data logger dengan voltmeter



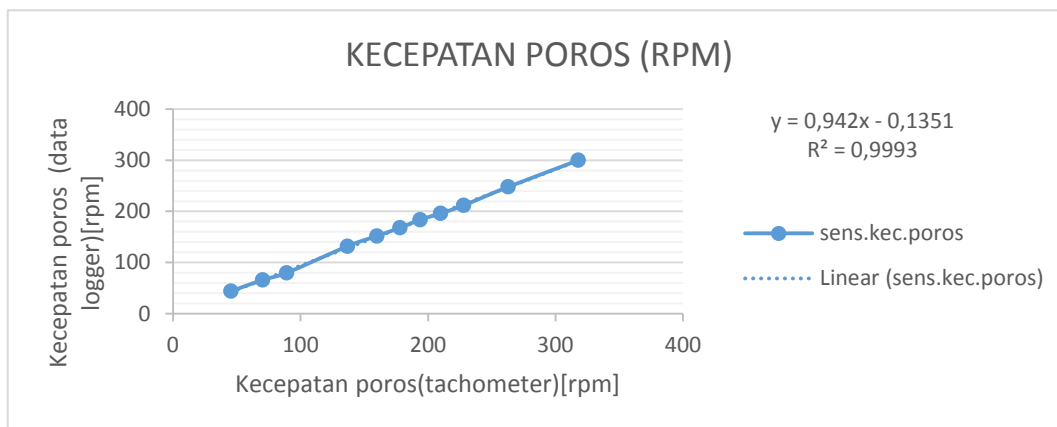
Gambar 10. Kurva perbandingan antara arus data logger dengan amperemeter



Gambar 11. Kurva perbandingan antara arah angin data logger dengan kompas android



Gambar 12. Kurva perbandingan antara kecepatan angin data logger dengan anemometer



Gambar 13. kurva perbandingan antara kecepatan poros dengan *tachometer*

3.3. Analisis umum

Analisis data dilakukan berdasarkan hasil percobaan yang telah diperoleh, hal ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem data logger mulai dari pensamplingan sampai dengan penyimpanan ke dalam SD Card. Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan tegangan masukan yang berasal dari Generator AC yang digerakkan oleh motor 3 fasa yang telah disearahkan oleh jembatan dioda sebagai ganti dari generator AC yang digerakkan oleh angin. Pengkalibrasian dan hasil dari sensor tegangan akan dibandingkan dengan voltmeter merk yokogawa type 2051 class 1.0. Perbandingan antara hasil sensor tegangan data logger dengan voltmeter ditunjukkan pada Gambar 9. dengan contoh perhitungan MAPE(*Mean Absolute Prosentase Error*) dapat dilihat tingkat keberhasilan sensor tegangan pada data logger ini sebesar 97,8% dengan galat rata-rata sebesar 2,1%. Pada Gambar 4.7 terlihat bahwa Pengujian ini dilakukan dari tegangan 3,44 volt sampai dengan 60 volt dan setiap volt diambil 10 kali data. Hasil tegangan yang dihasilkan sensor tegangan dari data logger kadang masih *fluktuatif* itu dikarenakan kurang halus nya penyearah yang dihasilkan dari jembatan dioda jadi tegangan keluaran dari generator yang disearahkan masih ada *ripple* tegangannya.

Dengan menggunakan modul sensor arus *hall effect* WCS1800 tinggal menambahkan pengondisi sinyal. Pengujian sensor arus dilakukan dengan memasukan kabel yang telah dilewati tegangan yang berasal dari jembatan dioda melalui lubang dari modul sensor arus tersebut. Lalu kabel yang telah dilewati tegangan akan diserikan dengan beban lampu sebesar 12 volt/21 watt. Pengkalibrasian dan hasil sensor arus dari data logger akan dibandingkan dengan *amperemeter* merk Sanwa type CD771. Hasil perbandingan antara sensor arus dari data logger dengan *amperemeter* ditunjukkan pada Gambar 10. Berdasarkan Gambar 10. menunjukkan bahwa mulai percobaan arus dimulai dari 0 ampere sampai dengan 11,98 ampere. Seperti halnya dengan sensor tegangan sensor arus juga diambil data 10 data setiap perubahan setiap ampere nya. Diambil contoh ketika arus yang terukur pada data logger sebesar 3,9 ampere sedangkan yang terukur pada amperemeter sebesar 4,03 ampere. Maka MAPE(*Mean Absolute Prosentase Error*) = $\left| \frac{4,03-3,9}{4,03} \right| * 100\% = 3,22\%$. Dari MAPE diatas sebagai contoh nya dapat dilihat tingkat keberhasilan sensor arus data logger ini sebesar 96,78% bila dihitung rata-rata galatnya sebesar 3,71%. Galat ini terjadi dikarenakan generator AC bila terbebani dengan beban diatas 11,98 ampere akan tidak stabil putarannya. Pengujian sensor kompas dengan menggunakan modul sensor kompas DT- Sense 3 Axis Compass yang telah terkoneksi dengan Arduino Uno, maka tidak terlalu banyak kendala yang dihadapi. Pengujian sensor kompas dari data logger dengan cara mengarahkan titik nol yaitu sudut dari sensor kompas kearah 0°. Pengkalibrasian dan hasil sensor kompas akan dibandingkan dengan aplikasi kompas yang ada didalam *smartphone*. Hasil perbandingan sensor kompas dari data logger dengan sensor pada aplikasi *smartpone* ditunjukkan Pada gambar 11. Pada Gambar 11 menunjukkan bahwa percobaan ini dilakukan setiap perubahan 1 derajatnya berarti mulai dari 0° sampai dengan 360°. Dengan setiap perubahan derajat diambil 10 data. didapatkan galat diambil contoh ketika kompas data logger 62,5° sedangkan pada aplikasi android menunjukkan 60° maka dapat dihitung

MAPE sebesar $MAPE = \left| \frac{60-62,5}{60} * 100\% \right| = 4,16\%$. Dengan begitu sensor kompas ini memiliki tingkat keberhasilan sebesar 98,1%. Dilihat dari data yang didapatkan maka hasil antara sensor kompas dari data logger dengan kompas pada aplikasi *smartphone* rata-rata galat sebesar 1,9%. Terjadinya galat dikarenakan tidak terlalu presisi dalam memutar ekor pada sensor kompas nya. Ekor ditunjukkan pada Gambar 14



Gambar 14. Ekor Kompas

Pada pengujian sensor kecepatan angin menggunakan modul DI-Rev1. Pengujian alat ini dengan cara memberikan angin yang dihasilkan dari kipas angin dengan mengatur jaraknya mulai dari jarak yang paling dekat dengan kipas angin sampai dengan jarak yang relatif jauh. Pengkalibrasian dan membandingkan hasil sensor kecepatan angin dengan menggunakan anemometer dengan merk *krisbow series KW06-562*. Hasil perbandingan antara sensor kecepatan angin dari data logger dengan anemometer *krisbow* ditunjukkan pada Gambar 12. Berdasarkan data pada Gambar 12 terlihat bahwa pengambilan diambil 5 kali percobaan dan setiap perubahan percobaan tersimpan 10 data. Dari Gambar 4.12 juga dapat dihitung galatnya, diambil contoh ketika anemometer data logger menunjukkan 2,1 m/s sedangkan pada anemometer menunjukkan 1,87 m/s, maka dapat dihitung MAPE sebesar $MAPE = \left| \frac{1,87-2,1}{1,87} * 100\% \right| = 12,3\%$. Dari data yang diperoleh yang telah ditunjukkan pada Gambar 12 terlihat tingkat keberhasilan anemometer data logger sebesar 70,8%.

Dengan menggunakan modul sensor *line tracking* dimana gambar rangkaian telah ditunjukkan pada Gambar 3.8. Pengujian sensor kecepatan poros dilakukan dengan cara meletakkan sensor ini dekat dengan poros *generator AC* yang sebelumnya poros sudah ditempel dengan stiker hitam putih sebanyak 15 *strip*. Pengkalibrasian dan hasil data sensor kecepatan poros dari data logger akan dibandingkan *tachometer merk krisbow series KW06-302*. Data hasil perbandingan antara sensor kecepatan poros dari data logger dengan *tachometer* ditunjukkan pada Gambar 13. Pada Gambar 13 menunjukkan bahwa ada pengambilan data sebanyak 11 kali percobaan dimana setiap percobaan akan tersimpan di *SD Card* 10 data. Dengan menggunakan Gambar 13 maka dapat kita hitung pula galat yang terjadi. Diambil contoh pengambilan data kecepatan poros ini ketika *tachometer* data logger menunjukkan 44 rpm sedangkan pada *tachometer* menunjukkan 45,5 rpm, maka MAPE sebesar $MAPE = \left| \frac{45,5-44}{45,5} * 100\% \right| = 3,29\%$. Data hasil percobaan yang tersimpan di *SD Card* yang ditunjukkan pada tabel lampiran terlihat bahwa tingkat keberhasilan *tachometer* data logger sebesar 94,1%. Setelah melakukan proses pensamplingan proses yang akan dilakukan adalah penjumlahan dari sensor tegangan, sensor arus dan sensor kompas. Untuk sensor kecepatan angin dan sensor kecepatan poros tidak dilakukan proses penjumlahan dikarenakan untuk kedua sensor memang memerlukan waktu untuk sekali proses pengambilan data yaitu selama 1 detik. Proses penjumlahan ketiga sensor tersebut dilakukan dalam rentang waktu 0,4 detik. Jadi bila dihitung ada 10 data sampling, dengan gambaran $0,4/0,04 = 10$. Pada setiap 0,4 detik akan dilakukan pembagian yaitu setelah proses penjumlahan selama 0,4 detik akan dibagi dengan 10. Pada proses penyimpanan data akan dilakukan setiap 10 detik. Jadi selama rentang waktu 10 detik akan dilakukan proses pensamplingan setiap 0,04 detik lalu dilanjutkan penjumlahan dan pembagian dalam rentang waktu 0,4 detik, setelah itu pada 10 detik kelima sensor akan tersimpan ke dalam *SD Card*. Untuk mengetahui besar memori yang digunakan untuk sehari 24 jam

penyimpanan adalah sebagai berikut : untuk setiap penyimpanan ada 56 karakter yang akan tersimpan setiap 10 detiknya, 1 karakter = 1 *byte*, jadi $56 \times 1 \text{ byte} = 56 \text{ byte}$.

1 hari = 24 jam x 60 menit x 60 detik

1 hari = 24 jam x 60 menit x 6 data

1 hari = 24 jam x 60 menit x (6 x 56 *byte*) = 483840 *byte* atau 483,8 *Kilobyte*

Dengan menggunakan memori sebesar 8 *Gigabyte*. jadi bisa kurang lebih

$$\frac{8 \cdot 10^6 \text{ KB}}{483,8 \text{ KB}} = 166535,7 \text{ hari}$$

Jadi dalam 1 hari menghabiskan 483,8 *Kilobyte*.

4. KESIMPULAN

1. Data logger dapat bekerja dengan baik dan benar dimana menggunakan Arduino Uno sebagai pengolah datanya
2. Data logger dapat menyimpan sensor tegangan, arus, kompas, kecepatan angin, dan kecepatan poros didalam SD Card.
3. Tingkat keberhasilan sensor tegangan sebesar 97,8%, sensor arus sebesar 96,78%, kompas sebesar 98,1%, sensor kecepatan angin 70,8% dan sensor kecepatan poros sebesar 94,1%

DAFTAR PUSTAKA

- Martanto., Prabowo, P.S., Widyastuti, W., Harini, B.W., Tjendro., *Data Logger Energi Listrik Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin Produksi IBIKK TE USD*, Makalah, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Wihadi, D., Iswanjono, dan Rines, *Kincir Angin Propeler Berbahan Kayu untuk Kecepatan Angin Tinggi*, MediaTenika. 2015; 10(2): 122-131.