

PROTOTYPE SISTEM MONITORING PV-WIND DENGAN MENGGUNAKAN ATMEGA328 DAN RASPBERRY PI

Mohamad Ibnu Safari ^{1*}

* Teknik Informatika, Universitas Universal

ibnu.safari@surya.ac.id¹

Article Info

Article history:

Received 23-06-2021

Revised 06-07-2021

Accepted 10-07-2021

Keyword:

BIPV,

IDE,

Module controller ATmega328,

Wireless,

Raspberry Pi.

ABSTRACT

The depletion of petroleum reserves causes the opportunity for the use of renewable energy in the future to be very wide open, both in terms of energy needs at the industrial and personal level / BIPV (Building-Integrated Photovoltaic), namely housing that is integrated with renewable energy. It takes a monitoring system that is able to provide information data about the energy generated from the hybrid system (photovoltaics and wind turbines) online so that it can be monitored wherever and whenever. The expensive equipment to build a renewable energy system and the required information system will certainly be very burdensome for residential-scale renewable energy users (BIPV). The use of open source products and inexpensive equipment is an alternative to reduce costs. Using the 328 controller module as a data acquisition compatible with arduino IDE and raspberry pi as a gateway using the debian linux operating system. The equipment communicates with each other wirelessly using a radio receiver, then the resulting data is displayed online using a cms dashboard so that it can be monitored wherever and whenever. The system used is open source (free) (arduino IDE, Linux debian, dashboard cms) so this monitoring system is cheap in terms of information systems.



Copyright © 2021. This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

I. PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia mencanangkan kebijakan energi nasional dengan “Visi 25/25” yang merupakan pembangunan jangka panjang di bidang energi dengan menargetkan EBT (Energi Baru Terbarukan) hingga 25 % dari konsumsi energi primer pada tahun 2025 [1]. Pada saat ini Indonesia baru menggunakan energi alternatif baru terbarukan berkisar 3% sampai 4,4% dari total pasokan energi nasional. Di harapkan pemanfaatan energi baru terbarukan pada tahun 2025 nanti dapat menyumbangkan kontribusinya sebesar 0,6% atau setara dengan 16,3 juta SBM (*setara* barel minyak).

Wakil direktur reformainer institute Komaidi Notonegoro pada acara Pertamina Energy Outlook 2014, di Hotel Ritz Carlton, Pacific Place, Jakarta, Senin (16/12/2013). Komaidi mengungkapkan, dengan produksi minyak Indonesia rata-rata 830.000 barel per hari dengan tidak ditemukannya cadangan minyak signifikan hingga sampai saat ini, cadangan minyak Indonesia habis 12 tahun lagi”. Tentunya hal tersebut akan berdampak pada sektor energi listrik dalam negeri [2].

Untuk itulah maka masih terbuka lebar peluang dan cukup waktu bagi bangsa Indonesia untuk melakukan alih teknologi dan penerapan energi baru terbarukan seperti sel surya (photovoltaic), turbin angin, biomassa, panas bumi, mikro hydro dan lain sebagainya. Tentunya penerapan teknologi energi terbarukan, seperti photovoltaic (PV) dan angin (wind) ini dirasa akan lebih efektif apabila ada suatu sistem yang dapat memantau kondisi lingkungan seperti suhu (temperatur dan kelembaban), intensitas radiasi sinar matahari (sel surya), angin (kecepatan dan arah), serta daya yang dihasilkan dari sistem tersebut. Jika data-data tersebut dapat di ambil dan di simpan, maka data tersebut nantinya akan dapat di gunakan untuk membandingkan total produksi listrik yang dihasilkan dengan tren cuaca saat itu, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk melakukan analisa dan memprediksi kira-kira konsumsi daya yang dihasilkan di masa depan. Hal ini sudah di terapkan oleh perusahaan-perusahaan pembangkit listrik tenaga surya dan turbin angin di negara pelopor renewable energy diluar negeri sana.

Prinsip kerja dari sistem monitoring ini adalah mengukur jumlah energi yang dihasilkan oleh sistem energi terbarukan serta memantau kondisi lingkungan saat itu selama dalam periode waktu tertentu. Sistem monitoring ini memungkinkan kita untuk mengetahui apabila terjadi masalah, seperti matahari yang bersinar terang tetapi energi yang dihasilkan sangat sedikit atau bahkan tidak ada energi sama sekali tentunya ini suatu masalah yang harus di selidiki untuk segera dilakukan perbaikan. Selain itu juga dapat digunakan untuk melakukan analisa dan membandingkan kinerja dari sistem energi terbarukan dalam kondisi yang berbeda (cerah, mendung, hujan) dan selama waktu yang berbeda dalam satu hari (pagi, siang, sore dan malam).

Berdasarkan uraian diatas, penulis ingin menerapkan sistem monitoring ini kedalam suatu hunian yang terintegrasi dengan energi terbarukan (photovoltaic atau dengan turbin angin) yang sering di sebut BIPV (*Building-Integrated Photovoltaic*) yang berbasis web base sehingga dapat di pantau kapan saja, dimana saja dan menggunakan peralatan dengan harga yang terjangkau yang di dukung oleh software open source, seperti digunakannya atmega328 sebagai modul kontroler yang kompatibel dengan bootloader ; sehingga memudahkan dalam melakukan pemrograman dan mengupload kode program dengan menggunakan IDE arduino, selain itu juga menggunakan raspberry pi sebagai mini server gateway dengan menggunakan *operating system* berbasis linux dan CMS (*Content Management System*) sebagai dashboard aplikasi web base. Semua aplikasi dan *operating system* tersebut tersedia dan dapat di download gratis di internet karena bersifat *opensource* [3]. Adapun komunikasi data antara modul kontroler dengan mini server secara nirkabel dengan menggunakan radio transceiver di masing-masing perangkat.

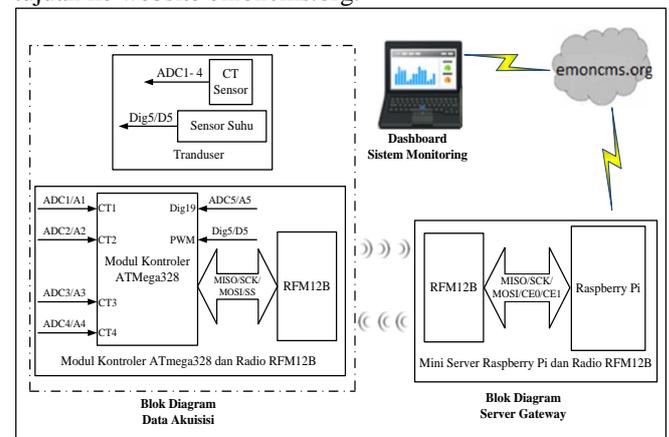
II. METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif komparatif dengan melakukan eksperimen di dalam sebuah laboratorium. Dalam penelitian kuantitatif pengukuran terhadap gejala yang di amati merupakan hal yang penting. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen yang disusun berdasarkan indikator dari variabel yang di teliti, kemudian menghasilkan data kuantitatif.

Penelitian kuantitatif berfokus pada variabel dan konstanta, bahkan sebelum penelitian dilakukan telah ditentukan terlebih dahulu variabel yang akan di teliti, yaitu variabel pengukuran arus (Irms) yang dilakukan secara manual dengan menggunakan multimeter digital dan nilai konstanta seperti tegangan jala-jala PLN (Vrms), tegangan referensi dari modul kontroler ATmega328 (AREF) dan jumlah lilitan kawat dari CT sensor (lilitan). Dari hasil pengukuran arus manual dan nilai konstanta yang telah di tentukan tersebut kemudian akan di masukan kedalam rumus yang akan menghasilkan daya maksimum (Pmax). Selanjutnya daya maximum tersebut akan di bandingkan dengan daya yang di tampilan dalam dashboard website

emoncms.org yang nilainya berasal dari pembacaan CT sensor.

Untuk menampilkan data sistem monitoring secara online, melalui beberapa proses tahapan, antara lain : pembuatan program untuk pembacaan sensor dengan menggunakan transducer dan pengolahan data dilakukan modul kontroler ATmega328 dengan menggunakan bahasa pemrograman C yang kompatibel dengan IDE arduino [4], selanjutnya membuat *account/registrasi* di website emoncms.org untuk mendapatkan apikey, dimana apikey tersebut digunakan untuk proses autentikasi antara mini server raspberry pi dengan server emoncms, selanjutnya membuat program *gateway setting* di mini server raspberry pi dengan menggunakan bahasa pemrograman python selanjutnya memasukan apikey dan mengarahkan *ip address* tujuan ke website emoncms.org.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Monitor

A. Sampling

Sampling merupakan metode atau prosedur yang digunakan dalam memilih sampel. Pada penelitian ini menggunakan prosedur random sampling di mana seluruh anggota populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk di pilih. Adapun sampling frame pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengambilan data selama sembilan jam (pukul 08.00 – 16.00), dalam setiap jamnya diambil lima data sampel secara acak sehingga akan didapat empat puluh lima sampel.

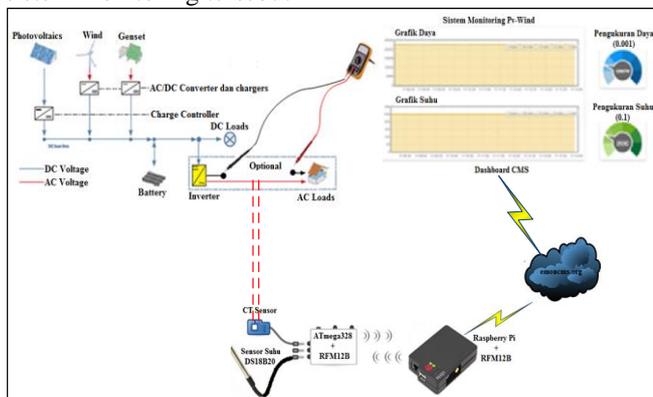
B. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan penulis pada penelitian ini adalah dengan melakukan kajian literatur yang berkaitan dengan tema penelitian dan pengujian pada objek dengan melakukan observasi lapangan dan uji coba untuk mendapatkan data yang diinginkan.

Pada pengambilan data ini peralatan yang digunakan adalah solar panel monochrom 20 WA, battery 12V,7HA/20HR, lampu hemat energy 5W, charge controller dan multimeter digital.

Pengambilan data sampel tersebut dilakukan dengan mengukur arus (Irms) secara seri terhadap rangkaian

menggunakan multimeter digital seperti pada Gambar 2. Selanjutnya dari hasil pengukuran arus (Irms) tersebut di masukan dalam rumus, hasil dari perhitungan tersebut dibandingkan dengan nilai/data yang di tampilkan pada dashboard website emoncms.org sehingga dari perbandingan data tersebut akan diketahui sejauh mana keakuratan dari sistem monitoring tersebut



Gambar 2. Arsitektur Sistem Monitoring

Untuk menguji keakuratan dari sistem monitoring dilakukan dengan pengambilan data arus (Irms) yang mengalir pada AC loads secara manual dengan menggunakan multimeter digital DT9205A. Data tersebut kemudian dihitung secara manual untuk mendapatkan daya maksimal dengan menggunakan rumus, yang kemudian hasil akhir perhitungan tersebut (daya maksimal) dibandingkan dengan daya yang ditampilkan oleh dashboard emoncms.org.

C. Perancangan Sistem

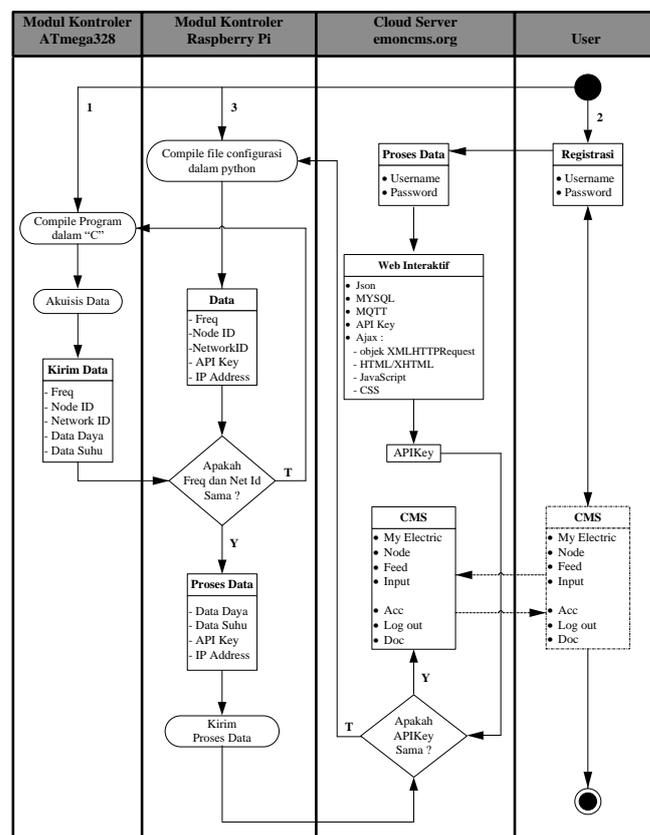
Pada proses perancangan akan mendeskripsikan apa yang harus di lakukan oleh sistem monitoring untuk memenuhi kebutuhan informasi pengguna.

Gambar 3 dibawah menjelaskan secara garis besar mengenai alur proses sistem monitoring. Adapun penjelasan dari alur proses tersebut adalah sebagai berikut :

1. User melakukan compile program akuisisi, selanjutnya modul kontroler ATmega328 akan melakukan akuisi data, yaitu penginderaan sinyal analog yang oleh CT sensor dan sensor suhu DS18B20. Selanjutnya fungsi program akan mengolah data analog tersebut dengan formula yang berkaitan dengan data yang akan ditampilkan dengan merubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Rutin program selain menjalankan fungsi program akuisisi juga menjalankan fungsi program untuk komunikasi data antar radio. Sesaat setelah di compile maka radio akan melakukan broadcast (frekuensi, network id dan group id) dan data yang akan dikirim ke miniserver raspberry pi.
2. Selanjutnya user mengakses situs website dari emoncms.org, untuk melakukan registrasi dan mendapatkan *apikey*, setelah melakukan registrasi kemudian user dapat masuk ke dashboard emoncms dengan menggunakan username dan password yang

didaftarkan. Pada saat di dalam dashboard emoncms akan di dapatkan dua *apikey* yaitu *write/read apikey*. *Apikey* yang digunakan adalah *write apikey*, yang nantinya akan dimasukan dalam program setting gateway pada raspberry pi.

3. Proses terakhir adalah melakukan setting konfigurasi raspberry pi sebagai *gateway*, yaitu dengan melakukan setting radio (frekuensi, network id, group id) dan setting buffer (ip address server tujuan/emoncms.org dan *apikey*). Setelah dilakukan compile maka raspberry pi akan menerima *broadcast* (frekuensi dan group id) dari modul kontroler ATmega328 sehingga akan terjadi komunikasi data antar node ini. Selain itu juga miniserver raspberry pi juga akan melakukan proses autentifikasi *apikey* dengan server emoncms.org, apabila *apikey* mini server raspberry pi sesuai dengan *apikey* yang berada server emoncms.org maka data yang berasal dari modul kontroler ATmega328 akan dilewatkan oleh mini server raspberry pi ke server emoncms.org untuk ditampilkan secara online



Gambar 3. Perancangan Sistem

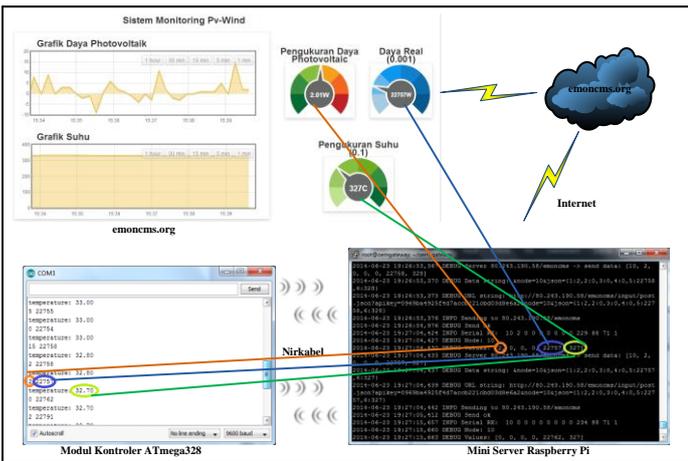
D. Implementasi Sistem

Berdasarkan analisa yang didapat dari perancangan sistem yang dibuat maka langkah selanjutnya adalah melakukan implementasi sistem. Pada tahap pelaksanaan implementasi sistem harus sesuai dengan rancangan sistem

yang dibuat sehingga tujuan dan output yang di .harapkan sesuai dengan metodologi penelitian, dan dapat digunakan untuk melakukan pengujian hipotesa serta menilai dari kinerja sistem.

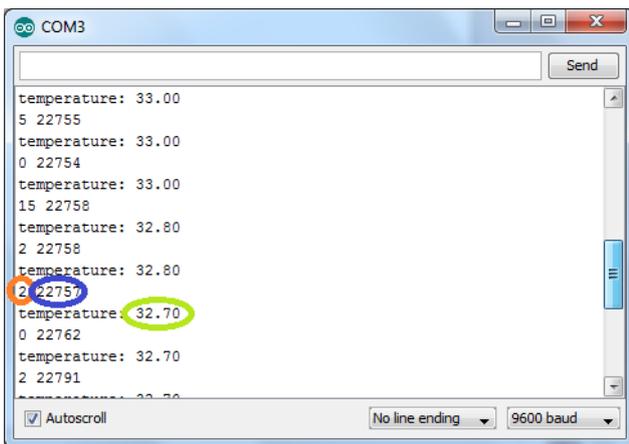
Sistem monitoring ini hanya akan melakukan pembacaan data yang dilakukan oleh dua sensor yaitu CT sensor dan sensor DB18B20.

Pengolahan data analog menjadi data digital dilakukan oleh modul kontroler ATmega328, data tersebut dikirim setiap 10 detik ke mini server raspberry pi (*gateway server*) untuk di teruskan ke server emonsms.org, aliran komunikasi data tersebut seperti Gambar 4, dibawah ini :



Gambar 4. Proses Aliran Data

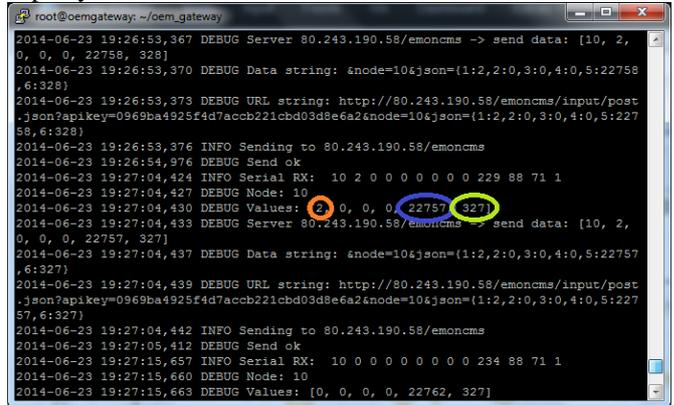
Pada saat modul kontroler melakukan compile, maka akan dilakukan proses konversi data analog ke digital ke mini server raspberry pi setiap 10 detik, dengan menggunakan monitor serial dari IDE arduino maka pergerakan data digital tersebut akan terlihat seperti Gambar 5 di bawah ini, terlihat data daya photovoltaic = 2 W, daya real = 22.757W dan suhu = 32.70°.



Gambar 5. Pergerakan Data pada Modul Kontroler ATmega328

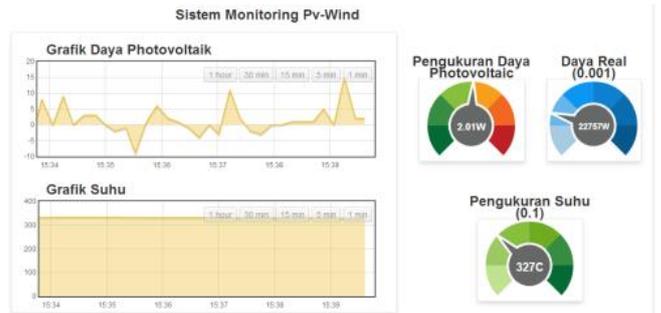
Selang 10 detik kemudian data daya photovoltaic = 2 W, daya real = 22.757 W dan suhu = 32.70° akan diterima oleh

mini server raspberry pi yang selanjutnya data tersebut langsung dikirimkan ke server emocms.org, seperti Gambar 6 dibawah ini terlihat ip address server emoncms.org dan apikey:



Gambar 6. Pergerakan Data pada Mini Server Raspberry Pi

Selanjutnya untuk melihat data secara online yang dikirimkan mini server raspberry pi ke server emoncms.org adalah dengan melakukan login website emoncms.org kemudian klik button dashboard, maka akan tampil dashboard cms dari sistem monitoring, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 7. Tampilan Dashboard Sistem Monitoring

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah sistem dapat di implementasikan maka tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi dan pengujian sistem. Adapun metode pengujian sistem pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif. Dengan menggabungkan dua metode ini diharapkan menunjukkan hasil kinerja dari sistem monitoring secara akurat, sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan.

A. Pengujian Kuantitatif

Sistem monitoring ini akan mengupdate data setiap 10 detik sekali, untuk itu pada pengujian kuantitatif akan dilakukan percobaan pengambilan data selama sembilan jam (jam 08.00 sampai dengan jam 16.00) pada tanggal 11 Agustus 2014 di Laboritirum Teknik Fisika Universitas Surya, Serpong Tangerang dengan mengasumasikan bahwa

pancaran sinar matahari dari lemah pada pagi hari dan kemudian kuat pada siang hari yang kemudian mengalami pelemahan kembali pada sore hari atau kondisi cuaca (cerah, mendung, hujan). Dalam setiap jam akan diambil lima data secara acak sehingga total data yang akan didapat adalah empat puluh lima data.

Pembacaan data dilakukan dengan merakit multitester secara seri terhadap rangkaian, dengan hambatan beban (Rb) lampu ekonomat 5 watt. Untuk membaca arus (Irms) selanjutnya data tersebut dihitung dengan menggunakan rumus manual yang hasilnya akan dibandingkan dengan data visual yang ditampilkan pada dashboard cms sistem monitoring. Secara garis besar gambar rangkaian uji pengambilan data seperti Gambar 2.

B. Pengujian dengan ISO9126

Pengujian kualitas software sistem monitoring ini menggunakan empat aspek ISO 9126 berdasarkan dari enam aspek ISO 9126 yang ada yaitu *functionality*, *utility*, *efficiency* dan *portability*. Pengujian kualitas software ini dilakukan dengan menyebar dua puluh kuisioner dan diikuti oleh empat belas responden pada tanggal 8 Agustus 2014, pada jam 09.00 sampai dengan selesai bertempat di Laboratorium Teknik Fisika Universitas Surya, Serpong Tangerang.

Adapun beberapa pemodelan skala sikap dalam skala pengukuran ordinal yang telah banyak dikenal dalam bidang statistik, diantaranya Likert, Guttman, Diferensial Semantik, Peringkat (*Rating*), dan Thurstone.

Pada penelitian ini permodelan yang digunakan adalah pemodelan skala sikap likert. Skala likert ini termasuk dalam tipe skala pengukuran Ordinal. Pernyataan yang dapat digunakan dalam skala Likert terdiri dari 2 jenis, yaitu pernyataan positif dan pernyataan negatif. Setiap pernyataan tersebut diberi nilai (*score*). Pilihan jawaban dapat dibuat beragam, tergantung pada pendapat responden terhadap pernyataan yang diberikan.

Menurut Sarjono skala likert adalah skala yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang terhadap suatu kejadian / keadaan sosial. Dalam pengukuran menggunakan likert, harus menentukan sebuah variabel yang harus dijabarkan menjadi beberapa indikator/sub-indikator yang akan digunakan untuk menyusun pernyataan responden. Masih menurut Sarjono, skala likert dengan empat pilihan jawaban dirasakan sebagai hal yang paling tepat, dimana peneliti bisa mendapatkan jawaban yang sesungguhnya (tidak bias) yaitu dengan menghilangkan jawaban netral (ragu-ragu) atau memberikan skor nol. Oleh karena pada penelitian ini tipe pernyataannya bersifat positif, maka skor empat untuk jawaban Sangat Setuju, skor tiga untuk jawaban Setuju, skor nol untuk jawaban Netral (ragu-ragu), skor dua untuk jawaban Tidak Setuju, dan skor satu untuk jawaban Sangat Tidak Setuju [5].

Berdasarkan jawaban dari responden terhadap indikator kualitas software menurut ISO 9126 dapat diukur, dengan menggunakan Persamaan 1 sebagai berikut:

$$\% \text{ Skor Aktual} = \frac{\text{Skor aktual}}{\text{Skor ideal}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

1. Skor aktual adalah jawaban seluruh responden atas kuisioner yang diajukan
2. Skor ideal untuk pertanyaan yang diajukan kepada responden :
 - a. Skor tertinggi : $4 \times 14 = 56$ (**Sangat Setuju**)
 - b. Skor terendah : $1 \times 14 = 14$ (**Sangat Tidak Setuju**)

C. Kualitas Perangkat Lunak Secara Keseluruhan

Sesuai dengan data perhitungan dan analisa kuisioner yang disebar didapatkan hasil rekapitulasi pengujian kualitas perangkat lunak (software) dengan empat aspek pengujian berdasarkan ISO 9126 [6]. Adapun hasil secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Responden Secara Keseluruhan

Aspek	Skor Aktual	Skor Ideal	% Skor Aktual	Kriteria
Functionality	202	280	72.14%	Baik
Usability	157	224	70.08%	Baik
Efficiency	129	168	76.79%	Baik
Portability	139	168	82.74%	Baik
Nilai rata - rata	627	840	74.64%	Baik

Berdasarkan hasil yang didapat sesuai dengan tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa kualitas sistem monitoring pv-wind secara keseluruhan adalah baik, dengan total persentase 74.64 %. Dari empat aspek yang diuji, aspek tertinggi adalah *portability* dengan persentase yaitu 82.74 %. Sedangkan kriteria terendah adalah *Usability* dengan persentase sebesar 70.08 %.

IV. KESIMPULAN

Melalui hasil pengujian yang dilakukan secara kuantitatif maka dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain mengenai software dan hardware:

1. Dari hasil uji data secara kualitatif terlihat adanya selisih daya antara Pmax yang dihitung secara manual dengan Pvisual hasil pembacaan sistem monitoring. Rata-rata selisih daya dari keduanya adalah antara 4 watt sampai 5 watt, yang sesuai dengan hambatan beban (Rb) yaitu sebuah lampu ekonomat dengan daya 5 watt.
2. Dari segi cuaca sangat mempengaruhi penggunaan daya terlihat pada saat cuaca cerah/terang daya yang digunakan stabil, begitu cuaca berubah menjadi mendung dan terjadi hujan penggunaan daya (Pmax) semakin besar hal tersebut dikarenakan tidak adanya sumber energi dari matahari (hujan).

3. Berdasarkan data dari hasil penyebaran kuisioner disimpulkan bahwa kualitas sistem monitoring pv-wind secara keseluruhan adalah baik, dengan total persentase 74.64 %. Dari empat aspek yang diuji, kriteria tertinggi adalah *portability* dengan persentase yaitu 82.74 %. Sedangkan kriteria terendah adalah *Usability* dengan persentase sebesar 70.08 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rezeki-Nya sehingga menyelesaikan penulisan ini. Selain itu ucapan terima kasih atas waktu yang diberikan serta bimbingan, arahannya dan finansial kepada bapak Dr. Riza Muhida, M. Eng dan bapak Dr. Ir. Yan Everhard, M.T, bapak Ir. Andoko Ari Bowo.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C.E. Indonesia, "Buku Panduan Energi yang Terbarukan", *PNPM Mandiri*, Jakarta.
- [2] Dhany and R. Rama, "Minyak RI Habis 12 Tahun Lagi, Masih Pantaskah Subsidi BBM?", *Detik.com*, Des 16, 2013. [Online] Available: <http://finance.detik.com/read/2013/12/17/132806/2444303/1034/hatt-a-saya-petroleum-engineer-cadangan-minyak-habis-12-tahun-bila-tak-eksplorasi>. [Accessed Des 16, 2013].
- [3] S. Monk, "Raspberry Pi Cookbook", *O'Reilly Media*, California, 2010.
- [4] S. Haryadi and W. Julianita, "SPSS vs LISREL", *Sebuah Pengantar Aplikasi Untuk Riset*. Salemba, Jakarta, 2011
- [5] M. Michael, "Arduino Cookbook. 2nd ed", *O'Reilly Media*, California, 2012.
- [6] R. S. Pressman, "Software Engineering: A Practitioner's Approach 7th ed", *Palgrave Macmillan*, 2010.