ANALISIS KALIBRASI SENSOR BH1750 UNTUK MENGUKUR RADIASI MATAHARI DI PEKANBARU

Amanda Khaira Perdana¹, Iswadi Hasyim Rosma¹, Azriyenni

¹) Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Riau
Gedung C Fakultas Teknik, Kampus Binawidya,
Jl H.R. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
email: khairarasyad@gmail.com
email: iswadi.hr@lecturer.unri.ac.id
email: azriyenni@eng.unri.ac.id

ABSTRACT

Solar irradiance is one of significant parameter to describe to available potential of solar energy in a particular location. Measuring solar irradiance can be implemented by using different types of sensors, namely: pyranometer, pyrhelimeter, light dependent resistor, photodiode and phototransistor. However, when implementing these sensors for solar energy potential measurement, a number of factors must be considered such as: sensor's price and measurement capability. Therefore, the aim of this article is to analyze the used of low price solar irradiance sensor as part of automatic solar station for measuring solar energy potential in a particular site. BH1750 was used in this article where it has been found that it has limitations such as maximum capability is up to 55.000 lux. A method was introduced to increase measurement capability by putting a cover on the sensor. With this additional cover, specific calibrations need to be carried out to overcome sensor's accuracy.

Keyword: *Solar Irradiance, BH1750, Arduino, Sensor Calibration, Solar Photovoltaic*

ABSTRAK

Intensitas radiasi matahari merupakan salah satu parameter yang penting untuk menggambarkan potensi energi matahari pada suatu lokasi. Pengukuran intensitas radiasi matahari sebagai pemetaan potensi energi *Solar Photovoltaic* (SPV) dapat menggunakan berbagai macam sensor, diantaranya *pyranometer*, *pyrheliometer*, *LDR*, *photodiode* dan *phototransistor*. Namun terdapat beberapa hal yang menjadi perhatian jika hendak menggunakan sensor-sensor tersebut seperti harga yang mahal, kemampuan dan akurasi sensor yang belum optimal dalam pengukuran potensi energi matahari. Oleh karena itu tujuan artikel ini adalah membahas penggunaan sensor intensitas radiasi matahari dengan biaya yang murah dan sederhana menggunakan mikrokontroler Arduino untuk mengolah data ukur dari sensor tersebut. Sensor yang digunakan pada artikel ini adalah sensor BH1750. Dikarenakan kemampuan sensor BH1750 terbatas pada 55.000 lux maka dilakukan penambahan penutup sensor sehingga didapat rentang pengukuran yang lebih baik lagi. Selain itu, karena adanya penambahan penutup pada sensor BH1750 maka diperlukan sebuah tahapan kalibrasi agar akurasi hasil pengukuran sensor BH1750 sesuai dengan alat ukur sebenarnya.

Kata Kunci: *Radiasi Matahari, sensor BH1750, Arduino, Kalibrasi Sensor, Solar Photovoltaic*

1. Pendahuluan

Negara-negara maju dan berkembang telah banyak melakukan riset serta pengembangan dalam mengatasi krisis energi beberapa tahun belakangan ini. Salah satu caranya yaitu membangun dan mengembangkan *clean energy* yang bersumber dari energi baru terbarukan (EBT). Salah satu sumber EBT yang banyak dikembangkan saat ini adalah *Solar Photovoltaic* (SPV). Keuntungan penggunaan SPV sebagai sumber energi listrik adalah bebas polusi, tidak diperlukan biaya operasi dan bahkan dapat dikembangkan di lokasi yang tidak terjangkau oleh sumber listrik utama [1]. Saat akan memasang SPV pada suatu lokasi yang diinginkan diperlukan survey dalam pemetaan potensi SPV. Hal ini diperlukan agar setelah dipasang SPV memiliki kinerja yang efisien dan handal sesuai dengan potensi kelistrikan SPV yang dapat dihasilkan suatu lokasi tersebut. Potensi kelistrikan dari SPV tidak hanya dipengaruhi oleh lokasi dan radiasi matahari namun juga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu lingkungan, kelembaban udara relatif, dan lain-lain yang mempengaruhi kinerja dari SPV.

Karena kondisi lingkungan selalu berubah, maka akan sulit mengetahui kinerja sebuah SPV yang terpasang pada lokasi tertentu tanpa mengetahui kondisi perubahan intensitas radiasi matahari dan parameter-parameter lainnya di lokasi tersebut [2]. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alat yang dapat mengukur perubahan intensitas cahaya dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi kinerja dari SPV tersebut. Peralatan untuk mengukur parameter pada SPV banyak terdapat di pasaran. Namun saat ini masih terdapat kekurangan pada peralatan yang ada di pasaran seperti alat ukur tersebut tidak menyatu dalam sebuah modul sehingga diperlukan alat tersendiri yang harganya relatif mahal dan juga menjadi kendala tersendiri jika ingin menerapkannya di lokasi lain yang jumlah banyak dan jaraknya juga tersebar antara satu lokasi SPV dengan lokasi lainnya.

Radiasi matahari merupakan pancaran energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di matahari. Energi ini berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Besar kecilnya sudut datang sinar matahari berbanding lurus dengan jumlah energi yang dipancarkannya ke permukaan bumi. Produksi SPV pun juga berbanding lurus dengan besar kecilnya radiasi matahari yang diterima oleh SPV untuk diubah menjadi energi listrik [3]. Maka dari itu perlu dilakukan proses pengukuran intensitas radiasi matahari sebagai data awal dalam melihat potensi kelistrikan SPV suatu daerah. Dalam mengukur intensitas radiasi matahari dapat digunakan berbagai macam sensor, diantaranya *pyranometer*, *pyrheliometer*, LDR, *photodiode*, *phototransistor*, dan lain-lain. Namun terdapat beberapa hal yang menjadi perhatian jika hendak menggunakan sensor-sensor tersebut seperti harga yang mahal, kemampuan, serta akurasi sensor yang belum optimal dalam penggunaan sensor-sensor tersebut sebagai komponen stasiun ukur potensi energi matahari.

Untuk alasan ekonomis dan teknis yang telah dikemukakan oleh [4] bahwa sensor yang paling baik dalam mengukur intensitas radiasi matahari dari LDR, *photodiode*, dan *phototransistor* adalah *phototransistor* karena memiliki area pengukuran yang lebih besar daripada 2 sensor lainnya. Namun dalam penelitian [3] yang menggunakan sensor BH1750 memiliki *range* pengukuran yang hampir sama dengan *phototransistor* dan kompatibel terhadap Arduino sehingga mudah untuk digunakan dan data yang diukur sudah dalam bentuk digital. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti fotodiode, LDR, dan sensor lainnya yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitasnya. Untuk alasan ekonomis dan teknis dipilih sensor BH1750 sebagai sensor intensitas radiasi matahari.

Kendala utama penggunaan sensor BH1750 adalah kemampuan ukurnya yang terbatas yaitu hanya sampai sebesar 55.000 lux sehingga saat nilai radiasi matahari melewati batas pengukuran tersebut, maka data yang diukur tidak terbaca. Oleh karena itu tujuan artikel ini adalah membahas penggunaan sensor intensitas radiasi matahari dengan biaya yang murah dan sederhana menggunakan mikrokontroler Arduino serta analisis mengatasi batas pengukuran radiasi matahari tertinggi dari sensor BH1750.

2. Tinjauan Pustaka

Pengembangan alat ukur potensi SPV ini merupakan topik penelitian yang sedang berkembang dan dilakukan oleh banyak peneliti sejak beberapa tahun belakangan ini. Guerra, dkk melakukan penelitian untuk merancang *a Low-Cost Sensor (Pyranometer)* sebagai alat ukur *Solar Irradiance* di Chile utara. Sensor ini menggunakan sensor PT202C *phototransistor* [4]. Pengembangan alat ukur berbiaya murah ini juga dilakukan di Kuala Lumpur Malaysia dengan merancang suatu alat *monitoring PV Array* untuk *monitoring* karakteristik *solar irradiance* menggunakan *solar irradiance sensor*, sensor yang digunakan adalah *Pyranometer LI-200*, alat rancangan beliau menggunakan mikrokontroler Atmega8535 [5].

Penelitian potensi SPV ini juga dilakukan di Indonesia menggunakan sensor BH1750 untuk menerima cahaya, lalu cahaya yang diterima akan diolah oleh mikrokontroler untuk ditampilkan di LCD. Alat ini memiliki akurasi > 92% dan alat ini memiliki harga yang lebih murah dan lebih mudah dioperasikan dan diprogram dibandingkan alat yang sudah ada [3]. Beberapa sensor yang digunakan oleh peneliti sebelumnya memiliki harga yang relatif mahal dan hasil pengukurannya belum bisa dimonitoring dengan baik karena hanya dapat ditampilkan dalam LCD dan layar komputer sehingga perlu dibuat kedalam data *base* yang tersimpan secara rapi agar survey energi yang diinginkan dapat diamati dan dianalisa lebih baik lagi.

Sensor yang digunakan pada artikel ini adalah BH1750 dikarenakan BH1750 memiliki kendala rentang ukur yang relatif rendah maka dilakukan sejumlah tahapan agar rentang ukur menjadi meningkat namun dalam waktu yang bersamaan memiliki akurasi yang sama dengan meter ukur. Untuk meningkatkan rentang ukur tersebut, maka pada sensor BH1750 ditambahkan *cover* dan dilakukan kalibrasi yang mendalam agar memiliki akurasi sesuai dengan yang diinginkan.

3. Metode Penelitian

Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk memahami teori-teori yang berkaitan dengan topik penelitian yang terdiri dari jurnal, artikel-artikel ilmiah, layanan internet, dan lain-lain. Kemudian dilanjutkan dengan perancangan dan pembuatan prototipe yang terlebih dahulu melakukan pemilihan komponen yang digunakan, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak prototipe. Selanjutnya prototipe diuji dan dikalibrasi agar memiliki nilai yang mendekati alat ukur sebenarnya dan setelah tahap ini selesai dilanjutkan dengan pengambilan data ukur pengujian di lokasi pengukuran dengan observasi langsung antara sensor yang menggunakan *cover* dengan sensor tanpa menggunakan *cover*. Hasil pengambilan data kemudian diolah dan dianalisa dalam laporan akhir.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pada artikel ini menjelaskan tahapan perancangan sensor radiasi matahari yang memiliki rentang ukur yang lebih besar sehingga mampu mengukur radiasi matahari yang lebih besar seperti yang terjadi pada daerah di khatulistiwa. Perancangan sistem pengukuran radiasi matahari terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut.

- Perakitan Sensor Intensitas Radiasi Matahari

Untuk alasan ekonomis dan teknis yang telah dikemukakan diatas, maka sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah BH1750. Sensor ini sangat kompatibel terhadap Arduino sehingga mudah digunakan dan data diukur sudah dalam bentuk digital. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti photodiode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas. Untuk mendapatkan rentang ukur yang lebih besar lagi, maka pada permukaan ditambahkan *cover* sehingga cahaya matahari yang diterima menjadi berkurang dengan demikian rentang ukur dapat dinaikan. *Cover* yang digunakan adalah *cover* yang berasal dari lampu LED 24 W. Selanjutnya untuk mendapatkan akurasi yang baik, maka dilakukan kalibrasi hasil pengukuran tanpa *cover* dan dengan *cover*. Hasil pengukuran menggunakan *cover* juga dibandingkan dengan meter ukur

- Perancangan Elektronis dan Data Logger

Minimum sistem Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik, dan tombol *reset*. Arduino di hubungkan dengan Data Logger Shield yang merupakan komponen yang digunakan untuk melakukan penyimpanan data pada SD Card. Shield ini dilengkapi dengan RTC (*Real Time Clock*) yang digunakan untuk mengetahui waktu penyimpanan data yang dilakukan, meskipun Arduino yang digunakan sudah tidak teraliri listrik namun RTC akan tetap berjalan karena terdapat baterai pada modul ini, sehingga proses penyimpanan selanjutnya tetap akan memberikan waktu yang sesuai. Data logger shield ini dibuat menyerupai *breadboard* sehingga dapat memudahkan dalam meletakkan sensor, resistor, transistor, IC, atau komponen lain di saat sedang membuat sebuah perangkat *embedded*.

Cara kerja dari data logger ini yaitu keluaran data hasil pengukuran sensor radiasi matahari disimpan dalam bentuk *file .csv* dalam SD-card dan ditampilkan proses pengukurannya di dalam LCD. Untuk itu *input* yang akan diproses adalah tanggal, waktu, dan intensitas radiasi matahari yang akan dideteksi oleh sensor cahaya BH1750. Data ini akan diproses oleh mikrokontroler Arduino dimana dalam mikrokontroler ini besaran pengukuran dari sensor disimpan dalam format *file .csv*. Gambar 2 menggambarkan rancangan sistem secara keseluruhan yang digunakan pada alat ukur intensitas radiasi matahari yang dibahas pada artikel ini.

Gambar 1 Rancangan sistem keseluruhan

4. Hasil Percobaan

Untuk menguji kinerja prototipe alat ukur yang dihasilkan dengan menggunakan sensor BH1750, demonstrasi pengukuran telah dilakukan pada tanggal 1 Agustus 2017 di halaman Laboratorium Konversi Energi Listrik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UR. Gambar 3 menunjukkan protoipe alat ukur intensitas radiasi matahari yang telah dihasilkan dimana sensor tanpa menggunakan *cover*.

Gambar 2 Kondisi sensor tanpa dipasang *cover*

Pengukuran kembali dilakukan saat pada sensor BH1750 menggunakan *cover* yang berasal dari *cover* LED 24 W. *Cover* yang digunakan sebanyak 2 lapis. Pengukuran dengan kondisi sensor tertutup *cover* dilakukan pada lokasi yang sama pada 19 Oktober 2017 pukul 00.00-23.59. Gambar 3 menunjukkan proses kalibrasi dengan alat *lux meter* dan prototipe sensor BH1750 yang telah menggunakan *cover*.

Gambar 3 Proses kalibrasi setelah dilakukan pemasangan *cover* sensor

Setelah data di-*logger* oleh Arduino dan disimpan di *SD Card* kemudian data tersebut diolah menggunakan Microsoft Excel dan ditampilkan grafiknya dengan *sampling* ukur setiap 5 menit. Gambar 4 menunjukkan grafik radiasi matahari yang terukur pada 1 Agustus 2017 tanpa menggunakan *cover*. Terlihat pada Gambar 4 tersebut, pada saat terjadi radiasi matahari yang besar, sensor tidak mampu mengukur kondisi tersebut mengingat kemampuan ukurnya terbatas (650 Watt/m^2). Sedangkan grafik pada Gambar 5 menggambarkan radiasi matahari saat menggunakan sensor yang telah dilengkapi dengan 2 lapis *cover* dari LED 24 W. Kinerja sensor setelah dilakukan pemasangan *cover* tersebut memberikan hasil ukur yang sangat akurat dimana alat yang dibangun sudah mampu mengukur radiasi maksimal yang terjadi di daerah Khatulistiwa (1.000 Watt/m^2).

Gambar 4 Grafik hasil ukur sebelum menggunakan cover

Gambar 5 Grafik hasil ukur setelah menggunakan cover

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan sementara dan proses studi literatur dan analisa diperoleh kesimpulan bahwa prototipe yang di uji coba telah mendekati hasil ukur alat sebenarnya yang mampu mengukur sampai dengan 1.000 Watt/m². Data *logger* untuk merekam data hasil pengukuran di dalam SD-Card telah mampu menyimpan data dalam bentuk *file .csv* dengan baik dan dapat diolah hasil pengukurannya. Sensor BH1750 pun juga telah mampu melewati *range* pengukuran intensitas radiasi matahari dengan menambahkan *cover* untuk menutup sensor dari bahan yang ekonomis. Kedepan perlu diperhitungkan keandalan alat untuk tahan terhadap berbagai kondisi cuaca yang menerpa prototipe serta usia kerja alat karena pengaruh lingkungan dan korosi. Selain itu perlu di teliti lebih lanjut jenis dan tipe *cover* penutup sensor BH1750 lain yang lebih baik dari *cover* sensor yang digunakan pada artikel ini.

Prototipe ini sangat berpotensi untuk dikembangkan dalam skala yang lebih besar dan perlu dilakukan pengukuran dengan resolusi yang panjang sehingga dapat dilihat karakteristik suatu tempat yang memiliki potensi SPV ini. Dan juga dapat ditambahkan parameter-parameter ukur lainnya sehingga protoipe ini lebih kompleks dan teruji saat akan digunakan untuk mengukur potensi SPV dengan parameter-parameter yang mempengaruhinya. Kedepan metode pengukuran langsung ini setelah didapat datanya dapat dilakukan metode pemetaan lainnya dengan pemodelan numerik untuk mendapatkan pemetaan yang signifikan.

REFERENSI

- [1] D. G. F. T. Z. G. Gtz, "Renewables 2010 Global Status Report," *Nucl. Saf.*, vol. 2010, no. 01.02.2011, p. 80, 2010.
- [2] A. Hasyim Asy'ari, Jatmiko, "Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya," *Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluar. Panel Sel Surya*, pp. 52–57, 2012.
- [3] M. Pamungkas, Hafiddudin, and Y. S. Rohmah, "Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya," *ELKOMIKA Itenas*, vol. 3, no. 2, pp. 121–122, 2015.
- [4] F. G. Hidalgo, R. F. Martinez, and E. F. Vidal, "Design of a Low-Cost Sensor for Solar Irradiance," pp. 1–8, 2000.
- [5] A. Rivai and N. A. Rahim, "A low-cost photovoltaic (PV) array monitoring system," *CEAT 2013 - 2013 IEEE Conf. Clean Energy Technol.*, pp. 169–174, 2013.