

ANALISIS SIMULASI ELCB FASA SATU SEBAGAI PELINDUNG BAGI MANUSIA

Aris Suryadi¹, Agus Sofwan²

¹Politeknik Enjinereng Indorama

²Institut Sains Teknologi Nasional

e-mail: aris.poltek.indorama@gmail.com, asofwan8@gmail.com

ABSTRACT

The voltage that occurs during the flow of ground fault currents cause voltage tap. Rated voltage above 50 V and a rated current up to 30 mA leakage is very dangerous to humans. Applications Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) at a power plant system single phase is one solution that can be used to protect people from harm caused by the leakage current. ELCB working principle is to detect any leakage current, which flow into the system compared to the current out of, if there is a difference at a predetermined value then the ELCB will cut power to the system. From testing average tripping time at ELCB 1.048 ms with average current 21 mA.

Keywords: earth leakage circuit breaker, touch voltage, leak current

ABSTRAK

Tegangan yang terjadi selama mengalirnya arus gangguan tanah menimbulkan tegangan sentuh. Nilai tegangan di atas 50 V dan nilai arus bocor diatas 30 mA sangat berbahaya bagi manusia. Aplikasi *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) pada suatu sistem instalasi listrik fasa satu merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk melindungi manusia dari bahaya yang diakibatkan arus bocor. Prinsip kerja ELCB adalah dengan mendeteksi adanya arus bocor, dimana arus yang masuk ke sistem dibandingkan dengan arus yang keluar sistem, apabila ada perbedaan pada suatu nilai yang telah ditetapkan maka ELCB akan memutuskan aliran listrik ke sistem. Dari pengujian didapatkan rata-rata waktu pemutusan ELCB sebesar 1,048 ms dengan rata-rata arus 21 mA

Kata kunci: ELCB, tegangan sentuh, arus bocor.

1. PENDAHULUAN

Upaya pemanfaatan energi terbarukan sebagai sumber energi alternatif di Indonesia saat ini telah menjadi prioritas dalam kebijakan energi nasional. Implementasinya meliputi: pemasangan pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan baik sebagai *stand alone* system atau hybrid system, pengembangan industri pendukung teknologi energi terbarukan, dan berbagai riset yang mendukung penemuan, pengembangan dan pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Pembangunan pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan seperti : energi matahari dan energi pada lokasi terpencil atau daerah yang tidak terjangkau grid listrik memberikan banyak keuntungan. Selain dari aspek terpenuhinya kebutuhan energi listrik di lokasi tersebut, dampak positif lain yang diperoleh adalah kondisi ekonomi, sosial dan budaya masyarakat yang meningkat. Salah satu kendala masalah yang perlu mendapatkan perhatian adalah pada

keberlanjutan operasi dari pembangkit listrik energi terbarukan yang telah terpasang mengingat instalasi pembangkit tersebut memerlukan biaya investasi yang cukup tinggi. Lokasi pembangkit yang tersebar di daerah remote dalam prakteknya menjadi kendala tersendiri dalam hal pemantauan data kinerja pembangkit terpasang. Pada kasus pembangkit listrik yang dipasang sebagai concentrated *stand alone* system atau concentrated hybrid system, monitoring umumnya dilakukan secara lokal tersentral pada pusat pembangkit baik secara manual ataupun otomatis jika tersedia pada perangkat inverter atau *hybrid controller*. Monitoring secara manual memiliki kelemahan diantaranya adalah parameter dan data monitoring yang sangat terbatas, tidak lengkap dan tidak kontinu karena keterbatasan operator. Pengamatan yang dilakukan secara lokal oleh operator juga memiliki kelemahan jika unit pembangkit berada pada lokasi yang tersebar

dan hanya dapat dilakukan dengan mendatangi lokasi pembangkit.

Perancangan dan pengembangan perangkat dan sistem monitoring pembangkit, termasuk pembangkit listrik hibrida sangat diperlukan untuk memantau kinerja pembangkit dan keberlanjutan dari unit pembangkit yang terpasang agar dapat memberikan manfaat yang maksimal. Sistem monitoring selain perlu dirancang untuk dapat mengakses unit yang berada pada lokasi berbeda juga dirancang untuk dapat diakses oleh operator, engineer, atau pihak yang berkepentingan dari tempat lain melalui jaringan internet atau website.

Beberapa penelitian telah membahas berbagai aplikasi sistem monitoring pembangkit yang memanfaatkan sumber energi terbarukan. Sistem monitoring secara lokal pembangkit *photovoltaic* (PV) berbasis mikrokontroler telah dibahas antara lain oleh Alboteanu (2009) dan Zahran (2010). Sementara itu Shariff (2013) meneliti pemantauan sistem PV di area remote menggunakan modem GSM sebagai transmisi data. Pemanfaatan website untuk melakukan monitoring sistem PV antara lain dilakukan oleh Li (2007) dan Kopacz (2014). Soetetjo (2014) meneliti implementasi web – scada untuk memonitor dan mengontrol sistem pembangkit hibrida surya – angin secara remote melalui jaringan internet. Pada penelitian ini antara sensor, remote terminal dan komputer server masih memakai jaringan kabel menggunakan komunikasi serial dan local area network. Pada penelitian ini dirancang sebuah prototipe sistem monitoring nirkabel berbasis website untuk memantau besaran energi pada baterai dan beban pembangkit listrik tenaga hibrida surya - angin. Besaran listrik yang dipantau pada node - node pemantauan dikirimkan ke pusat pemantauan dan jaringan internet secara nirkabel menggunakan jaringan nirkabel. Pusat pemantauan terhubung ke jaringan internet melalui sebuah GSM modem.

2. METODE

2.1. Rancangan Umum Sistem

Sistem monitoring dirancang untuk dapat memantau besaran energi listrik baterai dan beban pada pembangkit listrik tenaga hibrida surya angin. Sistem monitoring dirancang untuk dapat memantau besaran tegangan, arus, daya dan energi listrik yang masuk atau keluar baterai dan besaran tegangan, arus, frekuensi, daya, dan energi yang dikonsumsi oleh beban. Secara

umum rancangan sistem monitoring baterai dan beban ini terdiri dari :

- 1) Sumber arus DC, Unit Baterai, dan inverter
- 2) Rangkaian sensor pada baterai meliputi: sensor tegangan DC baterai dan sensor arus sumber DC, sensor arus pengisian dan pengosongan baterai, sensor arus DC input inverter.
- 3) Rangkaian sensor pada node beban meliputi: Sensor sensor tegangan dan sensor arus AC.
- 4) Pengkondisi sinyal dan pemroses data untuk mengkonsolidasi dan memproses sinyal data luaran sensor.
- 5) Perangkat komunikasi data untuk komunikasi data antara node dan pusat pemantauan, dan komunikasi antara pusat pemantauan dan jaringan internet.
- 6) Pusat pemantauan merupakan bagian sentral dari sistem yang menerima, mengolah data monitoring, dan mengirimkan data monitoring yang telah diproses melalui jaringan internet atau ke operator melalui interface local (HMI)

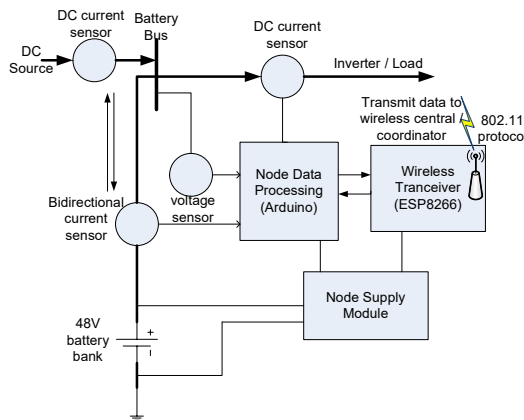
Spesifikasi prototipe sistem monitoring baterai dan beban disajikan secara ringkas pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1: Spesifikasi prototipe sistem monitoring

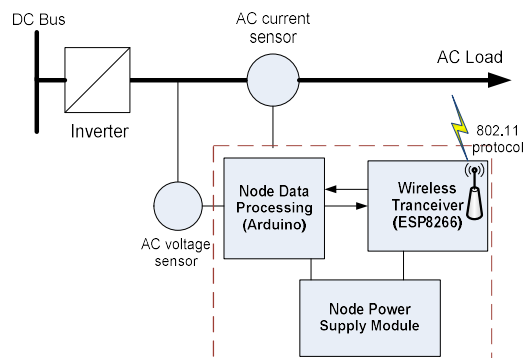
Wireless node Internet of Things (IoT) monitoring baterai		
Tegangan nominal baterai	:	24 V DC
Sensor arus	:	20A Bidirectional hall effect current sensor ACS712
Sensor tegangan	:	Pembagi tegangan
Catu daya	:	DC 5 Volt
Wireless node IoT monitoring beban		
Tegangan nominal beban	:	220 V AC
tegangan kerja maksimal	:	240 V AC
Sensor arus	:	20 A Bidirectional hall effect current sensor ACS712
Sensor tegangan	:	Pembagi tegangan dengan trafo isolasi
Catu daya	:	DC 5 Volt
Sentral Monitoring		
Central processing unit	:	Raspberry pi
Internet connection	:	GSM Modem
Communication to node sensor	:	Wireless
Communication protocol	:	802.11 (Wi-Fi)
Media penyimpanan lokal	:	SD Card
Display lokal	:	LED monitor

2.2. Arsitektur Sistem

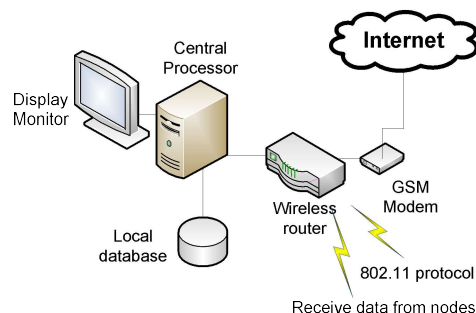
Perangkat keras sistem monitoring yang dikembangkan meliputi : Wireless node *Internet of Things* (IoT) monitoring baterai, Wireless node IoT monitoring beban, dan perangkat sentral monitoring. Gambar 1 - 3 menunjukkan arsitektur perangkat wireless node monitoring baterai, wireless node monitoring beban dan sentral monitoring.



Gambar 1. Diagram wireless node monitoring baterai



Gambar 2 diagram wireless node monitoring beban



Gambar 3 diagram sentral monitoring

Perangkat wireless node baterai terdiri dari: sensor tegangan DC, sensor arus DC, pengolah data, wireless tranceiver dan modul suplai daya diperlihatkan pada gambar 1. Sensor arus berupa *bidirectional hall effect DC current sensor* bekerja dua arah mengukur besaran arus DC pengisian (*charging*) dan arus pengosongan baterai (*discharging*). Sedangkan sensor tegangan berupa pembagi tegangan mengukur tegangan baterai pada bus DC baterai.

Pengkondisian dan pemrosesan sinyal yang dihasilkan oleh sensor arus dan sensor tegangan dilakukan pada unit pemroses data menggunakan arduino nano 3.0. Hasil pemrosesan berupa : nilai tegangan baterai, arus sumber DC, arus pengisian atau pengosongan baterai, arus DC input inverter, daya sumber DC, daya pengisian atau pengosongan baterai, daya DC input inverter.

Pada node pemantauan beban, besaran yang diukur yaitu tegangan dan arus beban. Pemrosesan sinyal luaran sensor dilakukan oleh pemroses data untuk mendapatkan nilai tegangan rms, arus rms, daya aktif, daya semu, faktor daya dan frekuensi listrik arus bolak-balik pada beban. Pengiriman data dari node pemantauan baterai dan pemantauan beban dilakukan melalui wireless tranceiver menggunakan modul ESP8266 Wi-Fi Transceiver. ESP8266 merupakan modul WiFi biaya rendah untuk menambahkan fungsi koneksi WiFi pada proyek mikrokontroler melalui koneksi serial UART. Modul ini juga dapat diprogram untuk bertindak sebagai piranti *stand alone* terkoneksi WiFi. Module WiFi tranceiver ini memungkinkan rangkaian pada node monitoring berkomunikasi dengan central monitoring dan web-server menggunakan protokol 802.11 b/g/n.

2.3. Perangkat Lunak

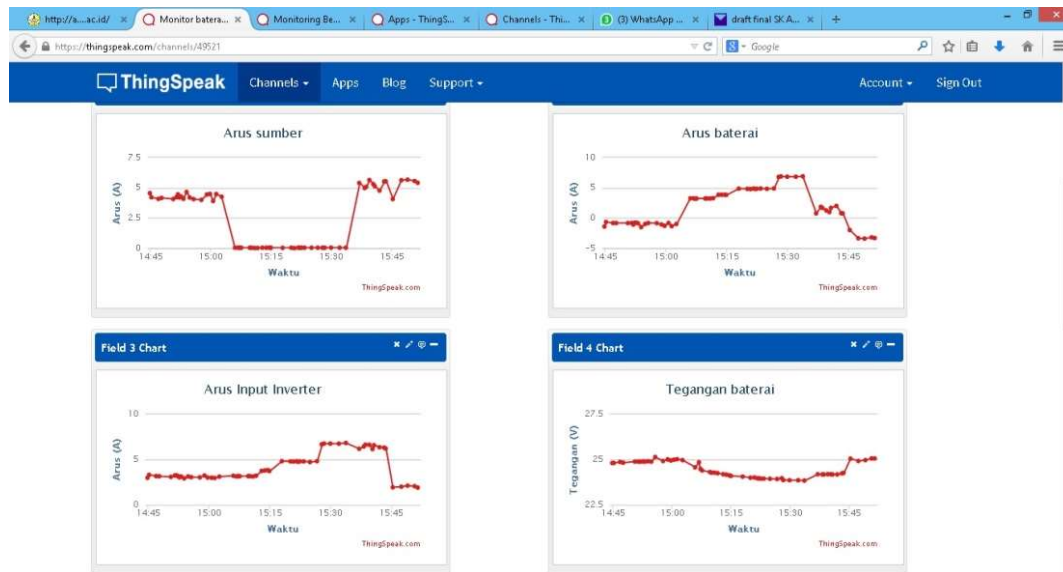
Pada sistem yang dikembangkan, komunikasi antara node dengan bagian pemantauan menggunakan protokol WiFi. Fungsi pencatatan (*logging*), pengolahan data, serta penampilan dan akses data secara lokal maupun melalui jaringan internet pada penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan layanan *Thingspeak* yang merupakan *open data platform* untuk *Internet of Things*. Aplikasi yang dapat dilakukan antara lain: mengumpulkan data sensor secara real time dan mengirimkan ke cloud, penyimpanan data hasil pengukuran,

analisis dan visualisasi data, fungsi alarm, dan penjadwalan.

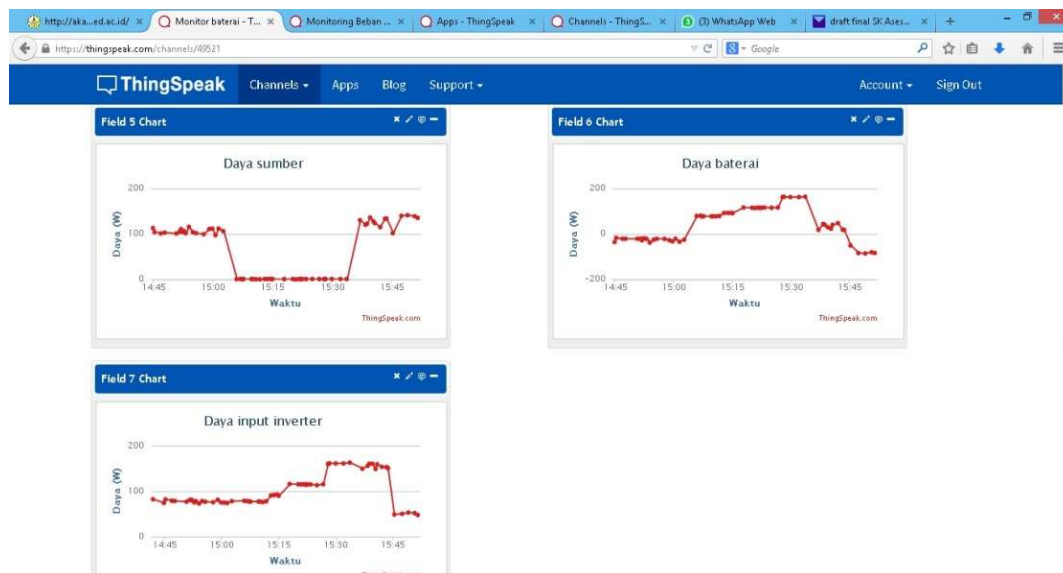
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan prototipe sistem monitoring yang diusulkan diimplementasikan pada skala

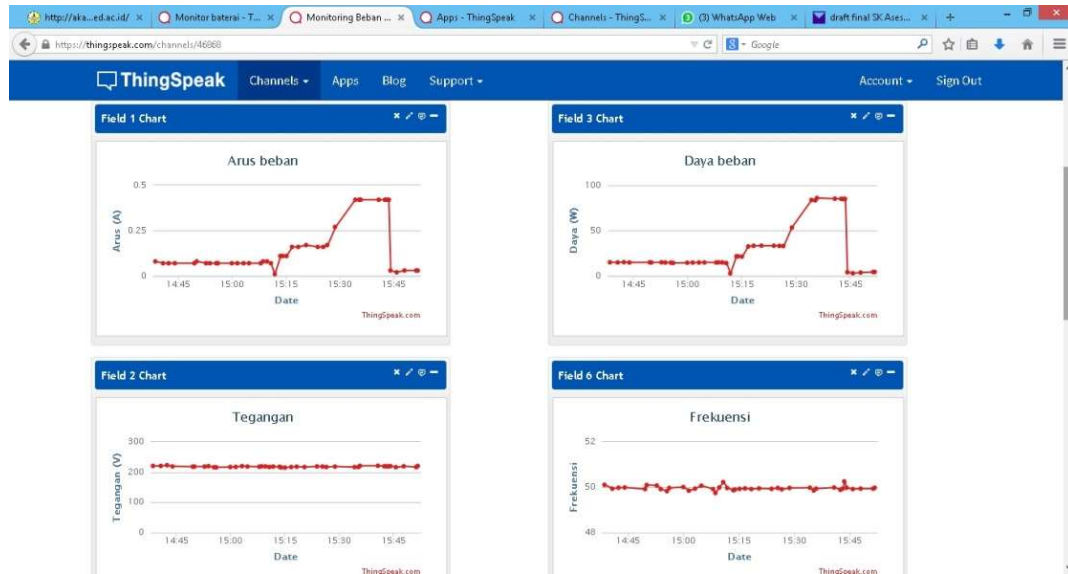
laboratorium dengan menggunakan DC power supply (*battery charger*) sebagai sumber catu arus DC, baterai nominal 2x12V terhubung seri dan inverter 1 kW dengan beban lampu pijar.



Gambar 4 Tampilan monitoring arus dan tegangan baterai



Gambar 5 Tampilan monitoring daya baterai



Gambar 6 Tampilan monitoring beban

Untuk melihat fungsi monitoring, data pengukuran yang ditampilkan pada web browser diamati dan di komparasi dengan hasil pengukuran secara manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keseluruhan perangkat node monitor dan sentral monitor dapat bekerja dengan baik. Gambar 4 dan 5 menunjukkan tampilan display arus dan tegangan baterai, serta daya sumber DC, daya pengisian atau pengosongan dan daya input inverter. Pada tampilan tersebut data monitoring disajikan sebagai runtun waktu. Pengujian sistem monitoring dilakukan pada beberapa kondisi atau skenario berbeda dengan memvariasi nilai baban inverter dan nilai arus DC dari catu daya (*charger*).

Dari gambar 4, 5 dan 6 pada saat daya beban rendah sedangkan arus dari catu DC (*charger*) lebih tinggi, kondisi baterai adalah melakukan pengisian diperlihatkan dengan nilai negatif arus dan daya baterai. Pada kondisi tidak ada catu daya sumber DC, maka kebutuhan daya listrik beban diberikan oleh baterai. Baterai dalam kondisi pengosongan ditunjukkan dengan nilai positif arus dan daya baterai.

Dari hasil pengamatan juga dapat dilihat kondisi tegangan baterai yang menunjukkan kondisi pengisian (*state of charge*) dari baterai. tegangan baterai mengalami kenaikan ketika baterai pada kondisi melakukan pengisian, dan

sebaliknya. Pada tampilan pemantauan beban, disajikan data tegangan rms, arus rms, daya aktif, frekuensi dan faktor daya beban disajikan dalam runtun waktu.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyajikan prototipe sistem monitoring nirkabel baterai dan beban pembangkit listrik tenaga hibrida berbasis website. Perangkat wireless node mengumpulkan, mengkondisikan dan memroses besaran listrik pada baterai dan beban yang dikirimkan ke pusat monitoring secara nirkabel. Pusat monitoring bertindak sebagai wireless node coordinator dan web server untuk menghubungkan dan mengirimkan data hasil pengukuran ke jaringan internet. Rancangan prototipe yang dikembangkan diujikan pada skala laboratorium untuk mengetahui fungsi dari sistem monitoring. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan sistem monitoring dapat bekerja dengan baik menampilkan data hasil pengukuran secara real time melalui web browser. Untuk kedepannya prototipe sistem yang dibuat dapat dikembangkan dan diimplementasikan pada sistem riil Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida dengan penambahan parameter pengukuran disisi Pembangkitan.

REFERENSI

- [1] Alboteanu Laurentiu, Novac Alexandru, Manolea Gheorghe, 2009. Parameter Monitoring of Stand Alone Photovoltaic System. 7TH International Conference On Electromechanical and Power Systems, October 8-9, 2009 - Iași, Romania.
- [2] Kopacz Cs., Spataru S., Sera D, Kerekes, 2014. Remote and Centralized Monitoring of PV Power Plants. International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment OPTIM 2014 May 22-24, 2014, Brasov, Romania.
- [3] Li Wang, Kuo-Hua Liu. 2007. Implementation of a Web-Based Real-Time Monitoring and Control System for a Hybrid Wind-PV-Battery Renewable Energy System. International Conference on Intelligent Systems Applications to Power Systems, 2007. ISAP 2007. Page(s): 1 – 6.
- [4] Soetedjo Aryunto, Nakhoda Yusuf Ismail, Lomi Abraham, Farhan. 2014. Web-SCADA for Monitoring and Controlling Hybrid Wind-PV Power System. TELKOMNIKA, Vol.12, No.2, June 2014, pp. 305~314
- [5] Shariff, F, Rahim, N.A., Ping, H.W. Photovoltaic remote monitoring system based on GSM. IEEE Conference on Clean Energy and Technology (CEAT), 2013. Page(s): 379 – 383. Langkawi 18-20 Nov. 2013.
- [6] Zahran Mohamed, Atia Yousry, Al-Husein Abdullah, El-Sayed Ihab. 2010. LabVIEW Based Monitoring System Applied for PV Power Station. Proceedings of the 12th WSEAS International Conference on Automatic Control, Modelling & Simulation. Italy, May 2010.
- [7] Zahran Mohamed, Yousef Ali. 2014. Monitoring of Photovoltaic Wind-Turbine Battery Hybrid System. WSEAS Transactions On Power Systems, Volume 9, 2014