pISSN : 0852-0232, eISSN : 2656-582X DOI : 10.14710/gt.v22i3.xxxxx

RANCANG BANGUN DETEKSI PENCURIAN KABEL POWER PADA GARDU DISTRIBUSI JARINGAN TEGANGAN RENDAH 3 PHASE

Mukhammad Khoirurrijal[1)], Yuniarto[2)]
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Indonesia, 50275
Email: khoirurrijal@students.undip.ac.id

ABSTRACT

Power cables at three-phase distribution substations are particularly vulnerable to theft by unscrupulous individuals. This is because the conductors used in these power cables are made of copper, which has a high resale value. Given this situation, a power cable theft detection system was developed using the NodeMCU ESP8266 microcontroller to transmit reading data and alerts to the Arduino IoT Cloud platform, as well as to send warning messages to WhatsApp Messenger via CallMeBot when power cable theft occurs. The parameters used to detect this activity are voltage readings obtained from the PZEM-004T sensor—with an error margin of 0.0036%–0.0049%—and time data obtained from the `millis()` function on the NodeMCU. When theft occurs, the microcontroller will trigger the buzzer and send alert messages to both the Arduino IoT Cloud and WhatsApp Messenger via CallMeBot.

Keywords: *NodeMCU ESP8266, Power Cable Theft, Voltage, 3-Phase System, PZEM-004T Sensor, Millis, Arduino IoT Cloud, CallMeBot*

PENDAHULUAN

Kabel power merupakan penghantar yang terpasang pada gardu distribusi untuk menghubungkan *bushing* sekunder transformator dengan PHB-TR dan PHB-TR dengan Jaringan Tegangan Rendah. Komponen ini rentan terhadap aktivitas pencurian yang dilakukan oleh oknum yang tidak bertanggung jawab dibuktikan dengan adanya tiga kasus kehilangan kabel power pada gardu distribusi sistem 3 fasa yang terjadi dalam kurun tanggan 10 November 2022 sampai dengan 10 Mei 2023 pada wilayah kerja UP3 Purwokerto UID Jawa Tengah dan DI Yogyakarta. Kasus hilangnya kabel power ini akan mempengaruhi suplai energi listrik ke pelanggan selama beberapa waktu, sehingga akan merugikan pelanggan listrik maupun PT. PLN (Persero). Maka dari itu, diperlukan peralatan yang dapat mendeteksi adanya aktivitas pencurian kabel power dan memberikan pesan peringatan kepada petugas melalui IoT dengan memanfaatkan parameter tegangan tiap fasa dan waktu hilang tegangan untuk membedakan kondisi adanya pencurian atau terdapat gangguan pada gardu distribusi tersebut.

METODE PENELITIAN

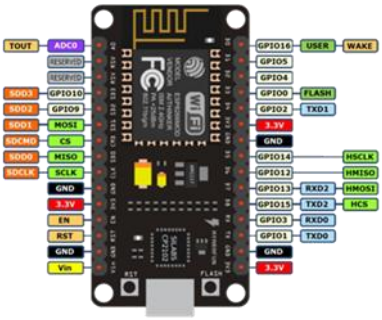
Kabel Power

Kabel power merupakan penghantar yang digunakan untuk menghubungkan bushing sekunder transformator dengan Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) maupun menghubungkan PHB-TR dengan APP konsumen atau jaringan tegangan rendah (JTR). Suatu sumber mendeskripsikan bahwa penghatar kabel power umumnya menggunakan penghantar berbahan tembaga disebut kabel NYY karena kabel ini memiliki nilai Kuat Hantar Arus yang lebih baik dari kabel jenis alumunium.

Pencurian Kabel Power

Aktivitas pencurian kabel power merupakan suatu rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk mengambil kabel power pada gardu distribusi dengan cara memotong kabel menggunakan alat pemotong, sehingga menimbulkan kerugian bagi pelanggan maupun PT. PLN (Persero). Penyebab terjadinya aktivitas tersebut, yaitu lokasi gardu distribusi yang terletak di pinggir jalan dan cukup jauh dari pemukiman warga, kabel power pada gardu distribusi hanya dilindungi dengan pipa PVC, pengambilan kabel power dapat dilakukan dengan cepat, harga jual kabel power per meter untuk tipe NYY yang tinggi, yaitu antara Rp309.630,00 s/d Rp417.044,00, dan Kurangnya alat deteksi pada gardu distribusi.

NODEMCU ESP8266



Gambar 1. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 (ESP-12E) digunakan untuk mengatur keseluruhan kerja sistem, memproses data hasil pembacaan sensor PZEM-004T dengan memanfaatkan komunikasi serial dan sensor tegangan DC, serta mengirimkan data hasil pemrosesan ke *IoT*.

Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T 100 A yang terhubung dengna fasa R, S, dan T. Untuk mengukur tegangan, pin L dan N sensor dihubungkan dengan setiap penghantar fasa secara paralel. Selanjutnya, pin 5V dan GND sensor PZEM-004T dihubungkan langsung dengan sumber tegangan 5 volt yang berasal dari *buck converter*. Untuk mendukung komunikasi serial, pin RX dan TX PZEM-004T dihubungkan secara berkebalikan dengan pin RX dan TX NodeMCU, sehingga ketika sensor sedang melaksanakan pengiriman data (*transmitter*) NodeMCU dapat menerima data yang dikirimkan *(receive)* dan sebaliknya.

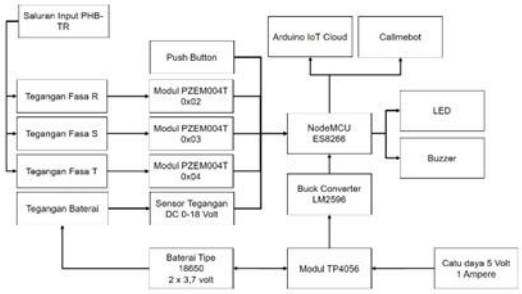
Arduino IoT Cloud

Arduino IoT Cloud adalah salah satu *platform Internet of Things* yang digunakan untuk menampilkan, menyimpan, dan mevisualisasikan data, serta membuat suatu sistem kontrol pada sistem kerja suatu alat. Sistem monitoring tugas akhir ini memanfaatkan *platform* ini untuk melakukan pemantauan nilai tegangan tiap fasa (fasa R, S, dan T), nilai tegangan baterai, serta status aktivitas pencurian jika terjadi pencurian kabel power.

Callmebot

CallMeBot akan mengirimkan pesan peringatan ke akun *WhatsApp Messenger* ketika sistem kerja alat mendeteksi adanya aktivitas pencurian kabel power. Sebelum dapat menggunakan fitur tersebut, pengguna harus mendaftarkan akun *WhatsApp* nya ke *CallMeBot,* sehingga dapat menerima pesan dari *platform* tersebut.

Perencanaan Alat Diagram Blok



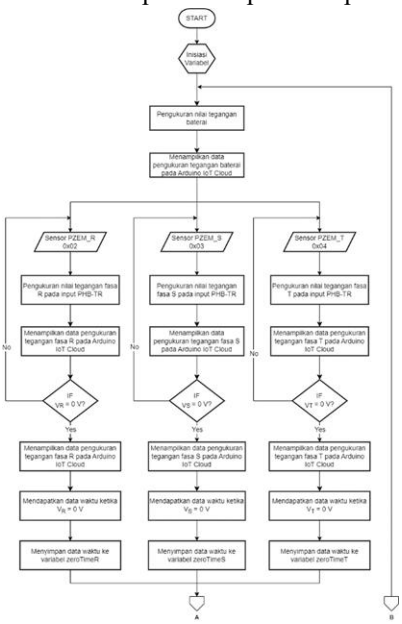
Gambar 2. Diagram Blok Alat

Pada Gambar 2. terlihat bahwa terdapat 3 unsur utama penyusun alat tugas akhir, yaitu unsur masukan (*input*), proses, dan keluaran (*output*).

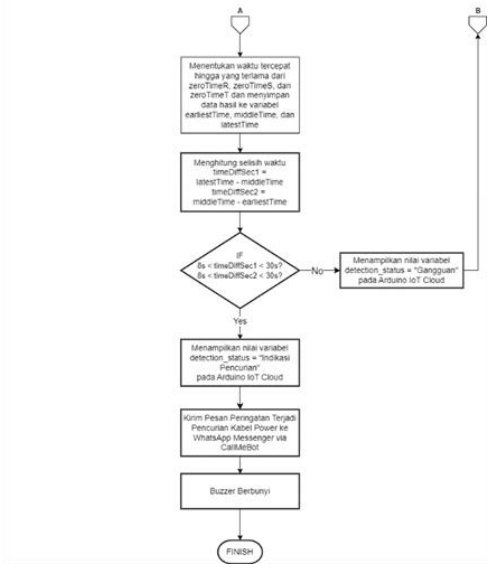
1. Unsur masukan (*input*) terdiri sensor PZEM-004T, *push button*, dan sensor tegangan DC.
2. Unsur proses terdiri dari NodeMCU ESP8266.
3. Unsur keluaran (*output*) terdiri LED, *buzzer*, *Arduino IoT Cloud*, dan *CallMeBot.*

Flowchart

Sistem kerja alat ini akan memberikan peringatan berupa penyalaan *buzzer* dan pengiriman pesan peringatan ketika indikasi terjadinya aktivitas pencurian kabel power berdasarkan pengolahan data tegangan dan waktu padam tiap fasa terpenuhi.



Gambar 3. Flowchart Sistem Alat



Gambar 4. Lanjutan Sistem Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui apakan komponen dan sistem kerja alat dapat berjalan dengan normal. Terpenuhinya ada indikasi aktivitas pencurian ketika ketiga fasa memiliki nilai nol volt dengan interval hilang tegangan yang dihasilkan berada di dalam interval 8 sampai 30 detik.

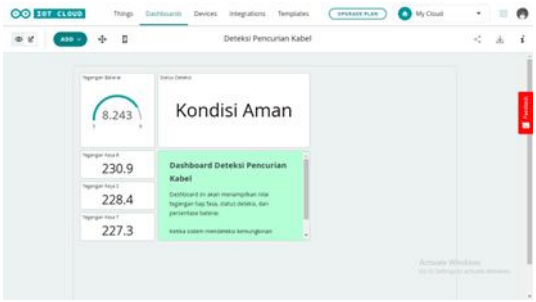
Hasil pengujian sistem deteksi pencurian kabel power tertera pada Tabel 1.

Tabel 2. Pengujian Sistem Deteksi

Percobaan ke-	Fasa	V_{L-N} (V)	t_{padam} (detik)	$t_2 - t_1$ (detik)	$t_3 - t_2$ (detik)	Status Deteksi
1	R	214,9	∞	∞	∞	Kondisi Normal
	S	214,8	∞			
	T	214,8	∞			
2	R	0	207	∞	∞	Gangguan Pada Fasa R
	S	213,7	∞			
	T	213,7	∞			
3	R	215,8	∞	5	∞	Gangguan Pada Fasa S dan T
	S	0	390			
	T	0	395			
4	R	0	125	0	0	Terjadi Pemadaman/Gangguan
	S	0	125			
	T	0	125			
5	R	0	648	35	34	Terjadi Pemadaman/Gangguan
	S	0	613			
	T	0	682			
6	R	0	731	42	12	Terjadi Pemadaman/Gangguan
	S	0	719			
	T	0	677			
7	R	0	450	14	30	Ada indikasi pencurian
	S	0	494			
	T	0	464			
8	R	0	757	9	9	Ada indikasi pencurian
	S	0	748			
	T	0	766			
9	R	0	133	24	9	Ada indikasi pencurian
	S	0	100			
	T	0	124			
10	R	0	557	8	8	Ada indikasi pencurian
	S	0	565			
	T	0	549			

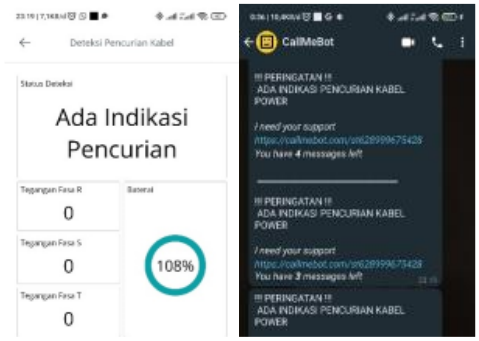
Arduino Iot Cloud

Alat ini terhubung dengan *platform Arduino IoT Cloud* untuk sistem monitoring. *Platform* tersebut menampilkan data tegangan fasa R, S, dan T, status deteksi, serta data tegangan baterai yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan *Arduino IoT Cloud*

Selain itu, *Arduino IoT Cloud* bersama *CallMeBot* juga dapat menampilkan pesan peringatan ketika terjadi aktivitas pencurian kabel power, seperti pada Gambar 6. **Error! Reference source not found.**



Gambar 6. Pesan Peringatan pada *Arduino IoT Cloud dan CallMeBot*

Analisis

Dalam melaksanakan pengujian menggunakan beberapa macam kondisi, pesan peringatan adanya aktivitas pencurian kabel power muncul karena nilai selisih waktu padam tiap fasa berada di dalam interval yang telah ditetapkan. Sebagai contoh, pada percobaan ke-9, nilai selisih hilang tegangan antar fasa berada di dalam interval waktu 8 s/d 30 detik yang dapat dilihat pada Gambar 7.

Percobaan ke-	Fasa	V_{L-N} (V)	t_{padam} (detik)	$t_2 - t_1$ (detik)	$t_3 - t_2$ (detik)	Status Deteksi
9	R	0	133	24	9	Ada indikasi pencurian
	S	0	100			
	T	0	124			

Gambar 7. Keadaan Ada Akitivitas Pencurian kabel Power

Ketika nilai selisih waktu diluar interval yang telah ditentukan, maka status deteksi akan berubah sesuai kondisi dari pengukuran tegangan tiap fasa. Seperti pada percobaan ke – 1, ketika nilai tegangan tiap fasa menunjukkan nilai di atas nol volt, maka status deteksi akan berubah menjadi Kondisi Normal yang dapat dilihat pada Gambar 8.

Percobaan ke-	Fasa	V_{L-N} (V)	t_{padam} (detik)	$t_2 - t_1$ (detik)	$t_3 - t_2$ (detik)	Status Deteksi
1	R	214,9	∞	∞	∞	Kondisi Normal
	S	214,8	∞			
	T	214,8	∞			

Gambar 8. Status Deteksi Bernilai Kondisi Normal

KESIMPULAN

1. Keseluruhan komopnen mendapatkan input tegangan yang sesuai dengan spesifikasi masing-masing komponen.
2. Tingkat keakuratan pembacaan pada hasil pembacaan tegangan AC oleh sensor PZEM-004T memiliki nilai yang baik, yaitu sebesar 0,0042. Nilai ini masih berada di dalam sepsifikasi akurasi pengukuran sensor ini yang bernilai 0,5%.
3. Tingkat akurasi sensor tegangan DC memiliki nilai yang cukup buruk, yaitu sebesar 4,66%, sehingga berpengaruh terhadap pembacaan tegangan baterai.
4. Platform *Arduino IoT Cloud* dan *Callmebot* mampu menjalankan fungsinya masing-masing, baik sebagai penampil parameter maupun menampilkan pesan peringatan.
5. Komponen *Buzzer*, *Arduino IoT Cloud*, dan *Callmebot* dapat berjalan dengan baik ketika status deteksi "Ada Indikasi Pencurian" terjadi.
6. Alat ini dapat menampilkan hasil nilai tegangan baterai secara *real-time* meskipun hasil pembacaan kurang akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga jurnal ini dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada dosen pembimbing, civitas akademika Program Studi Diploma IV Teknik Listrik Industri Universitas Diponegoro, keluarga tercinta, serta rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi. Penulis menyadari jurnal ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang ketenagalistrikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bagian Perencanaan PT PLN (Persero) UP3 Purwokerto, Standar Konstruksi (PRK 2022), Purwokerto: PT PLN (Persero) UP3 Purwokerto, 2022.
2. EINSTRONIC, "Introduction To NodeMCU ESP8266," n.a. Juli 2017. [Online]. Available: https://ardustore.dk/error/Manuel%20-%20NodeMCU%20Lua.pdf. [Diakses 10 Juli 2023].
3. Innovators Guru, "PZEM-004T V3.0 Datasheet User Manual," n.a. Juni 2019. [Online]. Available: https://innovatorsguru.com/wp-content/uploads/2019/06/PZEM-004T-V3.0-Datasheet-User-Manual.pdf. [Diakses 10 Juli 2023].
4. Indobot Update, "Berkenalan dengan Arduino IoT Cloud," Indobot Academy, 04 April 2023. [Online]. Available: https://indobot.co.id/blog/berkenalan-dengan-arduino-iot-cloud/. [Diakses 10 Juli 2023].
5. P. Titirloloby, "Development of WhatsApp for English Learning at Saumlaki State High School Tanimbar Islands," IOTA, vol. 03, no. 01, pp. 43-67, 2023.
6. N. Soedjarwanto dan G. F. Nama, "Monitoring Arus, Tegangan dan Daya pada Transformator Distrbusi 20 kV Menggunakan Teknologi Internet of things," Jurnal EECCIS, vol. 13, pp. 128-133, 2019.
7. D. C. Kurniawan, M. F. Lawasi dan C. F. Hadi, "Rancang Bangun Monitoring Suhu Kehilangan Kontak Pada Sekunder Transformator PT PLN (Persero)," ZETROEM, vol. 01, pp. 1-7, 2019.
8. A. Prasetya and R. Alfaiz, "AMOPEBASU : Alat Monitoring Persentase Baterai dan Suhu Baterai Pada Sepeda Listrik Berbasis IoT," Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2022.