

Design and Construction of a Telegram-Based Trouble Monitoring System for the Candi Baru Sugar Factory in Sidoarjo

Rancang Bangun Sistem Monitoring Tanda Trouble Giling Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo Berbasis Telegram

Hendry Kusuma¹⁾, Shazana Dhiya Ayuni²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: shazana@umsida.ac.id

Abstract. *This study aims to develop a performance monitoring system for sugarcane milling based on ESP32, equipped with automatic notification features for operators. Data is obtained through a voltage sensor installed on the contactor, while the readings are compared against a multimeter as the reference instrument. Based on the test results, the sensor is able to detect voltages within the range of 220V to 240V. However, the accuracy still appears to vary, particularly when measuring 220V and 240V voltages. Therefore, further testing is required to improve the consistency and reliability of the sensor readings. Overall, this study provides an overview of the potential use of voltage sensors as an alternative solution for monitoring milling status while also delivering notifications to operators in a faster and more efficient manner.*

Keywords - voltage sensor; milling signal monitoring system; ESP32; notification

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kinerja penggilingan tebu berbasis ESP32 yang dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis kepada operator. Data diperoleh melalui sensor tegangan yang dipasang pada kontaktor, sementara hasil bacaannya dibandingkan dengan multimeter sebagai instrumen referensi. Dari hasil pengujian, sensor terbukti mampu mendeteksi tegangan dalam rentang 220V hingga 240V. Akan tetapi, tingkat akurasi masih terlihat bervariasi, terutama ketika mengukur tegangan 220V dan 240V. Oleh karena itu, diperlukan pengujian lebih lanjut guna meningkatkan konsistensi dan keandalan pembacaan sensor. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan gambaran mengenai potensi sensor tegangan sebagai salah satu solusi alternatif untuk memantau status giling sekaligus menyampaikan notifikasi kepada operator secara lebih cepat dan efisien.*

Kata Kunci –sensor tegangan; sistem monitoring tanda giling; ESP32; notifikasi

I. PENDAHULUAN

Gula kristal tergolong sebagai komoditas esensial bagi masyarakat karena fungsinya sebagai sumber tenaga utama dalam aktivitas harian. Di Indonesia, sektor industri gula memegang peranan penting, baik dalam mendukung ketahanan pangan nasional maupun dalam mendorong pertumbuhan ekonomi di tingkat regional melalui keterlibatan petani tebu dan tenaga kerja di pabrik [1]. Rangkaian produksi gula mencakup sejumlah tahapan yang saling terintegrasi, dimulai dari proses penggilingan batang tebu, pemurnian sari nira, hingga tahap kristalisasi yang menghasilkan gula kristal putih siap konsumsi [2].

Salah satu pabrik gula bersejarah yang masih aktif memproduksi hingga kini adalah PT Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo. Perusahaan ini merupakan bagian dari PT Perkebunan Nusantara X dan memasarkan produknya dengan merek dagang Raja Gula yang telah dikenal luas oleh publik. Proses produksi di pabrik ini mengikuti siklus tahunan yang disebut masa giling, di mana kegiatan operasional berjalan sangat padat dalam kurun waktu beberapa bulan setiap tahunnya. Dengan kondisi tersebut, ketersediaan informasi terkait kondisi operasional mesin penggiling menjadi faktor krusial demi menjamin kelancaran aktivitas produksi [3].

Hingga saat ini, proses pemantauan kondisi mesin giling masih dilakukan dengan metode konvensional, yaitu petugas harus datang langsung ke ruang kontrol atau panel listrik guna memeriksa apakah mesin sedang aktif atau mati. Pendekatan ini dinilai memiliki banyak kelemahan, terutama karena informasi yang diperoleh tidak tersedia secara real-time serta sulit diakses oleh pihak-pihak terkait, khususnya saat terjadi kendala teknis pada peralatan. Pada musim giling tahun 2024, tercatat total waktu berhentinya penggilingan mencapai 9,24 jam, yang berdampak pada hilangnya bahan baku sebanyak 85.932 kg gula atau memiliki nilai kerugian finansial sekitar Rp1,24 miliar [3].

Di sisi lain, kemajuan teknologi saat ini menawarkan solusi potensial untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, yakni melalui pengembangan sistem pengawasan berbasis *Internet of Things* (IoT). Dengan sistem ini,

pemantauan dapat dilakukan secara otomatis dan dari jarak jauh menggunakan perangkat mikrokontroler yang tersambung ke jaringan internet [4][15]. Salah satu perangkat yang cukup populer dalam implementasi IoT adalah ESP32. Modul ini sudah dilengkapi dengan konektivitas WiFi dan Bluetooth, sehingga memungkinkan pengiriman data secara langsung tanpa jeda waktu yang berarti [5].

Penelitian ini memiliki fokus utama pada pengembangan sistem pemantauan status giling yang memanfaatkan platform Telegram sebagai media notifikasi. Untuk mendeteksi apakah mesin sedang beroperasi atau tidak, digunakan sensor tegangan tipe ZMPT101B yang dipasang pada bagian kontaktor. Cara kerjanya adalah dengan membaca ada atau tidaknya tegangan AC sebagai penanda bahwa mesin sedang menyala. Selain mengirimkan informasi melalui Telegram, sistem ini juga dirancang untuk memperlihatkan status secara langsung pada layar LCD yang terpasang di lokasi. Dengan adanya alat ini, diharapkan petugas pabrik bisa memantau kondisi peralatan dari mana saja, sehingga apabila terjadi kendala, tindakan perbaikan dapat segera dilakukan dan potensi kerugian akibat waktu henti bisa ditekan [6].

II. METODE

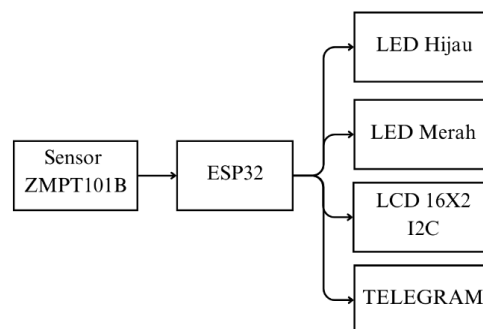
Kegiatan penelitian dilakukan di lingkungan PT Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo, dengan jadwal pelaksanaan yang berlangsung selama dua bulan, yakni November hingga Desember 2025. Secara garis besar, metode yang digunakan terbagi menjadi tiga tahap utama: proses perancangan sistem, pengumpulan data, serta evaluasi terhadap performa sensor.

A. Perancangan Sistem

Sistem monitoring tanda trouble giling dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali. Sensor tegangan ZMPT101B digunakan untuk mendeteksi tegangan AC pada coil kontaktor yang terhubung dengan motor penggerak mesin giling. Sensor ini dipilih karena mampu membaca tegangan AC hingga 250V dan memiliki isolasi listrik yang baik sehingga aman digunakan pada rangkaian tegangan tinggi [5].

Sensor ditempatkan pada coil kontaktor untuk memperoleh data tegangan secara langsung. Ketika kontaktor aktif (mesin giling berjalan), sensor akan mendeteksi tegangan AC pada coil. Sebaliknya, ketika kontaktor tidak aktif (mesin giling berhenti), sensor tidak mendeteksi tegangan. Data analog yang dihasilkan oleh sensor kemudian dikonversi menjadi data digital oleh mikrokontroler untuk selanjutnya ditampilkan pada layar LCD 16x2 dan dikirimkan sebagai notifikasi ke aplikasi Telegram [16].

Secara keseluruhan, alur kerja dari sistem monitoring ini dapat dilihat pada Gambar 1. Diagram tersebut memperlihatkan secara runtut bagaimana data diproses, mulai dari masukan dari sensor, pemrosesan sinyal oleh mikrokontroler, hingga keluaran berupa tampilan LCD dan pemberitahuan melalui Telegram [12].



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Monitoring Tanda *Trouble* Giling

B. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengukur tegangan pada coil kontaktor dalam kondisi operasional normal. Setiap kali terjadi proses penggilingan tebu, dilakukan pengukuran menggunakan dua alat secara bersamaan, yaitu multimeter digital sebagai nilai referensi dan sistem rancang bangun berbasis ESP32 sebagai alat uji [13]. Pengukuran dilakukan secara berulang pada kontaktor yang sama untuk memperoleh gambaran tentang konsistensi dan stabilitas pembacaan sensor [9].

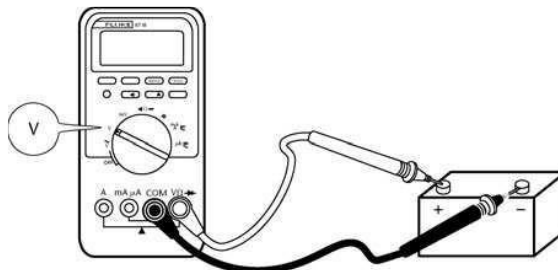
Prosedur pengujian pada penelitian ini diawali dengan melakukan pengukuran tegangan pada coil kontaktor menggunakan multimeter sebagai alat referensi. Selanjutnya dilakukan pengukuran menggunakan sistem berbasis ESP32 dan sensor tegangan ZMPT101B. Kedua alat tersebut menghasilkan pembacaan yang selanjutnya dibandingkan untuk mengetahui nilai deviasi sensor terhadap nilai referensi. Tahap terakhir adalah analisis kinerja sensor dan evaluasi kelayakan penggunaan sensor sebagai alternatif monitoring tanda trouble giling. Alur tahapan penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Prosedur Pengujian

C. Analisis Data

Penganalisaan kinerja sensor dikerjakan melalui perbandingan hasil pengukuran sensor terhadap nilai referensi multimeter. Tingkat keakuratan sensor terhadap nilai referensi dapat diketahui melalui perbandingan hasil pengukuran dari kedua alat tersebut. Pengukuran tegangan referensi dilakukan dengan terlebih dahulu memilih rentang pengukuran yang sesuai pada multimeter. Probe hitam (COM) dan probe merah (V) dihubungkan pada pin kontaktor dengan posisi paralel terhadap sumber tegangan [8][11]. Hasil pengukuran dari multimeter kemudian dianalisis untuk mengetahui karakteristik sensor tegangan terhadap kontaktor yang diukur. Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan tingkat kelayakan sensor sebagai alternatif monitoring tanda trouble giling yang sederhana dan ekonomis [10].



Gambar 3. Pengukuran Tegangan Dengan Multimeter

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Sensor

Pengukuran dilakukan terhadap beberapa kontaktor dalam kondisi operasional normal untuk memperoleh data tegangan pada kontaktor, meliputi tegangan 220V, 240V, dan 380V. Setiap kontaktor diuji menggunakan multimeter sebagai nilai referensi serta sistem monitoring berbasis ESP32 yang telah dirancang. Pengambilan data dilakukan pada kondisi kontaktor bekerja untuk mengurangi fluktuasi pembacaan akibat perubahan tegangan.

Hasil perbandingan pengukuran antara multimeter dan sistem berbasis sensor dapat dilihat pada Tabel 1. Hal tersebut menandakan bahwa sistem mampu mendeteksi variasi tegangan pada setiap kontaktor dengan pola pembacaan yang cenderung mengikuti nilai referensi. Meskipun terdapat perbedaan nilai pada beberapa parameter, tren pembacaan tegangan yang terbaca oleh sensor tetap sejalan dengan multimeter [5].

Tabel 1. Hasil Perbandingan Pengukuran kontaktor

Kontaktor	Parameter	Multimeter	Sensor
Kontaktor 1	220V	220V	221V
	240V	237V	235V
	380V	370V	375V
Kontaktor 2	220V	218V	217V
	240V	237V	235V
	380V	370V	374V
Kontaktor 3	220V	212V	216V
	240V	235V	236V
	380V	370V	376V

Berdasarkan tabel 1 Secara keseluruhan sistem monitoring mampu membaca parameter , namun tingkat kesesuaian dengan alat multimeter masih berbeda-beda. Oleh karena itu, kalibrasi yang tepat dan pengujian lanjutan sangat diperlukan untuk meningkatkan akurasi dan keandalan pembacaan, sekaligus memastikan hasil yang konsisten.

B. Analisis Deviasi Sensor terhadap Alat Standar

Untuk mengevaluasi kinerja sistem monitoring, dilakukan perhitungan persentase deviasi antara pembacaan sensor dan multimeter dari setiap kontaktor. Analisis ini bertujuan untuk menilai tingkat akurasi sensor terhadap parameter coil kontaktor, serta memberikan gambaran tentang konsistensi sensor pada berbagai kondisi pengujian. Hasil perhitungan menunjukkan perbedaan yang bervariasi pada setiap kontaktor, seperti data yang terdapat dalam Tabel 2.,

Tabel 2. Nilai Persentase Deviasi Sensor terhadap Alat multimeter

Kontaktor	220V (%)	240V (%)	380V (%)
Kontaktor 1	97,5	97,2	98,1
Kontaktor 2	80,4	93,3	92,2
Kontaktor 3	99,4	96,5	99,2

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa nilai deviasi bervariasi pada setiap kontaktor. Deviasi tertinggi terjadi pada Kontaktor 3 untuk tegangan 220V sebesar 99,4%, sedangkan deviasi terendah terjadi pada Kontaktor 2 untuk tegangan 220V sebesar 80,4%. Hasil ini menunjukkan bahwa akurasi sensor masih bervariasi tergantung pada kondisi kontaktor dan besaran tegangan yang diukur. Secara keseluruhan, dari 9 data yang diambil, sebanyak 8 data menunjukkan deviasi di atas 90%, yang mengindikasikan bahwa sensor ZMPT101B cukup layak digunakan untuk monitoring tegangan AC. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menandakan bahwasannya sensor ZMPT101B mempunyai akurasi yang optimal untuk memonitoring tegangan AC [14][17]. Namun demikian, kalibrasi ulang dan pengujian lebih lanjut tetap diperlukan, terutama pada kontaktor dengan deviasi rendah seperti Kontaktor 2, untuk memastikan konsistensi dan keandalan pembacaan sensor dalam jangka panjang.

C. Evaluasi Kinerja Sistem Monitoring Pabrik Gula

Berdasarkan deviasi yang terjadi pada setiap kontaktor dan sensitivitas sensor tegangan, nilai deviasi pada Kontaktor 3 untuk tegangan 220V cenderung lebih tinggi dibandingkan kontaktor lainnya dengan nilai mencapai 99,4%, sedangkan Kontaktor 2 untuk tegangan 220V menunjukkan deviasi terendah sebesar 80,4%. Hal ini menunjukkan bahwa akurasi sensor belum sepenuhnya konsisten di seluruh rentang pengukuran dan setiap kontaktor memiliki pola pembacaan yang berbeda.

Dari keseluruhan parameter, tegangan 220V menunjukkan kestabilan yang cukup baik, dengan nilai deviasi rata-rata di atas 92% pada dua dari tiga kontaktor. Secara keseluruhan, sistem monitoring sudah mampu membaca semua parameter tegangan pada kontaktor, namun masih memerlukan kalibrasi dan penyempurnaan sensor untuk meningkatkan akurasi. Faktor utama penyebab selisih antara sensor dan alat multimeter meliputi perbedaan karakteristik pengukuran, sensitivitas sensor terhadap tegangan yang tidak stabil, serta kemungkinan kalibrasi awal yang kurang tepat. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, perbaikan sistem dan prosedur kalibrasi yang tepat dapat meningkatkan konsistensi dan keandalan pengukuran pada berbagai kontaktor dalam proses pengujian.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis kinerja sensor tegangan ZMPT101B dalam sistem monitoring berbasis ESP32, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem monitoring mampu mendeteksi status operasional mesin giling berdasarkan ada tidaknya tegangan pada kontaktor.
2. Sensor ZMPT101B mampu membaca tegangan pada rentang 220V hingga 380V dengan tingkat deviasi terhadap multimeter bervariasi antara 80,4% hingga 99,4%.
3. Dari sembilan data pengukuran, delapan data menunjukkan deviasi di atas 90% yang mengindikasikan sensor memiliki performa yang baik.
4. Keberadaan sistem ini memungkinkan operator untuk melakukan pemantauan status mesin giling secara real-time dengan lebih mudah, tanpa perlu hadir langsung di lokasi panel kontrol.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan menambahkan komponen peredam lonjakan tegangan (snubber) dan melakukan kalibrasi berkala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Keberhasilan penelitian ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, serta dukungan yang diberikan oleh Bapak/Ibu Dosen Pembimbing. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tulus. Tak lupa pula, penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan di Laboratorium Teknik Elektro yang telah dengan penuh kerjasama menyediakan fasilitas, membantu proses pengambilan data, serta mendukung kelancaran kegiatan penelitian. Semua bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak sangat berperan besar dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] E. S. Hartanto, "Peningkatan mutu produk gula kristal putih melalui teknologi defekasi remelt karbonatasi," *J. Standardisasi*, vol. 16, no. 3, pp. 215-222, 2014.
- [2] E. A. Renata, "Analisis Pengadaan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Tebu di PT. Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo," Doctoral dissertation, UPN Veteran Jawa Timur, 2024.
- [3] M. Humairoh, "Proses Penggilingan Bahan Baku Tebu Dan Dampak Jam Berhenti Giling A Pada PT Pabrik Gula Candi Baru Kabupaten Sidoarjo," 2025.
- [4] J. A. Aziz and F. Baskoro, "Rancang Bangun Alat Penggulung Lilitan Kawat Motor Listrik Dengan Menggunakan Aplikasi Telegram Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Tek. Elektro*, vol. 14, no. 1, pp. 53-62, 2025.
- [5] F. N. Fauzan, S. Utami, and M. R. B. Pratama, "Monitoring Sistem Kelistrikan Tiga Fasa Berbasis IoT dengan Sensor ACS712 dan ZMPT101B," *J. Tek. Energi*, vol. 13, no. 1, pp. 24-29, 2024.
- [6] A. P. Wijaya, M. S. Said, and A. M. Islah, "Pengembangan Sistem Pemantauan Pemakaian Listrik Rumah Berbasis Internet of Things," *Simtek J. Sist. Inf. Tek. Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 475-479, 2025.
- [7] S. D. Ayuni, S. Syahririni, and J. Jamaaluddin, "Lapindo Embankment Security Monitoring System Based on IoT," *ELINVO*, vol. 6, no. 1, pp. 40-48, 2021. doi: 10.21831/elinvo.v6i1.40429
- [8] J. Jamaaluddin, I. Sulistiyowati, B. W. A. Reynanda, and I. Anshory, "Analysis of Overcurrent Safety in Miniature Circuit Breaker AC and DC in Solar Power Generation Systems," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 819, no. 1, 2021. doi: 10.1088/1755-1315/819/1/012029
- [9] I. Anshory et al., "Monitoring solar heat intensity of dual axis solar tracker control system: New approach," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 53, p. 103791, 2024. doi: 10.1016/j.csite.2023.103791
- [10] R. W. Purnama, D. Desriyanti, and E. Kurniawan, "Monitoring Battery Lighting and Public Street Light (PJU) With Telegram-Based Information System Microcontroller," *JEEE-U*, vol. 4, no. 2, pp. 181-189, 2020. doi: 10.21070/jeeeu.v4i2.838
- [11] A. Priyanto, S. Setiawidayat, and F. Rofii, "Design and Build an IoT Based Prepaid Water Usage Monitoring System and Telegram Notifications," *JEEE-U*, vol. 5, no. 2, pp. 197-213, 2021. doi: 10.21070/jeeeu.v5i2.1527
- [12] A. Prasetyo, J. Jamaaluddin, and I. Anshory, "PCB (Printed Circuit Board) Etching Machine Using ESP32-Camera Based Internet of Things," *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 260-268, 2023. doi: 10.12928/biste.v5i2.8132
- [13] M. N. K. Hamdani, I. Sulistiyowati, and S. D. Ayuni, "Automatic Stove Control System Based on the NodeMCU ESP8266 Microcontroller," *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 6, no. 2, pp. 103-111, 2022. doi: 10.18196/jet.v6i2.16308

- [14] S. Saharo, E. A. Z. Hamidi, and R. R. Nurmalasari, "Power Monitoring System of Home-scale Internet of Things (IoT)," in *Proc. 16th Int. Conf. Telecommun. Syst., Services, Appl. (TSSA)*, 2022.
- [15] R. Delfianti, V. A. Tazayul, B. Mustaqim, F. Nusyura, and C. Harsito, "Internet of Things (IoT) Based Electrical Power Monitoring System for Solar Power Plants Using Telegram Application," *VUBETA J.*, vol. 2, no. 3, 2025. doi: 10.26740/vubeta.v2i3.39405
- [16] M. A. Pramudyanto, "Pemrograman Wemos D1 R32 untuk Komunikasi IoT dan Notifikasi Real-Time melalui Telegram," D3 Thesis, Politeknik Negeri Jakarta, 2025.
- [17] B. Mallala, R. R. Manyam, J. Saini, M. F. N. Tajuddin, and S. B. Thanikanti, "IoT enabled smart power quality analysis in three phase electrical systems with practical implementation," *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, p. 1, 2025. doi: 10.1038/s41598-025-23317-z

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.