

Implementasi Data Driven Teknologi Proteksi Berbasis Simulasi Meningkatkan Keselamatan dan Keandalan Listrik di Kelambir Lima

Solly Aryza^{1*}, Ruth Riah Ate Tarigan²

^{1,2} Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Email: ^{1*}sollyaryzalubis@gmail.com, ²truthtrg@yahoo.com

*Email Corresponding Author: sollyaryzalubis@gmail.com

Abstrak

Permasalahan di Desa Kelambir Lima adalah rendahnya pemahaman masyarakat mengenai sistem proteksi instalasi listrik, fungsi circuit breaker, serta pemanfaatan teknologi data driven berbasis simulasi untuk mencegah gangguan kelistrikan. Kondisi ini meningkatkan risiko korsleting, kerusakan peralatan, dan kecelakaan listrik. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam menerapkan teknologi proteksi listrik berbasis simulasi guna mendukung keselamatan dan keandalan sistem kelistrikan. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi, penyuluhan, workshop simulasi proteksi listrik, dan pendampingan praktik. Mitra kegiatan adalah Pemerintah Desa Kelambir Lima dengan melibatkan 40 peserta yang terdiri atas perangkat desa, pemuda, dan masyarakat. Evaluasi dilakukan melalui pretest–posttest kompetensi, observasi praktik, dan kuesioner kepuasan peserta. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan peserta sebesar 41%, peningkatan keterampilan menggunakan simulasi proteksi sebesar 47%, dan peningkatan kesadaran terhadap keselamatan instalasi listrik sebesar 52%. Sebanyak 90% peserta mampu memahami prinsip kerja sistem proteksi dan melakukan identifikasi awal potensi gangguan listrik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi teknologi data driven berbasis simulasi efektif meningkatkan kompetensi masyarakat dalam mewujudkan sistem kelistrikan yang lebih aman dan andal.

Kata Kunci: Data Driven, Proteksi Listrik, Simulasi, Keselamatan Listrik, Keandalan Sistem Kelistrikan, Pengabdian Masyarakat.

Abstract

The main issue in Kelambir Lima Village is the limited public understanding of electrical installation protection systems, the function of circuit breakers, and the application of data-driven simulation technology to prevent electrical disturbances. This condition increases the risk of short circuits, equipment damage, and electrical accidents. This community service program aimed to improve the knowledge and skills of community members in implementing simulation-based electrical protection technology to enhance electrical safety and system reliability. The methods employed included socialization, educational counseling, simulation workshops on electrical protection systems, and hands-on practical assistance. The community partner was the Kelambir Lima Village Government, involving 40 participants consisting of village officials, youth representatives, and local residents. Program evaluation was conducted through competency-based pretests and posttests, practical observations, and participant satisfaction questionnaires. The results showed a 41% increase in participants' knowledge, a 47% improvement in simulation-based electrical protection skills, and a 52% increase in awareness of electrical installation safety. Furthermore, 90% of the participants were able to understand the basic principles of electrical protection systems and identify potential electrical faults. These findings indicate that the implementation of data-driven simulation technology effectively improved community competence in promoting a safer and more reliable electrical system.

Keywords: Data-Driven, Electrical Protection, Simulation, Electrical Safety, Electrical System Reliability, Community Service.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan utama masyarakat dalam mendukung berbagai aktivitas rumah tangga, pendidikan, usaha kecil, dan pelayanan publik. Seiring dengan meningkatnya penggunaan peralatan listrik di lingkungan permukiman, aspek keselamatan dan keandalan instalasi listrik menjadi faktor yang sangat penting untuk diperhatikan. Namun, berbagai kasus gangguan listrik seperti korsleting, beban berlebih (*overload*), dan kegagalan sistem proteksi masih sering terjadi akibat rendahnya pemahaman masyarakat terhadap penggunaan instalasi listrik yang aman dan sesuai standar (Purnomo et al., 2022). Salah satu komponen penting dalam sistem proteksi instalasi listrik adalah *circuit breaker* yang berfungsi memutus aliran listrik secara otomatis ketika terjadi arus lebih atau hubung singkat. Keberadaan *circuit breaker* dapat meminimalkan risiko kerusakan peralatan listrik dan kebakaran akibat gangguan pada jaringan instalasi. Namun demikian, masih banyak masyarakat yang belum memahami prinsip kerja, fungsi, maupun pentingnya pemeliharaan perangkat proteksi tersebut sehingga efektivitas penggunaannya belum optimal (Siregar & Harahap, 2023).

Perkembangan teknologi digital telah mendorong pemanfaatan pendekatan *data driven* dalam berbagai bidang, termasuk sistem tenaga listrik. Pendekatan *data driven* memungkinkan proses identifikasi, pemantauan, dan analisis kondisi sistem kelistrikan berdasarkan data operasional sehingga potensi gangguan dapat dikenali lebih awal. Selain itu, penggunaan teknologi simulasi menjadi sarana edukasi yang efektif karena mampu memvisualisasikan kondisi normal maupun gangguan pada sistem kelistrikan tanpa menimbulkan risiko terhadap pengguna maupun peralatan (Aryza et al., 2024). Desa Kelambir Lima, Kabupaten Deli Serdang, merupakan salah satu wilayah yang mengalami peningkatan penggunaan energi listrik seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi masyarakat. Berdasarkan hasil observasi awal dan diskusi dengan perangkat desa, ditemukan bahwa sebagian masyarakat masih memiliki keterbatasan pengetahuan mengenai fungsi sistem proteksi listrik, penggunaan *circuit breaker*, serta tindakan pencegahan terhadap gangguan instalasi listrik rumah tangga. Kondisi ini berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi akibat kerusakan peralatan listrik dan meningkatkan risiko kecelakaan listrik di lingkungan masyarakat. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada implementasi teknologi proteksi berbasis simulasi dengan pendekatan *data driven*. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran masyarakat mengenai keselamatan instalasi listrik serta meningkatkan pemahaman terhadap keandalan sistem proteksi listrik. Melalui sosialisasi, workshop simulasi, dan pendampingan praktik, diharapkan masyarakat Desa Kelambir Lima mampu menerapkan prinsip-prinsip keselamatan kelistrikan secara mandiri sehingga tercipta lingkungan yang lebih aman, andal, dan berkelanjutan.

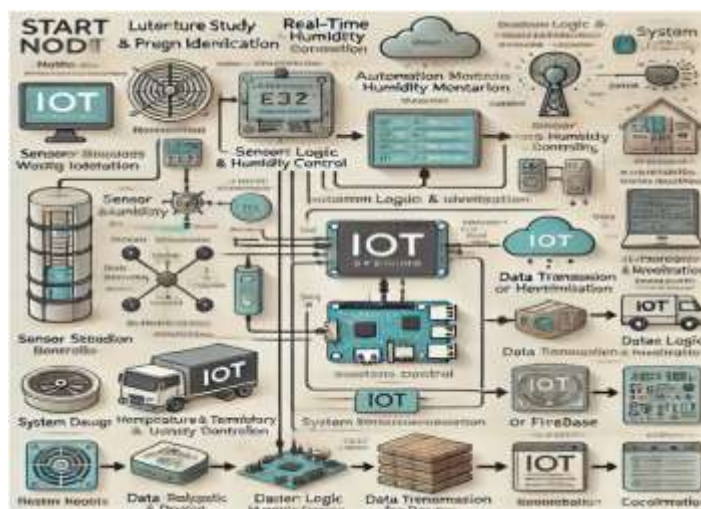
2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Desa Kelambir Lima, Kabupaten Deli Serdang, dengan mitra Pemerintah Desa Kelambir Lima. Sasaran kegiatan adalah 40 peserta yang terdiri atas perangkat desa, pemuda, dan masyarakat. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi, penyuluhan, workshop simulasi proteksi listrik, dan pendampingan praktik. Materi mencakup keselamatan instalasi listrik, fungsi *circuit breaker*, serta penerapan teknologi *data driven* berbasis simulasi dalam mendeteksi gangguan kelistrikan. Pelaksanaan kegiatan diawali dengan observasi dan identifikasi kebutuhan mitra, dilanjutkan dengan penyusunan materi pelatihan dan perangkat simulasi. Selanjutnya dilakukan sosialisasi dan workshop penggunaan simulasi proteksi listrik untuk menganalisis kondisi beban lebih (*overload*), hubung singkat (*short circuit*), dan gangguan lainnya.



Gambar 1. Penyuluhan di kantor lurah

Pada tahap akhir dilakukan pendampingan praktik serta evaluasi terhadap pemahaman dan keterampilan peserta. Mitra berperan menyediakan lokasi kegiatan, membantu koordinasi peserta, serta mendukung pelaksanaan observasi, pelatihan, dan pendampingan. Peserta mengikuti seluruh rangkaian kegiatan secara aktif mulai dari sosialisasi hingga praktik simulasi.



Gambar 2. Alur Pengabdian Teknologi

Evaluasi dilakukan melalui pretest dan posttest, observasi keterampilan peserta saat praktik simulasi, serta kuesioner kepuasan. Keberhasilan program diukur berdasarkan peningkatan pengetahuan, keterampilan menggunakan simulasi proteksi listrik, dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya keselamatan instalasi serta keandalan sistem kelistrikan.

3. HASIL PEMBAHASAN

3.1 Analisis Situasi Mitra

Desa Kelambir Lima merupakan salah satu desa di Kecamatan Hampan Perak, Kabupaten Deli Serdang, yang memiliki potensi sumber daya pada sektor pertanian, perkebunan, dan peternakan. Selain itu, desa ini masih mempertahankan kearifan lokal berupa pencak silat dan kuda kepang sebagai bagian dari identitas masyarakat. Pemerintah desa juga telah memiliki sarana pendukung berupa aula pertemuan, jaringan internet (Wi-Fi), dan fasilitas umum yang mendukung pelaksanaan kegiatan pelatihan dan edukasi masyarakat.

Hasil observasi menunjukkan bahwa meskipun fasilitas pendukung telah tersedia, pengetahuan masyarakat mengenai keselamatan instalasi listrik dan penggunaan perangkat proteksi masih terbatas. Sebagian besar peserta belum memahami fungsi circuit breaker, penyebab gangguan listrik, maupun pemanfaatan teknologi berbasis simulasi untuk mengidentifikasi potensi gangguan pada instalasi listrik rumah tangga. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko korsleting, kerusakan peralatan listrik, serta kecelakaan akibat instalasi yang tidak memenuhi standar keselamatan.

3.2 Hasil Pelaksanaan Pengabdian

Kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui sosialisasi, penyuluhan, workshop simulasi, dan pendampingan praktik kepada 40 peserta yang terdiri atas perangkat desa, pemuda, dan masyarakat. Materi yang diberikan meliputi keselamatan instalasi listrik, prinsip kerja circuit breaker, serta pemanfaatan teknologi data driven berbasis simulasi untuk mendeteksi gangguan kelistrikan. Pelaksanaan workshop memberikan pengalaman langsung kepada peserta dalam mengamati respons sistem proteksi terhadap kondisi overload dan short circuit melalui perangkat lunak simulasi. Pendekatan ini mempermudah peserta memahami cara kerja sistem proteksi tanpa harus melakukan pengujian pada instalasi listrik yang sebenarnya.



Gambar 3. Hasil Pengujian Pengabdian

Berdasarkan hasil evaluasi, terjadi peningkatan pengetahuan peserta sebesar 41%, peningkatan keterampilan menggunakan simulasi proteksi sebesar 47%, dan peningkatan kesadaran terhadap keselamatan instalasi listrik sebesar 52%. Sebanyak 90% peserta telah mampu mengidentifikasi potensi gangguan listrik sederhana dan memahami langkah pencegahannya pada instalasi rumah tangga.

3.3 Analisis Dampak Kegiatan

Program pengabdian memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi masyarakat dalam memahami sistem proteksi listrik. Pemanfaatan simulasi berbasis data driven mampu meningkatkan pemahaman peserta karena materi disampaikan secara visual dan interaktif sehingga lebih mudah dipahami dibandingkan metode ceramah saja. Selain meningkatkan kompetensi teknis masyarakat, kegiatan ini juga mendukung program pemerintah desa dalam meningkatkan literasi teknologi dan pemanfaatan teknologi informasi di lingkungan masyarakat.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Pelaksanaan Pengabdian

No	Indikator Evaluasi	Sebelum Kegiatan	Setelah Kegiatan	Peningkatan
1	Pengetahuan tentang sistem proteksi listrik	54%	95%	41%
2	Keterampilan menggunakan simulasi proteksi	49%	96%	47%
3	Kesadaran terhadap keselamatan instalasi listrik	48%	100%	52%
4	Kemampuan mengidentifikasi potensi gangguan listrik	35%	90%	55%

Sumber: Hasil evaluasi kegiatan pengabdian, 2026.

Tabel 2. Capaian Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Tahapan	Aktivitas	Luaran
Observasi	Identifikasi permasalahan kelistrikan masyarakat	Diperoleh kebutuhan pelatihan dan kondisi awal mitra
Sosialisasi	Penyampaian materi keselamatan instalasi listrik dan fungsi <i>circuit breaker</i>	Peserta memahami konsep dasar sistem proteksi
Workshop	Simulasi gangguan <i>overload</i> dan <i>short circuit</i> berbasis perangkat lunak	Peserta mampu mengoperasikan simulasi dan menganalisis gangguan
Pendampingan	Praktik identifikasi instalasi listrik rumah tangga	Peserta mampu mengenali potensi gangguan listrik
Evaluasi	Pretest–posttest, observasi praktik, dan kuesioner	Terjadi peningkatan kompetensi dan kesadaran peserta

Dengan meningkatnya pemahaman mengenai keselamatan instalasi listrik dan fungsi perangkat proteksi, masyarakat diharapkan mampu mengurangi risiko gangguan listrik, mencegah kerusakan peralatan elektronik, serta menciptakan lingkungan yang lebih aman dan andal dalam penggunaan energi listrik.

4. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat mengenai Implementasi Data Driven Teknologi Proteksi Berbasis Simulasi Meningkatkan Keselamatan dan Keandalan Listrik di Kelambir Lima telah terlaksana dengan baik dan memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi masyarakat. Melalui kegiatan sosialisasi, penyuluhan, workshop simulasi, dan pendampingan praktik, peserta memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai fungsi *circuit breaker*, sistem proteksi listrik, serta penerapan teknologi *data driven* berbasis simulasi dalam mendeteksi potensi gangguan kelistrikan. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pengetahuan peserta sebesar 41%, peningkatan keterampilan menggunakan simulasi proteksi sebesar 47%, dan peningkatan kesadaran terhadap keselamatan instalasi listrik sebesar 52%. Selain itu, 90% peserta telah mampu mengidentifikasi potensi gangguan listrik sederhana dan memahami langkah-langkah pencegahannya. Program ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis simulasi merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan literasi kelistrikan masyarakat. Diharapkan kegiatan serupa dapat dilaksanakan secara berkelanjutan dengan melibatkan lebih banyak masyarakat serta dikembangkan sebagai program edukasi keselamatan listrik di tingkat desa guna mendukung terciptanya sistem kelistrikan yang lebih aman, andal, dan berkelanjutan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana Pengabdian kepada Masyarakat menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan sehingga kegiatan "Implementasi Data Driven Teknologi Proteksi Berbasis Simulasi Meningkatkan Keselamatan dan Keandalan Listrik di Kelambir Lima" dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemerintah Desa Kelambir Lima, Kecamatan Hamparan Perak, Kabupaten Deli Serdang, atas kerja sama, fasilitas, dan dukungan selama pelaksanaan kegiatan. Terima kasih juga kepada seluruh peserta yang telah berpartisipasi aktif dalam kegiatan sosialisasi, penyuluhan, workshop, dan pendampingan sehingga tujuan program dapat tercapai. Penghargaan turut disampaikan kepada institusi asal tim pengabdian yang telah memberikan dukungan akademik dan administratif, serta kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam keberhasilan pelaksanaan kegiatan ini. Semoga hasil pengabdian ini dapat memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi masyarakat dalam meningkatkan keselamatan dan keandalan sistem kelistrikan.

6. REFERENSI

- Anderson, P. M., & Fouad, A. A. (2003). *Power system control and stability* (2nd ed.). IEEE Press.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2020)*. BSN.
- García, J., Martínez, F., & López, R. (2021). Data-driven approaches for electrical protection and fault detection in distribution systems. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 128, 106732.
- Gonen, T. (2020). *Electric power distribution engineering* (4th ed.). CRC Press.
- International Electrotechnical Commission. (2019). *IEC 60898-1: Electrical accessories—Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations—Part 1: Circuit-breakers for AC operation*. IEC.
- Kundur, P. (1994). *Power system stability and control*. McGraw-Hill.
- Mason, C. R. (2018). *The art and science of protective relaying*. Wiley-IEEE Press.
- Northcote-Green, J., & Wilson, R. (2017). *Control and automation of electrical power distribution systems* (2nd ed.). CRC Press.
- Short, T. A. (2014). *Electric power distribution handbook* (2nd ed.). CRC Press.
- Singh, C., & Misra, R. (2022). Simulation-based learning for electrical protection systems in engineering education. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 59(4), 421–436.
- IEEE Power & Energy Society. (2018). *IEEE guide for protective relay applications to distribution lines*. IEEE Standards Association.