Jurnal Fakultas Teknik
Universitas Muhamadiyah Parepare
Vol. xx No. xx, Bulan 20xx

INSTALASI SENSOR PERINGATAN KONDISI JARAK AMAN JARINGAN 20KV (INSPEKTA 20 KV)

Nur Rachmat As[1*], Andi Muhammad Syafar[2], Ashadi Amir[3]

[1]Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia*
[2]Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia
[3]Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia
**Email : penulispertama@email.com*

Abstract: The safety of 20 kV medium-voltage distribution networks is often threatened by violations of safe clearance distances, particularly in densely populated areas. Such conditions increase the risk of accidents, service disruptions, and potential hazards to the community. This study aims to design and implement a prototype warning sensor system, namely INSPEKTA 20 kV, to detect unsafe conditions and provide early warnings. The system was developed using a NodeMCU ESP8266 microcontroller integrated with a microwave motion sensor, buzzer, LED indicator, and SIM800L module to send real-time notifications via the Telegram application. The research employed a Research and Development (R&D) approach, encompassing hardware and software design, field testing, and performance evaluation. The results indicate that the system can detect movement within a 2–3 meter radius, classified as danger and near-miss zones, while at 4 meters considered a safe distance, no detection occurs. Notifications were successfully and consistently transmitted to the Telegram application, enabling effective remote monitoring. The system also demonstrated a detection radius of up to 10 meters, although it may produce false detections due to the sensitivity of the sensor. Overall, INSPEKTA 20 kV has proven effective as an early warning tool that enhances safety in the management of medium-voltage power distribution networks.

Keywords: 20 kV Network; Buzzer; Telegram; Notification; Motion Sensor

1. PENDAHULUAN

Jaringan Udara Tegangan Menengah (JUTM) memiliki peran vital dalam penyaluran energi listrik ke masyarakat. Namun, banyaknya pembangunan rumah dan aktivitas masyarakat yang berada dekat dengan JUTM menimbulkan tantangan baru dalam aspek keselamatan publik maupun keandalan sistem kelistrikan (Agustian, 2024). Aktivitas pembangunan di sekitar JUTM sering kali mengabaikan jarak aman yang telah ditetapkan, sehingga meningkatkan potensi terjadinya kecelakaan. Hal ini bukan hanya menjadi masalah bagi pemerintah selaku pemberi izin, tetapi juga bagi PLN sebagai penyedia tenaga listrik yang harus menjaga kesinambungan pelayanan serta keselamatan masyarakat. (Susilo et al., 2024)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) saat ini telah menjadi isu utama yang ditekankan oleh PLN. Komitmen tersebut didasarkan pada prinsip bahwa tidak ada yang lebih penting daripada keselamatan jiwa manusia. Perlindungan yang dimaksud tidak hanya berlaku bagi pekerja, melainkan juga masyarakat umum yang tinggal atau beraktivitas

di sekitar jaringan listrik (Aruna et al., 2024)**.** Hal ini sejalan dengan amanat Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja serta Undang-Undang No. 30 Tahun 2009 yang mengatur empat pilar Keselamatan Ketenagalistrikan (K2). Salah satu pilar tersebut menekankan pentingnya keselamatan masyarakat umum sebagai tanggung jawab utama perusahaan penyedia tenaga listrik. (Tedi et al., 2025)

Meskipun berbagai regulasi telah mengatur aspek keselamatan, fakta lapangan menunjukkan masih tingginya angka kecelakaan yang melibatkan masyarakat umum. Berdasarkan data Divisi HSSE PLN Pusat hingga Februari 2024, tercatat 39 kejadian kecelakaan, dengan 19 kasus di antaranya berujung fatalitas yang menyebabkan 20 orang meninggal dunia. Angka ini mencerminkan bahwa upaya yang telah dilakukan PLN dalam mencegah kecelakaan belum optimal, sehingga masih terdapat ruang untuk pengembangan strategi pencegahan yang lebih efektif, termasuk melalui penerapan inovasi teknologi.

Sejumlah langkah pencegahan telah dilakukan PLN, antara lain sosialisasi bahaya listrik di tingkat kelurahan, pembagian brosur di ruang publik, pemasangan rambu peringatan, hingga pemberian surat himbauan kepada masyarakat yang membangun dekat jaringan. Namun, upaya ini masih memiliki keterbatasan. Karakteristiknya yang pasif membuat perlindungan bergantung pada kesadaran masyarakat, sementara pelanggaran jarak aman masih kerap terjadi. Dengan demikian, dibutuhkan suatu pendekatan yang lebih proaktif melalui penggunaan teknologi sensor dan sistem peringatan otomatis yang dapat memberikan *real-time warning* kepada masyarakat sebelum terjadinya kecelakaan.

Dalam ranah teori dan teknologi, penggunaan sensor ultrasonik telah banyak dikembangkan dalam berbagai aplikasi sistem deteksi jarak. Sensor ini bekerja dengan mengukur waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk menentukan jarak objek, sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia maupun benda pada radius tertentu (Perdana & Wellem, 2023). Dengan dukungan *microcontroller* serta teknologi *Internet of Things (IoT)*, sistem berbasis sensor dapat memberikan keunggulan dalam hal pemantauan *real time*, efektivitas peringatan, serta kemudahan integrasi dengan perangkat lain (Gbenga et al., 2024). Prinsip ini menjadi dasar pengembangan inovasi *Inspekta 20 kV* dalam penelitian ini.

Penelitian terdahulu oleh Kusumaningyas (2022) telah membuktikan pemanfaatan sensor ultrasonik *HC-SR04* dalam sistem pemantauan ketinggian air. Alat tersebut terhubung dengan *NodeMCU* yang dilengkapi modul *Wi-Fi ESP8266*, memungkinkan pemantauan jarak dan pengendalian *MCCB* melalui aplikasi *Blynk* di *smartphone*. Sistem tersebut terbukti mampu mengukur jarak 2–450 cm secara efektif. Hasil penelitian ini menunjukkan potensi besar dari kombinasi sensor ultrasonik dan *IoT* untuk menciptakan sistem pemantauan dan pengendalian berbasis jarak.

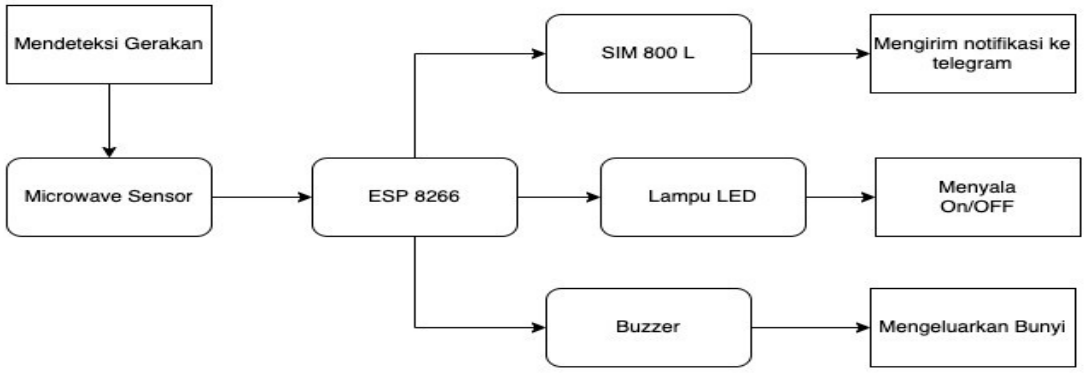
Meski demikian, inovasi yang ditawarkan dalam penelitian ini berbeda secara kontekstual maupun teknis. Jika penelitian sebelumnya lebih menekankan pada pemantauan ketinggian air, maka penelitian ini berfokus pada pencegahan kecelakaan di jaringan 20

kV melalui sistem deteksi gerakan dan aktivitas yang mendekati zona berbahaya. Inovasi yang ditawarkan adalah integrasi sistem deteksi berbasis sensor dengan alarm suara dan visual sebagai peringatan langsung kepada masyarakat. Selain itu, rancangan *Inspekta 20 kV* juga mempertimbangkan faktor lingkungan luar ruangan, gangguan elektromagnetik, serta adaptasi terhadap standar keselamatan jaringan listrik tegangan menengah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan bahwa permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang, menguji, dan mengevaluasi kinerja alat sensor peringatan jarak aman jaringan 20 kV. Dengan demikian, tujuan umum penelitian ini adalah menghasilkan sebuah sistem peringatan berbasis sensor yang dapat mendeteksi aktivitas atau benda di sekitar JUTM, memberikan alarm *real time*, serta berkontribusi dalam mengurangi risiko kecelakaan masyarakat sekaligus meningkatkan keandalan sistem kelistrikan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) karena tidak hanya menganalisis permasalahan yang ada, tetapi juga merancang, membuat, menguji, dan mengevaluasi prototipe *sensor peringatan jarak aman* pada jaringan 20 kV. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2024 di Unit Layanan UP3 Pare-Pare, salah satu unit PLN yang mengelola jaringan distribusi listrik tegangan menengah, dengan pertimbangan lokasi tersebut memiliki JUTM (Jaringan Udara Tegangan Menengah) yang melintasi area permukiman padat penduduk sehingga potensi pelanggaran jarak aman cukup tinggi. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *mikrokontroler ESP8266* sebagai pengendali utama, *microwave sensor* untuk mendeteksi pergerakan, *Buzzer* untuk menghasilkan peringatan suara, *lampu LED* sebagai indikator visual, modul *SIM800L* untuk komunikasi seluler, serta aplikasi *Telegram* sebagai media notifikasi *real time*. Kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak tersebut dirancang agar dapat bekerja secara terpadu dalam mendeteksi dan memberikan peringatan terhadap kondisi tidak aman pada jaringan 20 kV. Kemudian, berikut adalah rancangan sistem dalam penelitian ini:



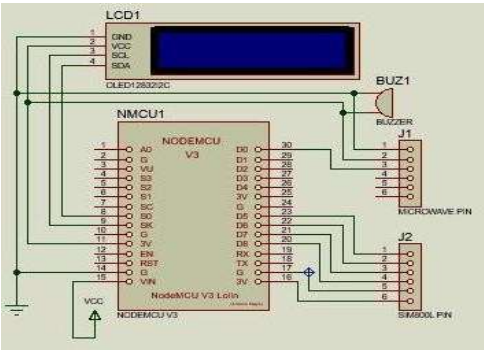
Gambar 1. Rancangan Sistem

Berdasarkan gambar 1 menunjukkan bahwa rancangan mengacu pada alur kerja sistem yang terintegrasi. Pertama, *microwave sensor* akan mendeteksi adanya gerakan dalam radius tertentu di sekitar jaringan. Sinyal deteksi tersebut kemudian dikirim ke *ESP8266* untuk diproses. Selanjutnya, *ESP8266* memberikan perintah ke *Buzzer* untuk mengeluarkan suara peringatan dan ke *lampu LED* untuk menyala sebagai tanda visual. Selain itu, *ESP8266* juga mengirimkan data ke modul *SIM800L* yang kemudian meneruskan notifikasi ke aplikasi *Telegram* pada perangkat pengguna. Dengan demikian, sistem ini mampu memberikan peringatan lokal secara langsung sekaligus mengirimkan informasi jarak jauh melalui jaringan seluler.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan kombinasi kuantitatif dan kualitatif melalui observasi langsung di lokasi jaringan 20 kV untuk mendokumentasikan kondisi fisik, operasional, serta potensi risiko, wawancara mendalam dengan teknisi, insinyur, dan manajer operasional PLN, serta studi dokumentasi atas laporan pemeliharaan, catatan gangguan, dan data historis jaringan. Data tambahan diperoleh dari sensor yang dipasang pada jaringan 20 kV yang merekam arus, tegangan, suhu, dan getaran secara *real time* menggunakan sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) atau platform IoT, sehingga diperoleh data primer dan sekunder yang saling melengkapi. Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif melalui analisis deskriptif, inferensial, tren, pola, serta simulasi dan pemodelan untuk mengevaluasi respons sensor pada berbagai kondisi tidak aman. Hasil analisis disintesis guna memberikan gambaran menyeluruh tentang efektivitas sistem sensor dalam meningkatkan keselamatan jaringan 20 kV sekaligus menjadi dasar rekomendasi praktis bagi PLN.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Perangkat Keras



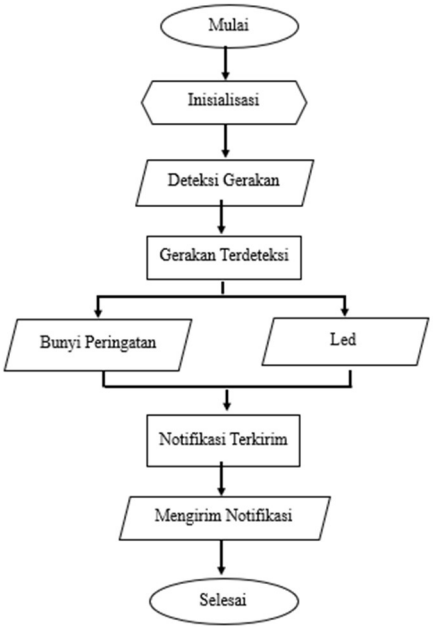
Gambar 2. Perancangan Perangkat Keras

Berdasarkan gambar 2 memperlihatkan bahwa perancangan perangkat keras sistem sensor peringatan jarak aman jaringan 20 kV ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali. NodeMCU dipilih karena memiliki fitur *built-in Wi-Fi* yang memungkinkan komunikasi data secara *real time* serta mendukung integrasi dengan

berbagai sensor dan modul tambahan. Pada rancangan ini, ESP8266 dihubungkan dengan tiga komponen utama, yaitu microwave sensor, *Buzzer*, dan modul SIM800L. Microwave sensor berfungsi untuk mendeteksi gerakan di sekitar radius tertentu, kemudian mengirimkan sinyal ke ESP8266. Jika terdeteksi adanya aktivitas yang berpotensi melanggar jarak aman, mikrokontroler akan memproses sinyal tersebut dan mengaktifkan *Buzzer* sebagai alarm peringatan lokal.

Selain itu, modul SIM800L yang terhubung ke ESP8266 berperan dalam mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram melalui jaringan seluler, sehingga pengawas dapat segera mengetahui potensi bahaya meskipun berada jauh dari lokasi. Rangkaian ini juga dilengkapi dengan LCD display untuk menampilkan status alat secara langsung di lapangan. Dengan integrasi antarperangkat tersebut, sistem mampu memberikan peringatan ganda, baik secara lokal melalui *Buzzer* maupun jarak jauh melalui Telegram. Hal ini menjadikan sistem lebih responsif dan efektif dalam meningkatkan keselamatan pada jaringan listrik 20 kV.

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

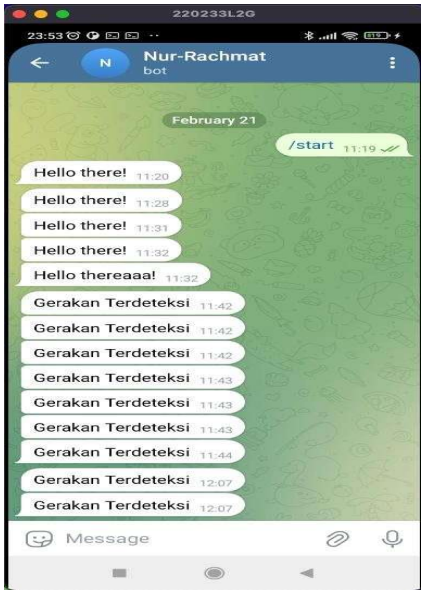


Gambar 3. Perancangan Perangkat Lunak

Berdasarkan gambar 3, perancangan perangkat lunak pada sistem sensor peringatan jarak aman jaringan 20 kV dibuat menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali. Proses kerja perangkat lunak diawali dengan tahap inisialisasi, yaitu pengaturan koneksi, konfigurasi pin, serta komunikasi dengan modul tambahan seperti microwave sensor, *Buzzer*, LED, LCD, dan SIM800L. Setelah inisialisasi selesai, sistem akan masuk ke pendeteksian gerakan yang memanfaatkan microwave sensor untuk memantau aktivitas pada area sekitar jaringan.

Apabila sensor mendeteksi adanya gerakan yang berpotensi melanggar jarak aman, maka ESP8266 akan mengeksekusi perintah sesuai dengan algoritma yang dirancang.

Sistem secara otomatis mengaktifkan *Buzzer* untuk menghasilkan bunyi peringatan lokal, sekaligus menyalakan LED sebagai indikator visual. Pada saat yang sama, ESP8266 juga mengirimkan instruksi ke modul SIM800L untuk meneruskan notifikasi melalui aplikasi Telegram secara *real time*. Dengan alur kerja ini, perangkat lunak mampu menjalankan fungsi utama sistem, yaitu memberikan peringatan ganda baik di lokasi kejadian maupun kepada pengawas yang berada jauh dari area jaringan, sehingga mendukung peningkatan keselamatan operasional jaringan listrik 20 kV. Berikut tampilan notifikasi telegram pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Notifikasi

3.3. Hasil Pengujian Komponen

3.3.1. *Sensor Motion Microwave Gravity*

Sensor ini mendeteksi gerakan dengan memanfaat gelombang dan bisa mendeteksi gerakan dalam radius sehingga 10 meter. Berikut dibawah merupakan gambar bahwa alat berjalan dengan lancar yaitu ketika lampu indikator menandakan bahwa ada gerakan terdeteksi.



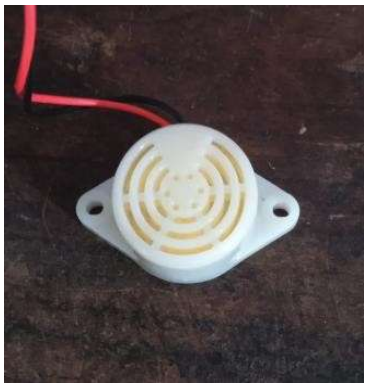
Gambar 5. Pengujian *Sensor Motion Microwave*

Tabel 1. Pengujian *Sensor Motion Microwave*

Aksi	Power LED	Indikator LED
Melakukan Gerakan	On	On (Bekedip)
Tiada Gerakan	On	Off

3.3.2. *Buzzer*

Buzzer merupakan sebuah alat yang mengeluarkan bunyi sesuai dengan program yang diprogramkan (Fauza, 2021)**.** Dibawah merupakan gambar pengujian dengan memastikan bahwa *Buzzer* berfungsi dengan mengeluarkan *Buzzer*.



Gambar 6. Pengujian *Buzzer*

Tabel 2. Pengujian *Buzzer*

Aksi	Suara
Memasang power	On
-	Off

3.3.3. LED

LED merupakan sebuah alat lampu yang menyala sesuai dengan program yang diprogramkan (Fauza, 2021)**.** Dibawah merupakan gambar pengujian dengan memastikan bahwa *buzzer* berfungsi dengan mengeluarkan *buzzer*.



Gambar 7. Pengujian LED

Tabel 3. Pengujian LED

Aksi	LED
Memasang power	On
-	Off

3.3.4. SIM800L

Sim800l merupakan sebuah alat gsm yang memungkinkan pengguna untuk melakukan proses gsm seperti panggilan dan sms, alat ini juga bisa menggunakan internet dengan memanfaatkan fitur gprs built-in (Brajamusti & Nurjanah, 2023). Berikut di bawah merupakan gambar pengujian sim800l yang mana lampu indikator aktif dan dapat mengirimkan pesan dalam bentuk gprs.



Gambar 8. Pengujian SIM 800 L

Tabel 4. Pengujian SIM800L

Aksi	Status
Test GPRS	*Pass*
Test SMS	*Pass*

3.3.5. ESP8266

Kontroller ini berfungsi menghubungkan semua komponen yaitu *sim800l* , *buzzer* dan *sensor motion microwave* (Witczak & Szymoniak, 2024). Dibawah merupakan gambar dimana semua alat terhubung ke *esp8266.*



Gambar 9. Pengujian ESP8266

Tabel 5. Pengujian ESP8266

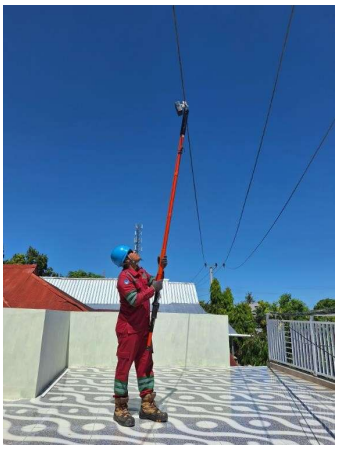
Aksi	Status
Power On	*Pass*
Upload Script	*Pass*
Test Script	*Pass*

3.4. Pengujian Lapangan



Gambar 10. Pengujian Alat

Pada Gambar 10 merupakan gambar alat jika gerakan terdekti, alat akan mengeluarkan suara dan menyalakan LED yang mana dapat didengar dan dilihat secara visualisasi dilapangan sehingga bisa memberikan sinyal alarm tanda bahaya. Kemudian alat tersebut akan mengirimkan notifikasi melalui telegram sebagai interface atau notifikasi bagi peneliti, sehingga peneliti dapat memonitoring kondisi dilapngan secara online dan *realtime*.

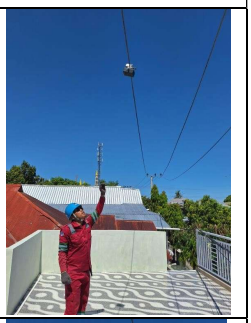
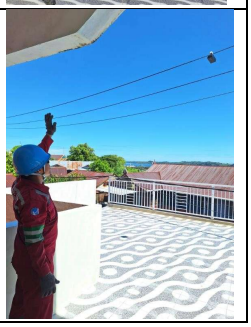


Gambar 11. Pemasangan Alat di Lapangan

Gambar 11 menunjukkan implementasi alat pada jaringan kabel PLN 20 kV. Dengan menggunakan alat bantu *hook pole*, peneliti dapat memasang perangkat pada jaringan yang masih bertegangan sehingga aspek keselamatan kerja (*safety*) tetap terjaga selama proses pengujian. Setelah perangkat terpasang sebagaimana ditunjukkan pada

Gambar 11, pengujian dilakukan dengan variasi jarak aman, *near miss*, dan bahaya yang telah ditetapkan sebelumnya. Berikut adalah tabel hasil pengujian lapangan:

Tabel 6. Hasil Pengujian Lapangan

Jarak	Buzzer	Notifikasi	Status	Dokumentasi
2meter	Berbunyi	Terkirim	Gerakan Terdeteksi	
3 meter	Berbunyi	Terkirim	Gerakan Terdeteksi	
4 meter	Tidak Berbunyi	Tidak Terkirim	Gerakan Tidak Terdeteksi	

Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 6 dengan variasi jarak 2 meter (bahaya), 3 meter (*near miss*), dan 4 meter (aman). Pada jarak 2 meter, alat bekerja sesuai fungsi, ditandai dengan bunyi buzzer, nyala lampu LED, serta notifikasi *"Gerakan Terdeteksi"* pada aplikasi Telegram. Kondisi serupa juga terjadi pada jarak 3 meter, yang dikategorikan sebagai *near miss*. Rentang jarak 2–3 meter merupakan area yang tidak ditoleransi oleh PLN sehingga memerlukan perhatian khusus untuk mencegah potensi kelalaian manusia. Sementara itu, pada jarak 4 meter yang termasuk kategori aman, alat tidak memberikan respons seperti buzzer tidak berbunyi, LED tidak menyala, dan notifikasi tidak terkirim. Hasil ini menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik dalam membedakan kondisi bahaya, *near miss*, dan aman sesuai parameter yang ditentukan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, telah berhasil dirancang dan diuji alat instalasi sensor peringatan kondisi jarak aman jaringan 20 kV (INSPEKTA 20KV) yang menggunakan

NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, sensor motion microwave gravity sebagai detektor, buzzer sebagai peringatan suara, serta modul SIM800L untuk mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat berfungsi dengan baik, mampu mendeteksi gerakan pada radius 2–3 meter sebagai kategori bahaya dan *near miss*, sedangkan pada jarak 4 meter tidak terdeteksi sehingga dikategorikan aman. Selain itu, sistem juga terbukti dapat mengirimkan notifikasi *"Gerakan Terdeteksi"* ke Telegram secara real time, lengkap dengan informasi waktu kejadian. Alat memiliki kelebihan berupa radius deteksi yang cukup luas hingga mencapai 10–11 meter serta kemampuan integrasi notifikasi jarak jauh melalui aplikasi Telegram, sehingga mendukung efektivitas pengawasan jaringan listrik. Namun demikian, alat masih memiliki kekurangan berupa potensi kesalahan deteksi (*false detection*) akibat sensitivitas tinggi sensor microwave yang dapat memicu peringatan dan notifikasi meskipun tidak ada gerakan nyata. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa INSPEKTA 20KV bekerja dengan baik, efektif dalam mendeteksi potensi pelanggaran jarak aman, serta layak dijadikan sistem pendukung keselamatan pada jaringan distribusi listrik 20 kV.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini, baik dalam bentuk dukungan teknis, penelaahan naskah, maupun penyediaan fasilitas dan data.

REFERENSI

Agustian, D. (2024). Pemeliharaan Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV Dengan Metode Right of Way (ROW) Di PT PLN (Persero) Ulp Serang. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *12*(3S1). https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3S1.5413

Aruna, M. D., Rusba, K., & Liku, J. E. A. (2024). Analisis Keselamatan Pekerjaan Inspeksi Gardu Listrik Pada Pt Pln Wilayah Ulp Balikpapan Selatan. *JD Identifikasi*, *10*(2), 390–396. https://doi.org/https://doi.org/10.36277/identifikasi.v10i2.405

Brajamusti, J. K., & Nurjanah, C. K. (2023). Rancang Bangun Sistem Satelit Buatan Berbasis ESP32 Dengan Fitur Komunikasi Menggunakan Modul GSM SIM800L. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi Terapan*, *10*(1), 17. https://doi.org/10.25124/jett.v10i1.6123

Fauza, N. (2021). Rancang Bangun Prototipe Detektor Hujan Sederhana Berbasis Raindrop Sensor Menggunakan Buzzer dan Led. *Jurnal Kumparan Fisika*, *4*(3), 163–168. https://doi.org/10.33369/jkf.4.3.163-168

Gbenga, A. G., Ayoade, B. O., Samuel, O. O., Jamiu, B. O., Iskeel, A. S., Abayomi, O. A., Olufemi, S. S., Oluwatosin, A. A., & Arikpo, A. O. (2024). Development of distance measurement using ultrasonic based sensors. *International Journal of Engineering*

Research Updates, *6*(2), 035–040. https://doi.org/10.53430/ijeru.2024.6.2.0028

Kusumaningyas, A. B. (2022). Rancang Bangun Pemutus Aliran Listrik Sistem Tegangan Rendah Berbasis Internet Of Things (IoT) Pada Daerah Banjir. *Jurnal Poli-Teknologi*, *21*(2), 89–95. https://doi.org/10.32722/pt.v21i2.4724

Perdana, J. P., & Wellem, T. (2023). Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Untuk Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino Dan Sensor Ultrasonik. *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, *2*(2), 104–117. https://doi.org/10.24246/itexplore.v2i2.2023.pp104-117

Susilo, D. T. J., Dewi, R., Suprapto, E., & Djufri, S. U. (2024). Rancang Kontruksi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV Di Desa Tanjung Kasri Kecamatan Jangkat Kabupaten Merangin Provinsi Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, *6*(2), 23. https://doi.org/10.33087/jepca.v6i2.106

Tedi, T. O., Nursusanto, U., Prioyono, W., Rosyadi, S., & Hartoyo, H. (2025). Sistem Penerangan Jalan Pintar Otomatis-Manual Berbasis Pengabdian Masyarakat untuk Keselamatan Ketenagalistrikan. *Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *9*(1), 87–103. https://doi.org/https://doi.org/10.32696/ajpkm.v9i1.4729

Witczak, D., & Szymoniak, S. (2024). Review of Monitoring and Control Systems Based on Internet of Things. *Applied Sciences*, *14*(19), 8943. https://doi.org/10.3390/app14198943