

IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING PADA PEMICU LEDAKAN DEKTONATOR JARAK JAUH GUNA DISPOSAL MUNISI

Achmad Afif¹⁾, Hendarto Sihotang²⁾, Sucipto³⁾
dst.

¹⁾Desa Sekar Putih kec.Junrejo Asmil Poltekad

²⁾Desa Sekar Putih kec.Junrejo Asmil Poltekad

³⁾Kota Malang Jawa Timur

E - mail : achmad.afif.2305348@students.um.ac.id
dst.

ARTICLE TITLE (TEMPLATE FOR MANUSCRIPT FOR JURNAL TEKNOLOGI INDONESIA)

Abstract: *The application of a remote detonator trigger monitoring system is examined in this study in an attempt to improve the security and effectiveness of the ammunition disposal procedure. Through remote monitoring and management of detonators, the device reduces the likelihood of accidents and improves oversight of ammunition disposal protocols. Field testing is used in the design process of the monitoring system's hardware and software to assess the system's performance under various operational conditions. The study's findings demonstrate that this strategy can provide prompt intervention in emergency situations and offer real-time information regarding the detonator's state. We believe that installing this monitoring system will be a novel approach to increase effectiveness and security when disposing of munitions while reducing risks to those who are involved.*

Keywords: *Ammunition Disposal, Remote Detonator, and Monitoring System*

Abstrak: *Dalam studi ini, diaplikasikan sebuah sistem pemantauan pemicu detonator jarak jauh untuk meningkatkan keamanan dan efektivitas dalam prosedur pembuangan amunisi. Dengan pemantauan dan pengelolaan detonator secara jarak jauh, perangkat ini mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan dan meningkatkan pengawasan terhadap protokol pembuangan amunisi. Pengujian lapangan digunakan dalam proses desain perangkat keras dan perangkat lunak sistem pemantauan untuk menilai kinerja sistem dalam berbagai kondisi operasional. Hasil studi menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat memberikan intervensi cepat dalam situasi darurat dan menyediakan informasi real-time mengenai kondisi detonator. Kami percaya bahwa pemasangan sistem pemantauan ini akan menjadi pendekatan baru untuk meningkatkan efektivitas dan keamanan dalam pembuangan amunisi sambil mengurangi risiko bagi pihak-pihak yang terlibat.*

Kata kunci: *Pembuangan Amunisi, Detonator Jarak Jauh, dan Sistem Pemantauan*

PENDAHULUAN

Disposal Munisi merupakan salah satu Operasi kritis dalam bidang Militer yang memerlukan tingkat kehati-hatian yang tinggi. munisi yang tidak digunakan atau rusak perlu dikelola dengan tepat agar tidak menimbulkan bahaya bagi personel militer maupun masyarakat di sekitarnya, salah satu pendekatan yang paling umum dalam proses disposal adalah ledakan terkendali, di mana detonator digunakan untuk memicu ledakan yang aman dari jarak tertentu. Namun, proses ini menghadirkan sejumlah tantangan yang perlu diatasi, seperti risiko kecelakaan yang dapat terjadi akibat kegagalan teknis atau kesalahan manusia, serta kebutuhan akan pengawasan yang ketat untuk memastikan bahwa ledakan terjadi sesuai dengan rencana(Sianturi et al., 2024).

Dalam konteks ini, teknologi sistem monitoring pada pemicu ledakan detonator jarak jauh memainkan peran yang sangat penting. sistem ini dirancang untuk mengawasi dan mengendalikan pemicu ledakan dari jarak yang aman, sehingga mengurangi risiko bagi operator yang terlibat dalam proses disposal munisi(Abdalla et al., 2020).

Sistem monitoring yang efektif tidak hanya memberikan informasi yang real-time tentang status detonator, tetapi juga memungkinkan operator untuk melakukan intervensi cepat jika terjadi anomali atau masalah yang tidak terduga(Jurnal, 2024).

Di pusat kontrol, data tersebut dianalisis untuk menentukan apakah kondisi operasi aman atau apakah diperlukan tindakan lebih lanjut, keberhasilan implementasi sistem monitoring ini sangat bergantung pada integrasi yang baik antara perangkat keras dan perangkat lunak, serta kemampuan sistem untuk beroperasi dalam kondisi lingkungan yang ekstrim, dimana sering kali menjadi ciri khas lokasi disposal munisi.

Selain dari aspek teknis, implementasi sistem monitoring pada pemicu ledakan

detonator juga melibatkan pertimbangan terkait regulasi dan prosedur keselamatan. Setiap negara memiliki aturan dan standar tersendiri terkait hal disposal munisi, dan sistem monitoring ini harus memenuhi atau bahkan melampaui standar tersebut untuk dapat diimplementasikan secara luas. Oleh karena itu, pengembangan sistem ini harus mempertimbangkan faktor-faktor hukum undang-undang dan peraturan yang berlaku.

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji implementasi sistem monitoring pada pemicu ledakan detonator jarak jauh dalam rangka disposal munisi, dengan fokus pada aspek teknis, keselamatan, dan kepatuhan terhadap regulasi(Santoso et al., 2024).

Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan solusi inovatif yang tidak hanya meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam disposal munisi, tetapi juga dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi militer yang lebih maju, hasil penelitian ini diharapkan akan memberikan garis besar untuk implementasi sistem serupa di masa depan, serta menjadi dasar bagi pengembangan teknologi yang lebih canggih dalam bidang ini(Akbar et al., 2024).

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengembangan sistem monitoring itu sendiri, tetapi juga pada dampak yang lebih luas dari implementasi teknologi ini dalam konteks militer, pada akhirnya, sistem monitoring yang efektif akan berkontribusi pada peningkatan keselamatan personel militer, pengurangan risiko operasional, dan pengelolaan munisi yang lebih bertanggung jawab.

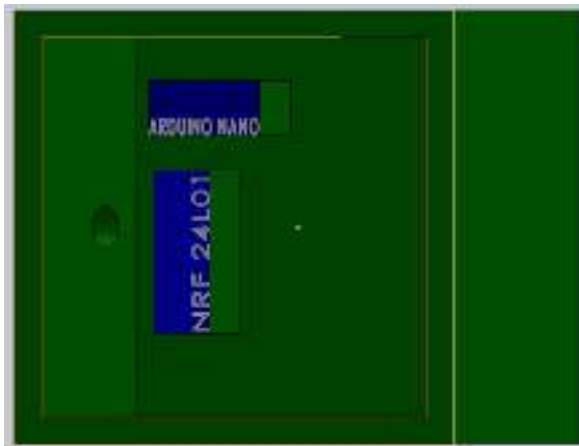
METODE PENELITIAN

Penelitian di bawah ini menggunakan pendekatan eksperimen yang bertujuan untuk menguji implementasi sistem monitoring pada pemicu ledakan detonator jarak jauh, eksperimen dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dan keandalan

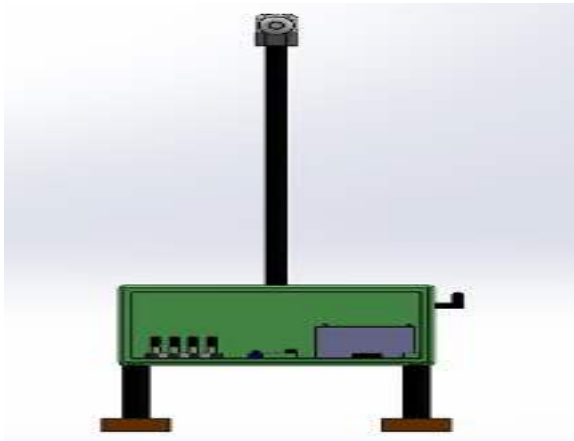
sistem monitoring yang diusulkan dalam skenario disposal munisi (Studi et al., 2020).

1. Tahap Perancangan:

Pada tahap perancangan ini, sistem monitoring pemicu ledakan jarak jauh dirancang menggunakan Arduino dan NRF24L01 sebagai mikrokontroler utama yang terhubung dengan modul Kamera ke modul komunikasi



Gbr.1. (Sumber Peneliti)



Gbr.2.(Suber Peneliti)

Adapun data yang harus di perhatikan adalah sebagai berikut.

No	Jenis Munisi	Kaliber	Berat (Kg)	Parameter yang Dimonitor	Kondisi Lingkungan Uji
1	Granat Tangan	40 mm	0.45	Suhu, Tekanan, Getaran	Suhu tinggi, getaran rendah

2	Mortir	81 mm	4.16	Suhu, Tekanan, Kelembaban	Suhu sedang, kelembaban tinggi
3	Peluru Artileri	105 mm	15	Suhu, Getaran, Posisi	Getaran tinggi, posisi stabil
4	Bom Udara	250 lb	113.4	Suhu, Tekanan, Kelembaban	Suhu rendah, tekanan tinggi
5	Ranjau Darat	Anti-tank	8.5	Suhu, Tekanan, Getaran	Tekanan sedang, getaran tinggi

2. Pengambilan Data

Adapun teknik pengambilan data pada sistem monitoring untuk penelitian Implementasi Sistem Monitoring pada Pemicu Ledakan Detonator Jarak Jauh Guna Disposal Munisi adalah data dikumpulkan secara otomatis dari berbagai sensor yang dipasang pada sistem monitoring, sensor yang digunakan meliputi sensor suhu, tekanan, kelembaban, getaran.

Data diambil pada interval waktu tertentu (misalnya setiap 1 detik) untuk memantau perubahan kondisi secara real-time, Data dikumpulkan setiap kali terjadi perubahan signifikan pada parameter yang dimonitor, seperti lonjakan suhu atau getaran berlebih.

3. Alur mikroprosesor

Mikroprosesor yang terhubung ke sensor akan menyimpan data sementara sebelum dikirimkan ke pusat monitoring.

- Data dari sensor dikirim ke pusat monitoring melalui jaringan komunikasi nirkabel seperti NRF24L01, data dikirim secara terus menerus ke pusat monitoring untuk analisis langsung, data dikirim dalam bentuk paket pada interval waktu tertentu atau saat sensor mendeteksi kondisi kritis, modul komunikasi

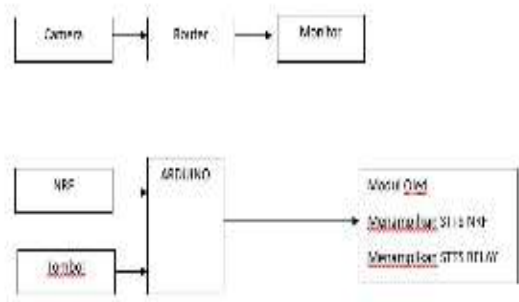
nirkabel yang terintegrasi dengan sistem monitoring, seperti NRF25I01(Rama & Qadriina, 2024).

- b. Sistem monitoring dilengkapi dengan kamera dan mikrofon untuk merekam video dan suara di sekitar lokasi disposal munisi, membantu dalam analisis situasi secara lebih komprehensif, kamera dan mikrofon merekam terus-menerus selama proses disposal, rekaman hanya dilakukan saat sensor mendeteksi pergerakan atau perubahan signifikan di sekitar area kamera CCTV dan mikrofon yang dihubungkan ke sistem monitoring.
- c. Pengumpulan data secara manual juga di lakukan sebagai tambahan atau verifikasi dari data yang dikumpulkan oleh sensor otomatis, operator mencatat kondisi visual atau suara yang tidak terdeteksi oleh sensor, memeriksa data dari sensor dan mencocokkannya dengan pengamatan langsung di lapangan, pormulir pencatatan manual atau perangkat mobile dengan aplikasi pencatatan data yang diambil dari uji coba sistem monitoring sebelum penerapan nyata untuk memastikan semua sensor dan sistem komunikasi bekerja dengan baik.
- d. Pengujian dilakukan pada parameter yang diketahui untuk memastikan sensor memberikan hasil yang akurat, sistem diuji di bawah kondisi ekstrem (misalnya, suhu tinggi atau getaran kuat) untuk melihat batas kinerja sensor dan system, pengumpulan data Alarm dan respon data

dikumpulkan berdasarkan alarm dan tindakan otomatis yang dihasilkan oleh sistem saat kondisi berbahaya terdeteksi.

N o .	Nam a Sens or	Jenis Data yang Dikump ulkan	Freku ensi Pengu mpula n	Hasil Monit oring	Analisis Perform a
1	NRF 25I0 1	Data komuni kasi nirkabel	Real- time	Stabil/ Drop	Fluktuasi kekuatan sinyal di jarak 300 meter
2	Kam era	Visualis asi area	Real- time	Jernih/ Buram	Kualitas gambar menurun di malam hari
3	Mikr ofon	Audio lingkun gan	Real- time	Jelas/ Samar	Level kebisinga n meningka t pada jarak tertentu
4	Sens or Jara k	Data jarak 300 meter	Period ik (Terga ntung Event)	Akurat /Tidak Akurat	Kesalah an pengukur an pada permuka an tidak rata

- 4. Pengumpulan Data Pasca-Disposal,data yang dikumpulkan setelah proses disposal selesai untuk mengevaluasi keseluruhan performa sistem monitoring. analisis dilakukan pada semua data yang dikumpulkan selama proses disposal untuk mengidentifikasi area perbaikan.
- 5. Blok diagram ini akan memberikan gambaran sistem yang terdiri dari beberapa komponen elektronik yang terkait satu sama lainMasing-masing bagian dijelaskan di sini, dari diagram ini:Bagian Atas (Sistem Kamera dan Monitoring):



Gbr.3.(Sumber Peneliti)

A. Bagian atas :

1. Camera

Kamera ini digunakan untuk menangkap gambar atau video dari lingkungan sekitarnya dan output dari kamera kemudian dikirim ke router.

2. Router

Router berfungsi sebagai penghubung jaringan yang memungkinkan data dari kamera dapat diteruskan ke monitor dan router mengatur aliran data, memastikan bahwa gambar atau video dari kamera dikirim secara efisien ke monitor.

3. Monitor

Monitor digunakan untuk menampilkan gambar atau video yang diambil oleh kamera dan ini memungkinkan pengguna melihat apa yang sedang dipantau oleh kamera.

B. Bagian bawah :

1. NRF

NRF (modul komunikasi NRF24L01) adalah modul komunikasi nirkabel yang digunakan untuk komunikasi dan penerimaan informasi, modul ini mengirimkan status atau data ke Arduino.

2. Tombol

Tombol ini digunakan sebagai input manual untuk mengontrol atau mengirim perintah ke Arduino, seperti mengaktifkan atau mematikan relay atau perangkat lain.

3. Arduino

Arduino adalah mikrokontroler yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dalam sistem ini dan arduino menerima input dari modul NRF dan tombol, memproses informasi, dan kemudian memberikan output sesuai dengan program yang dijalankan.

4. Modul OLED

Modul OLED adalah layar kecil yang digunakan untuk menampilkan informasi atau status dari sistem, dalam diagram ini, OLED digunakan untuk menampilkan dua status:

- STTS NRF: Status dari modul NRF, menunjukkan apakah komunikasi nirkabel berhasil atau ada data yang diterima.
- STTS RELAY: Status dari relay, menunjukkan apakah relay sedang aktif atau nonaktif.

Hubungan Antara Komponen:

- Dari Camera ke Monitor: Gambar atau video dari kamera dikirim ke monitor melalui router untuk ditampilkan.

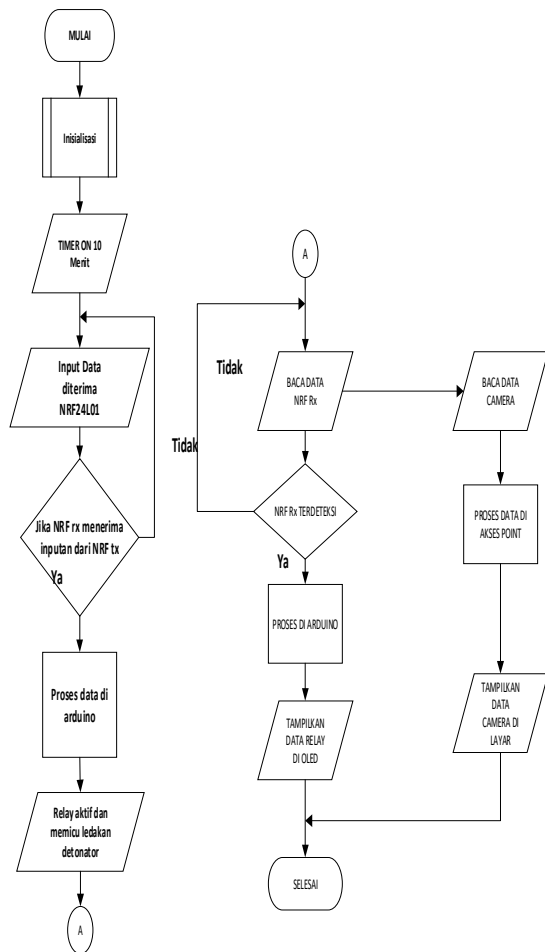
- Dari NRF dan Tombol ke Arduino: Data atau sinyal dari NRF dan tombol diterima oleh Arduino untuk diproses.

- Dari Arduino ke Modul OLED: Setelah memproses data, Arduino menampilkan status dari NRF dan relay ke modul OLED untuk dilihat oleh pengguna.

No.	Jenis Data	Teknik Pengambilan Data	Alat/Instrumen
1	Data Sensor	Sampling Periodik, Event-Triggered	Sensor Suhu, Tekanan, Kelembaban, Getaran, GPS
2	Data Komunikasi Nirkabel	Real-time Transmission, Batch Transmission	Modul NRF24L01
3	Data Visual dan Audio	Continuous Recording, Motion-Activated	Kamera CCTV, Mikrofon
4	Data Manual	Observation Logs, Data Cross-Checking	Formulir pencatatan, Perangkat Mobile
5	Data Pengujian (Test Data)	Benchmark Testing, Stress Testing	Simulasi Perangkat, Lingkungan Uji

6	Data Alarm dan Respons	Alarm Logs, Response Time Measurement	Log Perangkat Lunak
7	Data Pasca-Disposal	Post-Event Analysis, Debriefing Reports	Sistem Database, Laporan Operator

FLOWCHART



Gbr.4.(Sumber Peneliti)

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan dan masalah penelitian tentang kehandalan dan efektivitas. sistem monitoring pada pemicu ledakan detonator jarak jauh dalam proses disposal munisi.

1. Menjawab Masalah dan Pertanyaan penelitian penelitian ini dimulai dengan pertanyaan utama: "Apakah sistem monitoring pada pemicu

detonator jarak jauh dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi dalam proses disposal munisi?" pada hasil penelitian berikut menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya meningkatkan keselamatan dengan memberikan informasi real-time dan memungkinkan intervensi cepat, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi kebutuhan intervensi manual dan potensi kesalahan manusia. Dengan demikian, rumusan masalah dan pertanyaan penelitian telah terjawab melalui bukti empiris yang disajikan.

2. Bagaimana tentang penemuan yang Diperoleh dan Temuan-temuan dalam penelitian ini diperoleh dengan melalui eksperimen lapangan yang melibatkan berbagai macam skenario operasional dan dengan kondisi di lingkungan yang berbeda-beda, seperti suhu tinggi, kelembaban tinggi, dan getaran kuat. Data dikumpulkan menggunakan berbagai sensor yang terintegrasi dalam sistem monitoring, termasuk sensor suhu, tekanan, kelembaban, dan getaran. data ini kemudian dianalisis untuk mengukur kinerja dan keandalan sistem dalam mendeteksi perubahan kondisi pada lingkungan dan status detonator.
3. Arti Hasil Penelitian Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada bagian yang terdapat pada sistem monitoring yang diimplementasikan dengan efektif dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional dalam proses disposal munisi. Dengan kemampuan memberikan informasi real-time dan mengirimkan peringatan ketika kondisi berbahaya terdeteksi, sistem ini memungkinkan respons cepat yang dapat mencegah kecelakaan yang potensial. Ini penting dalam konteks operasi disposal munisi di mana setiap detik dapat membuat perbedaan antara operasi

yang aman dan kecelakaan yang berpotensi fatal.

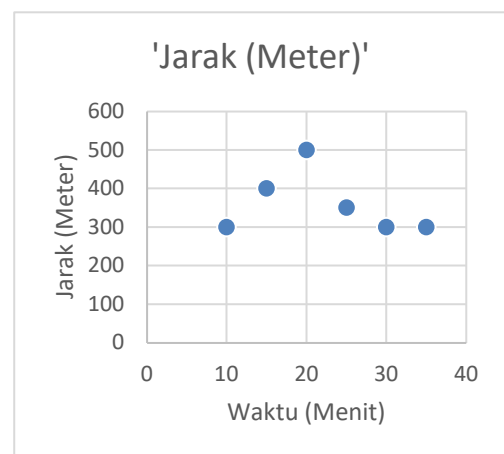
4. Bagaimana Hasil Penelitian Dapat Memecahkan pada setiap Masalah Masalah utama yang dihadapi dalam disposal munisi adalah risiko kecelakaan yang disebabkan oleh kegagalan teknis atau kesalahan manusia. Dengan adanya sistem monitoring ini, risiko tersebut dapat diminimalisir karena sistem mampu mendeteksi anomali lebih awal dan memberikan peringatan yang memadai. Selain itu, dengan peningkatan efisiensi dalam pengumpulan data dan respons yang lebih cepat, proses disposal menjadi lebih terkendali dan terukur.

5. Perbedaan dan Persamaan dengan Penelitian Terdahulu.

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang fokus pada kontrol manual dalam disposal munisi, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih modern dan berbasis teknologi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi monitoring dapat meningkatkan keamanan, tetapi kurang mengkaji implementasi sistem yang terintegrasi dengan berbagai sensor dan teknologi nirkabel. Penelitian ini, di sisi lain, tidak hanya menekankan pada aspek monitoring tetapi juga pada integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak untuk mencapai efisiensi dan keamanan yang lebih tinggi. Kesamaan dengan penelitian terdahulu adalah fokus pada peningkatan keselamatan dan pengurangan risiko. Namun, penelitian ini membawa pendekatan baru dengan menggunakan teknologi komunikasi nirkabel dan real-time monitoring yang belum banyak dieksplorasi sebelumnya.

6. Kemungkinan Pengembangan Berdasarkan hasil dan temuan penelitian ini, terdapat

beberapa kemungkinan pengembangan di masa depan. Salah satunya adalah peningkatan kemampuan sensor untuk mendeteksi parameter lingkungan yang lebih beragam, seperti radiasi atau bahan kimia berbahaya, yang dapat meningkatkan cakupan aplikasi sistem ini. Selain itu, integrasi dengan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk analisis data yang lebih canggih dapat meningkatkan kemampuan prediktif sistem dalam mendeteksi potensi kegagalan sebelum terjadi. Pengembangan lebih lanjut juga dapat melibatkan peningkatan daya tahan dan keandalan sistem dalam kondisi lingkungan yang lebih ekstrem, serta adaptasi teknologi ini untuk aplikasi di sektor lain yang memerlukan monitoring keamanan jarak jauh, seperti industri minyak dan gas atau penanganan bahan kimia berbahaya. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi praktis untuk masalah yang ada, tetapi juga memungkinkan inovasi lebih lanjut dalam teknologi monitoring dan keselamatan operasional.



Grafik 1.(Sumber Peneliti)

PENUTUP

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa implementasi sistem monitoring pada

pemicu ledakan detonator jarak jauh dapat secara signifikan meningkatkan keselamatan dan efisiensi dalam proses disposal munisi. Dengan memberikan informasi real-time mengenai kondisi lingkungan dan status detonator, sistem ini memungkinkan respons cepat terhadap situasi darurat, mengurangi risiko kecelakaan, dan meningkatkan pengawasan secara keseluruhan. Temuan penelitian ini juga mengindikasikan bahwa teknologi monitoring yang terintegrasi dengan komunikasi nirkabel dan berbagai sensor dapat menjadi solusi inovatif untuk tantangan operasional yang kompleks di sektor militer dan industri lainnya. Perbedaan dengan penelitian terdahulu dan potensi pengembangan lebih lanjut menunjukkan bahwa teknologi ini memiliki prospek yang luas untuk diadaptasi dan ditingkatkan di masa depan. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan teknologi militer yang lebih maju dan aman serta membuka peluang bagi aplikasi serupa di berbagai bidang yang memerlukan pengawasan dan pengendalian jarak jauh. Diharapkan, implementasi sistem monitoring ini dapat menjadi standar baru dalam prosedur keselamatan disposal munisi dan operasi kritis lainnya

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, A. O., Abdalla, A. Z., Muftah, M. N., & Alsahulli, M. S. (2020). *Monitoring and Controlling Temperature Sensors by Wireless Network Using NRF24L01*. 7(8), 82–89.
- Akbar, R. S., Kholid, F., Kasiyanto, K., Widiatmoko, D., & Achmad, A. (2024). *Design of Fuel Monitoring Application for Reservoir Tanks in Army Fuel Supply Point on Military Logistics Corps Based on Internet of Things*. *International Journal of Engineering and Computer Science Applications (IJECSA)*, 3(1), 19–32. <https://doi.org/10.30812/ijecsa.v3i1.3737>
- Jurnal, T. (2024). *Template Jurnal Poltekad1.docx*.
- Rama, F., & Qadriina, H. I. (2024). Evaluasi pelaksanaan rehabilitasi dan rekonstruksi: Konsep dan metode teknis monitoring. *Information, Communications, and Disaster*, 1(1), 1–13.
- Santoso, I. F., Sertiawan, H., Sridaryono, A., & Widiatmoko, D. (2024). *Monitoring the security system at pistol storage based on a web server in Army Units*. 11(2), 275–280.
- Sianturi, A. W., Widiatmoko, D., Kholid, F., & Saputra, J. (2024). *Sistem monitoring pendeteksi kantuk prajurit menggunakan pulse sensor berbasis android untuk kesiapsiagaan dalam melaksanakan tugas The monitoring system for detecting soldier drowsiness uses an Android- based pulse sensor for readiness in carrying out tasks*. 5, 112–120. <https://doi.org/10.37373/infotech.v5i1.1174>
- Studi, P., Komputer, T., Indonesia, U. K., Studi, P., Informatika, M., & Indonesia, U. K. (2020). *Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home*. 10, 40–51. <https://doi.org/10.34010/jati.v10i1>