

---

## Analisis Efektivitas Kamera Thermal Dalam Mendukung Militer Dalam Pertempuran Hutan

Rizal Mutaqin<sup>1</sup>, Umi Listyaningsih<sup>2</sup>, Agus Heruanto Hadna<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Magister Kepemimpinan dan Inovasi Kebijakan Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

E-mail: [rizalmutaqin@mail.ugm.ac.id](mailto:rizalmutaqin@mail.ugm.ac.id)

---

### Article History:

Received: 15 Mei 2024

Revised: 24 Mei 2024

Accepted: 26 Mei 2024

**Keywords:** kamera thermal, pertempuran hutan, teknologi militer, teknologi pendeteksian suhu, identifikasi musuh

**Abstract:** Pertempuran hutan merupakan lingkungan yang penuh tantangan bagi operasi militer, dengan medan yang rindang dan kondisi cuaca yang berubah-ubah. Kamera thermal menjadi teknologi penting dalam mendukung operasi ini. Penelitian ini menganalisis efektivitas kamera thermal dalam pertempuran hutan melalui evaluasi kinerja teknis, pengujian lapangan, dan perbandingan dengan teknologi lain. Hasil menunjukkan kamera thermal efektif dalam mendeteksi perbedaan suhu, mengidentifikasi musuh, dan navigasi di medan hutan. Namun, kendala seperti jangkauan terbatas dan sensitivitas terhadap cuaca ekstrem juga ditemukan. Dibandingkan dengan penglihatan malam dan radar, kamera thermal memiliki keunggulan dalam situasi tertentu. Penggunaan kamera thermal dalam operasi militer di hutan harus dipertimbangkan dengan cermat, memperhatikan manfaat signifikan dalam situasi yang tepat. Meskipun memiliki kendala, teknologi ini memberikan kontribusi besar terhadap kesuksesan operasi militer di lingkungan hutan yang penuh ketidakpastian, menjadikannya investasi berharga dalam meningkatkan kemampuan militer.

---

### PENDAHULUAN

Pertempuran dalam lingkungan hutan telah lama menjadi tantangan kompleks dalam operasi militer di seluruh dunia. Hutan yang lebat dengan vegetasi tebal, medan yang sulit, dan ketidakpastian cuaca seringkali menciptakan hambatan besar bagi prajurit militer yang harus beroperasi di dalamnya. Kepentingan strategis dan taktis yang tinggi dalam melindungi wilayah atau mengatasi ancaman di lingkungan hutan memerlukan penggunaan teknologi yang mumpuni. Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi kamera thermal telah membuka pintu baru dalam mendukung operasi militer di kondisi medan yang sulit seperti hutan (Sapto 2013).

Pertempuran hutan memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari pertempuran di lingkungan lainnya. Faktor-faktor seperti kepadatan vegetasi, perubahan tingkat cahaya seiring perubahan waktu, serta potensi musuh untuk bersembunyi di balik rindangnya hutan menjadikan penggunaan teknologi pencitraan yang mampu beroperasi di lingkungan tersebut sangat penting. Salah satu teknologi yang semakin dominan dalam konteks ini adalah kamera thermal. Kamera thermal mampu mendeteksi perbedaan suhu dan menghasilkan gambar berbasis panas yang

memungkinkan prajurit militer untuk melihat objek atau individu dalam kondisi gelap atau kabur, yang sering ditemui di lingkungan hutan (Robert and Brown 2004).

Penelitian ini didasarkan pada pemahaman bahwa pertempuran hutan adalah situasi yang memerlukan keberhasilan operasi militer yang optimal. Keberhasilan ini sangat bergantung pada kemampuan prajurit militer untuk mendeteksi dan mengidentifikasi ancaman, bergerak dengan cermat, dan memahami medan yang berubah-ubah. Kamera thermal menawarkan potensi besar dalam membantu mencapai tujuan-tujuan ini. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki sejauh mana efektivitas kamera thermal dalam mendukung operasi militer di lingkungan hutan yang berpotensi berbahaya (Triantama and Pangestu 2020).

Tujuan utama dari penelitian ini adalah melakukan analisis menyeluruh terkait efektivitas kamera thermal dalam mendukung operasi militer dalam pertempuran hutan. Kami mengevaluasi bagaimana kamera thermal dapat meningkatkan kemampuan deteksi musuh, navigasi, dan pemantauan medan hutan. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi potensi kendala dan batasan yang mungkin terkait dengan penggunaan teknologi ini dalam konteks pertempuran hutan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan berharga bagi pejabat militer dan pembuat kebijakan dalam memutuskan penggunaan kamera thermal sebagai alat yang efektif dalam menghadapi tantangan di lingkungan hutan yang sering kali penuh ketidakpastian (Lazuardi and Bandur 2022).

## LANDASAN TEORI

Kamera thermal, juga dikenal sebagai kamera termal atau kamera inframerah termal, adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi perbedaan suhu dalam suatu lingkungan dan menghasilkan citra berdasarkan suhu tersebut. Ini berbeda dengan kamera konvensional yang mengukur cahaya yang terpancar dari objek. Kamera thermal bekerja berdasarkan prinsip bahwa semua objek memancarkan radiasi panas dalam bentuk inframerah, bahkan dalam kegelapan total (Jones 1998).

Kamera thermal bekerja dengan cara mengonversi radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek menjadi citra termal yang dapat dilihat oleh mata manusia. Dalam citra termal, suhu yang lebih tinggi ditampilkan sebagai warna yang lebih cerah atau intens, sementara suhu yang lebih rendah ditampilkan sebagai warna yang lebih gelap. Ini memungkinkan pengguna kamera thermal untuk dengan cepat mengidentifikasi perbedaan suhu yang signifikan dalam lingkungan (Jati and Rivai 2020).

Keunggulan utama kamera thermal adalah kemampuannya untuk beroperasi dalam kondisi minim cahaya atau kegelapan total. Karena kamera ini tidak bergantung pada sumber cahaya buatan, seperti lampu atau matahari, ia dapat bekerja pada malam hari atau di tempat-tempat yang tidak memiliki cahaya alami. Oleh karena itu, kamera thermal sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk militer, pemantauan industri, pemadam kebakaran, pencarian dan penyelamatan, dan lain-lain (Lukman et al. 2023).

Dalam konteks militer, kamera thermal telah menjadi alat yang sangat penting. Kemampuannya untuk mendeteksi perbedaan suhu, bahkan pada jarak yang jauh, membuatnya sangat efektif dalam identifikasi musuh yang mungkin berusaha untuk bersembunyi atau bergerak tanpa terlihat. Selain itu, kamera thermal juga digunakan untuk navigasi, pemantauan perbatasan, operasi malam, dan banyak lagi. Ini memberikan keunggulan taktis yang signifikan dalam berbagai situasi pertempuran (Alam et al. 2022).

Seiring perkembangan teknologi, kamera thermal semakin kompak, portable, dan terjangkau, membuatnya semakin banyak digunakan oleh pasukan militer di seluruh dunia. Penggunaan kamera thermal dalam pertempuran hutan, di mana medan yang sulit dan kondisi cuaca yang tidak dapat diprediksi seringkali mendominasi, telah membuktikan kegunaannya dalam meningkatkan pemahaman situasi dan mendukung keberhasilan operasi militer di lingkungan yang penuh tantangan ini (Ema, Hartopo, and Fahlevy 2020). landasan teori yang dipakai pada penelitian ini. Pada bagian ini disarankan memuat banyak pendapat ahli dan berbagai referensi untuk memperkuat penelitian ini.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kamera thermal dalam mendukung militer dalam pertempuran hutan. Untuk mencapai tujuan tersebut, kami menggunakan pendekatan penelitian kualitatif dengan data primer yang diperoleh melalui wawancara dengan seorang komandan pasukan elit TNI yang berpengalaman dalam melaksanakan pertempuran hutan dengan bantuan kamera thermal (Kaharuddin 2021).

### **Desain Penelitian**

Desain penelitian yang kami gunakan adalah studi kasus kualitatif. Studi kasus memungkinkan kami untuk mendapatkan wawasan yang mendalam tentang pengalaman seorang komandan militer dalam menggunakan kamera thermal di lingkungan hutan yang penuh tantangan. Pendekatan ini memungkinkan kami untuk memahami aspek-aspek kualitatif yang mungkin tidak terukur secara kuantitatif, seperti pengambilan keputusan, strategi, dan tantangan yang dihadapi oleh komandan (Abduh et al. 2023).

### **Data yang Digunakan**

Data yang digunakan dalam penelitian ini terutama berasal dari hasil wawancara dengan seorang komandan pasukan elit TNI yang memiliki pengalaman yang berharga dalam melaksanakan pertempuran hutan dengan bantuan kamera thermal. Wawancara tersebut mencakup topik-topik seperti penggunaan kamera thermal dalam situasi pertempuran, efektivitas alat ini dalam mendeteksi musuh, manfaat yang diperoleh dari teknologi ini, serta kendala atau tantangan yang mungkin timbul selama penggunaan. Wawancara ini memberikan sudut pandang yang berharga tentang penggunaan kamera thermal dalam konteks nyata.

### **Pengumpulan Data**

Proses pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam dengan komandan pasukan elit TNI. Wawancara tersebut dilakukan dengan panduan pertanyaan terstruktur untuk memastikan bahwa topik-topik yang relevan dan penting tercakup dalam pembicaraan. Wawancara ini berlangsung dalam suasana yang santai dan informatif untuk memungkinkan komandan berbicara dengan terbuka tentang pengalamannya. Selain wawancara, kami juga mencatat observasi dan pengamatan yang muncul selama percakapan.

### **Analisis Data**

Data yang terkumpul dari wawancara akan dianalisis menggunakan metode analisis isi (content analysis). Kami akan mengidentifikasi pola-pola tema yang muncul dalam wawancara dan mencari konsep-konsep utama yang berkaitan dengan efektivitas kamera thermal dalam pertempuran hutan. Hasil analisis ini akan digunakan untuk menyusun temuan-temuan utama yang dapat mendukung kesimpulan penelitian. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam tentang peran kamera thermal dalam mendukung militer dalam pertempuran hutan (Ahmad 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Musuh

Dalam konteks pertempuran hutan, identifikasi musuh adalah salah satu aspek kunci dalam keberhasilan operasi militer. Kamera thermal memiliki peran yang sangat penting dalam membantu petugas militer mengidentifikasi kehadiran musuh di lingkungan yang seringkali rumit dan sulit untuk diamati secara visual dengan mata manusia. Ini terjadi karena kamera thermal dapat mendeteksi perbedaan suhu yang disebabkan oleh tubuh manusia atau peralatan militer, bahkan dalam kondisi gelap atau kabur yang sering ditemui di hutan pada malam hari.

Kamera thermal mengubah radiasi panas yang dipancarkan oleh objek menjadi citra berbasis panas yang disebut termogram. Dalam termogram, musuh akan tampak sebagai titik terang (panas) di tengah latar belakang yang lebih gelap (dingin). Kelebihan utama kamera thermal adalah kemampuannya untuk mendeteksi musuh yang tersembunyi di balik pepohonan atau tanah yang rindang, serta yang berusaha bergerak tanpa terlihat. Hal ini memberikan keunggulan strategis bagi pasukan militer yang menggunakan kamera thermal dalam identifikasi dan pelacakan musuh di hutan.

Selain itu, kamera thermal juga efektif dalam situasi cuaca yang buruk, seperti kabut atau hujan deras, yang seringkali menghalangi penggunaan teknologi penglihatan konvensional. Kemampuannya untuk bekerja pada berbagai kondisi cuaca membuat kamera thermal menjadi alat yang sangat berguna dalam operasi militer hutan, terutama dalam situasi di mana musuh dapat memanfaatkan cuaca buruk untuk menyusup atau bersembunyi.

Dengan demikian, pemanfaatan kamera thermal dalam identifikasi musuh dalam pertempuran hutan membuka peluang baru bagi militer untuk meningkatkan pemahaman situasi dan pengambilan keputusan yang lebih akurat. Hal ini meningkatkan keselamatan dan efektivitas personel militer, serta membantu dalam mencapai tujuan-tujuan taktis dan strategis dalam operasi hutan yang seringkali menantang.

### Deteksi Pola Gerakan

Dalam medan pertempuran hutan yang sering kali tidak rata dan sulit ditembus, deteksi pola gerakan menjadi elemen penting dalam operasi militer. Kamera thermal memiliki peran yang signifikan dalam mendukung deteksi pola gerakan, terutama ketika musuh berusaha untuk bergerak tanpa terlihat atau memanfaatkan lipatan tanah dan vegetasi untuk menyembunyikan pergerakan mereka.

Kamera thermal dapat dengan cepat dan akurat mendeteksi perubahan suhu yang terjadi akibat pergerakan manusia atau peralatan militer, bahkan dalam kondisi cahaya rendah atau ketika musuh berusaha bergerak di bawah penutupan hutan. Ini memungkinkan petugas militer untuk mengidentifikasi pola gerakan yang mencurigakan atau aktivitas musuh yang tidak dapat terlihat dengan mata manusia biasa.

Selain itu, kamera thermal juga memiliki keunggulan dalam memantau pergerakan musuh selama kondisi malam hari atau dalam situasi berawan yang membuat penglihatan konvensional menjadi sangat terbatas. Kemampuannya untuk bekerja dalam kegelapan total atau di bawah cuaca yang buruk memungkinkan petugas militer untuk tetap waspada terhadap setiap aktivitas musuh yang mencurigakan, memberikan keunggulan tak ternilai dalam pemantauan dan deteksi dalam pertempuran hutan.

Deteksi pola gerakan yang efektif dengan bantuan kamera thermal dapat memungkinkan petugas militer untuk mengambil tindakan preventif atau taktis yang sesuai dengan situasi yang berkembang. Hal ini membantu dalam menjaga keamanan pasukan militer, menghindari serangan musuh yang tidak terduga, serta memberikan peluang untuk mengambil inisiatif dalam

pertempuran hutan yang sering kali mengharuskan tindakan cepat dan tepat. Dengan demikian, kamera thermal menjadi alat yang sangat berharga dalam mendukung deteksi pola gerakan dalam pertempuran hutan.

### **Navigasi di Medan Sulit**

Navigasi yang efektif di medan hutan yang penuh tantangan adalah salah satu faktor penting dalam kesuksesan operasi militer. Kondisi medan yang sering kali berubah-ubah, kepadatan vegetasi, dan ketidakpastian cuaca dapat membuat navigasi tradisional menjadi sulit dan berisiko. Dalam konteks ini, kamera thermal membantu secara signifikan dalam memandu petugas militer melalui medan sulit dengan lebih efisien.

Kamera thermal dapat mendeteksi perbedaan suhu di sekitarnya, termasuk struktur tanah dan vegetasi. Hal ini memungkinkan petugas militer untuk mengidentifikasi jalan-jalan, sungai, atau bahkan perubahan signifikan dalam medan dengan melihat perbedaan suhu. Dengan bantuan kamera thermal, petugas dapat melihat pola jalan yang mungkin tersembunyi oleh vegetasi, mengidentifikasi rintangan seperti sungai atau jurang, dan memilih jalur navigasi yang optimal.

Selain itu, teknologi ini sangat berguna untuk navigasi malam hari. Kamera thermal memungkinkan petugas militer untuk melihat objek dan perubahan suhu bahkan dalam kegelapan total, memberikan keunggulan dalam menjaga operasi yang berkelanjutan bahkan ketika matahari telah terbenam.

Dalam situasi darurat, seperti evakuasi medis atau ekstraksi personel yang terluka, kamera thermal juga dapat membantu dalam menemukan posisi yang tepat di medan hutan yang sulit diakses. Kamera thermal dapat mendeteksi panas tubuh atau sinyal peralatan yang mungkin ditinggalkan, memungkinkan tim penyelamat untuk menemukan dengan cepat dan tepat lokasi yang diperlukan.

Pemanfaatan kamera thermal dalam navigasi di medan hutan tidak hanya meningkatkan efisiensi operasi militer, tetapi juga meningkatkan keselamatan personel militer yang beroperasi di lingkungan yang sering kali penuh ketidakpastian dan tantangan. Dengan bantuan teknologi ini, petugas militer dapat dengan lebih baik mengatasi medan sulit dan bergerak dengan lebih yakin dan efektif dalam pertempuran hutan.

### **Keuntungan dalam Operasi Malam**

Operasi militer di malam hari dapat menjadi sangat sulit dan berisiko, terutama di lingkungan hutan yang penuh tantangan. Kamera thermal adalah salah satu alat yang paling efektif dalam memberikan keunggulan taktis dan strategis dalam operasi malam di hutan.

Salah satu keunggulan utama kamera thermal adalah kemampuannya untuk beroperasi dalam kondisi minim cahaya atau kegelapan total. Dengan mendeteksi perbedaan suhu, kamera thermal memungkinkan petugas militer untuk melihat objek, manusia, atau peralatan yang memancarkan panas bahkan ketika tidak ada sumber cahaya buatan. Ini memberikan keuntungan yang sangat besar dalam menjaga kerahasiaan operasi militer dan menghindari deteksi oleh musuh yang mungkin mengandalkan kondisi malam yang gelap untuk bersembunyi atau melancarkan serangan.

Kamera thermal juga dapat memantau pergerakan musuh dengan lebih jelas dan akurat di malam hari. Karena tidak tergantung pada cahaya, kamera thermal tidak terpengaruh oleh kondisi cuaca atau kabut yang seringkali dapat mengganggu penglihatan manusia. Hal ini memungkinkan petugas militer untuk memantau aktivitas musuh dalam kegelapan total dan dengan tingkat ketepatan yang tinggi, meningkatkan kesadaran situasional dan mengurangi risiko kejutan.

Selain itu, dalam situasi evakuasi medis atau penyelamatan personel yang terluka di malam hari, kamera thermal dapat membantu tim penyelamat dalam menemukan dan mengevakuasi mereka dengan cepat dan akurat. Ini memiliki potensi untuk menyelamatkan nyawa dan

mengurangi risiko cedera lebih lanjut.

Dengan demikian, kamera thermal memberikan keuntungan yang luar biasa dalam operasi militer malam di hutan. Kemampuannya untuk bekerja dalam kondisi minim cahaya atau kegelapan total, memantau pergerakan musuh, dan mendeteksi aktivitas di malam hari membuatnya menjadi alat yang sangat berharga dalam menjaga keberhasilan dan keselamatan personel militer yang beroperasi di lingkungan yang seringkali menantang ini.

### **Analisis Efektivitas Kamera Thermal**

#### **Evaluasi Kinerja Kamera Thermal**

Evaluasi kinerja kamera thermal adalah langkah penting dalam penelitian ini untuk mengukur sejauh mana teknologi ini efektif dalam mendukung operasi militer dalam pertempuran hutan. Evaluasi ini mencakup berbagai aspek yang membantu dalam memahami kapabilitas dan batasan kamera thermal.

Pertama, evaluasi kinerja melibatkan pengujian teknis kamera thermal. Ini mencakup pengukuran akurasi, resolusi, jangkauan penginderaan suhu, dan kepekaan termal. Hasil dari pengujian teknis ini akan memberikan pemahaman tentang seberapa baik kamera thermal dapat mendeteksi perbedaan suhu yang signifikan dan menghasilkan citra termal yang jelas. Hal ini penting karena akurasi dan ketajaman citra termal dapat memengaruhi kemampuan kamera dalam mengidentifikasi objek atau musuh.

Selanjutnya, evaluasi kinerja mencakup pengujian lapangan yang melibatkan penggunaan kamera thermal dalam berbagai situasi simulasi pertempuran hutan. Pengujian ini melibatkan skenario yang mencakup deteksi musuh, navigasi, dan pemantauan medan yang sulit. Tim penelitian akan memeriksa bagaimana kamera thermal berkinerja dalam kondisi medan yang sebenarnya dan apakah dapat memenuhi ekspektasi dalam mendukung operasi militer di hutan yang penuh tantangan.

Selain itu, evaluasi kinerja juga mencakup perbandingan kamera thermal dengan teknologi lain yang mungkin digunakan dalam operasi militer, seperti penglihatan malam atau radar. Ini membantu dalam menentukan sejauh mana kamera thermal memiliki keunggulan dibandingkan dengan alternatif-alternatif tersebut dan apakah investasi dalam teknologi ini sebanding dengan manfaat yang diberikan.

Evaluasi kinerja kamera thermal juga dapat mencakup penilaian dari personel militer yang berpartisipasi dalam pengujian. Mereka dapat memberikan masukan berharga tentang pengalaman mereka dalam menggunakan kamera thermal dan memberikan wawasan tentang sejauh mana teknologi ini dapat diintegrasikan dalam strategi dan taktik operasi militer di hutan.

Dengan melaksanakan evaluasi kinerja kamera thermal yang komprehensif, penelitian ini akan dapat memberikan pemahaman yang mendalam tentang efektivitas teknologi ini dalam mendukung militer dalam pertempuran hutan. Evaluasi ini menjadi dasar bagi analisis dan kesimpulan penelitian mengenai peran dan potensi kamera thermal dalam meningkatkan kesuksesan operasi militer di lingkungan yang seringkali penuh ketidakpastian ini.

#### **Perbandingan dengan Teknologi Lain**

Dalam mengevaluasi efektivitas kamera thermal dalam mendukung operasi militer dalam pertempuran hutan, sangat penting untuk membandingkannya dengan teknologi alternatif yang mungkin digunakan dalam konteks yang sama. Perbandingan ini memberikan wawasan yang berharga tentang sejauh mana kamera thermal memiliki keunggulan atau kelemahan dalam lingkungan hutan yang penuh tantangan.

Salah satu teknologi yang sering menjadi pesaing kamera thermal adalah penglihatan

malam. Meskipun penglihatan malam memiliki kemampuan untuk memungkinkan pengguna melihat dalam kondisi cahaya rendah atau gelap, teknologi ini memiliki batasan dalam hal kemampuan deteksi suhu. Penglihatan malam biasanya bergantung pada cahaya inframerah atau cahaya bintang, yang tidak selalu efektif dalam kondisi hutan yang sangat rindang atau pada malam hari yang sangat gelap. Kamera thermal, dengan kemampuannya untuk mendeteksi perbedaan suhu, dapat memberikan keunggulan dalam mengidentifikasi musuh atau objek yang memancarkan panas bahkan dalam kegelapan total.

Teknologi radar juga merupakan alternatif dalam operasi militer yang dapat digunakan dalam lingkungan hutan. Meskipun radar efektif dalam mendeteksi pergerakan dan objek di berbagai kondisi cuaca, termasuk hujan dan kabut, teknologi ini sering kali kurang tepat dalam menentukan identitas objek atau pergerakan manusia. Kamera thermal dapat mengatasi kekurangan ini dengan memberikan citra berbasis panas yang lebih jelas dan dapat diinterpretasikan dengan lebih baik.

Namun demikian, perbandingan tidak selalu berarti bahwa kamera thermal selalu menjadi pilihan yang lebih baik dalam setiap situasi. Pilihan teknologi tergantung pada tujuan operasi militer, kebutuhan spesifik, dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, evaluasi yang cermat dan perbandingan yang komprehensif antara kamera thermal dan teknologi lainnya sangat penting dalam memutuskan penggunaan yang paling sesuai dalam konteks operasi militer di pertempuran hutan.

### **Kendala dan Batasan**

Kamera thermal adalah teknologi yang sangat berguna dalam mendukung operasi militer dalam pertempuran hutan, tetapi seperti teknologi lainnya, kamera thermal juga memiliki kendala dan batasan tertentu yang perlu diperhatikan dalam evaluasi efektivitasnya.

Salah satu kendala utama kamera thermal adalah jangkauannya yang terbatas. Kamera thermal bekerja berdasarkan perbedaan suhu, dan hal ini dapat membuatnya kurang efektif dalam mengidentifikasi objek atau musuh yang berjarak jauh atau terlalu dekat dengan sumber panas lainnya, seperti kendaraan atau bangunan yang terbakar. Dalam pertempuran hutan, di mana medan bisa sangat beragam, jangkauan kamera thermal mungkin menjadi kendala yang signifikan terutama dalam situasi di mana musuh dapat menghindari deteksi dengan berpindah secara strategis.

Selain itu, kamera thermal juga memiliki kendala dalam mengatasi kondisi cuaca ekstrem, seperti hujan deras atau badai salju yang dapat mengganggu kinerjanya. Terutama dalam hutan yang lebat dengan vegetasi, hujan bisa menyebabkan embun di permukaan daun atau ranting, yang dapat menghasilkan berbagai suhu yang meragukan pada kamera thermal. Ini dapat mengakibatkan citra yang buram atau terdistorsi, yang mempengaruhi kemampuan untuk mengidentifikasi musuh atau objek.

Kendala lainnya adalah biaya dan kompleksitas teknologi. Kamera thermal seringkali merupakan investasi yang mahal, yang mungkin tidak selalu dapat diakses oleh semua unit militer. Selain itu, perawatan dan pelatihan yang diperlukan untuk menggunakan kamera thermal dengan efektif juga bisa menjadi tantangan, terutama untuk unit militer dengan sumber daya terbatas.

Dalam penilaian efektivitas kamera thermal dalam operasi militer hutan, penting untuk mempertimbangkan kendala dan batasan ini secara jujur dan memutuskan apakah manfaat yang diberikan oleh teknologi ini lebih besar daripada hambatan yang mungkin ada. Analisis yang cermat akan membantu dalam membuat keputusan yang tepat mengenai penggunaan kamera thermal dalam konteks operasi militer yang spesifik.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menggambarkan hasil analisis efektivitas kamera thermal dalam mendukung militer dalam pertempuran hutan. Dalam konteks pertempuran hutan yang penuh tantangan, kamera thermal telah terbukti menjadi alat yang berharga dalam meningkatkan pemahaman situasi, mendeteksi musuh, dan memfasilitasi navigasi di medan yang sulit. Dalam evaluasi kinerja, kamera thermal menunjukkan kemampuan yang signifikan dalam mendeteksi perbedaan suhu, mengidentifikasi musuh, dan membantu petugas militer dalam mengambil tindakan yang tepat.

Namun, penelitian ini juga mengungkapkan beberapa kendala dan batasan kamera thermal, termasuk jangkauan terbatasnya dan sensitivitas terhadap kondisi cuaca ekstrem. Selain itu, biaya dan kompleksitas teknologi juga menjadi pertimbangan yang penting dalam penggunaan kamera thermal.

Dengan membandingkan kamera thermal dengan teknologi lain seperti penglihatan malam atau radar, penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang keunggulan dan kelemahan kamera thermal dalam lingkungan hutan yang penuh tantangan.

Kamera thermal dapat menjadi alat yang sangat efektif dalam mendukung operasi militer dalam pertempuran hutan, terutama dalam deteksi musuh, navigasi di medan yang sulit, dan operasi malam. Meskipun memiliki kendala dan batasan, manfaat yang diberikan oleh teknologi ini dapat berkontribusi secara signifikan terhadap kesuksesan operasi militer di lingkungan hutan yang seringkali memerlukan keunggulan taktis dan situasional. Oleh karena itu, penggunaan kamera thermal dalam konteks ini dapat dianggap sebagai investasi yang berharga dalam meningkatkan kemampuan militer untuk mengatasi tantangan di medan yang penuh ketidakpastian.

## DAFTAR REFERENSI

- Abduh, Muhammad, Tri Alawiyah, Gio Apriansyah, Rusdy Abdullah, and M. Win Afgani. 2023. "Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer Survey Design : Cross Sectional Dalam Penelitian Kualitatif Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer." *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer* 3(1):31–39.
- Ahmad, Jumal. 2018. "Desain Penelitian Analisis Isi (Content Analysis)." *Jurnal Analisis Isi* 5(9):1–20.
- Alam, Wa Ode Siti Nur, Achmad Nur Aliansyah, Feliks Eldad Larobu, Luzi Mulyawati, Asminar Asminar, and Indrayati Galugu. 2022. "Tingkat Akurasi Sensor AMG8833 Dan Sensor MLX90614 Dalam Mengukur Suhu Tubuh." *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)* 8(1):169. doi: 10.24036/jtev.v8i1.114543.
- Ema, H. Hartopo, and R. Fahlevy. 2020. "Pembuatan Alat Bantu Visual Pada Helikopter Pendaratan Darurat." *Jurnal INDEPT* 9(1):63–71.
- Jati, Imam Sasongko, and Muhammad Rivai. 2020. "Implementasi Thermal Camera Pada Pengaturan Pendingin Ruangan." *Jurnal Teknik ITS* 8(2):1–6. doi: 10.12962/j23373539.v8i2.43131.
- Jones, Bryan F. 1998. "A Reappraisal of the Use of Infrared Thermal Image Analysis in Medicine." *IEEE Transactions on Medical Imaging* 17(6):1019–27. doi: 10.1109/42.746635.
- Kaharuddin. 2021. "Equilibrium : Jurnal Pendidikan Kualitatif: Ciri Dan Karakter Sebagai Metodologi." *Jurnal Pendidikan IX*(1):1–8.

- Lazuardi, Rudi, and Agustinus Bandur. 2022. "Dalam Mendukung Operasi Pengamanan Di Wilayah Perbatasan Darat Ri-Rdtl." 14(1):1–12.
- Lukman, Musfirah Putri, Politeknik Negeri, Ujung Pandang, Deployment Diagram, and Progressive Web. 2023. "Sistem Pendeteksi Dini Hama Tanaman Menggunakan Kamera Termal Berbasis Teknologi Internet of Things." 10(1):11–20.
- Mutaqin, Rizal. 2024. Analisis Kebijakan Pemanfaatan Kamera Thermal Sebagai Inovasi Persenjataan Militer di TNI AD. Tesis, Magister Kepemimpinan dan Inovasi Kebijakan, Sekolah Pascasarjana. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Mutaqin, Rizal. 2023. Anak IT Juga Bisa Jadi Tentara. Yogyakarta: Nasmedia Pustaka.
- Mutaqin, Rizal dan Dwi Shinta Dharmopadni. 2023. Jejak Digital. Bekasi: Kimshafi Alung Cipta.
- Mutaqin, Rizal dan Dwi Shinta Dharmopadni. 2023. Menggali Dunia Digital. Surabaya: Pustaka Aksara.
- Mutaqin, Rizal dan Dwi Shinta Dharmopadni. 2023. Saya Bukan Keluarga TNI, Saya Tidak Punya Uang, Apa Bisa Lolos Jadi TNI. Yogyakarta: Nasmedia Pustaka.
- Mutaqin, R., Mutaqin, G., & Dharmopadni, D. S. (2024). Dampak Perkembangan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Terhadap Dinas Militer. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(3).
- Mutaqin, R., Sahary, F. T., Mutaqin, G., & Dharmopadni, D. S. (2023). PERAN DISINFOLAHTAD DALAM MEMPERCEPAT TRANSFORMASI DIGITAL DI LINGKUNGAN TNI AD. *Academia Praja: Jurnal Ilmu Politik, Pemerintahan, dan Administrasi Publik*, 6(2).
- Mutaqin, R. (2017). Implementasi Fast Guided Filter pada dark channel prior untuk menghilangkan kabut pada citra Gunung Kelud (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Mutaqin, R., Mutaqin, G., Sahary, F. T., & Dharmopadni, D. S. (2023). The Impact of Indonesian Army Information and Data Processing Service Department Programming Training for Indonesian Army. *Jurnal Pertahanan: Media Informasi ttg Kajian & Strategi Pertahanan yang Mengedepankan Identity, Nasionalism & Integrity*, 9(2), 420-426.
- Mutaqin, R., Nugroho, F., & Gumilar, N. (2017, October). Increase dehazing process using fast guided filter on the dark channel prior. In 2017 5th International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE) (pp. 77-82). IEEE.
- Robert, By, and E. Bob Brown. 2004. "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title." (1):1–14.
- Sahary, F. T., Mutaqin, R., Mutaqin, G., & Dharmopadni, D. S. (2023). Transformation of Indonesian Army Personnel to Produce Experts Soldiers in the Field of Technology. *Jurnal Pertahanan: Media Informasi ttg Kajian & Strategi Pertahanan yang Mengedepankan Identity, Nasionalism & Integrity*, 9(1), 167-177.
- Sapto, Ari. 2013. "PERANG, MILITER DAN MASYARAKAT: Pemerintahan Militer Pada Masa Revolusi Dan Pengaruhnya Pada Indonesia Kini." *Sejarah Dan Budaya* 7(1):18–32.
- Triantama, Febry, and Yoga Pangestu. 2020. "Revolution in Military Affairs: Strategi Menghadapi Strategic Disadvantage Singapura." *Nation State: Journal of International Studies* 3(2):196–207. doi: 10.24076/nsjis.2020v3i2.332.