

## **ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA YOLO DAN CAMSHIFT DALAM PELACAKAN OBJEK BERBASIS VIDEO**

**Gangga Prakarsa Miharja<sup>1)</sup>, Danang Aditya Nugraha<sup>2)</sup>, Abdul Aziz<sup>3)</sup>**

*Univeritas PGRI Kanjuruhan Malang<sup>1,2,3)</sup>*

*email : [abcd@unikama.ac.id](mailto:abcd@unikama.ac.id)*

### ***Abstrak***

*Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan menganalisis metode YOLO (You Only Look Once) dalam pelacakan objek manusia dan membandingkannya dengan metode Camshift (Continuously Adaptive Mean Shift). Didukung oleh perkembangan pesat kecerdasan buatan (AI) dalam teknologi informasi, penelitian ini mengeksplorasi kemampuan kedua metode tersebut dalam pelacakan objek. Proses melibatkan pengambilan video, pelacakan menggunakan YOLO dan Camshift, serta evaluasi kinerja melalui matriks Intersection over Union (IoU) dalam berbagai kondisi pencahayaan. Kedua metode diintegrasikan ke dalam perangkat pelacak berbasis Arduino. Hasil menunjukkan bahwa YOLO unggul dalam lingkungan dengan latar belakang kompleks dan pencahayaan optimal, meskipun lebih lambat, sedangkan Camshift lebih cepat namun kurang akurat dalam kondisi pencahayaan bervariasi. Kedua metode efektif dalam memantau pergerakan manusia, namun ada trade-off antara akurasi dan kecepatan. Dengan keunggulan efisiensi dan akurasi, YOLO lebih sesuai untuk pelacakan objek manusia secara real-time. Penelitian lanjutan disarankan untuk menggabungkan atau meningkatkan algoritma deteksi dan pelacakan, mengoptimalkan sistem dengan perangkat keras canggih, menguji pada kondisi nyata, dan mengeksplorasi integrasi teknologi lain untuk menciptakan sistem pelacakan yang lebih andal dan adaptif.*

**Kata Kunci :** YOLO; Camshift; Pelacakan Objek; Kecerdasan Buatan; Intersection over Union (IoU)

### ***Abstract***

*This study aims to implement and analyze the YOLO (You Only Look Once) method for human object tracking and compare it with the Camshift (Continuously Adaptive Mean Shift) method. Supported by the rapid development of artificial intelligence (AI) in information technology, this research explores the capabilities of both methods in object tracking. The process involves video capture, tracking using YOLO and Camshift, and performance evaluation through the Intersection over Union (IoU) metric under various lighting conditions. Both methods are integrated into an Arduino-based tracking device. The results show that YOLO outperforms in environments with complex backgrounds and optimal lighting, although it is slower, while Camshift is faster but less accurate under varying lighting conditions. Both methods are effective in monitoring human movement, but there is a trade-off between accuracy and speed. With superior efficiency and accuracy, YOLO is more suitable for real-time human object tracking. Future research is suggested to combine or enhance detection and tracking algorithms, optimize the system with advanced hardware, test under real-world conditions, and explore the integration of other technologies to create a more reliable and adaptive tracking system.*

**Keywords :** YOLO; Camshift; Object Tracking; Artificial Intelligence; Intersection over Union (IoU)

## **1. PENDAHULUAN**

Pelacakan objek berbasis video merupakan salah satu tantangan utama dalam bidang pengolahan citra dan visi komputer. Dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem pengawasan canggih dan aplikasi real-time, metode pelacakan yang efektif dan efisien menjadi semakin penting. Dalam konteks ini, algoritma YOLO dan Camshift sering digunakan, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangannya sendiri.

YOLO (*You Only Look Once*) adalah salah satu metode deteksi objek berbasis deep learning yang telah mendapatkan perhatian luas karena kecepatan dan efisiensi dalam deteksi berbagai objek dalam waktu nyata [9]. YOLO dikenal karena kemampuannya dalam mendeteksi objek dengan akurasi tinggi, bahkan dalam kondisi pencahayaan yang sulit dan latar belakang yang kompleks. Algoritma ini memproses citra secara keseluruhan dengan satu kali lompatan, memungkinkan deteksi objek dengan kecepatan tinggi tanpa mengorbankan akurasi. Ini membuat YOLO ideal untuk aplikasi di mana baik kecepatan maupun ketepatan sangat penting, seperti dalam kendaraan otonom atau sistem pengawasan real-time. Namun, YOLO memerlukan sumber daya komputasi yang signifikan, yang dapat menjadi kendala dalam aplikasi dengan perangkat keras terbatas.

Di sisi lain, Camshift (Continuously Adaptive Mean Shift) adalah algoritma pelacakan berbasis histogram warna yang awalnya dirancang untuk pelacakan wajah. Camshift menawarkan kecepatan pemrosesan yang sangat cepat, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang membutuhkan respons real-time. Algoritma ini memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap perubahan ukuran objek, namun, ketergantungannya pada histogram warna membuatnya rentan terhadap perubahan pencahayaan dan warna objek. Camshift merupakan algoritma pelacakan berbasis histogram warna yang unggul dalam hal kecepatan proses inferensi, namun kurang optimal dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi [1].

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan kinerja kedua algoritma tersebut dalam berbagai kondisi lingkungan, termasuk pencahayaan optimal, pencahayaan rendah, latar belakang dinamis, dan pencahayaan berlebih. Dengan memahami kekuatan dan kelemahan masing-masing algoritma, penelitian ini bertujuan memberikan wawasan bagi pengembangan sistem pelacakan objek yang lebih baik.

## 2. METODE / ALGORITMA



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental, dimulai dengan studi literatur untuk memahami metode YOLO dan CamShift dalam pelacakan objek. Selanjutnya, dilakukan pengambilan video sebagai bahan pengujian, di mana video diambil dalam berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang. Pengujian dilakukan untuk menilai bagaimana kedua algoritma tersebut beradaptasi terhadap kondisi yang berubah-ubah dan mempertahankan kinerja pelacakan objek. Objek dalam video dilacak menggunakan metode YOLO dan CamShift, dengan hasil yang dievaluasi menggunakan metrik IOU untuk mengukur performa dan efektivitas kedua metode tersebut.

### 2.1 YOLO (*You Only Look Once*)

YOLO adalah metode deteksi objek yang memanfaatkan arsitektur CNN (*Convolutional Neural Network*) untuk memprediksi bounding box dan class probabilities secara simultan

dalam satu jaringan neural. YOLO menggunakan pendekatan regresi tunggal yang membagi gambar input menjadi grid, di mana setiap grid bertugas untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan objek yang ada. Zophie et al. (2022) menjelaskan bahwa algoritma YOLO adalah algoritma deep learning untuk deteksi objek yang menerapkan jaringan saraf tunggal pada keseluruhan citra, memungkinkan deteksi langsung tanpa perhitungan kompleks [13]. Keunggulan utama YOLO adalah kemampuannya untuk mendeteksi objek secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi, meskipun memerlukan sumber daya komputasi yang signifikan.

## 2.2 Camshift (*Continuously Adaptive Mean Shift*)

Camshift adalah algoritma pelacakan objek yang berbasis pada Mean Shift, yang memanfaatkan histogram warna objek sebagai fitur utama untuk pelacakan. Dharma et al. (2022) menjelaskan bahwa CamShift (*Continuously Adaptive Mean Shift*) adalah pengembangan dari algoritma Mean Shift yang beradaptasi secara terus-menerus terhadap perubahan distribusi probabilitas warna pada setiap pergantian frame dalam video *sequence* [1]. Camshift terus-menerus mengadaptasi ukuran dan posisi jendela pelacakan berdasarkan distribusi warna dari objek yang dilacak. Meskipun sederhana dan cepat, Camshift memiliki keterbatasan dalam kondisi pencahayaan yang berubah-ubah dan ketika objek memiliki warna yang serupa dengan latar belakang.

## 2.3 Dataset dan Pengujian

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini mencakup video dengan variasi pencahayaan (1 lux, 3 lux, 7 lux, 9 lux, dan 40 lux) dan latar belakang dinamis. Video tersebut dipilih untuk merepresentasikan skenario nyata yang dapat ditemui dalam berbagai aplikasi pelacakan objek, mulai dari pengawasan keamanan hingga pelacakan objek di lingkungan luar ruangan. Setiap video memiliki durasi rata-rata 10 menit dan terdiri dari objek yang bergerak dengan kecepatan berbeda serta perubahan pencahayaan yang disengaja.

Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai Intersection over Union (IoU) untuk menilai akurasi pelacakan, serta waktu pemrosesan per frame untuk mengevaluasi efisiensi. IoU digunakan sebagai ukuran evaluasi untuk mengukur sejauh mana deteksi objek pada dataset yang diberikan [5]. IoU adalah metrik yang umum digunakan dalam pelacakan objek untuk mengevaluasi sejauh mana area yang terdeteksi oleh algoritma cocok dengan area ground truth, yaitu area yang sebenarnya ditempati oleh objek dalam frame. Intersection Over Union (IoU) adalah metrik yang penting dalam mengevaluasi kinerja model deteksi objek, dan sering digunakan dalam pelatihan model dengan mengukur sejauh mana prediksi bounding box mendekati ground truth. Nilai IoU yang diharapkan dapat bervariasi tergantung pada tugas dan datasetnya, tetapi seringkali ada batasan IoU minimum yang didefinisikan sebagai ambang batas untuk menganggap deteksi berhasil atau tidak berhasil [4].

## 2.4 Implementasi Algoritma

YOLO diimplementasikan menggunakan versi pra-terlatih pada framework PyTorch, dengan model yang telah dioptimalkan untuk pelacakan objek bergerak. Model YOLO yang digunakan adalah YOLOv5, yang dikenal memiliki keseimbangan antara kecepatan dan akurasi deteksi. Salah satu keunggulan utama YOLOv5 adalah kecepatan inferensinya yang cepat. Model ini dirancang untuk melakukan deteksi objek secara real-time pada perangkat dengan sumber daya terbatas, seperti sistem tertanam atau perangkat edge. Ini mencapai waktu inferensi yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan model YOLOv4 lengkap [8].

Camshift diimplementasikan menggunakan OpenCV, yang merupakan pustaka open-source yang sering digunakan untuk pengolahan citra. Algoritma Camshift disetel untuk pelacakan objek dengan latar belakang kompleks dan pencahayaan yang tidak stabil. Pengaturan awal seperti ukuran window dan threshold histogram disesuaikan berdasarkan

karakteristik masing-masing video untuk mendapatkan hasil pelacakan yang optimal. Algoritma camshift berkerja pada search window yang dapat menemukan pergerakan wajah pada tiap frame. Algoritma camshift yang sudah diterapkan dapat mengkalkulasi ukuran dan lokasi pada search window yang akan digunakan untuk frame selanjutnya [1].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian metode YOLO dan Camshift pada berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang akan dianalisis. Pembahasan akan difokuskan pada performa kedua metode dalam hal akurasi pelacakan, kecepatan pemrosesan, serta ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah.

**Tabel 1. Hasil Pelacakan dan Pengujian YOLO**

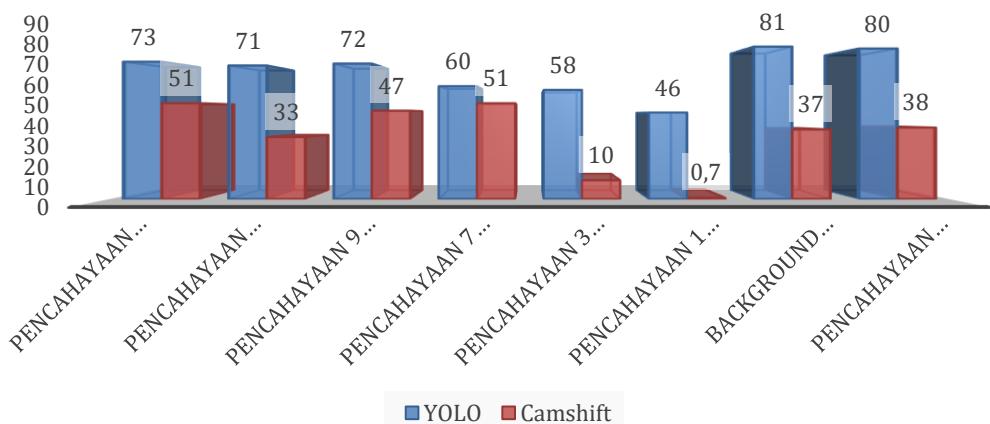
No.	Video	Deteksi	IOU	Kecepatan
1.	Video dengan pencahayaan 40 lux	99%	73%	0,7 ms pre-process 81,3 ms inference
2.	Video dengan pencahayaan 17 lux	69%	71%	0,8 ms pre-process 81,1 ms inference
3.	Video dengan pencahayaan 9 lux	92%	72%	0,8 ms pre-process 86,6 ms inference
4.	Video dengan pencahayaan 7 lux	79%	60%	0,7 ms pre-process 82,1 ms inference
5.	Video dengan pencahayaan 3 lux	56%	58%	0,8 ms pre-process 82,6 ms inference
6.	Video dengan pencahayaan 1 lux	49%	46%	0,8 ms pre-process 83,4 ms inference
7.	Video dengan background yang bervariasi serta adanya objek bergerak	71%	81%	0,8 ms pre-process 81,3 ms inference
8.	Video dengan pencahayaan berlebih	74%	80%	0,8 ms pre-process 81,6 ms inference

Karena sifat pembacaan dari YOLO yang berbeda dengan camshift, dimana pembacaan YOLO tidak bersifat terus menerus atau tidak konstan. Maka dari itu peneliti menambahkan parameter deteksi. Sedangkan pada camshift karena sifat pembacaannya yang terus menerus atau konstan, tidak diberikan. Tetapi karena pembacaannya yang bersifat konstan, justru membuat pembacaan dari metode camshift kurang baik, karena jika sudah terjadi kesalahan pembacaan, maka pembacaan pada frame setelahnya juga sudah dipastikan salah.

**Tabel 2. Hasil Pelacakan dan Pengujian Camshift**

No.	Video	IOU	Kecepatan
1.	Video dengan pencahayaan 40 lux	51%	1,2 ms pre-process 0,2 ms inference
2.	Video dengan pencahayaan 17 lux	33%	1,1 ms pre-process 0,2 ms inference
3.	Video dengan pencahayaan 9 lux	47%	1,0 ms pre-process 0,2 ms inference

4.	Video dengan pencahayaan 7 lux	51%	1,1 ms pre-process 0,2 ms inference
5.	Video dengan pencahayaan 3 lux	10%	1,1 ms pre-process 0,6 ms inference
6.	Video dengan pencahayaan 1 lux	0,7%	1,1 pre-process 0,1 ms inference
7.	Video dengan background yang bervariasi serta adanya objek bergerak	37%	1,1 pre-process 0,2 ms inference
8.	Video dengan pencahayaan berlebih	38%	1,3 pre-process 0,2 ms inference

**Gambar 2. Diagram Hasil Penelitian**

### 3.1 Kinerja Pelacakan dalam Kondisi Pencahayaan Optimal

Pada kondisi pencahayaan optimal (40 lux), YOLO berhasil mencapai nilai IoU rata-rata sebesar 73%, menunjukkan keakuratan yang lebih tinggi dibandingkan Camshift yang hanya mencapai 51%. Kecepatan deteksi YOLO relatif cepat dengan waktu proses sekitar 81,3 ms per frame. Ini mengindikasikan bahwa YOLO dapat mengenali fitur objek dengan lebih baik meskipun dalam situasi di mana perbedaan warna tidak terlalu signifikan. Akurasi YOLO yang tinggi dalam kondisi pencahayaan optimal menunjukkan kemampuannya dalam mendeteksi dan melacak objek dengan konsistensi yang tinggi bahkan saat objek bergerak cepat atau memiliki bentuk yang kompleks. Metode YOLO dapat mendeteksi objek dalam berbagai kelas, termasuk mobil, sepeda, orang, dan objek lainnya pada saat yang bersamaan, memberikan fleksibilitas dalam aplikasi beragam. Kecepatan dan real-time: Metode YOLO memiliki kemampuan untuk memberikan deteksi objek secara real-time dengan kecepatan tinggi, memungkinkan aplikasi dalam waktu nyata seperti kendaraan otonom dan pengawasan keamanan [2].

**Gambar 3. Hasil Pembacaan YOLO Video 40 Lux**

Sebaliknya, Camshift menunjukkan keunggulan dalam hal kecepatan pemrosesan, dengan waktu proses hanya sekitar 0,2 ms per frame. Meskipun akurasinya lebih rendah, Camshift masih mampu melacak objek dengan cukup baik dalam kondisi pencahayaan optimal, terutama ketika objek memiliki warna yang kontras dengan latar belakang. Namun, dalam beberapa kasus, Camshift mengalami masalah dalam mempertahankan pelacakan ketika objek bergerak dengan kecepatan tinggi atau ketika ada perubahan tiba-tiba dalam pencahayaan. CamShift memiliki keterbatasan dalam mengikuti objek yang bergerak dengan kecepatan tinggi karena algoritma ini bergantung pada distribusi warna yang stabil. Selain itu, perubahan pencahayaan yang tiba-tiba juga dapat mempengaruhi akurasi deteksi objek menggunakan CamShift [7].

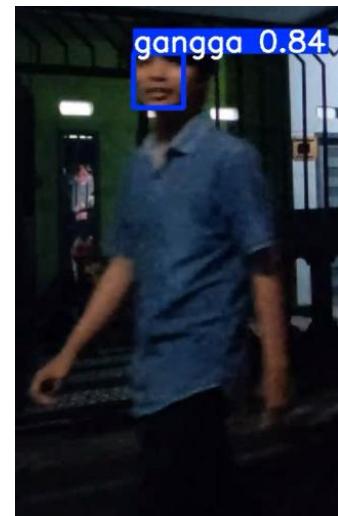
**Gambar 4. Hasil Pembacaan Camshift Video 40 Lux**

### 3.2 Kinerja Pelacakan dalam Kondisi Cahaya Rendah

Dalam kondisi pencahayaan rendah (17 lux ke bawah), YOLO tetap menunjukkan kinerja yang relatif baik dengan nilai IoU antara 46% hingga 72%, tergantung pada tingkat cahaya. Ini menunjukkan bahwa YOLO memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap perubahan pencahayaan, meskipun ada penurunan akurasi dibandingkan dengan kondisi pencahayaan optimal. Dalam beberapa kasus, YOLO bahkan mampu mendeteksi objek yang hampir tidak terlihat oleh mata manusia, yang menyoroti keunggulannya dalam aplikasi pengawasan keamanan di malam hari atau dalam situasi pencahayaan yang buruk. Pengujian intensitas cahaya rendah menunjukkan bahwa YOLO memiliki kemampuan lebih baik dalam mendeteksi wajah dibandingkan metode lain pada kondisi pencahayaan rendah. Pada kondisi tersebut, metode lain cenderung mengalami kesulitan dalam mengenali wajah, sementara YOLO tetap mampu mempertahankan akurasi deteksi yang tinggi [6].



Gambar 5. Hasil Pembacaan YOLO Video 17 Lux



Gambar 6. Hasil Pembacaan YOLO Video 7 Lux



Gambar 7. Hasil Pembacaan YOLO Video 3 Lux



Gambar 8. Hasil Pembacaan YOLO Video 1 Lux

Sebaliknya, Camshift mengalami penurunan drastis, terutama pada kondisi pencahayaan sangat rendah (1 lux), dengan nilai IoU hanya 0,7%. Hal ini disebabkan oleh ketergantungan Camshift pada histogram warna, yang menjadi tidak akurat dalam kondisi pencahayaan yang sangat buruk. Perubahan kecil dalam pencahayaan dapat menyebabkan pergeseran signifikan dalam histogram, yang pada gilirannya mengurangi kemampuan Camshift untuk melacak objek dengan benar. Hasil ini menunjukkan bahwa Camshift kurang cocok untuk aplikasi di mana pencahayaan tidak dapat dijamin konsisten atau memadai. Apabila pencahayaan kurang stabil, misalnya terlalu terang ataupun terlalu gelap, maka akan berpengaruh terhadap tingkat akurasi deteksi menggunakan metode CamShift [10].



Gambar 9. Hasil Pembacaan Camshift  
Video 17 Lux



Gambar 10. Hasil Pembacaan Camshift  
Video 7 Lux



Gambar 11. Hasil Pembacaan Camshift  
Video 3 Lux



Gambar 12. Hasil Pembacaan Camshift  
Video 1 Lux

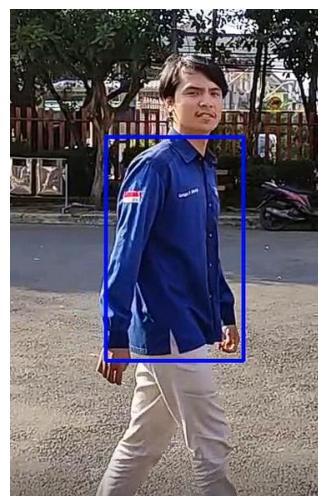
### 3.3 Latar Belakang Dinamis

Pada video dengan latar belakang bergerak, YOLO menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam membedakan objek target dari gangguan latar belakang dengan nilai IoU sebesar 81%. Ini menunjukkan bahwa YOLO memiliki keunggulan dalam mengidentifikasi objek dengan fitur kompleks dan mempertahankan pelacakan meskipun latar belakang terus berubah. Fitur ini sangat penting dalam aplikasi seperti pengawasan jalan raya atau pelacakan objek di lingkungan perkotaan di mana latar belakang sangat dinamis dan beragam. You Only Look Once (YOLO) dapat digunakan untuk mendeteksi jenis kendaraan dan pelanggaran lalu lintas secara real-time. YOLOv5 sangat efektif dalam menghadapi latar belakang yang dinamis karena dapat mendeteksi objek dengan kecepatan tinggi dan akurasi yang tinggi [11].



**Gambar 13. Hasil Pembacaan YOLO Video Dengan Background Bervariasi**

Sebaliknya, Camshift mengalami kesulitan menjaga konsistensi pelacakan dengan nilai IoU hanya 37%. Algoritma ini sering kali kehilangan objek ketika terjadi perubahan besar pada latar belakang atau ketika objek dan latar belakang memiliki histogram warna yang serupa. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun Camshift efektif dalam kondisi ideal dengan latar belakang yang sederhana dan stabil, ia kurang dapat diandalkan dalam situasi di mana latar belakang sangat bervariasi atau berubah-ubah. CamShift kurang optimal dalam menghadapi latar belakang yang bervariasi atau berubah-ubah karena algoritma ini bergantung pada distribusi warna yang stabil. Perubahan latar belakang yang tiba-tiba dapat mempengaruhi akurasi deteksi objek menggunakan CamShift [3].



**Gambar 14. Hasil Pembacaan Camshift Video Dengan Background Bervariasi**

### 3.4 Pencahayaan Berlebih

Dalam kondisi pencahayaan berlebih, kinerja YOLO menurun dengan nilai IoU yang berfluktuasi antara 53% hingga 65%. Pencahayaan yang sangat terang menyebabkan refleksi berlebihan yang mengaburkan fitur-fitur penting pada objek, sehingga mengurangi akurasi deteksi. Meskipun demikian, YOLO tetap mampu mempertahankan pelacakan yang memadai dalam sebagian besar situasi, menunjukkan bahwa algoritma ini cukup robust terhadap tantangan pencahayaan berlebih. YOLO memiliki kemampuan multi-skala, sehingga dapat menangani objek dengan ukuran berbeda pada gambar yang sama. Selain itu, YOLO juga

memiliki kemampuan deteksi objek pada gambar berukuran besar dengan akurasi yang baik, mempermudah proses deteksi objek bahkan pada kondisi pencahayaan yang berlebih [12].



**Gambar 15. Hasil Pembacaan YOLO Video Dengan Kecerahan Berlebih**

Camshift, di sisi lain, menunjukkan kinerja yang sangat buruk dalam kondisi pencahayaan berlebih dengan nilai IoU yang menurun hingga 22%. Ketergantungan pada histogram warna membuat algoritma ini sangat rentan terhadap perubahan intensitas cahaya, terutama ketika objek menjadi overexposed dan fitur warnanya hilang. Ini menyoroti keterbatasan Camshift dalam aplikasi di mana pencahayaan tidak dapat dikendalikan, seperti dalam pengawasan luar ruangan pada siang hari. CamShift kurang optimal dalam menghadapi perubahan pencahayaan yang tidak dapat dikendalikan, seperti kondisi luar ruangan pada siang hari. Algoritma ini bergantung pada distribusi warna yang stabil, sehingga perubahan pencahayaan tiba-tiba dapat mempengaruhi akurasi deteksi objek menggunakan CamShift [3].



**Gambar 16. Hasil Pembacaan Camshift Video Dengan Kecerahan Berlebih**

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa YOLO lebih unggul dalam hal akurasi pelacakan objek dalam berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang, namun dengan biaya waktu pemrosesan yang lebih lama. Sebaliknya, Camshift lebih cepat namun kurang akurat, terutama dalam kondisi yang tidak ideal. Kombinasi kedua metode dapat menjadi solusi yang efektif untuk aplikasi pelacakan objek yang membutuhkan kecepatan dan akurasi.

## 5. REFERENSI

- [1] Dharma, K., Angelo, O., Laia, F., Saragih, B. T., & Harahap, M. (2022a). *Face Tracking menggunakan algoritma Camshift untuk mendeteksi pergerakan murid dikelas.* 2(2).
- [2] Fauzan Arif, M., Nurkholis, A., Laia, S., & Rosyani, P. (2023). Deteksi Kendaraan Dengan Metode YOLO. *Jurnal Artificial Intelligent Dan Sistem Penunjang Keputusan*, 01(01).
- [3] KA, B., & VV, P. (2016). Particle filter and camshift approach for motion detection: a comparative study. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*, 7(3).
- [4] Malik, A. A. (2023). *Identifikasi Wajah Manusia Menggunakan Yolo Frameworks Dengan Metode Scale Modifier Sebagai Preprocessing Secara Real Time.*
- [5] Moh Yusup, R., Faris Anugrah, A., Desmonda Muslimah, D., Mentari Widya Ningrum Permana, S., Yuliani, S., & Majalengka, U. (2024). Pendekripsi Objek Menggunakan Opencv Dan Metode Yolov4-Tiny Untuk Membantu Tunanetra. *Hal. 59 Journal of Computer Science and Information Technology (JCSIT)*, 1.
- [6] Pramesty, R. H. (2018). *Deteksi Dan Klasifikasi Kerusakan Jalan Aspal Menggunakan Metode Yolo Berbasis Citra Digital.*
- [7] Purba, R., Adiputra Pardosi, I., Pandia, F. L., & Hasibuan, Y. P. (2015). Moving Object Tracking using CAMSHIFT and SURF Algorithm. *Jl*, 16(1).
- [8] Sakti, W. W., Roisul, M. Z., Hadi, C. F., Anam, K., Tsaniyatul, S., & Sulthoniyah, M. (2023). *SKYHAWK: Jurnal Aviasi Indonesia Pengembangan Sistem Deteksi Otomatis FOD dengan YOLOv5 di Lingkungan Landasan Bandara* (Vol. 3). <http://ejournal.icpa-banyuwangi.ac.id/index.php/skyhawk>
- [9] Sirisha, U., Praveen, S. P., Srinivasu, P. N., Barsocchi, P., & Bhoi, A. K. (2023). Statistical Analysis of Design Aspects of Various YOLO-Based Deep Learning Models for Object Detection. In *International Journal of Computational Intelligence Systems* (Vol. 16, Issue 1). Springer Science and Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/s44196-023-00302-w>
- [10] Susanti, R., & Fadillah, N. (2019). Deteksi Wajah Secara Real Time Menggunakan Metode Camshift. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 3(2), 133.
- [11] Tungadi, E., & Fajri Raharjo, M. (2023). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2023-Teknik Informatika.*
- [12] Yanto, Aziz, F., & Irmawati. (2023). *YOLO-V8 Peningkatan Algoritma Untuk Deteksi Pemakaian Masker Wajah.*
- [13] Zophie, J., Himawan Triharminto, H., Elekronika, D., & Angkatan Udara, A. (2022). *Implementasi Algoritma You Only Look Once (YOLO) menggunakan Web Camera untuk Mendeteksi Objek Statis dan Dinamis Implementation of You Only Look Once (YOLO) Algorithm using Web Camera for Static and Dynamic Object Detection.* 1(1).