

HUMAN OBJECT TRACKING DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CAMSHIFT

Rizki Putra Utama Endriansyah, Danang Aditya Nugraha, Akhmad Zaini

Teknik Informatika, Universitas PGRI Kanjuruhan Malang

Jl. S. Supriadi No.48, Bandungrejosari, Kec. Sukun, Kota Malang, Jawa Timur

rizkiutama379@gmail.com,

ABSTRAK

Teknologi pembelajaran terus mengalami perkembangan seiring, dengan perkembangan zaman. Pembelajaran hybrid merupakan metode pembelajaran yang memanfaatkan keuntungan dari pembelajaran kelas tatap muka (offline) dan pembelajaran jarak jauh (online). Pada saat menggunakan layanan konferensi video pada pembelajaran hybrid, pembicara cenderung tidak bisa diam dalam melakukan pembelajaran atau bisa dibilang posisi pembicara berubah-ubah, sehingga kamera tidak menangkap dengan hasil yang bagus karena kamera pada umumnya bersifat statis. Computer vision mempunyai macam-macam metode salah satunya adalah objek tracking. Objek tracking yaitu metode yang mendeteksi objek yang di tangkap oleh kamera pada awal program berjalan, lalu mengunci target, menandai dan mengikuti objektersebut bergerak. Continuously Adaptive Mean Shift (Camshift) merupakan algoritma metode objek tracking berbasis warna yang sangat baik dalam mengenali objek. Camshift merupakan algoritma pengembangan dari algoritma Meanshift, dengan menggunakan histogram warna dan menyesuaikan ukuran objek yang akan di lacak. Selain itu, algoritma Camshift memiliki waktu komputasi yang cepat serta dapat melakukan tracking secara real-time dan mampu melacak objek yang tertutup sebagian atau seluruhnya dalam kondisi tertentu. Oleh karena itu, dibuatlah kerangka kerja menggunakan algoritma Camshift dengan penggerak motor servo yang dihubungkan dengan pin Arduino yang selanjutnya akan menggerakkan kamera sesuai dengan keberadaan objek tujuan. Hasil dari penelitian dan pengujian, didapatkan data bahwa sistem human tracking menggunakan metode Camshift berhasil dirancang dan dijalankan pada laptop dengan Python sebagai pemrograman utama serta Arduino Uno sebagai pengontrol mekanik servo dengan sudut putar 0°–180°. Metode Camshift digunakan karena target pelacakan adalah manusia, yang diidentifikasi berdasarkan warna baju. Sistem mampu mempertahankan pelacakan objek meskipun tertutupi oleh objek lain, asalkan warna kontras. Akurasi tertinggi dicapai pada video dengan 1124 frame dan pencahayaan 33 lux, dengan nilai akurasi 100%. Akurasi tinggi tercapai jika dataset memiliki warna kontras dengan latar belakang dan didukung pencahayaan yang baik.

Kata kunci : *Camshift Algorithm, Human Object Tracking, Computer Vision, Object Tracking*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah merambat keberbagai bidang kehidupan, termasuk dalam bidang pendidikan[1] Dalam dunia pendidikan yang terus berkembang seiring dengan zaman, mulai banyak yang menerapkan teknologi informasi dan komunikasi yaitu salah satunya adalah metode pembelajaran hybrid[2]

Pembelajaran hybrid merupakan metode pembelajaran yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam bidang pendidikan dengan memanfaatkan keuntungan yang lebih fleksibel dalam melakukan pembelajaran.[3] Pembelajaran hybrid menggabungkan dua metode pembelajaran yaitu kelas tatap muka (offline) dan pembelajaran jarak jauh (online) yang dilakukan secara bersamaan. Dalam pembelajaran hybrid dapat diikuti siswa secara langsung (offline) atau terlibat dalam kegiatan pembelajaran jarak jauh (online) melalui layanan konferensi video[4]

Pembelajaran hybrid yang baik dapat dicapai saat siswa atau mahasiswa mendapat seluruh aktivitas yang diajarkan oleh pembicara dari pembelajaran melalui kelas tatap muka (offline) maupun pembelajaran jarak jauh (online)[5]

Saat melakukan pembelajaran hybrid pembicara cenderung tidak bisa diam saat melakukan pembelajaran atau bisa dibilang posisi pembicara berubah-ubah, sehingga kamera tidak menangkap dengan hasil yang bagus[6] Pada dasarnya saat melakukan pembelajaran kelas hybrid tidak perlu banyak melakukan campur tangan pada sistem sehingga aktifitas pembelajaran berjalan dengan baik.

Webcam Webcam pada umumnya bersifat statis sehingga pada saat pembelajaran melibatkan campur tangan pada sistem sehingga aktifitas pembelajaran terganggu. Peningkatan media atau sarana dan prasarana dimaksudkan untuk mengurangi dan mengatasi kesulitan-kesulitan yang dialami guru atau dosen dan murid atau mahasiswa pada saat melakukan pembelajaran hybrid Dibutuhkan sistem yang dapat mengenali dan bergerak mengikuti pergerakan pembicara sehingga pembelajaran hybrid yang baik dapat dicapai. Metode yang sering digunakan yang dapat menentukan mengenali serta mengikuti pergerakan pembicara secara otomatis dengan menggunakan kamera adalah Computer Vision[7] Computer vision merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang di fokuskan pada bagaimana komputer dapat memahami, mengenali dan

memproses visual dari data gambar atau video seperti manusia[8]

Computer vision mempunyai macam-macam metode salah satunya adalah objek tracking. Objek tracking yaitu metode yang mendeteksi objek yang di tangkap oleh kamera pada awal program berjalan, lalu mengunci target, menandai dan mengikuti objek tersebut bergerak. Continuously Adaptive Mean Shift (Camshift) merupakan algoritma metode objek tracking berbasis warna yang sangat baik dalam mengenali objek. Camshift merupakan algoritma pengembangan dari algoritma Meanshift, dengan menggunakan histogram warna dan menyesuaikan ukuran objek yang akan di lacak. Selain itu, algoritma Camshift memiliki waktu komputasi yang cepat serta dapat melakukan tracking secara real-time dan mampu melacak objek yang tertutup sebagian atau seluruhnya dalam kondisi tertentu[9] Algoritma Camshift digunakan dalam deteksi objek berwarna dengan akurasi tinggi dan cocok di gabungan dengan Algoritma lain.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut [10] hasil menerapkan metode ini, robot dapat melacak benda bola secepat 0.0857 detik setiap berkedip. Langkah berikutnya dari latihan ini adalah untuk memindahkan jangkauan bola ke depan 10 meter. Hasil dari uji jarak ini menunjukkan bahwa robot dapat secara akurat menempatkan bola pada jarak dengan akurasi 100%

Pada penelitian[11]menunjukkan bahwa kontroler MPC bekerja dengan baik ketika digunakan untuk platform kamera pendakian. Kontrol sinyal MPC menghasilkan respons kontrol pan dan tilt yang baik dengan waktu naik kurang dari satu hari dan overshoot kurang dari lima belas persen.

Hasil penelitian[9] menunjukan desain object tracking can mendeteksi dan mengikuti manusia berjalan dengan ideal jarak 6 meter dan arah pergeseran sudut 5 derajat pada resolusi visual 360 × 240 piksel.

Hasil pada penelitian [7]adalah pada real vecile tes menunjukkan bahwa Algoritma cam shift memiliki kecepatan umpan balik yang cepat dan akurasi pemosisian yang tinggi, yang dapat secara signifikan mengurangi dampak perubahan cahaya, oklusi lokal, gangguan warna kulit, dan masalah lainnya, serta dapat memenuhi persyaratan pemantauan mengemudi secara real time.

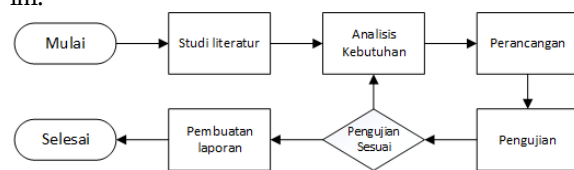
Kesimpulan dari penelitian [12]adalah bahwa meskipun metode ini dapat diterapkan, itu memiliki batasan tertentu. Secara khusus, selama proses impor data digital, banyak pengguna membutuhkan waktu pengolahan yang lama dan kualitas gambar digital yang tidak memuaskan.

Hasil pada penelitian [13]adalah pada *real vecile tes* menunjukkan bahwa Algoritma cam shift memiliki kecepatan umpan balik yang cepat dan akurasi pemosisian yang tinggi, yang dapat secara signifikan mengurangi dampak perubahan cahaya,

oklusi lokal, gangguan warna kulit, dan masalah lainnya, serta dapat memenuhi persyaratan pemantauan mengemudi secara *real time*

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan mengkaji literatur dari berbagai sumber, termasuk literatur, jurnal ilmiah, dan tugas akhir terkait. Kemudian menganalisis kebutuhan yang akan digunakan, kemudian membuat rancangan sistem untuk menunjang proses penelitian dan pembuatan alat. Langkah berikutnya adalah pengujian sistem untuk mengevaluasi kinerja sistem yang telah dikembangkan. Tahap-tahap penelitian tersebut diilustrasikan dalam Gambar 1, yang mencakup serangkaian proses yang dilakukan selama penelitian ini.



Gambar 1. Prosedur penelitian

Proses penelitian ini diawali dengan studi literatur yaitu mencari jurnal dan artikel yang berhubungan dengan human objek tracking menggunakan algoritma Camshift, di lanjutkan dengan menganalisa kebutuhan meliputi analisa kebutuhan input, Analisa kebutuhan proses dan kebutuhan output setelah itu di lanjutkan dengan merancang sistem human objek tracking menggunakan algoritma Camshift, setelah itu system akan di uji yang bertujuan untuk mengetahui kinerja system yang di buat.

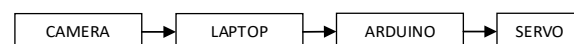
3.1. Studi Literature

Studi Pustaka dilakukan untuk mengumpulkan pemahaman yang luas dan mendalam tentang pelacakan objek manusia menggunakan algoritma Camshift dari berbagai sumber yang relevan, seperti literatur, jurnal ilmiah, dan tugas akhir, guna mendapatkan wawasan yang komprehensif tentang topik penelitian tersebut.

3.2. Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan sistem, terdiri dari identifikasi kebutuhan dan langkah-langkah yang diperlukan dalam pelacakan objek manusia menggunakan metode Camshift, memperhatikan kebutuhan input, proses, dan output, untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi tujuan dan kebutuhan yang telah ditetapkan dengan baik.

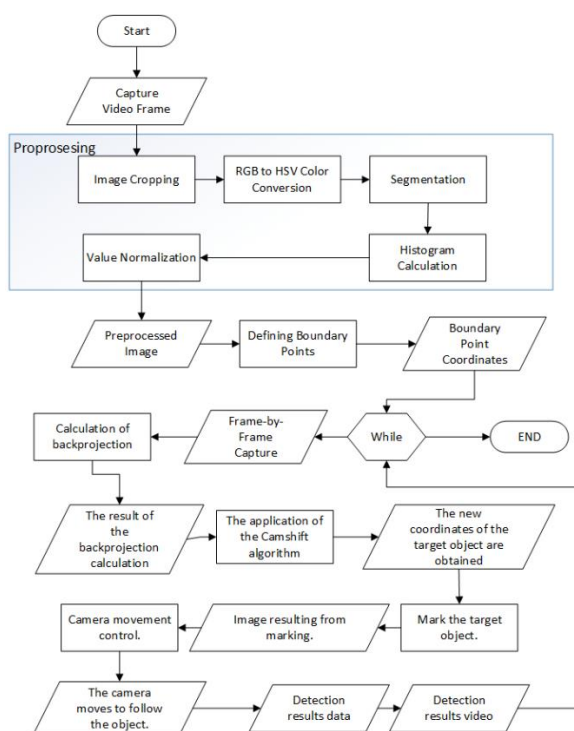
3.3. Perancangan Alat



Gambar 1. Diagram perancangan alat

Pada Gambar 2 terdapat diagram perancangan alat yang bertujuan untuk mempermudah analisis keseluruhan rancangan sistem dalam melakukan simulasi sistem. Rancangan sistem dimulai dengan penggunaan sebuah kamera untuk membaca data. Data yang diambil oleh kamera akan dikirimkan melalui koneksi wireline ke laptop. Selanjutnya, data tersebut akan diolah dan laptop akan mengirimkan data tersebut ke Arduino Uno melalui koneksi wireline. Setelah Arduino Uno menerima data, data tersebut akan diolah untuk mengontrol gerakan servo yang bertugas menggerakkan kamera. Gambar 2 menampilkan desain perancangan alat pada penelitian ini.

3.4. Perancangan Sistem



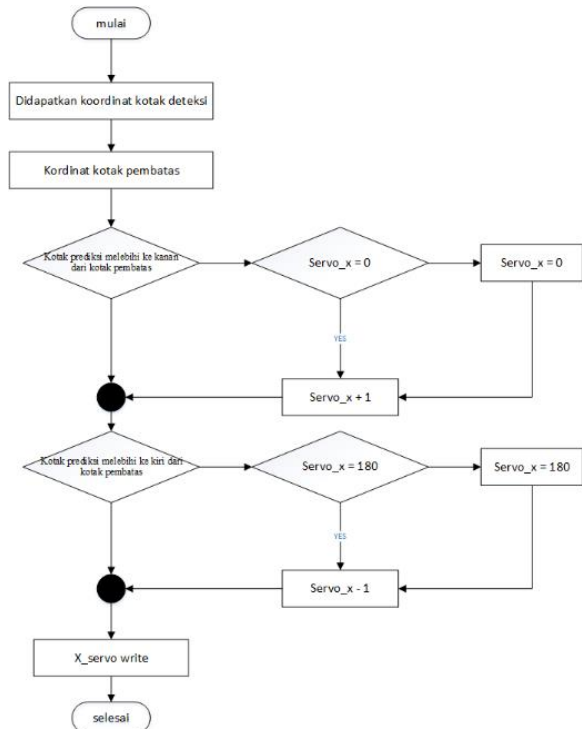
Gambar 3. Flowchart perancangan sistem

Gambar 3 menggambarkan langkah-langkah dalam sistem yang mencakup pre-processing, perhitungan backprojection, penentuan titik pembatas, penerapan algoritma Camshift, perhitungan kontrol penggerak servo, dan pengumpulan data hasil deteksi. Proses ini dimulai dengan mengambil input berupa citra dari frame pertama video. Keluarannya adalah kamera yang dapat bergerak untuk mengikuti objek manusia yang telah ditandai, serta data riwayat koordinat tracking yang disimpan bersama dengan video rekaman deteksi sistem dalam format .MP4.

3.5. Kontrol Penggerak Servo

Setelah melakukan tracking dengan metode Camshift, akan didapatkan nilai koordinat dari target objek deteksi yang akan digunakan sebagai acuan gerakan motor servo. Aturan gerakan servo ini ditentukan oleh titik pembatas yang diinisialisasi

secara manual.[12] Saat objek deteksi melewati atau meyeentuh pembatas maka servo akan bergerak gambaran bisa di lihat pada Gambar 3.5 dibawah. Akibat dari proses ini adalah kemampuan kamera untuk melakukan pergerakan horizontal, mengikuti gerakan objek target dalam rentang sudut 0° hingga 180° .



Gambar 4. Flowchart program kontrol pada servo

3.6. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memeriksa kesesuaian perangkat yang digunakan dengan harapan yang diinginkan[7]. Sistem diuji pada kondisi terang dan redup, dengan hasil pengujian yang mencakup berbagai parameter seperti kualitas foto, frame rate, dan resolusi. Sistem juga diuji untuk memastikan fungsi yang sesuai dengan perintah sistem, sedangkan motor servo diuji untuk mengukur derajat putaran sesuai perintah sistem.

3.6.1. Pengujian Prediksi Sistem

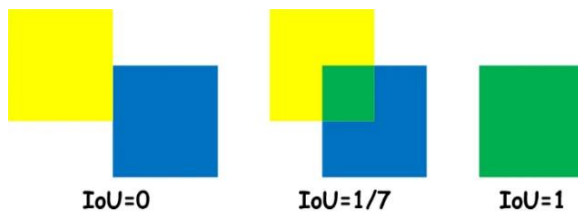
Pengujian prediksi sistem terhadap objek manusia digunakan untuk mengetahui akurasi dari sistem yang dibuat menggunakan metode IOU (Intersection Over Union)[14].

Dalam mendapatkan nilai IOU, sistem membandingkan kotak tracking hasil prediksi dengan kotak tracking yang seharusnya[15].

Langkah pertama adalah membagi kotak tracking hasil prediksi dan kotak tracking yang seharusnya diiris. Kemudian, kedua kotak tracking tersebut digabung. Selanjutnya, sistem membagi area irisan oleh area gabungan sesuai dengan persamaan IOU. Jika nilai IoU di bawah 0.4, kecocokan dianggap gagal, sedangkan jika nilainya di atas 0.4, sistem dapat memprediksi objek dengan baik.

3.6.2. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang telah dikembangkan dengan memanfaatkan fungsi kerja dari metode IOU (Intersection Over Union) dengan melakukan inisialisasi koordinat x , y , w , dan h dari target objek yang seharusnya, dengan dimensi panjang, lebar, dan tinggi yang sesuai dengan lokasi objek yang dilacak. Hasil inisialisasi ini kemudian disimpan, melibatkan penggabungan kotak pembatas dan kotak pelacakan objek yang seharusnya, diikuti dengan pembagian area irisan oleh area gabungan sesuai dengan persamaan IOU. Hal ini bertujuan untuk memahami seberapa baik sistem dapat melacak objek dengan akurasi menggunakan metode IOU.



Gambar 5. Cara kerja IOU

IOU menggunakan nilai yang di peroleh jika objek tidak ada di dalam kotak tracking yang seharusnya nilai nya akan menjadi 0[16]. Pada penelitian ini hal tersebut digunakan sebagai pendeteksian error sehingga jika objek ada diluar box pembatas atau tidak ada di dalam jangkauan kamera maka akan bernilai 0 perhitunganya dapat di lihat pada persamaan sebagai berikut:

$$hasil = \begin{cases} hasil = 0, & iou \leq 0\% \\ hasil = 1, & iou > 0\% \end{cases}$$

Untuk menentukan akurasi setiap sistem berjalan atau saat sistem beroperasi dapat di hitung dengan persamaan berikut:

$$akurasi = 100\% * \frac{(jumlah\ frame - jumlah\ error)}{jumlah\ frame}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

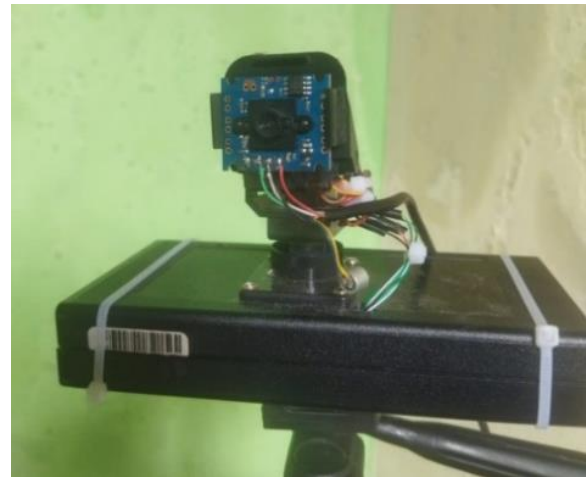
4.1. Implementasi Sistem

Penelitian ini menghasilkan sistem tracking manusia yang menggunakan algoritma Camshift. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen, termasuk satu unit webcam sebagai sumber input citra/video, Arduino sebagai kontrol untuk menggerakkan motor servo yang mengendalikan pergerakan kamera secara horizontal, dan laptop sebagai kontrol utama yang menerapkan algoritma tracking dan mengirim instruksi ke Arduino, dengan kombinasi komponen-komponen tersebut sistem dapat melakukan tracking manusia secara real-time menggunakan algoritma Camshift.

4.2. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Berikut adalah implementasi dari objek penerapan penelitian human objek tracking menggunakan algoritma Camshift yang

diimplementasikan dengan menerapkan desain perangkat keras dalam bentuk tiga dimensi :



Gambar 6. Perangkat keras

4.3. Hasil Perancangan Perangkat Lunak

4.3.1. Inisiasi Lokasi Tracking

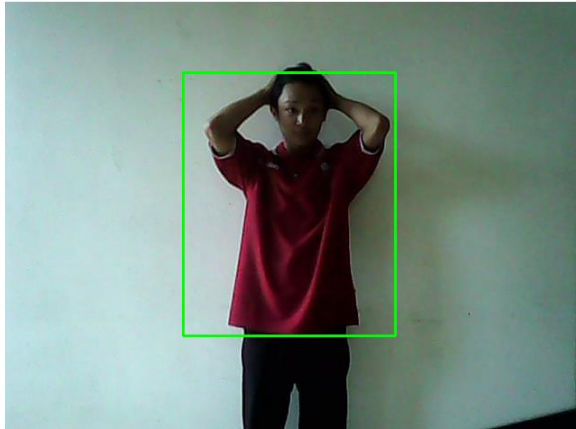
Pada Tahap inisiasi lokasi tracking melibatkan persiapan data input, dengan objek target yang merupakan wajah manusia yang bergerak di depan kamera. Data inputnya berupa video real-time, diambil per-frame saat sistem melakukan capture. Untuk memastikan penggunaan data langsung dari kamera webcam dengan sistem yang dapat langsung digunakan, nilai 0 digunakan pada baris kode "cap = cv.VideoCapture(0)", menunjukkan penggunaan kamera utama pada perangkat. Pada tahap ini, kamera diakses untuk mengambil video dan mengonversinya menjadi frame webcam yang digunakan sebagai parameter, sehingga diperoleh hasil snapshot berupa citra warna RGB seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 7. Hasil pengambilan frame berupa citra warna RGB

Setelah mendapatkan data input melalui snapshot, langkah berikutnya adalah menentukan objek target yang akan dilacak pada frame snapshot dengan inisialisasi manual, di mana data input berasal dari webcam dengan ukuran 640 x 480 piksel, dan

koordinat objek yang ingin dilacak ditentukan secara manual dengan menyeleksi baju yang dikenakan pada manusia menggunakan fungsi "cv.selectROI" dari OpenCV, yang menghasilkan koordinat x, y, w, dan h yang dikelompokkan dalam sebuah array.



Gambar 8. Hasil setup lokasi tracking

4.3.2. Pre-Procesing

Pada proses Pre-prosesinginisiasilangkah pertama adalah memperoleh posisi koordinat dari objek target yang akan dideteksi dilakukan melalui variabel ROI, di mana frame dari video input real-time diambil dan diatur dengan [y:y+h, x:x+w], yaitu lokasi objek target atau korrdinat yang akan dipotong. Dengan demikian, proses ini memungkinkan untuk memperoleh bagian dari frame yang berisi objek target yang akan dianalisis lebih lanjut. Gambar 9 di bawah ini menunjukkan hasil pemotongan objek citra berwarna.



Gambar 9. Hasil pemotongan citra

Proses konversi ROI dari BGR ke HSV dilakukan untuk memungkinkan sistem membedakan citra objek yang dipilih dengan lebih jelas dalam situasi perubahan intensitas cahaya, dengan menggunakan kriteria warna baju pada tubuh manusia. Dalam OpenCV, citra warna disajikan dalam format BGR, sehingga sistem melakukan konversi ke HSV untuk analisis yang lebih baik, memungkinkan deteksi warna baju pada manusia dengan lebih efektif dalam berbagai kondisi pencahayaan.



Gambar 10. Hasil konversi citra BGR2HSV

Setelah konversi warna RGB menjadi warna HSV, sistem melakukan proses segmentasi, yang umumnya dikenal sebagai masking, dalam OpenCV. Variabel mask_roi diisi menggunakan fungsi "inRange" dengan citra dalam ruang warna HSV sebagai parameter pertama, sementara parameter kedua dan ketiga menentukan batas bawah dan atas dalam bentuk tupel, menggunakan library NumPy. Proses masking ini bergantung pada nilai threshold yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, memisahkan objek yang dipilih dari latar belakang atau objek lain dalam citra dengan efektif.



Gambar 11. Hasil Proses Segmentasi warna

Dalam studi kasus ini, sistem menentukan objek berdasarkan warna baju yang digunakan oleh objek dengan mengabaikan latar belakang sekitar objek. Pada Gambar 12 di bawah ini, webcam mendeteksi bahwa warna kulit manusia sama dengan warna baju yang digunakan, sehingga warna tersebut termasuk dalam objek citra berwarna.



Gambar 12. Hasil menggunakan threshold

Kalkulasi histogram dalam OpenCV menggunakan fungsi "calcHist". Variabel "roi_hist" diisi dengan citra dalam ruang warna HSV, dengan

channel hue yang diambil sebagai channel pertama (ditunjukkan dengan angka 0). Mask yang digunakan berasal dari proses segmentasi sebelumnya, dan ukuran histogram dimulai dari 0 hingga 180 untuk menghindari kepadatan pada objek lain dalam citra yang diproses. Tahap berikutnya adalah normalisasi nilai menggunakan fungsi "normalize", dimana sumbernya adalah variabel "roi_hist". Tujuannya adalah untuk memperkecil rentang nilai ke 0-255 dengan normalisasi min-max, sehingga dapat mempercepat proses pembelajaran pada klasifikasi dengan mengurangi dampak nilai yang terlalu besar pada fitur yang berpengaruh pada proses klasifikasi.

4.3.3. Menentukan Batas Kriteria

Dalam tahap ini, penerapan metode Camshift untuk mendeteksi target objek pada frame berikutnya dibatasi hingga maksimal 10 iterasi atau perpindahan ke wilayah kepadatan piksel yang lebih tinggi, setidaknya 1 poin. Hal ini dilakukan dengan mendefinisikan variabel "term_crit".

4.3.4. Inisiasi Koordinat Titik Pembatas



Gambar 13. Hasil menentukan koordinat titik pembatas

Setelah pembuatan data ROI untuk objek berwarna, langkah berikutnya adalah menetapkan koordinat titik pembatas. Tujuan dari langkah ini adalah untuk membatasi area di mana objek yang dilacak harus berada dalam jangkauan kamera. Dalam

penelitian ini, menggunakan webcam dengan resolusi 640 x 480 piksel, koordinat titik pembatas pada frame ditetapkan sebagai $x = 42$, $y = 3$, $w = 561$, $h = 477$. Gambar 13 di bawah ini menggambarkan hasil penentuan koordinat titik pembatas.

4.3.5. Tracking Objek Algoritma Camshift

Dalam menjalankan algoritma Camshift di perlukan konversi warna ke hsv terlebih dahulu, selanjutnya dilakukan perhitungan kalkulasi backprojection untuk pada sistemkerjanya dilakukan dengan mengambil komponen atau channel hue dari ruang warna HSV. Kemudian setelah proses kalkulasi selesai maka diperlukan untuk menerapkan algoritma Camshift dengan membaca data dari kamera webcam dan membaca mdan memberikan tanda tracking target berupa kotak prediksi pada frame.



Gambar 14. Hasil Tracking Objek

4.4. Pengujian Tracking Sistem

Dalam pengujian pelacakan sistem ini, penulis memilih empat sampel frame dari video uji, yaitu frame ke-73, 377, 474, dan 835, sementara untuk mengevaluasi model deteksi objek, penulis menggunakan metode IOU yang memanfaatkan bounding box pada frame hasil deteksi sistem.

Tabel 1. Hasil Prediksi Sistem

Frame	Gambar	Prediksi Sistem				Ground Truth				Nilai IOU
		X	Y	W	H	X	Y	W	H	
		225	136	122	310	172	140	170	282	60%

Frame	Gambar	Prediksi Sistem				Ground Truth				Nilai IOU
		X	Y	W	H	X	Y	W	H	
377		33	159	164	282	32	148	177	286	87%
474		305	172	169	284	310	167	153	252	77%
835		70	144	204	291	80	162	174	247	72%

Tabel 1 menggambarkan bahwa sistem mampu melacak objek berwarna dengan nilai IOU di atas 40%, dengan menggunakan sampel empat frame dari video uji, termasuk frame ke-73, 377, 474, dan 835.

Untuk menilai kemampuan sistem dalam melacak objek yang tersembunyi oleh objek lain,

penulis memilih empat frame dari video uji, termasuk frame ke-543, 568, 591, dan 602, dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat mendeteksi objek ketika objek lain menyembunyikan objek yang dilacak, terutama objek manusia.

Tabel 2. Hasil prediksi sistem dengan halangan

Frame	Gambar	Prediksi Sistem				Ground Truth				Nilai IOU
		X	Y	W	H	X	Y	W	H	
543		282	177	160	278	277	165	153	261	77%
568		324	159	65	209	227	190	154	265	22%
591		115	125	270	368	183	165	156	255	40%
602		96	158	203	285	126	161	168	253	73%

Pada Tabel 2 sistem mampu mentracking objek berupa manusia dengan adanya halangan berupa objek manusia dengan warna yang kontras. Pada frame ke-543, sistem berhasil melakukan prediksi dengan akurasi 77%, sementara pada frame ke-568 terjadi penurunan akurasi karena objek tertutup, dengan nilai IOU sebesar 22%. Namun, pada frame ke-591 setelah objek tertutup, sistem mengalami

peningkatan nilai IOU menjadi 40%, dan pada frame ke-602, sistem berhasil mencapai nilai IOU yang baik, yaitu 73%.

4.5. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan system yang akan dibuat dilakukan agar mengetahui kinerja dari sistem yang dikembangkan menggunakan memanfaatkan fungsi

kerja dari metode IOU (Intersection Over Union)[24]. Langkah pertama dilakukan inisialisasi koordinat x, y, w, dan h dari target objek yang seharusnya, ukuran panjang, lebar, lebar dan tinggi sesuai dengan lokasi objek yang dilacak, setelah itu hasilnya disimpan, kemudian kotak kotak pembatas dan kotak tracking objek yang seharusnya digabung, setelah itu, area irisan dibagi dengan area gabungan sesuai dengan persamaan IOU[25].

Pengujian ini dilakukan agar mengetahui kinerja dari seluruh sistem yang dikembangkan pada saat menggunakan motor servo pada implementasinya. Pengujian didapatkan hasil sebuah video dengan resolusi 640 x 480 piksel didapatkan data 7 data dengan dataset dan pencahayaan yang beragam, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian keseluruhan sistem

No	Keterangan	Jumlah Frame	Error Frame	Pencahayaan	Akurasi
1	Percobaan 1	1124	0	33 lux	100%
2	Percobaan 2	2261	170	14 lux	92%
3	Percobaan 3	1079	448	12 lux	59%
4	Percobaan 4	697	0	13 lux	100%
5	Percobaan 5	906	0	61 lux	100%
6	Percobaan 6	296	79	13 lux	73%
7	Percobaan 7	1854	312	32 lux	83%
Total		8222	1009		88%

Pada pengujian diatas pada pengujian ke 1 dengan didapatkan total 1124 dengan pencahayaan 33 lux mendapatkan akurasi sebesar 100% tanpa adanya eror frame, dengan kondisi dukungan dengan data parameter yang dibuat menggunakan Cropping_ROI kontras dengan latar belakang. Pengujian dengan akurasi paling rendah dengan nilai akurasi 59% pada pengujian ke 3 dengan total 1079 frame mendapatkan error sebanyak 448 frame, diakarenakan pencahayaan yang kurang dan data parameter yang dibuat menggunakan Cropping_ROI tidak kontras dengan latar belakang.

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.7 di dapatkan hasil dari sistem memiliki akurasi dengan total akurasi sebesar 88% dengan 8222 frame dimana hasil diperoleh dari video real time yang dari webcam, dengan pengambilan data sebanyak 7 data dengan dataset yang berbeda dan pencahayaan yang berbeda.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan pada sistem human tracking dengan menggunakan metode Camshift dapat disimpulkan sebagai berikut Berhasil merancang sistem human tracking dengan menggunakan metode Camshift menggunakan pemrograman sebagai pemrograman utama yang di jalankan pada laptop sebagai control utama python dari sistem serta Arduino uno bertindak sebagai control mekanik berupa servo dengan sudut putar 0° –180° derajat. Menggunakan metode Camshift dikarenakan target yang dilacak adalah

manusia maka yang jadi patokan warna adalah warna baju manusia yang digunakan.

Pada penelitian ini sistem mampu mempertahankan objek yang di lacak berupa objek warna baju pada manusia. Sistem dapat membedakan objek yang seharusnya di tracking dengan objek lain atau benda lain meskipun objek yang di traking tertutupi objek lain sistem masih mampu mempertahankan objek yang di traking dengan warna yang kontras. Hasil akurasi tertinggi didapat pada video dengan 1124 frame dengan nilai akurasi 100% dengan pencahayaan 33 lux. Hasil akurasi yang tinggi dapat di capai apabila dataset yang dibuat dengan metode cropping ROI (Region of Interest) memiliki warna yang kontras dengan latar belakang dan di dukung dengan pencahayaan yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitri mulyani and Nur Haliza, "Analisis Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) Dalam Pendidikan," *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, vol. 3, pp. 101–109, 2021.
- [2] Ayu Sri Wahyuni, "Penerapan Model Hybrid Learning dalam PTM Terbatas untuk meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa," *Indonesian Journal of Educational Development*, vol. 2, no. 3, Nov. 2021, doi: 10.5281/zenodo.5681376.
- [3] M. Makhin, "Hybrid Learning Model Pembelajaran Pada Masa Pandemi Di SD Negeri Bungurasih Waru Sidoarjo," *Mudir: Jurnal Manajemen Pendidikan*, vol. 3, no. 2, pp. 95–103, 2021.
- [4] Widya Dwi Indriani and Laili Habibah Pasaribu, "Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Hybrid Learning," *jurnal cendekia : jurnal pendidikan matematika*, vol. 06, no. 01, pp. 291–299, Mar. 2022.
- [5] Imroatus Sulthoniyah, Vina Nur Afianah, Kiki Rizkiatul Afifah, and Siti Lailiyah, "Efektivitas Model Hybrid Learning dan Blended Learning Terhadap Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar," *Jurnal Basicedu*, vol. 6, no. 2, pp. 2466–2476, Feb. 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i2.2379.
- [6] Syauqi Nur Aziz, Galih Mustiko Aji, and Erna Alimudin, "Rancang Bangun Slider Otomatis Untuk Kamera dan Smartphone Menggunakan Metode Face Tracking," *E-JOINT (Electronica and Electrical Journal of Innovation Technology)*, vol. 02, no. 1, Jun. 2021, doi: <https://doi.org/10.35970/e-joint.v2i1.749>.
- [7] C. F. D. Saragih, F. M. T. R. Kinasih, C. Machbub, P. H. Rusmin, and A. S. Rohman, "Visual Servo Application Using Model Predictive Control (MPC) Method on Pan-tilt Camera Platform," in *2019 6th International Conference on Instrumentation, Control, and*

- Automation (ICA)*, IEEE, Jul. 2019, pp. 1–7. doi: 10.1109/ICA.2019.8916673.
- [8] R. Szeliski, *Computer Vision*. Cham: Springer International Publishing, 2022. doi: 10.1007/978-3-030-34372-9.
- [9] Tresya Anjali Dompeipen, Sherwin R.U.A Sompie, and Sherwin R.U.A Sompie, “computer vision implementation for detection and counting the number of humans,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 16, no. 1, pp. 65–76, Mar. 2021, doi: <https://doi.org/10.35793/jti.16.1.2021.31471>.
- [10] M. L. Bukhori, “Peningkatan Akurasi dan Kecepatan Pelacakan Bola Sepak Dengan Menggunakan Metode Camshift,” *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 6, no. 1, pp. 30–39, Jul. 2020, doi: 10.56521/teknika.v6i1.195.
- [11] Elga Ridlo Sinatriya, Muhammad Idham AnantaTimur, and Ika Candradewi, “Model Tracking Pembicara Dalam Perekaman Video Otomatis Pada Kelas Cendekia,” *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, vol. 9, no. 1, p. 1, Apr. 2019, doi: 10.22146/ijeis.27818.
- [12] R. T. Yunardi, A. W. Mardhiyah, M. H. Yahya, and F. C. S. Arisgraha, “Desain dan Implementasi Visual Object Tracking Menggunakan Pan and Tilt Vision System,” *ELKHA: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 85–92, 2019.
- [13] X. Hu and B. Huang, “Face Detection based on SSD and CamShift,” in *2020 IEEE 9th Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC)*, IEEE, Dec. 2020, pp. 2324–2328. doi: 10.1109/ITAIC49862.2020.9339094.
- [14] Z. Zheng, P. Wang, W. Liu, J. Li, R. Ye, and D. Ren, “Distance-IoU Loss: Faster and Better Learning for Bounding Box Regression,” *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, vol. 34, no. 07, pp. 12993–13000, Apr. 2020, doi: 10.1609/aaai.v34i07.6999.
- [15] F. Yuliani, “Analisis Dan Implementasi Object Tracking Pada Kamera Webcam Dengan Image Processing Menggunakan Metode Mean Shift,” 2022, Accessed: Jun. 05, 2023. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/40453>
- [16] H. Rezaatofighi, N. Tsoi, J. Gwak, A. Sadeghian, I. Reid, and S. Savarese, “Generalized intersection over union: A metric and a loss for bounding box regression,” in *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition*, 2019, pp. 658–666.