

RANCANG BANGUN LESAN TEMBAK MENGGUNAKAN LASER SPOT BERBASIS IMAGE PROCESSING

Maulana Doni Handoyo¹⁾, Gatut Yulisusianto²⁾, Yudhi Darmawan³⁾

¹⁾Prodi Teknik Telekomunikasi Militer, Politeknik Angkatan Darat

²⁾Jl. Raya Anggrek, Pandem, Batu 65324 Telp (0341) 461504

komd4504@gmail.com¹⁾, mr.gatut@gmail.com²⁾, yudhidharmawan@poltekad.ac.id³⁾

DESIGN OF LESAN SHOOT USING LASER SPOT BASED ON IMAGE PROCESSING

ABSTRACT: Shooting training is very important for law enforcement officers and soldiers. Currently, many shooting training still use conventional methods in calculating their value. This research will design and implement a shooting system using laser light as a substitute for bullets. In this study, automatic score calculation was also implemented using image processing. This design aims to make it easier for shooters to carry out shooting training. By applying the HSV (Hue Saturation Value) color segmentation method, this research has succeeded in detecting laser light. The process of detecting assessment circles to calculate the final score on the target sheet has been explained in this research. The test results show quite accurate values in detecting laser light and calculating scores.

Keywords: Firing, Laser, Image Processing, HSV Color Segmentation.

ABSTRAK: Latihan menembak sangat penting bagi aparat penegak hukum maupun tentara. Saat ini, masih banyak latihan menembak menggunakan cara konvensional dalam perhitungan nilainya. Penelitian ini akan merancang dan mengimplementasikan sistem lesan tembak menggunakan sinar laser sebagai objek pengganti peluru. Pada penelitian ini perhitungan skor otomatis juga diterapkan menggunakan image processing. Perancangan tersebut bertujuan agar mempermudah para penembak dalam melakukan latihan menembak. Dengan menerapkan metode HSV (Hue Saturation Value) colour segmentation, penelitian ini telah berhasil mendeteksi sinar laser. Proses deteksi lingkaran penilaian guna melakukan perhitungan skor akhir pada kertas target telah dijelaskan pada penelitian ini. Hasil pengujian menunjukkan nilai yang cukup akurat dalam mendeteksi sinar laser dan menghitung skor.

Kata Kunci: Lesan Tembak, Laser, Image Processing, HSV Colour Segmentation

PENDAHULUAN

Tentara Negara Indonesia ialah sebuah instansi pemerintah berfungsi sebagai benteng pertahanan terdepan untuk menjaga kedaulatan NKRI (Aditya, 2022). Memiliki daya tahan tubuh dan stamina yang prima

pada personel TNI tidak setara merta dapat melakukan pertahanan negeri, sehingga diperlukan pengembangan talent lain baik jenis olahraga, bela diri, memanah, penggunaan senjata dan sebagainya. Dalam hal tersebut personel TNI juga diharapkan

mempunyai kapasitas dan kualitas yang unggul dalam menembak. Latihan menembak adalah salah satu bidang dalam sistem Binsat (Sopiin, 2023). Dalam menunjang kemampuan dan kehandalan ini, maka setiap prajurit TNI AD akan melakukan latihan menembak setiap 3 bulan sekali (Sarosa, 2022). Metode perhitungan konvensional yang dimana secara manual dihitung menjadi perhatian dalam penelitian ini. Kondisi perhitungan yang manual ini, memiliki potensi masalah pada hasil pengamatan/penilaian bekas tembakan mengingat personil yang ikut latihan menembak cukup banyak, bisa mencapai 30an personil. Tentu hal ini mengakibatkan tidak efektifnya waktu dan tenaga yang digunakan. Sehingga diperlukan metode dalam menghitung penilaian hasil tembakan secara otomatis. Adapun masalah lain dalam latihan menembak konvensional adalah biaya yang cukup besar dalam membeli peluru. Pada permasalahan ini dibutuhkan metode simulasi menembak yang tidak melibatkan peluru namun tetap terlihat seperti latihan menembak secara nyata.

Saat ini perkembangan kegiatan menembak semakin maju dan bervariasi dari segi penggunaan senjata khususnya pada sistem penilaian. Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem penilaian

tembakan telah dikembangkan menjadi sistem penilaian otomatis. Sistem penilaian otomatis untuk pengambilan gambar telah dikembangkan dalam beberapa jenis sistem penilaian mulai dari sistem penilaian berbasis akustik, sistem penilaian berbasis vision, atau kombinasi keduanya (Parama, 2019).

Penelitian tentang metode *background subtraction* dan *euclidean distance* sebagai teknik dalam menghitung skor secara otomatis (Sarosa, 2022). Hasilnya menunjukkan tingkat akurasi 100%, sehingga dapat dikatakan metode yang digunakan telah berhasil dalam menghitung skor secara otomatis. Begitu pula dengan metode perhitungan real-time berbasis *image processing* yang memiliki keunggulan dalam tingkat akurasi tinggi (Parama, 2021). Hasil akurasi menunjukkan tingkat akurasi sebesar 91% (Parama, 2019). Metode *background subtraction* ini cukup populer belakangan ini (Issa, 2021). Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi sehingga saat ini dapat dikatakan metode ini menjadi yang paling baik saat ini (Apridiansyah, 2021) (Rais, 2022).

Perancangan simulasi menembak menggunakan laser spot menjadi solusi dalam memecahkan masalah biaya latihan menembak (Madani, 2022). Metode

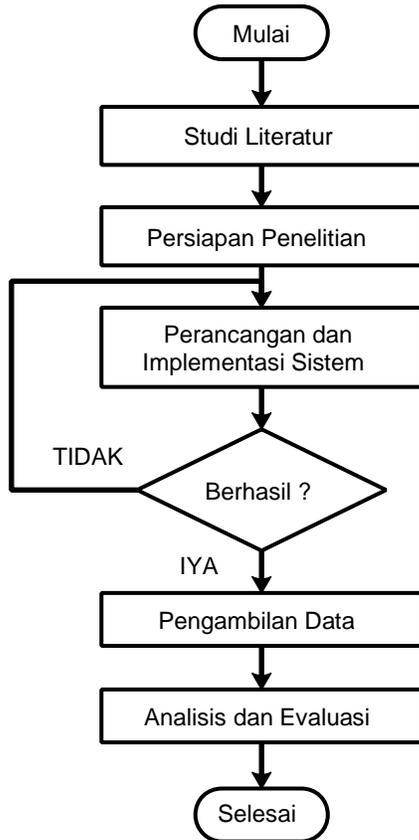
perhitungannya juga menggunakan *image processing* sebagai proses perhitungannya. Dengan meletakkan kamera dibelakang target, peneliti ini mampu menghitung secara akurat dengan metode *measuring frame* (Madani, 2022). Deteksi warna merah pada penelitian tersebut menjadi salah satu perhatian penulis dalam penelitian ini. Salah satu metode deteksi warna yang sering digunakan adalah metode *colour segmentation* (Weller, 2023). Bahkan warna yang dideteksi adalah warna pada gambar biologis yang cukup kompleks. Penelitian lainnya yang menggunakan deteksi warna seperti yang dilakukan oleh (Apridiansyah, 2023) menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik yaitu sebesar 79%. Penelitian ini mendeteksi warna pada kulit manusia. Salah satu jenis ruang warna yang biasa digunakan adalah HSV (Hue Saturation Value) (Antika, 2022). Ruang warna ini memiliki keunggulan terhadap ruang warna lain dari sisi intensitas cahaya. Hasil akurasi menunjukkan nilai sebesar 91,11%. Hal ini menjadi salah satu alasan untuk menggunakan ruang warna HSV dalam penelitian yang akan dilakukan (Kang, 2021).

Adanya permasalahan dan metode-metode yang pernah dilakukan sebelumnya, maka pada penelitian ini akan merancang alat lesan tembak pintar dengan

menggunakan laser sebagai objek pengganti peluru yang mampu melakukan perhitungan secara otomatis sehingga tidak diperlukan lagi personel yang ditugaskan untuk mengamati dan menilai hasil tembakan anggota yang berlatih menembak dan dapat menekan biaya pelatihan dalam pembelian peluru asli. Metode *image processing* seperti *background subtraction* dan *colour segmentation* diterapkan pada penelitian ini untuk mendeteksi pistol laser dan menghitung otomatis hasil perhitungan skor.

METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang diusulkan peneliti ditunjukkan oleh Gambar 1.



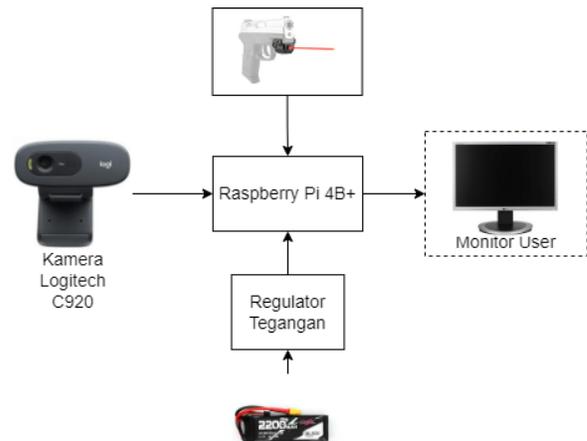
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Alur penelitian ini dimulai dari studi literatur yakni mencari referensi pendukung dalam pembuatan sistem yang diperoleh dari jurnal/prosiding baik Internasional maupun Nasional. Langkah berikutnya melakukan persiapan penelitian seperti menyiapkan alat dan bahan untuk penelitian yang dilakukan dengan cara membeli setiap komponen yang dibutuhkan. Selanjutnya melakukan perancangan sistem yang dilakukan dengan mendesain sistem yang diusulkan, disusul membuat program dari sistem yang diusulkan. Langkah berikutnya

mengimplementasi sistem, sistem yang telah dibuat akan dilakukan uji coba dan mengaplikasikannya sesuai fungsi yang diinginkan. Setelah dilakukan uji coba, lanjut evaluasi apakah sistem sesuai atau tidak, jika hasilnya tidak sesuai akan dilakukan perancangan kembali hingga mendapatkan sistem yang sesuai dengan perencanaan yang diinginkan. Jika sistem telah sesuai, maka akan dilakukan analisa dan evaluasi terhadap sistem tersebut untuk mendapatkan spesifikasi dari sistem yang diusulkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Spesifikasi ini dapat berupa akurasi sistem, jangkauan dari sistem dan waktu yang dibutuhkan sistem.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem lesan tembak pintar ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem.

Adapun uraian dari tiap-tiap komponen dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kamera Logitech C920 dipergunakan untuk menangkap gambar lesan tembak.
- b. Raspberry Pi 4B+ dipergunakan sebagai pengolahan dan pemrosesan hasil tangkapan gambar dari kamera Logitech C920 untuk dilakukan deteksi objek tembakan dan perhitungan skor tembakan.
- c. Baterai 12 Volt dipergunakan sebagai sumber catu daya dari sistem.
- d. Regulator tegangan 5 Volt dipergunakan untuk menurunkan tegangan dari 12 Volt ke 5 Volt yang selanjutnya tegangan tersebut dipergunakan catu daya Raspberry Pi 4B+
- e. User dipergunakan sebagai pengguna dalam mengakses tampilan skor yang telah diproyeksikan.

Perancangan Sistem Penilaian Skor Otomatis

Diagram penilaian penembakan otomatis yang diberikan terdiri dari empat proses utama yaitu transformasi perspektif gambar, deteksi lingkaran penilaian, deteksi laser, dan mekanisme penilaian. Transformasi perspektif gambar digunakan untuk

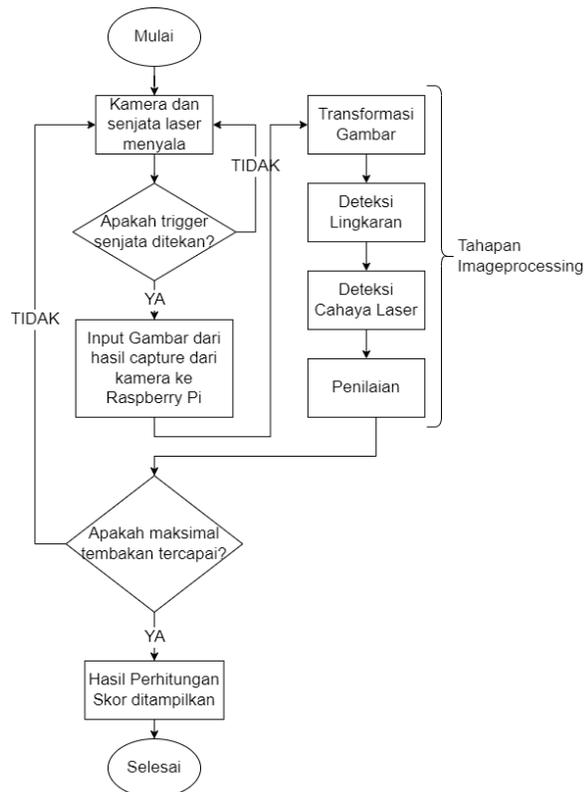
mengubah gambar yang terdistorsi menjadi gambar stabil jika penempatan kamera ke target membuat sudut yang menyebabkan gambar terdistorsi. Blok deteksi lingkaran memproses gambar untuk mendapatkan setiap diameter lingkaran target dari setiap nilai skor. Blok pendeteksi sinar laser memproses gambar setiap tembakan dan mengklasifikasikan posisi tengah sinar laser terhadap setiap lingkaran penilaian. Blok mekanisme scoring memproses data setiap posisi pusat lingkaran, nilai diameter setiap lingkaran penilaian dan posisi tengah setiap sinar laser untuk menghitung skor setiap tembakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram sistem penilaian otomatis.

Mekanisme keseluruhan sistem penilaian skor otomatis dijelaskan sebagai berikut, kamera akan terus aktif hingga suara tembakan terdeteksi data digital ke raspi sebagai pemicu untuk menangkap gambar lembar target. Lembar target yang ditangkap akan diproses dengan menggunakan proses pengolahan gambar seperti pada Gambar 3 dan mengekstrak gambar lembar target untuk mendapatkan skor dari setiap penembakan. Skor yang diperoleh akan

muncul pada tampilan monitor. Proses penilaian akan berhenti hingga penembakan maksimal tercapai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram keseluruhan sistem.

Proses Deteksi Lingkaran Penilaian

Setelah transformasi perspektif gambar lembar target diperoleh, proses selanjutnya adalah mendeteksi lingkaran penilaian, mendapatkan diameter lingkaran dan posisi pusat lingkaran penilaian dengan menggunakan metode deteksi kontur. Diameter lingkaran dan posisi pusat setiap lingkaran dapat diperoleh dengan

menerapkan fungsi bounding box untuk mengekstrak nilai tinggi dan lebar dari setiap kontur lingkaran yang terdeteksi dan dari proses kotak pembatas diperoleh nilai sumbu x dan sumbu y yang dapat dijadikan diameter. setiap lingkaran dengan memilih sumbu sebagai parameter diameter. Posisi tengah lingkaran penilaian dapat diperoleh dengan menghitung nilai sumbu x dan sumbu y yang diperoleh dari proses kotak pembatas. Untuk setiap sumbu x dan y dibagi dua dan akan diketahui letak pusat lingkaran pada koordinat x dan y. Nilai diameter setiap lingkaran penilaian akan disimpan untuk melakukan proses perhitungan penilaian setiap laser yang terdeteksi di dalam lembar target. Proses deteksi lingkaran ditunjukkan pada Gambar 5.



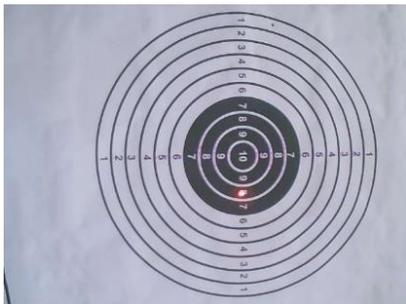
a) b) c) d)

Gambar 5. Proses Deteksi Lingkaran. a) Gambar awal, b) Gambar Binary, c) Deteksi Kontur, d) Kotak Bounding

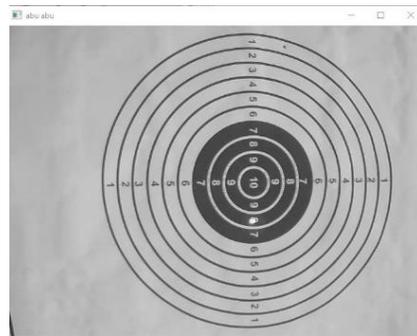
Deteksi Laser

Metode yang digunakan dalam proses pendeteksian laser adalah HSV *colour segmentation*. Setelah proses deteksi lubang peluru selesai dengan menggunakan metode HSV *colour segmentation*, proses

selanjutnya adalah mengekstraksi warna merah pada laser dengan menggunakan deteksi kontur sehingga diperoleh kontur laser. Posisi tengah laser dapat diperoleh dengan menggunakan fungsi bounding box dari openCV untuk mengekstrak kontur laser dengan memberikan batas persegi panjang. Dari proses ini diperoleh posisi tengah laser pada koordinat x dan y yang diperoleh dari pengalihan lebar dan tinggi kontur dimana posisi tengah laser tersebut akan digunakan untuk proses penilaian dalam mekanisme scoring. Dalam sistem penilaian otomatis ini, gambar sebelumnya dari lembar target yang telah diekstraksi akan ditimpa dengan gambar baru dan siklus ini akan terjadi hingga bidikan maksimum tercapai. Dari proses berikut, metode *HSV colour segmentation* merupakan metode yang baik untuk mendeteksi warna merah pada dari setiap tembakan di dalam lembar target. Beberapa noise yang terjadi pada proses deteksi sehingga diterapkan metode blur untuk mereduksi noise seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



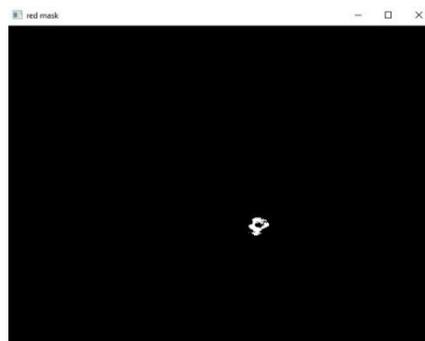
a) Gambar awal



b) Gambar mode grayscale



c) Gambar mode blur



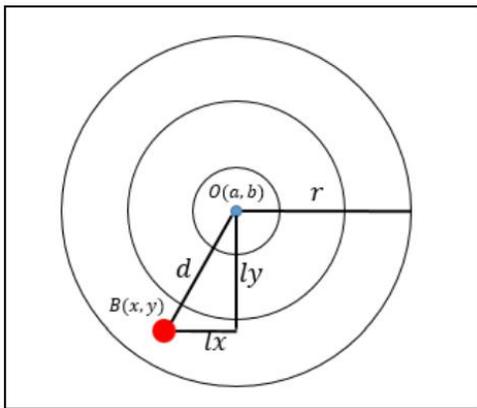
d) Gambar masking

Gambar 6. Proses Pendeteksian Warna Laser

Mekanisme Penilaian

Koordinat pusat posisi lingkaran dalam, diameter lingkaran dan posisi sinar laser

diperoleh berdasarkan *background subtraction*, berikut proses mekanisme scoring untuk setiap sinar laser di dalam lembar sasaran. Proses scoring menggunakan teorema pythagoras yang digunakan untuk menghitung jarak antara pusat sinar laser dengan lingkaran pusat lembar sasaran dengan menghitung jarak dari sumbu x dan y. Setelah diperoleh jarak posisi sinar laser terhadap pusat lingkaran, proses selanjutnya adalah membandingkan nilai jarak yang diperoleh teorema pythagoras dengan jari-jari masing-masing lingkaran yang diperoleh dari deteksi lingkaran sebelumnya. Gambar 7 adalah contoh posisi relatif sinar laser terhadap lingkaran tengah untuk mekanisme penilaian.



Gambar 7. Perhitungan Penilaian Menggunakan Teorema Pythagoras.

Perhitungan skor merupakan proses untuk memperoleh jarak pusat lingkaran sasaran ke pusat lubang peluru dengan

menggunakan teorema pythagoras untuk mengklasifikasikan posisi lubang peluru dan membuat skor, sehingga:

$$d^2 = \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2}$$

Dimana:

d = jarak sinar laser ke pusat lingkaran

lx = jarak sinar laser ke pusat lingkaran pada sumbu x

ly = jarak sinar laser ke pusat lingkaran pada sumbu y

x= posisi tengah sinar laser pada koordinat x

y= posisi tengah sinar laser pada koordinat y

a= posisi tengah sinar laser pada koordinat x

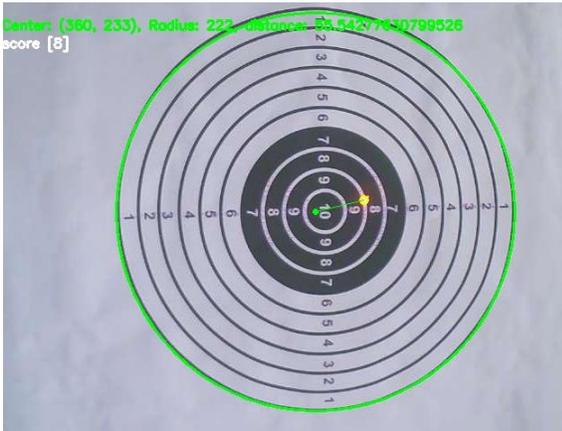
b= posisi tengah sinar laser pada koordinat y

HASIL PENELITIAN

Pada bagian ini disajikan hasil percobaan penembak pistol laser 15 meter dengan nilai radius yang diperoleh dari proses bounding box untuk setiap lingkaran. Dari proses pendeteksian lingkaran, terdapat beberapa nilai radius yang berbeda untuk sepuluh gambar berbeda yang diambil dari beberapa lingkaran di dalam lembar target. Beberapa gambar ditunjukkan untuk mengetahui keakuratan pada proses yang telah dirancang. Gambar 8 menunjukkan salah satu hasil dari pengujian sistem lesan tembak pintar berbasis *imageprocessing* untuk menghitung skor otomatis.



Pemotretan Kamera



Hasil Penilaian

Gambar 8. Hasil Penilaian Otomatis Menggunakan *Imageprocessing*.

Tabel 1 menunjukkan ringkasan hasil pengujian sistem lesan tembak yang telah dirancang. Hasil pengujian tersebut dilakukan dalam 10 kali percobaan untuk setiap sesi. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui persentase akurasi yang

didapatkan pada sistem lesan tembak pintar yang telah dirancang

Tabel 1. Hasil Perhitungan Otomatis

Sesi	Percobaan Menembak ke-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	x	7	7	6	x	8	9	5	6
2	10	6	6	8	6	x	7	5	8	9
3	8	7	7	9	5	5	3	7	3	4
4	6	5	8	6	x	8	x	7	1	8
5	7	5	4	6	6	x	x	8	9	6
6	x	4	1	8	8	9	6	9	5	4
7	6	X	9	9	4	9	1	8	x	7
8	9	6	8	6	8	4	3	4	3	6
9	10	8	7	9	9	5	7	6	6	9
10	7	8	6	6	9	10	1	4	8	7

PEMBAHASAN

Dapat dilihat pada tabel tersebut, hasil menunjukkan proses gagal sebanyak 10 kali dari 100 kali percobaan. Hal ini menunjukkan persentase keberhasilan proses perhitungan skor otomatis sebesar 90%. Kegagalan proses perhitungan skor disebabkan oleh noise seperti intensitas cahaya sehingga dapat mengganggu gambar yang terporet dan dapat mengakibatkan tidak akuratnya pembacaan kontur yang dihasilkan. Sehingga pembacaan skor yang dilakukan oleh sistem tidak dapat dideteksi. Selain daripada itu, noise lainnya seperti kemiringan

gambar yang terpotret. Hal ini disebabkan karena kamera yang tidak tegak lurus terhadap kertas target dari lesan tembak tersebut. Kemiringan ini mengakibatkan tidak sesuainya pendeteksian lingkaran penilaian.

PENUTUP

Penerapan *imageprocessing* pada sistem lesan tembak menggunakan laser telah dilakukan. Dengan menggunakan HSV *colour segmentation* untuk mendeteksi warna merah pada sinar laser. Proses deteksi lingkaran penilaian, diameter lingkaran, dan titik pusat lingkaran juga dilakukan menggunakan metode deteksi kontur untuk memproses perhitungan skor. Mekanisme penilaian menggunakan teorema pythagoras yang bertujuan untuk menghitung jarak dari titik tengah lingkaran target ke titik sinar laser, agar nilai tersebut menjadi acuan perhitungan skor. Hasilnya menunjukkan nilai keakuratan yang baik yaitu sebesar 90%. Ketidakakuratan perhitungan terjadi akibat adanya noise berupa intensitas cahaya yang dimana merupakan salah satu kelemahan dari metode *image processing* yang digunakan. Selain itu, kemiringan gambar yang terpotret juga berpengaruh terhadap deteksi lingkaran target yang dapat mengakibatkan deteksi lingkaran tidak sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- G. B. Aditya. (2022). Kontrol Sipil atas Militer dan Kebajikan Pertahanan di Indonesia Pasca Orde Baru. Jakarta. Indonesia.
- Dharma, H. R., & Hartono, R. (2021). Sistem Penghitung Skor Otomatis pada Olahraga Menembak Menggunakan Metode Analisis Blob Berbasis Matlab Automatic. *TELEKONTRAN*, 9(2).
- Ye, C., & Mi, H. (2019). The technology of image processing used in Automatic Target-Scoring System. *Proceedings - 4th International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization, CSO 2011*, 349–352
- Antika, R. & Iqbal, M. (2022). *Using the Matlab App to Detect Objects By Color With HSV Color Segmentation*.
- Parama, W. D., Hendra, K., Attamimi. M. (2019). Automatic Shooting Scoring System Based on Image Processing. Surabaya. International Conference on Electronics Representation and Algorithm (ICERA).
- Kang, H.-C.; Han, H.-N.; Bae, H.-C.; Kim, M.-G.; Son, J.-Y.; Kim, Y.-K. (2021). *HSV Color-Space-Based Automated Object Localization for Robot*

- Grasping without Prior Knowledge*. Appl. Sci. 2021, 11, 7593
- Sarosa, M., Ridwan, M., Mahfudi, I., & Purwanto M. B. (2022). Penghitungan Skor Tembak Otomatis menggunakan Metode *Background Substraction* dan *Euclidean Distance*. Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika, 8(1): 140-146.
- Issa, A. H., Hasan, S. D., & Ali, W.H. (2021). Automation of Real-time Target Scoring System Based on Image Processing Technique. Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, 44(2): 316-323.
- Apridiansyah, Y. & Gumiri, J. R. (2021). Penerapan Metode Background Substraction untuk Deteksi Gerak Pada Kendaraan. Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika, 4(1): 47-56.
- Weller, H. I., Hiller ,A. E., Lord, N. P., & Belleghem, S. M. (2024). *recolorize: An R package for flexible colour segmentation of biological images*. Ecology Letter, 27, e14378.
- Rais, A., Sulfayanti., Iman, I. A., Cokrowibowo, S., & Firgiawan, W. (2022). Implementasi Metode Background Subtraction untuk Monitoring Ruang Secara Realtime. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2022.
- Apridiansyah Y., Putra, E. D., & Pratama, A. C. (2023). Segmentasi Warna Kulit Menggunakan Ruang Warna YCBCR Untuk Deteksi Wajah Manusia. Jurnal Media Infotama, 19(1), 205-210.