

Sistem Penghitung Skor Menembak Otomatis menggunakan Pengolahan Citra Digital

Ichlasuning Diah Amaliah¹, Fitri Utaminigrum², Putra Pandu Adikara³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹ichlasuningda@student.ub.ac.id, ²f3_ningrum@ub.ac.id, ³adikara.putra@ub.ac.id

Abstrak

Teknologi pendukung yang memadai dalam pelaksanaan olahraga terkadang sulit untuk didapatkan karena beberapa faktor, salah satunya karena harga yang mahal. Pada pertandingan olahraga menembak berskala besar dapat digunakan *Electronic Scoring Target*, namun dengan harga yang berkisar antara 1.500 hingga 2.000 USD tidak semua daerah dan klub menembak memiliki alat ini untuk menunjang perlombaan dengan skala yang lebih kecil ataupun kegiatan latihan sehingga pengamatan dan perhitungan skor masih dilakukan secara tradisional. Untuk menyelesaikan permasalahan ini digunakan pengolahan citra digital dengan tiga proses inti yaitu pendeteksian bagian sasaran tembak, pendeteksian bekas tembak, dan pemberian skor. Pendeteksian sasaran tembak dan bekas tembak memanfaatkan deteksi kontur dengan memanfaatkan komponen saturasi sebagai proses *pre-processing* pada pendeteksian bekas tembak, sedangkan pemberian skor bekas tembak memanfaatkan jarak *Euclidean*. Pengujian dilakukan pada pemberian batas bawah pada komponen saturasi sebesar 25, 40, 45, 50, 55, 60, dan 75 dengan batas atas tetap sebesar 100. Hasil pendeteksian terbaik ada pada *penggunaan low boundary* sebesar 45 dengan nilai *precision* 100%, *recall* 99,6%, dan *F1-score* 99,8%. Akurasi dari pemberian skor pada *penggunaan low boundary* sebesar 45 mencapai 73,33% jika satu citra dihitung sebagai satu data dan 96,65% jika tiap bekas tembak dihitung sebagai satu data.

Kata kunci: olahraga menembak, pengolahan citra digital, deteksi kontur, saturasi, jarak *Euclidean*

Abstract

Adequate supporting technology in sports is sometimes difficult to obtain due to several factors, for example is because of the high price. In large scale shooting sports competition, Electronic Scoring Target can be used, but with prices ranging from 1.500 to 2.000 USD not all regions and shooting clubs have this tool to support smaller scale competition or training activities causing observation and calculation of scores are still carried out in traditionally. To solve this problem, digital image processing is used with three core process, that is detection of shooting target, detection of shooting marks, and scoring. The shooting target and shooting marks detection utilizes contour detection with utilizing the saturation component as a pre-processing in the shooting marks detection while the scoring process used Euclidean distance. The test is carried out by testing various low boundary values on the saturation component, which is 25, 40, 45, 50, 55, 60, and 75 with a fixed high boundary value on 100. The best detection test is on the use of low boundary of 45 with a precision value of 100%, recall 99.6%, and F1-score 99.8%. The accuracy of scoring the use of low boundary 45 reached 73,33% if one image was counted as one data and 96,65% if each shot mark was counted as one data.

Keywords: shooting sport, digital image processing, contour detection, saturation, Euclidean distance

1. PENDAHULUAN

Menembak pada zaman dahulu dikenal sebagai sebuah kegiatan mencari makan dengan melemparkan benda tajam seperti runcing bambu atau anak panah. Seiring dengan perkembangan zaman yang terjadi, kegiatan

menembak juga ikut berkembang menjadi suatu kegiatan melepas peluru dengan sasaran, jarak, dan lintasan tertentu yang mulanya digunakan oleh angkatan bersenjata. Namun saat ini kegiatan menembak juga menjadi identik dengan kegiatan berolahraga (Alfianto, Sulaiman, dan Marani, 2020) Olahraga menembak sasaran

adalah salah satu cabang disiplin dalam olahraga menembak dengan pelaku olahraga akan menembakkan peluru dari senjata ke sebuah objek berupa kertas sasaran tembak untuk mendapatkan skor tertinggi dari jumlah tembakan dan waktu yang telah ditentukan.

Dalam pelaksanaan olahraga tidak dapat disangkal bahwa umpan balik yang tepat sangat berpengaruh terhadap perkembangan keterampilan. Dengan terjadinya perkembangan teknologi yang terjadi, industri lain yang terkait juga ikut terbantu perkembangannya, salah satunya adalah pada bidang olahraga. Pemanfaatan teknologi informasi yang terintegrasi dengan teknologi otomatis lainnya pada pelatihan olahraga tradisional akan meningkatkan efisiensi umpan balik yang dihasilkan (Shanying, Wanggang, dan Yaojun, 2011). Oleh karena itu, sudah banyak dibuat alat bantu untuk menunjang efisiensi pada berbagai jenis olahraga termasuk juga pada olahraga menembak yaitu *Electronic Scoring System* yang saat ini Indonesia telah memiliki beberapa unit yang dapat digunakan pada pertandingan tingkat tinggi seperti nasional atau internasional. Namun dengan harga yang tidak murah yaitu berkisar antara 1.500 hingga 2.000 USD tentunya tidak semua daerah atau klub menembak dapat memilikinya untuk menunjang kegiatan pertandingan tingkat yang lebih rendah atau untuk latihan. Padahal jika dilihat dari efisiensi waktu, kegiatan menembak sasaran akan membutuhkan waktu yang lama karena pengamatan bekas tembak, perhitungan skor tembak, perbandingan hasil perhitungan, hingga penyampaian skor kepada audiens semuanya dilakukan secara manual atau tradisional (Dharma dan Hartono, 2021).

Pemanfaatan pengolahan citra digital dalam pengembangan alat bantu pada bidang olahraga telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Terdapat penelitian yang dilakukan oleh Xiao, Zhang dan Liu (2019) pada olahraga menembak untuk perhitungan skor otomatis dengan tiga proses inti, yaitu segmentasi sasaran tembak, identifikasi bekas tembak, dan perhitungan skor. Maka dari itu, dalam penelitian ini peneliti akan melakukan perancangan sistem penghitung skor menembak otomatis dengan memanfaatkan pengolahan citra digital yaitu deteksi kontur untuk pendeteksian sasaran tembak dan bekas tembak, serta pemanfaatan jangkauan tertentu komponen saturasi pada proses *pre-processing* untuk mendapatkan bekas tembak yang diinginkan.

Untuk perhitungan skor yang didapatkan akan digunakan perhitungan jarak *Euclidean*.

2. DASAR TEORI

2.1 Olahraga Menembak Sasaran

Dituliskan pada portal resmi milik *International Shooting Sport Federation (ISSF)*, olahraga menembak sasaran memiliki berbagai kelas termasuk senapan angin dan pistol angin. Pada penelitian kali ini digunakan data yang didapatkan dari kategori senapan angin dengan jarak tembak 10 meter dengan sasaran tembak berukuran 170mm×170mm dengan kategori nilai dibagi menjadi 11, dimulai dari 1 hingga 8 yang tertulis pada masing-masing lingkar serta 9, 10, dan 10x yang merupakan lingkaran terdalam atau biasa disebut dengan inner ten. Alur pertandingan tembak sasaran 10M dibagi menjadi dua, yaitu babak eliminasi dan final. Pada babak eliminasi peserta akan menembakkan peluru ke kertas sasaran sebanyak 60 tembakan dalam rentang waktu 75 menit dengan jumlah tembakan pada tiap kertas sasaran adalah sebanyak satu buah. Setelah itu dilakukan perhitungan total skor dan diambil 8 peserta terbaik pada tiap sesi untuk melakukan babak final. Pada babak final, pertandingan dibagi menjadi dua tahap, tahap pertama yaitu dilakukan 2×5 tembakan yang tiap sesinya memiliki waktu 250 detik dan peserta dengan nilai terendah akan tereliminasi. Setelah itu dilakukan babak final tahap kedua yang dilakukan 1×14 tembakan yang tiap tembakannya memiliki rentang waktu 50 detik. Finalis dengan total skor terendah akan tereliminasi dimulai dari tembakan ke-12 hingga ke-24 secara berkala dengan selang 2 tembakan.

2.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan sebuah disiplin ilmu dalam teknik pengolahan citra yang dilakukan secara digital dengan menggunakan komputer (Kusumanto dan Tompunu, 2011). Terdapat beberapa kategori teknik pengolahan yang ada pada pengolahan citra digital, yaitu yang pertama kategori rendah yang merupakan teknik pengolahan citra digital dengan operasi sederhana atau dasar seperti pengurangan derau, pengaturan kontras serta ketajaman citra, dan juga restorasi citra. Kedua terdapat pengolahan kategori menengah yang meliputi segmentasi citra serta klasifikasi objek secara terpisah. Terakhir terdapat pengolahan kategori tinggi

yang berupa teknik pengolahan untuk proses pengenalan dan deskripsi untuk analisis citra (Putra, 2010).

2.3 Gaussian Blur Filter

Gaussian blur filter merupakan salah satu metode pada kelas *low-pass filter* yang digunakan untuk mengurangi derau pada suatu citra dengan didasarkan oleh distribusi peluang *Gaussian* (Khilmawan dan Riadi, 2018). *Gaussian filter* dapat bekerja dengan sangat baik dalam mengurangi noise pada citra yang bersifat sebaran normal yang biasa ditemukan pada citra hasil proses digitasi penggunaan kamera yang dihasilkan dari sifat pantulan cahaya serta kepekaan sensor cahaya yang ada pada kamera (Wedianto dan Sari, 2016). Untuk menggunakan *gaussian filter*, diperlukan sebuah kernel yang bernama *gaussian kernel* yang memiliki bermacam-macam ukuran sesuai penggunaannya.

2.4 Canny Edge Detector

Edge detection merupakan proses dalam pengolahan citra yang bertujuan untuk mengidentifikasi tepian pada suatu citra dan banyak digunakan sebagai langkah awal dalam segmentasi citra dengan memanfaatkan perbedaan nilai intensitas pada suatu citra (Sinaga et al., 2021). Salah satu metode dalam pendeteksian tepi yang paling populer adalah Canny Edge Detector yang pertama kali dikembangkan oleh John F. Canny pada 1986. Dalam implementasinya, metode *canny* bekerja dengan melalui beberapa tahap yaitu *gaussian filter*, deteksi tepi dengan filter Sobel, *non-maximum suppression*, *double threshold*, dan *hysteresis*.

2.5 Ruang Warna HSV

Ruang warna HSV merupakan ruang warna yang memisahkan informasi mengenai detail atau luminance dan warna atau chrominance dari suatu citra (Ganesan et al., 2023). Ruang warna ini memiliki komponen Hue yang memiliki nilai untuk variasi warna seperti merah, hijau, dan biru, Saturation yang memiliki nilai untuk variasi warna keabuan sebuah piksel, serta Value yang memiliki nilai untuk intensitas cahaya dari suatu citra (Ganesan et al., 2023)

2.6 Transformasi Morfologi Closing

Transformasi morfologi merupakan sebuah

operasi pengolahan citra berdasarkan bentuk dari citra yang ada yang umumnya digunakan pada citra biner, bertujuan untuk mengubah struktur bentuk objek yang ada dalam citra agar dapat membentuk filter spasial, memperoleh rangka objek, menentukan letak objek dalam citra, hingga memperoleh bentuk struktur objek (Kadir dan Susanto, 2013). Operasi yang paling mendasar pada transformasi morfologi citra adalah erosi dan dilasi, sedangkan *closing* merupakan jenis transformasi morfologi citra yang menggabungkan dua operasi dasar secara berurutan dilakukan erosi kemudian dilatasi.

2.7 Deteksi Kontur

Kontur merupakan rangkaian piksel yang membentuk batas dari sebuah daerah serta direpresentasikan sebagai struktur kurva yang menghubungkan titik kontinu dengan warna atau intensitas sama dan berguna untuk berbagai aplikasi analisis struktur serta pengenalan objek (Sakshi dan Kukreja, 2022) (Andarinny dan Widodo, 2017). Dalam pendeteksian kontur dari suatu citra dengan menggunakan OpenCV dimanfaatkan algoritma milik Suzuki and Abe (1985) yang tertulis dalam jurnalnya mengenai *border following*.

2.8 Jarak Euclidean

Jarak *Euclidean* merupakan suatu perhitungan pada *Euclidean Space* baik itu pada bidang satu dimensi, dua dimensi, tiga dimensi, maupun lebih yang digunakan untuk menghitung jarak antara dua titik (Miftahuddin, Umaroh, dan Karim, 2020). Untuk dapat menghitung jarak *Euclidean* dapat digunakan rumus seperti yang ada pada Persamaan (1).

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Keterangan:

- d : Jarak *Euclidean*
- x, y : Vektor *Euclidean*
- n : *n-space*

2.9 Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan tabel klasifikasi yang digunakan untuk mendapatkan tingkat keberhasilan. Tabel *confusion matrix* memiliki empat karakteristik yang dapat dilihat pada berupa *True Positive* (TP) yang merupakan sebuah nilai yang merepresentasikan sebuah nilai asli benar dan diklasifikasikan sebagai

benar, *False Positive* (FP) yang merupakan sebuah nilai asli benar namun diklasifikasikan sebagai salah, *True Negative* (TN) merupakan sebuah nilai salah dan diklasifikasikan sebagai salah, serta *False Negative* (FN) yang merupakan sebuah nilai yang merepresentasikan sebuah nilai asli salah dan diklasifikasikan sebagai benar (Singh et al., 2021). Berdasarkan nilai yang didapat pada *confusion matrix*, maka dapat dihitung *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-Score*. Akurasi merupakan hasil perhitungan yang merepresentasikan berapa banyak nilai yang berhasil diklasifikasikan dengan benar. Rumus untuk menghitung akurasi dapat dilihat pada Persamaan (2).

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2)$$

Presisi merupakan perhitungan yang digunakan untuk mempresentasikan berapa banyak nilai benar yang berhasil diklasifikasi dibandingkan dengan semua nilai yang diprediksi sebagai benar. Rumus menghitung presisi dapat dilihat pada Persamaan (3).

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3)$$

Recall merupakan perhitungan yang digunakan untuk mempresentasikan berapa banyak nilai benar berhasil diklasifikasi dibandingkan dengan semua nilai yang seharusnya benar. Rumus untuk menghitung *recall* dapat dilihat pada Persamaan (4)

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$$

Terakhir ada *F1-Score* yang merupakan perbandingan rata-rata dari *precision* dan *recall*. Perhitungan ini akan sangat membantu untuk menjelaskan kinerja dan membandingkan model. Rumus yang digunakan untuk menghitung *F1-Score* dapat dilihat pada Persamaan (5).

$$F1 - Score = \frac{2 \times Recall \times Precision}{Recall + Precision} \quad (5)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang didapatkan dari pengambilan citra sasaran tembak. Sasaran tembak yang digunakan merupakan sasaran

tembak kelas Pistol Angin 10M yang diperoleh dari Persatuan Berburu dan Menembak Seluruh Indonesia (PERBAKIN) cabang Kabupaten Malang. Data diambil dengan menggunakan kamera smartphone Redmi Note 8 dengan kamera 48 MP di dalam ruangan dengan pencahayaan yang cukup sesuai dengan peraturan pertandingan yang mengacu pada standar ISSF.

3.2. Perancangan Sistem



Gambar 1. Diagram Alir Sistem

Alur perancangan sistem yang dibuat pada penelitian ini secara singkat dapat dilihat pada Gambar 1. Menggunakan data yang telah diambil sebelumnya, dilakukan proses *pre-processing* untuk menghilangkan fitur yang tidak diperlukan dalam pengolahan yang berpotensi mengurangi keakuratan hasil yang didapatkan. Pada proses tersebut dilakukan pengaturan ukuran citra, mengubah citra menjadi citra keabuan, pengaplikasian *gaussian filter*, *canny edge detector*, dan morfologi citra *closing* untuk didapatkan citra biner.

Setelah itu dilakukan pendeteksian kertas sasaran dengan menggunakan deteksi kontur untuk membuang daerah diluar kertas yang tidak diperlukan. Setelah kertas berhasil dideteksi maka dilakukan segmentasi dan transformasi citra terdeteksi. Jika kertas sasaran telah terdeteksi, maka langkah selanjutnya adalah mendeteksi lingkaran nilai untuk digunakan radius dan titik tengahnya pada proses perhitungan skor

yang didapatkan.

Jika seluruh lingkaran nilai didapatkan radius dan titik tengahnya, maka langkah selanjutnya adalah pendeteksian bekas tembak dengan memanfaatkan komponen saturasi pada ruang warna HSV pada proses *pre-processing* yang kemudian dilakukan pendeteksian kontur. Bekas tembak yang telah terdeteksi kemudian diambil nilai titik tengah dan radiusnya untuk digunakan dalam perhitungan skor.

Langkah terakhir dalam sistem adalah pemberian skor tembak dengan memanfaatkan jarak *Euclidean* (selanjutnya disebut sebagai *e*) untuk menghitung jarak antara titik tengah lingkaran nilai dan titik tengah bekas tembak terdeteksi. Nilai dari jarak *Euclidean* yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan nilai jari-jari lingkaran nilai terdeteksi untuk menentukan skor yang didapatkan dengan perumpamaan sebagai berikut:

- Jika $e \leq 10$, maka skor yang didapatkan adalah 11
- Jika $10 < e \leq 20$, maka skor yang didapatkan adalah 10
- Jika $20 < e \leq 30$, maka skor yang didapatkan adalah 9
- Jika $30 < e \leq 40$, maka skor yang didapatkan adalah 8
- Jika $40 < e \leq 50$, maka skor yang didapatkan adalah 7
- Jika $50 < e \leq 60$, maka skor yang didapatkan adalah 6
- Jika $60 < e \leq 70$, maka skor yang didapatkan adalah 5
- Jika $70 < e \leq 80$, maka skor yang didapatkan adalah 4
- Jika $80 < e \leq 90$, maka skor yang didapatkan adalah 3
- Jika $90 < e \leq 100$, maka skor yang didapatkan adalah 2
- Jika $100 < e \leq 110$, maka skor yang didapatkan adalah 1

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL

Pengujian dilakukan terhadap nilai *low boundary* pada ambang batas komponen saturasi dengan nilai *high boundary* tetap yaitu sebesar

100 yang didapatkan dari pembulatan ke atas nilai komponen saturasi tertinggi yaitu 96. Pengujian dibagi menjadi dua tahap untuk mendapatkan nilai *low boundary* terbaik yang dihitung dengan menggunakan nilai *F1-Score* yang didapat dari *confusion matrix*. Nilai *low boundary* yang digunakan dalam pengujian pertama adalah 25%, 50%, dan 75% dari nilai *high boundary* yang digunakan, sedangkan nilai *low boundary* yang digunakan dalam pengujian kedua adalah selisih 5 dan 10 ke bawah dan ke atas dari hasil pengujian pertama yang terbaik sehingga hasil pengujian yang dilakukan berjumlah tujuh pengujian.

4.1 Hasil Pengujian Pertama

Pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan nilai *low boundary* sebesar 25, 50, dan 75.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tahap Pertama

<i>Low Boundary</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>
25	0,691	0,859	0,766
50	0,998	0,953	0,965
75	1,0	0,181	0,307

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa nilai *F1-Score* yang terbaik ada pada penggunaan *low boundary* 50 senilai 0,965. Sehingga pada tahap kedua dilakukan pengujian terhadap *low boundary* senilai 40, 45, 55, dan 60.

4.2 Hasil Pengujian Kedua

Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan nilai *low boundary* sebesar 40, 45, 55, dan 60.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tahap Kedua

<i>Low Boundary</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>
40	0,963	0,989	0,976
45	1,0	0,996	0,998
55	1,0	0,754	0,860
60	0,994	0,723	0,837

Berdasarkan hasil pengujian yang ada pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pengujian nilai *low boundary* dengan nilai *F1-Score* terbaik ada pada nilai 45. Hasil pengujian pada nilai *low boundary* sebesar 45 juga menjadi nilai yang paling baik dari keseluruhan pengujian.

4.3 Hasil Pengujian Pemberian Skor

Berdasarkan hasil pengujian terhadap nilai low boundary terbaik yang dapat digunakan, maka pengujian skor yang didapatkan dari bekas tembak terdeteksi dilakukan pada data pengujian low boundary sebesar 45 yang mendapatkan nilai *F1-Score* terbaik sebesar 0,998. Setelah pemberian skor dilakukan, terdapat beberapa perbedaan antara skor yang seharusnya didapatkan dengan skor yang didapatkan oleh sistem. Data dengan skor yang berbeda dari apa yang seharusnya didapatkan adalah Data001, Data003, Data009, Data011, Data013, Data018, Data021, Data026, Data032, Data033, Data034, dan Data035 dengan perbandingan skor asli dapat dilihat pada Tabel 3 dan skor yang diberikan oleh sistem pada Tabel 4.

Hasil dari pemberian skor pada bekas tembak terdeteksi memiliki tiga perbedaan secara umum, yang pertama yaitu kolom berwarna merah yang menandakan bekas tembak tersebut tidak terdeteksi sehingga bernilai 0, kedua yaitu kolom berwarna hijau yang menandakan tembak tersebut memiliki skor yang lebih kecil daripada skor yang seharusnya didapatkan, dan ketiga kolom berwarna biru yang menandakan tembak tersebut memiliki skor yang lebih tinggi dari skor yang seharusnya.

Berdasarkan uraian hasil pemberian skor, hasil perhitungan akurasi dibagi menjadi dua yaitu jika satu tembak dihitung sebagai satu data dan menghasilkan akurasi sebesar 96,65% dan jika satu citra dihitung sebagai satu data dan menghasilkan akurasi sebesar 73,33%.

Tabel 3. Sebaran Skor Seharusnya

Data	Skor Tembak ke-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
001	5	5	7	7	7	7	6	6	5	4
003	5	8	7	6	8	8	8	8	7	7
009	6	5	5	6	2	3	5	1	2	0
011	7	7	9	9	9	9	8	8	8	8
013	3	3	4	4	3	3	1	2	4	3
018	5	4	5	6	5	5	7	5	6	4
021	8	9	9	8	9	10	8	8	7	8
026	6	7	8	8	8	7	10	8	9	8
032	6	6	7	5	8	5	7	6	5	4
033	6	6	8	7	9	7	7	7	6	6
034	7	5	5	7	8	6	6	5	7	5

Tabel 4. Sebaran Skor yang didapatkan

Data	Skor Tembak ke-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
001	5	5	6	7	7	8	6	6	5	4
003	5	8	8	6	8	7	8	8	7	7

009	6	5	5	6	2	3	4	1	2	0
011	8	6	9	9	9	9	8	8	8	8
013	3	3	4	4	3	0	1	2	4	3
018	5	0	5	6	5	5	7	5	6	4
021	8	8	9	8	9	10	8	8	7	8
026	6	7	8	8	8	7	9	8	9	8
032	6	5	7	5	8	5	7	6	5	4
033	6	6	8	7	9	7	8	7	6	6
034	6	5	5	7	8	6	6	4	7	5

4.4 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan kedua pengujian yang telah dilakukan sebelumnya, nilai dari *F1-Score* didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan *confusion matrix* yang ada pada Tabel 5 dengan *TP* merupakan *True Positive* yang mengindikasikan bekas tembak terdeteksi sebagai bekas tembak, *FP* merupakan *False Positive* yang mengindikasikan bukan bekas tembak terdeteksi sebagai bekas tembak, dan *FN* merupakan *False Negative* yang mengindikasikan bekas tembak terdeteksi sebagai bukan bekas tembak.

Tabel 5. Confussion Matrix Pengujian

Low Boundary	TP	FP	FN
25	385	172	63
40	443	17	5
45	446	0	2
50	427	1	21
55	381	0	67
60	324	2	124
75	81	0	361

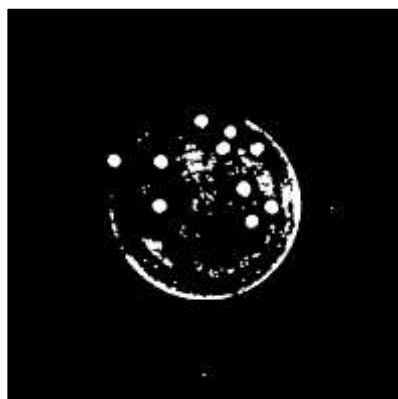
Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat bahwa semakin kecil nilai *low boundary* yang digunakan maka akan semakin besar juga *false positive* atau bukan bekas tembak terdeteksi sebagai bekas tembak dihasilkan. Begitu pula ketika nilai *low boundary* semakin rendah, nilai *false negative* atau bekas tembak terdeteksi sebagai bukan bekas tembak juga mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan dengan rentang batas yang lebar maka semua nilai piksel yang ada akan dianggap penting dan menjadi *foreground* pada citra sehingga kesalahan deteksi akan lebih banyak terjadi, sedangkan dengan rentang batas yang lebih sempit akan banyak piksel yang dianggap tidak penting dan menjadi *background* sehingga tidak ada bagian yang tersisa untuk dilakukan pendeteksian.

Salah satu contoh hasil pengujian untuk Data003 dapat dilihat pada Gambar 2 untuk citra data awal sebelum diproses, Gambar 3 untuk citra yang telah melalui proses seleksi saturasi

dengan *low boundary* sebesar 25, Gambar 4 untuk hasil pendeteksian dengan *low boundary* sebesar 25, Gambar 5 untuk citra yang telah melalui proses seleksi saturasi dengan *low boundary* sebesar 75, dan Gambar 6 untuk hasil pendeteksian dengan *low boundary* sebesar 75.



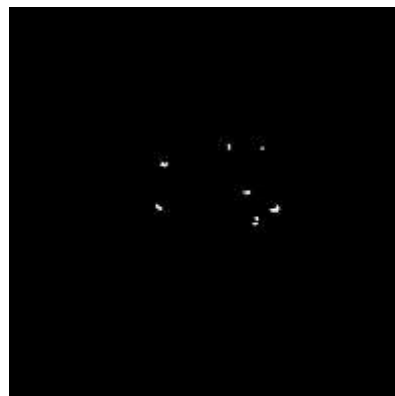
Gambar 2 Citra Data003 Sebelum Proses



Gambar 3 Pre-Processing dengan Low Boundary Saturasi Sebesar 25



Gambar 4 Hasil Pendeteksian Low Boundary 25



Gambar 5 Pre-Processing dengan Low Boundary Saturasi Sebesar 75



Gambar 6 Hasil Pendeteksian Low Boundary 75

5. PENUTUP

Berdasarkan pengujian dan hasil yang didapatkan dalam penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa pemanfaatan deteksi kontur dan komponen saturasi dalam citra dapat digunakan untuk menghitung skor tembak. Komponen saturasi digunakan dengan memberikan ambang batas untuk menyeleksi piksel yang dianggap penting sehingga bekas tembakan dapat dideteksi dengan benar. Dari pengujian yang dilakukan sebanyak 7 kali dengan nilai *low boundary* yang berbeda, hasil terbaik didapatkan ketika *low boundary* berada pada nilai 45 yang menghasilkan *F1-Score* terbaik senilai 0,998 dengan nilai *precision* 1,0 atau sangat baik dan nilai *recall* 0,996. Sedangkan akurasi untuk perhitungan skor menghasilkan nilai 73,33% jika satu citra dianggap sebagai satu data dan sebesar 96,65% jika satu bekas tembakan dihitung sebagai satu data. Pemilihan nilai ambang batas pada komponen saturasi ini akan sangat dipengaruhi oleh pencahayaan, letak, bahkan tekstur yang ada pada citra. Karena data diambil secara manual dengan menggunakan kamera *handphone* maka posisi pengambilan data akan bervariasi. Selain itu karena data diambil di

dalam ruangan, maka posisi sumber cahaya seperti lampu dan sinar matahari dari luar akan sangat mempengaruhi komposisi data yang didapatkan. Meskipun secara kasat mata citra tersebut terlihat sebagai warna putih, namun jika diproses oleh komputer dapat menghasilkan nilai piksel yang berbeda.

Berdasarkan penjelasan mengenai hasil dari pengujian, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya meliputi mengembangkan perangkat keras yang terhubung dengan sistem agar pendeteksian dapat dilakukan secara langsung atau *real time* atau dilakukan penyesuaian sistem untuk digunakan dalam perlombaan babak eliminasi atau kategori lomba menembak yang lain. Selain itu dapat dilakukan penyesuaian terhadap *background* bekas tembak dengan warna-warna kontras dan berbeda dari sasaran tembak seperti merah, biru, atau hijau untuk mempermudah pendeteksian dan dapat juga dilakukan percobaan dengan memanfaatkan komponen *hue* atau *value* dari citra.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alfianto, R., Sulaiman, I. and Marani, I.N., 2020. Hubungan Daya Tahan Otot Lengan dan Koordinasi Mata Tangan Dengan Hasil Menembak Air Rifle 10 Meter Pada Klub Olahraga Menembak Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal Ilmiah Sport Coaching and Education*, 4(2), pp.83–91.
- Andarinny, A.A. and Widodo, C.E., 2017. Perancangan sistem identifikasi biometrik jari tangan menggunakan Laplacian of Gaussian dan ekstraksi kontur. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan*, 6(4), p.11.
- Dharma, H.R. and Hartono, R., 2021. Sistem Penghitung Skor Otomatis Pada Olahraga Menembak Menggunakan Metode Analisis Blob Berbasis Matlab. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, 9(2), pp.165–178.
- Ganesan, P., Sathish, B.S., Joseph, L.M.I.L., Sajiv, G., Murugesan, R., Akilandeswari, A. and Gomathi, S., 2023. HSV Model based Skin Color Segmentation using Uncomplicated Threshold and Logical AND Operation. *IEEE Access*, 9, pp.415–419.
- Kadir, A. and Susanto, A., 2013. *Teori dan*
- Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Khilmawan, M.R. and Riadi, A.A., 2018. Implementasi Pengurangan Noise pada Citra Tulang Menggunakan Metode Median Filter dan Gaussian Filter. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*
- Kusumanto, RD. and Tompunu, A.N., 2011. Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011*.
- Miftahuddin, Y., Umaroh, S. and Karim, F.R., 2020. Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, dan Manhattan dalam Penentuan Posisi Karyawan. *Jurnal Tekno Insentif*, 14(2), pp.69–77.
- Putra, D., 2010. *Pengolahan Citra Digital*. 1st ed. [online] Yogyakarta: Andi. Available at: <https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=NectMutqXJAC&oi=fnd&pg=PA63&dq=teknik+pengolahan+citra+digital&ots=C3mCX_vTm8&sig=0CDiblRbebLXT1DSigHF-hSX5kA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false>.
- Sakshi and Kukreja, V., 2022. Segmentation and Contour Detection for handwritten mathematical expressions using OpenCV. In: *2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA)*. [online] 2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA). Chiangrai, Thailand: IEEE. pp.305–310.
- Shanying, Wanggang and Yaojun, W., 2011. The Application of Information Technology in Sports Training. In: *2011 International Conference on Future Computer Science and Education*. [online] 2011 International Conference on Future Computer Science and Education (ICFCSE). Xi'an, China: IEEE. pp.210–212. <https://doi.org/10.1109/ICFCSE.2011.59>.
- Sinaga, B., Manurung, J., Silalahi, M.H. and Ramen, S., 2021. Deteksi Tepi Citra Dengan Metode Laplacian of Gaussian

Dan Metode Canny. 5, p.19.

- Singh, P., Singh, N., Singh, K.K. and Singh, A., 2021. Diagnosing of Disease Using Machine Learning. pp.89–111.
- Suzuki, S. and Abe, K., 1985. Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by Border Following.
- Wedianto, A. and Sari, H.L., 2016. Analisa Perbandingan Metode Filter Gaussian, Mean, dan Median Terhadap Reduksi Noise. 12(1), p.10.
- Xiao, F., Zhang, Y. and Liu, G., 2019. On the Research of Automatic Counting Score Method and its Application in Shooting Training Based on CIELAB Color Model and Radial Basis Function. In: *2019 IEEE 2nd International Conference on Electronics Technology (ICET)*. [online] 2019 IEEE 2nd International Conference on Electronics Technology (ICET). Chengdu, China: IEEE. pp.634–638.