IDENTIFIKASI PADA SERAGAM PERSONEL MILITER MENGGUNAKAN *IMAGE PROCESSING*

IDENTIFICATION ON MILITARY PERSONNEL UNIFORM USING IMAGE PROCESSING

Hasbi Naufal Ashshidiqi[1], Suprayogi[2], Hertiana Bethaningtyas Dyah Kusumaningrum[3].

[1,2,3] Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.
[1]hsbnfl@gmail.com, [2]spiyogi@yahoo.co.id, [3]hertiana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Seragam militer memiliki ciri khusus warna dan corek yang berbeda, hal ini dapat digunakan sebagai identifikasi di medan perang agar personel dapat mengenali satu sama lain. Telah dilakukan penelitian identifikasi pada seragam personel militer berbasis *image processing* yang menggunakan metode ekstraksi ciri warna dan bentuk. Ekstraksi ciri warna menggunakan parameter persentase penyebaran *hue color* yang didapatkan setelah mengubah citra RGB (*Red Green Blue*) menjadi citra HSV (*Hue Saturation Value*). Untuk ekstrasksi ciri bentuk menggunakan parameter nilai *eccentricity* dan *metric* yang didapatkan setelah melakukan segmentasi terlebih dahulu yang terdiri dari beberapa proses yaitu *grayscale, contrast adjustment, binarization,* dan *labeling*. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, sistem mampu mengidentifikasi citra loreng Malvinas dengan citra loreng lain menghasilkan akurasi 20% menggunakan ekstraksi ciri warna dan 92.075% menggunakan ekstraksi ciri bentuk.

Kata Kunci: Seragam Personel Militer, Pengolahan Citra, Ekstraksi Ciri Warna dan Ekstraksi Ciri Bentuk

Abstract

Military uniforms have distinctive features of color and pattern, they can be used as identification in the battlefield so that personnel can recognize their friend each other. This present research has been conducted on a uniform military personnel based image processing uses feature extraction of color and shape methods. Color extraction feature uses percentage of hue color deployment as parameters which obtained after changing RGB image (Red Green Blue) into HSV image (Hue Saturation Value). For shape extraction feature using eccentricity and metric values for parameters was obtained after performing segmentation first which consists of some processes namely grayscale, contrast adjustment, binarization, and labeling. As a results, these systems were able to identify Malvinas type and other type image with accuracy rate of 20% using color extraction feature and 92,075% using shape extraction feature.

Keyword: Military Personnel Uniform, Image Processing, Color Extraction Feature, and Shape Extraction Feature

1. Pendahuluan

Organisasi militer mempunyai peran sebagai keamanan dasar sebuah negara. Setiap organisasi militer negara mempunyai seragam personel militer yang berbeda satu sama lain. Seragam militer mempunyai ciri khusus warna atau corak bentuk tertentu sebagai identitas dari negara tersebut. Ciri khusus tersebut digunakan dengan tujuan sebagai identifikasi dalam pertempuran agar dapat mengenali pemakai sebagai salah satu dari mereka [1][2].

Pada tahun 2015, telah dilakukan penelitan tentang mengenali personel dalam militer berdasarkan lambang pasukan pada topi dan warna seragam pasukan yang sebagai ciri. Penelitian tersebut menggunakan perpaduan metode *hue color histogram* dan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Sebelum melakukan proses ekstraksi ciri, citra dilakukan *pre-processing* dengan mengubah citra *original* (RGB) menjadi citra HSV (*Hue Saturation Value*) sehingga mendapatkan *hue color histogram*. *Hue color histogram* merupakan metode dalam pengolahan citra digital untuk mendapatkan distribusi nilai warna dari sebuah objek citra [3]. Kekurangan metode ini adalah intensitas cahaya terhadap objek sangat mempengaruhi distribusi nilai warna dan karena menggunakan pengenalan pola warna sebagai parameter ciri yang merepresentasikan objek, maka objek yang berbeda akan dikatakan sama karena mempunyai komposisi warna yang sama. *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) digunakan dalam penelitian karena dapat menggambarkan *texture* dan informasi warna secara *simple* dari sebuah citra.. Nilai persentase penyebaran warna *hue color* dan nilai setiap fitur ekstrasi GLCM digunakan sebagai parameter untuk membedakan setiap jenis seragam [4].

Pengenalan pola bentuk merupakan metode yang meggunakan dua kombinasi parameter yaitu *eccentricity* dan *metric* dari suatu objek pada citra biner. Keunggulan dari metode ini yaitu nilai *eccentricity* dan *metric* dari suatu objek tidak akan berubah walaupun posisi objek dilakukan perputaran sudut. Berdasarkan penjelasan

sebelumnya maka penulis bermaksud untuk merancang sistem identifikasi jenis loreng seragam militer yang membandingkan pengenalan ciri warna yang dihasilkan dari persentase *hue color* citra dan pengenalan ciri wilayah/bentuk yang dihasilkan dari proses *thresholding* saat segmentasi citra, dengan menggunakan parameter *eccentricity* dan *metric* [3].

2. Dasar Teori dan Metodologi

2.1 Seragam militer

Seragam militer adalah pakaian standar yang telah ditetapkan sesuai dengan ketentuan dari organisasi militer tersebut. Seragam tersebut melambangkan indikasi harga diri, kebanggan, kewaspadaan serta siikap yang positif [5]. Pada organisasi militer khususnya Terntara Nasional Indonesia (TNI), ketentuan penggunaan seragam diatur pada Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2004 Tentang Tentara Nasional Indonesia. Pakaian Dinas Lapangan (PDL) yang digunakan oleh Tentara Nasional Indonesia terdiri dari perpaduan 3 warna yaitu coklat, hijau dan krem. Warna tersebut berfungsi sebagai warna kamuflase pada saat bekerja di lapangan [6].

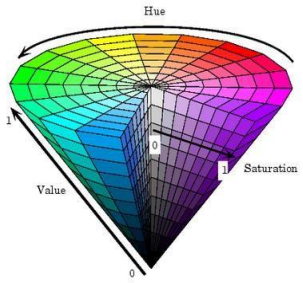
Gambar 2.1 Pakaian Dinas Lapang TNI "Loreng Malvinas'

2.2 Citra RGB (*Red Green Blue)*

Citra RGB (*Red Green Blue*) dapat disebut dengan citra *true color*, disimpan dalam array berukuran m x n x 3 yang mendefinisikan warna merah, warna hijau, dan warna biru untuk setiap pikselnya. Warna pada setiap piksel merupakan kombinasi dari warna merah, hijau, dan biru sehingga membentuk suatu susunan warna yang luas. Setiap komponen warna diberi nilai antara 0 dan 255. Pilihan skala 256 berdasarkan pada 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh mesin (komputer)[7].

2.3 Citra HSV (*Hue Saturation Value*)

Citra HSV (*Hue Saturation Value*) merupakan sistem warna yang menggabungkan informasi data warna RGB dan *grayscale*. *Hue* mendeskripsikan jenis warna murni yang dianalogikan sebagai sudut yang dimulai dari 0 derajat adalah merah, 60 derajat adalah kuning, 120 derajat adalah hijau, 180 derajat warna cyan, 240 derajat adalah biru, dan 300 derajat adalah magenta. Saturasi (*saturation*) mendeskripsikan tingkat kemurnian suatu warna dengan nilai skala 0-1 (0-100%). *Value* dapat disebut juga intensitas adalah ukuran seberapa besar kecerahan dari suatu warna atau seberapa besar cahaya datang dari suatu warna dengan nilai skala 0-1 (0-100%) [8]. Gambar 2.2 menujukan daerah warna HSV.



Gambar 2.2 HSV Color Map[8]

Konversi warna HSV dapat diperoleh dari model RGB dengan persamaan berikut.

$$H = \begin{cases} \theta & \text{Jika } B \le G \\ 360 - \theta & \text{Jika } B > G \end{cases} \quad (1)$$

dengan:

$$\theta = \cos^{-1}\left\{\frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{[(R-G)^2+(R-B)(G-B)]^{1/2}}\right\} \quad (2)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)}[\min(R,G,B)] \quad (3)$$

$$V = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (4)$$

2.4 Citra *Grayscale*

Grayscale adalah sebuah teknik mengubah gambar atau citra berwarna (RGB) menjadi citra berwarna abu-abu. Untuk mengubah menjadi citra *grayscale* ketiga kompenen RGB harus dijumlahkan dan dibagi 3, sehingga menjadi 1 komponen yang menyimpan nilai piksel antara 0 (warna hitam) sampai dengan 255 (warna putih), sedangkan untuk nilai diantara 0-255 adalah warna abu-abu [9].

$$Grayscale = \frac{(R+G+B)}{3} \quad (4)$$

2.5 Citra Biner (*Black & White*)

Citra biner (*black & white*) adalah citra yang hanya memiliki dua nilai derajat keabuan: hitam dengan nilai 0 dan putih dengan nilai 1. Oleh karena itu, setiap piksel pada citra biner cukup direpresentasikan dengan 1 bit. Untuk mendapatkan format citra biner dapat dilakukan proses binarization yaitu memisahkan pixel yang ada pada image menjadi hanya dua jenis pixel yaitu hitam dan putih [6].

$$f(x) = \begin{cases} 0, & 0 \le x \le \theta \\ 1, & x > \theta \end{cases} \quad (5)$$

Nilai x adalah nilai intensitas pada citra yang akan dibandingkan dengan nilai *threshold* (θ). Apabila nilai intensitas (x) lebih besar dari nilai *threshold* (θ), maka nilai intensitas (x) akan menjadi 1 dalam skala format citra biner [10].

2.6 *Contrast Adjustment*

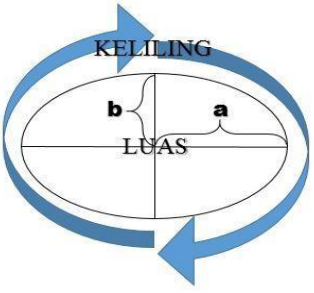
Contrast Adjustment merupakan salah metode perbaikan kualitas citra, yang melakukan penyesuaian nilai intesitas pada setiap piksel dalam sebuah citra. *Contrast adjustment* sangat membantu untuk mendapatkan pola bentuk dalam sebuah citra, karena akan mempertegas setiap batas yang dihasilkan oleh perbedaan nilai intensitas [11].

2.7 *Eccentricity* dan *Metric*

Eccentricity (e) adalah nilai perbandingan antara jarak foci ellips minor (b) dengan foci ellips mayor (a) dari suatu wilayah/bentuk pada objek. Nilai *eccentricity* berada dalam rentang skala 0 sampai 1. Suatu wilayah yang berbentuk memanjang (mendekati garis lurus), nilai *eccentricity* akan mendekati 1, sedangkan wilayah yang berbentuk lingkaran, nilai *eccentricity* akan mendekati 0. *Metric* (M) adalah perbandingan antara luas (L) dengan keliling (k) dari wilayah suatu objek [12].

$$e = \sqrt{1 - \frac{a^2}{b^2}} \quad (6)$$

$$M = \frac{4\pi . L}{K^2} \quad (7)$$



Gambar 2.3
Ilustrasi
Pengehitungan
Eccentricity dan
Metric

3. Pembahasan

3.1 Pengumpulan dan *Pre-processing* Data

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan mengambil citra Tentara Nasional Indonesia (TNI) yang menggunakan pakaian dinas lapang (loreng Malvinas) secara langsung. Selain itu data citra dapat diambil dari bahan dasar kain untuk membuat PDL (loreng Malvinas). Untuk keperluan pengenalan pola bentuk data yang terkumpul akan dilakukan pemotongan (*cropping*) dengan ukuran/resolusi citra yang sama pada bagian-bagian tertentu. Data yang telah dilakukan pemotongan (*cropping*) akan diolah menggunakan *software* Matlab r2015b.

3.2 Ekstraksi Ciri Warna

Informasi citra berupa nilai dari setiap piksel citra. Nilai piksel citra yang dicari adalah persentase nilai penyebaran/rata-rata *hue color.* Data citra hasil *pre-processing* tersimpan dalam citra dengan format RGB (*Red Green Blue*) harus diubah ke dalam format HSV (*Hue Saturation Value*). Citra RGB memiliki 3 komponen *red, green,* dan *blue* dengan nilai piksel antara 0-255 harus dinormalisasi dalam nilai antara 0-1. Proses mengubah format citra RGB menjadi HSV ditunjukan pada gambar 3.1.

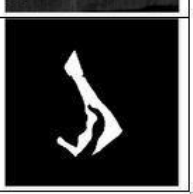
(a) (b) (c)

Gambar 3.1 Citra RGB Tanpa Normalisasi (a), Citra RGB Normalisasi (b), dan Citra Hue Color (c)

3.3 Ekstraksi Ciri Bentuk

Data yang telah dilakukan pemotongan (*cropping*) adalah data citra RGB (*red green blue*) yang tersimpan dalam format JPEG. Untuk mendapatkan parameter pola bentuk perlu dilakukan beberapa proses yaitu *gracyscale* (mengubah citra RGB menjadi citra abu-abu), *contrast adjustment* (meningkat kan kontras citra dengan menambah dan mengurangi tingkat keabuan pada citra abu-abu), *binarization* (mengubah citra abu-abu dengan penambahan kontras menjadi citra hitam dan putih), dan *labelling* (pemberian identitas/penomoran setiap bentuk yang tercipta pada citra hitam dan putih). Hasil dari proses segmentasi adalah citra biner (hitam dan putih) yang telah dilakukan *labelling* pada setiap bentuk yang tercipta.

Tabel 3.2 Proses Segmentasi

Image Processing	Pola Bentuk 1	Pola Bentuk 2	Pola Bentuk 3	Pola Bentuk 4
Citra RGB				
Citra Grayscale				
Citra Grayscale + contrast adjusment				
Citra Biner				

3.4 Pelatihan Data

Tabel 3.3 Hasil Data Latih Berdasarkan Ekstraksi Ciri Warna

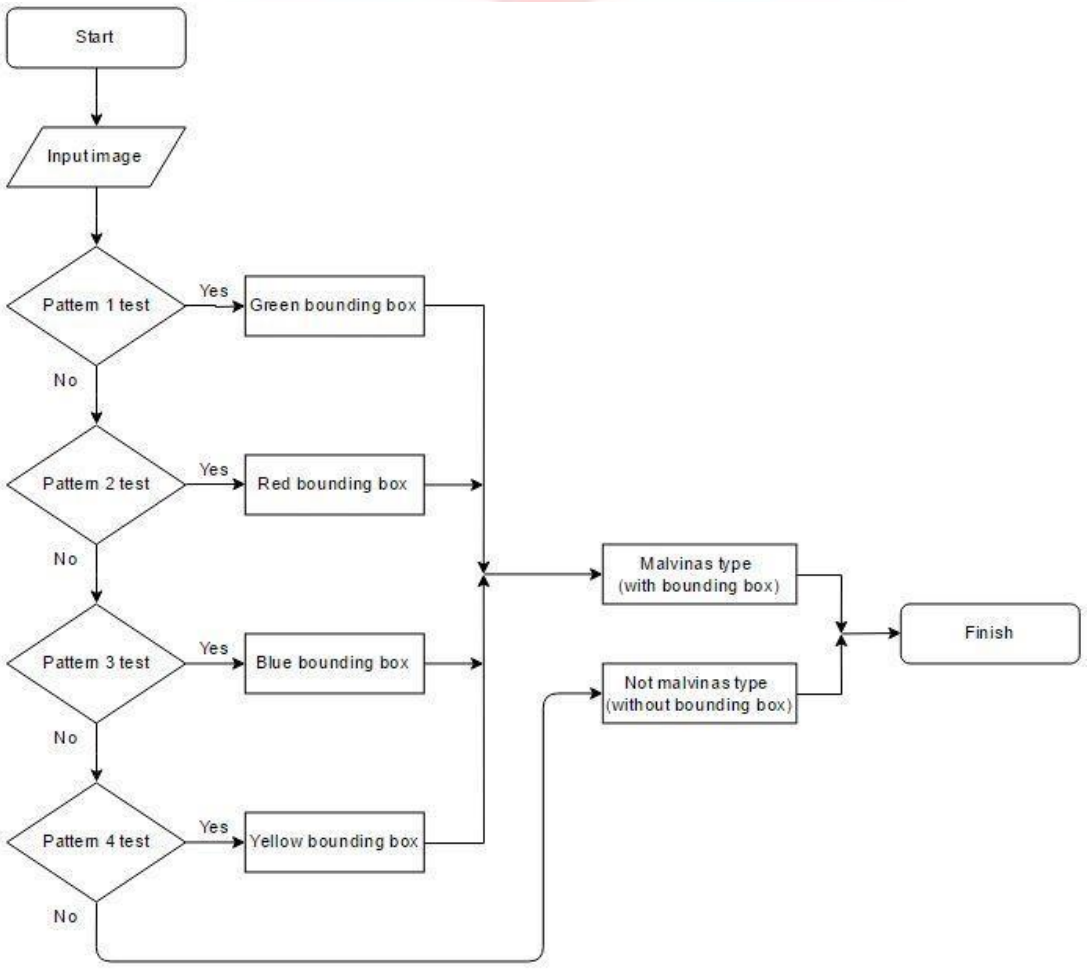
Nilai	Data latih (Persentase *Hue Color*)
Minimum Hue Color	0.1289
Maximum Hue Color	0.6969
Rata-rata Hue Color	0.2714
Standar Deviasi Hue Color	0.2284
Variansi Hue Color	0.0559

Tabel 3.4 Hasil Data Latih Berdasarkan Ekstraksi Ciri Bentuk

	Bentuk 1	Bentuk 2	Bentuk 3	Bentuk 4
Rata-Rata *Eccentricity*	0.873	0.930	0.762	0.924
Maksimum *Eccentricity*	0.889	0.950	0.815	0.949
Minimum *Eccentricity*	0.855	0.901	0.710	0.890
Rata-Rata *Metric*	0.238	0.207	0.135	0.121
Maksimum *Metric*	0.271	0.246	0.154	0.149
Minimum *Metric*	0.210	0.185	0.126	0.108

3.5 Algoritma Pengambilan Keputusan

Berdasarkan hasil data latih, setiap pola bentuk memiliki nilai parameter *eccentricity* dan *metric* yang berbeda-beda, maka diperoleh algoritma pengambilan keputusan seperti pada gambar 3.2. Pada algoritma ini setiap pola bentuk yang teridentifikasi akan dilakukan proses *bounding box*.



Gambar 3.2 Algoritma Pengambilan Keputusan Ekstraksi Ciri Bentuk

3.6 Pengujian Data

Pengujian data dilakukan dengan menggunakan 115 data citra yang terdiri atas 20 data citra pola bentuk 1, 20 data citra pola bentuk 2, 20 data citra pola bentuk 3, 20 data citra pola bentuk 4, dan 35 data citra jenis loreng lain. Contoh data citra loreng lain terdeskripsi pada tabel 3.3. Semua data tersebut akan dilakukan pengujian dengan menggunakan algoritma yang telah dijelaskan sebelumnya.

Tabel 3.5 Contoh Data Citra Loreng Lain dan Hasil Pengolahannya

Image Processing	Loreng Kopassus	Loreng Unifil	Loreng Gurun Digital	Loreng Brimob
Citra RGB				
Citra Biner				

Tabel 3.6 Hasil Pengujian Data Ekstraksi Ciri Warna

Jenis Data Citra	Loreng Malvinas	Loreng Lain	*Error* Malvinas	*Error* Loreng Lain	Akurasi Loreng Malvinas	Akurasi Loreng Lain
Malvinas Pola Warna	80	35	6	28	92.5 %	20 %

Tabel 3.7 Hasil Pengujian Data Ekstrasi Ciri Bentuk

Jenis Data Citra	Loreng Malvinas	Loreng Lain	*Error* Malvinas	*Error* Loreng Lain	Akurasi Loreng Malvinas	Akurasi Loreng Lain
Malvinas bentuk 1	20	35	2	2	90 %	94.2 %
Malvinas bentuk 2	20	35	4	4	80 %	88.5 %
Malvinas bentuk 3	20	35	2	1	90 %	97.1 %
Malvinas bentuk 4	20	35	2	4	90 %	88.5 %
Total	80	140	10	11	87.5 %	92.075 %

Loreng Malvinas = Jumlah data citra jenis Malvinas dengan setiap pola

Loreng Lain = Jumlah data citra jenis loreng lain

Error Malvinas = Jumlah data yang tidak terdeteksi

Error Loreng Lain = Jumlah data yang terdektsi oleh pola data latih

$$\text{Akurasi Loreng Malvinas} = \frac{\text{Loreng Malvinas} - \text{Error Malvinas}}{\text{Loreng malvinas}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi Loreng Lain} = \frac{\text{Loreng lain} - \text{Error Loreng Lain}}{\text{Loreng Lain}} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil pengujian berdasarkan ekstraksi warna, dari 80 citra uji loreng malvinas terdapat 6 *error* data citra loreng malvinas yang tidak dapat teridentifikasi. Sehingga menghasilkan akurasi sebesar 92.5%. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan jenis loreng lain, terdapat 28 citra loreng lain yang teridentifikasi sebagai jenis loreng malvinas. Sehingga akurasi yang dihasilkan pada pengujian ini sebesar 20%. 80% data *error* pada pengujian menggunakan jenis loreng lain menunjukan bahwa ekstraksi ciri warna tidak dapat membedakan jenis loreng malvinas dengan loreng lain, karena hanya menggunakan penyebaran warna hue sebagai parameter.

Berdasarkan hasil pengujian berdasarkan ekstraksi bentuk, dari 80 data citra yang dilakukan pengujian, terdapat 10 data citra yang memiliki kesalahan identifikasi (*error)* sehingga menghasilkan akurasi 87.5%. Pengujian sistem juga dilakukan dengan menggunakan data citra loreng lain menghasilkan nilai akurasi 92.075%. Dari 140 data citra Data *error* malvinas menunjukan data tidak dapat teridentifikasi atau data tidak sesuai dengan parameter data latih, sementara data *error* loreng lain menunjukan data terdeteksi sama dengan parameter data latih.

Tabel 3.8 Hasil Pengujian Sistem Terhadap Perubahan Jarak Saat Pengambilan Data

Jarak	Ukuran/Resolusi Citra	Akurasi			
		Bentuk 1	Bentuk 2	Bentuk 3	Bentuk 4
1 meter	700x700 piksel	100 %	100 %	100 %	100 %
2 meter	350x350 piksel	100 %	100 %	95 %	100 %
3 meter	200x200 piksel	100 %	100 %	90 %	100 %
4 meter	150x150 piksel	100 %	100 %	70 %	95 %
5 meter	110x110 piksel	85 %	90 %	15 %	85 %
6 meter	100x100 piksel	75 %	85 %	15 %	80 %
7 meter	80x80 piksel	0 %	65 %	0 %	20 %
8 meter	70x70 piksel	0 %	40 %	0 %	0 %
9 meter	60x60 piksel	0%	35 %	0%	0 %
10 meter	55x55 piksel	0 %	30 %	0 %	0 %

Setiap pola bentuk dilakukan pengujian data citra terhadap pengaruh perubahan jarak saat pengambilan data citra. Ukuran/resolusi data citra berbeda-beda sesuai dengan jarak. Pola bentuk 1 dapat teridentifikasi dengan baik pada jarak 1-5 meter, pola bentuk 2 pada jarak 1-6 meter, pola bentuk 3 pada jarak 1-3 meter dan pola bentuk 4 pada jarak 1-6 meter karena memiliki akurasi pengujian di atas 80 %.

3.7 Waktu Komputasi

Waktu komputasi adalah waktu yang diperlukan sistem untuk melakukan proses dalam sistem tersebut. Selain tingkat akurasi yang besar, waktu komputasi yang singkat menjadi salah satu kriteria sistem yang baik. Waktu komputasi dihitung berdasarkan waktu rata-rata pengujian sistem. Waktu komputasi pada sistem ini dimulai setelah penginputan citra/gambar sampai proses indetifikasi. Waktu komputasi pengujian sistem terdeskripsi pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 Rata-Rata Waktu Komputasi Pengujian Sistem

Pengujian	Detail Pengujian	Waktu Komputasi Rata-Rata (s)
Pola Warna	Malvinas	0.1631
	Loreng Lain	0.1785
Pola Bentuk	Malvinas Bentuk 1	0.2092
	Malvinas Bentuk 2	0.1915
	Malvinas Bentuk 3	0.1938
	Malvinas Bentuk 4	0.1896
	Loreng Lain	0.2103
Perbedaan Resolusi Citra (Ekstraksi Ciri Pola bentuk)	700x700 piksel	0.2452
	350x350 piksel	0.1845
	200x200 piksel	0.1746
	150x150 piksel	0.1593
	110x110 piksel	0.1509
	100x100 piksel	0.1526
	80x80 piksel	0.1565
	70x70 piksel	0.1544
	60x60 piksel	0.1565
	55x55 piksel	0.1530

Waktu untuk melakukan eksekusi program yang diimplementasikan oleh Matlab R2015b sangat bergantung pada kecepatan *random access memory* (RAM) pada komputer. Waktu komputasi pengujian sistem berada dalam rentang 0.1631s – 0.2092s. Perbedaan resolusi citra juga mempengaruhi waktu komputasi sistem, semakin besar resolusi citra maka waktu komputasi juga semakin lama. Hal ini ditunjukan dengan waktu komputasi untuk resolusi citra 700x700 piksel sebesar 0.2452s, sementara untuk 55x55 piksel sebesar 0.1530s

4. Kesimpulan

1. Penggunaan metode ekstraksi ciri warna menghasilkan rata-rata penyebaran warna hue 0.2714 sebagai parameter dan penggunaan metode ekstraksi ciri bentuk menghasilkan rata-rata *eccentricity* 0.891 dan *metric* 0.175.

2. Penggunaan metode ekstraksi ciri mempengaruhi akurasi sistem, dibuktikan dengan akurasi menggunakan ekstraksi ciri warna sebesar 92.5% uji loreng malvinas dan 20% uji loreng lain. Untuk akurasi menggunakan ekstraksi ciri bentuk 87.5% uji loreng malvinas dan 92.075% uji loreng lain. Hal ini menunjukan bahwa metode ekstraksi warna kurang baik dalam mengidentifikasi jenis loreng lain.

3. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan ekstraksi ciri bentuk, pola bentuk dapat teridentifikasi dengan baik pada resolusi citra yang lebih besar dari 100x100piksel (jarak 6 meter), kecuali untuk pola bentuk 3 hanya dapat teridentifikasi dengan baik pada resolusi citra yang lebih besar dari 200x200 piksel (jarak 3 meter). Hal ini menunjukan bahwa besar ukuran/resolusi citra mempengaruhi akurasi sistem karena semakin besar resolusi citra maka pola bentuk yang dihasilkan pada citra biner akan semakin baik dan jelas. Sehingga parameter *eccentricity* dan *metric* nya sesuai dengan data latih.

Daftar Pustaka

[1] Toni Pfanner, Military Uniform and The Law of War.

[2] D. H. Ballard and C. M.Brown, Computer Vision.

[3] Martins E. Irhebhude and Eran A. Edirisinghe, Personnel Recognition in the military using multiple features.

[4] M. C. Wijaya and A. Prijono, 2007, Pengolahan Citra Digital Menggunakan MATLAB, penerbit: Informatika Bandung.

[5] http://www.unl.edu/armyrotc/HandbookChapters/Chapter4.pdf

[6] Penggunaan Kelengkapan dan Atribut TNI available : https://www.scribd.com/doc/77795512/Penggunaan-Kelengkapan-dan-Atribut-TNI-AD

[7] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing" Addison-wesley Publishing 2002.

[8] Basuki, Achmad, 2005, Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic, penerbit: Graha Ilmu. Yogyakarta.

[9] Sutoyo, T, dkk. 2009, Teori Pengolahan Citra Digital, penerbit: Andi Yogyakarta.

[10] Rinaldi Munir, 2004, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, penerbit: Informatika Bandung.

[11] Steven W. Smitih, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing

[12] https://www.mathworks.com/help/images/ref/regionprops.html