

# **Pewarnaan Ulang Citra Menggunakan Segmentasi Berbasis Algoritma *K-means Clustering* Sebagai Alat Bantu untuk Orang Buta Warna Parsial**

**Tugas Akhir**

**diajukan untuk memenuhi salah satu syarat**

**memperoleh gelar sarjana**

**dari Program Studi Teknik Informatika**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**1301141221**

**Angky Fajriati MS Musa**



**Program Studi Sarjana Teknik Informatika**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**Bandung**

**2018**

# LEMBAR PENGESAHAN

**Pewarnaan Ulang Citra Menggunakan Segmentasi Berbasis Algoritma *K-means*  
*Clustering* Sebagai Alat Bantu untuk Orang Buta Warna Parsial**

***Segmentation Image Re-coloring Based On K-Means Clustering Algorithm As A Tool for  
Partial Color-Blind People***

**NIM: 1301141221**

**Angky Fajriati MS Musa**

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh  
gelar pada Program Studi Sarjana Teknik Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, 30 Juli 2018

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Adiwijaya, S.Si., M.Si

NIP: 00740046

Dody Qori Utama, S.T., M.T.

NIP: 14870074

Ketua Program Studi  
Sarjana Teknik Informatika,

Said Al Faraby, S.T., M.Sc.

NIP: 15890019

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Angky Fajriati MS Musa, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul "**Pewarnaan Ulang Citra Menggunakan Segmentasi Berbasis Algoritma *K-means Clustering* Sebagai Alat Bantu untuk Orang Buta Warna Parsial**" beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika dikemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya.

Bandung, 30 Juli 2018

Yang Menyatakan,

Angky Fajriati MS Musa

# Pewarnaan Ulang Citra Menggunakan Segmentasi Berbasis Algoritma *K-means Clustering* Sebagai Alat Bantu untuk Orang Buta Warna Parsial

Angky Fajriati MS Musa<sup>1</sup>, Adiwijaya<sup>2</sup>, Dody Qori Utama<sup>3</sup>,

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>kiangmusa@students.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>adiwijaya@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>dodyqori@telkomuniversity.ac.id,

---

## Abstrak

Warna merupakan komponen desain penting yang sering digunakan untuk mengodekan informasi. Oleh karena itu, informasi yang ada pada citra atau gambar bisa saja hilang dilihat oleh penderita buta warna. Buta warna merupakan salah satu anomali mata yang tidak dapat membedakan satu warna dengan warna lainnya. Hal ini menyebabkan, penderita buta warna dapat kehilangan informasi yang terdapat pada citra karena ketidakmampuan dalam membedakan suatu warna dengan warna lainnya. Oleh karena itu, dibangunlah sebuah sistem yang dapat mengurangi kemungkinan penderita buta warna kehilangan informasi yang terdapat pada citra. Sistem ini berupa pewarnaan ulang citra yang didasarkan pada kemampuan penderita buta warna dalam membedakan warna. Kemampuan ini diukur berdasarkan *RGB cluster* yang dimiliki berbeda-beda oleh setiap orang. Penelitian ini memanfaatkan segmentasi berdasarkan warna dalam proses pewarnaan ulang. Segmentasi menggunakan *kmeans clustering* dipilih karena waktu pemrosesan yang singkat dengan hasil yang cukup optimal. Hasil penelitian ini adalah citra yang telah diwarnai ulang mampu dilihat informasinya lebih baik dibandingkan dengan sebelum diwarnai, dan waktu pemrosesan yang lebih singkat dibandingkan penelitian sebelumnya.

---

## Abstract

The abstract should state briefly the general aspects of the subject and the main conclusions. The length of abstract should be no more than 200 word and should be typed be with 10 pts.

**Keywords:** keyword should be chosen that they best describe the contents of the paper and should be typed in lower-case, except abbreviation. Keyword should be no more than 6 word

---

## 1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, dikarenakan adanya printer berwarna dan alat-alat *display*, penggunaan warna dalam konten multimedia untuk memberikan informasi-informasi visual yang tinggi telah meningkat drastis[4]. Warna merupakan komponen desain penting yang sering digunakan untuk mengkodekan informasi[6]. Hal ini menjadi sangat penting untuk penggunaan warna terhadap komunikasi visual yang lebih efektif. Jika warna digunakan sebagai sarana untuk menyediakan informasi, maka informasi yang ada pada citra atau gambar bisa saja hilang jika dilihat oleh orang yang buta warna[6]. Orang yang dengan keterbatasan penglihatan warna atau buta warna, akan memiliki kesulitan untuk membedakan beberapa warna yang dapat dibedakan oleh orang normal[4]. Citra dengan warna dan bayangan yang hampir sama akan susah dibedakan oleh orang yang buta warna[10].

Buta warna merupakan salah satu anomali mata yang dimana mata tidak dapat membedakan satu warna dengan warna lainnya[11]. Pada umumnya, ada dua jenis buta warna, yaitu buta warna parsial dan buta warna total [12]. Buta warna disebabkan oleh anomali dari *rod cell* dan *cone cell* yang terdapat pada mata [7]. *Rod Cell* digunakan untuk meregulasi intensitas cahaya yang dikeluarkan menuju mata, sedangkan *cone cell* bertanggungjawab untuk membedakan warna [11]. Berdasarkan [7], terdapat 3 tipe dari *cone cell* yaitu:

1. S cone: Sensitif terhadap gelombang pendek (Warna biru).
2. M cone: Sensitif terhadap gelombang sedang (Warna hijau).
3. L cone: Sensitif terhadap gelombang panjang (Warna merah).

Karenanya, kasus buta warna ditandai oleh anomali dalam menyerap warna merah, hijau, atau biru[8]. Terdapat 3 jenis kebutaan warna, yaitu:

1. Monokromasi: Ketika seseorang yang mempunyai satu *cone cell* atau tidak ada sama sekali.

2. Dikromasi: Ketika seseorang kehilangan salah satu dari tiga *cone cell*.
3. Anomali Trikromasi: Ketika seseorang mempunyai tiga *cone cell* tetapi salah satu *cone cell* memiliki sensitifitas terhadap *cone cell* lainnya.

Didalam kehidupan sehari-hari, orang yang buta warna akan menghadapi banyak masalah dalam membedakan warna, seperti membedakan warna dari pohon-pohon, daun-daun, dan lampu lalu lintas [12]. Banyak riset yang telah dilakukan dengan tujuan untuk membantu mengatasi masalah yang dialami orang yang buta warna, seperti pada [6, 4, 10, 8, 12]. Sistem-sistem ini mampu membantu orang yang buta warna dalam membedakan warna pada citra, tetapi hampir semua dari penelitian tersebut hanya terfokus dalam membantu jenis kebutaan buta warna secara umum. Meskipun memiliki jenis kebutaan warna yang sama, orang dengan jenis kebutaan warna yang sama kebanyakan memiliki kemampuan dan kelemahan yang berbeda antara satu sama lain [12].

Karena kekurangan ini, maka penulis akan terfokus pada pewarnaan citra untuk semua penderita buta warna parsial, tidak terbatas pada jenis kebutaan warna yang ada. Penelitian sebelumnya yaitu [12] sudah dilakukan untuk membantu penderita buta warna berdasarkan *RGB cluster* warna mereka. Namun, kekurangan dari metode yang digunakan pada penelitian ini adalah algoritma optimasi pemetaan yang diterapkan menggunakan banyak sumber daya dan memakan waktu komputasi yang panjang [12]. Terdapat *future work* yang disarankan oleh Dody Qori Utama [12], yaitu dengan menggunakan segmentasi citra untuk mengurangi waktu komputasi. Karena itulah, penulis menggunakan algoritma *K-means* dalam proses segmentasi citra berdasarkan warna dan *brute-force* untuk melakukan pemetaan warna dan pewarnaan ulang. Pemetaan warna dilakukan berdasarkan hasil tes buta warna oleh Dody Qori Utama pada [11] berupa *RGB cluster* dari orang yang buta warna.

Segmentasi citra merupakan proses klasifikasi sebuah citra ke dalam beberapa kelompok. Metode ini merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan untuk mengklasifikasikan *pixel* dari sebuah citra dengan benar ke dalam sebuah pengaplikasian [3]. Citra tersebut dapat berupa citra greyscale atau warna. Adapun algoritma segmentasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *Kmeans clustering*. *K-means clustering* sendiri merupakan salah satu algoritma dalam mengelompokkan data yang telah digunakan sejak tahun 1955. *K-means* adalah salah satu algoritma yang sederhana dan juga paling sering digunakan. Kemudahan dalam penerapan, kesederhanaan, efisiensi, dan kesuksesan empiris menjadikan *K-means* masih digunakan sampai sekarang. Contoh data-data yang mampu diolah oleh *K-means* adalah teks, gambar dan video [5].

Batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Citra yang digunakan adalah citra berwarna.
2. Citra yang digunakan merupakan *Ishihara plates* yang berjumlah 15.
3. *RGB cluster* merupakan hasil pengujian buta warna oleh Dody Qori Utama [11].
4. Subjek pengujian berjumlah 3 orang.

## 2. Studi Terkait

Beberapa penelitian yang telah membangun sistem ini dengan berbagai metode yang berbeda. Penelitian [4] menggunakan GMM (*Gaussian Mixture Model*) untuk mendapatkan informasi warna pada citra. Penelitian ini kemudian membangun sebuah metode pembobotan warna untuk menentukan warna mana yang penting bagi penderita buta warna. Pembobotan ini bermanfaat untuk mengoptimalkan proses pewarnaan ulang. Lalu, penelitian [8] menggunakan simulasi Fuzzy dengan memanfaatkan hasil isihara tes oleh alat DaltonTest yang memberikan diagnosis dari penderita buta warna yang berupa derajat dari buta warna, derajat *protanomaly*, dan derajat *deuteranomaly*. Hasil inilah yang digunakan sebagai fungsi keanggotaan pada Fuzzy[8].

Selanjutnya adalah [12] menggunakan optimasi dari mapping warna dengan memanfaatkan hasil dari penelitian tes buta warna pada [11] yang berupa kluster warna dari *RGB*. Kelebihan dari sistem yang dibuat pada penelitian [12] adalah dapat diterapkan untuk semua buta warna parsial dibandingkan dengan metode lain yang hanya bisa diterapkan ke beberapa derajat buta warna. Namun, kekurangan dari metode ini adalah algoritma optimasi pemetaan yang diterapkan menggunakan banyak sumber daya dan memakan waktu komputasi yang panjang [12].

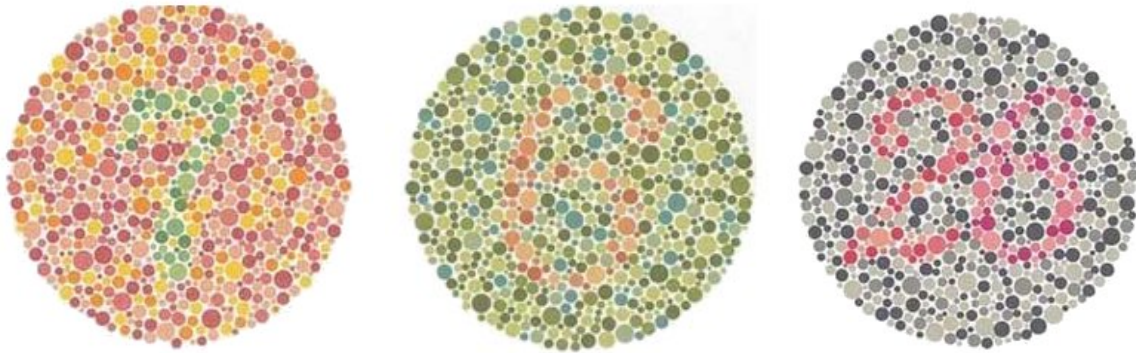
Pada penelitian [1] dilakukan perbandingan segmentasi citra menggunakan *kmeans* dan GMM. Hasilnya adalah segmentasi yang dilakukan oleh *Kmeans* lebih baik dari GMM, dan waktu pemrosesan dengan menggunakan *Kmeans* sangat cepat dibandingkan dengan menggunakan metode GMM [1].

### 3. Sistem yang Dibangun

#### 3.1 Data

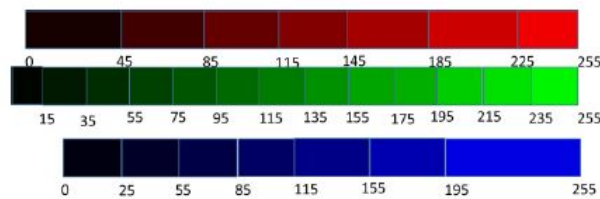
Dataset yang digunakan terbagi atas 2, yaitu:

1. Citra yang digunakan pada Tes Ishihara yang belum mengalami pewarnaan ulang.



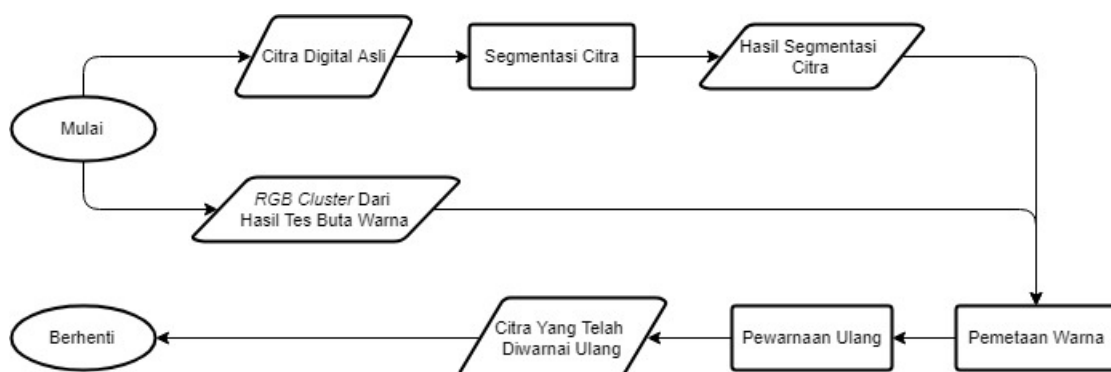
**Gambar 1.** Dataset citra

2. Hasil tes buta warna oleh Dody Qori Utama [11] berupa *RGB cluster*.



**Gambar 2.** Subjek kluster

#### 3.2 Sistem



**Gambar 3.** Diagram Alur dari Desain Sistem

Tahap pertama yang dilakukan adalah segmentasi citra. Tahap ini merupakan salah satu tahapan yang penting. Pada tahap ini, dilakukan segmentasi citra berdasarkan warna menggunakan *Clustering*. *Clustering* telah terbukti sebagai metode yang sangat efisien untuk segmentasi citra [2]. Adapun algoritma *Clustering* yang digunakan adalah *K-means*.

Algoritma *Kmeans clustering* biasanya digunakan untuk mempartisi sebuah data set secara otomatis kedalam sebuah grup  $k$  [13]. Pada sebuah citra berwarna, dataset yang digunakan adalah nilai-nilai dari *RGB*. Adapun Proses utama dari *K-means* adalah sebagai berikut:

1. Pilih titik-titik  $K$  yang merepresentasikan objek yang harus dikelompokkan (berdasarkan kluster  $K$ . Titik-titik ini merepresentasikan titik tengah/*centroid* grup awal  $Z_k$ ).
2. Masukkan setiap objek ke dalam grup yang mempunyai titik tengah/*centroid* terdekat dengan objek tersebut. Digunakan *Euclidean Distance* untuk menghitung jarak objek dengan titik tengah/*centroid*.

$$x \in C_i, \quad \text{jika } \text{dist}(x, Z_i) \leq \text{dist}(x, Z_j), \quad \text{untuk } j = 1, 2, \dots, K (i \neq j) \quad (1)$$

Dimana  $C_i$  adalah kluster ke- $i$  dengan titik tengah  $Z_i$

3. Ketika semua objek telah dikelompokkan, hitung kembali titik tengah/*centroid* dari kluster  $Z_k$  untuk semua kluster  $C_k$  menggunakan rumus berikut:

$$Z_k = \frac{1}{|C_k|} \sum_{s \in C_k} X_s, \quad k = 1, \dots, K \quad (2)$$

Dimana  $s$  adalah anggota dari  $C_k$ ,  $X_s$  adalah vektor atribut dari  $s$  dan  $|C_k|$  adalah jumlah member pada  $C_k$

4. Ulangi step 2 dan 3 sampai titik tengah/*centroid* tidak berubah. [9]

Untuk penentuan nilai awal dari *centroid*, digunakan 2 skenario. Skenario pertama yaitu dengan  $K$  awal berjumlah 26. Nilai dari layer  $R$  diacak dengan rentang antara kluster 1 adalah [1,31], lalu kluster 2 adalah [32,65], dst. Lalu untuk nilai dari layer  $G$  dan  $B$  adalah 0. Kemudian, dilakukan hal yang sama untuk layer  $G$ , dan nilai layer  $R$  dan  $B$  adalah 0. Dua  $K$  terakhir merupakan  $K_{25}$  dan  $K_{26}$  adalah nilai  $RGB$  dari hitam dan putih. Untuk proses selanjutnya, dilakukan seperti *K-means* pada umumnya, hanya saja terdapat perbedaan pada proses menentukan *centroid* selanjutnya. Jika terdapat kluster yang tidak memiliki anggota sama sekali, maka *centroid* dari kluster tersebut diambil secara acak berdasarkan nilai dari *pixel* citra. Hasil akhir dari skenario ini adalah nilai kluster yang selalu tetap, yaitu 26.

Skenario kedua adalah nilai  $K$  awal yang berjumlah 50. Nilai dari layer  $R$  diacak dengan rentang antara kluster 1 adalah [1,15], lalu kluster 2 adalah [16,31], dst. Lalu untuk nilai dari layer  $G$  dan  $B$  adalah 0. Kemudian, dilakukan hal yang sama untuk layer  $G$ , dan nilai layer  $R$  dan  $B$  adalah 0. Dua  $K$  terakhir merupakan  $K_{49}$  dan  $K_{50}$  adalah nilai  $RGB$  dari hitam dan putih. Untuk proses selanjutnya, dilakukan seperti *K-means* pada umumnya, hanya saja terdapat perbedaan pada proses menentukan *centroid* selanjutnya. Jika terdapat kluster yang tidak memiliki anggota sama sekali, maka kluster tersebut akan dihilangkan. Hasil akhir dari skenario ini adalah nilai kluster yang berubah-ubah.

Setelah dilakukan tahap segmentasi citra, maka selanjutnya yang dilakukan adalah tahap pemetaan warna. Input dari tahapan ini adalah perwakilan warna tiap kluster citra. Warna ini berjumlah sama dengan nilai  $K$  pada proses segmentasi. Lalu, dilakukan perbandingan antara dua warna dengan menghitung jarak antara kedua warna tersebut. Perhitungan ini digunakan untuk mencari nilai jarak antar dua warna yang disimbolkan sebagai  $D(W1, W2)$ . Jika  $D(W1, W2) > 100\%$ , maka tidak dilakukan perubahan pada salah satu dari dua warna tersebut. Namun, jika  $D(W1, W2) < 100\%$ , maka dilakukan perubahan pada salah satu warna dengan menaikkan nilai intensitas dari  $R$  (*Red*),  $G$  (*Green*), dan  $B$  (*Blue*). Hal ini dilakukan karena penderita buta warna kurang mampu membedakan warna dengan  $D(W1, W2)$  antara 50-100% dan tidak mampu membedakan warna dengan  $D(W1, W2) < 50\%$  [11].

Perubahan pada nilai intensitas akan memengaruhi perhitungan jarak antara kedua warna yang lain. Pendekatan dengan *brute-force* digunakan untuk memastikan jarak antara setiap warna pada  $K$  kluster  $> 100\%$ . Cara yang dilakukan adalah dengan menghitung dua warna pada setiap  $K$  kluster. Jika terdapat perubahan nilai intensitas pada  $W1$  karena  $D(W1, W2) < 100\%$ , maka proses selanjutnya adalah menghitung  $D(W1, W3)$ . Jika  $D(W1, W3) > 100\%$ , maka proses selanjutnya adalah menghitung  $D(W1, W4)$ . Proses tersebut dilakukan sampai jarak antara warna pada setiap  $K$  kluster  $> 100\%$

Adapun rumus untuk menghitung jarak warna, yang didasarkan penelitian oleh Dody Qori Utama adalah sebagai berikut:

$$D(W1, W2) = Dr(R1, R2) + Dg(G1, G2) + Db(B1, B2) \quad (3)$$

Keterangan:

- $D(W1, W2)$  merupakan jarak warna  $W1$  dengan  $W2$
- $Dr(R1, R2)$  merupakan jarak merah  $R1$  dengan  $R2$
- $Dg(G1, G2)$  merupakan jarak hijau  $G1$  dengan  $G2$
- $Db(B1, B2)$  merupakan jarak biru  $B1$  dengan  $B2$

Untuk mencari nilai dari masing-masing jarak merah, hijau, dan biru, digunakan rumus berikut:

$$Dr(R1, R2) = ((\frac{i(im1) - i(bbm_i)}{i(bam_i) - i(bbm_i)} * 100\%) + (\frac{i(bam_{i+x}) - i(im2)}{i(bam_{i+x}) - i(bbm_{i+x})} * 100\%)) + ((x - 1) * 100\%)) \quad (4)$$

$$Dg(G1, G2) = ((\frac{i(ih1) - i(bbh_j)}{i(bah_j) - i(bbh_j)} * 100\%) + (\frac{i(bah_{j+y}) - i(ih2)}{i(bah_{j+y}) - i(bbh_{j+y})} * 100\%)) + ((y - 1) * 100\%)) \quad (5)$$

$$Db(B1, B2) = ((\frac{i(ib1) - i(bbb_k)}{i(bab_k) - i(bbb_k)} * 100\%) + (\frac{i(bab_{k+z}) - i(ib2)}{i(bab_{k+z}) - i(bbb_{k+z})} * 100\%)) + ((z - 1) * 100\%)) \quad (6)$$

Keterangan:

- $im, ih, ib$  merupakan nilai intensitas merah, hijau, dan biru pada warna.
- $bbm_i, bbh_j, bbb_k$  merupakan nilai batas bawah merah, hijau, dan biru pada kluster dari warna.
- $bam_i, bah_j, bab_k$  merupakan nilai batas merah, hijau, dan biru pada kluster dari warna.

	K1	K2	K3			K1	K2	K3
R	100	120	110	TRANSFORMASI	R	100	200	0
G	0	0	0		G	0	0	0
B	0	0	0		B	0	0	0

**Gambar 4.** Ilustrasi Proses Pemetaan Warna

Gambar 4 merupakan proses pemetaan warna. Pada proses ini, akan dihasilkan perubahan data pada  $K$  kelompok warna. Terdapat 3 kluster warna pada gambar tersebut. Dengan memasukkan nilai-nilai  $RGB$  pada  $K1$ ,  $K2$ , dan  $K3$  sebelum transformasi, didapatkan hasil berikut:

- Jarak antara  $K1$  dan  $K2$  adalah 20%
- Jarak antara  $K1$  dan  $K3$  adalah 10%
- Jarak antara  $K2$  dan  $K3$  adalah 10%

Lalu dilakukan perubahan pada tiap-tiap *centroid* kluster warna. Perubahan ini berupa peningkatan atau penurunan nilai intensitas  $R$ ,  $G$ , dan  $B$ . Setelah proses transformasi pada gambar di atas, nilai-nilai  $RGB$  pada  $K1$ ,  $K2$ ,  $K3$  dapat dimodifikasi. Data transformasi inilah yang akan digunakan dalam proses selanjutnya. Adapun datanya adalah sebagai berikut:

- Untuk  $K1$ , tidak dilakukan perubahan apapun
- Untuk  $K2$ , dilakukan peningkatan terhadap nilai intensitas  $R$  sebanyak 80. Dengan perubahan ini, didapatkan  $D(K1, K2)=100\%$ .
- Untuk  $K3$ , dilakukan penurunan terhadap nilai intensitas  $R$  sebanyak 110. Dengan perubahan ini, didapatkan  $D(K2, K3)=200\%$  dan  $D(K1, K3)=100\%$ .

Setelah mendapat data transformasi  $K$  kelompok warna dari proses sebelumnya, maka dilakukan proses pewarnaan ulang. Proses pewarnaan ulang sendiri dilakukan dengan 2 cara, yaitu:



1. Setiap *pixel* pada proses segmentasi sebelumnya, telah mendapat label dari indeks klasternya. Selanjutnya, dilakukan pencocokan antara label klaster yang ada pada tiap pixel dan dilakukan perubahan dengan menambahkan nilai perubahan pada proses pemetaan warna.
2. Setiap *pixel* pada proses segmentasi sebelumnya, telah mendapat label dari indeks klasternya. Selanjutnya, dilakukan pencocokan antara label klaster yang ada pada tiap pixel dan dilakukan perubahan dengan mengubah nilai pada pixel menjadi nilai *centroid* yang telah berubah pada proses pemetaan warna.

Jika pada proses pemetaan warna didapatkan hasil bahwa seluruh warna pada *centroid* dapat dibedakan, maka tidak perlu dilakukan pewarnaan ulang.

## 4. Evaluasi

Bagian ini berisi dua sub-bagian, yaitu Hasil Pengujian dan Analisis Hasil Pengujian. Pengujian dan analisis yang dilakukan selaras dengan tujuan TA sebagaimana dinyatakan dalam Pendahuluan.

### 4.1 Hasil Pengujian

Pertama, tampilkan hasil pengujian yang paling utama. Kemudian hasil-hasil yang lebih detil ditampilkan setelah hasil yang utama. Mengingat tinggi atau rendah, baik atau jeleknya hasil pengujian bersifat relatif, maka sangat dianjurkan ada pembandingan (baseline) yang membandingkan dengan algoritma atau pendekatan yang dipilih untuk TA. Pembandingan dijalankan pada lingkungan (termasuk data set) yang sama.

Pilih tabel atau jenis diagram yang sesuai untuk menampilkan hasil pengujian.

### 4.2 Analisis Hasil Pengujian

Analisis merupakan salah satu bagian yang penting untuk TA. Pada TA S1 tidak dituntut untuk mendapatkan hasil performansi yang lebih bagus dibandingkan dengan baseline yang populer, yang dituntut adalah membuat analisis yang lengkap. Menganalisis pengaruh kondisi-kondisi yang berbeda (seperti parameter, jenis data, threshold, dan sub-sistem) yang digunakan.

Cara sitasi adalah sebagai berikut: [?] untuk buku, [?] untuk *paper*, dan [?] untuk website.

## 5. Kesimpulan

Bagian Kesimpulan memuat kesimpulan dan Saran (*Future Work*), bisa dituliskan dalam poin-poin ataupun paragraf-paragraf. Semua poin kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis hasil pengujian sehingga tidak ada kesimpulan dari teori ataupun nalar semata. Sebagaimana sudah disebutkan pada bagian sebelumnya, pengujian dan analisis harus sesuai dengan tujuan TA. Jadi kesimpulan-kesimpulan yang dituliskan selaras dengan seluruh tujuan TA.

## Daftar Pustaka

- [1] A. R. Barakbah and Y. Kiyoki. A new approach for image segmentation using pillar-kmeans algorithm. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 59:23–28, 2009.
- [2] D. J. Bora, A. K. Gupta, and F. A. Khan. Comparing the performance of  $l^* a^* b^*$  and hsv color spaces with respect to color image segmentation. *arXiv preprint arXiv:1506.01472*, 2015.
- [3] N. Dhanachandra, K. Manglem, and Y. J. Chanu. Image segmentation using k-means clustering algorithm and subtractive clustering algorithm. *Procedia Computer Science*, 54:764–771, 2015.
- [4] J.-B. Huang, C.-S. Chen, T.-C. Jen, and S.-J. Wang. Image recolorization for the colorblind. In *Acoustics, Speech and Signal Processing, 2009. ICASSP 2009. IEEE International Conference on*, pages 1161–1164. IEEE, 2009.
- [5] A. K. Jain. Data clustering: 50 years beyond k-means. *Pattern recognition letters*, 31(8):651–666, 2010.
- [6] L. Jefferson and R. Harvey. Accommodating color blind computer users. In *Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 40–47. ACM, 2006.

- [7] R. Kulshrestha and R. Bairwa. Review of color blindness removal methods using image processing. *Int. J. of Recent Research and Review*, 6:18–21, 2013.
- [8] J. Lee and W. P. dos Santos. Fuzzy-based simulation of real color blindness. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE*, pages 6607–6610. IEEE, 2010.
- [9] V. H. Pham and B. R. Lee. An image segmentation approach for fruit defect detection using k-means clustering and graph-based algorithm. *Vietnam Journal of Computer Science*, 2(1):25–33, 2015.
- [10] S. Poret, R. Dony, and S. Gregori. Image processing for colour blindness correction. In *Science and Technology for Humanity (TIC-STH), 2009 IEEE Toronto International Conference*, pages 539–544. IEEE, 2009.
- [11] D. Q. Utama, T. L. R. Mengko, R. Mengko, and M. N. Aulia. Color blind test quantification using rgb primary color cluster. In *Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), 2016 International Conference on*, pages 1–4. IEEE, 2016.
- [12] D. Q. Utama, T. L. R. Mengko, R. Mengko, A. P. Gandasubrata, and T. N. Azhar. Rgb color cluster re-coloring algorithm for partial color-blind people. BME, 2017.
- [13] K. Wagstaff, C. Cardie, S. Rogers, S. Schrödl, et al. Constrained k-means clustering with background knowledge. In *ICML*, volume 1, pages 577–584, 2001.

## Lampiran

Lampiran dapat berupa detil data dan contoh lebih lengkapnya, data-data pendukung, detail hasil pengujian, analisis hasil pengujian, detail hasil survey, surat pernyataan dari tempat studi kasus, screenshot tampilan sistem, hasil kuesioner dan lain-lain.