

FEATURE ADDITION TO THE COLOR HARMONIZATION APPLICATION IN TWO DIMENSIONAL IMAGE

Albert Antonio¹⁾, Irene A. Lazarusli²⁾, Samuel Lukas^{3*)}, Petrus Widjaja⁴⁾

¹⁾Informatics, Faculty of Computer Science, Universitas Pelita Harapan
Email : albertantonio88@gmail.com

²⁾Informatics, Faculty of Computer Science, Universitas Pelita Harapan
Email : irene.lazarusli@uph.edu

³⁾Informatics, Faculty of Computer Science, Universitas Pelita Harapan
Email : samuel.lukas@uph.edu

⁴⁾Mathematics, Faculty of Science and Technology, Universitas Pelita Harapan
Email : petrus.widjaja@uph.edu

**Penulis Korespondensi*

Abstract – In the era of digital technology, the demand for good visual communication increases. It deals with how to harmonize the usage of colors on that visual communication. It is called as color harmony. Color harmony is a series of combinations of colors that are balanced and aesthetically for visual perception. This paper discusses on how to add some additional features to a color harmony application so that it can be more easily used and understood for the general public. Additional features include manual harmonization operation, color palette recommendation using the K-means clustering algorithm, multithreading and GUI. This paper also measures the performance and expert judgment of the level of color harmony in the application output. The experiment data are 5 sample images with various resolution sizes of 640x480, 800x600, 960x720, 1024x768, 1280x960, 1440x1080, 1600x1200, and 1920x1440. The fastest proses time for the best harmonic scheme is 201 seconds for resolution 640x480 and the longest time is 1350 seconds for resolution 1600x1200. The rate of expert judgment in harmonious samples is 9.07 out of 12.00 and in non-harmonized samples is 6.02 out of 12.00.

Keywords: K-means clustering, Color Harmony, multithreading, GUI

Abstrak – Di era teknologi digital, permintaan akan komunikasi visual yang baik semakin meningkat. Ini berkaitan dengan bagaimana menyelaraskan penggunaan warna pada komunikasi visual itu. Ini disebut harmoni warna. Harmoni warna merupakan rangkaian kombinasi warna yang seimbang dan estetis untuk persepsi visual. Terdapat sebuah aplikasi yang dikembangkan oleh Yang (2018) yang dapat digunakan untuk merancang komunikasi visual yang baik berdasarkan harmoni warna. Makalah ini membahas tentang cara menambahkan beberapa fitur tambahan pada aplikasi tersebut agar lebih mudah digunakan dan dipahami oleh masyarakat umum. Fitur tambahan termasuk operasi harmonisasi manual, rekomendasi palet

Diterima <24032021>, Revisi <23062021>, Diterima untuk publikasi <26072021>.

Copyright © 2021 Published by PSDKU Sistem Informasi UPH Kampus Medan,
ISSN : 2528-5114

warna menggunakan algoritma clustering K-means, multithreading dan GUI. Makalah ini juga mengukur performa dan penilaian ahli dari tingkat harmoni warna pada keluaran aplikasi. Data percobaan adalah 5 citra sampel dengan berbagai ukuran resolusi 640x480, 800x600, 960x720, 1024x768, 1280x960, 1440x1080, 1600x1200, dan 1920x1440. Waktu proses tercepat untuk skema harmonisasi terbaik adalah 201 detik untuk resolusi 640x480 dan waktu terlama 1350 detik untuk resolusi 1600x1200. Tingkat penilaian ahli pada sampel harmonis adalah 9,07 dari 12,00 dan pada sampel non-harmonis adalah 6,02 dari 12,00.

Kata Kunci: Clustering K-means, Harmonisasi Warna, multithreading, GUI

PENDAHULUAN

Perancangan komunikasi visual yang baik melibatkan aspek keserasian warna. Aspek ini sangat penting karena memicu respons emosional para pembacanya. Respon emosional sangat mempengaruhi keadaan psikologis pembaca sehingga mereka dapat mengalami emosi yang menenangkan atau membangkitkan. [1] [2]. Suatu aplikasi digital menyelaraskan komposisi warna dalam gambar telah dikembangkan Yang [3] berdasarkan teori harmonisasi warna oleh Cohen-Or [4]. Aplikasi mencari skema harmonik terbaik dari jenis templat harmonik dan orientasi templat tersebut dengan menentukan skema harmonik terbaik yaitu mencari skor harmonik terendah. Metode harmonisasi warna ini berkisar pada template harmonik yang dibuat oleh Tokumaru et. al [5].

Aplikasi yang dikembangkan oleh Yang [3] terbukti berfungsi tetapi aplikasi menyediakan sedikit atau tidak ada interaksi user. Aplikasi tidak dapat memenuhi keinginan pengguna. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dikembangkan

- 1) Penyempurnakan tampilan aplikasi harmonisasi warna agar mudah dipahami dan dioperasikan
- 2) Evaluasi penilaian subjektif pakar tentang tingkat keserasian warna atas keluaran aplikasi

- 3) Kinerja aplikasi harmonisasi warna dalam menangani input gambar dengan berbagai resolusi

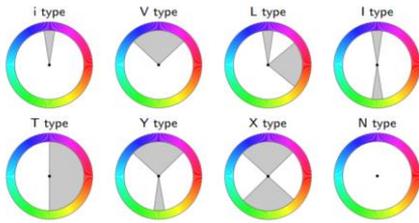
Makalah ini juga membahas tentang implementasi GUI dan kemampuan *multithreading* untuk memberikan interaksi kepada pengguna. Beberapa fitur telah ditambahkan bersama GUI seperti operasi harmonisasi manual dan rekomendasi palet warna. Fitur-fitur tersebut diimplementasikan dalam modul tambahan menggunakan Python dan beberapa pustaka.

FUNDAMENTAL TEORI

Harmonisasi Warna

Berdasarkan Granville [6], harmoni warna adalah “Kemajuan visual yang mulus melalui ruang warna yang memberikan hasil yang harmonis, bukan hanya karena warna-warna tersebut memiliki hubungan harmonis yang unik satu sama lain tetapi juga *chroma* yang sangat identik. Pada dasarnya harmoni mengandung arti keseimbangan yang dibuktikan dengan perilaku fisiologis manusia [7].

Warna yang harmonis ditentukan oleh posisi relatifnya dalam ruang warna HSV pada roda warna Gambar 1 oleh [4].



Gambar 1. 8 tipe roda *Heu Harmonic*

Proses Harmonisasi Warna

Proses harmonisasi warna terdiri dari tiga proses yang berbeda yaitu pemetaan *histogram hue*, pencarian skema harmonisa terbaik dan penerapan skema harmonis.

Pemetaan *hue histogram* menggunakan histogram lingkaran *hue* karena memiliki karakteristik yang mirip dengan color wheel dan template harmonik dalam mempertahankan sifat periodik atribut *hue* [8]. Ruang warna HSV dipilih sebagai ruang warna karena pemodelan hubungan antar warna yang mirip dengan sel fotoreseptor di mata manusia [9].

Sebagian besar gambar di televisi, layar dan model proyektor berwarna menggunakan ruang warna RGB. Oleh karena itu, harus diubah menjadi ruang warna HSV. Berdasarkan Serban [10], konversi RGB ke ruang warna HSV ditunjukkan pada persamaan (1) sd (7).

$$R' = \frac{R}{255}, G' = \frac{G}{255}, B' = \frac{B}{255} \quad (1)$$

$$m_{max} = \max(R', G', B') \quad (2)$$

$$m_{min} = \min(R', G', B') \quad (3)$$

$$\Delta = m_{max} - m_{min} \quad (4)$$

$$H = \begin{cases} \text{undefined, if } \Delta = 0 \\ \frac{G-B}{\Delta}, & \text{if } m_{max} = R \\ \frac{B-R}{\Delta} + 2, & \text{if } m_{max} = G \\ \frac{R-G}{\Delta} + 4, & \text{if } m_{max} = B \end{cases} \quad (5)$$

$$V = m_{max} \quad (6)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{if } V = 0 \\ \frac{\Delta}{V}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

Pencarian skema harmonis terbaik dari suatu gambar X berdasarkan Cohen-Or [4] dilakukan dengan pertama mencari type harmonic heu yang mana dari gambar 1 yang paling mendekati heu histogram gambar X. Kedua menentukan berapa nilai α dari type *hue* harmonis terbaik untuk gambar X. Ketiga melakukan perubahan nilai heu dari gambar X untuk mendapatkan model type Hue Harmonis terbaik dari gambar X itu

Penerapan skema harmonis setelah Langkah pencarian skema harmonis terbaik perlu dilakukan beberapa penyempurnaan untuk menghindari beberapa efek samping. Teknik yang digunakan dengan mengoptimalkan segmentasi biner [4] dimana proses segmentasinya menggunakan optimasi pemotongan graph [11].

K-means Color Clustering

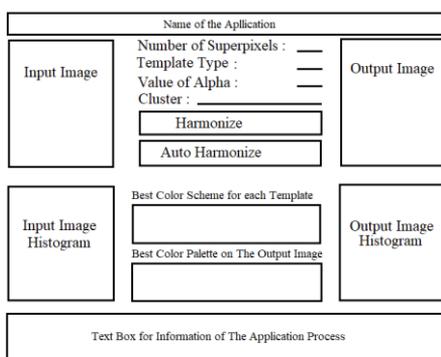
Salah satu Algoritma yang dipakai untuk mengelompokkan sejumlah data series menjadi k *cluster*. K titik sentroid ditempatkan secara acak dan kemudian data yang paling dekat dengan sentroid akan diidentifikasi sebagai bagian dari *cluster*. Setelah semua data teridentifikasi, selanjutnya titik *centroid* k akan ditempatkan di titik tengah berdasarkan lokasi *cluster*. Proses ini akan diulang sampai tidak ada lagi data yang dikelompokkan ke dalam *cluster* lain [12].

Titik *centroid* k ini akan menentukan jumlah warna pada palet warna yang akan dihasilkan. Nilai k menentukan hasil palet warna yang akan digunakan. Jika jumlah k terlalu sedikit, maka beberapa warna tidak dapat mewakili sebagian besar komposisi warna pada

gambar. Sebaliknya jika jumlah k terlalu banyak, maka ada warna yang tidak signifikan. Nilai $k \in \{3,7\}$ berfungsi dengan baik. Nilai $k = 5$ sering digunakan sebagai nilai standar [13].

PERANCANGAN PENELITIAN

Rancangan GUI aplikasi diperlihatkan pada Gambar 2. Input citra ditampilkan dan juga heu histogramnya. Kemudian user bisa melakukan harmonisasi warna manual dengan memberikan masukan ke empat *parameter* yaitu jumlah *superpixel*, *type template*, nilai *alpha* dan juga *cluster* atau hanya dengan menekan tombol *Harmonize*. Tombol *Auto Harmonize* ditekan untuk menghasilkan harmonisasi secara otomatis



Gambar 2. GUI of Color Harmonization App.

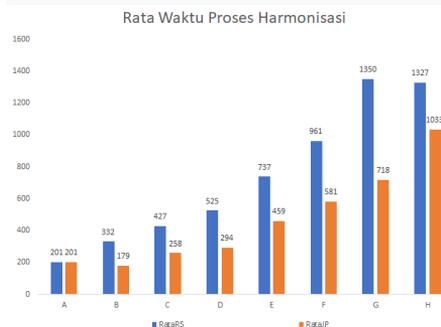
Hasil harmonisasi warnanya ditampilkan pada *Output Image* beserta *hue histogram*. Informasi mengenai *best color schema* untuk template terpilih, diperlihatkan dalam bentuk text box demikian juga *best color palette* dari *output* citra. *Text box* paling bawah memberikan informasi ke pemakai, proses apa yang sedang dilakukan oleh sistem.

DATA DAN PEMBAHASAN

Pengukuran penelitian dilakukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan untuk menemukan skema harmoni terbaik pada input gambar dua dimensi berdasarkan besar kecilnya resolusi gambar input.

Aplikasi diukur dengan 5 sampel gambar yang berbeda dengan 8 ukuran resolusi gambar yang bervariasi mulai dari 640x480, 800x600, 960x720, 1024x768, 1280x960, 1440x1080, 1600x1200, dan 1920x1440 pixels yang diberi label dari A sd H, Hasil rata-rata waktu untuk setiap resolusi diperlihatkan pada Gambar 3.

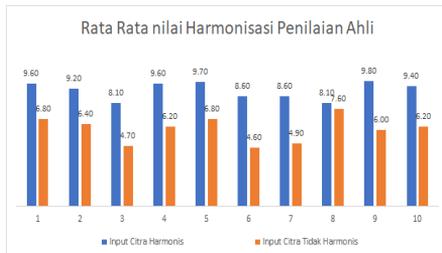
Grafik batang RataRS adalah waktu rata-rata mengharmonisasikan citra sesuai resolusi sedangkan grafik batang RataJP adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mengharmonisasikan citra sesuai dengan jumlah *pixel*. Sangat logis makin banyak pixel yang diproses maka waktu yang dibutuhkan makin lama namun jika berdasarkan resolusinya maka waktu yang dibutuhkan untuk resolusi 1600x1200 relatif tidak berbeda dengan 1920x1440. Namun untuk resolusi yang lebih rendah jelas membutuhkan waktu yang lebih cepat.



Gambar 3. Rata-rata waktu vs Resolusi

Penelitian juga melibatkan *expert judgment*. Sepuluh tingkat keserasian citra diberikan ke para ahli untuk diminta penilaian atas hasil dari aplikasi. Mereka diberikan dua *set data* pengujian. Set pertama adalah data harmonisasi dari aplikasi atas *input* citra yang memang sudah harmonis sedangkan set kedua data harmonisasi dari data *input* citra yang tidak harmonis.

Sepuluh ahli memberikan penilaian tingkat harmonisasi citra *input* dibandingkan citra hasil harmonisasi atas ke-10 input citra harmonis dan ke-10 *input* citra tidak harmonis. Hasil penilaian diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata nilai harmonisasi dari para ahli.

Nilai rata-rata harmonis luaran dari aplikasi untuk *input* citra yang harmonis dan tidak harmonis adalah 9.07 dan 6.02 dari skala 12. Nilai 10 adalah nilai luaran harmonis aplikasi sama dengan nilai harmonis input citra. Ini artinya luaran aplikasi tidak berbeda dengan harmonis citra *input* yang sudah harmoni. Namun untuk citra input yang tidak harmonis meskipun luarannya rata-rata dinilai para ahli adalah 6.02 ini berarti aplikasi sudah mencoba memberikan luaran yang lebih baik dari harmonisasi citra *input*.

Untuk citra *input* yang sudah harmoni rata-rata terendah harmoni *output* adalah 8.1. Ini kembali mengindikasikan bahwa citra *input* memang harmoninya sudah cukup baik. Sebaliknya rata-rata harmoni citra dari *input* citra tak harmoni nilainya adalah 4.6. Ini mengindikasikan citra *input* memang kurang harmoni. Sehingga luarannya juga kurang harmoni.

KESIMPULAN

Berbagai perbaikan telah dilakukan untuk aplikasi harmonisasi warna agar mudah dipahami dan dioperasikan oleh masyarakat umum. Hasil survei mengindikasikan bahwa aplikasi sudah

berjalan dengan baik dan dapat meningkatkan harmonisasi citra masukan tentu sesuai dengan pemakainya. Kecepatan melakukan harmonisasi citra input dalam ratusan detik dan paling lama untuk resolusi 1600x1200 selama 1350 detik atau sekitar 22.5 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lasquite, Mydee, "What Makes Good Design? Basic Elements and Principles". *Easy WebContent, Inc.* September 30. <https://visme.co/blog/elements-principles-good-design/>. (2015)
- [2] Stone, N. J., & English, A. J., "Task Type, Posters, and Workspace Color on Mood, Satisfaction, and Performance". *Journal of Environmental Psychology* (1998): p. 175-185.
- [3] Yang, C. A., "Color Harmonization." *Github* (2018), www.github.com/tartarskunk/Color-Harmonization.
- [4] Cohen-Or, Daniel, et al., "Color Harmonization". *ACM SIGGRAPH 2006 Papers* (2006): p. 624-630.
- [5] Tokumaru, M., Murataka, N., & Imanishi, S., "Color design support system considering color harmony". *IEEE World Congress on Computational Intelligence* (2002). *IEEE International Conference on Fuzzy Systems* (2002).
- [6] Granville WC. "Color harmony: what is it?". *Color Research and Application* (1987): p. 196-201.
- [7] Itten, J. "The Elements of Color". *Van Nostrand Reinhold Company* (1961): p. 19.
- [8] Din-Chang, T., & Cheng-Tan, T. "Circular histogram thresholding for color image segmentation". *Proceedings of 3rd International Conference on Document Analysis and Recognition* (1995).
- [9] Vadivel, A., Sural, S., & Majumdar, A. K. (2005). "Human color perception in the HSV space and its application in histogram generation for image retrieval". *Color Imaging X: Processing, Hardcopy, and Applications*.
- [10] Serban, H. (n.d.). "Converting RGB to HSV". *Simon Fraser University*.

- <https://mattlockyer.github.io/iat455/documents/rgb-hsv.pdf>.
- [11] Boykov, Y., & Jolly, M.-P. “Interactive graph cuts for optimal boundary and region segmentation of objects in N-D images”. *Proceedings of ICCV* (2001): p-105-112.
 - [12] Celebi, M. Emre. “Improving the Performance of k-Means for Color Quantization.” *Image and Vision Computing*, vol. 29, no. 4, 2011, pp. 260–271., doi:10.1016/j.imavis.2010.10.002.
 - [13] Chang, H., Fried, O., Liu, Y., DiVerdi, S. & Finkelstein, A., “Palette-based Photo Recoloring”. *ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH)* (2015).
 - [14] Van den Bergh, M., Boix, X., Roig, G., de Capitani, B., & Van Gool, L. (2012). “SEEDS: Superpixels Extracted via Energy-Driven Sampling”. *Lecture Notes in Computer Science*, 13–26.