**PROPOSAL SKRIPSI**

**PENYESUAIAN SPEKTRUM WARNA PADA CITRA DIGITAL UNTUK PENDERITA BUTA WARNA *DEUTERANOPIA***

**Oleh :**

WHILYHAM ANJASMARA NIM. 1541180043



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI**

**POLITEKNIK NEGERI MALANG**

**2018**

PENYESUAIAN SPEKTRUM WARNA PADA CITRA DIGITAL UNTUK PENDERITA BUTA WARNA *DEUTERANOPIA*

**PROPOSAL SKRIPSI**

Digunakan Sebagai Syarat Maju Ujian Diploma IV

Politeknik Negeri Malang

Oleh:

WHILYHAM ANJASMARA NIM. 1541180043



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI

POLITEKNIK NEGERI MALANG

2018

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PROPOSAL SKRIPSI**

**PENYESUAIAN SPEKTRUM WARNA PADA CITRA DIGITAL UNTUK PENDERITA BUTA WARNA *DEUTERANOPIA***

**Disusun oleh :**

**WHILYHAM ANJASMARA NIM. 1541180043**

**Proposal Skripsi ini telah diuji pada tanggal 7 Desember 2018**

**Disetujui oleh:**

1. Penguji I : Ridwan Rismanto, SST., M.Kom   
    NIP. 19860318 201212 1 001 .......................
2. Penguji II : Agung Nugroho Pramudhita, ST., MT.   
    NIDN. 0010028903 .......................
3. Pembimbing I : Dr. Eng. Rosa Andrie Asmara, ST., MT.   
    NIP. 19801010 200501 1 001 .......................

**Mengetahui**

Ketua Jurusan Teknologi Informasi Ketua Program Studi

DIV-Teknik Informatika

Rudy Ariyanto, ST., M.Cs Ir. Deddy Kusbianto P. A., MMKom

NIP. 19711110 199903 1 002 NIP. 19621128 198811 1 001

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL ii

HALAMAN PENGESAHAN iii

DAFTAR ISI iv

1. Judul 1
2. Latar Belakang 1
3. Rumusan Masalah 2
4. Batasan Masalah 2
5. Tujuan Penelitian 2
6. Kajian Teori 3
   1. Landasan Teori 3
      1. Pengolahan Citra Digital 3
      2. Ruang Warna LMS 3
      3. Daltonisasi 4
      4. Buta Warna 8
      5. PSNR 9
   2. Bahasa Pemrograman C# 10
   3. Microsoft Visual Studio 10
   4. Coblis 11
   5. Penelitian Terdahulu 11
7. Metode Penelitian 11
   1. Metode Penelitian Data 11
   2. Metode Pengembangan Sistem 12
   3. Analisis Rancangan Kebutuhan 13
   4. Perancangan Sistem 14
   5. Metode Pengujian 16
   6. Analisa dan Kesimpulan 17
8. Relevansi 17
9. Sistematika Penulisan Laporan 20
10. Jadwal Kegiatan 21

DAFTAR PUSTAKA

1. **Judul**

Penyesuaian Spektrum Warna pada Citra Digital untuk Penderita Buta Warna *Deuteranopia*

1. **Latar Belakang**

Saat ini, perkembangan teknologi semakin berkembang pesat. Hal ini dibuktikan dengan eratnya keterkaitan kehidupan sehari-hari yang tak lepas dari pemanfaatan teknologi. Teknologi tidak hanya dikembangkan untuk ilmu pengetahuan, namun juga untuk bidang kesehatan. Pasalnya, kesehatan adalah salah satu fasilitas yang paling vital di mata masyarakat, sehingga kombinasi antara teknologi dan kesehatan akan membawa manfaat bagi masyarakat.

Teknologi mampu memberikan pengetahuan mengenai bagaimana seorang bermata normal melihat dunia yang dilihat oleh penderita buta warna melalui alat simulator buta warna, yang tentunya hal tersebut dapat memecahkan masalah mengenai penyakit buta warna. Namun di Indonesia sendiri, teknologi tersebut belum banyak diterapkan karena sedikitnya alat dan penelitian lanjut mengenai alat bantu buta warna.

Penderita buta warna tidak dapat disembuhkan. Oleh karena itu penderita buta warna memerlukan alat bantu pengelihatan. Namun seiring perkembangan zaman, teknologi bangkit dengan solusi untuk membantu penderita buta warna agar bisa melihat gambar dan membedakan antara warna yang berbeda menggunakan beberapa algoritma. Salah satunya adalah dengan menggunakan algoritma LMS Daltonisasi. Algoritma ini menunjukkan bahwa ketika algoritma ini diterapkan pada citra asli dan setelah beberapa pemrosesan memberikan hasil citra yang memuaskan yang dapat dibedakan oleh penderita defisiensi warna. Sehingga algoritma ini bisa diimplementasikan untuk tipe buta warna Dikromasi diantaranya *Protanopia*, *Deuteranopia*, dan *Tritanopia*. Dimana *Deuteranopia* merupakan salah satu jenis buta warna yang paling banyak dialami oleh penderita buta warna.

Berdasarkan latar belakang tersebut dan beberapa penelitian terdahulu maka penulis mengambil judul **“**Penyesuaian Spektrum Warna pada Citra Digital untuk Penderita Buta Warna *Deuteranopia*”.

1. **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana *Deuteranopia* bisa membedakan dan menentukan suatu warna dengan warna lain pada tingkat gradasi tertentu?
2. Bagaimana mengimplementasikan LMS Daltonisasi menggunakan perangkat lunak untuk mentransformasikan citra normal menjadi citra yang bisa diidentifikasi oleh *Deuteranopia*?
3. **Batasan Masalah**

Batasan masalah yang diangkat dalam proposal ini adalah sebagai berikut:

1. Penulis hanya berfokus pada citra normal berwarna selain warna hitam, putih, dan abu-abu.
2. Perangkat lunak yang dibangun berbasis desktop dan dengan menggunakan bahasa pemrograman C#.
3. Kinerja transformasi citra dalam penelitian ini menggunakan formula transformasi warna LMS Daltonisasi dan diukur dengan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR).
4. Obyek penelitian hanya pada jenis buta warna *Deuteranopia*.
5. **Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan di atas, maka tujuan dalam penelitian ini adalah:

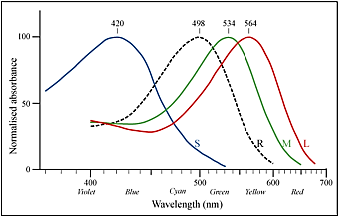
1. Untuk menganalisis dan menguji formula transformasi warna sebagai pengubah suatu warna yang tidak tampak bagi *deuteranopia* menjadi lebih tampak.
2. Membangun dan menganalisis suatu perangkat lunak transformasi warna citra dengan menerapkan formulasi transformasi warna tersebut.
3. **Kajian Teori**
   1. **Landasan Teori**
      1. **Pengolahan Citra Digital (*Digital Image Processing*)**

Pengolahan citra digital merupakan suatu cabang ilmu yang mempelajari tentang proses memanipulasi gambar yang sudah ada dengan menggunakan suatu algoritma atau metode tertentu. Gambar yang diproses merupakan gambar digital yang terdiri atas sekumpulan bilangan (kompleks maupun real) yang direpresentasikan oleh bit berhingga (Hasanah, 2015).

Gambar dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi, f (x, y), di mana x dan y adalah koordinat spasial (bidang), dan amplitudo f pada setiap pasangan koordinat (x, y) disebut intensitas atau tingkat abu-abu dari gambar pada saat itu. Ketika x, y, dan nilai amplitudo dari f semuanya terbatas, jumlah yang terpisah, kita sebut gambar tersebut sebagai citra digital. Bidang pemrosesan citra digital mengacu pada pemrosesan citra digital dengan menggunakan komputer digital. Perlu diperhatikan bahwa citra digital terdiri dari sejumlah elemen yang terbatas, masing-masing memiliki lokasi dan nilai tertentu. Elemen-elemen ini disebut sebagai elemen gambar, elemen citra, dan piksel (Gonzalez, Woods, & Hall, 2002).

* + 1. **Ruang Warna LMS (*LMS Color Space*)**

LMS adalah ruang warna yang direpresentasikan oleh respon dari tiga jenis sel kerucut pada mata manusia. Hal ini didasarkan pada puncak responsivitas dari panjang gelombang yang terbagi atas gelombang panjang (564-580nm), sedang (534-545nm), dan pendek (420-440nm). Umumnya ruang warna LMS digunakan untuk melakukan adaptasi kromatik (memperkirakan tampilan sampel dengan *illuminant* yang berbeda). Sehingga hal ini biasanya diterapkan pada studi mengenai buta warna ketika terdapat satu atau lebih jenis sel kerucut mengalami kerusakan (Singh & Thakur, 2017).



Gambar 1. Pigmen visual dari sel batang dan sel kerucut pada retina manusia

Salah satu cara untuk mengkarakterisasi warna tertentu adalah dengan mengukur seberapa kuat distribusi spektrum warna tersebut untuk membuat berbagai jenis sel kerucut bisa merespon. Gambar 1 menunjukkan karakteristik pigmen visual dari sel batang dan sel kerucut dan dinyatakan sebagai berikut:

Ini memungkinkan untuk mengaitkan warna dengan titik dalam ruang warna LMS, yang merupakan ruang vektor tiga dimensi dari nilai warna.

* + 1. **Daltonisasi (*Daltonization*)**

Daltonisasi adalah prosedur untuk mengadaptasi warna dalam gambar atau urutan gambar untuk meningkatkan persepsi warna oleh penderita defisiensi warna (Peswani & Khurge, 2014).

Algoritma Daltonisasi memanfaatkan area kebingungan (*confused area*) untuk mengimbangi kebutaan warna. Ini dilakukan dengan mengalihkan warna dari garis kebingungan menuju warna yang terlihat oleh individu yang buta warna. Misalnya, daltonisasi untuk *protanopia* melibatkan pergeseran nilai-nilai merah ke arah ujung spektrum biru. Daltonisasi menunjukkan bahwa ketika algoritma ini diterapkan pada citra asli dan setelah beberapa pemrosesan memberikan hasil citra yang memuaskan yang dapat dibedakan oleh penderita defisiensi warna (Singh & Thakur, 2017).

Daltonisasi adalah sebuah metode untuk mengubah sebuah warna dalam suatu citra agar penderita buta warna dapat mengambil informasi dari citra tersebut. Hal ini didasarkan pada pengertian bahwa suatu citra seringkali menggunakan perbedaan warna sebagai informasi yang penting untuk diambil, namun ketika warna-warna itu berkaitan dengan warna-warna yang tidak tampak oleh penderita buta warna, maka hal ini akan sangat penting. Daltonisasi sendiri ditujukan untuk membedakan suatu warna yang tidak tampak beda dengan sekitarnya menjadi berbeda dengan sekitarnya, sehingga suatu objek dapat dibedakan dengan objek lainnya dalam gambar tersebut.

Metode ini dilakukan dengan pemisahan dimensi pada citra menjadi dimensi L (*bright/dark*), M (*red/green*), dan S (*blue/yellow*). Untuk setiap informasi pada dimensi *red/green* (yang dianggap tidak tampak oleh *deuteranopia*) akan menjadi faktor penambahan variasi pada dimensi L (*bright/dark*) dan S (*blue/yellow*).



Gambar 2. Diagram blok proses daltonisasi

Gambar 2 adalah tahapan-tahapan dalam Daltonisasi yang akan dijelaskan sebagai berikut:

* *Input RGB Image*

Proses Daltonisasi dimulai saat citra RGB diinputkan. Setelah itu akan dihitung informasi warna yang hilang, dan menggeser informasi yang hilang dengan warna yang terlihat oleh penderita. Kemudian informasi warna yang hilang akan ditambahkan ke gambar asli.

* *RGB to LMS Conversion*

Kemudian citra dikonversi ke ruang warna LMS dengan perhitungan (1)

(1)

* *Calculate lost information by viewer (Simulated color-blindness)*

Nilai LMS hasil dari perhitungan (1) masih berada di ruang warna tiga dimensi. Maka nilai tersebut harus ditransformasikan ke ruang warna dua dimensi yang dimiliki oleh jenis buta warna *deuteranopia* dengan perhitungan (2). Dari perhitungan ini didapatkan informasi warna yang hilang seperti informasi-informasi warna yang memang tidak bisa dilihat oleh *deuteranopia*.

(2)

* *Convert LMS back to RGB*

Kemudian melakukan konversi dari LMS ke RGB dengan perhitungan (3)

(3)

* *Find the difference between original and simulated images*

Untuk mendapatkan informasi warna yang berubah, maka harus dibedakan antara citra input dengan yang sudah disimulasikan dengan perhitungan (4)

(4)

* *Shift colors towards visible spectrum*

Setelah didapatkan informasi warna yang berubah, lalu menggeser warna tersebut ke spektrum yang bisa dilihat oleh jenis buta warna *deuteranopia* dengan perhitungan (5)

(5)

* *Add shifted color to original image*

Menambahkan warna yang telah digeser ke citra input dengan cara (6)

(6)

* *Result*

Sehingga setelah menambahkan warna yang telah digeser ke spektrum yang bisa dilihat oleh jenis buta warna *deuteranopia,* maka akan menghasilkan citra hasil daltonisasi (D. & Mistry, n.d.). Warna yang berbeda pada gambar 3(c) dengan aslinya pada gambar 3(a) menunjukkan bahwa warna tersebut merupakan warna yang lebih tampak dan bisa diidentifikasi penderita seperti pada gambar 3(d).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C:\Users\Whilyham Anjasmara\Pictures\New folder\Capture.JPG | C:\Users\Whilyham Anjasmara\Pictures\New folder\download (1).png | C:\Users\Whilyham Anjasmara\Pictures\New folder\Capture d.JPG | C:\Users\Whilyham Anjasmara\Pictures\New folder\download.png |
| (a) | (b) | (c) | (d) |

Gambar 3. (a) Citra asli, (b) Citra hasil simulasi buta warna, (c) Citra yang dihasilkan Daltonisasi, (d) Citra yang dihasilkan Daltonisasi jika disimulasikan

Gambar 3 merupakan salah satu contoh citra yang telah melalui proses LMS Daltonisasi mulai dari citra asli, citra asli saat dilihat penderita buta warna, citra yang dihasilkan dari proses LMS Daltonisasi, dan citra dari proses LMS Daltonisasi jika dilihat oleh penderita buta warna.

Metode ini bekerja sangat baik untuk gambar yang rumit. Metode ini juga menggunakan teknik konversi ruang warna RGB menjadi ruang warna LMS dengan menggunakan konversi matriks transformasi di dalam algoritmanya. Namun transformasi ini cenderung lambat karena perkalian matriks lebih banyak digunakan dalam transformasi. Jadi butuh lebih banyak waktu untuk merespon dan memproses namun memberikan gambar yang akurat di sisi output.

* + 1. **Buta Warna *(Color Blindness)***

Buta warna adalah kondisi abnormal yang ditandai oleh ketidakmampuan mata untuk membedakan warna spektrum yang berbeda secara jelas. Penglihatan warna manusia biasanya bersifat *trichromatic* yaitu terdiri atas campuran cahaya merah, hijau, dan biru (Curcio, Sloan, Kalina, & Hendrickson, 1990).

Umumnya keterbatasan penglihatan warna disebabkan karena bawaan dan bersifat permanen. Keterbatasan merah-hijau (*Protan* dan *Deutan*) menunjukkan prevalensi tertinggi pada populasi umum (Citirik, Acaroglu, Batman, & Zilelioglu, 2005).

Buta warna merupakan suatu gangguan genetik terkait kromosom *sex* (X). Menurut Guyton, buta warna merupakan suatu kelainan mata yang berkaitan dengan *sex* dan disebabkan karena kromosom X tidak memiliki gen warna. Tidak adanya gen ini, maupun resesif, menyebabkan gejala buta warna tidak akan tampak selama kromosom X yang lainya dapat membawa gen yang diperlukan untuk perkembangan sel kerucut penerima warna yang sesuai. Sehingga kemungkinan seorang pria yang memiliki kromosom bergenotif XY untuk menderita buta warna secara turunan lebih besar dibandingkan dengan wanita yang memiliki kromosom bergenotif XX. Jika terikat pada salah satu kromosom X nya saja, maka wanita tersebut dinamakan dengan wanita *carrier* atau pembawa. Dan keadaan ini memungkinkan wanita *carrier* untuk menurunkan gen buta warna pada anak-anaknya. Menurut salah satu riset 5-8% pria dan 0,5% wanita dilahirkan buta warna. Dan 99% penderita buta warna termasuk dikromasi, *protanopia*, dan *deuteranopia* (Cole, 2007).

Seseorang yang mampu membedakan ketiga macam warna, disebut  
sebagai *trikromat*. *Dikromat* adalah orang yang dapat membedakan 2  
komponen warna dan mengalami kerusakan pada satu jenis pigmen kerucut.  
Kerusakan pada dua pigmen sel kerucut akan menyebabkan seseorang hanya  
mampu melihat satu komponen yang dinamakan *monokromat*. Pada keadaan  
tertentu seluruh komponen pigmen warna kerucut juga bisa menjadi tidak normal sehingga pasien tidak dapat melihat warna sama sekali yang dinamakan dengan *akromatopsia* (Ilyas, 2008).

Buta warna juga dapat ditemukan pada penyakit makula, dan saraf optik. Sedangkan kelainan pada retina dapat terjadi cacat penglihatan warna biru dan kuning. Sementara itu kelainan pada saraf optik memberikan kelainan dalam melihat warna merah dan hijau (Ilyas, 2008)

* + 1. **PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)**

PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dari kedalaman bit citra yang diukur (citra 8 bit, mempunyai nilai maksimum 255) dengan besarnya *noise* yang berpengaruh pada sinyal tersebut. Dalam hal ini, besarnya *noise* diwakili oleh nilai MSE. PSNR biasanya diukur dalam satuan desibel (db). PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra sebelum dan citra sesudah diproses. Semakin besar nilai PSNR, maka hasil pemrosesan citra semakin bagus atau semakin mendekati citra aslinya (Andono, Sutojo & Muljono, 2017).

Nilai PSNR yang lebih tinggi menunjukkan kemiripan antara citra hasil proses dan citra asli. PSNR dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

Dimana jika nilai PSNR jatuh dibawah 30 dB menunjukkan kualitas yang relatif rendah, sehingga distorsi akibat penyisipan dapat terlihat jelas. Namun kualitas citra hasil proses yang tinggi berada pada nilai 40 dB dan diatasnya (Cheddad, 2010). Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus didapatkan nilai MSE (*Mean Square Error*).

MSE merupakan nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra manipulasi. Dimana MSE didefinisikan sebagai:

Dimana x dan y adalah koordinat dari gambar, M dan N adalah dimensi dari gambar, Sxy menyatakan citra hasil proses dan Cxy menyatakan citra asli. Semakin kecil nilai MSE, maka semakin baik pula kualitas citra tersebut.

1. **Bahasa Pemrograman C#**

Bahasa pemrograman C# adalah sebuah bahasa pemrograman modern yang bersifat *general-purpose*, ‎berorientasi objek, yang dapat digunakan untuk membuat program di atas arsitektur Microsoft .NET *Framework*. ‎Bahasa pemrograman C# memiliki kemiripan dengan bahasa pemrograman Java, C dan C++. Bahasa pemrograman ini dikembangkan oleh sebuah tim pengembang di Microsoft yang dipimpin oleh ‎Anders Hejlsberg. Bahasa pemrograman C# telah distandarisasi oleh *European Computer Manufacturer Association* (ECMA) dan ‎juga *International Organization for Standardization* (ISO) dan telah menginjak versi 3.0 yang mendukung ‎beberapa fitur baru semacam *Language Integrated Query* (LINQ) dan lain-lainnya.‎

1. **Microsoft Visual Studio**

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah IDE (*Integrated Development Environment*) yang dikembangkan oleh Microsoft. IDE ini mencakup semua Bahasa pemograman berbasis .NET *framework* yang dikembangkan oleh Microsoft. Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (suite) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi. Baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya dalam bentuk aplikasi konsol, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web. Visual Studio mencakup kompiler, SDK, *Integrated Development Environment* (IDE), dan dokumentasi (umumnya berupa MSDN *Library*). Kompiler yang dimasukkan ke dalam paket Visual Studio antara lain Visual C++, Visual C#, Visual Basic, Visual Basic .NET, Visual InterDev, Visual J++, Visual J#, Visual FoxPro, dan Visual SourceSafe.

Microsoft Visual Studio dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dalam *native code* (dalam bentuk bahasa mesin yang berjalan di Windows) ataupun *managed code* (dalam bentuk *Microsoft Intermediate Language* di atas .NET *Framework*). Selain itu, Visual Studio juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi Silverlight, aplikasi Windows Mobile (yang berjalan di atas .NET *Compact Framework*)

1. **Coblis (*Color Blindness Simulator*)**

Coblis adalah sebuah alat untuk mensimulasikan buta warna. Coblis dirilis pada tahun 2000 hingga 2001 oleh Matthew Wickline untuk HCIRN. Coblis dirancang unutk membantu pemahaman yang lebih baik dari sudut pandang penderita buta warna. Cara menggunakan alat ini adalah dengan mengunggah gambar ke portal situs web, dan memilih antara lensa normal, lensa terbalik, dan tanpa lensa untuk penentuan sudut pandang berdasar jenis-jenis buta warna yang disediakan. Menggabungkan lensa dengan sudut pandang monokromatik dan dikromatik yang mengacu pada buta warna merah, buta warna hijau, dan buta warna biru, sehingga warna pada gambar akan berubah berdasarkan opsi jenis buta warna yang dipilih. Hal ini dapat menunjukkan perbedaan dan pemahaman sudut pandang antara jenis buta warna satu dengan yang lain. Coblis disediakan dan dapat diterapkan secara umum.

1. **Penelitian Terdahulu**

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Prof. D. S. Khurge dan Bhagyashree Peswani dengan judul *Modifying Image Appearance for Improvement in Information Gaining for Colour Blinds*. Penelitian tersebut menggunakan metode LMS Daltonisasi untuk melakukan transformasi warna dalam citra asli. Dengan menggunakan LMS Daltonisasi, citra hasil akan memiliki informasi warna yang hampir sama dengan citra asli. Sehingga hal ini tentu meminimalisir informasi warna dari citra asli yang hilang saat dilihat oleh penderita buta warna.

1. **Metode Penelitian** 
   1. **Metode Penelitian Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode dokumentasi yaitu dengan klasifikasi dan kategori data-data tertulis yang berhubungan dengan masalah penelitian, yang dapat diperoleh dari jurnal, buku, internet, dan lain sebagainya.

* 1. **Metode Pengembangan Sistem**



Gambar 4. Diagram Tahapan Pengembangan Sistem dengan Metode Prototype

Metode pengembangan yang digunakan adalab metode Prototype. Prototype merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak yang umumnya digunakan. Dengan metode ini, pengembang dengan pengguna dapat saling berinteraksi selama proses pembuatan sistem.

Gambar 4 adalah tahapan-tahapan dalam metode prototype yang akan dijelaskan sebagai berikut:

* *Requirements*

Tahap *Requirements*, adalah tahap untuk mengklasifikasi dan menganalisa kebutuhan user terhadap sistem yang dibuat. Hal ini bertujuan agar sistem sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh pengguna.

* *Quick Design*

Tahap *Quick Desig*n, adalah tahap untuk pembuatan desain global atau gambaran umum dari sistem yang akan dibuat.

* *Build Prototyping*

Tahap *Build Prototype*, adalah tahap untuk pembuatan sistem dari hasil *Quick Design*. Pada tahap ini juga dilakukan pengujian dan penyempurnaan dari sistem yang dibuat.

* *Evaluate Prototype*

Tahap *Evaluate Prototype*, adalah tahap untuk mengevaluasi sitem yang telah dibuat untuk mengetahui apakah sistem tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan user atau belum. Pada tahap ini juga dilakukan analisa kembali kebutuhan dari user jika sistem yang dibuat masih belum sesuai.

* *Refine Prototype*

Tahap *Refine Prototype*, adalah tahap untuk memperbaiki sistem. Proses perbaikan dilakukan berdasarkan dari hasil pada tahap *Evaluate Prototype*. Sehingga sistem yang dibuat dapat sesuai dengan kebutuhan *user*.

* *Engineer Product*

Apabila sudah tidak ada perubahan lagi, maka tahap terakhir dari metode Prototype adalah tahap *Engineer Product*. Pada tahap ini dilakukan pembuatan sebenarnya dari sistem yang dibuat, termasuk *design*, *coding*, dan *testing*.

* 1. **Analisis Rancangan Kebutuhan**

Analisis rancangan merupakan penjabaran mengenai komponen-komponen penyusun sistem untuk penyesuaian spektrum warna pada citra digital untuk buta warna *deuteranopia* dari segi kebutuhan perangkat lunak maupun perangkat keras sebagai berikut :

1. Kebutuhan Perangkat Lunak

Untuk dapat melakukan perancangan dan menjalankan aplikasi penyesuaian spektrum warna pada citra digital untuk buta warna deuteranopia perlu memperhatikan perancangan kebutuhan perangkat lunak yaitu sebagai berikut:

* 1. *Minimum Operating System* : *Windows*7
  2. *Software* untuk membuat aplikasi *desktop* : *Microsoft Visual Studio* 2012
  3. *Software* untuk pengolahan data training : *Microsoft Excel* 2013, Paint, GIMP
  4. Simulator *color blind* berbasis web : *www.color-blindness.com*

1. Kebutuhan Perangkat Keras

Spesifikasi *minimum* perangkat keras untuk menjalankan perangkat lunak adalah :

* 1. CPU 2.0 GHz
  2. RAM 4GB
  3. HDD 500GB

1. Data Citra

Komponen yang diperlukan untuk melakukan penelitian selanjutnya yaitu adalah data. Data yang diperlukan sebagai objek pengujian yaitu *image* atau gambar berwarna selain warna hitam, putih, dan abu-abu yang didapat dari internet.

* 1. **Perancangan Sistem**

Dalam merancang aplikasi ini, penulis membagi aplikasi menjadi beberapa tahapan proses yang harus direncanakan. Berikut adalah tahapan-tahapan yang harus dirancang, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 5. Diagram perancangan alur sistem

* + 1. Input Citra

*Image* input citra digunakan untuk memperoleh nilai RGB dengan mengambil warna pada citra input. Citra input dengan karakteristik warna selain warna hitam, putih, dan abu-abu.

* + 1. Pemrosesan citra

Pemrosesan citra dilakukan untuk mendapatkan perbandingan antara citra hasil simulasi dan citra hasil transformasi yang disimulasikan. Langkah awal yang dilakukan untuk mendapatkan citra hasil simulasi yaitu dengan mengunggah citra input, lalu memilih opsi Deuteranopia pada simulator untuk disimulasikan seperti pada gambar 6. Sehingga citra hasil simulasi bisa didapatkan dan diunduh.



Gambar 6. Alur proses mendapatkan hasil simulasi citra input

Langkah kedua, untuk mendapatkan citra hasil transformasi yang disimulasikan, yaitu dengan mengunggah citra asli pada sistem, lalu melakukan transformasi LMS Daltonisasi seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Alur proses mentransformasikan citra input menggunakan LMS Daltonisasi

Citra tersebut kemudian diunggah ke simulator untuk disimulasikan seperti pada gambar 8. Sehingga citra hasil transformasi yang disimulasikan bisa didapatkan dan diunduh.



Gambar 8. Alur proses mensimulasikan citra hasil transformasi

Setelah mendapatkan hasil simulasi citra input dan hasil simulasi citra transformasi, kemudian menguji kedua citra dengan cara dibandingkan dengan menggunakan metode PSNR seperti gambar 9.



Gambar 9. Alur proses pengujian kedua hasil simulasi citra menggunakan PSNR

Proses pada gambar 9 dilakukan untuk mendapatkan nilai hasil perhitungan PSNR. Perhitungan ini diterapkan pada hasil simulasi citra input dan hasil simulasi citra transformasi untuk menghasilkan nilai PSNR yang paling rendah daripada citra input yang diujikan.

* 1. **Metode Pengujian**

Seluruh unit yang dikembangkan dalam tahap implementasi diintegrasikan ke dalam sistem setelah pengujian yang dilakukan masing-masing unit. Pengujian diterapkan pada 10 citra input untuk dapat diukur tingkat keakurasian dari sistem yang dibuat.

Proses pengujian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Memilih 10 citra masukan yang terdiri atas citra dengan karakteristik warna selain warna hitam, putih, dan abu-abu; dan sebagian citra dari plat Ishihara
2. Menggunakan PSNR sebagai metode pengujian. Nilai PSNR yang rendah menunjukkan adanya perbedaan informasi warna hasil simulasi citra input dengan hasil simulasi citra transformasi. Perbedaan ini ditunjukkan dengan bertambahnya informasi warna yang diterima oleh penderita *deuteranopia*. Jadi dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi citra transformasi lebih baik daripada hasil simulasi citra input karena informasi warna yang diperoleh penderita menjadi lebih banyak. Meskipun warna yang dihasilkan masih kurang sesuai dengan warna pada citra asli jika dilihat dengan mata normal.
3. Melakukan perhitungan akurasi ketepatan sistem menggunakan rumus

Dimana data yang benar merupakan data yang berhasil menunjukkan perbedaan nilai PSNR rendah antara citra input dan citra hasil LMS Daltonisasi yang signifikan dibagi dengan jumlah seluruh citra yang diuji dan dikalikan dengan 100 persen.

Pengujian dilakukan untuk menjamin dan memastikan bahwa sistem yang dirancang dapat berjalan seperti yang diharapkan.

* 1. **Analisa dan Kesimpulan**

Pada tahap terakhir yaitu berupa analisa hasil laporan dan kesimpulan. Setelah melakukan pengujian aplikasi maka penulis akan melakukan analisa hasil laporan dan membuat kesimpulan.

1. **Relevansi**

Penulis berharap dalam penelitian ini penulis dapat memberikan kesempatan untuk melihat dunia melalui sudut pandang penderita buta warna, mengekplorasi keefektifan berbagai upaya untuk meningkatkan dunia mereka, dan bermanfaat bagi peneliti maupun pihak terkait yang memerlukan referensi perihal penyesuaian spektrum warna pada citra digital untuk buta warna *deuteranopia*.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai peningkatan informasi dari tampilan gambar untuk pendertia buta warna dengan judul “*Modifying Image Appearance for Improvement in Information Gaining For Colour Blinds*” oleh Prof. D. S. Khurge dan Bhagyashree Peswani menggunakan algoritma LMS Daltonisasi dan menghasilkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Keraguan antara warna antara merah dan hijau dapat diselesaikan.
2. Penderita buta warna dapat dengan mudah membedakan warna merah dan hijau.
3. Proses yang dilakukan sederhana dan membutuhkan sedikit waktu unutk diekseskusi.

Berikut beberapa penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh para peneliti yang berhubungan dengan *Deuteranopia,* pemrosesan citra untuk penderita buta warna, dan LMS Daltonisasi:

Tabel 1. Penelitian terdahulu

| **Peneliti** | **Judul** | **Hasil** |
| --- | --- | --- |
| Niladri Halder, Dibyendu Roy, Pulakesh Roy, Arnab Chattaraj, Tanumoy Chowdhury | *Image Color Transformation for Deuteranopia Patients using Daltonization* | 1. Pengayaan kontras warna memberi keuntungan maksimal bagi *Deuteranopia,* tetapi juga memodifikasi gambar yang paling signifikan untuk *Deuteranopia.* Koreksi Warna LAB memliki efek terkecil, dan daltonisasi LMS berada diantara dua teknik yang lainnya |
| Ruchi Kulshrestha,  R.K. Bairwa | *Review of Color Blindness Removal Methods using Image Processing* | Ada beberapa metode untuk mendeteksi dan memulihkan efek kebutaan warna dari visi gambar:   1. Metode Ishihara untuk mendeteksi buta warna 2. Konversi RGB ke HSV 3. Peta Gradien Warna 4. Daltonisasi   Semua metode sangat membantu untuk memulihkan warna. |
| Prof.D.S.Khurge, Bhagyashree Peswani2 | Modifying Image Appearance for Improvement in Information Gaining For Colour Blinds | 1. Kebingungan warna antara merah dan hijau jelas terpecahkan. 2. Warna Buta pemirsa dapat dengan mudah membedakan warna merah dan hijau. 3. Prosesnya memakan waktu sangat sedikit untuk mengeksekusi dan merupakan prosedur yang sangat sederhana. |
| Trimukhe Shridevi R., V. S. Kolkure | Image Processing with Color Compensation for Color Vision Deficiency | 1. Metodologi ini dapat berguna untuk orang-orang dengan *tritanomaly* dengan proses yang sama digunakan untuk *protanomaly* dan *deuteranomaly*. 2. Model yang dicapai di sini adalah benar dalam kondisi seperti itu dengan memperkuat warna yang membelot. 3. masalah di mana nilai RGB melintasi di atas tingkat data RGB yang dapat dihasilkan layar LCD. Oleh karena itu, harus ada normalisasi seluruh data RGB berdasarkan pada data rate tertinggi dari data RGB. |

Sumber: Data Diolah 2018

1. **Sistematika Penulisan Laporan**

Uraian dalam laporan Skripsi penulis menyusun dengan Sistematika penulisan sebagai berikut:

1. : Pendahuluan berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat.
2. : Landasan teori berisikan tentang tinjauan pustaka dari aplikasi yang penulis buat.
3. : Berisi mengenai tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah pada tugas akhir yang bersumber dari proses dalam perencanaan tugas akhir. Metode penelitian berisi urauian tentang metode pengambilan data, metode pengembangan sistem, fase-fase pengembangan sistem.
4. : Analisa dan Perancangan berisikan tentang analisa sistem aplikasi dan perancangannya.
5. : Implementasi berisikan penerapan/implementasi dari aplikasi yang telah penulis buat. Mulai dari implementasi proses dan implementasi data.
6. : Pengujian dan Pembahasan berisikan tentang pengujian proses serta analisa dari hasil proses tersebut.
7. : Kesimpulan berisikan tentang kesimpulan dan saran.
8. **Jadwal Kegiatan**

Proses pelaksanaan tahapan skripsi dilaksanakan dalam beberapa minggu dengan perincian ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan



**DAFTAR PUSTAKA**

Andono, Pulung Nurtantio, Sutojo, T, Muljono. (2017). Pengolahan digital (Ed. 1). Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Citirik, M., Acaroglu, G., Batman, C., & Zilelioglu, O. (2005). Congenital Color Blindness in Young Turkish Men, (59), 133–137. https://doi.org/10.1080/09286580590932743.

Cole, B. L. (2007). Assessment of inherited colour vision defects in clinical practice, (May), 157–175. https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2007.00135.x

Curcio, C. A., Sloan, K. R., Kalina, R. E., & Hendrickson, A. E. (1990). Human Photoreceptor Topography, *523*, 497–523.

D., C. F., & Mistry, V. H. (n.d.). A SURVEY ON COLOR TRANSFORMATION ALGORITHM FOR COLOR VISION DEFICIENCIES. *International Journal of Advanced Research In Engineering, Science & Management*, 1–4.

Gonzalez, R. C., Woods, R. E., & Hall, P. (2002). *Digital Image Processing*.

Hasanah, Q. (2015). PERBAIKAN KUALITAS CITRA DIGITAL BERDASARKAN HISTOGRAM EQUALIZATION DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY.

Karina, Nina. 2007. *Mengenal Lebih Dekat Buta Warna*. <http://mengenallebihdekatbutawarna.wordpress.com/2010/04/>. Diakses di Jombang pada tanggal 06 Januari 2017.

Peswani, B., & Khurge, P. D. S. (2014). Modifying Image Appearance for Improvement in Information Gaining For Colour Blinds. *IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development*, *1*(12), 2631–2634.

Sidarta, Ilyas. 2008. *Ilmu Penyakit Mata*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

Singh, V., & Thakur, V. (2017). To Compensate Deuteranopia & Protanopia : An Efficient Approach in Image Processing ( DAA ). *International Journal of Trend in Research and Development*, *4*(4), 197–202.