

DETEKSI CITRA PORNOGRAFI MENGGUNAKAN TSL COLOR SPACE DAN NUDITY DETECTION ALGORITHM

Sani Muhamad Isa¹⁾, Febri Mariana²⁾

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara^{1,2)}

Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta 11440 Telp.5676260

sani@fti.untar.ac.id¹⁾ ctk_cece@yahoo.co.id²⁾

Abstrak

Tidak semua informasi citra di internet berguna, ada informasi yang berbahaya jika disalahgunakan, salah satunya adalah citra pornografi. Untuk itu dibuat program aplikasi untuk mendeteksi citra pornografi dengan menggunakan TSL color space dan metode Nudity Detection Algorithm. Program aplikasi ini dirancang dengan tujuan untuk mengenali suatu citra dikategorikan sebagai citra pornografi atau bukan pornografi. Pada umumnya citra pornografi mengandung banyak warna kulit. Setiap piksel input citra yang akan dideteksi akan diubah dari RGB ke TSL color space dan dilakukan perhitungan jarak dengan menggunakan metode Mahalanobis Distance. Jarak yang diperoleh dilanjutkan dengan proses thresholding untuk menentukan apakah piksel tersebut termasuk piksel kulit atau piksel non-kulit. Kemudian akan dianalisis apakah citra tersebut termasuk citra pornografi atau bukan pornografi dengan menggunakan algoritma Nudity Detection. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 72.19%.

Keywords: TSL Color Space, Nudity Detection, Mahalanobis Distance, Pornography.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sekarang ini telah berkembang dengan sangat cepat, setiap orang dapat dengan mudah mengakses internet dan mendapatkan informasi-informasi di dalamnya. Informasi di internet tidak hanya dalam bentuk teks, tetapi juga dapat dalam bentuk gambar (citra), video, dan audio. Informasi yang berupa citra sangat banyak dan setiap hari akan selalu bertambah. Tetapi tidak semua informasi citra yang berada di internet itu berguna, bahkan mungkin ada yang berbahaya jika disalahgunakan. Salah satunya adalah gambar pornografi yang mudah didapatkan di internet.

Menurut [internet pornography statistics](#), pada tahun 2006 dalam setiap detik 3.075,64 US\$ dibelanjakan untuk pornografi, 28.258 pengguna internet melihat konten pornografi, 372 pengguna Internet menyetik kata kunci yang berkaitan dengan pornografi di *search engines* dan setiap 39 menit sebuah video porno baru dibuat di Amerika Serikat (Iwin, 2008). Setiap hari rata-rata setiap pengguna internet menerima atau mengirim 4,5 email porno. Setiap tahun ada 72 juta pengguna internet yang mengunjungi situs pornografi. Pengguna internet tidak hanya orang dewasa dan orang tua, bahkan anak-anak pun dapat membuka situs pornografi dengan mudah. Rata-rata usia seorang anak pertama kali melihat pornografi di internet adalah 11 tahun. Tetapi 70% anak-anak bersentuhan dengan pornografi di internet secara tidak sengaja pada saat mengakses internet untuk keperluan lain (Dudung 2008).

Untuk mengatasi masalah tersebut maka dibuatlah perancangan program aplikasi untuk mendeteksi citra pornografi dengan menggunakan TSL *color space* dan metode *Nudity Detection Algorithm*. Perancangan ini bertujuan untuk mengenali suatu citra dikategorikan sebagai citra pornografi atau bukan dan dapat berguna sebagai langkah awal untuk menghindari penyalahgunaan citra pornografi oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab.

Sebelum bisa mendeteksi citra pornografi maka sebelumnya harus diketahui unsur apa yang biasa terdapat dalam citra pornografi. Pada umumnya citra pornografi mengandung banyak warna kulit. Pada program aplikasi yang akan dirancang, input citra yang digunakan adalah input citra berwarna dengan model warna RGB. Model warna RGB bersifat seragam secara perseptual yang artinya sifat RGB tidak menggambarkan sensitifitas sistem penglihatan manusia dan model warna RGB kurang tepat digunakan untuk pendeteksian warna kulit. Banyak jenis model warna selain RGB, seperti HSI (HSV atau HSB), YCrCb, TSL, CMY serta varian-varian lainnya. Pada program yang dirancang akan digunakan model warna TSL atau (TSL *color space*). Dengan model warna TSL hasil yang didapat adalah representasi yang lebih akurat dalam merepresentasikan warna kulit manusia (Hadi, 2005).

Proses deteksi citra pornografi mempunyai dua tahap utama yaitu tahap *skin detection* dan tahap *pornografi detection*. Tahap *skin detection* akan menghasilkan *skin region* yaitu kumpulan dari piksel-piksel kulit yang saling berhubungan. Tahap *skin detection* diawali dengan menentukan nilai maksimum *tint*, maksimum *saturation* dan minimum *saturation* dari berbagai citra yang didapat dari berbagai sumber di internet. Setiap piksel citra sebelumnya sudah diubah format warnanya menjadi TSL *color space*. Nilai maksimum dan minimum yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk melakukan proses *calibration* dan *scaling*.

Secara umum terdapat dua kelompok pengukuran jarak yaitu kelompok *Euclidean* dan cara *non-Euclidean*. Cara pengukuran jarak secara *Euclidean* dengan jarak adalah ukuran dari satu titik ke titik yang lain. Teknik *non-Euclidean* menerapkan teknik pengukuran yang melibatkan komponen lain tidak hanya titik ke titik. Dalam pendeteksian kulit proses pengukuran adalah pengukuran dua dimensi antara himpunan piksel kulit dan himpunan piksel dari citra yang akan dideteksi keberadaan kulitnya. Teknik pengukuran jarak yang termasuk dalam kelompok *non-Euclidean* antara lain adalah jarak blok-kota (*city-block distance*), jarak papan catur (*chess-board distance*), jarak *Mahalanobis* dan jarak *Hausdorff* (Hadi, 2005).

Pada perancangan program aplikasi ini pengukuran jarak dilakukan berdasarkan jarak *Mahalanobis*. Teknik ini didasarkan pada korelasi antara variabel-variabel yang memiliki pola yang berbeda-beda, namun dapat diidentifikasi dan dianalisis. Umumnya jarak ini bermanfaat untuk mengukur kemiripan antara sebuah himpunan objek yang diketahui dan sebuah himpunan objek yang tidak diketahui. Perbedaan dasar dengan jarak *Euclidean* adalah jarak *Mahalanobis* memperhitungkan korelasi dari himpunan data, tetapi jarak *Euclidean* tidak (Hadi, 2005). Kemudian nilai jarak yang didapat dilanjutkan dengan proses *thresholding* untuk menentukan apakah piksel tersebut piksel kulit atau non-kulit. Piksel yang memiliki jarak lebih besar dari nilai *threshold* maka termasuk piksel kulit dan piksel yang memiliki jarak lebih kecil dari nilai *threshold* maka termasuk piksel non-kulit.

Pada tahap *pornografi detection* input berupa citra yang telah terbentuk *skin region* dari tahap *skin detection*. Dari *skin region* yang terbentuk akan dibentuk *bounding polygon* yang membatasi area dari *skin region*. Kemudian akan ditentukan apakah citra tersebut termasuk citra pornografi atau bukan pornografi dengan menggunakan *Nudity Detection Algorithm*. *Nudity Detection Algorithm* dikembangkan oleh Rigan Ap-apid dari De La Salle University, Manila, Filipina (Rigan, 2005). Algoritma *Nudity Detection* ini menganalisis citra dari *skin region* dan *bounding polygon* yang dibentuk.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TSL Color Space

Color space adalah sebuah sistem yang mendeskripsikan warna dengan menggunakan angka. *Color space* juga sering dikenal sebagai *Color Model* (Davis, 2008). Warna merupakan karakteristik umum yang mudah dikenali dan dimanfaatkan oleh manusia. Karakteristik ini juga dapat dimanfaatkan oleh komputer untuk proses yang sama. Warna dideskripsikan sebagai interpretasi otak terhadap campuran tiga warna primer yaitu *red* (merah), *green* (hijau), dan *blue* (biru) yang digabungkan dalam komposisi tertentu (Wikipedia, 2008). RGB adalah salah satu model warna yang paling banyak digunakan untuk pengolahan dan penyimpanan data citra digital. Sebagian besar spektrum yang terlihat oleh mata manusia, dapat direpresentasikan dengan menggabungkan warna cahaya merah, hijau, dan biru (RGB) dalam intensitas dan perbandingan yang beragam. Namun, tidak semua warna yang terlihat manusia dapat direpresentasikan dengan kombinasi ketiga nilai warna ini. Model warna yang lain adalah HSI (HSB atau HSV), YcrCb, TSL dan yang lainnya.

TSL *color space* adalah hasil dari transformasi model warna RGB yang dinormalkan. Hasil yang didapat dari TSL *color space* adalah representasi yang lebih mendekati kemampuan manusia terhadap karakteristik warna kulit pada citra. Pada umumnya, TSL *color space* dirancang untuk mengekstraksi warna kulit pada citra (Hadi, 2005).

Rumus TSL *color space* adalah sebagai berikut (Basuki, 2008):

$$T = \begin{cases} \frac{\tan^{-1}\left(\frac{r'}{g'}\right)}{2\pi} + \frac{1}{4}, & \text{if } g' > 0 \\ \frac{\tan^{-1}\left(\frac{r'}{g'}\right)}{2\pi} + \frac{3}{4}, & \text{if } g' < 0 \\ 0, & \text{if } g' = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{9}{5} (r'^2 + g'^2)} \quad (2)$$

$$L = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (3)$$

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

$$g' = \frac{G}{R+G+B} - \frac{1}{3} \quad (5)$$

Keterangan:

- T = *Tint*
- S = *Saturation*
- L = *Luminance*
- R = nilai *Red* dari suatu piksel
- G = nilai *Green* dari suatu piksel
- B = nilai *Blue* dari suatu piksel
- r' = nilai *Red* yang telah dinormalisasi
- g' = nilai *Green* yang telah dinormalisasi

2.2 Calibration Dan Scaling

Calibration dan *scaling* dilakukan setelah nilai *tint* dan *saturation* didapat. *Calibration* dan *scaling* dilakukan untuk mendapatkan data yang lebih terdistribusi normal. Rumus untuk *Calibration* dan *Scaling* adalah sebagai berikut (Tomaz, 2003):

$$S1 = (S - MinS) / (MaxS - MinS) \quad (6)$$

$$T1 = (T - MinT) / (MaxT - MinT) \quad (7)$$

Keterangan:

- S1 = *Saturation* yang dinormalisasi
- T1 = *Tint* yang diskalasi.
- T = *Tint* dari suatu piksel
- S = *Saturation* dari suatu piksel
- MinS = Nilai minimum *Saturation*
- MaxS = Nilai maksimum *Saturation*
- MaxT = Nilai maksimum *Tint*

2.3 Mahalanobis Distance

Mahalanobis Distance adalah suatu pengukuran jarak yang memperhitungkan korelasi dari himpunan data. Metode *Mahalanobis Distance* digunakan untuk mengukur jarak antara sebuah titik dengan populasi titik. *Mahalanobis Distance* dikenalkan oleh P. C. *Mahalanobis* pada tahun 1936 (Wikipedia, 2008).

Algoritma *Mahalanobis Distance* dapat dirumuskan sebagai berikut (Jennes, 2008):

1. Hitung nilai *mean vector* dan *covariance matrix*. *Mean vector* dan *Covariance Matrix* di hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\vec{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vec{X}_i \quad (8)$$

Keterangan:

\vec{T} = Mean Vector dari sampel
 \vec{X}_i = data yang berisi nilai *tint* dan *saturation*
 n = banyaknya data

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (\vec{X}_i - \vec{T})(\vec{X}_i - \vec{T})^T}{n} \quad (9)$$

Keterangan:

S = Covariance Matrix dari sampel
 \vec{T} = Mean Vector dari sampel
 \vec{X}_i = data yang berisi nilai *tint* dan *saturation*
 n = banyaknya data

2. Lakukan perhitungan jarak untuk semua data dengan rumus sebagai berikut:

$$d_i = \sqrt{(\vec{X}_i - \vec{T})^T S^{-1} (\vec{X}_i - \vec{T})} \quad (10)$$

Keterangan:

d_i = jarak data
 S = Covariance Matrix dari sampel
 \vec{T} = Mean Vector dari sampel
 \vec{X}_i = data yang berisi nilai *tint* dan *saturation*

2.4 Nudity Detection Algorithm

Nudity Detection Algorithm dikembangkan oleh Rigan Ap-apid dari De La Salle University, Manila, Filipina untuk menentukan apakah citra tersebut termasuk citra pornografi atau bukan pornografi. Nilai-nilai prosentase yang digunakan pada perancangan ini berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan oleh Rigan Ap-apid dari De La Salle University, Manila, Filipina.

Langkah awal untuk mendeteksi citra pornografi dengan *Nudity Detection Algorithm* adalah sebagai berikut (Rigan, 2005):

1. Hitung prosentase jumlah piksel kulit yang didapat dari jumlah keseluruhan piksel citra.
2. Bentuk *skin region* dari piksel-piksel kulit yang telah diklasifikasi. *Skin region* merupakan kumpulan piksel-piksel kulit yang saling berhubungan satu sama lain.
3. Hitung jumlah *skin region* yang didapat.
4. Identifikasi tiga buah *skin region* yang paling besar/luas.
5. Hitung prosentase *skin region* yang paling besar terhadap ukuran citra.
6. Cari piksel kulit yang terletak paling kiri, paling kanan, paling atas, dan paling bawah dari ketiga *skin region* yang paling besar. Lalu hubungkan titik-titik tersebut sehingga membentuk sebuah segiempat saling berhubungan yang disebut dengan *bounding polygon*.
7. Hitung luas *bounding polygon*.
8. Hitung jumlah piksel kulit yang terdapat pada *bounding polygon*.
9. Hitung prosentase piksel kulit pada *bounding polygon* terhadap luas *bounding polygon* tersebut.
10. Hitung intensitas rata-rata dari setiap piksel pada *bounding polygon*.

Kemudian citra yang ingin dideteksi diklasifikasikan menurut aturan berikut:

1. Jika prosentase jumlah piksel kulit terhadap jumlah keseluruhan piksel citra kurang dari 15%, maka citra tersebut bukan citra pornografi.
2. Jika jumlah piksel kulit pada *skin region* yang paling besar kurang dari 35% dari jumlah semua piksel kulit, dan jumlah piksel kulit pada *skin region* kedua terbesar kurang dari 30% dari jumlah semua piksel kulit, dan jumlah piksel kulit pada *skin region* ketiga terbesar kurang dari 30% dari jumlah semua piksel kulit, maka citra tersebut bukan citra pornografi.
3. Jika jumlah piksel kulit pada *skin region* yang paling besar kurang dari 45% dari jumlah semua piksel kulit, maka bukan citra pornografi.
4. Jika jumlah piksel kulit kurang dari 30% dari jumlah keseluruhan piksel citra dan jumlah piksel kulit pada *bounding polygon* kurang dari 55% dari luas *polygon*, maka citra tersebut bukan citra pornografi.
5. Jika jumlah *skin-region* lebih dari 60 dan intensitas rata-rata pada *polygon* kurang dari 0,25, maka citra tersebut bukan citra pornografi.
6. Jika tidak memenuhi salah satu kriteria yang telah disebutkan, maka citra tersebut adalah citra pornografi.

Diagram pada gambar 1 menunjukkan keseluruhan proses *skin detection* dan *pornografi detection*.

3. EKSPERIMEN

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan program aplikasi yang dirancang dalam mendeteksi citra termasuk citra pornografi atau bukan pornografi maka dilakukan proses pengujian dengan berbagai macam citra, baik yang termasuk citra pornografi maupun bukan. Citra yang akan diuji dengan format bmp dan jpg dengan ukuran minimum 20x20 piksel dan ukuran maksimum 1024x1024 piksel. Ukuran citra yang akan diuji dengan ukuran citra 20x20 piksel, 45x64 piksel, 288x450 piksel, 358x500 piksel, 600x450 piksel, 800x772 piksel, dan 1024x1024 piksel.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data citra yang sebelumnya sudah dibagi menjadi 10 kelompok, yaitu: *Nude Porn*, *Non Nude Porn*, *Less Skin Porn*, *Small Object Porn*, *Multiple Object Porn*, *Anime Porn*, *Dark Pics Porn*, *Dark Skin Porn*, *Greyscale Porn*, dan *Non Porn*. Deteksi citra pornografi dianggap menghasilkan kesimpulan yang benar apabila citra yang diuji dikategorikan sebagai citra pornografi sesuai realita dari citra tersebut termasuk ke dalam kategori citra pornografi dan sebaliknya. Dari setiap pengujian dihitung prosentase kebenaran hasil deteksinya.

Berikut hasil pengujian dari setiap kelompok citra:

1. *Nude Porn*

Citra *Nude Porn* merupakan citra pornografi yang menampilkan bagian-bagian vital tubuh manusia. Jumlah citra yang diuji sebanyak 567 citra, realita citra pornografi: 567 citra pornografi. Dari data yang diuji diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 78.67%. Pada kategori *nude porn* terdapat beberapa citra pornografi tetapi termasuk bukan citra pornografi dikarenakan pada kategori ini terdapat citra yang kualitas citranya terlalu terang dan citra pornografi mengandung sedikit piksel kulit. Jika citra tersebut dihilangkan maka diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 80.59%.

2. *Non Nude Porn*

Citra *Non Nude Porn* merupakan citra pornografi tetapi tidak menampilkan bagian-bagian vital tubuh manusia. Jumlah citra yang diuji sebanyak 262 citra, realita citra pornografi: 164 citra pornografi. Dari data yang diuji diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 54.19%. Pada kategori *non nude porn* citra pornografi dikatakan bukan citra pornografi dikarenakan pada kategori ini terdapat citra yang kualitas citranya terlalu terang dan terdapat citra pornografi yang mengandung sedikit piksel kulit. Jika citra tersebut dihilangkan maka diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 73.28%.

3. *Less Skin Porn*

Citra *Less Skin Porn* merupakan citra pornografi yang mengandung sedikit piksel-piksel kulit. Jumlah citra yang diuji sebanyak 25 citra, realita citra pornografi: 20 citra pornografi. Dari data yang diuji diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 24%. Pada kategori *less skin porn* citra pornografi dikatakan bukan citra pornografi dikarenakan pada kategori ini terdapat citra pornografi yang mengandung sedikit piksel kulit. Jika citra tersebut dihilangkan maka diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 64%.

4. *Small Object Porn*

Citra *Small Object Porn* merupakan citra pornografi yang objeknya kecil dibandingkan dengan ukuran keseluruhan citra. Jumlah citra yang diuji sebanyak 13 citra, realita citra pornografi: 8 citra pornografi. Dari data yang diuji diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 23%. Pada kategori *small object porn* citra pornografi dikatakan bukan citra pornografi dikarenakan pada kategori ini terdapat citra pornografi yang mengandung sedikit piksel kulit. Jika citra tersebut dihilangkan maka diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 61.54%.

5. *Multiple Object Porn*

Citra *Multiple Object Porn* merupakan citra pornografi yang menampilkan lebih dari satu objek pornografi/lebih dari satu orang. Jumlah citra yang diuji: 52 citra, realita citra pornografi: 45 citra pornografi. Dari data yang diuji diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 61.54%. Pada kategori *multiple object porn* citra pornografi dikatakan bukan pornografi dikarenakan pada kategori ini terdapat citra yang kualitas citranya terlalu terang, dan terdapat citra pornografi yang mengandung sedikit piksel kulit. Jika citra tersebut dihilangkan maka diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 73.08%.

6. *Anime Porn*

Citra *Anime Porn* merupakan citra pornografi yang berupa kartun atau animasi. Jumlah citra yang diuji: 24 citra, realita citra pornografi: 24 citra pornografi. Dari data yang diuji diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 25%. Pada kategori *anime porn* citra pornografi dikatakan bukan pornografi dikarenakan pada kategori ini terdapat dan citra pornografi yang mengandung sedikit piksel kulit. Jika citra tersebut dihilangkan maka diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 66.67%.

7. *Dark Pics Porn*

Citra *Dark Pics Porn* merupakan citra pornografi yang memiliki kualitas kurang baik/terlalu gelap. Jumlah citra yang diuji: 125 citra, realita citra pornografi: 123 citra pornografi. Dari data yang diuji diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 44.8%. Pada kategori *dark pics porn* terdapat beberapa citra tidak termasuk citra pornografi dikarenakan pada kategori ini terdapat citra yang kualitas citranya kurang baik atau terlalu gelap. Jika citra tersebut dihilangkan maka diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 72.8%.

8. *Dark Skin Porn*

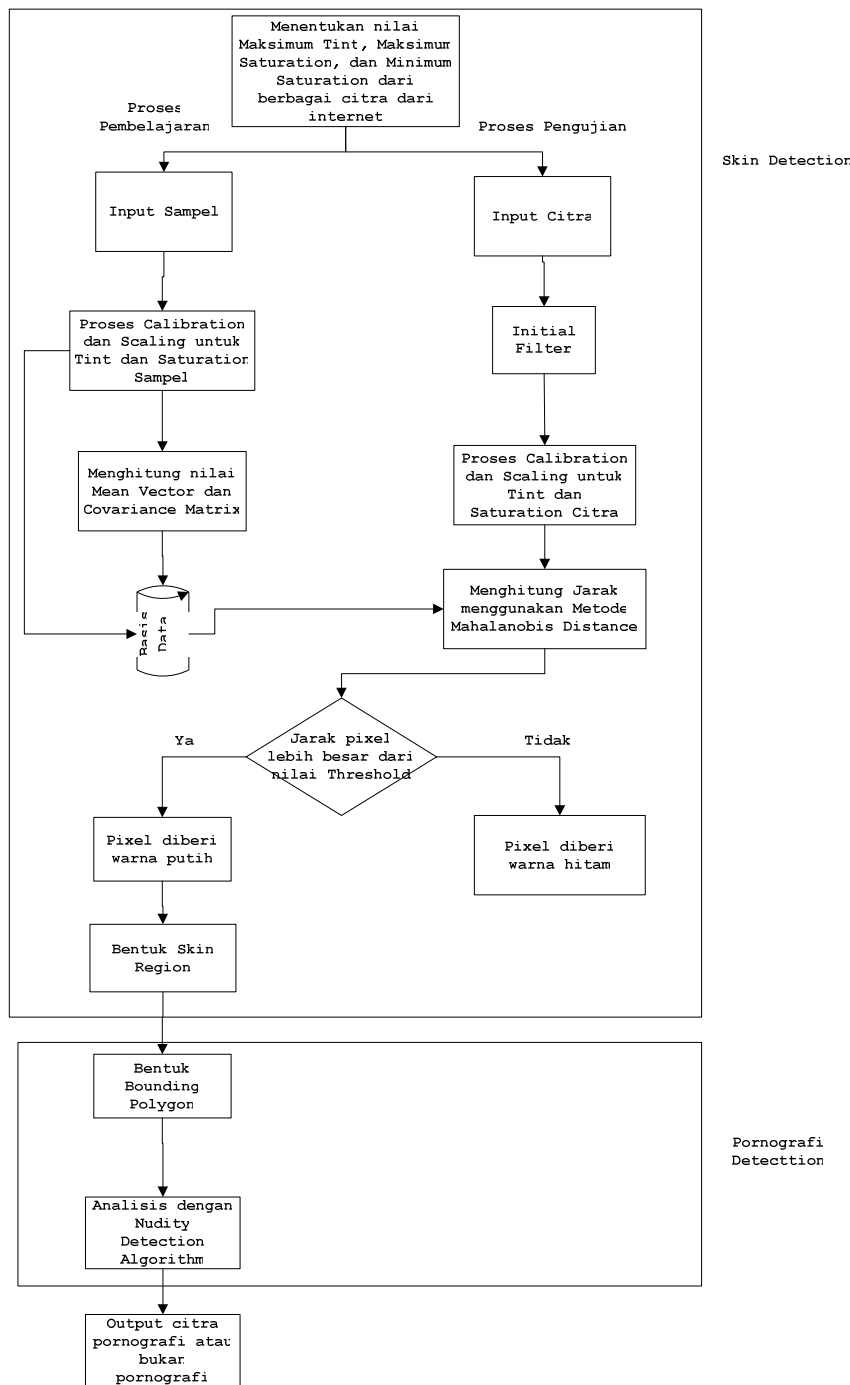
Citra *Dark Skin Porn* merupakan citra pornografi yang objek manusianya memiliki warna kulit gelap. Jumlah citra yang diuji: 24 citra, realita citra pornografi: 24 citra pornografi. Dari data yang diuji diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 66.67%. Pada kategori *dark skin porn* citra pornografi dikatakan bukan pornografi dikarenakan pada kategori ini terdapat citra yang objek manusianya memiliki warna kulit yang tertutup dengan bayangan dan kualitas citranya kurang bagus. Jika citra tersebut dihilangkan maka diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 83.33%.

9. *Grayscale Porn*

Citra *Grayscale Porn* merupakan citra pornografi dengan jenis warna *grayscale*/hitam-putih. Jumlah citra yang diuji: 13 citra, realita citra pornografi: 12 citra pornografi. Dari data yang diuji diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 0. Pada kategori *grayscale porn* citra pornografi dikatakan bukan pornografi dikarenakan pada kategori ini merupakan citra grayscale sehingga tidak dapat terdeteksi.

10. *Non Porn*

Citra *Non Porn* merupakan citra bukan pornografi yang diambil secara acak dengan objek berupa manusia, hewan, kartun, pemandangan, kendaraan, lukisan, dan sebagainya. Jumlah citra yang diuji: 891 citra, realita citra pornografi: 0 citra pornografi. Dari data yang diuji diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 82.38%. Pada kategori *non porn* citra bukan pornografi dikatakan citra pornografi dikarenakan pada kategori ini terdapat citra yang warnanya sama dengan warna kulit dan terdapat citra bukan pornografi tetapi mengandung banyak piksel kulit. Jika citra tersebut dihilangkan maka diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 91.36%.



Gambar 1. Diagram *Skin Detection* dan *Pornografi Detection*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada program aplikasi untuk mendeteksi citra pornografi dengan menggunakan TSL color space dan metode nudity detection yaitu :

1. Dari hasil pengujian keseluruhan data yang diuji program aplikasi ini dapat mendeteksi suatu citra termasuk citra pornografi atau bukan dan diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 72.19%.
2. Jika citra pornografi yang diuji terdapat kulit yang terang atau terkena pencahayaan dan terlalu gelap, tidak terdeteksi sebagai kulit, setelah citra tersebut dihilangkan diperoleh presentase tingkat keberhasilan meningkat.

3. Pendeteksian pada citra pornografi yang sedikit mengandung piksel kulit, tetapi menampilkan bagian-bagian vital tubuh manusia dan pada citra bukan pornografi yang banyak mengandung warna kulit, akan dikenali sebagai citra pornografi.

Program untuk deteksi citra pornografi ini dapat dikembangkan dengan saran seperti:

1. Pengukuran jarak dengan Mahalanobis Distance dapat dikembangkan dengan menggunakan metode pengukuran jarak yang lebih baik, misalnya dengan menggunakan metode *Fast Minimum Covariance Determinant* (FMCD) untuk mengatasi gangguan *outlier*.
2. Program aplikasi untuk mendeteksi citra pornografi ini dapat dikembangkan dengan melakukan analisis tekstur dan bentuk untuk menghindari piksel bukan kulit yang dideteksi sebagai piksel kulit karena kesamaan warna dengan piksel kulit dan diharapkan dapat mengatasi kesalahan yang terjadi pada gambar-gambar pornografi yang tidak mengandung terlalu banyak piksel warna kulit.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, Achmad, 2008, Aplikasi Pengolahan Citra Deteksi Warna, <http://lecturer.eepis-its.edu/~basuki/lecture/deteksiWarna.pdf>
- Davis, Ziff, 2008, Color Space Definition, http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t=color+space&i=40002,00.asp, 11 Agustus 2008.
- Dudung, 2008, Statistik tentang Pornografi di Internet, <http://forum.dudung.net/index.php?topic=9734.0>, 30 Juli 2008.
- Hadi, 2005, Setiawan, Laporan Mata kuliah IF80Z4 Tahap Pengembangan Metode 2 Semester 2 Tahun Akademik 2004-2005 (4), http://72.14.235.104/search?q=cache:63EirQ8paWoj:students.itb.ac.id/~setiawan.hadi/webS3/33503505/Laporan/LP_IF80Z4.pdf+definisi+Tint+pada+citra&hl=id&ct=clnk&cd=3&gl=id, 29 September 2008.
- Iwin, 2008, Statistik Pornografi, <http://irwinday.web.id/2008/01/07/statistik-industri-pornografi-internet-dan-cara-memfilternya/>, 30 Juli 2008.
- Jeness Enterprises, 2008, Mahalanobis Distance, http://www.jenessent.com/arcview/mahalanobis_description.htm, 11 Agustus 2008.
- Rigan, Ap-apid, 2005, An Algorithm for Nudity Detection, <http://www.math.admu.edu.ph/~raf/psc05/proceedings/AI4.pdf>, 30 Juli 2008.
- Tomaz, Filipe, Tiago Candeias, and Hamid Shahbazkia, 2003, Improved Automatic Skin Detection in Color Images, www.cmis.csiro.au/Hugues.Talbot/dicta2003/cdrom/pdf/0419.pdf, 10 Agustus 2008.
- Wikipedia, 2008, Warna, <http://id.wikipedia.org/wiki/Warna>, 20 Februari 2008., 10 Agustus 2008.
- Wikipedia, 2008, Mahalanobis Distance, http://en.wikipedia.org/wiki/Mahalanobis_distance, 11 Agustus 2008.