

SEGMENTASI WARNA CITRA DENGAN DETEKSI WARNA HSV UNTUK MENDETEKSI OBJEK

Benedictus Yoga Budi Putranto, Widi Hapsari, Katon Wijana
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Informatika
Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta
Email: yoga.benedict@gmail.com, widi@ukdw.ac.id, katon@ukdw.ac.id

Abstrak :

Deteksi objek pada suatu citra 2 dimensi merupakan suatu proses yang cukup kompleks untuk dilakukan oleh karena itu diperlukan suatu pendekatan visi komputer (*computer vision*) sehingga bagian objek yang diinginkan dapat dikenali komputer dengan akurat. Penelitian ini akan memaparkan penerapan metode segmentasi warna dengan deteksi warna HSV oleh Giannakopoulos untuk menghasilkan objek segmen citra berupa blob sehingga dapat terdeteksi komputer. Berdasarkan hasil pengujian dan analisa diperoleh kesimpulan bahwa kontrol pengguna dalam hal penentuan sampel warna dan toleransi warna berperan penting dalam proses segmentasi; sampel warna akan menghasilkan nilai acuan warna sebagai acuan segmentasi dan toleransi warna digunakan sebagai jangkauan filter dalam proses segmentasi. Proses deteksi objek akan mengolah segmen warna yang dihasilkan oleh proses segmentasi sehingga dapat diketahui banyaknya objek terdeteksi, luas area dan titik pusat tiap objek.

Kata Kunci : *computer vision, segmentasi warna, deteksi warna, giannakopoulos*

1. Pendahuluan

Perkembangan sistem *computer vision* atau visi komputer saat ini telah banyak dimanfaatkan dalam membantu manusia dalam proses pengenalan atau deteksi objek. Proses pengenalan suatu objek merupakan pekerjaan yang cukup sulit sehingga dalam proses tersebut disarankan untuk mengimplementasikan teknologi *computer vision* guna mengambil peranan untuk mengenali objek dalam suatu citra 2 dimensi.

Dalam proses pengenalan objek atau deteksi objek diperlukan suatu pemisahan bagian atau segmen tertentu dalam citra yang akurat, proses pemisahan tersebut dikenal sebagai proses segmentasi. Proses pengenalan segmen merupakan salah satu kunci dalam mendapatkan suatu hasil pengenalan atau deteksi yang akurat. Segmentasi membagi suatu

citra menjadi bagian-bagian atau segmen yang lebih sederhana dan bermakna sehingga dapat dilakukan analisis lebih lanjut. Kegunaan segmentasi menurut Forsyth dan Ponce (2003) adalah pengambilan informasi dari citra seperti pencarian bagian mesin, pencarian manusia dan pencarian citra yang serupa. Secara umum pendekatan segmentasi citra yang sering digunakan adalah melalui pendekatan intensitas, pendekatan warna dan pendekatan bentuk (Rujikietgumjorn, 2008).

Segmentasi warna merupakan pemisahan segmen dalam suatu citra berdasarkan warna yang terkandung dalam citra. Dalam perkembangan sistem computer vision telah dilakukan berbagai macam metode untuk melakukan segmentasi warna seperti metode clustering dan metode indeks. Pada penelitian ini penulis akan mencoba untuk melakukan segmentasi warna dengan metode deteksi warna HSV. Ruang lingkup warna HSV terdiri dari 3 elemen yaitu *Hue* mewakili warna, *Saturation* mewakili tingkat dominasi warna, dan *Value* mewakili tingkat kecerahan. Dengan demikian metode ini cenderung mendeteksi warna dan tingkat dominasi serta kecerahannya

2. Segmentasi Citra

Segmentasi citra akan membagi-bagi suatu citra menjadi daerah-daerah atau obyek-obyek yang dimilikinya. Menurut Castleman (1996) segmentasi citra merupakan suatu proses memecah suatu citra digital menjadi banyak segmen/bagian daerah yang tidak saling bertabrakan (*nonoverlapping*). Dalam konteks citra digital daerah hasil segmentasi tersebut merupakan kelompok piksel yang bertetangga atau berhubungan.

Segmentasi citra dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, menurut Castleman (1996) terdapat 3 macam pendekatan, antara lain:

- Pendekatan batas (*boundary approach*), pendekatan ini dilakukan untuk mendapatkan batas yang ada antar daerah.
- Pendekatan tepi (*edge approach*), pendekatan tepi dilakukan untuk mengidentifikasi piksel tepi dan menghubungkan piksel-piksel tersebut menjadi suatu batas yang diinginkan
- Pendekatan daerah (*region approach*), pendekatan daerah bertujuan untuk membagi citra dalam daerah-daerah sehingga didapatkan suatu daerah sesuai kriteria yang diinginkan.

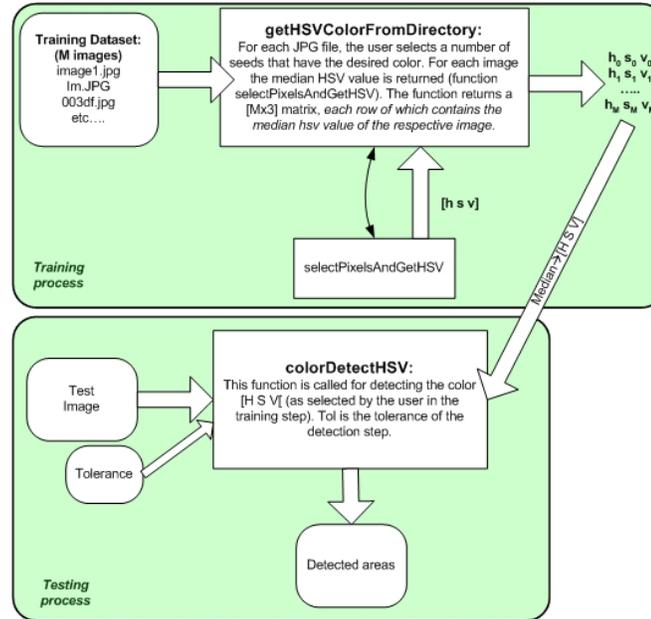
Proses segmentasi digunakan dalam berbagai penerapan, meskipun metode yang digunakan sangat bervariasi, semuanya memiliki tujuan sama: mendapatkan representasi sederhana yang berguna dari suatu citra. Terdapat berbagai macam metode dalam melakukan segmentasi, cukup sulit untuk menentukan metode yang komprehensif, oleh karena itu pemilihan metode bergantung pada pendekatan yang akan digunakan dan fitur yang ingin diperoleh dari citra

3. Segmentasi Warna Dengan Deteksi Warna HSV

Segmentasi warna merupakan proses segmentasi dengan pendekatan daerah yang bekerja dengan menganalisis nilai warna dari tiap piksel pada citra dan membagi citra tersebut sesuai dengan fitur yang diinginkan. Segmentasi citra dengan deteksi warna *HSV* menurut Gunanto (2009) menggunakan dasar seleksi warna pada model warna *HSV* dengan nilai toleransi tertentu.

Pada metode segmentasi dengan deteksi warna *HSV* menurut Giannakopoulos (2008), dilakukan pemilihan sampel piksel sebagai acuan warna untuk membentuk segmen yang diinginkan. Citra digital menggunakan model warna *RGB* sebagai standar acuan warna, oleh karena itu proses awal pada metode ini memerlukan konversi model warna *RGB* ke *HSV*. Untuk membentuk segmen sesuai dengan warna yang diinginkan maka ditentukan nilai toleransi pada setiap dimensi warna *HSV*, kemudian nilai toleransi tersebut digunakan dalam perhitungan proses *adaptive threshold*. Hasil dari proses *threshold* tersebut akan membentuk segmen area dengan warna sesuai toleransi yang diinginkan. Secara garis besar, gambaran proses segmentasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan berikut ini merupakan proses segmentasi menurut Giannakopoulos (2008).

- Tentukan citra *RGB* yang menjadi obyek deteksi, nilai warna *HSV* yang menjadi acuan (hasil proses pelatihan data) dan nilai toleransi *HSV* yang digunakan.
- Transpose citra *RGB* ke *HSV*
- Lakukan filter warna pada citra berdasarkan nilai acuan (T) dan nilai toleransi (tol). Dengan x sebagai warna *HSV* pada piksel yang ada maka warna yang tidak termasuk dalam rentang $T-tol < x < T+tol$ diberi warna hitam.
- Transpose kembali citra ke *RGB*, tampilkan hasil filter.

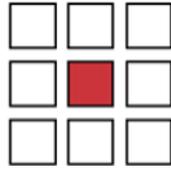


Gambar 1. Skema Deteksi Warna HSV

Gunanto (2009) mencoba melakukan segmentasi dengan menggunakan metode deteksi warna HSV pada bagian tubuh manusia yang diberi warna tertentu. Gunanto melakukan penelitian berdasarkan metode deteksi warna HSV Giannakopoulos untuk memisahkan bagian tubuh manusia yang diberi warna tertentu. Penelitian tersebut menggunakan data *input* berupa citra 2 dimensi dengan latar belakang homogen berwarna putih dan fitur model manusia. Model manusia mengenakan pakaian dengan warna tertentu pada tiap bagian tubuh manusia yang akan dikenali. Proses segmentasi warna dengan menggunakan deteksi warna HSV menghasilkan segmen warna yang akurat sesuai dengan warna sampel dan nilai toleransi yang diberikan. Hasil segmentasi warna tersebut menghasilkan segmen citra yang membentuk suatu *blob*, yaitu sekumpulan piksel bertetangga yang memiliki nilai tertentu.

4. Pemetaan dan Perhitungan Objek

Blob merupakan sekumpulan piksel-piksel yang memiliki hubungan tetangga. Proses perhitungan *blob* dapat dilakukan dengan melakukan analisis piksel yang bertetangga. Piksel bertetangga pada sebuah piksel ditentukan sebagai piksel yang berjarak 1 dari piksel asal. Proses perhitungan *blob* akan memanfaatkan relasi piksel *8-neighbors*. Gambar 2 di bawah ini merupakan gambaran sederhana dari relasi *8-neighbors*.



Gambar Error! No text of specified style in document.. Relasi piksel *8-neighbors*

Pada gambar 2 piksel asal merupakan piksel berwarna coklat dan piksel putih merupakan piksel tetangga dari piksel asal. Pada relasi *4-neighbors* piksel diagonal tidak dianggap sebagai piksel tetangga, sedangkan pada relasi *8-neighbors* piksel diagonal akan dianggap sebagai piksel tetangga sehingga akan memberikan hasil pemetaan yang lebih akurat dibandingkan relasi *4-neighbors*.

Perhitungan *blob* berdasarkan pustaka pengolahan citra AForge.Net terdiri dari beberapa proses yaitu: pemetaan objek, pengumpulan informasi objek, serta filter objek berdasarkan ukuran. Proses pemetaan objek akan menelusuri dan melabeli setiap piksel pada citra sehingga dapat diketahui piksel pembentuk *blob* pada citra. Proses pengumpulan informasi akan mengolah label tiap piksel sehingga diketahui luas area, tingkat kepenuhan dan titik pusat *blob*. Proses filter objek akan menyeleksi *blob* yang akan diproses berdasarkan tinggi dan lebarnya. Menurut pustaka AForge.Net langkah-langkah perhitungan *blob* adalah sebagai berikut.

1. Proses pemetaan objek akan menelusuri tiap piksel pada setiap baris yang ada dan memberikan label pada piksel yang memiliki nilai warna selain hitam (RGB = 0 0 0). Setiap piksel yang memiliki relasi hubungan *8-neighbors* akan diberikan label yang sama.
2. Proses pengumpulan informasi *blob*, akan mengumpulkan dan mengolah informasi tiap piksel yang bertetangga berdasarkan letak dan label yang dihasilkan oleh proses pemetaan objek. Letak dan label piksel yang bertetangga tersebut digunakan untuk membentuk suatu *blob* dan informasi pendukungnya seperti luas area, tingkat kepenuhan, titik pusat dan area kotak *blob*.

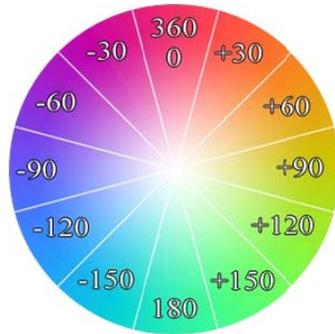
Proses *filter blob*, akan melakukan *filter* berdasarkan tinggi dan lebar *blob*. *Blob* dengan tinggi atau lebar di bawah nilai minimum akan dihilangkan dari peta objek. Setelah *blob* dengan dimensi yang tidak sesuai syarat minimum dihilangkan, dilakukan update label *blob* terdeteksi.

5. Analisa Toleransi Terhadap Hasil Segmentasi Warna

Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil segmentasi citra adalah toleransi warna. Toleransi warna terdiri dari 3 unsur yaitu toleransi *hue*, *saturation*, dan *value*. Tiap unsur toleransi akan memberikan hasil segmentasi citra yang berbeda-beda. Nilai toleransi akan menentukan rentang filter pada proses segmentasi warna; ditentukan nilai acuan warna X dengan toleransi T maka pada proses segmentasi akan dilakukan filter warna pada rentang X-T

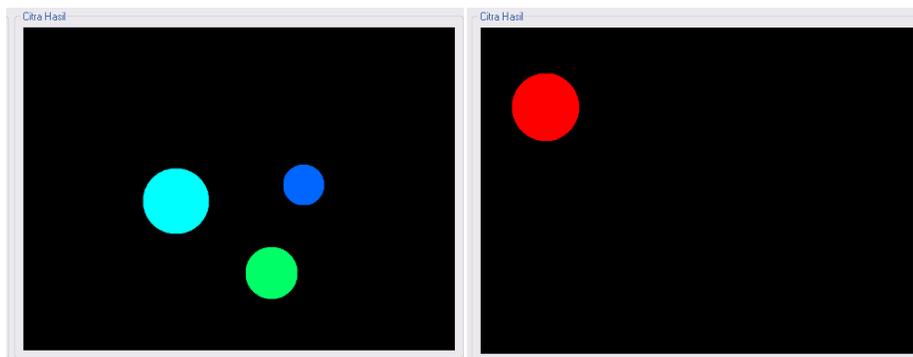
sampai dengan $X+T$. Berikut ini merupakan beberapa contoh kasus yang akan menunjukkan pengaruh toleransi terhadap hasil segmentasi.

Hue merupakan salah satu elemen dalam ruang warna *HSV* yang mewakili nilai warna sehingga nilai toleransi *hue* juga akan mempengaruhi nilai warna yang terseleksi dalam proses segmentasi. Nilai *hue* direpresentasikan dalam bentuk lingkaran dan memiliki rentang berupa sudut antara 0° - 360° , penggambaran elemen warna *hue* dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



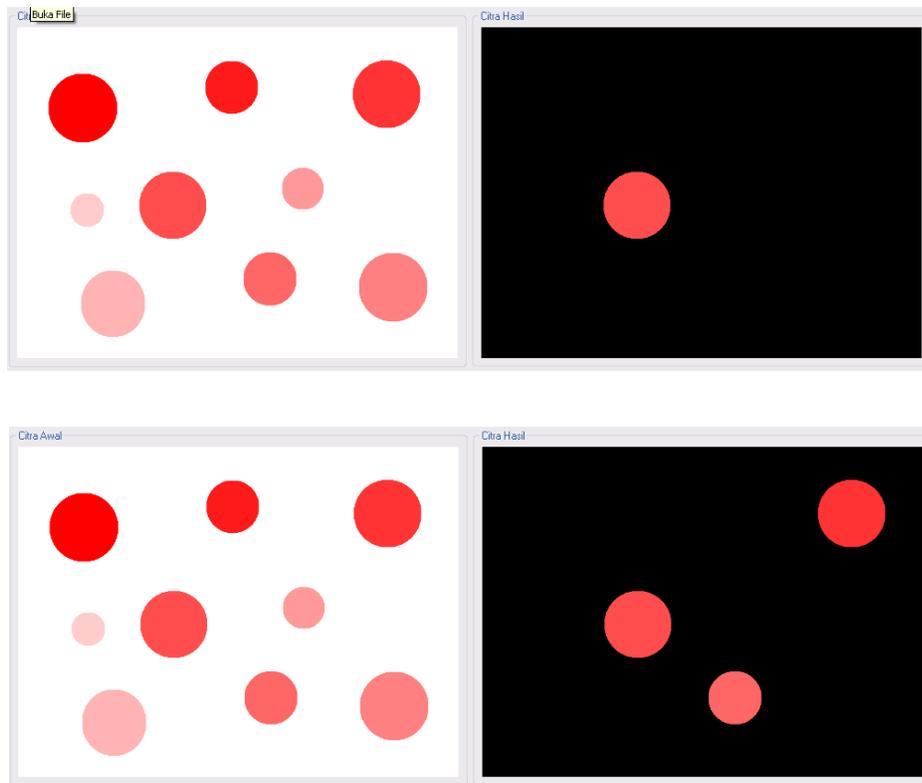
Gambar 3. Lingkaran Elemen Warna *Hue*

Oleh karena elemen warna *hue* berupa lingkaran dan dituliskan dalam sudut maka setiap operasi yang berkaitan dengan elemen warna *hue* (penambahan/ pengurangan, perhitungan toleransi, filter warna) merupakan operasi sudut. Penambahan nilai *hue* sebesar n akan terjadi pergeseran sudut sebesar n° searah jarum jam sedangkan untuk pengurangan sebesar n akan terjadi pergeseran sudut sebesar n° berlawanan dengan arah jarum jam. Sifat-sifat nonlinear tersebut juga akan berlaku pada jangkauan filter pada elemen warna *hue* sehingga untuk nilai acuan sebesar X , toleransi sebesar T , dan jangkauan filter awal ($X-T$) sampai dengan akhir ($X+T$), nilai awal dapat lebih besar dari nilai akhir ($X-T > X+T$). Kasus berikut ini merupakan contoh kasus penggunaan toleransi *hue* pada proses segmentasi, sebuah gambar beberapa lingkaran dengan nilai *hue* yang berbeda-beda akan tetapi memiliki nilai *saturation* dan *value* yang sama.



Gambar 4. Segmentasi Dengan Toleransi *Hue*

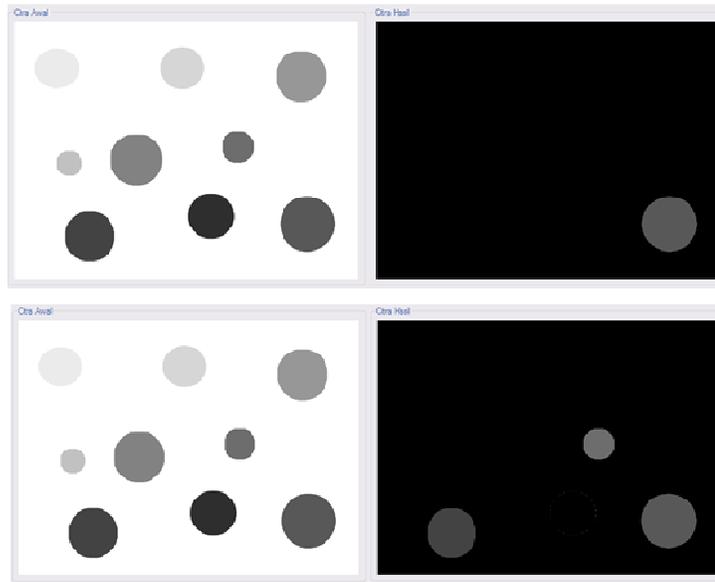
Saturation merupakan salah satu elemen warna *HSV* yang mewakili tingkat intensitas warna. Pada nilai tingkat kecerahan (*value*) yang sama nilai *saturation* akan menggambarkan kedekatan suatu warna pada warna abu-abu. Pada sistem nilai saturasi memiliki rentang antara 0 (minimum) dan 1 atau 100% (maksimum). Berikut ini merupakan contoh kasus pengaruh nilai toleransi *saturation* pada proses segmentasi. Pada kasus ini akan menggunakan sebuah citra dengan beberapa objek lingkaran yang memiliki tingkat *saturation* berbeda tapi memiliki nilai *hue* dan *value* sama. Berdasarkan contoh kasus tersebut dapat dilihat bahwa nilai toleransi *saturation* mempengaruhi tingkat kemurnian warna yang ikut terseleksi dalam proses segmentasi.



Gambar 5a (atas) dan 5b (bawah). Segmentasi Dengan Toleransi *Saturation*

Dalam ruang warna *HSV*, untuk merepresentasikan tingkat kecerahan warna digunakan elemen *value*. Pada nilai *value* maksimum warna yang dihasilkan adalah warna dengan tingkat kecerahan maksimum sedangkan pada *value* minimum dihasilkan warna dengan tingkat kecerahan minimum (warna hitam). Berapapun nilai *hue* dan *saturation* warna, jika nilai *value* yang dimiliki adalah 0 (minimum) maka warna yang dihasilkan adalah warna hitam. Nilai *value* maksimum adalah 1 (100%), di mana warna yang dihasilkan akan memiliki tingkat kecerahan maksimum.

Nilai toleransi elemen *value* akan mempengaruhi tingkat kecerahan warna objek yang ikut terseleksi dalam proses segmentasi warna. Berikut ini merupakan contoh kasus yang akan menunjukkan bagaimana pengaruh toleransi elemen *value* terhadap hasil segmentasi. Contoh kasus berikut ini terdapat beberapa objek lingkaran dengan nilai *hue*, *saturation* yang sama tetapi memiliki nilai *value* yang berbeda-beda, dengan demikian terlihat pengaruh toleransi *value* tanpa dipengaruhi elemen warna *hue* dan *saturation*.

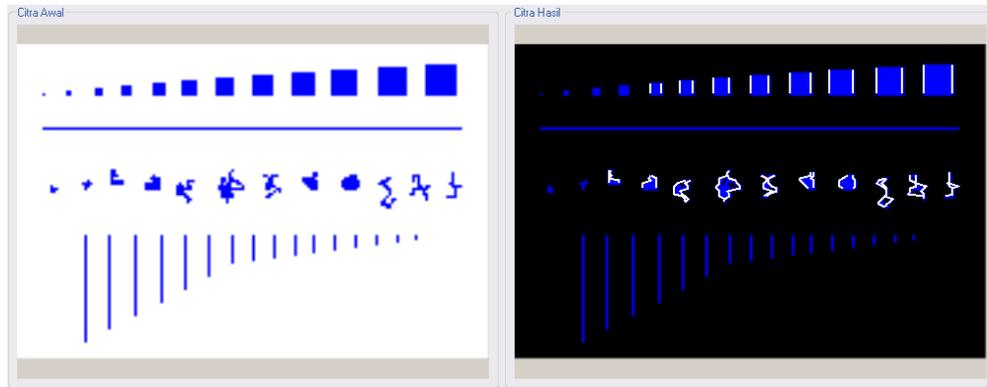


Gambar 6a (atas) dan 6b (bawah). Segmentasi Dengan Toleransi *Value*

6. Analisa Proses Deteksi Objek

Proses segmentasi warna citra akan menghasilkan citra objek tertutup dengan warna tertentu dan berlatarbelakang warna hitam, dengan demikian hasil proses segmentasi akan sangat berpengaruh pada proses analisa objek. Proses analisa objek terbagi menjadi 2 sub proses, yaitu proses perhitungan objek dan proses deteksi objek.

Proses deteksi objek dan perhitungan objek dilakukan dengan menggunakan class *BlobCounter* yang ada pada pustaka *Aforge.net*, dengan kondisi filter *blob* berukuran minimal 5x5 piksel. Berikut ini merupakan contoh kasus pengujian ukuran objek *blob* yang terdeteksi.



Gambar 7. Deteksi Ukuran Objek *Blob*

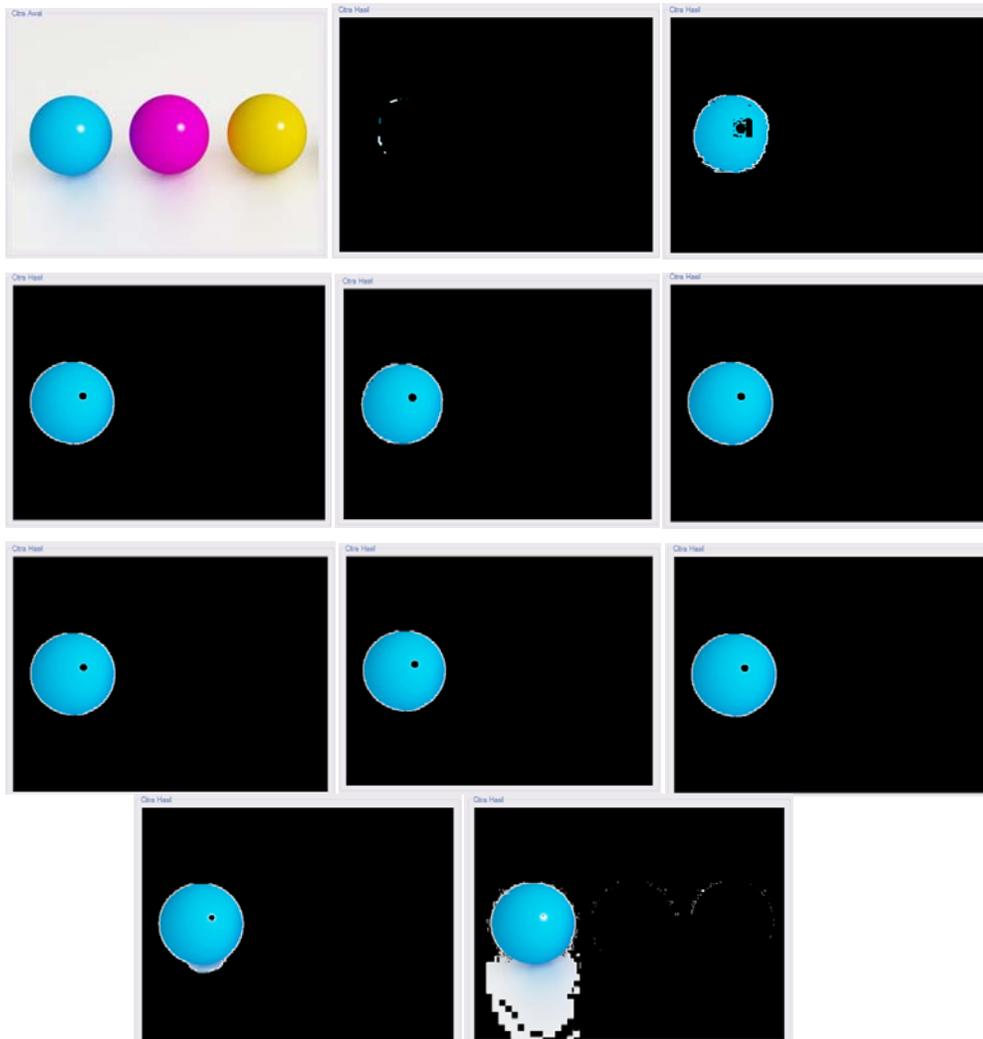
Gambar 7 menunjukkan ukuran blob yang terdeteksi oleh sistem. Pada gambar tersebut sebelah kiri merupakan citra awal yang menjadi *input* sistem. Baris pertama pada citra awal merupakan objek persegi berukuran $n \times n$ piksel dari 1×1 sampai dengan 12×12 piksel; baris kedua merupakan sebuah garis dengan ukuran 1×159 piksel; baris ketiga merupakan objek dengan berbagai bentuk dan variasi ukuran; baris keempat merupakan kumpulan garis vertikal dengan ukuran 1×40 piksel sampai dengan 1×1 piksel. Bagian sebelah kanan merupakan citra hasil deteksi objek melalui class *BlobCounter*. Pada citra hasil, objek yang terdeteksi akan ter-*highlight* dengan tepian warna putih. Hasil deteksi objek dapat kita lihat bahwa objek dengan ukuran lebih besar atau sama dengan 5×5 piksel akan ter-*highlight*, sebaliknya dengan objek yang berukuran lebih kecil tidak ter-*highlight*.

Pada suatu citra, di mana terdapat suatu objek memiliki sebuah warna tertentu di dalamnya, warna tersebut terkadang tidak bernilai mutlak akan tetapi dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang dipantulkan oleh objek tersebut. Bentuk dan tekstur objek akan mempengaruhi nilai warna pada bagian tertentu sehingga dalam suatu objek pada citra memiliki intensitas warna dan gelap-terang yang berbeda pada bagian tertentu. Proses segmentasi warna dan analisa objek pada objek yang bersangkutan dapat dioptimalkan dengan merubah nilai toleransi pada tiap elemen warna *Hue*, *Saturation* dan *Value*.

8. Pengujian Area Terdeteksi

Cahaya memiliki kaitan yang erat dengan warna suatu objek, intensitas cahaya pada suatu bagian objek akan menyebabkan warna pada objek dalam suatu citra berbeda dengan warna pada bagian lain. Area terdeteksi pada satu objek dalam suatu citra dipengaruhi oleh nilai acuan yang dihasilkan dari pengolahan sampel warna dan nilai toleransi warna *HSV* yang menjadi *input*. Pada pengujian area deteksi salah satu objek dalam proses analisa objek digunakan citra dengan objek berwarna homogen dan satu sumber cahaya. Ditentukan beberapa titik pada objek dengan tingkat pencahayaan berbeda untuk diambil sebagai sampel warna sehingga dihasilkan suatu nilai acuan warna. Proses pengujian akan menggunakan

sampel warna yang sama sehingga dihasilkan nilai acuan warna yang konstan. Dengan nilai acuan yang sama kemudian diberikan beberapa nilai toleransi yang berbeda untuk melihat area objek terdeteksi oleh sistem. Nilai toleransi warna yang digunakan antara lain: 0, standar deviasi dari sampel warna, dan 3 nilai empiris (percobaan). Untuk menganalisa area terdeteksi dilakukan 2 pengujian, pengujian I menguji area terdeteksi dengan satu objek, sedangkan pengujian II menguji area terdeteksi dengan beberapa objek pada citra.



Gambar 8a, 8b, 8c (baris pertama dari kiri ke kanan),
8d, 8e, 8f (baris kedua dari kiri ke kanan),
8g, 8h, 8i (baris ketiga dari kiri ke kanan),
8j, 8k (baris keempat dari kiri ke kanan)

Pengujian Area Deteksi Bola

Pengujian I pada rangkaian gambar 8 dan tabel 1 menggunakan citra bolala.bmp, yang ditunjukkan oleh gambar 8a, berukuran 800x600 piksel. Rangkaian pengujian I akan mencoba mendeteksi salah satu bola berwarna *cyan* yang berada di bagian kiri citra *input*(gambar 8a). Objek bola dalam gambar tersebut memiliki diameter 215 piksel dengan demikian luasan total penampang bola yang berbentuk lingkaran sebesar 36320 piksel. Sampel warna yang diambil sebanyak 5 buah antara lain: bagian ujung kiri ■ (HSV = 195 1 0.74), tengah ■ (HSV= 188 0.96 0.96), atas ■ (HSV= 192 0.99 0.84), sekitar titik putih ■ (HSV= 188 0.66 0.98) dan ujung kanan ■ (HSV= 191 1 0.84). Dari 5 buah sampel warna tersebut dihasilkan nilai acuan warna HSV = 191 0.99 0.89 dan nilai standar deviasi sebesar *hue* 3°, *saturation* 13.18%, *value* 8.68%.

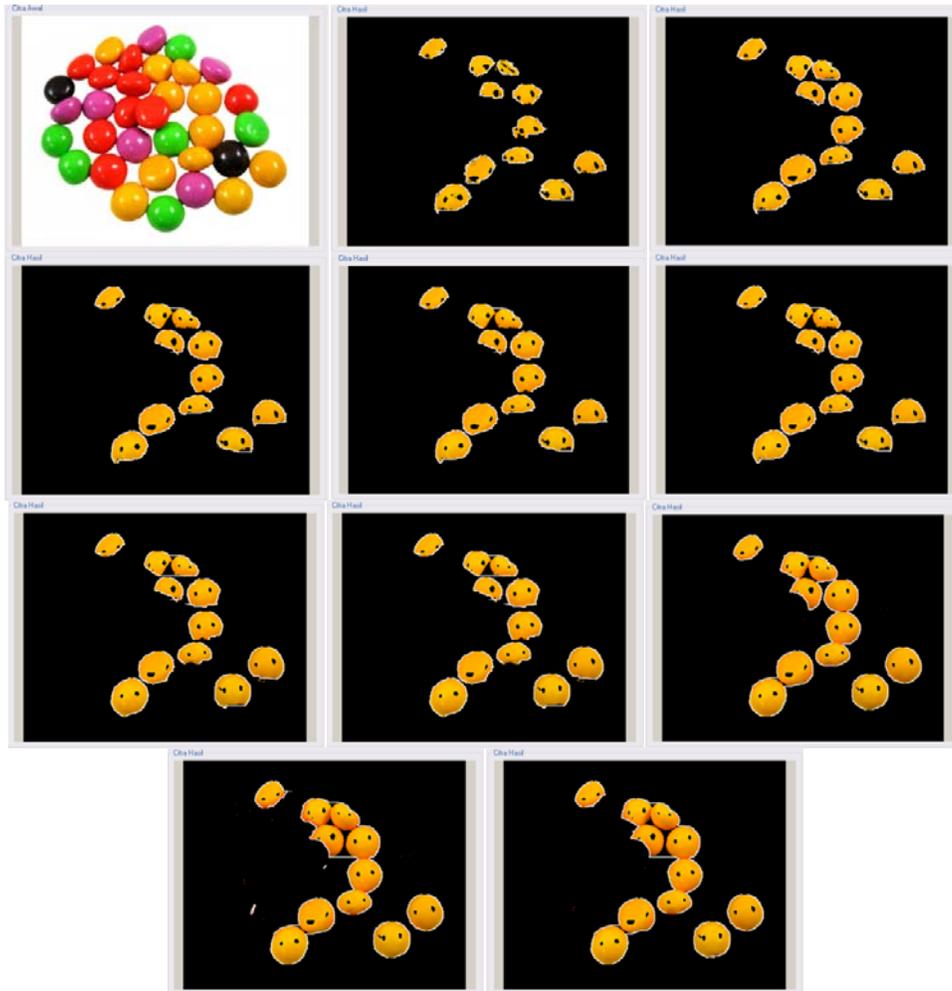
Gambar 8b sampai dengan gambar 8k merupakan hasil pengujian I. Gambar 8b merupakan hasil pengujian pertama dengan nilai toleransi *hue* 0°, *saturation* 0%, *value* 0. Gambar 8c merupakan hasil pengujian kedua dengan nilai toleransi hasil perhitungan standar deviasi pada setiap elemen dalam sampel warna. Gambar 8d, 8e sampai dengan 8k masing-masing merupakan hasil pengujian ketiga, keempat sampai dengan kesepuluh, yang menggunakan nilai toleransi empiris (hasil coba-coba). Area terdeteksi oleh sistem dapat ditunjukkan dengan area yang memiliki garis tepi berwarna putih. Hasil dari pengujian pada gambar 8 secara detail ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1
Hasil Pengujian I

No	Citra hasil	Toleransi			Jumlah objek terdeteksi	Total area terdeteksi (piksel)	Persen area terdeteksi (%)
		H(°)	S(%)	V(%)			
1	8b	0	0	0	3	119	0.33
2	8c	3	13.18	8.68	2	28119	77.42
3	8d	8	33	15	1	33737	92.89
4	8e	14	33	25	1	34663	95.44
5	8f	14	38	25	1	34815	95.96
6	8g	14	44	33	1	34938	96.19
7	8h	23	44	33	1	35013	96.40
8	8i	33	44	33	1	35013	96.40
9	8j	33	70	33	1	36961	101.76
10	8k	33	100	33	3	75518	207.92

Berdasarkan rangkaian pengujian I dapat disimpulkan bahwa bagian objek dengan tingkat pencahayaan yang kontras tidak dapat terdeteksi secara sempurna, jika dilakukan penambahan toleransi secara berlebihan untuk mendeteksi area pada bagian objek dengan perbedaan warna yang kontras akan mengakibatkan area yang tidak diinginkan ikut terseleksi,

seperti pada pengujian no 9 dan 10. Berdasarkan hasil pengujian I dengan beberapa nilai toleransi yang berbeda, diperoleh nilai toleransi optimal untuk *hue* 14°, *saturation* 44% dan *value* 33%. Penambahan toleransi melebihi nilai tersebut tidak memberikan peningkatan hasil area terdeteksi yang cukup signifikan.



Gambar 9a, 9b, 9c (baris pertama dari kiri ke kanan),
9d, 9e, 9f (baris kedua dari kiri ke kanan),
9g, 9h, 9i (baris ketiga dari kiri ke kanan),
9j, 9k (baris keempat dari kiri ke kanan)

Pengujian Area Deteksi Permen

Pengujian II, pada rangkaian gambar 9 dan tabel 2, menganalisa jumlah objek dan area terdeteksi beberapa objek permen berwarna kuning pada citra permen.jpg berukuran 506x405 piksel. Citra yang akan menjadi input ditunjukkan oleh gambar 9a. Pada citra awal (gambar 9a) secara visual dapat diketahui jumlah objek permen berwarna kuning berjumlah 11

buah. Sampel warna yang diambil sebanyak 5 buah, masing-masing diambil dari beberapa bagian permen kuning yang dianggap merepresentasikan perubahan warna akibat pengaruh cahaya, yaitu:  (HSV=45 0.86 1),  (HSV=43 0.99 0.98),  (HSV=35 0.99 0.82),  (HSV=38 1 0.87),  (HSV=45 0.74 0.99). Dari 5 buah sampel warna tersebut dihasilkan nilai acuan warna HSV = 43 0,99 0,98 dan nilai standar deviasi, besar masing-masing elemen warna antara lain: *hue* 4°, *saturation* 10.21%, *value* 7.30%.

Rangkaian gambar 9b sampai dengan 9k merupakan hasil pengujian II. Gambar 9b merupakan hasil pengujian kedua dengan nilai toleransi hasil perhitungan standar deviasi pada setiap elemen dalam sampel warna. Gambar 9c, 9d sampai dengan 9k masing-masing merupakan hasil pengujian ketiga, keempat sampai dengan kesepuluh, yang menggunakan nilai toleransi empiris (hasil coba-coba). Area terdeteksi oleh sistem dapat ditunjukkan dengan area yang memiliki garis tepi berwarna putih. Hasil dari pengujian pada gambar 9 secara detail ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian II

No	Citra Hasil	Toleransi			Jumlah objek terdeteksi	Total area terdeteksi (piksel)
		H (°)	S (%)	V (%)		
1	9b	4	10.21	7.30	11	13704
2	9c	10	10.21	7.30	11	18235
3	9d	10	10.21	10	10	19456
4	9e	10	15	10	10	19717
5	9f	10	20	10	10	19881
6	9g	10	20	25	10	23303
7	9h	10	20	40	10	24125
8	9i	20	20	40	6	27574
9	9j	30	20	40	7	28421
10	9k	25	20	35	5	27813

Rangkaian pengujian II menunjukkan bahwa objek yang bersingungan dengan objek berwarna serupa akan terdeteksi dalam 1 area objek. Perhitungan objek yang terdeteksi berdasarkan area objek yang terpisahkan oleh warna diluar jangkauan nilai toleransi. Pada hasil rangkaian pengujian II menunjukkan bahwa pencahayaan yang menghasilkan efek warna lain (dalam hal ini dapat dilihat bahwa bagian tepi permen warna kuning yang menjadi objek analisa berwarna kemerahan) dapat diatasi dengan menambahkan toleransi hue. Nilai toleransi yang dinilai optimal untuk mendeteksi objek permen berwarna kuning pada citra 9a adalah sebesar: *hue* 25°, *saturation* 40%, *value* 35% karena pada nilai toleransi tersebut ,bentuk setiap butir permen mencapai secara visual mendekati bentuk pada citra awal (gambar 9a). Nilai toleransi tersebut akan optimal dengan syarat nilai warna acuan yang dihasilkan dari sampel warna bernilai HSV = 43 0,99 0,98.

8. Kesimpulan

Segmentasi warna berdasarkan deteksi warna HSV merupakan proses segmentasi terkontrol dengan filter warna HSV. Filter warna HSV akan memisahkan warna tertentu sesuai dengan warna acuan dan nilai toleransi tiap elemen warna HSV. Kontrol pengguna melalui sampel warna dan toleransi warna yang menjadi acuan filter sehingga dapat diperoleh segmen dengan warna yang sesuai. Hasil segmentasi warna berdasarkan deteksi warna HSV sangat dipengaruhi oleh sampel warna dan nilai toleransi warna yang menjadi acuan proses segmentasi. Pencahayaan, letak, tekstur dan kontur benda atau latar belakang citra akan sangat mempengaruhi hasil segmentasi dan deteksi objek.

Daftar Pustaka

- [1] Castleman K.R. (1996). Digital image processing. Prentice Hall, New Jersey.
- [2] Forsyth, D.A., Ponce, J. (2003). Computer vision: A modern approach. Prentice Hall, New Jersey.
- [3] Giannakopoulos, T. (2008). Matlab color detection software, Department of Informatics and Telecommunications, University of Athens, Greece. Diambil dari <http://www.di.uoa.gr/~tyiannak>
- [4] Gonzalez, Rafael C., Woods, Richard E. (2001). Digital image processing. Prentice Hall, New Jersey.
- [5] Gunanto, S.G. (2009). Segmentasi warna bagian tubuh manusia pada citra 2D. Proceeding SENTIA.
- [6] Perales, F. (2002). Human motion analysis & synthesis using computer vision and graphics techniques, State of Art and Applications, Report on Computer Graphics and Vision Group, Department of Computer Science-Universitat de les Illes Balears (UIB), Perancis
- [7] Rujikietgumjorn, S. (2008). Segmentation methods for multiple body parts, Project in lieu of Thesis, University of Tennessee, Knoxville.