

**UAS KOMPUTER VISION**  
**MEMBUAT RESUME 3 JURNAL TERKAIT COMPUTER VISION**

Nama : Adityar Dwi Pradana  
Kelas : 4G  
Nim : 18041024  
MK : KOMPUTER VISION

## Deteksi Obyek Manusia Pada Basis Data Video Menggunakan Metode *Background Subtraction* Dan Operasi Morfologi

Khairul Umam<sup>1</sup>, Benny Sukma Negara<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. H.R. Soebrantas no. 155 KM. 18 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

umamtif@gmail.com<sup>1</sup>, bsnegara@uin-suska.ac.id<sup>2</sup>

**Abstrak** – Deteksi obyek manusia merupakan salah satu arah penelitian yang penting untuk meningkatkan kemampuan sistem pengawasan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu program pengolahan citra yang mampu menghitung jumlah obyek pejalan kaki yang terekam di dalam video menggunakan 30 video yang direkam dalam beberapa kondisi yaitu kondisi terang atau siang hari di luar ruangan, di dalam ruangan, dan pada kondisi gelap atau malam hari. Penelitian ini menggunakan Metode *background subtraction* dan operasi morfologi. Metode *Background subtraction* dapat mendeteksi substraksi pada *background* dengan mengubah citra menjadi citra biner dan menentukan tingkat kepekaan perubahan *pixel background*. Operasi morfologi digunakan untuk menghilangkan *noise* yang dapat mengganggu keberhasilan deteksi pada video. Pada pengujian beberapa sample video yang mewakili beberapa kondisi yaitu terang, gelap, dan di dalam ruangan, diperoleh nilai *threshold* 0.5, nilai elemen penstruktur operasi *opening* 3x3, dan nilai elemen penstruktur operasi *closing* 18x18. Pada pengujian 10 video dalam pencahayaan terang, 8 video yang akurat dengan perhitungan manual, 2 video tidak akurat. Dari 10 video pengujian dalam ruangan, 2 video akurat, dan 8 video tidak akurat. dan dari 10 pengujian video kondisi gelap atau redup, 1 video akurat, dan 9 video tidak akurat.

**Kata kunci** – *monitoring*, *deteksi obyek manusia*, *background subtraction*, *operasi morfologi*, *threshold*, *opening*, *closing*.

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Sistem *monitoring* adalah sistem yang digunakan untuk melakukan fungsi pengawasan secara berkala untuk mendapatkan informasi yang diinginkan. Hasil dari sistem *monitoring* tersebut berperan penting pada peningkatan berbagai aspek, yaitu informasi, keamanan, tingkat

produktivitas, dan kinerja [2]. Salah satu bentuk sistem *monitoring* adalah aplikasi deteksi obyek. Aplikasi deteksi obyek merupakan pendeteksi obyek yang dapat mendefinisikan atau mengekstrak informasi dari obyek pada suatu citra. Salah satu contoh aplikasi deteksi obyek adalah deteksi obyek manusia.

Deteksi obyek manusia merupakan salah satu arah penelitian yang penting dalam rangka meningkatkan kemampuan sistem pengawasan di tempat-tempat umum. Secara umum, cara kerja deteksi obyek manusia ini mengadaptasi cara pengamatan apa yang ada pada dunia nyata melalui indra penglihatan manusia, dimulai dari suatu pembelajaran menganalisa gambar dan video untuk memperoleh hasil sebagaimana yang bisa dilakukan manusia. Dengan kata lain, pendeteksi obyek manusia mencoba meniru cara kerja sistem visual manusia (*human vision*) yang saat ini dikenal dengan teknologi *computer vision* [9].

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam rangka penerapan teknik atau metode untuk mendeteksi obyek manusia. Salah satunya adalah Metode *Background Subtraction* untuk Deteksi Obyek Manusia pada Lingkungan Statis [9]. Pada penelitian tersebut peneliti melakukan penerapan metode *background subtraction* untuk mendeteksi obyek manusia pada file video. Namun pada penelitian tersebut frame yang diekstrak dari video tersebut sangat terbatas yaitu hanya 5 frame yang diekstrak dalam 1 detik yang menghasilkan pendeteksian obyek yang kurang menyeluruh terhadap keseluruhan frame yang ada pada file video dan pendeteksian obyek manusia tidak dilakukan secara kontinyu sehingga penelitian tersebut relatif belum akurat dan belum bisa dijadikan dasar yang kuat untuk mendeteksi obyek manusia mengingat dalam satu detik file video berisi lebih besar dari 15 frame karena mata manusia melihat gambar sebagai suatu gerakan kontinyu apabila gambar-gambar tersebut kecepatannya melebihi 15 frame/detik [1]. Selain itu, penelitian yang dilakukan Solichin hanya menggunakan operasi dilasi dan *region filling* sebagai acuan untuk mendeteksi obyek manusia. Menurut penulis operasi yang digunakan tersebut masih belum optimal dan masih bisa disempurnakan dengan penambahan beberapa operasi lain. Oleh karena itu penulis mengambil

inisiatif untuk melakukan penelitian mengenai deteksi obyek manusia dengan menggunakan teknologi mesin *computer vision* dan menerapkan metode *background subtraction* dan operasi morfologi.

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah mengukur dan menganalisa bagaimana penerapan metode *background subtraction* dan operasi morfologi terhadap pendeteksian obyek manusia hingga pada hasil penelitian didapatkan nilai keberhasilan berdasarkan pengukuran dalam pendeteksian obyek manusia pada sebuah *database video*.

#### B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu bagaimana menerapkan metode *background subtraction* dan operasi morfologi untuk mendeteksi obyek manusia pada sebuah *database video* dan bagaimana hasil kinerja metode *background subtraction* dan operasi morfologi dalam deteksi obyek manusia.

#### C. Batasan Masalah

Agar penelitian tetap fokus pada masalah yang akan dibahas, maka diperlukan adanya batasan masalah. Batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan *computer vision system toolbox*.
2. Menggunakan bahasa pemrograman MATLAB versi R2013A
3. Metode yang digunakan untuk deteksi obyek manusia adalah *background subtraction* dan operasi morfologi.
4. Kamera diletakkan pada lingkungan statis. (*Background Statis*)
5. Pendeteksian obyek dilakukan pada recorded data *video* dalam format mp4 dengan ukuran resolusi 320x240.
6. Analisis kinerja meliputi tingkat keberhasilan deteksi obyek manusia pada skenario kondisi tertentu (dalam kondisi latar berbeda)

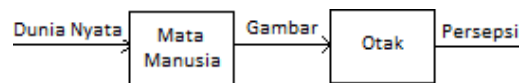
#### D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang disebutkan di atas, tujuan penelitian ini adalah menerapkan metode *background subtraction* dan operasi morfologi untuk melakukan deteksi obyek manusia dan memperoleh kesimpulan dari pengujian terhadap hasil kinerja metode yang digunakan.

## LANDASAN TEORI

### A. Computer Vision

*Vision* secara bahasa dapat diartikan sebagai penglihatan. *Vision* juga dapat diartikan sebagai suatu proses pengamatan apa yang ada pada dunia nyata melalui panca indra penglihatan manusia. Adapun *computer vision* adalah suatu pembelajaran menganalisis gambar dan *video* untuk memperoleh hasil sebagaimana yang bisa dilakukan manusia. Pada hakikatnya, *computer vision* mencoba meniru cara kerja sistem visual manusia (*Human Vision*). Manusia melihat obyek dengan indra penglihatan (mata), lalu citra obyek diteruskan ke otak untuk diinterpretasi sehingga manusia mengerti obyek apa yang tampak dalam pandangan matanya. Hasil interpretasi ini mungkin digunakan untuk pengambilan keputusan (misalnya menghindar kalau melihat mobil melaju di depan atau menghindar ketika ada pejalan kaki ketika sedang mengendarai sebuah mobil) [4]. Analisis visual pergerakan manusia juga merupakan salah satu topik terpopuler pada *computer vision* [7]. Adapun ilustrasi dari pengertian *computer vision* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Ilustrasi *Computer Vision* [4].

### B. Pengolahan Citra

Di dalam bidang komputer, sebenarnya ada tiga bidang studi yang berkaitan dengan data citra, namun tujuan ketiganya berbeda, yaitu:

1. Grafika Komputer (*computer graphics*).  
Grafika Komputer bertujuan menghasilkan citra (lebih tepat disebut grafik atau *picture*) dengan primitif-primitif geometri seperti garis, lingkaran dan sebagainya. Primitif-primitif geometri tersebut memerlukan data deskriptif untuk melukis elemen-elemen gambar. Contoh data deskriptif adalah koordinat titik, panjang garis, jari-jari lingkaran, tebal garis, warna, dan sebagainya. Grafika komputer memainkan peranan penting dalam visualisasi dan *virtual reality*.
2. Pengolahan Citra (*image processing*).  
Pengolahan Citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan Termasuk ke

dalam bidang ini juga adalah pemampatan citra (*image compression*).

### 3. Pengenalan Pola (*pattern recognition/image interpretation*).

Pengenalan pola mengelompokkan data numerik dan simbolik (termasuk citra) secara otomatis oleh mesin (dalam hal ini komputer).

Tujuan pengelompokan adalah untuk mengenali suatu obyek di dalam citra. Manusia bisa mengenali obyek yang dilihatnya karena otak manusia telah belajar mengklasifikasi obyek-obyek di alam sehingga mampu membedakan suatu obyek dengan obyek lainnya. Kemampuan sistem visual manusia inilah yang dicoba ditiru oleh mesin. Komputer menerima masukan berupa citra obyek yang akan diidentifikasi, memproses citra tersebut, dan memberikan keluaran berupa deskripsi obyek di dalam citra [6].

### C. Citra

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dua dimensi. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi obyek, obyek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya pada mata manusia, kamera pemindai (*scanner*) dan sebagainya, sehingga bayangan obyek yang disebut citra tersebut terekam.

Meskipun sebuah citra kaya akan informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan mutu (*degradasi*), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*) dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasikan (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah pengolahan citra (*image processing*) [4].

### D. Thresholding

Proses *thresholding* adalah mengubah citra *grayscale* menjadi suatu citra biner [5]. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{if } f(x,y) < T \end{cases}$$

Dengan  $g(x,y)$  adalah citra biner dari citra *grayscale*  $f(x,y)$  dan  $T$  adalah nilai *threshold*. Nilai  $T$  dapat ditentukan menggunakan 2 cara yaitu *thresholding global* dan *thresholding local*.

#### D.1. Thresholding Global

*Thresholding global* adalah metode dengan seluruh *pixel* pada citra dikonversi menjadi menjadi hitam putih (citra biner) dengan suatu nilai *thresholding*. Metode otsu adalah contoh metode yang banyak digunakan dalam *thresholding global*. Citra  $g(x,y)$  yang merupakan hasil *Global threshold* terhadap citra  $f(x,y)$  adalah :

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{if } f(x,y) < T \end{cases}$$

#### D.2 Thresholding Local

*Thresholding local* memiliki perbedaan dengan *thresholding global*. Pada *thresholding local*, nilai  $T$  tidak bergantung pada citra  $f(x,y)$  saja, tetapi juga bergantung pada  $p(x,y)$ , dimana  $p(x,y)$  adalah cirri khusus pada tiap *pixel* citra tersebut. Bentuk umum *thresholding local* adalah:

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \geq T(p(x,y)) \\ 0 & \text{if } f(x,y) < T(p(x,y)) \end{cases}$$

### E. Operasi Morfologi

Morfologi adalah teknik pengolahan citra digital dengan menggunakan bentuk obyek sebagai pedoman dalam pengolahan [5]. Nilai dari setiap piksel dalam citra digital hasil diperoleh melalui proses perbandingan antara piksel yang bersesuaian pada citra digital masukan dengan piksel tetangganya.

Operasi morfologi bergantung pada urutan kemunculan dari piksel, tidak memperhatikan nilai *numeric* dari piksel sehingga teknik morfologi sesuai apabila digunakan untuk melakukan pengolahan *binary image* dan *grayscale image*.

Operasi morfologi standar yang biasa dilakukan adalah proses erosi dan dilasi. Dilasi adalah proses penambahan piksel pada batas dari suatu obyek pada citra digital masukan, sedangkan erosi adalah proses pengurangan piksel pada batas dari suatu obyek. Jumlah piksel yang ditambahkan atau yang dikurangkan dari batas obyek pada citra digital masukan tergantung pada ukuran dan bentuk dari *structuring element* yang digunakan.

#### E.1. Operasi Opening

Operasi *opening* adalah operasi erosi yang diikuti dengan dilasi dengan menggunakan elemen penstruktur yang sama [5]. Operasi ini memiliki fungsi untuk memberikan penghalusan permukaan obyek dan mengeleminasi semua piksel di area yang terlalu sempit dan kecil untuk diisi oleh elemen. Sehingga akhirnya seluruh area yang berukuran lebih kecil dari elemen penstruktur, akan dihilangkan menggunakan operasi erosi lalu operasi dilasi berperan untuk proses penghalusan.

Operasi *opening* membutuhkan fungsi elemen penstruktur khusus dalam pengoperasiannya. Fungsi tersebut adalah fungsi *strel*. Pada bahasa pemrograman MATLAB, *strel* memiliki berbagai macam pilihan dalam membuat elemen penstruktur.

**Tabel 1 Berbagai bentuk strel.**

Penentu Bentuk	Contoh
'disk' (cakram)	<code>strel('disk', 4) → radius 4</code>
'diamond' (belah ketupat)	<code>strel('diamond', 4) → radius 4</code>
'line' (berbentuk garis)	<code>strel('line', 3, 0) → panjang 3 dan sudut 0 derajat (datar)</code>  <code>strel('line', 3, 45) → panjang 3 dan sudut 45 derajat (datar)</code>
'octagon' (berbentuk segi delapan)	<code>strel('octagon', 6)</code>  Argumen kedua harus kelipatan 3
'rectangle' (berbentuk persegi panjang)	<code>strel('rectangle', [4 2]) → 4 baris 2 kolom</code>
'square' (berbentuk bujur sangkar)	<code>strel('square', 4) → bujur sangkar 4 x 4</code>

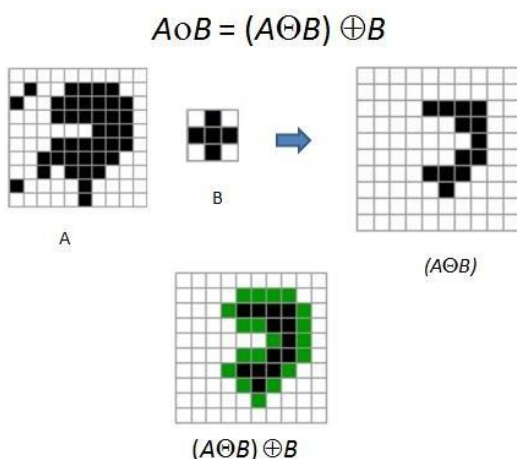
Definisi operasi *opening* seperti berikut:

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

Keterangan:

A = *pixel* citra A

B = *pixel* elemen penstruktur B



**Gambar 2. Tampilan Visual Operasi Opening**

## E.2. Operasi Closing

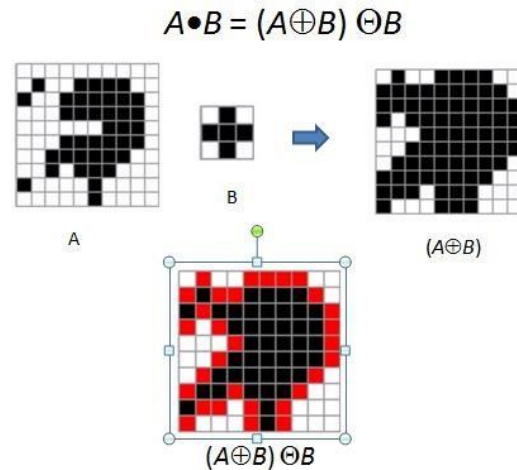
Operasi *closing* berguna untuk menghaluskan kontur dan menghilangkan lubang-lubang kecil. Definisinya seperti berikut:

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

Keterangan:

A = *Pixel* citra A

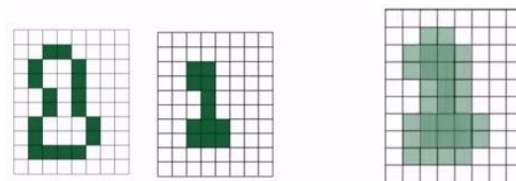
B = Elemen penstruktur citra B



**Gambar 3. Tampilan Visual Operasi Closing**

## E.3. Operasi Filling

Operasi *region filling* adalah operasi yang berfungsi menutup lubang kecil pada suatu bagian citra. Operasi ini akan mengisi bagian dari piksel yang memiliki nilai 1 menjadi 0. Operasi ini mengacu pada piksel tetangga pada sebuah piksel [8].



**Gambar 4. Tampilan Visual Operasi Region Filling**

## F. Video

*Video* adalah teknologi pemrosesan sinyal elektronik mewakili gambar bergerak. *Video* merupakan sekumpulan gambar bergerak yang diperoleh dari hasil rekaman kamera atau hasil animasi komputer. Pada mulanya informasi *video* ini disimpan secara analog, sebagai perubahan bentuk gelombang secara kontinyu yang mewakili adanya perubahan warna dan kecerahan (*brightness*) dari gambar yang direkam. Di sisi lain, komputer digital hanya dapat menyimpan dan mengolah data yang bersifat biner. Untuk itu di

kalangan industri komputer didefinisikan warna dalam besaran 24-bit yang dapat digunakan untuk menyimpan sekitar 16,7 juta kemungkinan warna yang berbeda. Dengan demikian data *video* dapat disimpan secara digital sebagai titik-titik yang masing-masing memiliki warna tertentu dan titik-titik tersebut jika disusun sebagai satu kesatuan akan membentuk suatu gambar secara utuh. Kemajuan teknologi yang dicapai pada saat ini telah memungkinkan komputer pribadi (PC) memiliki kemampuan untuk menampilkan informasi berupa *video* yang berisi gambar bergerak beserta suaranya. Untuk menyimpan data *video* secara digital, telah diciptakan berbagai format penyimpanan dan metode kompresi-dekompresi. Perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan kompresi dan dekompresi terhadap data *video* digital dengan menggunakan teknik tertentu disebut juga dengan *codec* yang merupakan singkatan dari *compressor-decompressor*. Sampai saat ini masih dilakukan berbagai penelitian untuk menemukan format yang dapat digunakan untuk menyimpan data *video* digital dengan seefisien mungkin. Di antara format *video* digital yang populer dan banyak digunakan pada saat ini adalah AVI, QuickTime, Indeo, Cinepak, dan MPEG [2].

#### G. Background Subtraction

*Background subtraction* adalah proses untuk mendeteksi pergerakan atau perbedaan signifikan yang terjadi didalam frame *video* ketika dibandingkan dengan citra referensi. Tujuan dari background subtraction adalah untuk memisahkan obyek dan *background* sehingga gerakan dari sebuah obyek terdeteksi [3].

*Background Subtraction* adalah salah satu tahapan penting yang dilakukan pada aplikasi *computer vision*. *Output* dari *background subtraction* biasanya berupa *input*-an yang akan diproses pada tingkat yang lebih lanjut lagi seperti *tracking* obyek yang teridentifikasi. Kualitas *background subtraction* umumnya tergantung pada teknik pemodelan *background* yang digunakan untuk mengambil *background* dari suatu gambar atau *video*. *Background subtraction* biasanya digunakan pada teknik segmentasi obyek yang dikehendaki dari suatu layar, dan pada umumnya digunakan untuk sistem pengawasan.

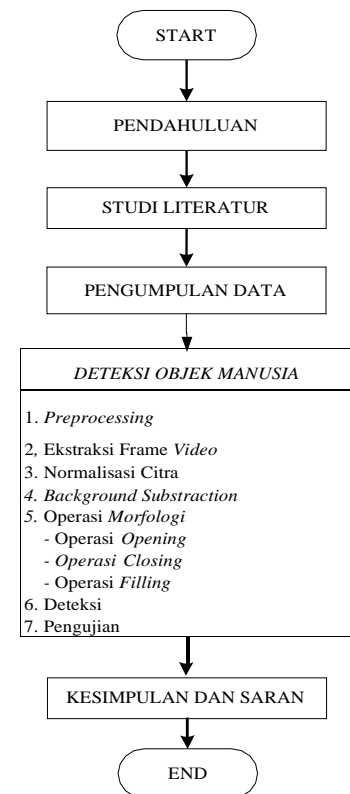
Tujuan dari penggunaan *background subtraction* adalah untuk menghasilkan urutan *frame* dari *video* dan mendeteksi seluruh obyek *foreground*. Suatu deskripsi pendekatan yang telah ada tentang *background subtraction* adalah mendeteksi obyek-obyek *foreground* sebagai perbedaan yang ada antara frame sekarang dan gambar *background* dari layar statis. Suatu *pixel* dikatakan sebagai *foreground* jika :

$$|I(x,y,t) - \sum_{t=1}^{T-1} I(x,y,t)| > Threshold$$

Pendekatan ini sangat sensitif terhadap *threshold*, sehingga *threshold* dapat digunakan untuk mengatur sensitifitas suatu kamera dalam menangkap gambar [4].

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan sistematisa tahapan yang dilaksanakan selama penelitian agar hasil yang didapatkan sesuai dengan yang diharapkan. Berikut ini Tahapan yang digunakan dalam penelitian dengan judul “Deteksi Obyek Manusia Pada Basis Data *Video* Menggunakan Metode Background Subtraction dan Operasi Morfologi”.



Gambar 5. Tahapan penelitian

## ANALISA DAN PERANCANGAN

Pada perancangan deteksi obyek manusia, tahap analisis memegang peranan yang penting dalam pelaksanaannya untuk membuat rincian sistem baru yakni berupa langkah pemahaman persoalan sebelum mengambil tindakan atau

kesimpulan akhir dari penelitian untuk memperoleh hasil kinerja metode yang diterapkan.

#### A. Analisis Data

Pada penelitian ini dilakukan percobaan pengujian pemrosesan data dengan criteria sebagai berikut :

1. Video berformat .mp4
2. Kondisi yang direkam berjumlah 30 video.
3. Resolusi video yang digunakan adalah 320x240 pixel dengan framerate  $\pm 20$  frames/second
4. Video direkam dalam keadaan tidak bergerak (statis).
5. Waktu perekaman masing-masing video  $\pm 10$  Detik.
6. Video yang direkam adalah melalui pengambilan dalam beberapa kondisi seperti dalam ruangan, cahaya gelap (malam hari), luar ruangan atau banyak cahaya dan dengan kondisi latar belakang atau background yang berbeda.

Data citra video dikumpulkan oleh peneliti dari hasil rekaman beberapa video dari kondisi background yang berbeda. Alasan dilakukannya perekaman pada kondisi yang berbeda-beda adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh pencahayaan terhadap hasil deteksi, Kondisi video berupa, pengambilan video di dalam ruangan, luar ruangan, berangin, cahaya redup, dan gangguan obyek lain selain manusia seperti bayangan, obyek bergerak seperti pepohonan, dan lain-lain yang selanjutnya akan dilakukan pengujian pada bab selanjutnya.

#### B. Analisis Kamera

Kamera yang digunakan pada penelitian ini adalah kamera dengan resolusi vga yang melakukan perekaman video dengan menggunakan aplikasi Open Camera. Adapun setting kamera yang digunakan adalah dengan kondisi exposure value secara statis. Exposure value adalah kepekaan kamera terhadap cahaya yang masuk pada hasil rekaman video.

#### C. Analisis Video

Kriteria video yang digunakan pada penelitian ini video dengan resolusi VGA yaitu 320x240 pixel dengan kondisi cahaya terang pada saat siang hari di luar ruangan, di dalam ruangan, dan pada saat kondisi gelap atau malam hari. Video yang direkam berdurasi selama  $\pm 10$  detik dengan kondisi beberapa orang pejalan kaki yang berjalan berjarak 5 Meter dari kamera. Video yang dihasilkan memiliki framerate  $\pm 20$  frames/second. Video yang digunakan adalah video berformat .mp4

#### D. Analisis Deteksi Obyek Manusia

Penyeleksian obyek manusia dilakukan dengan melihat ukuran setiap obyek melalui blob analysis pada matlab. Fungsi blob analysis pada matlab bertujuan untuk menentukan luas area obyek manusia menggunakan maximum blob area dan minimum blob area. Langkah yang dilakukan adalah dengan cara mengeleminasi obyek yang memiliki luas kurang dari 10000 pixel dan lebih besar dari 980 pixel. Hal ini bertujuan untuk mengeleminasi obyek selain manusia yang ada pada video.

#### E. Proses Deteksi Obyek Manusia

Proses yang akan dilakukan pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan proses. Yaitu ekstraksi frame video, normalisasi citra, background subtraction, operasi morfologi, deteksi. Keseluruhan tahapan proses tersebut saling berhubungan satu sama lain. Proses awal yang dilakukan adalah ekstraksi frame video untuk dapat memproses seluruh image pada video, setelah itu dilakukan normalisasi citra pada masing-masing frame (image) yang telah diekstraksi. Lalu diterapkan metode background subtraction dan operasi morfologi yang di dalamnya terdapat proses rekonstruksi citra berupa operasi opening, closing, dan filling. Pada masing masing tahapan dan operasi-operasi yang dilakukan akan ditentukan suatu nilai-nilai tertentu yang pada akhirnya dilakukan pendeteksian terhadap obyek manusia. Adapun rincian tahapan proses yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

##### E.1. Preprocessing

Pada tahap ini dilakukan perekaman video dan konversi video dari camera yang dilakukan menggunakan software Open Camera pada sistem operasi android dan konversi video Xillisoft Video Converter. Setelah dilakukan konversi berupa pemotongan video yang selanjutnya akan dilakukan ekstraksi frame video.

##### E.2. Ekstraksi frame video

Ekstraksi frame video adalah salah satu proses yang dilakukan dalam computer vision untuk mengekstrak gambar-gambar (frame) yang terdapat dalam video untuk dapat melakukan proses selanjutnya. Pada Matlab proses ekstraksi tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan sintaks readFrame().

##### E.3. Normalisasi Citra

Pada tahapan ini dilakukan normalisasi citra frame yang telah diekstrak ke dalam bentuk citra biner.



**Gambar 6. Citra video dalam bentuk biner**

#### E.4. Background Substraction

Sebelum mengalami pemrosesan lebih lanjut, perlu dilakukan proses awal (*pre-processing*) terlebih dahulu, yaitu pengolahan citra dengan tujuan mendapatkan gambar yang lebih sederhana sehingga dapat diproses, diantaranya adalah pengubahan citra menjadi *grayscale*. Dalam *background subtraction* terlebih dahulu citra bergerak yang berwarna diubah menjadi citra keabuan atau *grayscale* sehingga dapat diubah menjadi citra biner. *Frame* awal yang tidak memiliki obyek bergerak dari citra bergerak yang telah diubah menjadi citra biner tersebut akan dibersihkan dari *noise* untuk menghasilkan *background* yang stabil dan peka terhadap perubahan *foreground*.

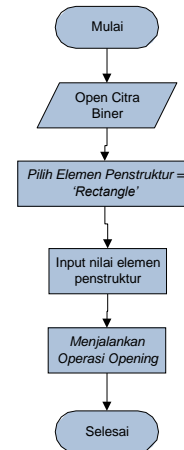
Setelah proses yang dilakukan sebelumnya, dilakukan tahapan operasi *background subtraction*. Pada proses ini akan ditentukan nilai *training frame* untuk menentukan background statis pada *video*. Selanjutnya menentukan nilai minimum rasio threshold untuk menentukan tingkat kepekaan perubahan citra biner pada piksel-piksel *background*. Adapun nilai *training frame* ditetapkan sebanyak 50. Dan nilai minimum rasio background adalah 0.5. Semakin rendah nilai rasio maka akan semakin sensitif kepekaan perubahan citra biner pada piksel-piksel *background*. Begitu pula sebaliknya.

#### E.4. Operasi Morfologi

Pada tahap ini operasi yang dilakukan adalah operasi *opening*, *closing*, dan *filling*.

##### 1. Operasi Opening

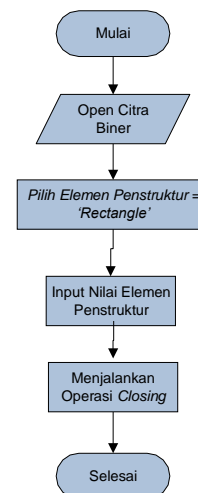
Operasi *opening* dilakukan untuk menghilangnya obyek obyek kecil dan kurus, memecah obyek pada titik titik yang kurus, dan secara umum menghaluskan batas dari obyek besar tanpa mengubah area obyek secara signifikan.



**Gambar 7. Flowchart Operasi Opening**

##### 2. Operasi Closing

Operasi *closing* dilakukan untuk mengisi lubang kecil pada obyek, menggabungkan obyek-obyek yang berdekatan, tujuannya adalah untuk menghaluskan batas dari obyek besar tanpa mengubah area obyek secara signifikan.

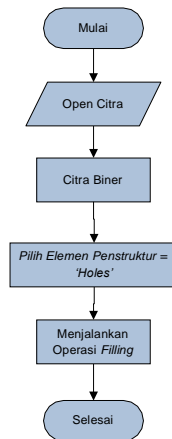


**Gambar 8. Flowchart Operasi Closing**

##### 3. Operasi Filling

Operasi *Filling* dilakukan untuk menghaluskan kedua proses yang dilakukan sebelumnya dengan melakukan pengisian pada area lubang untuk memperoleh segmen yang lebih solid.





**Gambar 9. Flowchart Operasi Filling**

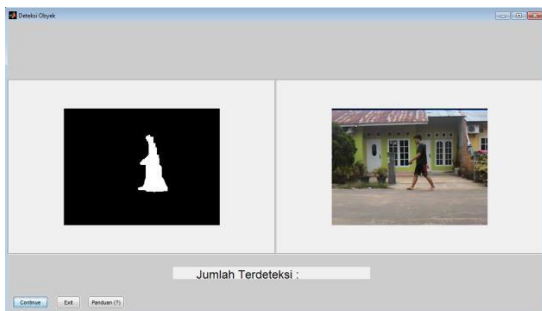
#### E.5. Deteksi Obyek Manusia

Setelah tahapan normalisasi telah selesai dilakukan, selanjutnya Obyek manusia akan dideteksi. Langkah yang dilakukan adalah dengan cara mengeleminasi obyek yang memiliki luas kurang dari 10000 *pixel* dan lebih besar dari 980 *pixel*. Hal ini bertujuan untuk mengeleminasi obyek selain manusia yang ada pada *video*.

### HASIL DAN PENGUJIAN

#### A. Implementasi Antar Muka Proses Deteksi Obyek Manusia

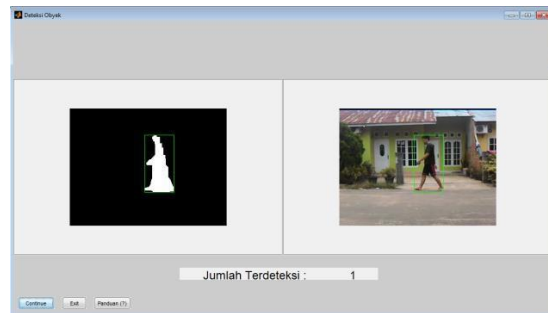
Berikut tampilan proses deteksi untuk deteksi obyek manusia pada sistem.



**Gambar 10. Proses Deteksi Obyek Manusia**

#### B. Implementasi Proses Pengujian (testing)

Untuk melihat implementasi proses pengujian atau *testing* dapat dilihat pada gambar 11.



**Gambar 11. Proses Pengujian**

#### C. Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu ada beberapa macam antara lain :

1. Pengujian *Preprocessing*
2. Pengujian *BlackBox*
3. Pengujian Deteksi Obyek Manusia

##### C.1. Pengujian *Preprocessing*

Pada tahap ini, dilakukan sejumlah pengujian dengan tujuan agar mendapatkan beberapa nilai ambang yang akan digunakan pada tahap selanjutnya. Tahapan *preprocessing* diperlukan agar pada tahapan akhir deteksi dan penghitungan obyek manusia menjadi akurat berdasarkan analisis yang dilakukan pada tahap ini. Pengujian dilakukan pada 3 *video* yang mewakili kondisi terang, gelap, dan di dalam ruangan.

Dari hasil pengujian nilai *threshold* dengan menggunakan nilai rentang 0.3 hingga 0.6, dihasilkan kesimpulan bahwa nilai *threshold* yang efektif untuk ekstraksi obyek adalah 0.5. Pada masing-masing *video* dengan intensitas cahaya berbeda, nilai rasio minimum dapat mendeteksi obyek pejalan kaki dengan baik karena obyek pejalan kaki terlihat lebih solid dibandingkan dengan nilai yang lain. Dan pada nilai 0.3, obyek terlihat solid namun *noise* terlalu tinggi. Dan pada nilai rasio minimum 0.5 dan 0.6 dapat menghilangkan *noise* dengan baik, namun kesolidan obyek pejalan kaki semakin berkurang. Sehingga ditariklah suatu kesimpulan bahwa nilai rasio minimum 0.5 yang efektif untuk mengekstraksi obyek.

Pengujian pada operasi *opening* menggunakan nilai rentang 3x3 hingga 6x6. Semakin besar nilai struktur elemen pada operasi *opening* maka akan berpengaruh terhadap obyek pejalan kaki yang ikut tereleminasi. Agar obyek tidak ikut tereliminasi oleh operasi *opening*, maka ditetapkan nilai struktur elemen terkecil dari ambang yang ditetapkan untuk operasi *opening* yaitu 3x3.

Pengujian pada operasi *closing* menggunakan nilai rentang antara 10x10 hingga 18x18. Semakin besar nilai struktur elemen pada

operasi *closing*, maka akan semakin solid obyeknya. Sehingga untuk mengantisipasi obyek yang terputus maka diambil nilai struktur elemen terbesar dari rentang yang telah ditentukan, yaitu 18x18.

### C.2. Pengujian BlackBox

Dari pengujian yang sudah dilakukan pada setiap tombol dan proses pada sistem deteksi obyek manusia dengan *background subtraction* dan *Operasi Morfologi* dapat disimpulkan bahwa :

1. Proses pada sistem dapat dijalankan dengan benar mulai dari prakondisi sampai dilakukan aksi, sistem mengeluarkan *output* sesuai instruksi yang dilakukan.
2. Adanya kesesuaian antara fungsi-fungsi sistem yang diimplementasikan dengan hasil analisis kebutuhan yang sudah ditentukan pada tahap analisis sistem.

### C.3. Pengujian Deteksi Obyek Manusia

**Tabel 2. Pengujian Deteksi Obyek Manusia**

No	Nama Citra Video	Jumlah Obyek		Keterangan
		Program	Manual	
1	Video-1.mp4	2	2	Tepat
2	Video-2.mp4	7	3	Tidak Tepat
3	Video-3.mp4	5	2	Tidak Tepat
4	Video-4.mp4	1	1	Tepat
5	Video-5.mp4	3	3	Tepat
6	Video-6.mp4	1	1	Tepat
7	Video-7.mp4	1	1	Tepat
8	Video-8.mp4	2	2	Tepat
9	Video-9.mp4	3	3	Tepat
10	Video-10.mp4	4	4	Tepat
11	Video-11.mp4	8	3	Tidak Tepat
12	Video-12.mp4	11	3	Tidak Tepat
13	Video-13.mp4	38	3	Tidak Tepat
14	Video-14.mp4	60	5	Tidak Tepat
15	Video-15.mp4	5	4	Tidak Tepat
16	Video-16.mp4	3	3	Tepat
17	Video-17.mp4	85	2	Tidak Tepat
18	Video-18.mp4	6	4	Tidak Tepat
19	Video-19.mp4	5	5	Tepat
20	Video-20.mp4	6	3	Tidak Tepat
21	Video-21.mp4	2	2	Tepat
22	Video-22.mp4	5	3	Tidak Tepat
23	Video-23.mp4	11	4	Tidak Tepat
24	Video-24.mp4	6	4	Tidak Tepat
25	Video-25.mp4	10	4	Tidak Tepat
26	Video-26.mp4	7	5	Tidak Tepat
27	Video-27.mp4	6	5	Tidak Tepat
28	Video-28.mp4	8	4	Tidak Tepat
29	Video-29.mp4	8	4	Tidak Tepat
30	Video-30.mp4	6	3	Tidak Tepat

Keterangan Tabel :

Hijau : Kondisi Terang

Kuning : Dalam Ruangan

Biru : Kondisi Gelap / Malam Hari

Dari hasil pengujian pada 30 *video* diatas, didapatkan hasil berupa keterangan yang “tepat”

dan “tidak tepat”. Pengujian dikatakan tepat apabila hasil deteksi dari sistem sama dengan hasil penghitungan manual. Sebaliknya apabila hasil deteksi dari sistem tidak sama dengan hasil perhitungan manual, maka hasil keterangan tidak tepat.

Terlihat pada tabel 5.8, dari 10 pengujian *video* pada pencahayaan terang, 8 *video* sesuai dengan perhitungan manual, 2 *video* tidak tepat. Dari 10 pengujian *video* pada kondisi dalam ruangan, 2 *video* sesuai dengan perhitungan manual, 8 *video* tidak tepat. Dari 10 pengujian *video* pada kondisi gelap atau redup cahaya, 1 *video* sesuai dengan perhitungan manual, 9 *video* tidak tepat.

Dari pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa sistem dapat mendeteksi obyek pejalan kaki dengan baik pada kondisi pencahayaan terang. Sedangkan pada kondisi pencahayaan gelap dan di dalam ruangan, hasil deteksi kurang begitu baik terlihat dari jumlah deteksi yang tidak tepat jika dibandingkan dengan perhitungan manual. Hal ini disebabkan oleh bayangan yang mengganggu pada *video* sehingga membentuk sebuah obyek yang terhitung sebagai manusia khususnya pada *video* dalam ruangan. Hal lain yang juga mempengaruhi adalah bias cahaya pada *video*, obyek bergerak lainnya seperti asap dan bayangan pejalan kaki. Pada *video* pencahayaan gelap atau dalam ruangan, sensor kamera juga berpengaruh terhadap hasil deteksi karena pencahayaan yang kurang baik, sensor kamera yang tidak stabil membuat deteksi tidak tepat bahkan melebihi hasil perhitungan secara manual.

### D. Kesimpulan Pengujian

Pengujian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan. Kesimpulan dari hasil pengujian adalah sebagai berikut :

1. Dari pengujian pada beberapa sample *video*, nilai rasio minimum *thresholding* terbaik yang digunakan pada penelitian ini adalah 0.5.
2. Dari pengujian pada beberapa sample *video*, nilai elemen penstruktur pada operasi *opening* yang digunakan pada penelitian ini adalah radius 3x3.
3. Dari pengujian pada beberapa sample *video*, nilai elemen penstruktur pada operasi *closing* yang digunakan pada penelitian ini adalah radius 18x18.
4. Dari 10 pengujian *video* pada pencahayaan terang, 8 *video* sesuai dengan perhitungan manual, 2 *video* tidak tepat.
5. Dari 10 pengujian *video* pada kondisi dalam 2ruangan, 2 *video* sesuai dengan perhitungan manual, 8 *video* tidak tepat.

6. Dari 10 pengujian *video* pada kondisi gelap atau redup cahaya, 1 *video* sesuai dengan perhitungan manual, 9 *video* tidak tepat.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari tahap- tahap penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Program yang dirancang mampu melakukan deteksi dan penghitungan jumlah obyek pejalan kaki secara otomatis. Proses normalisasi dilakukan dengan mengekstrak citra *video* dalam bentuk citra biner. Lalu dilakukan dengan penerapan metode *Background Subtraction* dan *Operasi Morfologi*.
2. Pada pengujian sistem dapat membedakan obyek kecil selain pejalan kaki seperti kucing, daun, dan lain-lain serta obyek besar seperti mobil dengan baik.
3. Pendeteksian obyek pada *video* dapat dihasilkan dengan baik dalam kondisi *exposure value* statis yang diset saat perekaman dengan kamera.
4. Berdasarkan hasil pengujian, program yang dirancang dapat mendeteksi dan menghitung obyek pejalan kaki dengan sangat baik ketika dalam kondisi pencahayaan yang baik. Terlihat pada pengujian kondisi pencahayaan yang kurang baik itu kondisi gelap maupun dalam ruangan, program tidak dapat mendeteksi obyek dengan baik. Hal ini disebabkan oleh adanya *noise* yang disebabkan oleh kurangnya pencahayaan dan banyaknya obyek bayangan yang muncul sehingga ikut terdeteksi sebagai obyek.
5. Kelemahan dari penelitian ini adalah, sistem tidak dapat membedakan obyek yang bukan manusia meskipun obyek tersebut berukuran sama dengan obyek manusia. Karena pada penelitian ini tidak membedakan manusia dengan obyek lainnya berdasarkan bentuk atau ciri khusus pada obyek pejalan kaki.

Ada beberapa saran yang penulis paparkan agar berguna untuk pengembangan topik penelitian ini nantinya, yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan algoritma dan metode yang berbeda agar dapat dibandingkan dengan penelitian ini.
2. Pada penelitian ini proses *operasi morfologi* tidak dikombinasikan dengan metode tertentu, sehingga pada penelitian selanjutnya bisa dikembangkan proses *operasi morfologi* yang dikombinasikan dengan metode lainnya.

3. Untuk penelitian selanjutnya agar penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode yang dapat membedakan obyek pejalan kaki dengan obyek benda lain, baik itu bayangan dan *noise*.
4. Pada penelitian ini database video berupa citra video yang direkam, dapat dikembangkan dengan menggunakan realtime video pada percobaan penelitian selanjutnya.

#### REFERENSI

- [1] Dwi Nurhayati, Oky. 2010. *Multimedia – Kompresi Video*. Semarang : Slide Presentasi Mata Kuliah Multimedia Pada PRODI S1 Sistem Komputer Universitas Diponegoro.
- [2] Febriyanto, Andi. 2013. *Analisis Kinerja Metode Background Subtraction dan Haar- Like Feature Untuk Monitoring Pejalan Kaki Menggunakan Kamera Webcam*. Yogyakarta: Prodi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
- [3] Fifi. 2011. *Pengukuran Kecepatan Obyek Bergerak Menggunakan Webcam Berbasis Pengolahan Citra Digital*. Surabaya: Jurusan Matematika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh November.
- [4] Irianto, Kurniawan Dwi. 2010. *Pendeteksi Gerak berbasis Kamera Menggunakan OpenCV pada Ruangan*. Surakarta: KomuniTi Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [5] Kadir, Abdul. 2012. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- [6] Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.
- [7] Patil, Rakibe. 2014. *Human Motion Detection using Background Subtraction Algorithm*. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*.
- [8] Prasetyo, Eko. 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [9] Solichin, Achmad. 2013. *Metode Background Subtraction Untuk Deteksi Obyek Pejalan Kaki Pada Lingkungan Statis*. Yogyakarta: Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika FMIPA Universitas Gajah Mada.

## JURNAL 2

### PENYAKIT KULIT BERBASIS COMPUTER VISION MELALUI DETEKSI TEPI

Hapnes Toba<sup>1</sup>, Antonius Hendrik<sup>2</sup>, Riskadewi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi D3 Teknik Informatika, <sup>2,3</sup>Jurusan S1 Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Maranatha  
Jl. Suria Sumantri No. 65, Bandung 40164  
<sup>1</sup>[hapnestoba@it.maranatha.edu](mailto:hapnestoba@it.maranatha.edu), <sup>2,3</sup>[antonriskadewi@live.com](mailto:antonriskadewi@live.com)

---

#### Abstrak

Penglihatan manusia dapat melakukan hal-hal yang menakjubkan seperti mengenali objek, navigasi dalam menghindari rintangan, ataupun mengenali *mood* di dalam sebuah adegan. Lain halnya dengan komputer yang memerlukan sensor guna menerima persepsi dari lingkungan dan program komputer yang berfungsi sebagai pemroses data dari sensor tersebut. *Computer vision* merupakan sebuah konsep yang memanfaatkan teknik- teknik pemrosesan citra untuk membuat keputusan berdasarkan citra yang didapat dari sensor. Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah basisdata yang terintegrasi dengan kamera sebagai sensor untuk mengenali berbagai penyakit kulit melalui deteksi tepi. Untuk mendeteksi tepi dari satu atau lebih objek, digunakan operator Canny, Prewitt, Sobel, dan Roberts. Hasil deteksi tepi tersebut kemudian akan dicocokkan dengan fitur-fitur yang tersimpan dalam basisdata untuk menentukan penyakit kulit yang teridentifikasi. Perangkat lunak untuk deteksi tepi diimplementasikan dengan Microsoft Visual Studio 2010 dan OpenCV 2.4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk dapat mengenali penyakit kulit secara lebih baik diperlukan pengurangan *noise* dengan menggunakan filter Gaussian dan pemecahan (*split*) citra warna ke dalam masing-masing saluran warna (merah, hijau, dan biru) dengan ukuran 8 bit. Hasil evaluasi pencocokan citra dengan metode *cross-correlation* menunjukkan bahwa operator Canny adalah operator yang paling memenuhi kriteria penandaan tepi, yaitu: tingkat kesalahan yang rendah, lokasi yang benar, dan waktu respon yang minimum.

**Kata kunci :** *pengolahan citra, computer vision, pengenalan obyek, deteksi tepi, penyakit kulit, OpenCV*

---

Penglihatan manusia dapat melakukan hal-hal yang menakjubkan seperti mengenali orang/objek, navigasi dalam menghindari rintangan, ataupun mengenali *mood* di dalam sebuah adegan. Lain halnya dengan mesin, yang dalam konteks ini adalah komputer. Untuk melakukan mimikri terhadap penglihatan manusia, komputer memerlukan sensor yang berfungsi layaknya mata pada manusia dan program komputer yang berfungsi sebagai pemroses data dari sensor. *Computer vision* merupakan ilmu yang menggunakan image processing untuk membuat keputusan berdasarkan citra yang didapat dari sensor [5, 9, 10]. Dengan kata lain, *computer vision* bertujuan untuk membangun sebuah mesin pandai yang dapat “melihat”. Kerangka kerja umum yang biasa dilakukan dalam *computer vision* adalah: proses akuisisi citra, pra pemrosesan, ekstraksi fitur, deteksi atau segmentasi citra, pemrosesan tingkat tinggi, dan terakhir pengambilan keputusan.

Tahap akuisisi citra adalah tahap untuk mendapatkan citra dari sensor. Tahap pra pemrosesan adalah tahap pemrosesan awal terhadap citra untuk memperbaiki kualitas citra, misalnya pengurangan *noise* (informasi yang salah pada citra)

dan *contrast enhancement* (perbaikan kontras pada citra). Tahap ekstraksi fitur adalah tahap ekstraksi fitur dari citra, misalnya titik, garis, dan tepi (*edge*). Tahap deteksi/segmentasi adalah tahap mendeteksi perbedaan kecerahan pada citra untuk mendapatkan lokasi atau posisi dari suatu objek. Kemudian, dilakukan pengenalan bentuk berdasarkan kriteria dan deskripsi objek yang telah ditentukan sebelumnya. Pemrosesan tingkat tinggi adalah tahap pemrosesan terhadap sebagian kecil dari data, misalnya sebagian dari titik dalam bagian citra tertentu. Contoh pemrosesan tingkat tinggi adalah *image recognition* (pengenalan citra) dan *image registration* (registrasi citra). Pengambilan keputusan adalah tahap dimana pengambilan keputusan akhir dibutuhkan pada aplikasi tertentu, misalnya pengambilan keputusan lulus/tidak lulus pada aplikasi otomatisasi inspeksi (*pass/fail on automatic inspection applications*) [5, 9, 10].

Terdapat beberapa penelitian *computer vision* untuk mendeteksi penyakit kulit, misalnya untuk mendeteksi penyakit *dermatitis*, *eczema*, dan *urticaria*. Namun pada umumnya metode yang digunakan adalah *texture features* yang merupakan metode analisis tekstur berbasis statistik [2, 6]. Masih sedikit sekali penelitian yang memanfaatkan

deteksi tepi sebagai fitur pengenalan. Menurut hipotesis kami, deteksi tepi dapat dimanfaatkan untuk mengenali bagian kulit yang sehat dan tidak setelah melalui pemrosesan citra. Dalam penelitian ini ditekankan pada proses untuk menemukan metode akuisisi citra yang baik sampai dengan menghasilkan kumpulan fitur untuk memperoleh operator deteksi tepi dengan performa terbaik sehingga dapat dipakai untuk mengenali obyek.

Permasalahan yang akan ditelaah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Prosedur apa saja yang perlu dilakukan untuk mendapatkan citra digital yang dapat diolah untuk *computer vision*?
2. Prosedur pra-pemrosesan apa saja yang harus dilakukan pada citra digital?
3. Hal apa saja yang dapat menentukan performa operator deteksi tepi?
4. Bagaimana membangun basis data citra untuk penyakit kulit?

Kerangka kerja dalam penelitian ini dapat dilihat Gambar 1. Proses dalam penelitian adalah: mengambil citra dari *webcam*, pra-pemrosesan, dan mendeteksi tepi dari citra. Mula-mula citra diambil dari *webcam*. Kemudian akan dilakukan pra-pemrosesan, yaitu pengurangan *noise*. Tahap selanjutnya adalah proses deteksi tepi pada citra tersebut dengan menggunakan operator Sobel, Prewit, dan Roberts. Hasil dari masing-masing operator akan dibandingkan untuk menentukan operator mana yang paling memenuhi kriteria penandaan tepi untuk mengenali penyakit kulit.

Setelah itu akan dibuat basis data citra yang berisi jenis penyakit dan hasil deteksi tepi dengan operator yang optimal. Basisdata citra berisi sejumlah citra penyakit kulit yang diambil melalui mesin pencari citra dari Google untuk 16 macam penyakit kulit sebagaimana diberikan pada Gambar

1. Untuk setiap penyakit diambil 30 citra dengan resolusi minimal 800x600 *dot-per-inch* (dpi).

## 2. Operator Deteksi Tepi dan Perangkat

Gradien dari sebuah fungsi citra adalah dasar dari banyak operator deteksi tepi klasik. Pada

prakteknya, operator deteksi tepi hanya berbeda pada tipe filter yang dipakai untuk mengestimasi komponen gradien dan cara mengkombinasikan komponen-komponen tersebut. Kekuatan dari titik-titik tepi dan arah dari tepi dimuat pada fungsi gradien dan dapat dengan mudah dihitung dari komponen berarah.

### 2.1 Operator Prewitt dan Sobel

Operator Prewitt dan Sobel menggunakan filter linear yang memperluas ketiga baris dan kolom yang berdekatan untuk melawan sensitifitas *noise* dari operator gradien sederhana (satu garis/kolom) [2, 7]. Operator Prewitt menggunakan filter pada persamaan 1 untuk menghitung rata-rata komponen gradien yang melewati sepanjang baris atau kolom yang bertetangga.  $\nabla P_x$  melakukan penghalusan (menggunakan filter kotak) terhadap tiga baris sebelum menghitung gradien  $x$ , dan  $\nabla P_y$  melakukan penghalusan terhadap tiga kolom sebelum menghitung gradien  $y$ .

$$H_x^P = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } H_y^P = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

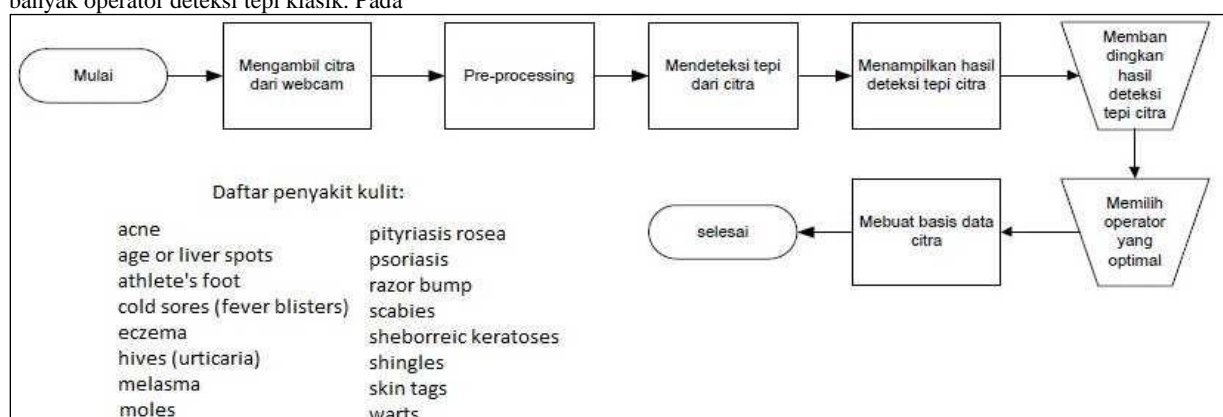
Filter untuk operator Sobel hampir identik, tetapi bagian penghalusan menetapkan bobot yang lebih tinggi untuk baris dan kolom yang berada di tengah. Operator Sobel menggunakan filter pada persamaan 2.

$$H_x^S = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } H_y^S = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

### 2.2 Operator Roberts

Operator Roberts merupakan filter yang paling sederhana dan paling tua. Operator Roberts menggunakan filter matriks berukuran 2x2 untuk mengestimasi arah gradien sepanjang diagonal citra. Operator Roberts menggunakan filter pada persamaan 3 [2, 7].

$$H_1^R = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \text{ dan } H_2^R = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$



Gambar 1. Metodologi Penelitian dan Daftar Penyakit Kulit



Filter Roberts dapat merespons tepi diagonal tetapi tidak memilih orientasi, kedua filter menunjukkan hasil yang kuat, yang melingkupi sudut dengan jangkauan yang luas. Kekuatan tepi dihitung dengan mengukur panjang vektor 2D yang dihasilkan, serupa dengan perhitungan gradien, tetapi dengan komponennya dirotasikan 45°.

## 2.3 Operator Canny

Operator Canny adalah operator deteksi tepi yang menggunakan algoritma banyak tahap (*multi-stage*) untuk mendeteksi banyak tepi dari suatu citra. Tahapan umum dalam algoritma Canny meliputi: pengurangan *noise*, mencari intensitas gradien dari citra, menerapkan *non-maximum suppression*, dan menelusuri tepi pada citra dan menentukan ambang histeresis (*hysteresis thresholding*) [2, 7].

## 2.4 OpenCV

OpenCV (*Open Source Computer Vision*) adalah sebuah pustaka perangkat lunak *computer vision* dan *machine learning* yang bersifat terbuka [8]. OpenCV dirancang sebagai infrastruktur umum untuk aplikasi *computer vision* dan untuk mempercepat penggunaan persepsi mesin (*machine perception*) dalam produk komersial. OpenCV berlisensi BSD (*Berkeley Software Distribution*), sehingga memudahkan bagi pelaku bisnis dan akademisi untuk memanfaatkan dan mengubah kode.

Pustaka OpenCV memiliki lebih dari 2.500 algoritma optimal, yang mencakup sekumpulan algoritma *computer vision* dan pembelajaran mesin bertipe klasik maupun terkini. Algoritma-algoritma ini dapat digunakan untuk berbagai proses dalam *computer vision*, seperti:

- mendeteksi dan mengenali wajah;
- mengidentifikasi objek;
- mengklasifikasikan tindakan manusia dalam video;
- melacak gerakan kamera;
- melacak obyek yang bergerak;
- ekstrak model 3D dari obyek;

- menghasilkan 3D *point clouds* dari kamera stereo;
- menggabungkan citra untuk menghasilkan citra dengan resolusi tinggi dari seluruh adegan;
- menemukan citra yang sama dari basisdata citra;
- menghapus mata merah dari citra yang diambil menggunakan lampu kilat;
- mengikuti gerakan mata;
- mengenali pemandangan dan membuat penanda (*marker*) untuk melapisi (*overlay*) penanda dengan *augmented reality*, dan lain-lain.

## 3. Perancangan Sistem

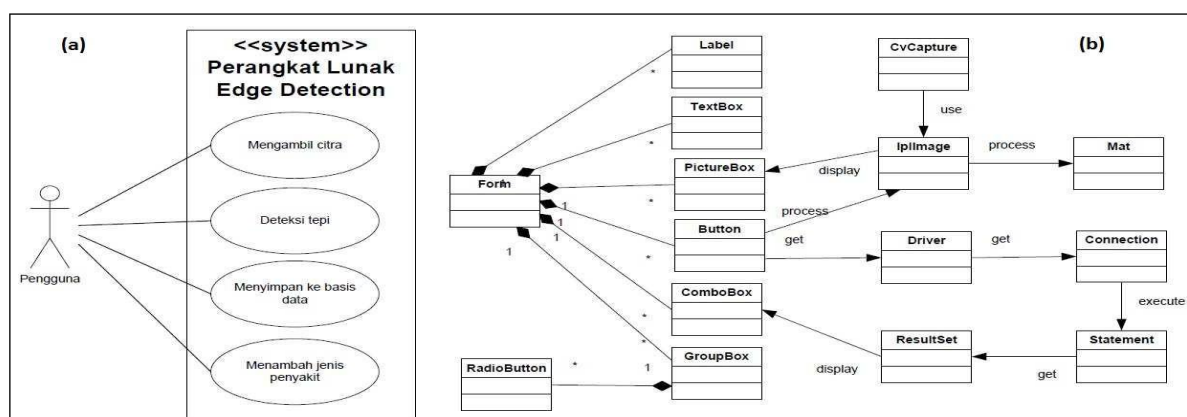
Perancangan, skenario dan pemodelan sistem dapat dilihat pada diagram *use case* dan diagram kelas pada Gambar 2(a) dan 2(b). Skenario pemanfaatan sistem secara garis besar adalah sebagai berikut:

### 3.1 Mengambil Citra

Fitur ini ditujukan untuk mengambil citra melalui *webcam* yang difungsikan sebagai sensor, layaknya mata pada manusia. Hasil citra di-*capture* tersebut akan dapat disimpan dalam format jpeg dan dapat dicocokkan dengan data penyakit pada basisdata. Lebih jauh, fitur ini di masa depan diharapkan dapat dijadikan juga sebagai cara untuk mendapatkan citra, dan menggantikan peran citra statis yang digunakan dalam penelitian kali ini.

### 3.2 Deteksi Tepi

Fitur ini ditujukan untuk melakukan deteksi tepi berdasarkan masukan yang diterima melalui *webcam* atau dari gambar statis. Kerangka kerja *computer vision* secara lengkap dilakukan dalam sub-sistem ini, yaitu pra-pemrosesan, pemilihan filter deteksi tepi (bandingkan juga dengan penjelasan pada bagian 2 di atas), penggabungan kembali saluran warna dari hasil deteksi tepi, serta menampilkan hasilnya.



Gambar 2. Skenario Sistem (a) dan Diagram Kelas (b)

**Tabel 1. Contoh metadata penyakit kulit dalam basisdata**

<i>Disease Name</i>	<i>Age</i>	<i>Gender</i>	<i>History</i>	<i>Site</i>	<i>Leison</i>	<i>Surface</i>	<i>Color</i>	<i>Itchiness</i>
<i>Eczema</i>	<i>infant</i>	<i>both</i>	<i>family</i>	<i>hair line, eyes region, nose-cheek region, mouth region, jaw region, neck region, elbow flexure, hand, knee, feet</i>		<i>scaly</i>	<i>brown, red</i>	<i>itchy</i>
<i>Moles</i>	<i>all</i>	<i>both</i>	<i>personal</i>	<i>all, except nail</i>	<i>flat, raised solid</i>		<i>black, blue, brown, red, white</i>	<i>non-itchy</i>
<i>Shingles (Herpes Zoster)</i>	<i>all</i>	<i>both</i>	<i>personal</i>	<i>hair line, eyes region, nose-cheek region</i>	<i>fluid filled</i>	<i>crust</i>		<i>itchy</i>

### 3.3 Menyimpan ke Basisdata

Fitur ini ditujukan untuk melakukan pengayaan data penyakit kulit di dalam basisdata. Pengguna akan dapat menyimpan informasi sesuai hasil operator deteksi tepi ditambah dengan metadata (lihat juga penjelasan pada bagian 3.4) tentang penyakit kulit yang dimaksudkan dalam citra. Contoh tampilan deteksi tepi dan masukan metadata dapat dilihat pada Lampiran A dan B.

### 3.4 Menambahkan Jenis Penyakit

Fitur ini ditujukan untuk mengisi metadata penting terkait suatu penyakit kulit, yang akan disimpan bersama dengan data citra yang diperoleh pada bagian 3.3. Berbekal pada metadata ini, deteksi penyakit kulit diharapkan akan lebih akurat dalam operasional di masa mendatang, karena akan dapat difungsikan sebagai tabel keputusan. Adapun contoh metadata yang dimaksudkan untuk tiga penyakit kulit dapat dilihat pada Tabel 1 [1, 4].

## 4. Eksperimen Performa

Eksperimen bertujuan menguji basis data citra yang dihasilkan oleh masing-masing operator deteksi tepi. Eksperimen dilakukan dengan membandingkan hasil deteksi tepi citra dalam basisdata citra dengan hasil deteksi tepi dari *sample* citra. Citra yang dipakai untuk eksperimen beserta jenis modifikasinya dapat dilihat pada Tabel 2. Dalam eksperimen, modifikasi citra diasumsikan sebagai *noise* yang berasal dari citra sesungguhnya yang diambil dari kamera. Perbandingan dilakukan dengan metode *Cross-Correlation* [3].

*Cross-Correlation* adalah ukuran kemiripan dari dua buah gelombang (*waveform*) sebagai fungsi *time lag* yang diaplikasikan pada salah satu gelombang. Nama lain dari metode *Cross-Correlation* adalah *Sliding Dot Product* atau *Sliding Inner Product*.

**Tabel 2. Hasil pengujian dengan *Cross-Correlation* pada basisdata untuk 10 penyakit kulit pada setiap operator**

No.	Nama Penyakit	Modifikasi Citra	Canny	Prewitt	Roberts	Sobel
1.	<i>Acne</i> = jerawat	<i>Monochromatic noise</i>	95,13%	20,50%	16,34%	2,00%
2.	<i>Age or Liver Spots</i> = bintik karena usia	<i>Exposure</i>	88,74%	23,50%	16,07%	2,04%
3.	<i>Athlete's Foot</i> = jamur pada kaki	<i>Blur</i>	85,64%	33,67%	25,13%	4,30%
4.	<i>Cold Sores (Fever Blisters)</i> = sariawan	<i>Crop</i>	87,02%	23,05%	16,39%	3,12%
5.	<i>Eczema</i> = eksim	<i>Distort</i>	77,03%	24,02%	16,48%	2,66%
6.	<i>Hives (Urticaria)</i> = gatal-gatal	<i>Gray scale</i>	99,42%	24,35%	16,57%	3,75%
7.	<i>Melasma (Pregnancy Mask)</i> = guratan pada perut saat mengandung	<i>Invert color</i>	84,48%	23,05%	17,73%	2,26%
8.	<i>Moles</i> = tahi lalat	<i>Colored noise</i>	74,19%	20,83%	15,23%	2,34%
9.	<i>Pityriasis Rosea/Rosacea</i> = kulit kemerahan	<i>Contrast increasing</i>	87,87%	18,10%	14,54%	2,11%
10.	<i>Razor Bump</i> = kerusakan kulit karena mencukur	<i>Sharpen</i>	79,20%	19,59%	16,00%	2,08%



Sebagai fungsi diskret, *Cross-Correlation* didefinisikan dalam persamaan 4.

$$(f \star g) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)g(t - \tau)d\tau \quad (4)$$

Dimana  $f$  dan  $g$  adalah fungsi yang bertipe real, yang memiliki perbedaan hanya pada pergeseran sepanjang sumbu  $x$ . *Cross-Correlation* dipakai untuk mencari seberapa banyak  $g$  yang harus berpindah di sepanjang sumbu  $x$  agar  $f$  dan  $g$  menjadi identik. Rumus di atas pada dasarnya menggeser fungsi  $g$  sepanjang sumbu  $x$ , kemudian menghitung nilai integral untuk setiap operasi perkalian pada setiap

piksel. Jika terjadi kecocokan (*match*), nilai  $\text{血} * \text{訣}$  akan mencapai nilai maksimum, yaitu 100%.

## 5. Evaluasi Performa

Dari hasil pada Tabel 2, dihasilkan beberapa pembelajaran sebagai berikut:

- Sesuai dengan kompleksitas dan proses yang ada, algoritma Canny menghasilkan kecocokan yang paling tinggi, dan Sobel terendah.
- Perbedaan nilai akurasi antar penyakit tidak berbeda jauh untuk setiap operator. Hal ini mengindikasikan bahwa karakteristik 'tepi' antar penyakit tidak berbeda secara signifikan.
- Karakteristik penyakit kulit dalam basisdata didominasi oleh penyakit yang mementingkan perubahan warna dibandingkan bentuk, seperti: bintik-bintik kecil yang memiliki tepi sangat mirip antara satu dengan lainnya, sehingga sulit dideteksi dengan algoritma deteksi tepi dalam satu tahap. Menurut analisis kami, inilah salah satu alasan yang menyebabkan algoritma Canny berhasil mendapatkan kecocokan lebih baik dibanding algoritma lainnya.
- Karakteristik umum dimiliki paling nyata pada penyakit '*hives*', hal ini ditunjukkan dengan kenyataan bahwa dari 10 penyakit yang diuji pada Tabel 2, ada 8 penyakit yang mengarah pada '*hives*', dan hanya 2 penyakit yang tepat dideteksi, yaitu: '*age spot*', dan '*hives*'.

## 6. Kesimpulan dan Keberlanjutan

Kesimpulan yang dapat ditarik melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah menghasilkan sistem yang bertujuan untuk menambahkan pengetahuan dan pengolahan citra hasil deteksi tepi ke dalam basisdata citra.
2. Sistem telah dapat mengintegrasikan perangkat lunak dan keras (*webcam*) yang bersifat generik, tidak bergantung pada jenis ataupun *driver* tertentu.
3. Basisdata citra untuk penyakit kulit telah berhasil dibangun dengan menggunakan sistem basisdata MySQL. Basisdata ini berisi pengetahuan (metadata) tentang penyakit kulit dan pengolahan citra hasil deteksi tepi.

4. Prosedur pra-pemrosesan yang perlu dilakukan pada pemrosesan citra digital adalah:
  - a. Pengurangan *noise* dengan menggunakan filter Gaussian;
  - b. Pemecahan (*split*) citra warna ke dalam setiap komponen warna (merah, hijau, dan biru) masing-masing dengan ukuran 8 bit.
5. Hal-hal yang dapat menentukan performa operator deteksi tepi adalah tingkat kekaburan citra dan pengurangan *noise*.
6. Operator Canny adalah operator yang paling memenuhi kriteria penandaan tepi, yaitu: tingkat kesalahan yang rendah, lokasi yang benar, dan respon minimum, serta memiliki tingkat kecocokan paling baik.

Saran pengembangan untuk tahap penelitian selanjutnya adalah:

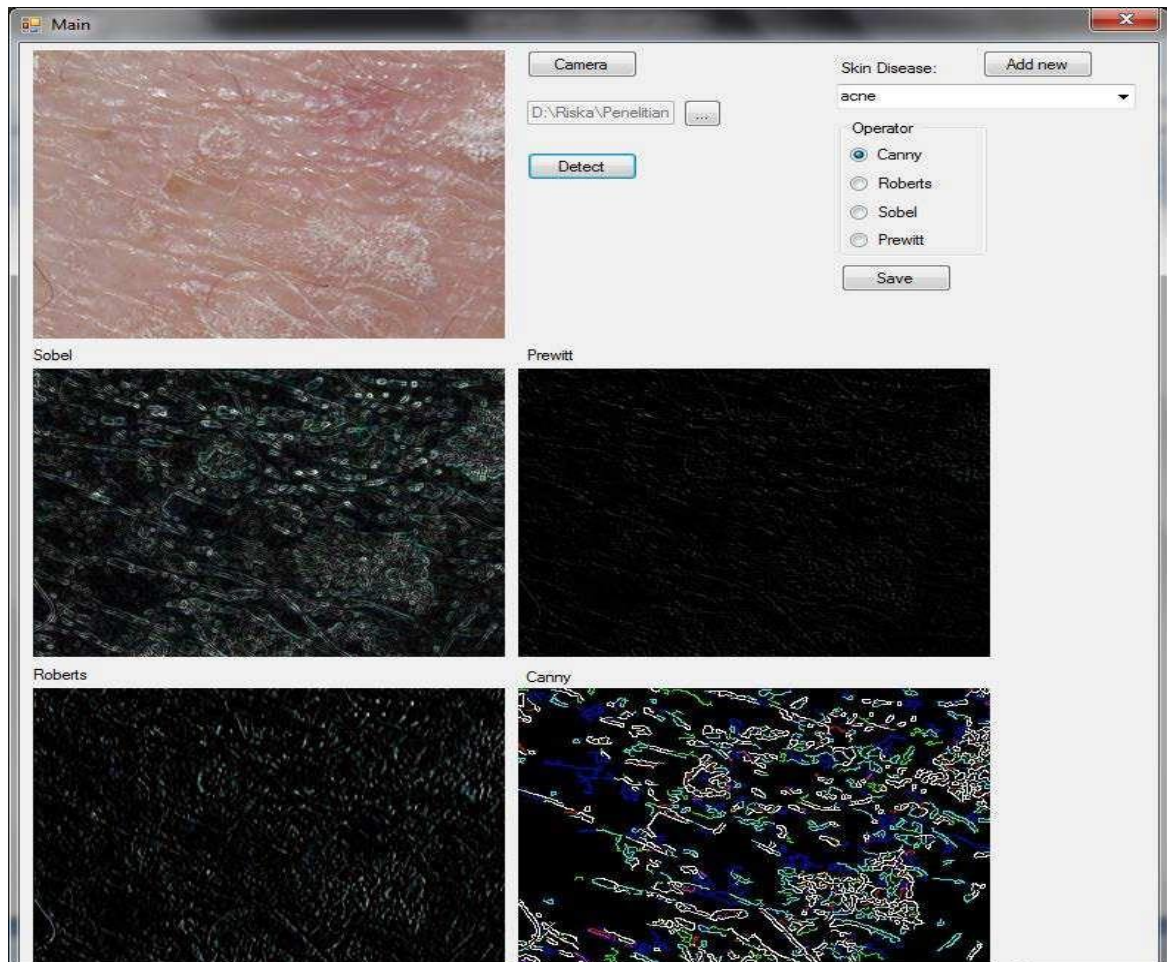
1. Penggunaan kamera yang memiliki resolusi yang lebih baik akan menghasilkan citra yang memiliki ketajaman yang lebih baik.
2. Memperkaya fitur deteksi tepi dengan fitur-fitur kontras serta warna untuk jenis-jenis penyakit yang lebih mengedepankan perubahan warna dibandingkan bentuk ataupun tekstur, seperti: *age/liver spot*, *hives*, *razor bump*, dan *rosacea*, sehingga dapat memperbaiki performa pencocokan.
3. Penggunaan metode pencocokan yang mampu mendeteksi *key point interest*.

## Daftar Pustaka:

- [1] Ashton, R. & Leppard, B., 2004, *Differential Diagnosis in Dermatology 3<sup>rd</sup> ed.*, Abington: Radcliffe Publishing Ltd.
- [2] Bin, L. & Mehdi, S.Y., 2012, *Comparison for Image Edge Detection Algorithms*, IOSR Journal of Computer Engineering.
- [3] Bracewell, R., 1965, *Pentagram Notation for Cross Correlation*, The Fourier Transform and Its Applications, New York: McGraw-Hill.
- [4] Buxton, P.K., 2003, *ABC of Dermatology 4<sup>th</sup> ed.*, London: BMJ Publishing Group.
- [5] Forsyth, D.A. & Ponce, J., 2011, *Computer Vision: A Modern Approach 2<sup>nd</sup> ed.*, Pearson Education, Ltd.
- [6] Mitra, A.K. & Parekh, R., 2011, *Automated Detection of Skin Diseases Using Texture Features*, International Journal of Engineering Science and Technology.
- [7] Munir, R., 2004, *Pengolahan Citra Digital*, Bandung: Penerbit Informatika.
- [8] OpenCV, 2012, *Open Source Computer Vision*, <http://opencv.org/>, diakses: November 2013.
- [9] Shapiro, L.G. & Stockman, G.C., 2001, *Computer Vision*, Prentice Hall
- [10] Szeliski, R., 2011, *Computer Vision: Algorithms and Applications*, Springer.

## Lampiran

### A. Contoh tampilan dalam sistem untuk hasil deteksi tepi pada penyakit kulit 'acne'.



### B. Contoh tampilan untuk masukan metadata penyakit kulit.

The 'Add new' application window is used to enter metadata for a new skin disease entry. It includes a text field for the skin disease name and various checkboxes for demographic and clinical information.

Metadata fields:

- Skin disease: [Text field]
- Age: ☐ Infant, ☐ Young, ☐ Adult, ☐ Old
- Gender: ☒ Male, ☒ Female
- History: ☐ Family, ☒ Personal
- Sites: ☐ Hair line, ☐ Eyes region, ☐ Nose-cheek region, ☐ Ear region, ☐ Mouth region, ☐ Jaw region, ☐ Scalp, ☐ Neck region, ☐ Decollete, ☐ Chest, ☐ Abdomen, ☐ Upper back, ☐ Lower back, ☐ Flank, ☐ Genital region, ☐ Anal region, ☐ Shoulder region, ☐ Upper arm, ☐ Axilla, ☐ Elbow flexure, ☐ Lower arm, ☐ Hand, ☐ Upper leg, ☐ Hollow of the knee, ☐ Lower leg, ☐ Knee, ☐ Feet, ☐ Nail
- Color: ☐ Black, ☐ Blue, ☐ Brown, ☐ Gray, ☐ Pink, ☐ Red, ☐ White, ☐ Yellow
- Surface: ☐ Normal, ☐ Crust, ☐ Excoriated, ☐ Exudate, ☐ Hyperkerotic, ☐ Scaly, ☐ Warty
- Lesion: ☐ Broken, ☐ Comedone, ☐ Cyst, ☐ Flat, ☐ Fluid filled, ☐ Raised solid
- Itchiness: Non-itchy (dropdown menu)

Buttons: Save, Close

## **JURNAL 3**

### **PENGEMBANGAN COMPUTER VISION SYSTEM SEDERHANA UNTUK MENENTUKAN KUALITAS TOMAT**

**DI TULIS OLEH :**

**RUDIATI EVI MASITHOH , BUDI RAHARDJO , LILIK SUTJARSO , AGUS HARDJOKO**

#### **A. ISI**

Kualitas merupakan karakter suatu produk yang menunjukkan derajat keunggulan suatu produk atau kemampuannya dalam memenuhi kebutuhan tertentu (Abbott, 1999). Warna merupakan parameter utama dari konsumen untuk menentukan kualitas (Francis, 1995). Instrumen pengukur warna semakin berkembang, sehingga pengamatan yang sebelumnya hanya dapat dilakukan oleh indra manusia sekarang dapat dilakukan dengan instrumen. Instrumen pengukur warna konvensional, misalnya colorimeters dan spektrofotometer, menyediakan informasi warna dalam format XYZ, RGB dan  $L^*a^*b^*$  (Mendoza dkk., 2006). Beberapa metode subyektif untuk mengukur warna telah dikembangkan antara lain color chart dan rating scale (Grierson dan Kader, 1986). CVS merupakan sistem berbasis pada pengembangan algoritma dan komputer untuk menstimulasi visualisasi manusia agar dapat secara otomatis mengekstrak informasi berharga dari suatu obyek (Panigrahi dan Gunasekaran, 2001).

Mata manusia adalah sebuah sistem canggih yang melakukan respon atas rangsangan visual. Secara fungsional, computer vision dan penglihatan manusia adalah sama, dengan tujuan menafsirkan data spasial yaitu data yang diindeks oleh lebih dari satu dimensi. Meskipun demikian, computer vision tidak dapat diharapkan untuk mereplikasi persis seperti mata manusia. Hal ini disebabkan pengetahuan tentang bagaimana sistem mata dan otak bekerja belum sepenuhnya dipahami, sehingga tidak dapat merancang sebuah sistem untuk mereplikasi secara tepat fungsi mata manusia. Yang dapat dilakukan adalah teknik computer vision yang dapat mereplikasi dan, dalam beberapa kasus bahkan memperbaiki sistem penglihatan manusia (Nixon dan Aguado, 2008). CVS terdiri dari komputer yang merupakan analog dari otak manusia, sensor atau kamera digital (analog dari mata manusia), dan sistem penerangan berupa sumber cahaya untuk memfasilitasi akuisisi citra. Secara umum, terdapat 3 (tiga) operasi utama dalam CVS yaitu akuisisi citra (image acquisition), pengolahan citra (image processing), dan penerjemahan citra (image understanding) (Panigrahi dan Gunasekaran, 2001). Secara lebih rinci, tahapan-tahapan dalam analisis citra adalah: 1) pembentukan citra, dimana citra suatu obyek diambil dan disimpan dalam komputer, 2) pre-proses citra, dimana kualitas citra digital diperbaiki untuk meningkatkan detail citra, 3) segmentasi citra, dimana citra obyek diidentifikasi dan dipisahkan dari latar belakangnya, 4) pengukuran citra, dimana beberapa fitur-fitur yang signifikan dikuantitaskan, dan 5) interpretasi citra, dimana fitur-fitur yang telah diekstrak kemudian diinterpretasikan (Mery dan Pedreschi, 2005). CVS membantu kerja manusia dalam mengambil keputusan secara cepat, akurat, dan konsisten. Namun demikian, kinerja CVS memerlukan kajian dan pengembangan yang berkelanjutan karena keterbatasannya untuk melakukan analisis kuantitatif secara mendalam (Abdullah, dkk., 2004). Hal ini disebabkan karena kamera yang digunakan pada CVS biasanya hanya beroperasi pada panjang gelombang 10<sup>-4</sup> – 10<sup>-7</sup> m yang hanya dapat menghasilkan informasi parameter eksternal dari obyek dan bukan parameter internal. Tetapi, beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kenampakan eksternal yang diperoleh dari CVS dengan parameter internalnya, seperti kandungan kadar air (Masithoh dan Kusuma, 2008), klorofil (Kawashima dan Nakatani, 1998), serta kadar gula dan pH pada jeruk (Kondo dkk., 2000). Dengan mengembangkan metode CVS ini maka pengukuran dapat dilakukan secara berulang untuk memperoleh hasil yang lebih akurat pada sampel yang sama karena menggunakan metode non-destruktif, serta dapat digunakan di lapangan untuk mengukur kualitas secara cepat. Penelitian ini bertujuan untuk

mengukur RGB warna dan memprediksi kualitas buah secara non-destruktif berdasarkan warna untuk mendapatkan informasi hayati secara real-time dengan menggunakan tomat sebagai obyek validasi.

## METODE PENELITIAN

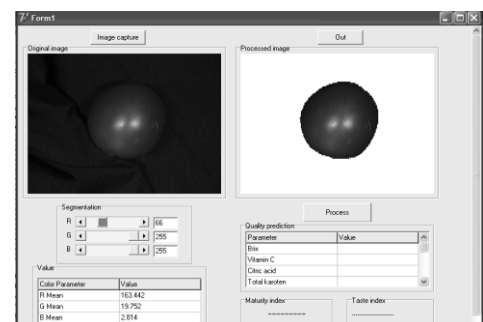
Penelitian ini mencakup dua tahap, yaitu pembuatan instrumen penangkap citra dan pembuatan perangkat lunak untuk menentukan kualitas tomat berdasarkan parameter citra dan jaringan syaraf tiruan. CVS yang dibangun terdiri dari (1) kotak untuk meletakkan obyek dan menangkap citra, (2) webcam untuk mendapatkan gambar dalam format digital, (3) sumber cahaya yang berasal dari lampu Light Emitting Diode (LED) sepanjang 5 meter dan 4 (empat) buah lampu TL masing-masing berdaya 8W, (4) komputer untuk menyimpan gambar dan mengolah data, berikut monitor untuk menampilkan citra, dan (5) analisis citra yang dilengkapi dengan jaringan syaraf tiruan (JST) untuk menentukan kualitas tomat.

## Hasil dan Penelitian

CVS yang dikembangkan tampak seperti Gambar 1. CVS terdiri dari kotak aluminium tertutup yang di dalamnya terdapat webcam, lampu LED dan 4 buah lampu TL sebagai sumber cahaya, serta komputer sebagai pengolah citra dan penampil data hasil ekstraksi citra. Citra yang diambil kemudian diolah dengan program pengolah citra yang dibuat. Gambar 2 merupakan tampilan antar muka atau graphical user interface (GUI) dari perangkat lunak pengolah citra yang dibuat. Bagian-bagian dari GUI ini adalah citra awal dan citra hasil segmentasi, nilai rata-rata warna Red Green Blue (RGB) dari citra yang telah disegmentasi, dan prediksi nilai kualitas tomat yang meliputi Brix, vitamin C, asam sitrat, dan gula total. Bagian-bagian dari GUI ini adalah citra awal dan citra hasil segmentasi, nilai rata-rata warna Red Green Blue (RGB) dari citra yang telah disegmentasi, dan prediksi nilai kualitas tomat yang meliputi Brix, vitamin C, asam sitrat, dan gula total.



Gambar 1. *Computer vision system* yang dikembangkan kualitas tomat

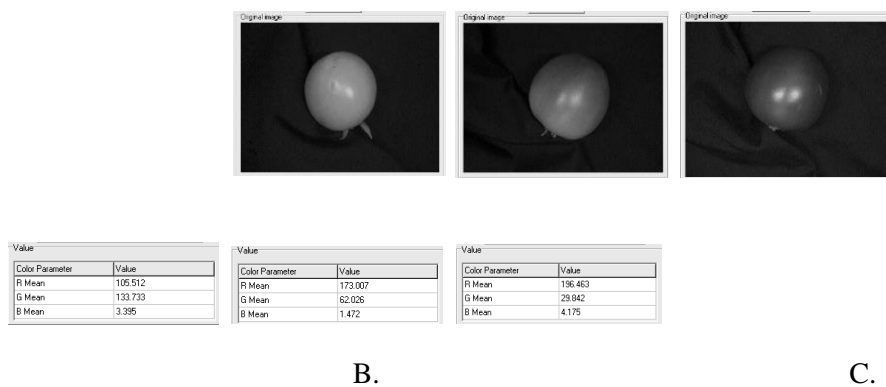


Gambar 2. Tampilan antar muka untuk prediksi

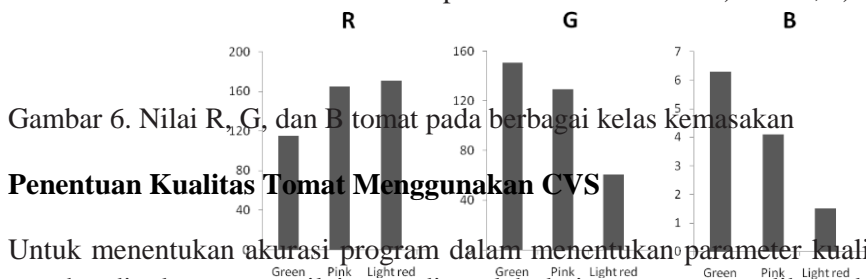
## Warna dan Kualitas Tomat

Gambar 5 menunjukkan nilai warna RGB tomat pada berbagai kelas kematangan. Tampak bahwa pada kelas kematangan yang berbeda maka nilai yang dihasilkan juga berbeda. Dari semua citra tomat yang dianalisis, bila ditampilkan dalam bentuk grafik maka dapat dilihat pada Gambar 6. Tampak bahwa nilai R akan semakin besar jika kelas

kemasakan tomat semakin meningkat. Jika kelas kemasakan meningkat yang ditandai dengan semakin meningkatnya warna merah pada buah, maka nilai R juga meningkat. Nilai R merupakan representasi nilai pigmen tomat berupa karoten dan likopen yang mengalami sintesis selama pemasakan, sehingga warna merahnya akan meningkat (Grierson dan Kader, 1986). Nilai G tomat akan semakin menurun dengan meningkatnya kelas kemasakan (Gambar 6.). Hal ini terjadi karena nilai G mencerminkan klorofil warna hijau pada tomat yang mengalami degradasi selama pemasakan berlangsung. Sedangkan untuk parameter warna B, maka semakin besar kelas kemasakan, maka nilai B akan menurun, dengan penurunan yang besar pada kelas kemasakan Green sampai Light red, kemudian akan mendekati konstan sampai dengan akhir kemasakan (kelas Red). Hal ini sejalan dengan yang ditemukan oleh Gautier dkk. (2008) yaitu nilai Blue akan semakin menurun mengarah ke warna Yellow. Akan tetapi, fenomena yang berbeda ditemukan oleh Lana dkk. (2006) yang meneliti bahwa nilai B pada tomat iris akan naik.



Gambar 5. Nilai RGB tomat pada kelas kemasakan a) Green, b) Light red, dan c) Red.



Gambar 6. Nilai R, G, dan B tomat pada berbagai kelas kemasakan

### Penentuan Kualitas Tomat Menggunakan CVS

Untuk menentukan akurasi program dalam menentukan parameter kualitas, maka perlu dilakukan uji akurasi, dengan membandingkan antara nilai yang diperoleh dari program yang dibuat dengan nilai parameter kualitas dari pengukuran secara destruktif (kimia) di laboratorium. Gambar 8 merupakan grafik hubungan antara nilai Brix, vitamin C, asam sitrat, dan gula total prediksi dan aktual. Agar diperoleh nilai prediksi yang sama atau mendekati nilai aktual maka dibuatkan nilai kalibrasi. Untuk nilai Brix, maka nilai aktualnya diperoleh dari persamaan  $y = 12,16x - 26,46$  dengan  $x$  adalah nilai Brix prediksi. Sedangkan kadar vitamin C, asam sitrat, dan gula total aktual secara berturut-turut diperoleh dari  $y = 1,09x - 3,13$ ,  $y = 7,35x - 19,44$ , dan  $y = 1,58x - 0,18$ , dengan  $x$  adalah nilai vitamin C prediksi, asam sitrat prediksi, dan gula total prediksi.

## B. KESIMPULAN

Sebuah *Computer Vision System* (CVS) yang terdiri dari kotak obyek, webcam, komputer, sistem penerangan, dan perangkat lunak analisis citra dengan jaringan syaraf tiruan dikembangkan untuk menentukan kualitas tomat, yaitu Brix, asam sitrat, vitamin C, dan gula total. Arsitektur jaringan dibentuk dengan 3 lapisan terdiri dari 1 lapisan input dengan 3 sel syaraf masukan, 1 lapisan tersembunyi dengan 14 sel syaraf berfungsi aktivasi logsig dan 5 lapisan output dengan fungsi aktivasi purelin menggunakan algoritma pelatihan *backpropagation*.