

PERPUSTAKAAN UMP



0000096945

KAEDAH HIBRID PENGESANAN NULI MUKA MANUSIA  
BAGI SISTEM PEMANTAUAN

ZULKIFLI BIN MUSA

TESIS YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMPEROLEH IJAZAH  
SARJANA SAINS

FAKULTI KEJURUTERAAN DAN ALAM BINA  
UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA  
BANGI

2014

## ABSTRAK

Sistem pemantauan di kebanyakan premis di Malaysia hanya mampu merakam aktiviti persekitaran manakala keselamatan premis berkenaan pula diserahkan kepada pengawal keselamatan yang mempunyai keupayaan yang terhad. Keadaan ini menjadi faktor kehadiran penjenayah bertopeng yang sering kali berjaya dalam misi rompakan mereka. Oleh yang demikian, satu sistem pengesanan kulit muka manusia yang terdedah diperlukan bagi pengkelasan setiap pelanggan. Terdapat 3 objektif pembinaan sistem pengesanan kulit muka ini. Pertamanya ialah mengesan kehadiran pelanggan. Kedua, mengesan bahagian kepala pelanggan yang berdiri secara normal. Ketiga, mengesan kulit muka pelanggan yang terdedah dan mengkelaskannya kepada 5 kumpulan. Kehadiran pelanggan dikesan melalui kaedah penolakan latar belakang (*Background Subtraction*, BS). Kaedah ini memerlukan dua imej iaitu imej rujukan dan imej semasa bagi memisahkan piksel latar hadapan (*Foreground*, FG) daripada piksel latar belakang (*Background*, BG). Kaedah morfologi turut digunakan bagi meningkatkan kualiti imej binari objek. Pengesanan kawasan kepala pelanggan dilakukan dengan menggunakan kaedah penjelmaan Hough bulatan (*Circle Hough Transform*, CHT). Kaedah ini melakukan pemetaan templet bulatan pada setiap piksel garisan sempadan objek dan menghasilkan matrik CHT yang mengandungi koordinat dan jejari bagi 10 bulatan terbaik. Seterusnya, pemilihan satu bulatan bagi kepala dilakukan berpandukan Ymin didalam matrik CHT berkenaan. Pengesanan kawasan kulit dilakukan menggunakan kaedah baru dan berkesan dikenali sebagai kulit kelabu (*Gray Skin*, GS). Ia dapat mengesan kepelbagaian ton kulit manusia seperti kulit cerah (KC), kulit sawo matang (KS), dan kulit gelap (KG) dengan memaparkan imej kontras diantara kulit dan bukan kulit dalam skala kelabu. Imej kontras ini terhasil melalui pendaraban pekali GS pada setiap komponen imej ( $R_c \times R + G_c \times G + B_c \times B$ ). Tiga pekali GS yang digunakan ialah; pekali komponen merah (*Red Coefficient*,  $R_c$ ), pekali komponen hijau (*Green Coefficient*,  $G_c$ ), pekali komponen biru (*Blue Coefficient*,  $B_c$ ). Analisis yang dijalankan telah menemui nilai pekali GS bagi setiap kumpulan kulit dan memilih satu pekali GS tunggal yang sesuai bagi semua ton kulit. Nilai pekali GS tunggal yang dipilih ialah  $R_c = 1.00$ ,  $G_c = 0.50$ ,  $B_c = 0.50$ . Pemisahan kawasan kulit dan bukan kulit pada imej kontras dilakukan dengan penetapan julat nilai ambang (nilai ambang rendah,  $ThR$  dan nilai ambang tinggi,  $ThT$ ). Analisis yang dijalankan telah menemui julat nilai ambang bagi setiap kumpulan kulit dan memilih satu julat yang sesuai bagi semua ton kulit. Julat nilai ambang tunggal ini ialah;  $ThR = 18$ , dan  $ThT = 113$ . Pengkelasan pelanggan kepada 5 kumpulan dilakukan berpandukan julat peratusan piksel kulit (PPK) pada kawasan kepala pelanggan. Julat PPK dikelaskan kepada 100-41, 40-31, 30-21, 20-11, dan 10-0 yang merupakan julat bagi kumpulan KA, KB, KC, KD, dan KE. Pengujian keberkesanan kaedah GS bagi mengesan kepelbagaian kulit dilakukan dengan mengira purata peratusan set (PPS) yang mencatatkan nilai 92.8%. Secara keseluruhannya, keupayaan sistem pengesanan kulit muka terdedah dinilai dengan menggunakan kaedah kepekaan (*sensitivity*) dan kekhususan (*specificity*) terhadap 27 set imej yang berbeza. Keputusan menunjukkan purata sensitivity mencapai 89% manakala purata specificity mencapai 97%. Kesimpulannya, gabungan kaedah yang digunakan berjaya mengkelaskan pelanggan kepada beberapa kumpulan bergantung kepada kulit muka yang terdedah.

## INTELLIGENT MONITORING SYSTEM FOR THE CLASSIFICATION OF CUSTOMERS USING THE HYBRID FACE DETECTION

### ABSTRACT

Monitoring systems in most outlets in Malaysia only capable of recording activities on the environment and the safety of the premises were handed over to the security guards that have limited capabilities. This is a factor for the presence of masked criminals is often successful in their robbery mission. Therefore, a detection system that exposed human skin needed for the classification of each customer. There are three objectives of the construction of this facial skin detection. The first is the presence of customers. Second, detect the head in normal standing customers. Third, tracking customers exposed skin and classified into 5 groups. Customer presence is detected by Background Subtraction (BS) method. The method requires two images of the reference image and the current image to separate the foreground (FG) pixels of background (BG) pixels. Morphological methods were used to improve the quality of binary image objects. Detection of the customer's head is done by using the Circle Hough Transform (CHT). This method mapping template circle at each pixel boundary objects and produce CHT matrix that containing the coordinates and radius of the 10 best circles. Next, the selection of a circle for the head has done according  $Y_{min}$  in the CHT matrix. Detection of the skin is done using a new and efficient method is known as the Skin Gray (GS). It can detect the diversity of human skin tones like bright skin (*Kulit Cerah*, KC), tanned skin (*Kulit Sawo*, KS), and dark skin (*Kulit Gelap*, KG) to display the image contrast between skin and non-skin in grayscale. Image contrast is produced by multiplication coefficient of GS in each image component ( $R_C \times R + G_C + G \times B_C \times B$ ). Three coefficients were used GS; coefficient of the Red Component (Red Coefficient,  $R_C$ ), the coefficient of the green component (Green Coefficient,  $G_C$ ), the coefficient of the blue component (Blue Coefficient,  $B_C$ ). The analysis conducted has found the GS coefficients for each group of skin and choose a single GS coefficient suitable for all skin tones. The coefficient of selected single GS is  $R_C = 1.00$ , which  $G_C = 0.50$ ,  $B_C = 0.50$ . Separation of skin and non-skin area on the image contrast is done by setting range of the threshold value (low threshold (THR) and high threshold (THT)). The analysis conducted has found a range of values for each group threshold skin and choose a range that is suitable for all skin tones. Single threshold value range is; THR = 18, and THT = 113. Classification customers into 5 groups based on the range of skin pixels percentage (*Peratusan Pikel Kulit*, PPK) on the customer's head. Range PPK classified to 100-41, 40-31, 30-21, 20-11, and 10-0 which is the range for the KA, KB, KC, KD and KE. The effectiveness of the GS method for detecting the diversity of the skin is done by calculating the average percentage of the set (*Purata Peratusan Set*, PPS) accounted for 92.8 %. Overall, the ability of exposed skin detection system evaluated using the method sensitivity and specificity of 27 different sets of images. Results showed an average sensitivity reached 89 %, while achieving 97 % average specificity. In conclusion, the combination of methods used successfully to classify customers into groups depending on the vulnerable skin.



2.3	Pengesanan Muka Manusia	26
2.3.1	Pengenalan kepada Sistem Pengesanan Muka Manusia	28
2.3.2	Evolusi Penyelidikan	30
2.3.3	Pendekatan Berasaskan Ciri	31
2.3.4	Pendekatan Berasaskan Imej	43
2.3.5	Sistem Pengesanan Muka Manusia Terkini	48
2.3.6	Kesimpulan Kepada Sistem Pengesanan Muka Manusia	49
2.4	Rumusan	51
<b>BAB III      METHODOLOGI</b>		
3.1	Pengenalan	53
3.2	Teknik Pemprosesan Yang Dicadangkan	55
3.3	Penolakan Latar Belakang	56
3.3.1	Pra-Pemprosesan	57
3.3.2	Perbezaan Piksai	58
3.3.3	Perbezaan Warnadan Kecerahan	60
3.3.4	Pemisahan Objek dan Bebayang	64
3.3.5	Mempertingkatkan Imej Binari Objek	66
3.3.6	Pasca-Pemprosesan	75
3.4	Pengesanan Kepala	76
3.4.1	Pra-Pemprosesan	77
3.4.2	Pengesanan Sempadan	78
3.4.3	Penjelmaan Hough Bulatan	79
3.4.4	Pemilihan Bulatan	86
3.4.5	Pembinaan Topeng Kepala	87
3.4.6	Pasca-Pemprosesan	88
3.5	Pengesanan Dan Pengkelasan Kulit Muka	89
3.5.1	Pra-Pemprosesan	90
3.5.2	Peningkatan Warna Kulit	91
3.5.3	Pengesanan Kulit	92
3.5.4	Pengkelasan Kulit	93
3.5.5	Pasca-Pemprosesan	94
3.6	Rumusan	95
<b>BAB IV      ANALISIS RUANG WARNA KULIT</b>		
4.1	Pengenalan	98
4.2	Kumpulan Kulit Manusia	98
4.3	KaedahKajian Yang Dijalankan	99

4.4	Menentukan Pekali GS	101
4.4.1	Menyediakan Sampel RGB dan CMY	103
4.4.2	Mengumpul Nilai Puncak Setiap Imej	106
4.4.3	Mengira Nilai Pekali GS Setiap Imej.	108
4.4.4	Nilai Pekali GS Seimbang Setiap Kumpulan.	108
4.4.5	Mengira Nilai Pekali GS Tunggal.	112
4.5	Menentukan Julat Pikel Kulit	113
4.5.1	Imej Kulit Kelabu.	113
4.5.2	Menentukan Julat Peratus Kulit Setiap Kumpulan.	114
4.5.3	Menentukan Julat Peratus Tunggal.	116
4.6	Rumusan	118
<b>BAB V KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>		
5.1	Pengenalan	119
5.2	Penolakan Latar Belakang	119
5.2.1	Perbezaan Pikel	120
5.2.2	Tapisan Pikel Latar Hadapan	122
5.2.3	Perbezaan Warna dan Kecerahan	126
5.2.4	Pemisahan Objek dan Bayang	138
5.2.5	Memperingkatkan Imej Objek	139
5.3	Pengesanan Kepala	142
5.3.1	Mengesan Sempadan Objek	142
5.3.2	Melakukan Pemetaan Templet Bulatan	142
5.3.3	Pemilihan Pusat Bulatan	146
5.3.4	Pembinaan Templet Kepala	147
5.3.5	Pengesanan Kepala	148
5.4	Pengesanan Dan Pengelasan Kulit Muka	149
5.4.1	Memotong Imej Kepala	149
5.4.2	Peningkatan Warna Kulit	180
5.4.3	Pemisahan Kawasan Kulit dan Bukan Kulit	151
5.4.4	Pengelasan Individu	152
5.5	Rumusan	153
<b>BAB VI RUMUSAN DAN PENUTUP</b>		
6.1	Kesimpulan Kajian	154
6.2	Sumbangan Kajian	155
6.3	Cadangan Kajian Lanjutan	155

**RUJUKAN****LAMPIRAN**

A	Gambarajah Blok Sistem BS	171
B	Gambarajah Blok Sistem HD	172
C	Gambarajah Blok Sistem SFDC	173
D	Algoritma Pemilihan Pekali $R_C$ maksimum ( $R_C \max$ ) dari 5 Set Pekali GS Seimbang	174
E	Perbandingan Keupayaan Pengesanan Kulit Menggunakan 6 Set Pekali GS Seimbang dan Tunggal	175
F	Penetapan Nilai $ThR$ dan $ThT$ Kumpulanj Secara Manual	176
G	Perbandingan Pengesanan Imej dan Perbezaan Indeks Menggunakan 3 Set $ThR$ dan $ThT$	177
H	Kertas Kerja Persidangan	178

## SENARAI JADUAL

No Jadual		Halaman
2.1	Perbandingan keupayaan setiap kaedah dalam aspek; (a) kelajuan pemprosesan, (b) saiz ingatan yang diperlukan, dan (c) kejitian hasil pengesanan (Sumber: Piccardi 2004).	25
3.1	Senarai dua imej yang diperlukan oleh sistem dengan saiz dan format data imej yang telah diseragamkan.	58
3.2	Senarai data saiz dan format data bagi dua imej yang diperlukan oleh sistem.	77
3.3	Senarai data saiz dan format data bagi dua imej yang diperlukan oleh sistem.	91
3.4	Pengkelasan kumpulan mengikut peratusan piksel kulit, <i>PPK</i> .	94
4.1	Contoh tatasusunan <i>Data_Puncak</i> 6×9 bagi sekeping imej gelap.	107
4.2	Tatasusunan <i>Purata_Data_Puncak</i> 6×1 bagi Imej1 daripada <i>KG</i> .	107
4.3	Tatasusunan <i>Purata_Data_GS</i> 3×1 bagi setiap kumpulan.	109
4.4	Tatasusunan 3 Set <i>Data_GS</i> Seimbang 3×9 bagi setiap kumpulan.	110
4.5	Tatasusunan 2 Set <i>Data_GS</i> Seimbang 3×9 bagi setiap kumpulan.	111
4.6	Pekali <i>GS</i> yang mempunyai nilai pekali <i>K</i> maksimum.	111
4.7	Tatasusunan <i>Data_GS_Kumpulan</i> 3×3	112
4.8	Tatasusunan <i>Data_GS_Tunggal</i> 3×1.	112
4.9	Julat piksel bagi kedudukan warna kulit dalam ketiga-tiga kumpulan.	116
4.10	Julat piksel tunggal bagi kedudukan warna kulit dalam ketiga-tiga kumpulan.	117



5.1	Data bagi 10 koordinat dan jejari yang mempunyai kekerapan tertinggi	146
5.2	Nilai purata puncak komponen warna RGB dan CMY bagi 360 sampel imej KC, KS, dan KG.	150
5.3	Pengkelasan individu berpandukan nilai PPK bagi setiap imej kepala.	152

## SENARAI RAJAH

No Rajah		Halaman
2.1	Kaedah-kaedah penolakan latar belakang Sumber: Piccardi 2004	9
2.2	Penolakan latar belakang; (a) imej semasa yang mengandungi objek latar hadapan, (b) imej binari bagi objek latar hadapan Sumber: Birgi 2009	10
2.3	Imej yang digunakan : (a) $I(x,y,t)$ merupakan imej semasa manakala (b) $B(x,y,t)$ merupakan imej rujukan Sumber: Birgi 2009	12
2.4	Perbezaan imej binari objek latar hadapan dihasilkan oleh kaedah tapisan min dengan menggunakan jumlah bingkai $n$ berlainan pada $Th$ yang sama Sumber: Birgi 2009	13
2.5	Perbezaan imej binari objek FG dihasilkan oleh kaedah tapisan median dengan menggunakan jumlah bingkai $n$ berlainan pada $Th$ yang sama Sumber: Birgi 2009	14
2.6	Perbezaan imej binari objek latar hadapan yang dihasilkan menggunakan kaedah tapisan yang sama, bilangan bingkai $n$ yang sama, tetapi berlainan nilai $Th$ Sumber: Birgi 2009	16
2.7	Dua pendekatan yang terdiri daripada pelbagai kaedah bagi mengesan muka manusia Sumber: Hjelmas & Low 2001	27
2.8	Imej muka manusia (a) imej muka sahaja, (b) imej muka dan latar belakang Sumber: Hjelmas & Low 2001	29
3.1	Sistem video rangkaian dengan integrasi penggera Sumber: Axis Communication, 2008	54
3.2	Carta alir bagi kaedah pengesanan dan pengkelasan kehadiran pelanggan yang terdiri daripada 3 bahagian utama; penolakan latar belakang (BS), pengesanan kepala (HD) serta pengesanan dan pengkelasan kulit muka (SFDC).	55
3.3	Carta alir proses BS yang terdiri daripada 6 fasa; pra-pemprosesan, perbezaan piksel, perbezaan warna dan kecerahan, pemisahan objek dan bebayang, mempertingkatkan imej binari objek, dan pasca-pemprosesan.	56

3.4	Gambaran dua imej yang diperlukan dengan saiz dan kelas yang diseragamkan; (a) Imej Rujukan, $I1'_{RGB}$ (b) Imej Semasa, $I2'_{RGB}$	58
3.5	Proses pengesanan perbezaan piksel diantara $I1'_{RGB}$ dan $I2'_{RGB}$ yang terdiri daripada tiga bahagian; (a) penolakan imej, $IT_{RGB}$ (b) purata piksel skala kelabu, $BP_k$ dan (c) purata piksel binari $BP_B$ .	59
3.6	Proses pengesanan perbezaan warna dan kecerahan yang terdiri daripada empat bahagian; (a) kecerahan imej, (b) perbezaan kecerahan imej, (c) menormalkan imej, dan (d) perbezaan warna imej.	61
3.7	Proses memisahkan piksel objek dan piksel bayang yang terbahagi kepada tiga bahagian; (a) imej suhu skala kelabu, (b) imej suhu binari, dan (c) memisahkan piksel kepada objek dan bebayang.	64
3.8	Proses mempertingkatkan imej terdiri daripada tiga bahagian; (a) Merapatkan jarak antara dua kawasan, (b) Membuang kawasan kecil, (c) Memenuhi ruang ruang kosong.	66
3.9	Struktur elemen cakera dengan jejari 3	67
3.10	Struktur elemen (a) asal. (b) pantulan, (c), pantulan dan terjemaha.	68
3.11	Proses pembesaran imej (a) piksel objek masukan, (b) piksel struktur elemen, (c) piksel objek keluaran, (d) imej objek masukan, (e) imej struktur elemen, (f) imej objek keluaran.	69
3.12	Proses hakisan imej (a) piksel objek masukan, (b) piksel struktur elemen, (c) piksel objek keluaran, (d) imej objek masukan, (e) imej struktur elemen, (f) imej objek keluaran.	70
3.13	Proses mencari piksel berjiran menggunakan 8-jiran, (a) koordinat piksel $p$ , (b) koordinat piksel $q$ yang berjiran dengan $p$	71
3.14	Proses mengira keluasan komponen (a) kenalpasti komponen, (b) labelkan komponen bersambung dengan angka (berlainan setiap komponen).	72
3.15	Bilangan piksel bagi setiap komponen bersambung yang berlabel	73
3.16	Proses mengisi ruang kosong; (a) Set A, (b) set komplementasi $(A)^c$ , (c) struktur elemen bersimetri B, (d) titik awalan di dalam sempadan $(X_0)$ dan, (e)-(h) proses pembesaran $(X_{k-1} \oplus B)$ , (i) proses persilangan set komplementasi $(A)^c$ dan set pembesaran $(X_{k-1} \oplus B)$ .	74

3.17	Proses akhir yang akan memaparkan hanya imej objek RGB terbahagi kepada dua bahagian; (a) proses salinan kepada tiga komponen, (b) proses tindanan	75
3.18	Carta alir proses HD yang terdiri daripada 6 fasa; pra-pemprosesan, pengesanan sempadan, CHT, pemilihan bulatan, pembinaan ruang kepala, dan pasca-pemprosesan.	76
3.19	Gambaran dua imej diperlukan; (a) Imej Objek Binari, $IO_{3B}$ (b) Imej Objek RGB, $IO_{RGB}$ .	78
3.20	Proses pengesanan sempadan dengan menggunakan kaedah hakisan; (a) imej binari ( $IO_{3b}$ ), (b) struktur elemen ( $B$ ), (c) proses hakisan ( $IO_{3b} \ominus B$ ), (d) imej sempadan ( $A$ ).	79
3.21	Proses CHT yang melibatkan 4 sub proses; penetapan jejari, pembinaan templet bulatan, pemetaan templet pada setiap titik sempadan, dan pengumpulan matrik CHT.	79
3.22	Gambaran pembahagian sektor 1/8 bulatan, 1/4 bulatan, dan 1/2 bulatan.	82
3.23	Parameter $x,y$ bagi julat jejari 1 piksel hingga 10 piksel.	82
3.24	Proses pemetaan templet bulatan berparameter $(x,y)$ pada beberapa titik $(a,b)$ yang mengandungi 1 pusat.	83
3.25	Proses pemetaan templet bulatan berparameter $(x,y)$ pada beberapa titik $(a,b)$ yang mengandungi lebih dari 1 pusat.	84
3.26	Proses pemetaan kon bagi titik $(a,b)$	84
3.27	Penetapan nilai $Th_4$ terhadap matrik CHT terkumpul	85
3.28	Proses pemilihan parameter bulatan kepala $x,y$ dan $r$ .	86
3.29	Gambaran pembinaan topeng segi empat bagi kepala.	87
3.30	Proses akhir yang akan memaparkan hanya imej objek RGB terbahagi kepada dua bahagian; (a) proses salinan kepada tiga komponen, (b) proses tindanan .	88
3.31	Carta alir proses SFDC yang terdiri daripada 5 fasa iaitu; pra pemprosesan, peningkatan warna kulit, pengesanan kulit, pengkelasan kulit, dan pasca pemproses.	89
3.32	Gambaran 3 imej diperlukan; (a) Imej Kepala Objek RGB, $IKO_{RGB}$ (b) Imej Semasa, $I_{2RGB}$ (c) Imej Potongan Kepala, $ICK_{RGB}$ .	91

3.33	Gambaran proses peningkatan warna kulit dengan menggunakan pekali GS.	92
3.34	Peningkatan warna kulit dengan pekali GS; (a) $IGS_{RGB}$ , (b) $IGS_R$ .	92
3.35	Algoritma bagi melukis segi empat pada imej kepala	94
3.36	Algoritma bagi memaparkan kelas dan bilangan PPK bagi setiap imej.	95
4.1	Carta alir bagi analisis mencari pekali GS.	99
4.2	Carta alir bagi analisis menentukan nilai ambang rendah dan nilai ambang tinggi ( $ThR$ & $ThT$ ).	100
4.3	Carta alir bagi menentukan pekali GS tunggal.	102
4.4	Proses pemotongan imej; (a) imej individu dan BG dengan saiz $250 \times 250 \times 3$ piksel, (b) imej muka dengan saiz $60 \times 60 \times 3$ piksel, (c) imej 9 sampel kulit dengan saiz $20 \times 20 \times 3$ piksel setiap satu.	103
4.5	Pemotongan imej kepada 9 sampel.	104
4.6	Model warna utama RGB dan model warna kedua CMY.	104
4.7	Penjelmaan enam komponen warna asas $nR$ , $nG$ , $nB$ , $nC$ , $nM$ , dan $nY$ .	105
4.8	Pencarian nilai puncak bagi keenam komponen warna asas.	106
4.9	Histogram kedudukan julat piksel kulit berada di antara $ThR$ dan $ThT$	114
4.10	Gambaran graf histogram imej kulit kelabu (GS) dan kaedah pembahagiannya kepada 3 kawasan; kawasan gelap, kawasan sederhana dan kawasan cerah.	115
5.1	Dua imej masukan yang diperlukan oleh sistem BS bersaiz $250 \times 250 \times 3$ piksel dan data <i>double</i> iaitu: (a) Imej rujukan, (b) Imej semasa.	120
5.2	Penolakan imej menghasilkan imej beza piksel dengan format data <i>double</i> , iaitu; (a) Imej tolakan RGB dengan saiz $250 \times 250 \times 3$ piksel, (b) Imej tolakan satah $R$ dengan saiz $250 \times 250$ piksel, (c) Imej tolakan satah $G$ dengan saiz $250 \times 250$ piksel, (d) Imej tolakan satah $B$ dengan saiz $250 \times 250$ piksel.	121

5.3	Imej kelabu bagi perbezaan piksel.	122
5.4	Imej FG dihasilkan dengan menetapkan nilai ambang, $Th$ daripada 0.0 hingga 1.1.	123
5.5	Imej FG dihasilkan dengan menetapkan nilai ambang, $Th$ daripada 0.00 hingga 0.20.	124
5.6	Sebahagian graf daripada histogram imej perbazaan piksel skala kelabu $IP_K$ yang dilakukan penapisan $Th$ pada 0.12.	125
5.7	Kecerahan imej; (a) Kecerahan imej rujukan, (b) Kecerahan imej semasa, (c) Nisbah (b)/(a), (d) Nisbah (a)/(b), (e) log (c), (f) modulus (e).	127
5.8	Menormalkan imej rujukan: (a) Imej rujukan, (b) Kecerahan imej rujukan, (c) Imej rujukan satah merah, (d) Imej rujukan satah hijau, (e) Imej rujukan satah biru, (f) Imej normal $r$ , (g) Imej normal $g$ , (h) Imej normal $b$ .	128
5.9	Menormalkan imej semasa: (a) Imej semasa, (b) Kecerahan imej semasa, (c) Imej semasa satah merah, (d) Imej semasa satah hijau, (e) Imej semasa satah biru, (f) Imej normal $r$ , (g) Imej normal $g$ , (h) Imej normal $b$ .	129
5.10	Beza warna: (a) Beza satah merah, (b) Beza satah hijau, (c) Beza satah biru, (d) Gabungan beza satah merah dan hijau, (e) Gabungan beza satah merah dan biru, (f) Gabungan beza satah biru dan hijau, (g) Gabungan ketiga beza satah.	130
5.11	Imej perbezaan di antara imej rujukan dan imej semasa: (a) imej beza kecerahan, (b) Imej beza warna.	131
5.12	Perbandingan imej perbezaan warna, $BW$ didarabkan dengan pekali 1, 2, 8, 10, 15, 18, 22, 28, 35, 40, 50 dan 100.	133
5.13	Perbandingan imej perbezaan suhu skala kelabu dihasilkan daripada gabungan di antara imej beza kecerahan, $BC$ dan pelbagai imej beza warna, $BW$ pada Rajah 5.11.	134
5.14	Perbandingan imej perbezaan suhu dihasilkan dengan menetapkan nilai ambang, $Th$ daripada 0.0 hingga 1.1.	135
5.15	Perbandingan imej suhu dihasilkan dengan menetapkan nilai ambang, $Th$ daripada 0.40 hingga 0.60	136
5.16	Sebahagian graf perbandingan histogram bagi imej beza warna, imej beza kecerahan, dan beza suhu.	137

5.17	Graf histogram imej suhu skala kelabu $IS_k$ yang dilakukan penapisan $Th$ pada 0.5 bagi menghasilkan imej suhu binari $IS_B$ .	137
5.18	Pemisahan imej; (a) Imej latar hadapan, (b) Imej perbezaan suhu, (c) Imej bebayang, (d) Imej objek (individu).	138
5.19	Pembaikan imej objek; (a) Imej objek sebelum dibaiki, (b) menyambung jurang objek, (c) Imej objek dibuang kawasan kecil, (d) Imej objek diisi ruang kosong, (e) Imej objek selepas tindanan.	139
5.20	Proses merapatkan jurang antara objek: (a) Imej objek sebelum proses menyambung jurang, (b) Imej objek setelah dijalankan proses menyambung jurang.	140
5.21	Proses membuang kawasan kecil: (a) Imej objek dengan hingar, (b) Imej objek setelah dijalankan proses membuang kawasan kecil.	141
5.22	Proses memenuhi ruang kosong: (a) Imej objek sebelum proses memenuhi ruang kosong, (b) Imej objek setelah dijalankan proses memenuhi ruang kosong.	141
5.23	Tiga imej penting dalam Bahagian 2: (a) Imej objek tindanan, (b) Imej topeng objek, (c) Imej sempadan objek.	142
5.24	Graftaburan kekerapan piksel bagi pemetaan templet bulatan; (a) templet bulatan dengan jejari 12, (b) templet bulatan dengan jejari 13, (c) templet bulatan dengan jejari 14, dan (d) templet bulatan dengan jejari 15.	143
5.25	Imej taburan kekerapan piksel bagi pemetaan templet bulatan; (a) templet bulatan dengan jejari 12, (b) templet bulatan dengan jejari 13, (c) templet bulatan dengan jejari 14, dan (d) templet bulatan dengan jejari 15.	144
5.26	Histogram taburan kekerapan piksel pada paksi x bagi pemetaan templet bulatan; (a) templet bulatan dengan jejari 12, (b) templet bulatan dengan jejari 13, (c) templet bulatan dengan jejari 14, dan (d) templet bulatan dengan jejari 15.	145
5.27	Histogram taburan kekerapan bagi semua templet bulatan pada paksi x.	146
5.28	Imej pemetaan templet bulatan bagi 10 koordinat yang mempunyai kekerapan tertinggi.	147
5.29	Pembinaan templet kepala dengan menggunakan koordinat $x$ - $y$ dan jejari $r$ .	148
5.30	Pengesanan kepala dengan menggunakan templet kepala.	148

5.31	Pemotongan imej kepala; (a) Imej kepala satah R, (b) Imej kepala satah G, (c) Imej kepala satah B, (d) Imej kepala satah R terpotong, (e) Imej kepala satah G terpotong, (f) Imej kepala satah B terpotong.	149
5.32	Peningkatan warna kulit dengan pekali GS tunggal.	151
5.33	Imej binari bagi kulit muka individu yang terdedah.	151
5.34	Imej akhir sistem akan mengesan kawasan kepala dengan melukis segi empat tepat bagi mewakili lokasi kepala berkenaan.	153



## SENARAI SINGKATAN

BDR	Baye's Decision Rules
BG	Background
BS	Background Subtraction
BW	Black and White
CCTV	Closed Circuit Television
CGM	Constrained Generative Model
CMY	Cyan-Magenta-Yellow
COI	Co-Occurrence of Image
CTH	Circle Hough Transform
DFFS	Distance From Face Space
EB	Eigen-Background
FA	Factor Analysis
FG	Foreground
FP	Fault Positive
FR	Frame Rate
GA	Generic Algorithm
GHT	Generalize Hough Transform
GS	Gray Skin
HFD	Human Face Detection
HRD	Head region Detection
HVS	Human Vision System
KDE	Kernel Density Estimation
LDA	Linear Discriminate Analysis
LTU	Linear Threshold Unit
MA	Multi-resolution Approach
MDL	Minimum Description Length
MoG	Mixture of Gaussian
NN	Neural Network
PCA	Principle Component Analysis
PDBNN	Probability Decision Based Neural Network
PDF	Probability Density Function

PDMs	Point Distribution Models
Pfinder	Person Finder
RA	Running Average
RGA	Running Gaussian Average
RGB	Red-Green-Blue
rgb	Normalize RGB
SB	Structure Element
SFC	Skin Face Classification
SFDC	Skin face detection and classification
SKDA	Sequential KD Approximation
SNoW	Sparse Network of Window
SOM	Self-Organizing Map
SVM	Support Vector Machine
Th	Threshold
TMF	Temperature Median Filter
TN	True Negative
TP	True Positive

## SENARAI ISTILAH

Analisis buruj	Constellation analysis
Analisis ciri	Feature analysis
Bebayang	Silhouette
Bebayang Eigen	Eigen-silhouettes
Campuran Gaussian	Mixture of Gaussians
Cekung	Concave
Cembung	Convex
Ciri Eigen	Eigen-feature
Gaussian kabur	Gaussians blur
Gaussian licin	Gaussians smooth
Gaussian sementara <i>Apportion</i>	Apportion temperature Gaussians
Hibrid	Hybrid
Hidung Eigen	Eigen-nose
Imbasan tingkap	Window scanning
Imej berarah	Directional image
Imej topeng	Mask image
Itlak	Generalize
Jitu	Accurate
Kebarangkalian fungsi ketumpatan Gaussian	Gaussians probability density function
Kebarangkalian pilihan berasaskan rangkaian Neural	Probability decision based Neural Network
Kejiranan	Neighborhood
Kelajuan pemprosesan	Processing speed
Kepadatan arbitrari	Arbitrary density
Kesan jubin	Tiling effect
Budaya Eigen	Eigen-culture
Kolarasi / Pewarnaan	Coloration
Kontur	Contour
Kronologi	Chronological

Lar	Luminance
Latar belakang Eigen	Eigen-background
Latihan ikat-but	Boot strap training
Mata Eigen	Eigen-eyes
Masalah pengecaman corak	Pattern recognition problem
Mesin penglihatan	Vision machine
Mesin sokongan vector	Support vector machine
Model bentuk aktif	Active shape models
Model kekangan janaan	Constrained generative model
Muka Eigen	Eigen-face
Mulut Eigen	Eigen-mouth
Nilai Ambang	Threshold value
Padanan	Matching
Panjang huraian minimum	Minimum description length
Pelingkaran	Convolution
Pemberat templet mata	Weight eye template
Penaksiran perubahan keamatan	Sequential Kernel density approximation
Kernel	Recognition
Pengecaman	Feature searching
Pencarian ciri	Computer vision
Penglihatan berkomputer	Generalize measure
Pengukuran umum	Kernel density estimation
Penilaian keamatan Kernel	Gaussian filter
Penapisan Gaussians	Circle Hough transform
Penjelmaan Hough bulatan	Generalize Hough transform
Penjelmaan Hough itlak	Local sample wavelet transform
Penjelmaan <i>wavelet</i> sampel tempatan	Extraction
Penyarian	Baye's decision rules
Peraturan keputusan Baye's	Segmentation
Peruasan	Self-organizing map
Peta pengurusan diri	Edge
Pinggir	Running Gaussian average
Purata <i>Gaussians</i> larian	

Purata larian	Running average
Ralat pengikat-but	Error bootstrapping
Rangka kerja piksel pintar jangkaan maksimum	Pixel wise expectation maximization framework
Rangkaian Sparse tingkap	Sparse network of window
Rangkaian <i>Neural</i>	Neural network
Subruang lurus	Linear subspace
Tapisan median sementara	Temporal median filter
Tapisan kalman	Kalman filter
Tatasusun keamatan 2 dimensi	2 dimension intensity array
Templet boleh ubah bentuk	Deformable template
Unit ambang lurus	Linear threshold unit
Vektor anjakan purata	Mean shift vector
Vektor Eigen lurus	Linear vector Eigen

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 PENGENALAN**

Pemrosesan imej telah berkembang sejak beberapa dekad. Dengan adanya imej berbentuk digital, perkembangan mesin penglihatan menjadi semakin agresif. Penyelidikan bagi mesin penglihatan ini berprinsipkan kepada interpretasi mata manusia, dimana para penyelidik cuba untuk membina mesin penglihatan yang berupaya melakukan kerja melihat, mengecam, dan membeza. Pemrosesan imej yang digunakan didalam mesin penglihatan memerlukan imej digital untuk dianalisis. Imej digital ini terdiri daripada nombor-nombor yang menggambarkan tahap kecerahan bagi setiap piksel yang boleh dilihat dalam pelbagai ruang warna. Perbandingan dua imej yang mempunyai gambaran yang sama tetapi diambil pada waktu yang berbeza di bawah pencahayaan lampu kalimantang menunjukkan perubahan nilai piksel. Ini disebabkan berlakunya kelipan cahaya pada kelajuan yang tinggi daripada lampu kalimantang berkenaan. Sekiranya teknik pemrosesan yang dibina tidak cukup tegar, maka proses pengecaman dan pengkelasan tidak akan beroperasi dengan baik. Oleh yang demikian, kaedah pemrosesan imej digunakan di dalam tesis ini bagi mengesan kulit muka manusia yang memakai topi keledar.

#### **1.2 PERNYATAAN MASALAH**

Semua lapisan masyarakat didalam atau diluar bandar terdedah kepada risiko ini. Jika dahulunya, jenayah berat seperti merompak, merogol dan membunuh hanya dilakukan

oleh penjenayah yang profesional, tapi kini seorang remaja biasa mampu melakukannya di mana-mana sahaja samaada di kawasan sunyi, atau di khalayak ramai. Ini disebabkan kebanyakan orang awam lebih banyak memerhati dari memberi pertolongan. Perompak licik ini juga amat pantas, dengan memakai topi keledar berpenutup dan menunggang motosikal, mampu melepaskan diri daripada pihak berkuasa dengan mencelah dalam kesesakan lalulintas di ibu kota. Kekejaman mereka makin menjadi-jadi daripada hanya merompak kepada membunuh. Kini mereka membawa bersama senjata seperti pisau atau parang. Mereka menyerang tanpa mengira sesiapa walaupun mereka itu datuk dan nenek mereka. Kejayaan rompakan mereka memberikan mereka kesenangan hidup secara mudah, dan telah menjadikan mereka makin berkeyakinan tinggi untuk mengulanginya (Anon 2014).

Kisah-kisah trajis ini kerap kali dipaparkan di media cetak dan media elektronik. Antaranya, akhbar-akhbar tempatan memaparkan satu kes rompakan di kedai makan di Seksyen 15 Shah Alam pada 28 Ogos 2011 sekitar jam 4 pagi (Khairul Azam Hussin 2001). Kejadian ini dirakam oleh kamera litar tertutup (*Closed Circuit Television, CCTV*) yang mana sejumlah lima orang perompak bertopi keledar dengan bersenjatakan pisau dan parang telah merampas barang berharga milik pelanggan dan pengurus kedai berkenaan. Mereka meluru kearah orang ramai sambil mengangkat parang serta mengugut kepada pelanggan disitu dan melarikan beberapa komputer riba serta barang berharga milik pelanggan kedai tanpa rasa belas kasihan. Manakala akhbar The Star pada 26 Julai 2008 bertajuk *Robbers in Klang targeting student* (Tan 2008). Perompak yang menunggang motosikal dengan memakai topi keledar dan bersenjatakan pisau menjadikan pelajar sekolah sebagai mangsa. Mereka dikatakan akan menyerang pelajar yang baru tamat waktu persekolahan di luar kawasan sekolah merampas barang bernilai mereka.

Sistem pemantauan CCTV boleh digunapakai pada banyak kawasan, antaranya; perumahan, plaza tol, pusat membeli belah, bank, atau premis-premis. Penggunaannya bertujuan melindungi keselamatan diri, pelanggan, dan premis masing-masing dari sebarang jenayah. Namun, sistem pemantau yang digunapakai ini hanya sekadar

merakam kejadian sebagai bahan bukti. Daripada kajian yang dijalankan, terdapat beberapa kekangan pada sistem pemantauan ini, antaranya:

- i. Penjenayah akan melakukan rompakan di malam hari dimana mereka akan menebuk lubang pada dinding di belakang bangunan seperti kebiasaannya dilakukan oleh penjenayah. Melalui kaedah ini, sistem penggera keselamatan bagi mengesan kes pecah masuk yang dipasang di pintu masuk kedalam kedai tidak dapat berfungsi. Walaupun terdapat CCTV di dalam premis berkenaan, ia seperti tidak berguna kerana individu yang dirakam memakai pelindung muka (Anon 2009a & Anon 2009b).
- ii. Sekiranya penjenayah menyerang pada waktu premis sedang berurusniaga, penjenayah akan membawa bersama senjata seperti pistol, parang, atau lain-lain senjata berbahaya bagi berhadapan dengan pengawal keselamatan yang turut dilengkapi senjata. Jumlah mereka yang lebih ramai berbanding pengawal kebiasaannya dapat menumpaskan pengawal berkenaan, samaada pengawal berkenaan akur dan melepaskan senjata, atau mereka menembak mati pengawal berkenaan. Sekali lagi CCTV menunjukkan kelemahan dimana ia hanya dapat merakam penjenayah tanpa dapat mengenalpasti identiti mereka (Eg et al. 2002).

Kekangan yang dinyatakan diatas adalah antara masalah yang biasa dibaca di dada-dada akhbar yang melaporkan tindakan licik penjenayah yang berjaya dalam rompakan. Kebiasaannya, polis akan hadir selepas perompak selesai menjalankan misi rompakan dan beredar. Itupun selepas dihubungi oleh pemilik atau pelanggan premis berkenaan. Kelewatan ini memberi peluang penjenayah melepaskan diri (Anon 2013).

### 1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Matlamat sistem ini dicadangkan adalah bertujuan membantu mengatasi masalah kelewatan pengesanan kehadiran perompak. Pengesanan kehadiran perompak dapat