

**REKOGNISI WAJAH PADA SISTEM *SMART CLASS* UNTUK DETEKSI
KEHADIRAN MAHASISWA MENGGUNAKAN METODE VIOLA JONES
DAN *LOCAL BINARY PATTERNS HISTOGRAMS* (LBPH) BERBASIS
RASPBERRY PI**

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Fitrahadi Surya Dharma
NIM: 135150307111036



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

PENGESAHAN

REKOGNISI WAJAH PADA SISTEM *SMART CLASS* UNTUK DETEKSI KEHADIRAN
MAHASISWA MENGGUNAKAN METODE VIOLA JONES DAN *LOCAL BINARY*
PATTERN HISTOGRAM (LBPH) BERBASIS RASPBERRY PI

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Fitrahadi Surya Dharma

NIM: 135150307111036

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
28 Desember 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Dr. Eng. Fitri Utamingrum, S.T. M.T
NIP. 19820710 200812 2 001

Pembimbing II

Rizal Maulana, S.T., M.T., M.Sc.
NIK. 2016078910091001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Asto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 14 Desember 2018



Fitrahadi Surya Dharma

NIM:135150307111036

ABSTRAK

Fitrahadi Surya Dharma, Rekognisi Wajah Pada Sistem *Smart Class* Untuk Deteksi Kehadiran Mahasiswa Menggunakan Metode Viola Jones dan *Local Binary Patterns Histograms* (LBPH) Berbasis Raspberry

Pembimbing: Dr. Eng. Fitri Utaminingrum, S.T, M.T dan Rizal Maulana , S.T., M.T., M.Sc.

Rekognisi wajah merupakan salah satu teknik di dalam *computer vision* yang mampu mengenali wajah seseorang dari sebuah gambar. Penerapan rekognisi wajah ke dalam sistem presensi menjadi begitu penting mengingat masih ditemukannya kasus manipulasi data kehadiran oleh para mahasiswa di dalam sistem presensi yang menggunakan cara manual – pengisian tanda tangan pada lembar presensi. Kurang ketatnya pengawasan di dalam pengisian lembar presensi menjadi peristiwa yang rentan terhadap kasus pemanipulasian data kehadiran. Oleh karenanya di dalam penelitian ini mencoba untuk menghadirkan sebuah sistem presensi yang memanfaatkan gambar untuk mengetahui kehadiran mahasiswa. Caranya adalah dengan mengambil gambar menggunakan kamera yang di letakan di depan kelas, tepat di atas papan tulis menghadap ke arah mahasiswa. Dari gambar yang di ambil, sistem kemudian akan mendeteksi wajah mahasiswa dengan menggunakan metode Viola Jones dari OpenCV *library* yang dipadukan dengan deteksi piksel warna kulit YCbCr untuk menghindari deteksi palsu. Dan untuk pengenalan wajah mahasiswa akan dilakukan menggunakan metode *Local Binary Patterns Histograms* dari OpenCV *library*. Hasil akurasi yang diperoleh sistem menunjukkan tingkat akurasi pendeteksian sebesar 82,33% dan akurasi pengenalan sebesar 50,83% di waktu pagi, 61,11% di waktu siang, dan 58,89% di waktu malam. Rata-rata total waktu komputasi untuk deteksi satu mahasiswa adalah 0,293 detik, dua mahasiswa 0,297 detik, tiga mahasiswa 0,317 detik, empat mahasiswa 0,313 detik, lima mahasiswa 0,31 detik dan enam mahasiswa 0,307 detik. Sedangkan rata-rata total waktu komputasi pengenalan wajah untuk satu mahasiswa sebesar 2,17 detik, dua mahasiswa 2,58 detik, tiga mahasiswa 3,01 detik, empat mahasiswa 3,38 detik, lima mahasiswa 3,78 detik, dan enam mahasiswa 4,12 detik.

Kata kunci: rekognisi wajah, *local binary patterns histograms*, *viola jones*, *smart class*, sistem presensi

ABSTRACT

Fitrahadi Surya Dharma, Rekognisi Wajah Pada Sistem *Smart Class* Untuk Deteksi Kehadiran Mahasiswa Menggunakan Metode Viola Jones dan *Local Binary Patterns Histograms* (LBPH) Berbasis Raspberry

Pembimbing: Dr. Eng. Fitri Utaminingrum, S.T, M.T dan Rizal Maulana , S.T., M.T., M.Sc.

Facial recognition is one of the techniques in computer vision that is able to recognize a person's face from an image. The application of face recognition into the presence system is very important considering that there are still cases of attendance data manipulation by students in the presence system using manual - filling signatures on the attendance sheet. Lack of tight supervision in filling attendance sheets is an event that is vulnerable to cases of manipulating attendance data. Therefore in this study try to present a presence system that uses images to find out the presence of students. The trick is to take pictures using a camera that is placed in front of the class, just above the blackboard facing the student. From the images taken, the system will then detect the faces of students using the Viola Jones method of the OpenCV library combined with YCbCr skin color pixel detection to avoid false detection. And for face recognition students will be using the Local Binary Patterns Histograms method from the OpenCV library. Accuracy results obtained by the system showed the level of detection accuracy of 82.33% and recognition accuracy of 50.83% in the morning, 61.11% during the day, and 58.89% at night. The average total computing time for the detection of one student is 0.293 seconds, two students 0.297 seconds, three students 0.317 seconds, four students 0.313 seconds, five students 0.31 seconds and six students 0.307 seconds. While the average total face recognition computing time for one student is 2.17 seconds, two students 2.58 seconds, three students 3.01 seconds, four students 3.38 seconds, five students 3.78 seconds, and six students 4 .12 seconds.

Keywords: face recognition, local binary patterns histograms, viola jones, smart classes, presence system

DAFTAR ISI

PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Pembahasan.....	4
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN.....	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 <i>Smart Class</i>	7
2.2.2 Citra Digital.....	8
2.2.3 Citra RGB.....	9
2.2.4 Konversi Citra RGB ke YCbCr.....	9
2.2.5 Konversi Citra RGB ke <i>Grayscale</i>	10
2.2.6 Viola Jones.....	11
2.2.7 <i>Local Binary Patterns Histograms</i> (LBPH).....	14
2.2.8 Webcam.....	18

2.2.9 Raspberry Pi 3 Model B.....	18
2.2.10 Python Versi 3.....	20
2.2.11 OpenCV <i>library</i>	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Alur Metode Penelitian.....	21
3.2 Studi Literatur.....	22
3.3 Analisis Kebutuhan.....	22
3.3.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras.....	22
3.3.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak.....	23
3.4 Perancangan Sistem.....	23
3.5 Implementasi Sistem.....	24
3.6 Pengujian dan Analisis.....	25
3.7 Kesimpulan dan Saran.....	25
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN.....	26
4.1 Gambaran Umum Sistem.....	26
4.1.1 Tujuan.....	26
4.1.2 Karakteristik Pengguna.....	26
4.1.3 Lingkungan Operasi.....	26
4.1.4 Batasan Perancangan dan Implementasi.....	27
4.1.5 Asumsi dan Ketergantungan.....	27
4.2 Analisis Kebutuhan Sistem.....	28
4.2.1 Kebutuhan Fungsional.....	28
4.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional.....	29
4.2.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	29
4.2.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	29
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI.....	31
5.1 Perangkat Keras.....	31
5.1.1 Perancangan Perangkat Keras.....	31
5.1.2 Implementasi Perangkat Keras.....	32

5.2 Perangkat Lunak.....	33
5.2.1 Perancangan Perangkat Lunak.....	33
5.2.1.1 Pengambilan Gambar.....	34
5.2.1.2 Pengisian Nama Dosen.....	35
5.2.1.3 Pendeteksian Wajah.....	36
5.2.1.4 Cek File Pengujian.....	37
5.2.1.5 <i>Resize</i> Area Deteksi.....	38
5.2.1.6 Deteksi Warna Kulit.....	39
5.2.1.7 Pengenalan Wajah.....	42
5.2.1.8 Pembacaan Data Sampel.....	43
5.2.2 Implementasi Perangkat Lunak.....	45
5.2.2.1 Pengambilan Gambar.....	45
5.2.2.2 Pengisian Nama Dosen.....	46
5.2.2.3 Pendeteksian Wajah.....	47
5.2.2.4 Cek File Pengujian.....	49
5.2.2.5 <i>Resize</i> Area Deteksi.....	49
5.2.2.6 Deteksi Warna Kulit.....	50
5.2.2.7 Pengenalan Wajah.....	50
5.2.2.8 Pembacaan Data Sampel.....	52
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	55
6.1 Pengujian Pengambilan Gambar.....	55
6.1.1 Tujuan Pengujian.....	55
6.1.2 Pelaksanaan Pengujian.....	55
6.1.3 Prosedur Pengujian.....	55
6.1.4 Hasil Pengujian.....	55
6.1.5 Analisis Hasil Pengujian.....	57
6.2 Pengujian <i>Input</i> Nama Dosen.....	57
6.2.1 Tujuan Pengujian.....	57
6.2.2 Pelaksanaan Pengujian.....	57

6.2.3	Prosedur Pengujian.....	57
6.2.4	Hasil Pengujian.....	58
6.2.5	Analisis Hasil Pengujian.....	58
6.3	Pengujian Akurasi Pendeteksian Wajah.....	59
6.3.1	Tujuan Pengujian.....	59
6.3.2	Pelaksanaan Pengujian.....	59
6.3.3	Prosedur Pengujian.....	59
6.3.4	Hasil Pengujian.....	60
6.3.5	Analisis Hasil Pengujian.....	62
6.4	Pengujian Akurasi Pengenalan Wajah.....	63
6.4.1	Tujuan Pengujian.....	63
6.4.2	Pelaksanaan Pengujian.....	63
6.4.3	Prosedur Pengujian.....	63
6.4.4	Hasil Pengujian.....	64
6.4.5	Analisis Hasil Pengujian.....	70
6.5	Pengujian Waktu Pendeteksian dan Pengenalan.....	76
6.5.1	Tujuan Pengujian.....	76
6.5.2	Pelaksanaan Pengujian.....	76
6.5.3	Prosedur Pengujian.....	76
6.5.4	Hasil Pengujian.....	76
6.5.5	Analisis Hasil Pengujian.....	78
BAB 7	PENUNTUP.....	80
7.1	Kesimpulan.....	80
7.2	Saran.....	80
	DAFTAR PUSTAKA.....	81
	LAMPIRAN A KODE PROGRAM.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Raspberry Pi 3 Model B.....	19
Tabel 5.1 Keterangan pin raspberry pi yang terhubung ke pushbutton.....	32
Tabel 5.2 Deteksi warna kulit.....	40
Tabel 5.3 Kode program pengambilan gambar.....	45
Tabel 5.4 Kode program pengisian nama dosen.....	46
Tabel 5.5 Kode program pendeteksian wajah.....	47
Tabel 5.6 Kode program cek file pengujian.....	49
Tabel 5.7 Kode program <i>resize</i> area deteksi.....	49
Tabel 5.8 Kode program deteksi warna kulit.....	50
Tabel 5.9 Kode program pengenalan wajah.....	50
Tabel 5.10 Kode program pembacaan data sampel.....	52
Tabel 6.1 Hasil pengujian pengambilan gambar.....	56
Tabel 6.2 Hasil pengujian pengisian nama dosen.....	58
Tabel 6.3 Hasil pengujian akurasi deteksi sistem.....	60
Tabel 6.4 Hasil pengujian akurasi rekognisi sistem pada pagi hari.....	64
Tabel 6.5 Hasil pengujian akurasi rekognisi sistem pada siang hari.....	66
Tabel 6.6 Hasil pengujian akurasi rekognisi sistem pada malam hari.....	68
Tabel 6.7 Pengujian waktu deteksi pada sistem presensi.....	77
Tabel 6.8 Pengujian waktu rekognisi pada sistem presensi.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Beberapa perangkat keras di dalam <i>smart class</i>	7
Gambar 2.2 Contoh citra digital.....	8
Gambar 2.3 Dekomposisi citra RGB.....	9
Gambar 2.4 Konversi citra RGB ke citra <i>grayscale</i>	10
Gambar 2.5 (A) dan (B) merupakan fitur dua persegi panjang, (C) fitur tiga persegi panjang, dan (D) fitur empat persegi panjang.....	11
Gambar 2.6 Gambar integral.....	12
Gambar 2.7 Jumlah piksel di area persegi panjang D dapat diperoleh dengan cara $4+1-(2+3)$	12
Gambar 2.8 Proses pencarian wajah menggunakan fitur persegi panjang.....	13
Gambar 2.9 Proses pengklasifikasian <i>cascade</i>	14
Gambar 2.10 Pembagian wilayah pada gambar menjadi 8×8 blok.....	14
Gambar 2.11 Proses penentuan nilai biner pada area lokal.....	15
Gambar 2.12 Bentuk akhir histogram <i>local binary patterns</i>	15
Gambar 2.13 Beberapa bentuk operasi LBP dengan skala berbeda.....	16
Gambar 2.14 Makna dibalik pola biner yang dideteksi.....	16
Gambar 2.15 Pola LBP yang seragam menggunakan 8 titik sampling.....	17
Gambar 2.16 Logitech HD Webcam C310.....	18
Gambar 2.17 Raspberry Pi 3 Model B.....	19
Gambar 3.1 Tahap-tahap metodologi penelitian.....	21
Gambar 3.2 Gambaran sistem secara umum.....	24
Gambar 4.1 Ruang kelas tempat pelaksanaan penelitian.....	27
Gambar 5.1 Perancangan perangkat keras.....	31
Gambar 5.2 Foto alat.....	32
Gambar 5.3 Skenario penerapan sistem di dalam kelas (tampak samping).....	33
Gambar 5.4 Skenario penerapan sistem di dalam kelas (tampak depan).....	33

Gambar 5.5 <i>Flowchart</i> pengambilan gambar.....	34
Gambar 5.6 Lokasi penyimpanan gambar hasil tangkapan.....	34
Gambar 5.7 <i>Flowchart</i> pengisian nama dosen.....	35
Gambar 5.8 <i>Flowchart</i> pendeteksian wajah.....	36
Gambar 5.9 Lokasi penyimpanan gambar wajah yang terdeteksi.....	37
Gambar 5.10 <i>Flowchart</i> cek file pengujian.....	38
Gambar 5.11 <i>Flowchart</i> <i>resize</i> area deteksi.....	39
Gambar 5.12 Hasil <i>resize</i> area deteksi.....	39
Gambar 5.13 Ditemukan deteksi palsu dalam <i>face detection</i> OpenCV library.....	40
Gambar 5.14 <i>Flowchart</i> deteksi warna kulit.....	41
Gambar 5.15 <i>Flowchart</i> pengenalan wajah.....	42
Gambar 5.16 <i>Flowchart</i> pengenalan wajah (lanjutan).....	43
Gambar 5.17 Lokasi penyimpanan data sampel mahasiswa.....	44
Gambar 5.18 <i>Flowchart</i> pembacaan data sampel.....	44
Gambar 6.1 Grafik hasil pengenalan wajah di waktu pagi.....	70
Gambar 6.2 Grafik hasil pengenalan wajah di waktu siang.....	72
Gambar 6.3 Grafik hasil pengenalan wajah di waktu malam.....	74
Gambar 6.4 Grafik rata-rata waktu pendeteksian oleh sistem.....	77
Gambar 6.5 Grafik rata-rata waktu pengenalan oleh sistem.....	78

agar bisa mencegah kecurangan tanda tangan yang bisa saja terjadi sewaktu-waktu.

Berdasarkan teknologi rekognisi wajah yang ada di dalam *computer vision*, maka penerapan rekognisi wajah mahasiswa bisa dijadikan sebagai metode alternatif di dalam memantau kehadiran mahasiswa. Penerapan teknologi rekognisi wajah ini merupakan salah satu wujud dari penerapan teknologi *smart class*, dimana sarana pembelajaran di dalam kelas tersebut akan diintegrasikan dengan teknologi-teknologi pembelajaran seperti komputer, perangkat lunak khusus, teknologi *audience response system*, *networking*, dan kemampuan audio/visual (Block *et al.*, 2015).

Dalam menerapkan salah satu fitur dari fungsi sistem *smart class* ini, nantinya sistem dapat melakukan pendeteksian dan pengenalan wajah. Proses pendeteksian wajah dilakukan dengan menggunakan metode Viola Jones yang berfungsi untuk menemukan lokasi wajah mahasiswa dari gambar *scene* ruang kelas. Metode Viola Jones dipilih karena berdasarkan penelitian Balchoh *et al.* (2012) disebutkan bahwa metode Viola Jones merupakan metode yang paling efisien di dalam melakukan pendeteksian wajah. Sedangkan di dalam proses pengenalan wajah akan dilakukan dengan menggunakan metode *Local Binary Patterns Histograms* (LBPH). Metode *Local Binary Patterns Histograms* dipilih karena menurut Huang *et al.* (2011) metode *Local Binary Patterns Histograms* ini merupakan metode klasifikasi yang bisa memberikan toleransi terhadap perubahan cahaya monotonik di dalam piksel gambar. Dari proses pendeteksian dan pengklasifikasian wajah ini nantinya akan dihasilkan suatu label. Label tersebut akan digunakan untuk mengetahui nama mahasiswa. Dari label-label yang terkumpul nantinya akan diketahui nama-nama mahasiswa yang hadir di dalam jam perkuliahan tersebut. Sehingga dosen pengajar dapat mengetahui siapa saja yang hadir dan yang tidak hadir berdasarkan daftar nama mahasiswa yang terdeteksi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana nilai akurasi deteksi wajah menggunakan Viola Jones ?
2. Bagaimana nilai akurasi rekognisi wajah menggunakan *Local Binary Patterns Histograms* yang dilakukan pada pagi, siang dan malam hari ?
3. Berapa waktu komputasi untuk deteksi dan rekognisi ?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui nilai akurasi deteksi wajah menggunakan Viola Jones.
2. Mengetahui nilai akurasi rekognisi wajah menggunakan *Local Binary Patterns Histograms* yang dilakukan pada pagi, siang, dan malam hari.
3. Mengetahui waktu komputasi untuk deteksi dan rekognisi.

1.4 Manfaat

1. Dengan adanya sistem presensi berdasarkan rekognisi wajah dapat membantu menyelesaikan kasus kecurangan tanda tangan oleh mahasiswa.
2. Membantu memotivasi mahasiswa untuk bisa hadir terus di setiap jam perkuliahan.

1.5 Batasan Masalah

1. Setiap mahasiswa diarahkan untuk menghadapkan wajahnya ke depan kamera.
2. Untuk membatasi jumlah data pengujian, maka jumlah mahasiswa yang diujikan di dalam kelas adalah sebanyak 6 orang.
3. Jarak kamera dari bangku terdepan 246 cm dengan ketinggian 212 cm.
4. Pencahayaan ruangan (diukur menggunakan sensor digital lux meter).
 1. Pagi : 180 lux s/d 183 lux.
 2. Siang : 118 lux s/d 136 lux.
 3. Malam : 114 lux s/d 122 lux.
5. Mahasiswa yang menggunakan kacamata diminta untuk melepaskan kacamatanya saat proses presensi berlangsung.

1.6 Sistematika Pembahasan

Bab I : Pendahuluan

Pada bagian ini menjelaskan mengapa permasalahan ini diangkat sehingga penelitian ini dianggap penting dilakukan. Dalam bab ini telah berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan laporan.

Bab II : Landasan Kepustakaan

Pada bab ini berisi uraian dan pembahasan mengenai konsep dan teori yang digunakan di dalam pelaksanaan penelitian ini.

Bab III : Metodologi Penelitian

Bab ini berisi sistematika yang digunakan selama melaksanakan penelitian. Setiap proses pengerjaannya akan diuraikan sehingga dapat memudahkan dalam menyelesaikan penelitian.

Bab IV : Rekayasa Kebutuhan

Pada bagian ini dijelaskan beberapa analisis kebutuhan yang diperlukan selama penelitian, baik dari sisi fungsionalitas, non-fungsionalitas, perangkat keras dan perangkat lunak.

Bab V : Perancangan dan Implementasi

Di bab ini menjelaskan proses perancangan dan implementasi dari sistem yang dibuat. Proses tersebut akan dijelaskan secara keseluruhan dari sisi perangkat lunak dan perangkat keras. Beberapa gambar juga disertakan sehingga dapat memvisualisasikan bentuk akhir dari sistem.

Bab VI : Pengujian dan Analisis

Di bab ini akan dilakukan pengujian dan analisis terhadap kinerja sistem yang telah berhasil dibuat.

Bab VII : Penutup

Di bagian ini akan diuraikan kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan. Beberapa saran akan disertakan sebagai masukan bagi penelitian selanjutnya dalam meningkatkan fungsionalitas dari sistem ini.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini akan membahas mengenai kajian pustaka dan dasar teori yang digunakan selama pengerjaan skripsi ini.

2.1 Kajian Pustaka

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “*Automatic Attendance System Using Face Recognition*” oleh Choudhary *et al.* (2016) telah melakukan penelitian mengenai pengisian presensi secara otomatis. Proses pengisian presensi tersebut diterapkannya dengan cara mengambil gambar *scene* ruangan kelas sebanyak dua kali, pertama ketika pelajaran dimulai dan yang kedua ketika pelajaran telah selesai. Hal itu dimaksudkan untuk memastikan bahwa setiap siswa tetap berada di ruangan kelasnya hingga akhir jam belajar selesai. Dari gambar yang diperoleh sistem, ia mencoba menerapkan proses perbaikan terhadap gambar supaya lebih mudah ketika masuk ke tahap proses pencocokkan. Selanjutnya, proses pendeteksian wajah diterapkannya menggunakan algoritme Viola Jones dan proses pengenalan wajah diterapkannya menggunakan algoritme PCA (*Principal Component Analysis*). Setelah melewati kedua tahap tersebut, ia mencoba membandingkan hasil pengolahan gambar di awal dan akhir pelajaran. Apabila siswa terlihat pada kedua waktu tersebut, maka siswa tersebut akan ditandai sebagai hadir di dalam basis data. Akan tetapi, apabila siswa yang ternyata hadir tetapi tidak dikenali oleh sistem, maka pengajar bisa mengubah status kehadirannya secara manual. Kelebihan yang ditawarkan di dalam penelitian ini adalah bahwa sistem presensinya tersebut dapat menghemat waktu dan usaha dari penggunaannya, terutama jika pengajar memiliki jumlah siswa yang cukup banyak. Selain itu, sistem presensi ini bisa diterapkan di tempat lain – seperti tempat kerja – untuk menggantikan sistem presensi yang telah ada. Kelemahan di dalam penelitian ini adalah tidak menyertakan secara rinci mengenai akurasi hasil sistem presensinya.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Balcoh *et al.* (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “*Algorithm for Efficient Attendance Management: Face Recognition based Approach*”. Di dalam sistem presensi otomatisnya tersebut, ia mencoba menerapkan proses *histogram normalization*, *noise removal*, dan klasifikasi warna kulit untuk bisa menghindari *false detection* ketika menerapkan pendeteksian wajah. Penerapan klasifikasi warna kulit tersebut dilakukannya sebelum memasuki fase pendeteksian wajah. Secara keseluruhan, sistem presensinya menunjukkan hasil pendeteksian wajah untuk kategori wanita yang berjilbab sebesar 40%, orang yang berkumis sebesar 75%, dan orang yang tanpa menggunakan penutup kepala sebesar 95%. Sedangkan untuk pengenalan wajah, sistem presensinya menunjukkan hasil pengenalan wajah yang mampu

!

"

#

\$ %& ' , -

!

!

*+

() " 0 -1 /2 3
4 - , - 5 - 6 7 2

8 \$5678'

()

%

5 - 6 7 2 8 \$5678'

! - (- 9

(- ! - (- &%%9: %%

- %%%9 %%% \$ - (- - ;
5678

9!

!

! \$5678'

5 - 6 7 2 8

!

-

-

!

(- 5 - 6 7 2 8 \$5678'

)

!

5 - 6 < = 7 2 8 \$5678'

0 +<

!

!

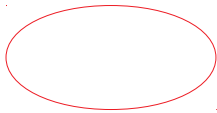
< =

9

8

< = 0 +<

) >
& +
+ 1
9 -
) -
- 1!
1!
\$? %& '
) -
! @ ! 7+
9 !
- !
!! (>< '
\$! 1
\$6 - %& '
) !
- 1 5 - + &%
@ &



\$/'

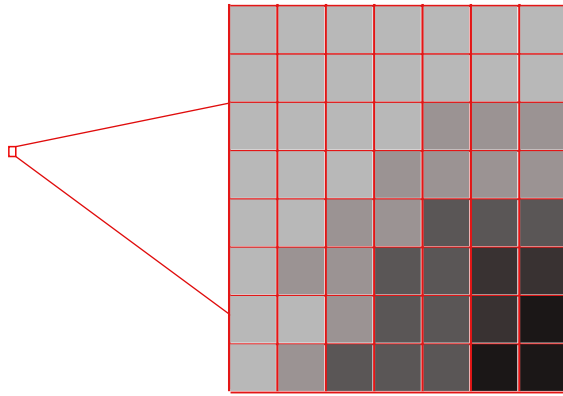
\$6'

@ & 6

A \$B

%& '

+)
 + \$C ' C
 !! !!
 !! \$C ' 6 ! \$
 E % ' " ! \$@ D
 \$ - %%%' 6 - - %
 @



@ + -
) - ! -
 8 ! ! !
 1 - 0
 -
 \$F E F %&%'
 6 -
 - ! G - -
 7 ! (\$F E F %&%'
 -

+ .@6
+ .@6
> H 8 8 D - E .@6
! ?
. @6
! - 9
- !
\$F E F %&%'
6 - .@6
@

@) - .@6

: 1 + .@6 H+ +
E H+ +
H+ + 7 H -
\$ - ' + +
- - \$ %& '
E H+ + ()
7 (+ + =
! - \$+ + ' =
! \$7 1 E ! %&: '
" !
- .@6 1 H+ + 7
1 - .@6 - H+ + 7 &
\$0 +< %& ' 7

+ +
\$7 1 E - %&:'

\$ &'

\$ '

A

H A - - \$

+ A - -

+ A - -

1 + .@6 @ -

E -

E ! - .@6

1

%

!

- @ + - .@6 1 -

@ : 1 - .@6 - -

1 - .@6 - -

.@6 " ! - - .@6

1 - - 7
 \$O +< %& ' \$ '

A
 . A
 @A
 6A

< =
 ? < =
 ? < =
 ! \$< = %%:')
 < =
 (\$6 - %& '

? A \$&' 7 (\$ ' ! (! (9 (

< = @) 9 (

@ \$/' \$6' (\$+' (!
 \$)' (A < = \$ %%:'

' +
!!
-

(

"

7

@

@

@

7 @

&|&|&|&|&|& J 6

6

!! \$C '

9

"

!

!! -

!

@

K

@

K=

)

- :|&9\$ | '

A < = \$ %%: '

@

K

-

@

& | : 9\$ | 'J :

9

- @ (

@ 7 - (A < = \$ %%: '

7 ! & %%% (

? < = (

(! ! !

/ 6 1 (- ! / 6 (

! (! - - + - (/

>\$> ' ((!

(6 ! ! ! =

! ! ! / , \$, ' ! ! - - L

(- -

@ L7 (- -

A < = \$ %%: '

K 5 - 6 7 2 8 \$5678'

? 5 - 6 7 2 8

(!

?

0

&LL

- 1

!

6

\$8 %&&'

"

@ &%

@ &% 7

M

A . \$ %& '

7 @ &%

M

!

9)

567 9

! M

@ &&

!

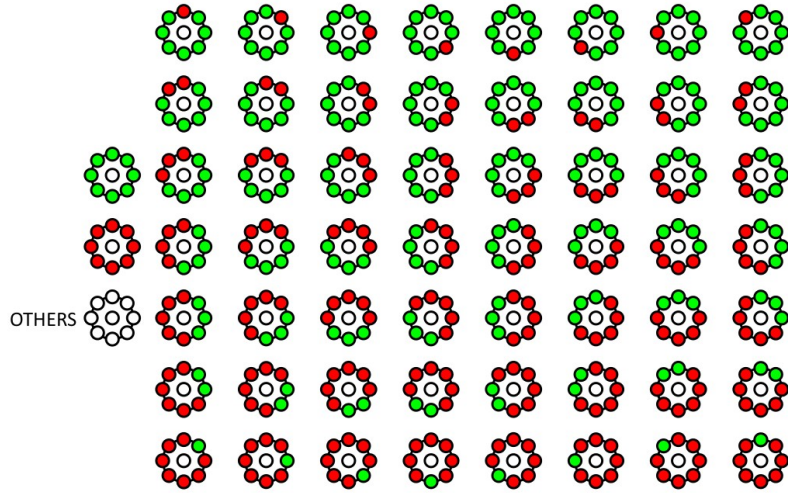
@ && 7
A. \$ %& '
7 @ - &&
) / !
& # %
9
) 1
) ! 567) - 2 %
C 1 (1 ! %
- 8 \$% 9 '
@ & !

@ & 6 - 2
A# 1 \$ %& '
= ! - & 2 M
! @ 8 & 9
0 - - 567 -

@ 6 567
&

@ & 6 567
A. \$ %& '
7 @ & 7 .
1 7 !! - 567 .
567
@ & 7
(! !
@ &: !
| awal

@ &: ?
A. \$ %& '
7 @ &: 567 \$
" 7 2 567 ' - % \$ ' !
\$ ' & \$! ' & \$! ' % \$ ' !
/
\$! G! ! ' 6
- !!
567 @ &



@ & 7 567 !!

A # 1 \$ %& '

7 @ & L ()
 (!! & 567 (567
 ! 7 (567
 ! !
 / 567

\$ - ' :
 _____ \$:'

A
 ?A
 A \$ M '
 A \$ # M \$ # 9 & ' I '
 # A 567

E -
E -
- - -
- !
)
9
E - 9 (! 1
1 - 1 - 7
!
5 - 8) E - + &% = - @ &

@ & 5 - 8) E - + &%
A5 - \$ %& '

L. 7 ? 6
. 7 ? 6 -
. ! ?
. !)
. 7 ? 6 , %& !
. 7 ? 6) -
(- -
! (> &
(@ &K

> & (. 7 ? 6

+7"	N + & @8D6 - 6+? K :
?	&@6 ./?
E ,	6+?: : 5/#
6	6 5 4 \$654'
	&%%6 4
@ G	:%9 C @7;0
" 6	: " 6
/ 1	0 : - 1
8)?;	, D 8)?;
7	7 + ; . 7 +) ; . 7 - -
?	? -)
	? " 6 /
	#006 . 9

A . 7 , ! \$ % & ' .

@ &K . 7 ? 6

A . 7 , ! \$ % & ' .

&% 7 <

7

! !

(

)

-

-

-

&& 0 +<

0 +<

-

- 0 +<

- 1

-
%%

1)

!)

!(

(

1
0 +<

? />5/6
)

E

5 +|| 7
C /

= 1
? -0
0 +<

!

\$0 +<

%%%'

6/6 ?4>0)050@;74#45;>;/#

6

!

&/ ? 7 !

@ > 9 ! -
&

@ &> 9 !

! " # \$ % & ! ' & () * & + & " " " & , " & " - . / 0 1
! " & ! ' & () * & + & " " , " 3 " ! / 0 4 1
3 " " # * & + & " " ! " 2 5 & 6 # " ! ' & , " - / 0 7 1
& "

/ : ; 1 " 6 " 8 " 9 " " " & : ' ; " " + < = 3 3 5 38 + :

! .
!
!
>
: " 8 " 9 " 3 2 " & : ' ; " + " ?
(" 8 " 9 " " & : ' ; " / : ; 1
+ : , " & >

5 " # " "

! . : . " ! " "

+ : (" ? &

(" "
@ . "
A . ; (B
4 ("
C : ' "
7 .

! . :
!

"
D

+ 5

<
@ 5 38
A : " 6
4 -
C : " E 5 "
7 F
G
O +: B <: B5

@: &
: &
F &

&
<

< < &
< &)
: " " "

+ : ("
: " "

@ < " &

A ?
#" "

4 " "

AB

F
: &
;

4: !

F

:

#

"

"

"

"

"

.

;

&

H

&

70 7

I

7 4 I

@

I

6

"

4

"

/

1 ;

"

"

C.

.

:

J

! @+\$.!#! ! . \$ 2F2; ! -

" " # "

@ < 2
<

"

@ F
F

" " "

&

"

@ . :
:

"

@ 5

"

+) C7 &) 07 & < @) C74
& " " " " " "

) &

! !
"! #! \$ % ! &# %'
(% ! ! !
) * + ! !
!
+ \$!
, \$!) - !
+
- ! / ! 0
, 1 /
! ! ! !
) - !
(
0 + !

(1 /
1 !
4 ! ! 54 ! + 3 2 3

(/ 6 !
1 4 !

3,
(8 %
! O + *) - ! + ! 7
(7 ! ! 3 !
O ! !) - !
) 7 O + O O 3
2 O 3 ! ! " ! 9
O O + 3 ! : O
O 5 ! ; << = = (<)) = = <)
O & : 3 * / 3 (8 ' ;
7 O + O 3 ! #!
\$ % ! &# %'
+ ! 3+ O + !
! O +
O +
, O ! !
7 O + O 3
4

! 3 4 O O O
((/ >! 56 !
1 ! 54 ! + 3
((/ /
)-!
- / 9 3 !
O 3 \$! 3 ! 3 !
! ! ! %2-
(*
- ! !
) -! !
- ? O
/ ! 3/ %2- 3 -!
- ! !
-! + 4 !)
, \$! +
- ! ! 5 !
) -!
(((/ #
3
- !
) -!

(O + 9 O + O !
- ! " ,8 O + !
) - 2@ !
- ! (,88 ! O +
3 O +
, ! :) ! ! : !
- ! ! !
. > ! : ! !
- 4! / ! 5 ! O
O ; !
< ! A !
- O + O
! B C
2 O ! +
! O +
D 2 4! O
2
8 5 5) - !
2 \$! 5
! ! \$!

1 , @ 1> 1> 1> 21> - #@- @>C1

+ 3

, /

, /

! ! 3 ! ! O 3
! 7 (8
! %2- 3 !O
! ! 7 3 \$!
,

,
E , 3 O
\$! 7 3
! 2 3 !
! 1 2
+ C , \$!

! !
! ! ! " ! !

" ! #
" ! \$ %
% (! % ! !) \$! & ' ! (!
! ! \$! ! !

" ! ! (* (!

" !) ! ! + ! ! ,
" ! - ! (* (! *

" ! -) ! ! + ! ! ,
.
'
) ' \$ & ! ! \$! ! \$! ! \$! !
% (\$ ' / (\$ 0 ! \$ % \$
% (! ' ! ! ! ! !
! !

! " !
! ! ! ! ! & ' !
! ! ! ! ! * ! (

" ! # %' ! !
! " ! \$ % ! ! 1 23
! ! ! ! ! ! !
! 4 5 & 6 * (" ! 7\$! / \$
! ! ! ! ! 5 6) ! !
! ! ! ! ! (8 9 %'
! ! ! ! ! (

" ! 7. ! !

@ (
% (! ! ! / &/
! % (! !
% (! ! * ! ! 3 ? 1 23
! ! ! % (! %
! ! ! 4 ! % * % (
! ! *
" ! A

" ! A # %' % (

" ! A\$ % ! ! !
 ! " ! ! = ! %
 ' ' % (! 1 23
 () ! (' % (\$
 / / (\$! ! ! * % !
 / ! 4 (! ! \$! ! 4
 ! % (! %
 (! % (!
) ' / ((\$!
 0 ! ! ! % (! % (!
 1 23 ! ! ! ! % (! %
 ! * % (! % (! 4 (?
 \$! ! ! % (! % ! !
 4 (: ! \$ (* \$! ! ! % (!
 * (!
) ! % (! \$! ! % (!
 4 ! ! %
 * % (\$!
 ! ! % (!
 - 2 # (!
 2 / (! ! ! ' / (! % (!
 ! ! ! ! * % * % (!
 ! (! % (\$ / ! 4
 (! ! \$ * ! ! / (!
 % (! ! * ! ! % (! ! 4
 (! ! % (!
 8 ! ' / (% ! ! !
 ! / (B ! * \$ /
 (5C ! C C" C & C% (\$ * (!
 " !) \$ ((! /
 ! 4 (? 4 (! ! \$!
 : ! \$ (/ ! \$!
 / (8 ' / (!
 " ! D

" ! . ! ! % (

" ! D # % ' ' / (

0 8 ;

0 ! !
% (1 23 !
! ! ! ! 1 23 % (' 4 \$
+ ! \$! ! * ! ' ! !
8 % , \$ 0
! ! ! ! 8 % (! %
! ! ! ! 4 ((! !
! ! % (! !
8 0 % ! ! ! =
E\$ \$%\$! ! ! ** ! ! % (! !
! (B E ! ! E\$! ! \$
! \$ % ** E\$ * ** ! \$
! = ! ! ! * ! ! *
B ! ! * \$ D\$
= \$7\$ * (" ! !) \$! \$
! ! ! !) ' \$
0 " !

" ! # %' 0

F " ! !

" ! F 0

7; @

/ % (! ! * % % (! ! * ! % (F ! ! \$! ! * ! ! % (2 " ! ! % (

; N

" ! ; ! ! 4 ' '* 1 23
G ! ! ! \$
% (' ! = * !
% << 2 < 2 <) = \$@ H2 2 + D -, \$
\$! ! ! ! &! %
; %

" !	= " H2 2)
o	\$" \$ I J 7 \$ < \$ < K H I +D L , M +D A < L" , M +D -L , I < 2 I + B H , L D 7 - M A I A 2 I + B H , L D < M A I	
o	\$" \$ I J < \$ D < \$ A D K H I +D L , M +D A < L" , M +D -L , I D 2 I + B H , L D 7 - M A I 2 I + B H , L D < M A I -D	

! % (1 23 ! !
% (% H2 2 ! !
) \$! % (= ! % H2 2 " !
% (4 ! H2 2 & %
! ! (! ! ! % (& \$
B ! ! % (! ! ! ! \$ D
+ ! 1 23 \$! ! ! !
, ? + , D\$! ! % (! !
! ! % (! ! % ! ! !
8 \$(* ! ! + (!
* D,\$! ! ! ! #
! % ! ! ! % (! %) '
\$ % " ! -

" ! - # %'

%

" ! < . ! ! ! %

" ! A # % ' ! ' !

! !
 ! ! !
 ! \$! \$ % (\$ ' / (\$ 0
 \$ % \$ % (! ' !
 ! " !
 ! ! ! !
 ! ! !

	<p>! " # \$ %# & '& (& & * # '! + \$ " %# '& (& & * # ' \$ (' (', ,(" (, (, & ! , (</p>

\$! & ! ! 4
* ! ! ! \$! ! 4
! ! ! ! ! */ % ' !
! B ! * ! ! % ' ! ! . '
2 D & ! ! ! ! ! ! / ! \$
! ! ! ! ! ! ! = 4 ! ! &
! ! ! ! ! ! ! ! 4 5 & 6
& 7 ! ! ! ! ! *
! ! ! ! ! ! ! ! ! !
& ! ! ! ! ! ! ! ! !
! ! 4 ! ! ! \$ & ! !
! ! ! ! ! ! ! ! ! ! !
= \$! ! ! ! ! ! ! ! ! (

: ! ;
! ! ! - ! ! -

	<pre> (,(& ,(" - '. / 0 ! 1# #! 0# #! 0#1 #'! '2 & 3& ! 4 # 5 #! 1# ! 0# '! '4 16 76! 1# #! 0# #! 0#1 #'! '8 , 5 1 &6 ! 1# ! 0# '! '9 : ; & ! 1#<, #! 0# #! 0#1 #'! '0, : &(: = (! 1#1 ! 0# '! '> ? 6 < ! 1# ! 0# '! '; : 6 @ (& ,! 1# ! 0# '! '1 (6 . /7 + 9+ ! 1# ! 0#5 '! '9 1 & ; ! 1# ! 0# '! '5+, 1 & ! 1# ! 0# '! ' 6 ! 1# ! 0# '! '> A 6 ! 1#<, ! 0#1 #' B \$ (++ (,((" & '0 (+ ,(\$ + ,(, ,(& ,((# & / ,(& ,((, & & (</pre>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

```

-$      !      & !      ! 4
* !      !      & !      & <
!      > !      !      !      ;      & D
!      ! !      !      !      !
!      !      ! =      ;      & !      & A
!      !      '      ?      !      !      >
!      !      >      !      ?      > $!      &
!      !      !      >      $      ( *
> $!      =      !      4      !

```

@ (

! !

% (

!

% (

	<p>& +(?</p> <p>\$ +, % (+ 6(</p> <p>6 " %# %&C, , ! %#CED. ;8. 8.9A</p> <p>\$? (+ (+ ((</p> <p>"</p> <p>%#C (C (('FOE* (, & &#G '</p> <p>\$ & + ? ? 6 & & +(</p> <p>&, & ? "</p> <p>(" # & &0 & 1</p> <p>6!</p> <p>(2 &, " # !</p> <p>H , (" !</p> <p>1 / " ! !</p> <p>G1 / " !</p> <p>(I"</p> <p>\$ (? + ? ? (6</p> <p>+ ? '& (& & * ? '</p> <p>"</p> <p>, G!6! ! (</p> <p>\$ (/ & +(</p> <p>G!6! ! " (/ & +(G!6! !</p> <p>\$ 6 (?</p> <p>? " -6 6J ! G GJ B</p> <p>\$? ?</p> <p>+(+ & " & +(+ & ?</p> <p>+(+ & (</p> <p>\$, ((6 ? + ((&</p> <p>%# & '& (& & * ? *'J(& J'# '!</p> <p>?</p> <p>\$, (((+ & ?</p> <p>%# & ! G!6 ! GJ ! 6J ! ! !</p> <p>!</p> <p>J"</p> <p>&, & ? J"</p> <p>(</p> <p>, &</p> <p>& &, & ?</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

! ! * ! \$! & ! ! 4

! ! ! ! % (\$! ! 4

! ! ! = ! (! ! ; &

" ! ! (' ' ! ! (!
1 23 ; &7 ! !
(/ B / ' ' ! !
! \$% (\$ \$ \$ % (;
! ! / ' ' ! % (\$
5 ' ' 04 4 ' 0 4 E! 6
; & = 0% (! ; &
! (! % (! % (; &
! & < ! ! % (\$ \$
! ! ! ! = 4 ' \$ &
; & ! (! % (\$!
? (! % (* ! ' 0/ 0 (\$!
4 (& ! ! 4 / ! % (!
! ! * / ! % (!
* ! ! ! &
= ! ! ! ! % (! ! ! !
! ! ! !
; & -\$ * % (!
& 7\$ = E\$ \$\$ % (!
0 ! ! 4 0 0 0 \$! !
0 % ! &
= % (! ! % (! (G ! ! *
% % (& ! % (\$! ! &
0% 0 \$! 4 = % (! ! 4
\$ # (* ! ! ! (!
; & - ! (! ! ! \$
! ! ! ! & 7 ! ! ! !
! ! ! ! 5 \$! ! ! !
4 ! & ! ! ! ! % (\$! ! ! !
! ! ! ! % (! ! & A .
& ! ! ! & ' ! = / &-D
! ! ! ! % (! ! % (! !
? * ! ! ! !
% (\$! ! &- ! ! ! (!
% ((4 ' (&-- 4
! ! ! ! % (! 4
!

-2 # (! ! ' / (7 7 ! ' / (

	<p>+ ? , \$ & (&) (? & ((" , (# (& , ' \$ + + , + & & + , (# (& , (,& \$? + ! ((, (? & ((, (# ,% " , J '* J &</p>

7\$! & ! ! 4 * ! ' / (\$! ! 4 ! ! ! ! ! % (! ! ; & ! ! & ! / ! 4 (&7 ! ' (! / ! % (/ * ? / \$! & &

0 8 ; ! ! 0 < < ! 0

	<p>(/ & +(G!6! ! 6 " & 6) K # " & K # G " & G) K # " & K # & G!6! !</p>

<\$! & ! ! 4 * ! 0 ! 4 % (1 23 \$! ! ! ! ! ! ! ! \$ E\$ \$\$ \$! E ! ** \$ % ! * ** ! ! ; & & ! ! 4 ! &<

7; @

! !

%

A

A

!

%

	& +(+ & AC C " # 6 - ! ! B! # & G AC C " # 6 - ! ! B! # & AC C " %# %&C, , ! %CDED. ;8. AC. C; (+ . , " %# . AC C ! AC C ! G AC C , " (+ . , "" #(, L & (& 2 (

AS ! & ! ! 4
* ! % ! !
% (\$! ! 4 ! !
! ! ! ! ! !
! ! ! ! ! !
; & ! ! = ! % (!
! ! " ! ! ! (' H2 2
! ! = ! H2 2 ! &<\$ (D
! H2 2 \$! *
* ! ! ! ! ! &
&
; & ! ! ! (!
% ? (! %
! ! ! ! ! !
! ! ! 4 ! ! ! ! \$ *
! ! \$! ! ! ! ! % (4
! ! #
< @ (
! ! ! ! ! !
! ! ! ! ! !
! ! ! ! ! !

	\$? + & + ? (? & & ! ? & +(? ? 6 & +(! &

? & +(? (
 &
 (\$, ((& (& ' &) & '
 (! (" & & ' &) & '
 \$ & / " %# #E;@:2 . , / &
 \$ & , / & (
 (6 , / #& (! # 6 (
 \$ (((& ((6
 " -B
 \$ (& (
 (? & (" , (# (& (? & &
 , (? & ((
 \$ & , + (
 \$, & , " &) & *(* #
 & " (? & & J M*M J
 \$ " %# ? & !
 \$ +((, / # &
 ! " , / # &
 \$ + & ((
 (? & (- B & ((
 , &
 \$ (++ ((+ &
 # (? & (- B
 &

\$! & ! \$! 4
 * ! % (\$! ! 4
 ! ! ! \$ (% (!
 (! % (8 (! % (
 ! \$! 4 ! ! D *
 (: ! \$ (! % (\$
 ! % (&<\$!
 ! 4 ! ' ! ! ! ! ' ,
 \$! ! ! ! ! ! ' ,
 ! ! ! ! ! !
 & D\$ % (
 ! ! ' F ! +. F, 1 23
 & ! ! * !

! < ! & 7
 ! ! ! & ! ! %
 ! & ! ! (! !
 ! \$! (= ! ' , *
 (& A ! ! (F ! +. F,
 1 23 ! ! ! !
 ! % * (& !
 G ! % (! \$!
 & - ? ! ! \$!
 (: ! \$ (* ! ! ! ! ! % \$
 ! ! ! % ! ! ! ! ! \$
 &-D\$ 4 ! ! ! ! & ! ! %
 !
 A ! ' ;) !
 ! ! ! ' ! ! ! D
 D ! ! ' !

	<p> \$ (& (& & & , & (" , (# (& & , & \$ 6 (? (" -B \$ 6 (((" -B \$ & ((6 + & + (" -'('!' ('!' ('!' ('!' ('!' ('!' ('!' (' B \$ & ((6 + & + ((" -'('!' ('!' ('!' ('!' ('!' ('!' ('!' (' B \$ & ((6 + & + (" -'('!' ('!' ('!' ('!' ('!' ('!' (' B \$) (((+ + ((& + (" N' ' ! '(' (! ' ' O P" ? P" & ((" + (-' 'B P" ? P" & ((" + (-' ('B (& ((" + (-' 'B \$ + (, (((</p>

	<p> , (,& & ((, & \$ + (& + , ' ((" (, \$ \$ ' & , ' ((" (' (' \$ (&+ ((' (' & + " & # M(M! MM \$ & ,+ (& (((+) \$, & , " M&) & *(M (? & & " & , & J M*M J \$ (& (((" , (# (& (? & & (? & ((" , (# (& (? & & , (? & ((\$ & ,+ (& *(* # \$, & , " &) & *(* # & " (? & & J M*M J \$ " %# & ! \$ & ,+ (? & + 6((# \$ (+ & + (? 6 (+ & (# & (! (</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p> D\$! & ! ! 4 * ! ! ' ! \$! ! 4 ! ! ! ! ! ! ! ! % (! % \$! * 4 ! % (! ! ! % ! &7 &A ! ! # ! 4 ! ! ! % 4 ! % (! 5 \$! ! ! ! ! (' ! ! (! ! ! ! ! %) ! ! ! ! ' \$! & ! ! ! % ! ! ! ! \$ \$! ! \$! ! % ! ! ! ! ! (! ! ' ! ! ! ! % \$! (& D ! ! & ! ' ! ! ! ! & A ! \$ 4 ! ! ! % > ! ! ! \$ (? * > ! ! % * > ! ' : ! \$ (> \$! 4 ! ! / ! ! % (</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A G ! ' & A &
! 4 5 6 ! 4 ! \$! & -
! ! ! 4 ! % !
% (' ! ! !
& D\$ * ! % (= ! ' ,
! ! 4 ' \$ 4 ! !
) ! 4 ! % ' \$! 4 !
! ! ! ! ! ! ,
!

8 7 P: "G? 8: ; 8: 8: 8.))

4 ! ! ! ! * (

7 (! " !

7 (((4 ! (4 ! *
! ! ! ! !

7 ((% ' !
' F; @ ' ! 2 D ! &! " 1 G)
D

7 (! ! ! ! 0
\$% ' ! \$! \$! \$

! %
! "
- (! R! S
! ! ! ! !
! (! ! ! !
7 F ! ! 4 R & S

7 - F ((! ! !
(7 !

\$ % " & ' " (" ! " #)
" " " ") * " + " , - " . "
/) O " " +
* , . " (

1 2 \$

+ " (" /) O ") ") "
" 3 ' "

" " " " " " " 4
O /) ! 5 # 5 5 5 ") "

O # /) O "
O)
6 O ,).

7 " !) " "
") " " 8)

9 ") "
: + - " " 8 " "

6

'' '' ''
''

-		
	;	
	*	
) (<)	
6	"	
	" #	

) '' '' ()
" " " 8)
" = " " " = + " " 6 " " "
> " () ?5 () " " " "
" - 5 5 " 5 ") (" " = " " =
" 5 " ") 5 () " " "
-6 " -

" %

" # " " + (

" " " "

" "

" " " # "

" 4

○ /) ! 5 # 5 5 5") "

○ # /) ○ "

○)

6 ○ ,).

○ (# " " " " "

○ - # 5 " ")

+ #) " " # " "

7 " " (!) " "

9) " " 8)

"

:

@ 5) " " ") # " "

" + # " #

' ○ #) " " "

" () 3 "

> ?

O " - " " " #

_____ > ?

O " > ?

6

") " " # ") " "

		A #	A ")	B
				'C
				'C
				'C

6				5 9C
				'C
		6	6	'C
9				'C
:				'C

@			6	5 C
.				5 9C
/ -				95 9C

" -) " " # " 5 -
4

/ - (") " " 95 9C "
") " " 5) " " 5 "
" " " " " " "

6

%

6

" " + (

6

" " # 5 5 " " "

6

" " " " # " "

4

" " # 5 "

○ /) ! 5 # 5 5 5 ") "

○ # /) ○ "

6 ○)

○ ,).

(# " " " " "

○ - # " ") (5 " "

" " #) " " (+

9 7 " " !) " "

" " " (" 8)

@ " ") "

' 5 #) " 8) -

○ #) " (#)

" " " (#)

3

O " - " " #

O "

66

" " 6 #) " " #
" 6 "

A O #	O ² #)	%			B
	D (+	D (+			'C
	E "			'	''C
	"	"			'C
	D (+ "	D (+ "			'C
	D (+ \$	D (+ \$			'C
	\$ E "	\$ "			'C
	E " 7			'	''C
	D (+ " E "	D (+			5 9C

	D (+ \$ E "	D (+ "			5 9C
6	" 7 6	D (+ "			9 C
	D (+ 7 6	D (+			'C
	7 6 \$	7 D (+			'C
	" E " 6 7	" \$			'C
	" D (+ 6 7	" D (+			6'C
	" \$ 6 7	"			'C
	" E " D (+ 6 7	" \$ D (+			5 9C
	D (+ \$ 6 " 7	D (+ E " 6 "			'C
	D (+ " 6 E "	D (+ "			'C

	7				
/ -					6 9C

) " "

"

A O #	2 O #)	%			B
	)	A		'	'C
		"		'	'C
	A	A			'C
	A O	A O			'C
	A)	A \$ "			'C
	)	"			'C
	2 F O	A O			5 C

	O 2 F)	O 2 F A			5 C
	O A	O A			'C
6	A O 6)	A \$ " O			'C
	A O 6 2 F	A O			C
	O A 2 F 6	O A 2 F			C
	A 2 F 6 \$ " O	A 2 F			6'C
	O A " 6 2 F	O A " 6 2 F			'C
	2 F A 6 O 2 *	2 F "			'C
	O A 6 " 2 F 2 *	O A 6 "		6	5 C

	A ") 6 2 F 2 *	A ") 6 O			'C
	A ") 6 2 F \$ ") 2 *	A ") 2 F			'C
/ -					:5: @C

" " #) " " #
"

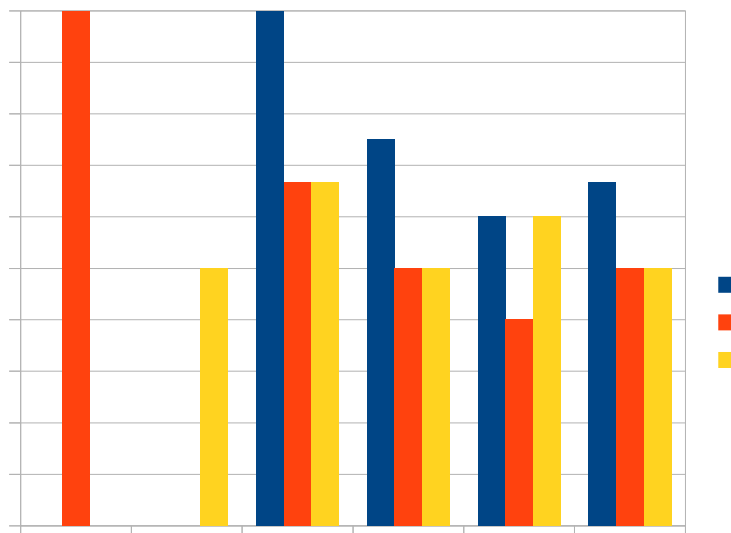
A O #	O ² #)	%			B
	) "	) "			'C
	\$	\$		'	''C
	\$	\$			'C
	\$) "	\$) "			'C
	\$ E "	\$ E "			'C
	\$ E "	\$ D (+		'	''C

	\$) " E "	\$) " E "			5 C
	E ") " \$	E " D (+			5 9C
	D (+) " \$	D (+) "			5 C
6	) " \$ \$ 6 D ( +	) " E " \$			'C
	E " \$) " 6 E "	E " D (+ \$			9 C
	D (+) " E " 6 \$	D (+) " E "			C
	) " \$ D (+ 6 E " \$	) " \$ D (+			6'C
	E " D (+) " 6 E " \$	E " D (+) "			6'C
	D (+) " E " 6 E " \$	D (+) "			'C
	E " \$ D (+) " 6 E " \$	E " \$ D (+) " 6 E "			5 9C

	D (+ E ") "	D (+ E ") "			'C
6 E "	D (+ E ") "	D (+ E ") "			'C
\$ \$		/ -			6 5 C

6

" " # " 65 "



" 5 # * - ") # " # " " # " " - "

" # " #

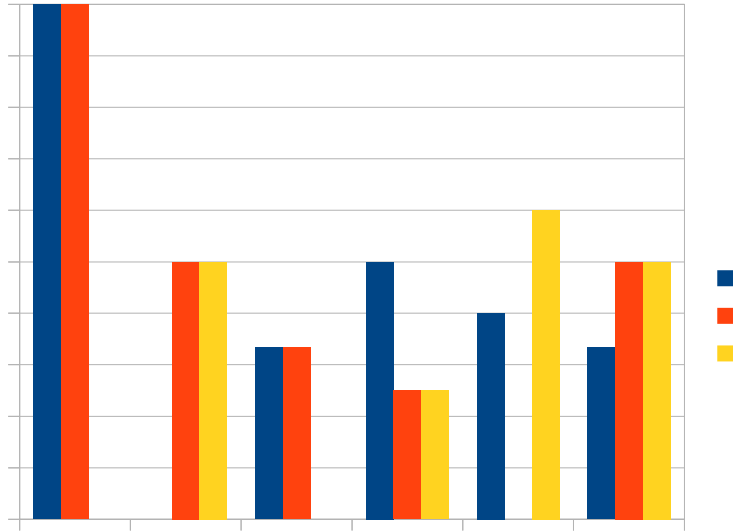
5 " " -
4

"

"

" "

5

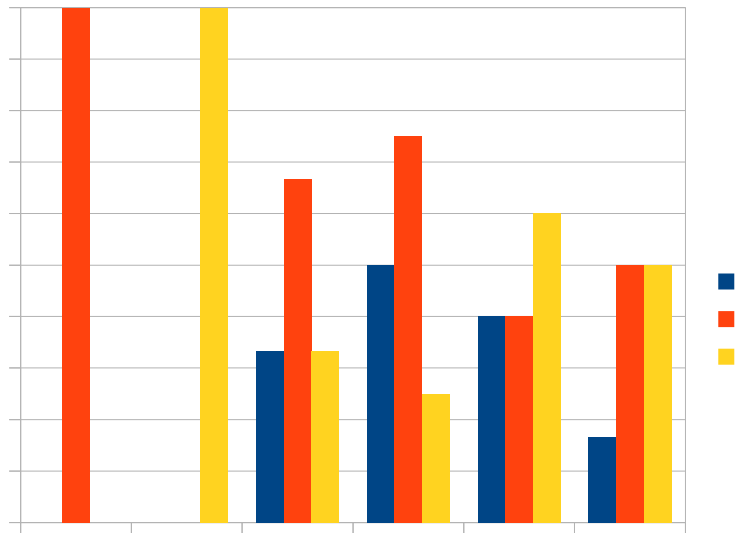


" # " 5 *) " " " # " #

"
"

5 " "
4

" # " # " " # " 5



" " 5 * -) # " " " " # " "

" # "

5 " " -
4

\$ #) " G 5
5 " 5 " # -

" " 5) " 6@5 9C " -
" " " 5)

:5:@C

5 " ") - " " 5 5 "
5 " # -#

% " "

" " #
" " - #) " +
" " #

" " # " " # "
" " (") " ") "
" " # " " " " " "

#

"

" # " " # " "

○ /) ! 5# 5 5 5") "
○ # /) ○ "

○ # /) ○ "

○)

6 ○ ,).

○ () " ,).

○ " " , " H(I ((>?. " # +

" " " " I " >>((>?- H(?5 ?." "

I ((>?. " # + " , H(I
">>((>?- H(?5 ?." "

9 ○ ,).

: (# " " " " "

○ - " ") (5 " "

" ") (5 " "

" " #) " " (

@ 7 " !) " "

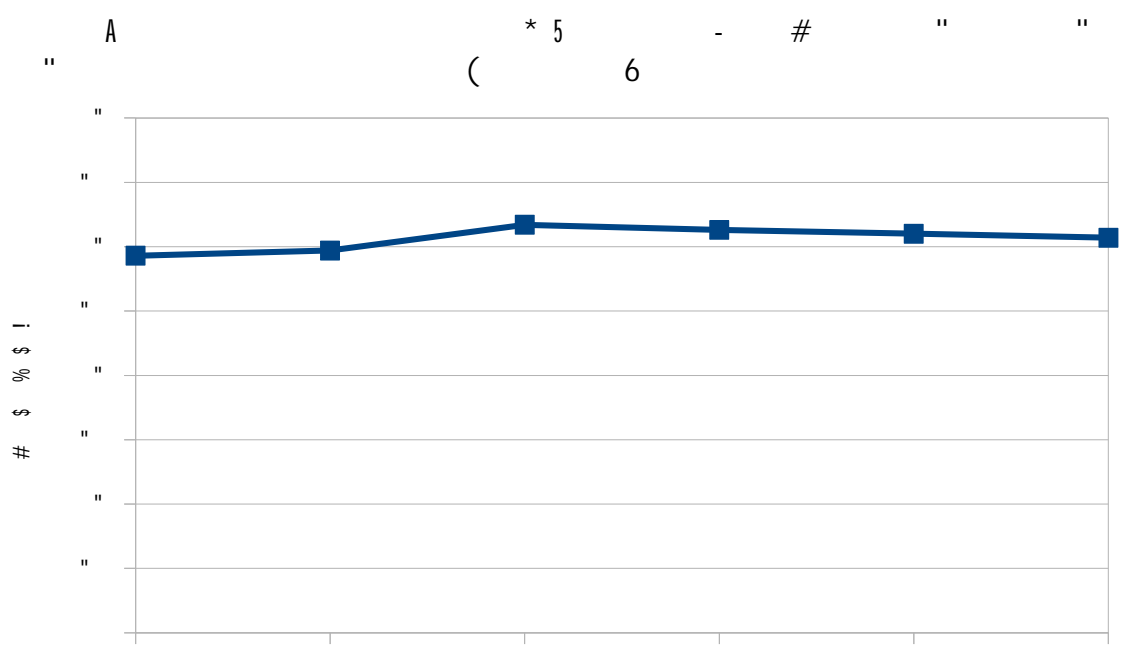
" "

') " 8)
 ") "
 (# " ") "
 8 " - #) " "
 #

6

- " " # " " " " "
 9 " 9 " :
 9 # " "

	% >" (?					
				6		
	'5 @	'5	'5	'5	'5	'5
	'5 @	'5 @	'5	'5	'5	'5
	'5	'5	'5	'5	'5	'5
/ -	'5 @	'5 @9	'5 9	'5	'5	'5 '9



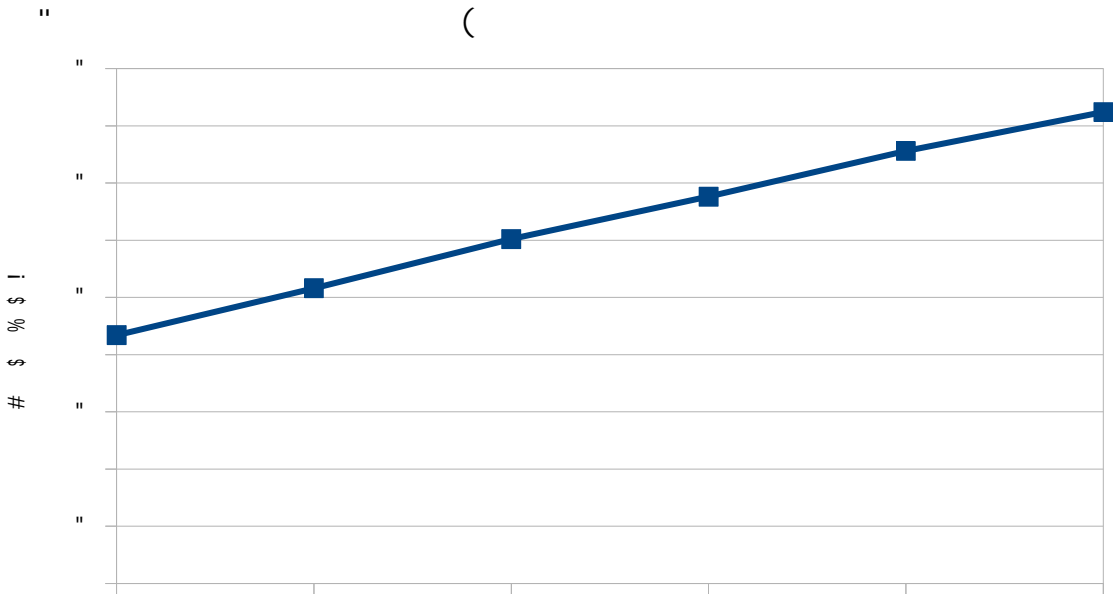
6 * - # "

\$: # " 5 " " "

: # "

	% >" (?					
				6		
	5 :	5 @	5'	5	59	65
	5 9	5 @	5'	5 9	5:	65
	5	5	5'	56	59	65
/ -	5 9	5 :	5'	5 :	59:	65

A * 5 - # "



* - #

" # " " # " " " ("

* " # # " 5) ("

" ('5 @ " (5 ('5 @9

" (5 ('5 9 " (5 (6 '5 " (5

" ('5 " (" ('5 '9 " (

" # "

) " 5)) #
" #) 5) (5 : " (5 (5 9 " (5 (5 : " (5 (5 ' " (5 (6 5 " (59: " (" (65 " (

9 B232 3

9 7

" " " " (" " "

" () " 5 " "

2 " # " " "

: 5 C \$ " " 5

" # " " "

" " " " # -# # " "

2 # " " "

'5: C " # 5 5 C " # 5 " :5:@C " #

\$ 5

D) ! >D ? " "

" # -# # " "

%) " " " # ("

* " 5)

(" '5 @ " (5 (

'5 @9 " (5 ('5 9 " (5 (6

'5 " (5 ('5 " (" (

'5 '9" (" #

" 5))

) ") 5)

(" # 5 9 " (5 (

5 : " (5 (5' " (5 (6

5 : " (5 (59: " (" (

65 " (

9

○ " () " ()

() " (# " -

○ " #)

!'"#\$

\$%# " & ' () \$)*

!'"#\$ \$%# " & ' (

) \$)* " +)) , - . / 0

\$ * 1 2 * 3 4 5 6) \$) 7)

8 /7# 0 % 9 (" +) 3)*

% +*) : ; < = 5/ 0 ++ >?@ A 9 B

C*8+BDD) +)* D + D E +*+D F) D) D -) D

5 G

\$ +9 6 > \$ +9 5 & # < = 9 B

C*8+ BDD- - - +9 + D+) D +9 H+ H5H H9DG

<)) 5 A=

* + 7) % " + ;

; & \$ 9 \$ H3 6)) IJ/ 0 ++ 5J@

I

K ! . L* . 3 3* A "))

2 7 . < = 9 B

C*8+BDD 9) D H) DG <)) 5)

A=

M* 1 M* ') B ' ;

9 * +

7 & '\$ 2 L . \$L%\$ &

	<pre>! ! " ! # \$! ! % & % ' () * + , - . # ! , - " / , - " ,0! , - " ,1 , - " ,2 % # , - " ,3 , - " , (, - " ,2 % , - " ,0# 4 , - " ,5 & , - " ,6 , - " ,7 , - " / ! , - " ,6 # , - " . !% , - " / , - " , ! , " 8 " ! \$ & \$ * ! \$9: # * \$!) * \$ # * \$! 9:; " ! & < 0 / ! 9 < 0 /: " % # (9 * # (- 6- %%= != \$ * >/=> : " 4 % \$ (4 ! 4 & * ? ! @ 9 : 9AB & # (& % A: " 4 % 4 ; \$# % B ; " % 4 (! 4 \$ (=- * !9: # \$9A A- : ") & # (! & 9 # (: ** . % ;</pre>