

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DOSEN PEMULA



Sistem Deteksi Dini Kebakaran Berbasis *Camera Surveillance* dengan Metode
Back Propagation Neural Network

Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun

TIM PENGUSUL

Ketua:

Guruh Fajar Shidik, MCS (NIDN: 0615028701)

Anggota

Fajrian Nur Adnan, MCS (NIDN: 0612118101)

UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO

Desember, 2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : Sistem Deteksi Dini Kebakaran Berbasis Camera Surveillance dengan Metode Back Propagation Neural Network

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : GURUH FAJAR SHIDIK
NIDN : 0615028701
Jabatan Fungsional :
Program Studi : Teknik Informatika
Nomor HP :
Surel (e-mail) : guruh.fajar@research.dinus.ac.id

Anggota Peneliti (1)

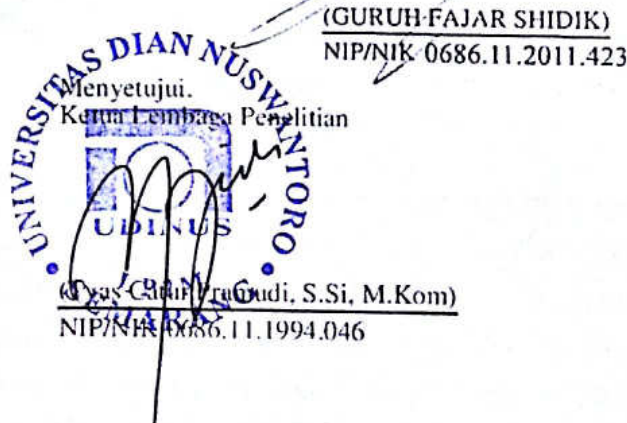
Nama Lengkap : FAJRIAN NUR ADNAN
NIDN : 0612118101
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 12.500.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp. 15.000.000,00

Mengetahui
Dean Fakultas Ilmu Komputer

Semarang, 9 - 12 - 2013,
Ketua Peneliti,



RINGKASAN

Pentingnya pendeteksian api secara dini menurut [1] bahwa deteksi api secara dini dapat membantu memberikan peringatan dan menghindari bencana yang menyebabkan kerugian ekonomi yang besar dan kehilangan nyawa manusia. Motivasi awal penelitian ini ialah karena adanya keterbatasan pada teknik deteksi api dengan sensor konvensional, yakni memerlukan waktu yang cukup lama dalam mendeteksi api pada ruangan yang besar serta tidak dapat bekerja di ruangan terbuka [2]. Selain itu, deteksi kebakaran dengan cara konvensional ini tidak mampu memberikan informasi tambahan mengenai terjadinya proses kebakaran seperti posisi titik api dari sensor, ukuran api, dan seberapa besar api bertambah. Sensor konvensional ini juga terkadang memberikan kesalahan deteksi (*false alarm*) yang tinggi karena tidak hanya api yang menyebabkan kebakaran juga ikut terdeteksi [3].

Untuk menutupi kelemahan teknik deteksi api dengan sensor konvensional tersebut, penelitian ini berencana untuk mengembangkan sistem deteksi kebakaran dengan memanfaatkan sensor visual (*camera surveillance*), sehingga pemanfaatan *camera* yang sudah terpasang juga dapat dimanfaatkan. Selain dapat menutupi kelemahan deteksi api dengan teknik konvensional, kelebihan dari deteksi api menggunakan *camera surveillance* ialah memudahkan pengecekan ketika terjadi kesalahan deteksi (*false alarm*) sehingga dapat segera dikonfirmasi oleh petugas, untuk memastikan benar terjadi kebakaran atau tidak tanpa harus menuju lokasi kebakaran [4].

Penelitian ini mengusulkan metode pengenalan api, untuk mendeteksi secara dini kemungkinan terjadinya kebakaran secara visual dengan menggunakan tiga proses dasar yang berupa deteksi warna, pencahayaan, dan gerakan serta dilanjutkan ke tahap klasifikasi dengan model pembelajaran *Back Propagation Neural Network (BPNN)* untuk pendeteksian api guna mendapatkan akurasi yang optimal. Setelah didapatkan hasil yang optimal, sistem siap diuji dengan merekam suatu keadaan, dan menampilkan hasil kerja sistem (pendeteksian api), jika memang ditemukan keberadaan api dalam rekaman tersebut. Pada tahap pengembangan aplikasi, peneliti menggunakan pemodelan sistem dengan menggunakan teknik *prototype*.

Keywords: *Sistem Deteksi Api, Camera Surveillance, Color Space, BPNN.*

PRAKATA

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT., Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah dan inayah-Nya kepada penulis sehingga laporan Akhir atas penelitian yang judul “Sistem Deteksi Dini Kebakaran Berbasis Camera Surveillance dengan Metode Back Propagation Neural Network” dapat penulis selesaikan sesuai waktu yang telah direncanakan. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah membantu menyukseskan penelitian dosen muda ini, diantaranya adalah:

1. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi
2. Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
3. Rektor Universitas Dian Nuswantoro Semarang.
4. Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dian Nuswantoro.
5. Kepala LP2M Univeritas Dian Nuswantoro
6. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih dalam tahap pengembangan, dan masih perlu ditingkatkan. Penulis sangat berharap penelitian ini dapat semakin disempurnakan lagi dengan penelitian-penelitian berikutnya, sehingga dapat menjadi lebih bermanfaat masyarakat.

Semarang, 4 Oktober 2013

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan Penelitian Dosen Pemula.....	ii
Ringkasan.....	iii
Prakata.....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel.....	vi
Daftar Gambar.....	vi
Daftar Lampiran.....	vi
Bab 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang dan Permasalahan.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Luaran.....	3
1.4 Keutamaan Penelitian.....	3
Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terkait.....	4
2.2 Background Subtraction.....	4
2.3 Morfologi Citra.....	5
2.4 Feature Colour.....	6
2.4.1 RGB.....	6
2.4.2 HSV.....	6
2.4.3 YCbCr.....	7
2.5 Back Propagation Neural Network.....	7
2.6 Model Pengembangan Software – Prototype.....	9
Bab 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	10
3.1 Tujuan Penelitian.....	10
3.2 Manfaat.....	10
Bab 4 METODE PENELITIAN.....	11
4.1 Tahapan Penelitian.....	11
4.2 Lokasi Penelitian.....	11
4.3 Variabel dan Parameter.....	11
4.4 Rancangan Penelitian.....	12
4.5 Target dan Indikator Keberhasilan.....	12
Bab 5 HASIL dan Pembahasan.....	13
Bab 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	16

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Segmentasi warna untuk Deteksi Api	13
Tabel 5.2 Klasifikasi Backpropagation Neural Network dalam mendeteksi Api .	14

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Pengembangan Software – Prototype	9
Gambar 4.1 Tahapan Penelitian	11
Gambar 4.2 Pemodelan Algoritma	12

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen	18
Lampiran 2. Personalia Tenaga Peneliti Beserta Kualifikasinya	20
Lampiran 3. HKI	22
Lampiran 4. Submitted International Publication– IAJIT	23
Lampiran 5. Artikel yang diseminarkan - Robionetics 2013	26
Lampiran 6. Artikel yang diseminarkan – Semantik 2013	28

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Permasalahan

Api merupakan sumber energi yang dapat berpotensi menyebabkan kerugian, baik secara ekonomi maupun secara ekologi yang dapat merenggut korban jiwa. Berdasarkan data Badan Pantauan Bencana Nasional (BPNN) setidaknya telah terjadi 55 kali kebakaran di daerah DKI Jakarta pada tahun 2012 dimana kerugian terbesar menyebabkan 394 rumah terbakar dan 1271 jiwa kehilangan tempat tinggal [5].

Pentingnya pendeteksian api secara dini menurut [1] bahwa deteksi api secara dini dapat membantu memberikan peringatan dan menghindari bencana yang menyebabkan kerugian ekonomi yang besar dan kehilangan nyawa manusia. Telah banyak teknik pendeteksian kebakaran secara dini yang telah dilakukan, diantaranya dengan cara konvensional dimana pendeteksian api didasarkan pada sample partikel, temperature, rata-rata kelembapan, analisis asap menggunakan detector ultraviolet dan infrared [6] [7]. Pendeteksian api secara konvensional ini memiliki karakteristik hanya mendeteksi partikel yang dihasilkan oleh asap maupun api dengan cara ionisasi dan photometry hanya pada suatu titik. Kelemahan deteksi dini menggunakan alat ini ialah memerlukan waktu yang cukup lama pada ruangan yang besar serta tidak dapat bekerja pada ruangan terbuka [2]. Detektor kebakaran dengan cara konvensional ini tidak mampu memberikan informasi tambahan mengenai terjadinya proses kebakaran seperti posisi titik api dari sensor, ukuran api, dan seberapa besar api bertambah. Sensor konvensional ini juga terkadang memberikan kesalahan deteksi (*false alarm*) yang tinggi karena tidak hanya api yang menyebabkan kebakaran juga ikut terdeteksi [3]

Untuk mendeteksi api secara dini dengan lebih baik [3] menyatakan pendeteksian secara visual bisa digunakan. Deteksi kebakaran visual dapat berguna dalam kondisi di mana detektor api konvensional tidak dapat digunakan [8]. Penelitian pendeteksian api secara visual dapat dilakukan dengan memanfaatkan kamera

yang telah ada saat ini, dimana teknik dasarnya ialah membedakan citra image yang direkam setiap framenya. Penelitian sebelumnya terklasifikasi menjadi dua didalam *image processing* yaitu salah satunya fokus kepada *color image* [9] , [10] [11], [12], [13], [14] dan yang lain pada *gray scale image* [15], [16], [17].

Dengan semakin bertambahnya penggunaan Camera Surveillance yang ditempatkan dibarbagai gedung saat ini, hanya baru digunakan untuk keperluan *computer visual* seperti object tracing, deteksi kejadian abnormal, pengenalan karakteristik. Sehingga didasarkan dengan penelitian *computer visual*, deteksi api dengan *camera surveillance* juga dapat diterapkan dan menjadi area riset yang penting [4].

Kuntungan yang didapat dari pemanfaatan deteksi api berdasarkan visual sensor ialah biaya yang murah karena hanya menggunakan kamera seperti kamera yang menggunakan sensor CCD (Charge Coupled Device), dimana pemanfaatan kamera ini telah banyak dipasang dan digunakan untuk keamanan gedung. Selanjutnya ialah respon dari kamera dalam mendeteksi api lebih cepat karena kamera tidak perlu menunggu sampai api membesar. Kemampuan untuk memantau area yang cukup besar oleh camera juga memungkinkan untuk deteksi dini area yang cukup jauh. Selain itu kelebihan dari deteksi api menggunakan camera ialah memudahkan pengecekan ketika terjadi kesalahan deteksi (*false alarm*) sehingga dapat segera dikonfirmasi oleh petugas, untuk memastikan benar terjadi kebakaran atau tidak tanpa harus menuju lokasi kebakaran [4]

Dari kelebihan-kelebihan *camera surveillance* guna mendeteksi kebakaran, dengan ini peneliti termotivasi untuk melakukan penelitian dalam mengembangkan sistem pendeteksian kebakaran menggunakan feature Color, Luminance serta Background subtraction dengan memanfaatkan Back Propagation Neural Network untuk pendeteksian Api. Mengingat penggunaan camera surveillance belum banyak dibuat untuk pemanfaatan sistem deteksi kebakaran secara *reliable* dan *low cost*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang permasalahan yang ada dirumuskan bahwa: Pentingnya pendeteksian api secara dini dapat membantu memberikan peringatan dan

menghindari bencana yang menyebabkan kerugian ekonomi yang besar dan kehilangan nyawa manusia [1].

Kelemahan deteksi dini menggunakan alat konvensional ialah memerlukan waktu yang cukup lama pada ruangan yang besar dan tidak dapat bekerja di ruangan terbuka [2], sehingga perlu adanya pengembangan sistem yang *reliable* dan *low cost* untuk mendeteksi api pada area yang luas di ruangan terbuka dengan memanfaatkan fasilitas *Camera Surveillance* yang sudah ada.

1.3 Luaran

Penelitian ini akan menghasilkan purwa rupa Sistem Deteksi Dini Kebakaran dengan Memanfaatkan Camera Surveillance, serta artikel yang dipublikasikan.

1.4 Keutamaan Penelitian

Dengan dikembangkannya sistem deteksi api dini ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mendeteksi keberadaan api, yang untuk selanjutnya dapat dikembangkan untuk prediksi kebakaran pada lokasi tertentu.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian seputar deteksi api telah lama dilakukan. Beberapa pendekatan telah dikembangkan guna mendapatkan informasi mengenai keberadaan api yang memungkinkan terjadinya kebakaran. Sebagian besar penelitian mengenai sistem deteksi api lebih terfokus pada deteksi warna yang dapat dilakukan dengan menggunakan color image [9], [10], [11], [12], [14], [13], maupun pada format gray scale image [15], [17], [16]. Penelitian [18] telah melakukan penelitian mengenai deteksi api dengan menggunakan dua fitur utama dari sebuah rekaman video, yaitu fitur warna dan pergerakan (motion). Penelitian dilakukan dalam tiga tahapan utama. Untuk melakukan proses deteksi api, data yang awalnya berupa video perlu diurai kedalam bentuk frame. Tahap yang kedua adalah ekstaksi dan klasifikasi warna dengan menggunakan perceptron. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mendapatkan true possitive rate yang tinggi dan tingkat false negative rate yang rendah. Dalam melakukan deteksi api, klasifikasi warna sangat diperlukan. Selain itu, deteksi pergerakan juga diperlu dilakukan dengan menggunakan analisis teksur dinamis antar frame. Penelitian yang lain seputar deteksi api juga dilakukan oleh Patel [19] dengan menggunakan dua fitur utama yaitu warna dan pergerakan objek. Namun perbedaannya, deteksi api dilakukan bukan dalam bentuk gambar RGB, namun dalam bentuk CIE. Sedangkan deteksi pergerakan objek dilakukan dengan menggunakan teknik background subtraction. Berikutnya Yadev [20], melakukan penelitian deteksi api dengan menggunakan fitur warna, pencahayaan dan pergerakan. Pada penelitin tersebut, peneliti hanya menggunakan warna merah RGB untuk mendeteksi api dan warna Y, Cb, Cr untuk mendeteksi pencahayaan gambar.

2.2 Background Subtraction

Background subtraction merupakan suatu proses yang biasa digunakan untuk mnemukan objek ada gambar. Konsep dari metode ini adalah mengidentifikasi sebuah keadaan untuk ditandai sebagai background model, selanjutnya membandingkan gambar terhadap model latar belakang yang telah diperoleh sebelumnya untuk mendeteksi keberadaan objek, yang dikenal dengan area

foreground. Untuk mengidentifikasi keberadaan sebuah objek, biasanya teknik ini dilakukan pada dua buah citra yang diambil pada lokasi yang sama pada waktu yang berbeda. Model Latar Belakang diperoleh dari area dengan situasi yang konsisten, namun tetap dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Tahap foreground detection dapat dikalkulasi dengan menggunakan perhitungan (1).

$$R(x,y)=I(x,y)-B(x,y) \quad (1)$$

Dimana R merupakan hasil dari pengolahan Background Subtraction, I merupakan Gambar yang diteliti mengenai keberadaan objek atau perubahan kondisi, sedangkan B merupakan Background Model. Perbandingan dilakukan pada posisi piksel (x,y) yang bersesuaian. Karena teknik ini harus mampu mentoleransi terhadap perubahan keadaan alami, maka perlu adanya nilai toleransi atau *threshold* untuk perubahan piksel yang tidak terlalu jauh. Perubahan yang masih dalam tahap toleransi akan dikenali sebagai kondisi yang tidak berubah, sedangkan nilai R yang lebih besar dari toleransi akan dikenali sebagai adanya perubahan kondisi yang dapat diakibatkan adanya sebuah objek.

2.3 Morfologi Citra

Dalam konsep morfologi citra, Terdapat dua operasi dasar yaitu dilasi dan erosi. Dilasi himpunan A oleh B dinotasikan seperti pada rumus (2). Dimana setiap titik x pada citra B ditranslasikan atau digeser dan kemudian menggabungkan seluruh hasilnya. Operasi ini merupakan tahap penggabungan titik-titik bernilai 0 menjadi bagian dari objek A yang bernilai 1 berdasarkan nilai B yang digunakan.

$$D(A, S) = A \oplus B \quad (2)$$

Erosi himpunan A oleh B dinotasikan seperti rumus (3). Operasi ini merupakan tahap penghapusan titik-titik objek A yang bernilai 1 menjadi bagian dari latar yang bernilai 1 berdasarkan nilai B yang digunakan. Erosi biasa digunakan untuk memper sempit daerah yang diinginkan dengan pola tertentu.

$$A \otimes B \quad (3)$$

Dari dua operasi dasar tersebut, dapat pula dikombinasikan menjadi beberapa operasi yang alin seperti operasi Opening, Closing, Thinning, shrinking, pruning, thickening, dan skeletonizing.

2.4 Feature Colour

2.4.1 RGB

Ruang warna red, green, blue yang sering disebut dengan RGB merupakan konsep pewarnaan dengan menggunakan tiga warna primer yaitu merah, hijau dan biru, yang menyusun terbentuknya warna yang lain. Ruang warna RGB sering digunakan dalam penelitian di bidang komputer grafik. RGB direpresentasikan dalam diagram Cartesian 3 dimensi, dimana perpaduan nilai antara ketiganya akan membentuk warna yang berbeda seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Meskipun RGB sangat baik digunakan dalam komputer grafik, namun RGB sangat tidak efisien untuk merepresentasikan citra "nyata". Untuk merepresentasikan ke dalam ruang warna yang berbeda, RGB dapat ditransformasikan dengan menggunakan transformasi linier maupun nonlinier. [21].

Tabel 1: Tabel Komposisi warna RGB

Warna	Putih	Kuning	Cyan	Hijau	Magenta	Merah	Biru	Hitam
R (0-255)	255	255	0	0	255	255	0	0
G(0-255)	255	255	255	255	0	0	0	0
B(0-255)	255	0	255	0	255	0	255	0

2.4.2 HSV

HSV merepresentasikan ruang warna yang lain dari RGB, dalam tiga dimensi yaitu Hue (hijau), Saturation (hijau tua), dan Value (pencahayaan atau intensitas). Ruang warna HSV berbasis pada *cylindrical coordinates*. Ruang warna HSV lebih baik dibandingkan RGB dalam merepresentasikan pandangan manusia dan mendiskripsikan sensasi warna. Ruang warna hsv memiliki rentang warna 0 sampai dengan 1 yang dapat diperoleh dari transformasi RGB dengan menggunakan rumus transformasi nonlinier seperti ditunjukkan pada (4-7) [22].

$$H = \begin{cases} \theta & \text{jika } b \leq g \\ 360^\circ & \text{jika } b > g \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{dimana } \theta = \cos^{-1} \frac{\frac{1}{2}[(r-g)+(r-b)]}{[(r-g)^2+(r-b)(g-b)]^{1/2}} \quad (5)$$

$$v = \max(r, g, b) \quad (6)$$

$$s = (v - \min(r, g, b))/v \quad (7)$$

2.4.3 YCbCr

Ruang warnaa YcbCr terdiri dari komponen luma (Y) yang menyatakan terang atau kecerahan dari sebuah citra, dan dua komponen chroma (Cb dan Cr) yang menyatakan warna dari citra. Transformasi RGB ke ruang warna YcbCr dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut (8).

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \\ 0.439 & -0.368 & -0.071 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \quad (8)$$

2.5 Back Propagation Neural Network

Hasil klasifikasi dari back propagation Neural Network (BPNN) sangat tergantung pada struktur jaringan dan algoritma pelatihan. Pada beberapa penelitian, telah menunjukkan bahwa algoritma memiliki tingkat pembelajaran yang lebih baik [23]. Jumlah node pada input layer, hidden layer dan output layer akan menentukan struktur jaringan. Proses pembelajaran di Backpropagation memerlukan pasangan vektor input dan target vektor yang jelas. Output vektor dari setiap input vektor akan dibandingkan dengan target vektor. Pembobotan ini diperlukan guna meminimalkan perbedaan antara output vektor dan target vektor. [24]

Tahap awal dari pembelajaran back propagation diawali dengan inisialisasi bobot dan ambang batas (threshold) secara acak. Bobot tersebut akan diperbarui disetiap iterasi guna meminimalkan Mean Square Error (MSE) antara output vektor dan target vektor.

Inputan pada hidden layer diberikan dengan

$$net_m = \sum_{z=1}^n x_z w_{mz} \quad (9)$$

Output vektor pada hidden layer setelah melewati fungsi aktivasi dirumuskan dengan

$$h_m = \frac{1}{1 + \exp(-net_m)} \quad (10)$$

Dengan cara yang sama, inputan untuk lapisan output diberikan dengan:

$$net_k = \sum_{z=1}^m h_z w_{kz} \quad (11)$$

Dan output dari output layer dirumuskan dengan

$$o_k = \frac{1}{1 + \exp(-net_k)} \quad (12)$$

Untuk mengupdate bobot, perlu dilakukan perhitungan error dengan rumus:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k (o_i - t_i)^2 \quad (13)$$

Jika kesalahan (error) adalah minimum dari batas yang telah ditetapkan, proses pelatihan akan berhenti. Namun jika tidak, maka bobot perlu diperbarui. Untuk bobot antara hidden layer dan output layer, perubahan dalam bobot yang dirumuskan dengan:

$$\Delta w_{ij} = \alpha \delta_i h_j \quad (14)$$

Dimana α adalah training rate coefficient yang memiliki nilai antara [0.01,1.0], h_j adalah output dari neuron j pada hidden layer, dan δ_i dapat dicapai dengan

$$\delta_i = (t_i - o_i) o_i (1 - o_i) \quad (15)$$

t_i dan o_i merepresentasikan output dan target output dari neuron i.

$$\Delta w_{ij} = \beta \delta_{Hi} x_j \quad (16)$$

Dimana β adalah training rate coefficient yang memiliki nilai antara [0.01,1.0], x_j adalah output dari neuron j pada input layer, dan δ_{Hi} dapat dicapai dengan

$$\delta_{Hi} = x_i (1 - x_i) \sum_{j=1}^k \delta_j w_{ij} \quad (17)$$

Dimana x_i adalah output dari neuron i pada input layer. Berikutnya, update bobot diperoleh dengan

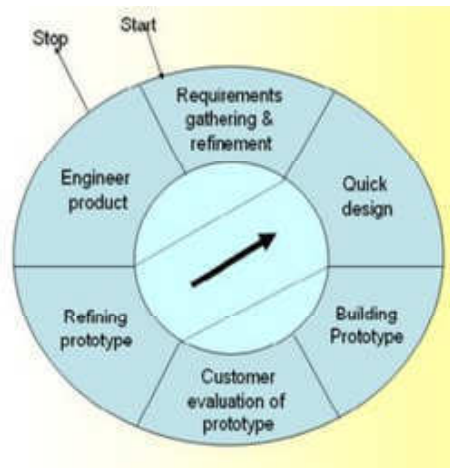
$$w_{ij}(new) = w_{ij}(old) + \Delta w_{ij} \quad (18)$$

2.6 Model Pengembangan Software – Prototype

Prototyping merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak yang banyak digunakan. Pemodelan prototype sangat tepat digunakan apabila kebutuhan software diidentifikasi secara umum, atau kondisi dimana pengembang kurang memperhatikan efisiensi algoritma, kemampuan sistem operasi dan interface yang menghubungkan manusia dan komputer.

Pada penelitian yang objek kajiannya tidak terfokus pada instansi tertentu, model prototype seperti ini pun akan cocok digunakan untuk menggambarkan keberhasilan sebuah aplikasi atau algoritma. Pengembangan prototype akan diperlukan apabila prototype ini siap diimplementasikan pada instansi tertentu dengan memperhatikan beberapa kebutuhan khusus pada instansi tersebut

Model ini terdiri dari 6 buah tahapan yang terdiri dari pengumpulan kebutuhan, desain cepat, pemrograman, evaluasi, perbaikan, dan penerapan



Gambar 2.1 Model Pengembangan Software – Prototype

BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

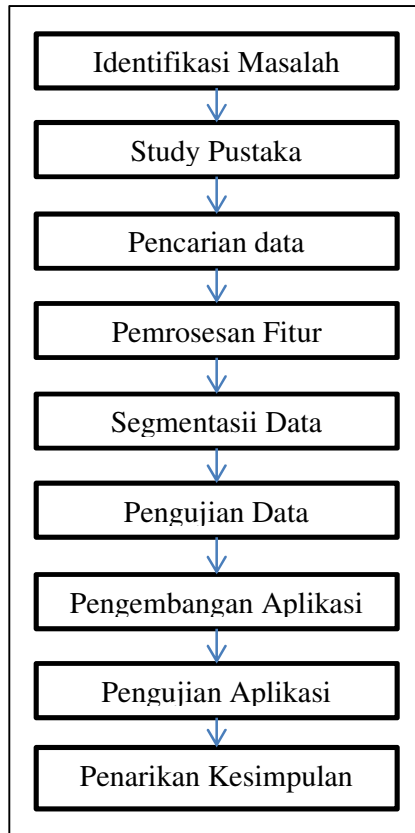
Penelitian ini diusulkan untuk mengembangkan sistem deteksi api dini berbasis camera surveillance untuk mengurangi terjadinya resiko kebakaran

3.2 Manfaat

1. Penelitian ini diharapkan bisa mengukur tingkat akurasi deteksi dini api menggunakan menggunakan metode feature Color, Luminance serta Background subtraction dengan memanfaatkan BackPropagation Neural Network.
2. Sebagai acuan untuk penelitian selanjunya yang terkait pada deteksi dini api menggunakan Video.
3. Untuk masyarakat luas penelitian ini diharapkan mampu memberi kontribusi bagi otomatisasi pendeteksian kebakaran sehingga dapat langsung diterapkan untuk mendeteksi kebakaran dengan memanfaatkan kamera surveillance yang talah ada.

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan Penelitian



Gambar 4.1 Tahapan Penelitian

4.2 Lokasi Penelitian

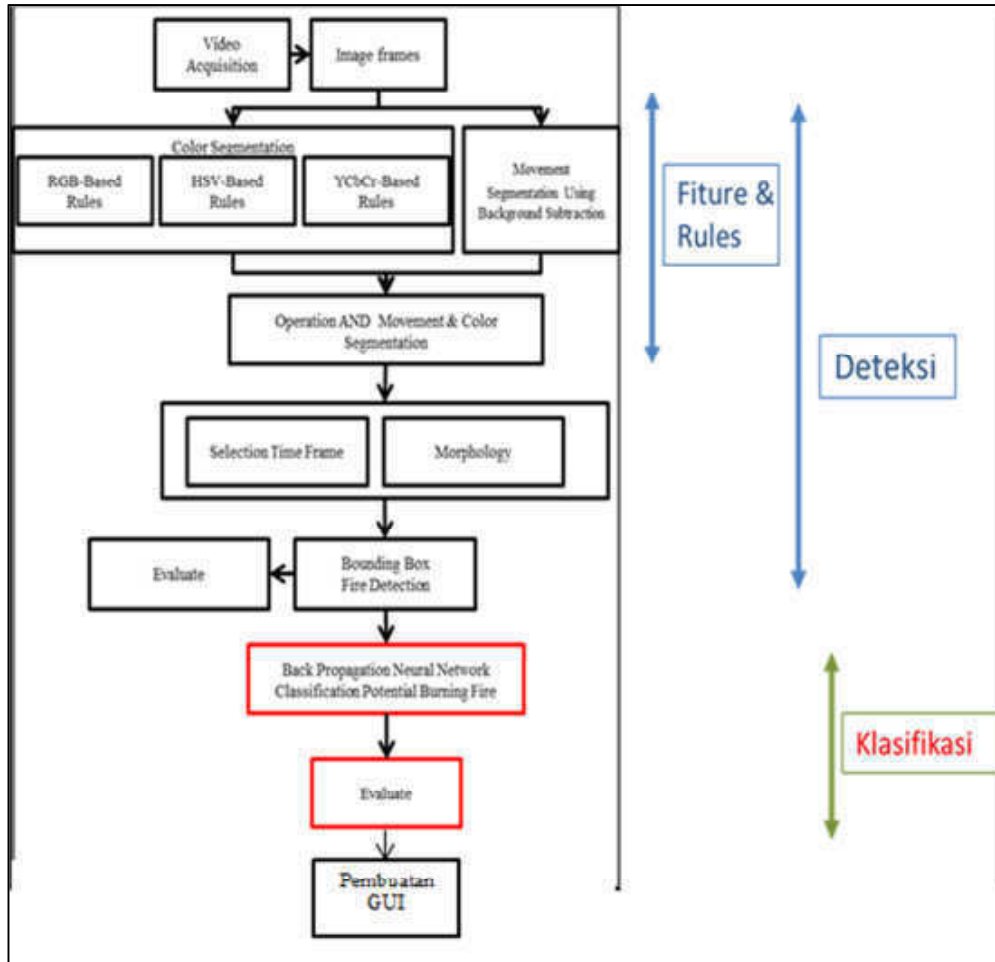
Penelitian ini secara pokok akan dilaksanakan pada **Laboratorium Motion Capture, Universitas Dian Nuswntoro Semarang**. Pada laboratorium telah dirancang untuk pengembangan dan penelitian yang berhubungan dengan image dan video processing. Hal ini sangatlah sesuai untuk dijadikan tempat penelitian mengenai deteksi api berbasis video.

4.3 Variabel dan Parameter

Analisis penelitian ini didasarkan pada variable yang berupa objek api. Adapun pengukuran keberhasilan diukur berdasarkan tingkat error deteksi api berbasis kamera.

4.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bertujuan memperoleh luaran berupa aplikasi deteksi api yang dikembangkan dengan menggunakan model pengembangan prototype.



Gambar 4.2 Pemodelan Algoritma

4.5 Target dan Indikator Keberhasilan

Target dari penelitian ini adalah menghasilkan system yang dapat mendeteksi api dengan tingkat error deteksi yang kecil.

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan hingga Laporan Akhir ini dibuat adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Segmentasi warna untuk Deteksi Api

Video Dataset	False Detect	Bounding Box of Fire Spot Detect
barbeq.avi	0	7
candle.flv	0	1
fire1.avi	0	1
flame1.avi	0	2
fbackyard.avi	3	5
flame2.avi	0	3
forest1.avi	0	7
forest2.avi	0	5
controled1.avi	0	5
controlled2.avi	2	12
forest3.avi	1	5
forest4.avi	0	6
forest5.avi	0	4
forestfire.avi	0	5
wfds_tree.avi	10	37
Total	16	105

Dari hasil diatas, rata rata dari error detection berdasarkan segmentasi warna dapat dihitung sebagai berikut.

$$Error\ Detection\ Avg = \frac{N\ false\ detect}{N\ Fire\ Spot\ Bounding\ Box} \times 100\%$$

$$Error\ Detection\ Avg = \frac{16}{105} \times 100\% = 15,2\%$$

Ini menandakan masih ada beberapa warna yang seharusnya bukan api, amun dideteksi sebagai api. Apabila angka ini cukup besar, maka akan mengakibatkan terjadinya fals alarm dari sistem deteksi kebakaran.

Karena hasil dari segmentasi belum sepenuhnya akurat 100%, maka peneliti mengolah kembali hasil segmentasi warna tersebut untuk diklasifikasikan, apakah video tersebut menandakan keberadaan api atau tidak. Dari hasil klasifikasi BPNN, dapat diperoleh sebagai berikut, dimana akurasi terbaik mencapai 76.67% untuk mendeteteksi adanya api/kebakaran dalam video tersebut.

Tabel 5.2 Klasifikasi Backpropagation Neural Network dalam mendeteksi Api

Learning Rate	k-fold validation	Accuracy
<i>0.8</i>	<i>10</i>	<i>70.83</i>
<i>0.6</i>	<i>10</i>	<i>70.83</i>
<i>0.4</i>	<i>10</i>	<i>70.83</i>
<i>0.2</i>	<i>10</i>	<i>74.17</i>
<i>0.1</i>	<i>10</i>	<i>76.67</i>
<i>0.8</i>	<i>5</i>	<i>61.90</i>
<i>0.6</i>	<i>5</i>	<i>61.90</i>
<i>0.4</i>	<i>5</i>	<i>61.90</i>
<i>0.2</i>	<i>5</i>	<i>68.10</i>
<i>0.1</i>	<i>5</i>	<i>76.67</i>

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, Sistem telah berhasil membedakan objek berupa api dan objek bukan api. Adapun respon apabila sistem berhasil mendeteksi adanya api adalah dengan berbunyinya alarm. Dari ujicoba sistem, diperoleh akurasi pendeteksian api dalam video mencapai 76.67%. Perkembangan dari penelitian ini telah diajukan ke dalam 1 buah publikasi International (masih dalam tahap review), dan telah berhasil diseminarkan dalam 2 conference, yaitu *International Conference – ROBIONETICS 2013*, dan *National Conference, Semantik 2013*. Penelitian ini juga telah dibuatkan draft HKI untuk melindungi kekayaan intelektual dari peneliti. Hasil dan tahapan dari penelitian ini juga telah dirangkum dalam bahan ajar 2x pertemuan yang membahas mengenai image processing dan video processing. Secara keseluruhan, penelitian ini telah dilakukan dengan baik, dan telah mencapai tujuan, yaitu sistem telah mampu mendeteksi api.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. M. Garcia, G. S. Perez, M. Nakano, K. T. Medina, H. P. Meana y L. R. Cardenas, «An early fire detection algorithm using IP cameras.» *Sensors (Basel, Switzerland)*, pp. 12(5), 5670–86. doi:10.3390/s120505670, 2012.
- [2] Z. Xu y J. Xu, «Automatic Fire smoke Detection Based on Image Visual Features,» 2007.
- [3] C. Kao y S. Chang, «An intelligent real-time fire-detection method based on video processing,» de *IEEE 37th Annual 2003 International Carnahan Conference on Security Technology*, 2003.
- [4] K. H. Cheong, B. C. Ko y J. Y. Nam, «Automatic fire detection system using CCD camera and Bayesian Network,» *SPIE Digital Library*, pp. Vol. 6813 68130S-1, 2008.
- [5] Badan Pantauan Bencana Nasional, «Data Kejadian Bencana Kebakaran Permukiman,» 2012. [En línea]. Available: <http://geospasial.bnpb.go.id/pantauanbencana/data/dataakbmukimall.php>.
- [6] W. G. T. Cleary, «Survey of fire detection technologies and system evaluation/certification methodologies and their suitability for aircraft cargo compartments,» *US Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology*, 1999.
- [7] K. N. W. Davis, « NASA fire detection study,» *US Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology*, 1999.
- [8] T. Celik, H. Demirel, H. Ozkaramanli y M. Uyguroglu, «Fire detection using statistical color model in video sequences,» *Journal of Visual Communication and Image Representation*, pp. 18(2), 176–185. doi:10.1016/j.jvcir.2006.12.003, 2007.
- [9] Y. C. L. M. a. A. Mecocci., «An Intelligent System For Automatic Fire Detection in Forests,» de *3th International Conference on Image Processing and its Application*, 1989.
- [10] D. G. Healey, T. Slater, B. Lin, Drda y A. D. Goedeke, «A System for Real Time Fire Detection,» de *Conference on Computer vision and Pattern Recognition*, 1994.
- [11] H. Yamagishi y J. Yamaguchi, «Fire Flame Detection Algorithm Using a Color Camera,» de *International Symposium on Micromechatronics and Human Science*, 1999.
- [12] M. S. W Philips III y N. d. V. Lobo, «Flame Recognition in Video,» de *Fifth IEEE Workshop on Application of Computer Vision*, 2000.
- [13] W. B. Hong y J. W. Peng, «Realtime Fire Detection from Video: A Preliminary Report,» de *14th IPPR Computer Vision , Graphic and Image*, 2001.
- [14] B. C. Arrure, A. Olero y J. R. M. d. Dios, «An Intelligent System for False Alarm Reduction in Infrared Forest Fire Detection,» *IEEE Intelligent System*, pp. 64-70, 2000.
- [15] S. Noda y K. Ueda, «Fire Detection in Tunnels Using an Image Processing Method,» *Vehicle Navigation and Information System*, pp. 57-62, 1994.
- [16] S. Y. Foo, «A Machine Vision Approach to Detect and Categorize Hydrocarbon Fires in Aircraft Dry Bays and Engine Compartments,» *IEEE Transaction on Industry Application*, pp. vol 36, no2, p549-466, 2000.
- [17] E. D. Breejen, «Autonomous Forest Fire Detection,» de *third int'l conference Forest Fire Research*, Bellingham, 1998.

- [18] N. True, «Computer Vision Based Fire Detection».
- [19] T. Celik, «Fast and Efficient Method for Fire Detection Using Image Processing,» *ETRI*, 2010.
- [20] P. Patel y S. Tiwari, «Flame Detection using Image Processing Techniques,» *International Journal of Computer Applications*, 2012.
- [21] J. Huajie, W. Lichun, S. Yanfeng y H. Yongli, de *Fourth International Conference on Digital Home*, 2012.
- [22] X. Jie, H. Li-na, G. Guo-hua y Z. Ming-quan, «Real Color Image Enhanced by Illumination—R,» de *International Conference on Information Technology and Computer Science*, 2009.
- [23] D. Singh, M. Dutta y S. H. Singh, «Neural Network Based Handwritten Hindi Character Recognition System,» ACM, Bangalore, Karnataka, India, 2009.
- [24] A. Eleyan y H. Demirel, «PCA and LDA based Neural Networks for Human Face Recognition,» de *Face Recognition*, Vienna, Austria, I-Tech, 2007, p. 558.

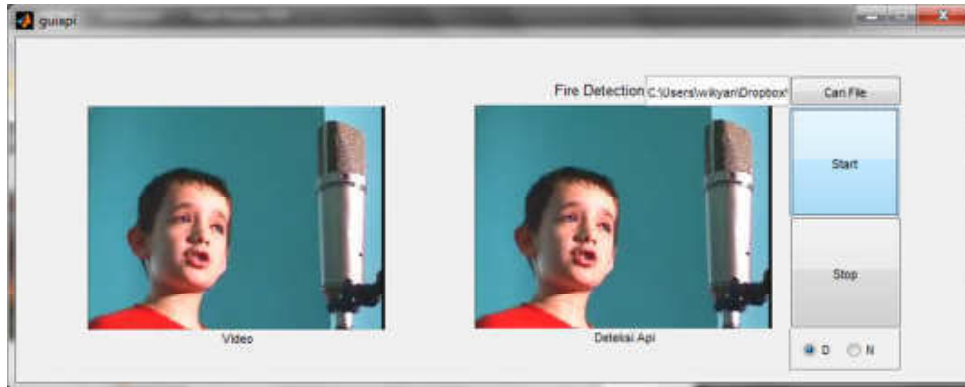
Lampiran 1. Instrumen



Hasil Segmentasi warna dan boundingbox objek yang terdeteksi sebagai api



Gambar Sistem saat berhasil mendeteksi adanya api, dan alarm berhasil dinyalakan



Gambar Sistem saat tidak adanya api, dan tidak ada alarm yang berbunyi

Lampiran 2. Personalia Tenaga Peneliti Beserta Kualifikasinya

1. Biodata Ketua Peneliti

A. Identitas Peneliti

1.	Nama Lengkap	Guruh Fajar Shidik, MCS
2.	Jenis Kelamin	Laki –Laki
3.	Jabatan Fungsional	-
4.	NPP	0686.11.2011.423
5.	NIDN	0615028701
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Mempawah / 15 Februari 1987
7.	Alamat e-mail	guruh.fajar@research.dinus.ac.id
8.	Nomor Telepon/HP	085741228932
9.	Alamat Kantor	Jl. Imam Bonjol 205 Semarang
10.	Nomor Telepon/Faks	(024) 70793727 / (024) 3547038
11.	Lulusan yang telah dihasilkan	-
12.	Mata Kuliah yang diampu	1. Kecerdasan buatan 2. Machine Learning 3. Keamanan Sistem Komputer 4. Kriptografi 5. Algoritma Complexity 6. Computer visual
13.	Jobdesk	Koordinasi Perencanaan Penelitian Koordinasi Pembuatan Proposal dan Laporan Analysis Algorithm Algorithm Programming Create Article

2. Biodata Anggota Peneliti

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Fajrian Nur Adnan, S.Kom, M.CS
2.	Jenis Kelamin	L
3.	Jabatan Fungsional	-
4.	NPP	0686.11.2012.445
5.	NIDN	0612118101
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Pati, 12 November 1988
7.	Alamat e-mail	fajrian@research.dinus.ac.id
8.	Nomor Telepon/HP	085755583618

9.	Alamat Kantor	Jl. Imam Bonjol 205 Semarang
10.	Nomor Telepon/Faks	(024) 70793727 / (024) 3547038
11.	Lulusan yang telah dihasilkan	-
12.	Mata Kuliah yang diampu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Strategi Analisis Algoritma 2. Kecerdasan buatan 3. Pemrograman Client Server 4. Pengantar Teknologi Informasi 5. Matematika Diskrit 6. Manajemen Sains 7. Rekayasa Perangkat Lunak
13.	Jobdesk	<p>Testing</p> <p>Data Collecting</p> <p>GUI Programming</p> <p>Pencatatan Log Harian</p> <p>Create Artile</p>

Lampiran 3. HKI

Kepada Yth. :
Direktur Jendral HKI
melalui Direktur Hak Cipta,
Desain Industri, Desain Tata Letak,
Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang
di
Jakarta

PERMOHONAN PENDAFTARAM CIPTAAN

- I. Pencipta
1. Nama : Guruh Fajar Shidik
2. Kewarganegaraan : Indonesia
3. Alamat : Jl. Prima Selatan E6, Graha Estetika , Semarang
- II. Pemegang Hak Cipta
1. Nama : Guruh Fajar Shidik
2. Kewarganegaraan : Indonesia
3. Alamat : Jl. Prima Selatan E6, Graha Estetika , Semarang
- III. Kuasa
1. Nama : Fajrian Nur Adnan
2. Kewarganegaraan : Indonesia
3. Alamat : Dk. Kalangan 03/03, Ds. Tenggeles, Mejubo Kudus
- IV. Jenis dan Judul ciptaan yang dimohonkan : Sistem Deteksi Api dengan Kamera IP Surveillance
- V. Tanggal dan Tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 01 Januari 2014, Semarang
- VI. Uraian ciptaan : Merupakan sistem pendeteksi api dengan menggunakan pendekatan visual, yakni dengan menggunakan video yang ditangkap dengan kamera IP surveillance. Produk ini dapat digunakan sebagai sistem alternatif untuk pendeteksi kebakaran yang saat ini banyak dikembangkan dengan alarm.
Kelebihan dari sistem ini adalah dapat memberikan gambaran visual, informasi area terjadinya kebakaran sekaligus alarm dari hasil pengolahan video yang ditangkap oleh kamera IP surveillance yang telah banyak digunakan sebagai CCTV

Semarang, 31 Oktober 2013

Guruh Fajar Shidik

The International Arab Journal of Information Technology

IAJIT OpenConf

[OpenConf Home](#) | [Email Chair](#)

Paper Submission

Thank you for your submission. Your paper number is 7816. Please write this number down and include it in any communications with the conference committee.

Below is the information submitted. We have also emailed a copy to the contact author. If you notice any problems or do not receive the email within 24 hours, please contact the [Program Chair](#).

Paper ID: 7816

Title: Time Frame Selection Based Feature Extraction for Fire Detection in Video Surveillance

Student: F

Author 1 (CONTACT AUTHOR)

Name: Guruh Fajar Shidik

Org: Universitas Dian Nuswantoro

Country: Indonesia

Email:guruh.fajar@research.dinus.ac.id

Author 2

Name: Fajrian Nur Adnan

Org: Universitas Dian Nuswantoro

Country: Indonesia

Email:fajrian@research.dinus.ac.id

Author 3

Name:

Org:

Country:

Email:

Author 4

Name:

Org:

Country:

Email:

Author 5

Name:

Org:

Country:

Email:

Other Authors:

Contact Alt Email: fajar.gro@gmail.com

Contact Phone: +6285741228932

Keywords: Time Frame Selection, Fire, Feature Extraction, Color Space, Background Subtraction.

Abstract: Abstract: this research report of new feature extraction method to characterize the feature of fire that capable to be us

Comments:

Paper: included

Powered by [OpenConf](#)
Copyright ©2002-2007 [Zakon Group LLC](#)

This version has been modified & customized by:

[Laith Dodin](#)
[Mohammad Qatrawi](#)
[Homam Said](#)

Time Frame Selection Based Feature Extraction for Fire Detection in Video Surveillance

Abstract: this research report of new feature extraction method to characterize the feature of fire that capable to be used in classifying an object as fire or neither in video surveillance for fire detection. The process of extraction feature consists with simple segmentation process in color domain, and the movement. Time frame selection is proposed to select which frames that will be extracted and will be placed as key feature by calculate the number of binary histogram level. We using classification method Backpropagation Neural Network to classify the features and evaluate its accuracy. The result of this experiment has showed the performance of method could give accuracy until 76.67% in classifying video fire detection.

Keywords: Time Frame Selection, Fire, Feature Extraction, Color Space, Background Subtraction.

Received xx x, 20xx; accepted xx x, 20xx

1. Introduction

Fire is the energy source that can potentially cause harm both economically and ecologically that claimed casualties. Based on data from the Indonesian National Disaster Monitoring at least 55 fires incident have occurred in the area of Jakarta Indonesia, in 2012 which caused the greatest loss had burned 394 homes and 1271 people lost their house [1].

The importance of early fire detection [2] can help provide disaster warning and avoid causing huge economic losses and loss of human life. There have been many techniques of early fire detection that have been done in the conventional way, where fire detection is based on the sample of particles, temperature, average humidity, and smoke analysis using ultraviolet and infrared detectors [3] [4]. However, the conventional method requires long time to detect a fire in a large room and cannot work in an open space [5]. Fire detector in the conventional way is not able to provide additional information about the position of the fire spots, the size of fire, and growth of fire. Conventional sensors is also sometimes gives a high error detection (false alarm) [6].

Visual detection can be used as solution for fire detection [6], in many conditions, where the conventional way cannot work [7]. The usage of camera surveillance that placed in many building recently is only used for object tracking, detection of abnormal events and character recognition. In the field of computer vision, fire detection based on visual camera surveillance also can be applied and become important field research in managing fire disaster [8]. Visual fire detection research can be done by utilizing the existing camera, then differentiate the recorded images of each frames. The previous research in image processing of fire detection are classified into two types, one is focuses on color image [9], [10], [11],

[12], [13], [14], and the other on the gray scale image [15], [16], [17].

Patel [18], in his research using two key features, there are color in CIE-RGB format and movement of the object. Next, Yadev [19], conducted a study of fire detection by using color features, lighting and movement. The researchers only use red RGB color to detect fire and Y, Cb, Cr to detect illumination image. Refer to Cetin, et al [20], the improvement technique in detecting fire has evolved, not only used color and movement detection. Several researchers also use another technique such as dynamic texture analysis, flicker energy wavelet, spatial difference analysis, disorder analysis and training models with classification technique.

Based on the information above, we have motivation to detecting fire in video frames using feature extraction based on time frame selection. In the segmentation process, we use simple color space such as RGB, HSV and YCbCr that combined with Background Subtraction to produce fire segmentation area. Then, the segmentation area will be smooth using morphological operation that would be added in time frame selection.

The evaluations process in this study will be conducted by classify the features of video that has been extract with Backpropagation Neural Network, and then calculate the accuracy using confusion matrix. The reminder of this page could be seen as follow : chapter two talking about the fundamentals of its technique, chapter three describing the method we used to extract the features, chapter four describing the result and analysis of the experiment, the last chapter is conclusion and future work of this research.

2. Fundamental

2.1. Background Subtraction

Background subtraction is a process commonly used to find objects in the picture. The concept of this method is to identify a condition characterized as a background for the model, then compare the images against the background of the model which has been obtained previously to detect the presence of objects, also known as the foreground. To identify the presence of an object, this technique is usually performed on two images taken at the same location at different times. Background models obtained from area that have consistent situation, but still able to adapt to environmental changes. Foreground detection stage can be calculated by using the formula (1).

$$R(x,y)=I(x,y)-B(x,y) \tag{1}$$

Where R is the results from Background Subtraction, I is an image that will be explored for position object or changed condition, B is a background image. Comparison are execute in same pixel position (x, y). Since this method should capable to tolerance with any position changes, it required tolerance level or threshold of any changes pixel. R is the pixel that changes and far from toleration level.

2.2. Morphology

Morphology is a broad set of image processing operations that process images based on shapes. Morphological operations apply a structuring element to an input image, creating an output image of the same size. Morphological operation, compare the corresponding pixel in the input image with its neighbors to find out the value of each pixel in the output.

The most basic morphological operations are dilation and erosion. Dilation adds pixels to the boundaries of objects in an image, while erosion removes pixels on object boundaries. The number of pixels added or removed from the objects in an image depends on the size and shape of the structuring element used to process the image. From two basic operation morphology can be combine become several operation such as Opening, Closing, Thinning, shrinking, pruning, thickening, dan skeletonizing. The detail explanation could be seen in [21].

2.3. Color Space

RGB

RGB color space is a color concept using the three primary colors of red, green and blue, which make up the formation of another color. RGB color space is often used in research in the field of computer graphics. RGB represented in 3 dimensional Cartesian diagram, where the fusion of the three values will form different colors as shown in the table 1.

TABLE 1: COMPOSITION COLOR RGB

Color Range	R (0-255)	G(0-255)	B(0-255)
White	255	255	255
Yellow	255	255	0
Cyan	0	255	255
Green	0	255	0
Magenta	255	0	255
Red	255	0	0
Blue	0	0	255
Black	0	0	0

Although RGB is best to be used in computer graphics, but it is not efficient to represent real image. To represent in a different color space, RGB can be transformed using linear and nonlinear transformations. [22]

HSV

HSV, represents another color space from RGB in three dimensions, namely Hue (green), Saturation (dark green), and Value (lighting or intensity). HSV color space based on cylindrical coordinates. HSV color space is better than the RGB in representing human view and describe the sensation of color. HSV color space has a color range from 0 to 1 which can be obtained from the transformation of the RGB by using nonlinear transformation formula as shown in (4-7) [23].

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } b \leq g \\ 360^\circ & \text{if } b > g \end{cases} \tag{4}$$

where

$$\theta = \cos^{-1} \frac{\frac{1}{2}[(r-g)+(r-b)]}{[(r-g)^2+(r-b)(g-b)]^{1/2}} \tag{5}$$

$$v = \max(r, g, b) \tag{6}$$

$$s = (v - \min(r, g, b))/v \tag{7}$$

YCbCr

YCbCr color space consists of luma component (Y) which states the light or brightness of an image, and two chroma components (Cb and Cr) which states the color of the image. Transformation RGB to YCbCr color space can be calculated as follows (8).

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \\ 0.439 & -0.368 & -0.071 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \tag{8}$$

2.4. Time Frame Selection Based Feature Extraction

The technique of time frame selection based feature extraction by extracting sum of selected feature that has been segmented in selected frame. Some of frame will be selected by time sequentially, it will be choose in fixed time to refresh and gather an update of feature fire in selected frame.

For example, we are looking for multiples of 3 frames, by searching frame using modulus operation. Each frames that have value mod (3) = 0 or mod (4) = 0 will be select, then we give some process such as morphology, AND operation and subtraction of

segmentation frame that will be repeat every time. The process in extracting features of video frames are conducting in this phase that embedded in modulus operation as you can see in Fig 1, where Ni is represent sum of feature in frame i.

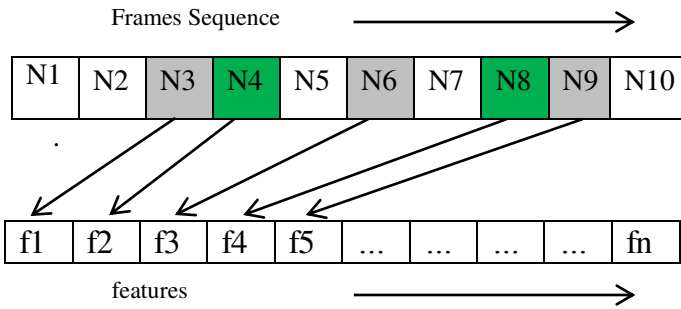


Fig.1. Illustration of Feature Extraction based on Time Frame Selection

2.5. Classification

Classification results of a back propagation Neural Network (BPNN) is highly dependent on the network structure and training algorithm. In some studies, have shown that BPNN algorithm has a better learning rate [24]. Number of nodes in the input layer, hidden layer and output layer will determine the structure of the network. Backpropagation learning process requires a pair of input vectors and the target vectors that clearly. The output vector of each input vector will be compared with the target vector. This weighting is necessary in order to minimize the difference between the output vector and the target vector [25].

Early stages of learning back propagation begin with the initialization of weights and thresholds (threshold) at random. The weights are updated in each iteration to minimize the Mean Square Error (MSE) between the output vector and the target vector.

Input in hidden layer is given by:

$$net_m = \sum_{z=1}^n x_z w_{mz} \tag{9}$$

Output vektor in hidden layer after pass the function activity denoted as:

$$h_m = \frac{1}{1 + \exp(-net_m)} \tag{10}$$

In the same way, the input to the output layer is given by:

$$net_k = \sum_{z=1}^m h_z w_{kz} \tag{11}$$

Output from output layer denoted as:

$$o_k = \frac{1}{1 + \exp(-net_k)} \tag{12}$$

To update the weights, the error needs to be calculated by the formula:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k (o_i - t_i)^2 \tag{13}$$

If the error is a minimum of a predetermined limit, the training process will stop. But if not, then the

weights need to be updated. For weights between the hidden layer and output layer, changes in weight that is denoted as:

$$\Delta w_{ij} = \alpha \delta_i h_j \tag{14}$$

where α is training rate coefficient that have value between [0.01,1.0], h_j is an output from neuron j in hidden layer, and δ_i could be reach with:

$$\delta_i = (t_i - o_i) o_i (1 - o_i) \tag{15}$$

t_i and o_i represent an output and target output from neuron i.

$$\Delta w_{ij} = \beta \delta_{Hi} x_j \tag{16}$$

where β is training rate coefficient have value between [0.01,1.0], x_j is output from neuron j in input layer, and δ_{Hi} could be reach with:

$$\delta_{Hi} = x_i (1 - x_i) \sum_{j=1}^k \delta_j w_{ij} \tag{17}$$

Where x_i is output from neuron i from input layer. Next, weight could be update with:

$$w_{ij}(new) = w_{ij}(old) + \Delta w_{ij} \tag{18}$$

3. Method

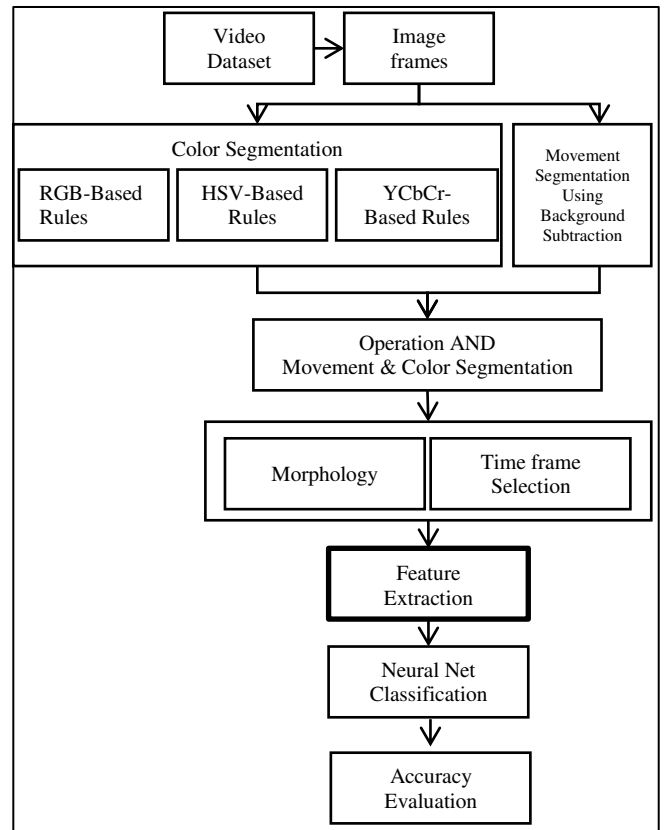


Fig 2: Method in video fire detection

3.1. Video Dataset

We used video dataset from existing research, and internet sources that totally have 29 video datasets, such as fire video gathered from KMU Fire & Smoke Database: <http://cvpr.kmu.ac.kr/Dataset/Dataset.htm>, Bilkent EE Signal Processing group:

<http://signal.ee.bilkent.edu.tr/VisiFire/Demo/SampleCli ps.html> and Fire Research Division Laboratory at NIST: <http://fire.nist.gov>. Format of standard video dataset we used are AVI, FLV and MPG as you can seen at Fig 8, with maximum 300 frames duration.

3.2. Image Frames

In this phase all video datasets will be extract into image frame. The number of frame will be extract is around 24 – 30 frame per second. After this process is complete, each image will be processed to produce a color segmentation and movement of each frame.

3.3. Color Segmentation

In the color segmentation process, we used three rules that taken from several color space RGB, HSV and YCbCr. Each color space, formed into multiple rules then will be used in the segmentation process.

The rules for segmenting fire in color space RGB could be seen as below, denoted as $R1(i,j)$:

$$R1(i,j) = 1 \quad \text{If } r(i,j) > g(i,j) \ \&\& \ g(i,j) > b(i,j) \ \&\& \ (r(i,j) > 200 \ \&\& \ g(i,j) > 130 \ \&\& \ b(i,j) < 120) \quad (19)$$

The rules in color space HSV will take saturation level from image, where the rules could be seen as below, denoted as $R2(i,j)$:

$$R2(i,j) = 1 \quad \text{If } h(i,j) \geq 0.13 \ \&\& \ h(i,j) < 0.46 \ \&\& \ s(i,j) \geq 0.1 \ \&\& \ s(i,j) \leq 0.34 \ \&\& \ v(i,j) \geq 0.96 \ \&\& \ v(i,j) \leq 1 \ \&\& \ (r(i,j) \geq g(i,j) \ \&\& \ g(i,j) > b(i,j) \ \&\& \ (r(i,j) > 180) \ \&\& \ g(i,j) > 130) \ \&\& \ (b(i,j) < 120) \quad (20)$$

The last rules in color feature space is YCbCr. It used to differentiate level luminous between one object with others by selecting the level luminance that close with fire object, denoted as $R3(i,j)$.

$$R3(i,j) = 1 \quad \text{If } y(i,j) > cr(i,j) \ \&\& \ cr(i,j) \geq cb(i,j) \ \&\& \ y(i,j) \geq 180 \ \&\& \ y(i,j) < 210 \ \&\& \ cb(i,j) \geq 80 \ \&\& \ cb(i,j) \leq 120 \ \&\& \ cr(i,j) \geq 80 \ \&\& \ cr(i,j) \leq 139 \ \&\& \ (r(i,j) \geq g(i,j) \ \&\& \ g(i,j) > b(i,j) \ \&\& \ r(i,j) > 190 \ \&\& \ g(i,j) > 110 \ \&\& \ b(i,j) < 180) \quad (21)$$

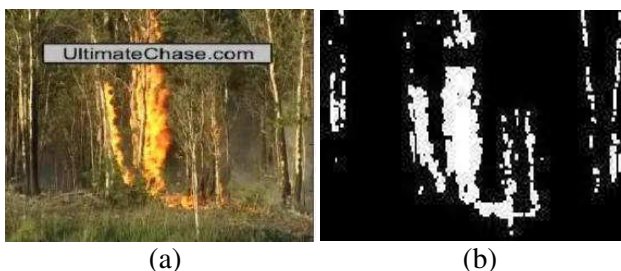


Fig 3: (a). Frame from source image, (b). Result of segmentation Multi Color Feature

Results of the three rules above are merged using the formula (22), where i and j are Row and Colom of matrix.

$$R4(i,j) = R1(i,j) \cup R2(i,j) \cup R3(i,j) \quad (22)$$

3.4. Movement Segmentation

In this step, Background Subtraction technique is used to segmenting the movement object, where each image frames will be compared with the previous frame to get a change conditions or movement object that captured on video as seen in Fig. 4. The formula of the background subtraction can be seen in (1), where the results of movement segmentation will be denoted as $R5(i,j)$.

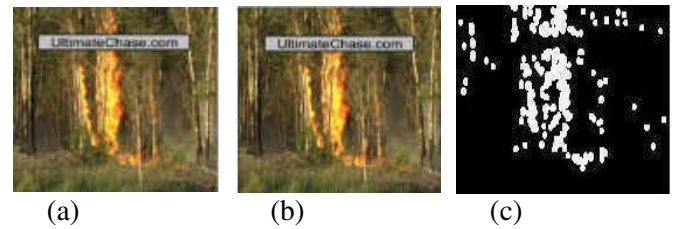


Fig. 4: (a). Image from previous frame -1, (b). Image from current frame, (c). Result of Background Subtraction

3.5. AND Operation of Movement with Color Segmentation

At this stage, the segmentation process is carried out to produce a fire detection area, between slices results of the Color Segmentation ($R4$) and Movement Segmentation ($R5$). The following formula is used to make objects move on a fire to be detected as fire spots.

$$R6(i,j) = R4(i,j) \cap R5(i,j) \quad (23)$$

This rule is also used to detect the changing conditions, and filter out the objects that are not fire.

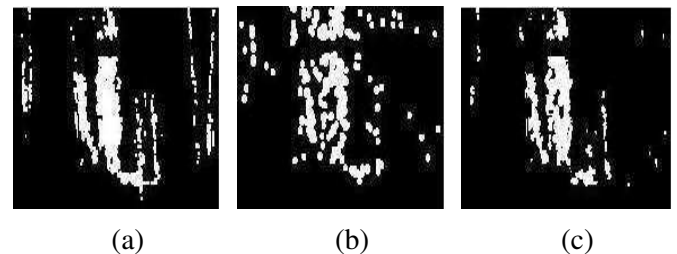


Fig.5. (a). Result from segmentation of Multi Color Feature (b). Result from Background Subtraction, (c). Result from AND operation from source (a) and (b)

3.5. Morphology

Morphology is used to emphasize the results of the segmentation. We obtain more precise segmentation image of fire and eliminate outlier points or areas that are not fire spot also detected. In this research Erosion, Dilation and Closing are used to minimize outlier

pixels and the results of segmentation that are not connected can be connected.

$$R7(i,j) = \text{Erosion} (R6(i,j)) \quad (24)$$

$$R7(i,j) = \text{Closing} (R7(i,j)) \quad (25)$$

3.6. Time Frame Selection

In time frame selection, we could find selection frame technique based on modulus operation, which is used to updating the condition of frame repeatedly time by time. The time frame selection will give less error segmentation fire area as seen in Fig 6. The detail algorithm of feature extraction in time frame selection could be seen at below.

Algorithm :

Load N video frame

Innitiation : $c = []$; $d = []$;

for $N = 2$ until N frame

if $N \bmod 3 == 0$, $R8(i,j) = R6(i,j) - R7(i,j)$,
 $R8 = \text{Dilation} (R8)$ (26)

if $(N \bmod 4 == 0$ if $R8(i,j) == 1$ && $R4(i,j) == 1$,
or $N \bmod 7 == 0)$ then $R7(i,j) == 0$;

feature = $\text{sum}(\text{find}(R7 == 1))$;

$[c \ d] = \text{extract} (d,c,\text{feature})$;

if $N \bmod 20 == 0$ $R6(i,j) = R6(i,j) * 0$

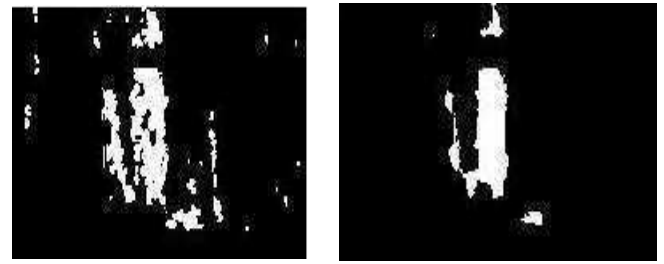
if $N \bmod 10 == 0$ $R6(i,j) = R6(i,j) \cap R7(i,j)$

The feature extraction would be produce until the numbers of Z features are reached. The function (extract) that we used to extracting feature from time frame selection, the function could be showed at below. In this experiment, the number of Z features that extracted is about 42 features from 119 video frames. In (17) the term c is denoted as counter of feature that extracted in one row with total 42 features, the term d is the number of features that extracted as dataset in row (number of data) and column (number of feature) as you can see in Table 3.

```
function [c d] = extract ( d, c, feature )
    c=[c feature];
    if size(c) == Z
        d=[d; c];
        c= [ ];
    end if
end function
```

(27)

Fig 6(b) showed the segmentation of video frame that would be extract when mod 4 or mod 7 are reached.



(a)

(b)

Fig 6. (a). Result before morphology and time frame selection, (b). Result Segmentation after morphology and time frame selection

Table 3. Result of Feature Extraction based on Time Frame Selection

Data	f1	f2	f3	f4	f5	.....	f36	f42	Label
1	10533783	21685099	29746868	26854259	25682550	.....	74545256	2,37E+08	fire
2	2,56E+08	67711959	83098798	1,04E+08	1,33E+08	.....	1,99E+08	1,48E+08	fire
3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Table 3 above is showed the numbers of feature extraction that collected from all video datasets. We process the features into column and put the other video dataset feature into another row to easily in training and testing process.

4. Results and Evaluation

4.1. Performance Measurement

To assess the performance results of our proposed feature extraction method, we used confusion matrix after classification process. This measurement is often used in classification evaluation model. By using confusion matrix, accuracy of classifier can be calculated by equation (28). In confusion matrix have four conditions, there are True Positive (TP) is positive instance that is classified correctly as positive, if the predicated is wrong it counted as False Negative (FN). True Negative (TN) is negative instance that is classified correctly as negative, if the predicated is wrong it counted as false positive (FP). The Table 3 showed the confusion matrix for a two classifier.

We use 10 and 5 fold cross validation to train and test classifier which run the experiment 5 times with different learning rates BPNN.

Table 4. Confusion Matrix

Predicated	Observed	
	Actual Positive	Actual Negative
Positive	TP	FP
Negative	FN	TN

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (28)$$

4.2. Experiment Results

This paper uses MATLAB and RapidMiner tools to conduct the experiment. All the process from acquisition video frames, segmentation process, until feature extraction were conduct in MATLAB and detection of fire by classification method using BackPropagation Neural Network were conduct in RapidMiner. The results of Feature Extraction with Time Frame Selection in one video dataset could be seen at Fig. 7. The Results of accuracy fire detection or neither with classification technique could be seen at Table 5.

Table. 5. Results of Backpropagation Neural Network Classification

Learning Rate	k-fold validation	Accuracy
0.8	10	70.83
0.6	10	70.83
0.4	10	70.83
0.2	10	74.17
0.1	10	76.67
0.8	5	61.90
0.6	5	61.90
0.4	5	61.90
0.2	5	68.10
0.1	5	76.67

7. Conclusion

In this paper, new feature extraction method to characterize fire in video surveillance using time frame selection has been proposed. The performance of Backpropagation Neural Network method to classify feature dataset that gathered from our proposed method has showed the accuracy classification around 76.67%. In the future, the uses of feature selection strategy and the optimization technique can be used as consideration to improve the performance of fire detection in video.

References

[1] Badan Pantauan Bencana Nasional. (2012) Badan Pantauan Bencana Nasional. [Online]. [Http://Geospasial.Bnpb.Go.Id/Pantauanbencana/Data/Datakbmukimall.Php](http://Geospasial.Bnpb.Go.Id/Pantauanbencana/Data/Datakbmukimall.Php)

[2] L Millan Garcia Et Al., "An Early Fire Detection Algorithm Using IP Cameras.," Sensors (Basel, Switzerland), Pp. 12(5), 5670–86. Doi:10.3390/S120505670, 2012.

[3] W. Grosshandler T. Cleary, "Survey Of Fire Detection Technologies And System Evaluation/Certification Methodologies And Their Suitability For Aircraft Cargo Compartments," US

Department Of Commerce, Technology Administration, National Institute Of Standards And Technology, 1999.

[4] K. Notarianni W. Davis, "NASA Fire Detection Study," US Department Of Commerce, Technology Administration, National Institute Of Standards And Technology, 1999.

[5] Z Xu And J Xu, "Automatic Fire Smoke Detection Based On Image Visual Features," , 2007, Pp. 316–319.

[6] C Kao And S Chang, "An Intelligent Real-Time Fire-Detection Method Based On Video Processing," In IEEE 37th Annual 2003 International Carnahan Conference Onsecurity Technology, 2003, Pp. 104–111.

[7] T Celik, H Demirel, H Ozkaramanli, And M Uyguroglu, "Fire Detection Using Statistical Color Model In Video Sequences.," Journal Of Visual Communication And Image Representation, Pp. 18(2), 176–185. Doi:10.1016/J.Jvcir.2006.12.003, 2007.

[8] K H Cheong, B C Ko, And J Y Nam, "Automatic Fire Detection System Using CCD Camera And Bayesian Network," SPIE Digital Library, Pp. Vol. 6813 68130S-1, 2008.

[9] Y. Caoellini. L. Mattii. And A. Mecocci., "An Intelligent System For Automatic Fire Detection In Forests," In 3th Internationa Conference On Image Processing And Its Application, 1989, Pp. 563-570.

[10] D G Healey, T Slater, B Lin, Drda, And A D Goedeke, "A System For Real Time Fire Detection ," In Conference On Computer Vision And Pattern Recognition, 1994, Pp. 605-606.

[11] H Yamagishi And J Yamaguchi, "Fire Flame Detection Algorithm Using A Color Camera," In International Symposium On Micromechatronics And Human Science, 1999.

[12] M Shah W Philips III And N Da Vitoria Lobo, "Flame Recognition In Video," In Fifth IEEE Workshop On Application Of Computer Vision, 2000, Pp. 224-229.

[13] Begona C Arrure, Anibal Olero, And J Ramiro Martinez De Dios, "An Intelligent System For False Alarm Reduction In Infrared Forest Fire Detection," IEEE Intelligent System, Pp. 64-70, 2000.

[14] Wen Bing Hong And Jian Weng Peng, "Realtme Fire Detection From Video: A Preliminary Report," In 14th IPPR Computer Vision , Graphic And Image, 2001, Pp. 1-5.

[15] S Noda And K Ueda, "Fire Detection In Tunnels Using An Image Processing Method," Vehicle Navigation And Information System, Pp. 57-62, 1994.

[16] S Y Foo, "A Machine Vision Approach To Detect And Categorize Hydrocarbon Fires In Aircraft Dry Bays And Engine Compartments," IEEE

- Transaction On Industry Application, Pp. Vol 36, No2, P549-466, 2000.
- [17] E Den Breejen, "Autonomous Forest Fire Detection," In Third Int'l Conference Forest Fire Research, Bellingham, 1998, Pp. 2003-2012.
- [18] Turgay Celik, "Fast And Efficient Method For Fire Detection Using Image Processing," ETRI, 2010.
- [19] Punam Patel And Shamik Tiwari, "Flame Detection Using Image Processing Techniques," International Journal Of Computer Applications, 2012.
- [20] A. E. Çetin Et Al., "Video Fire Detection – Review," Digit. Signal Process, Vol. 23, No. 6, Pp. 1827–1843, 2013.
- [21] Al Bovik, The Essential Guide To Image Processing.: Elsevier, 2009.
- [22] Jia Huajie, Wang Lichun, Sun Yanfeng, And Hu Yongli, "Color Face Recognition Based On Color Space Normalization And Quaternion Matrix Representation," In Fourth International Conference On Digital Home, 2012.
- [23] Xiong Jie, Han Li-Na, Geng Guo-Hua, And Zhou Ming-Quan, "Real Color Image Enhanced By Illumination—R," In International Conference On Information Technology And Computer Science, 2009.
- [24] Dayashankar Singh, Maitreyee Dutta, And Sarvpal H. Singh, "Neural Network Based Handwritten Hindi Character Recognition System," Bangalore, Karnataka, India, 2009.
- [25] Alaa Eleyan And Hasan Demirel, "PCA And LDA Based Neural Networks For Human Face Recognition," In Face Recognition. Vienna, Austria: I-Tech, 2007, P. 558.
- [26] Gaurav Yadav, Vikas Gupta, Vinod Gaur, And Mahua Bhattacharya, "OPTIMIZED FLAME DETECTION USING IMAGE PROCESSING BASED TECHNIQUES," Indian Journal Of Computer Science And Engineering, 2012.
- [27] Chen Yu Lee, Chin Teng Lin, Chao Ting Hong, And Min Tsair Su, "Smoke Detection Using SPATIAL AND Temporal Analyses," International Journal Of Inovative Computing, Information And Control, Vol. Vol 8, No 7A, Pp. 4749-4770, 2012.

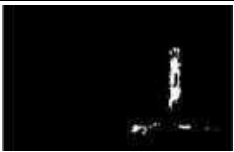





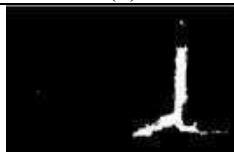



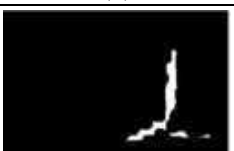







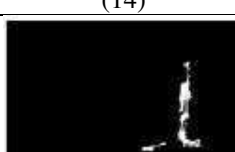

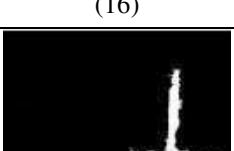

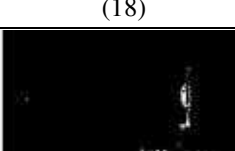
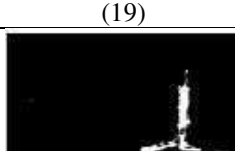
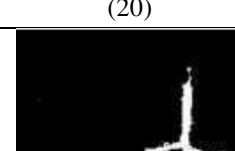
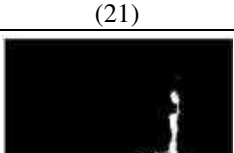
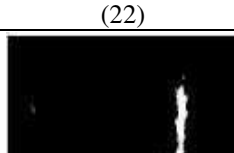

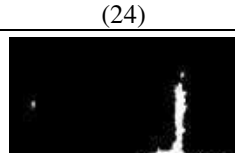

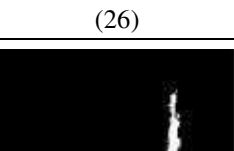


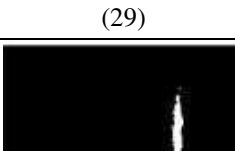
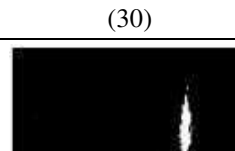
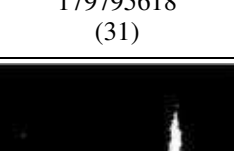
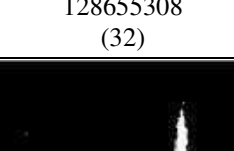
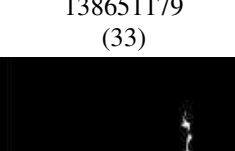
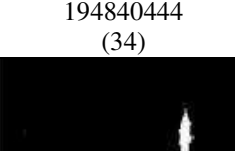


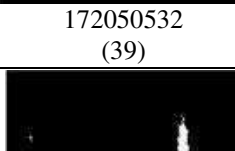
 111656604 (1)	 207397550 (2)	 231958230 (3)	 200046054 (4)	 211179072 (5)
 243169628 (6)	 278090100 (7)	 0 (8)	 169245595 (9)	 240927722 (10)
 195994898 (11)	 156280358 (12)	 202555614 (13)	 239874488 (14)	 27159558 (15)
 58871871 (16)	 212032703 (17)	 212032703 (18)	 121810641 (19)	 200760474 (20)
 250344985 (21)	 30527468 (22)	 63099387 (23)	 181157968 (24)	 214965592 (25)
 119088606 (26)	 183036409 (27)	 183185497 (28)	 222205178 (29)	 95774618 (30)
 179795618 (31)	 128655308 (32)	 138651179 (33)	 194840444 (34)	 201814196 (35)
 208336568 (36)	 43331676 (37)	 71299628 (38)	 172050532 (39)	 81079959 (40)
	 165712435 (41)		 188498669 (42)	

Fig.7. Results of 42 image segmentation frames and its Feature Extraction

















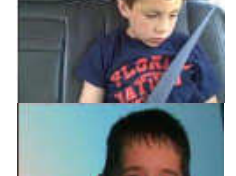

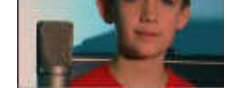
Video Dataset	VideoPreview	Video Dataset	VideoPreview
barbeq.avi		fbackyard.avi	
candle.flv		flame2.avi	
fire1.avi		forest1.avi	
flame1.avi		forest2.avi	
controlled1.avi		forest3.avi	
controlled2.avi		forest4.avi	
wfds_tree.avi		forest5.avi	
Forestfire.avi		Nofire1.mp4	
Nofire2.mp4		Nofire3.mp4	
Nofire4.mp4			

Fig.8. Video Dataset

Multi Color Feature, Background Subtraction and Time Frame Selection for Fire Detection

Guruh Fajar Shidik¹, Fajrian Nur Adnan², Catur Supriyanto³,
Ricardus Anggi Pramunendar⁴, Pulung Nurtantio Andono⁵

Faculty of Computer Science, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang 50131

¹E-mail: guruh.fajar@research.dinus.ac.id

²E-mail: fajrian@research.dinus.ac.id

³E-mail: catur@research.dinus.ac.id

⁴E-mail: ricardus.anggi@research.dinus.ac.id

⁵E-mail: pulung@research.dinus.ac.id

Abstract— *the importance of early fire detection can help in providing warnings and avoid disaster that led to the economic damage and loss of life. Fire detection techniques with conventional sensors have limitations, which require a long time to detect a fire, especially in a large room and cannot work in the open area. This study proposed a fire detection method, to detect the possibility of fire based on visual sensor using multi-color feature such as color, saturation, luminance, background subtraction and time frame selection for fire detection. The evaluation in this studies conducted by calculating the error rate of the fire detection.*

Keywords— *Fire Detection, Background Subtraction, RGB, HSV, YcbCr, Time Frame Selection*

I. INTRODUCTION

Fire is the energy source that can potentially cause harm both economically and ecologically that claimed casualties. Based on data from the Indonesian National Disaster Monitoring at least 55 fires incident have occurred in the area of Jakarta Indonesia, in 2012 which caused the greatest loss had burned 394 homes and 1271 people lost their house [1].

The importance of early fire detection [2] can help provide disaster warning and avoid causing huge economic losses and loss of human life. There have been many techniques of early fire detection that have been done in the conventional way, where fire detection is based on the sample of particles, temperature, average humidity, and smoke analysis using ultraviolet and infrared detectors [3] [4]. However, the conventional method requires long time to detect a fire in a large room and cannot work in an open space [5]. Fire detector in the conventional way is not able to provide additional information about the position of the fire spots, the size of fire, and growth of fire. Conventional sensors is also sometimes gives a high error detection (false alarm) [6].

Visual detection can be used as solution for fire detection [6], in many conditions, where the conventional way cannot work [7]. The usage of camera surveillance that placed in many building, recently is only used for object tracking, detection of abnormal events and character recognition. In the field of computer vision, fire detection based on visual camera

surveillance also can be applied and become important field research in managing fire disaster [8]. Visual fire detection research can be done by utilizing the existing camera, then differentiate the recorded images of each frames. The previous research in image processing of fire detection are classified into two types, one is focuses on color image [9], [10], [11], [12], [13], [14], and the other on the gray scale image [15], [16], [17].

Patel [18], in his research using two key features there are color in CIE-RGB format and movement of the object. Next, Yadev [19], conducted a study of fire detection by using color features, lighting and movement. The researchers only use red RGB color to detect fire and Y, Cb, Cr to detect illumination image.

Refer to Cetin, et al [20], the improvement technique in detecting fire has evolved, not only used color and movement detection. Several researcher also uses another technique such as dynamic texture analysis, flicker energy wavelet, spatial difference analysis, disorder analysis and training models with classification technique.

Based on the information above, there has been no any research that used RGB, HSV and YCbCr as Multi-Color Feature that combined with Background Subtraction to produce Fire Segmentation area. Than the segmentation area will be smooth using morphological and time frame selection to produce less error of fire detection area.

The reminder of this page could be seen as follow : chapter two talking about the fundamentals of its technique, chapter three describing the methodology we used to detect the fire, chapter four describing the result and analysis of the experiment, the last chapter is conclusion and future work of this research.

II. FUNDAMENTALS

A. Background Subtraction

Background subtraction is a process commonly used to find objects in the picture. The concept of this method is to identify a condition characterized as a background for the model, then compare the images against the background of the model which

has been obtained previously to detect the presence of objects, also known as the foreground. To identify the presence of an object, this technique is usually performed on two images taken at the same location at different times. Background models obtained from area that have consistent situation, but still able to adapt to environmental changes. Foreground detection stage can be calculated by using the formula (1).

$$R(x,y)=I(x,y)-B(x,y) \quad (1)$$

Where R is the results from Background Subtraction, I is an image that will be explored for position object or changed condition, B is a background image. Comparison are execute in same pixel position (x, y). Since this method should capable to tolerance with any position changes, it required tolerance level or threshold of any changes pixel. R is the pixel that changes and far from toleration level.

B. Morphology

Morphology is a broad set of image processing operations that process images based on shapes. Morphological operations apply a structuring element to an input image, creating an output image of the same size. Morphological operation, compare the corresponding pixel in the input image with its neighbors to find out the value of each pixel in the output.

The most basic morphological operations are dilation and erosion. Dilation adds pixels to the boundaries of objects in an image, while erosion removes pixels on object boundaries. The number of pixels added or removed from the objects in an image depends on the size and shape of the *structuring element* used to process the image. From two basic operation morphology can be combine become several operation such as Opening, Closing, Thinning, shrinking, pruning, thickening, dan skeletonizing. The detail explanation could be seen in [21].

C. Time Frame Selection

The technique in time frame selection is selecting any frame by time sequentially that will be choose in fixed time to refresh and gather an update of fire detection frame.

For example, we are looking for multiples of 3 frames, by searching frame using modulus operation. Each frames that have value $mod(3) = 0$ will be select, then we give some process such as morphology, AND operation and subtraction of segmentation frame that will be repeat every time.

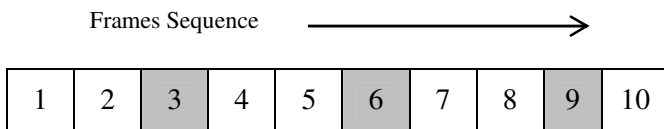


Fig.1. Time frame selection illustration

D. RGB

RGB color space is a color concept using the three primary colors of red, green and blue, which make up the formation of another color. RGB color space is often used in research in the field of computer graphics. RGB represented in 3 dimensional

Cartesian diagram, where the fusion of the three values will form different colors as shown in the table 1.

TABLE 1: COMPOSITION COLOR RGB

Color Range	R (0-255)	G(0-255)	B(0-255)
White	255	255	255
Yellow	255	255	0
Cyan	0	255	255
Green	0	255	0
Magenta	255	0	255
Red	255	0	0
Blue	0	0	255
Black	0	0	0

Although RGB is best to be used in computer graphics, but it is not efficient to represent real image. To represent in a different color space, RGB can be transformed using linear and nonlinear transformations. [22]

E. HSV

HSV, represents another color space from RGB in three dimensions, namely Hue (green), Saturation (dark green), and Value (lighting or intensity). HSV color space based on cylindrical coordinates. HSV color space is better than the RGB in representing human view and describe the sensation of color. HSV color space has a color range from 0 to 1 which can be obtained from the transformation of the RGB by using nonlinear transformation formula as shown in (4-7) [23].

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } b \leq g \\ 360^\circ & \text{if } b > g \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{where } \theta = \cos^{-1} \frac{\frac{1}{2}[(r-g)+(r-b)]}{[(r-g)^2+(r-b)(g-b)]^{1/2}} \quad (5)$$

$$v = \max(r, g, b) \quad (6)$$

$$s = (v - \min(r, g, b))/v \quad (7)$$

F. YCbCr

YCbCr color space consists of luma component (Y) which states the light or brightness of an image, and two chroma components (Cb and Cr) which states the color of the image. Transformation RGB to YCbCr color space can be calculated as follows (8).

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \\ 0.439 & -0.368 & -0.071 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \quad (8)$$

III. RESEARCH EXPERIMENT

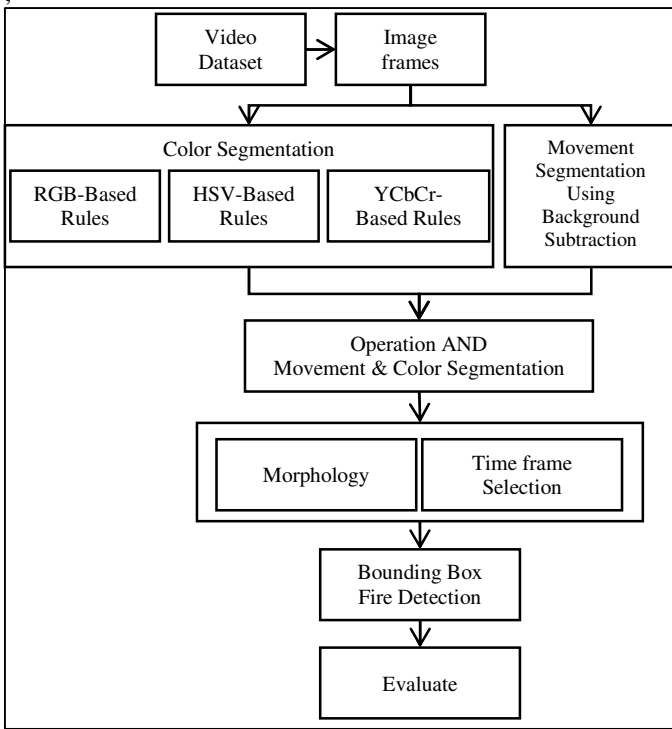


Fig 2: Experiment Process

A. Video Dataset

Video dataset we used are from existing research, there are KMU Fire & Smoke Database: <http://cvpr.kmu.ac.kr/Dataset/Dataset.htm>, Bilkent EE Signal Processing group: <http://signal.ee.bilkent.edu.tr/VisiFire/Demo/SampleClips.html> and Fire Research Laboratory's Fire Research Division at NIST: <http://fire.nist.gov>. Format of standard video dataset we used are AVI, FLV and MPG.

B. Image Frames

In this phase all video datasets will be extract into image frame. The number of frame will be extract is around 24 – 30 frame per second. After this process is complete, each image will be processed to produce a feature based of color segmentation and movement of each frame.

C. Color Segmentation

In the color segmentation process, researchers used three features that taken from several color space as forming of multiple features that is RGB, HSV and YCbCr. Each color space, formed into multiple rules then used as a feature that will be used in the segmentation process.

The rules for segmenting fire feature in color space RGB could be seen as below, denoted as $R1(i,j)$:

$$R1(i,j) = 1 \quad \text{If } r(i,j) > g(i,j) \ \&\& \ g(i,j) > b(i,j) \ \&\& \ (r(i,j) > 200 \ \&\& \ g(i,j) > 130 \ \&\& \ b(i,j) < 120) \quad (9)$$

The rules in color space HSV will take saturation level from image, where the rules could be seen as below, denoted as $R2(i,j)$:

$$R2(i,j) = 1 \quad \text{If } h(i,j) \geq 0.13 \ \&\& \ h(i,j) < 0.46 \ \&\& \ s(i,j) \geq 0.1 \ \&\& \ s(i,j) \leq 0.34 \ \&\& \ v(i,j) \geq 0.96 \ \&\& \ v(i,j) \leq 1 \ \&\& \ r(i,j) > g(i,j) \ \&\& \ g(i,j) > b(i,j) \ \&\& \ (r(i,j) > 180) \ \&\& \ (g(i,j) > 130) \ \&\& \ (b(i,j) < 120) \quad (10)$$

The last rules in color feature space is YCbCr. It used to differentiate level luminous between one object with others by selecting the level luminance that close with fire object, denoted as $R3(i,j)$.

$$R3(i,j) = 1 \quad \text{If } y(i,j) > cr(i,j) \ \&\& \ cr(i,j) \geq cb(i,j) \ \&\& \ y(i,j) \geq 180 \ \&\& \ y(i,j) < 210 \ \&\& \ cb(i,j) \geq 80 \ \&\& \ cb(i,j) \leq 120 \ \&\& \ cr(i,j) \geq 80 \ \&\& \ cr(i,j) \leq 139 \ \&\& \ r(i,j) \geq g(i,j) \ \&\& \ g(i,j) > b(i,j) \ \&\& \ r(i,j) > 190 \ \&\& \ g(i,j) > 110 \ \&\& \ b(i,j) < 180 \quad (11)$$

Results of the three rules above are merged using the formula (12), where i and j are Row and Colom of matrix.

$$R4(i,j) = R1(i,j) \cup R2(i,j) \cup R3(i,j) \quad (12)$$



Fig 3: (a). Frame from source image, (b). Result of segmentation Multi Color Feature

D. Movement Segmentation

In this step, Background Subtraction technique is used to segmenting the movement object, where each image frames will be compared with the previous frame to get a change conditions or movement object that captured on video as showed in Fig. 4. The formula of the background subtraction can be seen in (1), where the results of movement segmentation will be denoted as $R5(i,j)$.

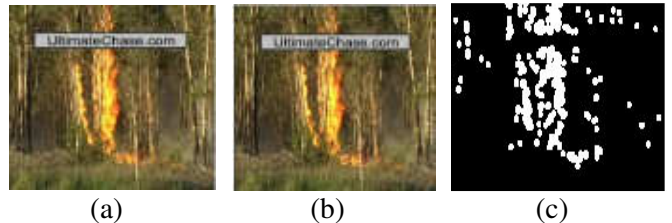


Fig. 4: (a). Image from previous frame -1, (b). Image from current frame, (c). Result of Background Subtraction

E. AND operation of Movement and Color Segmentation

At this stage, the segmentation process is carried out to produce a fire detection area, between slices results of the Color Segmentation ($R4$) and Movement Segmentation ($R5$). The following formula is used to make objects move on a fire to be detected as fire spots.

$$R6(i,j) = R4(i,j) \cap R5(i,j) \quad (13)$$

This rule is also used to detect the changing conditions, and filter out the objects that are not fire.

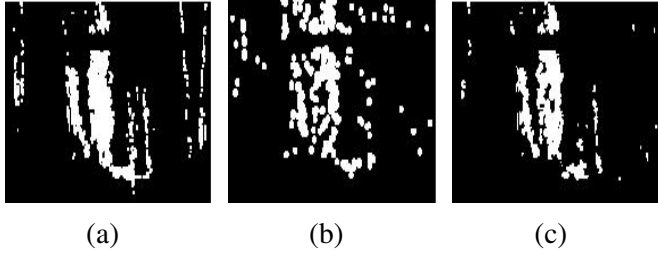


Fig.5. (a). Result from segmentation of Multi Color Feature (b). Result from Background Subtraction, (c). Result from AND operation from source (a) and (b)

F. Morphology

Morphology is used to emphasize the results of the segmentation. We obtain more precise segmentation image of fire and eliminate outlier points or areas that are not fire spot also detected. In this research Erosion, Dilation and Closing are used to minimize outlier pixels and the results of segmentation that are not connected can be connected.

$$R7(i,j) = \text{Erosion} (R6(i,j)) \quad (14)$$

$$R7(i,j) = \text{Closing} (R7(i,j)) \quad (15)$$

G. Time Frame Selection

The selection frame based on modulus operation is used to updating the condition of frame repeatedly time by time. The time frame selection will give less error detecting fire area. The detail selection rules in time frame selection could be seen at formula (16-19).

$$\text{if } \text{mod } 3 == 0, \quad R8(i,j) = R6(i,j) - R7(i,j), \quad (16)$$

$$R8 = \text{Dilation} (R8)$$

$$\text{if } (\text{mod } 4 == 0 \text{ or } \text{mod } 7 == 0) \quad \text{if } R8(i,j) == 1 \ \&\& \ R4(i,j) == 1, \quad (17)$$

$$\text{then } R7(i,j) == 0;$$

$$\text{if } \text{mod } 20 == 0, \quad R6(i,j) = R6(i,j) * 0 \quad (18)$$

$$\text{if } \text{mod } 10 == 0, \quad R6(i,j) = R6(i,j) \cap R7(i,j) \quad (19)$$

H. Fire Detection Bounding Box

At this stage, the region of the bits that have value 1, it will be labeled with box area to indicate these areas have been detected as fire spots. Picture below is showed the Bounding Box boxes were detected in the fire area.

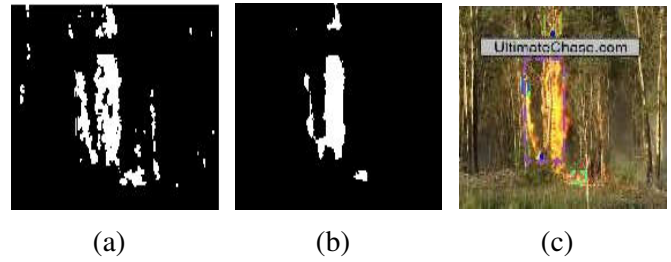


Fig 6. (a). Result before morphology and time frame selection, (b). Result Segmentation after morphology and time frame selection, (c) Results of *Bounding Box* fire detection area with original image frame

Bounding Box also has a utilities on the process of evaluation in this research, where the error rate is calculated based on the number of false detection fire spot area. So it can be measured in quantitatively the performance of this method. The results of all fire video dataset that has been detect using this method, could be seen in Fig 7.

IV. RESULT AND DISCUSSION

This part explain the performance results of our model that used to detect the fire regions. The performance is measured quantitatively using a calculation derived from Lee [24] that used to evaluate detection algorithm in detecting region of smoke.

$$\text{Error Detection Avg} = \frac{N \text{ false detect}}{N \text{ Fire Spot Bounding Box}} \times 100\% \quad (20)$$

The evaluation formula has been modified to measures the performance of fire spots, by calculating the number of wrong *Fire Spot Bounding Box* that detected as *false detect* in random image frames. The formula to evaluate the average error rate could be seen in (20).

$$\text{Error Detection Avg} = \frac{16}{105} \times 100\% = 15,2\%$$

The segmentation of multi-color feature and background subtraction capable to detect fire region, but in several data set we still find false detection area. To cover this problem, the uses of combination morphology and time frame selection in this study capable to reduce false detect. The results have showed the performance of average error detection of this method is around 15.2%. This means the use of these methods are promising in detecting fire spot in indoor or outdoor.

TABLE 2: PERFORMANCE OF FIRE DETECTION

Video Dataset	False Detect	Bounding Box of Fire Spot Detect
barbeq.avi	0	7
candle.flv	0	1
fire1.avi	0	1
flame1.avi	0	2
fbackyard.avi	3	5
flame2.avi	0	3
forest1.avi	0	7
forest2.avi	0	5
controled1.avi	0	5
controlled2.avi	2	12
forest3.avi	1	5
forest4.avi	0	6
forest5.avi	0	4
forestfire.avi	0	5
wfds_tree.avi	10	37
Total	16	105

V. CONCLUSION

This research has been successful in detection of fire, with error rate around 15,2%. The performance of proposed model capable to reduce the false detection of fire spots area, when morphology and time frame selection are applied after Multi Color Feature and Background Subtraction that given impact to the small error rate. In the next research, we will improve the performance of fire detection using machine learning and classify which type of fire that potential to burn.

References

- [1] Badan Pantauan Bencana Nasional, "Data Kejadian Bencana Kebakaran Permukiman," 2012. [Online]. Available: <http://geospasial.bnpb.go.id/pantauanbencana/data/dataakbmukimall.php>.
- [2] L. M. Garcia, G. S. Perez, M. Nakano, K. T. Medina, H. P. Meana and L. R. Cardenas, "An early fire detection algorithm using IP cameras.," *Sensors (Basel, Switzerland)*, pp. 12(5), 5670–86. doi:10.3390/s120505670, 2012.
- [3] W. G. T. Cleary, "Survey of fire detection technologies and system evaluation/certification methodologies and their suitability for aircraft cargo compartments," *US Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology*, 1999.
- [4] K. N. W. Davis, "NASA fire detection study," *US Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology*, 1999.
- [5] Z. Xu and J. Xu, "Automatic Fire smoke Detection Based on Image Visual Features," 2007.
- [6] C. Kao and S. Chang, "An intelligent real-time fire-detection method based on video processing," in *IEEE 37th Annual 2003 International Carnahan Conference on Security Technology*, 2003.
- [7] T. Celik, H. Demirel, H. Ozkaramanli and M. Uyguroglu, "Fire detection using statistical color model in video sequences.," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, pp. 18(2), 176–185. doi:10.1016/j.jvcir.2006.12.003, 2007.
- [8] K. H. Cheong, B. C. Ko and J. Y. Nam, "Automatic fire detection system using CCD camera and Bayesian Network," *SPIE Digital Library*, pp. Vol. 6813 68130S-1, 2008.
- [9] Y. C. L. M. a. A. Mecocci., "An Intelligent System For Automatic Fire Detection in Forests," in *3th International Conference on Image Processing and its Application*, 1989.
- [10] D. G. Healey, T. Slater, B. Lin, Drda and A. D. Goedeke, "A System for Real Time Fire Detection," in *Conference on Computer vision and Pattern Recognition*, 1994.
- [11] H. Yamagishi and J. Yamaguchi, "Fire Flame Detection Algorithm Using a Color Camera," in *International Symposium on Micromechatronics and Human Science*, 1999.
- [12] M. S. W Philips III and N. d. V. Lobo, "Flame Recognition in Video," in *Fifth IEEE Workshop on Application of Computer Vision*, 2000.
- [13] B. C. Arrure, A. Olero and J. R. M. d. Dios, "An Intelligent System for False Alarm Reduction in Infrared Forest Fire Detection," *IEEE Intelligent System*, pp. 64-70, 2000.
- [14] W. B. Hong and J. W. Peng, "Realtime Fire Detection from Video: A Preliminary Report," in *14th IPPR Computer Vision , Graphic and Image*, 2001.
- [15] S. Noda and K. Ueda, "Fire Detection in Tunnels Using an Image Processing Method," *Vehicle Navigation and Information System*, pp. 57-62, 1994.
- [16] S. Y. Foo, "A Machine Vision Approach to Detect and Categorize Hydrocarbon Fires in Aircraft Dry Bays and Engine Compartments," *IEEE Transaction on Industry Application*, pp. vol 36, no2, p549-466, 2000.
- [17] E. D. Breejen, "Autonomous Forest Fire Detection," in *third int'l conference Forest Fire Research*, Bellingham, 1998.
- [18] T. Celik, "Fast and Efficient Method for Fire Detection Using Image Processing," *ETRI*, 2010.
- [19] P. Patel and S. Tiwari, "Flame Detection using Image Processing Techniques," *International Journal of Computer Applications*, 2012.
- [20] a. E. Çetin, K. Dimitropoulos, B. Gouverneur, N. Grammalidis, O. Günay, Y. H. Habiboğlu, B. U. Töreyn and a. S. Verstockt, "Video fire detection – Review," *Digit. Signal Process*, vol. 23, no. 6, p. 1827–1843, 2013.
- [21] A. Bovik, *The Essential Guide to Image Processing*, Elsevier, 2009.
- [22] J. Huajie, W. Lichun, S. Yanfeng and H. Yongli, in *Fourth International Conference on Digital Home*, 2012.
- [23] X. Jie, H. Li-na, G. Guo-hua and Z. Ming-quan, "Real Color Image Enhanced by Illumination—R," in *International Conference on Information Technology and Computer Science*, 2009.
- [24] C. Y. Lee, C. T. Lin, C. T. Hong and M. T. Su, "Smoke Detection Using SPATIAL AND Temporal Analyses," *International Journal of Inovative Computing, Information and Control*, Vols. vol 8, no 7A, pp. 4749-4770, 2012.

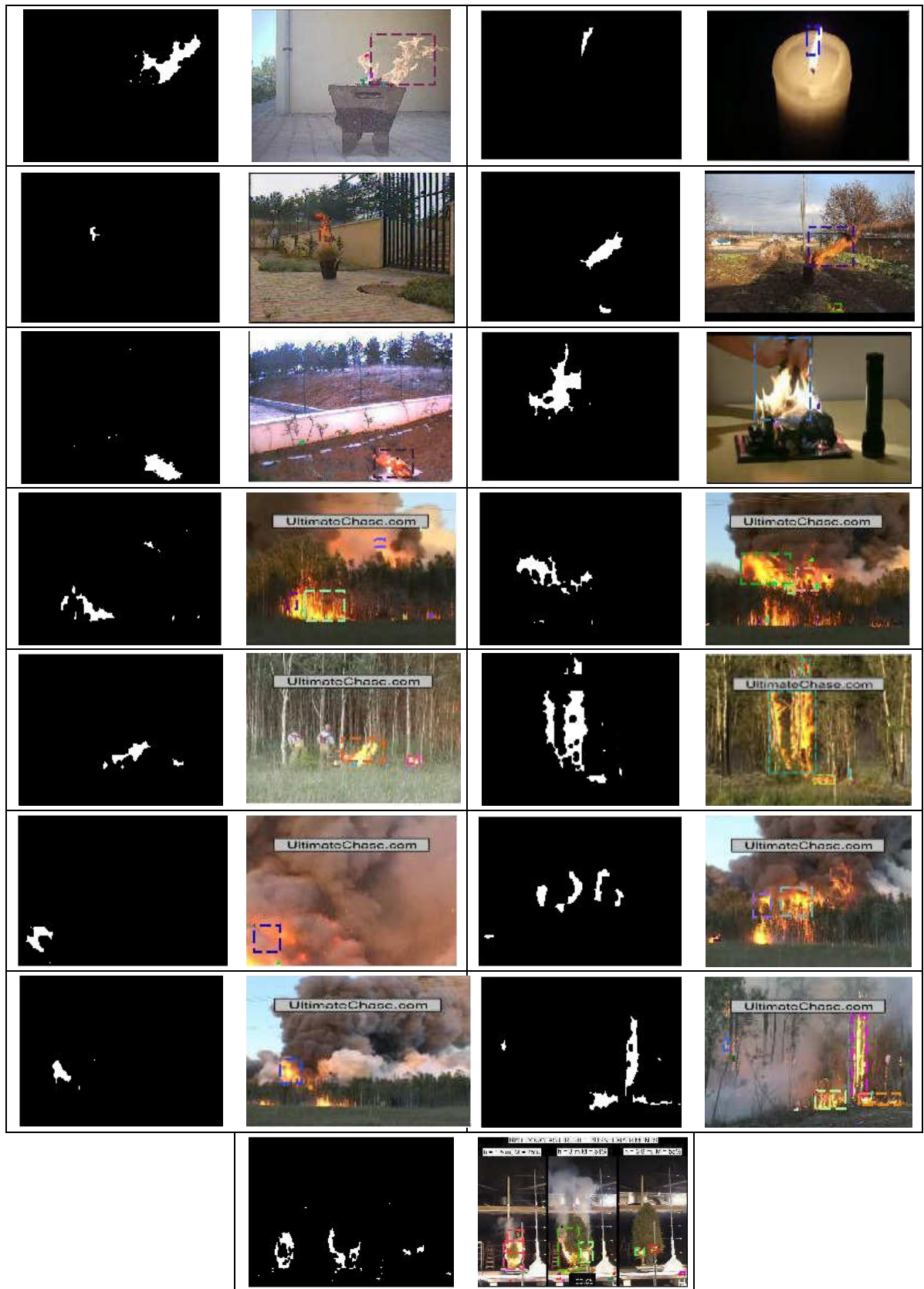


Fig.7. Result of Fire Detection

Deteksi Api dengan MultiColorFeatures, Background Subtraction dan Morphology

Guruh Fajar Shidik¹, Fajrian Nur Adnan², Ricardus Anggi Premunendar³,
Catur Supriyanto⁴, Pulung Nurtantio Andono⁵

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang 50131

E-mail : ¹ guruh.fajar@research.dinus.ac.id, ² fajrian@research.dinus.ac.id, ³ ricardus.anggi@research.dinus.ac.id,
⁴ catur@research.dinus.ac.id, ⁵ pulung@research.dinus.ac.id

ABSTRAK

Pentingnya deteksi api secara dini dapat membantu memberikan peringatan serta menghindari bencana yang menyebabkan kerugian ekonomi dan kehilangan nyawa manusia. Teknik deteksi api dengan sensor konvensional masih memiliki keterbatasan, yakni memerlukan waktu yang cukup lama dalam mendeteksi api pada ruangan yang besar serta tidak dapat bekerja di ruangan terbuka. Penelitian ini mengusulkan metode deteksi api secara visual yang dapat digunakan pada camera surveillance dengan menggunakan kombinasi Multicolorfeatures seperti RGB, HSV, YCbCr dan Background Subtraction serta morphology untuk pendeteksian pergerakan api. Evaluasi penelitian dilakukan dengan menghitung tingkat error deteksi area api.

Kata kunci : Background Subtraction, RGB, HSV, YcbCr, Deteksi Api.

1. PENDAHULUAN

Api merupakan sumber energi yang dapat berpotensi menyebabkan kerugian, baik secara ekonomi maupun secara ekologi yang dapat merenggut korban jiwa. Berdasarkan data Badan Pantauan Bencana Nasional (BPNN) setidaknya telah terjadi 55 kali kebakaran di daerah DKI Jakarta pada tahun 2012 dimana kerugian terbesar menyebabkan 394 rumah terbakar dan 1271 jiwa kehilangan tempat tinggal [1].

Pentingnya pendeteksian api secara dini menurut Garcia[2] dapat membantu memberikan peringatan dan menghindari bencana yang menyebabkan kerugian ekonomi dan kehilangan nyawa manusia. Telah banyak teknik pendeteksian kebakaran secara dini yang telah dilakukan, diantaranya dengan cara konvensional dimana pendeteksian api didasarkan pada sample partikel, temperature, rata-rata kelembapan, analisis asap menggunakan detektor ultraviolet dan infrared [3][4]. Pendeteksian api dengan cara konvensional, memiliki karakteristik hanya mendeteksi partikel yang dihasilkan oleh asap maupun api dengan cara ionisasi dan photometry hanya pada suatu titik. Kelemahan deteksi dini menggunakan alat ini ialah memerlukan waktu yang cukup lama pada ruangan yang besar serta tidak dapat bekerja pada ruangan terbuka[5]. Detektor kebakaran dengan cara konvensional tidak mampu memberikan informasi tambahan mengenai terjadinya proses kebakaran seperti posisi titik api dari sensor, ukuran api, dan seberapa besar api bertambah. Sensor konvensional ini juga terkadang memberikan kesalahan deteksi (false alarm) yang tinggi karena tidak hanya api yang menyebabkan kebakaran juga ikut terdeteksi [6].

Untuk mendeteksi api secara dini dengan lebih baik dapat dilakukan dengan cara visual[6]. Deteksi kebakaran visual dapat berguna dalam kondisi dimana detektor api konvensional tidak dapat bekerja[7]. Keuntungan yang didapat dari pemanfaatan deteksi api berdasarkan visual sensor ialah biaya yang murah karena hanya menggunakan kamera standard, dimana pemanfaatan kamera ini telah banyak dipasang dan digunakan untuk keamanan gedung. Selanjutnya ialah respon dalam mendeteksi api lebih cepat karena tidak perlu menunggu sampai api membesar. Kemampuan untuk memantau area yang cukup besar dan jauh. Selain itu, deteksi api dengan kamera juga memudahkan pengecekan ketika terjadi kesalahan deteksi (false alarm), sehingga petugas dapat melakukan pengecekan dan konfirmasi tanpa harus menuju lokasi kebakaran[8].

Penelitian pendeteksian api secara visual dapat dilakukan dengan memanfaatkan kamera yang telah ada saat ini, dimana teknik dasarnya ialah membedakan citra yang direkam setiap frame. Penelitian sebelumnya didalam imageprocessing terklasifikasi menjadi dua, yang salah satunya fokus kepada citra berwarna[9], [10],[11], [12], [13], [14] dan lainnya pada citra gray scale [15],[16],[17].

Penelitian ini mengembangkan metode pendeteksian api untuk deteksi dini kebakaran menggunakan Multicolorfeatures seperti RGB, HSV, YCbCr yang akan digunakan untuk membangun rules dalam segmentasi titik api, selanjutnya dikombinasikan dengan Background Subtraction dan morphology. Pada tahap akhir penelitian dievaluasi dengan menghitung tingkat error deteksi untuk mengetahui keakuratan metode ini.

2. Dasar Teori

2.1. Penelitian Terkait

Penelitian seputar deteksi api telah lama dilakukan. Beberapa pendekatan telah dikembangkan guna mendapatkan informasi mengenai keberadaan api yang memungkinkan terjadinya kebakaran. Sebagian besar penelitian mengenai sistem deteksi api lebih terfokus pada deteksi warna yang dapat dilakukan dengan menggunakan colorimage[9], [10], [11], [12], [14], [13], maupun pada format gray scale image[15], [17], [16]. Penelitian[18] telah melakukan penelitian mengenai deteksi api dengan menggunakan dua fitur utama dari sebuah rekaman video, yaitu fitur warna dan pergerakan (motion). Penelitian tersebut dilakukan dalam tiga tahapan utama. Untuk melakukan proses deteksi api, data yang awalnya berupa video perlu diurai kedalam bentuk frame. Tahap yang kedua adalah ekstraksi dan klasifikasi warna dengan menggunakan perceptron. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mendapatkan true positive rate yang tinggi dan tingkat false negative rate yang rendah. Dalam melakukan deteksi api, klasifikasi warna sangat diperlukan. Selain itu, deteksi pergerakan juga diperlu dilakukan dengan menggunakan analisis teksur dinamis antar frame. Penelitian yang lain seputar deteksi api juga dilakukan oleh Patel [19] dengan menggunakan dua fitur utama yaitu warna dan pergerakan objek. Namun perbedaannya, deteksi api dilakukan bukan dalam bentuk gambar RGB, tapi dalam bentuk CIE. Sedangkan deteksi pergerakan objek dilakukan dengan menggunakan teknik Background Subtraction. Berikutnya Yadev [20], melakukan penelitian deteksi api dengan menggunakan fitur warna, pencahayaan dan pergerakan. Pada peneliti tersebut, peneliti hanya menggunakan warna merah RGB untuk mendeteksi api dan warna YCbCr untuk mendeteksi pencahayaan gambar.

2.2. Background Subtraction

Background Subtraction merupakan suatu proses yang biasa digunakan untuk menemukan objek pada gambar. Konsep dari metode ini adalah mengidentifikasi sebuah keadaan untuk ditandai sebagai background model, selanjutnya membandingkan gambar terhadap model latar belakang yang telah diperoleh sebelumnya untuk mendeteksi keberadaan objek, yang dikenal dengan area foreground. Untuk mengidentifikasi keberadaan sebuah objek, biasanya teknik ini dilakukan pada dua buah citra yang diambil di lokasi yang sama pada waktu yang berbeda. Model Latar Belakang diperoleh dari area dengan situasi yang konsisten, namun tetap dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Tahap foreground detection dapat dikalkulasi dengan menggunakan perhitungan (1).

$$R(x,y)=I(x,y)-B(x,y) \quad (1)$$

Dimana R merupakan hasil dari pengolahan Background Subtraction, I merupakan Gambar yang diteliti mengenai keberadaan objek atau perubahan kondisi, sedangkan B merupakan Background Model. Perbandingan dilakukan pada posisi piksel (x,y) yang bersesuaian. Karena teknik ini harus mampu mentoleransi perubahan keadaan secara alami, maka perlu adanya nilai toleransi atau threshold untuk perubahan piksel yang tidak terlalu jauh. Perubahan yang masih dalam tahap toleransi akan dikenali sebagai kondisi yang tidak berubah, sedangkan nilai R yang lebih besar dari toleransi akan dikenali sebagai adanya perubahan kondisi yang dapat diakibatkan adanya sebuah objek.

2.3. Morphology Citra

Dalam konsep Morphology citra, terdapat dua operasi dasar yaitu dilasi dan erosi. Dilasi himpunan A oleh B dinotasikan seperti pada rumus (2). Dimana setiap titik x pada citra B ditranslasikan atau digeser dan kemudian menggabungkan seluruh hasilnya. Operasi ini merupakan tahap penggabungan titik-titik bernilai 0 menjadi bagian dari objek A yang bernilai 1 berdasarkan nilai B yang digunakan.

$$D(A,S) = A \oplus B \quad (2)$$

Erosi himpunan A oleh B dinotasikan seperti rumus (3). Operasi ini merupakan tahap penghapusan titik-titik objek A yang bernilai 1 menjadi bagian dari latar yang bernilai 1 berdasarkan nilai B yang digunakan. Erosi biasa digunakan untuk memper sempit daerah yang diinginkan dengan pola tertentu.

$$A \otimes B \quad (3)$$

Dari dua operasi dasar tersebut, dapat pula dikombinasikan menjadi beberapa operasi yang alin seperti operasi Opening, Closing, Thinning, shrinking, pruning, thickening, dan skeletonizing.

2.4. Feature Color

2.4.1. RGB

Ruang warna red, green, blue yang sering disebut dengan RGB merupakan konsep pewarnaan dengan menggunakan tiga warna primer yaitu merah, hijau dan biru, yang menyusun terbentuknya warna yang lain. Ruang warna RGB sering digunakan

dalam penelitian di bidang komputer grafik. RGB direpresentasikan dalam diagram Cartesian 3 dimensi, dimana perpaduan nilai antara ketiganya akan membentuk warna yang berbeda seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1: Tabel Komposisi warna RGB

Warna	Putih	Kuning	Cyan	Hijau	Magenta	Merah	Biru	Hitam
R (0-255)	255	255	0	0	255	255	0	0
G(0-255)	255	255	255	255	0	0	0	0
B(0-255)	255	0	255	0	255	0	255	0

Meskipun RGB sangat baik digunakan dalam komputer grafik, namun RGB sangat tidak efisien untuk merepresentasikan citra nyata. Untuk merepresentasikan ke dalam ruang warna yang berbeda, RGB dapat ditransformasikan dengan menggunakan transformasi linier maupun nonlinier.[21]

2.4.2. HSV

HSV merepresentasikan ruang warna yang lain dari RGB, dalam tiga dimensi yaitu Hue (hijau), Saturation (hijau tua), dan Value (pencahayaannya atau intensitas). Ruang warna HSV berbasis pada cylindrical coordinates. Ruang warna HSV lebih baik dibandingkan RGB dalam merepresentasikan pandangan manusia dan mendiskripsikan sensasi warna. Ruang warna hsv memiliki rentang warna 0 sampai dengan 1 yang dapat diperoleh dari transformasi RGB dengan menggunakan rumus transformasi nonlinier seperti ditunjukkan pada (4-7)[22].

$$H = \begin{cases} \theta & \text{jika } b \leq g \\ 360^\circ & \text{jika } b > g \end{cases} \tag{4}$$

dimana $\theta = \cos^{-1} \frac{\frac{1}{2}[(r-g)+(r-b)]}{[(r-g)^2+(r-b)(g-b)]^{1/2}}$ (5)

$v = \max(r, g, b)$ (6)

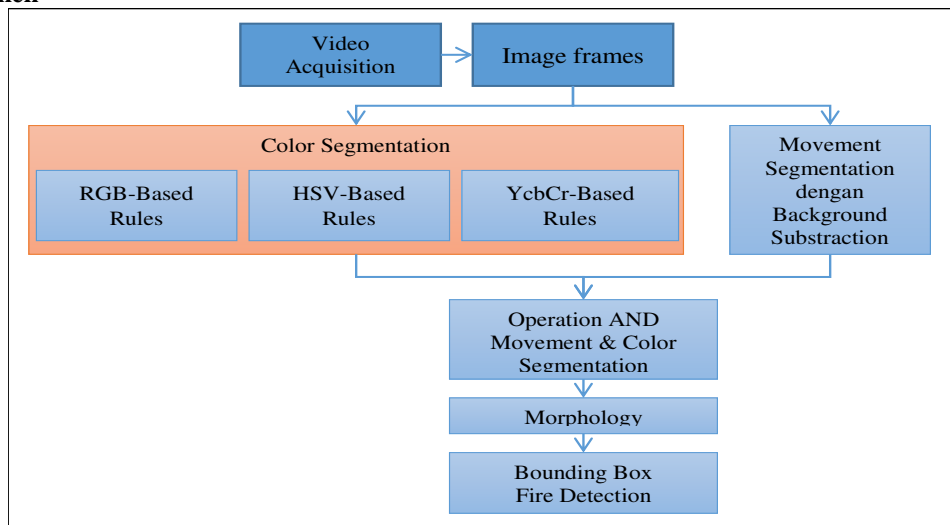
$s = (v - \min(r, g, b))/v$ (7)

2.4.3. YCbCr

Ruang warna YcbCr terdiri dari komponen luma (Y) yang menyatakan terang atau kecerahan dari sebuah citra, dan dua komponen chroma (Cb dan Cr) yang menyatakan warna dari citra. Transformasi RGB ke ruang warna YcbCr dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut (8).

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \\ 0.439 & -0.368 & -0.071 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \tag{8}$$

Eksperimen



Gambar 1. Tahapan Eksperimen

3.1. Video Acquisition

Pada tahap ini peneliti menggunakan dataset video, berasal dari penelitian sebelumnya yaitu KMU Fire & Smoke Database: (<http://cvpr.kmu.ac.kr/Dataset/Dataset.htm>), Bilkent EE Signal Processing group: (<http://signal.ee.bilkent.edu.tr/VisiFire/Demo/SampleClips.html>) dan Fire Research Laboratory's Fire Research Division at NIST: <http://fire.nist.gov/>. Format video yang digunakan dalam penelitian ini memiliki standard AVI , FLV dan MPG, serta memiliki jumlah sample video minimal sebanyak 300 frame.

3.2. Image Frames

Pada tahap ini seluruh sample dataset video diekstrak menjadi sample image frame. Dimana jumlah frame yang ekstrak berjumlah 24 – 30 frame per detik. Setelah proses ekstraksi video selesai dilakukan, masing- masing image diproses untuk menghasilkan segmentasi berdasarkan fitur warna dan dari pergerakan tiap frame.

3.3. Color Segmentation

Pada proses segmentasi warna, peneliti menggunakan tiga fitur yang diambil dari beberapa color space sebagai pembentuk Multifeature yakni RGB, HSV dan YcbCr. Masing –masing color space, dibentuk menjadi sebuah rules yang kemudian digunakan sebagi Multifeature yang digunakan sebagai rules pada proses segmentasi, sehingga pada akhirnya akan menghasilkan satu segmentasi yang disebut MultiColorfeature segmentation.

- Pada color space RGB deteksi api dilakukan dengan menggunakan rule sebagai berikut

$$\text{If } \begin{matrix} r(i,j) > g(i,j) \ \&\& \ g(i,j) > b(i,j) \ \&\& \ (r(i,j) > 200 \ \&\& \ g(i,j) > 130 \ \&\& \\ b(i,j) < 150 \end{matrix} = 1 \quad (9)$$

- Pada color space HSV akan diambil saturation dari citra, yang merupakan ciri dari api dengan menggunakan rule sebagai berikut.

$$\text{If } \begin{matrix} h(i,j) \geq 0.13 \ \&\& \ h(i,j) < 0.46 \\ \&\& \ s(i,j) \geq 0.1 \ \&\& \ s(i,j) \leq 0.34 \ \&\& \ v(i,j) \geq 0.96 \ \&\& \ v(i,j) \leq 1 \end{matrix} = 1 \quad (10)$$

- Fitur yang terakhir adalah YCbCr. Dengan memanfaatkan area yang dideteksi sebagai level Luminance, yang digunakan untuk membedakan level luminance antara titik api dengan objek lainnya yang juga bercahaya.

$$\text{If } \begin{matrix} r(i,j) > g(i,j) \ \&\& \ g(i,j) > b(i,j) \ \&\& \ y(i,j) \geq 226 \ \&\& \\ y(i,j) < 229 \ \&\& \ cb(i,j) \geq 127 \ \&\& \\ cb(i,j) \leq 129 \ \&\& \ cr(i,j) \geq 127 \ \&\& \ cr(i,j) \leq 129 \end{matrix} = 1 \quad (11)$$

- Hasil dari ketiga rule tersebut, kemudian akan digabung menggunakan rumus (12) dibawah ini, sehingga menghasilkan segmentasi MultiColorFeature:

$$R4 = R1 \cup R2 \cup R3 \quad (12)$$



Gambar 2. (a). Frame dari Citra asal, (b). Hasil Segmentasi MultiColorFeature

3.4. Movement Segmentation

Pada tahap Movement Segmentation untuk mendeteksi pergerakan, peneliti menggunakan metode Background Subtraction dimana pada prinsipnya image disetiap frame akan dibandingkan dengan frame sebelumnya, untuk mendapatkan perubahan kondisi atau pergerakan objek yang terekam dalam video. Adapun rule untuk Movement Segmentation dengan menggunakan Background Subtraction dapat dilihat pada (13):



Gambar 3. (a). Frame dari Citra asal (n-1), (b). Frame dari Citra asal (n), (c). Hasil Background Subtraction

$$R5 = n-1(x,y) - n(x,y) \quad (13)$$

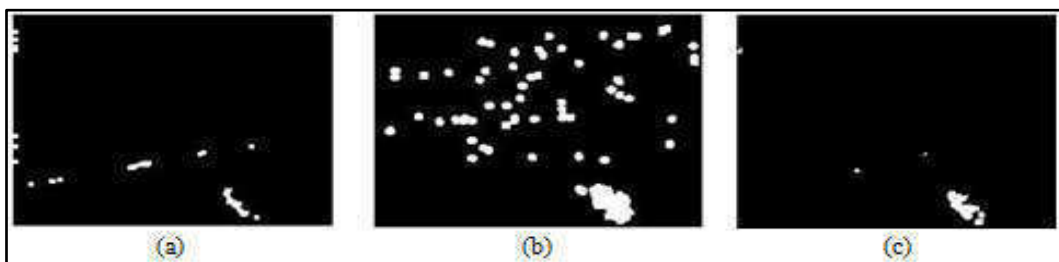
Dimana x dan y merupakan baris dan kolom dari matrix citra yang akan di deteksi pergerakannya, serta merupakan indeks dari frame citra.

3.5. Movement dan ColorSegmentation

Pada tahap ini dilakukan proses untuk menghasilkan segmentasi area deteksi api, antara irisan dari hasil Color Segmentation dengan Movement Segmentation. Formula dibawah ini digunakan untuk memastikan objek api yang bergeraklah yang akan dideteksi sebagai titik api.

$$R6 = R4 \cap R5 \quad (14)$$

Rule ini juga digunakan untuk mendeteksi perubahan kondisi, dan memfilter objek yang bukan api dan memiliki fitur warna seperti api agar tidak ikut terdeteksi.



Gambar 4 (a). Hasil Segmentasi MultiColorFeature, (b). Hasil Background Subtraction, (c). Hasil Segmentasi Operasi AND dari proses (a) dan proses (b).

3.6. Morphology

Tahap terakhir adalah morphology untuk menegaskan hasil segmentasi, sehingga diperoleh gambar api yang lebih tepat serta menghilangkan titik area yang merupakan outlier atau bukan titik api juga ikut terdeteksi. Metode yang digunakan untuk morphology citra adalah Erosion dan Closing, sehingga bit yang merupakan outlier dapat diminimalisir serta pixel hasil segmentasi yang tidak terhubung bisa dihubungkan. Hasil proses morphology dapat dilihat pada Gambar 5(b).

3.7. Bounding Box Deteksi Api

Pada tahap ini hasil segmentasi yang telah diperbaiki dengan proses morfologi dimana bit Region yang bernilai 1 dibuatkan penanda berupa kotak yang menunjukkan area yang telah terdeteksi sebagai titik api. Posisi kotak tersebut untuk kemudian disatukan dengan citra dari frame aslinya. Gambar 5(c) menunjukan pembuatan kotak Bounding Box pada area frame yang terdeteksi api.

Fungsi Bounding Box disini juga digunakan sebagai proses evaluasi dalam penelitian ini, sehingga tingkat error pendeteksian api dihitung berdasarkan area kotak titik api yang salah. Sehingga dapat terukur secara kuantitatif seberapa akurat metode ini.

4. Hasil dan Analisis

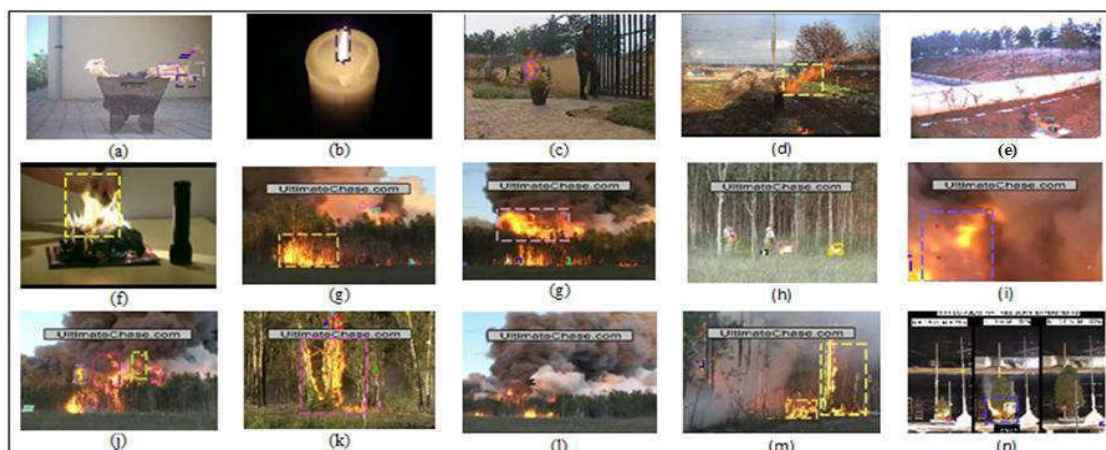
Pada bagian ini menjelaskan hasil performa dari model yang dibuat guna mendeteksi region api. Pengukuran performa secara quantitative menggunakan perhitungan yang berasal dari penelitian Lee [23] yang digunakan untuk pendeteksian region asap.

$$\text{Error Detection Avg} = \frac{N \text{ false detect}}{N \text{ Fire Spot Bounding Box}} \times 100\% \quad (15)$$



Gambar 5. a. Hasil dari Movement & Color Segmentation Sebelum Proses Morphology, (b). Hasil Segmentasi Setelah Proses Morphology, (c) Hasil Bounding Box area deteksi api dengan citra asli

Error Detection rate yang digunakan untuk evaluasi pada penelitian ini merupakan modifikasi dari penelitian Lee, karena pada penelitian tersebut terfokus pada false alarm guna pendeteksian titik asap. Pada penelitian ini evaluasi Lee dikembangkan untuk mengevaluasi ketelitian pendeteksian titik api pada citra dengan menghitung jumlah Bounding Box titik api (Fire Spot Bounding Box) pada citra frame tertentu, kemudian di hitung berapa jumlah spot yang salah dari total Fire Spot Bounding Box yang ditemukan. Detail perhitungan dapat dilihat pada rumus penghitungan (15).



Gambar6. Hasil Output Deteksi Api dengan Metode yang diusulkan

Tabel 2: Tabel Akurasi Deteksi Api dengan menggunakan Metode yang Diusulkan

Video Dataset Name	False Detect	Fire Spot Bounding Box	Deskripsi Dataset
Fire1	3	7	Pot Terbakar
Fire2	0	1	Lilin
Fire3	0	1	Tong Sampah terbakar
Fire4	0	2	Rumput terbakar
Fire5	1	3	Tong sampah diluar ruangan terbakar
Fire6	0	1	Kertas terbakar
Fire7	2	5	Hutan Terbakar versi 1
Fire8	1	5	Hutan Terbakar versi 2
Fire9	0	4	Hutan Terbakar versi 3
Fire10	0	2	Hutan Terbakar versi 4
Fire11	1	5	Hutan Terbakar versi 5
Fire12	1	6	Hutan Terbakar versi 6
Fire13	0	4	Hutan Terbakar versi 7
Fire14	0	5	Hutan Terbakar versi 8
Fire15	2	8	Hutan Terbakar versi 9
<i>Jumlah</i>	11	59	Pohon Cemara Terbakar

$$\text{Error Detection Avg} = \frac{11}{59} \times 100\% = 18,6\%$$

5. Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan, telah berhasil dalam melakukan deteksi titik api dengan tingkat error sebesar 18,6%. Adapun masalah utama penyebab tingkat error tersebut karena terdapat area yang bukan merupakan titik api, masih ikut terdeteksi sebagai titik api. Hal tersebut disebabkan oleh segmentasi MultiColorfeatures yang dijadikan rules belum maksimal. Sehingga masih terdapat warna – warna yang menyerupai titik api juga ikut terdeteksi. Penelitian selanjutnya agar menggunakan interval waktu sebagai pertimbangan untuk menekan tingkat error tersebut.

6. Referensi

- [1] Badan Pantauan Bencana Nasional, “Data Kejadian Bencana Kebakaran Permukiman,” 2012. [Online]. Available: <http://geospasial.bnpb.go.id/pantauanbencana/data/dataakbmukimall.php>.
- [2] L. M. Garcia, G. S. Perez, M. Nakano, K. T. Medina, H. P. Meana dan L. R. Cardenas, “An early fire detection algorithm using IP cameras,” *Sensors* (Basel, Switzerland), pp. 12(5), 5670–86. doi:10.3390/s120505670, 2012.
- [3] W. G. T. Cleary, “Survey of fire detection technologies and system evaluation/certification methodologies and their suitability for aircraft cargo compartments,” US Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, 1999.
- [4] K. N. W. Davis, “NASA fire detection study,” US Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, 1999.
- [5] Z. Xu dan J. Xu, “Automatic Fire smoke Detection Based on Image Visual Features,” 2007.
- [6] C. Kao dan S. Chang, “An intelligent real-time fire-detection method based on video processing,” dalam *IEEE 37th Annual 2003 International Carnahan Conference on Security Technology*, 2003.
- [7] T. Celik, H. Demirel, H. Ozkaramanli dan M. Uyguroglu, “Fire detection using statistical color model in video sequences,” *Journal of Visual Communication and Image Representation*, pp. 18(2), 176–185. doi:10.1016/j.jvcir.2006.12.003, 2007.
- [8] K. H. Cheong, B. C. Ko dan J. Y. Nam, “Automatic fire detection system using CCD camera and Bayesian Network,” *SPIE Digital Library*, pp. Vol. 6813 68130S-1, 2008.
- [9] Y. C. L. M. a. A. Mecocci., “An Intelligent System For Automatic Fire Detection in Forests,” dalam *3th International Conference on Image Processing and its Application*, 1989.
- [10] D. G. Healey, T. Slater, B. Lin, Drda dan A. D. Goedeke, “A System for Real Time Fire Detection,” dalam *Conference on Computer vision and Pattern Recognition*, 1994.
- [11] H. Yamagishi dan J. Yamaguchi, “Fire Flame Detection Algorithm Using a Color Camera,” dalam *International Symposium on Micromechatronics and Human Science*, 1999.
- [12] M. S. W Philips III dan N. d. V. Lobo, “Flame Recognition in Video,” dalam *Fifth IEEE Workshop on Application of Computer Vision*, 2000.
- [13] W. B. Hong dan J. W. Peng, “Realtime Fire Detection from Video: A Preliminary Report,” dalam *14th IPPR Computer Vision , Graphic and Image*, 2001.
- [14] B. C. Arrure, A. Olero dan J. R. M. d. Dios, “An Intelligent System for False Alarm Reduction in Infrared Forest Fire Detection,” *IEEE Intelligent System*, pp. 64-70, 2000.
- [15] S. Noda dan K. Ueda, “Fire Detection in Tunnels Using an Image Processing Method,” *Vehicle Navigation and Information System*, pp. 57-62, 1994.
- [16] S. Y. Foo, “A Machine Vision Approach to Detect and Categorize Hydrocarbon Fires in Aircraft Dry Bays and Engine Compartments,” *IEEE Transaction on Industry Application*, pp. vol 36, no2, p549-466, 2000.
- [17] E. D. Breejen, “Autonomous Forest Fire Detection,” dalam *third int'l conference Forest Fire Research*, Bellingham, 1998.
- [18] N. True, “Computer Vision Based Fire Detection”.
- [19] T. Celik, “Fast and Efficient Method for Fire Detection Using Image Processing,” *ETRI*, 2010.
- [20] P. Patel dan S. Tiwari, “Flame Detection using Image Processing Techniques,” *International Journal of Computer Applications*, 2012.
- [21] J. Huajie, W. Lichun, S. Yanfeng dan H. Yongli, dalam *Fourth International Conference on Digital Home*, 2012.
- [22] X. Jie, H. Li-na, G. Guo-hua dan Z. Ming-quan, “Real Color Image Enhanced by Illumination—R,” dalam *International Conference on Information Technology and Computer Science*, 2009.
- [23] C. Y. Lee, C. T. Lin, C. T. Hong dan M. T. Su, “Smoke Detection Using SPATIAL AND Temporal Analyses,” *International Journal of Inovative Computing, Information and Control*, Vol. %1 dari %2vol 8, no 7A, pp. 4749-4770, 2012.
- [24] G. Yadav, V. Gupta, V. Gaur dan M. Bhattacharya, “OPTIMIZED FLAME DETECTION USING IMAGE PROCESSING BASED TECHNIQUES,” *Indian Journal of Computer Science and Engineering*, 2012.