**Penerapan Analisa *Spatial-Temporal* dengan Metode**

***Wavelet Energy* untuk Mendeteksi Api pada Video**

**Proposal Tugas Akhir**

**Kelompok Keahlian: ICM**

***(Intelligence, Computing, and Multimedia)***

**Ahmad Ulil Azmi**

**1103120013**

****

**Program Studi Sarjana Teknik Informatika**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**Bandung**

**2015**

# 

# Lembar Persetujuan

**Sistem Deteksi Api Berbasis *Spatial-Temporal* dengan Metode**

***Wavelet Energy Analysis***

***Fire Detection System Based on Spatial-Temporal using***

***Wavelet Energy Analysis***

**Ahmad Ulil Azmi**

**NIM: 1103120013**

Proposal ini diajukan sebagai usulan pembuatan Tugas Akhir pada

Program Studi Sarjana Teknik Informatika

Fakultas Informatika Universitas Telkom

Bandung, 27 Agustus 2015

Menyetujui

|  |  |
| --- | --- |
| Calon Pembimbing 1 | Calon Pembimbing 2 |
|  |  |
| Tjokorda Agung Budi Wirayuda, ST., MT | Febryanti Sthevanie, S.T., MT |
| NIP: 06830333-1 | NIP: 10880698-3 |

# Abstrak

Kebakaran adalah sebuah bencana alam yang mempunyai dampak yang sangat merugikan bagi manusia, salah satu cara untuk mengurangi kerugian yang lebih besar adalah dengan deteksi dini bahaya awal dari sebuah kebakaran pada sebuah video. Permasalahan yang terjadi pada sistem deteksi api adalah analisis untuk membedakan objek yang bukan merupakan api yang

Pada tugas akhir ini penulis membangun sebuah sistem pendeteksi api dengan menggunakan metode *wavelet energy analysis* yang mempunyai keunggulan dalam hal membedakan objek benda yang mempunyai ciri sama dengan api, dengan adanya sistem tersebut diharapkan mendapatkan tingkat akurasi yang tinggi yaitu 90% untuk mendeteksi api pada sebuah video.

**Kata Kunci :** Kebakaran, bencana alam, *wavelet analysis*

# Pendahuluan

## Latar belakang

Kebakaran adalah salah satu reaksi oksidasi eksotermis yang berlangsung dengan cepat dari suatu bahan bakar yang disertai dengan timbulnya api yang dapat merugikan jiwa maupun materi [1].

Selain melakukan langkah pencegahan timbulnya api, peringatan dini dan reaksi yang tepat dan cepat adalah salah satu cara untuk menghindari kerugian yang lebih besar, salah satu caranya yaitu dengan sistem deteksi api yang bertujuan untuk mengenali api sedini mungkin sehingga dapat menimalisasi kerugian sejak awal. Saat ini terdapat banyak alat guna mendeteksi api salah satu contohnya adalah *Heat detector* atau pendeteksi kenaikan panas sistem ini bekerja berdasarkan kenaikan suhu temperatur secara cepat di suatu ruangan, umumnya pada titik 55-63 derajat selsius [2], sistem tersebut mempunyai kekurangan yaitu api yang terdeteksi adalah api yang sudah menjadi besar yang memungkinkan dapat menaikan suhu ruangan hingga 55-63 derajat selsius, contoh lain adalah *smoke detector* sistem ini bekerja berdasarkan asap yang ada pada sebuah ruangan [2], sistem tersebut mempunyai kekurangan jika sebuah api hanya menimbulkan asap yang begitu sedikit yang dipengaruhi oleh bahan yang terbakar. Karena alasan tersebut alat yang sering digunakan saat ini adalah *CCTV,* cara kerja alat tersebut berdasar pada gambar yang ditangkap sehingga dapat memungkinkan untuk mendeteksi sebuah api lebih awal.

Sistem deteksi api berdasar pada video saat ini banyak diteliti dikarenakan ketepatan, kecepatan dan biayanya yang rendah [1]. Permasalahan utama dalam mendeteksi api terdapat pada pemodelan kompleksnya sifat alami dan ketidak aturan dari sebuah fenomena kemunculan api, untuk menyelesaikan permasalahan tersebut banyak penilitian yang menggunakan ciri-ciri pergerakan api dan juga distribusi spasial dari warna api ataupun menggabungkan keduanya *temporal* dan ciri khusus dari sebuah api sebagai dasar dalam mendeteksi sebuah api, tetapi banyak terdapat objek alam yang mempunyai tingkah laku yang sama dengan api contohnya adalah matahari, beragam macam cahaya atau pantulan cahaya pada berbagai macam permukaan, partikel debu dan lain sebagainya yang mana bisa salah dideteksi sebagai kemunculan api, adapun kualitas video yang buruk bisa juga mempengaruhi keandalan algoritma dalam mendeteksi kemunculan api pada video, yang mana akan meningkatkan kesalahan dari deteksi sebuah api pada video [3].

Pada tugas akhir ini, sistem yang akan dibuat menggunakan algoritma *wavelet* *energy analysis* untuk mendeteksi sebuah api dimana pada algoritma tersebut mempunyai kelebihan dalam hal membedakan objek api dan bukan api yang mempunyai ciri khas hampir sama dengan cara menghitung spasial *wavelet energy* dari setiap *frame* yang mengandung api, hal tersebut dapat membedakan objek bukan api dengan energi yang didapatkan, objek api lebih cenderung mempunyai energi yang jauh lebih kuat dengan objek bukan api.

## Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah didaparkan sebelumnya maka masalah yang

dapat diambil antara lain:

1. Bagaimana menentukan nilai *wavelet energy* pada sebuah frame yang digunakan untuk mendeteksi api dalam sebuah video?
2. Bagaimana performasi dan akurasi metode *wavelet energy analysis* dalam ditinjau dari keberhasilan dalam mendeteksi api pada sebuah video?

## Batasan Masalah

Batasan masalah penulis pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Data Set yang akan digunakan adalah sebuah video rekaman pribadi yang berdurasi 5 menit dengan resolusi 320x240 dengan *frame rate* 30fps.
2. Kamera yang digunakan adalah kamera yang tidak bergerak(*fixed* *camera*).
3. Warna Api yang akan dideteksi adalah antara warna kuning sampai merah.

## Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah yang ada, maka tujuan penulis pada tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan nilai *wavelet energy* setiap *frame* yang digunakan untuk mendeteksi sebuah video,
2. Mengukur Performasi dan keakuratan sistem dengan menggunakan metode *energy* *wavelet* ditinjau dari keberhasilan pendeteksian api pada sebuah video.

## Hipotesa

Penelitian terkait deteksi sebuah api pada video telah banyak dilakukan dalam satu dekade terakhir diantaranya adalah Chen dengan rekanya ”An early fire-detection method based on image processing”, menggunakan pemodelan warna RGB untuk mendeteksi kemunculan api [4], sementara itu Toreyin dengan rekanya “Computer vision based method for real-time fire and flame detection” [5], mengusulkan sebuah algoritma yang dapat mendeteksi api dan percikan api dengan menganalisa domain wavelet pada video, pada kedua penilitian tersebut mempunyai kekurangan jika sebuah objek bukan api yang mempunyai warna sama dengan api maka akan salah terdeteksi sebagai api.

Pada tugas akhir ini penulis menggunakan metode *wavelet energy analysis* untuk mendeteksi sebuah api pada video, dengan menggunakan metode tersebut dapat menghitung perubahan energi dari setiap frame video sehingga dapat membedakan objek api dan objek bukan api sehingga akan didapatkan sebuah sistem deteksi yang lebih akurat dengan tingkat akurasi yang diharapkan adalah 90% untuk pendeteksi sebuah video.

## Metodologi Penyelesaian Masalah

1. Studi Literatur

Pada tahap ini, akan dilakukan pencarian terhadap materi-materi yang berhubungan dengan penilitian yang dilakukan. Topik-topik yang dipelajari adalah api, ciri khusu api, cara kerja api dan materi materi yang berhubungan dengan motede yang digunakan yaitu *wavelet* dan *energy analysis*. Sumber materi berupa *e-book*, buku ,jurnal, paper dan sumber dari internet lainya.

1. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem yang akan dibuat berdasarkan analisis terhadap video yang digunakan dan metode yang digunakan yaitu analisis *wavelet* dan energi untuk menentukan sistem yang akan digunakan seperti perangkat lunak dan perangkat keras yang akan digunakan.

1. Pembangunan dan Implementasi

Pada tahap ini sistem akan menerapkan rancangan yang ada dan mulai mebangun sistem dengan implementasi metode *wavelet* dan *energy analysis.*

1. Pengujian dan Analisis.

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap data-set yang ada serta analisis terhadap hasil yang telah didapat.

1. Pembuatan Laporan

Pada tahap ini akan dilakukan dokumentasi terkait hasil dari pengujia serta analisis yang ada dan menyertakan kesimpulan terhadap sistem yang telah dibangun.

## Jadwal Kegiatan

Tabel . Jadwal Kegiatan

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kegiatan | Juli | | | | Agustus | | | | September | | | | Oktober | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Identifikasi Masalah |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Studi Literatur |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Perancanan Sistem |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Implementasi Sistem dan Analisis Hasil |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Perumusan Kesimpulan dan Penyusunan Tugas akhir |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# Tinjauan Pustaka

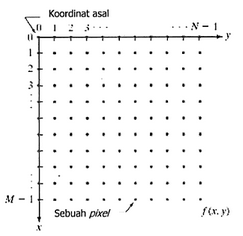
## Kebakaran

Kebakaran adalah salah satu reaksi oksidasi eksotermis yang berlangsung dengan cepat dari suatu bahan bakar yang disertai dengan timbulnya api yang dapat merugikan jiwa maupun materi [1].

## Citra Digital

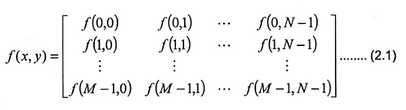
Secara umum, pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar dua dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas,

Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi berukuran baris dan N kolom, dengan x dan y adalah kordinat spasial, dan amplitudo di titik kordinat dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila nilai dan nilai *amplitudo* secara keseluruhan berhingga (*finite*) dan bernilai diskrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital



Gambar 2.1. Matriks Citra [6]

Citra digital dapa ditulis adalam bentuk matriks sebagai berikut.



(2.1)

Nilai pada suatu irisan antara baris dan kolom (pada posisi ) disebut dengan *picture elements, image elements, pels,* atau *pixels.* Istilah terakhir *(pixel)* paling sering digunakan pada citra digital [6].

## Video Digital

Video digital dapat disebut *array* tiga dimensi dari piksel berwarna. Dua dimensi mewakili arah spasial dari gambar bergerak (horizontal dan vertikal) dan satu dimensi lainya akan merepresentasikan domain waktu.

Video digital sebenarnya terdiri atas serangkaian gambar digital (citra) yang ditampilkan dengan cepat pada kecepatan konstan. Dalam konteks video, gambar ini disebut frame. Satuan ukuran untuk menghitung *frame* rata-rata yang ditampilkan disebut *frame* *per* *second* (fps). Setiap fram merupakan gambar digital yang terdiri dari raster piksel. Gambar digital akna mempunyai lebar sebanyak W piksel dan tinggi sebanyak H piksel. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa frame size adalah [7].

## Sistem Deteksi Api

Sistem deteksi api adalah sebuah sistem yang berfungsi mendeteksi secara dini kebakaran, agar kebakaran yang terjadi tidak berkembang menjadi lebih besar. Dengan terdeteksinya kebakaran, maka upaya untuk mematikan api dapat segera dilakukan, sehingga dapat meminimalkan kerugian yang lebih besar [8].

## Wavelet

Kata *Wavelet* dikemukakan oleh Morlet dan Grossmann pada awal tahun 1980, dalam bahasa Pranciss *Ondelette*, yang berarti gelombang kecil. Dan setelah itu dalam bahasa Inggris kata *Onde* diganti menjadi *wave* sehingga menjadi *Wavelet*. Transformasi *wavelet* merupakan suatu transformasi linier yang hampir mirip dengan satu perbedaan penting : transformasi *wavelet* memperbolehkan penempatan waktu dalam komponen-komponen frekuensi yang berbeda dari sinyal yang diberikan [1].

## Deteksi Kandidat Blok Api

Pada proses ini bertujuan untuk memisahkan objek yang tidak mengandung warna api dengan inputanya adalah sebuah *frame* dan hasilnya adalah blok *frame* yang mengandung warna api, setiap *frame* akan dibagi menjadi 16 blok proses selanjutnya memisahkan latar belakang dan objek dan hanya benda yang mengandung warna api yang akan terpilih sebagai kandidat blok [1].

## Probabilitas warna api

Setelah kandidat blok api telah ditentukan tahap selanjutnya adalah untuk meghitung probabilitas warna api pada setiap kandidat blok yang digunakan. Probabilitas warna api pada setiap kandidat blok dihitung dengan menentukan rerata probabilitas warna pada setiap piksel dalam kandidat blok [1].

(2.2)

Dimana :

= Jumlah piksel pada kandidat blok.

*=* Probabilitas warna api yang telah didapatkan pada proses sebelumnya.

## Spatial Wavelet Analysis

Area pada sebuah gambar yang mangandung api yang sebenarnya mempunyai variasi *spatial* yang lebih tinggi dibandingkan dengan benda yang hanya mengandung warna api. Untuk menghitung nilai variasi tersebut digunakan algoritma 2-D *wavelet* *analysis* dan diaplikasikan untuk warna merah, energi *spatial* *wavelet* ditentukan dengan menghitung perubahan frekuensi warna dari tinggi-rendah, rendah-tinggi dan tinggi-tingi dengan rumus sebagai berikut [1]:

(2.3)

Dimana :

HL = Nilai dekomposisi *wavelet* frekuensi *high to low.*

LH = Nilai dekomposisi *wavelet* frekuensi *low to high.*

HH = Nilai dekomposisi *wavelet* frekuensi *high to high*.

Energi *spatial-wavelet* setiap kandidat blok ditentukan dengan rata-rata energi dari setiap piksel pada blok tersebut [1].

(2.4)

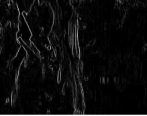
Dimana :

= jumlah piksel pada sebuah blok api.



(b)

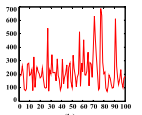
(a)



(c)

(d)

*Gambar 2.2 (a) image contain fire, (b) HL frekuensi, (c) LH frekuensi (d) HH frekuensi*

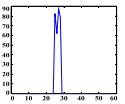


(a)

(b)



(c)



(d)

*Gambar 2.3 (a) image contain fire, (b) energy wavelet from image contain fire frekuensi, (c) image contain objek contain fire colorur (d) energy form iomage contain objek contain coloured fire*

## Spatio Temporal Analysis

Bentuk dari sebuah api berubah secara tak teratur mengikuti aliran udara disekitar api dan jenis bahan yang terbakar. Sebuah api yang sesungguhnya mempunyai *spatial* variasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan benda yang mengandung warna api pada selang waktu tertenu. Pada proses sebelumnya hanya menghitung energi spatial hanya pada satu *frame*, proses ini bertujuan untuk menghitung variasi *spatio*-*temporal* pada blok api pada urutan frame dengan selang waktu tertentu [1].

Perubahan energi *spatio-temporal* dihitung dengan rumus [1] :

(2.5)

Dimana :

= *Spatial energy* pada setiap piksel pada satu waktu di selang waktu tertentu

= adalah rata-rata spatial energi pada selang waktu

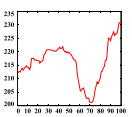
= adalah spatial energy pada piksel

Kemudian dihitung spatial energi untuk setiap blok pada selang waktu tertentu dengan rumus [1] :

(2.6)

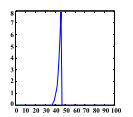
Dimana :

= Jumlah piksel pada blok.



(a)

(b)



(d)



(c)

*Gambar 2.4 (a) image contain fire, (b) spatial temporal energy (c)image contain fire coloured (d)spatial-temporal energy from image contain fire coloured image*

## Temporal Analysis

*Temporal Analysis* digunakan untuk mendeteksi efek percikan api. Percikan api merupakan ciri utama dari sebuah api yang muncul secara *random* dan berkelanjutan. Percikan api dihitung dengan mengestimasi pergerakan *c(i,j)* yaitu dari kandidat satus api dengan pergerakan warna api pada piksel ke kandidat status bukan api [1].

Kemudian untuk menghitung energi percikan dari sebuah piksel menggunakan rumus [1] :

(2.7)

Dimana :

= energi percikan api untuk setiap piksel.

= nilai transisi untuk setiap piksel.

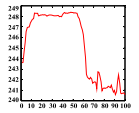
Percikan api untuk setiap blok dihitung dengan rumus [1]:

(2.8)

Dimana :

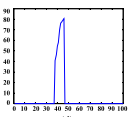
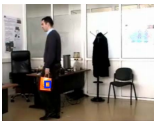
= Energi percikan untuk setiap blok

= Jumlah piksel dalam blok



(a)

(b)



(c)

(d)

*Gambar 2.5 (a) image contain fire, (b)temporal-energy from fire, (c) image contain fire coloured (d) temporal energy from image*

## Akurasi Sistem

Akurasi sistem pada tugas akhir ini dibagi menjadi dua :

1. *True Positive*

*True Positive* adalah akurasi ketepatan dalam mendeteksi api, ditentukan dengan menghitung perbandingan antara Jumlah frame api yang terdeteksi dengan benar dan jumlah seluruh frame yang mengandung api [1].

(2.9)

Dimana :

AT = Akurasi ketepatan dalam mendeteksi api

Ta = Jumlah frame api yang terdeteksi dengan benar

Na = Jumlah seluruh frame api pada video.

1. *False Positive*

*False Positive* adalah akurasi yang menghitung kesalahan dalam mendeteksi api, ditentukan dengan perbandingan antara jumlah *frame* bukan api yang terdeteksi sebagai api dan jumlah seluruh *frame* yang tidak mengandung api [1].

(2.10)

Dimana :

AF = Akurasi kesalahan dalam mendeteksi api

Tf = Jumlah *frame* bukan api nyang terdeteksi sebagai api

Nf = Jumlah seluruh *frame* bukan api.

# Perancangan dan Implementasi

## Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum sistem yang akan dibangun dalam Tugas Akhir adalah sebuah sistem pendeteksi Api dengan metode *wavelet* dan *energy analysis*. Serta dataset yang akan digunakan adalah rekaman video pribadi dengan durasi lima menit.

## Analisis Sitem

Sistem pendeteksi api yang akan dibangun pada tugas akhir ini, adalah menggunakan metode *wavelet* dan *energy analysis*.

### Analisis Kebutuhan Fungsionalitas Sistem

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem adalah:

* Sistem Operasi : Windows 8.1
* Bahasa Pemograman : Matlab

Spesifikasi Perangkat keras yang digunakan untuk membangun sistem adalah :

* Processor : Intel(R) Core(TM) i5-2450M [CPU@2.50Ghz](mailto:CPU@2.50Ghz)
* Ram : 4 Gb
* Harrdisk : 640 Gb
* Kamera : Nikon

## Deskripsi Sistem dan Tahapan Proses

Pada Tugas Akhir akan dilakukan pemodelan system pendeteksi sebuah api dengan menggunakan metode *spatial-temporal energy.*

Deskripsi umum dan tahapan proses untuk sistem deteksi api dengan menggunakan metode *spatial-temporal energy* sebagai berikut:



Gambar ‎3. Flow Chart Sistem

Dari bagan di atas, didapatlah alur perancangan sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:

1. Input video,
2. Penentuan kandidat blok api yang akan digunakan pada proses sebelumnya,
3. Penentuan probabilitas warna api untuk setiap kandidat blok,
4. Analisis *spatial* *wavelet* yang akan menghasilkan *energy* perubahan warna *pixel* yang akan digunakan untuk proses selanjutnya,
5. Analisi *spatio-temporal* dengan menghitung perubahan warna *energy wavelet* untuk selang waktu tertentu,
6. *Temporal* Analisis dengan menghitung *energy* dari perubahan percikan pada sebuah api,
7. Output hasil yang didasarkan pada hasil nilai-nilai yang telah didapat pada proses sebelumnya.

Penjelasan Proses akan dijelaskan pada sub-bab selanjutnya.

### Deteksi Kandidat Blok Api

Pada proses akan ditentukan blok-blok api yang akan menjadi inputan pada proses selanjutnya dengan alur proses sebagai berikut:



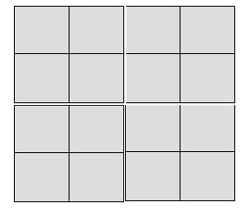
Gambar ‎3. Diagram Alir Deteksi Kandidat Blok Api

Pada proses ini inputan yang akan digunakan adalah sebuah *frame* dari inputan video setelah itu akan dilakukan proses pemisahan *background* dan *foreground* ilustrasi pemisahan *background* terdapat pada gambar berikut:



Gambar ‎3. Pemisahan Background [9].

Setelah pemisahan *background* akan dilakukan pembagian *frame* menjadi 16 dengan ilustrasi gambar sebagai berikut:



Gambar . Frame dibagi menjadi 16 [10].

Setelah itu akan ditentukan blok-blok mana yang mempunyai warna api dengan ilustrasi sebagai berikut:



Gambar ‎3. Kandidat Blok Api [1].

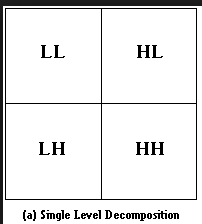
Kandidat blok tersebut yang akan menjadi outputan dan akan menjadi inputan pada proses selanjutnya.

### Probabilitas warna api

Pada proses ini akan ditentukan probabilitas api untuk setiap blok pada kandidat blok yang telah ditentukan dengan menerapan rumus yang telah dipaparkan pada Bab ‎2.7 Probabilitas warna api

### *Spatial Wavelet Analysis*

Pada proses ini akan dihitung *wavelet energy* dengan cara menghitung perubahan frekuensi warna dari tinggi-rendah, rendah-tinggi dan tinggi-tinggi



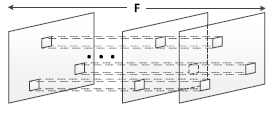
Gambar . Wavelet Decomposition [11].

Pada gambar diatas menggambarkan sebuah dekomposisi *wavelet* level 1, dengan dibedakan menjadi 4 kategori yaitu frekuensi LL sebagai frekuensi *low to low*, HL sebagai frekuensi *high to* *low*, LH sebagai frekuensi *low to high* dan HH sebagai frekuensi *high* *to* *high*. Setelah didapatkan kategori tersebut maka akan dihitung perubahan nilai frekuensi tersebut yang rumusnya tertera pada Bab ‎2.8 *Spatial Wavelet Analysis*. Hasil perhitungan pada proses ini digunakan untuk membedakan objek bukan api dan objek api berdasarkan warna.

### *Spatio Temporal Analysis*

Pada proses ini akan dihitung nilai *spatio-temporal energy* dengan cara perbandingan *energy wavelet* untuk selang waktu tertentu.

Ilustrasi perhitungan *spatio-temporal energy:*

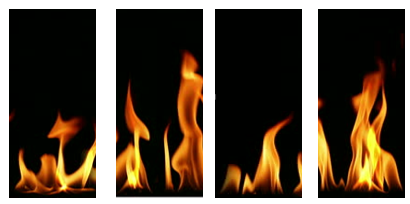


Gambar ‎3. spatio-temporal wavelet [1].

Pada gambar di atas menggambarkan sekumpulan *frame* yang akan dibandingkan nilai *energy wavelet* yang telah didapatkan pada proses *spatial-wavelet analysis* dalam selang waktu tertentu sehingga akan didapatkan nilai perbandingan *energy wavelet* pada selang waktu tersebut. Hasil dari proses ini yang merupakan nilai perbandingan *energy spatio-temporal* akan digunakan untuk membedakan objek bukan api dan objek api berdasarkan warna dan pergerakan objek pada *frame*.

### *Temporal Analysis*

Pada proses ini akan dihitung nilai *energy* dari perubahan nilai percikan api, dimana pergerakan percikan api sangat acak yang dipengaruhi oleh alur angin dalam frame yang diambil,



Gambar . Flickering fire [12].

Pada gambar diatas terlihat perubahan percikan sebuah api yang sangat acak atau tidak beraturan, pada proses ini dihitung perubahan percikan api dengan rumus yang telah dipaparkan pada Bab ‎2.10 *Temporal* Analysis, yaitu dihitungnya perubahan bentuk percikan dari api pada selang waktu tertentu.

## Perancangan Data

Data yang akan digunakan adalah video rekaman pribadi dengan spesifkasi rasio 320x240 dengan frame rate 30fps

Tabel ‎3. Rancangan Data

|  |  |
| --- | --- |
| No | Data Latih |
| 1 | Video yang tidak mengandug api |
| 2 | Video yang tidak mengandung api, mengandung objek dengan warna sama dengan api |
| 3 | Video yang mengandug api |

|  |  |
| --- | --- |
| No | Data Uji |
| 1 | Video yang mengandung api dan objek mengandung warna sama dengan api |
| 2 | Video yang hanya mengandung api |
| 3 | Video yang tidak mengandung api |

# Daftar Pustaka

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | P. a. N. Komas D, “Spatio-Temporal Flame Modeling and Dynamic Texture Analysis for Automatic Video-Based Fire Detectio,” 2015. |
| [2] | Fahtia, “Bromindo Mekar Mitra,” [Online]. Available: http://www.bromindo.com/heat-detector/. [Diakses 20 Maret 2015]. |
| [3] | F. a. N. Komas D, “Flame Detection For Video-Based Early Fire Warning System adan 3D Visualisation of Fire Propagation,” 2012. |
| [4] | P.-H. W. a. Y.-C. C. Thou-Ho(Chao-Ho) Chen, “An Early Fire-Detection Method Based on Image Processing,” 2004. |
| [5] | Y. D. U. G. B. Ugur Tpreyin, “Computer vision based method for real-time fire and flame detection,” *Pattern Recognition Letters,* 2004. |
| [6] | D. Putra, Pengolahan Citra digital, Yogyakarta: ANDI, 2010. |
| [7] | I. Binanto, Multimedia Digital - Dasar Teori dan Pengembanganya, Yogyakarta: ANDI, 2010. |
| [8] | “Media Proyek,” [Online]. Available: http://www.mediaproyek.com/2013/11/jenis-jenis-detector-pemadam-kebakaran.html. [Diakses 20 Maret 2015]. |
| [9] | “How to use Background Substraction Method,” [Online]. Available: http://docs.opencv.org/trunk/doc/tutorials/video/background\_subtraction/background\_subtraction.html. [Diakses 20 Maret 2015]. |
| [10] | “Wikipedia,” 5 Januari 2015. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Inter\_frame. [Diakses 20 Maret 2015]. |
| [11] | S. Kamar, “Classifying image data,” 2003. [Online]. Available: http://www.debugmode.com/imagecmp/classify.htm. [Diakses 20 Maret 2015]. |
| [12] | “Shutterstock,” [Online]. Available: http://ak.picdn.net/shutterstock/videos/2747858/preview/stock-footage-endless-hd-fire-on-black-background.jpg. [Diakses 20 Maret 2015]. |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |