

3D VISUALIZATION TECHNIQUE OF FOREST FIRE SIMULATION FOR MITIGATION AND EVACUATION PROCESS

Mashudi¹, Wahjoe Tjatur Sesulihatien², Taufiqurahman², Rizky Yuniar Hakkun²
Mahasiswa¹, Dosen²
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus PENS-ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
Telp (+62)31-5947280, 5946114, Fax. (+62)31-5946114
Email : mashudi.huri@gmail.com

Abstrak

Pada studi ini dibuat sebuah aplikasi yang dapat memberikan gambaran berupa simulasi yang ditampilkan secara 3 Dimensi mengenai proses mitigasi dan evakuasi manusia terhadap perubahan iklim lingkungan sekitar (dalam hal ini adalah kebakaran hutan) yang dikemas dalam bentuk skenario-skenario selanjutnya kehidupan di dunia nyata. Proses simulasi menggunakan data input yang langsung terintegrasi dengan berbagai sensor iklim yang ada di lapangan meliputi sensor suhu, kelembaban, gas CO₂ dan embun secara realtime hingga menghasilkan sebuah simulasi keadaan alam berdasar data yang diterima dari sensor. Sementara untuk proses simulasi api kebakaran baik penyebaran maupun arah penyebaran menggunakan metode euclidean distance yang dimodifikasi dengan penambahan formulasi sinus didalamnya.

Kata Kunci : *Kebakaran Hutan, Proses Evakuasi, Proses Mitigasi, Visualisasi 3 Dimensi*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Masalah kebakaran hutan telah menjadi isu nasional yang patut mendapat perhatian serius dari pemerintah, kejadian seperti ini terjadi setiap tahun secara berulang khususnya di daerah Kalimantan. Kebakaran hutan yang terjadi selain menimbulkan kerugian materi, merusak fungsi dan manfaat sumber daya hutan juga tidak sedikit menimbulkan korban jiwa. Tugas akhir ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran berupa simulasi dan visualisasi terhadap kebakaran hutan dengan mengacu pada sensor iklim (CO₂, arah angin, kecepatan angin, suhu, kelembapan) untuk mempermudah proses mitigasi, evakuasi dan penanganan kebakaran hutan.

Tugas akhir ini memberikan beberapa skenario-skenario tentang kebakaran hutan dan penyebaran titik api serta kegiatan obyek obyek terkait (penduduk, pemadam kebakaran dsb) yang mungkin terjadi, mengacu kepada FSM (Finite State Machine) tiap objek.

1.2 Rumusan Permasalahan

Adapun permasalahan yang ada pada system ini yaitu sebagai berikut:

1. Pembuatan skenario – skenario kebakaran
2. Variabel yang terkait dalam skenario kebakaran.

3. Obyek – obyek yang terlibat dalam skenario kebakaran..
4. Penentuan pohon keputusan yang nantinya akan digunakan dalam skenario.
5. Pemvisualisasian skenario ke dalam bentuk 3D.

1.3 Penelitian Terkait

Adapun penelitian yang berkaitan dengan proyek akhir ini dan memiliki beberapa kesamaan, yaitu :

- Teknik Visualisasi 3D Untuk Sistem Informasi Geografis Studi Kasus Manajemen Replanting Pasca Kebakaran Hutan di Pulau Kalimantan.

Penelitian tersebut menampilkan lahan secara 3D beserta teksturnya sesuai dengan keadaan sebenarnya dengan mengolah data shp 2D yang diintegrasikan dengan data heightmap satelit.

1.4 Tujuan Proyek

Tujuan proyek akhir ini adalah membuat sebuah sistem mitigasi dan evakuasi berdasar variabel – variabel pemicu terjadinya kebakaran yang dikemas dalam bentuk skenario – skenario dengan berbagai obyek yang terlibat didalamnya.

1.5 Kontribusi Proyek

Hasil dari proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan suatu gambaran / skenario tentang hal hal

yang terjadi pada saat kebakaran hutan sehingga dapat diambil tindakan untuk diterapkan pada kasus sebenarnya.

2. Teori Penunjang

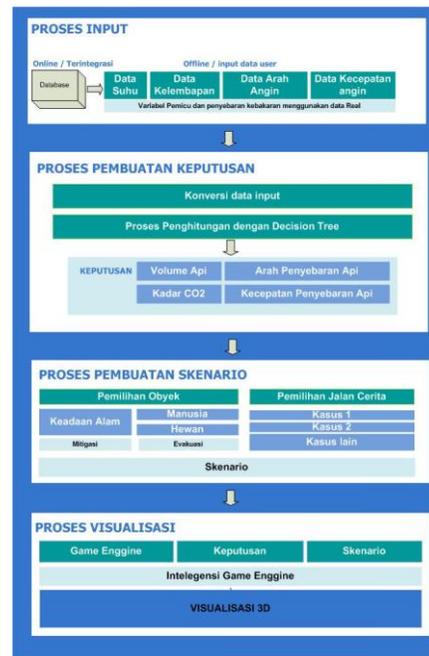
2.1 Finite State Machine (FSM)

Finite State Machine (FSM) atau disebut juga sebagai otomata merupakan pemodelan dinamika suatu sistem yang dapat dideskripsikan sebagai himpunan keadaan dan transisi keadaan. FSM pada umumnya digunakan untuk mengenali pola masukan yang merupakan ekspresi dalam bahasa formal.

2.2 Irrlicht Engine

- *Irrlicht* adalah mesin open source 3D ditulis dalam C ++. Secara resmi berjalan pada Windows, Mac OS X, Linux, Windows CE, Xbox, PlayStation Portable, SymbianOS, dan iPhone.
- *Irrlicht* dikenal dengan ukuran kecil dan kompatibilitas dengan perangkat keras baru dan lama.
- *Irrlicht* mendukung 3D rendering melalui opengl, DirectX 8 dan 9, opengl ES, dan perangkat lunak rasterizers internal.
- Cross-platform, menggunakan D3D, opengl dan software renderer sendiri, dan memiliki fitur yang dapat ditemukan di 3d mesin komersial.
- *Irrlicht Engine* mendukung pembuatan GUI, bisa me-load bermacam-macam format file dan menggunakan algoritma yang efisien.

3. Rancangan Sistem



Gambar 1. Rancangan Sistem

3.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data hasil penghitungan dari alat penghitung data temperature, humidity, gas CO₂, dan dew point. Table 1 merupakan data yang digunakan dalam penelitian ini.

id	serial	updatewaktu	suhu	kelembapan	kadaragasco2	dewpoint	bidan	tahun	mode	processed	tanggal
	[PK]	timestamp	double	double	double	double	test	test	integer	boolean	test
1	1	2010-06-16 22:34.01	57.22	0.307	-39.247075	Jun	2010	2	TRUE	16	
2	29	2010-06-16 22:30.05	63.74	0.062	-57.41325	Jun	2010	3	TRUE	16	
3	90	2010-06-16 22:33.52	56.76	0.391	-39.41362	Jun	2010	2	TRUE	16	
4	91	2010-06-16 22:29.25	64.45	0.062	-57.78332	Jun	2010	3	TRUE	16	
5	92	2010-06-16 22:33.04	58.67	0.391	-39.616007	Jun	2010	2	TRUE	16	
6	93	2010-06-16 22:28.04	66.27	0.062	-57.97325	Jun	2010	3	TRUE	16	
7	94	2010-06-16 22:32.54	59.58	0.307	-40.044537	Jun	2010	2	TRUE	16	
8	95	2010-06-16 22:28	65.27	0.062	-58.362963	Jun	2010	3	TRUE	16	
9	96	2010-06-16 22:35.39	57.07	0.391	-38.401466	Jun	2010	2	TRUE	16	
10	97	2010-06-16 22:27.9	64.12	0.062	-58.409307	Jun	2010	3	TRUE	16	
11	98	2010-06-16 22:35.4	58.82	0.391	-38.396005	Jun	2010	2	TRUE	16	
12	99	2010-06-16 22:27.68	66.03	0.062	-58.418666	Jun	2010	3	TRUE	16	
13	100	2010-06-16 22:35.6	59.34	0.396	-38.1635	Jun	2010	2	FALSE	16	
14	101	2010-06-16 22:27.82	64.83	0.062	-58.44856	Jun	2010	3	FALSE	16	

Gambar 2. Data yang digunakan

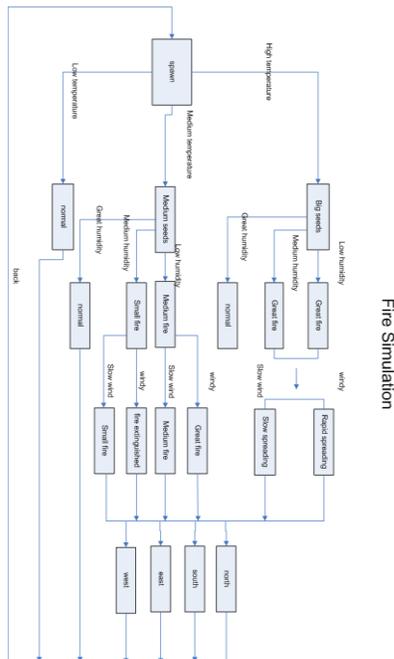
Data diatas nantinya akan diolah berdasar FSM yang telah dirancang untuk dimasukkan kedalam skenario objek selanjutnya.

3.2 Pembuatan Skenario (FSM)

3.2.1 Pembuatan Skenario Api

FSM di bawah menjelaskan tentang simulasi api terhadap sensor yang terbaca dalam database. Kebakaran dibagi menjadi 3 yaitu kebakaran besar, kebakaran sedang dan kebakaran kecil (faktor penyebab sensor suhu dan sensor kelembapan), sementara proses penyebaran dibagi menjadi 2 yaitu penyebaran cepat dan penyebaran pelan (faktor penyebab sensor angin), sementara untuk arah

angin dibagi menjadi 4 yaitu utara, selatan, timur dan barat (faktor penyebab sensor arah angin).



Gambar 3. FSM Api

a. Tipe-tipe kebakaran

- Kebakaran besar terjadi apabila data kelembapan rendah sementara suhu tinggi atau keadaan suhu tinggi sementara kelembapan sedang.
- Kebakaran sedang terjadi apabila suhu sedang dan kelembapan kecil, dengan mendapat angin yang besar kebakaran bisa bertambah besar.
- Kebakaran kecil terjadi apabila suhu rendah dan kelembapan kecil, api dapat padam apabila bertemu dengan angin yang besar.

b. Tipe-tipe penyebaran

- Penyebaran cepat terjadi apabila sensor angin mengindikasikan angin dengan volume besar tentunya disertai dengan arah angin
- Penyebaran pelan terjadi apabila sensor angin mengindikasikan angin dengan volume kecil tentunya disertai dengan arah angin.

c. Arah penyebaran

- Penyebaran dengan arah utara diambil berdasar sensor arah angin.
- Penyebaran dengan arah selatan diambil berdasar sensor arah angin.
- Penyebaran dengan arah barat diambil berdasar sensor arah angin.
- Penyebaran dengan arah timur diambil berdasar sensor arah angin.

3.5.1.1 Perumusan penyebaran api

a. Penyebaran api global

- Secara global penyebaran api menggunakan rumus euclidean distance (penyebaran merata dihitung dari titik api).

$$d = \frac{\sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}}$$

.....(1)

b. Penyebaran api dan arah penyebaran

- Untuk penyebaran api berdasar arah angin menggunakan perumusan penyebaran api global yang dimodifikasi dengan penambahan sudut sinus dan konstanta.
- Misalkan untuk arah utara maka persamaan matematis akan menjadi :

$$utara = d + <spreadCount + k$$

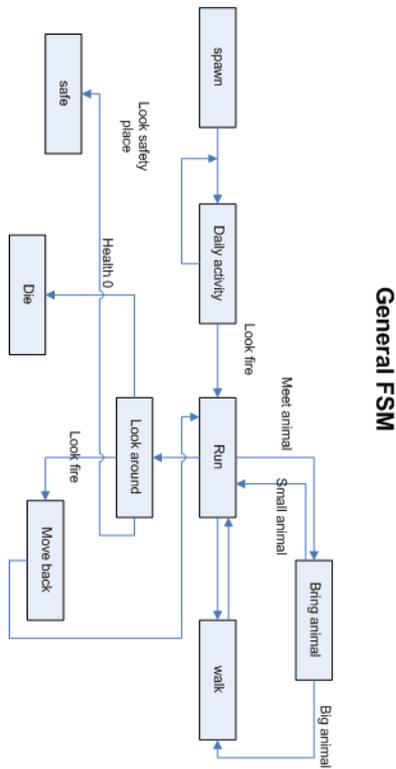
.....(2)

Keterangan :

- d = jarak penyebaran api dari titik pusat
- x_1 = koordinat x titik pusat api
- x_2 = koordinat x titik acuan
- y_1 = koordinat y titik pusat api
- y_2 = koordinat y titik acuan
- k = konstanta

3.2.2 Pembuatan Skenario Objek

FSM di bawah menjelaskan tentang keadaan objek terhadap keadaan lingkungan sekitar (disimulasikan berdasar keadaan sensor iklim). Keadaan awal semua objek akan ditampilkan dengan melakukan kegiatan sehari-hari. Kepanikan terjadi ketika sensor mengindikasikan terjadinya kebakaran maka semua objek akan saling berinteraksi antara satu dengan yang lain.



Gambar 4. FSM Objek

a. Penduduk (Laki-laki dan perempuan)

- Ketika sensor mengindikasikan kebakaran dan titik api berada pada jarak pandang objek (dalam kasus ini adalah penduduk) maka penduduk berlari menuju tempat aman yang telah diinisialisasi sebelumnya.
- Pada FSM diatas penduduk hanya dibedakan menjadi 2 yaitu laki-laki dan perempuan, dimana perbedaan keduanya adalah dari bentuk fisik dan kecepatan berlari.
- Proses penyelamatan diri menuju tempat aman dilakukan dengan berlari dan menghindari api (proses berlari lurus dengan mengurangi posisi x dan y secara berkala), apabila api telah dekat dengan objek maka objek akan berlari dengan arah menyamping (pengurangan posisi x atau y saja).
- Apabila terjadi suatu kasus dimana kecepatan berlari lebih lambat dari penyebaran api maka objek (penduduk) akan terbakar dan mati.
- Apabila bertemu dengan hewan (dalam kasus ini 1 jenis hewan), hal yang dilakukan adalah membawa serta hewan tersebut menuju tempat yang aman dan kecepatan berlari menjadi berkurang.

b. Hewan

- Pada kasus ini hewan hanya mengikuti arah berlari objek penduduk.

2.4 Output



Gambar 5. Objek membawa hewan di hutan



Gambar 6. Salah satu objek mati terkena api

2.5 Analisis

Dari hasil pengujian sistem yang telah dilakukan, dapat dianalisa secara global bahwa proses pembuatan map secara dinamis telah berjalan sesuai dengan permintaan user, baik dari segi bentuk terrain, jumlah objek ataupun letak tiap objek. Proses penyebaran api juga telah bekerja sesuai dengan FSM yang direncanakan sebelumnya melingkupi kecepatan sebaran dan arah penyebaran berdasar data yang diperoleh dari sensor iklim secara realtime dalam bentuk 3 Dimensi menggunakan metode yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Untuk Sistem mitigasi juga bekerja dengan baik, yaitu memberikan 3 buah peringatan sesuai dengan tingkat kebakaran yang terjadi berdasar parameter dari data sensor yang ditangkap. Sistem Evakuasi para objek juga berjalan sebagaimana mestinya sesuai dengan FSM objek pada tiap karakter, namun untuk animasi tiap objek belum begitu

bagus baik dari tampilan maupun dari pergerakan tiap objek

4. Hasil Dan Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan untuk simulasi pada proses mitigasi dan evakuasi.

1. Untuk mendapatkan hasil sensor yang akurat dibutuhkan ketelitian hardware maupun perhitungan dan prediksi terhadap data yang hilang.
2. Proses simulasi kebakaran menggunakan penghitungan matematis sederhana sehingga simulasi penyebaran api terlihat kasar dan tidak sempurna.
3. Skenario yang digunakan menggunakan scenario yang *simple* sehingga komunikasi yang terjadi antar objek banyak mengalami pengurangan .

Daftar Pustaka

- [1] Arifin, Yudin Firmanul. *Faktor Penyebab Banjir dan Kebakaran Hutan dan Lahan /berdasarkan Analisa Data Perubahan Penutup Lahan dan Iklim Kalimantan Selatan*. Banjarmasin.
- [2] Cara membuat skenario, <http://asiaaudiovisualra09hizkiaadiputra.wordpress.com>.
- [3] "Official Website Irrlicht". <http://www.irrlicht.sourceforge.net>.
- [4] Wildan, M. *Teknik Visualisasi 3D Untuk Sistem Informasi Geografis Studi Kasus Managemen Replanting Pasca Kebakaran Hutan di Pulau Kalimantan*. PENS-ITS, Surabaya. 2009.

[CV Penulis]

Mashudi, menjalankan studi D4 bidang Teknik Informatika pada Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – Institut Teknologi Sepuluh Nopember(PENS-ITS) semester 8.