

Pemodelan Sebaran Api Berdasarkan Bahan dan Lokasi Bahan Pembakar

Andrianus Radipta, Prima Kristalina, Ronny Susetyoko
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya,
Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia
e-mail: andree_rafraxa@yahoo.com

Abstrak

Populasi hutan di dunia semakin menurun. Hal ini dikarenakan meningkatnya kerusakan hutan dan perubahan iklim di dunia. Sebagian besar kerusakan hutan disebabkan oleh kebakaran hutan terutama di Indonesia. Dengan sering terjadinya kebakaran hutan, maka dirancanglah suatu sistem yang disebut dengan WSN (Wireless Sensor Network) untuk memantau terjadinya kebakaran hutan, dalam hal ini untuk mengantisipasi terjadinya kebakaran yang lebih besar. Sensor-sensor akan tersebar sesuai dengan kondisi hutan. Jika ada sumber api yang muncul maka sensor yang paling dekat dengan sumber api tersebut akan mengirimkan data via wireless menuju ke server. Namun disini terdapat permasalahan yaitu penempatan sensor tidak boleh sembarangan karena harus memperhatikan model sebaran api, maka dibuatlah estimasi karakteristik dari sebaran api berdasarkan bahan pembakar. Pada proyek akhir ini dihitung ROS dan flame length dari bahan penyebab kebakaran hutan, khususnya hutan tropis Indonesia. Pemodelan regresi linier dari parameter-parameter ROS menghasilkan nilai yang mendekati nilai ROS sesungguhnya. Dapat dikatakan bahwa pemodelan yang dibuat sudah dapat mewakili model karakteristik sebaran api pada hutan tropis di Indonesia.

Kata kunci: rate of spread, flame length, WSN.

1. Pendahuluan

Seiring semakin meningkatnya kerusakan hutan di Indonesia yang sebagian besar disebabkan oleh kebakaran hutan, maka dirancanglah suatu sistem yang disebut dengan WSN (Wireless Sensor Network) untuk mengatasi masalah tersebut. Sistem ini digunakan untuk memantau terjadinya kebakaran hutan, dalam hal ini untuk mengantisipasi terjadinya kebakaran yang lebih besar. Sensor-sensor akan tersebar sesuai dengan kondisi hutan. Jika ada sumber api yang muncul maka sensor yang paling dekat dengan sumber api tersebut akan mengirimkan data via wireless menuju ke server.

Namun disini terdapat permasalahan yaitu penempatan sensor tidak boleh sembarangan karena

harus memperhatikan model sebaran api, maka dibuatlah estimasi karakteristik dari sebaran api berdasarkan bahan pembakarnya. Pada proyek akhir ini akan dibuat simulasi dan dianalisa mengenai rate of spread (ROS) dan flame length dari suatu bahan penyebab kebakaran dengan memasukkan parameter-parameter yang telah ditentukan.

Untuk proyek akhir yang akan dilakukan terdapat perbedaan dengan proyek akhir sebelumnya [1], yang mana menjelaskan secara detail pemodelan api, mulai dari surface fire, crown fire, fire acceleration, dan spotting. Yang diambil referensi ini adalah penjelasan surface fire-nya untuk mengetahui rate of spread.

Sebuah riset yang lain [2], menyebutkan cara memasukkan inputan sampai diperoleh tabel dan grafik rate of spread (ROS) dan flame length dengan menggunakan software BehavePlus. Serta proyek akhir [3], yang menerangkan persamaan matematika dari sebaran api secara jelas, dimana rate of spread (ROS) adalah perbandingan antara propagasi fluks dengan panas yang dibutuhkan untuk pembakaran, kerapatan massa, dan jumlah pemanasan efektif.

Bahan bakar yang digunakan dari ketiga referensi diatas adalah bahan bakar pada hutan beriklim sedang (subtropis) dan dingin (kutub). Sedangkan bahan bakar yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah bahan penyebab kebakaran pada hutan tropis khususnya di Indonesia. Dengan menggunakan perangkat lunak Matlab akan dibuat sebuah simulator untuk menampilkan grafik rate of spread dan flame length dari suatu bahan bakar tertentu.

Penjelasan pada paper ini meliputi: bab 2 yang memberikan gambaran sistem, bab 3 tentang pembuatan sistem, sedangkan bab 4 merupakan hasil dan pembahasan proyek akhir, serta bab 5 yang berisi kesimpulan.

2. Gambaran Sistem

2.1 Dasar Teori

Penyebaran api pada suatu permukaan disebabkan oleh banyak faktor, seperti perbedaan suhu, kelembaban, angin, dan juga kemiringan lahan. Model sebaran api yang pertama adalah persamaan sebaran api Rothermel [3]. Yang menghitung laju

sebaran api stabil pada bidang yang sejajar dengan permukaan tanah di setiap node. Berikut adalah persamaannya:

$$= \frac{(\dots)}{\dots} \quad (1)$$

Karakteristik bahan bakar dasar ditetapkan sesuai dengan format model perilaku bahan bakar. Intensitas garis api, menyatakan bahwa laju energi yang dihasilkan per unit panjang api adalah:

$$= \dots /60 \quad (2)$$

Tabel 1. Variabel Persamaan

Simbol	Keterangan
	laju sebaran api (m/min)
	rasio propagasi fluks
	intensitas reaksi (kJ/min m ²)
	kerapatan massa ovendry (kg/m ³)
	konstanta pemanasan efektif
	panas sebelum terjadi nyala api (kJ/kg)
	propagasi fluks yang dihasilkan oleh angin
	propagasi fluks yang dihasilkan oleh kemiringan

Dimana adalah laju energi yang dihasilkan per unit panjang api (kW/m), adalah panas yang dihasilkan bahan bakar (kJ/kg), adalah berat bahan bakar per unit area (kg/m²) yang terbakar di depan nyala api, dan /60 adalah laju sebaran api per unit (m/s). Yang dihitung dalam BEHAVE dan FARSITE sebagai:

$$= \dots \quad (3)$$

Dimana adalah luas permukaan karakteristik bahan bakar terhadap rasio volume bahan bakar dasar(m⁻¹). Karakteristik kebakaran permukaan (laju penyebaran, intensitas garis api, dan sebagainya) dihitung untuk keadaan api yang bergantung pada kondisi lingkungan seperti karakteristik bahan bakar dan kelembaban, serta arah kecepatan angin, dan kemiringan topografi. Semua parameter tersebut harus tersedia atau dapat dihitung pada setiap titik bidang setiap saat.

2.2 Regresi Linier

Analisis regresi adalah suatu analisis dalam ilmu statistika yang digunakan untuk mengevaluasi pengaruh dari suatu variabel bebas (prediktor atau independen) terhadap variabel tak bebas (respon atau dependen). Model umum persamaan regresi adalah sebagai berikut:[6]

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon_i \quad (4)$$

Dari model di atas, apabila hanya terdapat satu atau tunggal variabel prediktor disebut regresi linier sederhana dan apabila terdapat lebih dari satu variabel prediktor disebut regresi linier berganda.

Selain model di atas terdapat juga model regresi linear lainnya yang diperoleh dari transformasi seperti dibawah ini:

- Tipe dari regresi model quadratic

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_{12} X_1^2 + \epsilon \quad (5)$$

- Tipe dari regresi model cubic

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_{12} X_1^2 + \beta_{13} X_1^3 + \epsilon \quad (6)$$

Tabel 2. Variabel Pemodelan

Simbol	Keterangan
Y	Variabel respon/tak bebas diberi simbol Y
X ₁ , X ₂ , X ₃ , ..., X _n	Variabel prediktor/bebas diberi simbol X
β ₀	Intercept atau koefisien konstanta
β ₁ , β ₂ , β ₃ , ..., β _n	Koefisien regresi variabel X
ε	Residual atau error
RSS _p	Residual of sum squares
CTSS	Corrected total sum squares
n	Jumlah pengambilan data
P	Jumlah parameter dalam model

3. Perancangan dan Implementasi Sistem

Pada bagian ini dilakukan perancangan sistem yang meliputi :

- Perancangan hardware
- Perancangan software

3.1 Perancangan hardware

a) Peralatan Pengukur Bahan

- Gelas Ukuran 2 macam (besar dan kecil), digunakan untuk mencari volume dan massa jenis bahan
- Timbangan roti, untuk mengukur berat bahan
- Penggaris, untuk mengukur panjang dan lebar bahan

b) Peralatan Penerima dan Konversi Data

- Sensor suhu LM 35, untuk sensing suhu pada saat kebakaran
- Microcontroller ATmega 8535, untuk mengkonversi data analog (tegangan) menjadi data digital (suhu)

c) Peralatan Perekam Data

- Desktop Intel Pentium 4, 1,4 GHz, untuk menerima data dari microcontroller
- Laptop AMD Dual Core, 2,0 GHz, untuk menjalankan simulasi pemodelan
- Kamera Digital Canon EOS-500D, untuk merekam proses kebakaran

3.2 Perancangan software

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam sistem ini adalah :

- Software AVR, untuk menerima data tegangan, mengkonversikan ke dalam bentuk satuan suhu (derajat Celcius)
- Software Microsoft Visual Basic ver. 6.00 untuk menampilkan data dan menyimpan dalam bentuk file .txt.
- Software Minitab ver.14, untuk mendapatkan persamaan regresi berganda
- Software Matlab ver. 7.8, untuk memplot grafik masing-masing persamaan

3.3 Implementasi Sistem

Gambar 1. Diagram Implementasi Sistem

- Pembuatan Prototype Bidang

Untuk mendisain bidang ini diberikan asumsi-asumsi sebagai berikut :

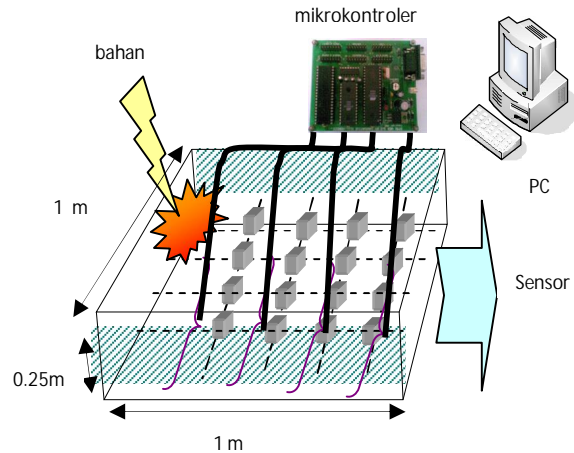
1. Bidang mewakili kondisi hutan tropis
2. Berupa daratan yang datar, tidak ada kontur atau kemiringan lahan.
3. Pengaruh kecepatan angin diabaikan.
4. Temperatur awal adalah sekitar ± 28 °C, merupakan temperature kamar.
5. Bidang diberi lapisan pasir untuk meredam panas dan menghindari kontak langsung dengan api.
6. Bahan pembakar yang dipilih adalah kertas, daun jati dan rumput, yang diasumsikan menjadi penyebab kebakaran hutan.
7. Tingkat humiditas bahan dianggap sama, yaitu 100 %.
8. Jumlah sensor yang disebar sebanyak 16 buah, diatur dalam posisi grid 4x4, dengan jarak antar masing-masing sensor adalah 20 cm.



Gambar 2. Disain Bidang Pengujian

- Pembuatan Microcontroller

Secara umum konfigurasi sistem bisa dilihat pada Gambar 1. Bahan pembakar tersebut diletakkan pada sebuah lokasi di bidang area $1 \times 1 \times 0,25 \text{ m}^3$. Pengambilan data dilakukan menggunakan 16 buah sensor LM 35 yang masing-masing terhubung dengan mikrokontroler. Disertai dengan kamera untuk merekam sebaran api.

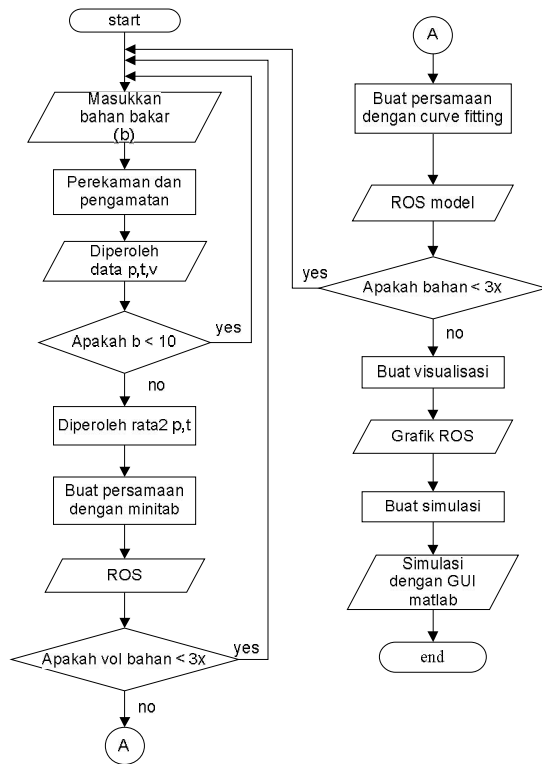


Gambar 3. Prototype Sistem

Masing-masing sensor akan mengirim data hasil pengukuran dalam bentuk tegangan ke PC, melalui microcontroller. Pengukuran dilakukan saat penyalaan dimulai sampai nyala api merambat ke tempat-tempat tertentu, dan diamati dalam periode waktu tertentu. Pengambilan data dilakukan di satu lokasi, dengan berbagai jenis bahan pembakar dan volume yang berbeda. Tegangan yang dihasilkan dari sensor dikonversikan menjadi nilai temperatur. Ketika api mulai menyala, dilakukan perekaman terhadap objek yang dibakar untuk mengetahui panjang api pada periode waktu tertentu. Dari hasil pengambilan data, dibuat grafik pengukuran periode waktu pengambilan data terhadap nilai temperatur, panjang api, dan kecepatan (laju) serta ROS-nya. Berdasarkan semua data yang didapat, dilakukan pemodelan matematika yang akan menghasilkan sebuah persamaan untuk masing-masing bahan pembakar.

- Pengambilan Data

Pada proyek akhir ini dilakukan pengambilan data ROS pada kasus kebakaran hutan, dengan beberapa jenis bahan pembakar, yaitu kayu serutan, kertas dan daun jati. Bahan pembakar tersebut diletakkan pada sebuah lokasi disamping sensor 1,2,3 dan 4. Pengambilan data dilakukan menggunakan 16 buah sensor LM 35 yang diletakkan pada grid bidang tersebut.



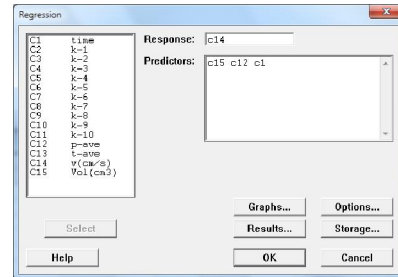
Gambar 4. Flowchart Sistem

Pengambilan data dimulai dengan meletakkan bahan pembakar pada bidang prototype. Kemudian dilakukan pembakaran pada ujung bahan. Sesaat sebelum pembakaran dilakukan perekaman dengan menggunakan kamera dan pengambilan data suhu dari tiap sensor menggunakan program visual basic. Dari hasil pengambilan data akan diperoleh data berupa suhu, panjang api, dan waktu yang diperlukan. Setelah selesai akan dilakukan lagi pengambilan data sebanyak sepuluh kali. Baru dari sini akan diperoleh data rata-rata untuk masing-masing pengambilan data. Kemudian akan didapatkan persamaan ROS untuk volume 1. Setelah itu dilakukan hal yang sama untuk volume yang berbeda dan seterusnya sampai diperoleh 3 volume yang berbeda. Dari situ akan diperoleh persamaan ROS dari ketiga data tersebut dengan menggunakan minitab. Kemudian dilakukan hal yang sama untuk bahan yang berbeda hingga diperoleh pemodelan yang terbaik.

- Pembuatan Pemodelan

Sebelum dibuat pemodelan matematika, terlebih dahulu, siapkan data yang akan dimodelkan. Data tersebut bisa dalam format *.txt atau *.xls. Berikut adalah langkah-langkah pembuatan pemodelan dari data sebaran api.

1. Buka program minitab.
2. Klik Stat > Regression > Regression
3. Masukkan variabel kecepatan rata-rata (c14) ke kotak response kemudian variabel volume , panjang rata-rata, dan waktu (c15, c12, dan c1) ke kotak predictors. Lalu klik OK.



Gambar 5. Tampilan minitab

4. Setelah itu akan muncul output seperti di bawah ini.
5. The regression equation is

$$v(\text{cm/s}) = 0,909 - 0,0441 \text{ Vol}(\text{cm}^3) + 0,0115 \text{ p-ave} - 0,00412 \text{ time}$$

Predictor	Coef	T	P
Constant	0,90892	14,66	0,000
Vol(cm3)	-0,044128	-6,87	0,000
p-ave	0,011486	8,77	0,000
time	-0,004122	-3,71	0,000

S = 0,106538 R-Sq = 91,3% R-Sq(adj) = 90,9%

6. Dari data diatas diperoleh persamaan ros yaitu :

$$v(\text{cm/s}) = 0,909 - 0,0441 \text{ Vol}(\text{cm}^3) (7) + 0,0115 \text{ p-ave} - 0,00412 \text{ time}$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari minitab diatas, persamaan tersebut bisa diterima karena telah memenuhi syarat umum regresi linier, yaitu nilai R-Sq dan R-Sq (adj) harus tinggi, minimal diatas 90%. Kemudian semua parameter dalam model harus signifikan dengan ketentuan nilai P value pada masing-masing predictor < 5%.

- Pembuatan Simulasi

Setelah diperoleh persamaan pemodelan dengan menggunakan minitab selanjutnya akan dibuat visualisasi dan simulasi ROS dengan menggunakan GUI Matlab.

Sebagai data masukan untuk program ini digunakan peta jawa, kalimantan dan sumatra yang telah diedit, dengan 4 warna yang berbeda yaitu biru, kuning, biru laut, dan hijau. Masing-masing warna mewakili wilayah yang berbeda-beda. Untuk warna biru mewakili "lautan", kuning mewakili "kertas",

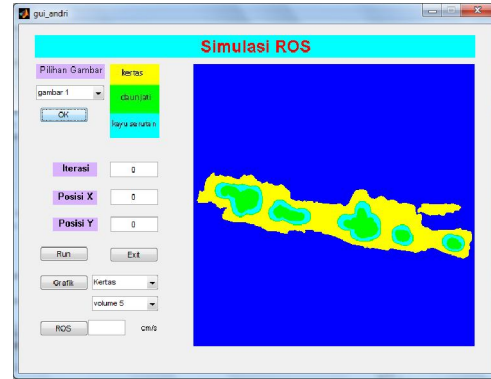
biru laut mewakili “kayu”, dan hijau mewakili “daun jati”.

Pengelompokan ini dilakukan dengan melakukan olah-nilai-ambang (thresholding) pada matriks nilai warna merah (red channel), hijau (green channel), dan biru (blue channel) dari data masukan yang berformat (*.jpg). Misal nilai threshold-nya adalah 200, maka wilayah dengan nilai warna merah dan hijau diatas 200 dikelompokkan sebagai “wilayah kuning”, berikutnya wilayah dengan nilai warna biru dan hijau diatas 200 dikelompokkan sebagai “wilayah biru laut”, sedangkan wilayah dengan nilai warna hijau diatas 200 adalah “wilayah hijau” dan selain wilayah diatas adalah “wilayah biru”. Masing-masing wilayah memiliki ROS yang berbeda-beda, sehingga kecepatan api antara wilayah satu dengan lainnya berbeda.

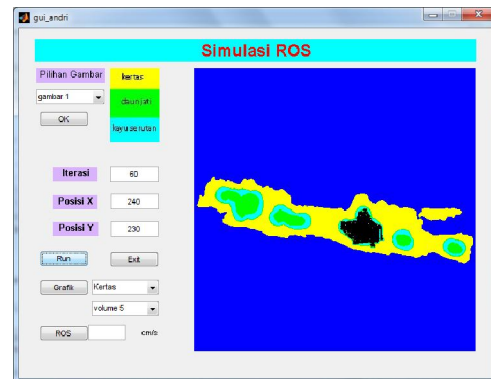
Proses perambatan kebakaran saya modelkan masih dengan cara yang sederhana sebagai proses perubahan yang mencakup 6 kategori atau 6 keadaan (state):

1. wilayah lautan (state 1, warna biru)
2. wilayah vegetasi kertas (state 2, warna kuning)
3. wilayah vegetasi kayu (state 3, biru laut)
4. wilayah vegetasi daun jati (state 4, warna hijau)
5. wilayah vegetasi yang sedang terbakar (state 5, warna merah)
6. wilayah vegetasi yang sudah habis terbakar (state 6, warna hitam)

Pada saat awal, wilayah yang ditunjukkan oleh data masukan di kelompokkan ke dalam 4 kelompok/jenis wilayah: wilayah lautan, wilayah vegetasi kertas, wilayah vegetasi kayu, dan wilayah vegetasi daun jati. Selama proses kebakaran terjadi perubahan state: dari state satu ke state lainnya, misal titik awal api berada di wilayah daun jati, akibat panas api akan wilayah tersebut berubah menjadi kering, lalu terbakar, jika iterasinya masih ada maka akan berpindah state ke wilayah kayu, dan seterusnya sampai iterasinya habis. Dengan kata lain, wilayah ini akan mengalami perubahan dari state 4, ke state 5, lalu 6, dan akhirnya ke state 3, state 5, lalu 6 dan seterusnya sampai iterasinya habis.



Gambar 6. Tampilan setelah memilih salah satu gambar



Gambar 7. Tampilan setelah menekan tombol Run

4. Hasil dan Pembahasan

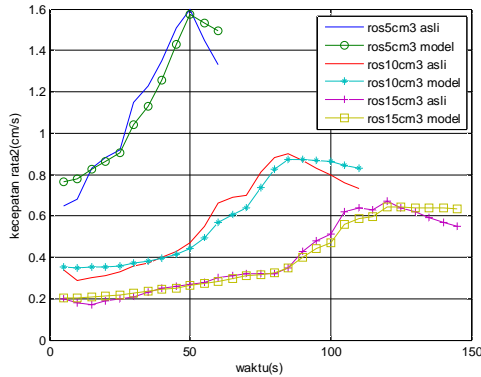
Dari hasil pengambilan data diperoleh data sebagai berikut:

4.1. ROS vs waktu pada bahan kertas

Tabel 3. Sebagian data sebaran api kertas 5cm³

t(s)	p(cm)	v(cm/s)	s1 (C)	s2 (C)	s3 (C)	s4 (C)
5	3,33	0,67	27,00	27,00	27,00	27,00
10	6,94	0,69	27,00	27,00	27,00	27,00
15	12,44	0,83	27,00	27,00	27,00	27,00
20	17,78	0,89	27,69	27,00	27,00	27,00
25	23,33	0,93	28,39	28,39	28,39	27,00
30	33,56	1,12	29,08	29,77	29,07	28,39
35	43,22	1,23	29,77	30,46	29,77	29,07
40	54,11	1,35	30,46	31,15	30,46	29,77

Dari tabel 3. akan dilakukan pemodelan dengan minitab seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya sehingga menghasilkan persamaan yang ditampilkan dengan matlab seperti gambar 8:



Gambar 8. Grafik ROS vs waktu pada kertas 5cm³, 10cm³ dan 15cm³

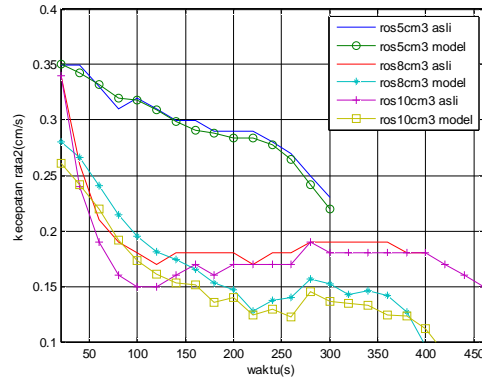
Berdasarkan gambar 8 dapat dinyatakan bahwa ROS berbanding lurus dengan kecepatan. Hal ini dikarenakan ROS sendiri merupakan fungsi dari kecepatan. Semakin kecil volume suatu bahan, maka ROS-nya semakin besar. ROS disini juga mempunyai titik puncak (maksimum) seperti halnya kecepatan. Namun disini lebih jelas bahwa untuk mencapai titik ROS maksimum, ROS-nya akan stabil terlebih dahulu, baru setelah itu mengalami fase kenaikan yang spontan hingga mencapai puncaknya, dan sesudah itu akan mengalami fase penurunan, dimana ROS-nya juga cenderung stabil (berubah tetapi pelan). Seiring menurunnya ROS, fase inilah yang dinamakan fase pemadaman, kondisi dimana reaksi pembakaran sudah mulai habis. Dapat disimpulkan bahwa ROS akan mengalami 3 fase yaitu fase stabil, fase transisi (naik tapi sangat cepat hingga titik puncak), dan fase stabil lagi (turun perlahan hingga mati).

4.2. ROS vs waktu pada bahan kayu serutan

Tabel 4. Sebagian data sebaran api kayu serutan 5cm³

t(s)	p(cm)	v(cm/s)	s1 (C)	s2 (C)	s3 (C)	s4 (C)
20	7,00	0,35	27,69	27,69	27,69	27,69
40	13,90	0,35	27,69	27,69	27,69	27,69
60	19,80	0,33	28,39	27,69	27,69	27,69
80	25,10	0,31	29,77	28,39	27,69	27,69
100	32,20	0,32	29,77	28,39	27,69	27,69
120	37,70	0,31	29,77	29,77	28,39	27,69
140	42,40	0,30	30,46	29,77	29,77	27,69
160	47,30	0,30	31,15	30,46	30,46	28,39

Dari tabel 4. akan dilakukan pemodelan dengan minitab seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya sehingga menghasilkan persamaan yang ditampilkan dengan matlab seperti gambar 9:



Gambar 9. Grafik ROS vs waktu pada kayu serutan 5cm³, 8cm³ dan 10cm³

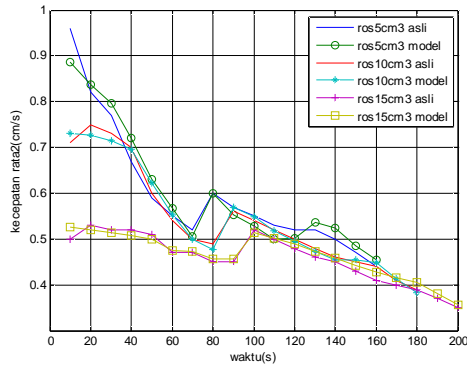
Berdasarkan gambar 9 dapat diamati bahwa ROS berbanding lurus dengan kecepatan. Semakin kecil volume suatu bahan, maka ROS-nya semakin besar. Namun untuk ROS pada kayu serutan disini memiliki karakteristik yang berbeda dengan kertas. Pada kertas ROS-nya cenderung meningkat sampai pada titik tertentu, hal ini karena adanya proses ignition. Sementara pada kayu serutan ignition hanya terjadi diawal saat api mulai menyala, selanjutnya tidak akan ada lagi ignition yang bisa meningkatkan kecepatan, hal ini dikarenakan permukaan kayu serutan yang cenderung renggang, tidak rata, dan memiliki banyak rongga udara. Sehingga api akan terus mengisi rongga-rongga yang kosong dan kecepatannya akan semakin turun karena energinya akan semakin berkurang. Dari grafik diatas diperoleh data bahwa ROS pada kayu serutan cenderung mengalami penurunan seiring berjalannya waktu, dengan titik terendah pada akhir pembakaran.

4.3. ROS vs waktu pada bahan daun jati

Tabel 5. Sebagian data sebaran api daun jati 5cm³

t(s)	p(cm)	v(cm/s)	s1 (C)	s2 (C)	s3 (C)	s4 (C)
10	9,60	0,96	27,00	27,00	27,00	27,00
20	16,30	0,82	27,69	27,00	27,69	27,69
30	23,00	0,77	28,39	27,69	28,39	28,39
40	26,90	0,67	29,08	28,39	29,08	29,77
50	29,50	0,59	29,77	29,08	29,77	30,46
60	33,10	0,55	30,46	29,77	30,46	31,85
70	36,20	0,52	31,15	30,46	31,85	32,54
80	48,30	0,60	31,85	31,15	33,23	35,31

Dari tabel 5. akan dilakukan pemodelan dengan minitab seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya sehingga menghasilkan persamaan yang ditampilkan dengan matlab seperti gambar 10:



Gambar 10. Grafik ROS vs waktu pada daun jati 5cm³, 10cm³ dan 15cm³

Berdasarkan gambar 10 dapat dinyatakan bahwa ROS pada daun jati berbanding terbalik dengan kecepatan. Jika volumenya semakin kecil maka kecepatannya semakin besar, tetapi disini jika volumenya semakin kecil maka ROS-nya semakin kecil. Hal ini berarti ROS berbanding lurus dengan volume. Semakin besar volume daun jati, ROS-nya juga semakin besar. Hal ini dikarenakan ignition pada daun jati akan semakin besar dan cepat jika volumenya semakin besar. Berbeda dengan ignition pada kertas dan kayu serutan yang semakin lambat jika volumenya semakin besar. Hal inilah yang menyebabkan proses penyebarannya daun jati lebih cepat dibanding kedua bahan tersebut.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil data dan analisa dapat disimpulkan bahwa :

- ROS merupakan fungsi dari kecepatan sehingga ROS dan kecepatan rambat api selalu berbanding lurus. ROS dan kecepatan rambat api sama-sama dipengaruhi oleh volume bahan, panjang api, dan waktu pengambilan data.
- Semakin besar volume suatu bahan maka nilai ROS-nya semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin besar volume suatu bahan, kecepatan rambatnya juga semakin tinggi.
- Dari hasil curve fitting ROS model dengan data asli diperoleh rata-rata persentase error sebesar 7,26% (untuk kertas); 15,11% (untuk kayu serutan) dan 2,47% (untuk daun jati).
- Pada kasus kebakaran hutan tropis dengan bahan pembakar kertas, kayu dan daun jati, pemodelan regresi linier merupakan pemodelan terbaik karena menghasilkan nilai yang mendekati nilai ROS sesungguhnya.

Berdasarkan analisa hasil pengukuran dapat dinyatakan bahwa pemodelan sebaran api dengan regresi linier mampu menghasilkan nilai yang mendekati nilai sebaran api sesungguhnya sehingga kami merekomendasikan pemakaian pemodelan regresi linier untuk pembuatan simulasi sebaran api kebakaran hutan tropis untuk memprediksi luas wilayah yang akan terkena dampak kebakaran hutan tersebut.

Referensi

- [1] Mark A.Finney, "FARSITE: Fire Area Simulator – Model Development and Evaluation", Research Paper RMRS-RP-4 Revised, USDA, 1998.
- [2] Patricia L.Andrews, Collin D.Bevins, Robert C.Seli, "BehavePlus Fire Modeling System, version 4.0, User's Guide", General Technical Report RMRS-GTR-106WWW, USDA, 2008.
- [3] Richard C.Rothermel, "A Mathematical Model For Predicting Fire Spread in Wildland Fuels", Research Paper INT-115, USDA, 1972.
- [4] Ljiljana Bodrozic, Jadranka Marasovic, Darko Stipanicev, "Fire Modeling in Forest Fire Management ", CEEPS Spring School, Kielce, Poland, 2000.