

REDUKSI ATRIBUT BERDASAR MATRIK *DISCERNIBILITY* TEORI *ROUGH SET* DALAM SIMULASI BENCANA KEBAKARAN GEDUNG

Hendrik Fery Herdiytmoko

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Sistem Informasi
Universitas Musi Charitas Palembang

Email: hendrik@ukmc.ac.id, hendrik_023@yahoo.co.id

ABSTRAK

Bencana kebakaran dapat terjadi dimana saja dan kapan saja, dapat terjadi di area tempat tinggal, di tambang dan di hutan. Terdapat isu penting pada deteksi kebakaran otomatis, yaitu mengenai data parameter kebakaran. Parameter kebakaran ini dapat berupa suhu, kelembaban, bahan bakar kebakaran, dan titik api. Tetapi, tidak semua parameter kebakaran akan digunakan, karena semakin banyak parameter kebakaran digunakan akan menyebabkan beban komputasi bertambah, sehingga data parameter yang paling penting saja yang akan digunakan. Salah satu cara mengekstraksi komponen yang paling penting adalah menggunakan seleksi parameter kebakaran berbasis reduksi atribut menggunakan teori *rough set*. Tujuan dari penelitian ini adalah mereduksi parameter kebakaran dari *wireless sensor network* yang diposisikan secara spesifik di dalam sebuah gedung dan menghasilkan kompleksitas yang lebih rendah pada analisis data kebakaran. Hasil keluaran reduksi atribut tersebut digunakan sebagai acuan pencarian jalur evakuasi bencana kebakaran di dalam gedung.

Kata kunci: Teori *Rough Set*, reduksi atribut, *wireless sensor network*

1. Pendahuluan

Dari ratusan data sistem, atribut dan data sampel bisa sangat besar, dengan setiap atribut memiliki fungsi yang berbeda-beda, dan banyak atribut berpotensi besar terjadi redundansi. Salah satu cara untuk mengurangi redundansi adalah dengan reduksi atribut. Reduksi atribut dapat mengeliminasi atribut *redundant* dari data sistem dan menjaga klasifikasi tetap atau tidak berubah-ubah.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Naiwei Cheng [7] menggunakan pendekatan teori *rough set* untuk sistem pengambil keputusan dan pendekatan *rough set* untuk data yang ambigu/tidak jelas dalam analisis *fire detection*. Hasil eksperimen penelitian ini sebagai sekerang alarm kebakaran yang berbeda untuk mendeteksi terjadinya kebakaran. Show-Chin Lee [11] melakukan penelitian sebagai *support crime management* sebagai bagian dari kecerdasan buatan

dan sumber alokasi bagi petugas pemadam kebakaran dengan pendekatan *rough set*.

Penelitian ini menggunakan teori *Rough Set* yang dapat mengekstraksi setiap kluster homogen dan hubungan antar kluster yang berbeda. Penelitian ini menggunakan Teori *Rough Set* (RS) dalam reduksi parameter kebakaran pada sebuah gedung. Parameter tersebut diantaranya FFMI, ISI, temperatur dan kelembaban relatif [1]. Tabel reduksi diambil dari simulasi data yang dikumpulkan oleh *wireless sensor network* yang dipasang pada posisi spesifik di dalam sebuah gedung bertingkat. Reduksi dilakukan dengan mengekstraksi parameter-parameter kebakaran terpilih guna mengurangi beban komputasi. Proses ekstraksi yaitu menyeleksi (*reducing*) parameter yang dianggap memiliki kemiripan. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan teori RS berbasis *discernibility matrix* yang bertujuan menghasilkan tabel keputusan baru berisikan parameter terpilih yang nantinya akan digunakan dalam menentukan titik awal jalur evakuasi.

1.1. Metode Penelitian

1.1.1. Analisis Data Riil Dengan Data Simulasi

Penelitian ini menggunakan data simulasi yang merepresentasikan data riil di lapangan. Untuk indikator kebakaran dalam area tempat tinggal biasanya diklasifikasikan menjadi unit nyala api, bara api, dan cepat-lambat bara api [2]. Sedangkan parameter penyebab kebakaran adalah tingkat kerapatan/kepekatan asap, kadar CO, dan temperatur.

1.1.2. Teori *Rough Set*

Teori *Rough set* dipopulerkan oleh Zdzislaw Pawlak pada tahun 1982 [3], teori ini merupakan metodologi yang berfokus pada klasifikasi dan analisis *imprecise/ketidaktepatan, uncertain/ketidaktepatan* atau informasi dan pengetahuan tidak lengkap. Konsep dasar dari teori *Rough set* adalah *approximation of lower* dan *upper space of set*.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Majid Bahrepour, Nirvana Meratnia, Paul Havinga [4] yang melakukan penelitian tentang *human resources development* menggunakan pendekatan *rough set*, memberikan hasil penelitian dengan membuat sistem pengambil keputusan untuk memandu organisasi dalam menentukan strategi terhadap *human resource management* dan *customer relationship management*.

Reduksi pada teori Rough Set dapat dilakukan salah satu diantaranya dengan menggunakan metode *Characteristic Of Consistent Approximation Space* (CAS) yang dipresentasikan untuk memberi sinyal alarm kebakaran dari beberapa sensor kebakaran yang berbeda, menggunakan *decision rule* yang diperoleh dari data sampel dalam CAS dengan fasilitas klasifikasi data [5].

1.1.2.1. **Information System**

Secara umum, sistem informasi dinotasikan sebagai IS, didefinisikan sebagai $IS = (U, A, V, f)$, dimana U merupakan objek *universal* dan A merupakan himpunan terbatas dari atribut $\{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$. Setiap atribut a anggota dari himpunan A , sehingga $a \in A$. $f_a : U \rightarrow V_a$, dimana V_a merupakan himpunan dari nilai atribut, yang dinamakan domain dari atribut a .

1.1.2.2. **Lower dan Upper Approximation**

Misal X adalah himpunan bagian dari elemen dari *universe* U , sehingga $X \subseteq U$. Maka dapat dikatakan himpunan bagian P dalam V_a , sehingga $P \subseteq V_a$. *Low Approximation* dari P , ditulis sebagai \underline{PX} , dapat didefinisikan oleh *union* dari semua elemen himpunan x_i yang terkandung dalam X dengan persamaan sebagai berikut :

$$\underline{PX} = \{x_i \in U \mid [x_i]_{ind(p)} \subseteq X\}$$

Dimana x_i himpunan utama yang tergantung dalam $X, i = 1, 2, \dots, n$.

Upper approximation dari P , didonasikan sebagai \overline{PX} yang dapat didefinisikan sebagai irisan tidak kosong dari semua elemen himpunan x_i yang terkandung dalam X , dengan persamaan sebagai berikut:

$$\overline{PX} = \{x_i \in U \mid [x_i]_{md(p)} \cap X \neq \emptyset\}$$

Boundary dari X dalam U didefinisikan sebagai :

$$PNX = \overline{PX} - \underline{PX}$$

Tabel 1 menampilkan konseptual dari *Lower* dan *Upper Approximation*.

Tabel 1. konsep Upper dan Lower Approximation

	a1	a2	a3
(object1, object3)	3	1	3
(object2, object4, object9)	1	2	3
(object5, object7)	2	2	4
(object6, object8)	1	2	2

Terdapat sembilan objek dari himpunan X .
 $X = \{\text{object1, object2, object3, object4, object5, object6, object7, object8, object9}\}$.

Elemen dasar dari himpunan yang terkandung dalam X adalah $\{\text{object1, object3, object2, object4, object9}\}$. Sehingga *Lower Approximation* adalah:

$$\underline{PX} = \{\text{object1, object3, object2, object4, object9}\}$$

Untuk menghitung *Upper Approximation* dari himpunan bagian X , setidaknya terdapat satu elemen dari subset X , yaitu:

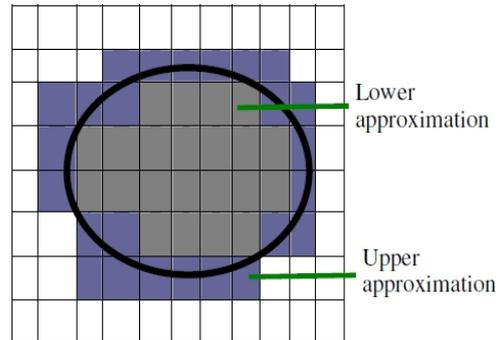
Object1, object3, object2, object4, object9, object5, object7

Sehingga *Upper Approximation* adalah:

$$\overline{PX} = \{\text{object1, object3, object2, object4, object9, object5, object7}\}$$

Dan *Boundary* dari X dalam U adalah:

$$\begin{aligned} PNX &= \{\text{object1, object3, object2, object4, object9, object5, object7}\} - \{\text{object1, object3, object2, object4, object9}\} \\ &= \{\text{object5, object7}\} \end{aligned}$$



Gambar 1. Lower dan Upper approximation

1.1.2.3. **Core dan reduksi atribut**

a. **Reduksi**

Dimensi natural dari pereduksian suatu data diidentifikasi dengan kelas-kelas ekivalensi, misalnya mereduksi objek-objek *indiscernible* (tidak dapat dipisahkan) menggunakan atribut-atribut yang tersedia. Penggunaan atribut-atribut tersebut dapat dilakukan selama elemen kelas ekivalensi tersebut dibutuhkan dalam merepresentasikan seluruh kelas. Dimensi lain dalam pereduksian adalah menyimpan atribut-atribut yang memiliki sifat mempertahankan relasi *indiscernibility* dan karenanya diperlukan pendekatan himpunan. Atribut-atribut yang berada dalam daerah penolakan dianggap berlebih karena penghapusan atribut-atribut tersebut tidak akan

memperburuk klasifikasi. umumnya, akan ada subset atribut-atribut tersebut dan himpunan yang minimal itu disebut *reducts*.

b. Core

Konsep *Core* secara umum digunakan dalam semua reduksi. Reduksi atribut dapat menghapus atribut berlebihan dan memberikan keputusan informasi yang simpel atau lebih sederhana. *Core C* didefinisikan sebagai himpunan dari atribut yang menjadi milik irisan dari semua reduksi *C*.

$$COR(C) = \bigcap_{B \in RED(C)} B$$

Sebagai contoh, misal $C = \{temp, blood-p, EKG, cholesterol\}$ dan reduksi dari C yaitu $\{temp, blood-p, EKG\}$ dan $\{blood-p, EKG, cholesterol\}$. Sehingga $CORE(C) = \{blood-p, EKG\}$

c. Matrik Discernibility dan Function

Discernibility Function f_s untuk sebuah sistem informasi S adalah sebuah fungsi Boolean dari m Boolean variables a_1, \dots, a_m yang didefinisikan sebagai:

$$f_s(a_1, \dots, a_m) = \forall \{ \exists c_{ij} | 1 \leq i \leq n, c_{ij} \neq 0$$

$$\text{Dimana } c_{ij} = \{ a_i^* | a \in c_{ij} \}$$

Misalkan fungsi *discernibility* untuk suatu tabel adalah $T(H \vee M)(H \vee M \vee T)(M \vee T)$. Setelah disederhanakan dengan fungsi *discernibility* menggunakan aturan absorpsi diperoleh hasil $TH \vee TM$.

Metode reduksi pada penelitian ini menggunakan metode Matrik *Discernibility* [3,12]. Secara sederhana, langkah-langkah reduksi dengan Matrik *discernibility* adalah:

1. Inisiasi tabel reduksi yaitu memberikan nilai terhadap tabel reduksi berupa nilai random dengan nilai rentangan random disesuaikan dengan banyak atribut yang terbentuk. Nilai tersebut mempresentasikan nilai untuk setiap *node* sesuai dengan parameter masing-masing.
2. Melakukan proses *Indiscernibility* yang bertujuan membandingkan nilai setiap parameter suatu *node* dengan nilai pada setiap *node* lainnya guna memperoleh hasil yang *Discernibility* (dapat dibedakan). Proses ini mencapai pertidaksamaan antara dua objek yang dibandingkan.
3. Melakukan proses reduksi dengan aljabar Boolean. Proses ini melibatkan dua hukum aljabar Boolean, seperti absorpsi (penyerapan) dan distributif. Keluaran berupa parameter akhir yang akan dilibatkan dalam proses penentuan *wireless sensor network* dengan indikasi kebakaran tertinggi.

1.1.3. Wireless Sensor Network

Wireless sensor network dapat mendeteksi dan meramalkan kebakaran lebih cepat dari pendekatan deteksi berbasis satelit. Data dikumpulkan dan diproses untuk mendeteksi kebakaran secara *real*

time [6,7]. Dengan menghubungkan data kebakaran yang dikumpulkan oleh *wireless sensor network* dan data yang *uncertainly* dapat dicari solusi menggunakan metode *rough set* dimana sumber data dibatasi oleh lingkungan [7].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Shaohua Chen *et al.* [8] yang melakukan survei dari beberapa studi mengenai *wireless sensor network* (WSN) yang berasal dari tiga perspektif, teknik deteksi kebakaran untuk area tempat tinggal, teknik deteksi kebakaran untuk hutan dan kontribusi *sensor network* untuk deteksi dini kebakaran.

Teknologi deteksi kebakaran tradisional biasanya menggunakan *single unit fire detector* termasuk metode ambang batas dan metode analog kebakaran. *Single unit fire detector* memprediksi kebakaran dengan hanya mendeteksi satu parameter spot kebakaran. Kelemahan metode ini yaitu tidak ada satu jenis unit detektor tunggal kebakaran dapat mendeteksi jenis kebakaran secara efektif. Kesalahan deteksi dan *delay* peringatan kebakaran sering terjadi. Metode baru deteksi kebakaran adalah dengan metode multi-sensor data *fusion* dengan menggunakan pendekatan sinkronisasi dan integrasi *multi-sensor data fusion*.

Untuk parameter kebakaran, menurut Shaohua Chen *et al.* [8] yang melakukan survei terhadap parameter kebakaran dari berbagai sistem monitoring, diantaranya *Fire Weater Index* (FWI), *National Fire Danger Rating System* (NFDRS). Parameter kebaran menurut FWI terdapat 4 indikator yaitu temperatur, kelembaban relatif, angin dan hujan. Sedangkan menurut NFDRS indikasi kebakaran diklasifikasikan berdasar tingkat indeks, yaitu *Occurence Index*, *Burning Index*, *Fire Load Index*.

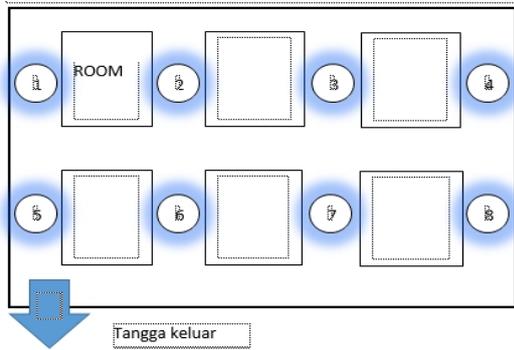
Pada penelitian ini parameter kebakaran merujuk pada data FWI (*Canadian Fire Index*) [9]. Data disesuaikan dengan kondisi penelitian yaitu parameter kebakaran di dalam gedung, dengan parameter sebagai berikut:

1. Parameter utama yaitu *temperature* (temp), *relative humidity* (RH).
2. Untuk parameter yang berpotensi menimbulkan kebakaran di dalam gedung meliputi FFMC (*Fine Fuel Moisture Code*) yaitu berisi parameter kadar air, ISI (*initial spread index*) berisi parameter kecepatan rambat api.

1.1.4. Model Bangunan

Model bangunan diasumsikan pada suatu lingkungan tertentu pada suatu lantai bertingkat,

terdapat ruangan dan orang. Diasumsikan ruangan ada pada lantai 2 dengan satu anak tangga. Model bangunan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Model bangunan

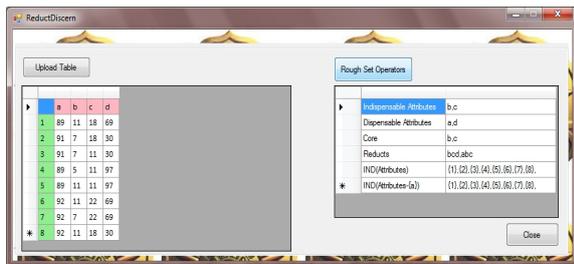
Keterangan gambar:

- : node (8 node)
- : ruangan

Penelitian ini akan mereduksi atribut kebakaran gedung sehingga diperoleh atribut yang paling signifikan menggunakan teori rough set. Parameter atau data atribut kebakaran dikumpulkan oleh *wireless sensor network* yang ditempatkan secara spesifik di dalam sebuah gedung (gambar 2).

2. Pembahasan

Dalam analisis, data IS diproses menggunakan aplikasi *ReductDiscern* berbasis C Sharp [10]. Gambar 3 adalah aplikasi *ReductDiscern* dengan tabel IS dan hasil reduksi.



Gambar 3. ReductDiscern dengan hasil reduksi.

Data indikator kebakaran diambil dari 8 *node* WSN yang terpasang pada tempat atau area yang spesifik (gambar 2). Empat parameter kebakaran yaitu FFMC, ISI, temp, RH akan membentuk tabel reduksi dengan atribut berupa parameter-parameter kebakaran.

Untuk mencari hasil reduksi dengan metode *Discernibility matrix of Rough Set theory*, digunakan contoh data riil dari *wireless sensor network*. Standar tes data diambil dari data FWI [11]. Tabel 2 merupakan contoh dari *Information System*.

Tabel 2. sistem informasi sensor kebakaran

Node	FFMC	ISI	temp	RH
1	89	11	18	69
2	91	7	18	30
3	91	7	11	30
4	89	7	11	97
5	89	11	11	97
6	92	11	22	69
7	92	7	22	69
8	92	11	18	30

Fungsi *information system* dari tabel 2 adalah:

- $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$
- $A = \{FFMC, ISI, temp, RH\}$
- $FFMC = \{89, 91, 92\}$
- $ISI = \{7, 11\}$
- $temp = \{11, 18, 22\}$
- $RH = \{30, 69, 97\}$

Menggunakan tabel 2 sebagai tabel informasi, tabel 3 merupakan hasil *discernibility matrix*.

Tabel 3. Hasil *Discernibility Matrix* dari tabel IS

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1	-							
P2	FFMC, ISI, RH							
P3	FFMC, ISI, temp, RH	Temp						
P4	ISI, RH	ISI, Temp, RH	FFMC, RH					
P5	Temp, RH	FFMC, Temp, RH	FFMC, ISI, RH	ISI				
P6	FFMC, Temp	FFMC, Temp	FFMC, Temp	FFMC, ISI, Temp, RH	FFMC, ISI, Temp, RH	FFMC, Temp, RH		
P7	FFMC, ISI, Temp	FFMC, Temp, RH	FFMC, Temp, RH	FFMC, Temp, RH	FFMC, Temp, RH	FFMC, Temp, RH	ISI	
P8	FFMC, RH	FFMC, ISI	FFMC, ISI, Temp	FFMC, Temp, RH	FFMC, Temp, RH	Temp, RH	ISI, Temp, RH	

Pada tabel 3, untuk *F, I, T, R* masing-masing mendonasikan FFMI, ISI, temp, RH. Fungsi *discernibility* dari tabel 3 adalah $f_s(F, I, T, R) = (F \vee I \vee R) (F \vee I \vee T \vee R) (I \vee R) (T \vee R) (F \vee T) (F \vee I \vee T) (F \vee R) T(I \vee T \vee R) (T \vee R) (F \vee T) (F \vee T \vee R) (F \vee I) (F \vee R) (F \vee I \vee T \vee R) (F \vee T \vee R) (F \vee I \vee T) I (F \vee I \vee T \vee R) (F \vee T \vee R) (F \vee T \vee R) (F \vee I \vee T \vee R) (F \vee T \vee R) I (T \vee R) (I \vee T \vee R)$

Dimana \vee mendonasikan disjungsi dan konjungsi yang digunakan sebagai formula.

Setiap baris dari fungsi *discernibility* berhubungan dengan satu kolom dalam tabel *discernibility matrix*. Matrik tersebut simetris dengan

diagonal kosong. Data beraturan dalam kurung merupakan sebuah konjungsi dari fungsi Boolean. Setelah penyederhanaan, fungsi *discernibility* yang menggunakan aturan algoritma Boolean memberikan hasil:

(FFMI, Temp, RH), (FFMI, ISI, Temp)

Jika dipilih salah satu hasil reduksi, yaitu (FFMI, Temp, RH), maka *node* dengan informasi indikasi potensi kebakaran tertinggi adalah node 5. Tabel 4 merepresentasikan hasil bahwa reduksi dengan metode *discernibility matrix* memberi hasil sama dengan atribut tanpa reduksi.

Tabel 4. Hasil reduksi dengan discernibility matrix

Node	FFMC	ISI	temp	RH	tanpa red	red
1	89	11	18	69	187	98
2	91	7	18	30	145	55
3	91	7	11	30	138	48
4	89	7	11	97	204	115
5	89	11	11	97	209	119
6	92	11	22	69	195	102
7	92	7	22	69	190	98
8	92	11	18	30	150	59

3. Kesimpulan

Teori *Rough Set* dapat memisahkan faktor penting dari atribut kebakaran dengan aturan Boolean yang merupakan bagian dari proses reduksi dengan *discernibility matrix* yang ada di dalamnya. Reduksi yang dihasilkan memberikan atribut reduksi sebagai informasi untuk deteksi dini kebakaran di dalam sebuah gedung bertingkat yang disebarkan melalui *wireless sensor network*.

Daftar Pustaka

- [1] Liyang Yu, Neng Wang, Xiaoqiao Meng, 1995, Real-time Forest Fire Detection with Wireless Sensor Networks. *Proceedings of 13th International Conference on Computer and Information Technology*, Shanghai, China, vol 2, 1214-1217.
- [2] Sanchita Mal-Sarkar, Ifthikhar U. Sikder, Vijay K. Konangi, 2010, Application of Wireless Sensor Networks in Forest Fire Detection under Uncertainty, *13th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)*, Cleveland, USA, pages 193 – 197.
- [3] Zdzislaw Pawlak, 1982, Rough Set, *International Journal of Information and Computer Sciences*.
- [4] Majid Bahrepour, Nirvana Meratnia, Paul Havinga, 2008, "Automatic Fire Detection: A Survey From Wireless Sensor Network Perspective", *Pervasive System Group, University of Twente*.
- [5] Shinya Imai, Che-Wei lin, Junzo Watada, Gwo-Hshiung Tzeng, 2008, "Rough Set Approach to Human Resources Development of Information Technology Corporation", *Waseda, Japan*, vol 9, 2.
- [6] Liyang Yu, Neng Wang, Xiaoqiao Meng, 2005, "Real-time Forest Fire Detection with Wireless Sensor Networks", *Proceedings of Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, Vol 2, 1214 - 1217.
- [7] Naiwei Cheng, 2010, "A Decision-Making for Fire Detection Data Fusion Based on Rough Set Approach", *International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application (ISDEA)*, Vol 1, 8 -10.
- [8] Shaohua Chen, Hong Bao, Xianyan Zeng, Yimin Yang, 2003, "Fire Detection Based on Multi-sensor Data Fusion", *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Vol 4, 3775 - 3780.
- [9] Canadian Forest Fire Index (FWI). <http://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/background/summary/fwi>.
- [10] MSDN C# Tutorial. Microsoft Developer Program. [http://msdn.microsoft.com/enus/library/aa288436\(v=vs.71\).aspx](http://msdn.microsoft.com/enus/library/aa288436(v=vs.71).aspx)
- [11] S.-C. Lee, "Applying AI technology and rough set theory for mining association rules to support crime management," *Journal of Information, Technology and Society*, vol. 2, no. Applying AI technology and rough set theory, p. 65, 2002.

