

Implementasi Metode *Fuzzy Subtractive Clustering* Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan

Vianti Mala Anggraeni Kusuma¹, M. Tanzil Furqon², Lailil Muflikhah³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹viantimala4@gmail.com, ²m.tanzil.furqon@ub.ac.id, ³lailil.muflikhah@ub.ac.id

Abstrak

Hutan merupakan habitat bagi segala macam hewan dan tumbuhan, hutan memiliki fungsi sangat besar untuk menjaga keseimbangan alam, sebagai pemasok kebutuhan oksigen bagi makhluk hidup di bumi, dan sumber alam yang menyediakan berbagai bahan bagi kebutuhan manusia. Namun pada saat ini keberadaan hutan semakin berkurang disebabkan penebangan liar yang dilakukan manusia maupun akibat kebakaran hutan yang semakin sering terjadi. Kebakaran hutan/lahan ini memberikan dampak yang sangat buruk diantaranya, punahnya beberapa jenis tanaman dan hewan, asap yang mengganggu kesehatan bahkan penerbangan dan lain sebagainya. Maka untuk dapat membantu menangani masalah tersebut dibuatlah sebuah sistem yang mampu mengelola data titik api (*hotspot*) dengan metode *Fuzzy subtractive clustering*. Parameter data yang digunakan dalam pengembangan sistem yaitu *brightness temperature* (suhu kecerahan) dan FRP (*Fire Radiative Power*). Keluaran yang dihasilkan oleh sistem adalah hasil pengklasteran yang menggambarkan potensi kebakaran hutan, yang dikelompokkan dalam potensi tinggi dan potensi sedang. Hasil pengujian menunjukkan nilai *Silhouette Coefficient* terbaik sebesar 0.45 dan hasil *cluster* yang terbentuk sebanyak dua *cluster*, pengujian dengan menggunakan nilai *accept ratio* 0.5, *reject ratio* 0.15, jari – jari 0.2 dan *squash factor* 1.30. Hasil analisis dalam penentuan potensi kebakaran hutan/lahan diperoleh hasil potensi tinggi dengan nilai rata-rata *brightness* 335.727°K, FRP 57.248 dan rata-rata *confidence* 83.47% dan potensi sedang dengan nilai rata-rata *brightness* 318.934°K, FRP 23.330 dan rata-rata *confidence* 58.08%.

Kata kunci: *Clustering, Hotspot, Fuzzy subtractive clustering, Silhouette Coefficient*

Abstract

Forest is the habitat for all kinds of animals and plants, forests have a very big function to maintain the balance of nature, as the supplier of the oxygen requirement for living on earth, and the natural resources that provide a variety of materials for human needs. But at this moment the existence of forest diminishing due to illegal logging by humans or by forest fires are becoming more frequent. Forest fires this gives very bad impact, extinction of some species of plants and animals, the smoke is detrimental to health even low and so forth. So to be able to help deal with the issue made a system that can manage data hotspots (hotspots) with Fuzzy subtractive clustering. Parameter data used in the development of the system: brightness temperature and FRP (Fire Radiative Power). The result of clustering which illustrates the potential of forest fires, which are grouped in the high potential and low potential. The test results showed the best coefficient silhouette value of 0.45 and the results of the cluster is formed by two clusters using radius values 0.2, accept ratio 0.5, reject ratio 0.15. The results of the analysis in the determination of the potential for forest fires result is a high potential with an average brightness value of 335.727°K, FRP 57.248 and average confidence 83.47%. While medium potential with an average brightness value of 318.934°K, FRP 23.330 and average confidence 58.08%.

Keywords: *Clustering, Hotspot, Fuzzy subtractive clustering, Silhouette Coefficient*

1. PENDAHULUAN

Hutan merupakan sumber daya alam yang sangat berharga karena mengandung keanekaragaman hayati yang tidak terbatas. Namun gangguan terhadap hutan intensitasnya semakin meningkat dari waktu ke waktu baik yang disebabkan oleh faktor alam maupun faktor manusia. Kebakaran hutan merupakan salah satu

bentuk gangguan terhadap hutan yang paling sering terjadi terutama pada musim kemarau. Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.12/Menhut-II/2009 tentang Pengendalian Kebakaran Hutan, pengertian kebakaran hutan adalah suatu keadaan dimana hutan dilanda api sehingga mengakibatkan kerusakan hutan dan atau hasil hutan yang

menimbulkan kerugian ekonomis dan nilai lingkungan. Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat laju deforestasi tahunan tercepat di dunia (Stolee et al, 2003).

Salah satu indikator terjadinya kebakaran hutan yaitu titik panas (*hotspot*) (Dwi P. S, 2013). *Hotspot* merupakan suatu objek permukaan bumi yang memiliki suhu relatif lebih tinggi dibandingkan dengan sekitarnya yang dapat dideteksi oleh satelit, kemudian direpresentasikan dalam suatu titik dengan koordinat tertentu (LAPAN, 2014). *Hotspot* atau titik panas juga dapat didefinisikan sebagai titik-titik pada citra yang berhubungan dengan *active fire* (kobaran api).

Data persebaran titik panas (*hotspot*) diperoleh dengan bantuan citra penginderaan jauh resolusi menengah, salah satunya satelit Terra/Aqua dengan sensor MODIS. Analisis titik panas (*hotspot*) dapat dilakukan dengan menghitung intensitas (jumlah *hotspot* per satuan waktu) dan densitas (jumlah *hotspot* per satuan luas), dimana daerah yang memiliki intensitas dan densitas tinggi maka akan memiliki tingkat bahaya kebakaran yang relatif tinggi (Suwarsono, dkk., 2014).

Asia Tenggara merupakan kawasan yang termasuk dalam daftar wilayah-wilayah yang terdeteksi terhadap kemunculan titik panas (*hotspot*). Salah satu negara di Asia Tenggara yang memiliki jumlah titik panas (*hotspot*) terbanyak adalah Indonesia (Tempo, 2015). Indonesia merupakan negara dengan jumlah hutan yang banyak dengan kasus kebakaran yang relatif tinggi. Salah satu wilayah Indonesia yang rawan terhadap terjadinya kebakaran adalah wilayah Kalimantan dikarenakan titik panas pada wilayah Kalimantan meningkat tajam pada tahun 2015. Tercatat terdapat 259 titik panas pada wilayah Kalimantan dari pantauan satelit Terra/Aqua (berkepercayaan lebih dari 80%).

Dampak kebakaran hutan dan lahan diantaranya terjadinya kabut asap yang mengganggu kesehatan dan sistem transportasi darat, laut dan udara. Dampak kebakaran hutan terhadap produksi pertanian diduga tidak terlalu besar karena pembakaran dilakukan untuk penyiapan lahan, kecuali jika kebakaran mencapai lahan pertanian yang memproduksi. Kebakaran hutan menghasilkan emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer.

Kerugian yang diakibatkan oleh kebakaran hutan dan lahan ini mencakup tiga aspek, yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan. Indonesia

diperkirakan mengalami kerugian mencapai sekitar Rp 209 Triliun. Selain itu terjangkitnya berbagai penyakit mulai dari gangguan pernafasan, mata dan kulit. Kerugian terhadap ragam hayati juga dirasakan mencapai US\$295 (sekitar Rp 3,8 Triliun) dan emisi gas rumah kaca dimana mencapai 15.95 juta ton karbondioksida per hari (Kompas, 2016).

Penanganan kebakaran hutan dapat dilakukan dengan melakukan pemetaan tingkat kerawanan kebakaran hutan dimana merupakan suatu proses yang memanfaatkan data titik panas sebagai indikator terjadinya kebakaran hutan berdasarkan jumlah persebaran titik panas (*hotspot*) pada suatu wilayah. Analisis terhadap titik panas (*hotspot*) dari hasil pemetaan dapat membantu pihak-pihak terkait untuk perlindungan lingkungan. Proses pemetaan tingkat kerawanan kebakaran hutan dengan pengolahan data titik panas (*hotspot*) dapat dilakukan dengan mengimplementasikan metode *clustering*, salah satunya yaitu dengan metode *Fuzzy subtractive clustering*, dengan menggunakan data yang didapatkan dari proses ekstraksi data dari citra satelit yang ditampilkan dalam beberapa parameter.

Fuzzy subtractive clustering merupakan algoritma *clustering* tidak terawasi yang dapat membentuk jumlah dan pusat *cluster* yang sesuai dengan kondisi data. *Fuzzy subtractive clustering* didasarkan atas ukuran densitas (potensi) titik-titik data dalam suatu ruang (variabel). Konsep dasar dari *fuzzy subtractive clustering* adalah menentukan daerah-daerah dalam suatu variabel yang memiliki densitas tinggi terhadap titik-titik disekitarnya. Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis mengangkat topik “**Implementasi Metode Fuzzy subtractive clustering untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan**”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebakaran Hutan

Kebakaran hutan adalah suatu proses pembakaran yang menyebar secara bebas dan mengonsumsi bahan bakar hutan seperti serasah, rumput, humus, ranting, kayu mati, gulma, semak, dedaunan serta pohon-pohon besar untuk tingkat terbatas.

Suatu kebakaran hutan dapat digambarkan sebagai segitiga api. Ada tiga unsur yang mempengaruhi terjadinya api yaitu bahan bakar, oksigen, dan sumber panas, yang apabila salah

satu atau lebih dari sisi-sisinya tidak ada maka kebakaran tidak akan terjadi atau kondisi sisi-sisinya tersebut dalam keadaan lemah, maka kecepatan pembakaran akan semakin menurun, demikian juga dengan intensitas api atau kecepatan terlepasnya energy (panas) (Brown A.A, 1973).

2.2 Titik Panas (Hotspot)

Data titik panas (*hotspot*) memiliki atribut untuk mendeteksi adanya kebakaran hutan. Atribut pada MODIS yang digunakan di dalam penelitian yaitu (NASA, 2015):

1. *Latitude*, garis lintang mengarah dari khatulistiwa (00) ke kutub selatan, atau khatulistiwa ke kutub utara. Nilai valid: -90 ke +90, dimana -90 sampai 0 menunjukkan belahan bumi selatan, dan 0 sampai 90 menunjukkan belahan bumi utara.
2. *Longitude*, garis bujur dimana merupakan garis *horizontal* dari garis khatulistiwa. Nilai valid: -180 ke 180, dimana -180 sampai 0 menunjukkan belahan bumi barat, dan 0 sampai 180 menunjukkan belahan bumi timur.
3. *Confidence*, selang kepercayaan (*confidence level*) merupakan tingkat kepercayaan kualitas *hotspot* dengan skala 0% sampai 100%. *Confidence level* menunjukkan tingkat kepercayaan bahwa *hotspot* yang dipantau dari satelit penginderaan jarak jauh merupakan benar-benar kejadian kebakaran yang sebenarnya di lapangan. Semakin tinggi selang kepercayaan, maka semakin tinggi pula potensi bahwa *hotspot* benar-benar merupakan kebakaran lahan atau hutan yang terjadi.
4. *Brightness Temperature*, ukuran deskriptif dari pancaran radiasi dalam bentuk suhu yang dipancarkan ke atas pada bagian atmosfer bumi. *Brightness temperatur* merupakan fitur dasar pada citra penginderaan jarak jauh yang di deteksi dari lokasi tertentu dan diukur dalam satuan ukur kelvin. *Brightness temperature* diukur dengan menggunakan saluran yang terdapat pada MODIS yaitu pada *band 21/22* dan *band 31*. Saluran ini berfungsi untuk mendeteksi kebakaran berdasarkan suhu kecerahan yang kemudian digunakan dalam perhitungan algoritma pada citra MODIS. *Brightness temperature* pada *band 21/22* berfungsi untuk melakukan deteksi piksel api terhadap kebakaran aktif.

5. FRP (*Fire Radiative Power*), menggambarkan kekuatan radiasi piksel api yang kemudian diintegrasikan dalam MW (*MegaWats*). FRP memberikan informasi pada output radiasi panas dari api yang terdeteksi. Jumlah radiasi energi panas dibebaskan per satuan waktu (FRP) dimana diduga berkaitan dengan tingkat bahan bakar yang dikonsumsi.

2.3 Clustering

Dalam buku karangan Dr. Daniel T. Larose (2005) yang berjudul *An Introducing to Data Mining* dijelaskan bahwa *clustering* sebagai upaya mengelompokkan *record*, observasi, atau mengelompokkan ke dalam kelas yang memiliki kesamaan objek.

Pengklasteran berbeda dengan klasifikasi yang tidak adanya variabel target dalam pengklasteran. Pengklasteran tidak mencoba untuk melakukan klasifikasi, mengestimasi, atau memprediksi nilai dari variabel target. Akan tetapi, algoritma pengklasteran mencoba untuk melakukan pembagian terhadap keseluruhan data menjadi kelompok-kelompok yang memiliki kemiripan (homogen), yang mana kemiripan *record* dalam suatu kelompok akan bernilai maksimal, sedangkan kemiripan dengan *record* dalam kelompok lain akan bernilai minimal. Prinsip dasar untuk mendapatkan homogen atau heterogen dapat menggunakan konsep jarak. Jarak yang dimaksud bisa berarti ukuran jarak kedekatan atau kemiripan (*similarity measure*), bisa juga jarak yang berjauhan atau ketidakmiripan (*disimilarity measures*).

2.4 Fuzzy subtractive clustering

Fuzzy subtractive clustering merupakan algoritma *clustering* tidak terawasi yang dapat membentuk jumlah dan pusat *cluster* yang sesuai dengan kondisi data. *Subtractive clustering* didasarkan atas ukuran densitas (potensi) titik-titik data dalam suatu ruang (variabel). Konsep dasar dari *subtractive clustering* adalah menentukan daerah-daerah dalam suatu variabel yang memiliki densitas tinggi terhadap titik-titik disekitarnya. Titik dengan jumlah tetangga terbanyak akan dipilih sebagai pusat *cluster*. Titik yang dimaksud di sini merupakan analogi untuk *record* dari data sekitarnya. Titik yang sudah terpilih sebagai pusat *cluster* ini kemudian akan dikurangi densitasnya. Kemudian algoritma akan memilih titik lain yang memiliki tetangga terbanyak untuk dijadikan pusat *cluster*

yang lain. Hal ini dilakukan berulang-ulang sehingga semua titik diuji.

Apabila terdapat n buah data: X1, X2,..., Xn dan dengan menganggap bahwa data-data tersebut sudah dalam keadaan normal, maka densitas titik Xk dapat dihitung sebagai (Gelley,2000):

$$Dk = \sum_{k=0}^n \exp\left(-\frac{||Xk-Xj||}{\left(\frac{r}{2}\right)^2}\right) \quad (1)$$

Dengan ||Xk-Xkj|| adalah jarak antara Xk dengan Xj dan r adalah konstanta positif yang kemudian akan dikenal dengan nama jari-jari. Jari- jari berupa vektor yang akan menentukan seberapa besar pengaruh pusat cluster pada tiap-tiap variabel. Dengan demikian, suatu titik data akan memiliki densitas yang besar jika dia memiliki banyak tetangga dekat.

Setelah menghitung densitas tiap-tiap titik, maka titik dengan densitas tertinggi akan dipilih sebagai pusat cluster. Misalkan Xc1 adalah titik yang terpilih sebagai pusat cluster, sedangkan Dc1 adalah ukuran densitasnya. Selanjutnya densitas dari titik-titik disekitarnya akan dikurangi menjadi (Galley, 2000):

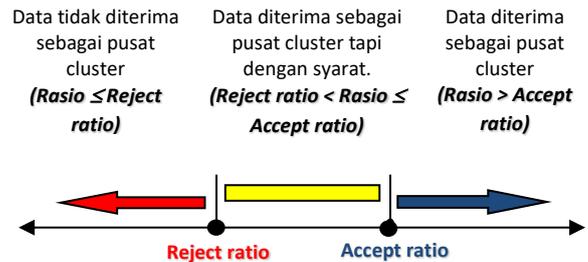
$$Dk = Dk - Dc1 * \exp\left(-\frac{||Xk-Xc1||}{\left(\frac{rb}{2}\right)^2}\right) \quad (2)$$

Dengan rb adalah konstanta positif. Hal ini berarti bahwa titik-titik yang berada dekat dengan pusat cluster uc1 akan mengalami pengurangan densitas besar-besaran. Hal ini akan berakibat titik tersebut akan sangat sulit untuk menjadi pusat cluster berikutnya. Nilai rb menunjukkan suatu lingkungan yang mengakibatkan titik-titik berkurang ukuran densitasnya. Biasanya rb bernilai lebih besar dibandingkan dengan r, rb=q*rb (biasanya squash_factor(q)=1,25).

Setelah densitas tiap-tiap titik diperbaiki, maka selanjutnya akan dicari pusat cluster yang kedua yaitu Xc2. Sesudah Xc2 didapat, ukuran densitas setiap titik data akan diperbaiki kembali, demikian seterusnya.

Pada implementasinya, bisa digunakan 2 pecahan sebagai factor pembanding, yaitu accept ratio dan reject ratio. Accept ratio merupakan batas bawah di mana suatu titik data yang menjadi kandidat (calon) pusat cluster diperbolehkan untuk menjadi pusat cluster. Sedangkan reject ratio merupakan batas atas di mana suatu titik data yang menjadi kandidat (calon) pusat cluster tidak diperbolehkan untuk

menjadi pusat cluster. Pada suatu iterasi, apabila telah ditemukan suatu titik data dengan potensi tertinggi (missal:Xk dengan potensi Dk), kemudian akan dilanjutkan dengan mencari rasio potensi titik data tersebut dengan potensi tertinggi suatu titik data pada awal iterasi (misal: Xh dengan potensi Dh). Hasil bagi antara Dk dengan Dh ini kemudian disebut dengan rasio (rasio=Dk/Dh). Ada tiga kondisi yang terjadi dalam suatu iterasi:



Gambar 1. Kondisi dalam Proses Iterasi

2.7 Silhouette Coefficient

Silhouette Coefficient merupakan sebuah metode yang digunakan untuk melihat kualitas dan kekuatan cluster, seberapa baik suatu objek ditempatkan dalam suatu cluster. Metode Silhouette Coefficient ini merupakan sebuah metode gabungan dari metode cohesion dan metode separation. Metode cohesion adalah sebuah ukuran seberapa dekat relasi antara objek dalam sebuah cluster. Sedangkan metode separation adalah sebuah ukuran seberapa jauh atau terpisah sebuah cluster dengan cluster yang lainnya.

Tahapan perhitungan Silhouette Coefficient antara lain (Rendy, dkk. 2014):

1. Hitung rata-rata jarak dari suatu dokumen misalkan i dengan semua dokumen lain yang berada di dalam satu cluster.

$$a(i) = \frac{1}{[A]-1} \sum_{j \in A, j \neq i} d(i, j) \quad (3)$$

Dimana:

- j : dokumen lain dalam satu cluster A
- d(i,j) : jarak antara dokumen i dengan j
- a(i) : rata-rata jarak
- A : jumlah anggota cluster dokumen i

2. Hitung rata-rata jarak dari dokumen i tersebut dengan semua dokumen di cluster lainnya, kemudian ambillah nilai terkecilnya.

$$d(i, C) = \frac{1}{[A]} \sum_{j \in C} d(i, j) \quad (4)$$

Dimana:

$d(i,C)$: jarak rata-rata dokumen i dengan semua objek pada $cluster$ lain

C : $cluster$ lain selain A , dimana $A \neq C$.

$d(i,j)$: jarak dokumen i ke dokumen anggota $cluster$ selain dokumen i

3. Nilai *Silhouette Coefficient* nya adalah:

Jumlah $s(i)$ diperoleh dengan menggabungkan $a(i)$ dan $b(i)$:

$$s \begin{cases} 1 - a(i)/b(i) & \text{if } a(i) < b(i), \\ 0 & \text{if } a(i) = b(i) \\ b(i)/a(i) - 1 & \text{if } a(i) > b(i) \end{cases}$$

Sehingga dapat dirumuskan:

$$s(i) = \frac{b(i)-a(i)}{\max(a(i),b(i))} \quad (5)$$

Dimana:

$s(i)$: nilai dari *Silhouette Coefficient*

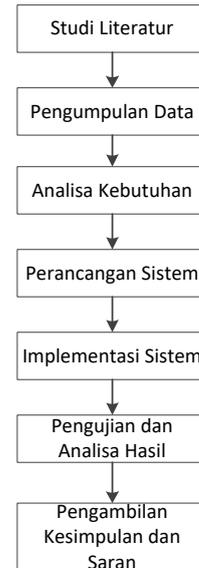
$b(i)$: nilai minimum dari $d(i,C)$

$a(i)$: jarak rata-rata i terhadap seluruh data pada $cluster$ yang sama

Nilai hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Silhouette Coefficient* terletak pada kisaran antara nilai -1 hingga 1. Jika $s(i) = 1$ berarti objek i berada pada $cluster$ yang tepat. Jika nilai $s(i) = 0$ maka objek i berada diantara dua $cluster$ sehingga objek tersebut tidak jelas harus dimasukkan ke dalam $cluster$ A atau $cluster$ B. Jika $s(i) = -1$ maka terjadi kesalahan dalam penentuan entitas pada proses *clustering*, sehingga objek i lebih tepat untuk dimasukkan ke dalam $cluster$ yang lain (Kodinariya & Makwana, 2013).

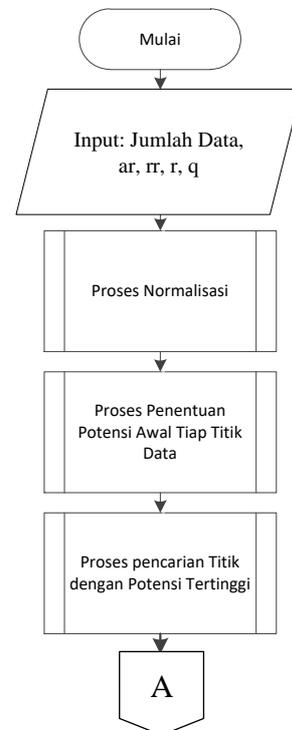
3. METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM

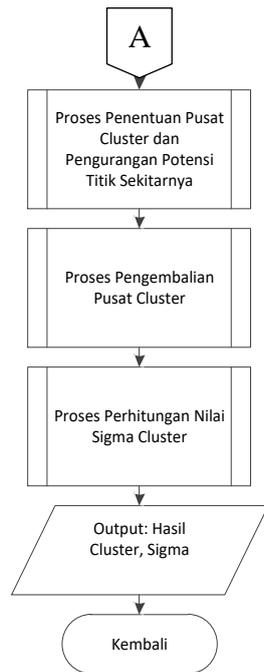
Metodologi penelitian menjelaskan metode atau langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian serta perancangan dalam pembuatan sistem pemetaan tingkat kerawanan kebakaran hutan berdasarkan persebaran titik panas (hotspot) menggunakan metode *Fuzzy subtractive clustering*. Adapun tahapan penelitian dapat digambarkan pada diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Metode Penelitian

Selanjutnya merupakan tahap perancangan dalam penerapan metode *Subtractive Clustering* untuk mengelompokkan data titik panas (hotspot). Terdapat beberapa parameter yang akan digunakan yaitu *brightness temperature* (suhu kecerahan), dan FRP (kekuatan radiasi pixel api). Proses perangkat lunak digambarkan pada diagram alir pada Gambar 3.



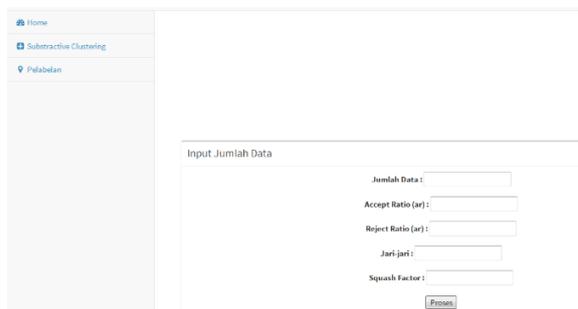


Gambar 3. Diagram Alir Proses Perangkat Lunak

4. IMPLEMENTASI

4.1 Interface Load Data

Interface load data digunakan untuk menginputkan data yang akan diproses oleh sistem untuk proses clustering. Data yang akan digunakan merupakan data titik panas yang tersimpan di dalam database yang kemudian akan digunakan oleh sistem untuk proses clustering. Sebelum menekan tombol submit, user terlebih dahulu menginputkan jumlah data, accept ratio, reject ratio, jari-jari, dan squash factor yang akan digunakan. Interface load data dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Interface Load Data

4.2 Interface Fuzzy Subtractive Clustering

Interface Fuzzy Subtractive Clustering merupakan tampilan antarmuka dari hasil perhitungan yang telah diproses oleh sistem terhadap data titik panas dengan menggunakan metode Fuzzy Subtractive Clustering. Pada tampilan antarmuka Fuzzy Subtractive

Clustering terdapat delapan sub menu hasil perhitungan yang ditampilkan yaitu data titik panas, hasil perhitungan normalisasi, hasil perhitungan jarak tiap titik terhadap T, subtractive clustering, hasil pusat clustering, derajat keanggotaan, hasil clustering dan silhouette coefficient. Interface Fuzzy Subtractive clustering dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Interface Subtractive Clustering

Menu data berfungsi untuk melihat data titik panas yang telah diambil dari database dengan jumlah data sesuai dengan jumlah data yang dimasukkan oleh user. Menu normalisasi data berfungsi untuk melihat hasil normalisasi terhadap data titik panas dengan menggunakan metode Min Max pada proses normalisasi. Hasil normalisasi data kemudian akan digunakan pada proses clustering dengan menggunakan metode Fuzzy Subtractive Clustering. Menu selanjutnya yaitu menu Jarak Tiap Titik terhadap T yang menampilkan hasil perhitungan jarak tiap titik terhadap T yang nantinya hasil ini akan digunakan untuk menentukan potensi awal tiap data yang akan berpengaruh pada penentuan pusat cluster. Menu silhouette coefficient berfungsi untuk menampilkan hasil pengujian terhadap kualitas cluster yang dihasilkan. Jika hasil rata-rata akhir $s(i)$ mendekati nilai 1 maka kualitas cluster dapat dikatakan baik, tetapi jika hasil rata-rata akhir $s(i)$ jauh dari angka 1 maka kualitas cluster dapat dikatakan lemah.

4.3 Interface Pemetaan

Pada menu ini ditampilkan hasil pemetaan dari perhitungan menggunakan metode fuzzy subtractive clustering, Pada tampilan antarmuka pemetaan menampilkan hasil pemetaan sesuai dengan hasil perangkingan dari cluster yang telah terbentuk dan berdasarkan lokasi sistem georeferensi global (latitude dan longitude) dari setiap data yang menjadi anggota dari setiap cluster yang telah dirangkingkan. Dan warna pada point-point digambar dapat digunakan

sebagai pembeda antar cluster.



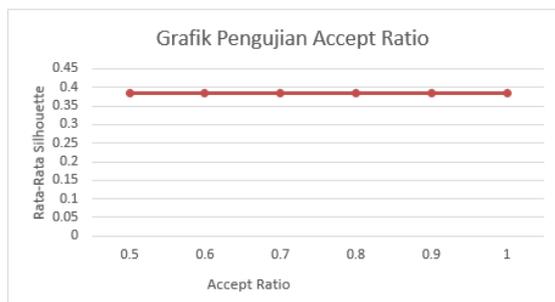
Gambar 6. Interface pemetaan

5. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian pengaruh *accept ratio*, pengaruh *reject ratio*, pengaruh jari jari. Pengujian dilakukan menggunakan 735 data latih dengan memasukkan nilai *accept ratio*, *reject ratio* dan jari-jari yang berbeda setiap pengujiannya.

5.1 Pengujian Pengaruh *Accept ratio*

Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan nilai *accept ratio* yang berbeda-beda pada tiap pengujiannya, *accept ratio* merupakan batas bawah diperbolehkannya suatu data menjadi pusat *cluster*. Nilai *accept ratio* yang digunakan adalah 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0. Pengujian jumlah terhadap pengaruh nilai *accept ratio* dilakukan dengan menggunakan data titik panas sebanyak 735 data dengan dua atribut yaitu *brightness temperature* dan FRP (*Fire Radiative Power*). Hasil dari pengujian *accept ratio* ditunjukkan pada gambar 7.



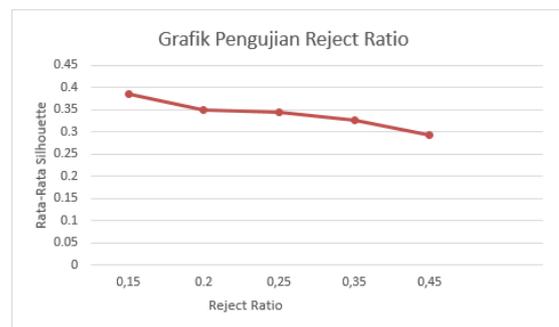
Gambar 7. Grafik hasil pengujian pengaruh *Accept ratio* terhadap nilai Silhouette

Pada pengujian pertama menunjukkan bahwa parameter *accept ratio* tidak berpengaruh terhadap pembentukan *cluster*, hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian yang menggunakan parameter *accept ratio* dengan nilai 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0 pada *reject ratio* yang sama menghasilkan jumlah *cluster* dan nilai silhouette

yang sama yaitu 0.4. *Accept ratio* tidak berpengaruh karena nilai *accept ratio* yang dipergunakan sebagai batas bawah di mana suatu titik data yang menjadi kandidat pusat *cluster* tidak diperbolehkan menjadi pusat *cluster* lebih besar dari nilai *reject ratio*.

5.2 Pengujian Pengaruh *Reject ratio*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh antara nilai *Reject ratio* dengan nilai *silhouette*. *Reject ratio* merupakan nilai batas atas di mana suatu titik data yang menjadi kandidat calon pusat *cluster* tidak diperbolehkan menjadi pusat *cluster*. Jumlah data yang digunakan adalah 735 data. Berdasarkan pengujian pertama telah diketahui bahwa nilai *accept ratio* tidak berpengaruh pada hasil pengujian, pada pengujian ini nilai *accept ratio* yang digunakan adalah 0.5 dan nilai *reject ratio* 0.15, 0.2, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40. Hasil pengujian terhadap pengaruh *reject ratio* ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Pengujian *Reject ratio*

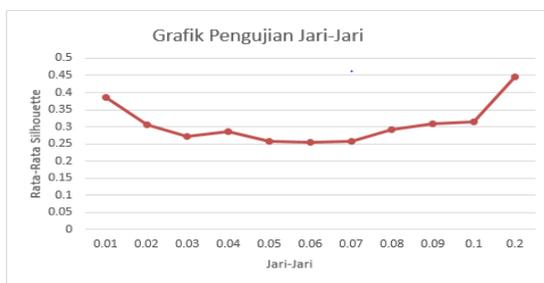
Pada pengujian ini menunjukkan membuktikan bahwa semakin besar nilai *reject ratio* yang diberikan maka nilai rata-rata silhouette akan semakin kecil, begitu sebaliknya jika nilai *reject ratio* kecil maka nilai silhouette akan semakin besar. Nilai *reject ratio* terbaik adalah 0.15.

5.3 Pengujian Pengaruh Jari-jari

Pada pengujian pengaruh nilai jari-jari digunakan nilai jari jari 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.8, 0.9, 0.1, 0.2 dengan nilai *reject ratio* diambil dari nilai terbaik pada pengujian sebelumnya yaitu 0.15 dan nilai *accept ratio* sama yaitu 0.5. hasil pengujian pengaruh nilai jari-jari ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 9.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pengaruh Nilai Jari-jari

r	ar	rr	jml. Cluster	Silhouette
0.01	0.5	0.15	63	0.384789
0.02	0.5	0.15	21	0.306783
0.03	0.5	0.15	13	0.271870
0.04	0.5	0.15	10	0.287324
0.05	0.5	0.15	7	0.256711
0.06	0.5	0.15	5	0.255182
0.07	0.5	0.15	4	0.258451
0.08	0.5	0.15	4	0.290825
0.09	0.5	0.15	3	0.309793
0.1	0.5	0.15	3	0.314000
0.2	0.5	0.15	2	0.445398
0.3	0.5	0.15	1	0.999999

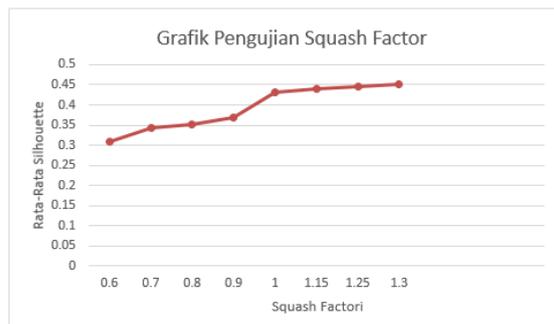


Gambar 9. Grafik Pengujian Jari-Jari

Pada grafik di atas dapat dilihat hasil dari pengujian jari-jari dimana hasil *Silhouette Coefficient* bervariasi dan nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada saat nilai jari-jari yang digunakan bernilai 0.2 yang menandakan bahwa nilai validasi terbaik ditunjukkan pada kondisi tersebut. Dan pada gambar 10 dapat dilihat bahwa pada nilai jari-jari 0.2 didapatkan jumlah *cluster* yang terbentuk berjumlah 2 *cluster*.

5.3 Pengujian Pengaruh Nilai Squash Factor

Pada pengujian pengaruh nilai squash factor digunakan nilai jari jari 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0 1.15, 1.25, dan 1.26. Dengan menggunakan *accept ratio* 0.5, *reject ratio* 0.15 dan jari-jari 0.2 Hasil pengujian pengaruh nilai squash factor ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik Pengujian Nilai Squash Factor

Pada pengujian pengaruh nilai silhouette terhadap nilai squash factor menunjukkan pada pengujian menunjukkan bahwa pemberian nilai squash factor yang berbeda menghasilkan nilai rata-rata silhouette yang berbeda pula. Pada pengujian menunjukkan bahwa semakin besar nilai squash factor maka nilai rata-rata silhouette akan semakin besar.

5.4 Analisa Pengujian Cluster Terbaik

Pada hasil pengujian didapatkan bahwa nilai silhouette terbaik adalah dengan menggunakan nilai *accept ratio* 0.5, *reject ratio* 0.15, jari jari 0.2, squash factor 1.3 dan *cluster* terbaik adalah dua *cluster*. Pada proses perankingan terhadap hasil akhir *cluster* akan dilakukan analisa terhadap nilai-nilai dari setiap fitur yang terbentuk di dalam *cluster*. Fitur yang digunakan dalam perhitungan yaitu *brightness temperature*, FRP (*Fire Radiative Power*), dan confidence dengan melakukan perhitungan rata-rata terhadap masing masing fitur di setiap *cluster*. Berikut tabel hasil penghitungan rata – rata setiap *cluster* fitur pada setiap *cluster*.

Tabel 2. Hasil Rata-Rata Setiap Fitur

Rata-rata setiap fitur pada cluster ke-					
1			2		
Brightness	FRP	Confidance	Brightness	FRP	Confidance
315.362	42.9872	55.8107	330.328	56.8048	77.072

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pada peringkat urutan pertama yaitu *cluster* dua memiliki rata-rata nilai *brightness* yang tinggi dan diiringi dengan nilai frp yang tinggi. Sedangkan pada urutan kedua/ *cluster* satu memiliki rata-rata nilai *brightness* dan frp yang cenderung rendah. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *brightness* dan frp memiliki keterkaitan satu sama lain dalam penemuan kondisi lokasi terdapatnya titik panas berdasarkan suhu dan tingkat radiasi. Hasil diatas juga menunjukkan dimana pada urutan pertama yaitu *cluster* dua memiliki nilai *brightness* diatas 330⁰K dengan confidence rata-rata 83.47% yang dapat mengindikasikan api dengan tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya pada *cluster* satu memiliki nilai *brightness* dibawah 330⁰K dengan confidence rata-rata 58.08% yang dapat mengindikasikan api dengan tingkat keyakinan lebih rendah.

6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini diantaranya:

1. Metode *Fuzzy subtractive clustering* dapat

diimplementasikan pada proses pengelompokan data potensi kebakaran hutan/ lahan.

2. Hasil pengujian pada penggunaan 735 data tingkat kepercayaan terbaik terdapat pada penggunaan *accept ratio* 0.5, *reject ratio* 0.15, jari-jari 0.2 squash factor 1.3 yang ditunjukkan dengan nilai rata-rata *Silhouette Coefficient* sebesar 0.45 dengan jumlah *cluster* yang terbentuk sebanyak 2 *cluster*. Berdasarkan perhitungan rata-rata fitur brightness dan FRP pada *cluster* tersebut dapat ditentukan perangkaan bahwa nilai *cluster* kedua lebih besar dibanding *cluster* pertama yang berarti titik pada *cluster* dua memiliki potensi kebakaran lebih besar dibanding *cluster* pertama.
3. Pada pengujian disimpulkan bahwa parameter yang digunakan dapat mempengaruhi hasil pada rata-rata *silhouette*.

6.2 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut dari penelitian ini saran yang diberikan sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian menggunakan metode yang berbeda sehingga dapat digunakan sebagai perbandingan dengan metode – metode yang digunakan sebelumnya.
2. Diperlukan peninjauan kembali terhadap penggunaan parameter -parameter data yang digunakan dalam penelitian berikutnya.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Brown, Arthur A. & Kenneth P. Davis, 1973. *Forest Fire Control and Use*. 2nd ed. New York, NY: McGraw-Hill Book Company.
- Davis, K. P., 1959. *Forest Fire Control and Use*. New York. NY: Mc. Graw Hill Book Company.
- Gorunescu, Florin., 2011. *Data Mining: Concepts, Models and Techniques*. Intelligent System Reference Library Vol.12. Berlin: Springer-Verlag.
- Hermawan, Fajar Astuti., 2013. *Data Mining*. Perpustakaan Nasional Ed. I. Yogyakarta: ANDI.
- Junaedi, Hartanto., Herman, Budianto., dkk., 2011. *Data Transformation Pada Data Mining*. Posiding Konferensi nasional “Inovasi dalam Desain dan Teknologi”. IDeaTech 2011.
- Kompas, 2016. *Lahan di Riau Terbakar Lagi*. [Surat Kabar]. Malang.
- Kusumadewi, S., Purnomo, H., 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*: Graha Ilmu
- Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), 2014. *Hotspot: hanyalah Indikator Bukan Kejadian Kebakaran Hutan/Lahan*. [online] Tersedia di: <<http://lapan.go.id/index.php/subblog/read/2014/840/hotspot-hanyalah-indikator-bukan-kejadian-kebakaran-hutanlahan/105>> [Diakses 11 Februari 2016].
- NASA LANCE-FIRMS MODIS Active Fire Shapfiles, 2015. [pdf] Tersedia di: <<https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms/active-fire-data>> [Diakses 10 Februari 2016].
- Maimon, Oded., & Rokach, Lior., 2010. *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. [e-book] 2nd ed. New York, NY: Springer Science + Business Media.
- Roswintiarti, Dr. Orbita, 2016. *Informasi Titik Panas (Hotspot) Kebakaran Hutan/Lahan*. Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional. [pdf] Panduan Teknis – V.01. ISBN: 978-602-96532-2-5. Mei 2016.
- Rousseeuw, Petter. J, 1987. *Silhouette: A Graphical Aid to The Interpretation and Validation of Cluster Analysis*. [pdf] Journal of Computational and Applied Mathematics 20 (1987) 53-65. North-Holland.
- Tempo, 2015. *Titik Panas Di Asia Tenggara*. [Surat Kabar Online] Tersedia di: <<http://koran.tempo.co/konten/2015/02/28/366390/Titik-Panas-Di-Asia-Tenggara>> [Diakses 6 Juni 2016]
- Undang-Undang Republik Indonesia, 1999. Kehutanan. [online] Tersedia di: <http://www.dephut.go.id/INFORMAS/UNDANG2/uu/41_99.htm> [Diakses 11 Februari 2016].
- Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. A., 2011. *Data Mining: Practical*.