

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK SEBARAN TITIK PANAS (*HOTSPOT*) DI KALIMANTAN SELATAN MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING

Nurul Fathanah Mustamin^{1,*}, Andry Fajar Zulkarnain², Muhammad Rafi Brilliansyah Ramadhan³

^{1,2,3} Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Brigadir Jenderal H. Hasan Basri, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia

*Corresponding author: Nurul Fathanah Mustamin (nurul.mustamin@ulm.ac.id)

Abstrak. Informasi yang diperoleh melalui website SiPongi Karhutla Monitoring Sistem untuk wilayah Kalimantan Selatan menyatakan bahwa kebakaran hutan dalam 3 tahun terakhir dari 2017 sampai 2019 mengalami peningkatan yg signifikan. Hal ini membuat pemerintah setempat harus tanggap dan cepat dalam membuat keputusan dan kebijakan. Pembuatan kebijakan untuk menanggulangi bencana kebakaran hutan memerlukan referensi informasi yang tepat berbasis spasial seperti kebijakan untuk pembuatan pos pantau, pengalokasian tim pemadam kebakaran, dan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk membangun SIG untuk mengetahui persebaran titik panas berdasarkan curah hujan di Kalimantan Selatan menggunakan metode K-Means clustering. Dengan adanya SIG ini, pemerintah dapat memantau kabupaten/kota mana saja yang harus diprioritaskan untuk diberikan penanggulangan berdasarkan data kejadian lampau. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data titik panas, curah hujan dan luas wilayah. Model yang dihasilkan dalam penelitian ini yaitu visualisasi peta Kalimantan Selatan per kabupaten/kota, adapun untuk uji akurasi yang didapatkan sebesar 84.61%.

Kata kunci: sistem informasi geografis, k-means clustering, titik panas, Kalimantan Selatan

1. PENDAHULUAN

Informasi yang diperoleh melalui website SiPongi Karhutla Monitoring Sistem untuk wilayah Kalimantan Selatan pada dalam 3 tahun terakhir dari 2017 sampai 2019 mengalami peningkatan yg signifikan, sedangkan untuk data sebaran titik panas dapat di akses melalui website SiPongi Karhutla Monitoring Sistem juga, namun untuk data titik panas ataupun luas kebakaran hutan masih terbatas, yaitu data yang disediakan berupa laporan per provinsi dan belum menjelaskan secara spesifik per kabupaten ataupun kota sedangkan informasi data titik panas ataupun kebakaran hutan diperlukan agar dapat diketahui wilayah kabupaten/kota mana saja yang terdapat titik panas di daerah Kalimantan Selatan ini.

Untuk menganalisis dan mengelompokkan daerah mana saja yang terdapat titik panas ataupun kebakaran hutan bukan hanya melihat dari data sebaran titik panas tetapi juga dikaitkan dengan faktor geografis. Adapun iklim/cuaca berpengaruh pada kebakaran hutan dan lahan, salah satunya yaitu curah hujan yang dimana mempengaruhi kelembaban dan kadar air. Jika curah hujan tinggi maka sulit timbul kemungkinan kebakaran. Tetapi sebaliknya jika curah hujan rendah disertai dengan suhu tinggi dan didukung oleh musim kemarau yang panjang, insiden kebakaran akan dengan mudah terjadi. (Muliono & Sembiring, 2019)

Hujan merupakan bentuk presipitasi berupa butir-butir/tetes air atau kristal es yang jatuh dari dasar awan yang dapat mencapai permukaan bumi dan curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh pada permukaan tanah selama periode tertentu yang diukur dengan satuan inci atau millimeter (mm). (Bastian, 2018)

BMKG sudah membangun pos-pos pantau hujan di wilayah Indonesia seperti Kalimantan Selatan yang memiliki 13 kota/kabupaten untuk meneliti curah hujan di daerah tersebut masing-masing didirikan pos hujan yang dianggap memiliki potensi dan dapat mewakili daerahnya.

Adapun analisis yang bisa digunakan dalam pengelompokan data salah satunya yaitu menggunakan analisis cluster, selain analisis menggunakan cluster dalam data mining terdapat beberapa metode berbasis partisi yaitu K-Modes, KMedoids, Fuzzy C-Means. Sedangkan istilah data mining dan *knowledge discovery* ataupun *pattern recognition*. *Pattern recognition* atau pengenalan pola digunakan agar dapat mencari pengetahuan yang hendak digali dari bongkahan data yang tengah dihadapi.

Data Clustering adalah salah satu metode dalam data mining data yang tanpa pengawasan. Terdapat dua jenis pengelompokan data yang kerap dipakai pada proses Clustering data, yaitu pengelompokan data hierarkis dan pengelompokan data non-hierarkis. K-Means adalah metode pengelompokan data non-hierarkis yang mencoba untuk membagi data yang ada menjadi satu atau lebih grup. Metode ini membagi data menjadi kelompok-

kelompok sehingga data yang memiliki kekhususan yang sama dikelompokkan menjadi satu dan kelompok data yang sama yang memiliki kekhususan berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok lain. (Gustientiedina et al., 2019)

Metode K-Means digunakan agar dapat mengelompokkan kabupaten/kota yang ada di Provinsi Kalimantan Selatan dengan data sebaran titik panas yang ada. Hasil informasi dari pengelompokan data selanjutnya akan divisualisasikan menggunakan peta dan dalam pembuatan peta tersebut dibutuhkan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memvisualisasikan hasil tersebut.

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi yang berbasis komputer, yang dirancang bekerja memakai data yang memiliki data spasial. Sistem ini menangkap, memeriksa, menggabungkan, memanipulasi, menganalisis, serta memperlihatkan data yang secara spasial merujuk kondisi bumi. Teknologi SIG menggabungkan operasi basis data umum, seperti kueri dan analisis statistik, dengan keahlian penggambaran dan analisis unik yang dimiliki pemetaan.

Kemampuan ini membedakan SIG dari Sistem Informasi lain yang membuatnya berguna bagi berbagai kelompok untuk menjelaskan peristiwa, merencanakan skema, serta memperkirakan yang akan terjadi. SIG pada penelitian ini akan menampilkan visualisasi dari hasil analisis cluster sebaran titik panas menggunakan K-Means dengan 3 variabel yaitu sebaran titik panas dan data curah hujan di Provinsi Kalimantan Selatan serta luas wilayah.

2. METODE

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sebaran titik panas (hotspot) dan curah hujan di Provinsi Kalimantan Selatan. Adapun untuk alat penelitian sebagai berikut:

1. Microsoft Windows sebagai Sistem Operasi.
2. Hypertext Pre-processor (PHP) sebagai bahasa pemrograman.
3. Application Programming Interface (API) dari Google Map untuk visualisasi SIG peta Kalimantan Selatan.
4. XAMPP v3.2.2
5. Web Browser.
6. Notepad ++.

2.2 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan yang digunakan. Adapun tahapannya sebagai berikut:

1. Studi Literasi

Mencari teori-teori dasar tentang kebakaran hutan, curah hujan, sistem informasi geografis, analisis cluster dan metode K-Means.

2. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data-data berkaitan dengan penelitian yang meliputi data sebaran titik panas bulanan dan data curah hujan di Provinsi Kalimantan Selatan.

3. Analisis Data

Tahapan untuk penggunaan data di dalam penelitian ini akan dianalisis, selanjutnya data titik panas dan curah hujan akan diproses dengan metode Clustering dan dilanjutkan dengan metode K-Means.

4. Perancangan Sistem

Proses perancangan ini dilakukan sesuai keperluan awal arsitektur model dan di dapat dari hasil analisis data pada penelitian ini.

5. Pengujian

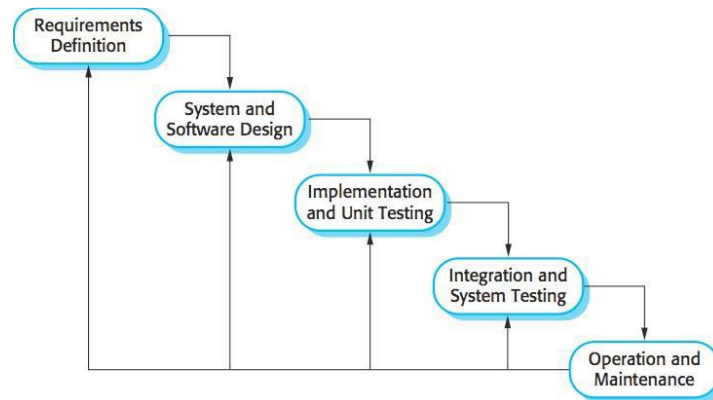
Untuk bagian pengujian dilakukan menggunakan metode *black box testing*. Pada tahap ini dilakukan dengan membuat perbandingan perolehan yang direncanakan dan dengan perolehan hasil keluaran oleh sistem.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Adapun tahapan pengumpulan data yang dipakai di dalam penelitian ini yaitu menggunakan studi literatur, di mana proses pencarian data meliputi pengumpulan, buku, internet, jurnal, wawancara langsung dan bacaan yang berhubungan dengan topik yang sedang dikerjakan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan dalam bentuk data *hotspot*. Data *hotspot* per bulan dan diambil dari 13 kabupaten / kota di Provinsi Kalimantan Selatan.

2.4 Metode Pengembangan Sistem

Pada Tahap Pengembangan Software Untuk Teknik Analisa Data Dalam Pembuatan Sistem Ini Peneliti Memakai Siklus Hidup Pengembangan Sistem Dengan Pendekatan Tahapan Model *waterfall*. Metode *waterfall* yang dibahas pada penelitian ini merupakan metode *waterfall* versi Sommerville sebagai berikut :



Gambar 1. Metode *Waterfall* versi Sommerville

1. *Requirements analysis and definition*

Layanan pada sistem, kendala maupun tujuan ditentukan dari pembahasan dengan pelanggan dan dapat dijelaskan secara rinci serta berguna dalam hal penentuan dari spesifikasi sistem. (Feng et al., 2019)

2. *System and software design*

Tahap dalam desain sistem ini mendistribusikan berbagai hal berkaitan dengan penentuan sistem dari sisi perangkat lunak dan perangkat keras dengan membuat rancangan dari suatu sistem secara keseluruhan. Pada desain perangkat lunak melibatkan pendeskripsian dari sistem dasar perangkat lunak maupun hubungannya.

3. *Implementation and unit testing*

Penentuan desain dari perangkat lunak diimplementasikan sebagai rentetan suatu program atau unit program. Untuk tahap pengujian menggunakan verifikasi dalam hal memenuhi spesifikasinya.

4. *Integration and system testing*

Unit dari masing-masing program digabungkan dan diuji sebagai suatu sistem yang lengkap untuk memastikan tingkat kesesuaian dari persyaratan perangkat lunak. Setelah tahapan pengujian, perangkat lunak dapat dikirim kepada pelanggan. (Zhu et al., 2019)

5. *Operation and maintenance*

Pada tahapan ini sistem yang diuji coba dan sukses dapat segera digunakan serta perlu diperhatikan pemeliharaannya.

2.5 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis Kebutuhan Sistem Agar Proses Berjalanya Sistem Sesuai Dengan Yang Diharapkan Dengan Pengumpulan Data Titik Panas Dari Wawancara Dan Survei Ke Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan Dan Curah Hujan Dari Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika Di Unit Pelayanan Stasiun Klimatologi Klas I Banjarbaru

2.6 Analisis Data

Analisa sistem dilakukan untuk mengetahui persebaran titik panas akibat kebakaran hutan dengan divisualisasikan melalui SIG. Data input didapatkan dari data titik panas dan curah hujan di Kalimantan Selatan. Pada data titik panas dan curah hujan data yang digunakan memiliki format bulanan dengan data dari 13 kabupaten/kota, selanjutnya setelah data di analisis dan di olah data akan di kelompokkan terlebih dahulu dengan menentukan jumlah cluster, nilai *centroid*, pengalokasikan data ke cluster terdekat sampai tidak adanya objek data yang berpindah maka proses Clustering akan selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengambilan Data

Data yang digunakan adalah data sebaran titik panas serta curah hujan Kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Selatan. Untuk mengetahui persebaran titik panas berdasarkan curah hujan di Kalimantan Selatan menggunakan metode K-Means dengan visualisasi peta Kalimantan Selatan berdasarkan warna dengan 3 jumlah cluster.

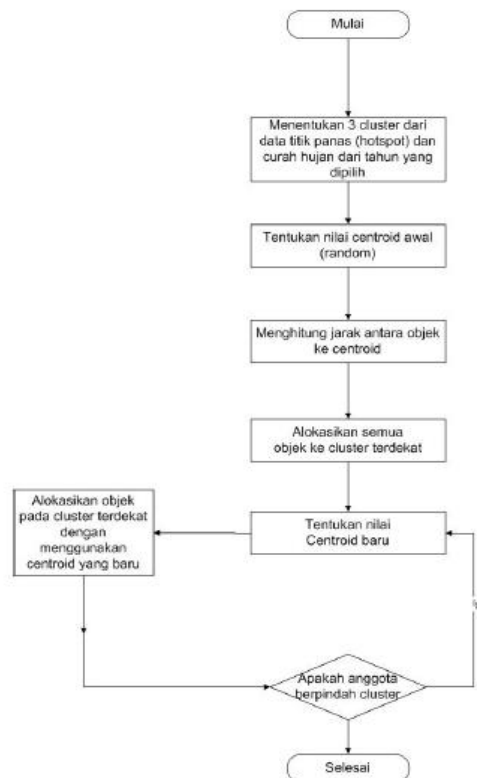
3.2. Pengolahan Data

Pada penelitian ini untuk pengolahan data dilakukan pada sistem yang akan dibuat. Data sebaran titik panas yang di dapat dari Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan, berupa data titik panas serta untuk data sebaran curah hujan di dapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika di Unit Pelayanan Stasiun Klimatologi Klas I Banjarbaru.

Dari data tersebut maka diolah ke dalam sistem, yang kemudian akan dilakukan proses selanjutnya yaitu setelah data di analisis dan di olah data akan di kelompokkan terlebih dahulu dengan menentukan jumlah cluster, nilai *centroid*, pengalokasian data ke cluster terdekat sampai tidak adanya objek data yang berpindah maka proses Clustering akan selesai.

3.3 Perhitungan Metode K-Means Clustering

Dalam pembuatan perhitungan metode K-Means Clustering ini akan digambarkan dengan menggunakan *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 2. Proses Diagram Untuk Algoritma K-Means

Untuk dapat mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok. Tahapan metode K-Means bisa dilihat pada gambar berikut:

1. Tentukanlah jumlah banyaknya cluster yang di inginkan.
2. Kumpulkan data sesuai dengan cluster yang sudah ditentukan sebelumnya. Adapun yang paling sering dilakukan dalam menentukan pusat cluster menggunakan cara random. Nilai cluster awal ditentukan dengan nilai angka acak dari objek data.
3. Kumpulkan data ke nilai rata-rata terdekat. Kedekatan kedua benda tersebut ditentukan oleh jarak antara kedua benda tersebut. Demikian pula, kedekatan data ditentukan oleh jarak antara data dan pusat cluster. Jarak terdekat dari satu data ke satu cluster tertentu akan menentukan data mana yang dimasukkan kedalam cluster mana. Dalam menghitung jarak data menggunakan rumus *Euclidean Space Space*.
4. Ulangi tahapan ke-3 apabila cluster masih berpindah. Iterasi akan selesai apabila cluster tidak berpindah.

$$D_{L2}(x_2, x_1) = ||x_2 - x_1||_2 = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{2j} - x_{1j})^2} \quad (1)$$

Keterangan :

x_1 = Objek data

x_2 = Titik Pusat Data

P = Dimensi Data

D = Jarak Antar Objek

5. Definiskan kembali pusat cluster (*centroid*) dengan data yang baru dihitung dengan menghitung jarak rata-rata dari keanggotaan cluster saat ini.
6. Lakukan pengelompokan objek menuju cluster terdekat dengan menggunakan centroid baru. Jika belum didapatkan hasil yang sesuai, ulangi kembali langkah ke 3. Clustering akan selesai apabila tidak ada anggota yang berpindah. (Syakur et al., 2018)

3. 4 Implementasi Perhitungan Metode K-Means Clustering

Perhitungan dari metode K-Means Clustering menggunakan data titik panas dan curah hujan kabupaten/kota di provinsi Kalimantan Selatan dalam satu tahun. Adapun untuk perhitungannya sebagai berikut:

Tabel 1. Data Titik Panas dan Curah Hujan Tahun 2015

Kabupaten / Kota	Titik Panas	Curah Hujan (mm)	Luas Wilayah (km ²)
Banjar	185	116	4668
Batola	101	87	2996
Tala	113	148	3631
Banjarmasin	2	178	72
Banjarbaru	23	188	371
Tapin	86	109	2700
HSS	47	148	1804
HST	6	180	1472
HSU	34	187	892
Balangan	74	110	1878
Tabalong	32	112	3766
Tanah Bumbu	261	120	5006
Kotabaru	327	190	9482

Adapun langkah dari implementasi perhitungan metode K-Means Clustering sebagai berikut:

1. Tentukan cluster

Objek (X1)

Banjar = (185 , 116, 4668)

Centroid (X2)

C1 Banjarmasin (2 , 178, 72)

C2 Tabalong (32 , 112, 3766)

C3 Tanah Bumbu (261 , 120, 5006)

2. Menghitung nilai cluster menggunakan *Euclidean Distance Space*

a. Jarak dari objek ke C1

$$\sqrt{(2 - 185)^2 + (178 - 116)^2 + (72 - 4668)^2}$$

$$= 4600.059$$

b. Jarak dari objek ke C2

$$\sqrt{(32 - 185)^2 + (112 - 116)^2 + (3766 - 4668)^2}$$

$$= 813757.052$$

c. Jarak dari objek ke C3

$$\sqrt{(261 - 185)^2 + (120 - 116)^2 + (5000 - 4668)^2}$$

$$= 346.462$$

Gunakan tahapan ini pada semua objek maka akan didapatkan hasil jarak pada setiap kelompok. Apabila telah didapat jarak antar objek dari setiap hasil kelompok untuk menentukan hasil dari setiap kelompok diambil dari jarak yang terkecil. (Sadewo et al., 2019)

Tabel 2. Hasil dari perhitungan Iterasi pertama

Kabupaten/Kota	Jarak dengan (C1)	Jarak dengan (C2)	Jarak dengan (C3)	Keterangan
Banjar	4600,0597	813757,0523	346,4621	C3
Batola	2927,0904	592973,3894	2016,628	C3
Tala	3560,8569	18313,63972	1383,226	C3
Banjarmasin	0	13645708,5	4941,134	C1
Banjarbaru	299,90332	11526101,53	4641,605	C1
Tapin	2630,2473	1136410,083	2312,657	C3
HSS	1732,8442	3849483	3209,265	C1
HST	1400,0071	5262508,801	3543,696	C1
HSU	820,6735	8259951,027	4120,803	C1
Balangan	1808,7134	3564586,048	3133,601	C1
Tabalong	3694,7114	0	1260,994	C2
Tanah Bumbu	4941,1336	1537829,14	0	C3
Kotabaru	9415,6184	32672961,14	4477,034	C3

3. Menghitung centroid berikutnya

Untuk mendapatkan hasil dan menghitung iterasi kedua tentukan lagi pusat cluster baru dengan menggunakan perhitungan seperti hasil pada iterasi pertama yang dilihat pada tabel iterasi pertama. C1 memiliki 6 anggota yaitu Banjarmasin, Banjarbaru, HSS dan HST, HSU, Balangan dalam menentukan centroid C1 untuk perhitungan iterasi kedua menggunakan cara mencari nilai median (rata-rata) dari data 6 Kabupaten/Kota yang telah menjadi kelompok cluster C1. (Maulana et al., 2019) Pada Banjarmasin memiliki jumlah titik api 2, Banjarbaru memiliki titik api 23 dan HST memiliki titik api 6 sedangkan HSU memiliki titik api 34 dan HSS 47 titik api serta Balangan 7 titik api, adapun untuk hasil perhitungan centroid pertama pada C1.

$$\text{Centroid pertama C1} = \frac{2+23+6+34+47+74}{6} = 31$$

Untuk dapat melihat centroid kedua dari C1 diambil dari data curah hujan pada Banjarmasin yaitu sejumlah 178, pada Banjarbaru sejumlah 188 dan HST sejumlah 180, HSU sejumlah 187 dan HSS 148 serta Balangan 110. Adapun hasil centroid kedua pada C2 adalah:

$$\text{Centroid kedua C2} = \frac{178+188+180+187+148+110}{6} = 165.166$$

Setelah didapat nilai centroid baru hitung kembali seperti langkah 2 yaitu menghitung nilai cluster menggunakan Euclidean Distance Space. (Prayoga et al., 2019)

Tabel 3. Hasil dari perhitungan Iterasi kedua

Kabupaten/Kota	Jarak dengan (C1)	Jarak dengan (C2)	Jarak dengan (C3)	Keterangan
Banjar	161,6582	153,0523	13,78909	C3
Batola	104,9287	73,38937	88,12759	C2
Tala	83,77765	88,63972	68,70812	C3
Banjarmasin	31,71269	72,49828	183,6758	C1
Banjarbaru	24,19424	76,53104	166,8656	C1

Tapin	78,61103	54,08327	94,82513	C2
HSS	23,46688	39	133,2922	C1
HST	29,06936	72,8011	180,3907	C1
HSU	22,03848	75,02666	156,2641	C1
Balangan	69,94542	42,04759	106,4243	C2
Tabalong	53,17607	0	147,739	C2
Tanbu	234,3929	229,1397	82,58817	C3
Kotabaru	297,0399	305,1377	160,4872	C3

Tabel 4. Hasil dari perhitungan Iterasi ketiga

Kabupaten/Kota	Jarak dengan (C1)	Jarak dengan (C2)	Jarak dengan (C3)	Keterangan
Banjar	173,3863	112,34016	45,70011	C3
Batola	118,889	32,807202	133,0883	C2
Tala	94,8873	58,926331	108,5933	C2
Banjarmasin	20,47926	102,36607	222,1947	C1
Banjarbaru	11,81524	97,454156	203,4269	C1
Tapin	92,52459	13,520817	139,8231	C2
HSS	37,42192	50,806619	174,558	C1
HST	16,83449	101,10793	218,5692	C1
HSU	15,84929	91,360892	192,4799	C1
Balangan	83,9345	5,5509008	151,2564	C2
Tabalong	64,91379	41,926275	192,1002	C2
Tanbu	245,1294	188,38873	45,96194	C3
Kotabaru	304,9124	267,76727	115,2931	C3

Tabel 5. Hasil Akhir Perhitungan Metode K-Means Clustering

Kabupaten/Kota	Cluster	Keterangan
Banjar	C3	Tinggi
Batola	C2	Sedang
Tala	C2	Sedang
Banjarmasin	C1	Rendah
Banjarbaru	C1	Rendah
Tapin	C2	Sedang
HSS	C1	Rendah
HST	C1	Rendah
HSU	C1	Rendah
Balangan	C2	Sedang
Tabalong	C2	Sedang
Tanbu	C3	Tinggi
Kotabaru	C3	Tinggi

Adapun untuk mengetahui akurasi dari proses K-Means yang telah dilakukan pengujian dari sistem yang telah dibuat dengan membandingkan dari 13 data daerah kabupaten/kota yang sudah diujicobakan dengan proses K-Means dan di cocokkan dengan data asli yang telah dihitung. Pada tabel 5 untuk hasil akurasi didapatkan hasil sebagai berikut:

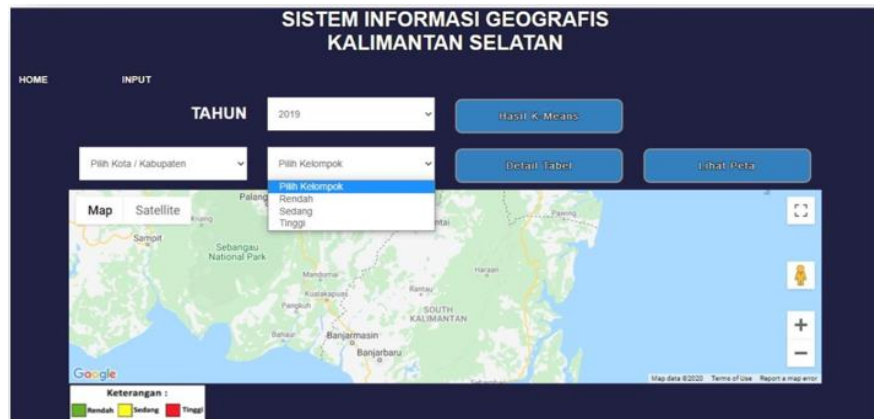
$$\text{Akurasi} = \frac{\text{data cocok}}{\text{jumlah data}} \times 100\%$$

Tabel 6. Hasil Akurasi Perhitungan Metode K-Means Clustering

Data Cocok	Data Tidak Cocok	Akurasi
12	1	92.30 %
10	3	76.92%

3. 4 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak merupakan gambaran design program yang akan dirancang sesuai dengan analisis data yang sudah dilakukan sebelumnya.



Gambar 3. Rancangan Perangkat Lunak

1. Home berfungsi untuk menuju menu halaman utama.
2. Input berfungsi menu untuk halaman input.
3. Hasil K-Means berfungsi untuk menampilkan hasil K-Means.
4. Detail tabel berfungsi untuk menampilkan hasil K-Means berdasarkan pilihan kategori.
5. Lihat Peta berfungsi untuk menampilkan area pilihan berdasarkan kategori atau kabupaten/kota

3. 5 Pengujian *Black Box*

Pada tahapan ini dilakukan dengan membuat perbandingan dari hasil yang diinginkan serta dengan hasil yang keluaran oleh sistem. (Xu & Lange, 2019) Adapun yang diuji yaitu fungsi-fungsi yang tersedia pada SIG untuk sebaran titik panas berdasarkan curah hujan di Kalimantan selatan menggunakan metode K-Means. Adapun tahapan pengujian dilakukan pada pengujian menu *Home* dan *Input* didapat hasil uji yang sesuai dengan diharapkan.

4. SIMPULAN

1. Telah dibuatnya Sistem Informasi Geografis untuk mengetahui persebaran titik panas berdasarkan curah hujan di Kalimantan Selatan menggunakan metode K-Means.
2. Untuk analisis sistem menggunakan metode K-Means Clustering dari data titik panas dan curah hujan menjadi 3 kelompok.
3. Pengujian akurasi K-Means yang telah di ujicoba dengan 13 data kabupaten/kota di dapatkan hasil akurasi yaitu 84.61%.
4. Sistem dirancang untuk mengetahui sebaran titik panas dengan hasil berupa visualisasi peta per kabupaten/kota.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lambung Mangkurat yang telah mendukung serta membiayai terwujudnya penelitian ini melalui DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2020 Nomor: 023.17.2.6777518/2020 Tanggal 16 Maret 2020.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bastian, A. (2018). Penerapan algoritma k-means clustering analysis pada penyakit menular manusia (studi kasus kabupaten Majalengka). *Jurnal Sistem Informasi*, 14(1), 28–34.
- Feng, Z., Niu, W., Zhang, R., Wang, S., & Cheng, C. (2019). Operation rule derivation of hydropower reservoir by

- k-means clustering method and extreme learning machine based on particle swarm optimization. *Journal of Hydrology*, 576, 229–238. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.06.045>
- Gustientiedina, G., Adiya, M. H., & Desnelita, Y. (2019). Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 5(1), 17–24.
- Maulana, S. I., Syaifina, L., Prasetyo, L. B., & Aidi, M. N. (2019). Formulating peatland fire prevention strategy in Bengkalis Regency: An application of analytical hierarchy process. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 399(1), 12021.
- Muliono, R., & Sembiring, Z. (2019). Data Mining Clustering Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Klasterisasi Tingkat Tridarma Pengajaran Dosen. *Computer Engineering, Science and System Journal*, 4(2), 272–279.
- Prayoga, Y., Tambunan, H. S., & Parlina, I. (2019). Penerapan Clustering Pada Laju Inflasi Kota Di Indonesia Dengan Algoritma K-Means. *Brahmana: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan*, 1(1), 24–30.
- Sadewo, M. G., Eriza, A., Windarto, A. P., & Hartama, D. (2019). Algoritma K-Means Dalam Mengelompokkan Desa/Kelurahan Menurut Keberadaan Keluarga Pengguna Listrik dan Sumber Penerangan Jalan Utama Berdasarkan Provinsi. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, 1(1).
- Syakur, M. A., Khotimah, B. K., Rochman, E. M. S., & Satoto, B. D. (2018). Integration k-means clustering method and elbow method for identification of the best customer profile cluster. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 336(1), 12017.
- Xu, J., & Lange, K. (2019). Power k-means clustering. *International Conference on Machine Learning*, 6921–6931.
- Zhu, J., Jiang, Z., Evangelidis, G. D., Zhang, C., Pang, S., & Li, Z. (2019). Efficient registration of multi-view point sets by K-means clustering. *Information Sciences*, 488, 205–218.