



Metode K-Means dalam Visualisasi Berbasis Google Map terhadap Klasterisasi Koordinat BTS (Base Transceiver Station)

Yosa Oktiviana^{1✉}

¹Independent Researcher

ukhtiviana@gmail.com

Abstract

The supervision of the Telecommunication Tower or Base Transceiver Station (BTS) in Kerinci Regency is carried out by the Kerinci Regency Communication and Information Office. Supervision is carried out by monitoring and monitoring all BTS locations in Kerinci Regency. The problem faced by the Supervisory Team is the grouping of BTS based on the proximity of the distance between BTS based on the number of supervisory teams. This study aims to make it easier for the BTS Supervisory Team to carry out supervision by clustering coordinate points based on the proximity of the distance between BTS based on the number of supervisory teams with visualization based on google map. BTS coordinate data is used as a reference point for grouping. The data used in this study is the BTS coordinate point data in 2021, sourced from the E-Government Service Division of the Communication and Information Office of Kerinci Regency. The dataset consists of 78 BTS coordinate points. Data processing in this study uses the clustering method using the K-Means algorithm. The results in this study obtained 3 BTS Clusters, namely Cluster 1 (L2) Near Distance (JD), Cluster 2 (L1) Medium Distance (JM), Cluster 3 (L3) Long Distance (JJ). The results of visualization of the BTS cluster based on google map provide convenience for the BTS supervisory team in conducting surveillance based on the cluster.

Keywords: Data Mining, K-Means, Clustering, Base Transceiver Station (BTS), Google Map.

Abstrak

Pengawasan Menara Telekomunikasi atau Base Transceiver Station (BTS) di Kabupaten Kerinci dilaksanakan oleh Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kerinci. Pengawasan dilakukan dengan monitoring dan pemantauan ke seluruh lokasi BTS yang ada di Kabupaten Kerinci. Permasalahan yang dihadapi oleh Tim Pengawas adalah pengelompokan BTS berdasarkan kedekatan jarak antar BTS berdasarkan jumlah tim pengawas. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah Tim Pengawas BTS untuk melakukan pengawasan dengan klasterisasi titik koordinat berdasarkan kedekatan jarak antar BTS berdasarkan jumlah tim pengawas dengan visualisasi berbasis google map. Data-data koordinat BTS digunakan sebagai titik acuan untuk melakukan pengelompokan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data titik koordinat BTS tahun 2021, bersumber dari Bidang Layanan E-Government Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kerinci. Dataset terdiri dari 78 data titik koordinat BTS. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan metode clustering dengan menggunakan algoritma K-Means. Hasil dalam penelitian ini mendapatkan 3 Cluster BTS yaitu Cluster 1 (L2) Jarak Dekat (JD), Cluster 2 (L1) Jarak Menengah (JM), Cluster 3 (L3) Jarak Jauh (JJ). Hasil visualisasi cluster BTS berbasis google map memberikan kemudahan bagi tim pengawas BTS dalam melakukan pengawasan berdasarkan clusternya.

Kata kunci: Data Mining, K-Means, Clustering, Base Transceiver Station (BTS), Google Map.

JSISFOTEK is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Berdasarkan Peraturan Bupati Kerinci Nomor 50 Tahun 2018 tentang Petunjuk Pelaksanaan Pemungutan Retribusi Pengendalian Menara Telekomunikasi di Kabupaten Kerinci, disebutkan pada pasal 1 bahwa instansi pemungut adalah Bagian Komunikasi dan Informatika Sekretariat Daerah Kerinci yang saat ini telah berubah menjadi Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kerinci, dalam rangka pemungutan retribusi pengendalian menara telekomunikasi maka Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kerinci melakukan pengawasan, dan pengendalian menara telekomunikasi

ke seluruh lokasi Menara Telekomunikasi atau disebut juga dengan Base Transceiver Station (BTS) dengan jumlah kunjungan per BTS 2 (dua) kali setahun dan kapasitas kunjungan 1 (satu) BTS per hari per tim, dengan 1 (satu) tim terdiri dari 3 (tiga) orang.

Knowledge Discovery Database (KDD) merupakan kegiatan yang melibatkan penggalian informasi dan kontribusi yang berguna untuk mengeksplorasi pengetahuan melalui kumpulan data yang besar [1]. Data Mining digunakan untuk menemukan pola hubungan dalam kumpulan data berjumlah besar menggunakan komposisi berbagai metode *machine-learning*, manipulasi database dan statistik. Proses ini melibatkan komputer dan disiplin statistika menjadi

satu bidang yang digunakan untuk mengekstraksi pola data dari dataset [2].

Clustering atau klasterisasi merupakan salah satu metode analisis data mining yang digunakan di berbagai bidang [3]. *Clustering* adalah alat yang ampuh dalam analisis data. Digunakan untuk menemukan struktur *cluster* dalam kumpulan data dengan kesamaan terbesar dalam *cluster* yang sama [4].

K-Means adalah metode *clustering* data *non-hierarchical* yang dapat membagi data menjadi dua atau lebih kelompok [5]. *K-means* memiliki kecepatan pengelompokan tinggi dan berkinerja baik dalam data besar [6]. *K-Means clustering* dapat mengelompokkan data menjadi beberapa kelompok sesuai dengan karakteristik datanya [7]. Algoritma ini dimulai dengan nilai pusat (*centroid*) *cluster* yang dipilih secara acak. Setiap titik data dialokasikan ke pusat terdekat dari kelompok berdasarkan kesamaan. Kesamaan titik data dihitung dengan menggunakan nilai jarak [8].

Metode *data mining* ini dapat menyelesaikan masalah-masalah yang terjadi di kehidupan nyata seperti pada penelitian yang dilakukan oleh menggunakan metode *K-Means* dalam klasterisasi dana bantuan pada Program Keluarga Harapan dan didapatkan 3 *cluster* [9]. Selanjutnya dalam bidang Pendidikan metode *K-Means* digunakan untuk mengklasterisasi Penempatan Siswa yang Optimal untuk Meningkatkan Nilai Rata-Rata Kelas [10]. Metode ini juga bisa digunakan di bidang pertanian yaitu melakukan klasterisasi hasil panen jagung yaitu wilayah dengan jumlah panen jagung terbanyak dan wilayah dengan jumlah panen jagung terendah [11]. Metode *K-Means* juga telah digunakan untuk mengklasterisasi kualitas udara di Uttarakhand-India selama periode *lockdown* pandemi Covid-19 [12]. Algoritma *K-Means clustering* digunakan juga untuk pemetaan kerusakan jalan di Kabupaten Malang. Pengelompokan dibagi menjadi tiga *cluster* yaitu C1 (Ringan), C2 (Sedang) dan C3 (Berat) [13]. Data yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu data BTS tahun 2021 berjumlah 78 data BTS yang bersumber dari Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kerinci.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian berperan besar terhadap pengetahuan dan pemikiran kita akan sesuatu. Penelitian menurunkan kompleksitas masalah, menemukan hubungan antar peristiwa dan kemudian dapat digunakan dalam memperbaiki kehidupan, bahkan pola pikir sebagai peneliti seperti mengenali masalah, proses pemecahan masalah, proses pemecahan masalah secara kritis dan pengambilan keputusan kerap terjadi dalam kehidupan sehari-hari. karena itu diperlukan metodologi penelitian yang baik, tepat dan dapat dipercaya. Metodologi penelitian merupakan cara bagaimana kita melakukan penelitian [14].

Adanya kerangka kerja yang teratur akan mempermudah dalam pemberian solusi baru atau pemecahan masalah masalah [15]. Kerangka kerja penelitian ini merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menyelesaikan masalah yang akan dibahas. Bagian ini akan mendeskripsikan setiap tahap yang ada pada kerangka kerja pada penelitian ini Adapun kerangka kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

2.1. Mengidentifikasi Masalah

Tahapan awal pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi masalah yang akan diteliti dengan mempelajari serta melakukan eksplorasi lebih mendalam dan menggali permasalahan yang ada pada sistem yang berjalan saat ini, tahap ini adalah langkah awal yang penting untuk menentukan masalah dari penelitian ini. Tahapan ini dilakukan dengan melakukan wawancara dengan Tim Pengawas BTS Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kerinci dalam rangka penggalan informasi dan kendala-kendala yang dihadapi oleh Tim Pengawas BTS. Hasil identifikasi kemudian akan dianalisis lebih lanjut.

2.2. Menganalisa Masalah

Setelah dilakukan pengidentifikasian masalah selanjutnya dilakukan analisis terhadap permasalahan yang dihadapi oleh Tim Pengawas. Kondisi geografis Kabupaten Kerinci yang merupakan wilayah pegunungan dengan luas wilayah 3.448,90 Km² dan jarak antar BTS yang beragam, contohnya BTS yang

berada di Desa Telun Berasap Kecamatan Gunung Tujuh dengan BTS yang berada di Desa Tamiai Kecamatan Batang Merangin dengan jarak lebih kurang 94 Km maka akan kurang efektif jika dilakukan pengawasan pada hari yang sama, dengan kondisi BTS yang tersebar di 18 (delapan belas) Kecamatan dan jarak antar BTS yang beragam, ada BTS yang posisinya sangat dekat bahkan bersebelahan dan ada sangat jauh jaraknya, maka untuk memberi kemudahan pada tim pengawas dan efektifitas dalam melakukan pengawasan BTS, dibutuhkan suatu penelitian untuk menerapkan metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

2.3. Mempelajari Literatur

Tahap ini akan dicari dan dikumpulkan serta dipelajari sejumlah literatur mengenai teori dan konsep yang akan mendukung penyelesaian permasalahan dalam penelitian. Literatur yang digunakan berupa buku referensi atau buku penunjang, jurnal internasional dan nasional serta konsep-konsep yang mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini. Selanjutnya teori atau metode yang didapatkan dari literatur-literatur yang dipelajari tersebut diseleksi untuk digunakan dalam penelitian. Berdasarkan literatur yang dipelajari, digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi dengan menggunakan metode K-Means clustering, dimana algoritma K-Means dapat membantu mengelompokkan titik koordinat BTS berdasarkan kedekatan jarak antar BTS.

2.4. Mengumpulkan Data

Tahapan ini melakukan pengumpulan data dan informasi mengenai objek penelitian, dilakukan dengan cara observasi, yaitu pengamatan secara langsung di tempat penelitian sehingga permasalahan yang ada dapat diketahui dengan jelas. Kemudian dilakukan wawancara untuk mendapatkan informasi dan data yang dibutuhkan. Data yang dikumpulkan yaitu data BTS tahun 2021. Teknik pengumpulan data ini dilakukan dengan mengandalkan dokumen sebagai salah satu sumber data yang digunakan untuk melengkapi penelitian. Dokumen yang digunakan berupa hasil wawancara langsung dengan Tim Pengawas dan pejabat yang berwenang serta dokumen data BTS yang berisi informasi pemilik BTS (*provider*), titik koordinat, tinggi BTS dan alamat BTS.

2.5. Menganalisa Data Menggunakan Algoritma K-Means

Data yang telah siap untuk diproses selanjutnya akan dianalisa menggunakan algoritma K-Means. Analisa dilakukan dengan cara menjelaskan perhitungan K-Means secara manual dengan tahap awal yaitu menentukan jumlah cluster kemudian menentukan nilai centroid, menghitung jarak antara titik centroid dengan titik tiap objek, mengelompokkan objek untuk

menentukan anggota cluster berdasarkan jarak, mengulangi ke tahap 2 hingga nilai centroid yang dihasilkan tetap dan anggota cluster tidak berpindah ke cluster lain.

2.6. Melakukan Pengujian dengan Menggunakan Software RapidMiner

Tahapan keenam penelitian ini yaitu melakukan pengujian hasil penelitian dalam penerapan metode K-Means terhadap pengelompokan titik koordinat BTS. Pengujian adalah data yang diperoleh dari pemrosesan data awal dengan menggunakan software RapidMiner, kemudian dilakukan perbandingan antara perhitungan secara manual dengan hasil pengolahan data menggunakan *software RapidMiner*.

2.7. Memvisualisasikan Hasil Menggunakan Google Map

Kemudian tahap terakhir dilakukan visualisasi hasil klasterisasi BTS menggunakan *Google My Maps*. Hasil visualisasi klasterisasi BTS ini dapat dijadikan pedoman bagi Tim Pengawas dalam merencanakan rute pengawasan dan pembagian Tim Pengawas. Serta dapat dijadikan sebagai pedoman dalam perencanaan anggaran kegiatan pengawasan BTS ini.

3. Hasil dan Pembahasan

Langkah awal yang dilakukan dalam proses klasterisasi BTS yaitu melakukan pengolahan data. Data BTS yang akan diolah berjumlah 78 data BTS. Data ini terdiri dari data sebaran titik koordinat BTS yang berisikan informasi BTS yaitu id BTS, Site Name, Kecamatan, Tinggi BTS, Pole / 3 Kaki / 4 Kaki, latitude dan longitude tiap BTS.

Selanjutnya untuk membantu analisis data dalam rangka menemukan pengetahuan (*knowledge*), maka akan dilakukan proses KDD dengan melakukan pra-proses data meliputi seleksi data dan transformasi data menggunakan *software Microsoft Office Excel 2016*. Dimana tidak semua data akan diolah, tetapi akan dilakukan seleksi data yaitu hanya data yang terkait dengan proses pengelompokan saja yang akan dipakai, yaitu id BTS, Kecamatan, Longitude dan Latitude. Selanjutnya setelah diseleksi datanya, akan dilakukan proses transformasi data, data yang berbentuk *text* akan ditransformasi menjadi *numeric*. Data Kecamatan ditransformasi menjadi angka. Dan untuk memudahkan pengelompokan BTS, data koordinat berupa Latitude dan Longitude akan ditransformasi menjadi jarak dengan menggunakan metode *Haversine*. Kemudian data-data ini akan diolah dengan menggunakan algoritma *K-Means clustering*.

3.1. Menginputkan Data

Tabel 1 merupakan data awal setelah dilakukan proses seleksi data. Data yang disajikan dalam artikel ini sebanyak 10 data dari 78 data yang diolah.

Tabel 1. Data BTS Hasil Seleksi Data

BTS	Kecamatan	Latitude	Longitude
1	Air Hangat Timur	-1.9943400	101.4525000
2	Danau Kerinci	-2.1213800	101.5263800
3	Depati VII	-2.0203300	101.4194400
4	Bukit Kerman	-2.2233000	101.5422700
5	Kayu Aro	-1.8183300	101.2610000
6	Kayu Aro	-1.7672500	101.2995000
7	Kayu Aro	-1.7177700	101.3462700
8	Kayu Aro	-1.7798800	101.2835800
9	Keliling Danau	-2.1583889	101.4481667
10	Keliling Danau	-2.1747222	101.5221389

Tabel 1 menampilkan sebagian data yang akan diproses yaitu sebanyak 78 data BTS yang tersebar di 18 Kecamatan di Kabupaten Kerinci Tahun 2021.

Tabel 2 merupakan data yang akan diinput atau diolah setelah dilakukan proses transformasi data. Data Kecamatan ditransformasi menjadi kode angka, data longitude dan latitude BTS akan ditransformasi menjadi jarak, dengan patokan jarak yaitu Kantor Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kerinci dengan latitude -1.96206 dan longitude 101.34905.

Penghitungan jarak dilakukan dengan menggunakan metode *Haversine*. Variabel masukannya pada metode *haversine* ini menggunakan garis lintang (longitude) dan garis bujur (latitude) dengan mengasumsikan bentuk bumi bulat sempurna. *Haversine* memberikan jarak lingkaran besar antara dua titik pada permukaan bola (bumi) berdasarkan bujur dan lintang dengan mengasumsikan jari-jari R 6371 Km [16]. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel* 2016 yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data BTS yang akan diolah

BTS	Kecamatan	Jarak (Km)
1	11	12.04
2	5	26.50
3	12	10.16
4	2	36.12
5	17	18.74
6	17	22.35
7	17	27.16
8	17	21.52
9	4	24.45
10	4	30.48

3.2. Menentukan Jumlah Cluster

Langkah pertama dilakukan dengan menentukan nilai K sebagai jumlah cluster yang akan dibentuk yaitu penentuan jumlah cluster yang dibutuhkan dalam klusterisasi titik koordinat BTS. Jumlah cluster merupakan jumlah pengelompokan BTS yang akan dihasilkan dalam proses ini. Jumlah cluster BTS pada penelitian ini dibentuk menjadi tiga cluster yaitu Jarak Dekat, Jarak Menengah dan Jarak Jauh.

3.3. Menentukan Titik Centroid Awal

Penentuan titik pusat dilakukan dengan inisialisasi titik *centroid* awal secara acak.

Tabel 3. Nilai Centroid Acak

Data ke-i	Cluster	Kecamatan	Jarak
5	L1	17	18.74
21	L2	14	0.49
60	L3	3	40.48

3.4 Menghitung Jarak Data Terhadap Titik Centroid

Ukuran jarak antara data terhadap pusat *cluster* atau *centroid* dihitung dengan persamaan *Euclidian Distance* disajikan pada Rumus 1.

$$J = \sqrt{(m_i - q_i)^2 + (n_i - r_i)^2} \quad (1)$$

Dimana J merupakan *Euclidian Distance* atau nilai jarak ke pusat *cluster*. *i* adalah banyaknya objek. *m* dan *n* adalah koordinat objek. *q* dan *r* adalah koordinat *centroid*. Proses perhitungan jarak setiap data ke masing-masing *centroid* untuk iterasi pertama dilakukan menggunakan data ke-1 dan ke-2.

Perhitungan jarak data terhadap pusat klaster 1.

$$J_{1.1} = \sqrt{(11 - 17)^2 + (12.04 - 18.74)^2} = 8.99$$

$$J_{1.2} = \sqrt{(5 - 17)^2 + (26.50 - 18.74)^2} = 14.29$$

Perhitungan jarak data terhadap pusat klaster 2

$$J_{2.1} = \sqrt{(11 - 14)^2 + (12.04 - 0.49)^2} = 11.93$$

$$J_{2.2} = \sqrt{(5 - 14)^2 + (26.50 - 0.49)^2} = 27.52$$

Perhitungan jarak data terhadap pusat klaster 1

$$J_{3.1} = \sqrt{(11 - 3)^2 + (12.04 - 40.48)^2} = 29.54$$

$$J_{3.2} = \sqrt{(5 - 3)^2 + (26.50 - 40.48)^2} = 14.12$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan *Euclidian Distance* untuk semua data ke setiap *centroid* yang telah ditentukan., perhitungan semua data dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* 2016. Berdasarkan hasil perhitungan iterasi pertama maka didapatkan hasil cluster 1 sebanyak 33 BTS, cluster 2 sebanyak 23 BTS dan cluster 3 sebanyak 22 BTS.

3.5. Menentukan Titik Centroid Baru

Proses iterasi kedua dilakukan dengan melakukan perhitungan nilai *centroid* baru, nilai *centroid* baru diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata keanggotaan dari klaster yang dihasilkan pada proses iterasi pertama.

$$S1a = (17+17+17+17+5+8+7+18+16+11+16+7+17$$

$$6+18+18+18+13+8+6+16+16+16+$$

$$16+6+16+5+18+17+7) / 30 = 13.1$$

$$S1b = (18.74+22.35+27.16+21.52+22.51+21.95+18.74 \\ +29.73+17.53+16.72+20+18.81+21.39+22.62+ \\ 25.28+27.15+29.77+17.87+19.45+23.47+18.93 \\ +21.31+19.27+24.31+19.33+23.17+22.46+23. \\ 3$$

$$5+17.67+18.74) / 30 = 21.71$$

$$S2a = (11+12+10+12+12+10+13+14+12+9+14+14+ \\ 9+14+13+11+9+11+12+14+ 11+14+12+ \\ 14+15) / 25 = 12.08$$

$$S2b = (12.04+10.16+4.36+8.06+7.37+4.14+7.99+ \\ 0.49+5.24+4.31+0.5+4.33+5.17+4.06+7.99+9. \\ 8 \\ 4+3.54+13.42+6.73+1.68+5.7+1.21+9.73+1.25 \\ + \\ 1.65) / 25 = 5.63$$

$$S3a = (5+2+4+4+3+2+1+2+1+4+3+2+3+2+ \\ 1+5+3+3+5+3+4+5+2) / 23 = 3$$

$$S3b = (26.5+36.12+24.45+30.48+39.36+35.42+37.96+ \\ 32.4+37.92+32.55+40.47+35.84+34.84+30.2+ \\ 39.04+26.42+40.48+34.73+26.47+30.57+26.74 \\ +26.52+ 34.05) / 23 = 33.023$$

Hasil perhitungan nilai *centroid* baru untuk iterasi kedua disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai *Centroid* Baru

Cluster	Kecamatan	Jarak
L1	13.10	21.71
L2	12.08	5.63
L3	3.00	33.02

L1 merupakan pusat *cluster* 1 dengan nilai 13.1 dan 21.71, L2 merupakan pusat *cluster* 2 dengan nilai 12.08 dan 5.63 dan L3 merupakan pusat *cluster* 3 dengan nilai 3 dan 33.02 yang akan dijadikan acuan untuk perhitungan iterasi kedua. Begitu seterusnya dilakukan perhitungan jarak antara titik tiap objek dengan *centroid* baru menggunakan *Euclidean Distance*. Proses iterasi akan berhenti saat pusat klasternya tidak mengalami perpindahan lagi atau anggota masing-masing *cluster* tidak mengalami perubahan.

Setelah dilakukan perhitungan pada penelitian ini, maka proses iterasi berhenti pada iterasi kelima. Karena anggota *cluster* pada iterasi kelima sama dengan iterasi keempat, maka proses iterasi dihentikan. Sehingga diperoleh hasil akhir yang disajikan pada Tabel 5 dengan anggota masing-masing *cluster* yaitu *cluster* 1 (L1) sebanyak 30 BTS, *cluster* 2 (L2) sebanyak 25 BTS dan *cluster* 3 (L3) sebanyak 23

BTS. L1 merupakan *cluster* Jarak Menengah (JM), L2 merupakan *cluster* Jarak Dekat (JD) dan L3 merupakan *cluster* Jarak Jauh (JJ).

Tabel 5. Tabel Hasil Akhir Klasterisasi (Iterasi ke-5)

BTS	Jarak1	Jarak 2	Jarak 3	L1	L2	L3
1	9.90	6.49	22.46		L2	
2	9.41	22.03	6.82			L3
3	11.60	4.52	24.57		L2	
4	18.19	32.11	3.25			L3
5	4.90	13.99	20.00	L1		
6	3.95	17.42	17.60	L1		
7	6.70	22.08	15.18	L1		
8	3.90	16.63	18.12	L1		
9	9.50	20.47	8.63			L3
10	12.64	26.12	2.73			L3

3.6. Pengujian Data dengan *Software RapidMiner*

Hasil pengujian dengan *RapidMiner* mendapatkan hasil *cluster* yang sama dengan perhitungan manual, yang membedakan pada penamaannya saja yaitu *cluster_0*, *cluster_1* dan *cluster_2*. Data perhitungan manual L1 sama dengan data *cluster_2* pada pengujian dengan *RapidMiner*. Data perhitungan manual L2 sama dengan data *cluster_0* dan data perhitungan manual L3 sama dengan data *cluster_1* pada pengujian dengan *RapidMiner*.

Row No.	id	cluster	Kecamatan	Jarak (KM)
1	1	cluster_0	11	12.040
2	2	cluster_1	5	26.500
3	3	cluster_0	12	10.160
4	4	cluster_1	2	36.120
5	5	cluster_2	17	18.740
6	6	cluster_2	17	22.350
7	7	cluster_2	17	27.160
8	8	cluster_2	17	21.520
9	9	cluster_1	4	24.450
10	10	cluster_1	4	30.480
11	11	cluster_2	5	22.510
12	12	cluster_0	10	4.360
13	13	cluster_0	12	8.060
14	14	cluster_0	12	7.370
15	15	cluster_2	8	21.950

Gambar 2. Hasil *Cluster* Pada *RapidMiner*

Gambar 2 merupakan hasil klasterisasi menggunakan *RapidMiner* yang menyajikan masing-masing data tergabung sesuai *cluster* masing-masing.

Cluster	Items
Cluster 0	25 items
Cluster 1	23 items
Cluster 2	30 items
Total	78 items

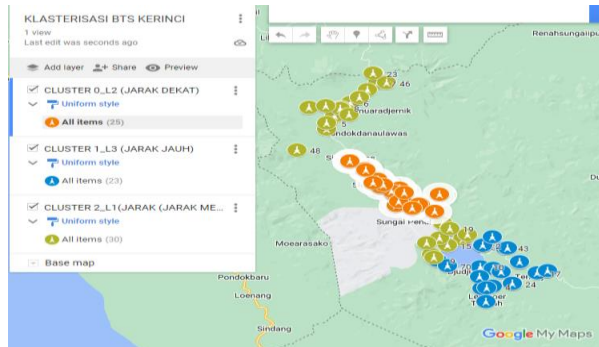
Gambar 3. Cluster Model Pada RapidMiner

Gambar 3 merupakan *cluster model* yang ditampilkan pada *RapidMiner*, dapat dilihat jumlah masing-masing *cluster* sama dengan perhitungan secara manual.

3.7. Visualisasi Hasil Cluster dengan Google Map

Setelah mendapatkan hasil klasterisasi BTS, maka dilakukan visualisasi hasil *cluster* menggunakan *Google Map* yaitu *Google My Maps* dengan alamat <https://mymaps.google.com/>.

Saat diklik salah satu titik BTS pada peta, maka akan menampilkan informasi BTS tersebut secara lengkap.



Gambar 4. Visualisasi Hasil Cluster

Gambar 4 merupakan pemetaan hasil *cluster* BTS di Kabupaten Kerinci. Warna orange merupakan L2 atau *cluster* Jarak Dekat, warna hijau merupakan L1 atau *cluster* Jarak Menengah dan warna biru merupakan *cluster* L3 Jarak Jauh.

4. Kesimpulan

Hasil klasterisasi BTS ini dapat dijadikan pedoman bagi Tim Pengawas BTS dalam melakukan perencanaan rute, jadwal pengawasan dan pembagian jumlah Tim Pengawas. Sehingga dalam perencanaan anggaran kegiatan pengawasan BTS ini menjadi lebih tepat dan penggunaan anggarannya menjadi efektif dan efisien.

Daftar Rujukan

- [1] Palacios, C. A., Reyes-Suárez, J. A., Bearzotti, L. A., Leiva, V., & Marchant, C. (2021). Knowledge discovery for higher education student retention based on data mining: Machine learning algorithms and case study in Chile. *Entropy*, 23(4), 485. <https://doi.org/10.3390/e23040485>
- [2] Thakkar, H., Shah, V., Yagnik, H., & Shah, M. (2021). Comparative anatomization of data mining and fuzzy logic techniques used in diabetes prognosis. *Clinical eHealth*, 4, 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.ceh.2020.11.001>
- [3] Setiawan, M. A., Tanton, A., & Fahmi, H. (2021). Rancang Bangun Sistem Informasi Pemetaan Persebaran Menara Telekomunikasi Seluler Berbasis GIS Di Lombok Tengah. *JUTSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, 1(1), 61-70. <https://doi.org/10.33330/v1i1.1040>
- [4] Sinaga, K. P., Hussain, I., & Yang, M. S. (2021). Entropy K-means clustering with feature reduction under unknown number

of clusters. *IEEE Access*, 9, 67736-67751. [Doi:https://10.1109/ACCESS.2020.2988796](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988796)

- [5] Susilo, P. H. (2021). Klasterisasi Virus Covid-19 Di Wilayah Kabupaten Lamongan Dengan Metode K-Means Clustering. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 6(2), 325-335. DOI: <https://doi.org/10.29100/jupi.v6i2.1999>
- [6] Hutagalung, J. (2022). Pemetaan Siswa Kelas Unggulan Menggunakan Algoritma K-Means Clustering. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 9(1), 606-620.
- [7] Rahmadani, N., Rahayu, E., & Lestari, A. (2021). K-Means Clustering Areas Prone To Traffic Accidents in Asahan Regency. *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer)*, 6(2), 181-186. DOI: [10.33480/jitk.v6i2.1519](https://doi.org/10.33480/jitk.v6i2.1519)
- [8] Revathi, J., Eswaramurthy, V. P., & Padmavathi, P. (2021, February). Hybrid data clustering approaches using bacterial colony optimization and k-means. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1070, No. 1, p. 012064). IOP Publishing. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1070/1/012064>
- [9] Said, A. A., Defit, S., & Yunus, Y. (2021). Klasterisasi Dana Bantuan Pada Program Keluarga Harapan (PKH) Menggunakan Metode K-Means. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 53-59. DOI: <https://doi.org/10.37034/infec.v3i2.66>
- [10] Elda, Y., Defit, S., Yunus, Y., & Syaljumairi, R. (2021). Klasterisasi Penempatan Siswa yang Optimal untuk Meningkatkan Nilai Rata-Rata Kelas Menggunakan K-Means. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 103-108. DOI: <https://doi.org/10.37034/jidt.v3i3.130>
- [11] Aldino, A. A., Darwis, D., Prastowo, A. T., & Sujana, C. (2021). Implementation of K-means algorithm for clustering corn planting feasibility area in south lampung regency. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1751, No. 1, p. 012038). IOP Publishing. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1751/1/012038>
- [12] Sunori, S. K., Negi, P. B., Maurya, S., Juneja, P., & Rana, A. (2021, January). K-Means Clustering of Ambient Air Quality Data of Uttarakhand, India during Lockdown Period of Covid-19 Pandemic. In *2021 6th International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)* (pp. 1254-1259). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICICT50816.2021.935862>
- [13] Suryani, T., Faisol, A., & Vendyansyah, N. (2021). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan Di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K-Means. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 380-388
- [14] Pakpahan, M., Amruddin, A., Sihombing, R. M., Siagian, V., Kuswandi, S., Arifin, R., ... & Aswan, N. (2022). Metodologi Penelitian. Yayasan Kita Menulis.
- [15] Simarmata, N. I. P., Hasibuan, A., Rofiki, I., Purba, S., Tasnim, T., Sitorus, E., ... & Simarmata, J. (2021). Metode Penelitian Untuk Perguruan Tinggi. Yayasan Kita Menulis
- [16] Ikasari, D., & Andika, R. (2021, June). Determine the Shortest Path Problem Using Haversine Algorithm, A Case Study of SMA Zoning in Depok. In *2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)* (pp. 1-6). IEEE. DOI: [10.1109/HORA52670.2021.9461185](https://doi.org/10.1109/HORA52670.2021.9461185)
- [17] Prihantoro, D. D., & Wahyuddin, M. I. (2022). Implementasi Algoritma Haversine Formula dan Location Based Service Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Bird Contest Berbasis Android. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 6(1), 663-671. DOI [10.30865/mib.v6i1.3546](https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3546)