

---

## ANALISIS PERSEBARAN DAN PENGELOMPOKAN SARANA PRASARANA DI AEK KUASAN BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS MENGGUNAKAN METODE K-MEANS

Ahmad Rifki Dharmawan<sup>1</sup>, Muhammad Yasin S<sup>2</sup>

Universitas Asahan, Kisaran

e-mail: ahmadrifkidharmawan1108@gmail.com

**Abstract:** *Equitable distribution of public facilities and infrastructure is a crucial challenge in regional governance in Aek Kuasan District, Asahan Regency. Currently, data inventories of educational, health, and religious facilities are still managed conventionally in tabular format or as a recapitulation of physical documents. This method makes it difficult for sub-district governments and stakeholders to identify spatial distribution patterns of facilities, often resulting in disparities in accessibility between villages, such as significant differences in facility density between densely populated residential areas and plantations. This study aims to design a web-based Geographic Information System (GIS) capable of automatically visualizing and analyzing public facility clustering. The method used is the K-Means Clustering algorithm with Euclidean distance measurement to partition the region into several clusters based on proximity of location coordinates. The frontend is built using React.js and the Leaflet map library for interactive visualization, while the backend uses Node.js to handle all the algorithm's computational logic, including distance calculations and centroid determination. Data storage is performed using a PostgreSQL relational database that stores location attributes in double-precision numeric format to ensure coordinate accuracy without relying on the database's spatial extensions. System testing results indicate that the application is capable of precisely mapping the locations of infrastructure facilities in seven villages/sub-districts in Aek Kuasan District. The implementation of the K-Means algorithm successfully classified areas into dense and sparse cluster zones, visualized through differences in marker colors on the digital map. This analytical information is expected to provide an empirical basis for the Aek Kuasan District Government in making more equitable and targeted development planning decisions.*

**Keywords:** *Geographic Information System, K-Means Clustering, Aek Kuasan, React.js, PostgreSQL.*

**Abstrak:** *Pemerataan pembangunan sarana dan prasarana publik merupakan tantangan krusial dalam tata kelola wilayah di Kecamatan Aek Kuasan, Kabupaten Asahan. Saat ini, inventarisasi data fasilitas pendidikan, kesehatan, dan peribadatan masih dikelola secara konvensional dalam format tabular atau rekapitulasi dokumen fisik. Metode ini menyulitkan pemerintah kecamatan dan pemangku kepentingan untuk mengidentifikasi pola penyebaran fasilitas secara spasial, sehingga seringkali terjadi ketimpangan aksesibilitas antar desa, seperti perbedaan densitas fasilitas yang signifikan antara kawasan pemukiman padat dan kawasan perkebunan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sebuah Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web yang mampu memvisualisasikan dan menganalisis pengelompokan (*clustering*) fasilitas umum secara otomatis. Metode yang diterapkan adalah algoritma *K-Means Clustering* dengan pengukuran jarak *Euclidean* untuk mempartisi wilayah ke dalam beberapa klaster berdasarkan kedekatan koordinat lokasi. Sisi antarmuka (*Frontend*) dibangun menggunakan *React.js* dan pustaka peta *Leaflet* untuk visualisasi interaktif, sedangkan sisi peladen (*Backend*) menggunakan *Node.js* untuk menangani seluruh logika komputasi algoritma, termasuk perhitungan jarak dan penentuan sentroid. Penyimpanan data*

dilakukan menggunakan basis data relasional PostgreSQL yang menyimpan atribut lokasi dalam format numerik presisi ganda untuk menjamin ketelitian koordinat tanpa ketergantungan pada ekstensi spasial basis data. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa aplikasi mampu memetakan lokasi sarana prasarana di 7 desa/kelurahan di Kecamatan Aek Kuasan secara presisi. Implementasi algoritma *K-Means* berhasil mengklasifikasikan wilayah menjadi zona kluster padat dan zona kluster jarang, yang divisualisasikan melalui perbedaan warna *marker* pada peta digital. Informasi analitis ini diharapkan dapat menjadi landasan empiris bagi Pemerintah Kecamatan Aek Kuasan dalam pengambilan keputusan perencanaan pembangunan yang lebih merata dan tepat sasaran.

**Kata Kunci:** Sistem Informasi Geografis, K-Means Clustering, Aek Kuasan, React.js, PostgreSQL.

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi informasi dalam tata kelola wilayah saat ini telah bertransformasi dari sekadar digitalisasi dokumen menjadi Analisa cerdas. Dalam konteks perencanaan pembangunan daerah, data geografis memegang peranan vital untuk memastikan distribusi fasilitas publik yang merata. Di Kecamatan Aek Kuasan yang dimana salah satu entitas administratif di Kabupaten Asahan yang terdiri dari 1 kelurahan dan 6 desa (Aek Loba Pekan, Aek Loba, Alang Bonbon, Lobu Jiur, Rawa Sari, Sengon Sari, dan Aek Loba Afd I), menghadapi dinamika pertumbuhan wilayah yang cukup patut di pertimbangkan. Karakteristik wilayah yang terbagi antara sentra pemukiman padat dan area perkebunan menuntut adanya manajemen Sarana Prasarana yang presisi.

Berdasarkan observasi awal yang penulis lakukan di wilayah Kecamatan Aek Kuasan terdapat ketimpangan dalam persebaran sarana dan prasarana umum, khususnya pada sektor pendidikan, kesehatan, dan ibadah. Fasilitas-fasilitas krusial cenderung terkonsentrasi di wilayah pusat keramaian seperti Kelurahan Aek Loba Pekan dan Desa Sengon Sari. Sebaliknya, wilayah yang berbatasan dengan area perkebunan atau yang memiliki aksesibilitas lebih rendah, seringkali minim fasilitas. Hal ini berdampak pada efisiensi mobilitas warga dalam mengakses layanan publik dasar.

Permasalahan mendasar yang penulis temukan dalam proses pengelolaan data di tingkat kecamatan adalah metode inventarisasi aset yang masih bersifat rekapitulasi teks manual. Data sarana prasarana tersimpan dalam format dokumen administratif tanpa visualisasi yang jelas. Kelemahan utama dari pendekatan konvensional ini adalah kurang mampunya untuk memberikan gambaran cepat mengenai jangkauan layanan dari sebuah fasilitas. Para pemangku kepentingan kesulitan untuk mengidentifikasi dengan cepat wilayah mana yang mengalami kelebihan kapasitas dan wilayah mana yang masih menjadi kekurangan fasilitas dan pengklasifikasiannya. Tanpa adanya sistem pemetaan yang terintegrasi, Keputusan pembangunan seringkali didasarkan pada asumsi subjektif dan bukan pada analisis data yang akurat.

Sekadar memindahkan data lokasi ke dalam peta digital tidaklah cukup untuk menyelesaikan masalah ketimpangan persebaran tersebut. Diperlukan sebuah metode analisis untuk dapat membaca pola penyebaran titik lokasi tersebut. Oleh karena itu, penulis menerapkan pendekatan algoritma *K-Means Clustering*. Algoritma ini dipilih karena kemampuannya yang efisien dalam mengelompokkan data dalam jumlah besar berdasarkan kesamaan karakteristik dalam hal ini adalah kedekatan jarak. Melalui metode ini, sistem dapat secara otomatis

mengklasifikasikan sarana prasarana di wilayah Aek Kuasan ke dalam beberapa klaster zona berdasarkan kepadatan fasilitas, sehingga pola penyebaran yang tadinya abstrak menjadi terukur jelas dan terklasifikasikan.

Metode K-Means juga menggunakan metode perhitungan jarak dalam menentukan tingkat kemiripan diantara data. Metode perhitungan jarak ini sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya dengan studi kasus dan metode yang berbeda-beda, namun hasil yang didapat juga tidak sama (Pangestu and Fitriani 2022). Prinsip kerja *K-Means* adalah mencari *centroid* (titik sentral) dari setiap grup secara iteratif. Metode ini bekerja dengan meminimalkan variasi antar data dalam suatu *cluster* dan memaksimalkan variasi antar *cluster*. Ukuran ketidaksamaan yang digunakan biasanya adalah jarak *Euclidean*. Metode *Euclidean Distance* digunakan untuk menghitung jarak antara 2 titik dengan menggunakan panjang garis lurus antara 2 titik pada garis bujur (*latitude*) dan garis lintang (*longitude*) (Sihombing and Setiawan 2025).

Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh Dicha Mutia Dhani, Relita Buaton, dan I Gusti Prahmana (2024) penelitian pertama yang dijadikan tinjauan diterbitkan dalam BRIDGE: Jurnal Publikasi Sistem Informasi dan Telekomunikasi dengan judul "Penerapan Metode K-Means Clustering untuk Menentukan Kepuasan Mahasiswa terhadap Fasilitas Sarana dan Prasarana Kampus di STMIK Kaputama Binjai". Fokus utama dari jurnal ini adalah mengelompokkan tingkat kepuasan mahasiswa terhadap kelayakan sarana pendidikan di dalam lingkungan kampus. Data yang dikelola merupakan hasil rekapitulasi angket kuesioner dengan variabel berupa nilai semester, tingkat kepuasan (sangat tidak puas hingga sangat puas), dan jenis fasilitas (ruang kuliah, kantin, parkir, dan lain-lain). Proses komputasi K-Means dieksekusi menggunakan perangkat lunak MATLAB R2014b, yang menghasilkan rekomendasi

perbaikan fasilitas berdasarkan kelompok kepuasan dominan dari para mahasiswa.

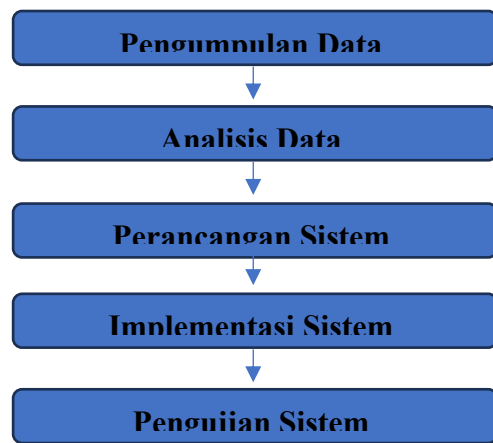
Referensi kedua merujuk pada riset yang dipublikasikan dalam Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Ilmu Komputer (SNITIK) dengan judul "Data Mining Algoritma K-Means Dalam Mengelompokkan Jumlah Desa Yang Memiliki Fasilitas Sekolah Menurut Provinsi Berdasarkan Tingkat Pendidikan" oleh Anggi Eryzha, Dedy Hartama, Anjar Wanto, dan Sumarno (2018). Penelitian ini difokuskan pada implementasi data mining untuk mempartisi 34 provinsi di Indonesia berdasarkan ketersediaan jumlah desa yang memiliki sarana pendidikan (mulai dari tingkat SD hingga Perguruan Tinggi). Menggunakan himpunan data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) rentang tahun 2003-2014, algoritma K-Means membagi kumpulan data tersebut ke dalam 3 cluster (tingkat tinggi, sedang, dan rendah).

Temuan dari eksperimen komputasi ini membuktikan bahwa metode K-Means tampil lebih unggul dan optimal dalam membentuk partisi klaster sekolah dibandingkan dengan Fuzzy C-Means, yang kemudian ditutup dengan pemetaan status pencapaian standar kelayakan sekolah per wilayah pulau.

## METODE

Kerangka kerja konseptual (*research framework*) pada riset ini direpresentasikan sebagai sebuah skema logis yang memetakan sekuens prosedur eksekusi dari keseluruhan proses investigasi ilmiah. Guna menjamin tingkat presisi dan keteraturan metodologis selama tahap perancangan sistem berlangsung, Penulis mengonstruksi sebuah abstraksi visual berupa diagram alur kerja (*workflow diagram*).

Pemodelan tersebut secara esensial difungsikan sebagai landasan instruksional sekaligus navigasi utama jalannya proyek.



Gambar 1 Kerangka Kerja Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Penulis

melakukan eksperimen pengelompokan data spasial menggunakan Metode K-Means untuk mendapatkan pola persebaran fasilitas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kumpulan Data Observasi (Dataset)

Melalui rangkaian proses papemrosesan di atas, terkumpullah himpunan data spasial yang telah distandarisasi dan sepenuhnya siap ditambahkan ke dalam perhitungan Metode sistem. Berikut disajikan sebagian representasi dari dataset fasilitas di Kecamatan Aek Kuasan yang telah berformat koordinat numerik

Tabel 1 Data Representasi Titik Koordinat Sarana Prasarana

No.	Nama Sarana & Prasarana	Kategori Fasilitas	Kelurahan/ Desa	Kondisi	Tahun	Titik X (Latitude)	Titik Y (Longitude)
1	Kantor Camat Aek Kuasan	Pemerintahan	Aek Loba Afd. I	Baik	2000	2.6484073389838865	99.6360972781735
2	Kantor Pelayanan E – KTP	Pemerintahan	Aek Loba Afd. I	Baik	2000	2.6483631298060857	99.63608386712843
3	Kantor Urusan Agama Kecamatan Aek Kuasan	Keagamaan	Aek Loba Afd. I	Baik	2009	2.649702131349713	99.63716010349552
4	Kantor Majelis Ulama Indonesia Kecamatan Aek Kuasan	Keagamaan	Aek Loba Afd. I	Buruk	2005	2.6481755756959293	99.63612946468183
5	Musholla Kantor Camat Aek Kuasan	Keagamaan	Aek Loba Afd. I	Cukup	2006	2.6480931858478804	99.63615159290613
6	Kantor Desa Aek Loba	Pemerintahan	Aek Loba	Baik	1993	2.6449248619584154	99.63218003508159
7	Kantor BPD Aek Loba	Pemerintahan	Aek Loba	Baik	1993	2.6449248619584154	99.63218003508159
8	Kantor LPM Aek Loba	Pemerintahan	Aek Loba	Baik	1993	2.6449248619584154	99.63218003508159
9	Kantor PKK Aek Loba	Pemerintahan	Aek Loba	Baik	1993	2.6449248619584154	99.63218003508159

No.	Nama Sarana & Prasarana	Kategori Fasilitas	Kelurahan/ Desa	Kondisi	Tahun	Titik X (Latitude)	Titik Y (Longitude)
						4	
10	Kantor Desa Aek Loba Afd. I	Pemerintahan	Aek Loba Afd. I	Baik	1990	2.6533625 44699478 4	99.64227263 94552
....	.....	.....	.....	.....	...	.....	.....
116	Dapur MBG	Pemerintahan	Aek Loba Pekan	Baik	2025	2.6617270 08196133 5	99.62654409 023939

**Perhitungan Menggunakan Metode K-Means Clustering**

Perhitungan dilakukan mencoba mengambil *centroid* secara random apabila kita ingin mencari titik *centroid* yang tepat dan mengulangi perhitungan hingga mencapai titik tengah paling tepat untuk semua Klaster. Dalam hal perhitungan ini penulis mencoba menggunakan 4 Klaster (K=4). Berikut berikut 4 titik *centroid* awal secara *random* yang penulis gunakan.

1.  $C1 = 2.6262625080062905, 99.60624158677184$
2.  $C2 = 2.67166483703963, 99.6799448132364$
3.  $C3 = 2.650842530846964,$

4.  $C4 = 99.57381516694163, 2.6485771477817988, 99.74443987010352$

**Hasil Clustering sesuai dengan Perhitungan Jarak Terdekat**

Dengan metode *K-Means clustering* penulis mendapatkan hasil perhitungan awal sebanyak 59 Sarana Prasarana yang berada di Klaster 1, 32 Sarana Prasarana pada Klaster 2, 8 Sarana Prasarana pada Klaster 3 dan 17 Sarana Prasarana pada Klaster 4.

Berdasarkan perhitungan menggunakan *Euclidean distance* maka hasil dari pendekatan tersebut ditampilkan di tabel berikut ini:

**Tabel 2 Data Representasi Titik Koordinat Sarana Prasarana**

No.	Nama Sarana & Prasarana	Jarak Ke Centroid 1	Jarak Ke Centroid 2	Jarak Ke Centroid 3	Jarak Ke Centroid 4	Cluster
1	Kantor Camat Aek Kuasan	0.03717197 66504168	0.0496338346 987844	0.0623297002 953816	0.1083427250 033000	C1
2	Kantor Pelayanan E - KTP	0.03713487 82254568	0.0496664087 033355	0.0623180427 522867	0.1083562143 323300	C1
3	Kantor Urusan Agama Kecamatan Aek Kuasan	0.03879910 59030390	0.0480925340 238492	0.0633552010 337857	0.1072856649 860340	C1
4	Kantor Majelis Ulama Indonesia Kecamatan Aek Kuasan	0.03706032 62469900	0.0497144864 947271	0.0623713423 988301	0.1083111498 542700	C1
5	Musholla Kantor Camat Aek Kuasar	0.03702954 17467894	0.0497339812 080612	0.0623970263 710694	0.1082893586 532630	C1
6	Kantor Desa Aek Loba	0.03195444 50076872	0.0547402986 795928	0.0586641000 788634	0.1123192314 383550	C1
7	Kantor BPD Aek Loba	0.03195444 50076872	0.0547402986 795928	0.0586641000 788634	0.1123192314 383550	C1

No.	Nama Sarana & Prasarana	Jarak Ke Centroid 1	Jarak Ke Centroid 2	Jarak Ke Centroid 3	Jarak Ke Centroid 4	Cluster
8	Kantor LPM Aek Loba	0.03195444 50076872	0.0547402986 795928	0.0586641000 788634	0.1123192314 383550	C1
9	Kantor PKK Aek Loba	0.03195444 50076872	0.0547402986 795928	0.0586641000 788634	0.1123192314 383550	C1
10	Kantor Desa Aek Loba Afd. I	0.04508490 59691327	0.0418827719 033239	0.0685038394 016509	0.1022792405 232060	C2
...	.....	.....	.....	.....	.....	.....
116	Dapur MBG	0.04086468 42733822	0.0543175630 780262	0.0538406092 025345	0.1186268676 932180	C1

**Menghitung Centroid baru**

Hasil *clustering* tersebut kemudian dicarikan kembali *centroid* yang baru untuk setiap Klaster nya. Pada Klaster 1 kita akan coba menghitung kembali *centroid*-nya :

Maka hasil dari perhitungan Centroid Baru dari centroid 1 (C1) adalah 2.64839294927024, 99.624143792492. Jika perhitungan tersebut dilakukan terhadap C2, C3, dan C4 maka berikut hasil perhitungan Centroid Baru untuk semua klaster seperti pada tabel.

**Tabel 3 Tabel Centroid Baru dari setiap Klaster**

Centroid	Titik X (Latitude) baru	Titik Y (Longitude) baru
C1 baru	2.64839294927024	99.6241437924920
C2 baru	2.65863009227049	99.6674547138033
C3 baru	2.65283341316961	99.5812544865865
C4 baru	2.63884298590180	99.7264402592398

**Perhitungan dan pengelompokan ulang**

Berdasarkan hasil perhitungan dan mendapatkan *centroid* yang baru maka dilakukan dengan metode *K-Means clustering* penulis mendapatkan hasil perhitungan awal sebanyak 64 Sarana Prasarana yang berada di Klaster 1, 14

Sarana Prasarana pada Klaster 2, 18 Sarana Prasarana pada Klaster 3 dan 20 Sarana Prasarana pada Klaster 4.

Berikut hasil dari pengelompokan berdasarkan centroid baru menggunakan Metode K-Means:

**Tabel 4 Perhitungan dan pengelompokan ke 2**

No.	Nama Sarana & Prasarana	Jarak Ke Centroid 1	Jarak Ke Centroid 2	Jarak Ke Centroid 3	Jarak Ke Centroid 4	Cluster
1	Kantor Camat Aek Kuasan	0.0119534943 427183	0.03298171 39341785	0.05502110 43305371	0.09084784 57522495	C1
2	Kantor Pelayanan E – KTP	0.0119401118 723080	0.03300818 89740260	0.05501131 16000621	0.09085653 93097558	C1
3	Kantor Urusan Agama Kecamatan Aek Kuasan	0.0130819841 712550	0.03158277 85336236	0.05599324 00188777	0.08993813 01205651	C1
4	Kantor Majelis Ulama Indonesia Kecamatan Aek Kuasan	0.0119876431 842139	0.03302375 12910271	0.05507230 40274405	0.09079172 23427410	C1
5	Musholla Kantor Camat Aek Kuasan	0.0120115414 870099	0.03302895 35841368	0.05510137 96317952	0.09076127 73563656	C1
6	Kantor Desa Aek Loba	0.0087526467	0.03784357	0.05153597	0.09445622	C1

No.	Nama Sarana & Prasarana	Jarak Ke Centroid 1	Jarak Ke Centroid 2	Jarak Ke Centroid 3	Jarak Ke Centroid 4	Cluster
		174067	66918605	45398973	83533442	
7	Kantor BPD Aek Loba	0.0087526467 174067	0.03784357 66918605	0.05153597 45398973	0.09445622 83533442	C1
8	Kantor LPM Aek Loba	0.0087526467 174067	0.03784357 66918605	0.05153597 45398973	0.09445622 83533442	C1
9	Kantor PKK Aek Loba	0.0087526467 174067	0.03784357 66918605	0.05153597 45398973	0.09445622 83533442	C1
10	Kantor Desa Aek Loba Afd. I	0.0187976586 559369	0.02572710 48873738	0.06102044 70623060	0.08541080 61540401	C1
...	.....	.....	.....	.....	.....	.....
116	Dapur MBG	0.0135483783 795257	0.04102767 36928239	0.04615456 89127725	0.10248376 97264370	C1

### Perhitungan hingga hasil akhir menggunakan metode K-Means Clustering

Berdasarkan hasil akhir perhitungan dan mendapatkan *centroid* yang baru maka dilakukan dengan metode *K-Means clustering* penulis mendapatkan hasil perhitungan awal sebanyak 64

Sarana Prasarana yang berada di Klaster 1, 15 Sarana Prasarana pada Klaster 2, 20 Sarana Prasarana pada Klaster 3 dan 17 Sarana Prasarana pada Klaster 4.

Berikut hasil dari pengelompokan berdasarkan centroid baru menggunakan Metode K-Means:

**Tabel 5 Hasil Akhir Perhitungan dan pengelompokan**

No.	Nama Sarana & Prasarana	Jarak Ke Centroid 1	Jarak Ke Centroid 2	Jarak Ke Centroid 3	Jarak Ke Centroid 4	Cluster
1	Kantor Camat Aek Kuasan	0.0048297009 778142	0.0528075377 638451	0.04697538732 19679	0.0871090339 629869	C1
2	Kantor Pelayanan E - KTP	0.0048514067 598521	0.0528304418 115911	0.04695896015 70057	0.0871192872 658968	C1
3	Kantor Urusan Agama Kecamatan Aek Kuasan	0.0049642729 637615	0.0514940757 540874	0.04814092205 20506	0.0861515654 575350	C1
4	Kantor Majelis Ulama Indonesia Kecamatan Aek Kuasan	0.0050175110 955768	0.0528281084 845386	0.04699199068 30990	0.0870607911 979009	C1
5	Musholla Kantor Camat Aek Kuasan	0.0050925159 379220	0.0528252636 980672	0.04700883748 17119	0.0870331244 986989	C1
6	Kantor Desa Aek Loba	0.0068939682 291505	0.0574555768 389132	0.04294544343 38570	0.0908469042 210717	C1
7	Kantor BPD Aek Loba	0.0068939682 291505	0.0574555768 389132	0.04294544343 38570	0.0908469042 210717	C1
8	Kantor LPM Aek Loba	0.0068939682 291505	0.0574555768 389132	0.04294544343 38570	0.0908469042 210717	C1
9	Kantor PKK Aek Loba	0.0068939682 291505	0.0574555768 389132	0.04294544343 38570	0.0908469042 210717	C1
10	Kantor Desa Aek Loba Afd. I	0.0097367064 279994	0.0458172978 474779	0.05366999094 38377	0.0814785436 477140	C1



- berupa tampilan spasial(peta). Sistem inventarisasi yang murni mengandalkan rekapitulasi teks tabular (dokumen konvensional) terbukti tidak memadai untuk mengevaluasi jangkauan radius layanan fasilitas. Kondisi inilah yang memicu ketidakmampuan instansi dalam memetakan ketimpangan distribusi antara kawasan pusat pemukiman dengan kawasan tepi atau area perkebunan.
- Proses perancangan dan pembangunan aplikasi pemetaan sarana prasarana berhasil dieksekusi melalui integrasi arsitektur sistem informasi modern. Basis data diimplementasikan menggunakan PostgreSQL (PostGIS) yang tangguh untuk memelihara format titik koordinat murni (Geometry). Lebih jauh lagi, perhitungan jarak lokasi (*Euclidean Distance*) diselesaikan dengan akurat oleh metode K-Means Clustering yang beroperasi di latar belakang (*backend*), kemudian wujud pengelompokan kawasannya langsung diproyeksikan secara visual melalui peta antarmuka dinamis berbasis React.js.
  - Aplikasi WebGIS yang telah dibangun terbukti mampu mempermudah tugas pengawasan aparat Pemerintah Kecamatan Aek Kuasan. Sistem secara otomatis dan matematis menyortir fasilitas ke dalam klaster kepadatan tinggi dan klaster kepadatan rendah tanpa adanya intervensi bias subjektif. Instrumentasi digital ini menjadi terobosan solutif yang merevolusi data pasif menjadi sebuah dasar visual tata ruang untuk membantu pengambilan keputusan pemerataan pembangunan infrastruktur daerah.
- e-101 prosiding seminar nasional teknoin 2008 bidang teknik elektro e-102.” *Teknik elektro univ. Andalas* 101–6.
- Ambiyah, ahmad al, la ode, pali aqsan, and jumadil nangi. 2025. “dan analisis spasial fasilitas umum di kota kendari menggunakan leaflet . Js.” 9(5):7682–89.
- Cherny, boris. 2019. *Programming typescript*. O’reilly media.
- Chusna, haniza annuril dan rumiati, agnes tuti. 2020. “penerapan metode k-means dan fuzzy.”
- Dhani, dicla mutia; buaton, relita; prahmana, i. Gusti. 2024. “penerapan metode k – means clustering untuk menentukan kepuasan mahasiswa terhadap fasilitas sarana dan prasarana kampus di stmik kaputama binjai.”
- Dwi nurul huda, aggrysaputra, and yulinda. 2020. “perancangan aplikasi it help desk menggunakan platform node.js pada mittasys.” *Jurnal bangkit indonesia* 9(1):137–43. Doi:10.52771/bangkitindonesia.v9i1.144.
- Eryzha, anggi, dedy hartama, anjar wanto, program studi, sistem informasi, fasilitas sekolah, tingkat pendidikan, metode penelitian, and data mining. 2018. “data mining algoritma k-means dalam mengelompokkan jumlah desa yang memiliki fasilitas sekolah menurut.” 2018(april).
- Fahmi, muhammad fahmi, sri lestanti, and wahyu dwi puspitarsari. 2024. “rancang bangun sistem informasi geografis pemetaan mahasiswa unisba blitar menggunakan react js dan mapbox.” *Innovative: journal of social science research* 4:5. <https://j-innovative.org/index.php/innovative/article/view/14981>.
- Fatah, zulfa, akbar ahmad, ike pertiwi windasari, bellia dwi, cahya putri, z. F. A. Ahmad, i p windasari, b. D. C. Putri, " pengembangan, sistem informasi, and gizi bakti. 2023. “pengembangan sistem informasi gizi bakti masyarakat universitas diponegoro berbasis react-pwa.”

## DAFTAR PUSTAKA

Afnarius, surya. 2008. “perancangan sistem visualisasi data kepengungsian menggunakan database spatial postgis

- Jurnal teknik komputer* 2(3):226–32. Doi:10.14710/jtk.v2i3.38983.
- Munawaroh, siti. 2005. “mengeksplorasi database postgresql dengan pgadmin iii.” *Jurnal teknologi informasi dinamik* 10(2):103–7.
- Niqotaini, zatin. 2021. “sistemasi: jurnal sistem informasi analisis penerimaan google classroom menggunakan pendekatan technology acceptance model (tam) dan end-user computing satisfaction (eucs).” *Sistemasi: jurnal sistem informasi* 10(3):637–61. [Http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id](http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id).
- Niqotaini, zatin. 2023. *Analisa dan perancangan sistem informasi*.
- Pangestu, mohamad sugeng, and maulida ayu fitriani. 2022. “perbandingan perhitungan jarak euclidean distance, manhattan distance, dan cosine similarity dalam pengelompokan data bibit padi menggunakan metode k-means.” *Sainteks* 19(2):141. Doi:10.30595/sainteks.v19i2.14495.
- Riyanto. 2019. *Sistem informasi geografis berbasis mobile android*. Yogyakarta: gava media.
- Sihombing, sloyvoda, and adil setiawan. 2025. “penerapan metode euclidean distance dalam pencarian lokasi tambal ban sepeda motor di kecamatan medan labuhan berbasis android.” (2):465–74.
- Sufyan bin uzayr. 2023. *Mastering visual studio code*. Oxon: crc press
- Suparmi, suparmi, and soeheri soeheri. 2020. “sistem informasi geografis pemetaan tempat kost berbasis web menggunakan metode euclidean distance.” *Infosys (information system) journal* 5(1):105. Doi:10.22303/infosys.5.1.2020.105-
- Wali, muhammad. 2020. *Rekayasa perangkat lunak*. Bandung: ellunar