

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Ailesh

Ailesh adalah perusahaan yang bergerak di bidang konsultasi dan pengembangan proyek di bidang keberlanjutan dan sirkularitas. Ailesh didirikan pada tahun 2018 dengan visi untuk menyediakan akses energi yang bersih, berkelanjutan, dan terjangkau di Indonesia. Perusahaan ini telah menyelesaikan berbagai proyek PLTS di berbagai wilayah di Indonesia dan terus berkembang pesat di bidang energi terbarukan. Tujuan perusahaan ailesh adalah untuk mempercepat transformasi hijau dan masa depan yang lebih rendah karbon melaluisolusi terbarukan untuk menciptakan ekosistem yang berkelanjutan dan sirkular. Fokus perusahaan adalah menawarkan solusi terintegrasi melalui produk dan layanan untuk mendukung bisnis yang berkelanjutan dan aspek- aspek perbaikan, dekarbonisasi, sirkularitas, dan transformasi menuju keberlanjutan.

Ailesh menjalankan model bisnis yang berfokus pada penyediaan solusi fotovoltaiik surya (PV) yang komprehensif kepada berbagai pelanggan, mencakup seluruh siklus hidup proyek mulai dari pengembangan hingga pemeliharaan. Berikut adalah rincian aktivitas bisnis utama mereka:

a. Pengembangan Proyek:

1. Konsultasi dan Penilaian:

Ailesh memulai dengan menjalin hubungan dengan pelanggan potensial untuk memahami kebutuhan energi mereka, kondisi lokasi, dan batasan anggaran. Mereka melakukan penilaian menyeluruh untuk mengevaluasi kesesuaian tenaga surya untuk setiap proyek.

2. Desain dan Teknik Sistem:

Tim insinyur Ailesh yang berpengalaman merancang sistem PV surya khusus yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik setiap pelanggan.

Mereka mempertimbangkan faktor-faktor seperti pola konsumsi energi, jenis atap, dan ruang yang tersedia untuk mengoptimalkan kinerja sistem.

3. Pembiayaan dan Pengadaan Proyek:

Ailesh membantu pelanggan dalam mengamankan opsi pembiayaan, termasuk subsidi dan pinjaman pemerintah, untuk membuat tenaga surya lebih mudah diakses. Mereka juga menangani pengadaan panel surya, inverter, dan komponen lainnya berkualitas tinggi dari pemasok terpercaya.

b. Instalasi dan Komisioning Proyek:

1. Persiapan dan Instalasi Situs:

Teknisi Ailesh yang terampil memasang sistem PV surya di lokasi pelanggan dengan hati-hati, memastikan kepatuhan terhadap standar keselamatan dan praktik terbaik industri. Mereka menangani pemasangan panel surya, koneksi listrik, dan integrasi sistem.

2. Pengujian dan Komisioning:

Setelah instalasi selesai, Ailesh melakukan pengujian yang ketat untuk memastikan sistem berfungsi dengan benar dan menghasilkan listrik seperti yang diharapkan. Mereka memantau kinerja sistem dan melakukan penyesuaian yang diperlukan.

3. Koneksi dan Persetujuan Grid:

Ailesh memfasilitasi koneksi sistem PV surya ke jaringan listrik lokal, memperoleh izin dan persetujuan yang diperlukan dari pihak berwenang terkait.

c. Operasi dan Pemeliharaan Proyek:

1. Pemantauan dan Analisis Kinerja:

Ailesh menyediakan pemantauan berkelanjutan terhadap kinerja sistem PV surya, melacak generasi energi, mengidentifikasi potensi masalah, dan mengoptimalkan output sistem. Mereka menggunakan alat pemantauan

canggih dan analitik data untuk memastikan kesehatan sistem yang optimal.

2. Pemeliharaan Preventif dan Perbaikan:

Ailesh menjadwalkan kunjungan pemeliharaan preventif rutin untuk secara proaktif mengatasi potensi masalah dan memperpanjang umur sistem PV surya. Mereka dengan cepat menanggapi setiap kerusakan yang dilaporkan atau perbaikan yang diperlukan.

3. Pelaporan Kinerja dan Dukungan Garansi:

Ailesh menyediakan laporan kinerja reguler kepada pelanggan yang merinci generasi energi, penghematan biaya, dan dampak lingkungan. Mereka menghormati jaminan dan segera menangani klaim jaminan apa pun.

d. Layanan Tambahan:

1. Pendidikan dan Pelatihan:

Ailesh menawarkan lokakarya pendidikan dan program pelatihan untuk meningkatkan kesadaran tentang energi surya, manfaatnya, dan praktik terbaik untuk manajemen energi. Mereka memberdayakan pelanggan untuk membuat keputusan yang tepat dan memaksimalkan investasi surya mereka.

2. Penelitian dan Pengembangan:

Ailesh secara aktif terlibat dalam penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan efisiensi, keterjangkauan, dan keberlanjutan solusi PV surya mereka. Mereka mengeksplorasi teknologi dan inovasi baru untuk tetap berada di garis depan industri energi surya.

Dengan mencakup layanan komprehensif ini, Ailesh memantapkan dirinya sebagai mitra terpercaya bagi bisnis dan pemilik rumah yang ingin beralih ke sumber energi terbarukan yang bersih.

2.2 Pengertian Emisi

Emisi adalah pelepasan zat, gas, atau partikel ke udara yang dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan. Emisi seringkali dikaitkan dengan polusi udara dan perubahan iklim, misalnya melalui emisi gas rumah kaca yang berasal dari aktivitas manusia.

2.2.1 Emisi Udara

Emisi udara adalah pelepasan gas atau partikel ke atmosfer yang berasal dari berbagai aktivitas manusia maupun proses alami. Emisi ini biasanya merupakan hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak, batu bara dan gas alam, serta aktivitas lain seperti deforestasi dan pembakaran sampah. Berikut contoh emisi udara yang sering di bahas:

1. Karbon dioksida (CO_2)

Gas rumah kaca utama yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam, serta dari proses industri dan deforestasi. CO_2 berkontribusi besar terhadap pemanasan global dan perubahan iklim [1].

2. Karbon monoksida (CO)

Gas beracun yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna bahan organik, terutama dari kendaraan bermotor dan pembakaran industri. CO dapat menyebabkan keracunan dan gangguan kesehatan pernapasan.

3. Nitrogen oksida (NO_x)

Campuran gas nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil di kendaraan bermotor, pembangkit listrik, dan industri. NO_x berperan dalam pembentukan ozon troposfer dan asam hujan serta menyebabkan iritasi saluran pernapasan.

4. Sulfur dioksida (SO_2)

Gas beracun yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung belerang, seperti batu bara, dan proses industri pengolahan

logam. SO₂ dapat menyebabkan iritasi pernapasan, hujan asam, dan kerusakan lingkungan.

5. Partikulat (debu halus)

Partikel padat atau cair yang dihasilkan dari pembakaran dan aktivitas industri, termasuk debu, asap, dan partikel kecil yang dapat terhirup dan merusak paru-paru manusia.

2.2.2 Penyebab Emisi Udara

Emisi udara dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain:

1. Kendaraan bermotor: Menghasilkan gas buang seperti CO, NO₂, dan partikel berbahaya akibat pembakaran bahan bakar fosil di mesin kendaraan.
2. Industri dan pabrik: Proses pembakaran bahan bakar fosil di pabrik menghasilkan asap beracun yang dilepaskan ke udara, termasuk SO₂ dan NO₂.
3. Pembangkit listrik: Terutama yang menggunakan batu bara, menghasilkan emisi gas berbahaya. Namun, pembangkit listrik berbahan gas alam cenderung menghasilkan polutan lebih rendah.
4. Pembakaran lahan dan sampah: Aktivitas pembakaran di pertanian dan rumah tangga menghasilkan asap dan partikel yang mencemari udara.
5. Aktivitas pertanian: Penggunaan pupuk kimia dan pembakaran lahan pertanian juga menyumbang emisi berbahaya.
6. Faktor alam: Letusan gunung berapi melepaskan abu vulkanik dan gas berbahaya ke udara.

2.2.3 Dampak Emisi Udara

Emisi udara yang tinggi menyebabkan pencemaran udara yang berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan, antara lain:

1. Gangguan pernapasan dan penyakit paru-paru akibat menghirup polutan seperti karbon monoksida, nitrogen oksida, dan partikel debu halus.

2. Perubahan iklim global karena peningkatan gas rumah kaca seperti CO₂ yang menyebabkan pemanasan global.
3. Kerusakan lingkungan, termasuk penurunan kualitas udara di perkotaan dan hilangnya fungsi penyerap karbon akibat deforestasi.

2.3 Industri Power Plant (Pembangkit Listrik)

Industri power plant, atau pembangkit listrik, merupakan sektor krusial dalam menyediakan energi yang dibutuhkan untuk berbagai aspek kehidupan modern, mulai dari rumah tangga, industri, hingga transportasi. Pembangkit listrik mengubah berbagai sumber energi menjadi energi listrik melalui serangkaian proses teknologi[5].

2.3.1 Jenis-Jenis Pembangkit Listrik

Pembangkit listrik dapat diklasifikasikan berdasarkan sumber energi utama yang digunakan:

1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Menggunakan bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, atau gas alam untuk memanaskan air dan menghasilkan uap bertekanan tinggi yang memutar turbin, kemudian menggerakkan generator listrik.

2. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)

Menggunakan turbin gas yang dibakar dengan gas alam atau bahan bakar minyak ringan untuk menghasilkan energi mekanik yang kemudian diubah menjadi listrik oleh generator. PLTG sering digunakan untuk beban puncak karena kemampuannya untuk dioperasikan dan dihentikan dengan cepat.

3. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

Menggunakan reaksi fisi nuklir untuk menghasilkan panas yang kemudian digunakan untuk menghasilkan uap dan menggerakkan turbin-generator. PLTN dikenal dengan emisi karbon yang rendah namun memiliki tantangan terkait limbah radioaktif dan keselamatan.

4. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Memanfaatkan energi kinetik air yang mengalir atau jatuh untuk memutar turbin yang terhubung ke generator. PLTA merupakan sumber energi terbarukan yang signifikan.

5. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)

Memanfaatkan panas bumi untuk menghasilkan uap yang kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin-generator. PLTP merupakan sumber energi terbarukan yang relatif stabil.

6. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik melalui dua metode utama:

- a. Fotovoltaik (PV) : Menggunakan panel surya yang terdiri dari sel-sel fotovoltaik untuk menghasilkan listrik secara langsung dari cahaya matahari.
- b. Termal Surya : Memfokuskan cahaya matahari untuk menghasilkan panas yang kemudian digunakan untuk menghasilkan uap dan menggerakkan turbin.

7. Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Memanfaatkan energi kinetik angin untuk memutar turbin angin yang terhubung ke generator. Merupakan sumber energi terbarukan yang pertumbuhannya pesat.

8. Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa

Menggunakan bahan organik seperti limbah pertanian, kayu, atau sampah organik untuk menghasilkan panas melalui pembakaran atau gasifikasi, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan listrik.

2.3.2 Teknologi dalam Industri Power Plant

Industri power plant terus mengalami perkembangan teknologi untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi emisi, dan meningkatkan keandalan:

1. Turbin dengan Efisiensi Tinggi : Pengembangan desain turbin yang lebih aerodinamis dan material yang tahan terhadap suhu dan tekanan tinggi.
2. Sistem Pembakaran Canggih : Teknologi pembakaran yang lebih efisien dan menghasilkan emisi yang lebih rendah, seperti Low NOx burner dan Ultra-Supercritical boiler.
3. Penangkapan dan Penyimpanan Karbon (CCS) : Teknologi untuk menangkap emisi CO₂ dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil dan menyimpannya di bawah tanah atau menggunakannya untuk aplikasi lain.
4. Energi Terbarukan yang Terintegrasi : Pengembangan teknologi untuk mengintegrasikan sumber energi terbarukan yang intermiten (seperti surya dan angin) ke dalam jaringan listrik, termasuk sistem penyimpanan energi.
5. Smart Grid : Pengembangan jaringan listrik pintar yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keamanan sistem tenaga listrik.
6. Digitalisasi dan Otomatisasi : Penggunaan sensor, analisis data besar (big data), dan kecerdasan buatan (AI) untuk memantau kinerja pembangkit, melakukan pemeliharaan prediktif, dan mengoptimalkan operasi.
7. Penyimpanan Energi : Pengembangan berbagai teknologi penyimpanan energi seperti baterai, pumped hydro storage, dan thermal energy storage untuk mengatasi intermitensi energi terbarukan dan meningkatkan stabilitas jaringan.

2.4 Industri Oil & Gas Distribution (Minyak & Gas Distribusi)

Oil & gas distribution adalah rangkaian kegiatan yang meliputi pengangkutan, penyimpanan, dan penyaluran produk minyak dan gas bumi dari kilang atau terminal ke konsumen akhir. Proses ini dimulai setelah minyak

mentah diangkat dari bawah permukaan tanah dan diproses di kilang menjadi berbagai produk seperti bensin, solar, LPG, avtur, dan produk lainnya. Produk-produk ini kemudian didistribusikan melalui berbagai moda transportasi seperti pipa, kapal tanker, truk tangki, kereta api, dan pesawat udara, hingga sampai ke tempat-tempat seperti Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) atau konsumen industri.

Distribusi minyak dan gas bumi mencakup beberapa tahap utama:

1. Pengangkutan minyak mentah dari sumur ke kilang penyulingan melalui pipa atau kapal tanker.
2. Pengolahan minyak mentah di kilang untuk memisahkan komponen-komponennya berdasarkan berat kondensasi menjadi produk-produk seperti bensin, solar, LPG, dan lain-lain.
3. Pengujian kualitas produk, misalnya pengujian kadar oktan bensin, sebelum produk siap didistribusikan.
4. Pengiriman produk jadi dari kilang atau terminal ke depot dan selanjutnya ke konsumen akhir menggunakan moda transportasi yang sesuai.
5. Penyaluran produk ke konsumen, baik melalui SPBU, lembaga penyalur, maupun langsung ke instansi pemerintahan dan industri.

Distribusi gas bumi khususnya juga dilakukan melalui jaringan pipa yang terintegrasi, meliputi transmisi dan distribusi gas ke wilayah tertentu sesuai rencana pengembangan jaringan nasional. Secara singkat, oil & gas distribution adalah keseluruhan proses pengangkutan dan penyaluran produk minyak dan gas bumi dari titik produksi dan pengolahan ke tangan konsumen akhir dengan tujuan memastikan pasokan energi yang aman, efisien, dan berkelanjutan [6].

2.5 Data Mining

2.5.1 Pengertian Data Mining

Menurut Tan (2006) Dikutip Oleh Prasetyo (2012:2), mendefinisikan data mining sebagai proses untuk mendapatkan informasi yang berguna dari gudang basis data yang besar. Data mining juga dapat diartikan sebagai pengekstrakan informasi baru yang diambil dari bongkahan data besar yang membantu dalam pengambilan keputusan. Istilah data mining kadang disebut juga Knowledge Discovery. Salah satu teknik yang dibuat dalam data mining adalah bagaimana menelusuri data yang ada untuk membangun sebuah model, kemudian menggunakan model tersebut agar dapat mengenali pola data yang lain yang tidak berada dalam basis data yang tersimpan. Kebutuhan untuk prediksi juga dapat memanfaatkan teknik ini. Dalam data mining, pengelompokan data juga bisa dilakukan [7].

2.5.2 Fungsi Data Mining

1. Prediction

Fungsi data mining yang pertama adalah prediksi atau *prediction*. Ini adalah proses untuk menemukan pola dari data dengan dan juga menggunakan beberapa variabel untuk memprediksikan variabel lainnya yang nilai atau jenisnya masih tidak diketahui [8].

2. Description

Berikutnya ada fungsi deskripsi atau *description*. Ini adalah proses untuk menemukan suatu ciri krusial dari data yang terdapat di dalam suatu *database* atau basis data.

3. Classification

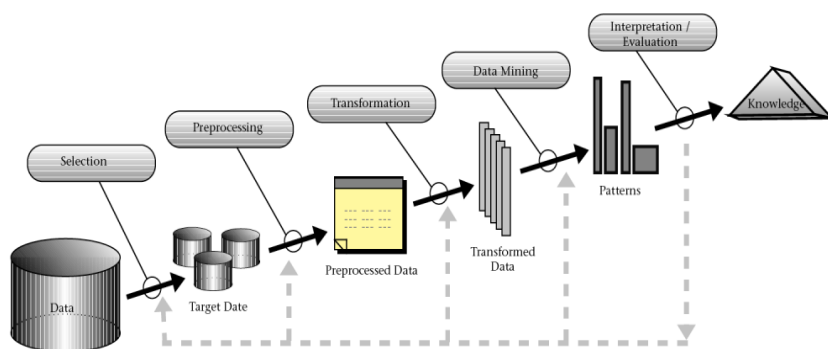
Klasifikasi atau *classification* adalah suatu proses untuk menemukan contoh atau fungsi agar dapat menggambarkan grup atau konsep dari suatu data. Proses yang digunakan untuk menggambarkan data tersebut adalah hal yang penting serta juga bisa memprediksi kecenderungan data yang terdapat pada masa depan (mendatang) [9].

4. Association (asosiasi)

Yang terakhir adalah asosiasi atau *association*. Ini adalah proses yang dipakai untuk menemukan suatu hubungan yang terdapat pada nilai atribut daripada sekumpulan data.

2.5.3 Knowledge Discovery In Database (KDD)

Tahapan yang dilakukan pada proses data mining diawali dari seleksi data dari data sumber ke data target, tahap preprocessing untuk memperbaiki kualitas data, transformasi, data mining serta tahap interpretasi dan evaluasi yang menghasilkan output berupa pengetahuan baru yang diharapkan memberikan kontribusi yang lebih baik [10]. Secara detail dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Tahapan Data Mining

Tahap-tahap knowledge discovery in database (KDD) adalah sebagai berikut :

1. Data Selection

Pemilihan (seleksi) data dari sekumpulan data operasional perlu dilakukan sebelum tahap penggalian informasi dalam KDD dimulai. Data hasil seleksi yang digunakan untuk proses data mining, disimpan dalam suatu berkas, terpisah dari basis data operasional[11].

2. Pre-Processing/Cleaning

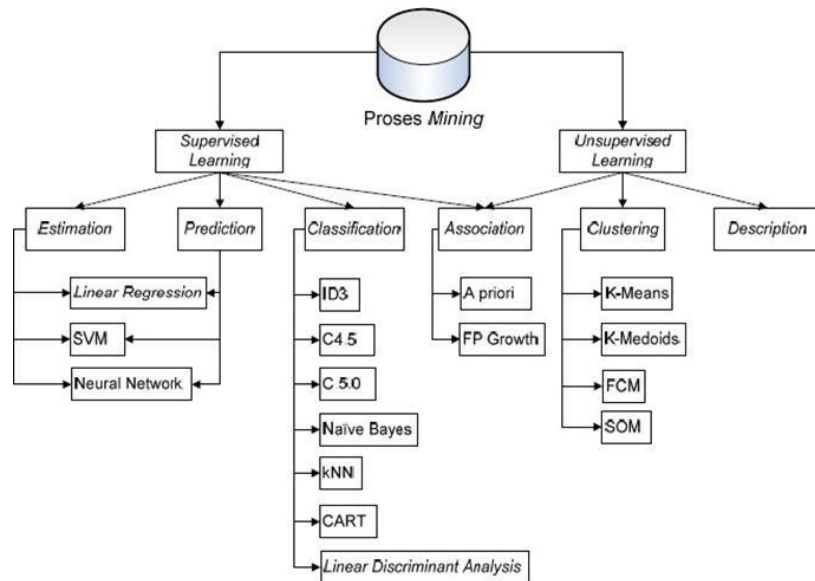
Sebelum proses data mining dapat dilaksanakan, perlu dilakukan proses *cleaning* pada data yang menjadi fokus KDD. Proses cleaning mencakup antara lain membuang duplikasi data, memeriksa data yang konsisten, dan memperbaiki kesalahan pada data [12].

3. Transformation

Proses transformasi pada data yang telah dipilih, sehingga data tersebut sesuai untuk proses data mining. Proses coding dalam KDD merupakan proses kreatif dan sangat tergantung pada jenis atau pola informasi yang akan dicari dalam basis data.

4. Data Mining

Proses mencari pola atau informasi menarik dalam data terpilih dengan menggunakan teknik atau metode tertentu. Teknik, metode, atau algoritma dalam data mining sangat bervariasi. Pemilihan metode atau algoritma yang tepat sangat bergantung pada tujuan dan proses KDD secara keseluruhan.



Gambar 2. 2 Proses Mining

5. Interpretation/Evaluation

Pola informasi yang dihasilkan dari proses *data mining* perlu ditampilkan dalam bentuk yang mudah dimengerti oleh pihak yang berkepentingan. Tahap ini merupakan bagian dari proses KDD yang disebut *interpretation*.

2.6 Clustering

Clustering/Klasterisasi merupakan teknik mengelompokkan data pada *data base* yang mengolah banyak data dalam database tersebut yang berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Pengelompokan data pada metode *clustering* menentukan *cluster* tanpa berdasarkan kelas-kelas tertentu[13]. *Cluster* juga dapat dipakai untuk mengelompokkan data yang kelasnya belum diketahui sama sekali. Bahkan *clustering* dapat digunakan untuk memberikan label pada kelas data yang belum diketahui, sehingga *clustering* dapat digolongkan kedalam metode *unsupervised learning*. Konsep dari *clustering*

sangatlah sederhana yaitu mengelompokkan objek kedalam *cluster* yang memiliki kesamaan, semakin tinggi kesamaan dari objek tersebut maka semakin akurat juga hasil dari *cluster* tersebut [7]

Clustering biasanya digunakan dalam intelijen bisnis, pengenalan pola visual, pencarian *web*, *biosains*, dan keamanan. *Clustering* adalah proses pengelompokan data menjadi beberapa *cluster* sehingga data dalam suatu *cluster* memiliki kemiripan yang maksimal. Cara kerja teknik ini adalah dengan mengelompokkan kumpulan data ke dalam kelas-kelas atau *cluster*, dimana objek-objek pada kelas tersebut mempunyai kemiripan yang tinggi dengan objek-objek lain pada kelas tersebut, namun memiliki kemiripan yang rendah dengan objek-objek lain pada kelas tersebut di kelas/*cluster*[14].

2.7 K-Means Clustering

K-Means clustering merupakan salah satu metode data *clustering* non-hirarki yang mengelompokkan data dalam bentuk satu atau lebih *cluster*/kelompok. Data-data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan dalam satu *cluster*/kelompok dan data yang memiliki karakteristik yang berbeda dikelompokkan dengan *cluster*/kelompok yang lain sehingga data yang berada dalam satu *cluster*/kelompok memiliki tingkat variasi yang kecil, jumlah *cluster* pada algoritma ini tidak memiliki batasan maksimal karena jumlah *cluster* (k) ditentukan sendiri menggunakan metode elbow dalam bahasa pemrograman python [15].

Tahapan untuk perhitungan algoritma K-Means dijelaskan di bawah ini:

1. Tetapkan banyaknya jumlah cluster (k)
2. Pilih random titik pusat untuk cluster (centroid)
3. Pakai rumus Euclidean distance untuk mendapatkan jarak tiap data terhadap centroid, rumusnya yakni:

$$(x,y) = \sqrt{\sum_{n=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Keterangan:

(x,y): jarak data x dan y

x: titik data objek

y: titik data centroid

i: banyaknya objek

1. Kelompokkan data yang sudah dikalkulasikan menurut jarak terkecil (minimum) antara data tersebut dengan pusat cluster atau data centroid dan mendapatkan cluster baru.
2. Lakukan perhitungan Kembali berdasarkan data yang mengikuti cluster masing-masing untuk pusat cluster (centroid) baru. Nilai centroid baru didapatkan dari hasil perhitungan rata-rata data terhadap setiap cluster.

Rumus sebagai berikut:

$$C1 = \frac{X1+X2+X3+...+Xn}{\sum x}$$

Keterangan:

CI : centroid baru

x1 : nilai cluster ke-1

xn : nilai cluster ke-n

x : jumlah data

3. Setelah dapat centroid baru, maka lakukan iterasi selanjutnya atau ulangi Langkah c sampai e sampai tidak ditemukan data yang berpindah-pindah dari cluster[15].

2.8 Bahasa Pemrograman Python

Bahasa pemrograman Python pertama kali dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1991 di Amsterdam, Belanda. Nama Python diambil dari acara komedi televisi Inggris yang disebut “Monty Python’s Flying Circus”. Guido van Rossum ingin menciptakan bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan digunakan, serta memiliki sintaks yang bersih dan elegan.

Python awalnya dirancang sebagai bahasa pemrograman yang mudah dibaca dan ditulis. Filosofi desain Python dikenal dengan sebutan “The Zen of Python”, yang mengutamakan kejelasan, kesederhanaan, dan konsistensi dalam penulisan kode. Python awalnya dirancang sebagai bahasa pemrograman skrip (scripting language) untuk otomatisasi tugas-tugas administratif dan pengembangan aplikasi web. Namun, seiring berjalannya waktu, Python telah berkembang menjadi bahasa pemrograman yang serbaguna dan populer di berbagai bidang, termasuk pengembangan web, analisis data, kecerdasan buatan, pengembangan game, dan banyak lagi.

Python pertama kali diperkenalkan ke publik pada tahun 1991 dengan rilis versi Python 0.9.0. Pada tahun 2000, Python versi 2.0 dirilis dengan banyak perbaikan dan fitur baru. Pada tahun 2008, Python versi 3.0 dirilis dengan perubahan signifikan pada sintaks dan perpustakaan. Memberikan performa yang lebih baik dan perbaikan keamanan, serta banyak fitur baru, tetapi juga menyebabkan munculnya beberapa perubahan sintaks yang tidak kompatibel dengan Python versi 2.0 yang menyebabkan masih banyak pengguna Python yang belum beralih menggunakan Python versi 3.0. Namun, sekarang ini Python 3 menjadi versi utama yang digunakan dan terus dikembangkan oleh komunitas developer Python. Python menjadi bahasa yang paling populer seiring dengan fleksibilitas dan kemudahan untuk mempelajarinya [16].

2.8.1 Fungsi dan Keunggulan Bahasa Pemrograman Python

Bahasa pemrograman Python banyak dipakai untuk mendukung software development, situs web, dan lainnya. Pada software python digunakan untuk membuat aplikasi baik untuk dekstop maupu mobile yang sering digunakan banyak orang seperti google, youtube, instagaram, spotify. Python juga bisa dipakai untuk membuat aplikasi web dan website yang ituitif dengan memakai bantuan framework seperti Django, Flask, dan Pyramid. Python juga memiliki library yang lengkap untuk menangani kebutuhan data science machine learning, dan AI seperti TensorFlow, NumPy, Pandas, Matplotlib, Keras, SciKit-Learn dan PyTorch. Python dapat digunakan untuk membuat game dengan menggunakan library seperti Pygame, PyOpenGL, dan Panda3D. Beberapa game yang terkenal dibangun menggunakan Python adalah Battlefield, The Sims, dan Pancam. Python dapat digunakan untuk mengotomatisasi tugas-tugas tertentu pada sistem oprasi seperti Linux dan Windows. Pembuatan script ini dapat dilakukan dengan menggunakan library seperti PyAutoGUI, Selenium, BeautifulSoup, dan Requests.

Python merupakan salah satu bahasa pemrograman yang mudah untuk dipelajari dibandingkan dengan bahasa pemrograman lainnya, karena Python memiliki kaidah penulisan dan sintaks yang mudah dipahami dan dipelajari bahkan untuk seorang pemula untuk programmer bahasa ini sering dijadikan bahasa favorit. Kode dan sintaks pada python mudah dipahami karena mirip dengan bahasa manusia. Hal dapat memudahkan pengguna untuk mengenali dan menyempurnakan sintaks dan kode yang telah ditulis. Python adalah bahasa pemrograman yang fleksibel dan dapat digunakan untuk berbagai jenis tujuan seperti pengembangan perangkat lunak, pengembangan web, data science, dan lain sebagainya. Python adalah bahasa open source, yang artinya siapapun dapat dengan bebas menggunakan, memodifikasi, dan mendistribusikan bahasa pemrograman Python. Python memiliki pilihan perpustakaan yang lengkap dan

beragam tergantung pada kebutuhan yang diinginkan. Python mendukung pemrograman yang berorientasi pada objek, dimana desain software akan dilakukan berdasarkan data atau objek, bukan dari fungsi dan logika. Hal ini membuat Python lebih modular dan mudah dipelihara [17].

2.9 Google Colaboratory

Colaboratory, atau “Colab” merupakan produk dari Google Research. Colab memungkinkan siapa saja menulis dan mengeksekusi kode python arbitrer melalui browser, dan sangat cocok untuk machine learning, analisis data, serta pendidikan. Secara lebih teknis, Colab merupakan layanan notebook Jupyter yang dihosting dan dapat digunakan tanpa penyiapan, serta menyediakan akses gratis ke resource komputasi termasuk GPU. Resource Colab tidak dijamin dan sifatnya terbatas, serta batas penggunaannya terkadang berfluktuasi. Hal ini diperlukan agar Colab dapat menyediakan resource secara gratis.

Pengguna yang ingin memiliki akses lebih andal ke resource yang lebih baik dapat menggunakan Colab Pro. Memperkenalkan Colab Pro merupakan langkah pertama yang Google ambil untuk melayani pengguna yang ingin melakukan lebih banyak hal di Colab. Tujuan jangka panjang pihak Google adalah untuk terus menyediakan versi gratis Colab, dan di saat yang bersamaan berkembang secara berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan pengguna Google [4].

2.10 Google Looker Studio

Google Looker Studio (sebelumnya dikenal sebagai Google Data Studio) adalah platform visualisasi data dan pelaporan interaktif yang memungkinkan pengguna untuk membuat laporan dan dasbor (dashboard) yang mudah dipahami dan dapat disesuaikan. Looker Studio memungkinkan pengguna untuk menghubungkan berbagai sumber data, termasuk Google Analytics, Google Sheets, BigQuery, dan sumber data lainnya, untuk

menghasilkan visualisasi data yang dinamis dan interaktif. Pengguna dapat membuat grafik, tabel, peta, dan banyak elemen visual lainnya untuk membantu memahami dan menganalisis data secara lebih mendalam [18].

2.11 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah beberapa ringkasan dari penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini :

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Metode	Tujuan	Penulis/ Tahun	Hasil
1	Analisis Cluster Tingkat Kualitas Udara Ambien Jalan Raya di DIY 2015	K-Means Clustering	Mengelompokkan Tingkat kualitas udara ambien berdasarkan variabel suhu, kebisingan, polutan NO2 polutan SO2 ,Polutan Carbon Monoksida, polutan ozon , polutan timah hitam, polutan hydrocarbon ,dan polutan debu diameter 10 pada 30 jalan raya di DIY tahun 2015.	Intisal puspa wahyu Nabila, jaka nugraha/ 2017	Di dapatkan yaitu masing-masing 10 jalan raya dengan kualitas udara ambien baik, 18 jalan raya dengan kualitas udara ambien cukup baik, 1 jalan raya dengan kualitas udara ambien kurang baik, serta 1 jalan raya dengan kualitas udara ambien buruk
2	Analisis Klastering Dampak Lingkungan Berdasarkan Konsumsi Energi Perusahaan Berbasis Industri 4.0	Metode CRISP-DM / Algoritma K-Means	Mengelompokkan fitur yang mempengaruhi tingginya emisi karbon. Proses penentuan fitur yang akan digunakan dalam K-Means menggunakan	Dewa Adji Kusuma, Aditya dwi putro wicaksono/ 2023	Hasil model clustering mendapatkan nilai evaluasi yang baik menggunakan metric evaluasi silhouete. Pada sumber data 1 mendapatkan nilai silhouete 0.744 dan

	Menggunakan Metode CRISP-DM		pearson correlation		pada subset data 2 mendapatkan nilai silhouette 0.7629. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model K-Means bekerja dengan cukup baik dalam membuat cluster.
3	Teknik Data Mining Guna Menentukan Kategori Pencemaran Udara Di Yogyakarta	Algoritma K-Means Clustering	Memberi masukan bagi pemerintah agar segera dapat menanggulangi pencemaran udara mengingat banyaknya dampak buruk yang mengintai dalam berbagai aspek kehidupan.	Purnama Jaya Mendrofa, Feri Sulianta/ 2024	Hasil analisis menunjukkan bahwa emisi dari kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara di Jakarta. Informasi ini digunakan untuk mendukung kebijakan pengendalian emisi kendaraan bermotor, seperti pembatasan kendaraan dan penerapan standar emisi yang lebih ketat.
4	Penerapan Metode Naïve Bayes Untuk Menentukan Tingkat Polusi Udara di Kota Medan	Naïve Bayes	Penerapan naïve bayes dalam menentukan tingkat kualitas udara dengan menggunakan sebanyak 249.364 data polusi yang	Johannes Kristianto Siahaan / 2023	Penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa kualitas udara di 3 titik jalan di kota medan yaitu jalan Sei Deli, Tembung

			diperoleh dari perangkat selama satu bulan percobaan yang dipasang pada 3 titik jalan di kota medan.		dan KIM. Masih tergolong pada kategori sedang dan hanya pada waktu tertentu terdapat kategori tidak sehat.
5	Pengelompokkan Pola Emisi Gas Karbon Di Pulau Sumatera Dengan Menggunakan Jarak Dynamic Time Warping (DTW)	Clustering nya menggunakan metode K-Medoids serta perhitungan jaraknya menggunakan Dynamic Time Warping (DTW)	Untuk mengantisipasi kebakaran hutan yang terjadi, dengan mengidentifikasi area yang rawan kejadian kebakaran hutan dengan cara pengelompokkan.	Masagus Reyhan Fadhillah /2018	pengelompokkan pada data emisis gas karbon di pulau sumatera menghasilkan tiga kelompok yang menghasilkan validasi kelompok sangat baik. Tiga kelompok yang terbentuk merupakan karakteristik emisis gas karbon yang terdiri dari emisi gas karbon besar, sedang, dan rendah.
6	K-Means dan Fuzzy C-Means Pada Analisis Data Polusi Udara Di Kota X	Algoritma K-Means dan Fuzzy C-Means	Polusi udara adalah masalah umum bagi daerah perkotaan. Dimana umumnya daerah perkotaan memiliki tingkat produksi gas polutan lebih besar disbanding daerah lainnya. Pada penelitian ini maka dilakukan analisis	Sandi Fajar Rodiyansyah/ 2017	Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata standar deviasi pada hasil clustering fuzzy c-means lebih kecil daripada rata-rata standar deviasi pada hasil clustering k-means. Selain itu, penelitian ini juga

			Perbandingan algoritma k-means dan fuzzy c-means untuk digunakan pada proses analisis cluster menggunakan data polusi udara harian suatu kota.		menghasilkan simpulan bahwa parameter natrium dioksida (NO ₂), non metal hydro carbon (NMHC) dan natrium oksida (NO _x) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses clustering.
7	Implementasi Algoritma K-Means Menggunakan Aplikasi Orange Dalam Clustering Pencemaran Udara di DKI Jakarta Tahun 2021	K-Means Clustering	Mengelompokkan kategori dari kualitas udara baik, sedang, dan tidak sehat. Dengan menggunakan data yang diperoleh dari indeks standar pencemaran udara (ISPU) dari dinas lingkungan hidup provinsi DKI Jakarta tahun 2021	Michael Sitorus, Depriansa Fitron, Carolus Agung Segara Wisesa/ 2022	Didapat hasil bahwa cluster 0 atau kategori kualitas udara tidak sehat sebanyak 212 item. Tingkat akurasi dari implementasi cluster k-means untuk menentukan kualitas udara di DKI Jakarta adalah 0,9622
8	Clustering Data Polutan Udara Kota Pekanbaru dengan Metode K-Means Clustering	K-Means Clustering	Pencemaran udara adalah salah satu permasalahan yang selalu mengganggu kesehatan lingkungan, seperti kabut asap yang belakangan ini terjadi di Pekanbaru yang mengganggu kesehatan manusia bahkan sampai menelan korban	Fathuddin Yazid, Muhammad Affandes / 2017	Dari hasil penelitian diketahui bahwa terdapat 16 bulan dari 84 bulan dari tahun 2009-2015 yang memiliki kadar polutan PM yang termasuk ke dalam kategori sedang hingga sangat tidak sehat.