

Penerapan Geo-Spatial Business Intelligence dalam Analisis dan Visualisasi Survey Kondisi Jalan

Zulkifli Arsyad¹, Sofia Umaroh²

¹Teknik Informatika, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia

²Sistem Informasi, Institut Teknologi Nasional, Indonesia

zulkifli.arsyad@polban.ac.id

Info Artikel

Sejarah artikel:

Diterima Desember 2024

Direvisi Desember 2024

Disetujui Desember 2024

Diterbitkan Desember 2024

ABSTRACT

The road pavement condition survey aims to determine the Pavement Condition Index (PCI) value, which serves as the main indicator in determining road treatment strategies, such as routine maintenance, periodic maintenance, structural improvements, or reconstruction. In the manual execution of the road condition survey, the process involves walking along the road sections to be surveyed, taking samples from specific sections, which can take a relatively long time. In this study, an innovation was introduced to use video for recording road sections and performing analysis using an application. Data collection for the survey is carried out using video cameras with GPS technology mounted on vehicles to record road conditions in real-time. The telemetry data generated includes information on latitude, longitude, and vehicle speed, which is then further analyzed to create a dataset containing damage types, severity levels, damage dimensions, and other parameters. With the vast extent of provincial road sections reaching thousands of kilometers, Geospatial Business Intelligence (BI)-based street map technology is used to visualize and analyze survey results more effectively and quickly. The results of the study show that video and telemetry technology provide detailed information, while integration with Geospatial BI enhances the efficiency and speed of strategic decision-making related to road treatment.

Keywords: *Businnes Intelligence; Geospatial; IKP; Street Map.*

ABSTRAK

Survey kondisi perkerasan jalan bertujuan untuk menentukan nilai Indeks Kondisi Perkerasan (IKP), yang menjadi indikator utama dalam penentuan strategi penanganan jalan, seperti pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, peningkatan struktural, atau rekonstruksi. Dalam pelaksanaan survey kondisi jalan secara manual dilakukan dengan berjalan kaki menelusuri ruas jalan yang akan disurvei dengan mengambil sample pada ruas jalan tertentu yang dapat menghabiskan waktu relatif lama, pada penelitian ini dilakukan inovasi untuk menggunakan video untuk melakukan perekaman ruas jalan dan melakukan analisis menggunakan aplikasi. Pengumpulan data survey dilakukan menggunakan kamera video dengan teknologi GPS yang dipasang pada kendaraan untuk merekam kondisi jalan secara *real-time*. Data telemetri yang dihasilkan mencakup informasi *latitude*, *longitude*, dan kecepatan kendaraan, yang kemudian dianalisis lebih lanjut sehingga menjadi dataset yang mencakup jenis kerusakan, tingkat keparahan, dimensi kerusakan, dan parameter lainnya. Dengan luas ruas jalan provinsi mencapai ribuan kilometer, teknologi *street map* berbasis *Geospatial Business Intelligence* (BI) digunakan untuk memvisualisasikan dan menganalisis hasil survey lebih efektif dan cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi video dan telemetri memberikan informasi yang mendalam,

sementara integrasi dengan *Geospatial* BI meningkatkan efisiensi dan kecepatan pengambilan keputusan strategis terkait penanganan jalan.

Kata Kunci : *Business Intelligence; Geospatial; IKP; Street Map.*

PENDAHULUAN

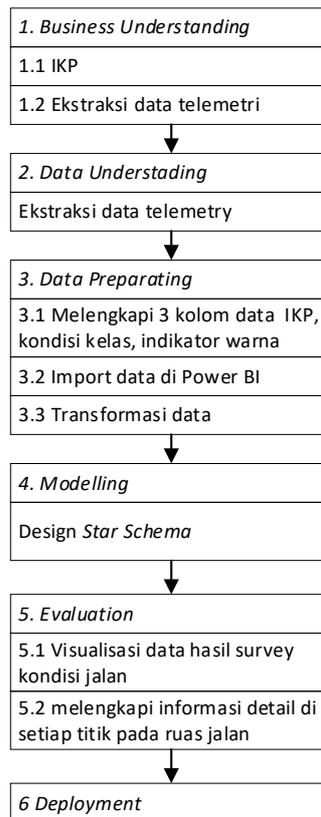
Jalan merupakan infrastruktur transportasi yang penting untuk pergerakan orang dan barang guna mendukung kesejahteraan perekonomian. Efisiensi, keselamatan, keamanan, dan kenyamanan masyarakat mempunyai akibat yang signifikan melalui kerusakan dan cacat pada permukaan jalan [1]. Kegiatan survey kondisi jalan adalah kegiatan rutin tahunan di dinas bina marga dalam menentukan jenis penanganan jalan yaitu pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, peningkatan structural atau rekonstruksi. Kegiatan tersebut merupakan bagian dari tugas dalam melaksanakan dan menyelenggarakan monitoring kegiatan pembangunan, peningkatan dan pemeliharaan berkala jalan, khususnya pada Jalan Provinsi.

Dalam hasil survey kondisi jalan menghasilkan nilai IKP (Indeks Kinerja Pekerasan) dari ruas jalan provinsi yang disurvei untuk menentukan jenis penanganan pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, peningkatan structural atau rekonstruksi dengan nilai IKP rentang 0 hingga 100. Untuk melihat diruas jalan mana yang memiliki nilai IKP sangat baik, baik, sedang, jelek, parah, sangat parah, dan hancur maka diperlukan suatu monitoring hasil nilai IKP berdasarkan ruas jalan yang telah di survey menggunakan *geo Spatial Business intelligence*. Setiap ruas jalan dapat dilihat kelas IKP dengan standar warna pada kelas IKP. Untuk mewujudkan kebutuhan tersebut, peneliti melakukan riset untuk membangun *prototype geo Spatial Business intelligence* untuk memvisualisasikan hasil IKP untuk membantu pihak terkait dalam menentukan keputusan terkait jenis penanganan pada ruas jalan provinsi.

METODE

Metode penelitian ini menggunakan kerangka kerja CRISP-DM (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*) untuk mendukung analisis survei kondisi jalan berbasis data spasial. Kerangka ini terdiri dari enam tahapan yang saling berhubungan dan iteratif, yang dapat dilihat pada gambar 1.

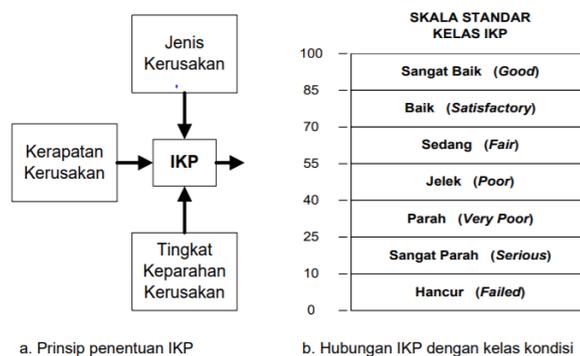
Berdasarkan gambar 1, penelitian ini masuk ke dalam kategori **kuantitatif**, karena berfokus pada pengumpulan dan analisis data numerik serta pengukuran yang dapat dihitung dan dianalisis secara statistik. Elemen utama dari penelitian ini adalah penghitungan nilai **Indeks Kondisi Perkerasan (IKP)** yang berupa angka dalam rentang 0 hingga 100, klasifikasi kondisi jalan, dan penggunaan data telemetri dengan koordinat serta parameter yang diukur dalam satuan yang terdefinisi, seperti luas kerusakan dan kerapatan lalu lintas. Namun, aspek pemahaman bisnis dan interpretasi data dapat mengandung elemen kualitatif saat menjelaskan faktor-faktor penyebab kerusakan dan implikasi manajerial. Secara keseluruhan, pendekatan utamanya adalah kuantitatif karena mendasarkan hasil pada analisis data terukur dan terstandar.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

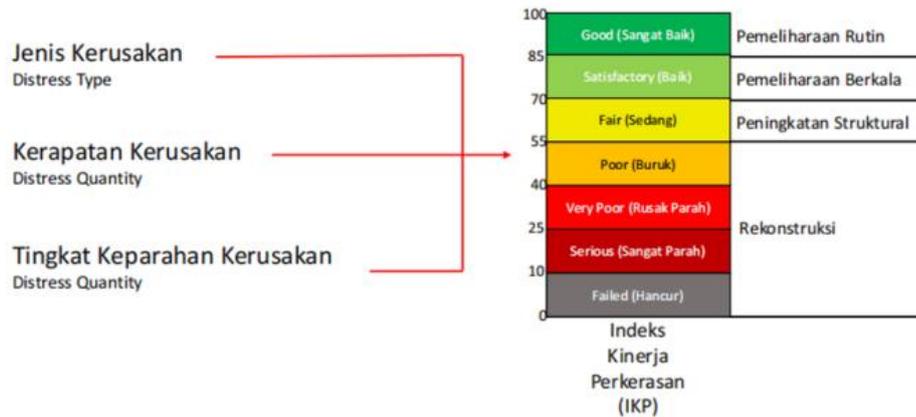
Indeks Kondisi Perkerasan

Indeks Kondisi perkerasan (IKP) adalah indikator kuantitatif (numerik) kondisi perkerasan yang mempunyai rentang nilai mulai dari 0 sampai dengan 100, dengan nilai 0 menyatakan kondisi perkerasan paling jelek yang mungkin terjadi dan nilai 100 menyatakan kondisi perkerasan terbaik yang mungkin dicapai [2].



Gambar 2. Skala Kelas Indeks Kondisi Pekerasan (IKP)

Berdasarkan indeks kondisi perkerasan jalan (IKP) yang didapatkan tersebut, kemudian menjadi landasan dalam menentukan penanganan yang tepat pada jalan yang ditinjau seperti pada gambar 2.



Gambar 3. Indikator Warna dan Penanganan Jalan

Berdasarkan perhitungan IKP Unit Sampel Setelah NPT maksimum diperoleh, IKP setiap unit sampel dihitung dengan rumus sebagai berikut [3]:

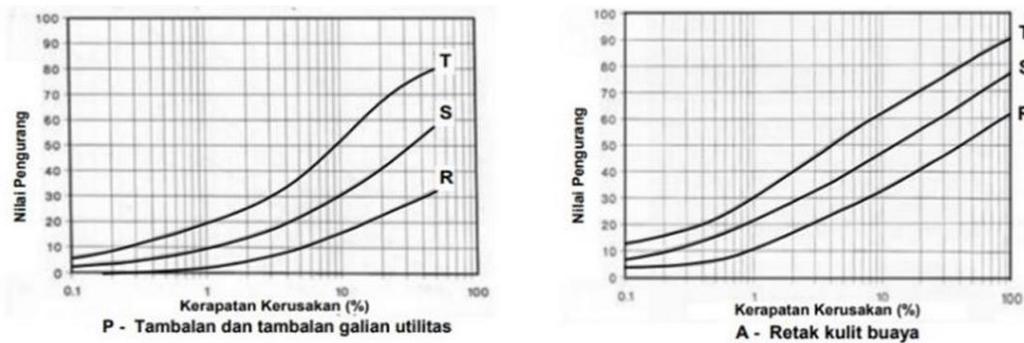
$$IKP = 100 - NPT_{maximum} \tag{2}$$

Dimana:

- $NPT_{maximum}$ = Nilai Pengurang terkoreksi terbesar unit sampel pekerasan beton aspal.

Penentuan Nilai Pengurang (NP) Kerusakan

Berikut adalah gambar nilai pengurang pekerasan beraspal.

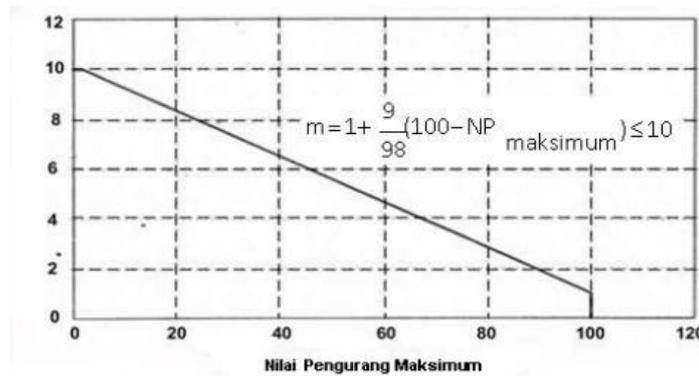


Gambar 4. Nilai Pengurang Pekerasan Beraspal

Nilai Pengurang (NP) untuk suatu jenis kerusakan diperoleh dari kurva hubungan kerapatan dan tingkat keparahan kerusakan [3]. Terdapat beberapa jenis kerapatan kerusakan pada penelitian ini yaitu kerusakan lubang, tambalan dan retak buaya [3]

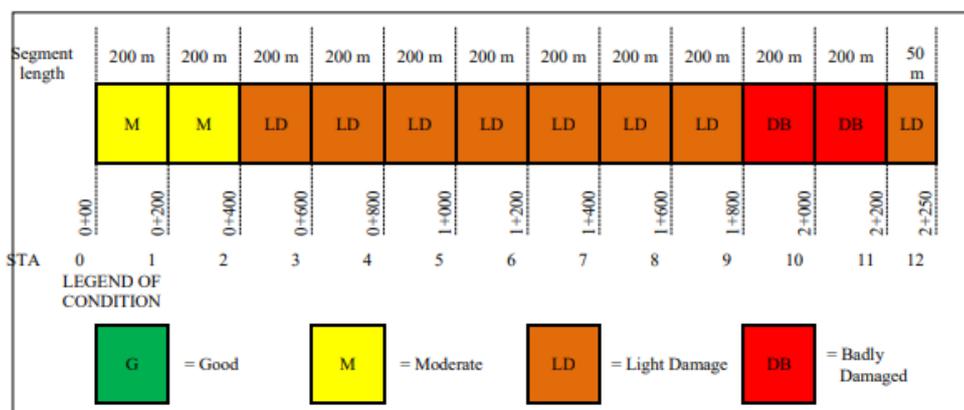
Penentuan Nilai Pengurangan Terkoreksi (NPT) Maksimum

Nilai pengurang terkoreksi (NPT) diperoleh dari kurva hubungan antara nilai pengurang total dengan jumlah individu nilai pengurang yang lebih besar dari 2 (q), sedangkan NPT maksimum ditentukan melalui prosedur yang diuraikan dipedoman penentuan indeks kondisi perkerasa 2016 [3].



Gambar 5. Nilai Pengurang Terkoreksi (NPT) Maksimum

Street Map Kondisi Jalan



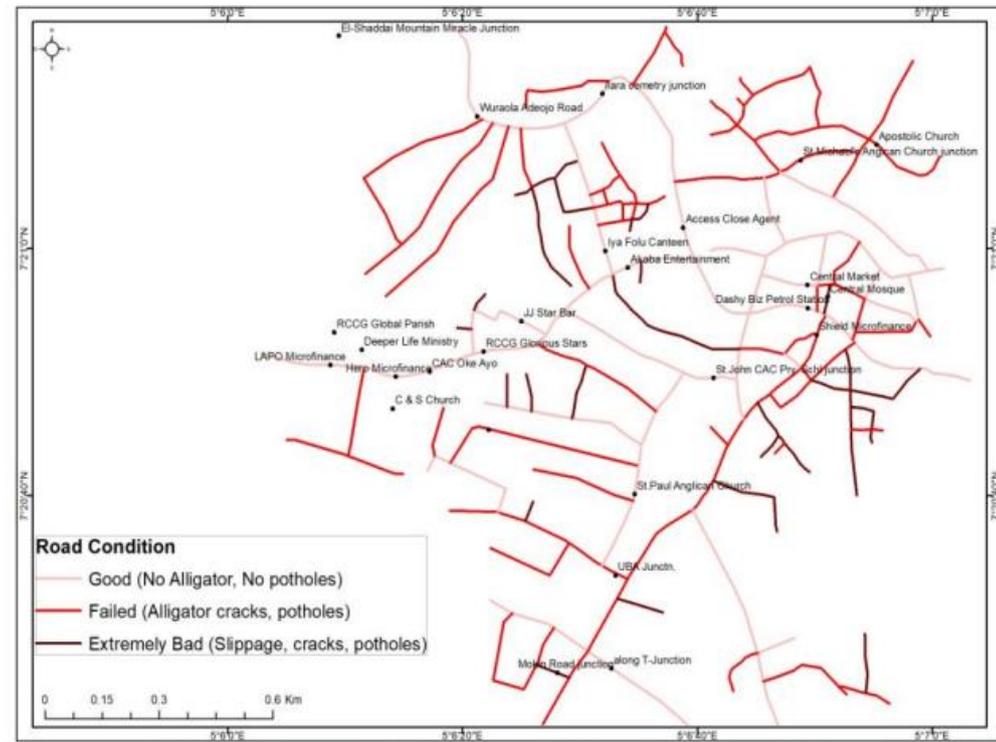
Gambar 6. Street Map Kondisi Jalan

Pada contoh *streetmap* berikut memvisualisasikan hasil dari IKP, *streetmap* berikut untuk menentukan kondisi kerusakan jalan di Jl. Merdeka 1 Kota Sukabumi menggunakan metode IKP / *Surface Distress Index (SDI)*, kemudian divisualisasikan menggunakan metode *Street Map* yang dapat diinterpretasikan bahwa pada STA 0 + 00 - 0 + 400 sepanjang 400 m kondisinya rusak sedang dan memerlukan pemeliharaan. Kondisi STA 0 + 400 - 1 + 800 dan STA 2 + 200 - 2 + 250 sepanjang 1.450 m mengalami kerusakan ringan dan memerlukan rehabilitasi [4].

Geo Spatial Business Intelligence

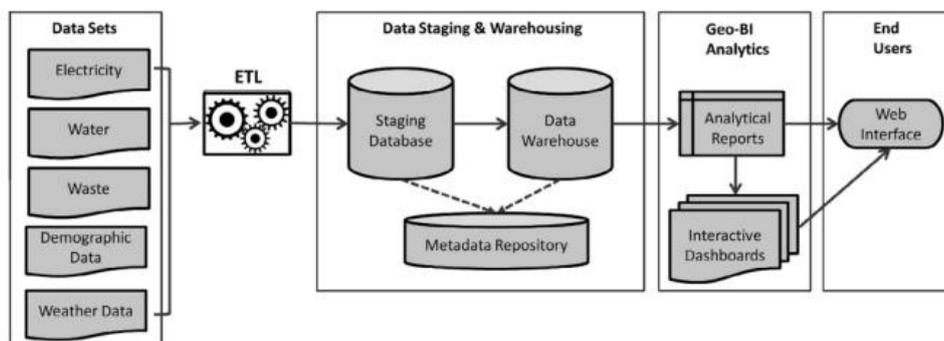
Gambar 6 menjelaskan bahwa sebagian besar jalan di area studi berada dalam kondisi Baik atau Cukup. Studi ini juga mengungkapkan bagian-bagian dari permukaan jalan yang dapat diklasifikasikan sebagai rusak parah, yang ditandai dengan adanya retakan aligator dan lubang pada interval tertentu [5]. Peneliti menggabungkan hasil penanganan jalan dari nilai IKP berdasarkan indikator warna yang di petakan kedalam ruas jalan yang telah di survey dengan menerapkan *Geospatial business intelligence*. *Business Intelligence* adalah seni menggunakan kecerdasan manusia dalam urusan bisnis melalui alat IT canggih, kecerdasan buatan, pembelajaran mesin, dll., yang membantu dalam pengambilan keputusan dan manajemen bisnis individu dan organisasi secara efektif [6]. *Geospatial Business Intelligence (Geospatial BI)* adalah sistem yang menggabungkan analisis

multidimensional dan visualisasi kartografi. [7].



Gambar 7. Kondisi Jalan pada Area Study [5]

Perspektif spasial diperlukan untuk analisis strategis: integrasi komponen spasial dalam BI disebut *Geospatial Business Intelligence* (Geo-BI) untuk mengungkap hubungan berdasarkan posisi geografis yang terkait dengan informasi [8]. *Geo-Business Intelligence* atau *Localization Intelligence* adalah kumpulan teknologi yang menggabungkan Sistem Informasi Geografis (GIS) dan *Business Intelligence* (BI) untuk evaluasi hasil yang dicapai, perencanaan, dan pengambilan keputusan [7]. Penggabungan kedua teknologi ini, dengan menghubungkan sejumlah besar data, menyediakan sistem visualisasi yang kuat yang mampu menggabungkan informasi berguna dari pemerintah dan perusahaan dengan sistem GIS [7].



Gambar 8. Arsitektur Geo Spatial Business Intelligence

Proses ETL (*Extract, Transform, Load*) adalah bagian dari area *Data Staging*, sebagai tahap pertama dalam menerima data yang berasal dari berbagai sumber data heterogen, memastikan kualitas dan konsistensi data [9]. ETL adalah proses yang digunakan untuk memungkinkan perusahaan memindahkan data dari berbagai sumber, memformat ulang dan membersihkannya, dan kemudian memuat data ke area lain untuk analisis atau sistem operasional guna mendukung proses bisnis organisasi [10]. Data warehouse adalah kumpulan data yang sangat besar yang berorientasi pada subjek, terintegrasi, bervariasi waktu, dan ditingkatkan pada data yang disimpan untuk mendukung manajemen proses pengambilan keputusan. Data warehouse didefinisikan sebagai kumpulan data yang memiliki karakteristik dalam bentuk berorientasi subjek, terintegrasi, berorientasi proses, bervariasi waktu, dapat diakses, dan tidak berubah [11].

Telemetry Data

Data telemetry termasuk lokasi GPS, kecepatan GPS, akselerometer, dan giroskop, seperti yang dirinci. Aliran data telemetry diekstraksi dari rekaman video GoPro [12].

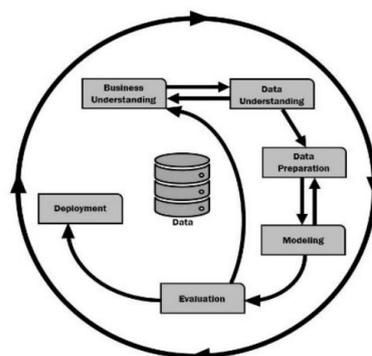
Tabel 1. Informasi Data Telemetry dari Rekaman Video GoPro

Data Type	Units	Subsets
GPS location	deg°, min', sec''	Latitude, Longitude
GPS height	m above/below sea level	Altitude
GPS speed	m/s	Speed2D, Speed3D
Acceleration	m/s ²	AcclX, AcclY, AcclZ, Accl3D
Gyroscope	rad/s	GyroX, GyroY, GyroZ

Data GPS termasuk lokasi dan kecepatan diambil sampelnya sekitar 50 Hz, sedangkan data akselerometer dan giroskop diambil sampelnya pada 200 Hz. Mengingat perbedaan resolusi waktu ini, kami menerapkan interpolasi linear pada data GPS untuk menyesuaikan dengan frekuensi yang lebih tinggi yaitu 200 Hz. [12].

CRIPS DM

CRISP-DM adalah metodologi umum yang digunakan untuk melakukan analitik data dalam manufaktur karena kemampuannya untuk mengintegrasikan tujuan bisnis dengan proses analitik [13]. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut :

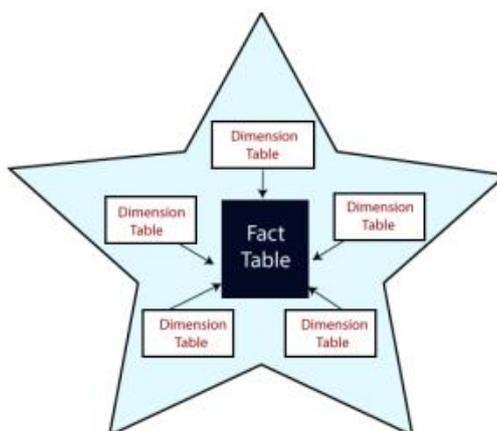


Gambar 9. Metodologi CRISP-DM

1. *Business Understanding*; untuk mendapatkan pandangan menyeluruh terhadap masalah tersebut, orang-orang dengan kompetensi yang berbeda dilibatkan sejak fase pertama [13].
2. *Data understanding*; fase ini berfokus pada pemahaman tentang pengumpulan dan proses data [14].
3. *Data Preparing*; persiapan data dilakukan dalam empat langkah. Pada langkah pertama, pembersihan data dilakukan dengan menghapus sampel-sampel yang memiliki banyak nilai yang hilang atau outlier. Setelah itu, integrasi data dilakukan untuk menggabungkan data dari berbagai sumber ke dalam format tabel tunggal. [14].
4. *Modeling*; fase ini berfokus pada pemilihan dan penerapan teknik pemodelan data. Secara serupa, parameter dikalibrasi untuk mendapatkan nilai optimal dari data. Kegiatan yang dilakukan meliputi pemilihan teknik pemodelan, pembangunan desain uji, membangun model, dan mengevaluasi model. [13].
5. *Evaluation*; laporan tinjauan proses sesuai dengan tujuan bisnis. [14].

Star Schema

Tabel dalam skema bintang mengandung fakta dan terhubung ke dimensi. Tabel fakta berisi dua jenis kolom: satu jenis mencakup fakta sebenarnya, sedangkan jenis lainnya terdiri dari kunci asing yang merujuk ke tabel dimensi [15].



Gambar 10. Skema Bintang

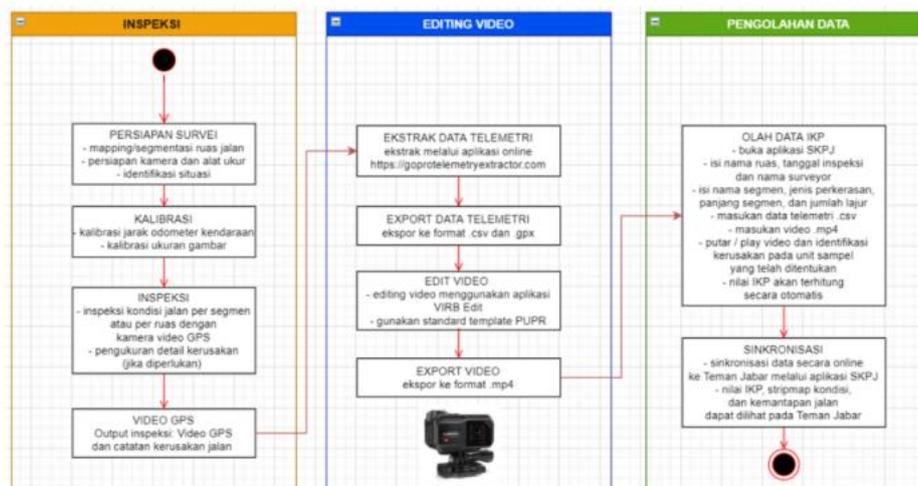
Tabel fakta umumnya terdiri dari fakta-fakta yang diagregasi pada level yang sama. Dimensi adalah struktur yang umumnya terdiri dari satu atau lebih hierarki yang mengorganisir data [15]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengikuti tahapan penelitian yang dilakukan berikut dijelaskan hasil dari penelitian yang dilakukan.

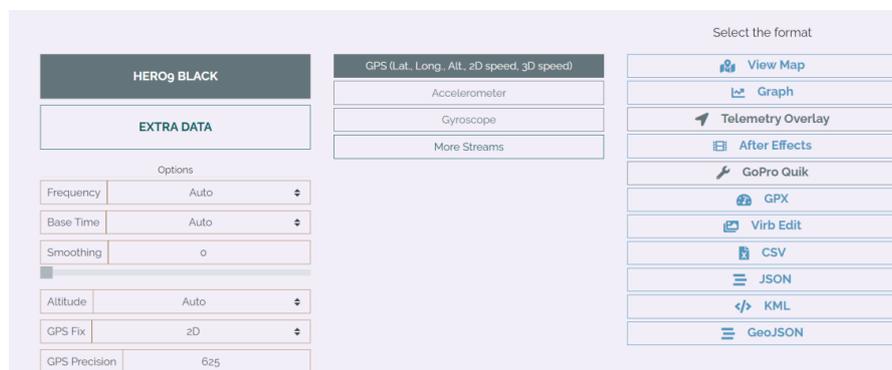
1. *Business Understanding*

Alur bisnis proses survey kondisi jalan menggunakan aplikasi SKPJ adalah sebagai berikut:



Gambar 11. Bagan Alir Pengolahan Data Kondisi Jalan Menggunakan Aplikasi SKPJ

Tahapan penilaian kondisi jalan dimulai dengan melakukan inspeksi kondisi jalan menggunakan kamera GPS. Data telemetri yang terdapat pada kamera GPS merupakan data yang dapat merepresentasikan koordinat longitude, latitude, waktu, dan kecepatan. Data ini diekstrak menggunakan aplikasi [goprotelemetryextractor](https://goprotelemetryextractor.com) yang menghasilkan data telemetri dalam video ke dalam format VIRB Edit dan CSV seperti Gambar 11.



Gambar 12. Laman [goprotelemetryextractor](https://goprotelemetryextractor.com)

2. Data Understanding

Berdasarkan sampel data survey pada ruas jalan yang berlokasi di ruas jalan selajambe – cibogo – cibeet id ruas 234000. pada gambar 12 panjang unit sampel per 50 meter akan analisis kondisi jalan dan jenis kerusakan yang terjadi. Adapun dimensi merupakan luas (m²/panel) permukaan yang ditandai sebagai kerusakan. Terdapat 27 jenis kerusakan dari data yang didapat seperti tambalan, lubang, retak kulit buaya, tambalan (besar), alur, pelapukan, retak garis, tambalan (kecil), *popouts*, retak tepi, gompal sudut, gompal sambungan, sungkur, retak memanjang dan melintang, penyumbatan sambungan, pemompaan, pelepasan butir, jembul dan penurunan, pengausan, retak keawetan, penangaan, *blow up/bucking*, pengausan agregat, pemisahan pelat, penurunan lajur/bahu, retak sudut. Pada kolom dimensi menggambarkan luas

area kerusakan dalam satuan m² dan panel. Adapun nomor sampel merupakan urutan segmen jalan dari ruas jalan yang akan di survey.

Tabel 2. Sampel Data Survey Ruas Jalan Selajambe - Cibogo - Cibeet

idruas	Nomor sampel	Jenis kerusakan	dimensi	satuan	Lat	long	IKP
234000	1	Pelapukan	918	m ²	-6,759426	107,2377	70,3
234000	1	Retak Garis	3	panel	-6,730606	107,2106	89,5
234000	1	Retak Garis	4	panel	-6,672584	107,2105	86,0
234000	1	Retak Kulit Buaya	4393	m ²	-6,75928	107,2374	69,2
234000	1	Gompal Sambungan	2	panel	-6,730606	107,2106	96,0
234000	1	Tambalan (besar)	5	panel	-6,75874	107,2328	84,0
234000	1	Tambalan	3666	m ²	-6,664436	107,2055	85,7
234000	1	Lubang	11118	m ²	-6,690367	107,2046	10,0
234000	1	Tambalan	20218	m ²	-6,690368	107,2046	67,4
234000	1	Tambalan	16891	m ²	-6,690495	107,2045	69,6
234000	1	Punch out	6	panel	-6,758853	107,233	52,0
234000	1	Pelepasan Butir	12798	m ²	-6,673511	107,2133	65,1
234000	1	Tambalan (kecil)	3	panel	-6,672738	107,2106	91,3
234000	1	Tambalan	2038	m ²	-6,759282	107,2374	89,8
234000	1	Pelepasan Butir	16507	m ²	-6,673571	107,2135	59,6

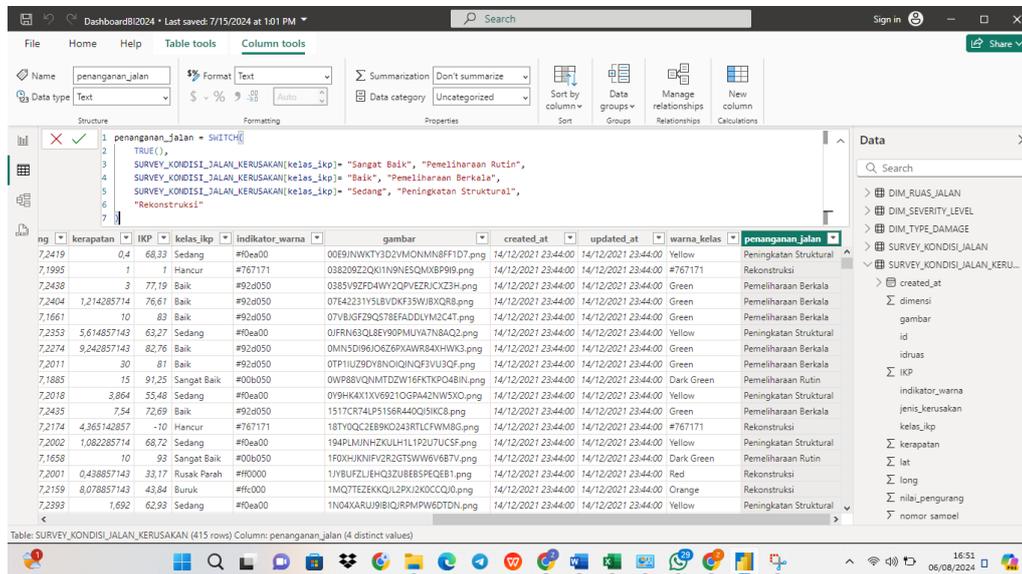
3. Data Preparing

Pada tahapan ini dilakukan penambahan 3 kolom yaitu nilai IKP, kondisi kelas, indikator warna dan penanganan jalan mengikuti klasifikasi warna pada gambar 2. Serta perubahan tipe data idruas di power BI.

Tabel 3. Klasifikasi Warna Berdasarkan Kondisi Kelas

Idruas	Nomor sampel	IKP	Kondisi Kelas	indikator warna
234000	49	68,33	Sedang	#f0ea00
234000	24	1,0	Hancur	#767171
234000	19	77,2	Baik	#92d050
234000	57	76,6	Baik	#92d050
234000	18	83,0	Baik	#92d050
234000	105	63,3	Sedang	#f0ea00
234000	99	82,8	Baik	#92d050
234000	5	81,0	Baik	#92d050
234000	79	91,3	Sangat Baik	#00b050
234000	8	55,5	Sedang	#f0ea00

Data yang telah dilengkapi kemudian di *import* kedalam power BI dan dilakukan transformasi data untuk menambahkan 1 kolom terkait penanganan jalan seperti pada gambar berikut.



Gambar 13. Transformasi Data

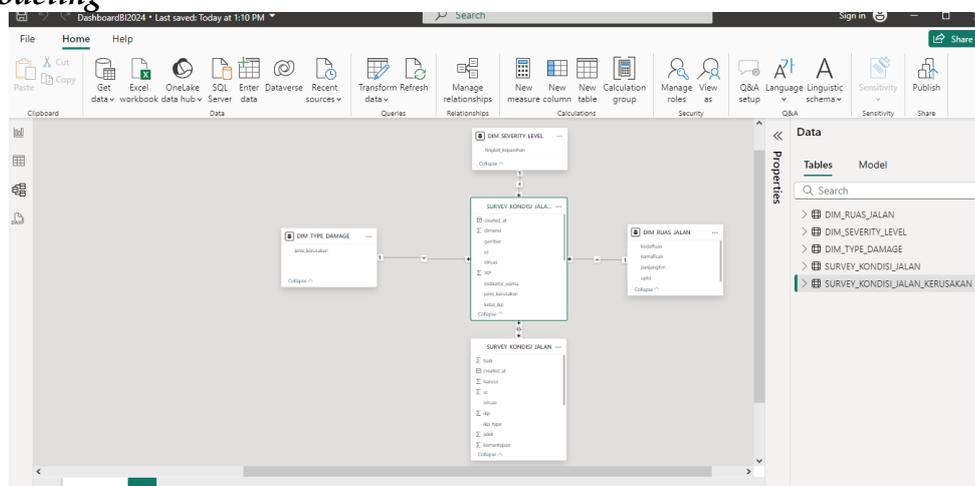
Pada proses ini dilakukan implementasi DAX (*Data Analysis Expressions*) untuk menambahkan kolom penanganan jalan apakah tindak lanjut yang dilakukan adalah pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, peningkatan structural atau rekonstruksi dengan menggunakan *script* berikut :

```

1 penanganan_jalan = SWITCH(
2     TRUE(),
3     SURVEY_KONDISI_JALAN_KERUSAKAN[kelas_ikp]= "Sangat Baik", "Pemeliharaan Rutin",
4     SURVEY_KONDISI_JALAN_KERUSAKAN[kelas_ikp]= "Baik", "Pemeliharaan Berkala",
5     SURVEY_KONDISI_JALAN_KERUSAKAN[kelas_ikp]= "Sedang", "Peningkatan Struktural",
6     "Rekonstruksi"
7 )
    
```

Gambar 14. Skrip DAX Penanganan Jalan

4. Modeling



Gambar 15. Implementasi star schema di Power BI

Dari data yang telah di *import* di Power BI selanjutnya dilakukan *modeling* untuk membuat implementasi dari *star schema*, Dimana terdapat 3 tabel dimensi dan 2 tabel fakta. 3 tabel dimensi yaitu :

1. Dim_Ruas_Jalan merupakan dimensi ruas jalan provinsi di Jawa Barat
2. Dim_Type_Damage, merupakan jenis kerusakan sesuai dengan
3. Dim_Severity_Level, tingkat kerusakan atau keparahan pada permukaan jalan. Adapun table fakta adalah Survey_Kondisi_Jalan dan Survey_kondisi_Jalan_Kerusakan.

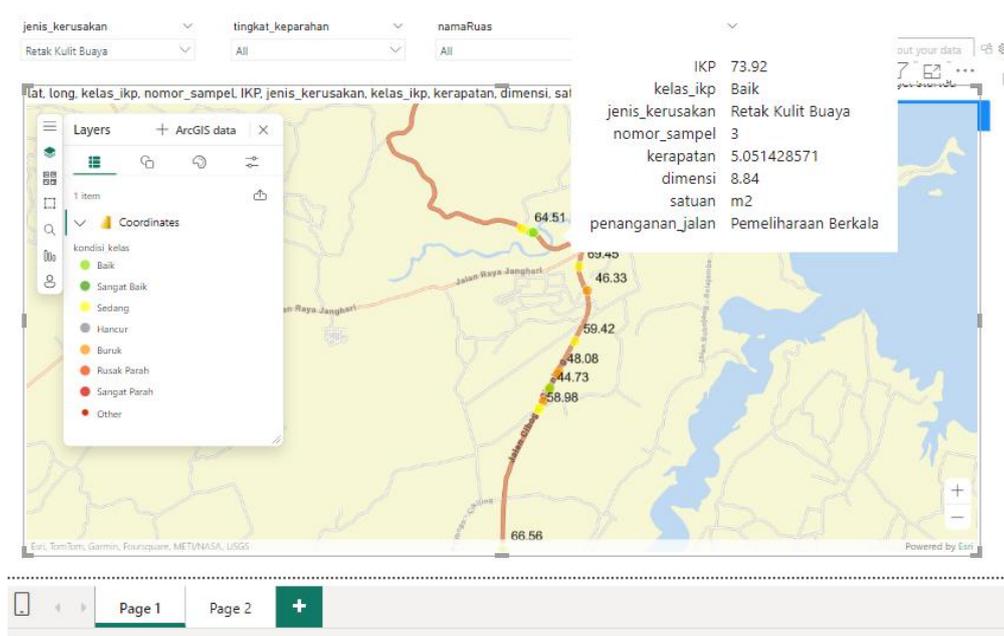
5. Evaluation

Berikut ini hasil dari data visualisasi menggunakan Power BI, Dimana data yang di hasilkan dari proses data *preparation* dan *modeling* diimplementasikan seperti pada gambar berikut :

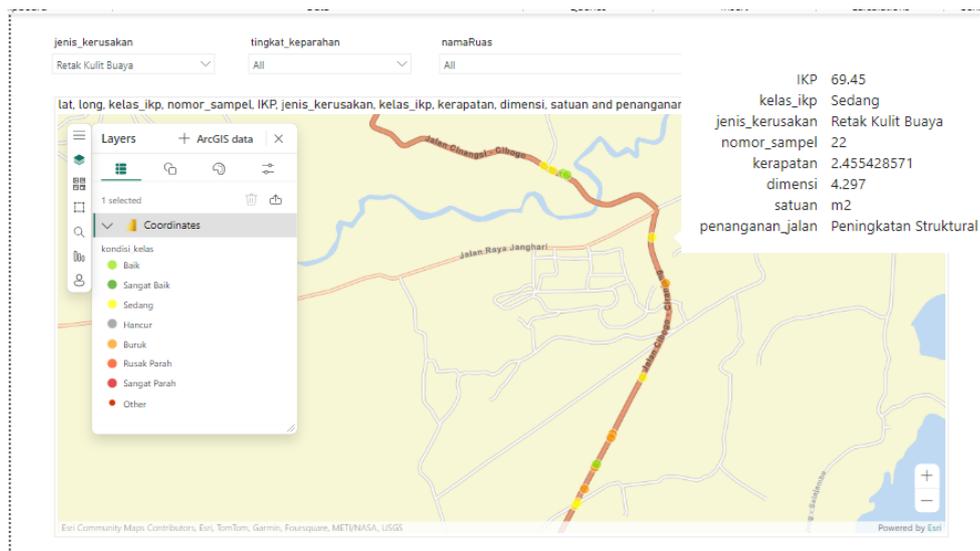


Gambar 16. Visualisasi data hasil survey kondisi jalan

Gambar ini merupakan monitoring bagaimana nilai IKP segmen dapat ter kategorisasi sesuai dengan gambar 2. Terkait indikator warna dan penanganan jalan, terlihat dari data sampel hasil survey dapat dilihat total berdasarkan kondisi kelas (Sangat Baik, Baik, Sedang, hancur, Buruk, Rusak Parah, Sangat Parah). jenis kerusakan dapat di filter dengan mudah sehingga dapat secara cepat di tampilkan untuk melihat jenis kerusakan yang spesifik di segmen ruas jalan mana saja. Tentunya output dari perhitungan IKP adalah menentukan penanganan jalan apakah segmen di ruas jalan tersebut perlu dilakukan pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, Peningkatan Struktural serta rekonstruksi. Pada riset ini sudah dapat di tampilkan bagaimana melakukan monitoring IKP pada sampel ruas jalan tertentu untuk dilihat bagaimana kelas IKP, jenis kerusakan, dan penanganan jalan yang di rekomendasikan. Tentunya sangat efektif bila ruas jalan ribuan kilometer dapat dengan mudah dimonitoring secara cepat.



Gambar 17. Filter data dan info detail pada titik sampel survey kondisi jalan



Gambar 18. Filter Ruas Jalan Berdasarkan Jenis Kerusakan dan kelas IKP

Pada gambar diatas program dapat melakukan filter secara otomatis untuk di titik mana pada ruas jalan terjadi kerusakan retak kulit buaya, titik yang muncul dapat dilihat hover untuk melihat detail nilai IKP dan informasi lainnya. Aplikasi dapat melakukan filter berdasarkan kelas IKP spesifik, seperti pada gambar diatas dilakukan filter untuk melihat titik yang memiliki nilai IKP sangat baik. Pengguna dapat juga melakukan filter dari legend kelas IKP untuk kondisi baik, sangat baik, sedang, hancur, buruk, rusak parah, sangat parah.

PENUTUP

Penelitian ini bertujuan untuk membangun prototipe *Geo Spatial Business Intelligence* (BI) yang dapat memvisualisasikan hasil Indeks Kinerja Perkerasan (IKP) dari survei kondisi jalan provinsi sesuai dengan pedoman. Dengan menggunakan pendekatan metodologi CRISP-DM dan teknologi *Geo Spatial BI*, penelitian ini berhasil memproses data hasil survei kondisi jalan sehingga dapat menampilkan informasi kelas IKP berdasarkan indikator warna dan rekomendasi penanganan jalan.

Penggunaan *Geo Spatial BI* terbukti memungkinkan monitoring kondisi jalan secara efektif dan efisien, terutama untuk ruas jalan yang panjangnya dapat mencapai ribuan kilometer. Output dari perhitungan IKP memberikan informasi yang sangat relevan untuk menentukan jenis penanganan jalan, baik itu pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, peningkatan struktural, maupun rekonstruksi. *Geo Spatial BI* juga memungkinkan pengguna untuk memantau IKP pada ruas jalan tertentu, melihat jenis kerusakan, tingkat keparahan, dan rekomendasi penanganan yang diperlukan.

Penelitian ini menjawab persoalan utama dalam survei kondisi jalan, yaitu durasi survei yang lama jika dilakukan secara manual dengan berjalan kaki. Dengan inovasi menggunakan teknologi video dan aplikasi untuk analisis data, survei jalan dapat dilakukan lebih cepat dan data yang dihasilkan lebih terstruktur. Teknologi video merekam kondisi jalan secara real-time, menghasilkan data telemetri yang meliputi jenis kerusakan, tingkat keparahan, dimensi kerusakan, serta informasi latitude dan longitude. Data ini kemudian diolah dalam *Geo Spatial BI* untuk mempermudah analisis dan pengambilan keputusan. Selain itu, *Geo Spatial BI* memungkinkan pengguna untuk melakukan filter berdasarkan jenis kerusakan, tingkat keparahan, atau ruas jalan tertentu sesuai dengan kebutuhan analisis. Pengguna juga dapat melihat rekomendasi penanganan secara langsung berdasarkan hasil survei dan kelas IKP beserta indikator warnanya. Kesimpulannya, inovasi ini memberikan solusi komprehensif untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam memonitor kondisi jalan serta menentukan strategi penanganan yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Mutijarsa, F. A. Alunjati, F. Hidayat, R. Kurnia dan Z. Arsyad, "Smart Road Damage Survey System Using Machine Vision and IoT Technology," dalam *2023 3rd International Conference on Intelligent Cybernetics Technology & Applications (ICICyTA)*, Bali, 2023.
- [2] P. Ministry, "Guidelines for Determining Pavement Condition Index (IKP)," 11 October 2016. [Online]. Available: <https://simantu.pu.go.id/content/?id=1102>. [Diakses 24 March 2023].
- [3] N. Nurfahma dan B. W. Widiyanto, "Penilaian Kondisi Jalan Dan Rekomendasi Penanganan Menggunakan Pedoman Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP) Dan Road Condition Index (RCI)," dalam *FTSP Series : Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir*, Bandung, 2022.

-
- [4] P. Paikun, E. Suminar, A. Irawan dan S. Bahri, "Determining Road Handling According to The Level of Damage Using Surface Distress Index (SDI) Method (Case study on Jl. Merdeka 1 Sukabumi City)," *ASTONJADRO: Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 10, no. 1, p. 146, 2021.
- [5] Adanikin, A. J. A, O. Akande dan Aremu-Cole, "Spatial Analysis of Road Pavement Condition and Maintenance Actions using GIS," *n Journal of Engineering Science Research (NIJESR)*, vol. 5, no. 1, pp. 76-86, 2024.
- [6] D. S. S. D. S. S. Ms. Palak Vaish, "Business Intelligence: Escalation of Data Warehousing and Data Mining for effective Decision Making," *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 29, no. 5, pp. 1377-1388, 2020.
- [7] D. Trisnawarman, "Geospatial Business Intelligence (GeoBI) Application for Sales Performance Analysis," dalam *Proc Internaitonal Conference on Information Technology, Engineering, Science, and its Applications*, Jakarta, 2018.
- [8] O. B. A. T. T. A. C. A. U. M. Mohamed Hanine, "Enhancing Geospatial Business Intelligence capabilities using Multi-Criteria," *Electronic Devices*, vol. 4, no. 2, p. 42, 2015.
- [9] A. A. Yulianto, "Extract transform load (ETL) process in distributed data academic data warehouse," *APTIKOM Journal on Computer Science and information technologies*, vol. 4, no. 2, pp. 61-88, 2019.
- [10] Z. Arsyad, "Analisis Dynamic ETL Incremental Load untuk Data Integration Datawarehouse," *Information System Journal (INTERNAL)*, vol. 4, no. 2, p. 103, 2021.
- [11] . R. S. R. P. M. A. I. Wulan Stau Fana, "Data Warehouse Design with ETL Method (Extract, Transform, And Load) for Company Information Centre," *International Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 5, no. 2, pp. 132-137, 2021.
- [12] C.-Y. Chiang, R. Zhong, J. Ding, J. Wood, S. Bee dan M. Jaber, "AllTheDocks road safety dataset: A cyclist's perspective and experience," *arXiv preprint arXiv:2404.10528*, 2024.
- [13] N. lund'en, E. T. Bekar, A. Skoogh dan J. Bokrantz, "Domain Knowledge in CRISP-DM: An Application Case in Manufacturing," dalam *International Federation of Automatic Control (IFAC)*, Yokohama Japan, 2023.
- [14] C. E. D. Vanegas, J. C. G. Mejía, F. A. V. Agudelo dan D. E. S. Duran, "A Representation Based on Essence for the CRISP-DM Methodology," *Computación y Sistemas*, vol. 27, no. 3, pp. 675-689, 2023.
- [15] W. Wijaya, J. Wiratama dan S. F. Wijaya, "Implementation of Data Warehouse and Star Schema for Optimizing Property Business Decision Making," *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, no. 2, pp. 1242-1250, 2024.
-