

Implementasi *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* Dalam Mendukung Penentuan Lokasi Strategis Restoran dan Kafe di Kota Bandung

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/jutisi.v14i2.3161>

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC) 

Hana Kerrine Saputra^{1*}, Cahyono Budy Santoso²
 Sistem Informasi, Universitas Pembangunan Jaya, Tangerang Selatan, Indonesia
^{*}Email *Corresponding Author*: hana.kerrinesaputra@student.upj.ac.id

Abstract

This study discusses the significance of applying Data Warehouse and Business Intelligence (BI) in supporting the determination of strategic locations for restaurants and cafés in Bandung, a city experiencing rapid growth alongside increasing tourist visits, particularly in culinary tourism. The purpose of this research is to analyze the role of a system capable of integrating spatial and non-spatial data to support data-driven decision-making. The methods employed include the ETL (Extract, Transform, Load) process and the Nine Step Methodology in developing a Data Warehouse that stores restaurant and cafe data from 2020–2022. The system is equipped with a Business Intelligence Dashboard to present analyses of location trends, consumer preferences, and regional density based on spatial and demographic attributes. The findings indicate that the system can validate and facilitate business owners in identifying potential locations more accurately and efficiently. The contribution of this research is providing an implementation model of Data Warehouse and Business Intelligence as a strategic solution for the restaurant and cafe industry amid increasingly intense competition.

Keywords: *Data Warehouse; Business Intelligence; ETL; Nine Step Methodology; Strategic Location*

Abstrak

Penelitian ini membahas betapa pentingnya penerapan *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* (BI) dalam mendukung penentuan lokasi strategis restoran dan kafe di Kota Bandung yang mengalami pertumbuhan pesat seiring meningkatnya kunjungan wisatawan dan salah satunya adalah wisata makanan dan minuman. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis peran sistem yang mampu mengintegrasikan data spasial dan non-spasial untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Metode yang digunakan adalah ETL (*Extract, Transform, Load*) serta *Nine Step Methodology* dalam perkembangan *Data Warehouse* yang memuat data restoran dan kafe periode 2020–2022. Sistem dilengkapi dengan *Dashboard Business Intelligence* untuk menampilkan analisis tren lokasi, preferensi konsumen, dan kepadatan wilayah berdasarkan atribut spasial dan demografis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat memvalidasi dan mempermudah pemilik usaha dalam menentukan lokasi potensial secara lebih akurat dan efisien. Kontribusi penelitian ini memberikan model implementasi *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* sebagai solusi strategis bagi industri restoran dan kafe di tengah persaingan yang semakin ketat.

Kata Kunci: *Data Warehouse; Business Intelligence; ETL; Nine Step Methodology; Lokasi Strategis.*

1. Pendahuluan

Pertumbuhan pesat industri restoran dan kafe di Indonesia, khususnya di Kota Bandung, menunjukkan bahwa pada sektor ini memiliki peran penting dalam mendukung perekonomian daerah sekaligus menjadi daya tarik wisata. Bandung dikenal sebagai destinasi kuliner yang ramai dikunjungi wisatawan, sehingga keberhasilan bisnis restoran dan kafe

sangat dipengaruhi oleh kemampuan pelaku usaha memilih lokasi strategis. Dalam kondisi persaingan yang semakin ketat, keputusan berbasis intuisi tidak lagi memadai, sehingga pengelolaan data menjadi aspek yang krusial dalam mendukung keberlanjutan usaha.[1]

Saat ini, banyak pelaku usaha restoran dan kafe, terutama pada level UMKM, masih menghadapi kesulitan dalam menentukan lokasi usaha karena minimnya pemanfaatan data yang terintegrasi.[2] Penentuan lokasi sering dilakukan berdasarkan asumsi tanpa analisis yang terukur, sehingga berpotensi menimbulkan resiko kegagalan investasi.[3] Masalah ini semakin kompleks dengan meningkatnya volume data spasial dan non-spasial, seperti informasi demografi, tren penjualan, dan kepadatan wilayah, yang sulit dikelola tanpa sistem informasi yang memadai.[4]

Penerapan *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* (BI) dipandang relevan karena mampu mengintegrasikan berbagai sumber data dan menyajikannya dalam bentuk visualisasi interaktif untuk mendukung pengambilan keputusan strategis.[5] Melalui pendekatan ETL (*Extract, Transform, Load*) dan metodologi sembilan langkah (*Nine Step Methodology*), sistem dapat menyimpan serta mengelola data spasial maupun non-spasial dengan lebih efisien. Hal ini sesuai dengan pandangan Kimball & Ross bahwa BI memungkinkan analisis data dalam skala besar secara otomatis, mengurangi kesalahan manual, serta meningkatkan keakuratan keputusan berbasis data.[6] Dengan demikian, konsep ini diyakini tepat untuk menjawab tantangan persaingan industri restoran dan kafe yang semakin kompetitif.[7][8]

Dengan adanya penganalisaan dan pengimplementasian *Data Warehouse* yang didukung dengan *Business Intelligence* disertai visualisasi *Dashboard* dalam hal lokasi strategis restoran dan kafe di Kota Bandung, diharapkan dapat memberikan kontribusi dan manfaat teoritis terhadap perkembangan literatur pemanfaatan teknologi informasi dalam pengambilan keputusan strategis berbasis data, serta kontribusi praktis berupa model sistem yang dapat diterapkan oleh investor maupun pelaku usaha restoran dan kafe. Dengan adanya sistem ini, pemilik usaha dapat menentukan lokasi potensial secara lebih tepat, meningkatkan efisiensi operasional, serta mendorong transformasi digital industri restoran dan kafe lokal agar lebih berdaya saing di era ekonomi digital.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai desain dan pengembangan *Data Warehouse* telah banyak dilakukan dengan berbagai macam pendekatan dan kebutuhan spesifik. Ardista et al. merancang *Data Warehouse* untuk analisis kunjungan pasien rawat jalan di Rumah Sakit Universitas Airlangga menggunakan pendekatan *Online Analytical Processing* (OLAP). Sistem yang dikembangkan mampu menyajikan laporan dinamis dan mendukung pengambilan keputusan rumah sakit berbasis data kunjungan pasien [9]. Selanjutnya, Adalah Maryanto mendesain *Data Warehouse* dan *Data Mart* anggaran dengan tujuan meningkatkan akurasi pelaporan keuangan. Penelitian ini menekankan pada integrasi data multidimensi untuk mendukung analisis anggaran yang lebih cepat dan efisien [10].

Syaputra mengembangkan *Data Warehouse* untuk transaksi penjualan pada CV. Sumber Tirta Anugerah. Metode yang digunakan menekankan pada rancangan *Star Schema* dengan tabel fakta dan dimensi, yang mampu mendukung analisis pola penjualan dan peramalan permintaan [11]. Akbar dan Rahmanto menggunakan *Nine Step Methodology* untuk mendesain *Data Warehouse* penjualan pada PT. Bangun Mitra Makmur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metodologi ini efektif dalam mendefinisikan proses analisis, *grain data*, dimensi sampai desain fisik untuk mendukung *Business Intelligence* [12].

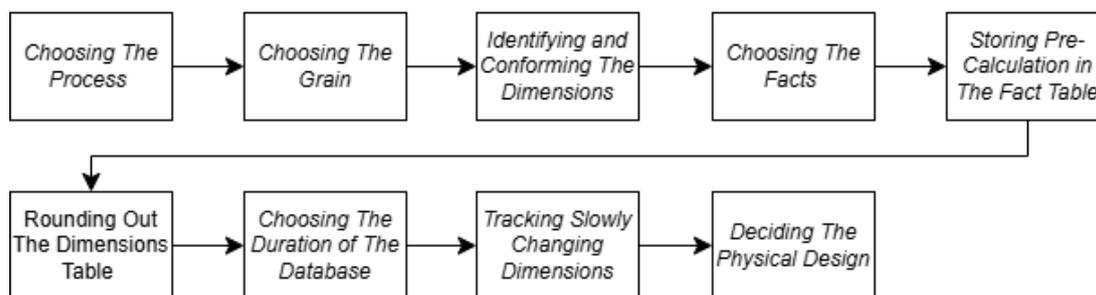
Selain itu, penelitian oleh ja et al. meninjau perkembangan model proses *Data Warehousing* dari pendekatan klasik hingga tren terbaru. Studi ini menguraikan perbedaan fitur utama dan perbandingan antar metode, termasuk optimalisasi ETL dan strategi penyimpanan data [13]. Liu et al. juga menekankan pada optimasi proses ETL melalui *two-level data staging method* yang mampu meningkatkan kecepatan pemrosesan data dan efisiensi integrasi [14].

Berdasarkan penelitian terdahulu, sebagian besar riset berfokus pada pengembangan *Data Warehouse* untuk *domain* kesehatan, keuangan, dan penjualan dengan tujuan pelaporan serta analisis transaksi. Untuk penelitian ini berfokus terhadap pemanfaatan *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* dalam konteks penentuan lokasi strategis restoran dan kafe di Kota Bandung. Sistem yang dikembangkan tidak hanya mengintegrasikan data non-spasial seperti penjualan dan demografi, tetapi juga memanfaatkan data spasial (latitude dan longitude) sebagai dimensi analisis. Integrasi ini divalidasi melalui *Business Intelligence Dashboard* yang

interaktif, sehingga mampu memberikan rekomendasi lokasi strategis berbasis tren historis dan kepadatan wilayah. Dengan demikian, penerapan penelitian ini merupakan kombinasi *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* untuk mendukung keputusan bisnis spasial, yang masih jarang dijadikan fokus pada penelitian-penelitian sebelumnya.

3. Metodologi

Penelitian ini merupakan studi terapan dengan pendekatan pengembangan sistem berbasis metode *Nine Step Methodology* dari Kimball dan proses ETL. Data yang digunakan bersumber dari *Open Data* Bandung, sistem *Point of Sales* (POS), data demografi wilayah, serta data spasial berupa koordinat geografis (*latitude* dan *longitude*)[15][11].



Gambar 1. *Nine Step Methodology*

Untuk pengimplementasian metode penelitian dengan *Nine Steps Methodology*, sebagai berikut

- 1) *Choosing The Process*
Pada tahap ini adalah tahap pertama untuk proses analisa yang berdasarkan lokasi-lokasi terkait dengan data restoran dan kafe di Kota Bandung.
- 2) *Choosing The Grain*
Tahapan ini akan dilakukan penginputan data yang detail ke dalam *Data Warehouse* berdasarkan data lokasi yang ada. Baik dari kode-kode unik yang berhubungan, nama restoran dan kafe, alamat dari lokasi-lokasi terkait, dan titik-titik peta berdasarkan lokasi terkait.
- 3) *Identifying and Conforming The Dimensions*
Untuk tahapan ini akan dilakukan identifikasi, baik untuk dimensi-dimensi terkait yang disertai dengan deskripsi detail setiap dimensinya sehingga mendapatkan proses analisa yang tepat.
- 4) *Choosing The Facts*
Pada tahapan ini adalah untuk mendukung penganalisaan pada data terkait sesuai dengan faktanya yang akan dilakukan penyimpanan pada tabel fakta.
- 5) *Storing Pre-Calculation in The Fact Table*
Untuk tahap kelima, merupakan penentuan terkait dengan penyimpanan hasil perhitungan data yang sudah diproses pada tabel fakta. Dengan adanya ini, makan keakuratan dan kecepatan penganalisaan meningkat. Data-data setiap tahunnya akan tersimpan sehingga untuk tahun-tahun berikutnya akan langsung terdata secara otomatis.
- 6) *Rounding Out The Dimensions Table*
Atribut berupa kode unik ataupun kode lainnya akan ditambahkan pada bagian ini untuk di setiap tabel dimensinya sehingga akan lebih mendetail dan efisiensi pun meningkat.
- 7) *Choosing The Duration of The Database*
Pada tahap ini akan dilakukan pemilihan durasi data histori yang akan disimpan pada *Data Warehouse*, baik untuk penganalisaan jangka panjang ataupun pendek. Sehingga lokasi-lokasi yang sudah terisi dengan restoran dan kafe dapat diketahui serta dilihat peningkatan atau penurunannya di setiap tahunnya.
- 8) *Tracking Slowly Changing Dimensions*
Tahapan ini adalah terkait dengan pengelolaan data di mana konsep pengaturan data dan beberapa dimensinya dapat berubah secara perlahan dari waktu ke waktu. Tentunya perubahan tersebut dapat dipilih dengan beberapa pilihan. Salah satunya adalah penerapan SCD yang dapat membantu konsistensi dan hubungan antar data program

yang ada. Sehingga perubahan-perubahan yang terjadi dapat tetap diidentifikasi dan dilakukan analisa yang efektif kembali. [16]

9) *Deciding The Physical Design*

Pada tahap ini akan ditentukan desain fisik termasuk indeks, partisi, dan strategi penyimpanan untuk optimasi kinerja dalam *Data Warehouse*. Juga digunakan untuk memastikan bahwa sistem basis data tidak hanya memenuhi kebutuhan secara fungsional dari desain logis, tetapi berjalan efisien juga. [17]

Penerapan ETL (*Extract, Transform, Load*) pada analisis *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* untuk restoran dan kafe di Kota Bandung mempunyai tiga tahap utama. Tahap *Extract* mengumpulkan data dari berbagai sumber, seperti sistem POS, CRM, inventaris, dan data eksternal seperti lokasi geografis. Pada tahap *Transform*, data yang diekstraksi dibersihkan, diintegrasikan, dan diproses, seperti penghapusan duplikasi, pengelompokan data berdasarkan lokasi atau waktu, serta pengayaan dengan atribut tambahan seperti wilayah strategis. Tahap ketiga adalah *Load*, dimana *Load* ini memuat data yang telah diolah ke dalam *Data Warehouse* untuk mendukung analisis secara cepat dan akurat. Data ini kemudian digunakan oleh alat *Business Intelligence* untuk menghasilkan *Dashboard* dan laporan, seperti analisis penjualan, evaluasi lokasi strategis, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data yang strategis.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Rancangan Desain

Rancangan data warehouse pada penelitian ini mengikuti *Nine Step Methodology* yang terdiri dari sembilan tahapan, sebagai berikut:

1) Tahap 1 – *Choosing The Process*

Proses yang dipilih adalah analisis lokasi strategis restoran dan kafe di Kota Bandung berdasarkan integrasi data spasial dan non-spasial, seperti titik koordinat, kepadatan penduduk, dan peta sebaran lokasi. Proses ini sangat penting karena keputusan lokasi yang strategis berpengaruh besar terhadap keberhasilan bisnis.

2) Tahap 2 – *Choosing The Grain*

Grain yang digunakan adalah per lokasi restoran atau kafe, berdasarkan identitas lokasi (ID), koordinat (latitude dan longitude), jenis wilayah, serta atribut penunjang seperti kepadatan dan lokasi terpadat. Setiap *record* mewakili satu titik lokasi potensial.

3) Tahap 3 – *Identifying and Confirming The Dimensions*

Dimensi yang digunakan dalam skema *Data Warehouse* ini antara lain:

- a. Dimensi Nama: Berisi mencakup Id, kode provinsi, nama provinsi, BPS Kode Kabupaten/Kota, dan BPS Nama Kabupaten/Kota.
- b. Dimensi Alamat: Berisi nomor Id, nama rumah makan, alamat, latitude, longitude, dan tahun.

4) Tahap 4 – *Choosing The Fact*

Fakta yang dikumpulkan meliputi:

- a. Jumlah restoran/kafe di dalam radius tertentu.
- b. Perkembangan jumlah restoran/kafe per tahun.
- c. Satuan: nilai pada skor/kuantitatif berdasarkan dalam perhitungan.

5) Tahap 5 – *Storing Pre-Calculation in The Fact Table*

Tabel fakta menyimpan hasil perhitungan skor lokasi strategis berdasarkan bobot gabungan atribut. Hal ini memungkinkan sistem memberikan rekomendasi lokasi berdasarkan peringkat tertinggi tanpa harus menghitung ulang setiap permintaan.

6) Tahap 6 – *Rounding Out The Dimensions Table*

Setiap dimensi yang digunakan dilengkapi dengan atribut tambahan, seperti :

- a. Dimensi Nama: Berisi tentang informasi-informasi terkait dengan jumlah restoran/kafe di Kota Bandung beserta dengan Idnya. Sehingga dapat diketahui jumlah restoran/kafe, baik yang sudah memiliki banyak cabang di wilayah Kota Bandung maupun yang hanya memiliki satu tempat.
- b. Dimensi Alamat: Dimensi ini menyediakan alamat secara detail terkait dengan nama-nama restoran/kafe yang sudah memiliki Idnya masing-masing sehingga dapat lebih mudah untuk dilakukan pengelompokan dan pendataan. Juga dapat diketahui masing-masing wilayah yang sudah padat maupun yang tidak karena terdapat lokasi alamat yang detail.

7) Tahap 7 – *Choosing The Duration of The Database*

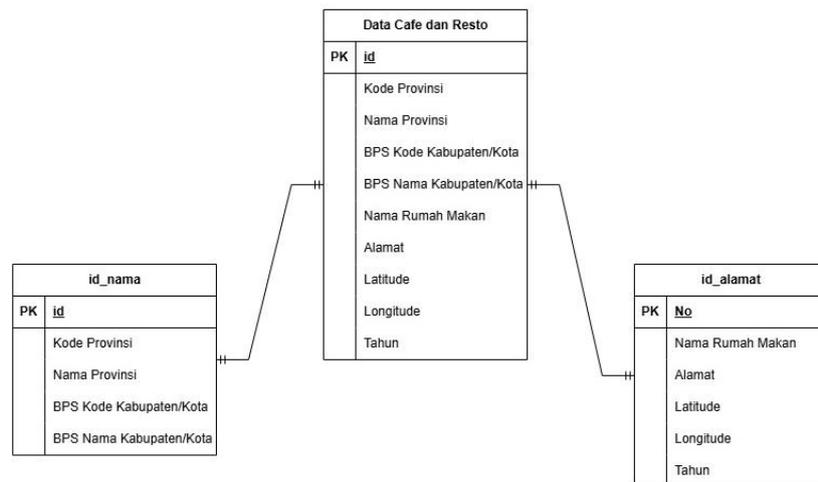
Pada tahap ini, ditentukan rentang waktu data historis yang akan disimpan dalam *Data Warehouse*. Dalam konteks penelitian ini, periode yang dipilih mencakup tahun 2020 hingga 2022. Pemilihan rentang waktu tersebut dilakukan secara strategis untuk menangkap dinamika industri restoran dan kafe di Kota Bandung pada masa pascapandemi *Covid-19*. Tahun 2020 merupakan awal mula gangguan besar terhadap sektor restoran dan kafe akibat pembatasan sosial, penurunan mobilitas, serta perubahan pola konsumsi masyarakat. Tahun 2021 menjadi periode transisi, di mana banyak pelaku usaha mulai beradaptasi melalui digitalisasi layanan, promosi berbasis lokasi, dan inovasi menu. Selanjutnya, tahun 2022 mencerminkan fase pemulihan ekonomi, yang ditandai dengan peningkatan kunjungan ke tempat makan dan pembukaan cabang baru oleh pelaku usaha. Dengan mencakup tiga tahun penuh, data historis ini memungkinkan dilakukannya analisis longitudinal terhadap perubahan perilaku konsumen, pergeseran lokasi favorit, serta tren musiman dalam konsumsi. Durasi ini juga cukup representatif untuk memahami dampak pandemi serta mengevaluasi strategi pemulihan yang telah dilakukan oleh pelaku industri restoran dan kafe di Kota Bandung. Penyimpanan data historis selama tiga tahun memberikan dasar yang kuat untuk analisis tren lokasi strategis, sekaligus membantu dalam merancang proyeksi dan rencana ekspansi di masa mendatang.

8) Tahap 8 – *Tracking Slowly Changing Dimensions*

Pada tahap ini, pendekatan *Slowly Changing Dimensions* (SCD) digunakan untuk menangani atribut dimensi yang dapat berubah seiring waktu, namun tetap perlu dilacak untuk analisis historis. Dalam penelitian ini, diterapkan SCD tipe 2 pada dua atribut penting, yaitu kategori konsumen dan kepadatan wilayah. Penerapan SCD tipe 2 memungkinkan sistem untuk mencatat setiap perubahan nilai pada atribut tersebut dengan membuat entri baru di tabel dimensi, tanpa menghapus data lama. Dengan demikian, setiap perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu dapat direkam secara historis. Misalnya, jika suatu wilayah mengalami peningkatan kepadatan penduduk atau pergeseran profil gaya hidup konsumennya, sistem akan menyimpan versi terbaru bersamaan dengan versi sebelumnya. Pendekatan ini sangat penting untuk mendukung analisis tren yang dinamis, karena strategi lokasi restoran atau kafe sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan dan preferensi konsumen. Dengan adanya pelacakan historis ini, pemilik usaha dapat memahami bagaimana perubahan demografis dan karakteristik konsumen memengaruhi performa lokasi tertentu, serta menyesuaikan strategi pemasaran dan ekspansi berdasarkan data evolusi yang faktual. Penerapan SCD tipe 2 juga mendukung pembuatan laporan yang lebih akurat, sesuai konteks waktu dari setiap data yang dianalisis.

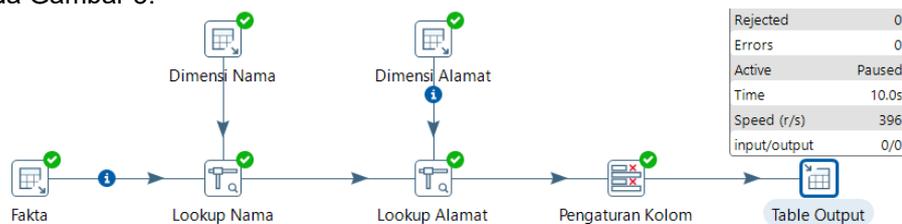
9) Tahap 9 – *Deciding The Physical Design*

Untuk tahap sembilan ini merupakan tahap akhir dalam proses perancangan basis data. Fokusnya adalah pada implementasi struktur logis ke dalam bentuk fisik di dalam sistem manajemen data. Untuk hal ini, perancangan fisik dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja sistem dalam menangani data spasial ataupun administratif yang bersifat dinamis dan historis. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2, atribut-atribut kritical seperti id, nama rumah makan, dan kordinat lokasi yang detail ini menggunakan indeks spasial agar dapat mempercepat proses pencarian berbasis lokasi. Partisi data berdasarkan tahun yang diterapkan pada tabel fakta utama untuk mendukung pengefisienan query historis dan pemeliharaan data dalam jangka panjang. Juga dilakukan pengelompokan data berdasarkan wilayah administratif, seperti kode provinsi ataupun BPS Kode Kabupaten/Kota agar mempercepat proses agregasi dan visualisasi spasial. Sistem ini akan terus diperbarui secara berkala dan konfigurasi penyimpanan pun akan ditentukan berdasarkan estimasi volume data yang terus bertambah. Sehingga basis data dapat terus beroperasi secara efisien dan skalabel serta mendukung peran dalam lokasi strategis restoran dan kafe di Kota Bandung secara optimal dalam jangka panjang.



Gambar 2. Star Schema

Pemrosesan data di Pentaho yang meliputi *extract*, *transform*, dan *load* ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kekeliruan data, sehingga data tersebut dapat digunakan dengan struktur dan isi data yang tepat. Berikut tahapan dalam pemrosesan data di Pentaho seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Komponen Pentaho

Seperti yang tertera pada Gambar 3 adalah pemrosesan transformasi data di *Pentaho Data Integration* yang digunakan untuk membentuk model Skema Bintang (*Star Schema*), dimana meliputi tiga tahapan utama dalam pendekatan ETL, yaitu *extract*, *transform*, dan *load*. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang diproses memiliki struktur yang benar, bersih dari kesalahan, serta siap digunakan untuk analisis lebih lanjut. Tahapan ini penting untuk menghasilkan sistem *Data Warehouse* yang tepat dan yang lebih penting adalah untuk mendukung pengambilan keputusan secara strategis. Ditampilkan transformasi data dari tabel fakta sampai tabel *output* dengan melalui proses *lookup* dan penyesuaian atribut dengan tabel dimensi.

Dimulai dengan pembacaan data mentah dari tabel fakta, yang berisi informasi utama berupa informasi numerik dan identitas lokasi restoran atau kafe. Data ini kemudian dikaitkan melalui proses *Lookup Nama*, yang mencakup informasi administratif seperti id, kode provinsi, nama provinsi, BPS kode kabupaten/kota, dan BPS nama kabupaten/kota. Dengan tujuan untuk melakukan normalisasi data dengan menggantikan atribut deskriptif pada tabel fakta dengan surrogate key dari tabel dimensi sehingga dapat sesuai dengan prinsip *Star Schema*.

Setelah proses normalisasi wilayah administratif, proses dilanjutkan ke *Lookup Alamat*, yang menghubungkan data fakta dengan dimensi alamat. Dimensi ini berisi informasi lokasi secara lengkap, yaitu alamat detail, koordinat latitude dan longitude dan tahun datanya. Proses ini penting agar dapat dipastikan bahwa data spasial telah tervalidasi dan sesuai terhadap master data lokasi. Kedua proses *lookup* ini memastikan bahwa setiap *record* dalam tabel fakta memiliki konteks tambahan yang relevan dari tabel dimensi terkait.

Selanjutnya adalah pengaturan kolom (*Select Values/Column Filter*), di mana sistem menyaring kolom-kolom yang tidak diperlukan, mengatur urutan atribut, dan memastikan struktur data sesuai dengan desain akhir *Star Schema*. Tahap ini meliputi penyesuaian nama atribut, pemetaan tipe data, dan persiapan data sehingga dapat dimuat ke tabel tujuan dengan

tepat dan sempurna. Bagian ini adalah proses dari *Transform*, yang tentunya data hasil *lookup* lebih efisien dan konsisten sebelum dimasukkan ke dalam *Data Warehouse*.

Untuk tahap akhir, data yang telah terstruktur dan terintegrasi akan dimuat ke dalam *Table Output*, yaitu tabel tujuan dalam sistem database yang menjadi bagian dari implementasi fisik *Star Schema*. Akan ditampilkan tabel akhir yang telah terintegrasi, terfilter dan siap digunakan sistem *Business Intelligence* dengan tujuan untuk keperluan analisis lebih lanjut, visualisasi atau dimasukkan ke dalam *Data Warehouse*. Berdasarkan hasil eksekusi yang ditampilkan pada gambar di atas, seluruh proses berjalan dengan lancar dan tidak ada data yang ditolak (*rejected* = 0), kesalahan (*errors* = 0), dan waktu eksekusi adalah 10 detik serta untuk kecepatan pemrosesan rata-rata adalah 396 *record* per detik. Implementasi transformasi ini sangat mendukung struktur *Star Schema* dan membuktikan keefektifan PDI sebagai alat ETL dalam mendukung integrasi data spasial dan administratif secara sistematis. Di mana hubungan antar data menjadi lebih sederhana, *query* lebih cepat, dan proses analisis lebih intuitif sehingga dapat membantu pemilik usaha restoran dan kafe dalam memahami lokasi strategis berdasarkan data yang akurat dan relevan. Untuk tampilan dari hasil pengekseskuan seperi pada Gambar 4 dibawah.

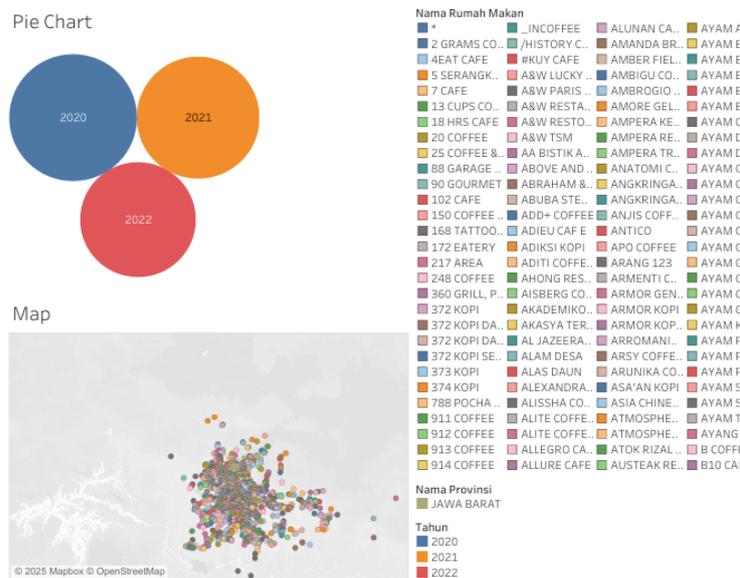
#	id	Kode Provinsi	Nama Provinsi	Kode BPS Kabupaten/Kota	Nama BPS Kabupaten/Kota	Nama Rumah Makan	Alamat	Latitude	Longitude	Tahun
1	1	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	BREW & CHEW	JL. SUKABUMI NO.53	-6.915369756	107.6342868	2020
2	2	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	CAFE BALI	JL. L. L. R. E. MARTADINATA NO.211-215	-6.91348026	107.6294417	2020
3	3	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	ANIS COFFEE	JL. BENGAWAN NO. 34	-6.90892008	107.6277107	2020
4	4	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	HEADKLIN BARBER & COFFEE HOUSE	JL. CIANJUR NO.12A	-6.915895331	107.632708	2020
5	5	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	GARDEN COFFEE BDG	JL. BENGAWAN NO.7A	-6.912786983	107.6326828	2020
6	6	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	BERASA CAFE	JL. JENDERAL AHMAD YANI NO.245	-6.915114181	107.6303307	2020
7	7	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	LULLA BAKERY & COFFEE	JL. CITARUM NO.12	-6.904739124	107.6229333	2020
8	8	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	JARDIN CAFE	JL. CIMANJUK NO.1A	-6.905221933	107.6201226	2020
9	9	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	4EAT CAFE	JL. PROGO NO.13A	-6.904283524	107.618396	2020
10	10	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	ROGER'S CAFE & LOUNGE	JL. IR. H. JUANDA NO.97	-6.894450462	107.6125616	2020
11	11	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	PLEASE PLEASE PLEASE CAFE AND RESTO	JL. PROGO NO.37	-6.90404172	107.6198655	2020
12	12	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	HONGER CAFE	JL. LOMBOK NO.47	-6.906616773	107.619895	2020
13	13	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	LOY CAFE	JL. BANDA NO.31	-6.903945671	107.6165275	2020
14	14	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	FANEL PATISSERIE CAFE	JL. BANDA NO.30	-6.906669978	107.6173154	2020
15	15	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	KARIVE	JL. AMBON NO.14	-6.907327239	107.6186486	2020
16	16	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	TAELIN COFFEE & WORKS	JL. L. L. R. E. MARTADINATA NO.50	-6.906001621	107.6182124	2020
17	17	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	2 GRAMS COFFEE AND MEALS	JL. AMBON NO.16	-6.907153273	107.6188492	2020
18	18	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	GIGGLEBOX CAFE AND RESTO	JL. PROGO NO.33A	-6.904264335	107.6195944	2020
19	19	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	KAKA CAFE	JL. SURTAN TIRTAYASA NO.49	-6.904790931	107.6160763	2020
20	20	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	PARIS VAN JAWA CAFE & RESTO SPECIALITY COFFEE	JL. AMBON NO. 11	-6.907228575	107.6162975	2020
21	21	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	CHAPLIN'S CAFE BAR AND SHISA	JL. DIPONEGORO N.26	-6.90117062	107.6214963	2020
22	22	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	HERITAGE CAFE	JL. L. L. R. E. MARTADINATA NO.61	-6.905754678	107.6164486	2020
23	23	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	FOURHAPPY CAFE & RESTO & BAR	JL. CILAKI NO.65	-6.901802571	107.6220932	2020
24	24	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	BELLAME BOULANGERIE	JL. CIPAHAT NO.25	-6.906553475	107.6236979	2020
25	25	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	SYDWIC	JL. CILAKI NO.63	-6.90355203	107.6222235	2020
26	26	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	THE PANASDALAM	JL. AMBON NO.8A	-6.907152426	107.6181651	2020
27	27	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	PAPATONG CAFETERIA	JL. TAMAN CITARUM NO.15	-6.903999922	107.6212521	2020
28	28	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	BOBER CAFE	JL. L. L. R. E. MARTADINATA NO.123	-6.906975483	107.6233981	2020
29	29	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	BUTTERCUP BOULANGERIE	JL. IR. H. JUANDA NO.46	-6.901082574	107.6122701	2020
30	30	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	SEIWA COFFEE	JL. PROGO NO.15	-6.904124122	107.6186235	2020
31	31	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	HUMMINGBIRD EATERY BANDUNG	JL. PROGO NO.14	-6.90473488	107.6182882	2020
32	32	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	ROAD CAFE	JL.CILAKI NO.41	-6.903746324	107.6239394	2020
33	33	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	SONOMA CAFE (SONOMA GOLD)	JL. LOMBOK NO.29	-6.908825781	107.6186653	2020
34	34	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	EVERJOY COFFEE & CAFE - IVORY HOTEL BANDUNG	JL. BAHUREKSA NO.3	-6.904795576	107.6139074	2020
35	35	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	CAFE CISANGKUY	JL. CISANGKUY NO. 68-56	-6.90149078	107.6212228	2020
36	36	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	BUIH KOPI	JL. TRUNOJOYO NO. 40	-6.902371032	107.6142582	2020
37	37	32	JAWA BARAT	3273	KOTA BANDUNG	GERM CAFE	JL. CILAKI NO.43	-6.904759322	107.6266993	2020

Gambar 4. Tampilan Hasil Eksekusi

Dari hasil eksekusi Gambar 4, ditampilkan hasil akhir dari data yang telah diproses, yang berisi daftar restoran dan kafe di Kota Bandung. Tabel ini mencakup informasi lengkap mulai dari kode dan nama provinsi, kode BPS kabupaten/kota, nama BPS kabupaten/kota, nama rumah makan, alamat lengkap, serta koordinat spasial berupa latitude dan longitude, hingga tahun pencatatan data. Data tersebut sudah dalam format yang bersih dan terstruktur, sehingga siap untuk dimasukkan ke dalam sistem *Data Warehouse* dan digunakan dalam analisis visualisasi pada *Dashboard Business Intelligence*.

Tampilan ini menunjukkan keberhasilan proses integrasi antar dimensi dan fakta, sekaligus untuk memvalidasi bahwa setiap baris data telah memenuhi seluruh kriteria transformasi yang ditetapkan. Dengan hasil seperti ini, data dapat dianalisis lebih lanjut untuk menghasilkan peta lokasi strategis, analisis sebaran wilayah usaha, maupun pola-pola tren lokasi restoran dan kafe di Kota Bandung selama periode waktu tertentu.

Dashboard pada Gambar 5 di bawah ini menampilkan visualisasi (*Dashboard*) interaktif yang dikembangkan menggunakan *Business Intelligence* untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan terkait lokasi strategis restoran dan kafe di Kota Bandung berdasarkan data spasial dan temporal dari tahun 2020 sampai tahun 2022. *Dashboard* ini menintegrasikan dua komponen visual utama, yakni *Pie Chart* dan *Map Visualization* yang keduanya saling terhubung dalam memberikan wawasan mendalam mengenai distribusi dan dinamika lokasi restoran dan kafe di Kota Bandung secara geografis dan waktu. Ini termasuk ke dalam tahap validasi *Dashboard Business Intelligence* karena juga mengecek kesesuaian output visual dengan data yang tersimpan.



Gambar 5. Pententuan Lokasi Strategis Restoran dan Kafe

- 1) *Map Visualization* (Peta Sebaran Lokasi Restoran dan Kafe)
Tampilan peta interaktif berbasis *Mapbox* dan *Open Street Map*. Setiap titik pada peta menampilkan lokasi geografis dari restoran dan kafe yang berdasarkan data-data koordinat latitude dan longitude. Dapat dilihat bahwa visualisasi ini berfokus pada kepadatan lokasi restoran dan kafe di Kota Bandung. Persebaran spasial ini menunjukkan bahwa adanya keterhubungan antara perkembangan restoran dan kafe dengan faktor urbanisasi, aksesibilitas dan daya tarik pada masing-masing restoran dan kafe.
- 2) *Pie Chart* Berdasarkan Tahun
Pie Chart pada sisi kiri *Dashboard* yang berbentuk tiga lingkaran terpisah, menampilkan penggabungan jumlah restoran dan kafe berdasarkan tahun pendataan, yaitu tahun 2020, 2021, dan 2022. Penempatan lingkaran ini menggambarkan volume entitas restoran dan kafe pada masing-masing tahun. Fungsinya adalah untuk menampilkan pertumbuhan ataupun penurunan jumlah unit restoran dan kafe dari tahun ke tahun secara intuitif. Contohnya adalah, jika ukuran lingkaran untuk tahun 2022 terlihat lebih besar jika dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan untuk jumlah restoran dan kafe pada tahun tersebut.
- 3) *List Nama Rumah Makan*
Terdapat pada sisi kanan atas *Dashboard*, yaitu ditampilkan daftar lengkap nama restoran dan kafe yang telah terdata dengan simbol warna yang identik. Warna yang identik ini digunakan untuk menandakan entitas restoran dan kafe pada peta dan agar terhindar dari keraguan (ambigu) saat dilakukan pengekplorasian. Sedangkan warna untuk tahun disamakan di seluruh komponen visualisasi agar menjaga konsistensi dan ketertudahan interpretasi.
- 4) *Analisis Visual*
Dashboard ini didesain untuk mendukung proses data driven decision making, terkhusus untuk yang memiliki kebutuhan maupun kepentingan seperti pemerintah daerah, pelaku usaha restoran dan kafe, maupun investor. Pengguna *Dashboard* ini dapat mengidentifikasi pola spasial dan temporal dalam Pembangunan restoran dan kafe, pengevaluasian persebaran geografis, dan menghubungkannya dengan faktor eksternal, seperti kepadatan penduduk ataupun lokasi wisata. Visualisasi ini juga berfungsi dalam pengembangan model prediksi lokasi strategis, perencanaan zonasi, dan analisis potensi pasar di Kota Bandung. Visualisasi *Dashboard* ini merupakan bagian penting dari tahapan analisis eksploratif dalam siklus *Data Warehouse* dan *Business Intelligence*. Penggabungan antara data spasial, dimensi waktu, dan entitas restoran dan kafe

memberikan fondasi yang kuat untuk penganalisaan lanjutan, baik secara deskriptif ataupun prediktif.

4.2 Validasi/Pengujian Sistem

Desain *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* yang dianalisis pada penelitian ini menggunakan pendekatan *black box testing* dan *user validation*. Pengujian dilakukan dalam hal untuk memastikan bahwa proses ETL (*Extract, Transform, Load*) dapat mengintegrasikan data spasial dan non-spasial tanpa kehilangan integritas, juga *Dashboard* BI dapat menampilkan informasi sesuai kebutuhan pengguna. Proses validasi dilakukan pada beberapa tahap. Pada awalnya dilakukan pemvalidasian skema data dengan cara menguji apakah tabel fakta dan tabel dimensi mampu menyimpan data sesuai dengan *Star Schema* pada Gambar 2. Lalu, dilakukan validasi ETL menggunakan *Pentaho Data Integration* untuk memastikan data dari berbagai sumber dapat diolah dan dimasukkan dengan benar ke dalam *Data Warehouse*.

Tabel 1 di bawah menunjukkan hasil pengujian atau hasil validasi sesuai dengan fitur yang ada, yaitu analisis tren lokasi, preferensi konsumen, dan kepadatan wilayah berdasarkan atribut spasial dan demografis.

Tabel 1. Hasil Validasi

No	Fitur	Skenario Pengujian	Input	Output	Hasil Pengujian
1	Pengintegrasian Data Spasial dan Non – Spasial (ETL)	Menjalankan proses ETL pada Pentaho	Data restoran dan kafe	Data bersih terintegrasi tanpa adanya duplikasi dan masuk ke dalam tabel fakta dan tabel dimensi	Valid
2	Visualisasi Peta Sebaran Lokasi	Membuka <i>Dashboard</i> Peta	Filter tahun 2020/2021/2022	Titik lokasi restoran atau kafe sesuai dengan titik koordinat	Valid
3	Analisis Tren Lokasi	Menampilkan tren pertumbuhan	Data 2020-2022	Grafik distribusi jumlah restoran dan kafe per tahun	Valid
4	Daftar Nama Restoran/Kafe	Memilih salah satu nama restoran/kafe	Mengklik “Armor Kopi”	Peta memfokuskan ke lokasi restoran	Valid

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Proses ETL berjalan tanpa error (*error = 0, rejected data = 0*), visualisasi spasial menampilkan titik koordinat dengan akurat, dan interaktivitas *Dashboard* bekerja dengan konsisten. Selanjutnya, pada Tabel 2 di bawah ini merupakan *User Acceptance Testing* (UAT). Validasi ini menilai kesesuaian sistem terhadap kebutuhan penggunanya.

Tabel 2. *User Acceptance Testing*

No	Kriteria Validasi	Deskripsi	Hasil Evaluasi
1	Kesesuaian Kebutuhan	<i>Dashboard</i> menampilkan tren lokasi, peta sebaran lokasi, dan kepadatan wilayah	Seluruh fitur sesuai dengan persyaratan
2	Kemudahan Pengguna	UI <i>Dashboard</i> diuji dari sisi navigasi dan interaktivitas filter	Navigasi intuitif dan mudah dipahami
3	Kecepatan Akses Data	Respon eksekusi <i>query</i> saat memuat <i>Dashboard</i>	Waktu akses rata-rata di bawah 5 detik
4	Akurasi Informasi	Kesesuaian titik peta dan grafik dengan sumber data	Data visual konsisten dan akurat
5	Manfaat Sistem	Potensi sistem dalam mendukung pengambilan Keputusan berbasis data	Sistem mampu memberikan <i>insight</i> lokasi strategis

Validasi ini telah menunjukkan dan membuktikan bahwa sistem memenuhi persyaratan fungsional.

4.3 Pembahasan

Pengujian sistem yang dilakukan adalah untuk menilai apakah sistem *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* yang dirancang sudah memenuhi syarat fungsional untuk

penggunanya. Hal ini berfokus pada kesesuaian *input* dan *ouput* tanpa melihat kode internalnya, sehingga bisa lebih tepat dalam mengevaluasi kualitas sistem dari perspektif pengguna akhir. Jika berdasarkan hasil pengujian, seluruh fitur utama sistem berhasil berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Pada tahap *Extract*, sistem dapat membaca data dari berbagai sumber, baik secara spasial maupun non-spasial, tanpa mengalami adanya *error*. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa koneksi dan kompatibilitas data antar sumber *valid* dan terjamin. Hal ini penting karena salah satu masalah utama dalam pengelolaan data restoran dan kafe adalah fragmentasi data dari sumber yang berbeda. Untuk tahap *Transform* juga berhasil dijalankan dengan sukses. Data hasil ekstraksi dapat dibersihkan dari duplikasi, dinormalisasi, dan sesuai dengan (*Star Schema*). *Blackbox test* membuktikan bahwa data spasial (latitude dan longitude) telah terhubung dengan dimensi administratif (provinsi, kabupaten/kota, alamat) dengan benar. Hasil ini menandakan bahwa proses ETL dapat menjaga integritas data, sehingga analisis yang dilakukan tidak terdistorsi oleh inkonsistensi data. Selanjutnya adalah tahap *Load*, seluruh *record* berhasil dimasukkan ke dalam *Data Warehouse* sesuai dengan struktur tabel fakta dan dimensi. Berdasarkan hasil dari pengujian, tidak ada data yang hilang ataupun rusak selama proses. Oleh karena itu, hal ini menimbulkan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna akan basis data yang terintegrasi dan siap digunakan untuk analisis jangka panjang.

Pengujian terhadap *Dashboard* visualisasi BI juga menunjukkan hasil yang baik. Fitur *Map Visualization* berhasil menampilkan titik-titik lokasi restoran dan kafe secara akurat sesuai koordinat geografis. Setiap titik pada peta dapat dicari dan dikonfirmasi kesesuaiannya dengan data sumber, sehingga pengguna dapat langsung memetakan lokasi usaha restoran dan kafe di Kota Bandung. Hasil *blackbox test* berhasil menunjukkan bahwa tidak ada titik yang salah posisi ataupun hilang, yang berarti proses integrasi spasial berjalan dengan baik. Fitur *Pie Chart* pun berhasil menampilkan jumlah restoran dan kafe berdasarkan tahun 2020, 2021, dan 2022. Dapat dilihat dari grafik hasil pengujian dapat menangkap dinamika industri restoran dan cafe pascapandemi. Hal ini membuktikan bahwa visualisasi berjalan konsisten dengan data historis yang dimuat ke dalam *Data Warehouse*. Untuk fitur sinkronisasi *Dashboard* juga diuji, khususnya dalam hal interaktivitas antar komponen visual. *Blackbox testing* menunjukkan bahwa ketika pengguna memilih nama restoran/kafe pada daftar, sistem secara otomatis memfokuskan titik lokasi sesuai pada peta. Sama halnya dengan *filter* berdasarkan tahun dapat mengubah isi *Pie Chart* dan *Map Visualization* secara konsisten. Hal ini membuktikan bahwa sistem mendukung eksplorasi data secara intuitif, sesuai dengan kebutuhan pelaku usaha dan investor.

Jika dilihat dari sisi performa, hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata respon eksekusi *query* berada di bawah 5 detik, dengan kecepatan rata-rata 396 *record* per detik. Angka ini cukup baik untuk mendukung analisis *real-time* dalam hal eksplorasi lokasi strategis. Partisi data per tahun juga terbukti mampu meningkatkan efisiensi *query* historis, sehingga sistem tetap optimal meskipun volume data terus bertambah. Jadi, hasil *blackbox testing* ini membuktikan bahwa sistem mampu memenuhi kebutuhan pengguna, baik dari aspek integrasi data, akurasi visualisasi, maupun performa analisis. Hal ini memperkuat bahwa integrasi *Data Warehouse* dengan *Business Intelligence* dapat menggantikan pendekatan berbasis intuisi dengan pendekatan berbasis data (*data-driven decision making*). Sehingga, pemilik usaha ataupun investor restoran dan kafe dapat mengurangi risiko kesalahan investasi karena dapat menentukan lokasi potensial secara lebih akurat, efisien, dan strategis.

Untuk aspek *User Acceptance Testing*nya sendiri menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi kriteria utama, yaitu kesesuaian dengan kebutuhan pengguna, kemudahan penggunaan, kecepatan akses data, keakurasian informasi, dan manfaat sistem dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Sehingga secara keseluruhan, pengujian membuktikan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional pengguna dan memberikan manfaat yang signifikan.

Berdasarkan perspektif akademik, penelitian ini memperluas kajian terdahulu mengenai perancangan *Data Warehouse*. Ardista et al. menunjukkan efektivitas *Data Warehouse* untuk mendukung analisis kunjungan pasien melalui OLAP [9], sementara Maryanto menekankan peran *Data Warehouse* dalam konsolidasi data keuangan [10]. Penelitian Syaputra [11] dan Akbar & Rahmanto [12] membuktikan efektivitas *Nine Step Methodology* pada transaksi penjualan, tetapi belum mengintegrasikan dimensi spasial. Sehingga penelitian ini

menghadirkan hal baru, yaitu integrasi data spasial ke dalam kerangka *Data Warehouse*, yang selaras dengan konsep Spatial OLAP (SOLAP) yang dikemukakan Malinowski & Zimanyi.[18]

Kontribusi penelitian ini dapat dipandang dari dua sisi, baik secara praktis maupun teoritis. Secara praktisnya, sistem ini memberikan solusi aplikatif bagi pelaku usaha restoran dan kafe untuk mengoptimalkan pemilihan lokasi usaha berdasarkan data empiris, bukan sekadar intuisi. Secara teoritis, penelitian ini memperkaya khazanah literatur mengenai pengembangan *Data Warehouse* dengan memperluas penerapan *Nine Step Methodology* pada *domain* spasial, serta memperkuat relevansi integrasi BI dalam mendukung pengambilan keputusan strategis di sektor non-keuangan. Penelitian ini juga menegaskan betapa pentingnya transformasi digital berbasis data dalam industri restoran dan kafe yang kompetitif, serta berkontribusi terhadap pengembangan bidang Ilmu *Spatial Data Warehousing* dan *Business Intelligence*.

5. Simpulan

Pengimplementasian dan penelitian ini menegaskan bahwa pengintegrasian *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* adalah hal yang tepat dan strategis dalam mendukung pengambilan keputusan strategis dalam pemilihan lokasi restoran dan kafe di Kota Bandung. Dengan penerapan *Nine Step Methodology* dan proses ETL (Extract, Transform, Load) yang diimplementasikan, terbukti dapat mengelola, menyimpan, dan menyajikan data spasial dan non-spasial secara terstruktur dan komprehensif. Dari proses pengujian terhadap struktur *Star Schema* pun memperlihatkan bahwa tabel fakta dan tabel dimensi yang dibangun telah konsisten serta mampu menampung data spasial maupun non-spasial secara terintegrasi. Hasil *blackbox testing* memperlihatkan performa sistem yang baik. Proses ETL yang diuji menggunakan *Pentaho Data Integration* berjalan lancar (*error* =0 dan *rejected data* =0), menghasilkan data yang bersih, bebas duplikasi, dan termuat secara menyeluruh ke dalam *Data Warehouse*. Keefisienan sistem dapat terlihat dari waktu eksekusi rata-rata, yaitu 10 detik dan kecepatan rata-rata pemrosesan, yaitu 396 *record* per detik. Waktu-waktu ini menunjukkan kemampuan sistem untuk mengolah data dalam volume besar dengan performa yang baik dan konsisten.

Validasi visualisasi pada *Dashboard* BI juga menunjukkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. *Map Visualization* berhasil menampilkan distribusi spasial restoran dan kafe secara akurat berdasarkan koordinat geografis dan *Pie Chart* mampu menggambarkan dinamika pertumbuhan jumlah restoran dan kafe periode 2020–2022. Seluruh komponen *Dashboard* juga berfungsi secara interaktif dan sesuai, sehingga mendukung eksplorasi data secara mendalam. Jadi, hasil penelitian ini memberikan kontribusi nyata bagi pemilik usaha, investor, ataupun pemerintah daerah dalam menentukan lokasi potensial berbasis bukti empiris, bukan sekadar intuisi, sehingga resiko kegagalan investasi dapat diminimalkan. Dari hasil *Acceptance Testing* juga memberikan dasar yang kuat dan memperjelas bahwa sistem pun telah memenuhi aspek terkait, seperti kesesuaian kebutuhan, kemudahan pengguna, kecepatan akses, akurasi informasi, dan manfaat praktis dalam mendukung *data-driven decision making*.

Penelitian ini juga memperkaya literatur keilmuan dengan menghadirkan implementasi *Spatial Data Warehousing* yang dikombinasikan dengan *Business Intelligence*, memperluas jangkauan penerapan *Nine Step Methodology* pada *domain* spasial, serta memberikan landasan bagi pengembangan riset lanjutan di bidang *Spatial OLAP* (SOLAP). Sistem yang diimplementasikan tidak hanya terbukti efektif dan efisien secara teknis, tetapi juga terbukti secara signifikan dalam hal kestrategisan untuk mendorong transformasi digital industri restoran dan kafe di Kota Bandung. Sehingga implementasi ini menghadirkan sistem rekomendasi lokasi strategis berbasis data yang teruji validitasnya, berkemampuan analitis tinggi, dan mampu mendukung keberlanjutan usaha di tengah kompetisi yang semakin intensif.

Daftar Referensi

- [1] F. Nawawi, A. Nugroho, and I. Wibowo, "Breaking the stigma: Increasing comprehensive HIV knowledge to end discrimination against people living with HIV," *The Indonesian Journal of Community and Occupational Medicine*, vol. 2, no. 3, pp. 120–123, 2023. <https://doi.org/10.53773/ijcom.v2i3.76.120-3>
- [2] K. Suryana, H. Suharsono, and N. Joenputri, "Factors associated with quality of life among people living with HIV/AIDS on highly active antiretroviral therapy: A cross-sectional study,"

- International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, vol. 12, no. 9, pp. 36–40, 2020. <https://doi.org/10.22159/ijpps.2020v12i9.38628>
- [3] CC. Arnold, B. Sonn, F. Meyers, A. Vest, R. Puls, E. Zirkler, et al., “Accessing and utilizing clinical and genomic data from an electronic health record data warehouse,” *Translational Medicine Communications*, vol. 8, no. 1, pp. 1–11, 2023. <https://doi.org/10.1186/s41231-023-00140-0>
- [4] X. Zeng, E. Forrestal, L. Cellucci, M. Kennedy, and D. Smith, “Using electronic health records and data warehouse collaboratively in community health centers,” *Journal of Cases on Information Technology*, vol. 15, no. 4, pp. 45–62, 2013. <https://doi.org/10.4018/jcit.2013100104>
- [5] L. Fleuren, T. Dam, M. Tonutti, D. Bruin, R. Lalisang, D. Gommers, et al., “The Dutch data warehouse, a multicenter and full-admission electronic health records database for critically ill COVID-19 patients,” *Critical Care*, vol. 25, no. 1, pp. 1–11, 2021. <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03733-z>
- [6] M. Kahn, J. Mui, M. Ames, A. Yamsani, N. Pozdeyev, N. Rafaels, et al., “Migrating a research data warehouse to a public cloud: Challenges and opportunities,” *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 29, no. 4, pp. 592–600, 2021. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocab278>
- [7] W. Utami, “Optimal control analysis of HIV/AIDS disease spread model in Indonesia,” *Barekeng Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. 18, no. 2, pp. 707–716, 2024. <https://doi.org/10.30598/barekengvol18iss2pp0707-0716>
- [8] J. Yao, J. Wang, Q. Chen, and R. Xing, “Core methodologies in data warehouse design and development,” *International Journal of Robotics Applications and Technologies*, vol. 1, no. 1, pp. 57–66, 2013. <https://doi.org/10.4018/ijrat.2013010104>
- [9] N. Ardista, P. Purbandini, and T. Taufik, “Rancang bangun data warehouse untuk pembuatan laporan dan analisis pada data kunjungan pasien rawat jalan Rumah Sakit Universitas Airlangga berbasis Online Analytical Processing (OLAP),” *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, vol. 3, no. 1, pp. 40-51, 2017. <https://doi.org/10.20473/jisebi.3.1.40-51>
- [10] H. Maryanto, “Analysis and design of data warehouse and data mart budget,” *Journal of Intelligent Software Systems*, vol. 2, no. 1, pp. 6-14, 2023. <https://doi.org/10.26798/ijss.v2i1.927>
- [11] M. Syaputra, “Data warehouse design for sales transactions on CV. Sumber Tirta Anugerah,” *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 88-96, 2022. <https://doi.org/10.24014/coreit.v8i2.19800>
- [12] M. Akbar and Y. Rahmanto, “Desain data warehouse penjualan menggunakan Nine Step Methodology untuk Business Intelligence pada PT Bangun Mitra Makmur,” *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 1, no. 2, pp. 137–146, 2020. <https://doi.org/10.33365/jatika.v1i2.331>
- [13] A. Dhaouadi, K. Boussemmi, M. Gammoudi, and S. Hammoudi, “Data warehousing process modeling from classical approaches to new trends: main features and comparisons,” *Data*, vol. 7, no. 8, pp. 113-127, 2022. <https://doi.org/10.3390/data7080113>
- [14] X. Liu, N. Iftikhar, H. Huo, and P. Nielsen, “Optimizing ETL by a two-level data staging method,” *International Journal of Data Warehousing and Mining*, vol. 12, no. 3, pp. 32–50, 2016. <https://doi.org/10.4018/ijdwm.2016070103>
- [15] S. Arifin, G. Madey, A. Vyushkov, B. Raybaud, and F. Collins, “An Online Analytical Processing multi-dimensional data warehouse for malaria data,” *Database: The Journal of Biological Databases and Curation*, vol. 2017, no. 1, pp. 1–12, 2017. <https://doi.org/10.1093/database/bax073>
- [16] B. Khan, “An overview of ETL techniques, tools, processes and evaluations in data warehousing,” *Journal on Big Data*, vol. 6, no. 1, pp. 1–20, 2024. <https://doi.org/10.32604/jbd.2023.046223>
- [17] F. Amanzougarene, M. Chachoua, and K. Zeitouni, “Handling imprecision in qualitative data warehouse: Urban building sites annoyance analysis use case,” *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XL-2/W1, pp. 133–138, 2013. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-2-W1-133-2013>
- [18] E. Malinowski and E. Zimányi, *Advanced Data Warehouse Design: From Conventional to Spatial and Temporal Applications*. Berlin, Germany: Springer, 2008.