

Modernisasi Data Warehouse Berbasis Cloud Untuk Standar Kebutuhan Business Intelligence Skala Mikro

Rudi Hartono¹, Teguh Ikhlas Ramadhan², Salsabila Dewi Nugrah³

^{1,2,3}Universitas Perjuangan Tasikmalaya, Tasikmalaya dan 46115, Indonesia
e-mail: rudihartono@unper.ac.id¹, teguhikhlas@unper.ac.id²

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi : 31 Oktober 2024
Revisi Akhir : 05 November 2024
Diterbitkan Online : 30 November 2024

Kata Kunci:

Data, Data_Warehouse, Kimball_Nine-Step, Business_Intelligence, Cloud,

Korespondensi:

Telepon / Hp : +62 852-2312-0103
E-mail : rudihartono@unper.ac.id

A B S T R A K

Penelitian ini mengeksplorasi modernisasi *Data Warehouse (DWH)* berbasis *cloud* untuk memenuhi kebutuhan *Business Intelligence (BI)* di tingkat skala mikro. Teknologi *cloud* sebagai solusi untuk modernisasi DWH, yang memungkinkan perusahaan skala mikro untuk menggunakan BI dengan lebih efektif. Pendekatan berbasis *cloud* memberikan fleksibilitas, skalabilitas, dan aksesibilitas yang diperlukan untuk mengelola dan menganalisis data dengan lebih baik. Penelitian ini merinci langkah-langkah strategis dalam merancang, menerapkan, dan mengelola DWH berbasis *cloud* serta mengintegrasikannya dengan alat BI yang tepat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Nine Step Kimball*. Hasil penelitian ini adalah pengembangan modernisasi DWH melalui teknologi *cloud*. Dengan mengadopsi solusi ini, UMKM dapat meningkatkan aksesibilitas data, efisiensi operasional, dan kemampuan mereka dalam menghasilkan wawasan BI yang berharga. Hal ini membantu untuk tetap kompetitif di pasar yang berubah-ubah dan membuat keputusan bisnis yang lebih cerdas demi pertumbuhan yang berkelanjutan

1. PENDAHULUAN

UMKM merupakan bagian yang sangat penting dalam perekonomian di seluruh dunia, termasuk di Indonesia [1]. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi dan persaingan yang semakin ketat, UMKM harus dapat memanfaatkan data untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas mereka dalam berbisnis[2]. Dalam *era digital*, banyak data yang dihasilkan dan dikumpulkan oleh UMKM, seperti data penjualan, inventaris, dan pelanggan. Data tersebut dapat digunakan sebagai analisis bisnis dan sistem pengambilan keputusan untuk perkembangan bisnis yang akan datang[3]. Teknologi *Data Warehouse* memungkinkan membantu dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. *Data warehouse* adalah sistem penyimpanan data pusat yang mengumpulkan dan mengintegrasikan data dari berbagai sumber, sehingga data dapat diakses dengan mudah dan diolah menjadi informasi yang berguna[4]. Dalam *data warehouse*, data dapat diolah dan dianalisis dengan menggunakan alat analisis data seperti *business intelligence (BI)*, *machine learning (ML)*, dan *artificial intelligence (AI)*[5]. Namun permasalahannya tidak semua perusahaan memiliki teknologi dalam mengolah dan menganalisis data dikarenakan ketebatas sumber daya manusia dan mahalnya perangkat yang diperlukan. Maka dari itu solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan cara membangun teknologi modern *data warehouse* dengan menggunakan Metode *Kimball Nine-Step* dan model *Practical Approach* dengan mengkombinasikan dua pendekatan *Top-Down* dan *Bottom-Up*. Pendekatan ini, dilakukan dengan perencanaan dan pendefinisian arsitektur kebutuhan standar *Data Warehouse*. Urgensi penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan

teknologi *modern data warehouse* agar dapat diakses juga oleh pengusaha mikro.

Berberapa penelitian terdahulu yang membahas mengenai *Data Warehouse* diantaranya yang dilakukan oleh Rahardiyanto dengan tema perancangan DW untuk pelaporan kinerja perguruan tinggi menyimpulkan dengan adanya *Data Warehouse* data dapat disajikan sesuai dengan dimensinya sehingga bisa dilakukan analisis secara lebih efisien dan cepat untuk menyusun laporan kinerja Perguruan Tinggi[7]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Nambiar dengan tema *Modern Enterprise Data Management* penelitian ini menyajikan gambaran detail tentang peran *data warehouse* dan *data lake* dalam manajemen data perusahaan *modern*. Selain itu, menjelaskan arsitektur dan pertimbangan desain hingga memberikan perspektif tentang tantangan dan arah penelitian yang menjanjikan untuk masa depan[8]. Berikutnya Penelitian yang dilakukan oleh Rahman dengan tema desain *data warehouse* berbasis sumber data *IoT*, data dari pengukuran tanah yang dilakukan melalui teknologi *IoT* dapat disimpan dan ditampilkan *secara real-time* melalui *cloud*. Penelitian ini merancang sumber data yang berasal dari data pengukuran nutrisi berbasis *IoT* untuk membangun *Data Warehouse*. *Data Warehouse* yang terbentuk kemudian dapat dilakukan untuk analisis jenis tanaman dan pupuk yang dibutuhkan di lokasi tanah[9].

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode penelitian yang digunakan mencakup observasi, wawancara, studi pustaka, proses implementasi *Nine Step Kimball*, proses pembuatan *cube*, dan visualisasi data.

2.1 Observasi

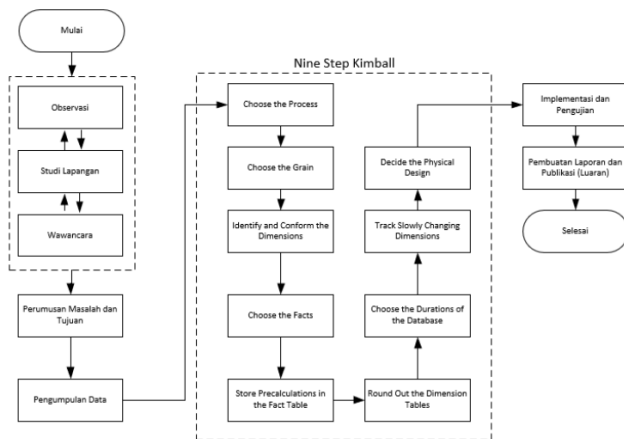
Proses dimulai dengan melakukan observasi di toko dan kantor cabang. Observasi dilakukan untuk mengetahui kegiatan yang terkait dengan proses transaksi.

2.1 Wawancara & Studi Lapangan

Proses kemudian dilanjutkan dengan melakukan wawancara dengan para pemangku kepentingan perusahaan UMKM. Tujuan dari proses ini adalah untuk mendapatkan sudut pandang dari mereka yang terlibat dalam perusahaan. Wawancara juga bertujuan untuk memperkuat hasil yang telah diperoleh selama proses observasi.

2.3 Nine Step Kimball

Kemudian pada tahapan pengembangan sistem digunakan metode *Kimball Nine-Step*. Selain itu tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam proses penyelesaian dalam rangka untuk memudahkan memecahkan masalah [10] metode penelitian diatas, terdapat metode dalam perancangan Data Warehouse menggunakan *Kimball Nine-Step* [6,11]:



Gambar. 1 Metode Penelitian

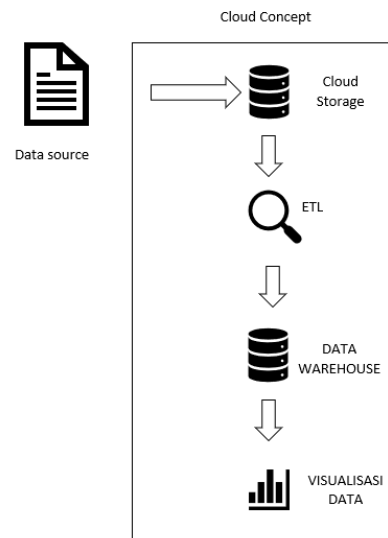
1. *Choose the Process*: Memilih proses bisnis utama yang akan menjadi fokus dari data warehouse.
2. *Choose the Grain*: Menentukan tingkat detail atau granularitas di mana data akan disimpan dalam data warehouse.
3. *Identify and Conform the Dimensions*: Identifikasi dimensi utama yang akan digunakan untuk menganalisis data dan pastikan konsistensinya di seluruh data warehouse.
4. *Choose the Facts*: Tentukan ukuran kuantitatif utama atau fakta yang akan disimpan dalam data warehouse.
5. *Store Precalculations in the Fact Table*: Simpan hasil perhitungan atau agregasi sebelumnya dalam tabel fakta untuk meningkatkan kinerja kueri.
6. *Round Out the Dimension Tables*: Melengkapi tabel dimensi dengan atribut dan informasi relevan untuk mendukung analisis.
7. *Choose the Durations of the Database*: Menentukan sejauh mana data historis akan

disimpan dalam data warehouse.

8. *Track Slowly Changing Dimensions*: Menetapkan metode untuk mengelola perubahan atribut dimensi yang berubah lambat dari waktu ke waktu.
9. *Decide the Physical Design*: Membuat keputusan tentang penyimpanan fisik, indeks, dan partisi data dalam data warehouse.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah gambaran konsep alur pengolahan data pada *cloud*. Diagram ini mengilustrasikan alur proses data dari sumber hingga ke visualisasi di lingkungan *cloud*. **Data Source**: Sumber data awal yang akan diolah. Data ini kemudian dikirim ke penyimpanan di *cloud*. **Cloud Storage**: Data dari sumber disimpan dalam penyimpanan cloud sebagai langkah awal sebelum pemrosesan lebih lanjut. **ETL (Extract, Transform, Load)**: Data diekstrak dari *cloud storage*, kemudian diproses (transformasi) agar sesuai dengan kebutuhan analisis, dan dimuat ke tahap berikutnya. **Data Warehouse**: Setelah melalui proses ETL, data dimasukkan ke dalam gudang data (data warehouse) yang memungkinkan penyimpanan dan pengelolaan data dalam skala besar untuk analisis. **Visualisasi Data**: Langkah akhir adalah visualisasi data, di mana data yang tersimpan di data warehouse divisualisasikan untuk mendapatkan wawasan dan mendukung pengambilan keputusan.



Gambar. 2 Cloud Konsep

3. 1 Kebutuhan Pengguna

Hasil dari hasil pengumpulan data dengan beberapa UMKM yang sudah dilakukan, disimpulkan terdapat beberapa kebutuhan umum yang diperlukan untuk analisa bisnis diantaranya dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Laporan Pengguna

No	Kebutuhan Untuk Analisa	Status
1	Analisa Transaksi Penjualan (Periodik Tertentu)	Dibutuhkan
2	Analisa Produk Terjual (Periodik Tertentu)	Dibutuhkan
3	Stok Produk	Dibutuhkan
4	Analisa Produk (Berdasar Kategori Tertentu)	Dibutuhkan
5	Analisa Penjualan Berdasar Pembeli	Dibutuhkan
6	Analisa Penjualan Berdasarkan Lokasi	Dibutuhkan
7	Analisa Pembeli	Dibutuhkan

Maka muncul beberapa atribut data yang perlu UMKM perlukan dalam mengumpulkan data transaksi yang tertera pada tabel dibawah:

Tabel 2. Kebutuhan Laporan Pengguna

No	Atribut yang dibutuhkan
1	Nomor Transaksi
2	Tanggal Transaksi
3	Nama Toko
4	Nama Produk
5	Jenis Produk
6	Harga Produk
7	Kategori Produk
8	Stok Produk
9	Pemasok
10	Pembeli

3. 2 Media penyimpanan berbasis Awan disimpan Sistem *Cloud* nya *Microsoft Azure*.

3. 3 Pemodelan Data

Berikut sesuai dengan metode *Nine Step Kimball* dalam proses pengembangan data warehouse dilakukan pemodelan data sebagai berikut:

1. Menentukan Proses Bisnis

Proses bisnis yang telah dipilih berdasarkan hasil analisis data yang digunakan adalah proses pengolahan data transaksi yang terkait dengan kebutuhan UMKM.

Tabel 3. CHOOSING THE PROCESS

Proses Bisnis	Deskripsi	Fungsi yang terlibat
Pengelolaan Data Transaksi	Mengumpulkan data transaksi	Data Transaksi, Produk, Pembeli

2. *Choosing the grain*

Tahap ini menentukan secara pasti apa yang akan disajikan dalam sebuah tabel fakta. Pada tahap ini juga ditentukan tingkat detail data yang dapat diambil dari model dimensional. Oleh karena itu, *granularity* yang telah dipilih adalah informasi mengenai transaksi penjualan.

Tabel 4. CHOOSING THE PROCESS

Grain	Deskripsi	Proses Bisnis
Informasi Transaksi	Kebutuhan informasi transaksi berdasarkan kriteria tertentu Contoh transaksi periodik, harian, mingguan, bulanan hingga tahunan dll	Data Transaksi

3. *Identify and Conform the Dimensions:*

Identifikasi dimensi utama yang akan digunakan untuk menganalisis data dan pastikan konsistensinya di seluruh data warehouse.

Tabel 5. *Identify and Conform the Dimensions*

Tabel Dimensi	Deskripsi	Grain
Dimensi Tanggal	Atribut: Tanggal Transaksi, Hari, Minggu, Bulan	Informasi Transaksi
Dimensi Pelanggan	Kode Pelanggan, Nama Pelanggan, Alamat Pelanggan, No Hp, Email	Informasi Transaksi
Dimensi Produk	Kode Produk, Nama Produk, Jenis, Harga, Kategori, Stok	Informasi Transaksi
Dimensi Transaksi	Tanggal Transaksi, Nomor Transaksi	Informasi Transaksi
Dimensi Kategori	Kode Kategori, Nama Kategori	Informasi Transaksi
Dimensi Pemasok	Kode Pemasok, Nama Pemasok, Telepon, Alamat, Email	Informasi Transaksi

4. *Choose the Facts:* Tentukan ukuran kuantitatif utama atau fakta yang akan disimpan dalam data warehouse.

Tabel 6. *Choose the Facts*

Tabel Dimensi	Deskripsi	Dimensi
Tabel Fakta	Berisikan Informasi Transaksi	Dimensi Tanggal, Dimensi Pelanggan, Dimensi Produk, Dimensi Transaksi, Dimensi Kategori dan Dimensi Pemasok

5. *Store Precalculations in the Fact Table:* Simpan hasil perhitungan atau agregasi sebelumnya dalam tabel fakta untuk meningkatkan kinerja kueri. Proses kalkulasi terhadap table fakta. Agregasi pada tabel fakta project adalah Tanggal, Pelanggan, Produk, Transaksi, kategori, pemasok.

6. *Round Out the Dimension Tables:* Deskripsi atribut-atribut dari tabel dimensi yang telah diidentifikasi disusun dengan cermat untuk menyajikan informasi secara terstruktur kepada pengguna. Keterangan yang diberikan pada tabel dimensi tersebut diharapkan lengkap dan jelas agar dapat dipahami dengan mudah oleh pengguna.

Tabel 7 Round Out the Dimension Tables

Tabel Dimensi	Atribut	Tipe data	Keterangan
Table Dimensi Tanggal	Tanggal Transaksi	Date	Tanggal Transaksi
	Hari	Int (10)	Harian
	Minggu	Int (10)	Transaksi Mingguan
	Bulan	Int (10)	Transaksi Bulanan
	Kode Pelanggan	Char (10)	Kode Pelanggan
Tanel Dimensi Pelanggan	Nama Pelanggan	Varchar (50)	Nama Pelanggan
	Alamat Pelanggan	Varchar (50)	Alamat Pelanggan
	No Hp Pelanggan	Varchar (50)	No Hp Pelanggan
	Email	Varchar (50)	Email Pelanggan
	Kode Produk	Char (10)	Kode Produk
Tabel Dimensi Produk	Nama Produk	Varchar (50)	Nama Produk
	Jenis	Varchar (50)	Jenis
	Harga	Varchar (50)	Harga
	Kategori	Varchar (50)	Kategori
	Stok	Varchar (50)	Stok
Dimensi Transaksi	Tanggal Transaksi	Date	Tanggal Transaksi
	Nomor Transaksi	Varchar (50)	Nomor Transaksi
Dimensi Kategori	Kode Kategori	Varchar (50)	Kode Kategori
	Nama Kategori	Varchar (50)	Nama Kategori
Dimensi Pemasok	Kode Pemasok	Varchar (50)	Kode Pemasok
	Nama Pemasok	Varchar (50)	Nama Pemasok
	Telepon	Varchar (50)	Telepon
	Alamat	Varchar (50)	Alamat
	Email	Varchar (50)	Email

7. *Choose the Durations of the Database:* Tahap ini data belum memenuhi untuk kebutuhan analisis, namun pada tahap ini akan dilakukan konfigurasi pada bagian visualisasi data berdasarkan rancangan skema data warehouse yang digunakan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Durasi basis data yang akan dimasukkan ke dalam Data Warehouse adalah selama 3 hingga 5 tahun.

8. *Track Slowly Changing Dimensions:* Pada tahap ini untuk mengelola perubahan atribut dimensi yang berubah lambat dari waktu ke waktu sesuai dengan kebutuhan pengguna dan bersifat dinamis, seperti untuk analisa transaksi periodik. Atribut dari tabel dimensi tidak selalu memiliki nilai tetap atau relatif statis. Perubahan pada nilai atribut dapat terjadi dalam jangka waktu yang lama.

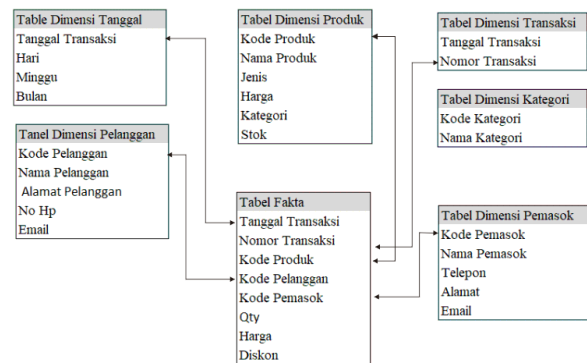
Tabel 8. Perubahan Atribut

Dimensi	Perubahan Atribut
Table Dimensi Tanggal	Tanggal_Transaksi
Tanel Dimensi Pelanggan	Nama_Pelanggan
Tabel Dimensi Produk	Nama_Produk
Dimensi Transaksi	No_Transaksi
Dimensi Kategori	Nama_Kategori
Dimensi Pemasok	Nama_Pemasok

9. *Decide the Physical Design:* Penyimpanan fisik, indeks, dan partisi data dalam data warehouse dilakukan secara *cloud* dengan memanfaatkan MS.SQL pada Sistem *Cloud* nya *Microsoft Azure*.

3. 4 Perancangan Skema

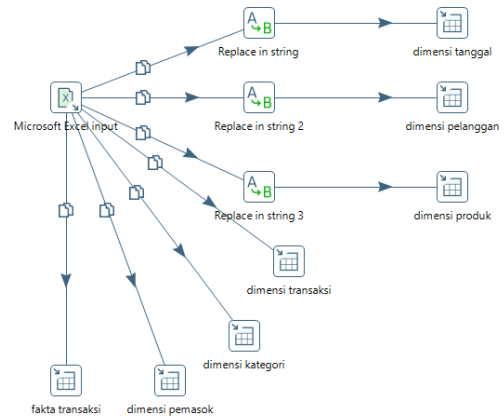
Dalam perancangan data warehouse ini, dipilih skema *snowflake* sebagai struktur basis data. Keputusan untuk menggunakan skema *snowflake* didasarkan pada organisasi yang efisien, yang mencegah redundansi data, dan keunggulan dalam kinerja *query* dibandingkan dengan skema lain seperti skema bintang.



Gambar 3. Skema snowflake

3. 5 ETL

Setelah Database yang dibangun dengan model dimensi yang sudah ditentukan, selanjutnya dilakukan proses ETL dimana sumber data yang sudah diperoleh akan dimasukkan ke lingkungan *Data Warehouse*, dengan melewati tahapan *Extract, Transform, Load*.



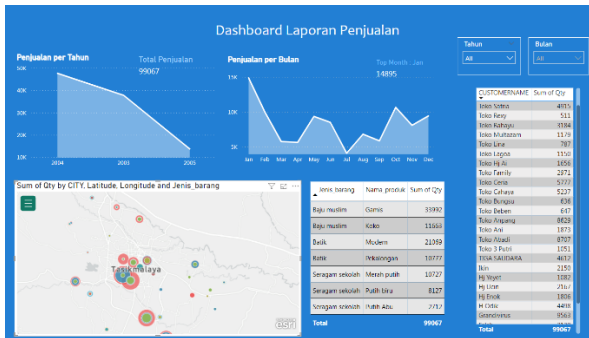
Gambar 4. Proses ETL

3. 5 Kebutuhan Visualisasi Data

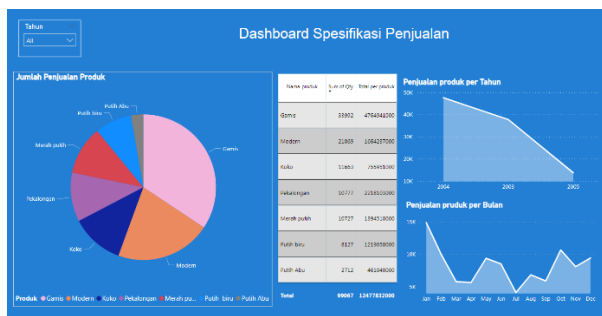
Data yang dikumpulkan sejumlah hasil dari ETL 2824, data ini digunakan untuk dibangun bentuk visualnya, sehingga dapat dianalisa dengan mudah oleh pengguna, dan dapat di jadikan sebagai bahan pertimbangan pengambilan keputusan dalam bisnis.

No	Tanggal_Penjualan	Nama_produk	Jenis_barang	Harga	Qty	Id_pelanggan	CITY
1	10114 04 January 2003	Gamis	Baju muslim	Rp 154.000	31	34	Cihideung
2	10114 04 January 2003	Gamis	Baju muslim	Rp 154.000	48	34	Cihideung
3	10114 04 January 2003	Gamis	Baju muslim	Rp 154.000	24	34	Cihideung
4	10114 04 January 2003	Gamis	Baju muslim	Rp 154.000	42	34	Cihideung
5	10114 04 January 2003	Pekalongan	Batik	Rp 210.000	39	34	Cihideung
6	10114 04 January 2003	Pekalongan	Batik	Rp 210.000	45	34	Cihideung

Gambar 5. Data query yang diambil dari Data Warehouse



Gambar 6. Dashboard Laporan



Gambar 7. Dashboard Spesifikasi Penjualan

3. 5 Pengujian

Pengujian menggunakan *Black Box Testing* dengan menguji semua fungsionalitas *Tampilan Dashboard* yang digunakan berjalan sesuai dengan harapan pengguna atau tidak.

Tabel 9. Uji Black Box

No	Kebutuhan Untuk Analisa	Hasil Uji
1	Analisa Transaksi Penjualan (Periodik Tertentu)	Sesuai
2	Analisa Produk Terjual (Periodik Tertentu)	Sesuai
3	Stok Produk	Sesuai
4	Analisa Produk (Berdasar Kategori Tertentu)	Sesuai
5	Analisa Penjualan Berdasar Pembeli	Sesuai
6	Analisa Penjualan Berdasar Lokasi	Sesuai
7	Analisa Pembeli	Sesuai

Tabel 10. Uji Kinerja

No	Kebutuhan Untuk Analisa	Hasil Uji
1	Deskripsi	Mengukur waktu yang dibutuhkan untuk memuat dashboard penjualan dengan volume tinggi
2	Langkah Pengujian	1. Buka Dashboar Penjualan 2. Waktu pemuatan saat dashboard dibuka hingga semua data dan visualisasi tampil penuh
3	Hasil yang diharapkan	Dashboard harus termuat dalam waktu kurang dari 5 Detik
4	Hasil Aktual	Waktu pemuatan: 4,2 Detik Status: Lulus
5	Catatan	Kinerja Dashboard berada dalam batas yang diharapkan

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian pengembangan modernisasi *data warehouse* dapat dilakukan dengan mengimplementasikan *melalui teknologi cloud*. Kemudian *UMKM* dapat meningkatkan aksesibilitas data, efisiensi operasional, dan kemampuan dalam menghasilkan wawasan BI. Hal ini membantu untuk tetap kompetitif di pasar yang berubah-ubah dan membuat keputusan bisnis yang lebih cerdas demi pertumbuhan yang berkelanjutan.

5. SARAN

Sebagai saran pada penelitian ini adalah sebelum diimplementasikan, perlu pengujian lebih lanjut mengenai penggunaan perangkat yang berbeda, kemudian pengujian kinerja sistem menggunakan tools uji yang berbeda serta analisa lebih lanjut mengenai kinerja *query* yang sudah dikembangkan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberi dukungan financial terhadap penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Priyatna, "Implementasi Sistem Penunjang Keputusan Menggunakan Business Intelligence Untuk UMKM Di Gunung Putri Kab. Bogor," *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, vol. 7, no. 1, pp. 7–12, 2019, doi: 10.31294/jki.v7i1.5737.
- [2] O. Herdiana, S. S. Maesaroh, and A. F. Nazya, "Perencanaan Business Intelligence untuk Strategi Pengembangan Produk Unggulan UMKM," *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 101–109, 2022, doi: 10.37012/jtik.v8i2.1142.
- [3] S. Wahono and H. Ali, "Peranan Data Warehouse, Software Dan Brainware Terhadap Pengambilan Keputusan (Literature Review Executive Support Sistem for Business)," *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 225–239, Dec. 2021, doi: 10.31933/jemsi.v3i2.781.
- [4] R. Ari Setyawan, E. Prasetyo, and A. S. Girsang, "Design and Implementation Data Warehouse in Insurance Company," *J Phys Conf Ser*, vol. 1175, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1175/1/012072.
- [5] I. G. W. Darma, K. S. Utami, and N. W. S. Aryani, "Data Warehouse Analysis to Support UMKM Decisions using the Nine-step Kimball Method," *International Journal of Engineering and Emerging Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2019.
- [6] P. Rahardiyanto and M. Rizky Wahyudi, "Perancangan Data Warehouse Akademik Stmik Yadika Bangil Untuk Pelaporan Kinerja Perguruan Tinggi," *Jurnal SPIRIT*, vol. 12, no. 2, pp. 1–6, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.stmik-yadika.ac.id/index.php/spirit/article/view/177>
- [7] A. Nambiar and D. Mundra, "An Overview of Data Warehouse and Data Lake in Modern Enterprise Data Management," *Big Data and Cognitive Computing*, vol. 6, no. 4, p. 132, Nov. 2022, doi: 10.3390/bdcc6040132.
- [8] A. Rahman, Ermatita, and D. Budianta, "Data Warehouse Design for Soil Nutrients with IoT Based Data Sources," *Proceedings - 1st International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System, ICIMCIS 2019*, pp. 181–186, 2019, doi: 10.1109/ICIMCIS48181.2019.8985209.
- [9] P. P. Ramadhani, S. Hadi, and R. Rosadi, "Implementation of Data Warehouse in Making Business Intelligence Dashboard Development Using PostgreSQL Database and Kimball Lifecycle Method," in *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Big Data Analytics, ICAIBDA 2021*, IEEE, Oct. 2021, pp. 88–92. doi: 10.1109/ICAIBDA53487.2021.9689697.