

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *workflow* ETL otomatis menggunakan *Apache Airflow* dan *Python* pada sistem pemantauan harga barang kebutuhan pokok di Kementerian Perdagangan. Implementasi ini dilakukan sebagai solusi atas permasalahan beban berat pada *database production* akibat *query dashboard* yang intensif, serta kebutuhan akan sistem visualisasi data yang efisien dan tidak mengganggu operasional harian.

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuesioner awal menunjukkan bahwa *dashboard Superset* yang terhubung ke *database production (live)* memperoleh skor SUS sebesar 50,25. Skor ini masuk kategori *marginal low*, yang berarti masih dapat diterima namun kurang memuaskan dan memerlukan perbaikan pada aspek kegunaan.
2. *Workflow* ETL berhasil dibangun secara otomatis dan terstruktur menggunakan *Apache Airflow* dan *Python*. ETL ini mencakup proses ekstraksi data dari sistem operasional, transformasi data menjadi format analisis, serta pemuatan ke dalam data *warehouse* berbasis *PostgreSQL* yang terpisah dari *database production*.
3. Implementasi data *warehouse* dengan skema star mampu menyederhanakan struktur data serta meningkatkan efisiensi proses analisis. Seluruh data dari tabel dimensi dan fakta digabungkan ke dalam *materialized view* guna mempercepat *query* dan meningkatkan performa *dashboard*.

4. Integrasi *dashboard Apache Superset* ke data *warehouse* terbukti mampu mengurangi beban sistem produksi. Rata-rata waktu respon *dashboard* setelah implementasi ETL adalah di bawah 2 detik, jauh lebih cepat dibandingkan dengan saat masih menggunakan *database production*, yang bisa mencapai 10–20 detik.

Berdasarkan hasil kuesioner SUS setelah implementasi ETL, *dashboard* yang terintegrasi dengan data *warehouse* memperoleh skor rata-rata 78, masuk dalam kategori *Good* dan *Grade B*. Selain itu, hasil dari pertanyaan tambahan menunjukkan peningkatan nyata dalam kinerja sistem dengan rata-rata skor 4,48 dari 5, yang mengindikasikan bahwa pengguna merasakan perbedaan signifikan setelah penerapan ETL. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan ETL otomatis dengan *Apache Airflow* dan *Python* berhasil meningkatkan kinerja sistem, efisiensi analisis data, dan pengalaman pengguna.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat disampaikan untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya adalah:

1. Salah satu pengembangan yang dapat dilakukan pada sistem data *warehouse* saat ini adalah memperluas cakupannya dengan menambahkan dimensi-dimensi baru, seperti jenis pasar dan waktu transaksi. Perluasan ini akan memberikan analisis yang lebih mendalam dan fleksibel, memungkinkan Kementerian Perdagangan untuk mengidentifikasi pola, tren, dan anomali harga dengan presisi yang lebih tinggi.
2. Salah satu tantangan utama dalam sistem ETL adalah pemrosesan data yang semakin berat seiring pertumbuhan volume data. Jika *pipeline* ETL selalu menjalankan *full load* (memproses ulang seluruh data setiap kali), maka waktu

eksekusi dan beban sistem akan terus meningkat, mengakibatkan pemborosan sumber daya dan latensi yang lebih tinggi. Untuk mengatasi hal ini, *incremental load* (pemuatan bertahap) dapat diterapkan. Teknik ini hanya memproses data baru atau yang berubah sejak ekstraksi terakhir, sehingga mempercepat waktu eksekusi, mengurangi beban *server*, dan mengoptimalkan penggunaan *bandwidth*.

3. Automasi pengujian dan monitoring ETL secara *real-time* dengan fitur notifikasi pada *Apache Airflow*. Dalam sistem ETL yang berjalan otomatis, kegagalan pada salah satu tahapan, baik pada proses ekstraksi, transformasi, maupun pemuatan data, dapat menyebabkan data tidak terbaru. Hal ini berpotensi menurunkan kualitas analisis dan berdampak negatif pada pengambilan keputusan. Oleh karena itu, dibutuhkan mekanisme pengujian otomatis (*automated testing*) serta monitoring *real-time* yang terintegrasi dengan sistem notifikasi. Dengan memanfaatkan fitur notifikasi bawaan *Apache Airflow* (seperti *email alert*, *Slack*, atau *webhook*), tim pengelola dapat segera menerima informasi ketika terjadi kegagalan dalam *workflow* ETL. Hal ini memungkinkan respons yang cepat dan penanganan masalah sebelum berdampak lebih luas pada sistem.
4. Pengembangan visualisasi *dashboard Superset* secara lebih interaktif dan responsif, agar mendukung kebutuhan pengguna yang lebih luas, termasuk Pimpinan Pusat atau Daerah yang membutuhkan insight cepat untuk pengambilan keputusan.
5. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi bagi instansi lain yang ingin menerapkan sistem data *warehouse* dan ETL otomatis untuk keperluan analitik dan pelaporan, khususnya di sektor pemerintahan.