

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan akan digunakan sebagai acuan serta pembandingan terhadap penelitian ini. Beberapa hasil penelitian yang relevan dikaji untuk mendukung perumusan solusi serta penguatan landasan teoritis dalam penelitian yang dilakukan. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang relevan dengan fokus dan ruang lingkup penelitian ini.

Penelitian oleh Muslim et al. (2021) menunjukkan bahwa pelaksanaan Audit Mutu Internal (AMI) dalam Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) pada perguruan tinggi masih mengalami berbagai kendala, seperti keterbatasan waktu, sumber daya manusia, kompleksitas tahapan audit, dan risiko kehilangan dokumentasi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, telah dikembangkan sistem informasi berbasis web yang mendigitalisasi dan mengotomatisasi seluruh proses AMI, mulai dari evaluasi diri hingga tindak lanjut. Dapat disimpulkan bahwa digitalisasi dalam pelaksanaan AMI mampu meningkatkan efektivitas SPMI, sehingga relevan untuk diterapkan dalam pengembangan SPMI berbasis *Business Intelligence*.

Penelitian oleh Sapkota (2024) mengungkapkan bahwa proses pemetaan kurikulum di institusi tinggi menghadapi tantangan dalam hal transparansi, keselarasan, dan keterlibatan pemangku kepentingan. Untuk menjawab permasalahan tersebut, telah dirancang integrasi *Business Intelligence* (BI) dalam sistem pemetaan kurikulum. Penggunaan BI ditemukan dapat meningkatkan keterlacakan indikator kinerja, memungkinkan akses data secara *real-time*, serta menghasilkan visualisasi yang sesuai dengan kebutuhan setiap stakeholder. Pemetaan kurikulum dengan integrasi BI disimpulkan dapat meningkatkan efektivitas manajemen akademik melalui penyediaan *insight* yang berbasis data.

Penelitian oleh Laksitowening et al. (2025) mengkaji integrasi *Business Intelligence* (BI) dan *Learning Analytics* dalam sistem *e-learning* pendidikan tinggi. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Bottom-Up* dalam pengembangan BI yang dimulai dari pemetaan proses

bisnis, identifikasi kebutuhan data (*grain*), dimensi, dan fakta. Penelitian ini berhasil mengembangkan skema multidimensi, menjalankan proses ETL, dan membangun dashboard prototipe yang diuji secara fungsional. Hasil penelitian ini memperkuat bahwa pengembangan dashboard BI mampu menyediakan visualisasi data yang komprehensif.

Penelitian oleh Abduldaem (2024) menjelaskan bahwa penggunaan dashboard dan sistem BI dalam perguruan tinggi seringkali tidak dibersamai dengan pemahaman yang menyeluruh terhadap faktor-faktor kesuksesan implementasinya. Hasilnya menunjukkan bahwa dashboard yang efektif membutuhkan dukungan manajemen, infrastruktur data yang baik, serta pelatihan pengguna. Implementasi BI dan dashboard yang memperhatikan faktor-faktor tersebut dapat meningkatkan pengukuran kinerja dan pengambilan keputusan di lingkungan pendidikan tinggi.

Penelitian oleh Sorour & Atkins (2024) menemukan bahwa pemantauan mutu di institusi pendidikan tinggi menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan big data, khususnya ketika data berasal dari berbagai sumber termasuk media sosial. Untuk mengatasi hal ini, telah dikembangkan prototipe dashboard BI yang dirancang menggunakan pendekatan holistik, memanfaatkan data kuantitatif besar dan indikator mutu yang ditetapkan lembaga akreditasi. Pemanfaatan dashboard BI terbukti mampu meningkatkan efisiensi pemantauan mutu institusi.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan dashboard berbasis *Business Intelligence* (BI) menggunakan Power BI untuk memvisualisasikan data siklus PPEPP dalam Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) di Politeknik Caltex Riau. Adapun ringkasan penelitian terdahulu dapat dilihat dalam bentuk tabel pada tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Judul	Masalah	Metode	Hasil
Rancang Bangun Sistem Audit Mutu Internal Guna Optimalisasi Kinerja Penjaminan Mutu Perguruan	Proses manual, tidak efisien, dan berisiko kehilangan dokumentasi	AMI tidak dan <i>Prototyping, Blackbox, Usability Testing</i>	Efisiensi waktu meningkat 83% (dari 30 hari ke 5 hari), <i>usability</i> 87%

Judul	Masalah	Metode	Hasil
Tinggi. Muslim et al. (2021).			
<i>Integrating Business Intelligence Tools into Curriculum Mapping: Improving Decision-Making in Higher Education.</i> Sapkota et al. (2024).	Ketidakefektifan pemetaan kurikulum yang tidak didukung data <i>real-time</i> dan <i>stakeholder-centric</i>	Studi kasus, wawancara, ADDIE, Stakeholder Theory	BI meningkatkan transparansi, akurasi, dan responsivitas pemetaan kurikulum
<i>Incorporating Learning Analytics and Business Intelligence into Higher Education E-Learning</i> Laksitowening et al. (2025)	Belum optimalnya integrasi BI dan <i>Learning Analytics</i> dalam mendukung pengambilan keputusan akademik di e-learning	<i>Bottom-Up Approach, Case Study, ETL, Prototyping</i>	Berhasil membangun dashboard BI berbasis data akademik dan LMS yang mampu memberikan <i>insight</i> terkait aktivitas belajar dan performa akademik secara adaptif
<i>Success Factors of Business Intelligence and Dashboards to Improve Performance in Higher Education.</i> Abduldaem (2024).	Minimnya pemahaman terhadap faktor keberhasilan BI dan dashboard dalam HE	Literatur, wawancara, kuesioner, studi kasus	<i>Framework</i> faktor keberhasilan BI dan dashboard yang valid dan terukur dikembangkan
<i>Big Data Challenge for Monitoring Quality in HEIs Using Business</i>	Tantangan pengelolaan data besar dalam pemantauan mutu	<i>prototyping</i> , wawancara pakar	Dashboard BI dapat memvisualisasi kepatuhan QA secara <i>real-time</i>

Judul	Masalah	Metode	Hasil
<i>Intelligence Dashboards.</i> Sorour & Atkins (2024)	institusi pendidikan		dan adaptif terhadap big data

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi

Berdasarkan Permendikdisaintek No. 39 Tahun 2025. Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi merupakan suatu kegiatan yang terstruktur dan bertujuan untuk meningkatkan kualitas pendidikan tinggi secara terencana dan berkelanjutan (Kemendikdisaintek, 2025). Proses penjaminan mutu di pendidikan tinggi meliputi penetapan, pelaksanaan, evaluasi, pengendalian, dan peningkatan (PPEPP) Standar Pendidikan Tinggi (SPT). Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi (SPM Dikti) terdiri dari berbagai elemen dan proses yang saling berhubungan dan terorganisir dengan baik untuk memastikan serta meningkatkan mutu pendidikan tinggi secara terencana dan berkelanjutan. Pengertian untuk setiap proses penjaminan mutu adalah sebagai berikut:

1) Penetapan (P)

Penetapan standar merupakan langkah perumusan dan penentuan Standar Pendidikan Tinggi yang terdiri dari Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SN Dikti) dan Standar Pendidikan Tinggi yang ditetapkan oleh perguruan tinggi sendiri. Menurut Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (2024), penetapan standar harus memuat pelampauan terhadap SN Dikti dalam hal tingkat mutu dan keluasan substansi, serta harus selaras dengan visi dan misi perguruan tinggi. Standar ini ditetapkan setelah mendapat pertimbangan senat (bagi PTN) atau pertimbangan senat dan persetujuan badan penyelenggara (bagi PTS).

2) Pelaksanaan (P)

Pelaksanaan adalah tahap implementasi dari standar yang telah ditetapkan. Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (2024) menegaskan bahwa pelaksanaan standar harus dilakukan oleh pihak-pihak yang bertanggung jawab dalam pengelolaan perguruan tinggi, baik di tingkat institusi maupun unit pengelola program studi. Pelaksanaan standar harus terdokumentasi dengan

baik dan dilakukan secara konsisten untuk memastikan pencapaian tujuan penjaminan mutu.

3) Evaluasi (E)

Evaluasi adalah proses penilaian terhadap pemenuhan standar pendidikan tinggi. Menurut Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (2024), evaluasi dilakukan melalui berbagai bentuk. Audit Mutu Internal (AMI) merupakan komponen krusial dalam tahap evaluasi dan dilakukan sebagai bentuk evaluasi sumatif. AMI memiliki karakteristik berikut:

- 1) Dilaksanakan oleh Auditor Mutu Internal yang ditugaskan oleh pimpinan perguruan tinggi
- 2) Dilakukan setelah penerapan standar selesai, sehingga capaian dapat diukur dan dianalisis
- 3) Berfokus pada evaluasi pemenuhan standar, bukan sekedar pelaksanaan standar
- 4) Menghasilkan temuan yang dapat berkategori: melampaui standar, mencapai standar, atau tidak mencapai standar
- 5) Menjadi bukti penting implementasi SPMI dan menjadi parameter dalam akreditasi (SPME)
- 6) Hasil AMI menjadi bahan pembahasan dalam Rapat Tinjauan Manajemen untuk pengembangan budaya mutu

Selain AMI, evaluasi juga meliputi:

- 1) Evaluasi Diagnostik: Dilakukan saat standar diterapkan untuk mengetahui hambatan, menggunakan monitoring dan evaluasi diri
- 2) Evaluasi Formatif: Dilakukan untuk mengoptimalkan penerapan standar
- 3) Pemantauan (*Monitoring*): Dilaksanakan ketika proses/kegiatan sedang berlangsung, dilakukan oleh atasan pelaksana standar

4) Pengendalian (P)

Pengendalian adalah tindak lanjut dari hasil evaluasi. Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (2024) menyatakan bahwa apapun hasil AMI (melampaui, mencapai, atau belum mencapai standar), perguruan tinggi wajib melakukan tindakan pengendalian. Tindakan ini bisa berupa:

- 1) Mempertahankan pelampauan dan berupaya lebih meningkatkan Standar Dikti (jika melampaui)
 - 2) Mempertahankan pencapaian dan berupaya meningkatkan Standar Dikti (jika mencapai)
 - 3) Melakukan tindakan koreksi dan perbaikan dalam pelaksanaan Standar Dikti (jika belum mencapai)
- 5) Peningkatan (P)

Peningkatan adalah tahap terakhir yang bertujuan untuk mengembangkan standar yang ada menjadi lebih baik. Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (2024) menjelaskan bahwa proses PPEPP pada setiap Standar Dikti akan menghasilkan *kaizen* (*continuous quality improvement*) pada semua standar, sehingga tercipta budaya mutu. Peningkatan ini meliputi pola pikir, pola sikap, dan pola perilaku berdasarkan Standar Dikti, yang dilakukan secara berkelanjutan.

Siklus PPEPP ini dijalankan secara berulang untuk memastikan terjadi peningkatan mutu berkelanjutan dalam penyelenggaraan pendidikan tinggi, sesuai dengan prinsip *kaizen* yang dijelaskan dalam presentasi.

2.2.2 User Centered Design (UCD)

User Centered Design (UCD) adalah pendekatan desain yang menempatkan pengguna sebagai fokus utama dalam proses pengembangan produk atau sistem (Abrams et al., 2004). Pendekatan UCD melalui empat tahapan utama, yaitu: analisis, desain, evaluasi, dan implementasi. Seluruh tahapan dilakukan secara berulang atau iteratif untuk memastikan bahwa kebutuhan sudah sesuai dengan keinginan pengguna. Proses dalam tahapan UCD dilakukan secara terus menerus hingga sistem atau produk yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna. Proses iteratif tersebut biasanya dihentikan apabila masukan dari pengguna telah menunjukkan bahwa tidak terdapat lagi perubahan signifikan yang perlu dilakukan (Multazam et al., 2020).

Menurut standar ISO 9241-210 (2019), proses UCD terdiri dari empat tahapan utama yang bersifat iteratif, yaitu:

1. *Understand and specifying the context of use*

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi dan analisis terhadap individu yang akan menggunakan sistem, tujuan penggunaan

sistem serta konteks atau situasi di mana sistem tersebut akan digunakan.

2. *Specifying the user requirements*

Proses ini bertujuan untuk menemukan kebutuhan dari pengguna yang harus dipenuhi, agar sistem yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan apa yang dibutuhkan pengguna dan organisasi.

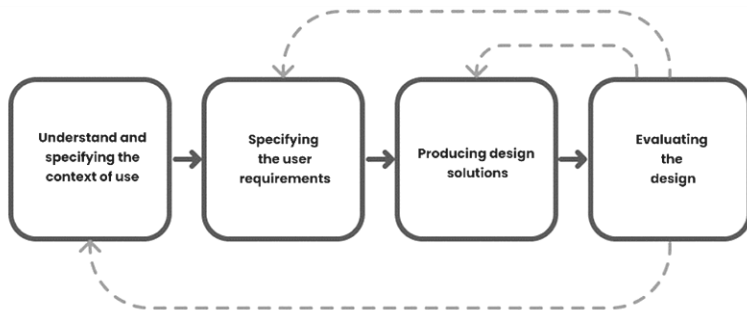
3. *Producing design solutions*

Desain sistem dibuat berdasarkan kebutuhan pengguna yang telah ditemukan sebelumnya. Proses ini dimulai dari pembuatan konsep awal seperti sketsa sederhana, dilanjutkan dengan pembuatan prototipe, hingga menghasilkan desain akhir yang lebih lengkap.

4. *Evaluating the design*

Evaluasi dilakukan bersama pengguna untuk mendapatkan masukan langsung. Proses ini diulang terus hingga pengguna merasa puas dan desain dianggap paling sesuai dengan kebutuhan.

Pendekatan UCD mendorong keterlibatan pengguna secara aktif dari awal hingga tahap evaluasi, sehingga sangat cocok diterapkan dalam pengembangan sistem informasi yang digunakan oleh berbagai pengguna dengan latar belakang yang berbeda-beda.



Gambar 2. 1 Tahapan UCD

2.2.3 *Business Intelligence*

Business Intelligence (BI) memiliki fungsi untuk mengumpulkan dan menganalisis data bisnis yang tersedia untuk mendapatkan pengetahuan yang membantu pengambilan keputusan dengan lebih

efektif. Menurut Vercellis (2009), *Business Intelligence* (BI) merupakan sekumpulan model matematika dan metodologi analisis untuk pengolahan data yang tersedia, sehingga mendapatkan informasi dan pengetahuan yang dapat membantu proses pengambilan keputusan yang kompleks. Perusahaan atau organisasi yang dapat memanfaatkan *Business Intelligence* dengan baik akan mendapatkan beberapa manfaat dan keuntungan sebagai berikut (Imelda, 2017):

- 1) Meningkatkan Nilai Data dan Informasi
Pembangunan *Business Intelligence* (BI) memungkinkan integrasi data dan informasi, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih komprehensif
- 2) Memudahkan Pemantauan Kinerja Organisasi
Key Performance Indicator (KPI) digunakan untuk mengukur kinerja organisasi, tidak hanya dalam aspek finansial tetapi juga dalam kecepatan layanan.
- 3) Meningkatkan Nilai Investasi TI yang Sudah Ada
BI tidak perlu mengganti sistem informasi yang ada, melainkan menambah layanan untuk memaksimalkan penggunaan data yang sudah tersedia, menghasilkan informasi yang lebih komprehensif dan berguna.
- 4) Menciptakan Pegawai yang Memiliki Akses Informasi yang Baik
Seluruh level pegawai dalam organisasi memerlukan akses data untuk menjalankan tugas mereka.
- 5) Meningkatkan Efisiensi Biaya

BI meningkatkan efisiensi dengan mempermudah pekerjaan, menghemat waktu, dan mengurangi kebutuhan pelatihan yang rumit.

2.2.4 Dashboard

Dashboard adalah sebuah sistem yang dibuat guna membantu organisasi dalam mengukur, memantau, dan mengelola kinerja dengan lebih efektif. Menurut Few (2006), dashboard adalah tampilan visual yang menyajikan informasi penting yang diperlukan untuk mencapai satu atau beberapa tujuan, disusun dalam satu layar agar dapat dipantau dengan cepat. Dashboard dalam pemanfaatannya untuk menampilkan performa suatu organisasi memiliki beberapa karakteristik utama seperti yang disampaikan oleh Mihaela et al. (2010) yaitu sebagai berikut:

- 1) Menyajikan informasi dalam bentuk grafik, bilah performa, indikator kapasitas, peta geografis, serta simbol warna seperti lampu indikator untuk menunjukkan status tertentu.
- 2) Mengumpulkan dan mengolah data dari berbagai sistem agar informasi yang ditampilkan lebih komprehensif.
- 3) Pengguna dapat menelusuri informasi lebih dalam melalui fitur *drill-down* atau *drill-through* untuk melihat data yang lebih spesifik.
- 4) Data diperbarui secara berkala sehingga informasi yang ditampilkan tetap akurat dan relevan.
- 5) Selain laporan finansial, dashboard juga menyajikan berbagai indikator performa lainnya untuk mendukung analisis yang lebih luas.
- 6) Informasi penting disusun dalam format yang sederhana dan mudah dipahami, sehingga pengguna dapat dengan cepat mengambil kesimpulan.
- 7) Dapat digunakan untuk mengamati kinerja individu, unit bisnis, atau keseluruhan organisasi guna memahami tren dan pola perkembangan.
- 8) Meskipun sering diakses melalui platform berbasis *web*, dashboard juga dapat diimplementasikan dalam berbagai bentuk sesuai kebutuhan pengguna.
- 9) Dirancang agar ramah pengguna, sehingga tidak memerlukan keahlian teknis yang mendalam untuk mengoperasikannya.

2.2.5 Extract Transform Load (ETL)

Menurut Yulianto (2019), proses *Extract, Transform, Load* (ETL) merupakan serangkaian tahapan dalam pengambilan data dari berbagai sumber ke dalam data *warehouse*. Dimulai dari identifikasi dan analisis struktur isi data di berbagai sumber basis data yang didistribusikan, dilanjutkan dengan pembersihan dan penyelarasan data agar sesuai dengan kebutuhan analisis, lalu diakhiri dengan proses memasukkan data ke dalam tabel dimensi dan fakta. Pendapat ini selaras dengan definisi yang lebih fokus pada fungsi inti ETL, sebagaimana diuraikan oleh Gour et al. (2010) yang menyebutkan fungsi utama dalam proses ETL meliputi:

- 1) *Extract*

Proses mengambil data dari sumber basis data yang ditentukan dan memilih subset data yang relevan.

2) *Transform*

Proses mengubah data yang telah diambil ke dalam format yang diperlukan agar dapat dimasukkan ke dalam *data warehouse* atau *dataset* tujuan.

3) *Load*

Proses menyimpan data ke dalam *data warehouse* atau *dataset* tujuan.

Secara ringkas, ETL merupakan fondasi penting dalam membangun sistem *data warehouse* yang handal. Melalui proses ini, data dari berbagai sumber diintegrasikan, dibersihkan, dan divalidasi sehingga siap digunakan dalam proses analisis dan pengambilan keputusan berbasis data.

2.2.6 *Microsoft Power BI*

Microsoft Power BI merupakan salah satu alat analisis bisnis yang dirancang untuk membantu organisasi dalam memvisualisasikan data, menyampaikan wawasan, serta mendukung proses kolaborasi secara efektif. *Platform* ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu *Power BI Desktop*, *Power BI Service*, dan *Power BI Mobile*, yang terintegrasi untuk memberikan pengalaman analisis data yang komprehensif. Melalui ketiga komponen tersebut, pengguna dapat menyusun, membagikan, dan mengakses laporan dari berbagai perangkat dengan mudah (Talakola, 2022). Adapun tahapan umum dalam pengoperasian Power BI dijelaskan oleh Bhargava et al. (2018) sebagai berikut:

- 1) Mengimpor data dari berbagai sumber seperti file, basis data, *cloud service*, atau aplikasi pihak ketiga menggunakan konektor dan *gateway*.
- 2) Melakukan analisis data melalui *Power BI Desktop* dengan bantuan konektor, query, dan fitur transformasi.
- 3) Membuat laporan menggunakan berbagai jenis visualisasi seperti grafik, tabel, *slicer*, dan lainnya.
- 4) Menerbitkan laporan ke layanan *Power BI Service* melalui *Power BI Desktop* agar dapat diakses secara online.
- 5) Melakukan penyuntingan ulang apabila diperlukan, kemudian membagikan laporan menggunakan fitur *publish to web* untuk menghasilkan tautan sematan (*embed link*).

- 6) Laporan yang telah dipublikasikan dapat diakses melalui berbagai aplikasi Microsoft seperti Power Apps dan Power BI Mobile.
- 7) Menyinkronkan pembaruan data secara berkala melalui *gateway* organisasi agar dashboard selalu menyajikan informasi terbaru.

2.2.7 Visualisasi

Visualisasi data merupakan representasi grafis dari informasi dan data, yang memanfaatkan elemen visual seperti grafik, diagram, peta, dan tabel untuk menyajikan data dalam format yang lebih mudah dipahami dan dianalisis. Tujuannya adalah untuk mengungkap pola, tren, dan wawasan yang mungkin tidak terlihat dalam data mentah (Sabrina, 2024). Menurut Microsoft Learn (2024), Power BI memiliki berbagai jenis visualisasi yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan analisis data. Beberapa jenis visualisasi yang umum digunakan meliputi:

1) *Donut Chart*

Donut chart adalah jenis visualisasi yang digunakan untuk menampilkan proporsi atau kontribusi relatif dari setiap kategori terhadap total secara visual dalam bentuk lingkaran berongga. Setiap bagian cincin mewakili satu kategori dengan ukuran yang sebanding dengan nilai numeriknya. *Donut chart* cocok digunakan untuk menyoroti bagian-bagian utama dari keseluruhan sambil tetap menyisakan ruang di tengah untuk menampilkan total atau informasi tambahan secara ringkas.

This Year Sales by Chain



Gambar 2. 2 *Donut Chart*

2) *Combo chart*

Combo chart merupakan gabungan antara dua jenis visualisasi, biasanya column chart dan line chart, dalam satu tampilan yang

sama. Visualisasi ini sangat berguna ketika ingin membandingkan dua jenis nilai yang berbeda atau memiliki skala pengukuran yang berbeda. Dengan menggunakan dua sumbu (primer dan sekunder), pengguna dapat melihat hubungan antara dua variabel secara bersamaan, sehingga memudahkan analisis perbandingan dan identifikasi pola antar metrik.



Gambar 2. 3 *Combo Chart*

3) *Card*

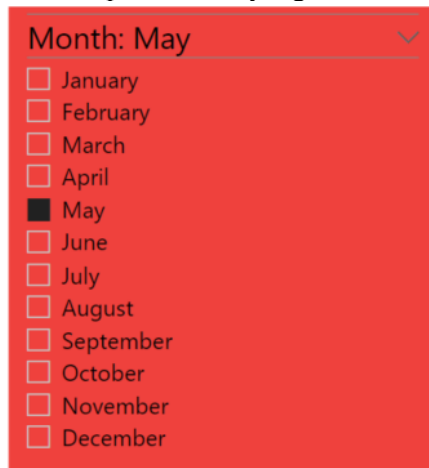
Card merupakan visualisasi yang digunakan untuk menampilkan satu nilai numerik secara ringkas dan mencolok dalam satu tampilan. Jenis visual ini efektif untuk menyoroti indikator utama (*key metric*) yang menjadi fokus analisis. Dengan tampilannya yang sederhana dan langsung, card banyak digunakan dalam dashboard untuk memberikan informasi penting secara cepat dan efisien.



Gambar 2. 4 *Card*

4) *Slicer*

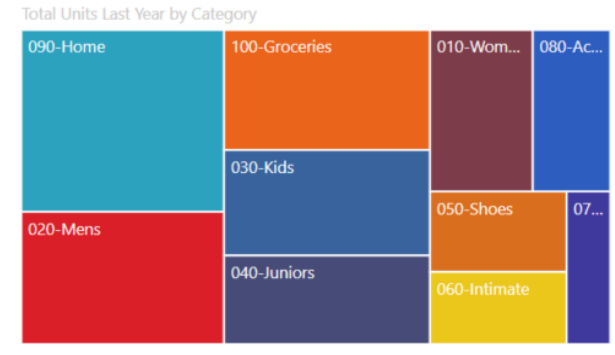
Slicer adalah elemen visual interaktif di Power BI yang digunakan untuk menyaring data dalam laporan secara langsung di kanvas visualisasi. Dengan menggunakan *slicer*, pengguna dapat memilih satu atau beberapa nilai dari suatu bidang untuk memfilter visualisasi lain dalam halaman laporan yang sama. *Slicer* mendukung berbagai bentuk tampilan seperti daftar, ubin (*tiles*), rentang angka, dan rentang tanggal, sehingga memberikan fleksibilitas dalam eksplorasi data yang lebih terarah dan efisien.



Gambar 2. 5 *Slicer*

5) *Treemap*

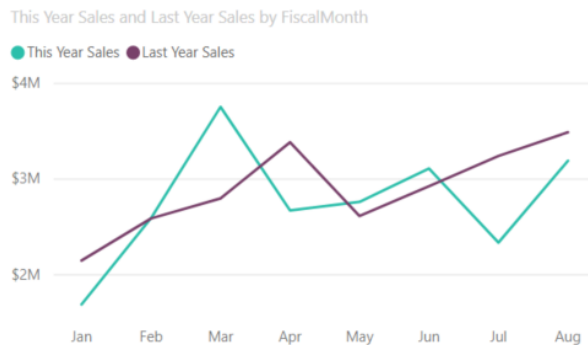
Treemap adalah visualisasi hierarkis yang menampilkan data dalam bentuk kotak-kotak bersarang (*nested rectangles*), di mana setiap kotak mewakili kategori dan ukurannya proporsional terhadap nilai numerik yang dimilikinya. Visualisasi ini berguna untuk menunjukkan bagian-bagian dari keseluruhan (*part-to-whole relationship*) serta mengidentifikasi kontribusi relatif dari masing-masing kategori. *Treemap* sangat efektif digunakan ketika ingin membandingkan ukuran antar elemen dalam satu hierarki tanpa menggunakan sumbu X dan Y.



Gambar 2. 6 Treemap

6) Line Chart

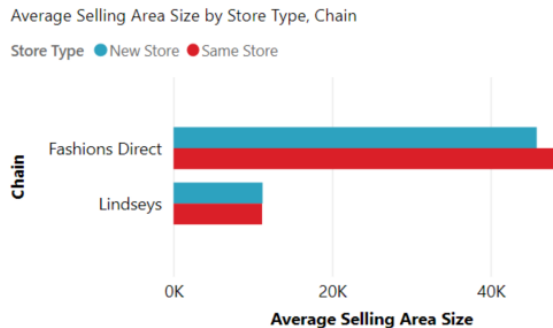
Line chart adalah visualisasi yang digunakan untuk menampilkan tren atau perubahan nilai dari waktu ke waktu dengan menghubungkan titik-titik data menggunakan garis lurus. Visualisasi ini sangat berguna dalam analisis *time series*, karena memungkinkan pengguna untuk melihat pola naik turun, kestabilan, atau anomali dalam periode tertentu. *Line chart* mendukung lebih dari satu garis dalam satu tampilan, sehingga memungkinkan perbandingan antar kategori dalam dimensi waktu yang sama.



Gambar 2. 7 Line Chart

7) Bar and Column Chart

Bar and Column Chart adalah visualisasi yang digunakan untuk membandingkan nilai antar kategori. Dalam *column chart*, kategori ditampilkan pada sumbu horizontal (X), sementara nilai numerik berada pada sumbu vertikal (Y). Visualisasi ini efektif dalam menunjukkan perbandingan langsung antar nilai dan dapat dikembangkan dalam bentuk *stacked* maupun *clustered* untuk menggambarkan distribusi atau perbandingan bagian terhadap keseluruhan.



Gambar 2. 8 *Bar and Column Chart*

2.2.8 *System Usability Scale (SUS)*

System Usability Scale (SUS) merupakan salah satu metode pengujian usability yang memanfaatkan sepuluh pernyataan berskala untuk mengevaluasi persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan sebuah sistem atau aplikasi. Metode ini dirancang untuk memberikan penilaian secara cepat dan sederhana, namun tetap menghasilkan hasil evaluasi yang dapat diandalkan. Pengujian dengan pendekatan SUS berfokus pada pengalaman pengguna akhir, sehingga mampu mencerminkan tingkat kebergunaan sistem dalam kondisi penggunaan nyata. Keunggulan utama dari metode ini terletak pada kemudahan pemahaman oleh responden, serta kemampuannya dalam menentukan apakah suatu sistem dianggap *usable* oleh penggunanya atau tidak (Nugroho et al., 2022).

Konsep SUS pertama kali diperkenalkan oleh John Brooke pada tahun 1986 sebagai metode pengukuran kebergunaan yang praktis dan efisien. Dalam publikasinya, Brooke (1996) menyebut bahwa SUS *is a "quick and dirty" usability scale*, namun meskipun sederhana, SUS telah terbukti memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi dalam berbagai konteks

evaluasi sistem. Metode ini juga bersifat fleksibel dan dapat diterapkan pada berbagai jenis platform, mulai dari perangkat lunak, situs web, hingga sistem interaktif lainnya, sehingga menjadikannya salah satu standar pengujian usability yang paling banyak digunakan hingga saat ini.

2.2.9 Data Validation Testing

Menurut Paygude & Devale (2013), proses validasi data dalam pemrosesan ETL sangat penting untuk menjamin integritas dan akurasi data hasil. Paygude & Devale mengusulkan metode *automated data validation testing* yang mampu mengidentifikasi ketidaksesuaian data antara sumber dan target secara efisien, termasuk duplikasi, data hilang, kesalahan tipe data, dan logika transformasi yang salah. Selaras dengan hal tersebut, Dakrory et al. (2015) juga menekankan pentingnya proses *data validation testing* sebagai bagian dari pengujian kualitas data dalam sistem data *warehouse*. Dakrory et al. mengembangkan pendekatan pengujian ETL secara otomatis untuk memastikan bahwa data yang telah diekstrak dan dimuat tidak mengalami kesalahan selama proses transformasi, seperti ketidaksesuaian jumlah data, perubahan nilai, atau hilangnya informasi penting. Meskipun pendekatan mereka bersifat otomatis, prinsip dan tahapan validasi yang dilakukan dapat diterapkan secara manual menggunakan *query* sederhana untuk membandingkan data antara sumber dan hasil akhir. Dengan demikian, pengujian ini tetap relevan untuk digunakan dalam konteks pengembangan dashboard *Business Intelligence*.