Perancangan *Dashboard* Analitik Grafana pada Sistem Pengadaan Material: Studi Kasus Perusahaan XYZ

Designing an Analytics Dashboard using Grafana for a Material Procurement System: A Case Study of Company XYZ

[1]Carel Luvian Al Hasby*, [2]Ahmad Fathan Hidayatullah
[1,2]Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
[1,2]Jl. Kaliurang Km 14,5, Sleman, Yogyakarta, Indonesia
*e-mail: 225230585@students.uii.ac.id

(***received*:** 28 September 2026, ***revised*:** 20 October 2026, ***accepted*:** 21 October 2026)

Abstrak

Kebutuhan untuk memantau status dan pertumbuhan pengadaan material yang sedang berjalan, tanpa menelusuri data operasional secara manual, melatarbelakangi perancangan dashboard analitik Grafana yang dibahas dalam penelitian ini. Dashboard disematkan pada sistem pengadaan material berbasis web (PAL SCM) di Perusahaan XYZ, terdiri atas lima dashboard tematik yang masing-masing menjawab kebutuhan pemantauan berbeda. Grafana disematkan langsung ke antarmuka aplikasi melalui iframe, dan visibilitasnya diatur oleh modul manajemen pengguna: hanya peran Sekretaris Direksi yang melihat gabungan dashboard Grafana dan dashboard utama pada satu halaman, sementara peran lain hanya melihat dashboard utama. Grafana sebagai layanan tetap dapat diakses langsung melalui alamatnya sendiri dalam mode hanya baca: pengubahan konfigurasi memerlukan otorisasi administratif Grafana tersendiri, terpisah dari control akses aplikasi. Penelitian ini memakai studi kasus deskriptif dengan analisis retrospektif terhadap rancangan dan implementasi kelima dashboard, mengacu pada prinsip Design Science Research. Hasil analisis menunjukkan bahwa kelima dashboard secara structural menjawab kebutuhan awal, dengan memberi satu titik akses terpusat yang belum tersedia sebelum perancangan ini, meskipun dampaknya terhadap efisiensi pengadaan belum dapat diukur secara kuantitatif dalam durasi penelitian. Penelitian ini turut mengungkap keterbatasan implementasi pada sejumlah formula skor komposit disbanding rancangan awalnya, yang perlu dipertimbangkan sebelum dipakai sebagai dasar pengambilan keputusan yang lebih formal.

Kata kunci: dashboard analitik, Grafana, control akses, pengadaan material, sistem pendukung keputusan.

Abstract

The need to monitor the status and progress of ongoing material procurement activities without manually navigating operational data motivated the design of the Grafana analytics dashboard presented in this study. The dashboard was embedded in the web-based material procurement system (PAL SCM) at Company XYZ and consisted of five thematic dashboards, each addressing a different monitoring requirement. Grafana was integrated directly into the application interface using an iframe, with dashboard visibility controlled through the user management module. Only users assigned the Board of Directors Secretary role could access both the Grafana dashboards and the main application dashboard on a single page, while users with other roles could access only the main dashboard. Grafana remained independently accessible through its own URL in read-only mode, while configuration changes required separate Grafana administrative authorization, independent of the application's access control mechanism. This study adopted a descriptive case study approach, using retrospective analysis of the design and implementation of the five dashboards, guided by the principles of Design Science Research. The findings indicate that, at a structural level, all five dashboards addressed the initial monitoring requirements by providing a centralized access point that had not been available prior to their development. However, their impact on procurement efficiency could not be quantitatively measured within the study period. The study also identified implementation limitations in several composite score formulas compared with their original designs.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

These discrepancies should be considered before the dashboard metrics are used as a basis for more formal decision-making.
Keywords: *access control, analytical dashboard, decision support system, Grafana, material procurement*

~~1~~ Pendahuluan

Sistem Monitoring Pelacakan Proses Pengadaan Material (PAL SCM) di Perusahaan XYZ dibangun untuk menyatukan pencatatan status pengadaan yang sebelumnya tersebar pada dokumen dan kanal komunikasi berbeda, sehingga koordinasi antar divisi memiliki acuan data yang lebih jelas. Sistem ini mencakup rangkaian tahapan berurutan, mulai dari permintaan kebutuhan, evaluasi teknis vendor, negosiasi, pengesahan kontrak, hingga pembayaran, yang melibatkan beberapa divisi dengan kewenangan berbeda pada tiap tahap. Temuan pada industri lain menunjukkan bahwa penerapan teknologi ketertelusuran dan transparansi berkontribusi pada efisiensi dan akuntabilitas rantai pasok [1], dan transformasi digital pengadaan telah menjadi salah satu prioritas pada berbagai organisasi [2].

Di luar kebutuhan pencatatan tersebut, kebutuhan lain teridentifikasi dari pemangku kepentingan manajerial: memantau status pengadaan yang sedang berjalan serta pertumbuhannya dari waktu ke waktu, tanpa harus menelusuri data operasional pada sistem pencatatan secara manual. Kebutuhan inilah yang menjadi latar belakang langsung perancangan dashboard analitik yang dibahas dalam penelitian ini, berbeda dari kebutuhan pencatatan yang melatarbelakangi PAL SCM secara keseluruhan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan mendokumentasikan dan mengevaluasi perancangan dashboard analitik Grafana yang disematkan pada sistem pengadaan material berbasis web di Perusahaan XYZ. Tujuan tersebut dijabarkan menjadi tiga pertanyaan penelitian. Pertama, bagaimana kebutuhan pemantauan pengadaan diterjemahkan menjadi lima dashboard tematik beserta urgensi masing-masing? Kedua, bagaimana Grafana diintegrasikan ke antarmuka aplikasi dan diatur visibilitasnya berdasarkan peran pengguna? Ketiga, sejauh mana rancangan tersebut menjawab kebutuhan awal yang melatarbelakanginya, dan apa bukti yang mendukung penilaian tersebut? Ketiga pertanyaan ini dijawab berturut-turut pada bagian Hasil dan Pembahasan.

Ada tiga kontribusi yang ditawarkan penelitian ini untuk menegaskan kebaruannya, sebagaimana diuraikan lebih lanjut pada bagian akhir Tinjauan Literatur setelah posisi penelitian ini dibandingkan dengan studi terdahulu. Pertama, mendokumentasikan proses penerjemahan kebutuhan manajerial menjadi rancangan lima dashboard tematik, termasuk urgensi masing-masing. Kedua, mendokumentasikan mekanisme integrasi Grafana ke antarmuka aplikasi beserta cakupan kontrol aksesnya, termasuk mengungkap bahwa visibilitas yang diatur modul manajemen pengguna aplikasi tidak menjangkau layanan Grafana itu sendiri, yang tetap dapat diakses langsung dalam mode hanya-baca terlepas dari peran pengguna pada aplikasi. Ketiga, mengevaluasi sejauh mana rancangan ini menjawab kebutuhan awal, termasuk mengungkap keterbatasan pada sejumlah formula skor komposit dibanding rancangan konseptualnya.

Kontribusi penulis pada proyek pengembangan sistem yang lebih luas terbatas pada dashboard Grafana dan modul manajemen pengguna sebagai pendukung kontrol akses. Komponen aplikasi utama berbasis Laravel yang menjadi sumber data bagi dashboard ini dikembangkan bersama tim dan berada di luar cakupan pembahasan detail artikel ini.

2 Tinjauan Literatur

Kebutuhan manajerial yang diuraikan pada bagian Pendahuluan pada dasarnya adalah kebutuhan akan dashboard sebagai instrumen pendukung keputusan: dashboard business intelligence dapat berfungsi sebagai alat monitoring sekaligus bahan pengambilan keputusan ketika data operasional yang tersebar diubah menjadi ringkasan visual yang informatif [3]. Prinsip inilah yang mendasari pemilihan Grafana sebagai platform visualisasi pada studi kasus ini, meski penggunaannya di sini lebih sempit dibanding pola umum: hanya satu peran, Sekretaris Direksi, dan dashboard dipakai sebagai bahan penyusunan laporan bagi Direksi, menjadikannya perantara antara data operasional dan pengambilan keputusan tertinggi perusahaan, bukan alat yang dibuka langsung oleh setiap unit kerja.

Studi yang membahas penerapan Grafana di Indonesia sejauh ini umumnya menempatkan platform tersebut sebagai alat mandiri yang diakses langsung oleh tim teknis, dengan tahapan

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

pengembangan yang mengikuti analisis kebutuhan hingga simulasi purwarupa, baik untuk memantau perangkat jaringan atau server [4] maupun server layanan media [5]. Pada kedua studi tersebut, Grafana berfungsi sebagai platform mandiri tanpa mekanisme pembatasan akses berbasis peran terhadap dashboard itu sendiri, karena penggunanya memang berwenang mengakses server monitoring secara langsung. Pola yang dibahas pada penelitian ini berbeda: Grafana disematkan di dalam antarmuka aplikasi bisnis, dan visibilitasnya di dalam aplikasi diatur berdasarkan peran pengguna, bukan diakses bebas oleh tim teknis.

Di luar pola integrasinya, penelitian ini juga bertumpu pada sejumlah dasar metodologis dan analitis. Pemodelan proses bisnis dengan notasi BPMN membantu memetakan aktor dan keputusan pada tiap tahap sebelum diterjemahkan menjadi rancangan sistem [6], sementara pendekatan Entity-Relationship Diagram menjadi dasar skema basis data relasional yang dirujuk kueri tiap panel dashboard [7]. Pengembangan sistem pada proyek ini sendiri memakai pendekatan Agile/iterative yang informal, sementara penelitian ini memakai kerangka evaluasi yang berbeda, yaitu Design Science Research, yang memungkinkan evaluasi terhadap artefak dilakukan secara retrospektif setelah artefak tersebut terbangun [8]. Sebagian panel dashboard yang dibahas turut menerapkan formula skor komposit, yakni penggabungan beberapa dimensi pengukuran menjadi satu nilai representatif melalui agregasi tertimbang, sebuah pendekatan umum dalam penyusunan indikator komposit yang menuntut normalisasi dan transparansi ambang klasifikasi [9], sebagaimana diterapkan pula pada evaluasi vendor multikriteria berbobot [10]; prinsip ini menjadi dasar evaluasi formula skor komposit pada bagian Hasil dan Pembahasan.

Visibilitas dashboard berdasarkan peran yang disebutkan sebelumnya menempatkan kontrol akses berbasis peran sebagai unsur sentral dalam arsitektur yang dibahas. Kontrol akses berbasis peran pada umumnya diterapkan untuk membatasi kewenangan pengguna dalam mengakses atau mengubah data pada suatu sistem [11], [12], disertai mekanisme pencatatan aktivitas untuk mendukung akuntabilitas [13]. Ketiga penelitian tersebut membahas RBAC dari sisi keamanan data dan kewenangan operasional, namun belum membahas skenario ketika kontrol akses yang sama turut menentukan visibilitas dashboard analitik pihak ketiga yang disematkan dalam aplikasi. Sisi itulah yang coba dilengkapi penelitian ini, dengan satu catatan penting yang dibahas lebih lanjut sebagai keterbatasan pada bagian Hasil dan Pembahasan: RBAC aplikasi yang dibahas hanya mengatur visibilitas dashboard di dalam aplikasi, sementara akses terhadap Grafana sebagai layanan diatur otorisasi administratif sendiri, di luar jangkauan RBAC tersebut.

Bertumpu pada landasan konseptual di atas, posisi penelitian ini terhadap studi terdahulu dapat dirangkum melalui perbandingan dengan tiga studi acuan yang paling dekat temanya, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan posisi penelitian dengan studi terdahulu

Peneliti (Tahun)	Object Monitoring	Kontrol Akses Berbasis Peran	Sumber Data
Saputra & Husain (2025) [4]	Infrastruktur jaringan atau server	Tidak dibahas	Metrik time-series (Prometheus)
Rasyidi & Pratama (2025) [5]	Server layanan media	Tidak dibahas	Metrik time-series (Prometheus)
Ardhi dkk. (2025) [3]	Monitoring replikasi basis data perbankan	Tidak dibahas	Basis data terintegrasi (real-time)
Penelitian ini	Proses pengadaan material	Ya, visibilitas dashboard tersemat diatur untuk satu peran	Basis data relasional (MySQL) langsung

Penelitian ini berbeda dari ketiga studi acuan pada tiga aspek: objek yang dipantau berupa data transaksional proses bisnis, bukan metrik infrastruktur atau data replikasi; kontrol akses berbasis peran diterapkan untuk membatasi visibilitas dashboard tersemat pada satu peran; dan sumber datanya adalah basis data relasional operasional secara langsung, tanpa lapisan data warehouse di antaranya.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Ketiga aspek pembeda inilah yang menjadi dasar kebaruan penelitian ini, sebagaimana dijabarkan menjadi tiga kontribusi pada bagian Pendahuluan.

~~3~~ Metode Penelitian

Jenis dan Pendekatan Penelitian. Penelitian ini memakai pendekatan studi kasus deskriptif dengan analisis retrospektif terhadap artefak yang telah diimplementasikan, mengacu pada kerangka Design Science Research [8] pada tahap perancangan dan pengembangan sebagai titik masuk. Tahap demonstrasi dan evaluasi pada kerangka ini diwakili oleh analisis retrospektif terhadap rancangan dan kueri yang telah terimplementasi, sedangkan tahap komunikasi diwakili oleh penyusunan artikel ini. Penerapan kerangka ini bersifat parsial: penelitian tidak melakukan demonstrasi dan evaluasi formal bersama pengguna akhir, melainkan evaluasi teknis terhadap rancangan yang mendasari tiap dashboard.

Objek dan Lingkup Penelitian. Objek penelitian adalah dashboard analitik Grafana yang disematkan pada sistem monitoring pengadaan material berbasis web. Sistem utama dikembangkan bersama tim menggunakan framework Laravel dengan arsitektur Model-View-Controller [14], [15]. Lingkup penelitian turut mencakup modul manajemen pengguna sebagai komponen yang mengatur dashboard tersebut, meski pembahasan detail tetap difokuskan pada dashboard Grafana.

Grafana sebagai Platform Analitik dan Alasan Pemilihannya. Grafana adalah platform visualisasi data sumber terbuka yang memungkinkan pembuatan panel dari berbagai sumber data, termasuk basis data relasional seperti MySQL, dengan mekanisme ambang batas dan peringatan yang bisa dikonfigurasi tanpa kode tambahan pada sisi aplikasi. Praktik membangun dashboard monitoring berbasis platform visualisasi data serupa telah didokumentasikan pula pada konteks pemantauan kualitas udara [16]. Pemilihan Grafana pada studi kasus ini didasari pertimbangan praktis: tim teknologi informasi Perusahaan XYZ telah lebih dahulu memanfaatkan Grafana untuk memantau kondisi server internal, sehingga pengetahuan mengoperasikannya sudah tersedia sebelum proyek ini dimulai. Pertimbangan ini bersifat spesifik pada kondisi tim internal Perusahaan XYZ, bukan klaim umum bahwa Grafana selalu menjadi pilihan optimal untuk seluruh proyek monitoring.

Sumber dan Sifat Data. Nilai numerik dan tangkapan layar yang ditampilkan sebagai demonstrasi pada penelitian ini berasal dari data simulasi, bukan data produksi internal Perusahaan XYZ, karena penulis tidak memiliki hak akses terhadap data operasional riil di luar lingkup tugas selama masa magang. Nama perusahaan disamarkan menjadi Perusahaan XYZ pada keseluruhan naskah untuk menjaga kerahasiaan, sesuai kesepakatan kerahasiaan yang berlaku selama masa magang. Elemen lain yang berpotensi mengungkap identitas perusahaan pada tangkapan layar dashboard, termasuk nama vendor dan alamat surel internal, turut disamarkan sebelum ditampilkan pada bagian Hasil dan Pembahasan.

Prosedur Perancangan dan Penelaahan. Pembangunan kelima dashboard mengikuti urutan kerja yang konsisten: mengonfigurasi datasource Grafana ke basis data MySQL, membuat project dan dashboard baru, kemudian menyusun panel demi panel. Untuk tiap panel, pekerjaannya mencakup menentukan pertanyaan bisnis yang perlu dijawab, menyusun kueri SQL, dan memilih visualisasi yang sesuai. Untuk keperluan analisis pada artikel ini, seluruh kueri yang mendasari tiap panel ditelaah untuk mengidentifikasi pola struktur yang berulang; pola yang paling berpengaruh dipilih sebagai sampel pada bagian Hasil dan Pembahasan, sementara satu panel representatif tiap dashboard ditampilkan beserta tangkapan layarnya sebagai bukti visual, bukan keseluruhan 29 panel. Penelaahan dilakukan dengan membaca langsung naskah kueri tiap panel, kemudian membandingkan logika yang benar-benar dieksekusi terhadap tujuan analitik yang seharusnya dijawab panel tersebut. Prosedur inilah yang menjadi dasar temuan maupun keterbatasan yang diuraikan pada bagian Hasil dan Pembahasan.

4 Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan temuan dari analisis retrospektif terhadap rancangan, tangkapan layar, dan kueri kelima dashboard, disusun mengikuti dua pertanyaan penelitian pertama, dilanjutkan dengan interpretasi, perbandingan terhadap penelitian terdahulu, dan keterbatasan yang menjawab pertanyaan penelitian ketiga.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

4.1 Kebutuhan dan Implementasi Lima Dashboard.

Kelima dashboard tidak dirancang untuk lima kelompok pengguna yang berbeda, melainkan sebagai lima sudut pandang analitik yang dibutuhkan satu peran pengguna, Sekretaris Direksi, untuk menyusun bahan laporan bagi Direksi. Tabel 2 merangkum kebutuhan spesifik yang melatarbelakangi tiap dashboard.

Tabel 2 Kebutuhan yang melatarbelakangi tiap dashboard

Dashboard	Kebutuhan yang Dijawab	Jumlah Panel
Executive Procurement Overview	Gambaran umum aktivitas pengadaan dalam satu layer, tanpa membuka tiap modul operasional satu per satu	7
Procurement Lifecyle & Bottleneck	Pernyataan operasional yang sebelumnya hanya bisa dijawab lewat kompilasi data manual: di mana pengadaaan menumpuk dan berapa lama	6
Project & Budget Performance	Menjembatani data pengadaan dengan konteks proyek kapal: realisasi anggaran dan risiko keterlambatan per proyek	5
Risk, Compliance & Delay Monitoring	Indikasi awal pengadaan yang perlu diperhatikan tim Supply Chain sebelum menjadi masalah besar	6
Vendor & Contract Performance	Ringkasan kinerja vendor untuk mendukung keputusan seleksi dan evaluasi vendor	5

Kelima dashboard pada Tabel 2 saling melengkapi dan mencakup aspek proses pengadaan yang berbeda, yaitu ringkasan nilai dan risiko secara keseluruhan, kondisi proses beserta titik penumpukannya, keterkaitan pengadaan dengan proyek yang sedang berjalan, tingkat kepatuhan dan risiko lintas kategori, serta kinerja pihak vendor. Melalui kelima sudut pandang tersebut, penyusunan bahan laporan bagi Direksi dapat dilakukan tanpa membuka modul operasional yang dipakai tiap divisi satu per satu, dan tanpa meminta rekapitulasi manual dari masing-masing divisi. Subbagian berikut menampilkan tangkapan layar tiap dashboard beserta satu panel representatif sebagai sampel, sebagai bukti bahwa kebutuhan pada Tabel 2 benar-benar diterjemahkan menjadi panel yang berfungsi; nama vendor dan alamat surel pada tangkapan layar telah disamarkan sesuai penjelasan pada bagian Metode Penelitian.

Ketujuh panel pada dashboard Executive Procurement Overview seluruhnya berbentuk ringkasan angka tunggal atau grafik agregat, sebuah bentuk yang relevan bagi kebutuhan pada Tabel 2: pada volume pengadaan yang besar, pemantauan satu per satu ke tiap modul operasional tidak lagi praktis bagi peran yang harus menyiapkan laporan berkala bagi Direksi.



Gambar 1 Dashboard executive procurement overview

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Panel sampelnya, Critical Procurement Risk Index, menghitung indeks risiko gabungan dari tiga komponen dengan bobot berbeda, sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (1).

$$IR = 0{,}4 \, . \, L + 0{,}3 \, . \, P + 0{,}3 \, . \, E \quad (1)$$

dengan IR adalah indeks risiko pengadaan, L adalah jumlah pengadaan aktif yang melewati tenggat waktu, P adalah jumlah jadwal pembayaran tertunda, dan E adalah jumlah evaluasi teknis yang ditolak dalam 30 hari terakhir.

Panel ini juga mengklasifikasikan status peringatan (kritis, tinggi, sedang, rendah); kesesuaian klasifikasi tersebut dengan nilai IR dibahas pada subbagian 4.4.

Keenam panel pada dashboard Procurement Lifecycle & Bottleneck disusun mengikuti urutan checkpoint dalam alur pengadaan, dari permintaan awal hingga kedatangan material; urutan ini relevan karena keterlambatan pada satu checkpoint menunda seluruh checkpoint setelahnya, sehingga identifikasi titik penumpukan lebih awal berguna sebelum keterlambatan tersebut merambat ke tahap berikutnya.



Gambar 2 Dashboard procurement lifecycle & bottleneck

Panel sampelnya, Bottleneck Alert Top 5, mengurutkan checkpoint berdasarkan rata-rata durasi tertahan secara descending, murni berdasarkan durasi tanpa dikalikan volume pengadaan aktif.

Kelima panel pada dashboard Project & Budget Performance mengaitkan data pengadaan dengan satuan proyek kapal, bukan satuan pengadaan individual; pengaitan ini relevan karena pengadaan yang terlambat atau melebihi anggaran pada satu proyek berpotensi berdampak langsung pada jadwal penyelesaian proyek tersebut secara keseluruhan, bukan sekadar keterlambatan satu transaksi yang berdiri sendiri.



Gambar 3 Dashboard project & budget performance

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Panel sampelnya, Project Health Status, mengklasifikasikan proyek ke tiga kategori kesehatan (sehat, perlu perhatian, kritis) melalui logika berikut.

```
CASE
  WHEN overdue > 3 THEN 'RED'
  WHEN overdue > 1 THEN 'YELLOW'
  ELSE 'GREEN'
END AS health_status
```

Klasifikasi ini mempertimbangkan satu indikator, yaitu jumlah pengadaan yang melewati tenggat pada proyek tersebut.

Keenam panel pada dashboard Risk, Compliance & Delay Monitoring menggabungkan tiga jenis sinyal peringatan dini: keterlambatan, kepatuhan persetujuan, dan riwayat evaluasi vendor; ketiganya dikumpulkan dalam satu dashboard karena masing-masing berpotensi menjadi indikasi awal masalah yang lebih besar apabila dibiarkan tanpa tindak lanjut.



Gambar 4 Dashboard risk, compliance & delay monitoring

Panel sampelnya, Evatek Rejection Rate by Vendor, menghitung persentase penolakan evaluasi teknis per vendor dengan klausa HAVING yang mensyaratkan minimal tiga evaluasi per vendor.

Kelima panel pada dashboard Vendor & Contract Performance menyusun profil vendor dari tiga sisi berbeda: negosiasi, konsentrasi kontrak, dan skor kualitas gabungan; ringkasan ini berguna karena keputusan seleksi dan evaluasi vendor pada pengadaan berikutnya idealnya mengacu pada rekam jejak yang terdokumentasi, bukan kesan dari transaksi terakhir saja.



Gambar 5 Dashboard vendor & contract performance

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Panel sampelnya, Vendor Quality Score, menggabungkan kecepatan respons vendor dan tingkat kelulusan evaluasi teknis, sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (2).

$$SV = (40 - \min\ (R, 40)) + 60\ .\ (\frac{A}{T}) \quad (2)$$

dengan SV adalah skor kualitas vendor, R adalah rata-rata hari respons pemberian penawaran, A adalah jumlah evaluasi teknis yang disetujui, dan T adalah jumlah keseluruhan evaluasi.

Pada kondisi vendor yang belum memiliki riwayat evaluasi teknis sama sekali (T = 0), kueri menangani pembagian oleh nol dengan mengembalikan nilai nol untuk komponen evaluasi teknis, sehingga skor akhir vendor tersebut sepenuhnya ditentukan oleh komponen kecepatan respons.

4.2 Arsitektur Integrasi dan Kontrol Akses.

Grafana ditempatkan sebagai lapisan visualisasi terpisah dari lapisan aplikasi Laravel, namun terhubung ke basis data MySQL yang sama melalui datasource tersendiri dengan akses hanya-baca. Penelusuran terhadap mekanisme integrasi ini menemukan bahwa kontrol aksesnya melibatkan dua mekanisme yang berbeda cakupan dan tidak boleh disamakan, sebagaimana dirangkum pada Gambar 6.



Gambar 6 Cakupan control akses pada integrasi dashboard grafana

Mekanisme pertama adalah RBAC aplikasi yang diatur oleh modul manajemen pengguna (UMS). Setelah pengguna login, aplikasi memeriksa perannya. Jika peran tersebut Sekretaris Direksi, halaman utama yang ditampilkan memuat komponen slider Grafana tersemat di bagian atas, dengan dashboard utama aplikasi tetap tersedia di bagian bawahnya pada halaman yang sama; jika bukan, halaman utama hanya memuat dashboard utama tanpa komponen Grafana sama sekali. Penyematan dilakukan melalui elemen iframe yang menampilkan Grafana dalam mode tampil-saja (kiosk), sehingga menu dan header bawaan Grafana disembunyikan dan yang tersisa hanya panel-panelnya. Cuplikan berikut menunjukkan struktur komponen slider tersebut untuk salah satu dari lima dashboard.

```
<div class="grafana-slide" data-title="Gambaran Umum Pengadaan">
  <iframe src="http://localhost:3000/d/ad56wzw/
  executive-procurement-overview?orgId=1&theme=dark&kiosk">
  </iframe>
</div>
```

Kelima dashboard ditempatkan sebagai slide berurutan dalam satu komponen slider yang bisa digeser, bukan lima halaman terpisah. Mekanisme kedua adalah otorisasi Grafana sendiri, yang beroperasi sepenuhnya di luar RBAC aplikasi tersebut; alamat Grafana tetap dapat diakses langsung oleh siapa pun yang mengetahuinya, dan akan menampilkan seluruh isi kelima dashboard dalam mode hanya-baca tanpa melalui pengecekan peran pada UMS. Pengubahan konfigurasi panel atau dashboard memerlukan login sebagai admin pada Grafana itu sendiri. Temuan ini penting untuk ditegaskan: RBAC aplikasi pada dasarnya adalah kontrol kenyamanan pada level antarmuka, yang mengatur tautan mana yang muncul dalam alur kerja normal pengguna, bukan kontrol keamanan yang

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

menutup akses terhadap data yang ditampilkan. Batas cakupan ini dibahas lebih lanjut sebagai keterbatasan pada subbagian 4.6.

4.3 Pola Desain Kueri sebagai Bukti Pendukung Teknis.

Subbagian ini tidak menjawab rumusan masalah secara langsung, melainkan menyediakan bukti teknis tambahan yang memperkuat kelayakan implementasi kelima dashboard yang dibahas pada subbagian 4.1 dan 4.2. Penelaahan terhadap seluruh kueri yang mendasari kelima dashboard mengidentifikasi lima pola desain yang berulang. Kelima pola berikut dipilih karena paling sering muncul dan paling menentukan bentuk keluaran panel; pola lain yang lebih sederhana, seperti agregasi dasar tanpa struktur tambahan, tidak dibahas terpisah karena sudah tercermin di dalamnya.

Pola pertama adalah konversi mata uang dengan CASE WHEN, dipakai pada hampir seluruh panel finansial, di antaranya Total Procurement Value, Budget vs Actual by Project, dan Top Vendor by Contract Value, seperti tampak pada cuplikan berikut.

```
SUM(
  CASE
    WHEN k.currency = 'IDR' THEN k.nilai
    WHEN k.currency = 'USD' THEN k.nilai * 15750
    WHEN k.currency = 'EUR' THEN k.nilai * 17200
    ELSE k.nilai
  END
) AS total_value_idr
```

Konversi ini diperlukan karena kolom nilai kontrak menyimpan mata uang berbeda sesuai kesepakatan dengan tiap vendor tanpa penyeragaman terlebih dahulu; penjumlahan langsung menghasilkan angka yang tidak bermakna. Rasio konversi yang dipakai bersifat tetap dan ditulis langsung pada kueri, bukan diambil dari tabel nilai tukar dinamis.

Pola kedua adalah agregasi multikategori dengan UNION ALL. Panel Procurement by Priority menyusun tiga blok SELECT terpisah untuk kategori prioritas tinggi, sedang, dan rendah, lalu menggabungkannya dengan UNION ALL, bukan memakai satu kueri dengan GROUP BY pada kolom prioritas. Struktur ini dipilih agar urutan kategori pada keluaran dapat dikendalikan secara eksplisit melalui klausa ORDER BY FIELD, sesuatu yang lebih sulit dicapai apabila hanya mengandalkan GROUP BY biasa.

Pola ketiga melibatkan common table expression dan window function untuk keperluan pemeringkatan. Panel Vendor Concentration Risk menghitung total nilai kontrak per vendor di dalam common table expression, menerapkan ROW_NUMBER dengan klausa OVER untuk memberi peringkat, kemudian mengelompokkan vendor ke dalam kategori tiga besar dan selebihnya pada kueri terluar. Struktur bertingkat ini diperlukan karena pengelompokkan akhir bergantung pada hasil peringkat yang baru dapat dihitung setelah agregasi per vendor selesai.

Pola keempat adalah subkueri berbobot untuk indikator komposit, sebagaimana mendasari Persamaan (1). Tiga komponen risiko dihitung melalui subkueri terpisah karena bersumber dari tabel dan kondisi penyaringan yang berbeda, yaitu tabel pengadaan, tabel jadwal pembayaran, dan tabel butir evaluasi teknis, lalu dijumlahkan dengan bobot masing-masing pada level SELECT terluar. Pemisahan ini dipilih untuk menghindari penggandaan baris yang keliru apabila ketiganya digabungkan melalui satu operasi JOIN tunggal.

Pola kelima adalah pemakaian klausa HAVING sebagai batas minimum data untuk mengurangi interpretasi yang terlalu ekstrem, seperti pada panel Evatek Rejection Rate by Vendor yang mensyaratkan sekurang-kurangnya tiga butir evaluasi per vendor sebelum vendor tersebut ditampilkan. Tanpa syarat ini, vendor yang baru memiliki satu evaluasi dan kebetulan ditolak akan tampil dengan tingkat penolakan seratus persen, angka yang menyesatkan apabila disandingkan dengan vendor lain yang memiliki puluhan riwayat evaluasi.

Kelima pola tersebut memperlihatkan bahwa pemilihan struktur kueri pada tiap panel mengikuti kebutuhan spesifik dari bentuk data dan pertanyaan bisnis yang hendak dijawab, bukan penerapan satu bentuk kueri yang seragam untuk seluruh panel.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

4.4 Kesesuaian dengan Kebutuhan Awal.

Kebutuhan awal yang melatarbelakangi penelitian ini adalah pemantauan status dan pertumbuhan pengadaan tanpa penelusuran data operasional secara manual. Untuk menilai sejauh mana kebutuhan tersebut terjawab, tiap butir kebutuhan ditelusuri sampai ke panel yang menjawabnya beserta bukti visualnya, sebagaimana dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3 Keterlacakan kebutuhan awal terhadap panel dan bukti visualnya

Kebutuhan yang Dijawab	Dashboard	Panel	Bukti Gambar
Mengetahui skala dan komposisi pengadaan yang sedang berjalan	Executive Procurement Overview	Total Procurement Value, Total Active Procurement	Gambar 1
Mengetahui pertumbuhan antarwaktu	Executive Procurement Overview	Monthly Procurement Trend	Gambar 1
Mengetahui titik penumpukan proses tanpa kompilasi manual	Procurement Lifecyle & Bottleneck	Bottleneck Alert Top 5, Average Time per Checkpoint	Gambar 2
Mengetahui pengadaan terkait proyek yang sedang berjalan	Project & Budget Performance	Budget vs Actual by Project, Top 10 Project by Value	Gambar 3
Mengetahui pengadaan yang perlu perhatian lebih awal	Risk, Compliance & Delay Monitoring	Overdue Procurement Alert, Critical Risk Summary	Gambar 4
Mengetahui kinerja vendor sebagai bahan evaluasi	Vendor & Contract Performance	Vendor Quality Score, Top Vendor by Contract Value	Gambar 5

Tabel 3 menunjukkan bahwa keenam butir kebutuhan awal memiliki panel penjawab yang dapat ditunjuk secara spesifik, dan keberadaan panel tersebut terverifikasi pada tangkapan layar Gambar 1 sampai Gambar 5. Atas dasar itu, kebutuhan awal dapat dinyatakan terjawab pada tataran ketersediaan informasi; informasi yang sebelumnya harus dikumpulkan dari beberapa modul operasional kini tersedia pada satu titik akses, sejalan dengan gagasan dashboard sebagai perantara antara data operasional dan pengambil keputusan [3], meski dalam bentuk yang lebih sempit karena hanya melayani satu peran tunggal.

Batas dari kesimpulan tersebut perlu dinyatakan secara tegas agar tidak terjadi klaim berlebih. Bukti yang tersedia menunjukkan bahwa informasi yang dibutuhkan kini dapat diakses pada satu tempat, bukan bahwa waktu penyusunan laporan menjadi lebih singkat atau proses pengadaan menjadi lebih efisien. Kedua hal terakhir memerlukan pengukuran sebelum dan sesudah penerapan yang tidak dilakukan pada penelitian ini. Selain itu, konversi nilai kontrak dari mata uang asal memakai rasio tetap sebagaimana diuraikan pada subbagian 4.3, sehingga angka finansial pada kelima dashboard perlu dibaca sebagai perkiraan, bukan nilai yang presisi terhadap kurs pada saat data ditampilkan.

Penilaian kesesuaian ini juga perlu memeriksa keandalan formula yang mendasari panel-panel kunci. Vendor Quality Score pada Persamaan (2) sudah dinormalisasi ke skala tetap 0–100, karena komponen kecepatan respons dibatasi maksimum 40 poin dan komponen evaluasi teknis maksimum 60 poin. Critical Procurement Risk Index pada Persamaan (1) tidak melalui langkah normalisasi serupa; ketiga komponennya berupa hitungan mentah yang skalanya bergantung pada volume transaksi periode tertentu, sehingga nilai indeksnya sulit dibandingkan secara konsisten antarperiode. Perlu ditegaskan pula bahwa karena ketiga komponen tersebut tidak disetarakan skalanya terlebih dahulu, bobot 0,4/0,3/0,3 pada Persamaan (1) tidak dapat ditafsirkan sebagai representasi proporsional terhadap kontribusi relatif tiap indikator terhadap risiko keseluruhan; bobot itu hanya berlaku sebagai pengali linear terhadap angka mentah yang satuannya berbeda-beda. Penelusuran lebih lanjut terhadap kueri panel ini juga menemukan bahwa klasifikasi tingkat peringatan pada dashboard Executive

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Procurement Overview (kritis, tinggi, sedang, rendah) dihitung dari jumlah mentah ketiga komponen sebelum dibobot, bukan dari nilai IR yang sudah berbobot, sehingga kedua besaran ini bisa saja tidak selalu sejalan satu sama lain. Begitu pula klasifikasi kesehatan proyek pada dashboard Project & Budget Performance, yang pada praktiknya hanya mempertimbangkan satu indikator meski dirancang untuk tiga indikator sekaligus. Kedua ketidaksesuaian ini dicatat secara eksplisit sebagai keterbatasan pada Tabel 4.

4.5 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.

Temuan mengenai cakupan kontrol akses pada subbagian 4.2 memperjelas posisi penelitian ini terhadap ketiga studi acuan. Penelitian Saputra dan Husain [4] serta Rasyidi dan Pratama [5] menempatkan Grafana sebagai platform mandiri tanpa lapisan kontrol akses sama sekali, sehingga persoalan visibilitas dashboard tidak muncul pada keduanya. Penelitian Ardhi dkk. [3] membahas dashboard yang tersemat pada aplikasi, namun tidak menyinggung pengaturan akses berbasis peran. Penelitian ini melengkapi ketiganya dengan mendokumentasikan pola integrasi yang menempatkan dashboard analitik pihak ketiga di balik kontrol akses aplikasi, sekaligus menunjukkan bahwa cakupan kontrol tersebut terbatas pada antarmuka aplikasi dan tidak menjangkau layanan Grafana itu sendiri. Terhadap literatur RBAC yang dirujuk sebelumnya [11], [12], yang menekankan kewenangan mengubah data, temuan di sini memperlihatkan dimensi lain yang belum banyak dibahas, yaitu kewenangan melihat pada level layanan visualisasi, sehingga pengamanan data yang sesungguhnya tetap bergantung pada pembatasan hak akses baca di level basis data, bukan pada RBAC aplikasi semata. Batasan ini layak digarisbawahi karena istilah kontrol akses berbasis peran pada literatur yang dirujuk umumnya dipahami sebagai mekanisme yang menutup akses, sementara pada kasus ini cakupannya berhenti di lapisan antarmuka dan tidak otomatis meluas ke layanan pihak ketiga yang disematkannya.

4.6 Keterbatasan Implementasi.

Analisis retrospektif terhadap rancangan dan kueri mengidentifikasi sejumlah keterbatasan implementasi yang perlu diungkapkan secara terbuka, sebagaimana dirangkum pada Tabel 4. Baris pertama pada tabel ini bersifat arsitektural dan telah diuraikan lebih rinci pada subbagian 4.2 dan 4.5. Lima baris berikutnya menyangkut kesesuaian formula dan sumber data, ditemukan dengan membandingkan logika kueri yang benar-benar berjalan terhadap tujuan analitik yang seharusnya dijawab tiap panel; dua baris terakhir dikonfirmasi langsung oleh penulis berdasarkan pengalaman pengembangan sistem.

Tabel 4 Keterbatasan implementasi yang teridentifikasi

Aspek	Kondisi Saat Ini	Arah Pengembangan Lanjutan
Cakupan control akses berbasis peran	RBAC aplikasi berfungsi sebagai control kenyamanan pada level antarmuka, bukan control keamanan, layanan Grafana tetap dapat diakses langsung dalm mode hanya-baca oleh siapa pun yang mengetahui alamatnya, terlepas dari peran pengguna pada aplikasi	Mengintegrasikan autentikasi Grafana dengan RBAC aplikasi (single sign-on), atau membatasi akses jaringan langsung ke server Grafana pada level firewall
Konsistensi indeks risiko dan status peringatan	Status peringatan pada Critiical Procurement Risk Index dihitung dari jumlah mentah ketiga komponen sebelum dibobot, bukan dari nilai IR yang sudah berbobot pada Persamaan (1), sehingga kedua besaran berpotensi tidak sejalan	Menyelaraskan ambang status peringatan agar dihitung dari nilai IR yang sudah berbobot
Rasio konversi mata uang	Rasio konversi USD dan EUR ke IDR bersifat tetap dan ditulis langsung pada kueri sehingga nilai finansial pada dashboard adalah perkiraan, bukan nilai yang presisi	Mengambil rasio konversi dari tabel nilai tukar dinamis yang diperbarui berkala

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

	terhadap kurs pada saat data ditampilkan	
Sumber anggaran proyek	Anggaran diambil dari kolom pada tabel negosiasi per transaksi, bukan dari master data anggaran proyek terpisah	Mengintegrasikan tabel anggaran proyek tersendiri agar perbandingan rencana-realisasi lebih terpercaya
Klasifikasi Kesehatan proyek	Hanya mempertimbangkan satu indicator, yaitu jumlah pengadaan yang melewati tenggat	Menambahkan indicator rasio anggaran dan jumlah prioritas kritis sesuai rancangan awal
Formula skor kualitas vendor	Mencakup dua komponen (kecepatan respons, evaluasi teknis), komponen negosiasi sudah dianalisis di panel terpisah, belum digabungkan ke skor komposit ini	Menyatukan ketiga aspek ke dalam satu skor komposit
Sumber data demonstrasi	Menggunakan data simulasi, bukan data produksi riil	Validasi lanjutan dengan data operasional setelah memperoleh akses yang sesuai
Beban kueri pada basis data production	Grafana membaca langsung dari basis data yang sama dengan aplikasi operasional, tanpa replika basis data terpisah	Mempertimbangkan read replica apabila volume data dan beban akses meningkat

Kesenjangan antara rancangan konseptual dan implementasi final pada beberapa baris di atas sejalan dengan karakteristik pendekatan Agile/iterative yang diterapkan pada proyek ini; penyesuaian bertahap berpotensi menyisakan bagian yang belum disempurnakan kembali sebelum periode magang berakhir. Temuan ini muncul dari analisis retrospektif yang dilakukan khusus untuk penelitian ini, berbeda dari pemeriksaan rutin selama proses pengembangan berlangsung, dan tidak menggugurkan kontribusi arsitektural dari kelima dashboard yang sudah dibangun. Sebagai studi kasus tunggal, temuan ini juga melekat pada kondisi spesifik Perusahaan XYZ: ukuran tim teknologi informasi, familiaritas mereka dengan Grafana, dan struktur organisasi yang menempatkan Sekretaris Direksi sebagai satu-satunya pengguna dashboard. Pola integrasi Grafana di balik kontrol akses berbasis peran, sebagai konsep arsitektural, kemungkinan besar dapat diterapkan pada organisasi lain dengan kebutuhan serupa, namun pertimbangan pemilihan Grafana yang didasari familiaritas tim internal dan struktur satu-pengguna pada kelima dashboard lebih spesifik-konteks dan tidak serta-merta dapat digeneralisasi.

4.7 Implikasi dan Penelitian Lanjutan.

Dampak dashboard terhadap efisiensi proses pengadaan belum dapat diukur secara kuantitatif dalam durasi penelitian ini, karena sistem baru digunakan dan diuji dalam ruang lingkup terbatas menjelang akhir masa magang. Klaim paling aman adalah bahwa dashboard ini berpotensi membantu monitoring dan koordinasi, bukan bahwa dashboard ini telah terbukti meningkatkan efisiensi secara terukur. Penelitian lanjutan disarankan mengukur dampak tersebut secara kuantitatif setelah dashboard digunakan dalam periode yang lebih panjang, menutup kesenjangan cakupan RBAC yang diuraikan pada Tabel 4, menguji generalisasi arsitektur ini pada organisasi lain, serta menyempurnakan formula skor komposit sesuai rancangan awal.

5 Kesimpulan

Penelitian ini membahas perancangan dashboard analitik Grafana yang disematkan pada sistem pengadaan material berbasis web di Perusahaan XYZ, dilatarbelakangi kebutuhan pemangku kepentingan manajerial untuk memantau status dan pertumbuhan pengadaan tanpa penelusuran data manual. Kelima dashboard yang dirancang menjawab kebutuhan tersebut secara struktural, dengan Grafana disematkan melalui *iframe* dan visibilitasnya di dalam aplikasi diatur oleh RBAC yang

cakupannya terbatas pada antarmuka; layanan Grafana itu sendiri tetap terbuka dalam mode hanya-baca terlepas dari peran pengguna pada aplikasi, sebuah keterbatasan arsitektur keamanan yang perlu ditindaklanjuti pada pengembangan berikutnya. Evaluasi terhadap dua formula skor komposit menemukan bahwa satu formula sudah dinormalisasi dengan baik sementara satu lagi belum, dan sejumlah keterbatasan implementasi turut teridentifikasi dibanding rancangan awalnya. Kebutuhan awal penelitian ini dengan demikian terjawab secara struktural sebagaimana ditelusuri pada Tabel 3, meski dampaknya terhadap efisiensi proses pengadaan belum terukur secara kuantitatif dalam durasi penelitian ini. Kontribusi penelitian ini karena itu bersifat arsitektural, yaitu pada pendokumentasian pola integrasi dan penerjemahan kebutuhan pemantauan menjadi rancangan dashboard, sehingga pengukuran dampak secara kuantitatif setelah pemakaian dalam periode yang lebih panjang menjadi arah yang paling relevan bagi penelitian lanjutan.

Referensi

[1] M. Khan, G. S. Parvaiz, A. T. Dedahanov, O. S. Abdurazzakov, dan D. A. Rakhmonov, "*The Impact of Technologies of Traceability and Transparency in Supply Chains*," *Sustainability*, Vol. 14, No. 24, hlm. 16336, Des 2022, DOI: 10.3390/su142416336.

[2] OECD Publishing, "*Digital Transformation of Public Procurement: Good Practice Report*," OECD Public Governance Policy Papers, Jun 2025. DOI: 10.1787/79651651-en.

[3] H. Y. Ardhi, A. Muhidin, dan T. N. Wiyatno, "Implementasi Sistem Basis Data Terintegrasi pada Aplikasi *Dashboard* Monitoring Replikasi Bank Tabungan Negara Metode *Prototype*: *Implementation of an Integrated Database System in the Bank Tabungan Negara Replication Monitoring Dashboard Application using the Prototype Method*," *MALCOM*, Vol. 5, No. 3, hlm. 942–952, Jul 2025, DOI: 10.57152/malcom.v5i3.2049.

[4] M. D. Saputra dan K. Marzuki, "Desain dan Implementasi Monitoring Infrastruktur Perangkat Jaringan dan Server menggunakan Grafana dan Prometheus," Vol. 12, No. 3, 2025.

[5] B. Rasyidi dan F. Pratama, "*Sistem Monitoring Server di PT. XYZ Media Indonesia berbasis Grafana dan Prometheus: Server Monitoring System at PT. XYZ Media Indonesia based on Grafana and Prometheus*," *MALCOM*, Vol. 4, No. 4, hlm. 1456–1465, Sep 2024, DOI: 10.57152/malcom.v4i4.1546.

[6] Moh. H. Koniyo, R. H. Dai, dan I. Is. Tomu, "Pemodelan Proses Bisnis menggunakan BPMN di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Bone Bolango," *digitech*, Vol. 4, No. 1, hlm. 126–137, Apr 2024, DOI: 10.47709/digitech.v4i1.3726.

[7] S. M. Pulungan, R. Febrianti, T. Lestari, N. Gurning, dan N. Fitriana, "Analisis Teknik *Entity-Relationship* Diagram dalam Perancangan Database," *JEMB*, Vol. 1, No. 2, hlm. 98–102, Feb 2023, DOI: 10.47233/jemb.v1i2.533.

[8] R. V. Imbar dan Meilinda, "Perancangan Model Referral dengan Pendekatan *Design Science Research Methodology*," *JuTISI*, Vol. 10, No. 3, hlm. 430–438, 2024, DOI: 10.28932/jutisi.v10i3.9215.

[9] E. V. Pramumardani, A. Bachtiar, dan A. Arvianto, "Membangun Indeks Komposit dalam Mengevaluasi Efektivitas Kebijakan SNI Wajib: Literature Review," *Teknik Industri*, Vol. 19, No. 1, hlm. 46–57, Jun 2024, DOI: 10.14710/jati.19.1.46-57.

[10] H. Bunga dan W. Wahyudi, "*Design of an Environmental-Friendly Supplier Selection DSS Model using AHP-TOPSIS*," *JUISI*, Vol. 4, No. 1, hlm. 86–99, Mei 2025, DOI: 10.51903/b8wpb307.

[11] Y. Yuricha dan I. K. Phan, "Penerapan *Role based Access Control* dalam Sistem *Supply Chain Management* berbasis *Cloud*: *The Implementation of Role based Access Control in a Cloud-based Supply Chain Management System*," *MALCOM*, Vol. 3, No. 2, hlm. 339–348, Nov 2023, DOI: 10.57152/malcom.v3i2.1259.

[12] Y. A. Prasetia dan D. Manongga, "*Role-based Access Control (RBAC)* untuk Sistem Otorisasi Terpusat berbasis *Flask Studi Kasus PT. XYZ,*" *jipi. jurnal. ilmiah. penelitian. dan. pembelajaran. informatika.*, Vol. 9, No. 4, hlm. 1768–1778, Nov 2024, DOI: 10.29100/jipi.v9i4.5403.

[13] C. H. Saputra, "Integrasi Audit dan Teknik *Clustering* untuk Segmentasi dan Kategorisasi Aktivitas Log," *JTIIK*, Vol. 11, No. 1, hlm. 209–214, Feb 2024, DOI: 10.25126/jtiik.20241118071.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

[14] Vicky Eka Syahputra, Zaky Maulana, Eko Irwanda, dan Fried Sinlae, "Penggunaan *Framework* Laravel dalam membangun Aplikasi *Website* berbasis PHP," *JSMD*, Vol. 2, No. 2, Agu 2024.
[15] W. T. S. Nugraha *dkk*., "Pengembangan *Website* Interaktif untuk memfasilitasi Minat Kebersihan Kelas di Kalangan Siswa Menengah Pertama," *J. Inf. dan Komp.*, Vol. 9, No. 2, hlm. 251, Jun 2025, DOI: 10.26798/jiko.v9i2.1340.
[16] D. Hariyadi, E. Kusumaningrum, S. Sumarsono, F. Fazlurrahman, dan B. Setiyadi, "Analisis Kualitas Udara berbasis *Dashboard* menggunakan *ELK Stack*," *JIKO*, Vol. 7, No. 1, hlm. 46, Feb 2023, DOI: 10.26798/jiko.v7i1.685.