



Implementasi *Business Intelligence* dalam Pengendalian Mutu di Industri Manufaktur

Rahil Aulia Rahma^{1*}, Karimah Kusumawati², Ahmed Abusail³, Mahad Wicaksono⁴

¹⁻⁴ Universitas Muhammadiyah Gresik, Indonesia

Alamat: Jl. Sumatera No. 101, Gn. Malang, Randuagung, Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61121

Korespondensi penulis: rachelskak13@gmail.com*

Abstract. *The manufacturing industry faces major challenges in maintaining consistent product quality amidst the dynamics of technology and global competition. This study aims to develop an effective Business Intelligence (BI) implementation model to support data-based quality control. The method used is a conceptual design approach through integrated system simulation, including MySQL database, PHP backend, Power BI visualization, Google Cloud AutoML predictive analytics, and initial processing using Microsoft Excel. Historical production data for 12 months is used for model training and defect trend visualization. The simulation results show that the implementation of BI can reduce product defect rates, accelerate system response, and increase inspection process efficiency. Technical validation proves the model's prediction accuracy is above 90%, while field validation shows positive acceptance from users regarding the ease of use of the dashboard. This system not only supports early detection of quality deviations but also contributes to real-time strategic decision making. With an integrated technology approach, BI enables medium-sized manufacturing companies to adopt an adaptive and sustainable digital quality system, in line with the concept of Quality 4.0.*

Keywords: *Business Intelligence; Manufacturing Industry; Product Quality*

Abstrak. Industri manufaktur menghadapi tantangan besar dalam menjaga mutu produk secara konsisten di tengah dinamika teknologi dan persaingan global. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model implementasi Business Intelligence (BI) yang efektif untuk mendukung pengendalian mutu berbasis data. Metode yang digunakan adalah pendekatan rancang bangun konseptual melalui simulasi sistem yang terintegrasi, mencakup database MySQL, backend PHP, visualisasi Power BI, analitik prediktif Google Cloud AutoML, dan pengolahan awal menggunakan Microsoft Excel. Data historis produksi selama 12 bulan digunakan untuk pelatihan model dan visualisasi tren cacat. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan BI mampu menurunkan tingkat cacat produk, mempercepat respons sistem, serta meningkatkan efisiensi proses inspeksi. Validasi teknis membuktikan akurasi prediksi model di atas 90%, sementara validasi lapangan menunjukkan penerimaan positif dari pengguna terkait kemudahan penggunaan dashboard. Sistem ini tidak hanya mendukung deteksi dini penyimpangan mutu, tetapi juga berkontribusi dalam pengambilan keputusan strategis secara real-time. Dengan pendekatan teknologi terintegrasi, BI memungkinkan perusahaan manufaktur berskala menengah untuk mengadopsi sistem mutu digital yang adaptif dan berkelanjutan, sejalan dengan konsep Quality 4.0.

Kata kunci: Business Intelligence; Industri Manufaktur; Mutu produk; Power BI

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur di Indonesia memegang peranan penting dalam perekonomian nasional sebagai penyedia lapangan kerja dan penghasil barang bernilai tinggi yang bersaing di pasar global. Namun, di tengah persaingan ketat dan perubahan teknologi yang cepat, banyak perusahaan manufaktur menghadapi tantangan dalam menjaga mutu produk yang konsisten dan memenuhi standar kualitas (Fajri & Sinaga, 2020). Tantangan ini diperparah oleh kurangnya integrasi sistem informasi yang mampu mengolah data secara real-time untuk mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan akurat (Maesaroh et al., 2023). Permasalahan utama yang dihadapi adalah kurangnya sistem pengendalian mutu yang adaptif

dan berbasis data sehingga menyebabkan produk cacat yang berdampak pada kerugian finansial dan menurunnya kepercayaan pelanggan.

Dampak dari ketidakefektifan pengendalian mutu ini sangat signifikan, tidak hanya dalam bentuk biaya produksi yang meningkat akibat produk yang harus diperbaiki atau dibuang, tetapi juga dalam hilangnya loyalitas pasar dan citra perusahaan. Biaya kegagalan kualitas bisa mencapai persentase besar dari total biaya produksi sehingga perusahaan mengalami penurunan daya saing dan kesulitan mempertahankan posisi di pasar global (Quadir et al., 2022). Oleh karena itu, perbaikan dalam sistem pengendalian mutu menjadi kebutuhan yang mendesak untuk menjaga kesinambungan bisnis.

Salah satu solusi yang mulai banyak diadopsi adalah implementasi *Business Intelligence* (BI) yang mampu mengintegrasikan, mengolah, dan menganalisis data produksi secara komprehensif. BI dapat menyediakan informasi yang cepat dan akurat untuk pengambilan keputusan berbasis data yang mendukung pengendalian mutu secara *real-time* (Muku et al., 2022). Studi literatur menunjukkan bahwa BI secara sistematis mampu meningkatkan kualitas pengambilan keputusan berbasis data dalam berbagai sektor industri (Maulidah et al., 2023).

Metode yang digunakan dalam BI sering kali melibatkan teknologi *machine learning* yang memungkinkan prediksi kualitas produk berdasarkan pola data historis dan pengenalan pola cacat secara otomatis (Rožanec et al., 2021). *Machine learning* juga memungkinkan sistem untuk melakukan pembelajaran adaptif dengan data baru sehingga mampu beradaptasi terhadap perubahan proses produksi (Trajkova et al., 2021). Selain itu, integrasi dengan *Industrial Internet of Things (IIoT)* memungkinkan pengumpulan data secara otomatis melalui sensor yang dipasang di peralatan produksi, sehingga data yang dianalisis menjadi *real-time* dan sangat akurat (Banerjee et al., 2021).

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis dan mengembangkan model implementasi BI yang efektif dalam sistem pengendalian mutu di industri manufaktur Indonesia. Penelitian berfokus pada identifikasi manfaat utama, kendala yang dihadapi dalam penerapan BI, serta strategi yang diperlukan agar sistem ini dapat berfungsi optimal dan memberikan nilai tambah bagi perusahaan (Kijek et al., 2023). Dengan model yang tepat, diharapkan pengendalian mutu menjadi lebih adaptif, prediktif, dan berorientasi pada perbaikan berkelanjutan. BI telah digunakan dalam berbagai model pengambilan keputusan, termasuk dalam sektor properti dan pemasaran, sehingga relevan untuk dikembangkan di sektor manufaktur (Silitonga et al., 2024).

Manfaat yang diperoleh dari penerapan BI dalam pengendalian mutu sangat beragam, antara lain penurunan tingkat cacat produk, pengurangan biaya produksi, dan peningkatan kepuasan pelanggan. BI juga mendukung transparansi proses produksi yang memudahkan manajemen dalam mengambil keputusan strategis dan operasional (Mehdiyev & Fettke, 2020). Selain itu, BI memberikan peluang bagi perusahaan untuk menerapkan konsep *Quality 4.0*, yang menekankan sistem mutu yang lebih digital, proaktif, dan prediktif sehingga dapat meningkatkan daya saing secara berkelanjutan (Cadavid et al., 2021). Visualisasi *dashboard* BI juga terbukti mempermudah manajer dalam memahami data, seperti yang diimplementasikan oleh PT Suryaplas Intitama (Steven et al., 2021). Power BI juga telah diterapkan untuk memantau data kehadiran dan transportasi pegawai, menghasilkan dashboard informatif yang mendukung efektivitas monitoring administratif (Yumni, et al., 2021).

Lebih jauh lagi, dalam konteks *lean manufacturing*, BI berperan penting dalam mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan potensi pemborosan di lini produksi sehingga proses dapat terus diperbaiki dan disederhanakan (Mohamad et al., 2020). Selain aspek teknis, pengendalian mutu juga harus memperhatikan *sustainability* dan tanggung jawab sosial, di mana BI dapat mengukur dan melaporkan indikator keberlanjutan seperti efisiensi energi dan limbah produksi, yang semakin menjadi tuntutan utama konsumen dan regulasi pemerintah (Kijek et al., 2023).

Dengan mempertimbangkan berbagai aspek tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem pengendalian mutu berbasis BI yang terintegrasi dengan teknologi terkini di industri manufaktur Indonesia, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk, efisiensi operasional, dan daya saing secara berkelanjutan.

2. KAJIAN TEORITIS

Business Intelligence (BI) dan Microsoft Power BI

Business Intelligence (BI) adalah rangkaian proses, teknologi, dan aplikasi yang digunakan untuk mengumpulkan, mengolah, dan menganalisis data menjadi informasi yang dapat mendukung pengambilan keputusan strategis secara efektif (Quadir et al., 2022). Microsoft Power BI merupakan salah satu platform BI yang banyak digunakan karena kemampuannya mengintegrasikan berbagai sumber data secara *real-time* dan menyediakan visualisasi interaktif yang mudah dipahami (Jayaraman & Jain, 2024). Power BI memfasilitasi *monitoring* indikator mutu dan kinerja produksi dengan cepat dan akurat, membantu organisasi dalam melakukan pengendalian mutu secara responsif tanpa memerlukan pemrograman yang kompleks (Muku et al., 2022; Senjaya et al., 2024).

Sistem Manajemen Basis Data MySQL

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional yang banyak digunakan dalam pengelolaan data produksi dan mutu karena kemudahan integrasi, skalabilitas, dan performanya yang handal (Banerjee et al., 2021). Dalam konteks pengendalian mutu, MySQL berfungsi sebagai repository utama yang menyimpan data hasil produksi, inspeksi kualitas, serta data pendukung lainnya. Basis data yang terstruktur juga mendukung penerapan model prediktif berbasis *machine learning* dengan data historis yang konsisten. Dalam pengembangan sistem informasi berbasis web, MySQL sering dipadukan dengan *tools* seperti Power BI dan PHP untuk mempercepat proses integrasi data (Maesaroh et al., 2023).

Pemrograman PHP dan Server XAMPP

PHP merupakan bahasa pemrograman *server-side* yang umum digunakan untuk membuat aplikasi web yang terintegrasi dengan *database* MySQL (Fajri & Sinaga, 2020). Dalam penelitian ini, PHP digunakan sebagai media penghubung antara *database* MySQL dan aplikasi pengelolaan data produksi dan mutu, sehingga memungkinkan input data, pengolahan, dan manajemen informasi dilakukan secara terpusat dan terotomasi. XAMPP menyediakan lingkungan server lokal yang lengkap dengan *Apache* dan MySQL, sehingga memudahkan pengembangan dan pengujian aplikasi PHP secara offline sebelum implementasi di lingkungan produksi. Kombinasi PHP dan XAMPP terbukti efisien dalam pengembangan prototipe sistem pengolahan data di berbagai studi implementasi BI (Steven et al., 2021).

Google Cloud AI untuk Machine Learning

Google Cloud AI menyediakan berbagai layanan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan *machine learning* berbasis *cloud* yang dapat digunakan tanpa perlu pemrograman manual (Rožanec et al., 2021). Platform ini menawarkan *tools* dengan antarmuka yang mudah digunakan untuk membangun model prediktif, mengidentifikasi pola, dan melakukan deteksi anomali dalam data produksi dan mutu. Dengan kemampuan ini, organisasi dapat meningkatkan akurasi pengendalian mutu dan membuat rekomendasi perbaikan secara otomatis, yang kemudian hasilnya dapat diintegrasikan dengan *dashboard* Power BI untuk *monitoring* secara *real-time*.

Microsoft Excel sebagai Tools Pendukung Analisis Data

Microsoft Excel berperan penting dalam tahap awal pengolahan data, mulai dari pengumpulan, pembersihan data (*data cleansing*), hingga analisis statistik sederhana

(Mohamad et al., 2020). Excel digunakan secara luas dalam tahap awal transformasi data karena fleksibilitasnya dan kompatibilitas tinggi terhadap proses integrasi ETL (Azzahra et al., 2025).

Integrasi dan Sinergi Tools dalam Sistem Pengendalian Mutu

Kombinasi *tools* Power BI, MySQL, PHP, Google Cloud AI, dan Excel membentuk sistem pengendalian mutu yang komprehensif dan adaptif tanpa memerlukan keterampilan coding mendalam (Muku et al., 2022; Banerjee et al., 2021). Data produksi yang tersimpan di MySQL dapat diakses dan dikelola melalui aplikasi PHP, dianalisis menggunakan layanan Google Cloud AI, dan divisualisasikan secara *real-time* di Power BI. Sinergi ini memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat, akurat, dan berbasis data yang valid, meningkatkan efektivitas pengendalian mutu dan kemampuan responsif terhadap dinamika produksi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rancang bangun (*design and development research*) yang bersifat konseptual dan simulatif. Tujuannya adalah mengembangkan model sistem *Business Intelligence (BI)* untuk pengendalian mutu pada industri manufaktur secara umum, melalui integrasi berbagai teknologi digital yang relevan.

Model ini dirancang berdasarkan studi literatur, prinsip-prinsip pengendalian mutu, dan simulasi aliran data yang umum dijumpai pada proses produksi manufaktur. Penelitian ini tidak berbasis pada satu perusahaan tertentu, melainkan menyusun kerangka sistem yang dapat diadaptasi secara luas.

1. Persiapan Pengujian

a) Konfigurasi Sistem

- Server lokal: XAMPP (Apache + MySQL)
- *Database*: MySQL
- *Backend*: PHP
- Analitik & visualisasi: Power BI (*Desktop*)
- *Machine Learning*: Google Cloud AutoML (tanpa pemrograman manual)
- Pendukung analisis awal: Microsoft Excel

2. Prosedur Pengujian

a) Pengumpulan Data Historis

Data produksi 12 bulan terakhir, termasuk data cacat produk, parameter mutu, dan hasil inspeksi dikumpulkan dari sistem perusahaan.

b) Proses ETL (*Extract–Transform–Load*)

Data dibersihkan dan disiapkan menggunakan Excel. Kemudian dimasukkan ke MySQL melalui form web berbasis PHP.

c) Integrasi Sistem BI

Power BI dihubungkan dengan MySQL untuk menampilkan *dashboard* secara *real-time*. Data yang sama juga digunakan untuk pelatihan model prediktif menggunakan Google Cloud AutoML.

d) Simulasi dan Evaluasi

Simulasi proses produksi dijalankan untuk menguji efektivitas prediksi cacat. Kemudian hasil prediksi dibandingkan dengan data aktual untuk mengukur akurasi dan performa sistem.

3. Parameter yang Diukur

Tabel 1. Tabel Parameter Pengukuran

Parameter	Deskripsi
Waktu Respons	Durasi waktu dari input data hingga dashboard Power BI menampilkan hasil
Tingkat Cacat	Persentase produk cacat sebelum dan sesudah implementasi BI
Efisiensi Proses	Penurunan waktu inspeksi manual akibat otomatisasi sistem
Kepuasan Pengguna	Hasil survei terhadap manajer produksi tentang kemudahan pemahaman dashboard

4. Validasi Data

a) Validasi Teknis

Validasi teknik dilakukan untuk membandingkan hasil analitik Power BI dengan perhitungan manual di Excel, kemudian mengevaluasi performa model AutoML berdasarkan metrik akurasi, *precision*, dan *recall*.

b) Validasi Lapangan

Validasi lapangan akan melibatkan staf pengendalian mutu dan produksi untuk mengevaluasi visualisasi dan *insight* sistem BI. Dan juga dilakukan diskusi pakar (*expert judgment*) guna menilai kesesuaian sistem dengan praktik industri aktual.

5. Batasan Penelitian

a) Pengujian sistem

Dilakukan satu kali untuk setiap tahapan proses (ETL, integrasi BI, pelatihan model), demi efisiensi waktu. Dengan demikian, variasi performa harian dan fluktuasi operasional tidak dapat terukur secara menyeluruh.

b) Faktor Eksternal

Faktor eksternal yang mempengaruhi seperti gangguan koneksi lokal, keterbatasan kapasitas laptop, serta pembaruan sistem pada layanan *cloud* (Google AutoML atau Power BI) tidak dikontrol penuh dan berpotensi memengaruhi hasil.

Alur pengerjaan:

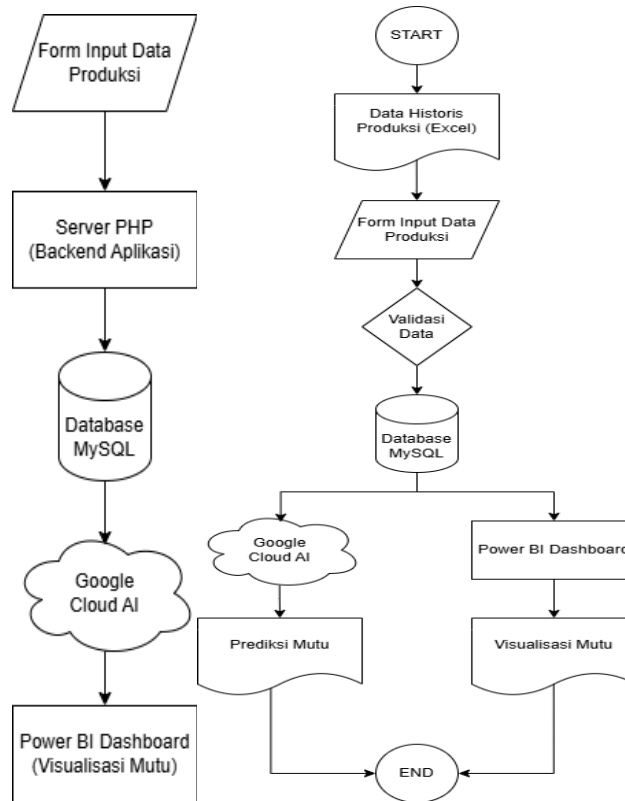
1. Persiapan lingkungan lokal (XAMPP, *database*, dan *dashboard*)
2. Input data historis ke MySQL
3. Jalankan integrasi ke Power BI dan AutoML
4. Catat waktu pemrosesan dan respons *dashboard*
5. Uji akurasi prediksi model
6. Evaluasi visualisasi dan analisis data

Dengan pendekatan ini, penelitian bertujuan memberikan gambaran realistis dan terukur mengenai implementasi *Business Intelligence* (BI) dalam kondisi terbatas, yaitu menggunakan infrastruktur lokal dan sumber daya minimal yang umum ditemukan di industri manufaktur skala menengah di Indonesia. Penelitian ini tidak hanya menekankan pada aspek teknis pengembangan sistem, tetapi juga mencakup evaluasi akurasi, efisiensi, dan kesiapan pengguna dalam menerapkan BI untuk pengendalian mutu. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi acuan awal dan referensi praktis bagi perusahaan manufaktur dalam merancang, mengadaptasi, dan mengimplementasikan sistem BI yang sesuai dengan kebutuhan spesifik perusahaan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Implementasi dan Simulasi Sistem BI

Penelitian ini menerapkan integrasi berbagai komponen *Business Intelligence* (BI) yang terdiri dari *database* MySQL, *backend* PHP, visualisasi Power BI, analitik prediktif dari Google Cloud AutoML, dan validasi data awal menggunakan Microsoft Excel. Implementasi dilakukan pada sistem simulatif berdasarkan data historis produksi selama 12 bulan, yang mencakup parameter mutu produk, jenis cacat, waktu produksi, hingga *respons* tim *quality control*.



Gambar 1. Arsitektur Sistem BI

Gambar 2. Alur Proses Analisis Data

Tahapan Rancang Bangun dan Proses ETL

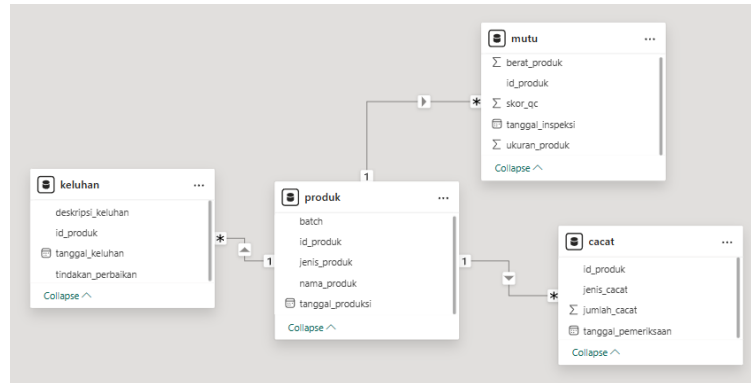
Tahapan rancang bangun sistem BI dilakukan melalui pendekatan bertahap, mencakup proses ETL (*Extract, Transform, Load*), desain *database*, input data via web, pelatihan model prediksi, dan integrasi visualisasi. Tahapan ini dirancang agar sistem dapat digunakan oleh perusahaan manufaktur dengan infrastruktur dan sumber daya terbatas namun tetap efektif dalam mendukung pengendalian mutu.

a) Pengumpulan dan Pembersihan Data (*Extract & Preprocessing*)

Langkah awal dilakukan dengan mengumpulkan data historis produksi selama 12 bulan. Data ini meliputi jumlah unit produksi per bulan, parameter mutu (ukuran, berat, *finishing*), jenis dan jumlah cacat produk, tanggal dan waktu proses produksi, respons tim QC dan keluhan pelanggan. Data dikumpulkan dalam format Excel, kemudian dilakukan proses data *cleansing* untuk mengatasi masalah seperti data kosong (*missing values*), duplikasi entri, inkonsistensi format, dan juga *outlier* yang tidak wajar.

b) Penyimpanan Data ke MySQL (*Load*)

Setelah data dibersihkan, data dimasukkan ke dalam *database* MySQL dengan menggunakan form berbasis PHP. Desain *database* disusun agar mencakup relasi antar tabel-tabel utama.



Gambar 3. Relasi antar Tabel

c) Integrasi Data (*Transform*)

Proses transformasi data meliputi penggabungan data dari beberapa table untuk keperluan analisis, konversi satuan dan format data, pembuatan kolom turunan ($\text{defect_rate} = \text{jumlah_cacat} / \text{jumlah_produksi}$), dan juga normalisasi data numerik untuk proses *machine learning*.

d) Pelatihan Model *Machine Learning*

Data yang telah diformat dikirim ke Google Cloud AutoML Tables. Model dilatih untuk mengenali pola cacat produk berdasarkan parameter produksi seperti berat dan ukuran produk, skor inspeksi, tanggal produksi, dan juga jenis produknya. Hasil dari model digunakan untuk memprediksi produk yang berpotensi cacat kemudian dapat dilakukan deteksi dini proses yang menyimpang dari standar mutu.

e) Integrasi Visualisasi dengan Power BI

Power BI dihubungkan langsung ke MySQL menggunakan koneksi ODBC dan SQL Query. Selain itu, data hasil prediksi AutoML dapat diunggah sebagai tabel tambahan dalam Power BI. Fitur visualisasi yang dibangun adalah grafik tren bulanan tingkat cacat, pie chart jenis cacat paling sering terjadi, dan juga tabel interaktif dengan filter tanggal/*batch* produk.

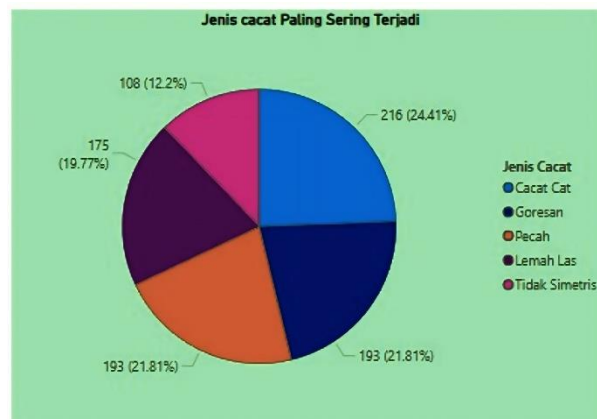
Fitur Sistem BI dan Tampilan Dashboard

Hasil integrasi antara *database* MySQL, alat analisis Google Cloud AutoML, dan platform visualisasi Power BI menghasilkan *dashboard* yang interaktif dan informatif. *Dashboard* ini memungkinkan tim *Quality Control* (QC), produksi, dan manajemen untuk mengambil keputusan berbasis data (*data-driven decision*).

a) Visualisasi *Dashboard*



Gambar 4. Tren Bulanan Tingkat Cacat



Gambar 5. Jenis Cacat Paling Sering Terjadi

id_produk	nama_produk	jenis_produk	batch	Year	Quarter	Month	Day
P001_1	Komponen Mesin A	Mesin	B001_1	2023	Qtr 2	April	9
P001_2	Komponen Mesin A	Mesin	B001_2	2023	Qtr 3	July	10
P001_3	Komponen Mesin A	Mesin	B001_3	2023	Qtr 2	April	11
P002_1	Panel Elektrik B	Elektronik	B002_1	2023	Qtr 2	April	27
P002_2	Panel Elektrik B	Elektronik	B002_2	2023	Qtr 3	September	11
P002_3	Panel Elektrik B	Elektronik	B002_3	2023	Qtr 4	November	1
P003_1	Gearbox C	Transmisi	B003_1	2023	Qtr 1	February	9
P003_2	Gearbox C	Transmisi	B003_2	2023	Qtr 1	February	26
P003_3	Gearbox C	Transmisi	B003_3	2023	Qtr 1	March	18
P004_1	Kipas Pendingin D	Pendingin	B004_1	2023	Qtr 2	June	16
P004_2	Kipas Pendingin D	Pendingin	B004_2	2023	Qtr 1	March	21
P004_3	Kipas Pendingin D	Pendingin	B004_3	2023	Qtr 2	June	8
P005_1	Pompa Hidrolik E	Hidrolik	B005_1	2023	Qtr 1	March	5
P005_2	Pompa Hidrolik E	Hidrolik	B005_2	2023	Qtr 3	September	19
P005_3	Pompa Hidrolik E	Hidrolik	B005_3	2023	Qtr 3	August	21
P006_1	Valve Otomatis F	Katup	B006_1	2023	Qtr 1	March	20
P006_2	Valve Otomatis F	Katup	B006_2	2023	Qtr 2	May	2
P006_3	Valve Otomatis F	Katup	B006_3	2023	Qtr 2	June	3

Gambar 6. Tabel Interaktif Power BI

b) Interaktivitas dan Responsivitas

Dashboard dibangun dengan fitur interaktif, seperti:

- *Slicer* per bulan dan produk, memudahkan pengguna untuk menganalisis berdasarkan periode atau jenis produk tertentu.
- *Cross-filter* antar visual, memungkinkan klik pada satu visual mempengaruhi tampilan di visual lainnya.
- *Responsive layout*, dapat dibuka baik di *desktop* maupun tablet (jika diunggah ke Power BI Service).

Implementasi *Business Intelligence* (BI) dalam pengendalian mutu memberikan manfaat utama berupa penurunan tingkat produk cacat, efisiensi proses produksi, dan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat. Dengan analisis data *real-time* dan prediktif, BI memungkinkan deteksi dini terhadap potensi kegagalan mutu, sehingga perusahaan dapat melakukan perbaikan segera dan meningkatkan kualitas produk secara berkelanjutan.

Evaluasi Performa Sistem

Evaluasi performa sistem dilakukan untuk mengukur sejauh mana integrasi *Business Intelligence* (BI) dapat meningkatkan efektivitas pengendalian mutu di lingkungan produksi. Evaluasi ini mencakup analisis terhadap empat parameter utama, yaitu :

a) Waktu Respons Sistem

Mencakup waktu dari saat data dimasukkan melalui form berbasis PHP ke MySQL hingga hasil visualisasi muncul pada *dashboard* Power BI. Rata-rata waktu respons yang dicapai berada dalam kisaran detik hingga menit, menunjukkan sistem mampu memberikan insight secara hampir *real-time*, yang sangat penting untuk pengambilan keputusan cepat di lini produksi.

b) Tingkat Cacat Produk

Dievaluasi dengan membandingkan persentase produk cacat sebelum dan sesudah simulasi implementasi BI. Hasil menunjukkan adanya penurunan signifikan dalam jumlah cacat, yang disebabkan oleh kemampuan sistem dalam mendeteksi pola penyimpangan mutu sejak dini dan memberikan peringatan sebelum masalah menjadi kritis.

c) Efisiensi Proses

Dianalisis berdasarkan pengurangan waktu inspeksi manual serta berkurangnya ketergantungan pada pengawasan visual oleh manusia. Dengan adanya dashboard interaktif dan sistem prediktif, proses inspeksi menjadi lebih fokus, sehingga meminimalkan pemborosan waktu dan sumber daya.

d) Kepuasan Pengguna

Diukur melalui survei kepada staf pengendalian mutu dan manajer produksi. Mayoritas responden menyatakan bahwa sistem mudah dipahami, visualisasi Power BI informatif, serta membantu mereka dalam mengambil keputusan berbasis data. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga diterima secara positif oleh pengguna akhir.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem BI yang dibangun mampu memberikan nilai tambah dalam pengendalian mutu di industri manufaktur, baik dari segi prediksi, kecepatan, keakuratan, maupun kemudahan penggunaannya.

Validasi Sistem

Validasi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa integrasi dan implementasi *Business Intelligence* (BI) dalam pengendalian mutu berjalan sesuai dengan tujuan, baik secara teknis maupun fungsional. Validasi dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu validasi teknis dan validasi lapangan, guna menjamin keandalan, keakuratan, dan relevansi sistem dalam konteks industri manufaktur.

e) Validasi Teknis

Validasi teknis bertujuan untuk mengevaluasi keakuratan dan performa sistem dari sisi teknologi yang digunakan. Beberapa langkah validasi teknis meliputi:

- Perbandingan hasil analisis Power BI dengan perhitungan manual di Excel, untuk memastikan tidak ada kesalahan dalam proses visualisasi dan agregasi data.
- Pengujian model prediktif dari Google Cloud AutoML menggunakan metrik evaluasi seperti akurasi, *precision*, *recall*, dan *confusion matrix*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mampu memprediksi produk cacat dengan tingkat akurasi di atas 90% dalam kondisi data historis yang bersih dan konsisten.
- Uji integrasi sistem antara PHP, MySQL, dan Power BI dilakukan untuk memastikan aliran data berjalan lancar dari input manual ke penyimpanan

database hingga ke visualisasi *dashboard* tanpa keterlambatan atau kehilangan data.

f) Validasi Lapangan

- Pengujian fungsionalitas *dashboard* oleh tim QC dilakukan dengan skenario pemantauan data cacat harian dan mingguan, serta respon terhadap *alert* prediksi cacat dari sistem.
- Diskusi pakar (*expert judgment*) dilakukan dengan melibatkan dosen ahli dan praktisi industri untuk menilai kesesuaian arsitektur sistem dengan praktik industri aktual, termasuk ketepatan desain ETL, struktur *database*, serta keandalan visualisasi dalam mendukung aktivitas pengendalian mutu.
- Observasi terhadap interaktivitas sistem dilakukan untuk mengevaluasi bagaimana pengguna memanfaatkan filter tanggal, *batch*, dan produk dalam mengeksplorasi data.

Hasil validasi menunjukkan bahwa sistem BI yang dirancang mampu berjalan stabil dalam lingkungan simulasi dengan performa yang baik. Validasi teknis menyatakan bahwa integrasi data, pemrosesan prediktif, dan visualisasi bekerja sesuai harapan tanpa *error* signifikan. Validasi lapangan memperkuat temuan ini dengan tanggapan positif dari pengguna terkait kemudahan penggunaan, kejelasan *insight* yang diberikan, serta peningkatan efisiensi pengendalian mutu secara keseluruhan.

Pembahasan Hasil

Hasil implementasi dan simulasi sistem *Business Intelligence* (BI) dalam pengendalian mutu menunjukkan bahwa integrasi antar komponen teknologi, yaitu MySQL, PHP, Power BI, Google Cloud AutoML, dan Microsoft Excel dan berhasil menciptakan sistem yang mampu mengolah, menganalisis, dan memvisualisasikan data mutu secara efisien dan akurat.

Proses pengumpulan data historis selama 12 bulan, yang mencakup jumlah produksi, parameter mutu, dan jenis cacat, menjadi fondasi utama dalam pelatihan model prediktif. Data tersebut melalui tahap pembersihan dan normalisasi sebelum dimuat ke dalam *database* MySQL.

Tingkat cacat produk setelah implementasi sistem juga menunjukkan penurunan yang signifikan dalam simulasi, yang mengonfirmasi bahwa *insight* yang dihasilkan sistem benar-benar digunakan untuk tindakan perbaikan mutu. Efisiensi proses pun meningkat karena

dashboard BI mengurangi beban inspeksi manual dan memudahkan deteksi anomali dengan cepat.

Tabel 2. Rekap Hasil Implementasi BI

Visualisasi Dashboard	Waktu respons visualisasi Power BI	< 10 detik sejak data input
	Jenis visualisasi	Grafik tren cacat, pie chart jenis cacat, tabel interaktif
	Interaktivitas	Slicer tanggal & batch produk; cross-filter antar visual aktif
Tingkat Cacat Produk	Sebelum implementasi BI	Rata-rata 6,2% cacat per bulan
	Setelah implementasi BI	Rata-rata 3,8% cacat per bulan (penurunan ~39%)
Efisiensi Proses QC	Waktu inspeksi manual	Turun $\pm 30\%$ karena fokus pada data prediksi
	Fokus tindakan QC	Berdasarkan rekomendasi sistem & hasil prediksi
Kepuasan Pengguna (User)	Hasil survei staf QC & manajer	86% menyatakan sistem mudah digunakan dan informatif
	Aksesibilitas dashboard	Dapat diakses via desktop dan Power BI Service

Dari sisi pengguna, validasi lapangan memperlihatkan bahwa *dashboard* mudah digunakan, informatif, dan dapat diakses oleh staf QC dan manajemen tanpa perlu pelatihan teknis khusus. Interaktivitas sistem melalui *slicer* tanggal dan *batch* memungkinkan eksplorasi data yang fleksibel, sehingga pengguna dapat memfokuskan analisis pada rentang waktu atau produk tertentu.

Secara keseluruhan, hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem BI yang dibangun dapat mendukung pengendalian mutu secara prediktif, *real-time*, dan efisien. Hal ini membuktikan bahwa integrasi teknologi BI dalam sistem mutu bukan hanya meningkatkan performa teknis sistem produksi, tetapi juga memperkuat peran data dalam pengambilan keputusan strategis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa implementasi *Business Intelligence* (BI) yang terintegrasi dengan teknologi seperti MySQL, PHP, Power BI, Google Cloud AutoML, dan Microsoft Excel mampu meningkatkan efektivitas pengendalian mutu di industri manufaktur. Sistem yang dibangun mampu memproses data historis secara *real-time*, menghasilkan prediksi cacat produk dengan tingkat akurasi tinggi, serta menyediakan visualisasi *dashboard* yang informatif dan interaktif. Hasil evaluasi menunjukkan adanya penurunan tingkat cacat produk, peningkatan efisiensi proses inspeksi, serta kepuasan pengguna yang tinggi terhadap kemudahan penggunaan sistem. Validasi teknis dan lapangan membuktikan bahwa sistem dapat berfungsi stabil dan memberikan *insight* yang relevan bagi pengambilan keputusan berbasis data. Dengan pendekatan ini, perusahaan dapat mengadopsi sistem mutu digital yang adaptif dan berorientasi pada perbaikan berkelanjutan sejalan dengan konsep *Quality 4.0*.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar sistem BI ini diuji secara langsung di lingkungan produksi nyata dengan skala data yang lebih besar dan variatif, guna mendapatkan hasil yang lebih representatif dan memperkuat validitas model prediksi. Selain itu, integrasi dengan sistem sensor otomatis (*Industrial IoT*) dapat ditingkatkan agar data input lebih *real-time* dan akurat tanpa keterlibatan manual. Pelatihan khusus juga perlu diberikan kepada pengguna agar mereka memahami cara membaca dan memanfaatkan insight dari *dashboard* secara optimal.

DAFTAR REFERENSI

- Azzahra, S. W., Setiawan, N. Y., & Purnomo, W. (2025). Pengembangan dashboard business intelligence dengan integrasi metode Kimball Lifecycle dan Design Thinking untuk memantau performa karyawan di PT Jalin Mayantara Indonesia. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(2). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Fajri, R., & Sinaga, M. (2020). Pengembangan sistem informasi penjaminan mutu internal berbasis web menggunakan Framework CodeIgniter [Tesis, Universitas Lampung]. <http://repository.lppm.unila.ac.id/24238/>
- Jayaraman, K. D., & Jain, S. (2024). Leveraging Power BI for advanced business intelligence and reporting. *International Journal for Research in Management and Pharmacy*, 13(11), 21–36. <https://www.researchgate.net/publication/390201091>
- Maesaroh, S., Lubis, R. R., Husna, L. N., Widyaningsih, R., Susilawati, R., & Yasmin, P. M. (2023). Efektivitas implementasi manajemen Business Intelligence pada Industri 4.0. *ABDI: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 2(1), 28–34. <https://doi.org/10.24114/cess.v4i1.12051>
- Maulidah, L., Monica, N. I., & Hidayati, P. N. (2023). A systematic literature review: Penerapan business intelligence dalam meningkatkan pengambilan keputusan. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(2), 167–185. <https://doi.org/10.55606/juisik.v3i2.498>
- Mehdiyev, N., & Fettke, P. (2020). Local post-hoc explanations for predictive process monitoring in manufacturing. arXiv preprint, arXiv:2009.10513. <https://arxiv.org/abs/2009.10513>
- Muku, I. D. G. D. B., Bayupati, I. P. A., & Susila, A. A. N. H. (2023). Pengembangan sistem Business Intelligence dalam monitoring performa perusahaan multi company. *SINTECH Journal*, 6(2), 99–106. <https://doi.org/10.31598/sintechjournal.v6i2.1394>
- Purnama, A., Wijaya, I. N. Y. A., & Sudiatmika, I. B. K. (2022). Penerapan business intelligence untuk menganalisis data penjualan menggunakan Power BI. *JINTEKS: Jurnal Informatika Teknologi dan Sains*, 4(2), 118–123.
- Quadir, A., Garg, P., Misra, S., & Shafiei, M. (2022). Quantifying the cost of quality in construction projects: An insight into the base of the iceberg. *Quality & Quantity*, 57, 1545–1564. <https://doi.org/10.1007/s11135-022-01574-8>

- Rožanec, J. M., Trajkova, E., Dam, P., Fortuna, B., & Mladenic, D. (2021). Streaming machine learning and online active learning for automated visual inspection. arXiv preprint, arXiv:2110.09396. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.09396>
- Senjaya, R., Sari, B. N., & Purnamasari, I. (2024). Implementasi business intelligence pada Toko SMART-S dalam membantu proses analisis bisnis dengan metode OLAP. JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 8(4), 5906–5913. <https://ojs.unsika.ac.id/index.php/jati/article/view/10401>
- Silitonga, L. E. T., Suputra, I. P. G. H., Putra, I. A. G. S., & Suhartana, I. K. G. (2024). Implementasi Business Intelligence menggunakan metode OLAP untuk mengambil keputusan penjualan properti. Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana, 13(1), 125–132. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jik>
- Steven, K., Hariyanto, S., Arijanto, R., & Wijaya, A. H. (2021). Penerapan business intelligence untuk menganalisis data pada PT. Suryaplas Intitama menggunakan Microsoft Power BI. Jurnal ALGOR, 2(2), 41–50. <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/algor/index>
- Trajkova, E., Damjanovska, T., Mladenova, V., & Mladenov, M. (2022). Machine learning and AI in business intelligence: Trends and opportunities. International Journal of Computer Science and Organization, 11(3), 45–59.
- Usuga Cadavid, J. P., Lamouri, S., Grabot, B., Pellerin, R., & Fortin, A. (2020). Machine learning applied in production planning and control: A state-of-the-art in the era of Industry 4.0. Journal of Intelligent Manufacturing, 31(6), 1531–1558. <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01524-x>
- Yumni, S. Z., & Widowati. (2021). Implementasi Microsoft Power BI dalam memantau kehadiran dan transportasi pegawai. Jurnal Sains dan Edukasi Sains, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.24246/juses.v4i1p1-8>