

Research Article

Open Access (CC-BY-SA)

Aplikasi Monitoring Judgement Material Divisi Plant TBR Menggunakan Metode RFID dan MES (Manufacturing Execution System)

Fitri Andriyani¹, Ade Setiadi², Fifit Alfiah^{*3}

¹ Ilmu Komputer, Universitas Yatsi Madani

^{2,3} Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Raharja

e-mail: [1fitriandriani@uym.ac.id](mailto:fitriandriani@uym.ac.id), [2adesetiadi@raharja.info](mailto:adesetiadi@raharja.info), [*3fifitalfiah@raharja.info](mailto:fifitalfiah@raharja.info)

Abstrak

Kemajuan besar dalam dunia teknologi informasi pada era industri 4.0, efisiensi dan akurasi dalam proses produksi menjadi faktor krusial untuk meningkatkan daya saing perusahaan. Salah satu aspek penting adalah monitoring material, khususnya pada proses judgement material di Divisi Plant TBR (Truck and Bus Radial) membutuhkan sistem informasi yang mendukung penilaian materialnya, mulai dari proses hold, judgement, pembuatan laporan hasil dari monitoring judgement plant TBR ke atasan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi monitoring judgement material berbasis teknologi RFID (Radio Frequency Identification) yang terintegrasi dengan sistem MES (Manufacturing Execution System) untuk mengurai kesalahan dalam pengontrolan data, laporan yang tidak akurat, dan keterlambatan dalam menemukan data yang diperlukan adalah semua hasil dari sistem manual. Dengan penerapan RFID, setiap material dapat dilacak secara real-time mulai dari proses pemeriksaan hingga masuk ke jalur produksi. Integrasi dengan MES memungkinkan sinkronisasi data antara sistem produksi dan sistem informasi perusahaan, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan akurat. Hasil implementasi menunjukkan peningkatan efisiensi waktu pencatatan material, akurasi data judgement, dan pengurangan human error dalam proses pelacakan. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi solusi digital yang efektif dalam mendukung sistem produksi yang lebih transparan, efisien, dan terdigitalisasi di lingkungan industri manufaktur.

Kata Kunci— Monitoring Material, RFID, MES, Judgement Material, Plant TBR.

Abstract

With great advances in the world of information technology in the industrial era 4.0, efficiency and accuracy in the production process are crucial factors to increase the company's competitiveness. One of the important aspects is material monitoring, especially in the material judgement process in the TBR Plant (Truck and Bus Radial) Division, which requires an information system that supports the material assessment, starting from the hold process, judgement, making reports on the results of the TBR judging plant monitoring to superiors. This study aims to design and develop a material judgement monitoring application based on RFID (Radio Frequency Identification) technology integrated with the MES (Manufacturing Execution System) system to unravel errors in data control, inaccurate reports, and delays in finding the required data are all the results of manual systems. With the application of RFID, every material can be tracked in real time from the inspection process to the production line. Integration with MES enables data synchronization between production systems and enterprise information systems, supporting fast and accurate decision-making. The results of the implementation show an increase in the efficiency of material recording time, the accuracy of data judgement, and the reduction of human error in the tracking process. This application is expected to be an effective

digital solution in supporting a more transparent, efficient, and digitized production system in the manufacturing industry environment.

Keywords— Monitoring Material, RFID, MES, Judgement Material, Plant TBR.

1. PENDAHULUAN

Dalam industri manufaktur modern, terutama pada sektor otomotif dan ban, efisiensi proses produksi dan akurasi data menjadi komponen vital dalam meningkatkan produktivitas serta kualitas produk. Divisi Plant TBR (Truck and Bus Radial) sebagai salah satu bagian penting dalam proses produksi ban membutuhkan sistem monitoring yang handal, khususnya dalam pengelolaan dan pelacakan material yang telah melalui proses judgement (pemeriksaan kualitas). Perusahaan pastinya memiliki strategi untuk menambah kualitas produk, kepercayaan pelanggan dan pemasarannya. Di era perkembangan teknologi semakin pesat yang menuntut perusahaan memiliki teknologi informasi yang integrasi dalam pengembangan usaha. Salah satunya adalah monitoring judgement material merupakan sebuah proses penilaian kualitas kinerja sistem dari waktu ke waktu.

Proses monitoring dilakukan dengan melaksanakan pemeriksaan, meningkatkan dan menyempurnakan, baik manajemen maupun bidang operasionalnya. Penggunaan sistem monitoring judgement produk bertujuan untuk dapat mengontrol, mengawasi serta mengecek sejumlah aktivitas yang telah dilakukan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa monitoring adalah proses pengumpulan informasi dan data secara berkelanjutan dengan tujuan untuk dapat mengawasi kegiatan yang telah dilakukan guna meningkatkan dan menyempurnakan tujuan yang akan dicapai. Hasil tersebut dapat berupa data yang tersusun secara sistematis.

Sistem ini merupakan data penting atau berharga yang berfungsi sebagai bukti ataupun keterangan. Pada saat ini, orang-orang lebih banyak menggunakan dokumen elektronik karena dokumen elektronik dapat disimpan dengan menggunakan komputer atau perangkat elektronik lain untuk menampilkan atau memprosesnya. Dari kegiatan yang sudah diuraikan penulis menemukan sistem monitoring judgement yang dapat digunakan oleh perusahaan supaya mencapai tujuan yang diinginkan.

Pada penelitian kali ini penulis hanya berfokus tentang sistem informasi monitoring judgement material. Sistem ini digunakan untuk mengontrol judgement material yang di hold agar sirkulasi material dan tidak terjadinya over produksi pada PT Gajah Tunggal Tbk Divisi Plant TBR. Laporan judgement material selama 3 bulan terakhir dapat dilihat pada tabel monitoring judgement di bawah ini.

Monitoring Judgement Material Plant TBR 3 Bulan Terakhir																
Material	April				April Total	May				May Total	June				June Total	Grand Total
	Release OK	Repair	Scrap	Seleksi		Release OK	Repair	Scrap	Seleksi		Release OK	Repair	Scrap	Seleksi		
Apex	14	19	3	15	51	25	17	2	12	56	26	11	1	14	52	159
Bead Finish	10	7		33	50	38	7		13	58	29	22	2	1	54	162
BEC	28	13		4	45	29	7	1	10	47	25	12		7	44	136
Belt	29	7	1	13	50	20	9		26	55	17	16		18	51	156
Body Ply	25		1	12	38	14		1	25	40	27		1	9	37	115
Inner Liner	20	30			50	19	38			57	15	38			53	160
Nylon Chafer				39	39				40	40				39	39	118
Rubber Sheet				50	50				57	57				53	53	160
Sidewall		51			51		56			56		53			53	160
Steel Chafer				38	38				40	40				37	37	115
Tread			51		51			56		56			53		53	160
Grand Total	126	127	56	204	513	145	134	60	223	562	139	152	57	178	526	1601

Gambar 1. Data monitoring judgement material

PT Gajah Tunggal Tbk, yang berlokasi di Komplek Industri Gajah Tunggal, Jl. Gajah Tunggal KM. 7, Desa Pasir Jaya, Jatiuwung, Kuta Jaya, RT.002/RW.001, Kuta Jaya, Kec. Ps. Kemis, Kota Tangerang, Banten 15135. Perusahaan berdiri pada tahun 1951 bergerak di bidang produksi ban, Sejak saat itu perusahaan berkembang dan bertumbuh di kawasan Asia Tenggara. Untuk dapat merealisasikan rencana bisnis demi meningkatkan operasional perusahaan, maka PT Gajah Tunggal Tbk harus mempunyai sistem monitoring judgement material yang dapat melakukan pengontrolan proses produksi.

Monitoring *judgement* material pada PT Gajah Tunggal Tbk yg dilakukan oleh petugas bagian Staff masih memiliki Controlling yang lemah, diantaranya material yang di *hold* masih dalam pengontrolan secara manual, lemahnya pengendalian internal dapat meningkatkan risiko terjadinya material kadaluarsa atau tidak terpakai yang mengakibatkan material tersebut *scrap*.

Selama ini, proses *judgement* material masih banyak dilakukan secara manual, yang rentan terhadap kesalahan pencatatan, keterlambatan informasi, serta kesulitan dalam pelacakan histori material. Hal ini berdampak pada terganggunya alur produksi dan berpotensi menurunkan efisiensi kerja serta kualitas output. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang mampu meminimalisir human error, meningkatkan transparansi proses, dan menyediakan data secara real-time.

Penerapan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) menawarkan solusi yang efektif untuk pelacakan material secara otomatis. Dengan RFID, setiap unit material dapat diberikan identitas digital yang dapat dibaca tanpa kontak langsung dan dalam waktu singkat. Integrasi RFID dengan Manufacturing Execution System (MES) memperkuat sistem ini dengan kemampuan untuk mencatat, memonitor, dan mengontrol proses produksi secara menyeluruh, mulai dari tingkat shop floor hingga ke sistem informasi manajemen.

Pengembangan aplikasi monitoring *judgement* material berbasis RFID dan MES ini bertujuan untuk mendigitalisasi proses pemeriksaan material, mempercepat pengambilan keputusan, serta memastikan alur produksi berjalan lebih efisien dan akurat. Diharapkan, sistem ini dapat menjadi bagian dari transformasi digital yang mendorong terciptanya lingkungan produksi yang cerdas dan adaptif terhadap tantangan industri 4.0.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode MES (*Manufacturing Execution System*)

Metode MES (*Manufacturing Execution System*) adalah suatu sistem yang digunakan dalam pengelolaan dan pengendalian proses produksi di pabrik atau fasilitas manufaktur secara real-time. MES berfungsi sebagai jembatan antara sistem perencanaan produksi tingkat tinggi, seperti ERP (*Enterprise Resource Planning*), dengan aktivitas operasional di lantai produksi. Dengan menggunakan MES, perusahaan dapat memantau, mengawasi, dan mengoptimalkan seluruh proses produksi, mulai dari penerimaan bahan baku hingga produk jadi, secara efisien dan terintegrasi.

Implementasi metode MES memberikan berbagai manfaat penting, seperti peningkatan visibilitas dan transparansi proses produksi, pengurangan waktu henti mesin (*downtime*), serta peningkatan kualitas produk melalui pemantauan yang lebih ketat terhadap parameter produksi. Selain itu, MES juga membantu dalam pengumpulan data secara otomatis, sehingga meminimalkan kesalahan manusia dan mempercepat pengambilan keputusan berdasarkan informasi yang akurat dan real-time.

Secara teknis, MES mengintegrasikan berbagai fungsi seperti penjadwalan produksi, pelacakan bahan dan produk, pengelolaan tenaga kerja, hingga analisis performa mesin. Sistem ini biasanya dilengkapi dengan perangkat lunak dan perangkat keras yang mampu berkomunikasi langsung dengan peralatan produksi di lantai pabrik. Dengan metode MES, perusahaan manufaktur dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan daya saing di pasar yang semakin ketat.



Gambar 2. Alur Metode MES (Manufacturing Execution System)

MES memiliki berbagai fungsi penting yang mencakup seluruh siklus hidup pesanan produksi, dari pelepasan hingga penyelesaian produk jadi. Beberapa fungsi utama MES meliputi:

1. Manajemen Pesanan Produksi (Production Order Management): Menerima pesanan dari sistem perencanaan (ERP), mengalokasikan sumber daya (mesin, material, tenaga kerja), dan menjadwalkan urutan pekerjaan.
2. Manajemen Sumber Daya (Resource Management): Melacak status dan ketersediaan mesin, peralatan, perkakas, dan tenaga kerja. Memastikan sumber daya yang tepat dialokasikan untuk tugas yang tepat.
3. Manajemen Operasi/Urutan (Operations/Sequence Management): Mengarahkan operator melalui langkah-langkah yang diperlukan untuk setiap operasi dalam proses produksi. Memastikan prosedur standar diikuti.
4. Pengumpulan Data Produksi (Production Data Collection): Mengumpulkan data secara *real-time* dari rantai produksi, seperti jumlah unit yang diproduksi, waktu siklus, waktu henti mesin, dan data kualitas. Data ini bisa dikumpulkan secara manual atau otomatis dari peralatan.
5. Manajemen Kualitas (Quality Management): Memantau parameter kualitas, mencatat hasil inspeksi, mengelola data rework atau scrap, dan memastikan standar kualitas terpenuhi.
6. Manajemen Performa Produksi (Production Performance Management): Menghitung dan menampilkan metrik kinerja kunci (KPI) seperti OEE (Overall Equipment Effectiveness), throughput, waktu siklus, dan tingkat pemanfaatan.
7. Manajemen Material/Persediaan (Material/Inventory Management): Melacak pergerakan material di rantai produksi, mengelola persediaan WIP (Work-in-Progress), dan memastikan ketersediaan material untuk pesanan produksi.
8. Manajemen Tenaga Kerja (Labor Management): Melacak alokasi tenaga kerja untuk tugas-tugas produksi, waktu kerja, dan performa individu.
9. Pelacakan & Penelusuran Produk (Product Tracking & Genealogy): Mencatat riwayat setiap produk yang diproduksi, termasuk bahan yang digunakan, operasi yang dilakukan, operator yang terlibat, dan hasil pengujian. Ini penting untuk tujuan pelacakan, penelusuran, dan kepatuhan regulasi.
10. Analisis Data (Data Analysis): Menyediakan alat untuk menganalisis data produksi yang terkumpul guna mengidentifikasi hambatan, area untuk perbaikan, dan tren kinerja.

Mengimplementasikan sistem MES dapat memberikan berbagai manfaat signifikan bagi perusahaan manufaktur, antara lain:

1. Peningkatan Efisiensi: Mengoptimalkan penjadwalan, alokasi sumber daya, dan aliran kerja.
2. Peningkatan Visibilitas: Memberikan pandangan *real-time* tentang status produksi.
3. Peningkatan Kualitas Produk: Memastikan kepatuhan terhadap prosedur dan standar kualitas.
4. Pengurangan Biaya: Mengurangi waktu henti, limbah, dan rework.
5. Peningkatan Ketertelusuran (Traceability): Memungkinkan pelacakan produk secara mendalam.
6. Peningkatan Kepatuhan: Membantu memenuhi persyaratan regulasi industri.

7. Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik: Menyediakan data yang akurat untuk analisis dan perbaikan berkelanjutan.
8. Responsivitas yang Lebih Cepat: Memungkinkan respons yang lebih cepat terhadap masalah produksi atau perubahan permintaan.

Tabel 1. Metode MES (Manufacturing Execution System)

Tahap	Kegiatan
Analisis Awal	Identifikasi alur material, titik inspeksi, parameter QC
Desain Sistem	Rancang form digital, integrasi RFID, dashboard monitoring
Pengembangan	Bangun modul MES: QC Form, data logging, approval system
Integrasi	Koneksi ke sistem ERP (SAP/Oracle) dan perangkat RFID/scanner
Pelatihan	Training operator QC dan admin sistem
Go-Live	Sistem aktif digunakan di plant, uji coba secara bertahap
Evaluasi	Monitoring kinerja sistem, koreksi bug, continuous improvement

2.2 Metode RFID (Radio Frequency Identification)

Metode RFID (Radio Frequency Identification) adalah teknologi identifikasi nirkabel yang menggunakan gelombang radio untuk mentransfer data dari tag RFID ke pembaca RFID. Ini adalah cara otomatis untuk mengidentifikasi dan melacak objek. Prinsip dasarnya adalah sebagai berikut:

1. Tag RFID: Objek yang ingin diidentifikasi atau dilacak diberi tag RFID. Tag ini terdiri dari microchip kecil (untuk menyimpan data) dan antena (untuk mengirim dan menerima sinyal radio).
2. Pembaca RFID (Reader): Pembaca RFID, yang juga memiliki antena, memancarkan sinyal radio.
3. Komunikasi: Ketika tag RFID berada dalam jangkauan sinyal radio pembaca, tag tersebut diaktifkan (untuk tag pasif) atau merespons sinyal dengan mengirimkan data yang tersimpan di microchip-nya (untuk tag aktif).
4. Pengumpulan Data: Pembaca menerima data dari tag dan mengirimkannya ke sistem komputer (seperti MES, WMS, atau database lainnya) untuk diproses dan dianalisis.



Gambar 3. Alur Kerja Metode RFID

Komponen Utama Sistem RFID:

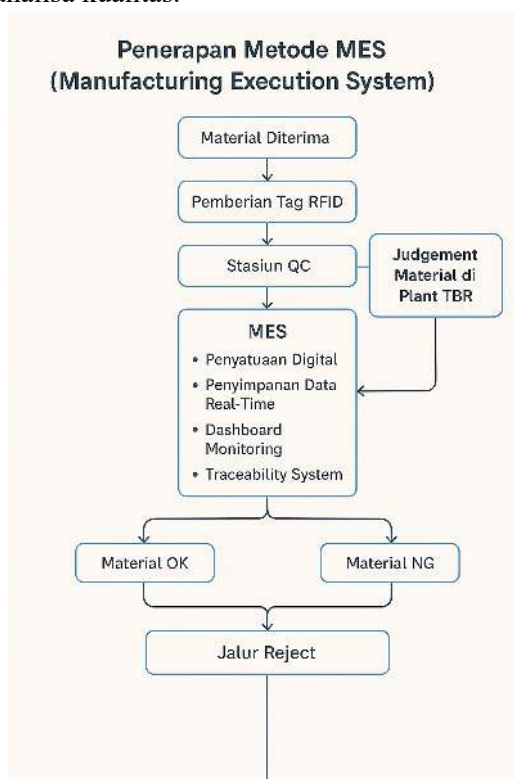
1. Tag RFID (Transponder): Perangkat yang ditempelkan pada objek. Tag dapat berupa:
 - a. Tag Pasif: Tidak memiliki sumber daya sendiri. Mereka mendapatkan energi dari sinyal radio yang dipancarkan oleh pembaca untuk dapat merespons. Jangkauannya biasanya lebih pendek (beberapa sentimeter hingga beberapa meter).
 - b. Tag Aktif: Memiliki baterai internal yang digunakan untuk memberi daya pada microchip dan memancarkan sinyal sendiri. Jangkauannya lebih jauh (puluhan hingga ratusan meter) dan dapat menyimpan lebih banyak data.
 - c. Tag Semi-Pasif (Battery-Assisted Passive - BAP): Memiliki baterai untuk memberi daya pada microchip (memungkinkan tag merespons lebih cepat dan dengan sinyal yang lebih kuat) tetapi masih mengandalkan energi dari pembaca untuk komunikasi.
2. Pembaca RFID (Reader/Interrogator): Perangkat yang memancarkan dan menerima sinyal radio dari tag. Pembaca dapat berupa:
 - a. Tetap (Fixed Reader): Dipasang di lokasi tertentu (misalnya, di pintu masuk gudang, jalur produksi).

- b. Bergerak (Mobile Reader): Perangkat genggam atau dipasang pada kendaraan.
3. Antena RFID: Perangkat yang memungkinkan pembaca memancarkan dan menerima sinyal radio. Antena dapat terintegrasi dengan pembaca atau terpisah.
4. Perangkat Lunak Middleware RFID: Menghubungkan pembaca RFID ke sistem informasi perusahaan (ERP, WMS, MES). Middleware mengelola data yang diterima dari pembaca, memfilter data yang tidak perlu, dan mengirimkan data yang relevan ke sistem yang sesuai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Metode MES (Manufacturing Execution System)

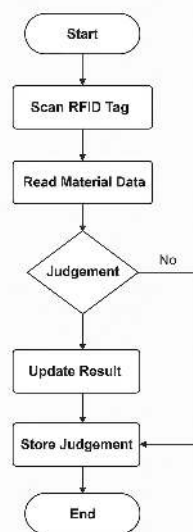
Fungsi Utama dalam Konteks Judgement Material adalah Digitalisasi proses pemeriksaan material, Monitoring real-time status material (OK/NG), Menjamin traceability material mulai dari penerimaan, inspeksi, hingga produksi, dan Penyimpanan histori data inspeksi untuk audit dan analisa kualitas.



Gambar 4. Penerapan metode MES

3.2 Tahapan Proses Monitoring Judgement Material

Tahapan penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah terkait keterbatasan sistem monitoring judgement material di Plant TBR, dilanjutkan dengan studi literatur untuk mendukung perancangan sistem berbasis MES dan integrasi RFID. Setelah itu dilakukan perumusan tujuan, yaitu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan traceability material melalui digitalisasi proses QC. Selanjutnya, sistem dirancang dalam bentuk alur kerja, form QC digital, dan dashboard monitoring, kemudian dikembangkan serta diuji untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai kebutuhan. Setelah pengujian, sistem diimplementasikan di area produksi secara bertahap, diikuti dengan evaluasi kinerja dan analisis hasil, hingga diperoleh kesimpulan serta rekomendasi untuk perbaikan berkelanjutan.



Monitoring Application for Judgement Material

Gambar 5. Tahapan Penelitian

1. Start (Mulai): Proses dimulai ketika material akan dilakukan proses judgement sebelum masuk ke tahap produksi.
2. Scan RFID Tag:
 1. Operator atau sistem melakukan pemindaian tag RFID yang terpasang pada material.
 2. Setiap RFID memiliki kode unik yang merepresentasikan data identitas material tersebut.
3. Read Material Data
 4. Setelah pemindaian, sistem membaca data material dari database berdasarkan kode RFID yang terbaca.
 5. Informasi yang muncul meliputi ID Material, Nama Material, Jenis Material, dan histori judgement sebelumnya (jika ada).
3. Judgement (Proses Penilaian)
 1. Operator atau sistem melakukan penilaian kualitas material, seperti visual check, pengukuran, atau uji lainnya.
 2. Di tahap ini, ditentukan apakah material memenuhi standar kualitas atau tidak.
 3. Keputusan bisa berupa: OK atau NG (Not Good)
4. Update Result (Pembaruan Data)
 1. Hasil judgement dicatat ke dalam sistem, termasuk hasil inspeksi, tanggal pemeriksaan, dan ID operator yang melakukan judgement.
 2. Sistem otomatis mengupdate status material di database.
5. Store Judgement (Penyimpanan Data Judgement)
 1. Seluruh data judgement disimpan di database utama.
 2. Data juga dapat diteruskan atau disinkronkan ke sistem MES sehingga status material dapat dipantau oleh bagian lain di perusahaan secara real-time.
6. End (Selesai): Proses selesai.

3.3 Perancangan Analisis Sistem

Metode Analisis PIECES adalah metode analisis yang digunakan untuk mengevaluasi permasalahan dan kebutuhan dalam sistem yang sedang berjalan, sekaligus mengidentifikasi area yang dapat ditingkatkan melalui pengembangan sistem baru.

Tabel 2. Analis PIECES

No	Jenis Analisis	Kelemahan Sistem yang berjalan	Sistem yang diusulkan
1.	<i>Peformance</i>	Monitoring material masih dilakukan manual	Monitoring harus menggunakan interface agar konfigurasinya tidak sulit

2.	<i>Information</i>	Belum ada data interface data yang dapat menampilkan informasi berapa banyak data yang di hold dan yang sudah dijudgement	Data disimpan didalam suatu database lalu ditampilkan dalam suatu website sehingga bisa dilihat kapan pun dan darimana pun.
3.	<i>Economy</i>	Pada proses monitoring sebelumnya semuanya dilakukan secara manual, sedangkan untuk monitoring manual diperlukanya man power untuk proses monitoring	Dengan adanya sistem ini diharapkan bisa menekan biaya untuk membayar man power
4.	<i>Control</i>	tidak adanya proteksi untuk menjamin keamanan data karena pengecekan dilakukan secara manual	proses monitoring dilakukan menggunakan website dimana ditampilkan tersebut diberi batasan sehingga mengurangi terjadinya kehilangan data
5.	<i>Efficiency</i>	Proses monitoring harus melakukan pengecekan secara manual sehingga memakan waktu yang cukup lama	Disediakanya proses monitoring interface sehingga membuat proses pengotrolan lebih mudah dan sehingga mempercepat proses
6.	<i>Service</i>	Sistem yang berjalan saat ini masih banyak kekurangan dimana semua hal yang dilakukan ketika monitoring masih manual dan menggunakan chesheet, dan membutuhkan waktu yang cukup lama	Proses monitoring dapat dilakukan dengan cepat dan efisien dan mudah dilihat siapa saja.

3.4 Perancangan Sistem

Sistem yang dikembangkan merupakan aplikasi monitoring judgement material yang terintegrasi dengan teknologi RFID dan sistem Manufacturing Execution System (MES). Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan visibilitas proses judgement material pada Divisi Plant TBR. Judgement material mengacu pada proses pemeriksaan kelayakan bahan sebelum digunakan dalam produksi, sehingga akurasi dan pelacakan data sangat krusial.

Judgement Material – QC Form

Tanggal Pemeriksaan: 24-04-2024 Waktu: 15:30

Nama Operator QC: Andi No Batch / Lot: BW-20240424001

ID Material (RFID): ABC123 Supplier: Supplier X

Parameter Pemeriksaan:

Berat (grimeter): ☐ OK ☐ NG

Diameter Kawat (mm): ☐ OK ☐ NG

Kelembapan (%): ☐ OK ☐ NG

Kekerasan (Shore A): ☐ OK ☐ NG

Visual Cek: Catatan Opsional:

Catatan Tambahan:

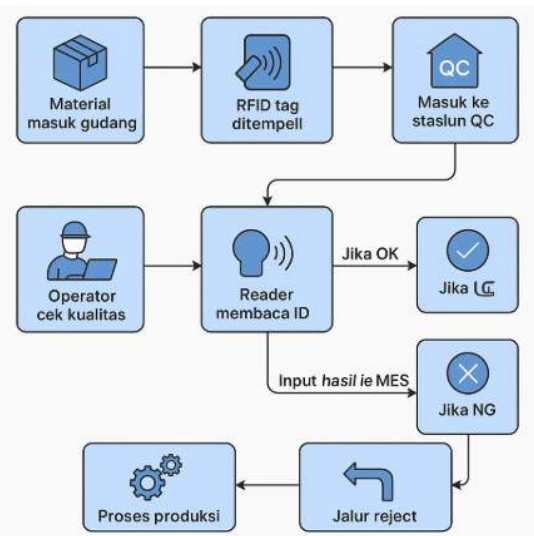
Upload Foto: ☐ Approve ☐ Rework ☐ Reject

Operator QC:

Supervisor:

Gambar 6. Tampilan Form Judgement Material

1. Arsitektur sistem terdiri dari tiga komponen utama:
2. Perangkat Keras (Hardware):
 - a. RFID Reader dan Antena
 - b. RFID Tag (passive tag) yang ditempelkan pada material
 - c. Server lokal/komputer client untuk akses aplikasi
3. Perangkat Lunak (Software):
 - a. Aplikasi monitoring berbasis web atau desktop
 - b. Database server (misalnya MySQL/PostgreSQL)
 - c. Modul integrasi MES
4. Jaringan dan Komunikasi:
 - a. Koneksi antara RFID reader dan aplikasi menggunakan protokol TCP/IP
 - b. Integrasi ke MES melalui API atau middleware



Gambar 7. Flowchart Sistem terintegrasi RFID & MES untuk Judgement Material Divisi Plant TBR

2. Alur Sistem (Workflow)

1. Registrasi Material:

Setiap material yang akan masuk ke area judgement diberi tag RFID yang memuat ID unik.

2. Proses Judgement:

Operator melakukan pengecekan fisik dan kualitas material. Hasil judgement (OK/NG/Repair) dicatat melalui aplikasi yang langsung membaca ID dari RFID.

3. Penyimpanan dan Integrasi:

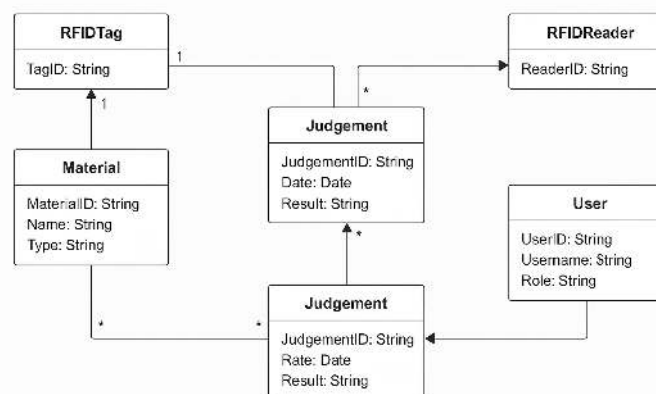
Data judgement disimpan dalam database lokal dan dikirim ke MES untuk sinkronisasi status material secara real-time.

4. Monitoring dan Pelaporan:

Supervisor atau manajemen dapat memantau status material secara langsung melalui dashboard aplikasi, termasuk histori judgement, pergerakan material, dan laporan hasil inspeksi.

3.5 Class Diagram

Diagram ini digunakan untuk memodelkan struktur sistem perangkat lunak secara visual, khususnya dalam tahap perancangan (design). Class diagram menggambarkan kelas-kelas (class) dalam sistem, atribut, metode (fungsi/operasi), serta hubungan antar kelas seperti asosiasi, generalisasi (inheritance), agregasi, dan komposisi.



Gambar 8. Class Diagram Sistem

Berdasarkan rancangan Class Diagram diatas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Tabel User: Menyimpan data akun pengguna aplikasi. Tabel Material: Menyimpan data master material yang digunakan dalam proses produksi. Tabel RFID_Tag: Menyimpan data

tag RFID yang digunakan untuk identifikasi material. Tabel Judgement: Menyimpan hasil proses judgement material. Tabel RFID_Reader: Menyimpan informasi perangkat pembaca RFID yang digunakan.

2. Gambaran Hubungan Antar Tabel:

- User → melakukan proses judgement (Relasi ke tabel Judgement)
- Material → terkait dengan RFID_Tag (1 RFID_Tag untuk 1 Material)
- Judgement → menyimpan hasil pemeriksaan material, relasi ke User dan Material
- RFID_Reader → digunakan untuk membaca tag RFID saat proses monitoring

3.6 Implementasi Sistem

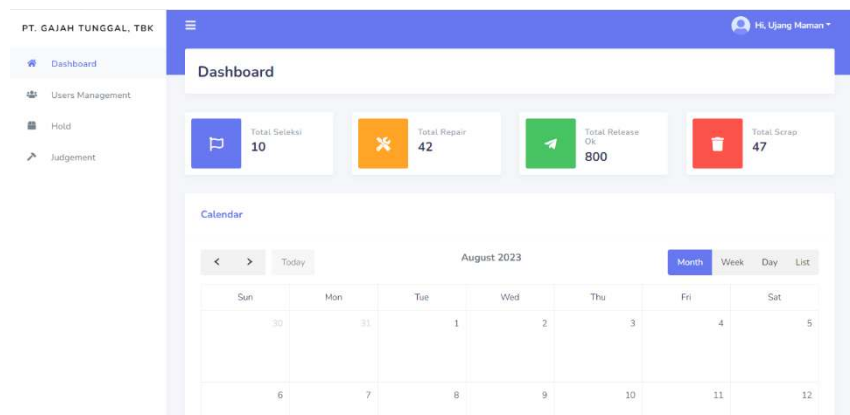
Rancangan sistem tampilan dari sistem yang diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Tampilan *Login*

Gambar 9. Tampilan Login

Saat pertama kali mengakses aplikasi sistem monitoring judgement material harus login terlebih dahulu menggunakan username dan password yang telah di daftarkan.

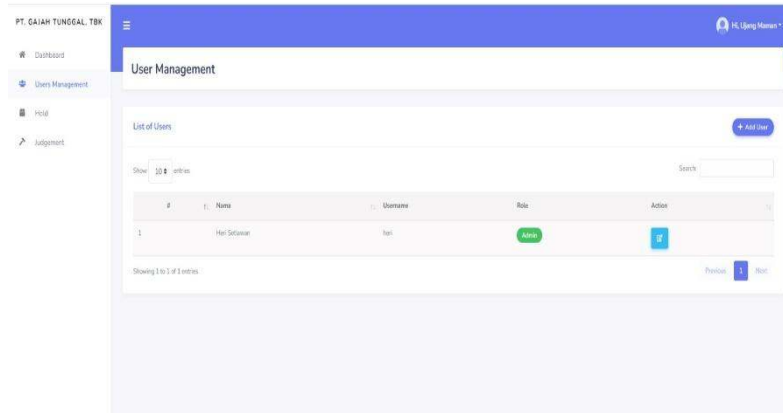
2. Tampilan Menu *Dashboard*



Gambar 10. Tampilan Menu Dashboard

Berikut adalah tampilan dari menu dashboard, yang menampilkan informasi total seleksi, Repair, Release OK, Scarap, kalender, serta informasi user.

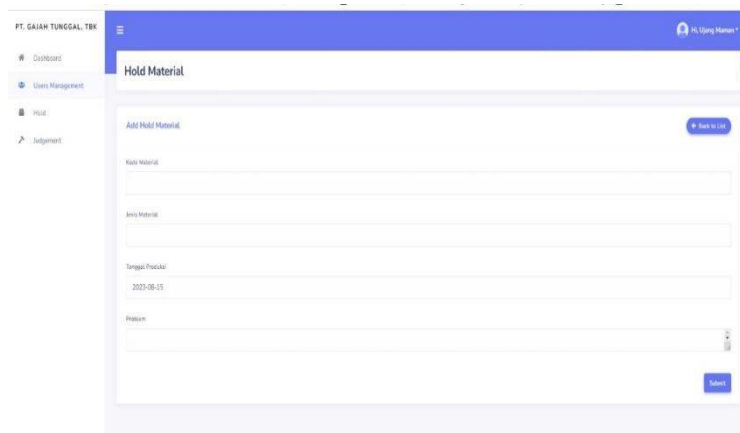
3. Tampilan Menu *User Management*



Gambar 11. Tampilan Menu User Management

Berikut adalah tampilan dari menu *user management*, yang menampilkan informasi nama, username, role, dan action serta informasi user.

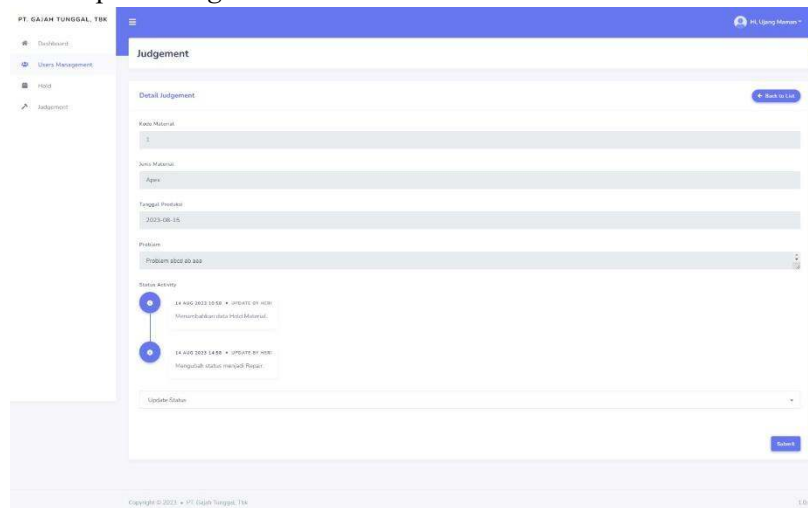
4. Tampilan Menu *Add Hold*



Gambar 12. Tampilan Menu Add Hold

Berikut adalah tampilan dari menu *add hold*, yang menampilkan informasi kode material, jenis material, tanggal produksi, problem. Serta informasi user

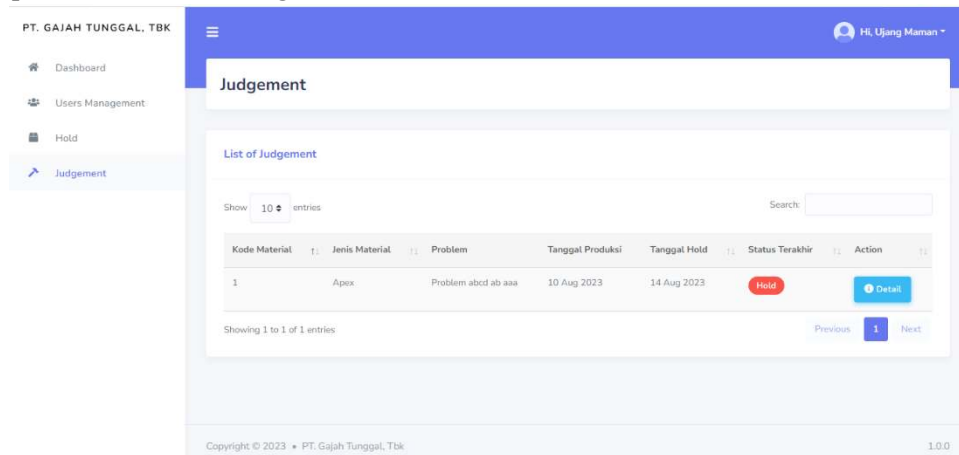
5. Tampilan Menu *update Judgement*



Gambar 13. 19Tampilan Menu update Judgement

Berikut adalah tampilan dari menu *Judgement*, yang menampilkan informasi kode material, jenis material, tanggal produksi, problem , update status serta informasi user.

6. Tampilan Menu *Detail Judgement*



Gambar 14. Tampilan Menu Detail *judgement*

Berikut adalah tampilan dari menu detail *judgement*, yang menampilkan informasi kode material, jenis material, problem, tanggal produksi, tanggal hold, status akhir, serta informasi user.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis terhadap sistem yang sedang berjalan pada sistem monitoring judgement material maka dapat disimpulkan yaitu:

1. Sistem monitoring judgement material ini dapat memudahkan proses monitoring judgement material PT Gajah Tunggal Tbk divisi plant TBR PLANT. Memudahkan proses pengontrolan stok material hold dan memudahkan monitoring *judgement* material lebih efisien, cepat dan memberikan data monitoring lebih akurat.
2. Plant TBR juga mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan traceability dalam proses pengecekan material. Digitalisasi form QC, integrasi RFID, serta dashboard monitoring memberikan kemudahan dalam pelaporan, pengawasan kualitas, dan pengambilan keputusan secara real-time. Dengan sistem ini, potensi human error berkurang, data lebih terintegrasi, dan proses pemisahan material OK dan NG dapat dilakukan secara lebih cepat dan terkontrol.
3. Sistem membantu mengurangi human error dan mempercepat deteksi material yang tidak sesuai standar dengan Implementasi MES terbukti mendukung peningkatan kontrol kualitas dan kepatuhan terhadap prosedur operasional.

5. SARAN

Agar sistem monitoring judgement material berbasis MES ini dapat berjalan lebih optimal, disarankan untuk melakukan pelatihan rutin kepada seluruh operator QC terkait penggunaan sistem digital dan perangkat RFID. Selain itu, pengembangan sistem dapat diarahkan pada integrasi penuh dengan ERP perusahaan, penambahan fitur notifikasi otomatis jika ditemukan material NG, serta evaluasi berkala untuk memastikan sistem selalu sesuai dengan kebutuhan proses produksi dan standar kualitas yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Budiyanto dan M. Muslim, "Optimizing inventory systems with RFID: a narrative review of integration, efficiency, and barriers," *Sinergi Int. J. of Logistics*, vol. 2, no. 2, pp. 133–146, May 2024.

- [2] X. Li dan J. Li, "Design and implementation of discrete manufacturing MES system based on RFID technology," *Acad. J. of Eng. and Technol. Sci.*, vol. 3, no. 6, pp. 1–6, 2020, doi: 10.25236/AJETS.2020.030601.
- [3] D. Centea, I. Singh, dan J. Boer, "RFID in manufacturing: an implementation case in the SEPT Learning Factory," *Procedia Manuf.*, pp. 543–548, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.076.
- [4] G. Zeba dan M. Čičak, "Application of RFID technology for better efficiency of resource planning," in *New Technol., Dev. & Applic. III*, I. Karabegović, Ed., Cham: Springer, 2020, pp. [43-chapter], doi: 10.1007/978-3-030-46817-0_43.
- [5] T. M. Fernandez-Carames, O. Blanco-Novoa, I. Froiz-Miguez, dan P. Fraga-Lamas, "Towards an autonomous industry 4.0 warehouse: a UAV and blockchain-based system ... RFID tags," *ArXiv*, Feb. 2024.
- [6] A. Supriadi, F. Alfiah, and M. F. Nur Fauzan, "Model Pembelajaran Cooperative Learning Tipe Team Games Tournament Berbasis E-Learning Pada Smk Nusajaya Tangerang," *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, vol. 16, no. 2, pp. 105–112, Sep. 2019, doi: 10.33480/techno.v16i2.398.
- [7] L. Zhang, M. Fan, C. Yu, dan L. Lei, "An efficient early-breaking estimation and tree-splitting missing RFID tag identification protocol," *ArXiv*, Aug. 2023.
- [8] Setiadi, A., Alfiah, F., Ardiansah, T., Bin Ladjamudin, A. B., & Haryanto, H. (2024). Implementation of MVC Architecture in a Web-based Mail Management System (E-Archive). *Journal Sensi: Strategic of Education in Information System*, 10(2), 168-180. <https://doi.org/https://doi.org/10.33050/sensi.v10i2.3475>
- [9] M.-N. A. Rahim *et al.*, "Wireless communications for smart manufacturing and industrial IoT: existing technologies, 5G, and beyond," *ArXiv*, Aug. 2022.
- [10] F. Fischer, Y. Wang, dan R. Schmitt, "Integration of RFID in digital twin frameworks for modular construction," *Autom. in Construction*, vol. 134, p. 104063, 2022.
- [11] A. Haswika, "Revisiting RFID's role in smart inventory: towards a predictive inventory framework," *J. Ind. Eng. & Technol.*, vol. 15, no. 1, pp. 101–117, 2024.
- [12] S. Khatib, S. Zailani, dan M. Rafiq, "AI-enhanced RFID systems for pharmaceutical inventory management: an empirical study," *J. Intell. Manufact. Syst.*, vol. 33, no. 2, pp. 98–113, 2024.
- [13] P. Lal, S. Rawat, dan R. Khosla, "Using AI and RFID for inventory forecasting in retail logistics," *Computers & Ind. Eng.*, vol. 188, p. 109959, 2024.
- [14] D. Erlangga, M. Yuliasari, dan A. Prasetyo, "Evaluating RFID and IoT adoption in logistics operations in Indonesia," *Asian J. of Logistics*, vol. 12, no. 1, pp. 56–71, 2022.
- [15] M. Cichosz, C. M. Wallenburg, dan A. M. Knemeyer, "Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices," *Int. J. of Logistics Management*, vol. 31, no. 2, pp. 209–238, Jul. 2020.
- [16] F. Alfiah, F. M. Nur, and D. Gunawan, "Creative Education of Research in Information Technology and Artificial informatics Aplikasi Sistem Manajemen Aset Laboratorium Komputer Pada SMKN2 Kab.Tangerang Menggunakan Framework Laravel8". *Journal CERITA: reative Education of Research in Information Technology and Artificial informatics*, Vol 8 No.2 – Agustus 2022.
- [17] A. Unhelkar *et al.*, "Enhancing supply chain performance using RFID technology and decision support systems in Industry 4.0 – a SLR," *Int. J. of Info. Management Data Insights*, vol. 2, no. 2, p. 100084, Nov. 2022.
- [18] A. Mishra dan M. Mohapatro, "Real-time RFID-based item tracking using IoT efficient inventory management using Machine Learning," in *Proc. CICT*, Dec. 2020, doi: 10.1109/CICT51604.2020.9312074.
- [19] N. Hasnan, S. Sulaiman, dan A. Othman, "Barriers in implementing RFID technology in SMEs," *Int. J. of Supply Chain Management*, vol. 4, no. 2, pp. 48–56, 2015. (*diekstrapolasi kebutuhan latar sejarah sistem RFID*).
- [20] D. Pacheco, C. Jung, dan M. Azambuja, "RFID traceability system implementation in the packaging section of an industrial company," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 23, p. 12943, 2023.