

# Integrasi Perangkat RFID dan *Smartwatch* dalam Pemanggilan Teknisi untuk Reduksi *Downtime* dan Pemantauan OEE

Warsito  
Teknik Elektro

Prodi Teknologi Rekayasa Elektronika  
Politeknik Negeri Batam  
Batam, Indonesia  
[warsitose7x@gmail.com](mailto:warsitose7x@gmail.com)

Mundi Saputra Siregar  
Teknik Elektro

Prodi Teknologi Rekayasa Elektronika  
Politeknik Negeri Batam  
Batam, Indonesia  
[mundisaputra0@gmail.com](mailto:mundisaputra0@gmail.com)

Fitriyanti Nakul  
Teknik Elektro

Prodi Teknologi Rekayasa Elektronika  
Politeknik Negeri Batam  
Batam, Indonesia  
[fitriyantinakul@polibatam.ac.id](mailto:fitriyantinakul@polibatam.ac.id)

**Abstrak**— Dalam industri manufaktur *downtime* yang disebabkan keterlambatan *respons* teknisi akibat pencarian konvensional menjadi penyebab utama terganggunya efisiensi operasional dan proses pengumpulan data manual untuk menghitung *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) masih menjadi tantangan utama. Penelitian ini mengembangkan sistem pemanggilan teknisi berbasis RFID dan *smartwatch* untuk mempercepat *respons* saat gangguan terjadi pada mesin SMT. Sistem ini juga dilengkapi dengan tampilan *display* berbasis aplikasi yang dikembangkan menggunakan *Visual Studio Code* (VsCode) untuk menampilkan nilai OEE secara *real time*. Berdasarkan *observasi* pemanggilan teknisi dalam kurun waktu 5 hari, metode konvensional membutuhkan rata-rata waktu 288 detik sedangkan metode terintegrasi RFID dan *smartwatch* membutuhkan rata-rata waktu 18 detik. Implementasi sistem ini terbukti meningkatkan efisiensi waktu.

**Kata kunci** — *Downtime*, *Overall Equipment Effectiveness*, RFID, *smartwatch*.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi dalam konteks Industri 4.0 mendorong integrasi antara sistem fisik dan digital, memberikan peluang besar guna mengoptimalkan kinerja dalam lingkungan industri[1]. Salah satu tantangan utama di lini produksi adalah *downtime* mesin yang disebabkan oleh kerusakan atau perlunya pemeliharaan, yang berdampak pada penurunan efektivitas produksi. Oleh karena itu, metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang mencakup ketersediaan, kinerja, dan kualitas menjadi penting dalam evaluasi operasional industri [2].

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Setiawan et al, mengurangi *downtime* pada perusahaan manufaktur dengan cara perancangan RCM yakni *Reliability Centered Maintenance*[3]. Metode ini untuk menentukan tugas pemeliharaan dan mengatasi terjadinya jenis kegagalan yang sering terjadi pada *maintenance repair*. Berdasarkan analisis perbandingan, metode RCM dapat menurunkan *downtime* tahunan mesin dari 88 jam menjadi 56 jam[3].

Melanjutkan fokus terhadap mengurangi *downtime*, penelitian ini mengusulkan pendekatan berbasis teknologi, yakni pemanfaatan *Radio Frequency Identification* (RFID) dan *smartwatch* untuk mempercepat proses pemanggilan teknisi ketika mesin mengalami gangguan. Sistem ini dirancang untuk menggantikan metode konvensional pencarian teknisi secara manual, dengan tujuan utama mempercepat *respons* teknisi dan secara signifikan mengurangi *downtime* mesin.

RFID berfungsi sebagai media identifikasi mesin dan pemicu notifikasi, sementara *smartwatch* digunakan untuk menyampaikan informasi langsung kepada teknisi secara real-time [4].

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional di lingkungan industri melalui penerapan sistem “Integrasi Perangkat RFID dan *Smartwatch* dalam Pemanggilan Teknisi untuk Reduksi *Downtime* dan Pemantauan OEE” sebagai solusi terhadap lambatnya *respons* dalam penanganan gangguan mesin. Sistem ini dirancang untuk mempercepat proses identifikasi *line* yang bermasalah dan pengiriman notifikasi teknisi secara otomatis, sekaligus menyederhanakan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) secara *real time*. Ruang lingkup penelitian ini mencakup perancangan dan implementasi sistem pada mesin produksi SMT *line*, dengan analisis perbandingan terhadap metode pemanggilan teknisi konvensional.

Alur kerja sistem ini dimulai dari identifikasi mesin bermasalah melalui *tag* RFID yang memicu notifikasi otomatis ke *smartwatch* teknisi. Teknisi merespon notifikasi, melakukan perbaikan dan memperbarui status mesin. Sementara sistem menghitung nilai OEE secara *real-time* melalui aplikasi berbasis VsCode untuk pemantauan kinerja mesin.

## II. STUDY LITERATUR

### 2.1 *Radio Frequency Identification*

*Management Supply Chain* (SCM) sedang mengalami keterkaitan yang kuat antara aliran informasi, material, dan dana dengan teknologi, serta terus berkembang menuju adopsi teknologi digital. Sebelumnya, penggunaan komersial SCM terbatas pada adopsi tag frekuensi radio konvensional dan sensor untuk kinerja intra-organisasi. Dengan kemajuan teknologi Industri 4.0[5].

RFID berfungsi sebagai pembaca data dari tag, mengirimkan sinyal radio yang diterima dan diproses oleh tag untuk mengirimkan ID unik [6].

Pada penelitian ini, digunakan lima unit RFID yang masing-masing memiliki fungsi dan identitas tersendiri.

### 2.2 Aplikasi Monitoring

Aplikasi monitoring berbasis *smartphone* ini dapat memudahkan pengguna dalam memonitoring dengan menggunakan aplikasi pada *smartphone*[7]. Pada penelitian ini aplikasi monitoring dibuat untuk *Team Leader* dapat memantau *downtime* mesin. Aplikasi dibuat dengan aplikasi android studio.

### 2.3 Downtime

Kemajuan teknologi yang pesat berdampak signifikan pada industri manufaktur. Oleh karena itu, perencanaan pemeliharaan yang strategis diperlukan untuk mempertahankan keandalan mesin. Penelitian ini mengusulkan penerapan metode RCM pada mesin pembuat botol untuk mengoptimalkan perawatan dan meminimalkan gangguan [8].

Penelitian ini khususnya bertujuan untuk mengurangi *unplanned downtime*, yaitu waktu henti mesin yang terjadi secara tiba-tiba akibat kerusakan mendadak. Dengan bantuan teknologi RFID dan *smartwatch*, pemanggilan teknisi menjadi lebih cepat dan efisien, sehingga *unplanned downtime* dapat diminimalkan dan proses produksi berjalan lebih lancar [9].

### 2.4 Smartwatch

*Smartwatch* yang digunakan adalah Samsung S4. Pada *smartwatch* ini telah terinstal *user interface khusus* untuk menerima notifikasi dari sistem RFID di area produksi. Perangkat *wearable* ini digunakan oleh teknisi selama jam kerja sebagai penerima notifikasi pemanggilan teknisi secara otomatis.

*Smartwatch* berkembang pesat karena kemampuannya menampilkan notifikasi, memantau kondisi mesin secara *real time*, serta terintegrasi langsung dengan perangkat *smartphone* [10]. Salah satu keunggulannya adalah efisiensi daya, karena pengguna dapat mengakses informasi tanpa sering membuka *smartphone*. "Samsung Galaxy Watch 4", yang mendukung konektivitas *bluetooth* dan *Wifi*, serta instalasi aplikasi khusus untuk menerima notifikasi pemanggilan teknisi secara otomatis dari sistem berbasis RFID dan *smartwatch*[11].

### 2.5 Overall Equipment Effectiveness

OEE merupakan indikator kinerja yang mengintegrasikan tiga faktor penting: ketersediaan, efisiensi dan kualitas, untuk mengukur efektivitas penggunaan mesin dan sistem produksi [12]. Peningkatan produktivitas memerlukan analisis menyeluruh terhadap efektivitas dan efisiensi mesin. Metode OEE, dengan fokus pada *availability*, *performance efficiency*, dan *quality rate*, menjadi indikator produktivitas yang efektif[13].

Mengukur Overall Equipment Effectiveness (OEE) melibatkan tiga tahap: pengukuran ketersediaan (*Availability Rate*), kinerja (*Performance Rate*), dan mutu (*Quality Rate*).

Dalam konteks penelitian ini, perhitungan OEE digunakan sebagai acuan untuk menilai kinerja sistem pemanggilan teknisi berbasis integrasi RFID dan *smartwatch*. Alat ini tidak hanya untuk mempercepat respon teknisi saja, tetapi juga mendukung pencatatan data produksi secara otomatis sehingga memudahkan pengukuran *performance* dan *quality rate*. Dengan demikian, OEE menjadi tolak ukur utama dalam mengevaluasi sejauh mana sistem mampu mereduksi *downtime* serta meningkatkan efektivitas produksi.

#### 1. Menghitung *Available Rate*

- Menghitung nilai *Available time*  
 $Available_1 = \text{Jam kerja} \times \text{banyak shift} \times \text{Jumlah hari kerja}$  [1.1]
- Menghitung nilai *Planned downtime*

$Planned\ downtime = 1 \text{ minggu} \times \text{jumlah jam perawatan}$  [1.2]

#### c. Menghitung Waktu tidak tersedia atau *Loading Time*

$Waktu\ tidak\ tersedia = Available\ time - Planned\ downtime$  [1.3]

#### d. *downtime*

$Downtime = \text{Waktu breakdown} + \text{waktu setup}$

#### e. Menghitung *Operation time* [1.4]

$Operation\ time = Loading\ time - Downtime$

#### f. Menghitung nilai *availability rate* [1.5]

$Availability = \frac{Operating\ time}{Waktu\ tidak\ tersedia} \times 100\%$  [1.6]

### 2. Menghitung *Performance Rate*

#### a. Menghitung Ideal pada *Cycle Time*

$Ideal\ Cycle\ Time = \frac{Available\ time \times 100\%}{\text{Jumlah Produk (pcs)}}$  [2.1]

#### b. Menghitung *Performance rate*

$\frac{\text{Total Produk}}{Available\ time \times Ideal\ Cycle\ Time} \times 100\%$  [2.2]

#### c. $Performance \neq 100\%$ meskipun *Availability* sudah dikurangi *downtime* . [2.3]

### 3. Menghitung *Quality Rate*

$Quality\ Rate = \frac{Good\ Product - Reject\ Product}{Good\ Product} \times 100\%$  [3.1]

Setelah nilai *available* , *performance* , dan *quality* , langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan OEE. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus berikut :  
 $OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\%$  [14]

### 2.6 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32, ESP32 adalah contoh *System-on-Chip* (SoC) yang mengintegrasikan komponen-komponen elektronik, seperti prosesor, memori, dan antarmuka komunikasi (WiFi dan Bluetooth), dalam satu chip tunggal. [15]

Mikrokontroler ESP32 untuk aplikasi monitoring dan kontrol karena dilengkapi Wi-Fi dan Bluetooth. ESP32 digunakan sebagai pusat pengendali alat yang mengintegrasikan RFID dengan *smartwatch*. Mikrokontroler ini berfungsi untuk membaca data dari modul RFID, mengolah informasi tersebut, dan kemudian mengirimkan notifikasi secara *real-time* melalui jaringan Wi-Fi ke *smartwatch* teknisi[15]

### 2.7 Data Base

MySQL adalah contoh perangkat lunak database terbuka yang sukses, menawarkan solusi efektif untuk pengelolaan data. Karakteristiknya meliputi keandalan, kecepatan, dan kemudahan penggunaan, menjadikannya pilihan populer di kalangan pengembang.

Kinerja optimizer MySQL dalam memproses instruksi SQL menunjukkan keunggulan dalam hal efisiensi dan keandalan. Operasi dasar MySQL meliputi: pembuatan basis data, tabel, perubahan struktur tabel, pengisian, penghapusan, pemodifikasian dan pencarian data.[16]

MySQL merupakan sistem manajemen basis data yang efektif, menawarkan keunggulan seperti kecepatan, kehandalan dan kemudahan penggunaan, sehingga ideal untuk berbagai aplikasi.[17]

### III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah eksperimen, di mana sistem pemanggilan teknisi menggunakan RFID dan *smartwatch* diterapkan pada mesin SMT dalam kondisi simulasi yang mendekati kenyataan. Tujuannya adalah untuk mengamati seberapa efektif sistem ini dalam mempercepat respons teknisi dan meminimalkan waktu henti mesin.

Pengamatan dilakukan dengan membandingkan data sebelum dan sesudah implementasi sistem, untuk mengukur pengaruhnya terhadap efisiensi operasional dan peningkatan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem ini efektif mempercepat waktu tanggap teknisi, sehingga *downtime* mesin dapat dikurangi. Setelah sistem diterapkan, nilai OEE meningkat terutama pada aspek ketersediaan dan kinerja mesin. Hal ini membuktikan bahwa sistem RFID dan *smartwatch* yang dirancang mampu meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung kelancaran proses produksi.

#### 3.1 Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pemanggilan teknisi berbasis RFID dan *smartwatch* guna mengurangi *downtime* pada mesin SMT. Sistem ini dirancang menggunakan platform Arduino ESP32 untuk mengatur logika kerja modul RFID dan mengirimkan notifikasi otomatis ke *smartwatch* teknisi melalui jaringan lokal. Proses pemindaian RFID oleh operator akan mengidentifikasi jenis gangguan, lalu mengirimkan data ke sistem pusat untuk diteruskan ke perangkat teknisi.

Untuk mendukung pengolahan data *downtime* dan perhitungan OEE digunakan **Visual Studio Code** sebagai perangkat lunak aplikasi OEE berbasis web. Aplikasi ini mampu mencatat, menyimpan dan menghitung kinerja mesin berdasarkan *downtime* yang ada.

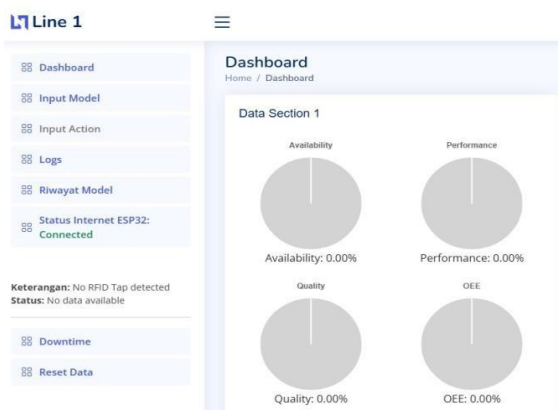
Sementara itu, untuk perangkat *smartwatch* digunakan **Android Studio** sebagai aplikasi yang menampilkan notifikasi pemanggilan teknisi secara *real-time*. Dengan integrasi ini, teknisi dapat menerima informasi gangguan dengan cepat dan akurat.

Dengan begitu, perangkat lunak dapat diimplementasikan secara efektif dan mendukung peningkatan efisiensi operasional dilingkungan produksi.

#### A. User Interface OEE

*User Interface* (UI) pada sistem OEE dalam penelitian ini dirancang untuk menampilkan informasi kinerja mesin secara *real-time* berdasarkan tiga hal utama : *Availability*, *Performance*, dan *Quality*. Tampilan antarmuka sistem dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

**Gambar 3.1** User Interface OEE



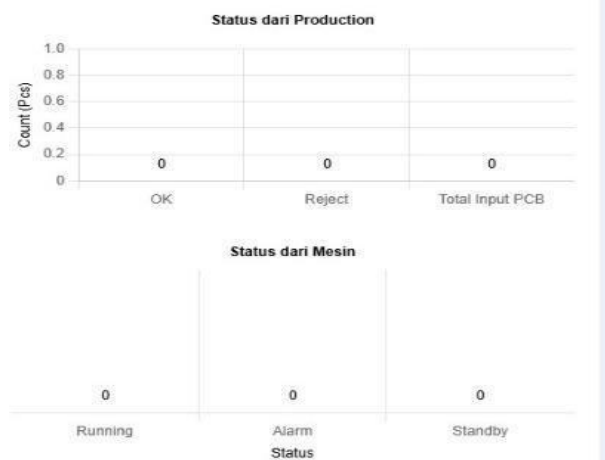
Keterangan :

- *Dashboard* : Kembali ke tampilan utama.
- *Input Model* : Untuk memasukkan model atau jenis produk yang sedang di produksi.
- *Input Action* : Mencatat tindakan teknisi.
- *Logs* : Menyimpan riwayat atau sistem.
- *Riwayat Model* : Menampilkan histori model yang telah dijalankan.
- *Status Connection Wifi ESP32* : *Connect Or Disconnect*.
- *Downtime* : Menu khusus untuk mencatat atau memantau kondisi.
- *Reset Data* : Untuk menghapus data.

#### B. User Interface Status

Pada penelitian ini, status mesin produksi dapat dipantau secara langsung melalui tampilan antarmuka (UI). UI ini menyajikan informasi mengenai status produksi dan status mesin secara *real-time*. Fitur ini sangat efektif karena membantu operator dan teknisi dalam memantau kondisi mesin secara cepat dan akurat, sehingga pengambilan keputusan terhadap proses produksi dapat dilakukan dengan lebih efisien. Tampilan antarmuka status produksi dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.

**Gambar 3.2** UI Status Production



Selain itu, antarmuka ini juga dirancang agar mudah dipahami dan digunakan, sehingga dapat meningkatkan respon teknisi serta mendukung pengelolaan *downtime* secara lebih struktur.

Keterangan :

- Status dari produksi : Menunjukkan jumlah produksi yang : OK , Tidak Ok , dan Total Produk.
- Status dari mesin : Menampilkan status operasional mesin, dengan kategori : *Running* , *Alarm* , dan *Stand by*.

**Note :**

- Semua status 0, menandakan belum ada aktivitas dan tampilan akan berubah ketika sudah *running* produksi.

### C. Fitur Smartwatch

Fitur *smartwatch* dapat dilihat pada **Gambar 3.2**



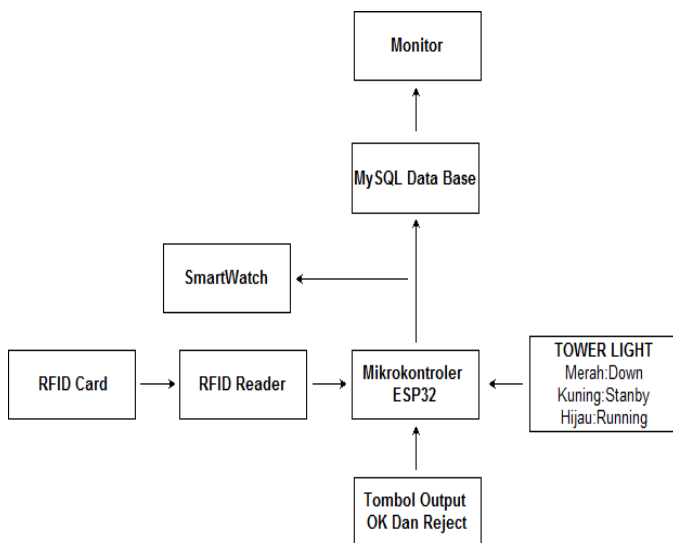
**Gambar 3.3** Fitur *Smartwatch*

Tampilan pada *smartwatch* terdiri dari empat kotak utama yang masing-masing merepresentasikan kondisi **Line 1**, **Line 2**, **Line 3**, dan **Line 4**. Apabila salah satu line mengalami *downtime*, maka kotak pada line tersebut akan berubah menjadi merah sebagai penanda bahwa terjadi masalah dan teknisi segera dibutuhkan.

Selain indikator warna, fitur pada *smartwatch* juga dirancang untuk memberikan notifikasi *real-time* kepada teknisi, *smartwatch* berfungsi sebagai media informasi cepat dan praktis bagi teknisi dalam merespon gangguan produksi, serta mendukung pengurangan *downtime* secara signifikan.

### D. Blog Diagram

Blog diagram digunakan untuk menjelaskan alur kerja sistem pemanggilan teknisi berbasis RFID dan *smartwatch* secara sederhana dan terstruktur. Dengan adanya blog diagram, pembaca dapat lebih mudah memahami fungsi setiap komponen, interaksi antar perangkat, serta aliran data mulai dari pemindaian RFID hingga notifikasi yang diterima pada *smartwatch* teknisi.



**Gambar 3.4** Blok Diagram

Blog diagram pada **Gambar 3.4** menggambarkan alur kerja sistem “Integrasi Perangkat RFID dan *Smartwatch* dalam pemanggilan Teknisi untuk Reduksi *Downtime* dan Pemantauan OEE” Berikut penjelasan sebagai berikut :

- **RFID Card** : kartu yang digunakan oleh operator untuk melakukan identifikasi saat terjadi gangguan pada mesin
- **RFID Reader** : Alat yang membaca UID dari RFID card dan mengirimkan data ke mikrokontroler.
- **Mikrokontroler ESP32** : Unit pemrosesan utama yang

menerima data dari RFID Reader, terhubung ke database MySQL melalui koneksi Wifi, serta mengirimkan notifikasi ke *smartwatch* teknisi.

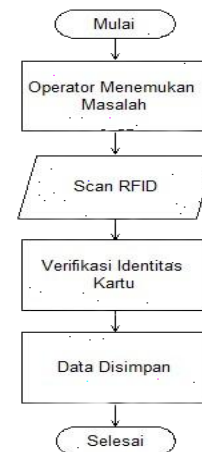
- **Smartwatch** : Perangkat *wearable* yang menerima notifikasi pemanggilan teknisi secara *real time* dari ESP32.

**MySQL Database** : Digunakan untuk menyimpan data aktivitas pemanggilan teknisi, waktu tanggap, dan status mesin untuk keperluan monitoring dan perhitungan OEE.

- **Monitor** : Menampilkan data *history* dan status *real time* dari proses produksi serta aktivitas mesin.
- **Tombol Output OK dan Reject** : Digunakan untuk mem-verifikasi produk OK atau *reject* nya.
- **Tower Light** : Lampu indikator status mesin, terdiri dari tiga warna :
  - a. Merah : Mesin dalam kondisi *Down* atau *Alarm*
  - b. Kuning : Mesin dalam kondisi *Standby*.
  - c. Hijau : Mesin dalam kondisi *Running*.

### 3.2 Perancangan Perangkat Keras

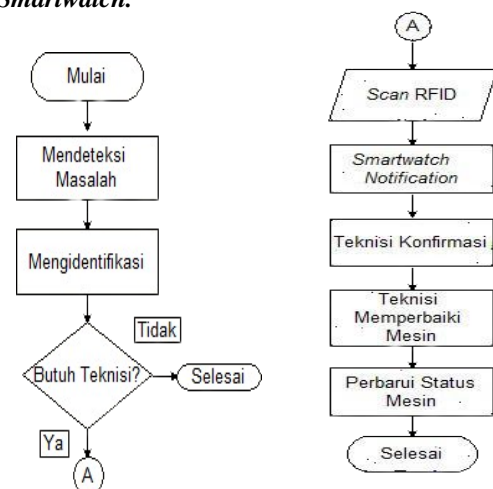
#### a. Flowchart Proses Penggunaan RFID



**Gambar 3.5** Flowchart Proses Penggunaan RFID

Flowchart ini berfungsi untuk mempermudah pemahaman mengenai urutan langkah-langkah dalam penggunaan RFID.

#### b. Flowchart Pemanggilan teknisi menggunakan Smartwatch.

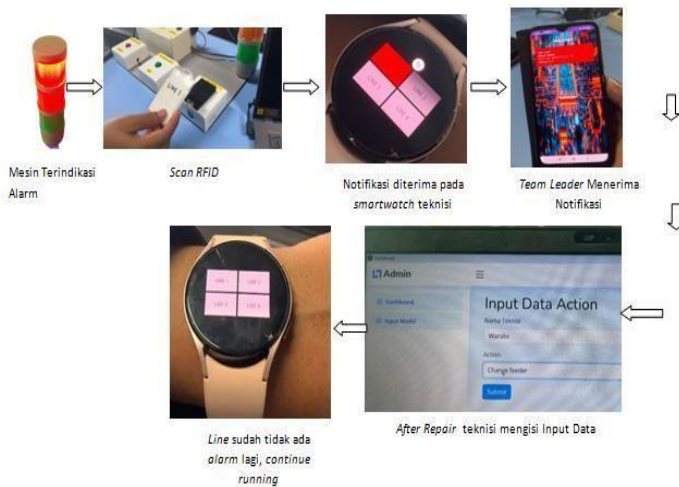


**Gambar 3.6** Flowchart Pemanggilan Teknisi

Flowchart ini berfungsi untuk memberikan pemahaman mengenai urutan langkah pada sistem pemanggilan teknisi menggunakan *smartwatch*

### c. Skenario Pengujian Pemanggilan Teknisi

Berikut adalah skenario pengujian pemanggilan teknisi pada penelitian ini



**Gambar 3.7** Skenario Pengujian Pemanggilan Teknisi

Penjelasan alur skenario pengujian sistem pemanggilan teknisi.

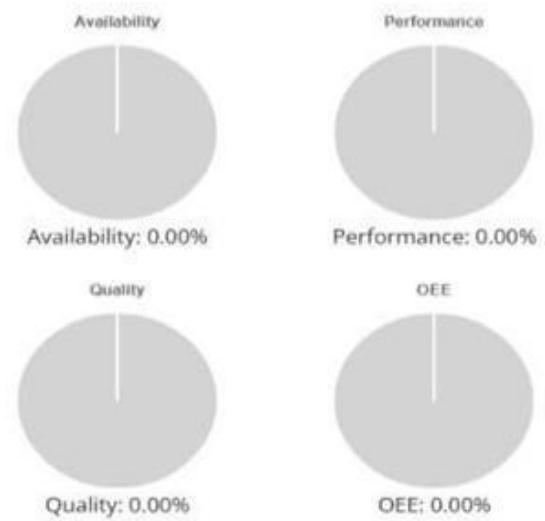
1. **Mesin Alarm**  
Proses dimulai ketika terjadi gangguan pada mesin.
2. **Scan RFID**  
Operator melakukan pemindaian kartu RFID pada perangkat pembaca RFID untuk mengidentifikasi dan melaporkan adanya gangguan pada mesin.
3. **Alarm Notification**  
Sistem akan secara otomatis mengirimkan notifikasi ke *smartwatch* teknisi, ini menampilkan informasi mengenai lokasi mesin yang bermasalah. Dan teknisi siap untuk melakukan perbaikan.
4. **Notifikasi Team Leader**  
Sistem juga akan mengirimkan notifikasi ke *smartphone* Team Leader.
5. **Input Action**  
Setelah perbaikan selesai dilakukan, teknisi akan mengakses halaman sistem, dan mengisi data tindakan perbaikan
6. **Tampilan Smartwatch setelah alarm selesai.**

Dengan skenario ini, proses pemanggilan teknisi menjadi lebih cepat dan efisien.

### d. Display OEE Real Time

Pada sistem yang dikembangkan, tampilan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) disajikan dalam bentuk visual berupa diagram pie pada web site untuk masing masing parameter utama, yaitu *Availability*, *Perfomance*, *Quality* dan nilai OEE total. Setiap paramater ditampilkan secara terpisah agar memudahkan pengguna dalam memantau kondisi operasional mesin secara cepat. Warna yang berbeda juga membantu membedakan jenis indikator secara visual.

Dengan adanya *display* ini, proses pengambilan keputusan menjadi lebih cepat dan berbasis data aktual. *Display* OEE dapat dilihat pada **Gambar 3.8**



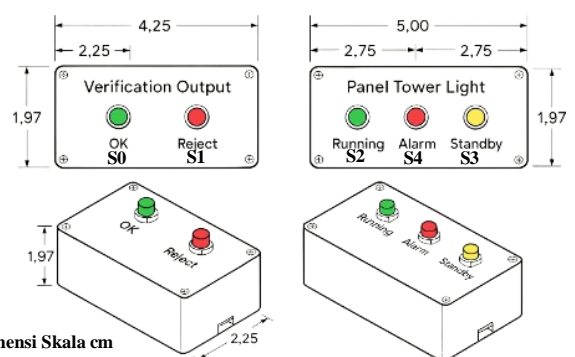
**Gambar 3.8** Display OEE

Untuk Nilai OEE dihitung berdasarkan hasil perkalian antara tiga komponen utama, yaitu *Availability*, *Performance* And *Quality* . Pada tampilan website secara *real-time* akan tertampil perhitungan OEE dengan menggunakan persamaan : [14]

### e. Mekanikal Desain

Implementasi fisik dari sistem yang di rancang dalam penelitian ini, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses pemanggilan teknisi dilingkungan produksi, sistem ini dirancang sebagai simulasi kondisi nyata dilapangan, yang melibatkan interaksi antara operator teknisi dan sistem notifikasi otomatis.

Pada **Gambar 3.9** menunjukan alat atau sistem pemanggilan teknisi berbasis RFID dan indikator visual yang telah berhasil dikembangkan. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu modul panel kontrol dengan tombol kondisi mesin *alarm*, *stand by*, and *alarm*.



Note : Dimensi Skala cm

**Gambar 3.9** Mekanikal Desain

Mekanikal desain pada sistem ini dibuat untuk mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras agar dapat berfungsi secara optimal, indikator *Tower Lamp* tiga warna sebagai penanda status mesin, serta modul verifikasi RFID yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memberikan sinyal berupa notifikasi *alarm* pada *smartwatch* teknisi.

**Keterangan :**

- Push Button Hijau S0 : Untuk verifikasi Product *Good*.
- Push Button Merah S1 : Untuk verifikasi Product *Reject*.

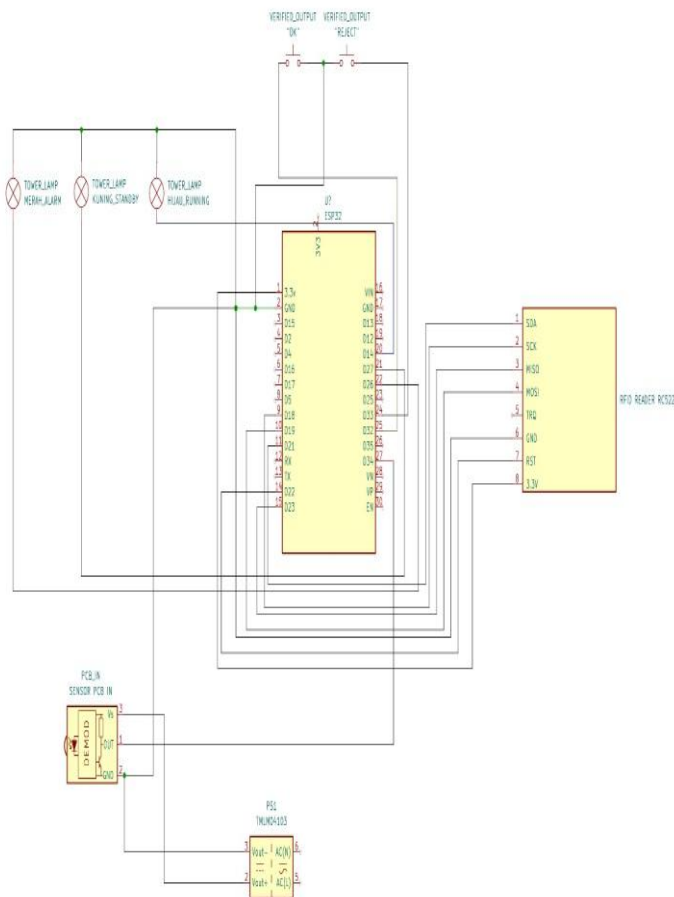
**Pada ( Tower Light )**

- Push Button Hijau ( S2 ) : Kontrol Status mesin untuk *Running*.
- Push Button Kuning ( S3 ) : Kontrol Status mesin untuk *Standby*.
- Push Button Merah ( S4 ) : Kontrol Status mesin untuk *Alarm*.

**3.3 Desain Electrical**

Rangkaian ini dirancang untuk mengintegrasikan berbagai modul, seperti modul RFID RC522, mikrokontroler atau arduino, indikator LED atau *Tower lamp*, serta modul output lainnya. Modul RFID berperan sebagai alat pembaca kartu, yang terhubung ke arduino melalui antarmuka komunikasi SPI ( *Serial Peripheral Interface*).

Selain itu, skematik juga mencakup rangkaian input tambahan berupa tombol kondisi mesin seperti *alarm*, *stand by*, dan *running* yang terhubung langsung ke pin digital arduino. Untuk desain elektrikal dapat dilihat pada **Gambar 3.10**



**Gambar 3.10 Desain Electrical**

**Keterangan :**

Input: Powersupply 24v DC 3A

- a. Pin konfigurasi RFID RC522 to esp32
  - RC522 pin RST to ESP32 pin 22
  - RC522 pin SDA to ESP32 pin 18
- b. Pin konfigurasi tombol verifikasi output to esp32
  - Verifikasi output "OK" to ESP32 pin 13
  - Verifikasi output "Reject" to ESP32 pin 12
- c. Pin konfigurasi sensor PCB into esp32
  - Sensor proximity "PCB in" to ESP32 pin 34
- d. Pin konfigurasi tower lamp "Status Mesin" to esp32
  - Merah/ alarm to ESP32 pin 14
  - Kuning/ standby to ESP32 pin 27
  - Hijau/ running to ESP32 pin 26

**3.4 RFID Card**

Dalam penelitian ini, kartu RFID digunakan sebagai media identifikasi yang berfungsi untuk memberikan notifikasi otomatis kepada teknisi apabila terjadi gangguan pada mesin. Mekanisme ini bertujuan untuk mempercepat *respons* teknisi dalam menangani permasalahan mesin pada *line SMT*, serta mendukung peningkatan efisiensi waktu dan pengurangan *downtime*.

Beberapa skenario pengujian yang dilakukan untuk memastikan fungsionalitas dan rehabilitasi sistem adalah sebagai berikut :

**1. Identification RFID Card**

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap kartu RFID yang digunakan dapat dikenali dengan benar oleh sistem. Sistem akan membaca UID (*Unique Identifier*) dari kartu RFID dan mencocokkannya dengan data teknisi pada database.

**2. RFID Card Tap Secara Bersamaan**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem me-*respons* ketika terdapat dua atau lebih kartu RFID yang melakukan *tap* dalam waktu yang bersamaan. Hal ini penting untuk memastikan sistem tetap dapat memproses data dengan akurat tanpa konflik atau tumpang tindih data.

**3. Status Tap RFID dan respons smartwatch**

Skenario ini bertujuan untuk menguji kecepatan dan keakuratan sistem dalam mengirimkan notifikasi ke *smartwatch* teknisi setelah kartu RFID di-*tap*. Hasil pengujian ini akan menjadi acuan dalam mengevaluasi waktu *respons* sistem terhadap gangguan mesin.

Melalui pengujian – pengujian ini , sistem yang dirancang dapat berjalan secara optimal sesuai tujuan penelitian, yaitu meningkatkan efisiensi waktu pemanggilan teknisi dan mendukung pemantauan nilai OEE.

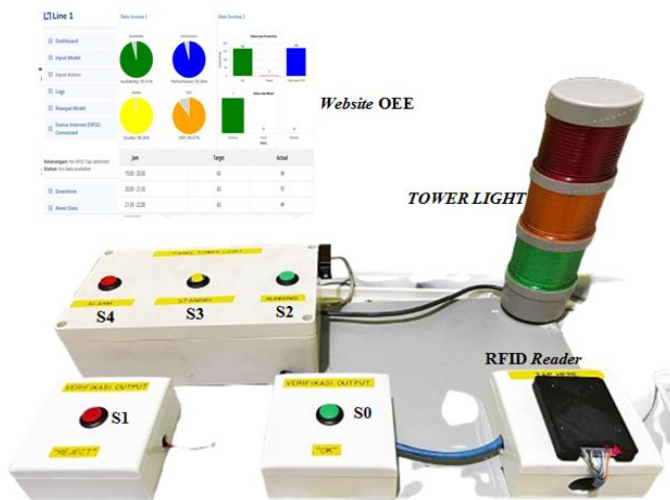
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Alat Integrasi Perangkat RFID dan Smartwatch dalam Pemanggilan Teknisi untuk Reduksi dan Pemantauan OEE

Implementasi fisik dari sistem yang dirancang dalam penelitian ini, bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu dalam proses pemanggilan teknisi, sistem ini dirancang sebagai simulasi kondisi nyata dilapangan, yang melibatkan interaksi antara operator teknisi dan sistem notifikasi otomatis. Dengan adanya integrasi berbagai komponen ini, sistem mampu memberikan respon cepat terhadap kondisi mesin serta mempermudah proses identifikasi dan komunikasi antar pihak terkait.

Pada **Gambar 4.1** menunjukkan alat atau sistem pemanggilan teknisi berbasis RFID dan indikator visual yang telah berhasil dikembangkan. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu model panel kontrol dengan kondisi mesin *alarm*, *stand by* dan *running*.

Indikator *Tower Lamp* tiga warna sebagai penanda status mesin, serta modul verifikasi RFID yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memberikan sinyal berupa notifikasi *alarm* pada *smartwatch* teknisi.



**Gambar 4.1** Hasil Alat Integrasi Perangkat RFID dan Smartwatch dalam Pemanggilan Teknisi untuk Reduksi Downtime dan Pemantauan OEE

#### Keterangan :

- Push Button Hijau (S0) : Untuk verifikasi *Product Good*.
- Push Button Merah (S1) : Untuk verifikasi *Product Reject*.

#### Pada Tower Light

- Push Button Hijau (S2) : Kontrol status mesin untuk *Running*.
- Push Button Kuning (S3) : Kontrol status mesin untuk *Stand by*.
- Push Button Merah (S4) : Kontrol status mesin untuk *alarm*.

#### RFID Reader

- Kartu RFID di *scan* atau didekatkan ke modul pembaca RFID agar bisa dibaca, proses ini disebut pembacaan RFID dan bekerja melalui induksi elektromagnetik pada frekuensi 13.56 MHz.
- 5 Kartu dapat di *scan*.

### 4.2 Identification RFID Card

RFID CARD yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 5 kartu. Hasil identifikasi dari masing-masing kartu beserta UID (*Unique Identifier*) ditunjukkan pada **tabel 4.1**

**Tabel 4.1** Identification RFID Card

Identification RFID CARD		
UID	Line	Keterangan
90 a5 b6 20	Line1	UID dikenali sebagai milik Line1
a0 85 fc 20	Line2	UID dikenali sebagai milik Line2
c3 e2 64 1a	Line3	UID dikenali sebagai milik Line3
c3 25 74 a7	Line4	UID dikenali sebagai milik Line4
Unregistered Card	Unknown	UID tidak dikenal, dianggap bukan milik dari salah satu Line yang terdaftar

Sistem identifikasi RFID berhasil mengenali kartu berdasarkan UID, memastikan identitas dan keamanan serta membedakan kartu terdaftar dan tidak terdaftar.

### 4.3 RFID TAP Bersamaan

Pengujian ini dilakukan untuk mensimulasikan kondisi dimana dua atau lebih operator melakukan tap kartu RFID secara bersamaan atau dalam rentang waktu yang sangat berdekatan pada RFID reader. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menangani input ganda secara simultan dan memastikan bahwa setiap data yang dikirim tetap terbaca dengan benar tanpa terjadi konflik atau kehilangan data.

Skenario ini penting dilakukan, terutama pada lingkungan kerja yang padat aktivitas, dimana beberapa operator mungkin melakukan *tap* RFID hampir bersamaan saat terjadi gangguan pada mesin.

Hasil dari pengujian ini akan menunjukkan keterangan dari kombinasi RFID *tap* bersamaan pada *smartwatch*.

**Tabel 4.2** menunjukkan hasil pengujian beberapa kombinasi ketika RFID di tap secara bersamaan.

**Tabel 4.2** Hasil RFID Tap Bersamaan

RFID TAP BERSAMAAN		
Kombinasi RFID	Respon Smartwatch	Keterangan
Line 1 dan Line 2	Modul Line 1 dan Kotak Line 2 menampilkan <b>notif alarm</b>	Tampilan modul per line di <i>smartwatch</i> memperbarui status masing-masing line secara independen tanpa konflik.
Line 3 dan Line 4	Modul Line 3 dan Modul Line 4 menampilkan <b>notif alarm</b>	Perubahan status langsung ditampilkan pada Modul Line 3 dan Modul Line 4 tanpa notifikasi ganda atau saling tumpang tindih.
Line 1 dan Unknown	Modul Line 1 menampilkan <b>notif alarm</b> , Unknown diabaikan	Sistem hanya memperbarui tampilan Line 1 yang valid, sementara kartu Unknown tidak memiliki efek pada tampilan.
Line 2 dan Line 4	Modul Line 2 dan Modul Line 4 menampilkan <b>notif alarm</b>	Masing-masing Modul di <i>smartwatch</i> memperbarui status tanpa memengaruhi line lainnya.
Line Unknown dan Unknown	Tidak ada perubahan tampilan pada <i>smartwatch</i>	Kartu RFID yang tidak dikenal tidak mengubah status modul pada tampilan <i>smartwatch</i> .

Sistem memungkinkan pemantauan status mesin secara *real-time*, mengurangi waktu respons teknisi, dan sistem juga dapat menangani beberapa kartu RFID sekaligus, meningkatkan efisiensi operasional. Sistem memastikan akurasi informasi status mesin dengan memperbarui status secara otomatis, tanpa memengaruhi line lainnya dan jika RFID tidak terdaftar, status tidak dikenali dan tidak adanya perubahan yang terjadi pada status mesin atau status pada *smartwatch*.

#### 4.4 Status TAP RFID and Respons Smartwatch

Setelah identifikasi TAP RFID selanjutnya dilakukan pengujian respon dari *smartwatch* setelah dilakukan TAP. Hasil status tap rfid and *respons smartwatch* ditunjukkan pada **Tabel 4.3**

**Tabel 4.3** Status Tap RFID and Respons Smartwatch

STATUS TAP RFID AND RESPONS SMARTWATCH			
Kondisi Tap	Status Tap	Respon Smartwatch	Keterangan
RFID valid dan dikenali (Line 1)	<b>Success</b>	Notif Alarm di Line 1	Status tap berhasil, tampilan Line 1 di <i>smartwatch</i> memperbarui status menjadi <i>alarm</i> .
RFID valid dan dikenali (Line 2)	<b>Success</b>	Notif Alarm di Line 2	Status tap berhasil, tampilan Line 2 di <i>smartwatch</i> memperbarui status menjadi <i>alarm</i> .
RFID valid dan dikenali (Line 3)	<b>Success</b>	Notif Alarm di Line 3	Status tap berhasil, tampilan Line 3 di <i>smartwatch</i> memperbarui status menjadi <i>alarm</i> .
RFID valid dan dikenali (Line 4)	<b>Success</b>	Notif Alarm di Line 4	Status tap berhasil, tampilan Line 4 di <i>smartwatch</i> memperbarui status menjadi <i>alarm</i> .
RFID tidak dikenal (Unknown)	<b>Fail</b>	Tidak ada perubahan tampilan	Sistem tidak mengenali kartu dan tidak memengaruhi tampilan di <i>smartwatch</i> .
RFID valid tapi lebih dari satu	<b>Success</b>	Notif Alarm di line masing-masing	Masing-masing line (jika valid) memperbarui tampilan sesuai status tanpa konflik atau tumpang tindih.
Tidak ada RFID yang ditap	<b>N/A</b>	Tidak ada perubahan tampilan	Tidak ada tindakan karena tidak ada kartu RFID yang ditap.

Sistem pengenalan kartu RFID dan *respons smartwatch* berhasil memperbarui status berdasarkan kartu yang dikenali, menunjukkan integrasi yang efektif dan keamanan yang memadai

#### 4.5 Umpan Balik Teknisi

Umpan balik disini dikatakan bahwasannya jika adanya operator men-tap RFID dan akan memberikan sinyal kepada *smartwatch* yang ada pada teknisi, yang mana teknisi akan menerima sebuah notifikasi, dengan begitu harapan dari penelitian ini teknisi dapat memberikan umpan balik sebelum memenuhi panggilan untuk datang kepada line yang bermasalah dan melakukan *repair* pada mesin.

Respon atau umpan balik pada penelitian ini ada 2, yakni respon *smartwatch* dan respon dari tim leader pada *smartphone*. Berikut kondisi kondisi jika umpan balik dari teknisi terjadi :

**Tabel 4.4** Respon atau Umpan Balik Teknisi

No	Kondisi	Aksi Teknisi Pada Smartwatch	Tampilan Pada Smartphone		Keterangan
1	Line 1 dan Line 2 dalam status Alarm	Double klik di Line 1	Line 1: "Machine Under Repair"	Line 2: "Waiting Tech"	Line 1 ditangani oleh teknisi, Line 2 menunggu teknisi perbaikan. Team leader melihat Line 2 "Waiting Tech".
2	Line 3 dan Line 4 dalam status Alarm	Double klik di Line 3	Line 3: "Machine Under Repair"	Line 4: "Waiting Tech"	Line 3 ditangani oleh teknisi, Line 4 menunggu teknisi perbaikan. Team leader melihat Line 4 "Waiting Tech".
3	Semua Line dalam status Alarm	Double klik disalah satu Line (Misalnya Line 1)	Line yang sudah diperbaiki: "Machine Under Repair"	Line yang belum diperbaiki: "Waiting Tech"	Teknisi memperbaiki Line yang dipilih, sedangkan team leader memantau status Line lainnya.
4	Semua line tidak dalam status Alarm	Tidak ada aksi teknisi	Semua Line: "Normal" (Tidak ada perbaikan yang diperlukan)		Semua Line berfungsi normal tanpa masalah atau alarm.
5	Teknisi tidak merespon	Tidak ada aksi teknisi	Semua Line: "Waiting Tech"		Jika teknisi tidak merespons, team leader akan mengambil alih dan mendistribusikan tugas ke teknisi lain.

Hasil penelitian menunjukkan sistem pemanggilan teknisi menggunakan *smartwatch* dan *smartphone* efektif dalam mengelola perbaikan mesin dan meningkatkan komunikasi antara teknisi dan team leader.

Kelebihan sistem :

- Penghematan Waktu: Sistem memungkinkan teknisi merespons cepat terhadap alarm mesin.
- Peningkatan Akurasi: Status mesin diperbarui secara otomatis, mengurangi kesalahan manusia.
- Koordinasi Efektif: Team leader dapat memantau dan mengalokasikan tugas dengan efektif.
- Pengurangan Downtime : Sistem meminimalkan waktu perbaikan mesin.

#### 4.6 Aplikasi Monitoring Team Leader

Pada penelitian ini team leader production memiliki aplikasi monitoring untuk masing masing line, yang bertujuan harapan nya dapat membantu mem *follow up* pada teknisi jika ada line yang alarm.



**Gambar 4.2** Aplikasi Monitoring Team Leader

Aplikasi monitoring *Team Leader* merupakan bagian dari sistem yang dikembangkan untuk memberikan kemudahan dalam pemantauan kondisi mesin secara *real – time* . Aplikasi ini dirancang khusus untuk digunakan oleh *Team Leader* guna memantau status operasional dari setiap line produksi line 1 hingga line 4, apakah dalam kondisi *Running* , *Stand by* dan *Alarm*.

Dengan adanya aplikasi ini, pengawasan tidak lagi bergantung pada pengamatan langsung dilapangan, melainkan dapat dilakukan dari jarak jauh secara efisien dan akurat.

#### 4.7 Hasil Perbandingan Waktu Pemanggilan Teknisi Secara Konvensional dan Sistem RFID Terintegrasi Smartwatch

Data yang didapat saat membandingkan waktu pemanggilan teknisi secara konvensional dengan sistem yang sudah terintegrasi RFID dan *smartwatch* dapat dilihat pada **Tabel 4.5**

**Tabel 4.5** Perbandingan Pemanggilan Teknisi Konvensional dengan RFID dan Smartwatch

Tanggal	Line	Waktu yang dibutuhkan		
		Metode Konvensional	Metode Terintegrasi RFID dan Smartwatch	Selisih
11-Jun-25	Line #01	240 Detik	18 Detik	222 Detik
12-Jun-25	Line #02	360 Detik	18 Detik	342 Detik
13-Jun-25	Line #04	300 Detik	18 Detik	282 Detik
14-Jun-25	Line #03	240 Detik	18 Detik	222 Detik
15-Jun-25	Line #01	300 Detik	18 Detik	282 Detik
Rata - rata		288 Detik	18 Detik	270 Detik

Interval waktu yang dibutuhkan operator untuk mencari teknisi secara manual atau konvensional, yakni dengan rata – rata waktu 288 detik pada 5 hari pengujian atau dalam 5 kondisi, tergantung pada keberadaan teknisi saat kejadian. Sementara itu, memperlihatkan hasil penggunaan sistem RFID dengan notifikasi langsung ke *smartwatch* teknisi, waktu pemanggilan hanya membutuhkan interval waktu 18 detik disetiap skenario pengujian, menunjukkan penurunan waktu secara signifikan dibanding metode konvensional.

Dengan pengujian alat ini, terbukti berhasil meningkatkan efisiensi waktu sebesar 93.75 %, nilai efisiensi waktu didapat dengan rumus, sebagai berikut :

**Tabel 4.6** Perhitungan Efisiensi Waktu [18]

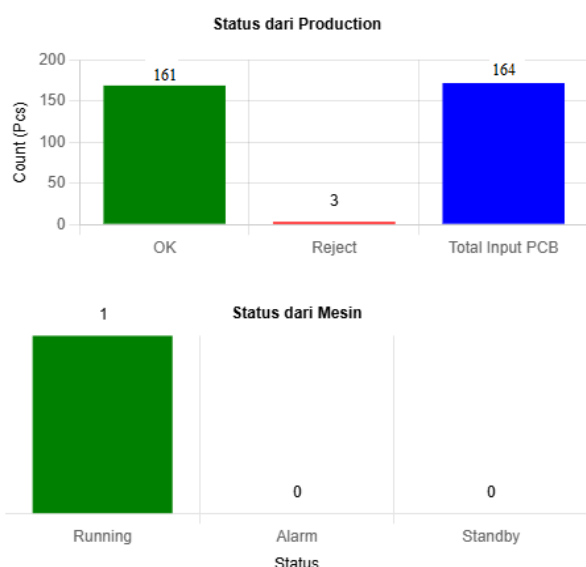
Rumus efisiensi waktu (s)

$$\text{Efisiensi waktu (\%)} = \frac{\text{Waktu Sebelumnya} - \text{Waktu sekarang}}{\text{Waktu sebelumnya}} \times 100\%$$

$$= \frac{288 - 18}{288} \times 100\% = \frac{270}{288} \times 100\% = 93.75\%$$

#### 4.8 Hasil Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

**Gambar 4.3** menunjukkan tampilan antarmuka aplikasi pemantauan PCB yang memperlihatkan status operasional mesin. Tampilan ini mencakup informasi penting seperti waktu operasi, status mesin, dan nilai output yang dicapai. Data ini memberikan gambaran nyata tentang kinerja mesin dan memungkinkan karyawan lainnya untuk memantau dan mengoptimalkan proses produksi secara efektif.



**Gambar 4.3** Perangkat Lunak

#### Keterangan :

##### a. Status Production

- Total input PCB selama 3 jam 164 pcs.
- *Good Product* : 161 pcs
- *Reject* : 3 pcs
- *Downtime* 8 Menit.

##### b. Status dari Mesin :

- Mesin dalam kondisi *Running*.

##### c. Informasi

- Run QTY : 164 pcs
- UPH ( Unit Per Hour ) : 60 pcs.
- *Cycle Time* mesin yang dimiliki 60 sec = 1 Pcb.

**Tabel 4.7** Menunjukkan bahwasannya *actual output* yang di capai operator selama 3 jam bekerja.

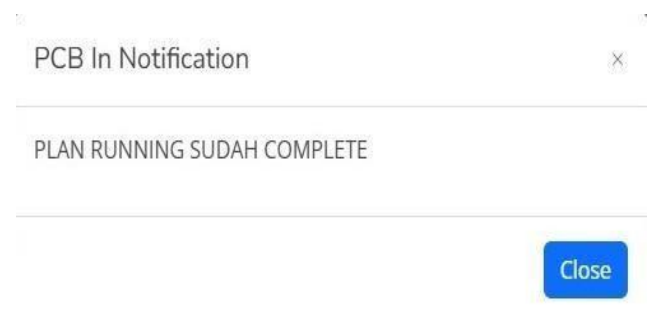
**Tabel 4.7** Informasi *Actual Output*

Jam	Target	Actual
19.00 - 20.00	60	59
20.00 - 21.00	60	53
21.00 - 22.00	60	49

#### Keterangan :

- Jam 19.00 – 20.00 = Waktu efektif 60 menit ( *downtime* 0 menit ), *actual output* 59 pcs, *reject* 1 pcs.
- Jam 20.00 – 21.00 = Waktu efektif 58 menit, *downtime* 2 menit, *actual output* 53 pcs dan *reject* 1pcs. **Catatan** : Produksi sedikit lebih lambat ( *performance* < 100 % )
- Jam 21.00 – 22.00 = Waktu efektif 54 menit, *downtime* 6 menit, *actual output* 49 pcs dan *reject* 1 pcs. **Catatan** : *Downtime* dan *reject* terjadi.

**Gambar 4.3** menunjukkan jika total input PCB sudah mencapai 164 pcs.



**Gambar 4.4** Information *Plan Running Complete*

Pada **Gambar 4.4** memberikan informasi bahwasannya *plan running* sudah selesai, bisa diulang kembali untuk pengisian lot yang ingin di *running* kan.

Dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. *Planned Production Time* = 180 menit
- b. *Downtime* = 8 menit
- c. *Ideal Ouput* = 172 unit
- d. *Total Output* = 164 unit
- e. *Actual Output* = 161 unit
- f. *Reject* = 3 unit.
- g. *Lost time* = 16 menit = 16 unit.
- h. Operasional waktu = 172 menit.

1. Menghitung *Availability* atau ketersediaan (%)

$$Availability\% = 172 / 180 = 0.9551 \text{ ( atau } 95.51\% \text{ )}$$

2. Menghitung *Performance* atau kinerja (%)

$$Performance = 164 / 172 = 0.9556 \text{ ( atau } 95.56\% \text{ )}$$

3. Menghitung *Quality* atau kualitas (%)

$$Quality = 161 / 164 = 0.9826 \text{ ( atau } 98.26\% \text{ )}$$

4. Menghitung OEE

$$OEE\% = 95.51\% \times 95.56\% \times 98.26\%$$

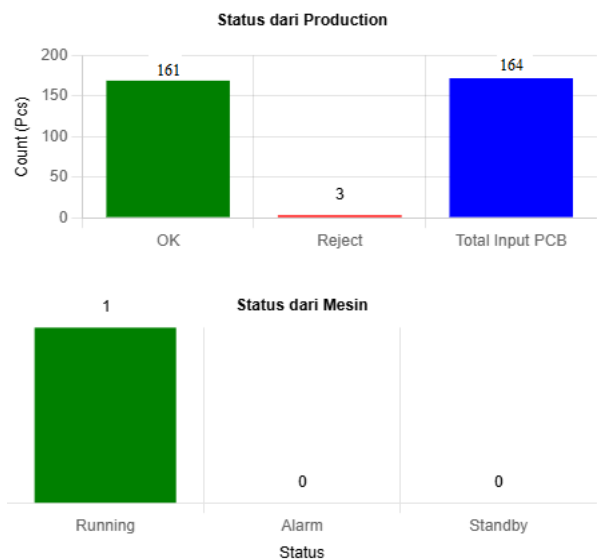
$$OEE\% = 0.8967 \times 100\%$$

$$OEE\% = 89.67\%$$

Gambar 4.5 menunjukkan tampilan hasil perhitungan OEE secara *real time*.



Gambar 4.5 Hasil Perhitungan OEE secara *real time*.



Gambar 4.6 Tampilan OEE Secara *real time*.

Hasil perhitungan OEE menunjukkan nilai 89.67%, terdiri dari *Availability*, *Performance* dan *Quality*. Untuk hasil perhitungan OEE sudah didapat, dan untuk tampilan secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Tampilan Web Perhitungan OEE Secara Keseluruhan

Sistem ini menyediakan tampilan web yang dirancang untuk menampilkan hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) secara *real time* dan menyeluruh. Informasi yang ditampilkan mencakup tiga komponen utama OEE yaitu : *Availability*, *Performance*, dan *Quality*. Beserta nilai total OEE yang dihasilkan. Tampilan web ini memudahkan pengguna dalam memantau efektivitas mesin secara langsung, mengidentifikasi area perbaikan, serta mengambil keputusan berbasis data. Antarmuka yang digunakan dirancang responsif, sehingga dapat diakses dengan mudah melalui perangkat komputer yang ada diperusahaan industri.

## V. KESIMPULAN

Perangkat “Pemanggilan Teknisi Dengan RFID dan *Smartwatch* untuk mengurangi *Downtime* dan Pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* telah berhasil dibuat dan diuji, dan terbukti implementasi dapat meningkatkan efisiensi waktu serta memberikan dampak positif terhadap nilai OEE. Integrasi Perangkat RFID dan *smartwatch* dalam pemanggilan teknisi mampu mempercepat waktu respon dibandingkan metode konvensional mesin SMT.

## SARAN

1. Hitung OEE sebelum dan sesudah penggunaan alat.
2. Uji sistem saat beberapa line mengalami gangguan sekaligus
3. Tambahkan catatan otomatis diserver untuk semua gangguan dan waktu respon teknisi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hamdan, “Industri 4.0: Pengaruh Revolusi Industri Pada Kewirausahaan Demi Kemandirian Ekonomi,” *J. Nusant. Apl. Manaj. Bisnis*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2018, doi: 10.29407/nusamba.v3i2.12142.
- [2] Y. Wijaya, L. P. S. Hartanti, and J. Mulyono, “Pengukuran Kinerja Mesin Cetak Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Untuk Mengurangi Six Big Losses,” *J. Tekno Insentif*, vol. 16, no. 1, pp. 38–53, 2022, doi: 10.36787/jti.v16i1.578.
- [3] Agus Setiawan, Hasyrani Windyatri, and Suhendra, “Penerapan Preventive Maintenance Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Untuk Meminimasi Downtime Mesin Cnc Di Pt Mtat,” *J. Desiminasi Teknol.*, vol. 12, pp. 89–94, 2023, doi: 10.52333/destek.v12i2.710.
- [4] I. Afif, Pratikto, and Y. Sumantri, “Tinjauan Literatur Teknologi Identifikasi RFID dan QR-Code Sebagai Alat Pendukung Aliran Informasi di Dunia Industri,” *EE Conf. Ser.* 06, vol. 6, no. 1, pp. 505–512, 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1854.
- [5] B. Unhelkar, S. Joshi, M. Sharma, S. Prakash, A. K. Mani, and M. Prasad, “Enhancing supply chain performance using RFID technology and decision support systems in the industry 4.0—A systematic literature review,” *Int. J. Inf. Manag. Data Insights*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.1016/j.jjime.2022.100084.
- [6] A. Zein, “Pengelolaan Sistem Parkir Dengan Menggunakan Long Range RFID Reader Berbasis Arduino Uno,” *J. Ilmu Komput. JIK*, vol. 6, no. 2, pp. 32–37, 2023.
- [7] Mustafa, S., & Muhammad, U. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Smartphone. *Jurnal Media Elektrik*, 17(3), 127-130.
- [8] H. Hidayat, M. Jufriyanto, and A. W. Rizqi, “Perancangan RCM (Reliability Centered Maintenance) Untuk Mengurangi Downtime Mesin Pembuat Botol (Studi Kasus PT IGLAS (Persero), Gresik),” *Matrik*, vol. 21, no. 2, p. 157, 2021, doi: 10.30587/matrik.v21i2.2038.
- [9] S. Pokhrel, “Analisis Perbedaan Lama Downtime Setelah Penerapan Total Productive Maintenance Pada Mesin Di Pabrik Pengolahan Makanan,” *Muhammad Umar*, vol. 15, no. 1, pp. 37–48, 2024.
- [10] N. Isakadze and S. S. Martin, “How useful is the smartwatch ECG?,” *Trends Cardiovasc. Med.*, vol. 30, no. 7, pp. 442–448, 2020, doi: 10.1016/j.tcm.2019.10.010.
- [10] J. Lee, U. Lee, and H. Kim, “PASS: Reducing redundant notifications between a smartphone and a smartwatch for energy saving,” *IEEE Trans. Mob. Comput.*, vol. 19, no. 11, pp. 2656–2669, 2020, doi: 10.1109/TMC.2019.2930506.
- [12] A. Wahid, M. Munir, N. Nuriyanto, A. Misbah, and A. Pusakaningwati, “Pengukuran Efektifitas Mesin Chenyueh menggunakan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses pada CV. AABI Surabaya,” *J. Ind. View*, vol. 4, no. 1, pp. 31–40, 2022, doi: 10.26905/jiv.v4i1.7680.
- [13] N. Nurhayati, D. Herwanto, and H. Hamdani, “Analisis Produktivitas Mesin Filling Auto Cup Sealer 1 dengan Metode Overall Equipment Effectiveness pada PT. Prima Kemasindo,” *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 4, pp. 2248–2255, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i4.3468.
- [14] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [15] A. Pridiantoko Putro, D. Arrival Hidayat, F. Fauzan Heratama, A. Dwi Cahyo, D. Eka Yulian, and Y. Agung Prabowo Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, “SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dengan Sensor MQ2 Berbasis Internet of Things,” pp. 217–224, 2020, [Online]. Available: <https://ejurnal.itats.ac.id/snestikdanhttps://snestik.itats.ac.id>
- [16] B. Rawat, S. Purnama, and M. Mulyati, “MySQL Database Management System (DBMS) On FTP Site LAPAN Bandung,” *Int. J. Cyber IT Serv. Manag.*, vol. 1, no. 2, pp. 173–179, 2021, doi: 10.34306/ijcitsm.v1i2.47.
- [17] R. Hermiati, A. Asnawati, and I. Kanedi, “Pembuatan E-Commerce Pada Raja Komputer Menggunakan Bahasa Pemrograman Php Dan Database Mysql,” *J. Media Infotama*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2021.
- [18] Asih, P. (2021). Pengukuran efisiensi waktu proses produksi pada setiap stasiun kerja pembuatan keramik model guci ukuran tinggi 80 cm.(studi kasus pada Home Industri Jaya Keramik Yogyakarta). *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 3(1), 41-50.