

CESS

(Journal of Computer Engineering, System and Science)

Available online: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess>

ISSN: 2502-714x (Print) | ISSN: 2502-7131 (Online)



Decision Support System Untuk Mengukur Kinerja Mesin Stamping Berbasis Key Performance Indicator

Decision Support System for Evaluating Stamping Machine Performance Based on Key Performance Indicators

Gun Gun Maulana^{1*}, Muhammad Giri Suhada², Wahyudi Purnomo³

^{1,2,3}Politeknik Manufaktur Bandung

Jl. Kanayakan No.21, Dago, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40135

Email: ¹gungun@polman-bandung.ac.id, ²m.giri@polman-bandung.ac.id

³yudhp@polman-bandung.ac.id

**Corresponding Author*

ABSTRAK

Dalam industri manufaktur, mesin stamping memegang peran penting dalam menentukan kualitas dan kapasitas produksi. Namun, penilaian kinerja mesin yang masih dilakukan secara manual seringkali menimbulkan keterlambatan informasi dan kurang akurat, sehingga menghambat proses pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan *Decision Support System* (DSS) untuk mengukur kinerja mesin stamping berbasis *Key Performance Indicator* (KPI). Sistem ini dirancang untuk mengintegrasikan data operasional mesin secara otomatis melalui sensor dan perangkat monitoring yang terhubung ke basis data terpusat. KPI yang digunakan mencakup efektivitas waktu operasi, frekuensi downtime, rasio produk cacat, serta volume produksi harian. Data yang terkumpul dianalisis dan divisualisasikan dalam bentuk laporan grafik dan dashboard interaktif, sehingga memudahkan manajer produksi dalam memantau performa mesin secara real-time. Selain itu, DSS ini dilengkapi modul peringatan dini (*early warning system*) untuk mendeteksi potensi penurunan kinerja mesin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi. Pada parameter Real-time dan Raw Material KPIs, rata-rata error tercatat 0%, menunjukkan kesesuaian penuh antara server dan perhitungan manual. Parameter Percentage Time memiliki rata-rata error sebesar 0,297%, sedangkan Real Cycle Time sebesar 1,977%, yang disebabkan oleh tampilan antarmuka yang hanya menampilkan angka tanpa desimal meskipun data backend menyimpan angka lebih detail. Pada parameter Energy KPIs, rata-rata error tercatat sebesar 7,57%, disebabkan oleh pembulatan angka desimal yang memengaruhi hasil perhitungan biaya ketika data awal (KWH) relatif kecil. Meskipun demikian, aplikasi tetap mampu menampilkan data secara real-time dan historis dengan tingkat keandalan yang memadai. Secara keseluruhan, aplikasi DSS yang dikembangkan berhasil mendukung pengambilan keputusan dengan menyediakan data kinerja mesin yang akurat dan informatif, serta membantu memantau penggunaan energi dan biaya bahan baku secara lebih efektif.



Kata kunci: *Decision Support System; Key Performance Indicator; mesin stamping; monitoring kinerja; manufaktur.*

ABSTRACT

In the manufacturing industry, stamping machines play a crucial role in determining quality and production capacity. However, manual machine performance often result in delayed information and inaccuracy, hampering the decision-making process. This research aims to design and develop a Decision Support System (DSS) to measure stamping machine performance based on Key Performance Indicators (KPIs). The system is designed to automatically integrate machine operational data through sensors and monitoring devices connected to a core database. The KPIs used include operating time effectiveness, downtime frequency, defect ratio, and daily production volume. Data is collected and visualized in graphical reports and interactive dashboards, making it easier for production managers to integrate machine performance in real time. Furthermore, the DSS is equipped with an early warning system to detect potential machine performance declines. Implementation results show that the DSS can increase the speed of performance reports by up to 50% compared to manual methods and helps identify the source of production problems more quickly and accurately. Thus, this system directly contributes to supporting data-driven decision-making and efforts to improve production process efficiency.

Keywords: *Decision Support System; Key Performance Indicator; stamping machine; performance monitoring; manufacturing.*

1. PENDAHULUAN

Dalam era industri modern, tuntutan akan efisiensi, produktivitas tinggi, dan kualitas produk yang konsisten menjadi semakin penting untuk menjaga daya saing perusahaan manufaktur [1][2][3][4][5]. Mesin stamping merupakan salah satu mesin utama yang digunakan untuk memproduksi komponen logam dengan kecepatan dan presisi tinggi [6][7]. Kinerja mesin stamping sangat menentukan capaian target produksi harian maupun bulanan, serta berdampak langsung terhadap biaya produksi dan mutu produk yang dihasilkan. Oleh sebab itu, pemantauan kinerja mesin stamping secara akurat dan berkesinambungan menjadi kebutuhan yang mendasar bagi perusahaan manufaktur.

Namun, di lapangan masih banyak ditemui perusahaan yang melakukan pencatatan dan pemantauan kinerja mesin stamping secara manual, baik melalui buku laporan harian maupun aplikasi spreadsheet sederhana. Metode manual ini memiliki beberapa kelemahan signifikan, seperti keterlambatan dalam memperoleh laporan kinerja, kesalahan pencatatan akibat human error [8][9], serta kesulitan dalam menganalisis data historis secara komprehensif. Kondisi ini sering menyebabkan manajer produksi kesulitan mendapatkan gambaran utuh mengenai performa mesin, sehingga proses pengambilan keputusan menjadi reaktif dan kurang berbasis data yang kuat (*data-driven*). Akibatnya, potensi kerugian akibat downtime tidak terdeteksi sejak dini, dan peluang untuk meningkatkan efisiensi produksi pun menjadi terhambat.

Sebagai solusi, pemanfaatan *Decision Support System* (DSS) dapat membantu perusahaan memantau dan mengevaluasi kinerja mesin stamping secara lebih sistematis dan real-time[10]. DSS dirancang untuk mengintegrasikan data operasional mesin, mengolahnya menjadi informasi kinerja berbasis *Key Performance Indicator* (KPI) seperti total waktu operasi

mesin, frekuensi dan durasi downtime, jumlah produk cacat, serta total output produksi [11][12][13][14][15]. Dengan pendekatan ini, data yang sebelumnya terpisah dan dicatat manual dapat disatukan secara otomatis, sehingga menghasilkan laporan kinerja yang lebih akurat dan mudah dianalisis.

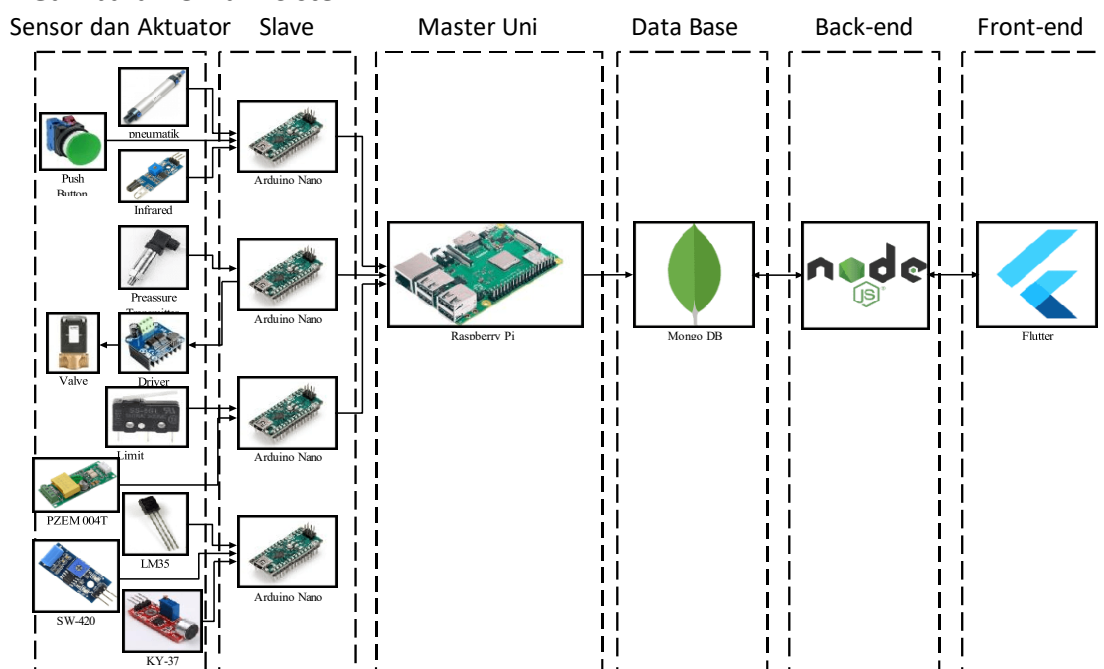
Selain itu, visualisasi data kinerja diwujudkan dalam bentuk dashboard interaktif berbasis mobile yang dikembangkan menggunakan Flutter, sebuah framework modern yang memungkinkan pembuatan aplikasi multiplatform dengan antarmuka yang responsif dan menarik [16]. Melalui aplikasi mobile ini, manajer produksi dapat memantau kondisi mesin stamping secara harian, mingguan, maupun bulanan, dengan tampilan data yang real-time dan mudah dipahami [7][17].

Visualisasi dalam bentuk mobile memberikan fleksibilitas yang lebih besar karena manajer dapat mengakses data kinerja mesin kapan saja dan di mana saja, tidak lagi terbatas di ruang kontrol atau komputer kantor [18][19]. Informasi yang cepat dan akurat ini membantu manajer lebih mudah mengidentifikasi sumber masalah, seperti peningkatan downtime atau naiknya defect rate, dan segera mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan. Dengan demikian, Decision Support System berbasis KPI yang divisualisasikan melalui aplikasi mobile Flutter ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pemantauan kinerja, tetapi juga memperkuat proses pengambilan keputusan strategis untuk menjaga stabilitas produksi, meningkatkan produktivitas, serta menekan biaya operasional secara keseluruhan [20].

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan *Decision Support System* untuk mengukur kinerja mesin stamping berbasis KPI, dengan harapan dapat membantu perusahaan manufaktur bertransformasi dari pemantauan manual menuju sistem pemantauan kinerja yang modern, otomatis, dan berbasis data.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Gambaran Umum Sistem

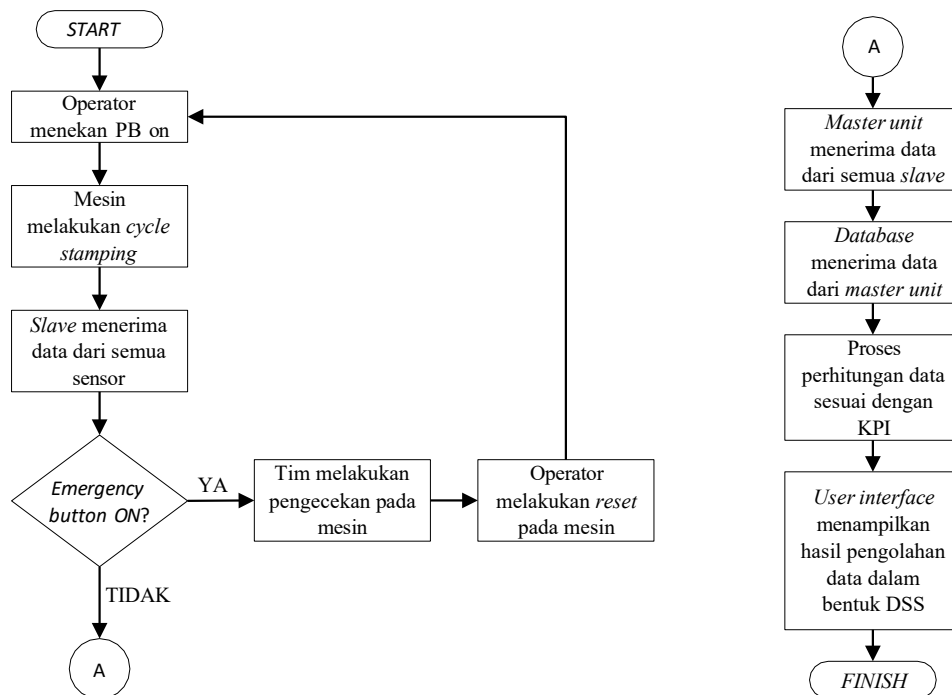


Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Pada Gambar 1 ditunjukkan gambaran umum sistem dengan *controller* yang digunakan untuk mendukung sistem *Decision Support System* (DSS) yaitu Raspberry Pi 3 sebagai master unit dan terdapat empat unit Arduino Nano sebagai *slave 1*, *slave 2*, *slave 3*, dan *slave 4*. Masing-masing slave memiliki tugasnya masing-masing, dengan tugas dari *slave 1* adalah untuk mengontrol pergerakan dari silinder pneumatic, *slave 2* bertugas untuk mengontrol tekanan dari sumber udara dan mendeteksi nilai dari tekanan udara, *slave 3* bertugas menghitung *cycle* dari prototipe mesin *stamping*, dan *slave 4* bertugas untuk mendeteksi *abnormality*. Tujuan dari pembagian tugas antara *slave* adalah untuk meringankan tugas dari setiap *slave* sehingga *coding* dapat dieksekusi dengan cepat. Master unit dengan komponen Raspberry Pi 3 memiliki tugas sebagai penerima data dari keempat *slave* lalu mengolah data dan nantinya akan dikirimkan kepada *database* Mongo yang nantinya dapat diakses melalui *user interface* dan dapat menampilkan data yang diinginkan.

2.2. Flowchart Mesin Stamping

Proses dimulai dengan operator mengoperasikan mesin *stamping* dengan menekan *push button* ON yang akan memberikan perintah kepada mesin *stamping* untuk memulai *cycle* *stamping*.



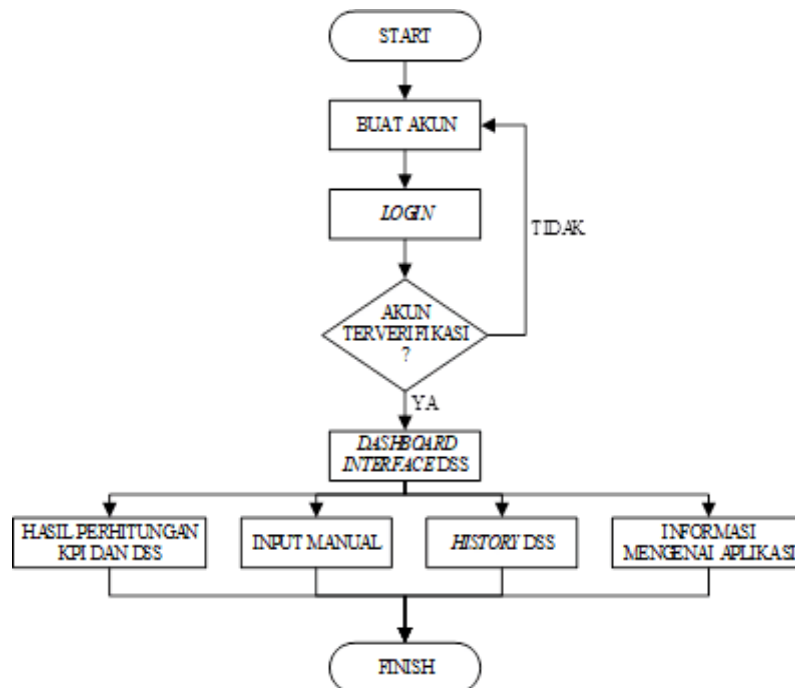
Gambar 2. Flowchart Mesin Stamping

Pada Gambar 2, *slave 1* hingga 3 memantau proses *stamping* dengan menerima data dari sensor dan aktuator. Jika *push button emergency* ditekan, proses *stamping* berhenti dan tim khusus harus memeriksa mesin. Setelah pengecekan selesai, operator dapat mereset mesin ke kondisi awal dan menekan tombol start untuk melanjutkan. Jika tidak ada sinyal *emergency*, data dari *slave 1* hingga 3 akan dikirim ke master unit untuk diteruskan ke *database*, diolah berdasarkan *Key Production Indicators*, dan ditampilkan di *user interface* sebagai *Decision Support System*.

2.3. Flowchart User Interface

Pada penggunaan *user interface* proses dimulai dengan pembuatan akun, di mana

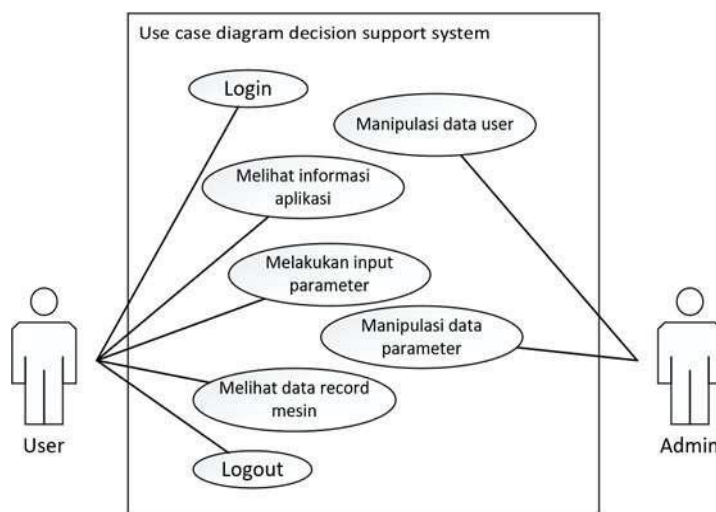
pengguna memasukkan informasi, ID, dan sandi yang mudah diingat. Setelah akun dibuat, pengguna *login* dengan ID dan sandi tersebut. Jika salah, pengguna diminta memasukkan ulang atau mendaftar lagi. Jika berhasil, pengguna diarahkan ke *dashboard* aplikasi yang menawarkan fitur seperti hasil perhitungan KPI dan DSS, input manual, melihat history DSS, serta informasi aplikasi. Alur penggunaan *user interface* dijabarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart User Interface

2.4. Use Case Diagram

Use case diagram mendeskripsikan sistem dengan dua aktor utama. *User* dapat *login*, melihat informasi teori, menginputkan parameter mesin, melihat data *record* yang diolah, dan *logout*. *Admin* memiliki wewenang untuk mengelola data *user* serta memanipulasi data parameter berdasarkan permintaan *user*.

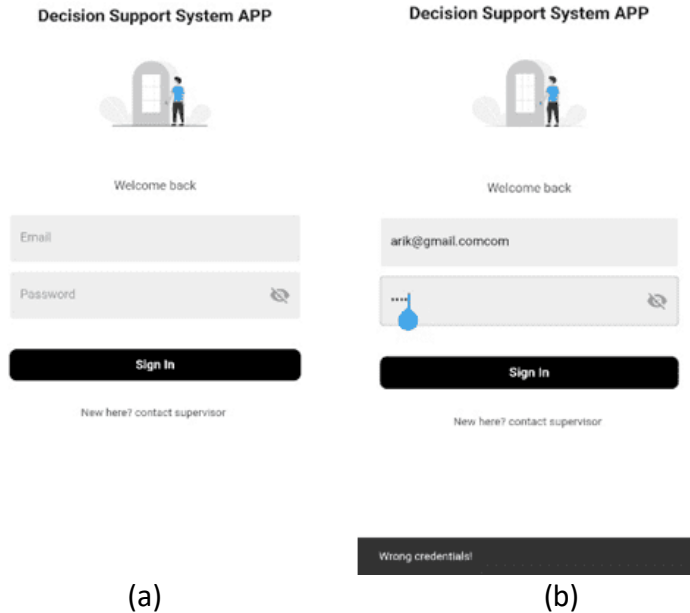


Gambar 4. Use Case Diagram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Aplikasi

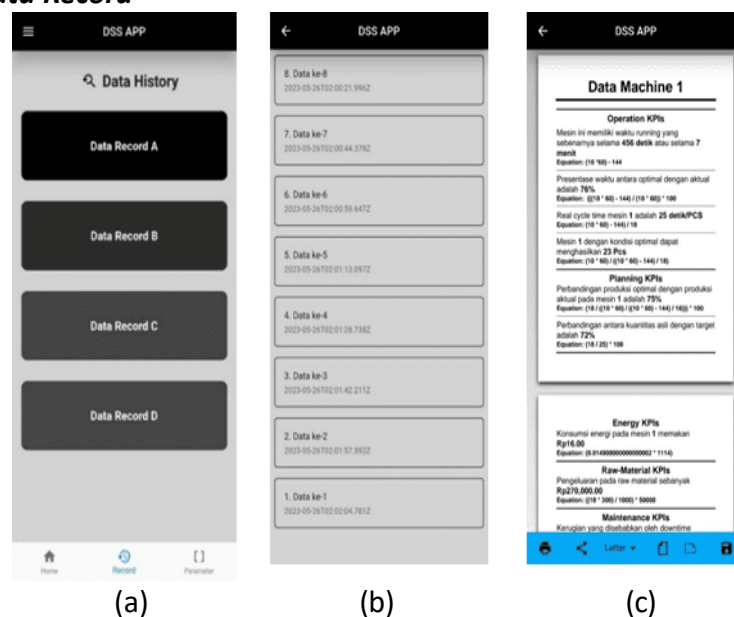
3.2.1. Halaman Login



Gambar 5. (a) Halaman Login dan (b) Kondisi Gagal

Halaman *login* adalah tampilan pertama aplikasi *decision support system*, di mana pengguna diminta memasukkan email dan *password* yang terdaftar di sistem. Jika pengguna baru, mereka harus menghubungi supervisor untuk pendaftaran karena tidak ada halaman register di UI, mengingat aplikasi ini bersifat tertutup. Jika email atau *password* salah, notifikasi "*wrong credential!*" akan muncul, menandakan bahwa data tidak terdaftar di *database*.

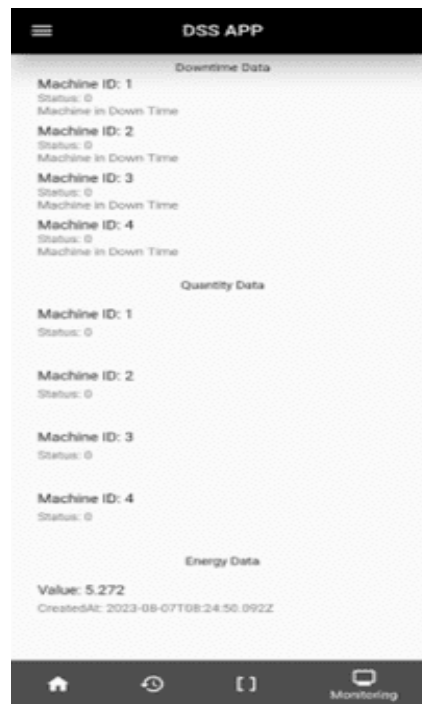
3.2.2. Halaman List Data Record



Gambar 6. (a) List Mesin (b) Pemilihan Waktu dan (c) Data Mesin

Halaman ini menampilkan daftar mesin dan waktu yang dapat dipilih oleh pengguna sesuai kebutuhan. Setelah memilih mesin, pengguna akan diarahkan ke halaman yang menampilkan daftar waktu untuk diamati. Data tersebut tersimpan dan diperbarui secara otomatis di *database*. Setelah memilih mesin dan waktu, pengguna akan melihat halaman data *record* yang menyajikan data untuk membantu pengambilan keputusan. Data ini tersusun rapi dan dikelompokkan berdasarkan KPI, DSS, dan OEE, seperti dijelaskan di halaman utama.

3.2.3. Halaman *Real Time Data*



Gambar 4. Halaman *Real-Time Data*

Gambar 7 menunjukkan implementasi halaman *real-time* data, yang menampilkan tiga jenis data: status mesin, produksi mesin, dan status energi. Status mesin menunjukkan apakah mesin sedang memproduksi atau mengalami *downtime*. Produksi mesin menampilkan *output* produksi saat itu, sementara status energi menunjukkan konsumsi energi mesin. Semua data akan di-reset setiap 10 menit dan disimpan dalam halaman *record* untuk diolah menggunakan matriks KPIs.

Pada bagian ini dijelaskan hasil penelitian sekaligus diberikan diskusi yang komprehensif. Hasil dapat disajikan dalam bentuk gambar, grafik, tabel dan lain-lain yang membuat pembaca memahami dengan mudah [14], [15]. Pembahasan dapat dilakukan dalam beberapa sub-bab.

3.2. Pengujian *Key Performance Indicators*

Pengujian dilakukan dua kali dengan hasil data yang berbeda yang diakuisisi oleh Raspberry Pi. Gambar (a) hingga (d) menunjukkan hasil pengujian repetisi pertama, di mana (a) mewakili mesin satu, (b) mesin dua, (c) mesin tiga, dan (d) mesin empat.

Data Machine 1	Data Machine 2	Data Machine 3	Data Machine 4
Overall Equipment Effectiveness Mesin ini memiliki nilai OEE, yaitu 72.00000000000001% Equation: $((10 \cdot 60) - 144) / 10 \cdot (24 / ((10 \cdot 60) - 144) / 18)) \cdot 1$	Overall Equipment Effectiveness Mesin ini memiliki nilai OEE, yaitu 73.3333333333334% Equation: $((10 \cdot 60) - 130) / 10 \cdot (22 / ((10 \cdot 60) - 130) / 20)) \cdot 1$	Overall Equipment Effectiveness Mesin ini memiliki nilai OEE, yaitu 66.6666666666666% Equation: $((10 \cdot 60) - 137) / 10 \cdot (25 / ((10 \cdot 60) - 137) / 16)) \cdot 1$	Overall Equipment Effectiveness Mesin ini memiliki nilai OEE, yaitu 75.0% Equation: $((10 \cdot 60) - 128) / 10 \cdot (30 / ((10 \cdot 60) - 128) / 15)) \cdot 1$
Operation KPIs Mesin ini memiliki waktu running yang sebenarnya selama 456 detik atau selama 7 menit Equation: $(10 \cdot 60) - 144$ Presentase waktu antara optimal dengan aktual adalah 76% Equation: $((10 \cdot 60) - 144) / (10 \cdot 60) \cdot 100$ Real cycle time mesin 1 adalah 25 detik/PCS Equation: $(10 \cdot 60) - 144 / 18$ Mesin 1 dengan kondisi optimal dapat menghasilkan 23 Pcs Equation: $(10 \cdot 60) / ((10 \cdot 60) - 144) / 18$	Operation KPIs Mesin ini memiliki waktu running yang sebenarnya selama 470 detik atau selama 7 menit Equation: $(10 \cdot 60) - 130$ Presentase waktu antara optimal dengan aktual adalah 78% Equation: $((10 \cdot 60) - 130) / (10 \cdot 60) \cdot 100$ Real cycle time mesin 2 adalah 23 detik/PCS Equation: $(10 \cdot 60) - 130 / 20$ Mesin 2 dengan kondisi optimal dapat menghasilkan 25 Pcs Equation: $(10 \cdot 60) / ((10 \cdot 60) - 130) / 20$	Operation KPIs Mesin ini memiliki waktu running yang sebenarnya selama 463 detik atau selama 7 menit Equation: $(10 \cdot 60) - 137$ Presentase waktu antara optimal dengan aktual adalah 77% Equation: $((10 \cdot 60) - 137) / (10 \cdot 60) \cdot 100$ Real cycle time mesin 3 adalah 28 detik/PCS Equation: $(10 \cdot 60) - 137 / 16$ Mesin 3 dengan kondisi optimal dapat menghasilkan 20 Pcs Equation: $(10 \cdot 60) / ((10 \cdot 60) - 137) / 16$	Operation KPIs Mesin ini memiliki waktu running yang sebenarnya selama 472 detik atau selama 7 menit Equation: $(10 \cdot 60) - 128$ Presentase waktu antara optimal dengan aktual adalah 78% Equation: $((10 \cdot 60) - 128) / (10 \cdot 60) \cdot 100$ Real cycle time mesin 4 adalah 31 detik/PCS Equation: $(10 \cdot 60) - 128 / 15$ Mesin 4 dengan kondisi optimal dapat menghasilkan 19 Pcs Equation: $(10 \cdot 60) / ((10 \cdot 60) - 128) / 15$
Planning KPIs Perbandingan produksi optimal dengan produksi aktual pada mesin 1 adalah 75% Equation: $(18 / ((10 \cdot 60) / ((10 \cdot 60) - 144) / 18))) \cdot 100$ Perbandingan antara kuantitas asli dengan target adalah 72% Equation: $(18 / 25) \cdot 100$	Planning KPIs Perbandingan produksi optimal dengan produksi aktual pada mesin 2 adalah 78% Equation: $(20 / ((10 \cdot 60) / ((10 \cdot 60) - 130) / 20))) \cdot 100$ Perbandingan antara kuantitas asli dengan target adalah 74% Equation: $(20 / 27) \cdot 100$	Planning KPIs Perbandingan produksi optimal dengan produksi aktual pada mesin 3 adalah 77% Equation: $(16 / ((10 \cdot 60) / ((10 \cdot 60) - 137) / 16))) \cdot 100$ Perbandingan antara kuantitas asli dengan target adalah 66% Equation: $(16 / 24) \cdot 100$	Planning KPIs Perbandingan produksi optimal dengan produksi aktual pada mesin 4 adalah 78% Equation: $(15 / ((10 \cdot 60) / ((10 \cdot 60) - 128) / 15))) \cdot 100$ Perbandingan antara kuantitas asli dengan target adalah 75% Equation: $(15 / 20) \cdot 100$
Energy KPIs Konsumsi energi pada mesin 1 memakan Rp16.00 Equation: $(0.014900000000000002 \cdot 1114)$	Energy KPIs Konsumsi energi pada mesin 2 memakan Rp16.00 Equation: $(0.014900000000000002 \cdot 1114)$	Energy KPIs Konsumsi energi pada mesin 3 memakan Rp16.00 Equation: $(0.014900000000000002 \cdot 1114)$	Energy KPIs Konsumsi energi pada mesin 4 memakan Rp16.00 Equation: $(0.014900000000000002 \cdot 1114)$
Raw-Material KPIs Pengeluaran pada raw material sebanyak Rp270,000.00 Equation: $((18 \cdot 300) / 1000) \cdot 50000$	Raw-Material KPIs Pengeluaran pada raw material sebanyak Rp385,000.00 Equation: $((20 \cdot 350) / 1000) \cdot 55000$	Raw-Material KPIs Pengeluaran pada raw material sebanyak Rp264,000.00 Equation: $((16 \cdot 300) / 1000) \cdot 55000$	Raw-Material KPIs Pengeluaran pada raw material sebanyak Rp450,000.00 Equation: $((15 \cdot 500) / 1000) \cdot 60000$
Maintenance KPIs Kerugian yang disebabkan oleh downtime sebanyak Rp85,267.00 Equation: $((144 / (10 \cdot 60) - 144) / 18) \cdot \text{Biaya manufaktur aktual}$	Maintenance KPIs Kerugian yang disebabkan oleh downtime sebanyak Rp106,492.00 Equation: $((130 / (10 \cdot 60) - 130) / 20) \cdot \text{Biaya manufaktur aktual}$	Maintenance KPIs Kerugian yang disebabkan oleh downtime sebanyak Rp78,120.00 Equation: $((137 / (10 \cdot 60) - 137) / 16) \cdot \text{Biaya manufaktur aktual}$	Maintenance KPIs Kerugian yang disebabkan oleh downtime sebanyak Rp122,037.00 Equation: $((128 / (10 \cdot 60) - 128) / 15) \cdot \text{Biaya manufaktur aktual}$
Manufacturing Cost Biaya manufaktur yang dihasilkan oleh mesin 1 adalah Rp19,737.00/PCS Equation: $((0.014900000000000002 \cdot 1114) + (18 \cdot 300) / 1000) \cdot 50000 / 18$ Biaya manufaktur optimal yang dapat dihasilkan oleh mesin 1 adalah Rp15,000.00/PCS	Manufacturing Cost Biaya manufaktur yang dihasilkan oleh mesin 2 adalah Rp24,575.00/PCS Equation: $((0.014900000000000002 \cdot 1114) + (20 \cdot 350) / 1000) \cdot 55000 / 20$ Biaya manufaktur optimal yang dapat dihasilkan oleh mesin 2 adalah Rp19,250.00/PCS	Manufacturing Cost Biaya manufaktur yang dihasilkan oleh mesin 3 adalah Rp21,383.00/PCS Equation: $((0.014900000000000002 \cdot 1114) + (16 \cdot 300) / 1000) \cdot 55000 / 16$ Biaya manufaktur optimal yang dapat dihasilkan oleh mesin 3 adalah Rp16,500.00/PCS	Manufacturing Cost Biaya manufaktur yang dihasilkan oleh mesin 4 adalah Rp38,136.00/PCS Equation: $((0.014900000000000002 \cdot 1114) + (15 \cdot 500) / 1000) \cdot 60000 / 15$ Biaya manufaktur optimal yang dapat dihasilkan oleh mesin 4 adalah Rp30,000.00/PCS

(a)

(b)

(c)

(d)

Gambar 4. Hasil Pengolahan Data Berdasarkan KPIs

3.3. Pengujian Server

3.3.1. Real-time

Real up time adalah perhitungan waktu seberapa lama mesin sebenarnya beroperasi. Rumus yang digunakan untuk menghitungnya adalah:

$$\text{Real time} = (\text{Uptime} - \text{Downtime}) [3]$$

Di mana uptime adalah waktu perencanaan awal mesin berjalan, sedangkan downtime adalah kondisi di mana mesin tidak berproduksi. Hasil pengujian dari perhitungan ini ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian *Real-time*

No	Pengujian ke-	Machine Id	Up time (detik)	Down time (detik)	Running Time		Error (%)
					Server	Manual	
1	1	1	600	144	456	456	0
2	1	2	600	130	470	470	0
3	1	3	600	137	463	463	0
4	1	4	600	128	472	472	0
5	2	1	600	48	552	552	0
Rata-rata							0

Pengujian terhadap empat mesin dengan dua kali repetisi menghasilkan rata-rata *error* sebesar 0%, yang menunjukkan bahwa perhitungan dari server sudah optimal. Hal ini dikarenakan hasil perhitungan dari server sama persis dengan perhitungan manual menggunakan Microsoft Excel.

3.3.2. Percentage Time

Percentage time adalah perhitungan persentase antara *real up time* dan *up time* yang direncanakan, yang membantu manajemen dalam memantau efisiensi operator dalam menjalankan mesin. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Percentage time} = \frac{\text{Real Time}}{\text{Uptime}} \times 100\%$$

Tabel 2. Pengujian *Percentage Time*

No	Pengujian ke-	Machine Id	Up time (detik)	Down time (detik)	Percentage Time		Error (%)
					Server	Manual	
1	1	1	600	144	76	76	0
2	1	2	600	130	78	78.333	0.427
3	1	3	600	137	77	77.167	0.216
4	1	4	600	128	78	78.667	0.855
5	2	1	600	48	92	92	0
Rata-rata							0.297

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian dua kali repetisi pada empat mesin berbeda, dengan tingkat sebesar 0,297%. *Error* ini disebabkan oleh antarmuka yang tidak menampilkan angka di belakang koma, sehingga mempermudah pembacaan. Hal ini mengakibatkan perbedaan antara *error* angka yang ditampilkan dan angka sebenarnya, yang memiliki tiga angka di belakang koma.

3.3.3. Real Cycle Time

Real cycle time adalah waktu yang dibutuhkan mesin untuk memproduksi setiap barang. Perbedaannya dengan parameter *cycle time* adalah bahwa parameter *cycle time* adalah waktu yang diinginkan oleh manajemen, sedangkan *real cycle time* adalah waktu yang sebenarnya dihasilkan oleh mesin. Rumus yang digunakan untuk menghitung *real cycle time* adalah:

$$\text{Real cycle time} = \frac{\text{Real Time}}{\text{Real QTY}}$$

Tabel 3. Pengujian *Real Cycle Time*

No	Pengujian ke-	Machine Id	Up time (detik)	Down time (detik)	Cycle Time		Error (%)
					Server	Manual	
1	1	1	600	144	18	25	25.333
2	1	2	600	130	20	23	23.5
3	1	3	600	137	16	28	28.938
4	1	4	600	128	15	31	31.467
5	2	1	600	48	22	25	25.091
6	2	2	600	27	25	22	22.92
7	2	3	600	34	22	25	25.727

8	2	4	600	0	20	30	30
Rata-rata							1.977

Tabel 3 menampilkan hasil pengujian dua kali repetisi pada empat mesin berbeda, dengan tingkat *error* sebesar 1,745%. *Error* ini disebabkan oleh antarmuka yang tidak menampilkan angka di belakang koma, sehingga mempermudah pembacaan. Akibatnya, terdapat perbedaan antara angka yang ditampilkan dan angka sebenarnya, yang memiliki tiga angka di belakang koma.

3.3.4. Energi KPIs

Energy KPIs menghitung jumlah biaya yang harus dikeluarkan oleh industri untuk menjalankan mesin selama 10 menit. Rumus yang digunakan untuk menghitung Energy KPIs adalah:

$$\text{Energy KPIs} = \text{KWH} \times 1114$$

Tabel 3. Pengujian *Real Cycle Time*

No	Pengujian ke-	Machine Id	KWH	Harga perKWH	Harga		Error (%)
					Server (Rp)	Manual (Rp)	
1	1	1	0.0149	1114	16.000	16.599	3.74125
2	1	2	0.0149	1114	16.000	16.599	3.74125
3	1	3	0.0149	1114	16.000	16.599	3.74125
4	1	4	0.0149	1114	16.000	16.599	3.74125
5	2	1	0.006	1114	6	6.684	11.4
6	2	2	0.006	1114	6	6.684	11.4
7	2	3	0.006	1114	6	6.684	11.4
8	2	4	0.006	1114	6	6.684	11.4
Rata-rata							7.570625

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian dua kali repetisi pada empat mesin berbeda, dengan tingkat *error* sebesar 7,57%. *Error* ini cukup besar karena antarmuka tidak menampilkan angka di belakang koma untuk mempermudah pembacaan, sementara angka yang dihasilkan cukup kecil, sehingga perbedaan pada angka di belakang koma memberikan pengaruh signifikan.

3.3.5. Rawa Material KPIs

Server dapat menghitung jumlah bahan baku yang digunakan dalam satu repetisi dan mengonversinya ke nilai mata uang rupiah. Perhitungan ini bisa dilakukan jika data yang diperlukan tersedia, seperti kuantitas asli (Real QTY), penggunaan bahan baku dalam satuan gram per unit (RwG), dan harga bahan baku per kilogram (RwP). Rumus yang digunakan untuk menghitung total biaya bahan baku adalah:

$$\text{Raw material KPIs} = \frac{\text{Real QTY} \times \text{RwG}}{100} \times \text{RwP}$$

Tabel 5. Pengujian Raw Material KPIs

No	Pengujian ke-	Machine Id	Real Quantity	Penggunaan Bahan Baku gram/pcs (g)	Harga Bahan/kg (Rp)	Harga		Error (%)
						Server (Rp)	Manual (Rp)	
1	1	1	18	300	50000	270000	270000	0
2	1	2	20	350	55000	385000	385000	0
3	1	3	16	300	55000	264000	264000	0
4	1	4	15	500	60000	450000	450000	0
5	2	1	22	300	50000	330000	330000	0
6	2	2	25	350	55000	481250	481250	0
7	2	3	22	300	55000	363000	363000	0
8	2	4	20	500	60000	600000	600000	0
Rata-rata								0

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian pada empat mesin dengan dua kali repetisi, yang menghasilkan rata-rata *error* sebesar 0%. Ini menunjukkan bahwa perhitungan dari server sudah optimal, karena hasilnya sama dengan perhitungan manual menggunakan Microsoft Excel.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan *Decision Support System* (DSS) Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian aplikasi *Decision Support System* (DSS) yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini mampu menghasilkan data yang akurat dan relevan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pemantauan kinerja mesin produksi. Pengujian dilakukan pada beberapa parameter utama, yaitu Real-time, Percentage Time, Real Cycle Time, Energy KPIs, dan Raw Material KPIs. Pada pengujian Real-time, diperoleh hasil rata-rata *error* sebesar 0%, dengan hasil perhitungan server dan manual identik, seperti running time mesin satu pada repetisi pertama sebesar 456 detik (dari uptime 600 detik dan downtime 144 detik). Hal ini menunjukkan bahwa sistem server bekerja sangat optimal. Pengujian Percentage Time menunjukkan rata-rata *error* sebesar 0,297%. Secara keseluruhan, hasil pengujian membuktikan bahwa aplikasi *Decision Support System* yang dikembangkan telah berjalan dengan baik dan dapat diandalkan. Sebagian besar pengujian menunjukkan akurasi sangat tinggi dengan rata-rata *error* mendekati 0%, kecuali pada parameter Energy KPIs yang masih memiliki rata-rata *error* di kisaran 7,57% karena faktor tampilan antarmuka yang tidak menampilkan angka di belakang koma. Dengan demikian, aplikasi ini layak digunakan untuk membantu manajemen dalam pemantauan kinerja mesin, pemakaian energi, hingga pengendalian biaya bahan baku secara real-time dan historis, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi pengambilan keputusan di lingkungan produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Azizi *et al.*, "Design and fabrication of intelligent material handling system in modern manufacturing with industry 4.0 approaches," *Int. Robot. Autom. J.*, vol. 4, no. 3, pp.

- 186–195, 2015, doi: 10.15406/iratj.2018.04.00121.
- [2] M. Mikoda, K. Kalinowski, G. Ćwikła, C. Grabowik, and K. Foit, “Accuracy of real-time location system (RTLS) for manufacturing systems,” *Int. J. Mod. Manuf. Technol.*, vol. 12, no. 1, pp. 106–113, 2020.
- [3] M. Babic, M. A. Farahani, and T. Wuest, “Image Based Quality Inspection in Smart Manufacturing Systems: A Literature Review,” *Procedia CIRP*, vol. 103, no. March, pp. 262–267, 2021, doi: 10.1016/j.procir.2021.10.042.
- [4] V. Esteve, J. L. Bellido, and J. Jordán, “State of the Art and Future Trends in Monitoring for Industrial Induction Heating Applications,” *Electron.*, vol. 13, no. 13, 2024, doi: 10.3390/electronics13132591.
- [5] D. S. Ionel and C. G. Opran, “Transforming Strategy From Industrial Automation To Advanced Lean Automation,” *Int. J. Mod. Manuf. Technol.*, vol. 14, no. 2, pp. 83–89, 2022, doi: 10.54684/ijmmt.2022.14.2.83.
- [6] P. Kokoszka and A. Milenin, “The Impact of Temperature Conditions on the Manufacturing Process and Mechanical Behavior of Beverage Can Ends during Operation,” *Materials (Basel)*, vol. 16, no. 18, 2023, doi: 10.3390/ma16186137.
- [7] N. W. Nugraha, S. Pancono, and G. G. Maulana, “Defect Detection System on Stamping Machine Using the Image Processing Method,” *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 19, no. 1, pp. 46–51, 2023, doi: 10.17529/jre.v19i1.29111.
- [8] N. Chavhan *et al.*, “APAH: An autonomous IoT driven real-time monitoring system for Industrial wastewater,” *Digit. Chem. Eng.*, vol. 14, no. January, p. 100217, 2025, doi: 10.1016/j.dche.2025.100217.
- [9] N. Almtireen *et al.*, “PLC-Controlled Intelligent Conveyor System with AI-Enhanced Vision for Efficient Waste Sorting,” *Appl. Sci.*, vol. 15, no. 3, pp. 1–26, 2025, doi: 10.3390/app15031550.
- [10] F. M. Kasie, G. Bright, and A. Walker, “Decision support systems in manufacturing: a survey and future trends,” *J. Model. Manag.*, vol. 12, no. 3, pp. 432–454, 2017, doi: 10.1108/JM2-02-2016-0015.
- [11] E. Sujová, D. Vysloužilová, P. Koleda, and B. Gajdzik, “Research on the Evaluation of the Efficiency of Production Processes Through the Implementation of Key Performance Indicators,” *Manag. Syst. Prod. Eng.*, vol. 31, no. 4, pp. 404–410, 2023, doi: 10.2478/mspe-2023-0045.
- [12] A. Bianchini, I. Savini, A. Andreoni, M. Morolli, and V. Solfrini, “Manufacturing Execution System Application within Manufacturing Small–Medium Enterprises towards Key Performance Indicators Development and Their Implementation in the Production Line,” *Sustain.*, vol. 16, no. 7, 2024, doi: 10.3390/su16072974.
- [13] L. Zhu, C. Johnsson, J. Mevik, M. Varisco, and M. Schiraldi, “Key performance indicators for manufacturing operations management in the process industry,” *IEEE Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manag.*, vol. 2017-December, no. July 2018, pp. 969–973, 2017, doi: 10.1109/IEEM.2017.8290036.
- [14] B. Kocsi, M. M. Matonya, L. P. Pusztai, and I. Budai, “Real-time decision-support system for high-mix low-volume production scheduling in industry 4.0,” *Processes*, vol. 8, no. 8, pp. 1–26, 2020, doi: 10.3390/PR8080912.
- [15] D. Rodrigues, R. Godina, and P. E. da Cruz, “Key performance indicators selection through an analytic network process model for tooling and die industry,” *Sustain.*, vol.

- 13, no. 24, 2021, doi: 10.3390/su132413777.
- [16] Junindar, "Membangun Aplikasi Mobile," vol. 8, no. 3, p. 136, 2017.
- [17] Gun Gun Maulana, Siti Aminah, and B. Aji Nugraha, "Implementation of a Production Monitoring System Using IIoT Based on Mobile Application," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 7, no. 5, pp. 1077–1087, 2023, doi: 10.29207/resti.v7i5.5221.
- [18] J. Kobi, "Developing Dashboard Analytics and Visualization Tools for Effective Performance Management and Continuous Process Improvement," *Int. J. Innov. Sci. Res. Technol.*, no. May, pp. 1697–1709, 2024, doi: 10.38124/ijisrt/ijisrt24may1147.
- [19] H. Tokola, C. Gröger, E. Järvenpää, and E. Niemi, "Designing Manufacturing Dashboards on the Basis of a Key Performance Indicator Survey," *Procedia CIRP*, vol. 57, pp. 619–624, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.11.107.