

Logbook Digital Scanning Electron Microscope sebagai Basis Data Riwayat Penggunaan dan Pemeliharaan Alat Kategori 3 di Laboratorium Fisika

Natalia Erna Setyaningsih^{*1}, Agus Nu'man², Wasi Sakti Wiwit Prayitno³, Fifin Dewi Ratnasari⁴, Rodhotul Muttaqin⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Email: ¹nataliaerna@mail.unnes.ac.id, ²unnesagus@mail.unnes.ac.id, ³wasisaktiwp@mail.unnes.ac.id, ⁴fifin_fisika@mail.unnes.ac.id, ⁵muttaqinfisika@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Scanning Electron Microscope merupakan mikroskop elektron yang dapat menghasilkan citra permukaan sampel dengan resolusi tinggi. Peralatan ini tergolong dalam kategori 3, dengan tingkat risiko penggunaan dan akurasi pengukuran yang tinggi, pengoperasian dan perawatannya cukup rumit serta sistem kerjanya kompleks, sehingga diperlukan pelatihan khusus untuk dapat menggunakannya. Oleh karena itu dibutuhkan *logbook* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*. Selama ini telah tersedia *logbook* secara manual. Kendalanya adalah kesulitan mencari informasi terkait penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* di waktu yang telah lalu karena harus membuka lembar demi lembar secara teliti sehingga dibutuhkan *logbook digital* yang mudah diakses untuk memonitor penggunaan dan pemeliharaan alat sehingga apabila terjadi kerusakan dapat diruntut permasalahannya dan bisa secepat mungkin menemukan solusi perbaikan. Penelitian ini menerapkan model pengembangan ADDIE yang meliputi *Analysis, Design, Development, Implementation*, dan *Evaluation*. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara serta angket yang diberikan kepada 5 ahli media untuk menilai kelayakan, baik dari segi desain, kelengkapan informasi, maupun kemudahan akses *logbook digital* melalui pemindaian *QR code* menggunakan *smartphone*. Uji kelayakan memperoleh persentase skor rata-rata 80%. dapat dikategorikan bahwa *logbook digital* layak dilihat dari aspek-aspek yang dinilai oleh tim ahli. Angket uji efektivitas diberikan kepada 40 orang responden terdiri dari 3 teknisi laboratorium Fisika, 10 dosen program studi Fisika dan 27 mahasiswa program studi Fisika, diperoleh persentase skor rata-rata 85,5%, dengan demikian tujuan utama adanya basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat kategori 3 di Laboratorium Fisika FMIPA Unnes dapat tercapai.

Kata kunci: ADDIE, Logbook Digital, Scanning Electron Microscope, QR code

Abstract

The Scanning Electron Microscope is high-resolution equipment categorized as category 3 due to its high operational risk, measurement precision, complex mechanism, and demanding maintenance, requiring specialized user training. Previously, Scanning Electron Microscope usage and maintenance were recorded manually. However, retrieving historical records required tedious page-by-page reviews, highlighting the need for an accessible digital logbook to track operations, diagnose faults, and support rapid troubleshooting. This study applied the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) to develop a digital logbook accessible via smartphone QR code scanning. Data was collected through interviews and questionnaires administered to five media experts to evaluate system design, information completeness, and ease of access. The usability test yielded an average feasibility score of 80%, indicating that the digital logbook meets expert approval across evaluated parameters. Additionally, an effectiveness survey was conducted with 40 respondents, including 3 physics laboratory technicians, 10 physics lecturers, and 27 physics students from FMIPA Unnes. The survey achieved an average score of 85.5%, confirming that the primary objective, establishing a reliable database for category 3 equipment usage and maintenance history was successfully achieved.

Keywords: ADDIE, Logbook Digital, Scanning Electron Microscope, QR code

1. PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan fasilitas penunjang akademik di lembaga pendidikan yang dapat berupa ruang tertutup maupun terbuka, bersifat permanen ataupun bergerak. Pengelolaannya

dilakukan secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, atau produksi dalam skala terbatas, dengan memanfaatkan alat dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu, guna mendukung pelaksanaan pendidikan, penelitian, serta pengabdian kepada masyarakat (Fatchiyah & Tim PAK PLP Universitas Brawijaya, 2016).

Peralatan laboratorium pada umumnya dibagi menjadi dua jenis, yaitu peralatan gelas dan peralatan instrumen. Selanjutnya, peralatan instrumen diklasifikasikan ke dalam tiga kategori sebagai berikut:

1. Kategori 1: peralatan yang mudah dioperasikan dan dirawat, dengan tingkat risiko penggunaan serta akurasi pengukuran yang rendah, serta memiliki sistem kerja sederhana sehingga cukup menggunakan buku petunjuk untuk pengoperasiannya.
2. Kategori 2: peralatan dengan tingkat pengoperasian dan perawatan sedang, risiko penggunaan serta akurasi pengukuran berada pada tingkat menengah, dan sistem kerja yang tidak terlalu kompleks, sehingga memerlukan pelatihan dasar untuk mengoperasikannya.
3. Kategori 3: peralatan yang pengoperasian dan perawatannya sulit, dengan risiko penggunaan dan akurasi pengukuran yang tinggi, serta sistem kerja yang kompleks, sehingga memerlukan pelatihan khusus dalam penggunaannya (Raharjo & Harjanto, 2017).

Scanning Electron Microscope merupakan mikroskop elektron yang tersusun atas beberapa komponen utama. Pertama, lensa elektromagnetik berperan untuk memfokuskan berkas elektron menjadi titik yang sangat kecil, kemudian berkas tersebut dipindai oleh *scan coil* dengan frekuensi yang dapat diatur pada permukaan sampel. Semakin kecil diameter berkas elektron, maka resolusi lateral yang dihasilkan akan semakin tinggi. Komponen kedua adalah sumber elektron yang menggunakan jarum berbahan paduan CeB6 (*Cerium Hexaboride*), seperti yang terdapat pada *Phenom Scanning Electron Microscope* di laboratorium Fisika FMIPA Unnes. Sumber ini mampu menghasilkan berkas elektron dengan energi tunggal (*monokromatik*). Komponen ketiga adalah imaging detector yang berfungsi mengubah sinyal elektron menjadi citra atau gambar (Sujatno dkk., 2015).

Scanning Electron Microscope dapat menghasilkan citra permukaan sampel dengan resolusi tinggi. Alat ini memiliki karakteristik kualitatif berupa gambar dua dimensi karena menggunakan elektron sebagai pengganti gelombang cahaya dalam menganalisis struktur permukaan. Material yang diamati dengan alat tersebut umumnya berupa lapisan tipis dengan ketebalan sekitar 20 μm dari permukaan. Hasil pencitraannya menunjukkan topografi permukaan, seperti tonjolan, lekukan, serta ketebalan lapisan tipis pada penampang melintang sampel (Cahyana & Marzuki, 2014).

Scanning Electron Microscope ini merupakan alat kategori 3 dengan tingkat pengoperasian dan pemeliharaan jauh lebih rumit dibanding alat kategori 1 dan 2 sehingga memerlukan penanganan khusus baik pada saat digunakan maupun pada saat penyimpanan. *Scanning Electron Microscope* sangat sensitif terhadap getaran, bidang listrik dan medan magnet, harus memperhatikan suhu dan kelembaban ruang penyimpanan yaitu suhu ruang antara 15-30 °C, dan kelembaban tidak boleh di atas 70% (Prodi Fisika FMIPA UNJ, 2022), oleh sebab itu, diperlukan *logbook* sebagai sarana pencatatan penggunaan dan perawatan alat tersebut dan untuk mengetahui riwayat penggunaan dan pemeliharaannya agar dapat dengan mudah termonitor jika terjadi kerusakan pada alat tersebut.

Logbook merupakan dokumen yang berisi rekaman aktivitas dalam suatu lingkup pekerjaan, sehingga dapat digunakan sebagai bentuk pertanggungjawaban apabila sewaktu-waktu diperlukan untuk meninjau kembali kegiatan yang telah dilakukan sebelumnya (Tumanan & Aksan, 2023). Adanya *logbook* merupakan salah satu upaya meningkatkan pemeliharaan peralatan sekaligus meningkatkan kualitas layanan laboratorium. Tujuan penyusunannya antara lain untuk mencegah terjadinya kesalahpahaman antar pengguna alat ketika terjadi kerusakan, karena riwayat penggunaan telah terdokumentasi (Sepriadi & Akhriani, 2022). Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Katrina Yanti Tumanan dan kawan-kawan, yang peneliti susun merupakan perkembangan dari *logbook* manual yang telah ada menjadi *logbook digital* berbasis *QR-code* sehingga merupakan proses digitalisasi *logbook*. Sigit Sepriadi dan kawan-kawan juga melakukan penelitian serupa yaitu *logbook QR-code* berbasis *google form*, namun penelitian ini lebih berbasis *QR-code* yang kemudian diarahkan pada *google sheets* karena hanya operator peralatan saja yang dapat mengisi kegiatan penggunaan dan pemeliharaan peralatan *Scanning Electron Microscope*.

Logbook terbagi menjadi dua jenis, yaitu *logbook konvensional* dan *logbook digital*. *Logbook konvensional* merupakan jenis *logbook* yang masih menggunakan kertas sebagai media pencatatan, serta proses pengisiannya dilakukan secara manual (Jaya dkk., 2023). *Logbook digital* memanfaatkan kemajuan teknologi dengan diwujudkan dalam bentuk aplikasi atau perangkat lunak, sehingga dapat diakses melalui komputer, laptop, maupun *smartphone* (Asfariza dkk., 2022). *Logbook digital* juga dapat diartikan sebagai bentuk *logbook* yang dalam penerapannya memanfaatkan perkembangan teknologi (Nugroho dkk., 2017).

Logbook penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* selama ini telah dibuat secara manual. Kendala *logbook* manual adalah kesulitan mencari informasi terkait penggunaan dan pemeliharaan alat tersebut di waktu yang telah lalu karena harus membuka lembar demi lembar secara teliti. Selain itu terdapat kekawatiran hilangnya informasi akibat rusak atau hilangnya lembar halaman pada *logbook* (Ibrahim, 2016).

Pendekatan pemecahan masalah yang digunakan adalah pengembangan *logbook digital* berbasis *Quick Response (QR) code*, yaitu metode yang mengubah data tertulis menjadi kode dua dimensi dan termasuk salah satu jenis *barcode* yang dapat dipindai melalui *smartphone* (Rouillard, 2008). *QR-code* akan diarahkan pada *google sheets* yang memuat penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*. Operator akan lebih mudah baik menuliskan atau menemukan kembali riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*. *Logbook digital* yang terintegrasi dengan *QR-code* lebih memudahkan operator alat *Scanning Electron Microscope* untuk menuliskan jenis penggunaan dan pemeliharaan alat tersebut sehingga tidak dibutuhkan lagi alat tulis (Sepriadi & Akhriani, 2022).

Tahun 2018, Joseph Dedy Irawan, dkk menyimpulkan, dengan memanfaatkan *QR-code* yang menampilkan deskripsi produk maka pencarian produk tersebut menjadi lebih mudah dan cepat (Irawan & Adriantantri, 2018). Produk dalam penelitian ini berupa *logbook* yang memuat *google sheet* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wisnu Wahyu Aji dan rekan-rekan, penggunaan *QR-code* sebagai metode pelabelan dinilai lebih efektif dan efisien. Namun, perlu dilakukan pengujian untuk memastikan apakah *QR-code* tersebut dapat terbaca dengan baik oleh alat pemindai. Pengujian tersebut mencakup beberapa aspek, seperti jarak pemindaian, kondisi pencahayaan, bentuk kode, serta tingkat kelunturan pada *QR-code* (Aji & Supriyono, 2020).

Pada tahun 2019, Wangsa dan Prastyo dalam penelitiannya yang berjudul *Implementasi Quick Response (QR)-Code* pada Dokumen Instruksi Kerja Alat Laboratorium Kimia menyimpulkan bahwa keamanan penyimpanan dokumen serta kemudahan akses menjadi solusi yang relevan di era digital. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah dengan memanfaatkan *QR-Code* (Wangsa & Prastyo, 2019).

Penelitian serupa juga dilakukan oleh R.A. Wulandari dan Affan Ardiyanto pada rentang waktu 2020 hingga 2021. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan *QR-Code* memudahkan akses terhadap dokumen instruksi kerja peralatan laboratorium, sehingga kegiatan di laboratorium dapat berjalan lebih efektif dan efisien (Wulandari & Ardiyanto, 2021).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Dony Kristiyanto dan rekan-rekan pada tahun 2020, disimpulkan bahwa penerapan teknik pelabelan menggunakan *QR-Code* mampu menghasilkan laporan yang akurat serta berfungsi sebagai media pendukung dalam proses penginputan data transaksi terkait peminjaman, kerusakan, dan perbaikan peralatan laboratorium (Kristiyanto & Widhyaestoeti, 2020).

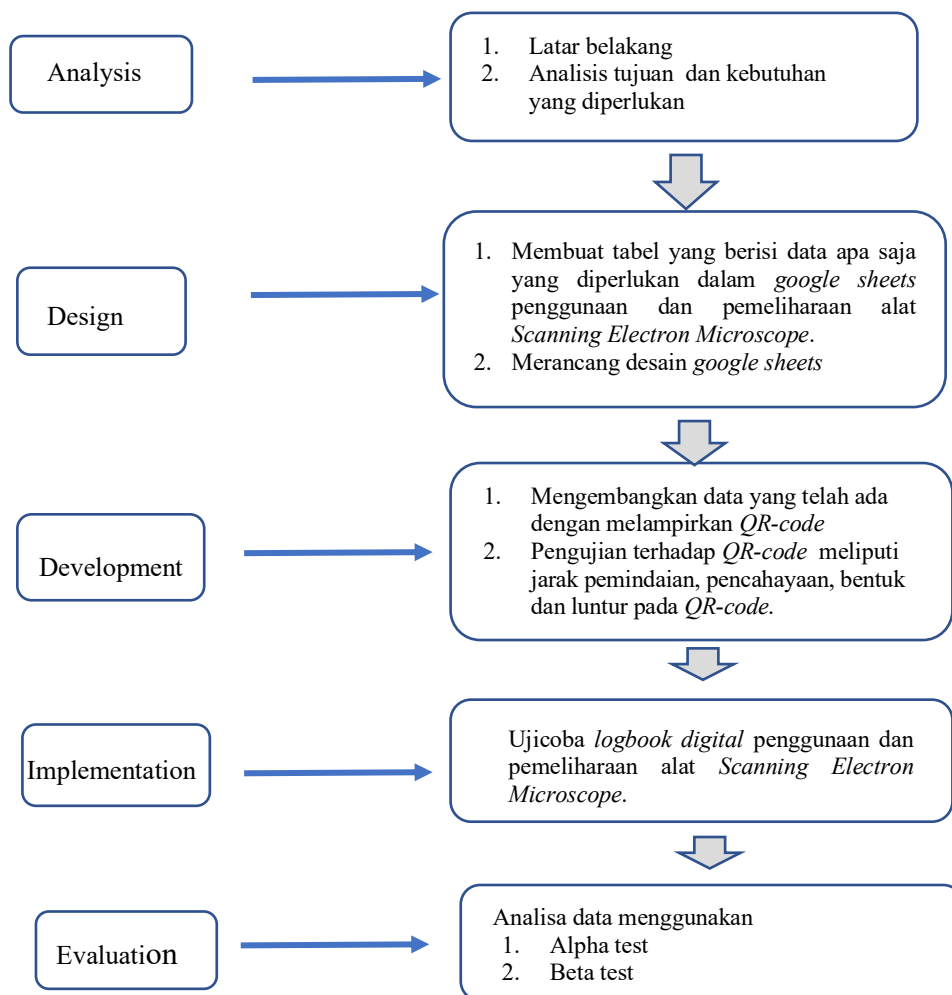
Dari uraian latar belakang dan referensi tersebut maka tujuan penelitian ini adalah mengembangkan *logbook digital* berbasis *QR-code* agar terwujud adanya basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* sebagai salah satu upaya meningkatkan pemeliharaan peralatan sekaligus meningkatkan kualitas layanan laboratorium.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan selama 6 bulan meliputi persiapan alat dan bahan penelitian, menganalisa data apa saja yang diperlukan dalam pembuatan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*, pembuatan dan pengujian *QR-code* meliputi jarak pemindaian, pencahayaan, dan bentuk *QR-code*, ujicoba, evaluasi dan revisi penggunaan *logbook digital*. Penelitian ini menerapkan

model pengembangan *ADDIE* yang meliputi tahapan *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (Hidayat & Nizar, 2021). Tahapan penelitian dengan pengembangan *ADDIE* (HAYAMI, 2019) dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Diagram alir tahapan pengembangan ADDIE

2.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah teknik yang digunakan oleh peneliti untuk memperoleh data dalam suatu penelitian. Pada penelitian ini, data diperoleh melalui beberapa metode sebagai berikut (Malik & Chusni, 2018) :

2.2.1. Wawancara merupakan kegiatan tanya jawab yang dilakukan secara langsung dengan mahasiswa, dosen, serta teknisi laboratorium terkait *logbook* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* yang telah tersedia.

2.2.2. Angket merupakan serangkaian pertanyaan tertulis yang diberikan kepada responden untuk memperoleh jawaban secara tertulis. Angket diberikan kepada responden setelah 2 bulan uji coba *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*. Dalam penelitian ini, responden yang dilibatkan adalah para ahli yang kompeten dalam menilai kelayakan desain, kelengkapan informasi yang disajikan, serta kemudahan akses *logbook digital* melalui pemindaian *QR-code* menggunakan *smartphone*.

2.3. Teknik Analisa Data

Perhitungan statistik deskriptif persentase digunakan untuk analisa data pada penelitian ini.

2.3.1. Kelayakan *Logbook Digital* Penggunaan dan Pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*

Untuk menilai kelayakan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*, angket ini diberikan kepada tim media di FMIPA Unnes yang terdiri dari 5 orang yang terbiasa menyelenggarakan *live streaming youtube* dan penyediaan *open broadcaster software* pada kegiatan seminar baik nasional maupun internasional. Data pertanyaan dalam angket yang akan diuji kelayakannya disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data angket kelayakan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*

No.	Pertanyaan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Desain <i>logbook digital</i>				
2.	Kelengkapan informasi yang disajikan dalam <i>google sheets</i>				
3.	Kemudahan memahami isi <i>logbook digital</i>				
4.	Akurasi informasi yang disajikan dalam <i>logbook digital</i>				
5.	Kemudahan mengakses <i>logbook digital</i> berbasis <i>QR-code</i>				

Transformasi jawaban pada angket uji kelayakan disajikan pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Transformasi jawaban pertanyaan uji kelayakan

Pernyataan	Angka
Tidak menarik, tidak lengkap, tidak mudah, tidak akurat	1
Kurang menarik, kurang lengkap, kurang mudah, kurang akurat	2
Menarik, lengkap, mudah, akurat	3
Sangat menarik, sangat lengkap, sangat mudah, sangat akurat	4

Berdasarkan angket yang telah dikumpulkan, dilakukan analisis untuk menilai tingkat kelayakan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*. Penilaian tersebut dihitung menggunakan persentase perolehan skor dengan rumus berikut (Arikunto, 2014).

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

- P : angka persentase pada penilai
f : frekuensi (jumlah skor yang diperoleh)
N : *Number of Cases* (jumlah skor maksimal)

Persentase data dari instrumen penilaian kelayakan *logbook digital* untuk penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* dikonversikan ke dalam kriteria yang ditampilkan pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Kriteria kelayakan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*

Interval Persentase Skor	Kriteria
$25,00\% < P \leq 44,00\%$	Tidak layak
$44,01\% \leq P \leq 63,00\%$	Cukup layak
$63,01\% \leq P \leq 81,00\%$	Layak
$81,01\% \leq P \leq 100\%$	Sangat layak

2.3.2. Efektivitas *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*

Untuk mengetahui efektivitas *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan *Scanning Electron Microscope*, maka angket dibagikan kepada 40 responden yang terdiri dari 27 mahasiswa dan 10 dosen program studi Fisika, serta 3 teknisi laboratorium Fisika. Ditentukan 27 mahasiswa karena berada dalam 1 kelas dengan program studi Fisika, 10 dosen merupakan dosen yang sering menganalisa sampel uji menggunakan alat *Scanning Electron Microscope*, sedangkan 3 orang teknisi merupakan jumlah teknisi yang tersedia di laboratorium Fisika dan jumlah tersebut tidak terhitung dengan teknisi sebagai operator alat *Scanning Electron Microscope*.

Data pertanyaan angket untuk uji efektivitas disajikan pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Data angket efektivitas *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*

No.	Pertanyaan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Kemudahan pengecekan riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i>				
2.	Kemudahan memahami daftar tabel yang tertera pada <i>google sheets</i>				
3.	Efisiensi waktu yang digunakan dalam pengisian <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i>				
4.	Kemudahan menganalisa kebutuhan perbaikan alat dengan adanya <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i>				
5.	Tercapainya tujuan utama yaitu adanya basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat kategori 3 di Laboratorium Fisika FMIPA Unnes				

Transformasi jawaban pertanyaan untuk angket uji efektivitas, disajikan pada tabel 5 berikut :

Tabel 5. Transformasi jawaban pertanyaan uji efektivitas

Pernyataan	Angka
Tidak mudah dalam pengecekan riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Tidak mudah memahami daftar tabel yang tertera pada <i>google sheets</i> Tidak efisien waktu yang digunakan dalam pengisian <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Tidak mudah menganalisa kebutuhan perbaikan alat dengan adanya <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Tidak tercapai tujuan utama yaitu adanya basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat kategori 3 di Laboratorium Fisika FMIPA Unnes	1
Kurang mudah dalam pengecekan riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Kurang mudah memahami daftar tabel yang tertera pada <i>google sheets</i> Kurang efisien waktu yang digunakan dalam pengisian <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Kurang mudah menganalisa kebutuhan perbaikan alat dengan adanya <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Kurang tercapai tujuan utama yaitu adanya basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat kategori 3 di Laboratorium Fisika FMIPA Unnes	2
Mudah dalam pengecekan riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Mudah memahami daftar tabel yang tertera pada <i>google sheets</i> Efisien waktu yang digunakan dalam pengisian <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Mudah menganalisa kebutuhan perbaikan alat dengan adanya <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Tercapai tujuan utama yaitu adanya basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat kategori 3 di Laboratorium Fisika FMIPA Unnes	3
Sangat mudah dalam pengecekan riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Sangat mudah memahami daftar tabel yang tertera pada <i>google sheets</i> Sangat efisien waktu yang digunakan dalam pengisian <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Sangat mudah menganalisa kebutuhan perbaikan alat dengan adanya <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i> Sangat tercapai tujuan utama yaitu adanya basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat kategori 3 di Laboratorium Fisika FMIPA Unnes	4

Persentase penilaian diklasifikasikan menjadi empat kategori. Penentuan kriteria penerapan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung persentase tertinggi dan terendah menggunakan rumus (Arikunto, 2014) :

$$\text{Persentase tertinggi} = \frac{\text{skor tertinggi}}{\text{skor tertinggi}} \times 100 \% = \frac{20}{20} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Persentase terendah} = \frac{\text{skor terendah}}{\text{skor tertinggi}} \times 100 \% = \frac{5}{20} \times 100\% = 25\%$$

Sehingga rumus untuk menentukan interval dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Interval kelas} = \frac{\% \text{ tertinggi} - \% \text{ terendah}}{\text{Kelas yang dikehendaki}} \times 100 \% = \frac{100 \% - 25 \%}{4} \times 100 \% = 18,75 \%$$

$$\text{Tingkat Efektivitas} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Sehingga akan diperoleh kriteria seperti pada tabel 6. berikut:

Tabel 6. Kriteria efektivitas *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*

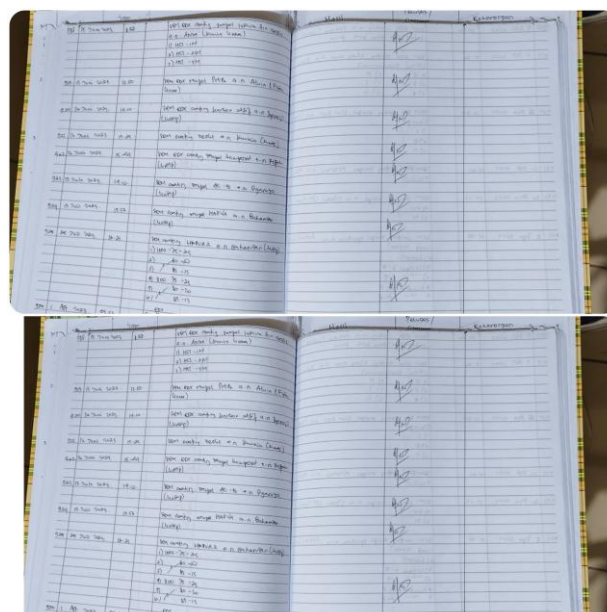
Interval Persentase Skor	Kriteria
25,00% < x ≤ 43,75%	Tidak efektif
43,75% < x ≤ 62,50%	Cukup efektif
62,50% < x ≤ 81,25%	Efektif
81,25% < x ≤ 100%	Sangat efektif

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tahap *Analysis*

Pada tahapan ini peneliti melakukan wawancara pada 40 orang responden program studi Fisika. Pertanyaan yang diajukan kepada responden adalah mengenai apakah mereka mengerti tentang alat *Scanning Electron Microscope*, apakah pernah menganalisa sampel uji menggunakan alat tersebut, pernahkah menemui kendala pengujian dikarenakan alat tersebut dalam proses perbaikan, dan perlukah dibuat *logbook digital* mengenai penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* untuk mengetahui frekuensi penggunaan dan riwayat perbaikan alat. Dari hasil wawancara diperoleh bahwa 33 responden mendukung disediakan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan *Scanning Electron Microscope*.

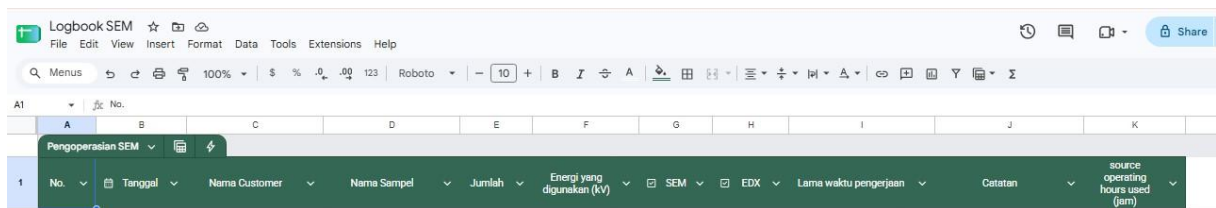
Selama ini *logbook* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* dibuat secara manual. Kendala *logbook* manual adalah kesulitan mencari informasi terkait penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* di waktu yang telah lalu karena harus membuka lembar demi lembar secara teliti sehingga dibutuhkan *logbook digital* yang lebih mudah diakses bagi pengguna untuk memonitor penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* sehingga apabila terjadi kerusakan dapat diruntut permasalahannya dan bisa secepat mungkin menemukan solusi perbaikan. *Logbook* manual dapat dilihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. *Logbook* manual pengoperasian *Scanning Electron Microscope*

3.2. Tahap Design

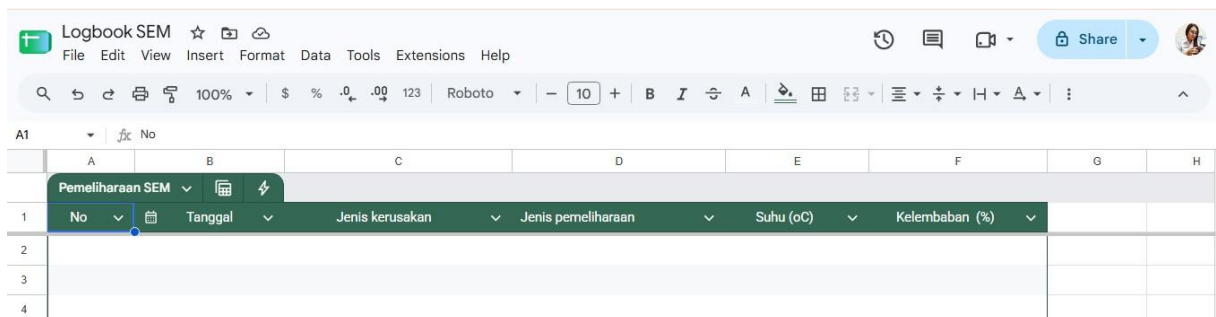
Pada tahap ini peneliti membuat *google sheets* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* sebagai desain *logbook*. Pada tahap awal pembuatan desain *google sheets* penggunaan alat *Scanning Electron Microscope* memuat kolom nomor, tanggal penggunaan alat, nama customer, nama sampel uji, jumlah sampel uji, energi yang digunakan pada alat *Scanning Electron Microscope*, jenis pengujian berupa *scanning* saja atau dengan *energy dispersive X-Ray spectroscopy*, lama waktu pengerjaan dan catatan pengerjaan. Tim ahli media memberikan revisi untuk menambahkan kolom pada *google sheets* yaitu indikator bahwa alat *Scanning Electron Microscope* masih dapat berjalan dengan baik. Peneliti menambahkan *source electron hours* sebagai indikator sumber elektron yang memiliki jangka waktu tertentu yang menandakan peralatan masih bisa digunakan. Desain *google sheets* penggunaan alat *Scanning Electron Microscope* dapat dilihat pada gambar 3 berikut :



No.	Tanggal	Nama Customer	Nama Sampel	Jumlah	Energi yang digunakan (kV)	SEM	EDX	Lama waktu pengerjaan	Catatan	source operating hours used (jam)

Gambar 3. *Google sheets* penggunaan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Sedangkan *google sheets* pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*, pada tahap awal memuat kolom nomor, tanggal penggunaan alat, jenis kerusakan dan jenis pemeliharaan. Pada tahap revisi ditambahkan kolom suhu dan kelembaban ruang sebagai syarat mutlak ruang penyimpanan alat *Scanning Electron Microscope*. Desain *google sheets* pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* dapat dilihat pada gambar 4 berikut :



No.	Tanggal	Jenis kerusakan	Jenis pemeliharaan	Suhu (oC)	Kelembaban (%)

Gambar 4. *Google sheets* pemeliharaan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

3.3. Tahap Development

Pada tahap ini, peneliti mengembangkan *google sheets* yang telah dibuat ke dalam kode matriks yang disebut *Quick Response (QR)-code* melalui aplikasi <https://app.bitly.com>. Tautan *logbook* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* adalah <https://bit.ly/PenggunaanPemeliharaanSEM>. *QR-code logbook* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* dapat dilihat pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. *QR-code logbook* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*

3.4. Tahap Implementation

Penyajian *Quick Response (QR)-code logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* dirancang dalam bentuk *banner* meja berbahan akrilik yang akan diletakkan di meja kerja ruang alat, sehingga mudah diakses oleh operator alat *Scanning Electron Microscope*, teknisi laboratorium Fisika maupun dosen Fisika pengguna *Scanning Electron Microscope*. Operator alat dapat mengakses penuh baik melihat maupun sebagai editor, sedangkan dosen, mahasiswa dan teknisi lain diluar operator hanya memiliki hak akses sebagai pelihat saja untuk mengetahui frekuensi penggunaan dan pemeliharaan alat tersebut. Basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* akan tersimpan pada *google drive* operator Implementasi logbook digital dapat dilihat pada tabel 7 berikut :

Tabel 7. Implementasi logbook digital penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*

Kode QR-code



Tampilan Googlesheets

Penggunaan *Scanning Electron Microscope*

Logbook SEM										
Penggunaan SEM										
No	Tanggal	Nama Customer	Nama Sampel	Jumlah	Energ yang digunakan (kV)	SEM	EDX	Lama waktu pengujian	Catatan	status operating hours (last Sem)
1	7/13/2026	Almad ziyen	ZnFe2O4	1	15	☒	☒	15:15 - 15:45	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1136
2	7/14/2026	Rena Wulandari	komposit	2	10	☒	☒	09:45 - 10:43	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1137
3	7/14/2026	Shinta Putri A.	karbon	1	15	☒	☒	10:47 - 11:06	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1139
4	7/15/2026	Shinta Putri A.	karbon	5	15	☒	☒	09:11 - 12:10	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1142
5	7/28/2026	Budi Asuti	ZnO	6	15	☒	☒	10:27 - 16:12	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1148
6	7/29/2026	Rachid Maulida	Ni dan MnO2	2	15	☒	☒	11:30 - 12:32	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1149
7	7/29/2026	Haydar Ruffa	chitosan	2	15	☒	☒	14:03 - 15:00	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1151
8	7/29/2026	Thang Rifanah	pati ZnO	3	15	☒	☒	15:03 - 16:19	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1153
9	7/31/2026	Karya ES	pasir	4	15	☒	☒	14:25 - 16:15	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1155
10	8/3/2026	Juliana Ika A.	MnZnFe2O4	3	15	☒	☒	08:58 - 09:43	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1157
11	8/4/2026	Endah Kiani R.	uang kertas	2	15	☒	☒	09:41 - 10:33	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1158
12	8/4/2026	L. Mahesha	keran	5	15	☒	☒	10:37 - 16:02	di coating dengan arus 20 mA, waktu 90 detik	1163

Pemeliharaan *Scanning Electron Microscope*

Logbook SEM

File Edit View Insert Format Data Tools Extensions Help

100%

123 Default...

10

B

1

17

Pemeliharaan SEM											
No	Tanggal	Jenis kerusakan	Jenis pemeliharaan	Suhu (oC)	Kelembaban (%)						
1	9/14/2026	akumulator UPS, listrik mati, ups tidak dapat bertahan, ups ikut mati setelah 5 menit	Perlu pembelian Aki dengan spesifikasi merk Rocket ES 45-12 (12V45AH)	18,5	40						
2	9/22/2026	akumulator UPS, listrik mati, ups tidak dapat bertahan, ups ikut mati setelah 5 menit	Perlu pembelian Aki dengan spesifikasi merk Rocket ES 45-12 (12V45AH)	19,7	38						
3	9/28/2026	akumulator UPS, listrik mati, ups tidak dapat bertahan, ups ikut mati setelah 5 menit	Perlu pembelian Aki dengan spesifikasi merk Rocket ES 45-12 (12V45AH)	18,2	39						
4	9/28/2026	life time electron source CeB6 habis dengan source operating hours used 1234 jam, life time CeB6 berada pada kisaran 1000 - 1500 jam	perlu pembelian source electron CeB6	19,3	37						
5	9/30/2026	SEM dapat kembali beroperasi setelah waking up 10 jam	Waking up 10 jam untuk mengoptimalkan vakum mesin	18,8	38						
6	9/30/2026	EDX tidak dapat digunakan karena suhu pada EDX mencapai 251K	perlu menurunkan suhu ruang di ruang pengujian	20,7	37						
8											
9											

Pengeoperasian

Pemeliharaan

3.5. Tahap Evaluation

3.5.1. Kelayakan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan *Scanning Electron Microscope*

Hasil uji kelayakan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*, dapat dilihat pada tabel 8 berikut :

Tabel 8. Data angket kelayakan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan *Scanning Electron Microscope*

No	Aspek Penilaian	Jumlah skor	Persentase skor
1.	Desain <i>logbook digital</i>	15	75
2.	Kelengkapan informasi yang disajikan dalam <i>google sheets</i>	16	80
3.	Kemudahan memahami isi <i>logbook digital</i>	16	80
4.	Akurasi informasi yang disajikan dalam <i>logbook digital</i>	16	80
5.	Kemudahan mengakses <i>logbook digital</i> berbasis <i>QR-code</i>	17	85
Rata-rata skor			80

Dari data angket tersebut dapat dilihat bahwa persentase skor rata-rata yang diperoleh dari hasil evaluasi uji kelayakan oleh 5 ahli adalah 80% yang meliputi desain *logbook digital* 75%, kelengkapan informasi yang disajikan dalam *google sheets* 80 %, kemudahan memahami isi *logbook digital* 80%, akurasi informasi yang disajikan dalam *logbook digital* 80% dan kemudahan mengakses *logbook digital* berbasis *QR-code* 85%.

Sesuai tabel 3 yang memuat kriteria kelayakan, *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan *Scanning Electron Microscope*, dapat dikategorikan bahwa *logbook digital* tersebut layak.

3.5.2. Efektivitas *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan *Scanning Electron Microscope*

Quick Response (QR)-code yang memuat *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan *Scanning Electron Microscope* dibagikan kepada 40 orang responden dari program studi Fisika.

Hasil uji efektivitas *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan *Scanning Electron Microscope* dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji efektivitas *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan *Scanning Electron Microscope*

No	Aspek Penilaian	Jumlah skor	Persentase skor
1.	Kemudahan pengecekan basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i>	128	80
2.	Kemudahan memahami daftar tabel yang tertera pada <i>google sheets</i>	138	86.25
3.	Efisiensi waktu yang digunakan dalam pengisian <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i>	134	83.75
4.	Kemudahan menganalisa kebutuhan perbaikan alat dengan adanya <i>logbook digital</i> penggunaan dan pemeliharaan alat <i>Scanning Electron Microscope</i>	140	87.5
5.	Tercapainya tujuan utama yaitu adanya basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat kategori 3 di Laboratorium Fisika FMIPA Unnes	144	90
Rata-rata skor			85.5

Dari tabel 9 tersebut diketahui bahwa persentase skor rata-rata yang diperoleh dari hasil uji efektivitas adalah 85,5% yang meliputi kemudahan pengecekan basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* 80%, kemudahan memahami daftar tabel yang tertera pada *google sheets* 86,25%, efisiensi waktu yang digunakan dalam pengisian *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* 83,75%, kemudahan menganalisa kebutuhan perbaikan alat dengan adanya *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* 87,5% dan tercapainya tujuan utama yaitu adanya basis data Riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat kategori 3 di Laboratorium Fisika FMIPA Unnes 90%.

Menurut tabel 6 yang memuat kriteria efektivitas *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*, menyatakan bahwa *logbook digital* tersebut sangat efektif digunakan untuk memonitor penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa tingkat kelayakan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* mencapai 80% dan dapat dikatakan layak dilihat dari segi desain, kelengkapan, akurasi dan kemudahan memahami informasi yang disajikan serta kemudahan mengakses *logbook digital* tersebut.

Selain itu, bahwa dengan adanya *logbook digital* tersebut sangat efektif digunakan untuk memonitor penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* dengan tingkat efektivitas 85,5%.

Secara umum, penelitian yang dilakukan dengan mengembangkan *logbook digital* penggunaan dan pemeliharaan alat *Scanning Electron Microscope* dapat menghasilkan basis data riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat kategori 3 di Laboratorium Fisika FMIPA Unnes.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, W. W., & Supriyono, H. (2020). Sistem Penampilan Informasi Koleksi Tanaman Berbasis QR-Code. *Jurnal Emitor*, 20, 7–12.
- Arikunto, S. (2014). *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik / Suharsimi Arikunto* (14 ed.). Rineka Cipta.
- Asfariza, A., Fitriadi, R., & Setiawan, P. (2022). PERANCANGAN SISTEM DIGITAL LOG BOOK UNTUK PENGGUNAAN DAN PERAWATAN PERALATAN LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK BERBASIS WEBSITE. *Symposium Nasional RAPI XXI*, 11–17.
- Cahyana, A., & Marzuki, A. (2014). *ANALISA SEM (Scanning Electron Microscope)... 23 ANALISA SEM (Scanning Electron Microscope) PADA KACA TZN YANG DIKRISTALKAN SEBAGIAN*.
- Irawan, J. D., & Adriantantri, E. (2018). PEMANFAATAN QR-CODE SEGABAI MEDIA PROMOSI TOKO. Dalam *Jurnal MNEMONIC* (Vol. 1, Nomor 2).
- Fatchiyah, & Tim PAK PLP Universitas Brawijaya. (2016). *Kebijakan Pemerintah tentang Laboratorium Pendidikan dan Jabatan Fungsional PLP*.
- HAYAMI, R. (2019). Rancang Bangun Aplikasi Katalog Online Dan Sistem Pemesanan Produk. *Jurnal Fasikom*, 9(2), 440–447. <https://doi.org/10.37859/jf.v9i2.1419>
- Hidayat, F., & Nizar, M. (2021). Model Addie (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam (JIPAI)*, 1(1), 28–38. <https://doi.org/10.15575/jipai.v1i1.11042>
- Ibrahim. (2016). SISTEM LOGBOOK ONLINE PT. XL AXIATA BANJARMASIN. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik "Technologia,"* 7, 96–102.
- Jaya, D. K., Susilowati, L. E., & Akhdiyat, H. R. (2023). SISTEM INFORMASI QUICK RESPONSE CODE (QR CODE) SEDERHANA UNTUK MENGOPTIMALKAN INVENTARISASI PEMINJAMAN DAN PENGGUNAAN ALAT-ALAT LABORATORIUM DI JURUSAN ILMU TANAH, UNIVERSITAS MATARAM. *Jurnal Abdi Insani*, 10(2), 771–783. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v10i2.951>

- Kristiyanto, D., & Widhyaestoeti, D. (2020). SISTEM INFORMASI INVENTARIS PERALATAN LABORATORIUM BERBASIS WEB MENGGUNAKAN TEKNIK LABELLING QR CODE DI PT ITEC SOLUTION INDONESIA. Dalam *Dewi Primasari Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan* (Vol. 7, Nomor 1).
- Malik, A., & Chusni, M. (2018). *Statistika Pendidikan Teori dan Aplikasi*. (CV Budi Utama), 466.
- Nugroho, H., Darmawan, A., & Sufyan, A. (2017). *PERANCANGAN SISTEM INFORMASI ELEKTRONIK LOG BOOK PENANGKAPAN IKAN BERBASIS WEB DESIGN OF INFORMATION SYSTEM FOR ELECTRONIC FISHING LOG BOOK WEB-BASED*. www.p3tkp-elogbook.net.
- Prodi Fisika FMIPA UNJ. (2022). *Penggunaan dan Analisis Scanning Electron Microscopy (SEM) dan Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)*.
- Raharjo, & Harjanto, S. (2017). Penanganan Alat Dan Bahan Yang Baik Dalam Rangka Menunjang Kegiatan Di Laboratorium Kimia. *METANA*, 13, 58–60.
- Rouillard, J. (2008). Contextual QR codes. *Proc. - The 3rd Int. Multi-Conf. Computing in the Global Information Technology, ICCGI 2008 in Conjunction with ComP2P 2008: The 1st Int. Workshop on Computational P2P Networks: Theory and Practice*, 50–55. <https://doi.org/10.1109/ICCGI.2008.25>
- Sepriadi, S., & Akhriani, D. (2022). Pemanfaatan Logbook QR Code Berbasis Google Form Terhadap Kepuasan Penggunaan Laboratorium Pendidikan. *Integrated Lab Journal*, 10(02).
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, & Dimiyati, A. (2015). STUDI SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM) UNTUK KARAKTERISASI PROSES OXIDASI PADUAN ZIRKONIUM. Dalam *Jurnal Forum Nuklir (JFN)* (Vol. 9, Nomor 2).
- Tumanan, K. Y., & Aksan, A. A. (2023). *DIGITALISASI LOGBOOK PENGGUNAAN ALAT PADA LABORATORIUM PENGUJIAN MINERAL DAN LINGKUNGAN*.
- Wangsa, & Prastyo. (2019). Implementasi Quick Response (QR) Code Pada Dokumen Instruksi Kerja Alat Laboratorium Kimia. Dalam *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan* (Vol. 1, Nomor 2).
- Wulandarii, R. A., & Ardiyanto, A. (2021). DIGITALISASI DOKUMEN INSTRUKSI KERJA ALAT DENGAN MENGGUNAKAN QUICK RESPONSE (QR) CODE PADA ALAT LABORATORIUM JURUSAN ANALIS KESEHATAN DAN JURUSAN KEBIDANAN POLTEKKES KEMENKES MATARAM. *JURNAL Midwifery Update (MU)*, 45–53. <http://jurnalmu.poltekkes-mataram.ac.id/index.php/jurnalmu>

Halaman ini dikosongkan