OPEN ACCESS

OPTIMASI PEMERIKSAAN ALAT PEMADAM API RINGAN (APAR) BERBASIS DIGITAL DENGAN *I-REPORTER*

Suryani[1], Noveria Dewi Eka Paradita[2], Fatahilah Nurjati[3]
[1, 2, 3] Safety Section, PT Hitachi Construction Machinery Indonesia, Kab. Bekasi, Indonesia

Email: suryani.ty@hitachi-kenki.com[1], p.noveria.de@hitachi-kenki.com[2], n.fatahilah.jt@hitachi-kenki.com[3]

ABSTRAK

Transformasi digital dalam sistem inspeksi telah terbukti meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam pengelolaan keselamatan kerja. Digitalisasi pemeriksaan APAR melalui aplikasi berbasis teknologi menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi dalam pemantauan kondisi APAR. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem digital inspeksi berbasis *i-Reporter* pada pemeriksaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR), serta merekomendasikan penerapannya pada jenis inspeksi keselamatan lainnya seperti *hydrant*, sistem alarm kebakaran, *emergency light*, dan panel listrik. Hasil implementasi menunjukkan penurunan jumlah ketidaksesuaian sebesar 79,5%, berdasarkan uji *chi-square* dengan nilai p = 0,043 (< 0,05), yang menunjukkan perbedaan signifikan antara metode konvensional dan digital. Efisiensi waktu juga terbukti signifikan melalui uji *t* dengan nilai p = 0,000 (< 0,05), di mana rata-rata waktu pemeriksaan menurun dari 9,8 menit menjadi 2 menit (efisiensi 79,6%). Selain itu, analisis biaya secara deskriptif menunjukkan penghematan sebesar Rp 850.250 atau 91,4% lebih hemat dengan metode digital dibandingkan metode manual. Penggunaan satu *platform* digital yang terintegrasi dinilai mampu meningkatkan konsistensi pelaporan, cakupan pemantauan peralatan secara *real-time*, dan mempercepat tindak lanjut atas temuan di lapangan. Pendekatan ini memperkuat pengendalian risiko dan mendukung terciptanya budaya kerja yang lebih proaktif dan adaptif terhadap potensi bahaya.

Kata kunci: Pemeriksaan APAR, Digitalisasi, *I-Reporter*, Keselamatan Kebakaran.

ABSTRACT

Digital transformation in inspection systems has proven to significantly enhance effectiveness and efficiency in occupational safety management. Digitalizing Fire Extinguishers inspections through technology-based applications offers a solution to enhance efficiency, accuracy, and transparency in monitoring Fire Extinguishers conditions. This study aims to evaluate the effectiveness of the i-Reporter-based digital inspection system for Fire Extinguishers (APAR) and to recommend its application for other safety equipment inspections, such as hydrants, fire alarm system, emergency light, and electrical panels. The implementation results showed a 79.5% reduction in nonconformities, supported by a chi-square test with a p-value of 0.043 (< 0.05), indicating a significant difference between the conventional and digital methods. Time efficiency was also statistically significant, with a t-test yielding a p-value of 0.000 (< 0.05); the average inspection time was reduced from 9.8 minutes to 2 minutes (79.6% improvement). Additionally, descriptive cost analysis revealed savings of IDR 850,250 or 91.4% with the digital method compared to the manual approach. The use of a single

integrated digital platform is considered effective in improving reporting consistency, expanding real-time equipment monitoring, and accelerating follow-up actions for field findings. This approach also strengthens risk control and fosters a more proactive and adaptive safety culture.

Keywords: *Fire Extinguisher Inspection, Digitalization, I-Reporter, Fire Safety.*

PENDAHULUAN

Dalam era transformasi digital, teknologi informasi telah memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi berbagai sistem manajemen, termasuk dalam bidang keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Salah satu tantangan utama dalam manajemen K3 adalah proses inspeksi peralatan proteksi kebakaran, khususnya Alat Pemadam Api Ringan (APAR). Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.04/MEN/1980 tentang Syarat-Syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan, APAR merupakan alat yang ringan serta mudah digunakan oleh satu orang untuk memadamkan api saat awal mula terjadi kebakaran. Pemanfaatan APAR menjadi salah satu langkah preventif dan responsif untuk mencegah meluasnya kebakaran yang dapat menyebabkan kerugian materi maupun korban jiwa (Maria et al, 2022).

Pemeriksaan APAR wajib dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan atau kerusakan pada APAR. Kewajiban pemeriksaan dan pemeliharaan APAR di Indonesia diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor PER.04/MEN/1980, yang mewajibkan bahwa setiap APAR harus diperiksa 2 kali dalam setahun secara berkala. Dalam standar internasional *National Fire Protection Association* (NFPA) 10 – 2022 *Edition* menyebutkan bahwa pemeriksaan APAR harus dilakukan setidaknya 1 kali setiap bulan. Pemeriksaan tersebut wajib dilakukan, baik secara manual maupun melalui sistem pemantauan elektronik, dalam jangka waktu pemeriksaan maksimum 31 hari (NFPA, 2022).

Hingga saat ini, pemeriksaan APAR masih banyak dilakukan secara manual menggunakan formulir kertas. Proses inspeksi yang masih mengandalkan metode manual melalui formulir kertas (*checklist*), rentan terhadap kesalahan pencatatan, keterlambatan dalam pelaporan, serta menyulitkan pelacakan data historis inspeksi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi et al (2025) terkait Inovasi Pembuatan Sistem Inspeksi APAR Berbasis *Website* di PT. Semen Indonesia Logistik yang menunjukkan bahwa proses inspeksi APAR yang dilakukan secara manual memiliki sejumlah kendala, antara lain tidak konsistennya pelaksanaan inspeksi sesuai jadwal, kesulitan dalam menelusuri data hasil inspeksi, serta lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyusun laporan. Keterbatasan ini dapat menghambat efektivitas pemantauan kondisi APAR di lapangan. APAR yang tidak diperiksa tepat waktu dapat menimbulkan risiko terhadap keselamatan pekerja maupun aset perusahaan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Sofian et al (2023) mengenai Perangkat Lunak Inspeksi APAR Berbasis *Website* menunjukkan hal yang serupa. Inspeksi yang dilakukan secara manual menggunakan formulir kertas *checklist* sering menghasilkan data yang kurang akurat, karena petugas tidak melakukan pemeriksaan sesuai dengan lokasi penempatan masing-masing unit APAR. Selain itu, pencatatan bulanan yang direkap dalam periode tahunan mengalami kendala dalam pengumpulan akibat menumpuknya formulir kertas, sehingga dokumentasi hasil inspeksi tidak tersimpan secara sistematis. Beberapa temuan ini menunjukkan bahwa sistem inspeksi konvensional kurang efektif dalam memastikan

keandalan APAR secara konsisten. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem inspeksi berbasis teknologi digital untuk meningkatkan konsistensi dan efisiensi dalam pelaksanaan inspeksi.

Aplikasi *i-Reporter* merupakan salah satu inovasi digital yang dirancang untuk mendukung proses inspeksi secara *real-time*, *paperless*, dan terintegrasi. Aplikasi ini memungkinkan pencatatan langsung melalui perangkat *mobile*, penyimpanan otomatis ke server pusat, serta integrasi dengan platform visualisasi data seperti *Micorosoft Power BI*. Beberapa perusahaan manufaktur di Jepang dan Indonesia telah mengadopsi sistem ini dan melaporkan peningkatan signifikan dalam efektivitas pelaporan dan akurasi data inspeksi (Cimtops Corporation, 2025).

Pada penelitian yang serupa terkait digitalisasi pemeriksaan APAR, seperti yang dilakukan oleh Riwayanto & Fasya (2023) mengenai penggunaan sistem *barcode* dalam memudahkan pemantauan pada inspeksi APAR, dinyatakan bahwa penerapan *system* tersebu berhasil meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam *monitoring* APAR. Penelitian serupa lainnya dilakukan oleh Yunita et al (2023) mengenai perancangan *system* aplikasi berbasis android untuk pengecakan APAR melalui E-APAR, yang menunjukkan bahwa penerapan digitalisasi dalam pemeriksaan APAR dinilai membantu memastikan pemeriksaan dilakukan dengan tepat waktu melalui fitur pengingat dan sesuai standar keselamatan. Penelitian Febrianto et al (2018) mengenai perancangan *system* inspeksi APAR dan *Hydrant* berbasis Android menggunakan *Barcode* di PT Petro Jordan Abadi juga menunjukkan hasil positif. Penerapan aplikasi mampu membuat pemeriksaan APAR menjadi lebih efisien sebesar 85% dibanding menggunakan metode manual.

Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah digitalisasi pemeriksaan APAR menggunakan aplikasi khusus berlisensi yaitu i-*Reporter* yang memiliki keandalan *system* dan tingkat keamanan data yang terjamin sehingga meminimalisir potensi kerentanan keamanan. Selain itu, pada penelitian ini dilakukan dipadukan dengan berbagai sistem seperti *Excel Macros, Microsoft Power BI, Robotic Process Automation (RPA), e-mail (Microsoft Outlook)*, dan *website* resmi perusahaan. Hal ini memungkinkan penerapan sistem yang saling terintegrasi, sehingga pemantauan dapat dilakukan secara *real-time* dengan pelaporan pemeriksaan APAR yang otomatis dan transparan.

Meskipun teknologi ini menunjukkan potensi besar, kajian kuantitatif yang membandingkan efektivitas sistem digital terhadap sistem manual dalam konteks inspeksi APAR masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui pendekatan eksperimental kuantitatif, dengan membandingkan tiga indikator utama: jumlah ketidaksesuaian, waktu inspeksi, dan biaya operasional.

Penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa penggunaan sistem digital *i-Reporter* mampu memberikan peningkatan signifikan terhadap efisiensi waktu, akurasi pemeriksaan, dan efektivitas biaya dibandingkan dengan metode manual. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam penerapan sistem inspeksi digital di lingkungan industri yang mengutamakan keselamatan dan efisiensi kerja.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-eksperimental tipe *pre-post without control group*. Desain ini dipilih karena

memungkinkan peneliti untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan sistem digital pada objek yang sama, yaitu unit APAR yang diperiksa menggunakan dua metode berbeda: manual dan digital. Menurut Sugiyono (2019), desain eksperimen komparatif dalam pendekatan kuantitatif bertujuan untuk menguji perbedaan antara dua kondisi atau perlakuan. Namun, karena dalam penelitian ini tidak digunakan kelompok kontrol eksternal dan perlakuan dilakukan pada populasi yang sama di dua waktu berbeda, maka pendekatan ini lebih tepat dikategorikan sebagai *quasi-experimental design*, bukan *true experiment*.

Desain ini dipandang sesuai karena dapat memberikan gambaran perbandingan yang objektif terhadap efektivitas sistem digital inspeksi APAR tanpa mengorbankan validitas internal penelitian, sekaligus mempertimbangkan keterbatasan implementasi dalam lingkungan kerja nyata. Penelitian dilaksanakan di PT Hitachi Construction Machinery Indonesia (PT. HCMI), Cikarang, Jawa Barat, selama 4 bulan, dari April hingga Juli 2024. Data manual diambil dari periode pemeriksaan April 2023 – Maret 2024 (FY2023), sementara sistem digital diterapkan secara penuh pada Juli 2024. Populasi penelitian adalah seluruh unit APAR aktif sebanyak 600 unit (berbagai jenis: *powder*, CO_2, *foam*, dan *clean agent*). Untuk analisa waktu diambil sampel acak sebanyak 30 unit. Data digunakan untuk membandingkan waktu rata-rata pemeriksaan metode manual dan digital.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui empat metode, yaitu observasi langsung, studi dokumentasi, wawancara terstruktur, dan verifikasi lapangan. Observasi langsung dilakukan terhadap proses inspeksi APAR, baik secara manual maupun digital, untuk memperoleh data mengenai durasi pemeriksaan, alur kerja, serta jenis dan jumlah ketidaksesuaian. Studi dokumentasi digunakan untuk mengakses data historis hasil pemeriksaan manual pada tahun sebelumnya sebagai dasar perbandingan. Wawancara terstruktur dilakukan untuk menggali persepsi petugas mengenai kemudahan, efisiensi, dan kendala dalam penggunaan sistem digital. Sementara itu, verifikasi lapangan dilaksanakan untuk mencocokkan data temuan dengan kondisi aktual di lokasi, khususnya pada unit APAR yang tercatat dalam status *Not Good*.

Dalam penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah metode inspeksi, yaitu perbandingan antara metode manual dan metode digital. Sementara itu, variabel terikat terdiri dari tiga indikator utama: pertama, jumlah temuan ketidaksesuaian yang dikategorikan sebagai *Good* atau *Not Good*; kedua, waktu pemeriksaan yang diukur dalam satuan menit per unit APAR; ketiga, biaya tahunan yang dihitung dalam satuan Rupiah berdasarkan total pengeluaran operasional masing-masing metode.

Uji Statistik

Analisis statistik dalam penelitian ini disesuaikan dengan karakteristik data dan tujuan pengujian hipotesis. Terdapat dua jenis uji inferensial yang digunakan:

1) Uji *Chi-Square*

   Digunakan untuk membandingkan distribusi kategori hasil pemeriksaan (*Good* dan *Not Good*) antara metode manual dan digital. Uji ini digunakan karena data bersifat kategorik (nominal). Tingkat signifikansi ditetapkan sebesar $\alpha = 0{,}05$.

2) Uji t Dua Sampel Berpasangan (*Paired Sample t-Test*)

   Digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata waktu pemeriksaan antara metode manual dan digital pada 30 unit APAR yang sama. Sebelumnya dilakukan uji

asumsi normalitas terhadap selisih data waktu. Tingkat signifikansi ditetapkan sebesar $\alpha = 0{,}05$.

3) Analisis Komparatif Biaya

Tidak dilakukan uji statistik terhadap biaya karena data yang tersedia berasal dari satu periode masing-masing metode (tanpa data *time-series*). Oleh karena itu, perbandingan dilakukan dengan meninjau total biaya operasional masing-masing metode.

Pengolahan data dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*. Hasil uji ini akan dijelaskan lebih lanjut pada bagian Hasil dan Pembahasan, termasuk nilai *p-value*, serta keputusan terhadap hipotesis nol (H0).

Alat dan perangkat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup berbagai sarana pendukung inspeksi dan analisis data. Sebanyak 600 unit APAR menjadi objek utama penelitian, yang diperiksa menggunakan dua metode, yaitu formulir *checklist* manual dan perangkat tablet yang telah terinstal aplikasi *i-Reporter* untuk metode digital. Setiap unit APAR juga dilengkapi dengan *QR code* sebagai identitas unik yang terhubung dengan sistem data. Untuk pencatatan durasi inspeksi, digunakan *stopwatch* sebagai alat ukur waktu. Seluruh data hasil inspeksi disimpan dan dikelola melalui *cloud server* yang terintegrasi dengan *database* milik *General Affair Section*. Selain itu, untuk analisis dan visualisasi data, digunakan perangkat lunak Power BI serta sistem otomasi RPA (*Robotic Process Automation*) dalam pengiriman notifikasi dan *monitoring*. Data-data pendukung lainnya juga diperoleh melalui situs web resmi PT. Hitachi Construction Machinery Indonesia sebagai bagian dari infrastruktur digital perusahaan.

Observasi dan pengumpulan data dilakukan di PT. Hitachi Construction Machinery Indonesia (HCMI) berlokasi di Cikarang, Jawa Barat. Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan yaitu dari bulan April hingga bulan Juli 2024, dengan tahapan sebagai berikut:

Tahapan	Uraian	Jangka waktu pelaksanaan
Pengolahan dan penyusunan data awal	Pengolahan serta penyusunan ringkasan data ketidaksesuaian hasil pemeriksaan APAR berdasarkan metode manual pada periode sebelumnya (*Fiscal Year* (FY) 2023: April 2023 – Maret 2024)	3 hari kerja
Verifikasi kesesuaian data	Pengecekan kesesuaian antara data APAR yang tercatat oleh *General Affair Section* sebagai penanggungjawab pengelolaan APAR di PT. HCMI, dengan kondisi aktual di lapangan	5 hari kerja
Pengembangan Sistem Digital	Perancangan formulir digital pemeriksaan APAR menggunakan	10 hari kerja

Tahapan	Uraian	Jangka waktu pelaksanaan
	platform Conmas *i-Reporter*, pembuatan *QR Code*, serta pemasangan *barcode* pada setiap unit APAR	
Pelaksanaan *User Acceptance Test* (UAT)	UAT dilaksanakan pada akhir bulan April hingga Juni 2024 oleh Penanggung Jawab APAR, dengan tetap melakukan pengisian *checklist* pemeriksaan APAR secara manual sebagai pembanding	Minggu terakhir April – Juni 2024 (±2 bulan)
Implementasi Sistem Digital *i-Reporter (Go Live)*	Sistem digital *i-Reporter* pemeriksaan APAR secara resmi mulai diimplementasikan secara penuh pada bulan Juli 2024, bertepatan dengan kegiatan *Batik Day*, yaitu pada hari Jumat di minggu pertama setiap bulan	Mulai Juli 2024 (berkelanjutan)

Tabel 1. Tahapan Penelitian

Hipotesis

1) Ketidaksesuaian
   - H_{01} : Tidak ada hubungan antara jumlah temuan ketidaksesuaian dan jenis sistem yang digunakan (manual atau digital).
   - H_{11} : Terdapat hubungan antara jumlah temuan ketidaksesuaian dan jenis sistem yang digunakan (manual atau digital).
2) Waktu Pemeriksaan
   - H_{02} : Tidak terdapat hubungan signifikan rata-rata waktu pemeriksaan antara sistem manual dan sistem digital.
   - H_{12} : Terdapat perbedaan signifikan rata-rata waktu pemeriksaan antara sistem manual dan sistem digital.
3) Biaya
   - Catatan : Tidak dilakukan uji statistik karena data biaya hanya tersedia dalam satu periode untuk masing-masing metode.
   - Analisis : Dilakukan secara deskriptif komparatif dengan membandingkan total biaya tahunan antara sistem manual dan digital.

Sebagai bagian dari inovasi digital dalam sistem inspeksi APAR, dikembangkan sebuah prototipe sistem inspeksi berbasis aplikasi *Conmas i-Reporter* yang dirancang untuk menggantikan proses manual yang selama ini digunakan. Prototipe ini terintegrasi dengan teknologi *QR Code* sebagai identitas unik tiap unit APAR, serta didukung oleh *Robotic Process Automation* (RPA) untuk mengotomatiskan proses pengiriman

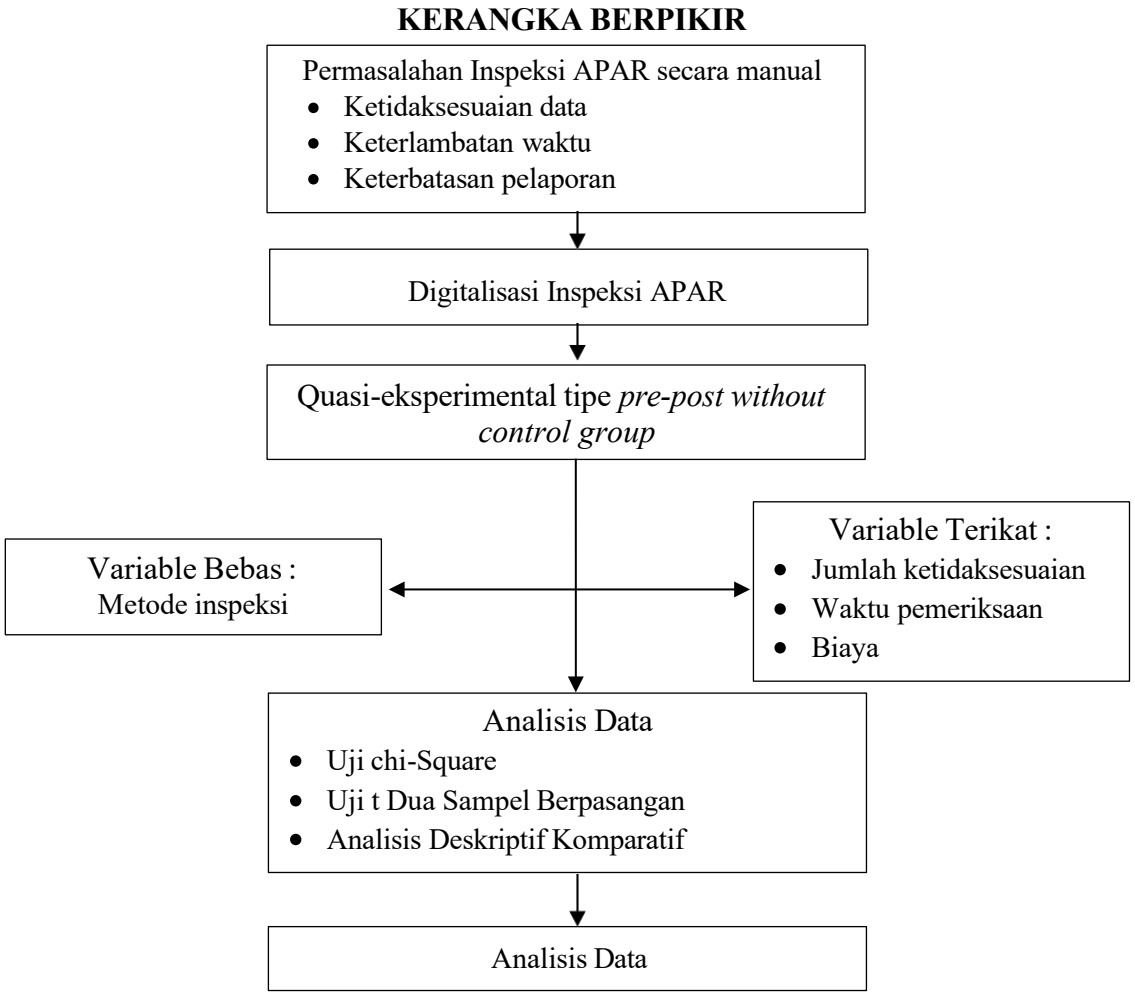
notifikasi hasil inspeksi dan pengingat periodik, serta *Microsoft Power BI* untuk visualisasi data secara interaktif dan *real-time*. Fitur utama prototipe ini mencakup: formulir digital inspeksi APAR yang dirancang secara khusus di *platform i-Reporter* dan diakses melalui perangkat *tablet*. Pembuatan dan pelabelan QR Code otomatis menggunakan *Excel Macro* yang memudahkan pelacakan dan pencatatan setiap unit APAR. Pengolahan dan penyimpanan data secara *real-time* melalui *cloud server* yang terhubung langsung ke *database*.

Dalam implementasinya, petugas inspeksi cukup memindai *QR Code* pada unit APAR menggunakan *tablet* untuk membuka formulir digital, lalu mengisi hasil pemeriksaan sesuai kondisi aktual di lapangan. Seluruh data yang diinput langsung tersimpan dan terintegrasi secara otomatis ke sistem pusat. Proses ini tidak hanya mempercepat alur kerja dan mengurangi risiko kesalahan pencatatan, tetapi juga meningkatkan efisiensi, akurasi, serta transparansi dalam pelaporan dan pemantauan kondisi APAR secara berkala.

Kerangka Berpikir Penelitian

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur logis dari proses identifikasi masalah hingga pengujian efektivitas sistem digital inspeksi APAR. Permasalahan yang diangkat berfokus pada keterbatasan metode inspeksi manual, seperti keterlambatan waktu, ketidaksesuaian data, dan kurang optimalnya pelaporan. Untuk menjawab permasalahan tersebut, dikembangkan solusi digitalisasi inspeksi menggunakan aplikasi *i-Reporter* yang terintegrasi dengan teknologi *QR Code, cloud server*, dan automasi sistem *monitoring*.

Untuk mengetahui dampak dari inovasi tersebut, dilakukan perbandingan antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan sistem digital menggunakan desain penelitian quasi-eksperimental tipe *pre-post without control group*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah metode inspeksi (manual dan digital), sedangkan variabel terikat terdiri dari tiga aspek utama, yaitu jumlah ketidaksesuaian, waktu pemeriksaan, dan biaya tahunan. Hubungan antar variabel dan tahapan penelitian ini divisualisasikan dalam bagan kerangka pemikiran berikut:



Gambar 1. Kerangka Berpikir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini diperoleh melalui analisis data pemeriksaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebelum dan sesudah implementasi sistem digital berbasis *i-Reporter*. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas digitalisasi dalam meningkatkan kualitas, efisiensi, dan akurasi proses pemeriksaan APAR yang sebelumnya dilakukan secara manual. Pembahasan difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu jumlah ketidaksesuaian hasil pemeriksaan, durasi atau waktu pelaksanaan pemeriksaan, serta efisiensi biaya operasional tahunan. Untuk memperoleh hasil yang objektif dan dapat diuji secara ilmiah, penelitian ini menggunakan pendekatan statistik inferensial dan analisis deskriptif kuantitatif. Pengujian dilakukan terhadap data yang telah dikumpulkan dengan menggunakan uji *chi-square* untuk variabel kategorik (jumlah ketidaksesuaian), serta uji *paired t-test* untuk variabel numerik (durasi pemeriksaan). Sementara itu, efisiensi biaya dibandingkan secara deskriptif karena keterbatasan data periodik. Hasil-hasil ini digunakan untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya dan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai dampak penerapan sistem digital terhadap sistem inspeksi APAR.

3.1. Analisis berdasarkan Hipotesis

Untuk menjawab rumusan masalah dan menguji hipotesis yang telah ditetapkan, dilakukan analisis terhadap tiga indikator utama, yaitu jumlah ketidaksesuaian hasil pemeriksaan, waktu pelaksanaan pemeriksaan, dan efisiensi biaya tahunan antara sistem manual dan sistem digital. Setiap indikator dianalisis menggunakan metode statistik yang relevan agar dapat memberikan bukti empiris mengenai sejauh mana digitalisasi mampu memberikan perbaikan terhadap sistem pemeriksaan yang ada. Rincian hasil analisis untuk masing-masing indikator dijelaskan sebagai berikut:

Jumlah Ketidaksesuaian Pemeriksaan APAR

Ketidaksesuaian dalam pemeriksaan APAR menjadi salah satu indikator penting dalam menilai efektivitas sistem pemeriksaan. Ketidaksesuaian ini mencakup tiga kategori utama, yaitu: APAR yang tidak diperiksa secara berkala, APAR yang mengalami kerusakan atau tidak siap digunakan, dan APAR yang penempatannya tidak sesuai dengan ketentuan. Pemeriksaan dilakukan terhadap total 600 unit APAR, baik sebelum maupun sesudah penerapan sistem digital. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setelah digitalisasi diterapkan, terjadi penurunan signifikan dalam jumlah ketidaksesuaian. Untuk mengetahui apakah perbedaan ini bersifat signifikan secara statistik, dilakukan uji *chi-square* pada data yang diperoleh. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 2 berikut:

Jenis Ketidaksesuaian	Sebelum	Sesudah	Total	*Expected* Sebelum	*Expected* Sesudah
APAR tidak diperiksa berkala	13	0	13	10,79	2,21
APAR rusak dan tidak siap digunakan	12	6	18	14,94	3,06
Penempatan APAR tidak sesuai	14	2	16	13,28	2,72
Total	**39**	**8**	**47**		
p-value			**0,043**		

Tabel 2. Hasil Uji *Chi-Square* Ketidaksesuaian APAR

Berdasarkan hasil uji *chi-square*, diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,043, yang lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara jumlah temuan ketidaksesuaian pemeriksaan APAR sebelum dan sesudah penerapan sistem digitalisasi menggunakan *i-Reporter*. Dengan demikian, hipotesis nol (H_{01}) ditolak dan hipotesis alternatif (H_{11}) diterima. Secara praktis, hasil ini mengindikasikan bahwa digitalisasi berkontribusi nyata terhadap penurunan ketidaksesuaian, yang sebelumnya lebih sering terjadi pada sistem manual. Penurunan jumlah ketidaksesuaian ini menunjukkan adanya peningkatan dalam aspek kepatuhan terhadap prosedur pemeriksaan yang lebih sistematis, kesiapan alat lebih terjaga, dan kemampuan mendeteksi kondisi APAR yang tidak sesuai (NG) dapat dilakukan secara cepat melalui sistem *monitoring* digital setelah implementasi sistem digital diterapkan. Dengan demikian, digitalisasi terbukti menjadi salah satu strategi

yang efektif dalam meningkatkan kualitas inspeksi keselamatan kerja secara menyeluruh dan konsisten.

Waktu Pemeriksaan

Waktu pemeriksaan merupakan indikator penting dalam menilai efisiensi operasional suatu metode inspeksi, khususnya dalam konteks keselamatan kerja yang menuntut ketepatan dan ketepatan waktu. Pada penelitian ini, dilakukan perbandingan antara metode manual dan metode digital dalam melakukan pemeriksaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR), dengan menggunakan pendekatan uji *t* dua sampel berpasangan (*paired t-test*) terhadap 30 unit sampel yang sama. Rata-rata waktu pemeriksaan dengan metode manual tercatat sebesar 10,03 menit, sementara pada metode digital hanya sebesar 2,01 menit. Selisih ini mengindikasikan adanya penghematan waktu lebih dari 80%, yang sangat signifikan dalam konteks efisiensi sumber daya manusia dan waktu operasional. Hasil rekapitulasi statistik deskriptif dari kedua metode pemeriksaan disajikan pada Tabel 2.

Untuk memastikan apakah perbedaan waktu ini benar-benar signifikan secara statistik dan bukan terjadi secara kebetulan, dilakukan uji *paired t-test*. Uji ini digunakan karena sampel berasal dari objek yang sama (berpasangan), yaitu unit APAR yang diperiksa dalam dua kondisi berbeda. Hasil uji menunjukkan nilai t sebesar 66,77, dengan *p-value* dua ekor sebesar $2{,}62 \times 10^{-33}$, yang jauh lebih kecil dari batas signifikansi (α) 0,05. Dengan demikian, hipotesis nol (H_{02}) yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan dalam durasi pemeriksaan ditolak, dan hipotesis alternatif (H_{12}) diterima.

Temuan ini mengonfirmasi bahwa metode digital secara signifikan lebih cepat dibandingkan metode manual, tidak hanya secara praktis tetapi juga secara statistik. Efisiensi waktu ini sangat bermanfaat dalam operasional sehari-hari, khususnya dalam lingkungan industri yang memiliki banyak unit APAR yang tersebar di berbagai lokasi. Selain itu, digitalisasi juga mengurangi waktu administratif karena data langsung tercatat dalam sistem tanpa memerlukan rekap manual, sehingga meningkatkan efisiensi secara menyeluruh.

Metode Pemeriksaan	Rata-rata Waktu (Menit)	Variansi	Jumlah Observasi
Manual	10,03	0,44	30
Digital	2,01	0,05	30

Tabel 3. Statistik Deskriptif Waktu Pemeriksaan

Statistik	Manual	Digital
Mean	10,03	2,013333333
Variance	0,441482759	0,050747126
Observations	30	30
Pearson Correlation	0,199736989	

Statistik	Manual	Digital
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	29	
t Stat	66,77180865	
P (T<=t) one-tail	1,31228E-33	
t Critical one-tail	1,699127027	
P (T<=t) two-tail	2,62456E-33	
t Critical two-tail	2,045229642	

Tabel 4. Hasil Uji *Paired t-Test* Waktu Pemeriksaan

Efisiensi Biaya

Efisiensi biaya merupakan salah satu indikator penting dalam menilai dampak ekonomi dari penerapan sistem digital dalam pemeriksaan APAR. Meskipun uji statistik tidak dapat dilakukan karena keterbatasan data yakni hanya tersedia untuk satu periode masing-masing metode analisis tetap dilakukan secara deskriptif komparatif untuk mengevaluasi besaran penghematan yang diperoleh setelah implementasi digitalisasi.

Berdasarkan hasil pengumpulan data, diketahui bahwa total biaya tahunan pemeriksaan APAR dengan metode konvensional (manual) mencapai Rp 930.000, sedangkan dengan sistem digital berbasis *i-Reporter* hanya sebesar Rp 79.750. Selisih ini menunjukkan bahwa terjadi penghematan sebesar Rp 850.250 per tahun, atau setara dengan efisiensi sebesar 91,4% dibandingkan metode sebelumnya.

Penghematan ini berasal dari berbagai aspek, antara lain:

- Pengurangan biaya pencetakan formulir dan dokumentasi fisik.
- Hilangnya kebutuhan *input* ulang data secara manual yang sebelumnya memerlukan sumber daya tambahan.
- Efisiensi waktu kerja petugas yang secara tidak langsung menurunkan biaya operasional tenaga kerja.

Lebih jauh lagi, penggunaan sistem digital juga memberikan nilai tambah jangka panjang dalam bentuk integrasi data, kemudahan audit, serta transparansi proses pemeriksaan yang mendukung peningkatan sistem manajemen keselamatan secara menyeluruh. Rangkuman hasil perbandingan biaya tahunan disajikan pada Tabel 5 berikut:

Metode Pemeriksaan	Total Biaya Tahunan (Rp)
Manual (Konvensional)	930.000
Digitalisasi	79.750
Selisih Penghematan	850.250
Persentase Efisiensi	91,4%

Tabel 5. Analisis Deskriptif Efisiensi Biaya Pemeriksaan APAR

3.2. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa digitalisasi menggunakan *i-Reporter* mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam pemeriksaan APAR. Tiga indikator utama yang diukur yaitu jumlah ketidaksesuaian, waktu pemeriksaan, dan biaya operasional mengalami peningkatan signifikan:

- Ketidaksesuaian menurun sebesar 79,5% (dari 39 menjadi 8 temuan).
- Waktu pemeriksaan menurun sebesar 80% (dari 10,03 menjadi 2,01 menit).
- Biaya menurun sebesar 91,4% (dari Rp 930.000 menjadi Rp 79.750).

Digitalisasi terbukti mampu mengurangi *human error*, mempercepat pengolahan data, dan meningkatkan transparansi laporan. Hasil pemeriksaan juga langsung dapat diakses oleh manajemen secara *real-time* melalui *dashboard* terintegrasi. Penerimaan hipotesis H1 dan penolakan H0 semakin diperkuat dengan temuan ini, yang menyatakan bahwa digitalisasi berpengaruh signifikan terhadap peningkatan efisiensi, akurasi data, dan transparansi dibandingkan metode konvensional.

3.3. Keterbatasan Sistem dan Batasan Penelitian

Meskipun sistem digitalisasi inspeksi APAR menggunakan i-Reporter memberikan berbagai keuntungan, terdapat beberapa keterbatasan teknis yang perlu dicatat. Pertama, aplikasi hanya dapat digunakan di perangkat resmi perusahaan (iPad) yang telah dikonfigurasi khusus dan terhubung melalui jaringan internal perusahaan. Hal ini membatasi fleksibilitas pengguna dalam mengakses atau melakukan pemeriksaan dari perangkat lain atau di luar jaringan perusahaan. Kedua, sistem saat ini hanya tersedia dalam versi iOS dan belum tersedia untuk perangkat berbasis Android. Ini menjadi kendala tersendiri bagi pengguna yang tidak memiliki akses ke perangkat iOS. Ketiga, fitur unggah foto kondisi aktual APAR melalui aplikasi belum diaktifkan secara penuh karena keterbatasan kapasitas server dan tingginya beban kerja sistem saat jam sibuk. Hal ini berpotensi mengurangi dokumentasi visual yang dapat digunakan sebagai bukti kondisi aktual di lapangan.

Dengan mempertimbangkan batasan ini, hasil penelitian tetap memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan sistem inspeksi digital. Namun demikian, studi lanjutan sangat disarankan dengan cakupan lebih luas, rentang waktu lebih panjang, serta melibatkan beberapa lokasi atau unit bisnis agar temuan lebih valid, aplikatif, dan berkelanjutan.

3.4. Komparasi dengan Penelitian Sejenis (Pengembangan)

Untuk memperkuat validitas temuan, penting untuk membandingkan hasil penelitian ini dengan beberapa studi sejenis yang juga mengangkat tema digitalisasi dalam sistem inspeksi alat pemadam api ringan (APAR). Komparasi ini memberikan gambaran posisi sistem *i-Reporter* dibandingkan pendekatan lain yang telah diteliti sebelumnya.

- Pratiwi et al. (2025)

  Dalam penelitiannya di PT Semen Indonesia Logistik, Pratiwi dan tim mengembangkan sistem inspeksi APAR berbasis *website*. Namun, sistem tersebut masih bersifat semi-manual karena pengisian data inspeksi tetap dilakukan secara manual oleh petugas. Selain itu, sistem belum dilengkapi dengan *dashboard* visual dan fitur otomatisasi, sehingga pemantauan kondisi APAR dan pengambilan

keputusan manajemen masih membutuhkan proses tambahan yang cukup memakan waktu.

- Riwayanto & Fasya (2023)

  Penelitian ini menerapkan penggunaan sistem *barcode* untuk mempermudah proses identifikasi dan pelabelan unit APAR. Meskipun metode ini dapat mengurangi kesalahan input dan mempercepat pengenalan unit, sistem tersebut belum mendukung pelaporan secara otomatis. Data hasil inspeksi masih harus diolah secara manual dan tidak terintegrasi dengan sistem informasi atau *dashboard* yang dapat dimonitor oleh manajemen.

- Sofian et al. (2023)

  Sofian dan tim mengembangkan perangkat lunak inspeksi berbasis *website* dengan fitur dasar seperti pengisian formulir secara daring. Namun, sistem ini bersifat statis dan tidak memiliki integrasi dengan teknologi lanjut seperti *Power BI* untuk visualisasi data maupun RPA (*Robotic Process Automation*) untuk otomatisasi proses distribusi hasil inspeksi. Sistem ini lebih cocok digunakan sebagai tahap awal digitalisasi, tetapi belum cukup mendukung untuk transformasi sistem inspeksi berskala besar dan *realtime.*

Keunggulan Sistem *i-Reporter*

Dibandingkan dengan ketiga sistem pada penelitian sebelumnya, sistem i-Reporter yang digunakan dalam penelitian ini memiliki keunggulan dari sisi teknis maupun fungsional, sebagai berikut:

- Integrasi Teknologi

  i-Reporter terhubung secara langsung dengan *QR Code* untuk identifikasi unit, *Robotic Process Automation* (RPA) untuk otomasi distribusi hasil inspeksi, serta Power BI untuk visualisasi data secara *real-time*. Kombinasi ini menjadikan proses inspeksi tidak hanya efisien tetapi juga mudah dipantau dan dianalisis.

- Aksesibilitas dan Transparansi

  Hasil pemeriksaan tidak hanya tersimpan di perangkat inspeksi (iPad), tetapi juga dapat diakses oleh manajemen dan pekerja melalui portal publik di: https://www.hitachi-cmid.com/apar/public/. Hal ini meningkatkan transparansi organisasi dan mempercepat proses tindak lanjut apabila ditemukan ketidaksesuaian.

- Pendekatan Terintegrasi

  Sistem ini tidak hanya mencatat data inspeksi, tetapi juga menyediakan fitur notifikasi otomatis, pelaporan terstruktur, serta tampilan *dashboard* yang mendukung pengambilan keputusan secara cepat dan berbasis data yang valid.

Dengan keunggulan tersebut, sistem *i-Reporter* menempati posisi unggul dalam ekosistem digitalisasi inspeksi APAR. Sistem ini tidak hanya memberikan efisiensi waktu dan biaya, tetapi juga meningkatkan akurasi dokumentasi dan kesiapsiagaan perusahaan dalam menghadapi potensi risiko kebakaran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai penutup dari penelitian ini, bagian berikut akan merangkum temuan utama yang telah diperoleh serta memberikan saran konstruktif untuk pengembangan sistem ke depan. Simpulan disusun berdasarkan hasil analisis kuantitatif dan pembahasan yang telah dijabarkan sebelumnya, sedangkan saran ditujukan untuk

meningkatkan efektivitas implementasi sistem digital inspeksi APAR di masa mendatang.

4.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1) Digitalisasi sistem pemeriksaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) menggunakan *i-Reporter* memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan efektivitas dan efisiensi proses inspeksi. Beberapa poin penting yang dapat disimpulkan adalah sebagai berikut:
   a) Jumlah Ketidaksesuaian Menurun

      Digitalisasi mampu menurunkan jumlah ketidaksesuaian dari 39 temuan menjadi hanya 8 temuan, yang berarti terdapat penurunan sebesar 79,5%. Hasil uji *chi-square* menunjukkan perbedaan signifikan dengan nilai p = 0,043.
   b) Efisiensi Waktu Pemeriksaan

      Rata-rata waktu pemeriksaan menurun drastis dari 10,03 menit per unit menjadi 2,01 menit per unit. Hasil uji t menunjukkan nilai p yang sangat signifikan ($p = 2{,}62 \times 10^{-33}$), sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem digital secara nyata mempercepat proses kerja.
   c) Efisiensi Biaya

      Biaya tahunan pemeriksaan turun sebesar 91,4%, dari Rp 930.000 menjadi Rp 79.750. Walaupun tidak diuji secara statistik, analisis deskriptif menunjukkan digitalisasi memberikan efisiensi ekonomi yang sangat tinggi.
2) Keunggulan Teknologi

   Sistem *i-Reporter* terintegrasi dengan *QR Code*, RPA, dan *Power BI*, serta memungkinkan akses publik melalui *website* PT. HCMI. Hal ini mendukung transparansi, pemantauan *real-time*, dan percepatan tindak lanjut temuan.

4.2. Saran

Untuk pengembangan sistem dan kelanjutan penelitian, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

1) Pengembangan Versi Android dan Akses Lintas Perangkat

   Untuk meningkatkan aksesibilitas dan fleksibilitas penggunaan, pengembangan aplikasi versi Android sangat disarankan. Saat ini, sistem hanya tersedia di perangkat iOS, yang membatasi jangkauan pengguna, terutama di kalangan pekerja lapangan. Dengan dukungan ini, lebih banyak personel dapat terlibat aktif dalam inspeksi digital.
2) Pengembangan Fitur Tambahan

   Sistem perlu dilengkapi dengan fitur unggah foto atau bukti visual yang lebih stabil dan dapat berfungsi optimal di berbagai kondisi jaringan, termasuk saat sinyal lemah di area terbatas (*confined space*). Hal ini akan meningkatkan akurasi dokumentasi dan keandalan pelaporan.
3) Kapasitas Server dan Kinerja Sistem

   Kapasitas server perlu ditingkatkan untuk mengantisipasi lonjakan data dari penggunaan yang lebih luas secara simultan. Optimasi ini juga mencakup kecepatan sinkronisasi data, waktu respon, dan kapasitas penyimpanan file pendukung seperti

foto dan laporan.

4) Perluas Implementasi ke Jenis Inspeksi Lain

Sistem digital ini juga direkomendasikan untuk diterapkan pada jenis inspeksi lainnya, seperti *hydrant*, alarm kebakaran, *emergency light*, dan panel listrik. Hal ini juga akan memperkuat pengendalian risiko dan mempercepat proses tindak lanjut hasil temuan di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada manajemen PT. Hitachi Construction Machinery Indonesia (HCMI) atas dukungan penuh yang diberikan selama proses penelitian ini. Terima kasih juga saya sampaikan kepada tim *Safety*, tim *General Affair*, serta para operator yang telah membantu dalam penyediaan data dan pelaksanaan uji coba. Selain itu penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada tim DX dan *QA for Excavator* atas kontribusi dalam pengembangan sistem. Terima kasih juga kepada rekan-rekan yang telah memberikan masukan dan semangat selama penyusunan laporan ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi peningkatan sistem keselamatan kerja ke depan.

OPEN ACCESS

DAFTAR PUSTAKA

Cimtops Corporation. (2025). *i-Reporter: eForms and eReport for on-site manufacturing. Retrieved from* https://ireporter-global.com/

Febrianto, W., Adianto, & Dermawan, D. (2018). Perencanaan Sistem Inspeksi APAR dan *Hydrant* Berbasis Android Menggunakan *QR Code* di PT. Petro Jordan Abadi. Seminar Nasional K3 PPNS, 2(1), 1-7.

Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. (1980). Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.04/MEN/1980 tentang Syarat-Syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan.

Maria, P., Zaman, K., & Indrasuri, R. (2022). Analisis penerapan proteksi kebakaran (APAR) di Dinas Kesehatan Inhil tahun 2021. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 22(3), 1765-1767. https://doi.org/10.33087/jiubj.v22i3.2954

National Fire Protection Association. (2022). *NFPA 10: Standard for portable fire extinguishers. NFPA. Retrieved from*: https://www.edufire.ir/storage/Library/ETFA-ABI/NFPA/NFPA%2010-2022.pdf

Pratiwi, E. H., Sahri, M., Ayu, F., Rhomadhoni, M. N., & Dewi, F. R. (2025). Inovasi pembuatan sistem inspeksi alat pemadam api ringan berbasis *website* di PT. Semen Indonesia Logistik. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis, 7(2), 290–297. https://doi.org/10.47233/jteksis.v7i2.1907

Riwayanto, D., & Fasya, A.H.Z. (2023). Penggunaan Sistem *Barcode* dalam Memudahkan Pemantauan pada Inspeksi Alat Pemadam Api Ringan (APAR). SEHATMAS (Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat), 2(4), 976-981. https://doi.org/10.55123/sehatmas.v2i4

Sofian, R., Ramdani, F., Ferdiansyah, F. R., & Nugraha, R. W. (2023). Perangkat lunak inspeksi alat pemadam api ringan berbasis *website*. Nuansa Informatika, 17(1), 75–86. https://doi.org/10.25134/fkom%20uniku.v17i1.7013

Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.

Yunita, R., Rusman, I., Wahidin, A.J., Quraisy, M.I., & Akbar, N. (2023). Perancangan Sistem Aplikasi Berbasis Android untuk Pengecekan Alat Pemadam Api Ringan melalui E-APAR. Journal of Engineering And Technology Innovation (JETI), 2(2), 72-80. https://www.ejournal-rmg.org/index.php/JETI/article/view/123