

Sistem Pendukung Keputusan Pengamatan Keselamatan Kerja Digital

Megandi¹, Mereditha Susanty²

^{1,2} Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pertamina
JI Teuku Nyak Arief Simprug Kebayoran Lama Jakarta Selatan 12220, Indonesia

e-mail: ¹me.gandi2471@gmail.com, ²mereditha.susanty@universitaspertamina.ac.id

Informasi Artikel

Diterima: 17-04-2022

Direvisi: 07-10-2022

Disetujui: 01-03-2023

Abstrak

Piramida Kecelakaan Kerja atau dikenal juga dengan Heinrich's triangle atau Bird's triangle menyatakan bahwa kecelakaan kerja dapat ditimbulkan karena beberapa kejadian-kejadian kecelakaan lain yang lebih ringan yang terjadi sebelumnya. Teori Piramida keselamatan kerja ini memungkinkan individu untuk mempersempit akar penyebab dan menghilangkan atau mengendalikan bahaya atau penyebabnya. Perusahaan-perusahaan yang kegiatan usahanya memiliki risiko kerja tinggi mengadopsi teori piramida keselamatan kerja ini untuk mengendalikan dan mengeliminasi bahaya dan atau penyebab bahaya yang salah satunya diimplementasikan menggunakan pelaporan pengamatan keselamatan. Dalam hal ini, yang diamati adalah kondisi dan tindakan tidak aman dalam menjalankan pekerjaan sehari-hari. Dalam implementasinya kebanyakan perusahaan melakukan hal ini secara manual yaitu setiap pekerja wajib mengisi formulir pengamatan keselamatan setiap bulannya. Data pengamatan ini kemudian direkap setiap bulannya untuk ditindak lanjuti dan dilaporkan kepada pihak manajemen. Praktik pelaporan yang dilakukan secara manual ini dapat dibuat menjadi lebih efisien menggunakan bantuan teknologi. Dengan memindahkan pencatatan dari formulir fisik menjadi halaman web atau aplikasi mobile, data pengamatan keselamatan dapat langsung tersimpan pada sistem secara real time. Rekapitulasi dan laporan juga dapat langsung dihasilkan oleh aplikasi sesuai dengan proses yang berjalan saat ini. Dengan melakukan digitalisasi proses ini, perusahaan diharapkan dapat melakukan efisiensi biaya yang selama ini digunakan untuk mencetak formulir pengamatan dan laporan bulanan juga efisiensi waktu yang selama ini digunakan oleh staf untuk merekap data pengamatan dan menyusun laporan bulanan. Waktu yang selama ini digunakan untuk melakukan pekerjaan operasional dapat digunakan untuk mengerjakan pekerjaan lain yang lebih strategis.

Kata Kunci: keselamatan kerja, rekayasa perangkat lunak, aplikasi mobile

Abstract

The Accident Pyramid, also known as Heinrich's triangle or Bird's triangle, states that several previous, lighter accidents lead to a fatal accident. This work safety pyramid theory allows individuals to narrow down the root causes and eliminate or control the hazard or cause. The companies with high-risk main business activities adopt this theory to control and eliminate hazards and/or causes of hazards. One of the methods is using safety observation reporting, observing unsafe conditions and actions in daily work. Some companies require each worker to observe several unsafe acts or conditions and then report them by filling out a safety observation form every month. This observational data is then categorized and recapitulated every month. Some reports need a follow-up action to eliminate the risk. All observations and their follow-up action are then reported to the management. This manual reporting procedure can be made more efficient with the help of technology. By transferring the recording process from physical forms to web pages or mobile applications, safety observation data can be stored directly on the system in real-time. The application can automatically generate recapitulation and reports based on the existing business process. Hence, the company gain cost and time efficiencies. It removes printing costs for observation forms and monthly reports. It also saves a reasonable time from recapping observation data and compiling monthly reports.

Keywords: occupational safety, software engineering, mobile application



1. Pendahuluan

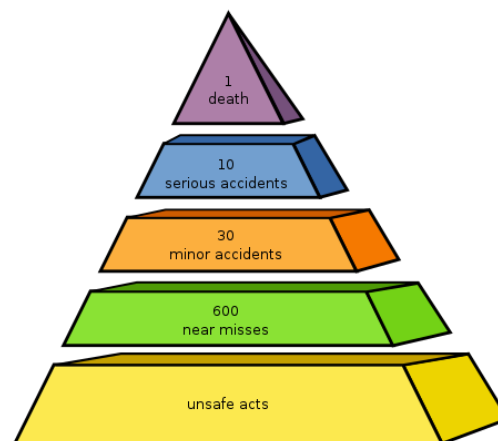
Tenaga kerja merupakan aset berharga bagi perusahaan karena merupakan faktor produksi yang memiliki peran penting dalam kegiatan perusahaan. Dalam kegiatan usaha perusahaan diharapkan tidak hanya fokus terhadap ekonomi dan sosial saja, tetapi penting juga untuk memperhatikan keselamatan dan kesehatan para pekerjanya. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Indonesia diatur dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 dan Permenaker Nomor 5 Tahun 2018.

Sebagai upaya perlindungan kerja agar tenaga kerja selalu dalam keadaan selamat dan sehat selama melakukan pekerjaan di tempat kerja, serta sumber dan proses produksi dapat digunakan secara aman dan efisien, umumnya perusahaan memiliki suatu prosedur operasional standar keamanan dan keselamatan kerja yang harus dipatuhi. Penerapan K3 di setiap perusahaan juga harus disertai dengan pengawasan seperti yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012.

Perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi (Gaganpreetkaur dkk., 2018), manufaktur (Gabryelewicz dkk., 2015), pertambangan (Moore dkk., 2020; Ural dan Demirkol, 2008), serta minyak dan gas (Penkey dan Siddiqui, 2015; Threadgold dan Barrett, 2017) memiliki risiko keselamatan kerja yang lebih tinggi dibandingkan bidang-bidang lain seperti pendidikan, kesehatan, dan jasa konsultasi. Di bidang minyak dan gas seperangkat aturan yang mengatur pelaksanaan K3 tertulis dalam UU No 44 tahun 1960, PP no 17 tahun 1974 tentang Pengawasan Pelaksanaan Eksplorasi dan Eksploitasi di Daerah Lepas Pantai dan PP No 11 tahun 1979 tentang Keselamatan Kerja pada Pemurnian dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi. Risiko keselamatan yang lebih tinggi, umumnya perusahaan-perusahaan ini memiliki divisi khusus yang menangani K3. Divisi ini bertanggung jawab untuk melaksanakan program K3 yang efektif dengan melibatkan seluruh pekerja untuk berpartisipasi aktif.

Program K3 perusahaan merujuk kepada standar *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) yang menggunakan teori Piramida Kecelakaan Kerja atau dikenal juga dengan *Heinrich's triangle* atau *Bird's triangle* (Anderson dan Denkl, 2010; Marshall dkk., 2018). Piramida kecelakaan kerja ini menunjukkan hubungan antara tindakan tidak aman dengan berbagai kecelakaan kerja. Dalam piramida ini digambarkan statistik urutan (rangkain) kejadian yang terjadi menuju 1 (satu) kecelakaan fatal (kematian/cacat permanen) seperti yang ditunjukkan pada

Gambar 1. Piramida ini menyatakan bahwa setiap terdapat satu kejadian kecelakaan fatal (kematian/cacat permanen) maka di dalam satu kejadian fatal tersebut sebelumnya pernah terjadi sepuluh kejadian kecelakaan serius. Sepuluh kejadian kecelakaan serius ini terjadi karena sebelumnya pernah terjadi tiga puluh kejadian kecelakaan ringan seperti kecelakaan yang menimbulkan kerusakan aset/properti/alat/bahan. Tiga puluh kecelakaan ringan ini terjadi karena sebelumnya terjadi enam ratus kejadian hampir celaka (*nearmiss*). Enam ratus kejadian hampir celaka ini terjadi karena adanya tindakan-tindakan tidak aman dalam bekerja. Teori Piramida keselamatan kerja ini memungkinkan individu untuk mempersempit akar penyebab dan menghilangkan atau mengendalikan bahaya atau penyebabnya dan banyak digunakan dalam program kesehatan dan keselamatan industri selama 80 tahun belakangan (Rebbitt, 2014). Teori Heinrich juga menyatakan bahwa 88% dari semua kecelakaan disebabkan oleh keputusan manusia untuk melakukan tindakan yang tidak aman.



Sumber: (Anderson dan Denkl, 2010; Marshall dkk., 2018)

Gambar 1. Piramida Keselamatan Kerja

Merujuk ke piramida kecelakaan kerja, divisi K3 mewajibkan pekerja untuk melaporkan tindakan-tindakan tidak aman dalam bekerja dan saran perbaikan sebagai salah satu upaya untuk mencegah kecelakaan kerja. Pekerja wajib melakukan pelaporan terhadap kejadian, kondisi, dan tindakan tidak aman yang dilihat atau dialaminya. Laporan-laporan yang didapat akan diintervensi dan dilakukan perbaikan oleh divisi K3 dengan harapan kejadian, kondisi, atau tindakan yang dilaporkan tidak berkembang menjadi kecelakaan di kemudian hari.

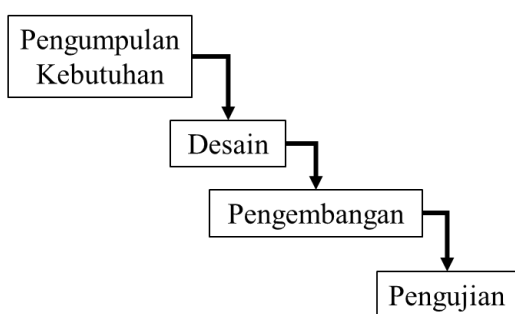
Dalam implementasinya kebanyakan perusahaan melakukan hal ini secara manual

dimana setiap pekerja wajib mengisi minimal tiga hingga empat laporan setiap bulannya. Laporan pengamatan diisi dalam formulir fisik yang disediakan divisi K3 kemudian di akhir bulan staf divisi K3 akan merekap laporan tersebut kemudian dibuat menjadi laporan untuk manajemen perusahaan. Dalam proses pelaporan ini ada jeda hingga satu bulan antara tindakan tidak aman yang ditemui menjadi aksi dari divisi K3 berupa proses perbaikan agar tindakan tidak menjadi kecelakaan. Praktik ini dapat dibuat menjadi lebih efisien menggunakan bantuan teknologi.

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan aplikasi untuk mendigitalisasi proses pencatatan kondisi tidak aman dan tindakan tidak aman yang ditemui pekerja dan pembuatan laporan otomatis untuk membantu divisi K3 dan manajemen perusahaan mengambil langkah perbaikan. Dengan melakukan digitalisasi proses ini, perusahaan diharapkan dapat melakukan efisiensi biaya yang selama ini digunakan untuk mencetak formulir pengamatan dan laporan bulanan juga efisiensi waktu yang selama ini digunakan oleh staf untuk merekap data pengamatan dan menyusun laporan bulanan. Waktu yang selama ini digunakan untuk melakukan pekerjaan operasional dapat digunakan untuk mengerjakan pekerjaan lain yang lebih strategis.

2. Metode Penelitian

Rancang bangun aplikasi *mobile* dilakukan menggunakan mengikuti metodologi *waterfall* (Bruegge dan Dutoit, 2010; Pressman dan Maxim, 2014; Sommerville, 2016) dalam pengembangan perangkat lunak. Tahapan pengembangan perangkat lunak yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 2, yang terdiri dari pengumpulan kebutuhan, desain, pengembangan perangkat lunak dan pengujian.



Gambar 2. Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak

Pada tahap pengumpulan kebutuhan dilakukan menggunakan metode wawancara dan observasi lapangan. Wawancara dilakukan dengan manager dan staf *Health, Safety, Security & Environment* (HSSE) perusahaan

sedangkan observasi lapangan dilakukan saat pegawai mencatat temuan kondisi tidak aman, staf HSSE melakukan konversi data dari lembar kerja (*spreadsheet*) menjadi laporan secara manual. Hasil pengumpulan kebutuhan diformalkan dalam bentuk *activity diagram* dan daftar kebutuhan.

Berdasarkan daftar kebutuhan yang sudah disetujui oleh pemangku kepentingan dilakukan desain. Desain yang dilakukan mencakup desain Application Programming Interface (API) (M dkk., 2020; Neumann dkk., 2021; Sohan dkk., 2017; Surwase, 2016) dan desain tampilan antar muka aplikasi serta desain database aplikasi.

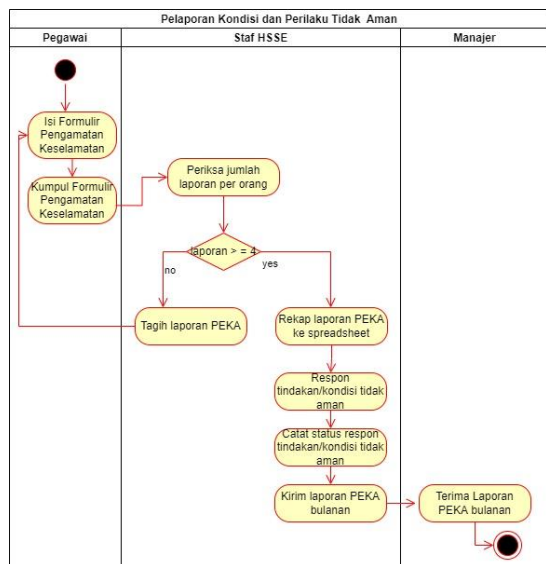
Pengembangan aplikasi web, PEKA DIGI dibuat menggunakan bahasa pemrograman PHP ("PHP: What is PHP? - Manual," n.d.) dengan *framework* Laravel ("Installation - Laravel - The PHP Framework For Web Artisans," n.d.). Sedangkan pada versi Android nya dibuat menggunakan bahasa pemrograman Java Native dengan IDE Android Studio ("Download Android Studio and SDK tools | Android Developers," n.d.).

Setelah proses pengembangan perangkat lunak selesai dilakukan pengujian. Tahap pengujian meliputi *debugging* kode program dan *user acceptance test* oleh para pengemudi kendaraan operasional dan perwakilan staf HSSE. Test skenario yang tidak lulus uji diperbaiki kemudian diuji kembali oleh perwakilan staf HSSE. Setelah semua skenario test lulus uji, aplikasi yang diberi nama PEKA DIGI dikirimkan ke PlayStore untuk dapat diunduh dan digunakan oleh berbagai pihak.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari wawancara dan diskusi adalah alur proses yang digambarkan dalam bentuk *activity diagram* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Setelah melakukan analisis terhadap informasi ini dibuat dokumen formal daftar kebutuhan yang dikonfirmasi ke staf dan manager HSSE sebagai pemangku kepentingan. Setiap pegawai setiap bulan diwajibkan mengisi dan mengumpulkan empat laporan pengamatan menggunakan formulir yang sudah disediakan. Formulir ini dikumpulkan ke divisi HSSE. Kemudian staf divisi HSSE akan memindahkan data dari formulir ini ke *spreadsheet* untuk kemudian dikelompokkan jumlah temuannya berdasarkan kondisi atau perilaku tidak aman, temuan yang membutuhkan tindak lanjut, serta status tindak lanjut yang dilakukan oleh staf HSSE. Hasil rekap beserta pembaruan data terkini untuk status tindak lanjut dikirimkan ke manager HSSE setiap bulannya. Proses rekap data dari formulir

ke dalam *spreadsheet* rata-rata membutuhkan waktu dua minggu setiap bulannya.



Gambar 2. Diagram Alir Proses

Dari alur proses yang didapatkan, diturunkan daftar kebutuhan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan alur proses dan daftar kebutuhan, dapat dilihat aplikasi akan memiliki tiga *role* yang berbeda; pegawai, staf HSSE, dan manajemen HSSE. Setiap *role* akan memiliki kapabilitas seperti yang dijabarkan pada Tabel 2.

Dari daftar kebutuhan, data-data pada formulir pengamatan keselamatan dan laporan bulanan yang saat ini digunakan di perusahaan, dirancang basis data seperti ditunjukkan pada *entity relationship diagram* pada Gambar 4. Selain melakukan desain basis data, pada tahapan desain juga dilakukan desain arsitektur sistem yang digambarkan menggunakan component diagram seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Basis data yang menggunakan database management system MySQL dan web server Apache disimpan dalam server fisik yang sama, aplikasi mobile akan berkomunikasi menggunakan API untuk mengakses kedua layanan tersebut.

Tabel 1. Daftar Kebutuhan

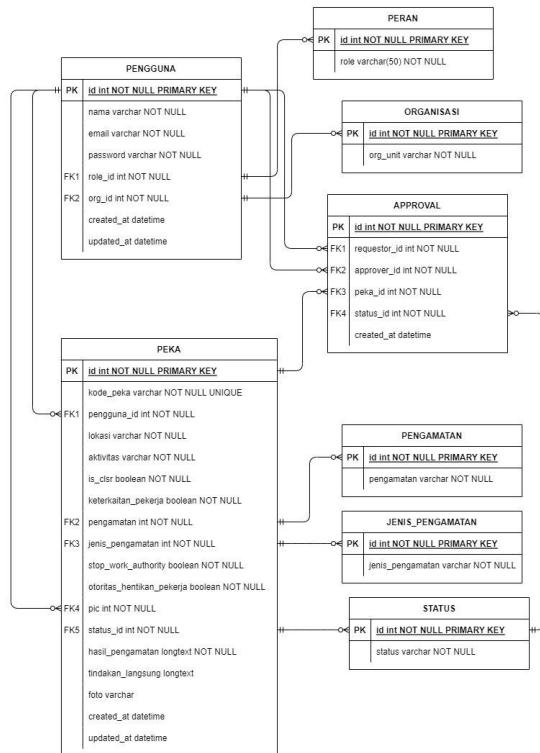
No	Kebutuhan
I.1	Pengguna dapat menginputkan data-data seperti yang saat ini ada pada formulir pengamatan keselamatan
I.2	Pengguna dapat mengunggah foto sebagai bukti pendukung laporan pengamatan
I.3	Tanggal pengamatan diambil dari sistem sesuai tanggal dan waktu input pengamatan keselamatan

- I.4 Data pengamat diambil sesuai dengan data autentikasi saat login
- N.1 Aplikasi memberikan notifikasi untuk mengisi pengamatan keselamatan di H-3 akhir bulan jumlah pengamatan keselamatan yang dikirimkan pengguna kurang dari 4.
- R.1 Aplikasi dapat membuat laporan rekapitulasi pengamatan keselamatan berdasarkan jenis temuan (kondisi/tindakan tidak aman) dan sub-jenis temuan dalam kurun waktu satu bulan
- R.2 Aplikasi dapat secara otomatis memperbarui laporan setiap kali ada penambahan pengamatan keselamatan
- N.2 Aplikasi dapat memberikan notifikasi jika ada temuan yang membutuhkan tindak lanjut
- U.1 Pengguna dapat mencatat status tindak lanjut terhadap suatu temuan
- U.2 Pengguna dapat mengunggah bukti hasil tindak lanjut suatu temuan
- R.3 Aplikasi dapat secara otomatis memperbarui laporan setiap kali ada perubahan status tindak lanjut temuan
- R.4 Aplikasi dapat mengirimkan notifikasi laporan bulanan ke manajemen

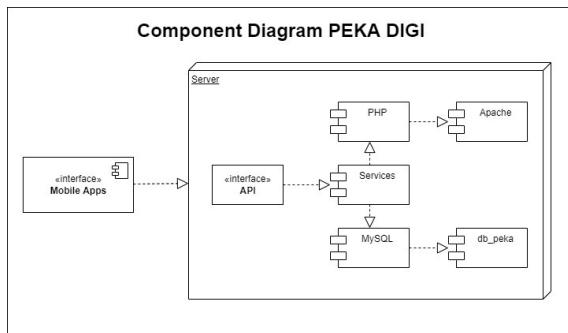
Tabel 2. Peran dan Kapabilitas

Peran	Kapabilitas
Pegawai	a. Input data pengamatan keselamatan
	b. Unggah bukti pengamatan
	c. View detail pengamatan keselamatan yang disubmitnya
Staf HSSE	a. View detail semua pengamatan keselamatan
	b. Update status respon
	c. Unduh bukti pengamatan
	d. View notifikasi temuan yang membutuhkan tindak lanjut
	e. Unggah bukti tindak lanjut
	f. View laporan pengamatan keselamatan
Manajemen	g. View laporan tindak lanjut pengamatan keselamatan
	a. View laporan pengamatan keselamatan
	b. View laporan tindak lanjut pengamatan keselamatan

Entity Relationship Diagram PEKA DIGI



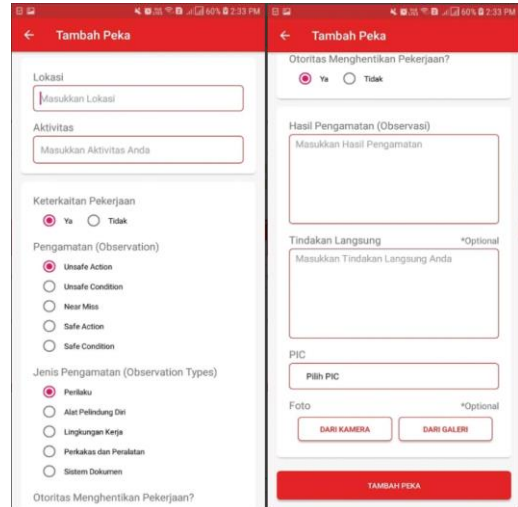
Gambar 4. Desain Basis Data



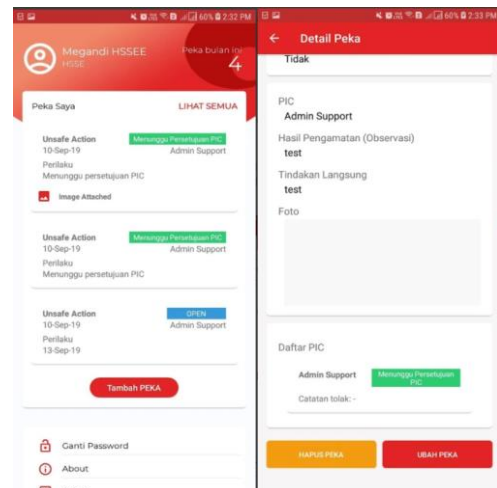
Gambar 5. Arsitektur Sistem

Desain perangkat lunak berhasil diimplementasikan sehingga menghasilkan aplikasi web dan mobile. Aplikasi berbasis web dikembangkan menggunakan framework Laravel yang berbasis bahasa pemrograman PHP dan aplikasi mobile dikembangkan menggunakan Java Native. Aplikasi memiliki fitur-fitur sesuai dengan kebutuhan yang ada pada daftar kebutuhan. Gambar 6 menunjukkan fitur input pengamatan keselamatan yang dapat diakses oleh seluruh pegawai perusahaan pada aplikasi mobile. Fitur lainnya, berupa daftar pengamatan keselamatan dan detail pengamatan keselamatan yang dikirimkan oleh setiap pegawai dapat dilihat pada Gambar 7. Masing-masing pegawai dapat melihat pengamatan yang dilaporkannya. Hanya staf HSSE yang dapat melihat pengamatan seluruh

pegawai. Selain dapat melihat pengamatan yang diinputkan oleh seluruh pegawai, staf HSSE juga dapat melihat laporan rekapitulasi pengamatan keselamatan dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 6. User Interface Tambah Pengamatan Keselamatan



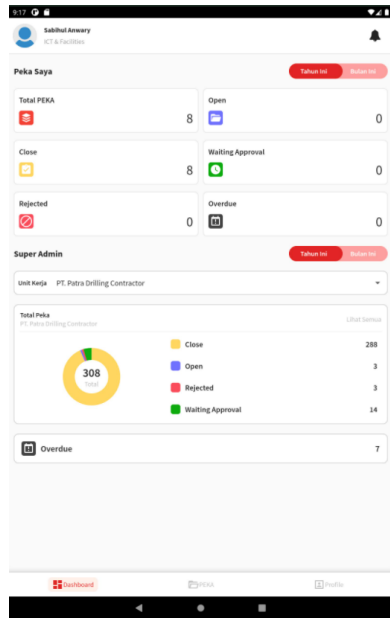
Gambar 7. User Interface Daftar Pengamatan Keselamatan dan Detailnya

Seluruh fitur yang sudah dikembangkan diuji pada oleh para pengemudi kendaraan operasional dan perwakilan staf HSSE menggunakan pendekatan *black box testing* dengan *test scenario* yang dirangkum pada Tabel 3. *Test scenario* yang dibuat sekaligus mendetailkan kebutuhan pengguna dan digunakan oleh pengembang sebagai acuan dalam pengembangan. Setiap *scenario* pengujian diuji terhadap kasus positif dan negatif untuk memastikan program siap dengan *exception* untuk kasus negatif. Seluruh *test case* diuji bersama dengan pengguna dan setelah 100% lolos uji, aplikasi dikirimkan ke playstore.

Tabel 2. Test Case Pengujian

Req ID	Test Case ID	Deskripsi			
I.1	I.1.1	Validasi data wajib	R.2	R.2.1	rekapitulasi data) pada laporan
I.1	I.1.2	Validasi data wajib tidak diisi	R.2	R.2.2	Validasi kesesuaian data saat penambahan laporan
I.1	I.1.3	Validasi format data sesuai	N.2	N.2.1	Validasi waktu sinkronasi antara penambahan data dan data pada laporan
I.1	I.1.4	Validasi format data tidak sesuai	N.2	N.2.2	Validasi kesesuaian alur tindak lanjut
I.1	I.1.5	Validasi submisi formulir tanpa lampiran	N.2	N.2.2	Validasi keberhasilan pengiriman notifikasi
I.2	I.2.1	Validasi format file lampiran	U.1	U.1.1	Validasi pencatatan detail tindakan tindak lanjut
I.2	I.2.2	Validasi ukuran file lampiran	U.1	U.1.2	Validasi pencatatan status tindak lanjut
I.2	I.2.3	Validasi submisi formulir dengan lebih dari satu lampiran	U.1	U.1.3	Validasi pencatatan waktu (log)tindak lanjut
I.3	I.3.1	Validasi tanggal pengamatan – zona waktu server dan pengguna sama	U.2	U.2.1	Validasi format file lampiran tindak lanjut
I.3	I.3.2	Validasi tanggal pengamatan – zona waktu server dan pengguna berbeda	U.2	U.2.2	Validasi ukuran file lampiran tindak lanjut
I.4	I.4.1	Validasi auto input data pelapor	U.2	U.2.3	Validasi file lampiran tindak lanjut lebih dari satu
N.1	N.1.1	Validasi notifikasi laporan <4 pada bulan dengan hari kalender 30 hari	U.2	U.2.4	Validasi pencatatan waktu (log) unggah file
N.1	N.1.2	Validasi notifikasi laporan <4 pada bulan dengan hari kalender < 30hari	R.3	R.3.1	Validasi kesesuaian data saat penambahan detail tindak lanjut
N.1	N.1.3	Validasi notifikasi laporan <4 pada bulan dengan hari kalender 31 hari	R.3	R.3.2	Validasi waktu sinkronasi antara perubahan data dan data pada laporan
N.1	N.1.4	Validasi notifikasi laporan = 4 pada bulan dengan hari kalender 30 hari	R.4	R.4.1	Validasi notifikasi laporan bulanan pada bulan dengan hari kalender 30 hari
N.1	N.1.5	Validasi notifikasi laporan = 4 pada bulan dengan hari kalender < 30 hari	R.4	R.4.2	Validasi notifikasi laporan bulanan pada bulan dengan hari kalender < 30 hari
N.1	N.1.6	Validasi notifikasi laporan = 4 pada bulan dengan hari kalender 31 hari	R.4	R.4.3	Validasi notifikasi laporan bulanan pada bulan dengan hari kalender 31 hari
N.1	N.1.7	Validasi notifikasi laporan > 4 pada bulan dengan hari kalender 30 hari			
N.1	N.1.8	Validasi notifikasi laporan > 4 pada bulan dengan hari kalender < 30 hari			
N.1	N.1.9	Validasi notifikasi laporan > 4 pada bulan dengan hari kalender 31 hari			
R.1	R.1.1	Validasi filter laporan			
R.1	R.1.2	Validasi kolom laporan			
R.1	R.1.3	Validasi data laporan			
R.1	R.1.4	Validasi sorting laporan			
R.1	R.1.5	Validasi perhitungan (pengelompokan dan			

Dengan menggunakan aplikasi web dan mobile untuk melaporkan tindakan dan kondisi tidak aman, perusahaan menghilangkan proses rekapitulasi data dan pembuatan laporan manual. Proses pemindahan data dari formulir fisik ke dalam spreadsheet yang tadinya membutuhkan waktu dua minggu dapat langsung diakses secara real-time. Begitupula dengan proses kategorisasi dan pelaporan pengamatan kerja, tidak perlu ada staf yang melakukan proses ini karena sudah dilakukan otomatis oleh sistem. Aplikasi web dan mobile berhasil melakukan efisiensi baik dari sisi biaya pencetakan formulir dan efisiensi waktu pelaporan dan pembuatan laporan.



Gambar 8. User Interface Dashboard

4. Kesimpulan

Perusahaan yang kegiatan utamanya memiliki risiko keselamatan kerja yang tinggi menggunakan teori piramida keselamatan untuk mengendalikan dan mengeliminasi bahaya dan penyebab bahaya. Salah satu caranya adalah mewajibkan pegawai melaporkan tindakan dan/atau keadaan tidak aman dalam bekerja. Harapannya dengan melaporkan tindakan atau keadaan tidak aman ini, dapat dilakukan tindakan-tindakan pencegahan agar tidak terjadi bahaya. Pelaporan tindakan dan keadaan tidak aman ini sering kali dilakukan secara manual dimana pekerja harus mengisi formulir tertentu kemudian data dikumpulkan dan dipindahkan dalam bentuk lain untuk kemudian ditindaklanjuti dan dibuat laporannya. Penelitian ini melakukan digitalisasi proses pelaporan, mulai dari pencatatan pengamatan kondisi dan/atau tindakan tidak aman, pengelompokan data pengamatan, pencatatan tindak lanjut terhadap data pengamatan dan pembuatan laporan pengamatan dan tindak lanjut pengamatan untuk jajaran manajemen perusahaan. Dari proses digitalisasi ini perusahaan berhasil melakukan efisiensi dalam hal biaya dan waktu. Biaya yang berhasil dieliminasi adalah biaya pencetakan formulir pengamatan keselamatan dan laporan bulanan. Dengan digitalisasi proses, waktu untuk mencetak dan mendistribusikan formulir kosong, merekap data dari formulir ke *spreadsheet*, membuat dan mendistribusikan laporan bulanan juga dapat dihilangkan. Dengan efisiensi ini, sumber daya manusia yang biasanya melakukan pekerjaan rutin dapat dialihkan untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan lain yang lebih strategis.

Referensi

- Anderson, M., dan Denkl, M. (2010): The Heinrich Accident Triangle—Too Simplistic A Model for HSE Management in the 21st Century?, *Society of Petroleum Engineers - SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production 2010*, **2**, 1062–1069.
<https://doi.org/10.2118/126661-MS>
- Bruegge, B., dan Dutoit, A. H. (2010): *Object-Oriented Software Engineering Using UML, Patterns, and Java* (3 ed.), Pearson, diperoleh 30 April 2022 melalui situs internet:
<https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Bruegge-Object-Oriented-Software-Engineering-Using-UML-Patterns-and-Java-3rd-Edition/PGM58934.html>.
- Download Android Studio and SDK tools | Android Developers. (n.d.): , diperoleh 17 April 2022, melalui situs internet:
<https://developer.android.com/studio>.
- Gabryelewicz, I., Sadłowska-Wrzesińska, J., dan Kowal, E. (2015): Evaluation of Safety Climate Level in a Production Facility, *Procedia Manufacturing*, **3**, 5822–5829.
<https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2015.07.835>
- Gaganpreetkaur, Mishra, N., dan Singhal, P. (2018): Concern Of Construction Industry Towards Occupational Safety And Health Issues, *www.tjprc.org SCOPUS Indexed Journal editor @tjprc.org*, diperoleh 11 Mei 2022 melalui situs internet: www.tjprc.org, **8**(3).
- Installation - Laravel - The PHP Framework For Web Artisans. (n.d.): , diperoleh 17 April 2022, melalui situs internet:
<https://laravel.com/docs/9.x>.
- M, S. Y., R, S. H., dan Nagapadma, R. (2020): Survey Paper: Framework of REST APIs, *International Research Journal of Engineering and Technology*, diperoleh 26 November 2021 melalui situs internet:
<http://aaa.bbb.com>.
- Marshall, P., Hirmas, A., dan Singer, M. (2018): Heinrich's pyramid and occupational safety: A statistical validation methodology, *Safety Science*, **101**, 180–189.
<https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2017.09.005>
- Moore, S. M., Yorio, P. L., Haas, E. J., Bell, J. L., dan Greenawald, L. A. (2020): Heinrich Revisited: a New Data-Driven Examination of the Safety Pyramid, *Mining, Metallurgy & Exploration 2020*

- 37:6, **37**(6), 1857–1863.
<https://doi.org/10.1007/S42461-020-00263-0>
- Neumann, A., Laranjeiro, N., dan Bernardino, J. (2021): An Analysis of Public REST Web Service APIs, *IEEE Transactions on Services Computing*, **14**(4), 957–970.
<https://doi.org/10.1109/TSC.2018.2847344>
- Penkey, S. P., dan Siddiqui, N. A. (2015): A Review on Accident Pyramid and its Empirical Interpretation in Oil & Gas Industry (Upstream), *International Journal of Scientific and Research Publications*, diperoleh 11 Mei 2022 melalui situs internet: www.ijsrp.org, **5**(1).
- PHP: What is PHP? - Manual. (n.d.): , diperoleh 17 April 2022, melalui situs internet: <https://www.php.net/manual/en/intro-what-is.php>.
- Pressman, R. S., dan Maxim, B. (2014): *Software Engineering: A Practitioner's Approach 8th Edition*, McGraw-Hill Education.
- Rebbit, D. (2014): Pyramid Power: A New View of the Great Safety Pyramid, *Professional Safety*, **59**(09), 30–34.
- Sohan, S. M., Maurer, F., Anslow, C., dan Robillard, M. P. (2017): A study of the effectiveness of usage examples in REST API documentation, *Proceedings of IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing, VL/HCC, 2017-October*, 53–61.
<https://doi.org/10.1109/VLHCC.2017.8103450>
- Sommerville, I. (2016): *Software Engineering Tenth Edition*, Pearson.
- Surwase, V. (2016): REST API Modeling Languages -A Developer ' s Perspective Related papers REST API Modeling Languages - A Developer ' s Perspective, *IJSTE - International Journal of Science Technology and Engineering*, diperoleh melalui situs internet: https://www.academia.edu/27064725/REST_API_Modeling_Languages_A_Developers_Perspective?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page, **2**(10), 634–637.
- Threadgold, I. M., dan Barrett, L. J. (19 Juni 2017): Serious Injury and Fatality Prevention in Oil and Gas Exploration, *ASSE Professional Development Conference and Exposition*.
- Ural, S., dan Demirkol, S. (2008): Evaluation of occupational safety and health in surface mines, *Safety Science*, **46**(6), 1016–1024.
<https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2007.11.010>