

Kajian Kepentingan Penerapan Teknologi *Wearables* dalam Meningkatkan Tahap Keselamatan di Tapak Bina di Negeri Johor

A Study of the Importance of Applying Wearables Technology in Improving Safety Levels at Construction Sites in Johor

Nor Syazlin Izzati Mohd Azlizam¹, Sulzakimin Mohamed^{1,2*}, Nur Arzwin Mohamed Aris¹, Roshartini Omar^{1,2}, Norliana Sarpin^{1,2}

¹ Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400 MALAYSIA

² Centre of Sustainable Infrastructure and Environmental Management (CSIEM), Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400 MALAYSIA

*Corresponding Author: zakimin@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2024.05.01.110>

Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2024
Diterima: 30 April 2024
Diterbitkan: 30 Jun 2024

Kata Kunci

Wearables, Keselamatan Pekerja,
Teknologi, Kontraktor, Tapak Bina

Abstrak

Teknologi *wearables* merupakan satu teknologi yang dapat membantu dalam meningkatkan tahap keselamatan pekerja di kawasan tapak bina. Dimana, tanpa penerapan teknologi *wearables* secara menyeluruh dan pengawasan yang teliti, masalah seperti kemalangan di tapak bina serta masalah dari segi kemajuan projek dan juga kos. Oleh itu, satu kajian yang merangkumi objektif kajian telah dijalankan bagi mengkaji potensi diperoleh daripada penerapan penggunaan teknologi *wearables* yang dapat membantu meningkatkan tahap keselamatan pekerja di kawasan tapak bina. Mengkaji cabaran dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* di kawasan tapak bina negeri Johor yang dapat meningkatkan tahap keselamatan pekerja. Mengenalpasti langkah-langkah untuk menerapkan penggunaan teknologi *wearables* di kawasan tapak bina untuk memastikan tahap keselamatan mereka meningkat. Kajian ini dijalankan menggunakan kaedah kualitatif iaitu sesi temu bual bersama tiga orang responden daripada syarikat yang berbeza. Kajian ini mencapai matlamatnya dengan mengenal pasti potensi teknologi *wearables* untuk meningkatkan keselamatan pekerja di tapak pembinaan, menerangkan cabaran mengaplikasikan teknologi, dan merumuskan langkah untuk menerapkannya secara berkesan, termasuk aspek keselamatan data, penglibatan pekerja, ujian perintis, serta pemantauan dan penguatkuasaan yang teliti. Kesimpulannya, kajian ini telah berjaya dijalankan dan telah mencapai objektif kajian ini. Walaupun terdapat beberapa kekangan seperti perubahan tarikh untuk temu bual dan ciri keselamatan di tapak bina, namun akhirnya kajian ini

telah berjaya diselesaikan di samping memenuhi kesemua objektif kajian di mana *wearables* dapat meningkatkan keselamatan dan komunikasi anantara pekerja walaupun kos mungkin akan meningkat dalam penggunaannya.

Keywords

Wearables, Worker Safety, Technology, Contractors, Construction Sites

Abstract

Wearables technology is a technology that can help in improving the safety level of workers in the construction site area. Where, without the comprehensive application of wearables technology and careful supervision, problems such as accidents at construction sites as well as problems in terms of project progress and cost. Therefore, a study that includes the objective of the study was conducted to examine the potential gained from the application of wearable technology that can help improve the level of worker safety in construction site areas. Studying the challenges in applying the use of wearable technology in Johor state construction sites that can improve the level of worker safety. Identify steps to implement the use of wearables technology in construction site areas to ensure their safety level increases. This study was conducted using a qualitative method which is an interview session with three respondents from different companies. This study achieves its goal by identifying the potential of wearables technology to improve worker safety on construction sites, explaining the challenges of applying the technology, and formulating measures to apply it effectively, including aspects of data security, worker involvement, pilot testing, as well as careful monitoring and enforcement. In conclusion, this study has been successfully conducted and has achieved the objectives of this study. Although there were some constraints such as changing the date for the interview and emergency features at the construction site, but in the end this study was successfully completed in addition to meeting all the research objectives where wearables can improve safety and communication between workers even though the cost may increase in its use.

1. Pengenalan

Perkataan bina secara etimologi berkaitan dengan pembinaan. Pembinaan ditakrifkan sebagai proses, pengeluaran, kaedah pembinaan, pembaharuan, usaha, dan tindakan atau aktiviti yang dijalankan dengan cara yang berguna dan berjaya.

Menurut Fathullah (2020), Perancangan, pemantauan dan kawalan yang komprehensif ke atas tugas kesihatan dan keselamatan adalah penting untuk kejayaan projek pembinaan. Sistem pengurusan keselamatan mengelakkan senario terburuk daripada berlaku di salah satu tapak bina, mengurangkan kemalangan dan meningkatkan semangat kakitangan pada masa yang sama. Menguruskan keselamatan secara berkesan adalah satu usaha yang mencabar, dan itulah sebabnya pengurusan keselamatan pembinaan, menjalankan semua langkah yang diperlukan untuk memulakan program keselamatan.

Menurut Anisa (2021), Pertubuhan Buruh Antarabangsa melaporkan bahawa setiap 15 saat, seorang pekerja meninggal dunia akibat kemalangan atau penyakit berkaitan kerja di seluruh dunia. Setiap 15 saat, 153 pekerja mengalami kemalangan berkaitan kerja. Di tapak pembinaan di seluruh dunia, sekurang-kurangnya 60,000 kemalangan maut berlaku setiap tahun, mewakili satu kemalangan maut setiap 10 minit.

Pengurusan keselamatan merangkumi semua tindakan semua sektor yang membantu dalam pencegahan kemalangan dan kecederaan serta pengurangan risiko di tempat kerja. Semua aktiviti berkaitan keselamatan di tempat kerja disertakan dalam sistem pengurusan keselamatan. Keselamatan dan kesihatan dalam sektor pembinaan adalah penting bagi semua pekerja untuk memastikan mereka beroperasi dalam persekitaran yang selamat dan terlindung. Adalah menjadi kewajipan dan tanggungjawab sesebuah sektor untuk melindungi pekerja mereka, ini kerana kecederaan atau kematian yang melibatkan seseorang tidak boleh diterima dalam mana-mana organisasi.

1.1 Latar Belakang Kajian

Kepentingan keselamatan adalah bertujuan untuk memastikan kelancaran operasi tapak bangunan. Ini kerana sekiranya berlaku sesuatu yang tidak diinginkan, kerja di tapak bangunan akan tertanggung berikutan pemeriksaan pihak berkuasa ke atas tapak pembinaan dan soal siasat terhadap pekerja. Perbelanjaan pembinaan boleh dikurangkan jika kos tersembunyi seperti ini dielakkan. Nilai keselamatan juga boleh meningkatkan produktiviti pekerja dan mengurangkan kos. Apabila pekerja mengetahui bahawa tempat kerja mereka selamat dan selesa, motivasi mereka untuk bekerja meningkat, dan perbelanjaan akan berkurangan kerana tugas itu mungkin diselesaikan tepat pada masanya.

Teknologi *wearables* ialah alatan yang dipakai pada badan, seperti aksesori, pakaian atau implan, dirujuk sebagai teknologi boleh pakai. Alat ini mengumpul, menjejak dan menganalisis maklumat tentang aktiviti harian, tahap aktiviti dan kesihatan seseorang. Teknologi *wearables* ini telah menjadi kebiasaan dalam pelbagai bidang, termasuk penjagaan kesihatan, kecergasan, hiburan dan produktiviti, hasil daripada perkembangan dalam teknologi penerima, pengecilan dan komunikasi tanpa wayar. Aplikasi untuk penjagaan kesihatan termasuk mengukur aktiviti fizikal, mengurus penyakit, dan boleh menyediakan maklum balas kecergasan. Dalam bidang hiburan, peranti *wearables* meningkatkan realiti maya dan permainan. Manakala di tempat kerja, teknologi *wearables* ini ialah komunikasi bebas tangan dan juga meningkatkan tahap kecekapan dan proses pengumpulan data.

1.2 Penyataan Masalah

References Pekerja pembinaan adalah penting bagi sektor pembinaan, dan mereka sentiasa terdedah kepada bahaya semasa bekerja. Pekerja pembinaan, sebaliknya, menjadi kurang sensitif terhadap risiko kemalangan kerana mereka telah menyesuaikan diri dengan persekitaran berbahaya mereka. Perbezaan antara risiko kemalangan tempat kerja sebenar dan persepsi pekerja terhadap risiko terhadap kemalangan yang rendah membawa kepada tingkah laku bekerja sambil lewa. (Chen *et al.*, 2023).

Ketiadaan sensor yang boleh dipakai boleh menghadkan keupayaan untuk mengesan dan memberi amaran kepada pekerja mengenai keadaan atau peristiwa berbahaya. Ini termasuk kekurangan pengesanan segera gas toksik, tahap bunyi yang berlebihan, atau jatuh. Tanpa amaran tepat pada masanya, pekerja mungkin tidak menyedari potensi bahaya, yang membawa kepada peningkatan risiko kemalangan atau kecederaan. Selain itu, tanpa teknologi *wearables* yang dilengkapi dengan sensor jarak atau keupayaan geolokasi, tapak pembinaan mungkin menghadapi cabaran dalam memastikan jarak yang betul dan mengelakkan perlanggaran. Pekerja mungkin tidak mempunyai amaran masa nyata apabila mendekati kawasan berbahaya atau apabila terdapat risiko perlanggaran dengan pekerja lain atau peralatan bergerak. (Gao *et al.*, 2018).

1.3 Persoalan Kajian

Berdasarkan permasalahan kajian yang telah dibincangkan, terdapat beberapa persoalan kajian yang telah dibentuk iaitu:-

- I. Apakah potensi teknologi *wearables* dalam meningkatkan tahap keselamatan di kawasan tapak bina ?
- II. Apakah cabaran-cabaran yang dihadapi dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* di kawasan tapak bina untuk memastikan tahap keselamatan mereka meningkat?
- III. Apakah langkah-langkah yang dapat meningkatkan penggunaan teknologi *wearables* ini untuk meningkatkan tahap keselamatan di kawasan tapak bina?

1.4 Objektif Kajian

Beberapa objektif kajian telah ditetapkan bagi memastikan kajian dijalankan berdasarkan persoalan kajian berikut:

- I. Mengenalpasti potensi teknologi *wearables* yang dapat membantu meningkatkan tahap keselamatan pekerja di kawasan tapak bina.
- II. Mengkaji cabaran dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* di kawasan tapak bina sekitar negeri Johor yang dapat meningkatkan tahap keselamatan pekerja.
- III. Mengenalpasti langkah-langkah untuk menerapkan penggunaan teknologi *wearables* di kawasan tapak bina untuk memastikan tahap keselamatan mereka meningkat.

1.5 Skop Kajian

Skop kajian ini memfokuskan kepada syarikat kontraktor G7 di negeri Johor. Menurut DOSH (2018), Negeri Johor dipilih kerana kini banyak kawasan pembinaan sedang rancak berjalan terutamanya yang melibatkan pembangunan infrastruktur awam dan swasta yang memerlukan pemantauan yang lebih daripada segi keselamatan. Mereka yang bekerja dalam sektor pembinaan harus sedar tentang kesan daripada mengabaikan

norma keselamatan dan mengambil jalan pintas, reka bentuk dan mutu kerja yang lemah, dan kerja tanpa pengawasan atau tanpa pengawasan. Skop kajian yang tertumpu kepada kontraktor G7 iaitu kepada jurutera, arkitek dan pengurus projek kerana mereka dapat memberi banyak informasi dan pandangan berkenaan kepentingan penerapan teknologi wearables di tapak bina untuk keselamatan pekerja yang lebih terjamin.

2. Kajian Literatur

2.1 Pengenalan

Teknologi *wearables* adalah teknologi yang digunakan untuk menggambarkan kelas peranti elektronik yang boleh dipakai sebagai aksesori pakaian dan mempunyai keupayaan komputer (digital). Alat ini bertujuan untuk memberi pengguna pelbagai fungsi disamping sifatnya yang ringan, mudah alih, dan mudah diaplikasikan dalam kehidupan seharian. Teknologi *wearables* seperti ini telah berkembang dan mempunyai kadar populariti sepanjang beberapa tahun kebelakangan ini. Hal ini kerana, hasil daripada potensinya dalam membantu bidang kerja seperti sektor pembinaan, penjagaan kesihatan, kecergasan, fesyen, dan juga hiburan.

2.2 Potensi Teknologi Wearables dalam Mempengaruhi Tahap Keselamatan di Kawasan Tapak Bina.

2.2.1 Peningkatan Keselamatan Pekerja dan Pengurangan Risiko

Menurut Nnaji *et al.*, (2021) Teknologi *wearables* dalam industri pembinaan menawarkan beberapa kelebihan, termasuk pengesanan bahaya masa nyata, pemantauan ergonomik, pemantauan keletihan dan tekanan, tindak balas kecemasan dan pengesanan lokasi, dan pemantauan pematuhan. Teknologi ini membolehkan amaran segera kepada pekerja, penyelia tapak bina, dan kakitangan keselamatan, yang membolehkan mereka mengambil langkah berjaga-jaga untuk mengelakkan daripada berlakunya kemalangan. Selain itu, peranti *wearables* ini juga memantau pergerakan, postur, dan pergerakan berulang pekerja, mengenal pasti risiko ergonomik dan memberikan maklum balas dengan segera

2.2.2 Komunikasi dan kerjasama yang lebih baik

Menurut Randall (2023) Teknologi *wearables* membolehkan komunikasi yang lancar, Memudahkan komunikasi dan pemberitahuan pantas, membolehkan kakitangan terus berhubung tanpa perlu mematikan telefon mereka, memastikan keselamatan dan kecekapan di tapak operasi bebas tangan dan dokumentasi yang cekap. Ciri-ciri ini membantu pekerja terus berhubung, meningkatkan koordinasi dan kerjasama.

Peralatan yang bebas tangan membolehkan pekerja mengakses maklumat sambil mengekalkan tangan mereka melakukan pekerjaan. Hal ini akan menjadikan mereka lebih selesa dalam persekitaran pembinaan. Perkongsian maklumat dalam kadar yang segera, seperti mengemaskini projek, garis panduan keselamatan, atau manual peralatan dapat meningkatkan kecekapan. Kerjasama jarak jauh membolehkan penyelia tapak bina memantau dan membimbing pekerja dari jauh, memberikan arahan, bantuan penyelesaian masalah, dan juga pemeriksaan kawalan kualiti.

2.2.3 Pengumpulan dan analisis dengan cekap

Menurut Awolusi *et al.*, (2018) teknologi wearables dalam industri pembinaan memberikan kelebihan yang ketara dalam pengumpulan dan analisis data masa nyata, yang membolehkan pengambilan keputusan yang tepat dan operasi yang lebih baik. Teknologi ini mengumpul data mengenai prestasi pekerja, keadaan persekitaran, penggunaan peralatan, pengesanan insiden keselamatan, pengoptimuman aliran kerja, dan pengurusan risiko proaktif.

2.2.4 Latihan dan Pembangunan kemahiran

Menurut Yap *et al.*, (2022) Teknologi *wearables* mempunyai potensi yang besar dalam latihan dan pembangunan kemahiran industri pembinaan. Ia menyediakan maklum balas dan panduan masa nyata, mensimulasikan situasi berbahaya, dan menawarkan tutorial dan demonstrasi interaktif. Sokongan latihan di tempat kerja disediakan oleh akses masa nyata kepada maklumat dan arahan yang relevan. Bantuan dari jarak jauh oleh pakar juga disediakan melalui persidangan video, ia dapat meningkatkan pemindahan pengetahuan dan kemahiran menyelesaikan masalah.

2.2.5 Produktiviti dan kecekapan

Menurut Medcalf, (2022) Teknologi *wearables* ini berpotensi untuk meningkatkan produktiviti dan kecekapan dalam industri pembinaan. Teknologi ini juga membolehkan kerjasama jarak jauh di kalangan ahli pasukan pembinaan, mengurangkan keperluan untuk perjalanan fizikal dan meningkatkan kecekapan keseluruhan projek. Selain itu, peranti *wearables* ini boleh membantu mengenal pasti sumber yang kurang digunakan, Mengoptimumkan jadual peralatan dan mengurangkan masa henti atau kos. Secara keseluruhan, teknologi *wearables* boleh membantu syarikat pembinaan menyelaraskan proses, meminimumkan masa henti dan mencapai tahap produktiviti dan kecekapan yang lebih tinggi.

2.3 Cabaran Penerapan Penggunaan Teknologi *Wearables* Dalam Meningkatkan Tahap Keselamatan Di Kawasan Tapak Bina

2.3.1 Kebimbangan Masalah Kesihatan

Menurut Hallaji *et al.*, (2022) Kebimbangan keselamatan dalam industri pembinaan memerlukan pertimbangan yang teliti terhadap reka bentuk peranti, ergonomik, persekitaran berbahaya, gangguan terhadap tugas kerja, bahaya sambungan tanpa wayar, dan pematuhan terhadap peraturan keselamatan. *Wearables* harus direka bentuk secara ergonomik, ringan, dan tidak mengganggu untuk memastikan keselamatan pekerja.

2.3.2 Privasi dan Keselamatan Data

Menurut Arias *et al.*, (2015) *Wearables* mengumpul dan menyimpan data peribadi, seperti maklumat biometrik, metrik kesihatan, dan data lokasi, yang boleh membawa kepada pengumpulan data sensitif. Data ini boleh berisiko keatas akses tanpa kebenaran, penyalahgunaan, atau pelanggaran, menimbulkan kebimbangan privasi untuk individu.

2.3.3 Kos Awal Perolehan

Menurut Alizadehsalehi *et al.*, (2018) Kos perolehan awal peranti *wearables* dalam pembinaan berbeza-beza bergantung kepada faktor seperti jenis, jenama, ciri, dan kuantiti yang diperlukan. Kos infrastruktur termasuk infrastruktur rangkaian, penyimpanan, perisian, dan pemasangan perkakasan. Kos integrasi melibatkan pertukaran data yang lancar dan keserasian dengan sistem sedia ada.

Kos latihan dan sokongan melibatkan program latihan yang komprehensif untuk pekerja dan penyelia tapak bina, serta sokongan teknikal dan perkhidmatan penyelenggaraan yang berterusan. Kos skalabiliti dan pengembangan melibatkan pembelian peranti tambahan, peningkatan infrastruktur, dan menyesuaikan program latihan dan sokongan untuk penyebaran yang lebih besar.

2.3.4 Reka bentuk berpusatkan manusia

Menurut Polhemus *et al.*, (2020) Tapak pembinaan menghadapi cabaran dalam mengenalpasti reka bentuk peranti *wearables* yang dapat memenuhi pelbagai jenis profil pengguna, ergonomik, keselamatan, dan ketahanan. Reka bentuk yang ringan, boleh laras dan sesuai untuk pelbagai jenis dan saiz badan adalah penting untuk kelancaran dalam penggunaan peranti. Keselamatan dan ketahanan juga penting, kerana pekerja melakukan tugas yang menuntut banyak penggunaan tenaga fizikal.

2.3.5 Pengukuran dan pengesahan

Menurut Rodgers *et al.*, (2019) Pengukuran dan pengesahan teknologi *wearables* sangat penting untuk mendapatkan data yang tepat dari mereka. Walau bagaimanapun, bidang ini masih membangunkan bahasa yang biasa untuk proses pengukuran dan penilaian peranti dalam menentukan prestasi, keselamatan dan ketahanan. Hal ini telah menyumbang kepada cabaran dalam pengukuran dan pengesahan yang ketat. Sebagai contoh, untuk menentukan prestasi peranti yang berbeza dalam pengiraan langkah, sistem yang jelas dan boleh dihasilkan semula yang mereplikasi cara berjalan manusia akan diperlukan.

2.4 Langkah-Langkah Bagi Menerapkan Penggunaan Teknologi *Wearables* Untuk Meningkatkan Tahap Keselamatan di Kawasan Tapak Bina.

2.4.1 Meningkatkan Tahap Keselamatan Data

Menurut Kapoor *et al.*, (2020) langkah atau mekanisme pengesahan yang bagus, kaedah dan sistem penyulitan yang berkualiti, dan sijil digital sangat penting untuk memastikan keselamatan dan privasi data dalam peranti *wearables* yang dipakai. Komponen ini termasuk kata laluan yang kuat, pengesahan dua faktor (2FA), penyulitan simetri, penyulitan asimetrik, sijil digital, dan juga infrastruktur kunci awam (PKI). Mekanisme pengesahan yang

bagus dan berkualiti boleh mengesahkan identiti pengguna sebelum memberikan akses kepada data sensitif, sementara dasar kata laluan yang kuat melindungi daripada akses yang tidak dibenarkan.

2.4.2 Menjalankan Ujian Perintis

Menurut Ruscio *et al.*, (2021) Ujian perintis adalah penilaian yang terkawal yang digunakan oleh teknologi *wearables* dalam senario pembinaan secara fizikal, mengenal pasti cabaran dan batasan yang berpotensi. Ia memberikan pandangan yang penting seperti tahap kebolegunaan, prestasi, dan penerimaan pengguna, memastikan setiap peranti *wearables* yang dipilih sesuai untuk keperluan tapak tertentu. Program latihan harus merangkumi fungsi peranti, protokol keselamatan, dan pertimbangan privasi dan keselamatan data. Sesi latihan boleh dijalankan dalam bengkel, demonstrasi, atau modul dalam talian, dan sokongan dan melalui saluran komunikasi tetap sangat penting semasa fasa pelaksanaan.

2.4.3 Menggalakkan Penglibatan Pekerja dan Pembelian

Menurut Burnett *et al.*, (2019) Langkah dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* yang berkesan adalah dengan menggalakkan penglibatan pekerja dan pembelian. Perbincangan secara terbuka dan perbincangan telus dengan pekerja dan penyelia tapak bina dapat memupuk kepercayaan dan menggalakkan penyertaan aktif. Penglibatan pekerja dalam membuat keputusan juga penting. Hal ini kerana ia boleh membantu memahami keperluan, keutamaan, dan halangan yang berpotensi untuk diterima pakai. Program latihan dan pendidikan harus disediakan untuk memastikan pekerja memahami faedah teknologi *wearables*, menangani kebimbangan dan kerisauan pekerja, dan menggalakkan peningkatan berterusan. Mewujudkan saluran untuk pekerja dan penyelia tapak bina untuk memberikan maklum balas dan cadangan mengenai kebolegunaan, tahap keberkesanan, dan cabaran dalam penerapan penggunaan teknologi *wearables* adalah penting untuk mewujudkan budaya keselamatan yang positif dan pelaksanaan projek yang lancar.

2.4.4 Pemantauan dan penguatkuasaan

Menurut Mejia *et al.*, (2021) Organisasi mesti mematuhi peraturan dan garis panduan kesihatan dan keselamatan untuk mencegah daripada berlakunya insiden ataupun kemalangan dan untuk mengekalkan persekitaran kerja yang selamat. Penilaian risiko yang kerap perlu dijalankan untuk mengenal pasti potensi bahaya. Komunikasi dan kerjasama yang berkesan adalah penting untuk kesedaran pekerja dalam menangani masalah berkenaan isu keselamatan.

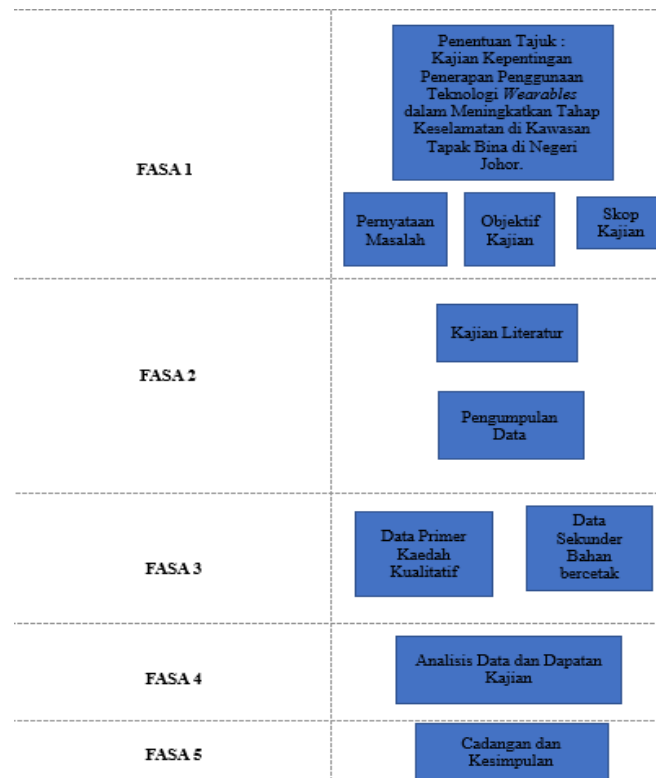
Pemantauan dan penguatkuasaan yang kerap adalah penting, perkara yang perlu dilakukan oleh penyelia tapak dan pegawai keselamatan secara aktif ialah dengan menguatkuasakan langkah keselamatan dan menangani isu ketidakpatuhan terhadap setiap arahan yang diberi. Persekitaran kerja yang selamat dan sihat menyumbang kepada kejayaan projek pembinaan, meningkatkan semangat dan produktiviti pekerja, dan membantu mengekalkan reputasi positif dalam industri.

3. Metodologi Kajian

Metodologi kajian adalah penting dalam memberi panduan kepada penyelidik bagi membantu mencapai matlamat dan objektif kajian. Bahagian ini akan menerangkan metodologi yang telah digunakan dalam menjalankan kajian ini.

Tujuan utama bab ini adalah untuk membincangkan kaedah penyelidikan yang diterima pakai yang diterima dan digunakan sepanjang kajian dilaksanakan. Menurut Rajasekar *et al.*, (2006), definisi kaedah penyelidikan ialah satu pendekatan dalam menyelesaikan masalah secara sistematik dan memahami dan memahami bagaimana penyelidikan yang telah dijalankan. Metodologi menyediakan garis panduan bagi penyelidik untuk mencapai objektif penyelidikan. Semua prosedur dan penyelidikan pendekatan yang digunakan dalam kajian membantu dalam aktiviti pengumpulan data dibincangkan secara terperinci dan menyeluruh dalam bab ini juga.

3.1 Carta Alir Kajian



Rajah 1 Carta Alir Metodologi Kajian

3.2 Pendekatan Kajian

Menurut Ferreira *et al.*, (2011), Pendekatan kajian membolehkan pengkaji untuk merancang prosedur untuk mengumpulkan data, analisis, dan tafsiran apabila menjalankan penyelidikan. Pendekatan kajian adalah kritikal dan penting kerana strategi yang cekap kepada tafsiran penyelidikan sosial. Maklumat yang dikumpulkan dan keputusan yang diperolehi daripada responden dan juga kajian literatur. Kajian ini juga dianalisis dan telah mencapai tiga objektif iaitu mengkaji potensi teknologi *wearables*, cabaran yang dihadapi dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables*, dan juga mengkaji langkah yang dapat diambil dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* ini di kawasan tapak bina. Dalam kajian ini, kaedah kualitatif telah digunakan dalam mencapai objektif dan persoalan kajian.

3.2.1 Kaedah Kualitatif

Menurut Parkinson & Drislane (2011), Penyelidikan dengan menggunakan kaedah kualitatif seperti pemerhatian penyelidik atau kajian kes yang menyebabkan naratif, akaun deskriptif suasana atau amalan. Tujuan kajian kualitatif digunakan. Semua kaedah kualitatif berusaha untuk mencari pemahaman atau untuk mencapai penjelasan daripada data bukan daripada pengetahuan atau teori terlebih dahulu. Kaedah kualitatif memberi pengetahuan tertentu sebagai alat untuk menyelesaikan kekeliruan. Oleh itu pengetahuan yang diperolehi melalui data yang dikumpul dan dianalisis, dan maklumat analisis data dapat memberi pemahaman untuk kajian kualitatif.

3.3 Instrumen Kajian

Dalam kajian kualitatif, pengkaji telah menemu bual responden mengenai potensi daripada penerapan teknologi *wearables* untuk meningkatkan tahap keselamatan di tapak bina dan juga cabaran yang dihadapi untuk menerapkan penggunaan teknologi *wearables* di tapak bina. Pengkaji telah merakam perbualan yang merupakan bukti penting dalam menjalankan kajian ini. Dalam kajian ini, pengkaji telah memastikan bahawa instrumen yang digunakan adalah sah dan boleh dipercayai untuk mengekalkan proses penyelidikan berjalan dengan lancar. Oleh itu, soalan temu bual adalah instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam mengumpul data daripada responden.

3.3.1 Temu bual

Pengkaji telah menjalankan temu bual yang terperinci berdasarkan garis panduan yang telah ditetapkan. Apa-apa yang disebutkan oleh responden merupakan data yang sangat penting dan berguna bagi sesuatu kajian. Tindak balas yang relevan akan dicatatkan kata demi kata. Melalui kaedah ini pengkaji dapat memperoleh kefahaman yang meluas dengan cara “mendalami” sesebuah topik tertentu.

3.4 Populasi Dan Sampel Kajian

Menurut Shukla *et al.*, (2020) Persampelan boleh ditakrifkan sebagai satu proses dalam kumpulan orang yang lebih kecil yang terpilih dimana pada dasarnya mempunyai ciri-ciri yang sama dan juga perwakilan sebagai jumlah kumpulan dari mana ia diambil dipanggil sebagai persampelan. Penyelidik memilih sampel dengan menggunakan kaedah yang lebih cepat mengumpul data, kos yang lebih rendah persampelan, dan data yang lebih kecil bersedia untuk data yang lebih tepat.

Selain itu, penyelidik juga memilih sampel yang paling sesuai dari pihak yang terlibat dengan penggunaan teknologi *wearables* kerana ia memberikan jawapan berguna dan tepat dimana data tersebut amat diperlukan bagi menjawab soalan yang akan dikemukakan semasa proses temubual. Kajian ini memberi tumpuan kepada penyelia tapak dan juga pengurus projek dalam syarikat yang bertaraf G7. Untuk menentukan saiz sampel, pengkaji telah merujuk jadual penentuan saiz sampel yang telah disediakan seperti dalam jadual Krejcie & Morgan (1970) dan jadual Cohen *et al.*, (2001).

4. Analisis Data Dan Perbincangan

4.1 Demografi Responden

Proses analisis data ini terbahagi kepada beberapa bahagian iaitu analisis latar belakang, analisis data objektif pertama iaitu potensi penerapan teknologi *wearables*, analisis data berkenaan cabaran yang dihadapi, dan analisis langkah dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables*. Dalam kajian ini, sebanyak 3 orang responden telah memberi kerjasama.

Jadual 1 Demografi responden

Responden	Nama Syarikat	Jawatan	Tahun Pengalaman Dalam Industri
R1	Ytl Construction Group Section 5 Johor	Senior Site Engineer	12 Tahun
R2	Hwa Hwa Hin Sdn Bhd Johor	Senior Site Supervisor	9 Tahun
R3	Syarikat Ghaz Properties Sdn. Bhd Johor	Senior Site Supervisor	11 Tahun

Ketiga-tiga responden adalah bekerja di dalam negeri Johor sebagaimana yang dinyatakan dalam skop kajian. Ketiga-tiga responden ini mempunyai pengalaman berada dalam industri pembinaan antara 9 hingga 12 tahun pengalaman.

4.2 Potensi Penggunaan Teknologi *Wearables* Dalam Meningkatkan Tahap Keselamatan Pekerja Di Kawasan Tapak Bina

Jadual 2 Peningkatan Keselamatan Pekerja dan Pengurangan Risiko

Peningkatan Keselamatan Pekerja dan Pengurangan Risiko	
R1	Melalui pemantauan kesihatan <i>real-time</i>
R2	Adanya data dan data dianalisis untuk mengenal pasti pola-pola risiko dan langkah pencegahan
R3	Dapat membantu mengesan dan memberikan amaran awal

Hasil analisis dapatan kajian daripada temu bual ketiga-tiga responden berkenaan potensi meningkatkan keselamatan pekerja dan pengurangan risiko selari dengan kajian dengan Nnaji *et al.*, (2021) yang menyatakan bahawa teknologi *wearables* dalam industri pembinaan menawarkan beberapa kelebihan, termasuk pengesanan bahaya masa nyata, pemantauan ergonomik, pemantauan keletihan dan tekanan, tindak balas kecemasan dan pengesanan lokasi, dan pemantauan pematuhan.

Jadual 3 Komunikasi dan kerjasama yang lebih baik

Komunikasi dan kerjasama yang lebih baik	
R1	Membolehkan komunikasi yang lebih cepat dan efisien
R2	Membolehkan arahan diberikan dengan segera tanpa berlakunya kelewatan
R3	Memudahkan jabatan keselamatan untuk mengesan lebih awal jika berlaku sesuatu kecemasan

Hasil analisis dapatan kajian daripada temu bual ketiga-tiga responden berkenaan potensi dari segi komunikasi dan kerjasama yang lebih baik selari dengan kajian dengan Yu *et al.*, (2018), Komunikasi keselamatan yang dipertingkatkan adalah satu lagi kelebihan penting dari *wearables*. Mereka boleh menyiarkan amaran kepada semua pekerja secara serentak, memastikan arahan keselamatan dan notis pemindahan tepat pada masanya. Dokumentasi digital dan penyimpanan rekod juga membantu menyelaraskan proses, mengurangkan keperluan untuk alat atau kertas kerja yang berasingan.

Jadual 4 Pengumpulan dan analisis data masa nyata

Pengumpulan dan analisis data masa nyata	
R1	Membantu kita dalam mengumpulkan data secara terus keadaan di tapak bina.
R2	Membantu proses pengumpulan data dan dapat menganalisis data dengan lebih berkesan
R3	Meningkatkan tahap keselamatan pekerja di kawasan tapak bina

Hasil analisis dapatan kajian daripada temu bual ketiga-tiga responden berkenaan potensi dari segi pengumpulan dan analisis data masa nyata selari dengan kajian Awolusi *et al.*, (2018) Teknologi *wearables* dalam industri pembinaan menawarkan kelebihan yang ketara dalam pengumpulan dan analisis data masa nyata, yang membolehkan pengambilan keputusan yang tepat dan operasi yang lebih baik. Teknologi ini mengumpul data mengenai prestasi pekerja, keadaan persekitaran, penggunaan peralatan, pengesanan kemalangan, pengoptimuman aliran kerja, dan pengurusan risiko proaktif.

Jadual 5 Latihan dan Pembangunan Kemahiran

Latihan dan Pembangunan Kemahiran	
R1	Sebagai sokongan yang signifikan
R2	Kemampuan untuk menyokong simulasi atau pengalaman praktikal yang membantu pekerja mengembangkan kemahiran baru
R3	Pekerja lebih mahir dan berkemahiran

Hasil analisis dapatan kajian daripada temu bual ketiga-tiga responden berkenaan potensi penerapan teknologi *wearables* daripada segi latihan dan pembangunan kemahiran selari dengan kajian Yap *et al.*, (2022) yang menyatakan dengan memanfaatkan *wearables* untuk tujuan latihan, syarikat pembinaan boleh meningkatkan kemahiran pekerja, meningkatkan kesedaran keselamatan, dan menyumbang kepada tenaga kerja yang lebih cekap.

Jadual 6 Produktiviti dan Kecekapan

Produktiviti dan kecekapan	
R1	Menyediakan pemantauan dan maklumat yang diperlukan untuk menyiapkan kerja dengan lebih cekap
R2	Membuat penyesuaian pantas dalam proses pembinaan,
R3	Mengurangkan kadar kebergantungan tenaga fizikal

Hasil analisis dapatan kajian daripada temu bual ketiga-tiga responden berkenaan potensi penerapan teknologi *wearables* iaitu produktiviti dan kecekapan selari dengan pernyataan Medcalf, (2022) yang menyatakan bahawa teknologi *wearables* menawarkan aliran kerja yang optimum, operasi bebas tangan, pemantauan tugas dan

pengesanan masa, pengumpulan dan pelaporan data masa nyata, kerjasama dan sokongan jauh, pengoptimuman sumber, dan pengenalan isu proaktif.

4.3 Cabaran yang dihadapi dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* dalam meningkatkan tahap keselamatan pekerja di kawasan tapak bina

Jadual 7 *Kebimbangan Masalah Kesihatan*

Kebimbangan Masalah Kesihatan	
R1	Menyebabkan timbulnya isu privasi pekerja dan tekanan tambahan
R2	Membawa kepada kepenatan atau masalah kesihatan fizikal seperti masalah kekejangan otot atau masalah postur tubuh jika tidak dirancang dengan baik
R3	Boleh menyebabkan masalah kesihatan kulit seperti ruam, iritasi, atau alergi terhadap bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan peranti tersebut.

Hasil analisis dapatan kajian daripada temu bual ketiga-tiga responden berkenaan cabaran di atas iaitu kebimbangan masalah keselamatan adalah selari dengan Hallaji *et al.*, (2022) dimana teknologi *wearables* ini memerlukan pertimbangan yang teliti terhadap reka bentuk peranti, ergonomik, persekitaran berbahaya, gangguan terhadap tugas kerja, bahaya sambungan tanpa wayar, dan pematuhan terhadap peraturan keselamatan.

Jadual 8 *Privasi dan Keselamatan Data*

Privasi dan Keselamatan Data	
R1	Memerlukan dasar yang jelas dan selaras supaya dapat melindungi data atau maklumat peribadi daripada dapat diakses tanpa kebenaran pemakai
R2	Kawalan yang ketat sangat diperlukan untuk memastikan hak privasi individu dapat dikakalkan tanpa kompromi
R3	Perlu memastikan data sensitif tidak terdedah kepada risiko kebocoran atau serangan siber.

Hasil analisis dapatan kajian daripada temu bual ketiga-tiga responden berkenaan cabaran privasi dan keselamatan data ini selari dengan Arias *et al.*, (2015) dimana mereka menyatakan data yang diperoleh ini boleh berisiko diakses tanpa kebenaran, penyalahgunaan, atau pelanggaran, menimbulkan kebimbangan privasi untuk individu.

Jadual 9 *Kos Awal Perolehan*

Kos Awal Perolehan	
R1	Menimbulkan kebimbangan terutama untuk syarikat kecil atau projek yang mempunyai kadar bajet yang terhad.
R2	Pihak syarikat harus mencari keseimbangan yang baik antara inovasi keselamatan dan pemeliharaan bajet.
R3	Menjalankan beberapa proses dalam merancang sesuatu yang yang dapat memenuhi keperluan keselamatan tanpa menjejaskan kestabilan kewangan syarikat.

Hasil analisis dapatan kajian daripada temu bual ketiga-tiga responden di atas berkenaan cabaran kos awal perolehan peranti *wearables* ini selari dengan pernyataan Alizadehsalehi *et al.*, (2018) yang menyatakan bahawa adalah disyorkan untuk melibatkan diri dengan vendor teknologi, menjalankan analisis kos yang menyeluruh, dan mempertimbangkan pulangan jangka panjang ke atas pelaburan apabila menilai kos perolehan awal teknologi *wearables* dalam pembinaan.

Jadual 10 *Rekabentuk Berasaskan Manusia*

Reka Bentuk Berasaskan Manusia	
R1	Harus disesuaikan dengan keperluan dan keselesaan kepada pekerja

R2	Memastikan peranti <i>wearables</i> ini tidak mengganggu aktiviti harian pekerja
R3	Memerlukan peranti yang tidak hanya memenuhi keperluan keselamatan tetapi juga mudah digunakan.

Hasil analisis dapatan kajian daripada temu bual mendapati bahawa cabaran reka bentuk berasaskan manusia ini adalah salah satu kelemahan yang harus dihadapi. Kenyataan yang diberikan oleh ketiga-tiga responden selari dengan kajian oleh Polhemus *et al.*, (2020) iaitu proses reka bentuk berpusatkan pengguna melibatkan penyelidikan pengguna yang luas, prototaip, ujian berulang, dan kerjasama antara pereka, jurutera, dan pengguna akhir.

Jadual 11 Pengukuran dan Pengesahan

Pengukuran dan Pengesahan	
R1	Memastikan ketepatan dan kebolehpercayaan data yang dikumpulkan melalui teknologi <i>wearables</i> .
R2	Perlu melibatkan pakar untuk memastikan ketepatan pengukuran.
R3	Memastikan data yang diterima tepat dan tidak membahayakan pengguna iaitu pekerja

Hasil analisis dapatan kajian daripada temu bual berkenaan cabaran pengukuran dan pengesahan ini bertepatan dengan kajian lepas oleh Rodgers *et al.*, (2019) Penentuan dan pengesahan teknologi *wearables* sangat penting untuk mendapatkan data yang tepat dari mereka.

4.4 Langkah dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* dalam meningkatkan tahap keselamatan pekerja di kawasan tapak bina.

Jadual 12 Meningkatkan tahap keselamatan data

Meningkatkan Tahap Keselamatan Data	
R1	Keamanan data menjadi keutamaan supaya dapat melindungi informasi ataupun data-data sensitif yang mungkin terkait dengan pekerja dan projek di tapak bina
R2	Dilindungi daripada serangan siber dan hanya tersedia kepada orang yang diberi kuasa ataupun hak
R3	Menggunakan,sekatan akses yang ketat, pematuhan kepada undang-undang perlindungan data, pemantauan berterusan, dan latihan keselamatan kakitangan.

Analisis dapatan kajian daripada temu bual yang diberikan responden di atas menepati kajian Kapoor *et al.*, (2020) dimana dinyatakan mekanisme pengesahan yang kuat, algoritma penyulitan yang bagus, dan sijil digital sangat penting untuk memastikan keselamatan dan privasi data.

Jadual 13 Menjalankan Ujian Perintis

Menjalankan Ujian Perintis	
R1	Ujian ini boleh membantu mewujudkan kapasiti teknologi untuk melindungi data pekerja semasa digunakan di lapangan.
R2	Melihat kajian yang menilai kesan langsung teknologi <i>wearables</i> ini terhadap keselamatan pekerja dari perspektif individu di tempat kerja
R3	Penekanan terhadap keperluan menjalankan kajian keselamatan yang meluas

Analisis dapatan kajian daripada temu bual diberikan responden di atas menepati kajian kenyataan Ruscio *et al.*, (2021) iaitu program latihan harus merangkumi fungsi peranti, protokol keselamatan, dan pertimbangan privasi dan keselamatan data. Sesi latihan boleh dijalankan dalam bengkel, demonstrasi, atau modul dalam talian, dan sokongan melalui saluran komunikasi tetap sangat penting semasa fasa pelaksanaan.

Jadual 14 Menggalakkan Penglibatan Pekerja dan Pembelian

Menggalakkan Penglibatan Pekerja dan Pembelian	
R1	Kepentingan mendengar perspektif dan permintaan pekerja

R2	Membuat pilihan pembelian peranti yang terbaik dan bersesuaian
R3	Melakukan ujian perbandingan di tapak bina

Analisis dapatan kajian di atas menepati kajian Burnett *et al.*, (2019) Perbincangan secara terbuka dan perbincangan secara telus antara pekerja dan penyelia tapak bina boleh memupuk kepercayaan dan dapat menggalakkan penyertaan yang aktif. Penglibatan pekerja dalam membuat keputusan adalah penting, kerana ia membantu dalam memahami keperluan, keutamaan, dan halangan yang berpotensi untuk diterima pakai atau diaplikasikan.

Jadual 15 Pemantauan dan penguatkuasaan

Pemantauan dan penguatkuasaan	
R1	Pekerja dilengkapi dengan peranti <i>wearables</i>
R2	Pantau keadaan pekerja secara berkala
R3	Mewujudkan prosedur tindakan segera jika terdapat isu keselamatan yang dikesan

Analisis dapatan kajian dalam jadual diatas selari dengan pernyataan Mejia *et al.*, (2021) Pemantauan dan penguatkuasaan yang kerap adalah penting, dengan penyelia tapak dan pegawai keselamatan secara aktif menguatkuasakan langkah keselamatan dan menangani isu ketidakpatuhan.

5. Kesimpulan dan Cadangan

Bahagian ini membincangkan secara menyeluruh mengenai hasil dapatan kajian yang telah dijalankan. Rumusan dan cadangan mengenai beberapa perkara yang berkaitan turut dikemukakan untuk diberikan perhatian dan pertimbangan yang sewajarnya oleh pihak-pihak tertentu yang terlibat berdasarkan kepada hasil kajian yang diperoleh di dalam bab sebelum ini. Di dalam bab ini juga menunjukkan sama ada objektif kajian dapat dicapai ataupun tidak. Antara objektif kajian adalah mengkaji potensi penggunaan teknologi *wearables* dalam meningkatkan tahap keselamatan pekerja di kawasan tapak bina, mengkaji cabaran yang dihadapi dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* dalam meningkatkan tahap keselamatan pekerja, dan juga mengenalpasti langkah-langkah untuk menerapkan penggunaan teknologi *wearables* dalam meningkatkan tahap keselamatan pekerja di kawasan tapak bina.

5.1 Rumusan Dapatan Kajian

Kajian ini mempunyai tiga persoalan iaitu untuk mengetahui 1. Apakah potensi teknologi *wearables* dalam meningkatkan tahap keselamatan di kawasan tapak bina? 2. Apakah cabaran-cabaran yang dihadapi dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* di kawasan tapak bina dalam memastikan tahap keselamatan mereka meningkat? 3. Apakah langkah-langkah yang dapat meningkatkan penggunaan teknologi *wearables* ini untuk meningkatkan tahap keselamatan di kawasan tapak bina?

Bagi mencapai objektif dan menjawab persoalan kajian, metodologi yang telah digunakan oleh penyelidik dalam mengumpulkan data-data ialah melalui kaedah kualitatif iaitu dengan menemu bual pihak-pihak industri pembinaan yang terlibat dengan kajian kepentingan penerapan penggunaan teknologi *wearables*. Setelah mengumpul data-data hasil daripada kaedah ini, data tersebut dianalisis dan penyelidik mendapati bahawa objektif dan persoalan yang terdapat dalam kajian ini telah terjawab.

5.2 Pencapaian Objektif Kajian

Secara umum, objektif kajian ini telah berjaya dicapai dan hasil kajian dapat dirumuskan berdasarkan (3) objektif seperti berikut;

5.2.1 Objektif Pertama : Mengkaji Potensi Penggunaan Teknologi *Wearables* Dalam Meningkatkan Tahap Keselamatan Pekerja Di Kawasan Tapak Bina.

Ini adalah dapatan kajian yang diperoleh berdasarkan pandangan responden kepada potensi penggunaan teknologi *wearables* untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina.

Peningkatan keselamatan pekerja dan pengurangan risiko. Hal ini menyebabkan berlakunya peningkatan keselamatan pekerja di tapak bina melalui pemantauan kesihatan *real-time*. Ia memudahkan syarikat dalam mengurangkan kemalangan atau kemalangan yang berlaku di tapak bina. Ini kerana adanya data dan data tersebut dianalisis untuk mengenal pasti pola-pola risiko dan langkah pencegahan.

Menyediakan komunikasi dan kerjasama yang lebih baik. Ia membolehkan setiap arahan dapat disampaikan dengan kadar yang segera tanpa berlakunya kelewatan. Hal ini membuatkan sesuatu pekerjaan yang dilakukan dapat berjalan dengan lebih cepat kerana setiap individu ataupun pekerja dapat memahami peranan dan tugas yang perlu mereka laksanakan.

Selain itu juga, potensi daripada penerapan penggunaan teknologi *wearables* ini ialah daripada segi pengumpulan dan analisis. Data yang diperoleh akan memudahkan keputusan dapat dibuat dengan lebih cepat. Selain itu, proses analisis dijangkakan lebih pantas dan berkesan kerana teknologi ini dapat membantu dalam mengintegrasikan semua data dengan lebih mudah.

Membantu dalam memberikan latihan dan pembangunan kemahiran. Penerapan teknologi ini diakui sebagai sokongan yang signifikan dalam memberikan latihan yang lebih mudah diakses, pembelajaran berasaskan data, simulasi kemahiran, dan pembelajaran yang berterusan bagi pembangunan kemahiran pekerja di tempat kerja.

Potensi yang seterusnya meningkatkan produktiviti dan kecekapan pekerja di kawasan tapak bina. Perkara ini dapat menyumbang kepada peningkatan keseluruhan dalam produktiviti tapak bina. Dengan akses kepada data pada masa yang tepat, pekerja dapat membuat penyesuaian pantas dalam proses pembinaan, menambahkan kadar kecekapan secara langsung dan seterusnya dapat memperbaiki hasil kerja mereka.

5.2.2 Objektif Kedua: Cabaran-cabaran dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* di kawasan tapak bina sekitar negeri Johor yang dapat meningkatkan tahap keselamatan pekerja.

Ini adalah dapatan kajian yang diperoleh berdasarkan pandangan responden kepada cabaran dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina.

Kebimbangan masalah kesihatan menjadi satu cabaran utama kerana *wearables* harus direka bentuk secara ergonomik, ringan, dan tidak mengganggu untuk memastikan keselamatan pekerja.

Privasi dan keselamatan data. Kawalan yang ketat sangat diperlukan untuk memastikan hak privasi individu dapat dikekalkan tanpa kompromi.

Kos Awal Perolehan. Kos perolehan awal peranti *wearables* dalam pembinaan berbeza-beza bergantung kepada faktor seperti jenis, jenama, ciri, dan kuantiti yang diperlukan.

Reka Bentuk Berasaskan Manusia. Tapak pembinaan menghadapi cabaran dalam mereka bentuk peranti *wearables* yang memenuhi pelbagai profil pengguna, ergonomik, keselamatan, dan ketahanan.

Pengukuran dan pengesahan. Sebagai contoh, untuk menentukan prestasi peranti yang berbeza dalam proses pengiraan langkah, sistem yang jelas seperti peranti yang boleh mengesan maklumat tentang perubahan cara manusia itu berjalan secara berulang kali amat diperlukan.

5.2.3 Objektif Ketiga: Langkah-Langkah Bagi Menerapkan Penggunaan Teknologi *Wearables* Untuk Meningkatkan Tahap Keselamatan di Kawasan Tapak Bina.

Ini adalah dapatan kajian yang diperoleh berdasarkan pandangan responden kepada langkah dalam menerapkan penggunaan teknologi *wearables* untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina.

Meningkatkan tahap keselamatan data. Mekanisme pengesahan yang kuat, algoritma penyulitan yang berkualiti dan bagus, dan sijil digital sangat penting untuk memastikan keselamatan dan privasi data dalam teknologi *wearables*.

Menjalankan Ujian Perintis. Ia memberikan pandangan yang berharga ke dalam kebolegunaan, prestasi, dan penerimaan pengguna, memastikan peranti *wearables* yang dipilih sesuai untuk keperluan tapak tertentu.

Menggalakkan Penglibatan Pekerja dan Pembelian. Penglibatan pekerja dalam membuat keputusan adalah penting, kerana ia membantu memahami keperluan, keutamaan, dan halangan yang berpotensi untuk diterima pakai.

Pemantauan dan penguatkuasaan. Pemantauan dan penguatkuasaan tetap diperlukan, dengan penyelia tapak dan pegawai keselamatan secara aktif selain melaksanakan standard keselamatan dan menangani isu ketidakpatuhan.

5.3 Cadangan Kajian Lanjutan

Oleh kerana kajian ini mempunyai beberapa batasan dan kelemahan, seperti bilangan responden yang kecil, pengumpulan data hanya melalui kaedah temu bual, dan kajian literatur terhad di Johor, perkara berikut dikemukakan untuk kegunaan kajian selanjutnya.

Kajian ini telah dijalankan di Johor. Segala dapatan kajian hanya boleh dibincangkan dalam konteks dimana kajian ini dilakukan. Adalah dinasihatkan agar skop kajian dipertingkatkan pada masa hadapan dengan mendapatkan populasi yang lebih luas bagi memperoleh hasil kajian yang lebih komprehensif dan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kepentingan aplikasi teknologi *wearables* ini.

Kajian ini telah dilakukan dengan menggunakan kaedah temu bual. Oleh itu, sedikit sebanyak kekurangan pasti wujud ketika menggunakan kaedah tersebut. Adalah dicadangkan kajian yang sama dilakukan tetapi dengan menggunakan kaedah lain seperti kaedah soal selidik. Kaedah ini mungkin dapat membuatkan responden memberikan jawapan tambahan yang lebih mendalam berkenaan kajian yang dilakukan.

5.4 Kesimpulan

Kesimpulannya, kajian ini telah berjaya dijalankan dan telah mencapai objektif kajian. Walaupun terdapat beberapa kekangan dalam proses melaksanakan kajian ini, namun akhirnya kajian ini telah berjaya diselesaikan disamping memenuhi kesemua objektif kajian yang telah ditetapkan. Secara keseluruhan, kajian ini telah menjawab semua persoalan kajian.

Melalui hasil kajian ini, diharap dapat memberi sedikit sebanyak pengetahuan berkenaan dengan potensi penggunaan teknologi *wearables* dan juga cabaran yang dihadapi dalam menerapkan penggunaan teknologi ini selain mencari langkah-langkah yang dapat dilaksanakan untuk menerapkan penggunaan teknologi *wearables* ini dalam memastikan keselamatan pekerja di kawasan tapak bina. Oleh itu, diharap kajian ini dapat dijadikan asas penyelidikan yang lebih mendalam serta boleh dijadikan panduan dan juga rujukan pada masa akan datang.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussien Onn Malaysia di atas segala sokongan yang diberi.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Nor Syazlin Izzati Mohd Azlizam, Sulzakimin Mohamed; **pengumpulan data:** Nor Syazlin Izzati Mohd Azlizam; **analisis dan interpretasi hasil:** Nor Syazlin Izzati Mohd Azlizam; **penyediaan draf manuskrip:** Nor Syazlin Izzati Mohd Azlizam, Sulzakimin Mohamed, Nur Arzwin Mohamed Aris, Roshartini Omar, Norliana Sarpin. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- Alizadehsalehi, S., & Yitmen, I. (2018). A Concept for Automated Construction Progress Monitoring: Technologies Adoption for Benchmarking Project Performance Control. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(5), 4993–5008. <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3669-1>
- Arias, O., Wurm, J., Hoang, K., & Jin, Y. (2015). Privacy and security in internet of things and wearable devices. *IEEE Transactions on Multi-Scale Computing Systems*, 1(2), 99–109. <https://doi.org/10.1109/tmscs.2015.2498605>
- Awolusi, I., Marks, E., & Hallowell, M. (2018). Wearable Technology for personalized construction safety monitoring and trending: Review of applicable devices. *Automation in Construction*, 85, 96–106. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.10.010>
- DOSH. (n.d.). Osh Information Centre. free statistics. <https://www.dosh.gov.my/>
- Fathullah, M. (2020). Hazard and safety evaluation in construction sites in Malaysia: A case ... <http://myscholar.umk.edu.my/bitstream/123456789/1773/1/Hazard%20and%20safety%20evaluation%20in%20construction%20sites%20in%20Malaysia.pdf>
- Ferreira, R., Gunby, S. S., Yu, M., Drew, J., Shannon-Baker, P., Purzer, S., Ellis, N., Saluja, M. B., Lalor, D. A., & Gaciu, D. N. (2023). Designing and conducting mixed methods research. SAGE Publications Inc. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/designing-and-conducting-mixed-methods-research/book241842>
- Gao, W. (2016). Fully integrated wearable sensor arrays for multiplexed in situ perspiration analysis. *Nature News*. <https://www.nature.com/articles/nature16521>
- Hallaji, S. M., Fang, Y., & Winfrey, B. K. (2022). Predictive maintenance of pumps in civil infrastructure: State-of-the-art, challenges and future directions. *Automation in Construction*, 134, 104049. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104049>
- Kapoor, V., Singh, R., Reddy, R., & Churi, P. (2020). Privacy issues in wearable technology: An intrinsic review. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3566918>

- Medcalf, N. (2022). Wearable tech can improve job safety and productivity. <https://www.forconstructionpros.com/equipment/article/21095972/wearable-tech-can-improve-job-safety-and-productivity>
- Mejia, C., Ciarlante, K., & Chheda, K. (2021). A wearable technology solution and Research Agenda for housekeeper safety and health. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 33(10), 3223–3255. <https://doi.org/10.1108/ijchm-01-2021-0102>
- Nnaji, C., Awolusi, I., Park, J., & Albert, A. (2021). Wearable Sensing Devices: Towards the development of a personalized system for construction safety and Health Risk Mitigation. *Sensors*, 21(3), 682. <https://doi.org/10.3390/s21030682>
- Parkinson, G., & Drislane, R. (2011). Qualitative Research . Online dictionary of the Social Sciences. <http://bitbucket.icaap.org/dict.pl>
- Polhemus, A. M., Novák, J., Ferrao, J., Simblett, S., Radaelli, M., Locatelli, P., Matcham, F., Kerz, M., Weyer, J., Burke, P., Huang, V., Dockendorf, M. F., Temesi, G., Wykes, T., Comi, G., Myin-Germeys, I., Folarin, A., Dobson, R., Manyakov, N. V., ... Hotopf, M. (2020). Human-centered design strategies for device selection in mHealth Programs: Development of a novel framework and case study. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(5). <https://doi.org/10.2196/16043>
- Randall, N. (2023, August 5). 13 Best Smartwatch for Construction Workers in 2023. *Thewearify.com*. <https://thewearify.com/best-smartwatch-for-construction-workers/>
- Rodgers, M. M., Alon, G., Pai, V. M., & Conroy, R. S. (2019). Wearable Technologies for Active Living and rehabilitation: Current research challenges and future opportunities. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, 6, 205566831983960. <https://doi.org/10.1177/2055668319839607>
- Ruscio, D., Feuerle, T., Sandgaard, J., Azzam-Riecher, L.-P., Langer, M., & Bayram, K. (2021). Pilot State Monitoring Wearable Systems in real environment: Pilot's usability and acceptance feedback to enhance risk management. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 74–81. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80091-8_10
- Shukla, S. (2020). (PDF) concept of population and sample - researchgate. https://www.researchgate.net/publication/346426707_CONCEPT_OF_POPULATION_AND_SAMPLE
- Yap, J. B., Lam, C. G., Skitmore, M., & Talebian, N. (2022). Barriers to the adoption of new safety technologies in construction: A developing country context. *Journal Of Civil Engineering And Management*, 28(2), 120–133. <https://doi.org/10.3846/jcem.2022.16014>