

Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) pada Topi Keselamatan untuk Meningkatkan Tahap Keselamatan Pekerja di Tapak Bina

Use of Global Positioning System (GPS) in Safety Helmets to Improve Worker Safety Levels at Construction Sites

Mohammad Shahzurul Hisyam Hasanudin¹, Narimah Kasim^{1,2*}

¹ Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

² Centre of Project, Property and Facilities Management Services, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

*Pengarang Utama: narimah@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2026.07.01.052>

Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2026
Diterima: 31 Mei 2026
Diterbitkan: 30 Jun 2026

Kata Kunci

GPS, keselamatan, pekerja, tapak bina, topi keselamatan

Abstrak

Abstrak Penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina sememangnya banyak mendatangkan manfaat kepada industri pembinaan. Hal ini kerana terdapat banyak isu kemalangan seperti kemalangan di tapak bina menyebabkan kecederaan dan kematian. Dengan ada teknologi canggih ia sememangnya sangat diperlukan bagi mengatasi segala masalah yang dihadapi industri pembinaan pada masa kini. Oleh itu, matlamat kajian ini adalah menggunakan GPS pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina. Selain itu, objektif kajian terdiri daripada tiga objektif. Antaranya ialah mengkaji potensi penggunaan GPS pada topi keselamatan, mengenalpasti cabaran GPS pada topi keselamatan dan menganalisis syarat-syarat GPS pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina. Kajian ini menggunakan kaedah kuantitatif bagi pengumpulan data primer dan mengedarkan borang soal selidik. Responden kajian ini terdiri daripada syarikat pembinaan G7 di negeri Selangor. Pengumpulan data sekunder diambil dari maklumat-maklumat pembacaan buku, jurnal, internet dan lain-lain. Kadar sampel yang diedarkan kepada Syarikat G7 adalah 331 dan kadar maklum balas yang dapat adalah 109 responden dengan kadar 32%. Data yang dikumpul dianalisis menggunakan Statistical Package for the Social Science (SPSS) bagi memperolehi maklumat seperti peratusan, min dan purata. Hasil kajian mendapati kontraktor G7 di Selangor mempunyai tahap pemahaman yang berbeza. Pelaksanaan mungkin terhalang oleh cabaran dan syarat-syarat penggunaan GPS. Daripada hasil kajian juga terdapat tiga min yang tertinggi mengikut objektif. Antaranya ialah GPS dapat memberikan amaran awal dengan nilai min sebanyak 4.94 dengan kadar peratus 0.377, kos permulaan teknologi GPS tinggi nilai min sebanyak 4.92 dengan kadar peratusan 0.277 dan

pekerja perlu bersedia mengaplikasikan GPS nilai min adalah 4.96 dengan kadar peratus sebanyak 0.189. Kesimpulannya, impak kajian ini kepada industri pembinaan ialah dapat mengurangkan kemalangan dan kematian di tapak bina.

Keywords

GPS, construction site, safety, safety helmet, workers

Abstract

The use of global positioning systems (GPS) on safety helmets to improve the safety of workers on construction sites has indeed brought many benefits to the construction industry. This is because there are many accident issues such as accidents on construction sites causing injuries and deaths. With advanced technology, it is indeed very necessary to overcome all the problems faced by the construction industry today. Therefore, the goal of this study is to use GPS on safety helmets to improve the safety of workers on construction sites. In addition, the objectives of the study consist of three objectives. Among them are studying the potential use of GPS on safety helmets, identifying the challenges of GPS on safety helmets and analyzing the conditions of GPS on safety helmets to improve the safety of workers on construction sites. This study uses a quantitative method to collect primary data and distribute questionnaires. The respondents of this study consist of G7 construction companies in the state of Selangor. Secondary data collection is taken from information from reading books, journals, the internet and others. The sample rate distributed to G7 companies is 331 and the response rate obtained is 109 respondents with a rate of 32%. The collected data was analyzed using the Statistical Package for the Social Science (SPSS) to obtain information such as percentage, mean and average. The results of the study found that G7 contractors in Selangor have different levels of understanding. Implementation may be hindered by the challenges and conditions of using GPS. From the results of the study, there are also three highest mean according to the objectives. Among them are GPS can provide early warning with a mean value of 4.94 with a percentage rate of 0.377, the initial cost of GPS technology is high with a mean value of 4.92 with a percentage rate of 0.277 and workers need to be prepared to apply GPS with a mean value of 4.96 with a percentage rate of 0.189. In conclusion, the impact of this study on the construction industry is that it can reduce accidents and deaths on construction sites.

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi ini, tapak bina adalah kawasan atau ruang yang disediakan untuk tujuan pembinaan sesuatu struktur atau bangunan. Ia merangkumi pelbagai aktiviti yang dilakukan sebelum pembinaan sebenar bermula. Kerja-kerja di tapak bina termasuklah pembersihan kawasan, pengukuran, penentuan sempadan, serta penggalian tanah untuk memastikan kawasan tersebut stabil dan sesuai untuk pembinaan. Di Malaysia sememangnya mempunyai sektor pembinaan yang semakin maju. Hal ini kerana dari aspek fizikal seperti yang kita tahu bahawa di Kuala Lumpur merupakan antara lokasi yang paling banyak bangunan pencakar langit dan projek yang besar. Menurut Bernama (2024) yang disiarkan di laman web Astro Awani terdapat 2118 projek di mana yang siap hanya 757 projek daripada 2118 dan selebihnya masih di fasa pembinaan. Data ini diperolehi pada tahun 2023 daripada Jabatan Kerja Raya (JKR). Ini membuktikan bahawa sektor pembinaan di Malaysia sangatlah berkembang kerana terdapat banyak projek besar yang akan menjadikan negara dan sektor pembinaan semakin maju.

Dengan aktiviti sesuatu projek pembinaan yang sangat mencabar, sememangnya keselamatan pekerja di tapak bina hendaklah sentiasa dititikberatkan oleh majikan dan pekerja sendiri. Melalui Buletin TV3 (2024), terdapat 157 kes kecederaan dilaporkan pada tahun 2024 yang membabitkan 71 kematian dimana 21 daripadanya akibat terjatuh daripada tempat tinggi. Ini membuktikan bahawa keselamatan pekerja adalah sangat berisiko tinggi terhadap kemalangan dan kematian semasa ditapak bina. Oleh itu, pihak majikan atau pihak keselamatan dan yang berkenaan perlulah peka terhadap keselamatan pekerja sebagai contoh mewajibkan semua pekerja mengamalkan amalan penggunaan alat perlindungan diri seperti topi keselamatan, kasut keselamatan, jaket keselamatan dan sebagainya yang berkenaan dengan keselamatan pekerja. Pemakaian topi keselamatan di dalam sektor pembinaan adalah antara elemen yang sangat penting. Hal ini kerana dalam

pembinaan sememangnya pekerja akan berpotensi untuk menghadapi kemalangan dan kecederaan. Topi keselamatan merujuk kepada alat pelindung yang digunakan oleh pekerja terutamanya dalam industri yang berisiko tinggi seperti sektor pembinaan bagi melindungi tubuh daripada kecederaan. Topi keselamatan biasanya berwarna terang seperti kuning, oren dan putih serta permukaan luar yang keras bagi memastikan pekerja mudah dilihat oleh orang lain dan untuk melindungi kepala daripada objek jatuh atau hentakan keras. Dengan adanya teknologi internet pelbagai benda (IoT) seperti GPS ia boleh meningkatkan lagi dan menambahbaik topi keselamatan kepada topi keselamatan pintar. Hal ini kerana GPS mempunyai sensor untuk mengetahui di mana keberadaan pekerja setiap masa semasa di tapak bina. Oleh itu, ini dapat kita lihat bahawa ia sememangnya amat diperlukan dalam sektor pembinaan. Hal ini kerana terdapat banyak kes kematian yang berlaku dalam sektor pembinaan seperti tanah runtuh, di mana lokasi atau keberadaan pekerja tidak dapat dicari dan memerlukan masa yang lama. Sebagai contoh, terdapat kes dimana pekerja tidak dapat dijejak apabila berlaku runtuh atau terperangkap seperti kejadian di Seoul, Korea. Melalui Astro Awani (2024), terdapat kes pekerja dilaporkan hilang manakala seorang lagi terperangkap dalam runtuh tapak pembinaan rel komuter di Gwangmyeong, Barat Daya Seoul.

Terdapat beberapa masalah pengurusan di tapak bina yang boleh menjejaskan aktiviti pembinaan. Antara masalah pengurusan pembinaan yang hangat ialah kekurangan tenaga kerja mahir. Kekurangan tenaga kerja mahir merujuk kepada kekurangan jumlah pekerja yang memiliki kemahiran dan kepakaran yang diperlukan. Kekurangan tenaga kerja mahir ini akan menyebabkan projek terbengkalai, kualiti kerja yang tidak konsisten dan peningkatan kos. Selain itu, penggunaan tenaga kerja asing yang tidak terlatih juga akan menambah risiko kepada sesebuah syarikat pembinaan. Menurut Alias (2022), sektor pembinaan masih kekurangan pekerja, masalah kekurangan buruh dalam sektor pembinaan mungkin terus berlaku pada suku keempat 2022 sementara pihak kontraktor menunggu kelulusan dan ketibaan pekerja asing, walaupun jumlah nilai kerja pembinaan yang dilaksanakan pada suku kedua lalu mencecah RM29.9 bilion. Kemasukan buruh asing akan memberi kesan kepada aspek keselamatan di tapak bina. Hal ini kerana sekiranya mereka tidak ditekankan dengan polisi keselamatan tapak bina di Malaysia, ia akan mengundang berlakunya kemalangan dan kematian di tapak bina. Oleh itu, kemasukan buruh asing sememangnya akan memberi manfaat kepada pembangunan tetapi ia juga banyak kesan negatif kepada industri pembinaan. Selain itu, masalah keselamatan di tapak bina juga merupakan masalah pengurusan yang hangat di kawasan tapak bina. Masalah keselamatan di tapak bina merupakan isu yang kritikal terutamanya di sektor pembinaan di Malaysia. Hal ini banyak berlaku disebabkan kegagalan dalam mematuhi standard keselamatan yang ditetapkan dan menyebabkan berlakunya kecederaan serius atau kematian pekerja. Terdapat 23 kes termasuk melibatkan empat kemalangan maut di tapak pembinaan dilaporkan menurut Zaini (2019). Menurut juga, kemalangan di tapak bina juga dikenal pasti berlaku akibat kegagalan mematuhi prosedur operasi standard (SOP) yang telah ditetapkan. Sekiranya tidak menitikberatkan isu ini ia akan menyebabkan banyak lagi masalah yang serius akan dialami oleh pelbagai syarikat pembinaan. Menurut Sulaiman (2021), terdapat sebanyak 15 tapak pembinaan di seluruh negara menerima notis penutupan daripada Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (CIDB) selepas didapati tidak mematuhi Prosedur Operasi Standard (SOP) yang ditetapkan.

Selain daripada itu, untuk menggunakan topi keselamatan yang dilengkapi dengan teknologi sistem kedudukan global (GPS) sememangnya akan menghadapi masalah. Hal ini kerana setiap teknologi yang canggih pada zaman moden ini semestinya ada kelebihan dan kelemahan tersendiri. Antara kelemahan GPS ialah kos. Bagi menggunakan teknologi GPS memerlukan dana atau kos yang tinggi. Hal ini kerana GPS merupakan elemen yang dilengkapi dengan peralatan yang lain untuk ia berfungsi. Disebabkan itu, ia memerlukan modal yang besar dan tinggi untuk menggunakannya di topi keselamatan. Menurut Luthra (2017), pelaburan yang tinggi diperlukan untuk perusahaan menggunakan teknologi IoT (Internet Pelbagai Benda). Sebilangan besar peranti dan sensor menuntut perbelanjaan yang sangat tinggi untuk mendapatkan dan menjalankannya. Syarikat pembinaan perlu mempunyai latar belakang kewangan yang kukuh untuk menampung kos penggunaan peralatan IoT seperti GPS dan ini menyebabkan beberapa syarikat industri pembinaan tidak dapat menggunakan peralatan teknologi IoT kerana tidak mempunyai modal yang mencukupi untuk membeli peralatan tersebut. Oleh itu kajian ini adalah untuk mengkaji potensi, cabaran serta syarat-syarat keperluan dalam penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina.

2. Kajian Literatur

2.1 Teknologi Sistem Kedudukan Global (GPS) dalam Industri Pembinaan

Pada era globalisasi ini, terdapat banyak pembinaan yang semakin maju dan dilengkapi dengan penggunaan teknologi terkini. Antaranya ialah teknologi sistem kedudukan global (GPS) yang digunakan dalam industri pembinaan. Menurut Bernama (2024), teknologi dapat membantu perkasa industri pembinaan negara.

Menurutnya juga, industri pembinaan negara dijangka semakin produktif seiring dengan kecanggihan teknologi semasa yang mampu menjadikannya lebih kompetitif. Ini juga membuktikan bahawa teknologi GPS sangatlah berpotensi untuk digunakan ke dalam industri pembinaan. Teknologi GPS memainkan peranan yang penting dalam memastikan keselamatan pekerja di pelbagai sektor, khususnya dalam industri yang berisiko tinggi seperti industri pembinaan. Penggunaan GPS dalam aspek keselamatan membolehkan pemantauan lokasi secara langsung (real-time) yang memberi kelebihan dalam mengurangkan risiko kemalangan. Menurut Nordin (2022), sistem kedudukan global kinematik masa nyata (GPS RTK) ialah teknik yang digunakan untuk meningkatkan ketepatan penerima Global navigation satellite system (GNSS) sendiri. Oleh itu pentingnya GPS pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina. Di samping itu, dalam konteks pengurusan keselamatan seperti kecemasan dan kawasan bahaya di tapak bina. GPS juga memainkan peranan yang besar dan penting. Hal ini kerana GPS juga menyediakan maklumat lokasi yang tepat bagi mempercepatkan proses keselamatan dan koordinasi pasukan keselamatan. Menurut Azam (2017), kelebihan teknologi pengesanan kemalangan amatlah penting bagi sesebuah organisasi industri pembinaan bagi memiliki kecekapan dalam menguruskan tugas dan perkhidmatan, sama ada dalam mahupun luaran.

2.2 Potensi Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) Pada Topi Keselamatan

2.2.1 Pemantauan Lokasi Pekerja Secara Nyata

Sistem kedudukan global (GPS) yang dipasang pada topi keselamatan membolehkan lokasi pekerja dipantau secara (real-time) atau secara masa nyata. Oleh itu, pihak pengurusan boleh mengesan kedudukan semua pekerja setiap masa yang berada di tapak bina. Menurut Mysyarikat (2023) sistem pemantauan kehadiran dan prestasi pekerja dilengkapi dengan GPS. Di mana, sumber manusia (HR) dapat memantau kehadiran pekerja dan lokasi pekerja secara langsung melalui sistem GPS tersebut. Dalam konteks pembinaan, penggunaan GPS pada topi keselamatan juga dapat mengetahui lokasi pekerja bagi mengurangkan risiko berbahaya dan memperoleh data pekerja di tapak bina.

2.2.2 Mengenalpasti Zon Berisiko Tinggi dan Amaran Awal

Sistem kedudukan global (GPS) juga boleh digunakan untuk menandakan atau memberi amaran awal kawasan yang berisiko tinggi di tapak bina. Dengan alat canggih yang ada pada GPS iaitu geofencing (sempadan maya), pekerja yang menghampiri kawasan tersebut akan diberikan amaran melalui bunyi daripada pengurusan keselamatan yang mengendalikan GPS di tapak bina. Menurut Nelson (2025) geofencing adalah perkhidmatan berasaskan lokasi yang menggunakan GPS, Wi-Fi, data selular atau kombinasi di atas untuk menentukan lokasi peranti yang sedang dikesan. Amaran ini berfungsi bagi mengelakkan pekerja memasuki kawasan bahaya. Menurut CIDB (2024), dengan menggabungkan teknologi terkini seperti kamera di lokasi, sensor, penglihatan komputer, dan teknologi pengecaman imej, tapak pembinaan kini boleh dipantau secara lebih menyeluruh. Sistem berkuasa AI seperti GPS membolehkan sebarang bahaya atau pelanggaran protokol dapat dikenal pasti dengan cepat.

2.2.3 Pengumpulan Data dan Analisis Keselamatan

Sistem kedudukan global (GPS) bukan sahaja berfungsi secara nyata, tetapi ia juga turut menyimpan data pergerakan pekerja yang boleh dianalisis. Menurut Sanusi (2024) mengatakan bahawa terdapat pelbagai kaedah yang digunakan untuk mengumpul data sistem kedudukan global (GPS) yang boleh disesuaikan dengan tujuan dan jenis penyelidikan dijalankan. Proses ini merupakan langkah awal yang penting untuk memastikan data yang dikumpul berkaitan potensi, cabaran dan syarat-syarat penggunaan GPS pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap adalah tepat dan relevan. Menurut CIDB (2024) tapak pembinaan adalah persekitaran yang kompleks di mana banyak pembolehubah terlibat. Berbekalkan keupayaan untuk memproses sejumlah besar data, sistem AI seperti sistem kedudukan global (GPS) berada di barisan hadapan keselamatan tapak bina. Dengan menyepadukan data daripada pelbagai sumber, termasuk pengesanan dan televisyen litar tertutup (CCTV). Sistem AI ini, seperti Safesite dan GPS boleh menjejaki pergerakan pekerja, penggunaan peralatan dan keadaan persekitaran dalam masa nyata.

2.2.4 Menghubungkan Dengan Sistem Keselamatan Yang Lain

Sistem kedudukan global (GPS) juga sangat berpotensi untuk di integrasikan dengan sistem keselamatan yang lain seperti televisyen litar tertutup (CCTV) dan sensor kecemasan yang dipasang ke topi keselamatan. Hal ini kerana ia akan mempertingkatkan lagi keselamatan pekerja di tapak bina melalui data lokasi daripada sensor GPS tersebut. Dengan menghubungkan sistem dengan elemen tersebut, ini akan dapat mengurangkan lagi berlakunya kemalangan di tapak bina terutamanya pada waktu mula operasi dan waktu malam. Menurut Surip (2021) terdapat tragedi komponen kren jatuh di SUKE yang menyebabkan 3 maut, dan pemandu cedera. Menurutnya juga bahawa kejadian difahamkan berlaku apabila salah satu dari komponen kren gantri terjatuh

ketika melakukan kerja-kerja penyelenggaraan. Oleh sebab itu, tidak dinafikan lagi bahawa penggunaan GPS yang dihubungkan dengan CCTV dan sensor atau penderia sangatlah penting digunakan di tapak bina. Hal ini bagi pihak yang mengendalikan teknologi tersebut dapat mengenalpasti jika ada masalah pada jentera, pekerja dan dapat memantau setiap masa melalui lokasi dan CCTV di tapak bina bagi mengelakkan berlakunya lagi kemalangan.

2.2.5 Keselamatan Pekerja

Terdapat banyak projek yang sentiasa beroperasi ketika malam dan ketika cuaca buruk seperti hujan lebat. Ini akan menyebabkan pekerja akan berpotensi menjadi mangsa kemalangan. Menurut Bernama (2024) melalui laman sesawang (Astro Awani) mengatakan bahawa cuaca buruk dengan hujan lebat, ribut petir dan angin kencang sememangnya memberi risiko yang tinggi kepada keselamatan di tapak bina. Dengan adanya sistem kedudukan global (GPS) ia akan membantu dalam melaksanakan kerja-kerja pembinaan terutamanya pada waktu malam. Hal ini kerana kedudukan pekerja boleh dipantau melalui sistem tersebut. Menurut Agensi Angkasa Malaysia (2022) mengatakan bahawa GPS atau Global Navigation System (GNSS) merupakan sistem satelit yang memberi maklumat lokasi di permukaan bumi. Satelit navigasi ini direkabentuk untuk penentuan kedudukan dan menjejak lokasi di darat, seperti dikawasan tapak bina. Oleh sebab itu, perlunya ada GPS di topi keselamatan bagi membolehkan keadaan, keselamatan dan lokasi pekerja dapat diketahui. GPS ini akan dapat mengurangkan lagi berlakunya kemalangan di tapak pembinaan. Jadual 1 menunjukkan ringkasan potensi penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan.

Jadual 1 Potensi Penggunaan GPS pada Topi Keselamatan

Bilangan	Potensi penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan	Pengarang
1	Pemantauan Lokasi Pekerja Secara Nyata	- Wan Nursyazwana <i>et al.</i> (2021) - Mysyariat (2023)
2	Dapat Mengenalpasti Zon Berisiko Tinggi dan Amaran Awal	- Nelson (2025) - CIDB (2024)
3	Pengumpulan Data dan Analisis Keselamatan	- Sanusi (2024) - CIDB (2024)
4	Menghubungkan dengan sistem keselamatan yang lain	- IT Specialist (2020) - Surip (2021)
5	Meningkatkan keselamatan pekerja semasa bekerja pada waktu malam dan ketika cuaca buruk di tapak bina.	- Bernama (2024) - Agensi Angkasa Malaysia (2022) - CIDB (2025)

2.3 Cabaran Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) Pada Topi Keselamatan

2.3.1 Kos

Kos merupakan antara perkara yang penting dalam pembinaan. Kos yang bertambah akan menyebabkan berlakunya kerugian dalam sesebuah syarikat terutamanya industri pembinaan. Kos untuk teknologi sememangnya menggunakan kos yang sangat tinggi untuk permulaan. Menurut Azme & Yahya (2019) teknologi menggunakan kos modal dan penyelenggaraan tinggi dan teknologi yang sukar dikendalikan dan difahami. Menurut Luthra (2017), penggunaan teknologi IoT memerlukan pelaburan yang sangat tinggi oleh organisasi. Kos peranti dan penderia IoT adalah berbeza-beza bergantung pada teknologi, ciri dan keupayaan tertentu. Kos untuk membeli dan mengendalikan peranti dan sensor adalah sangat tinggi. Oleh sebab itu sistem kedudukan global (GPS) ini susah untuk diaplikasikan ke dalam industri pembinaan kerana kos yang sangat tinggi. Menurut Zakaria & Yahya (2023), bahawa cabaran kos merupakan cabaran penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) seperti GPS dalam industri pembinaan seperti kos penyediaan yang tinggi dari kos operasi peranti, serta kos penyelenggaraan adalah sangat tinggi.

2.3.2 Ketepatan dan Kestabilan Sistem Kedudukan Global (GPS) di Tapak Bina

Ketepatan dan kestabilan sistem kedudukan global (GPS) juga merupakan cabaran yang dihadapi dalam industri pembinaan. Hal ini kerana GPS mempunyai syarat tersendiri. Menurut CIDB (2024), ketepatan dan kualiti adalah sangat penting dalam alam pembinaan. Sistem ini sentiasa memantau kualiti, bahan dan proses, mengenal pasti percanggahan dan penyelewengan daripada standard kualiti secara segera sekiranya ia berfungsi dengan tepat dan stabil. Sebagai contoh, sensor sistem kedudukan global (GPS). Ia mempunyai jarak yang ada terhad. Menurut Ponachi & Iham (2020) daripada analisis yang dijalankan didapati teknik pengukuran GPS dibandingkan dengan pengukuran konvensional ialah data dapat dikumpulkan pada bila-bila masa, menjimatkan masa, pelbagai keadaan cuaca dan data dapat diterima dengan lebih berkesan. Tetapi keburukan GPS adalah isyarat sukar diterima apabila sudut bukaan lebih dari 15°. GPS juga tidak boleh diletakkan berdekatan dengan bangunan yang tinggi dan juga pokok.

2.3.3 Pengurusan Data dan Privasi

Penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan akan menyebabkan lokasi pekerja dan data pekerja serta data projek akan diketahui. Ini akan menyebabkan pekerja kurang selesa. Hal ini kerana alat seperti sensor GPS yang dipasang ke topi keselamatan akan membolehkan pemantauan lokasi pekerja secara nyata bagi keselamatan mereka. Peranti IoT seperti sensor GPS menyediakan sejumlah besar data yang melibatkan lokasi dan pergerakan pengguna dimana ia akan mencetus kebimbangan mengenai maklumat peribadi pengguna menurut Assan (2018). Selain itu, kebanyakan aplikasi media sosial mempunyai panggilan video dimana data ini membolehkan pengguna mendengar perbualan atau menonton aktiviti serta ia menghantar data tersebut kepada perkhidmatan awam untuk pemprosesan secara langsung yang kadang-kadang melibatkan pihak ketiga Mitchell (2015). Data dan privasi yang terbuka akan membahayakan organisasi termasuk pekerja di tapak pembinaan. Hal ini akan menyebabkan mereka merasa kurang selesa.

2.3.4 Infrastruktur

Definisi infrastruktur ialah sistem fizikal yang menyediakan kemudahan pengairan, saliran, pengangkutan, bangunan, dan kemudahan fizikal yang diperlukan untuk dapat memenuhi pelbagai keperluan asas manusia, baik keperluan ekonomi mahupun sosial. Bagi pendekatan kepada infrastruktur sistem kedudukan global ialah sangat memerlukan akses yang baik dengan satelit. Selain itu, menurut Samodra (2022) untuk berfungsi, cara GPS berfungsi melibatkan tiga elemen sokongan. Elemen pertama ialah satelit GPS. Satelit GPS dipasang di angkasa lepas dalam orbit tertentu dengan kedudukan yang stabil supaya GPS dapat berfungsi dengan tepat dan akan menghantar isyarat ke bumi. Oleh itu, halangan utama fizikal GPS di tapak bina ialah bangunan tinggi kerana ia boleh menghalang dan memantulkan isyarat GPS. Hal ini akan menyebabkan berlakunya kehilangan isyarat dan ketidaktepatan dalam menjejak lokasi. Menurut Eunike (2025), kemungkinan untuk berlakunya ralat isyarat GPS di kawasan bandar adalah tinggi kerana banyak bangunan tinggi yang menghalang penghantaran isyarat.

2.3.5 Penerimaan Penggunaan Teknologi Seperti GPS

Penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan yang bermatlamat untuk mengatasi masalah kemilangan di tapak bina. Namun, yang menjadi cabaran adalah terdapat sebahagian pekerja yang tidak dapat menerima penggunaan teknologi dalam pekerjaan mereka. Di Malaysia, sektor teknologi maklumat dan komunikasi (ICT) menunjukkan permintaan tinggi terhadap bakat berkemahiran tinggi, namun bekalan bakat tempatan masih tidak mencukupi. Sebahagian pekerja yang tidak menerima penggunaan teknologi seperti GPS ini kerana masih berpegang teguh dengan kaedah tradisional dan merasa tidak selesa apabila privasi seperti lokasi mereka diketahui setiap masa. Menurut Masrom (2024) mengatakan bahawa cabaran utama teknologi seperti GPS di Malaysia ialah pergantungan industri kepada kaedah perolehan tradisional. Ini akan menjadi halangan dan cabaran kepada industri pembinaan negara kita untuk maju seperti industri pembinaan negara lain. Jadual 2 menunjukkan cabaran penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan.

Jadual 2 Cabaran Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) pada Topi Keselamatan

Bilangan	Cabaran penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan	Pengarang
1	Kos	• Azme & Yahya, (2019) • Luthra (2017) • Zakaria & Yahya (2023)
2	Ketepatan dan Kestabilan Sistem Kedudukan Global (GPS) di Tapak Bina	• CIDB (2024) • Ponachi & Iham (2020)
3	Pengurusan Data dan Privasi	• Assan (2018) • Mitchell (2015)
4	Infrastruktur	• Azizah (2022) • Samodra (2022) • Eunike (2025)
5	Sebahagian pekerja tidak dapat menerima penggunaan teknologi seperti GPS	• Welianto (2021) • Safar (2024) • Masrom (2024)

2.4 Syarat-Syarat Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) Pada Topi Keselamatan

2.4.1 Latihan dan Penyediaan Kemahiran kepada Pekerja

Latihan dan penyediaan kemahiran kepada pekerja dalam penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja adalah sangat diperlukan. Latihan sumber manusia bagi menggunakan teknologi tersebut perlulah disediakan. Menurut Ridhwan (2024) latihan dan pembangunan merupakan aspek penting dalam meningkatkan kecekapan pekerja menggunakan GPS di tapak bina. Latihan merujuk kepada segala usaha yang dirancang oleh sesebuah organisasi untuk memudahkan pembelajaran tingkah laku kerja tertentu. Usaha ini bertujuan untuk meningkatkan prestasi pekerja semasa dan akan datang dengan meningkatkan keupayaan pekerja melaksanakan tugas mereka agar objektif organisasi dapat dicapai. Kebolehan pekerja boleh dipertingkatkan dengan mengubah sikap atau meningkatkan kemahiran dan pengetahuan mereka berkaitan teknologi seperti GPS pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina. Hal ini supaya pekerja dapat menggunakan teknologi GPS dengan lebih baik dan efektif.

2.4.2 Kerjasama dan Kolaborasi antara Pihak Berkepentingan

Kerjasama antara kontraktor, pengurus keselamatan, dan pekerja adalah penting dalam pelaksanaan teknologi sistem kedudukan global (GPS). Menurut Shaid (2022) mengatakan bahawa pihak berkepentingan adalah semua pihak, sama ada individu, komuniti atau kumpulan sosial yang mempunyai hubungan dan kepentingan dalam organisasi, syarikat dan isu yang dibincangkan seperti isu berkenaan penggunaan GPS pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina. Melalui platform bersama, data lokasi pekerja dapat dikongsi secara langsung (real-time) yang membolehkan tindakan segera diambil jika berlaku insiden. Kerjasama ini juga memudahkan pemantauan kepatuhan terhadap zon berisiko tinggi dan meningkatkan komunikasi di tapak bina. Ia perlu berkolaborasi kerana akan memberi banyak manfaat kepada kesemua pihak yang berkaitan akan dapat bertukar pendapat serta pandangan terhadap teknologi.

2.4.3 Alat Teknologi yang Diperlukan

Dalam sistem kedudukan global (GPS) terdapat beberapa elemen atau alat teknologi yang diperlukan supaya ia dapat beroperasi dengan lebih efektif. Topi keselamatan pintar dilengkapi dengan pelbagai sensor dan teknologi, termasuk GPS, penerima impak dan komunikasi tanpa wayar. Antara alatnya ialah sensor. Menurut Sidek (2018) mengatakan bahawa GPS merupakan sebuah sistem navigasi setelit yang menggunakan penerima isyarat untuk mengesan isyarat yang dipancarkan oleh satelit. Selain itu, antenna juga merupakan alat yang diperlukan untuk GPS berfungsi. Selain itu, Khouluddin *et al.* (2023) mengatakan bahawa sensor dan peranti IoT seperti sensor sistem kedudukan global (GPS) akan mencipta sejumlah data yang besar untuk diproses dan disimpan. Oleh kerana peranti IoT akan digunakan dengan lebih meluas dan menggunakan rangkaian jalur lebar yang luas pada masa hadapan. Ini membuktikan bahawa dalam GPS terdapat banyak alat teknologi lain yang diperlukan.

2.4.4 Pembangunan Prosedur Operasi Standard (SOP) untuk Penggunaan GPS

Prosedur operasi standard (SOP) hendaklah dipatuhi setiap kali penggunaan topi keselamatan yang dilengkapi sistem kedudukan global (GPS). Menurut Fandy (2023) mengatakan bahawa prosedur operasi standard atau biasa disebut sebagai SOP ialah sistem yang direka untuk dipatuhi, memperkemas dan memudahkan sesuatu kerja. SOP datang dalam bentuk dokumen berkaitan prosedur yang dilaksanakan secara kronologi untuk membantu menyiapkan kerja dan mendapatkan hasil kerja dengan berkesan pada kos yang rendah. (SOP) sistem kedudukan global (GPS) seperti peralatan antenna, bateri dan penderia pastikan semua dalam keadaan baik. Pembangunan prosedur operasi standard (SOP) ialah merupakan garis panduan standard untuk penggunaan peranti GPS bagi dapat akses dengan ketepatan data, lokasi dan maklumat pekerja ketika berada di tapak bina. Menurut Sabri & Yahya (2020) mengatakan bahawa setiap peralatan mempunyai tempoh penyelenggaraan yang berbeza mengikut spesifikasi yang ditetapkan. Melalui pendekatan IoT seperti sensor GPS membolehkan penghantaran maklumat mengenai status semasa peralatan bagi tujuan penyelenggaraan. Hal ini juga untuk mengikuti Pembangunan prosedur operasi standard GPS supaya ia dapat berfungsi dengan lebih baik.

2.4.5 Kesedaran Dalam Kalangan Pekerja dan Penggunaan GPS di Tapak Bina

Pada masa kini, terdapat pekerja yang tidak sedar akan kepentingan teknologi dalam industri pembinaan mahupun pekerjaan. Hal ini kerana terdapat segelintir pekerja yang mengaggap bahawa teknologi adalah sesuatu yang menyusahkan dan memakan kos. Penggunaan teknologi yang baru dibangunkan memerlukan set pengetahuan dan kebolehan tertentu menurut Oesterreich & Teuteberg (2016). Hal ini menyebabkan kurangnya kesedaran bertapa pentingnya teknologi dalam industri pembinaan. Majikan setiap syarikat pembinaan perlulah memberi latihan dan motivasi bagi meningkatkan kesedaran pekerja terhadap teknologi seperti penggunaan GPS. Industri pembinaan perlu memainkan peranan dalam membuat usaha tambahan untuk mengajar kemahiran profesional kepada kontraktor kerana mereka mempunyai pendapat dan tahap penerimaan yang berbeza berkaitan dengan operasi IoT seperti GPS. Hal ini untuk meningkatkan kecekapan profesional pekerja dalam industri pembinaan, pendidikan dan latihan berterusan harus disediakan Kathy (2019). Jadual 3 menunjukkan syarat-syarat penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan.

Jadual 3 Syarat-Syarat Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) pada Topi Keselamatan

Bilangan	Syarat-syarat penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan	Pengarang
1	Latihan dan Penyediaan Kemahiran kepada Pekerja	• Moh Ridhwan (2024) • Jamin (2015)
2	Kerjasama dan Kolaborasi antara Pihak Berkepentingan	• Shaid (2022) • Bernama (2025)
3	Alat Teknologi yang Diperlukan	• Sidek (2018) • Khouluddin <i>et. al</i> (2023)
4	Pembangunan Prosedur Operasi Standard (SOP) untuk Penggunaan GPS	• Fandy (2023) • Sabri & Yahya (2020)
5	Kesedaran dalam kalangan pekerja dan penggunaan GPS di tapak bina	• Oesterreich & Teuteberg (2016) • Kathy (2019)

3.0 Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian kuantitatif. Hal ini untuk mengukur dan menganalisis hubungan antara beberapa objektif atau pembolehubah. Pembolehubah atau objektif yang dikaji termasuk potensi penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina, cabaran penggunaan GPS pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina dan syarat-syarat keperluan penggunaan GPS pada topi keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina. Reka bentuk kajian ini sesuai digunakan kerana data yang diperoleh boleh dianalisis secara statistik untuk menentukan hubungan antara faktor-faktor yang dikaji. Kaedah

kuantitatif sangat sesuai untuk digunakan bagi mengukur objektif kajian dengan tepat. Hal ini membawa maksud di mana pendekatan kaedah kuantitatif ini boleh menilai sejauh manakah potensi penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topik keselamatan melalui pengedaran borang soal selidik yang tepat. Jadual 4 menunjukkan reka bentuk kajian bagi mencapai objektif kajian dengan kaedah yang dilaksanakan.

Jadual 4 *Reka Bentuk Kajian*

Bilangan	Objektif Kajian	Kaedah
1	Mengkaji potensi penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topik keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina	Kajian Literatur
2	Mengenalpasti cabaran penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topik keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina.	Kaedah Kuantitatif
3	Menganalisis syarat-syarat keperluan penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topik keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina.	Borang soal selidik

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah elemen yang paling penting untuk metodologi kajian. Hal ini supaya pengkaji memiliki dan memperoleh data dan maklumat tepat berkaitan dengan sistem kedudukan global (GPS). Terdapat dua jenis data dalam kajian ini yang digunakan pengkaji. Dua jenis data tersebut terdiri daripada iaitu data primer dan data sekunder. Data ini digunakan oleh pengkaji bagi mengukuhkan setiap data yang diperolehi. Pengkaji melakukan kaedah kuantitatif iaitu melalui soal selidik di syarikat pembinaan G7 di negeri Selangor. Di mana responden terdiri daripada G7 pengurus projek, jurutera tapak pembinaan, penyelia tapak pembinaan, penyelia keselamatan tapak dan pegawai keselamatan. Menurut Yusof (2004) dan Ridhwan (2024) data primer ialah data yang berasal daripada sumber asli atau pertama. Data ini dikumpulkan melalui responden dengan menggunakan kaedah seperti soal selidik (instrument), pemerhatian, dan temu bual. Selain itu, data sekunder merupakan data yang diperolehi daripada kajian literatur yang melibatkan semua bahan dan sumber rujukan yang digunakan oleh pengkaji berkaitan dengan penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topik keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina.

3.3 Populasi dan Sampel Kajian

Populasi kajian ini terdiri daripada syarikat pembinaan G7 iaitu pengurus projek, jurutera tapak pembinaan, penyelia tapak pembinaan, penyelia keselamatan tapak dan pegawai keselamatan. Menurut Qothrunnada (2022) populasi adalah sebahagian daripada jumlah individu dengan ciri-ciri tertentu, yang tinggal atau menduduki wilayah tertentu. Populasi bagi kajian ini adalah syarikat pembinaan G7 di Selangor yang terlibat dengan projek terdedah kepada risiko keselamatan dan kesihatan yang tinggi akibat kerja di tapak bina. Selain itu, menurut Riadi (2022,) sampel ialah wakil atau sebahagian daripada populasi mempunyai ciri yang sama, mewakili dan menggambarkan populasi sehingga dianggap mewakili keseluruhan populasi yang dikaji. Kajian ini tertumpu kepada syarikat-syarikat G7 pembinaan di Selangor, Malaysia. Responden adalah terdiri daripada pengurus projek, jurutera tapak pembinaan, penyelia tapak pembinaan, penyelia keselamatan tapak dan pegawai keselamatan di sesebuah projek yang bekerja dengan kontraktor G7 di tapak projek pembinaan di Selangor, Malaysia. Selangor merupakan antara negeri yang mempunyai banyak projek pembinaan Melalui *Department of Statistics Malaysia* (DOSM) (2024) negeri Selangor antara tertinggi dalam nilai kerja pembinaan mengikut lokasi projek dan subsektor ST2 2024. Buktinya adalah jumlah nilai kerja pembinaan di Selangor ialah RM 8,696,731. Menurut Laporan Tahunan CIDB pada tahun 2023 bilangan kontraktor G7 yang berdaftar mengikut negeri yang paling banyak ialah negeri Selangor iaitu sebanyak 2355 kontraktor G7, CIDB, (2023). Melalui jadual Kerjia dan Morgan (1970) sampel saiz bagi kajian ini adalah 331 responden yang bersesuaian dengan saiz populasi dan tahap ketepatan yang dikehendaki. Jadual 5 menunjukkan populasi dan sampel kajian bagi Kontraktor G7 di Selangor.

Jadual 5 *Populasi dan Sampel Kajian*

Syarikat G7	Populasi	Sampel
Syarikat Pembinaan G7 di Selangor	2355	331
Jumlah	2355	331

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh pengkaji daripada soal selidik akan dianalisis menggunakan perisian statistik seperti *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*. Analisis yang akan dilakukan termasuk analisis deskriptif untuk mengukur penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topik keselamatan untuk meningkatkan tahap keselamatan pekerja di tapak bina. Data yang diperolehi seperti min dan kekerapan untuk mendapatkan maklumat berkaitan penggunaan GPS pada topik keselamatan.

4. Analisis Data dan Perbincangan

4.1 Kadar Maklum Balas

Pemerolehan data daripada borang soal selidik dianalisis dengan tepat dengan kaedah penentuan analisis deskriptif untuk mendapat maklumat kekerapan, min, sisihan piawai dan kedudukan. Oleh itu kekerapan responden yang telah dicapai ialah 109 responden daripada sampel sebanyak 331. Oleh itu sebanyak 331 borang soal selidik telah diedarkan dan hanya 109 soal selidik yang diterima mengikut Krejcie dan Morgan Kaedah Persampelan, 1970. Jadual 6 menunjukkan kadar borang soal selidik yang telah diedarkan, bagi melihat penerimaan dan tidak penerimaan dan menilai peratusan yang ditunjukkan.

Jadual 6 *Kadar Maklum Balas Tinjauan Soal Selidik*

Soal Selidik	N	Kadar Maklum Balas
Soal Selidik yang Diedarkan	331	
Soal Selidik yang Diterima	109	32%
Soal Selidik yang Tidak Diterima	222	

4.2 Ujian Kebolehpercayaan

Ujian kebolehpercayaan ialah salah satu ujian yang digunakan dalam kajian penyelidikan. Ujian ini berfungsi untuk menilai dan mengukur segala jenis data dan instrumen bagi mendapatkan hasil yang tepat. Dalam penyelidikan, pekali Alfa Cronbach selalu diambil dan digunakan terutamanya dalam penyelidikan kuantitatif bagi mengukur dan menilai kesahihan. Jadual 7 telah menyatakan bilangan kesemua responden daripada 109 yang menjawab soalan yang berkaitan informasi latar belakang responden dan objektif penyelidikan.

Jadual 7 *Statistik Kebolehpercayaan*

Bahagian	Nombor Item (N)	Alfa Cronbach (α)	Responden	Tahap Kebolehpercayaan
Bahagian B	15	0.894	109	Baik dan Masih Diterima
Bahagian C	15	0.856	109	Baik dan Masih Diterima
Bahagian D	15	0.862	109	Baik dan Masih Diterima

4.3 Latar Belakang Responden

Jadual 8 di bawah akan menunjukkan secara ringkas berkenaan latar belakang responden iaitu jantina, umur, jawatan, dan pengalaman bekerja di tapak bina. Keseluruhan maklum balas keseluruhan 109 orang responden akan diringkaskan berdasarkan kekerapan dan peratusan. Hasil data yang didapati bagi jantina kebanyakan

adalah terdiri daripada lelaki dengan peratusan 86.2%. Selain itu, golongan umur 21 hingga 30 tahun adalah antara responden yang mempunyai kekerapan yang tinggi dengan kadar peratus sebanyak 39.4%. Bagi jawatan pula kebanyakan adalah daripada jurutera tapak dengan peratusan sebanyak 26.6%. Seterusnya, pengalaman bekerja di tapak bina adalah terdiri daripada kekerapan yang tinggi iaitu 1 hingga 5 tahun dengan kadar peratusan 46.5%.

Jadual 8 Latar Belakang Responden

	Item	Kekerapan	Peratusan (%)
1. Jantina	Perempuan	15	13.8
	Lelaki	95	86.2
2. Umur	20 tahun ke bawah	1	0.9
	21 hingga 30	43	39.4
	31 hingga 40	35	32.1
	41 hingga 50	24	22.0
	50 tahun ke atas	6	5.5
3. Jawatan	Pengurus Projek	15	13.8
	Penyelia Tapak	20	18.3
	Pegawai Keselamatan	23	21.1
	Jurutera Tapak	29	26.6
	Penyelia Keselamatan Tapak Bina	22	20.2
4. Pengalaman Bekerja di Tapak Bina	Kurang daripada 1 tahun	5	42.3
	1 hingga 5 tahun	47	46.5
	6 hingga 10 tahun	36	1.7
	Lebih 10 tahun	21	9.5
5. Tahap Pengetahuan	Tiada Pegetahuan	3	2.0
	Sederhana	37	38.8
	Mahir	55	57.0
	Sangat Mahir	14	12.8
6. Pengalaman Penggunaan GPS	Kurang 1 tahun	38	34.9
	1 hingga 5 tahun	58	53.2
	6 hingga 10 tahun	9	8.3
	10 tahun lebih	4	3.7

4.4 Potensi Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) Pada Topi Keselamatan

Bagi potensi min yang paling tinggi bagi potensi penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan ialah GPS dapat memberikan amaran awal dengan nilai min sebanyak 4.94 yang berada pada kedudukan yang pertama dengan sisihan piawai yang dicatat sebanyak 0.377. Mengikut data yang didapati tersebut jelas didapati bahawa majoriti responden sangat setuju bahawa teknologi GPS ini dapat memberikan amaran awal ketika di tapak pembinaan. Selain itu, Bagi nilai min yang paling rendah ialah sebanyak 4.73 yang berada pada kedudukan yang ke 15 dengan sisihan piawai yang dicatat sebanyak 0.484 iaitu topi GPS dengan sensor meningkatkan keselamatan. Hal ini kerana ada di antara responden yang hanya menjawab neutral iaitu tidak pasti. Ini mungkin disebabkan atas faktor inovasi GPS ke topi keselamatan. Kemungkinan ada dikalangan responden yang kurang pengetahuan bagaimana cara ia diinovasikan ke topi dan tidak mengetahui kesan daripada inovasi tersebut.

Jadual 9 Potensi Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) pada Topi Keselamatan

No.	Item	N	Min	Sisihan Piawai	Kedudukan	
Pemantauan Lokasi Pekerja Secara Nyata						
1	GPS dapat mengurangkan kemalangan	109	4.91	0.290	2	1
2	GPS memantau lokasi pekerja secara masa nyata	109	4.88	0.326	4	
3	Sensor GPS dapat menjejak kedudukan Pekerja	109	4.91	0.289	3	
Min Purata				4.900		
Mengenal Pasti Zon Berisiko Tinggi dan Amaran Awal						
4	GPS mengenal pasti kawasan berisiko pekerja	109	4.88	0.326	5	2
5	GPS dapat memberikan amaran awal	109	4.94	0.377	1	
6	Sensor GPS dapat mengesan zon bahaya	109	4.87	0.363	8	
Min Purata				4.897		
Pengumpulan Data dan Analisis Keselamatan						
7	Data pekerja mudah didapati melalui GPS	109	4.82	0.412	11	3
8	Analisis keselamatan didapati melalui GPS	109	4.87	0.362	9	
9	Data GPS disesuaikan mengikut aktiviti tapak bina	109	4.88	0.353	6	
Min Purata				4.857		
Menghubungkan Dengan Sistem Lain						
10	Gabungan GPS dan sensor meningkatkan keselamatan	109	4.77	0.444	14	4
11	Gabungan GPS dan CCTV pantau pekerja tapak	109	4.81	0.419	12	
12	Topi dilengkapi GPS tingkatan pengawasan tapak	109	4.88	0.378	7	
Min Purata				4.820		
Keselamatan Pekerja						
13	Topi GPS dengan sensor meningkatkan keselamatan	109	4.73	0.484	15	5
14	GPS dengan sensor lokasi menjamin keselamatan pekerja malam	109	4.81	0.440	13	
15	GPS cegah pekerja masuk zon bahaya	109	4.87	0.364	10	
Min Purata				4.803		

4.5 Cabaran Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) Pada Topi Keselamatan

Bagi min yang paling tinggi bagi cabaran penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan ialah kos permulaan teknologi GPS yang tinggi. Min yang terkumpul hasil dari responden adalah 4.92 yang berada pada kedudukan yang pertama dengan sisihan piawai yang dicatat sebanyak 0.277. Hal ini kerana sistem teknologi terkini seperti GPS mempunyai alat peralatan yang lain untuk berfungsi. Oleh disebabkan itu, penggunaan sistem ini memerlukan kos yang sangat tinggi terutamanya pada permulaan. Selain itu, bagi nilai min yang paling rendah ialah sebanyak 4.73 yang berada pada kedudukan yang ke 15 dengan sisihan piawai yang dicatat sebanyak 0.397 iaitu pengurusan data GPS adalah rumit. Hal ini kerana data pekerja akan menjadi tidak privasi kerana ia boleh dikawal secara real-time. Penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan akan menyebabkan lokasi pekerja dan data pekerja serta data projek akan diketahui.

Jadual 10 Cabaran Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) pada Topi Keselamatan

No.	Item	N	Min	Sisihan Piawai	Kedudukan	
Kos						
1	Kos pemasangan teknologi GPS tinggi	109	4.76	0.449	13	3
2	Kos penyelenggaraan teknologi GPS tinggi	109	4.86	0.372	8	
3	Kos permulaan teknologi GPS tinggi	109	4.92	0.277	1	
Min Purata		4.847				
Ketepatan dan Kestabilan GPS di Tapak Bina						
4	Isyarat GPS lemah di bangunan tinggi	109	4.89	0.314	5	2
5	Isyarat GPS lemah di kawasan tertutup	109	4.84	0.364	9	
6	GPS sukar berfungsi di kawasan bangunan tinggi	109	4.92	0.278	2	
Min Purata		4.883				
Pengurusan Data dan Privasi						
7	Perlindungan data peribadi pekerja lemah	109	4.88	0.326	7	5
8	Maklumat identiti pekerja tidak privasi	109	4.75	0.434	14	
9	Pengurusan data GPS adalah rumit	109	4.73	0.397	15	
Min Purata		4.787				
Infrastruktur						
10	GPS sukar berfungsi akibat pembangunan yang pesat	109	4.82	0.455	11	4
11	Isyarat GPS terganggu akibat bangunan tinggi	109	4.77	0.422	12	
12	Isyarat GPS terganggu akibat kelemahan infrastruktur	109	4.83	0.397	10	
Min Purata		4.807				
Penerimaan Penggunaan Teknologi Seperti GPS						
13	GPS belum diimplementasikan dalam industri pembinaan	109	4.90	0.303	4	1
14	Kaedah konvensional menghalang penggunaan GPS	109	4.89	0.316	6	
15	Pekerja kurang bersedia menggunakan GPS	109	4.92	0.300	3	
Min Purata		4.903				

4.6 Syarat-Syarat Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) pada Topi Keselamatan

Min yang paling tinggi bagi syarat-syarat penggunaan sistem kedudukan global (GPS) pada topi keselamatan ialah sebanyak 4.96 yang berada pada kedudukan yang pertama dengan sisihan piawai yang dicatat sebanyak 0.189 iaitu pekerja perlu bersedia mengaplikasikan GPS. Majoriti responden sangat setuju kerana pekerja sememangnya perlulah bersedia supaya teknologi ini dapat dimanfaatkan sebaik mungkin. Aplikasi Internet of things (IoT) memerlukan tahap kepakaran dan kebolehan yang tinggi untuk menukar data yang dikumpul menjadi maklumat yang berguna. Manakala untuk min yang paling rendah ialah sebanyak 4.79 yang berada pada kedudukan yang ke 15 dengan sisihan piawai yang dicatat sebanyak 0.416 iaitu GPS memerlukan alatan lengkap untuk berfungsi. Hal ini kerana GPS dilengkapi alatan lain untuk berfungsi seperti antenna dan sensor. Menurut Sidek (2018), mengatakan bahawa GPS merupakan sebuah sistem navigasi satelit yang menggunakan penerima isyarat untuk mengesan isyarat yang dipancarkan oleh satelit. Selain itu, antenna juga merupakan alat yang diperlukan untuk GPS berfungsi.

Jadual 11 Syarat-Syarat Penggunaan Sistem Kedudukan Global (GPS) Pada Topi Keselamatan

No.	Item	N	Min	Sisihan Piawai	Kedudukan	
Latihan dan Penyediaan Kemahiran kepada Pekerja						
1	Meningkatkan latihan penggunaan GPS	109	4.88	0.378	6	3
2	Meningkatkan kemahiran penggunaan GPS	109	4.81	0.396	12	
3	Meningkatkan latihan berkala penggunaan GPS	109	4.94	0.246	2	
Min Purata		4.877				
Kerjasama dan Kolaborasi antara Pihak Berkepentingan						
4	Pihak pengurusan sokong penggunaan GPS	109	4.86	0.372	9	2
5	Pihak berkepentingan mewajibkan penggunaan GPS	109	4.93	0.262	4	
6	Sokongan pakar GPS diperlukan untuk operasi	109	4.85	0.356	11	
Min Purata		4.880				
Alat Teknologi Yang Diperlukan						
7	GPS memerlukan antenna untuk berfungsi	109	4.89	0.314	5	5
8	GPS memerlukan sensor untuk ketepatan data	109	4.86	0.312	10	
9	GPS memerlukan alatan lengkap untuk berfungsi	109	4.79	0.416	15	
Min Purata		4.847				
Pembangunan Prosedur Operasi Standard (SOP) untuk Penggunaan GPS						
10	GPS perlu diselenggara untuk prestasi baik	109	4.80	0.486	13	4
11	Penggunaan GPS mesti ikut spesifikasi	109	4.86	0.419	8	
12	Pekerja wajib patuhi SOP GPS	109	4.88	0.326	7	
Min Purata		4.847				
Kesedaran Dalam kalangan Pekerja dan Penggunaan GPS di Tapak Bina						
13	Pekerja peka GPS memudahkan operasi	109	4.94	0.229	3	1
14	Pekerja perlu bersedia mengaplikasikan GPS	109	4.96	0.189	1	
15	Penggunaan GPS perlu dikuasai di tapak bina	109	4.79	0.432	14	
Min Purata		4.893				

5. Kesimpulan

Objektif pertama adalah untuk mengkaji potensi penggunaan GPS pada topi keselamatan. Dapatan kajian dikumpul dengan menggunakan kaedah kuantitatif secara pengedaran borang soal selidik atas talian iaitu Google Form kepada responden G7 di Selangor. Mengikut analisis data, tiga min tertinggi yang direkodkan bagi potensi penggunaan sistem GPS pada topi keselamatan dalam Jadual 9 iaitu GPS dapat memberikan amaran awal, GPS dapat mengurangkan kemalangan dan sensor GPS dapat menjejak kedudukan pekerja dengan min 4.94, 4.91 dan 4.91. Ini menunjukkan bahawa responden tahu akan potensi dan manfaat topi keselamatan yang diinovasikan dengan sistem GPS. Hal ini kerana ia bukan sahaja dapat meningkatkan penggunaan teknologi dalam sesebuah syarikat pembinaan, malahan ia merupakan salah satu faktor yang akan mengurangkan kemalangan serta dapat meningkatkan keselamatan pekerja di tapak bina. Objektif kedua adalah untuk mengenal pasti cabaran penggunaan sistem GPS pada topi keselamatan. Dapatan kajian dikumpul dengan menggunakan pendekatan kuantitatif secara pengedaran borang soal selidik atas talian iaitu Google Form kepada responden. Menurut analisis data yang dilakukan dalam Jadual 10, min paling tertinggi ialah kos permulaan teknologi GPS tinggi iaitu sebanyak 4.92. Teknologi yang canggih terkini, sememangnya memerlukan dan menggunakan kos yang sangat tinggi. Hal ini kerana sistem teknologi seperti GPS memerlukan alatan yang lain untuk ia berfungsi dengan baik. Sebagai contoh, antenna dan sensor. Selain daripada itu, kos permulaan juga sangat tinggi. Hal ini kerana ia merupakan alat teknologi yang beketepatan tinggi dan penggunaan data masa nyata. Oleh sebab itu, kos sistem ini tinggi kerana ia akan banyak mendatangkan manfaat kepada pengguna. Objektif ketiga menganalisis syarat-syarat penggunaan sistem GPS pada topi keselamatan. Dapatan kajian dikumpul dengan menggunakan pendekatan kuantitatif secara pengedaran borang soal selidik atas talian iaitu Google Form kepada responden. Menurut analisis data yang dilakukan dalam Jadual 11, min paling tertinggi

ialah pekerja perlu bersedia mengaplikasikan GPS dengan min sebanyak 4.96. Hal ini kerana tidak semua pekerja tahu akan cara pengendalian alat sistem GPS. Oleh itu, pihak syarikat perlulah memberi latihan dan pengetahuan yang mencukupi kepada pekerja. Ini kerana dengan adanya pengetahuan dan pengalaman ia akan menyebabkan pekerja akan bersedia dan akan dapat lagi mengasah kemahiran mereka apabila menggunakan teknologi tersebut. Hal ini kerana pekerja yang bersedia dengan teknologi yang akan digunakan dalam syarikat tersebut akan mampu membantu syarikat untuk mencapai matlamat dan objektif sesebuah syarikat.

Penghargaan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan serta Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan yang diberikan.

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:** Muhammad Shahzurul Hisyam Hasanudin, Narimah Kasim; **pengumpulan data:** Muhammad Shahzurul Hisyam Hasanudin; **analisis dan interpretasi hasil:** Muhammad Shahzurul Hisyam Hasanudin, Narimah Kasim; **penyediaan draf manuskrip:** Muhammad Shahzurul Hisyam Hasanudin, Narimah Kasim. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.*

Rujukan

- Assan, L., & Islam, R. (2018). Potentials of Internet of Things (IoT) in Malaysian Construction Industry. *Annals of Emerging Technologies in Computing*, 2(4), 44–52.
<https://doi.org/10.33166/aetic.2018.04.004>
- Agensi Angkasa Malaysia (MYSA). (2022). Mysa.gov.my. Infografik6 – <https://www.mysa.gov.my/infografik6/>
- Alias, A. (2022, September 9). Sektor pembinaan masih kekurangan pekerja. Berita Harian. <https://www.bharian.com.my/bisnes/lain-lain/2022/09/998186/sektor-pembinaan-masih-kekurangan-pekerja>
- Astro awani.com 2025 (April 11). <https://www.astroawani.com/videos/awani-745-x7kldw/pekerja-hilang-dalam-runtuhan-tapak-pembinaan-rel-di-seoul-x9hq65q>
- Azam, O. (2017). Teknologi Memudahkan Cara Bekerja, Berita Harian Malaysia Online. Retrived September 18, 2017, daripada <https://www.bharian.com.my/bisnes/korporat/2017/09/327281/teknologi-memudahkan-cara-bekerja>
- Azme & Yahya (2021). View of Penggunaan Teknologi Dron dalam Fasa Projek Pembinaan. (2019). Uthm.edu.my. <https://penerbit.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb/article/view/2019/742>
- Bernama. (2024, February 27). 757 projek pembinaan JKR siap sepanjang tahun lepas. Astro Awani. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/757-projek-pembinaan-jkr-siap-sepanjang-tahun-lepas-459998?amp=1>
- Bernama (2024). Astroawani.com. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/kontraktor-tapak-pembinaan-digesa-uruskan-risiko-kerja-pembinaan-di-musim-tengkujuh-450455>
- Bernama. (2024). Teknologi AI Bantu Perkasa Industri Pembinaan Negara. Bernama. <https://www.bernama.com/bm/news.php?id=2274231>
- Buletin TV3. (2024, December 5). Ops Tapak Pembinaan: 157 cedera, 71 maut insiden tahun ini. Buletin TV3. <https://www.buletintv3.my/nasional/ops-tapak-pembinaan-157-cedera-71-maut-insiden-tahun-ini/>
- CIDB (2023), Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Pendigitalan, & Pembinaan, I. (2023). Laporan Tahunan 2023 2023 Annual Report. <https://www.cidb.gov.my/wp-content/uploads/2025/04/LTPK2023-Pages-compressed.pdf>

- CIDB (2024, March 1). Masa hadapan untuk keselamatan tapak pembinaan. CIDB HQ. <https://www.cidb.gov.my/keselamatan-tapak-pembinaan/>
- CIDB (2024b, April 26). Meningkatkan Keselamatan Pembinaan dengan Kepintaran Buatan: Pendekatan Proaktif. CIDB HQ. <https://www.cidb.gov.my/meningkatkan-keselamatan-pembinaan-dengan-kepintaran-buatan-pendekatan-proaktif/>
- CIDB (2025, February 13). Projek di Malaysia: Penggunaan Teknologi dalam Proses Pembinaan | CIDB HQ. CIDB HQ. <https://www.cidb.gov.my/projek-di-malaysia-penggunaan-teknologi-dalam-proses-pembinaan/>
- DOSM (2024) Statistik Pembinaan Suku Tahunan, Suku Kedua 2024. (12, Ogos 2024). In statistik pembinaan https://storage.dosm.gov.my/construction/construction_2024-q2.pdf
- Eunike. (2025, February 12). Cara Mengatasi GPS Tidak Akurat dan 6 Penyebabnya. arvento.id. <https://arvento.id/cara-mengatasi-gps-tidak-akurat-dan-6-penyebabnya/>
- Fandy, A. (2023, June 29). Apa itu SOP? Definisi, Fungsi, dan Manfaatnya. Gramedia. <https://www.gramedia.com/best-seller/apa-itu-sop/>
- Kathy, B., (2019). IoT Benefits, Challenges for Property Management. New Straits Time 17 January. Retrieved 2 june, 2020, from <https://www.nst.com.my/property/2019/%2001/451515/iot-benefits-challenges-propertymanagement>
- Khouluddin et. al.; (2023). View of Perkembangan Penggunaan Internet of Things (IoT) Dalam Industri Pembinaan Di Malaysia: Persepsi Pihak Kontraktor. Publisher.uthm.edu.my. <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb/article/view/13803/4255>
- Luthra, S., Garg, D., Mangla, S. K., & Singh Berwal, Y. P. (2018). Analyzing challenges to Internet of Things (IoT) adoption and diffusion: An Indian context. *Procedia Computer Science*, 125, 733–739. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.094>
- Masrom (2022, December 19). Cabaran penggunaan aplikasi digital dalam industri pembinaan. Utusan Malaysia. <https://www.utusan.com.my/ekonomi/2022/12/cabaran-penggunaan-aplikasi-digital-dalam-industri-pembinaan/>
- Mitchell (2015). 5 challenges of the Internet of Things. Dicapai pada 21November, 2017, dari ISOC, Internet of Things: <https://blog.apnic.net/2015/10/20/5-challenges-of-the-internet-of-things/>
- MySyarikat. (2023, March 29). MySyarikat: Transformasi Pengurusan HR Digital Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Pertumbuhan Syarikat - MySyarikat. MySyarikat. <https://mysyarikat.com/transformasi-pengurusan-hr-anda-dengan-mysyarikat-kelebihan-dan-cara-menggunakan/>
- Nelson, T. (2025). Apakah Geofencing? Eyewated.com. <https://ms.eyewated.com/apakah-geofencing/>
- Nordin, N., Mohamed, S., Satar, A., Sultan, P., Shah, H. (2022). Penubuhan Titik Tanda Sementara dengan Kaedah Real Time Kinetic-Global Positioning System (RTK GPS) untuk Kelestarian Kerja. *Research in Management of Technology and Business*, 3(2), 392–400. <https://doi.org/10.30880/rmtb.2022.03.02.031>
- Oesterreich, & Teuteberg, (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context Industry. https://www.researchgate.net/publication/308909169_Understanding_the_implications_of_digitisation_and_automation_in_the_context_of_Industry_40_A_triangulation_approach_and_elements_of_a_research_agenda_for_the_construction_industry
- Ponachi & Iham. (2020). Penubuhan Jaringan Titik Kawalan Real Time Kenamatic Technique (RTK-GPS) di Politeknik Port Dickson [Journal-article]. *Journal Online Jaringan Pengajian Seni Bina (JOJAPS)*, 20, 1–2. https://www.geocities.ws/apacc/paper01_safizah0111_vol20_NONOMIICOT.pdf
- Qothrunnada, K. (2022, September 1). Populasi: Arti, Ciri, Jenis, dan Faktor yang Mempengaruhi. Detikjabar. <https://www.detik.com/jabar/berita/d-6267188/populasi-arti-ciri-jenis-dan-faktor-yang->

[mempengaruhi#:~:text=Menurut%20Kamus%20Besar%20Bahasa%20Indonesia%20%28KBBI%29%2C%20arti%20dari,populasi%20sebagai%20sekelompok%20orang%20yang%20menempati%20suatu%20wilayah](#)

- Riadi, M. (2022, December 29). Populasi dan Sampel Penelitian (Pengertian, Proses, Teknik Pengambilan dan Rumus). KajianPustaka.com. <https://www.kajianpustaka.com/2020/11/populasi-dan-sampel-penelitian.html>
- Ridhwan. (2024, December 21). Maksud Latihan dan Pembangunan Menurut Tokoh. <https://cikgu.wislah.com/maksud-latihan-dan-pembangunan-menurut-tokoh/>
- Ridhwan (2024, November 6). Maksud Data Sekunder dan Data Primer Menurut Tokoh. <https://cikgu.wislah.com/maksud-data-sekunder-dan-data-primer-menurut-tokoh/>
- Sabri, S., & Yahya, M. Y. (2020). Penggunaan Internet of Things (IoT) dalam Industri Pembinaan di Malaysia. *Research in Management of Technology and Business*, 1(1), 482–498. <https://penerbit.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb/article/view/539/242>
- Samodra. (2022, October 10). Cara Kerja GPS, Teknologi Navigasi yang Memudahkan Pencarian Lokasi. Liputan6.com; Liputan6. <https://www.liputan6.com/hot/read/5092980/cara-kerja-gps-teknologi-navigasi-yang-memudahkan-pencarian-lokasi?page=3>
- Sanusi (2024, December 11). Teknik pengumpulan data menurut para ahli. Wislah.com - Pusat Referensi Pilihan. <https://wislah.com/teknik-pengumpulan-data-menurut-para-ahli/>
- Shaid, N. J. (2022, August 13). Stakeholder Adalah: Definisi, Jenis, Peran, Fungsi. https://money.kompas.com/read/2022/03/20/212756726/stakeholder-adalah-definisi-jenis-peran-fungsi-dan-contohnya#google_vignette
- Sidek (2018, October 30). Bagaimana Sistem GPS Berfungsi dan cara penggunaan <https://iluminasi.com/bm/bagaimana-sistem-gps-berfungsi.html>
- Sulaiman, N. A. (2021, February 15). 15 tapak pembinaan ditutup, gagal patuh SOP. Harian Metro. <https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2021/02/674647/15-tapak-pembinaan-ditutup-gagal-patuh-sop>
- Surip, M. (2021, March 22). Tragedi Komponen Kren Jatuh di SUKE: 3 Maut, Pemandu Cedera & Ini Lencongan Sehingga 28 Mac. Gempak. <https://gempak.com/berita-terkini/tragedi-komponen-kren-jatuh-di-suke-3-maut-pemandu-cedera-ini-lencongan-sehingga-28-mac-48200>
- Zaini, S. A. (2019, August 9). 23 kes kemalangan di tempat kerja direkodkan | Sinar Harian. Sinar Harian. <https://www.sinarharian.com.my/article/42194/edisi/perak/23-kes-kemalangan-di-tempat-kerja-direkodkan>
- Zakaria, Z. F., & Yahya, M. Y. (2023). Cabaran Penggunaan Teknologi Internet of Things (IoT) Dalam Industri Pembinaan di Malaysia. *Research in Management of Technology and Business*, 4(1), 1236–1248. <https://penerbit.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb/article/view/11716/3686>