

Kajian Teknik Pengurusan Risiko Kelewatan Kerja di Projek Lebuhraya Pan Borneo dari Padangan Kontraktor

A Study of Risk Management Techniques for Work Delays in the Pan Borneo Highway Project from the Contractors' Perspective

Asyraf Naim Puddin¹, Norliana Sarpin^{1,2*}, Sulzakimin Mohamed^{1,2}, Seow Ta
Wee^{1,2}, Hilyati Sabtu@Othman^{1,2}, Asmawan Mohd Sarman³

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

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

³ Fakulti Kejuruteraan, Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS, Kota Kinabalu, Sabah 88400, MALAYSIA

*Pengarang Utama: norliana@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2026.07.01.041>

Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2026

Diterima: 31 May 2026

Diterbitkan: 30 Jun 2026

Kata Kunci

Pengurusan risiko, kelewatan kerja,
Lebuhraya Pan Borneo, projek
infrastruktur mega, pembinaan,
strategi mitigasi

Abstrak

Projek infrastruktur mega seperti Lebuhraya Pan Borneo merupakan pemangkin utama kepada pertumbuhan ekonomi dan pembangunan wilayah di Malaysia Timur. Namun begitu, kelewatan kerja dalam pelaksanaan projek ini sering menjadi isu kritikal yang menjejaskan keberkesanan masa, kos, dan kualiti. Oleh itu, kajian ini dijalankan dengan objektif untuk mengenal pasti faktor-faktor utama kelewatan kerja dalam projek pembinaan Lebuhraya Pan Borneo, mengenal pasti teknik pengurusan risiko yang digunakan oleh pihak projek dalam menangani isu tersebut dan mencadangkan penambahbaikan dalam strategi pengurusan risiko bagi memastikan pelaksanaan projek mega lebih cekap pada masa hadapan. Skop kajian difokuskan kepada salah satu pakej kerja di bawah Lebuhraya Pan Borneo di Sabah, iaitu Pakej WP04 (Papar–Donggongan). Kajian ini menggunakan kaedah kualitatif melalui temu bual separa berstruktur dengan 3 orang responden yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan projek Lebuhraya Pan Borneo. Data kualitatif telah dianalisis menggunakan kaedah analisis tematik bagi mengenal pasti pola dan tema berkaitan dengan pengurusan risiko dan kelewatan kerja. Dapatan kajian menunjukkan kelewatan projek pembinaan dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, iaitu isu pembebasan dan pengambilan tanah, kekurangan tenaga kerja mahir, perubahan skop kerja, faktor cuaca buruk serta kelewatan dalam proses kelulusan dan birokrasi. Selain itu, penjadualan semula yang dinamik, penggunaan teknologi pemantauan tapak secara masa nyata, pembentukan Jawatankuasa Teknikal Risiko serta latihan dan peningkatan kapasiti tenaga kerja tempatan boleh memberi impak positif terhadap kelancaran, kecekapan dan keberkesanan pengurusan

projek pembinaan serta mengurangkan risiko kelewatan berulang. Seterusnya, dapatan kajian juga menunjukkan strategi seperti penekanan sejak peringkat awal projek melalui perancangan awal yang menyeluruh, pembangunan kapasiti tenaga kerja tempatan, kawalan perubahan reka bentuk yang lebih ketat, penggunaan sistem amaran awal cuaca serta penjadualan kerja yang fleksibel dikenalpasti berpotensi mengurangkan kelewatan projek. Selain itu, penyelarasan birokrasi antara agensi berkaitan juga penting bagi mempercepatkan proses kelulusan dan meningkatkan kecekapan pengurusan projek pembinaan. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberi panduan kepada pihak berkepentingan dalam industri pembinaan untuk merancang dan melaksanakan pengurusan risiko kelewatan dengan lebih sistematik, seterusnya membantu kelancaran pelaksanaan projek-projek infrastruktur mega pada masa hadapan.

Keywords

Risk management, work delays, Pan Borneo Highway, mega infrastructure projects, construction, mitigation strategies

Abstract

Mega infrastructure projects such as the Pan Borneo Highway serve as a major catalyst for economic growth and regional development in East Malaysia. However, delays in the implementation of this project have frequently become a critical issue that affects time efficiency, cost performance, and construction quality. Therefore, this study was conducted with the objectives of identifying the main factors contributing to work delays in the construction of the Pan Borneo Highway, examining the risk management techniques employed by the project team to address these issues, and proposing improvements to risk management strategies to ensure more efficient implementation of mega projects in the future. The scope of the study focuses on one of work package under the Pan Borneo Highway project in Sabah, namely Package WP04 (Papar-Donggongan). This study adopts a qualitative research approach through semi-structured interviews with three respondents who were directly involved in the implementation of the Pan Borneo Highway project. The qualitative data were analysed using thematic analysis to identify patterns and themes related to risk management and work delays. The study findings show that construction project delays are influenced by several key factors, namely land acquisition and clearance issues, lack of skilled labour, changes in scope of work, adverse weather factors, and delays in the approval and bureaucracy processes. In addition, dynamic rescheduling, the use of real-time site monitoring technology, the formation of a Technical Risk Committee, and training and increasing the capacity of local workforce can have a positive impact on the smoothness, efficiency and effectiveness of construction project management and reduce the risk of repeated delays. Furthermore, the study findings also show that strategies such as emphasising early stages of the project through comprehensive early planning, local workforce capacity development, tighter design change control, the use of weather early warning systems, and flexible work scheduling have been identified as having the potential to reduce project delays. In addition, bureaucratic coordination between relevant agencies is also important to expedite the approval process and improve the efficiency of construction project management. In overall, the findings of this study are expected to provide useful guidance to stakeholders in the construction industry in planning and implementing delay risk management more systematically, thereby supporting the smoother execution of mega infrastructure projects in the future.

1. Pendahuluan

Lebuhraya Pan Borneo merupakan sebuah projek infrastruktur mega yang bertujuan meningkatkan jaringan pengangkutan darat di Malaysia Timur, khususnya di Sabah dan Sarawak. Projek ini telah diumumkan secara

rasmi pada tahun 2013 sebagai sebahagian daripada inisiatif kerajaan untuk merapatkan jurang pembangunan antara Semenanjung Malaysia dan Borneo, dan kerja pembinaannya mula dilaksanakan pada tahun 2015 (CIDB, 2022). Lebuhraya ini dirancang untuk merentasi sepanjang lebih 2,083 kilometer, menghubungkan bandar-bandar utama seperti Kuching, Sibu, Bintulu, dan Miri di Sarawak serta Kota Kinabalu, Sandakan dan Tawau di Sabah (Pan Borneo Highway Official Portal, 2023). Projek ini turut melibatkan pembinaan dan penaiktarafan jalan dua lorong sedia ada kepada jalan empat lorong dua hala (dual carriageway), di samping pembangunan infrastruktur sokongan seperti persimpangan bertingkat, jejambat, jambatan utama dan sistem perparitan moden (JKR Malaysia, 2023). Di Sarawak sahaja, laluan yang terlibat melebihi 1,200 kilometer, manakala di Sabah ia meliputi lebih 700 kilometer. Projek ini dijangka akan menyumbang secara signifikan kepada pertumbuhan ekonomi setempat, mempercepatkan mobiliti rakyat dan merancakkan integrasi wilayah melalui jaringan pengangkutan darat yang lebih cekap dan efisien (EPU, 2021).

Projek mega seperti ini tidak terlepas daripada pelbagai cabaran, khususnya dari segi kelewatan dalam pelaksanaan. Kelewatan projek boleh disebabkan oleh pelbagai faktor termasuk kelewatan pembebasan tanah, perubahan spesifikasi reka bentuk, kekurangan tenaga kerja mahir, keadaan cuaca tidak menentu, serta isu birokrasi dalam proses kelulusan (Mahamid *et al.*, 2013). Dalam konteks Lebuhraya Pan Borneo, beberapa laporan media dan audit oleh pihak berkuasa seperti Jabatan Audit Negara telah mengenal pasti berlakunya kelewatan kerja pada pelbagai fasa pelaksanaan projek, antaranya disebabkan kelewatan dalam kerja tanah, penyusunan kontrak dan penyampaian bahan binaan (Jabatan Audit Negara, 2022). Kelewatan dalam projek infrastruktur bukan sahaja menyebabkan peningkatan kos, bahkan turut menjejaskan kepercayaan awam, menimbulkan ketidakpuasan masyarakat setempat, serta melemahkan imej pihak pelaksana dan kerajaan (Othman *et al.*, 2019).

Kelewatan ini bukan sahaja menyebabkan peningkatan kos pembinaan dan pembaziran sumber, tetapi juga menjejaskan kepercayaan awam serta memberi kesan kepada rangkaian logistik dan kesejahteraan penduduk setempat (Alaghbari *et al.*, 2007). Walaupun punca kelewatan seperti masalah pembebasan tanah, cuaca, kekurangan tenaga kerja mahir dan perubahan spesifikasi telah dikenal pasti (Mahamid *et al.*, 2013), namun pengurusan risiko kelewatan dalam projek ini dilihat masih kurang sistematik dan tidak dilaksanakan secara menyeluruh (PMI, 2017). Ketiadaan pendekatan pengurusan risiko yang bersepadu menyebabkan risiko-risiko kelewatan tidak dapat dikesan dan ditangani pada peringkat awal, sekali gus menjejaskan kecekapan pelaksanaan projek (Zwikael & Ahn, 2011). Tambahan pula, projek berskala besar seperti Pan Borneo melibatkan pelbagai pihak berkepentingan termasuk kerajaan persekutuan, negeri, kontraktor utama, subkontraktor dan komuniti setempat yang memerlukan koordinasi dan komunikasi berkesan agar setiap risiko dapat diurus secara kolektif (Turner & Müller, 2004).

Kajian ini memberi tumpuan kepada teknik pengurusan risiko kelewatan kerja dalam projek infrastruktur mega pembinaan Lebuhraya Pan Borneo di Sabah. Fokus utama kajian ini adalah untuk mengenal pasti faktor-faktor yang menyumbang kepada kelewatan kerja di tapak pembinaan serta mengenal pasti teknik pengurusan risiko yang dilaksanakan oleh pihak yang terlibat dalam projek. Kajian ini juga bertujuan mencadangkan langkah-langkah penambahbaikan dalam pengurusan risiko agar kelewatan kerja dapat ditangani dengan lebih sistematik dan berkesan. Kawasan kajian meliputi beberapa lokasi projek di Sabah yang terlibat dalam pembinaan Lebuhraya Pan Borneo, termasuk pakej-pakej kerja seperti WP04 (Papar-Donggongan). Pemilihan kawasan ini dibuat berdasarkan keaktifan pembinaan serta rekod yang menunjukkan wujudnya isu kelewatan dalam fasa pelaksanaan projek. Responden kajian terdiri daripada golongan profesional yang terlibat secara langsung dalam pengurusan dan pelaksanaan projek, iaitu seorang pengurus projek dan dua orang pegawai teknikal dari syarikat-syarikat yang terlibat dalam projek Lebuhraya Pan Borneo di Sabah. Responden ini dipilih secara bertujuan (purposive sampling) berdasarkan pengalaman mereka serta penglibatan mereka dalam aspek pengurusan risiko dan pelaksanaan fizikal kerja pembinaan.

2. Kajian literatur

Kelewatan dalam projek pembinaan merujuk kepada situasi di mana kerja-kerja yang dijadualkan untuk diselesaikan dalam tempoh masa yang telah ditetapkan tidak dapat disiapkan tepat pada waktunya. Kelewatan ini boleh berlaku di pelbagai fasa projek, dari perancangan awal sehingga ke penyelesaian akhir (Zou *et al.*, 2007). Kelewatan projek bukan sahaja mempengaruhi kos dan sumber daya, tetapi juga menjejaskan kualiti dan reputasi pihak yang terlibat dalam projek tersebut. Bagi projek infrastruktur mega seperti Lebuhraya Pan Borneo, kelewatan dalam penyelesaian kerja bukan sahaja memberi impak kepada penyediaan kemudahan awam tetapi juga menjejaskan pembangunan ekonomi dan sosial di kawasan tersebut (Salleh *et al.*, 2020). Oleh itu, pengurusan kelewatan dalam projek pembinaan adalah sangat penting untuk memastikan kejayaan pelaksanaan projek secara keseluruhan.

2.1 Pengurusan risiko dalam pembinaan

Pengurusan risiko merujuk kepada proses mengenal pasti, menilai, dan mengawal risiko-risiko yang berpotensi menghalang kejayaan sesebuah projek. Dalam konteks pembinaan, pengurusan risiko adalah satu langkah penting untuk memastikan projek disiapkan mengikut masa, bajet dan spesifikasi yang ditetapkan (PMI, 2017). Pengurusan risiko melibatkan beberapa fasa utama, termasuklah perancangan awal, penilaian risiko, serta pelaksanaan langkah-langkah mitigasi risiko (Kerzner, 2017). Menurut Zou *et al.* (2007), pengurusan risiko dalam projek pembinaan boleh dibahagikan kepada dua kategori utama: risiko yang boleh dikawal dan risiko yang tidak boleh dikawal. Risiko yang boleh dikawal melibatkan faktor-faktor seperti pengurusan masa, pengurusan sumber, dan pengurusan kewangan, manakala risiko yang tidak boleh dikawal melibatkan faktor-faktor luar seperti cuaca, faktor politik dan sosial, serta isu perundangan.

2.2 Faktor-faktor Kelewatan dalam Projek Pembinaan Lebuhraya Pan Borneo

2.2.1 Pembebasan Tanah

Isu pembebasan tanah merupakan salah satu faktor paling kritikal yang sering menyumbang kepada kelewatan dalam pelaksanaan projek infrastruktur berskala besar, terutamanya di kawasan yang memerlukan pengambilan tanah baharu daripada pemilik individu atau komuniti setempat. Dalam konteks projek seperti Lebuhraya Pan Borneo di Sabah, proses pembebasan tanah melibatkan beberapa peringkat termasuk pengukuran sempadan, penilaian pampasan, rundingan dengan pemilik tanah, serta kelulusan daripada pihak berkuasa tanah negeri. Proses ini memerlukan masa yang panjang kerana ia melibatkan pelbagai agensi kerajaan dan keperluan pematuhan terhadap peruntukan undang-undang seperti Akta Pengambilan Tanah 1960 (Land Acquisition Act 1960) (Lembaga Lebuhraya Malaysia, 2021). Tambahan pula, kekangan seperti pertindihan pemilikan, bantahan penduduk, serta ketidakjelasan status tanah turut menyebabkan proses pembebasan tanah menjadi rumit dan memakan masa (Ibrahim *et al.*, 2010). Hal ini menunjukkan bahawa kelewatan akibat isu tanah bukan sahaja berpunca daripada proses teknikal, tetapi juga berkaitan dengan isu sosial, birokrasi, dan dasar perundangan yang memerlukan perhatian dan penyelarasan yang lebih baik.

2.2.2 Kekurangan tenaga kerja mahir

Kekurangan tenaga kerja mahir merupakan antara punca utama yang menyumbang kepada kelewatan dalam projek pembinaan, khususnya bagi projek infrastruktur mega seperti Lebuhraya Pan Borneo. Projek berskala besar ini memerlukan pelbagai jenis tenaga kerja yang mahir dalam bidang teknikal seperti juruteknik, jurutera, operator jentera berat, tukang paip, tukang kayu, dan pakar dalam pemasangan struktur projek (Chan & Kumaraswamy, 2002). Apabila berlaku kekurangan dalam kumpulan tenaga kerja ini, kerja-kerja pembinaan tidak dapat dijalankan mengikut jadual yang ditetapkan kerana produktiviti menjadi rendah dan tugas-tugas teknikal tidak dapat dilaksanakan dengan cekap. Malah, kekurangan ini boleh menyebabkan kesilapan teknikal berlaku lebih kerap, sekali gus meningkatkan keperluan kerja semula (rework) yang memberi kesan kepada masa dan kos projek (Malaysia Construction Industry Development Board [CIDB], 2021).

2.2.3 Perubahan Spesifikasi Reka Bentuk

Perubahan spesifikasi reka bentuk semasa pelaksanaan projek pembinaan merupakan antara faktor signifikan yang menyumbang kepada kelewatan projek, terutamanya bagi projek berskala besar dan kompleks seperti Lebuhraya Pan Borneo. Perubahan ini boleh berlaku akibat beberapa sebab seperti kekurangan dalam perancangan awal, perubahan keperluan pemilik projek, penemuan tapak yang tidak dijangka, atau ketidakpatuhan kepada piawaian semasa pembinaan. Dalam banyak keadaan, perubahan ini tidak hanya melibatkan pelarasan kecil, tetapi boleh merangkumi modifikasi struktur utama, saiz, bahan binaan, atau sistem kejuruteraan, yang memerlukan semakan semula terhadap pelan asal serta perolehan semula sumber dan peralatan pembinaan (Mahamid *et al.*, 2013).

2.2.4 Keadaan cuaca yang buruk

Keadaan cuaca merupakan salah satu faktor luar yang tidak dapat dikawal tetapi memberi impak besar terhadap kelancaran pelaksanaan projek pembinaan. Di Malaysia, khususnya di Sabah yang mempunyai iklim tropika lembap, kerja-kerja pembinaan terdedah kepada cuaca buruk seperti hujan lebat, ribut petir, dan banjir yang berlaku sepanjang tahun. Keadaan ini memberi kesan secara langsung terhadap produktiviti kerja di tapak, keselamatan pekerja, serta keupayaan jentera untuk beroperasi secara optimum (Al-Kharashi & Skitmore, 2009). Dalam projek mega seperti Lebuhraya Pan Borneo, yang melibatkan kawasan geografi yang luas dan pelbagai bentuk muka bumi, faktor cuaca menjadi lebih kritikal kerana gangguan terhadap satu bahagian kerja boleh menjejaskan keseluruhan rangkaian jadual projek (Hossain *et al.*, 2019).

2.2.5 Isu birokrasi dan kelulusan

Isu birokrasi dan kelewatan dalam proses kelulusan merupakan antara halangan utama dalam pelaksanaan projek pembinaan berskala besar, termasuk projek infrastruktur mega seperti Lebuhraya Pan Borneo. Kelewatan ini biasanya berlaku dalam bentuk proses mendapatkan kelulusan teknikal, perundangan, permit pembinaan, kebenaran merancang, serta dokumentasi berkaitan daripada pelbagai agensi kerajaan di peringkat negeri dan persekutuan. Setiap permohonan sering memerlukan pematuhan kepada pelbagai peraturan yang ketat dan kadangkala bertindih antara satu agensi dengan agensi lain. Ketidaksejajaran dalam prosedur ini menyebabkan berlaku pelambatan yang ketara dalam memulakan atau meneruskan fasafasa kritikal dalam pembinaan (Othman & Harun, 2016).

2.3 Teknik pengurusan risiko dalam menangani isu kelewatan kerja

2.3.1 Pelaksanaan Penjadualan Semula Yang Dinamik (Reschedulling)

Pelaksanaan penjadualan semula yang dinamik merupakan salah satu pendekatan strategik yang amat penting dalam pengurusan risiko kelewatan projek pembinaan, terutamanya bagi projek mega seperti Lebuhraya Pan Borneo. Kaedah ini melibatkan penyesuaian dan penyusunan semula jadual kerja berdasarkan faktor semasa di tapak pembinaan, termasuk perubahan cuaca, ketersediaan tenaga kerja, kekangan peralatan, dan masalah logistik (Alaghbari *et al.*, 2007). Objektif utama rescheduling ini ialah untuk memastikan aktiviti kritikal yang berpotensi menyebabkan kelewatan dapat ditangani lebih awal, dan kerja-kerja pembinaan dapat diteruskan secara berperingkat tanpa menjejaskan tempoh keseluruhan projek (Mohamed *et al.*, 2019).

2.3.2 Penggunaan teknologi pemantauan tapak secara masa nyata

Penggunaan teknologi pemantauan tapak secara masa nyata merupakan satu pendekatan inovatif dalam pengurusan risiko projek pembinaan, khususnya untuk projek infrastruktur mega seperti Lebuhraya Pan Borneo. Teknologi ini melibatkan penggunaan kamera litar tertutup (CCTV), dron, sensor *Internet of Things* (IoT), dan peranti mudah alih untuk memantau aktiviti pembinaan secara langsung dan berterusan (Balamurugan *et al.*, 2020). Dengan sistem ini, pengurus projek dapat memperoleh gambaran yang jelas terhadap kemajuan kerja, lokasi jentera, pergerakan tenaga kerja, dan keadaan tapak pada bila-bila masa tanpa perlu hadir secara fizikal di lokasi (Teizer *et al.*, 2011).

2.3.3 Pembentukan Jawatankuasa Teknikal Risiko

Pembentukan Jawatankuasa Teknikal Risiko merupakan salah satu langkah penting dalam amalan pengurusan risiko untuk memastikan risiko projek pembinaan, seperti kelewatan kerja, dapat dikenal pasti, dianalisis dan ditangani secara sistematik dan profesional. Jawatankuasa ini biasanya terdiri daripada pakar teknikal seperti jurutera struktur, perancang projek, wakil kontraktor, pegawai keselamatan dan kesihatan pekerjaan (OSH), serta wakil klien atau pihak berkuasa tempatan (Hillson, 2017). Peranan utama jawatankuasa ini adalah untuk menjalankan penilaian risiko secara berkala sepanjang tempoh pembinaan, mengenal pasti potensi isu sebelum ia menjadi masalah besar, dan mencadangkan langkah mitigasi yang praktikal dan bersesuaian dengan situasi di tapak (Smith *et al.*, 2014).

2.3.4 Latihan Dan Peningkatan Kapasiti Tenaga Kerja Tempatan

Merupakan strategi penting dalam pengurusan risiko kelewatan kerja di tapak pembinaan, terutamanya bagi projek mega seperti Lebuhraya Pan Borneo di Sabah yang melibatkan skop kerja berskala besar dan pelbagai disiplin teknikal. Salah satu cabaran utama dalam sektor pembinaan di Malaysia, termasuk Sabah dan Sarawak, ialah kekurangan tenaga kerja mahir tempatan, yang sering menyebabkan kebergantungan kepada buruh asing dan risiko gangguan kerja apabila berlaku sekatan atau kekangan tenaga buruh luar (CIDB, 2022). Oleh itu, pelaburan dalam latihan dan peningkatan kapasiti pekerja tempatan bukan sahaja dapat mengurangkan kebergantungan ini, tetapi juga memastikan kerja dapat dijalankan dengan lebih efisien dan mengikut jadual (Zainon *et al.*, 2018). Tambahan pula, inisiatif ini dapat menyumbang kepada pembangunan sosioekonomi setempat serta membina tenaga kerja mampan untuk industri pembinaan jangka panjang.

2.4 Cadangan penambahbaikan dalam tindakan pengurusan risiko kelewatan kerja

2.4.1 Pelaksanaan strategi pengurusan tanah yang proaktif

Pelaksanaan strategi pengurusan tanah yang proaktif merupakan salah satu langkah penting dalam mengurangkan risiko kelewatan projek pembinaan, khususnya bagi projek infrastruktur mega seperti Lebuhraya Pan Borneo yang melibatkan pengambilan tanah berskala besar. Isu pembebasan tanah sering

menjadi punca utama kelewatan kerana ia melibatkan pelbagai proses birokrasi dan kepentingan pemilik tanah yang kompleks. Oleh itu, pendekatan yang sistematik, terancang, dan inklusif perlu diambil bagi memastikan proses ini tidak menjadi halangan kritikal terhadap jadual pelaksanaan projek (Isa *et al.*, 2020).

2.4.2 Pembangunan Kapasiti Tenaga Kerja Tempatan

Pembangunan kapasiti tenaga kerja tempatan merupakan elemen penting dalam strategi pengurusan risiko kelewatan projek pembinaan, terutamanya bagi projek infrastruktur mega seperti Lebuhraya Pan Borneo. Kekurangan tenaga kerja mahir sering dikenal pasti sebagai punca utama kelewatan dalam projek pembinaan kerana ia boleh menjejaskan produktiviti, mutu kerja, dan kecekapan operasi di tapak. Justeru, memperkukuh kapasiti dan kemahiran tenaga kerja tempatan bukan sahaja membantu mempercepatkan penyempurnaan projek, tetapi juga menyumbang kepada pembangunan sosioekonomi kawasan tersebut (CIDB, 2022).

2.4.3 Penetapan Polisi Perubahan Reka Bentuk yang Ketat

Penetapan polisi perubahan reka bentuk yang ketat adalah antara langkah penambahbaikan penting dalam pengurusan risiko kelewatan projek pembinaan, terutamanya dalam projek berskala besar seperti infrastruktur mega. Perubahan reka bentuk yang berlaku semasa atau selepas fasa pembinaan bermula sering menjadi penyumbang utama kepada kelewatan projek kerana ia memerlukan pelarasan semula dalam perancangan, pelaksanaan, kos, dan pengurusan sumber (Mahamid *et al.*, 2013). Oleh itu, dasar yang tegas dan terperinci perlu diwujudkan bagi mengawal serta meminimumkan sebarang perubahan reka bentuk selepas kelulusan akhir diberikan (Love *et al.*, 2002).

2.4.4 Integrasi Sistem Amaran Awal Cuaca dan Penjadualan Fleksibel

Integrasi sistem amaran awal cuaca dengan pendekatan penjadualan fleksibel merupakan satu strategi pengurusan risiko proaktif yang amat penting dalam menangani kelewatan projek pembinaan, khususnya di kawasan yang terdedah kepada keadaan cuaca tidak menentu seperti Sabah dan Sarawak. Dalam konteks projek infrastruktur mega seperti Lebuhraya Pan Borneo, keadaan cuaca ekstrem seperti hujan lebat, banjir, atau tanah runtuh sering menyebabkan gangguan kepada aktiviti pembinaan yang telah dijadualkan (Nasir *et al.*, 2015). Oleh itu, penggunaan sistem ramalan cuaca masa nyata yang bersepadu membolehkan pihak pengurusan projek mengenal pasti risiko cuaca lebih awal dan mengambil tindakan sewajarnya sebelum gangguan berlaku (Al-Kharashi, 2009).

3. Reka bentuk kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk penyelidikan kualitatif berbentuk kajian kes (case study). Pendekatan ini dipilih kerana ia membolehkan penyelidik meneliti sesuatu fenomena secara mendalam dalam konteks sebenar serta memahami interaksi antara pelbagai faktor yang mempengaruhi kelewatan kerja dalam projek pembinaan (Yin, 2018). Kajian kes juga sesuai apabila penyelidik ingin mendapatkan pemahaman terperinci tentang proses, strategi, dan persepsi pihak berkepentingan dalam pengurusan risiko kelewatan.

3.1 Pengumpulan data

Dalam kajian ini, kaedah pengumpulan data yang digunakan adalah temu bual separa berstruktur (semi-structured interview). Kaedah ini dipilih kerana ia memberikan fleksibiliti kepada penyelidik untuk menjelajah isu-isu yang berkaitan secara mendalam, sambil tetap berpanduan kepada garis panduan soalan utama yang telah ditetapkan. Menurut Merriam dan Tisdell (2016), temu bual separa berstruktur membolehkan penyelidik mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap pengalaman, pandangan dan strategi pihak berkepentingan dalam konteks sebenar.

3.1.1 Data primer

Dalam kajian ini, data primer merujuk kepada maklumat yang diperoleh secara langsung daripada responden utama melalui kaedah temu bual separa berstruktur. Kaedah ini dipilih kerana ia sesuai dengan pendekatan kualitatif yang memberi penekanan kepada pemahaman mendalam tentang pengalaman dan pandangan peserta terhadap isu kelewatan kerja dan pengurusan risiko dalam projek pembinaan mega. Temu bual ini dijalankan bersama seorang pengurus projek dan dua orang pegawai teknikal yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan projek Lebuhraya Pan Borneo di Sabah. Maklumat yang dikumpulkan merangkumi pengalaman pengurusan risiko, faktor-faktor utama yang menyebabkan kelewatan, langkah-langkah pengawalan yang diambil, keberkesanan tindakan tersebut serta cabaran yang dihadapi di peringkat pelaksanaan.

3.1.2 Data sekunder

Kajian ini turut menggunakan data sekunder sebagai sumber sokongan untuk memperkukuhkan kefahaman terhadap isu kelewatan kerja dalam projek infrastruktur mega seperti Lebuhraya Pan Borneo. Data sekunder diperoleh daripada pelbagai dokumen rasmi seperti laporan tahunan projek, garis panduan Jabatan Kerja Raya (JKR), laporan kemajuan kontraktor, statistik daripada Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (CIDB), serta penerbitan terdahulu yang relevan termasuk jurnal akademik, buku dan kertas kerja persidangan. Dokumen-dokumen ini digunakan untuk memberikan latar belakang menyeluruh terhadap faktor kelewatan, amalan pengurusan risiko yang telah dilaksanakan, serta dasar dan polisi pembinaan di Malaysia. Penggunaan data sekunder membolehkan penyelidik membuat triangulasi dengan data primer, seterusnya meningkatkan kesahihan dan kebolehpercayaan dapatan kajian.

3.2 Persampelan

Kajian ini menggunakan kaedah persampelan bertujuan (*purposive sampling*), selaras dengan pendekatan kualitatif yang menekankan pemilihan peserta berdasarkan pengetahuan, pengalaman, dan keterlibatan mereka dalam konteks kajian. Responden yang dipilih terdiri daripada dua pegawai teknikal dan seorang pengurus projek yang mempunyai latar belakang berlainan. Individu-individu ini dipilih kerana mereka terlibat secara langsung dalam perancangan, pelaksanaan, dan pemantauan projek serta berupaya memberikan maklumat yang relevan dan mendalam mengenai faktor kelewatan dan pengurusan risiko. Bilangan responden ditentukan berdasarkan prinsip ketepuan data (*data saturation*), iaitu proses pengumpulan data dihentikan apabila maklumat yang diperoleh mulai berulang dan tidak lagi menghasilkan dapatan baru.

3.3 Instrumen kajian

Instrumen utama yang digunakan dalam kajian ini ialah panduan temu bual separa berstruktur (*semi-structured interview guide*), yang direka khas untuk memperoleh maklumat mendalam daripada responden yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan projek pembinaan Lebuhraya Pan Borneo. Panduan temu bual ini dibangunkan berdasarkan objektif kajian serta sokongan daripada literatur terdahulu berkaitan kelewatan projek pembinaan dan pengurusan risiko. Soalan-soalan dalam panduan ini merangkumi aspek seperti punca kelewatan kerja, kaedah pengurusan risiko yang digunakan, cabaran pelaksanaan strategi, serta pandangan terhadap penambahbaikan yang diperlukan dalam pengurusan projek. Pendekatan separa berstruktur membolehkan penyelidik mengekalkan fleksibiliti semasa sesi temu bual, di mana soalan susulan boleh diajukan bergantung kepada maklum balas responden, sekali gus memperkaya data yang diperoleh (Kallio *et al.*, 2016).

3.3.1 Kaedah temu bual

Kajian ini menggunakan kaedah temu bual separa berstruktur sebagai teknik utama untuk mengumpul data kualitatif. Kaedah ini dipilih kerana ia membolehkan penyelidik mendapatkan maklumat yang mendalam dan menyeluruh daripada responden yang mempunyai pengalaman langsung dalam pengurusan projek pembinaan, khususnya berkaitan dengan kelewatan kerja dan strategi pengurusan risiko. Temu bual separa berstruktur menyediakan kerangka soalan yang terancang, namun masih memberikan ruang fleksibiliti untuk responden menghuraikan pandangan dan pengalaman mereka dengan lebih bebas (Gill *et al.*, 2008). Setiap sesi temu bual dirancang berlangsung antara 30 hingga 60 minit dan dijalankan secara bersemuka atau melalui panggilan video, bergantung kepada kesediaan dan lokasi responden. Rakaman audio dibuat dengan kebenaran responden bagi tujuan transkripsi dan analisis data. Temu bual difokuskan kepada isu-isu utama seperti faktor kelewatan projek, keberkesanan amalan pengurusan risiko, dan cadangan penambahbaikan.

3.4 Kaedah Analisis data

Data yang dikumpul melalui sesi temu bual akan dianalisis menggunakan kaedah analisis tematik, yang membolehkan penyelidik mengenal pasti corak, tema utama, dan subtema daripada maklumat yang diperoleh (Braun & Clarke, 2006). Proses analisis bermula dengan transkripsi rakaman temu bual secara verbatim, diikuti dengan pembacaan berulang untuk memahami konteks dan isi kandungan (Nowell *et al.*, 2017). Setiap transkrip akan diberi kod secara manual untuk mengenal pasti tema yang berkaitan dengan faktor-faktor kelewatan kerja dan amalan pengurusan risiko yang digunakan oleh pihak pengurusan projek (Castleberry & Nolen, 2018).

4. Dapatan Kajian dan Perbincangan

4.1 Analisis Data Kualitatif

Analisis data kualitatif dalam kajian ini melibatkan tiga orang responden yang mempunyai pengalaman dan penglibatan secara langsung dalam projek pembinaan seperti ditunjukkan dalam Jadual 1. Data diperoleh melalui temu bual separa berstruktur dan dianalisis menggunakan kaedah analisis tema. Setiap temu bual telah ditranskripsikan sepenuhnya sebelum proses pengkodan dilakukan. Pengkodan awal mengenal pasti idea dan isu utama yang dikemukakan oleh responden, seterusnya kod-kod tersebut dikelompokkan kepada beberapa tema utama. Perbandingan silang antara responden turut dijalankan bagi mengenal pasti persamaan dan perbezaan pandangan.

Jadual 1 Skala Pengukuran dalam Temu Bual (Bougie, R.,2016)

Maklumat Responden	Jawatan	Tahun Pengalaman	Tarikh temu bual
R1	Pengurus Projek	15 tahun	13 November 2025
R2	Jurutera Tapak Kanan	10 tahun	20 November 2025
R3	Jurutera Tapak Kanan	7 tahun	18 Disember 2025

Berdasarkan Jadual 2, ketiga-tiga individu yang terlibat dalam kajian ini mempunyai latar belakang profesional dan pengalaman yang relevan dalam industri pembinaan, khususnya dalam pelaksanaan projek Lebuhraya Pan Borneo. Responden 1 yang berjawatan Pengurus Projek dan mempunyai pengalaman selama 15 tahun memberikan perspektif dari sudut pengurusan dan penyelarasan keseluruhan projek. Responden 2 pula, sebagai Jurutera Tapak Kanan dengan pengalaman 10 tahun, menyumbangkan pandangan berkaitan pelaksanaan kerja di tapak serta cabaran teknikal yang dihadapi. Manakala Responden 3, seorang jurutera tapak kanan dengan pengalaman 8 tahun, memberikan input dari aspek perancangan, pemantauan dan kawalan projek. Kepelbagaian jawatan serta tempoh pengalaman ini membolehkan kajian memperoleh pandangan yang menyeluruh dan seimbang daripada peringkat pengurusan hingga ke peringkat teknikal, sekali gus meningkatkan kebolehpercayaan dan kesahan dapatan kajian.

4.2 Faktor-Faktor Kelewatan Dalam Projek Pembinaan Lebuhraya Pan Borneo

Bahagian ini menerangkan dapatan kajian berkaitan faktor-faktor kelewatan dalam projek pembinaan di Lebuhraya Pan Borneo. Jadual 2 menunjukkan faktor kelewatan dalam projek pembinaan di kawasan kajian tersebut.

Jadual 2 faktor kelewatan dalam projek pembinaan

Perkara	R1	R2	R3
1. Isu pembebasan tanah	/	/	/
2. Kekurangan tenaga kerja mahir	/	/	/
3. Perubahan arahan dan variasi pesanan kerja	/	/	/
4. Keadaan cuaca yang buruk	/	/	/
5. Proses birokrasi dan kelulusan dokumen	/	/	/

4.2.1 Isu pembebasan tanah

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan isu pembebasan tanah di Lebuhraya Pan Borneo. Pernyataan R1 adalah seperti berikut:

"Sangat ketara disebabkan kelewatan pampasan dan persetujuan pemilik tanah sering menangguhkan permulaan kerja." (R1)

4.2.2 Kekurangan tenaga kerja mahir

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan faktor kekurangan tenaga kerja mahir di Lebuhraya Pan Borneo. Pernyataan R1 adalah seperti berikut:

"Kekurangan jurutera dan pekerja mahir melambatkan kerja serta menjejaskan kualiti" (R1)

4.2.3 Perubahan arahan dan variasi pesanan kerja

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan faktor perubahan arahan dan variasi pesanan kerja di Lebuhraya Pan Borneo. Pernyataan R1 adalah seperti berikut:

"Menjejaskan aliran kerja dan koordinasi antara pihak" (R2)

4.2.4 Keadaan cuaca yang buruk

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan faktor keadaan cuaca yang buruk di Lebuhraya Pan Borneo. Pernyataan R1 adalah seperti berikut:

"Faktor luar kawalan yang kerap menyebabkan penangguhan kerja." (R3)

4.2.5 Proses birokrasi dan kelulusan dokumen

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan faktor proses birokrasi dan kelulusan dokumen. Pernyataan R1 adalah seperti berikut :

"Sangat memberi kesan kerana menunggu kelulusan sebelum kerja diteruskan." (R3)

4.3 Teknik Pengurusan Risiko Dalam Menangani Isu Kelewatan Projek Lebuhraya Pan Borneo

Bahagian ini menerangkan dapatan kajian berkaitan teknik pengurusan risiko dalam menangani isu kelewatan Projek Lebuhraya Pan Borneo. Jadual 3 menunjukkan teknik pengurusan risiko dalam menangani isu kelewatan kerja di kawasan kajian.

Jadual 3 faktor kelewatan dalam projek pembinaan

Perkara	R1	R2	R3
1. Pelaksanaan penjadualan semula yang dinamik (reschedulling)	/	/	/
2. Penggunaan teknologi pemantauan tapak secara masa nyata	/	/	/
3. Pembentukan jawatankuasa teknikal risiko	/	/	/
4. Latihan dan peningkatan kapasiti tenaga kerja tempatan	/	/	/

4.3.1 Pelaksanaan penjadualan semulayang dinamik (reschedulling)

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan amalan pengurusan risiko iaitu pelaksanaan penjadualan semula yang dinamik (reschedulling) di Lebuhraya Pan Borneo. *Pernyataan R2 adalah seperti berikut:*

"Berkesan jika disokong dengan data kemajuan sebenar di tapak."(R2)

4.3.2 Penggunaan teknologi pemantauan tapak secara masa nyata

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan amalan pengurusan risiko iaitu penggunaan teknologi pemantauan tapak secara masa nyata di Lebuhraya Pan Borneo. Pernyataan R2 adalah seperti berikut:

"Membantu mengenal pasti kelewatan lebih awal dan mempercepatkan tindakan pembetulan."(R1)

4.3.3 Pembentukan jawatankuasa teknikal risiko

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan amalan pengurusan risiko iaitu pembentukan jawatankuasa teknikal risiko di Lebuhraya Pan Borneo. Pernyataan R2 adalah seperti berikut:

"Berkesan dalam menilai risiko dan mencadangkan langkah mitigasi yang sesuai."(R1)

4.3.4 Latihan dan peningkatan kapasiti tenaga kerja tempatan

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan amalan pengurusan risiko iaitu latihan dan peningkatan kapasiti tenaga kerja tempatan di Lebuhraya Pan Borneo. Pernyataan R2 adalah seperti berikut :

"Mengurangkan kebergantungan kepada pekerja asing dan kerja ulang."(R3)

4.4 Cadangan Penambahbaikan Dalam Teknik Pengurusan Risiko Kelewatan Kerja di Lebuhraya Pan Borneo

Bahagian ini menerangkan dapatan kajian cadangan penambahbaikan dalam teknik pengurusan risiko kelewatan kerja di Lebuhraya Pan Borneo. Jadual 4 menunjukkan cadangan penambahbaikan dalam teknik pengurusan risiko kelewatan kerja di kawasan kajian.

Jadual 4 Cadangan Penambahbaikan Dalam Teknik Pengurusan Risiko Kelewatan Kerja di Lebuhraya Pan Borneo

Perkara	R1	R2	R3
1. Pelaksanaan strategi pengurusan tanah yang proaktif	/	/	/
2. Pembangunan kapasiti tenaga kerja tempatan	/	/	/
3. Penetapan polisi perubahan reka bentuk yang ketat	/	/	/
4. Integrasi sistem amaran awal cuaca dan penjadualan fleksibel	/	/	/
5. Penyelarasan antara agensi dan penggunaan kaedah kelulusan digital	/	/	/

4.4.1 Pelaksanaan strategi pengurusan tanah yang proaktif

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan cadangan pelaksanaan strategi pengurusan tanah yang proaktif. Pernyataan R3 adalah seperti berikut:

"Penggunaan jadual kerja terperinci dan pengurusan rantaian bekalan awal dapat mengurangkan risiko kelewatan."(R2)

4.4.2 Pembangunan kapasiti tenaga kerja tempatan

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan cadangan pembangunan kapasiti tenaga kerja tempatan. Pernyataan R3 adalah seperti berikut :

"Dalam jangka panjang ia meningkatkan produktiviti dan mengurangkan kelewatan struktur."(R3)

4.4.3 Penetapan polisi perubahan reka bentuk yang ketat

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan cadangan penetapan polisi perubahan reka bentuk yang ketat. Pernyataan R3 adalah seperti berikut :

"Polisi perubahan reka bentuk yang ketat dapat mengawal penambahan masa dan kos projek."(R1)

4.4.4 Integrasi sistem amaran awal cuaca dan penjadualan fleksibel

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan cadangan integrasi sistem amaran awal cuaca dan penjadualan fleksibel. Pernyataan R3 adalah seperti berikut :

"Berkesan jika digabungkan dengan perancangan fleksibel dan sesuai dilaksanakan secara berperingkat di Malaysia."(R1)

4.4.5 Penyelarasan antara agensi dan penggunaan kaedah kelulusan digital

Merujuk jadual di atas menunjukkan ketiga-tiga responden bersetuju dengan cadangan penyelarasan antara agensi dan penggunaan kaedah kelulusan digital. Pernyataan R3 adalah seperti berikut :

"Integrasi sistem dan SOP seragam antara agensi dapat mengurangkan kelewatan pentadbiran"(R3)

4.5 Perbincangan

4.5.1 Objektif 1 : Faktor-Faktor Kelewatan Dalam Projek Pembinaan Lebuh raya Pan Borneo

Berdasarkan temu bual dengan tiga responden yang terlibat secara langsung dalam projek pembinaan, kelewatan projek didapati berpunca daripada beberapa faktor utama yang saling berkait. Isu pembebasan dan pengambilan tanah dikenal pasti sebagai faktor paling ketara yang menangguhkan permulaan kerja, manakala kekurangan tenaga kerja mahir menjejaskan produktiviti dan kualiti pembinaan, sekali gus meningkatkan tempoh serta kos projek. Selain itu, perubahan skop kerja dan spesifikasi reka bentuk memerlukan penyelarasan serta kelulusan semula yang melambatkan aliran kerja. Faktor cuaca buruk, khususnya hujan lebat, turut memberi kesan signifikan terhadap aktiviti pembinaan, terutamanya kerja tanah dan konkrit (Haryati *et al*, 2023) . Proses birokrasi dan kelulusan dokumen yang memakan masa juga menyumbang kepada kelewatan pelaksanaan kerja di tapak (Ahmad Sharil Hafiza ,2009). Secara keseluruhannya, dapatan kajian menunjukkan bahawa kelewatan projek berpunca daripada gabungan faktor teknikal, pengurusan, persekitaran dan pentadbiran.

4.5.2 Objektif 2 : Teknik Pengurusan Risiko Dalam Menangani Isu Kelewatan Projek Lebuh raya Pan Borneo

Hasil kajian menunjukkan bahawa pelaksanaan beberapa amalan pengurusan projek telah memberi impak positif terhadap kelancaran dan keberkesanan pelaksanaan projek di tapak. Penjadualan semula yang dinamik didapati berkesan kerana membolehkan pelarasan segera dibuat berdasarkan keadaan semasa dengan sokongan data kemajuan sebenar, sekali gus mengoptimalkan penggunaan sumber (Kartika Nur Rahma Putri, 2022) . Penggunaan teknologi pemantauan tapak secara masa nyata pula membantu mengenal pasti kelewatan

lebih awal, mempercepat tindakan pembetulan serta meningkatkan komunikasi dan kawalan kos projek. Selain itu, pembentukan Jawatankuasa Teknikal Risiko terbukti berkesan dalam menilai risiko secara sistematik, mencadangkan langkah mitigasi yang sesuai dan mengurangkan risiko kelewatan berulang. Latihan serta peningkatan kapasiti tenaga kerja tempatan turut meningkatkan kecekapan dan produktiviti pekerja, di samping mengurangkan kesilapan kerja, kebergantungan kepada pekerja asing dan keperluan kerja ulang (Jabatan Kerja Raya Malaysia, 2017). Secara keseluruhannya, dapatan kajian membuktikan bahawa gabungan penjadualan dinamik, teknologi pemantauan, pengurusan risiko yang tersusun dan pembangunan tenaga kerja merupakan elemen penting dalam meningkatkan keberkesanan pengurusan projek pembinaan.

4.5.3 Objektif 3 : Cadangan Penambahbaikan Dalam Pengurusan Risiko Kelewatan Projek Lebuhraya Pan Borneo

Berdasarkan temu bual yang dijalankan, ketiga-tiga responden sependapat bahawa pengurusan risiko kelewatan kerja perlu diberi penekanan sejak peringkat awal projek melalui perancangan menyeluruh, khususnya melibatkan kelulusan tanah, utiliti dan analisis risiko sebelum proses tender. Pembangunan kapasiti tenaga kerja tempatan turut dikenal pasti sebagai strategi penting bagi mengurangkan kebergantungan kepada pekerja asing dan menstabilkan jadual kerja, namun memerlukan sokongan berterusan dari segi latihan dan insentif. Selain itu, pelaksanaan polisi perubahan reka bentuk yang lebih ketat didapati mampu mengawal impak terhadap masa dan kos projek, walaupun fleksibiliti terhadap masih diperlukan bagi perubahan kritikal (Saari, 2017). Penggunaan sistem amaran awal cuaca serta penjadualan fleksibel berpotensi mengurangkan kelewatan kerja luar, manakala isu birokrasi dicadangkan ditangani melalui penyelarasan antara agensi, penggunaan platform digital bersama dan penyeragaman SOP bagi mempercepatkan proses kelulusan (Kaushalya, S, 2025).

5. Kesimpulan

Secara keseluruhannya, kajian ini berjaya mencapai ketiga-tiga objektif yang ditetapkan. Kajian mendapati bahawa kelewatan kerja dalam Projek Lebuhraya Pan Borneo dipengaruhi oleh gabungan faktor teknikal, pengurusan, persekitaran dan pentadbiran, khususnya isu pembebasan tanah, kekurangan tenaga kerja mahir, perubahan reka bentuk, keadaan cuaca dan birokrasi. Selain itu, amalan pengurusan risiko yang dilaksanakan didapati berkesan dalam mengurangkan impak kelewatan, terutamanya melalui penjadualan semula yang dinamik, penggunaan teknologi pemantauan, pengurusan risiko yang sistematik dan pembangunan kapasiti tenaga kerja. Berdasarkan dapatan tersebut, kajian ini turut mengemukakan beberapa cadangan penambahbaikan pengurusan risiko yang lebih proaktif dan bersepadu bagi meningkatkan kecekapan pelaksanaan projek infrastruktur mega pada masa hadapan.

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:** Asyraf Naim Bin Puddin, Norliana Sarpin; **pengumpulan data:** Asyraf Naim Bin Puddin; **analisis dan interpretasi hasil:** Asyraf Naim Bin Puddin, Norliana Sarpin **penyediaan draf manuskrip:** Asyraf Naim Bin Puddin,, Norliana Binti Sarpin, Sulzakimin bin Mohamed, Seow Ta Wee, Hilyati binti Sabtu@Othman. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.*

Rujukan

- Alaghbari, W., Kadir, M. R. A., Salim, A., & Ernawati. (2007). The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 14(2), 192–206. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09699980710731308/full/html>
- Al-Kharashi, A., & Skitmore, M. (2009). Causes of delays in Saudi Arabian public sector construction projects. *Construction Management and Economics*, 27(1), 3–23. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446190802541457>
- Chan, D. W. M., & Kumaraswamy, M. M. (2002). Compressing construction durations: Lessons learned from Hong Kong building projects. *International Journal of Project Management*, 20(1), 23–35.

- CIDB. (2022). Construction Industry Transformation Programme (CITP) Annual Report 2022. Construction Industry Development Board Malaysia. <https://www.cidb.gov.my>
- Creswell, J. W. (2014). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.). SAGE Publications.
- Flick, U. (2018). An introduction to qualitative research (6th ed.). SAGE Publications.
- Jabatan Kerja Raya Malaysia (2008). Garis Panduan Pengurusan Risiko Projek Bagi Kerajaan https://www.jkr.gov.my/sites/default/files/upload/GARIS%20PANDUAN%20PENGURUSAN%20RISIKO%20PROJEK%20BAGI%20PROJEK%20KERAJAAN%20VERSI%201.0%202018.pdf?utm_source
- Jabatan Kerja Raya Malaysia (2008). Generic Risk in JKR Projects Version 1.0 28
- Jabatan Kerja Raya Malaysia (2008). Risk Management Facilitation Guidelines Version 2.3
- Kaushalya, S & Wijekoon, W.M.C.L.K. & P.H.Y, Buddhini & Bandara, R.P.. (2025). Developing Risk Management Framework For Construction Industry Facing Future Crisis Challenges.
- Kristanto, Y. D., & Padmi, R. S. (2020). Analisis Data Kualitatif: Penerapan Analisis Jejaring untuk Analisis Tematik yang Cepat, Transparan, dan Teliti. Tesis Sarjana, Universitas Sanata Dharma.
- M. N. Saari, M. S. Shuib, and M. Na'eim bin Ajis, "Navigating policy challenges in Malaysia's construction sector: The governmental dilemma on the issue of foreign labour shortage in Malaysia," *International Journal of Innovation Studies*, vol. 8, no. 1, pp. 722-733, 2024
- Mahamid, I., Bruland, A., & Dmaid, N. (2013). Causes of delay in road construction projects. *Journal of Management in Engineering*, 29(3), 300–310. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000136>
- Martono, N. (2014). Analisis isi dan analisis data sekunder (Edisi Revisi I, 2).
- Mohammed, A., Mohamad, A., & Hassan, Z. (2018). The role of rural community in infrastructure development: A case study of Pan Borneo Highway Project. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(6), 1803-1808.
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1–13. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1609406917733847>
- Patton, M. Q. (2015). Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice (4th ed.). SAGE Publications.
- Putri, Kartika & Jiang, Ziang & Shen, Xuesong & Barati, Khlaegh. (2022). Dynamic Construction Scheduling and Resource Planning Based on Real-time Project Progress Monitoring.
- Rosniza A. C. R., & Valentino Kerish Anak Imau. (2020). Impak Sosioekonomi Lebuhraya Pan Borneo terhadap Komuniti Tempatan (Socio-Economic Impact of Pan Borneo Highway to Local Community). *Akademika*, 90(1), 123-136.
- Sinar Harian. (2022). Fasa Satu Pan Borneo Sarawak siap hujung tahun ini: Fadillah. Dicapai pada 16 Mei 2022 daripada <https://www.sinarharian.com.my/article/188609/BERITA/Nasional/Fasa-Satu-Pan-Borneo-Sarawak-siap-hujung-tahun-ini-Fadillah>
- Sloan, S., Campbell, M. J., Alamgir, M., Lechner, A. M., Engert, J., & Laurance, W. F. (2019). Transnational conservation and infrastructure development in the Heart of Borneo, 1–22.
- Smith, N. J., Merna, T., & Jobling, P. (2014). Managing risk in construction projects (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Sulaiman, S., Ahmad, N., & Othman, R. (2020). Road damage caused by the construction of the Pan Borneo Highway in Sarawak, Malaysia. *Journal of Infrastructure Development*, 6(2), 99-107.
- Teizer, J., Allread, B. S., Fullerton, C. E., & Hinze, J. (2011). Autonomous pro-active real-time construction worker and equipment operator proximity safety alert system. *Automation in Construction*, 19(5), 630–640.
- Thestar. (2019). PDP model ideal for Pan Borneo. <https://www.thestar.com.my/business/business-news/2019/04/09/pdp-model-ideal-for-pan-borneo>
- UtusanBorneo. (2017). Kementerian perlu lawat selia projek Lebuhraya Pan Borneo. Dicapai pada 4 Mei 2022 daripada <https://www.utusanborneo.com.my/2018/01/12/kementerian-perlu-lawat-selia-projek-lebuhraya-pan-borneo>
- Yin, R. K. (2018). Case study research and applications: Design and methods (6th ed.). SAGE Publications.
- Shafii, H., Stephen, E. H., Md Yassin, A., Masram, H., Seow, T. W., & Ibrahim, M. H. (2023). Pengaruh Perubahan Cuaca terhadap Penyiapan Kerja-Kerja Pembinaan di Tapak Bina. *GEOGRAFI*, 11(1), 100–124. <https://doi.org/10.37134/geografi.vol11.1.6.2023>
- S. N. N. S. Jamalulil, S. N. Hussin, N. Mat, I. F. M. K. Salleh, and K. N. Rizam, "High dependency on foreign workforce in Malaysian construction industry," *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, vol. 12, no. 9, pp. 412-418, 2022. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v12-i9/14488>
- A. Awad and I. Yussof, "The impact of foreign labour on average real wages of residents: Evidence from Malaysia's construction sector," *International Journal of Productivity and Quality Management*, vol. 28, no. 2, pp. 183-209, 2019. <https://doi.org/10.1504/IJPM.2019.102918>

- I. Z. M. Najib, R. M. Nordin, E. M. Ahnuar, and K. M. Sukor, "Malaysian as the component of labour force for construction industry in Malaysia," presented at the In MATEC Web of Conferences (Vol. 266, p. 01007). EDP Sciences, 2019.