

## Strategi Kontraktor dalam Menghadapi Perubahan Cuaca yang Mempengaruhi Kemajuan Kerja

### *Contractor Strategies for Dealing with Weather Changes Affecting Work Progress*

Norliana arpin<sup>1,2\*</sup>, Nurul Syafika Jamsari<sup>1</sup>, Hilyati Sabtu@Othman<sup>1,2</sup> & Norddin Smayatim<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan  
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400 MALAYSIA*

<sup>2</sup> *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*

<sup>3</sup> *Shiya Sdn. Bhd.  
Unit 5-06, Level 5, Plaza DNP, No. 59, Jalan Dato' Abdullah Tahir, Johor Bahru, Johor 80300, MALAYSIA*

\*Pengarang utama: [norliana@uthm.edu.my](mailto:norliana@uthm.edu.my)

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2025.06.01.032>

#### Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2025  
Diterima: 30 April 2025  
Diterbitkan: 30 Jun 2025

#### Kata Kunci

Industri pembinaan, perubahan cuaca, kontraktor, strategi

#### Abstrak

Industri pembinaan di Malaysia adalah penyumbang utama kepada pertumbuhan ekonomi negara, dengan sektor ini mencatatkan sumbangan 7.4% kepada KDNK pada suku pertama 2023. Walau bagaimanapun, sektor ini menghadapi cabaran besar akibat perubahan cuaca, khususnya di Johor yang sering mengalami hujan lebat dan panas melampau. Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi mencapai tiga objektif utama, iaitu mengenal pasti cabaran utama yang dihadapi oleh kontraktor akibat perubahan cuaca di Johor, mengkaji kesan cuaca terhadap kemajuan kerja pembinaan, dan mencadangkan strategi untuk mengatasi masalah ini. Kajian ini menggunakan kaedah kualitatif di mana data dikumpulkan melalui temu bual dengan 6 orang responden yang terdiri daripada kontraktor yang terlibat dalam projek pembinaan di Johor. Data yang diperolehi dianalisis menggunakan kaedah analisis kandungan bagi mengenal pasti tema utama yang berkaitan dengan cabaran, kesan, dan strategi menghadapi perubahan cuaca. Hasil kajian mendapati antara cabaran utama yang dihadapi kontraktor termasuk kelewatan jadual kerja, kerosakan bahan binaan, dan gangguan logistik akibat hujan berpanjangan. Selain itu, cuaca panas melampau memberi kesan terhadap kesihatan pekerja, meningkatkan kos buruh dan menurunkan produktiviti. Kajian ini juga mendapati penggunaan teknologi ramalan cuaca, penjadualan fleksibel, dan pemilihan bahan binaan tahan cuaca adalah antara strategi yang berkesan untuk menangani cabaran tersebut. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk membantu kontraktor memahami cabaran perubahan cuaca dan seterusnya merangka strategi berkesan bagi memastikan kelancaran projek pembinaan di Johor.

## Keywords

Construction industry, weather changes, contractor, strategies

## Abstract

The construction industry in Malaysia has made a significant contribution to the country's economic development. In the first quarter of 2023, the industry contributed 7.4% to GDP. However, the industry faces major challenges due to weather changes, especially in Johor, where heavy rain and extreme heat are common. Therefore, this study has three main objectives: to find out which problems contractors in Johor most often face due to weather changes; to examine how weather affects construction progress; and to propose solutions to these problems. This study uses a qualitative method where data is collected through interviews with 6 respondents, consisting of contractors involved in construction projects in Johor. The data obtained were analyzed using the content analysis method to identify themes related to challenges, impacts, and strategies for coping with weather changes. The results showed that the biggest challenges faced by contractors were delays in construction schedules, damage to building materials, and logistics disruptions caused by continuous rainfall. In addition, extremely high temperatures can also affect workers' health, increase labor costs, and reduce productivity. This study also found that utilizing weather forecasting technology, flexible planning, and choosing weather-resistant building materials are effective strategies to cope with these challenges. Therefore, this study was conducted to help construction contractors understand the challenges of weather changes and then develop effective strategies to ensure the smooth progress of construction projects in Johor.

## 1. Pendahuluan

Industri pembinaan merupakan salah satu penyumbang utama kepada pertumbuhan ekonomi Malaysia melalui pelaksanaan projek infrastruktur mega kerajaan dan projek komersial swasta. Pada suku tahun pertama 2023, sumbangan sektor pembinaan kepada Kadar Keluaran Negara kasar (KDNK) mencatatkan 7.4% (DOSM 2023). Peratusan ini adalah tertinggi berbanding sektor-sektor lain seperti perkhidmatan 7.2%, perlombongan dan kuari 2.4%, pertanian 0.9%. Namun, perkembangan pesat sektor pembinaan turut membawa cabaran, terutama berkaitan perubahan cuaca.

Malaysia, sebagai negara berhampiran khatulistiwa, mengalami cuaca yang dipengaruhi oleh sinaran matahari yang tinggi dan hujan lebat (MET Malaysia, 2024). Perubahan cuaca seperti ini memberi impak besar kepada industri pembinaan kerana kerja-kerja pembinaan terdedah secara langsung kepada keadaan cuaca (Shafii, 2023). Cuaca buruk seperti hujan lebat atau suhu ekstrem bukan sahaja menjejaskan jadual projek tetapi juga meningkatkan risiko kesihatan pekerja binaan.

Menurut kajian oleh Jung *et al.* (2016), Perubahan cuaca adalah faktor alam semula jadi yang tidak dapat dikawal oleh manusia dan kesukaran dalam meramalkan cuaca boleh menjadi faktor yang mempengaruhi kerja-kerja pembinaan. Oleh itu, pihak kerajaan dan kontraktor perlu mengambil langkah strategik untuk menguruskan risiko yang berkaitan. Usaha ini penting untuk memastikan projek dapat dilaksanakan dengan cekap tanpa menjejaskan ekonomi negara atau kesejahteraan pekerja (Shafii, 2023). Dengan pengurusan cuaca yang lebih efektif, industri pembinaan dapat memastikan produktiviti yang konsisten, mengurangkan risiko penangguhan projek akibat faktor cuaca, dan mengekalkan kestabilan ekonomi negara.

Sebagai tambahan, teknologi ramalan cuaca yang lebih maju boleh membantu dalam merancang jadual kerja dengan lebih terperinci. Kontraktor juga perlu melabur dalam peralatan tahan cuaca untuk melindungi bahan binaan daripada rosak. Langkah-langkah seperti menyediakan kawasan kerja terlindung turut penting untuk keselamatan pekerja. Pendidikan dan latihan berkaitan kesedaran cuaca bagi pekerja boleh mempertingkatkan keupayaan mereka menghadapi perubahan cuaca ekstrem. Dengan pelaksanaan langkah yang menyeluruh, industri pembinaan dapat terus berkembang secara mampan walaupun berhadapan dengan cabaran cuaca.

Pembangunan sektor perindustrian di Malaysia merangkumi pelbagai aktiviti termasuk pembuatan, pembinaan, perlombongan, kuari, dan perkhidmatan infrastruktur seperti tenaga dan pengangkutan. Perubahan cuaca global telah memberi kesan negatif kepada sektor ekonomi, termasuk pembinaan, baik pada skala mikro mahupun makro (MET Malaysia, 2024). Cuaca di Malaysia dicirikan oleh dua rejim monsun iaitu Monsun Barat

Daya yang bermula dari akhir bulan Mei ke September, dan Monsun Timur Laut dari bulan November ke Mac. Monsun Timur Laut membawa hujan lebat terutamanya kepada negeri-negeri di pantai timur Semenanjung Malaysia, barat Sarawak dan timur Sabah, manakala Monsun Barat Daya secara relatifnya menunjukkan cuaca yang lebih kering. Tempoh peralihan di antara dua monsun ini dikenali sebagai fasa peralihan monsun (MET Malaysia, 2024).

Perubahan cuaca ini menjadi cabaran besar kepada sektor pembinaan, terutamanya di Johor, yang sering mengalami cuaca melampau seperti hujan lebat, ribut petir, dan angin kencang. Kajian menunjukkan suhu melampau dan hujan adalah keadaan cuaca yang paling memberi kesan kepada pembinaan (Schuldt, 2021). Selain itu, hujan lebat yang kerap semasa Monsun Timur Laut meningkatkan risiko banjir, merosakkan bahan binaan, dan menjejaskan jadual projek. Monsun Barat Daya pula membawa cuaca lebih kering, tetapi Sabah kekal lebih lembap akibat kesan ekor taufan dari Filipina (MET Malaysia, 2024).

Secara umumnya, industri pembinaan adalah industri yang terdedah secara langsung kepada cuaca. Keadaan cuaca yang melampau memberi kesan yang buruk kepada industri pembinaan. Masalah perubahan cuaca di Johor semakin kritikal, memberi cabaran besar kepada kontraktor dalam menguruskan projek pembinaan. Keadaan cuaca tidak menentu, seperti hujan berpanjangan dan panas melampau, menjejaskan kelancaran projek dan meningkatkan kos operasi. Johor mencatatkan jumlah hujan tahunan tertinggi di Malaysia, antara 2,500 mm hingga 3,000 mm, yang sering menyebabkan banjir kilat di kawasan bandar seperti Johor Bahru dan Pasir Gudang (Jabatan Meteorologi Malaysia, 2021). Fenomena panas melampau, dengan suhu setinggi 37°C pada tahun 2020, turut memaksa penangguhan projek atas faktor keselamatan pekerja dan masalah teknikal.

Keadaan cuaca yang tidak menentu di Malaysia, seperti hujan, panas dan angin kencang, menyebabkan kelewatan dalam projek pembinaan dan menjejaskan pihak yang terlibat dengan masalah masa dan kos (Syahirah, 2018). Jalan raya yang rosak menyukarkan penghantaran bahan binaan, sementara suhu ekstrem meningkatkan risiko kesihatan pekerja seperti strok haba dan dehidrasi. Kontraktor perlu mengambil langkah keselamatan tambahan, seperti menyediakan tempat perlindungan dan bekalan air mencukupi, yang menambah kepada kos buruh dan mengurangkan produktiviti (UTM, 2021).

Situasi ini memerlukan inovasi dan strategi pengurusan yang efektif oleh kontraktor untuk mengatasi cabaran cuaca, termasuk merancang jadual kerja lebih fleksibel dan melabur dalam peralatan tahan cuaca. Keupayaan menyesuaikan diri dengan perubahan cuaca adalah penting untuk memastikan kelangsungan dan keberkesanan operasi pembinaan di Johor, yang kini berhadapan dengan peningkatan kejadian cuaca ekstrem. Antara objektif yang ingin dikaji ialah mengenalpasti cabaran yang dihadapi oleh kontraktor untuk berhadapan dengan perubahan cuaca di Johor, mengenalpasti kesan perubahan cuaca terhadap kemajuan kerja kontraktor di Johor dan mengenalpasti strategi yang boleh dilaksanakan oleh kontraktor dalam menghadapi perubahan cuaca di tapak projek di Johor.

Kajian ini memfokuskan kepada cabaran yang dihadapi oleh kontraktor dalam menghadapi perubahan cuaca di Johor. Negeri Johor dipilih sebagai lokasi kajian kerana sering terdedah kepada pelbagai perubahan cuaca ekstrem seperti panas melampau dan hujan berpanjangan sehingga memberi kesan signifikan terhadap projek pembinaan (Jabatan Meteorologi Malaysia, 2022). Tambahan pula, Johor merupakan antara negeri yang mempunyai jumlah projek pembinaan yang tinggi, dengan pelbagai projek infrastruktur dan perumahan sedang berjalan (Unit Perancang Ekonomi Negeri Johor, 2022).

Kajian ini bertujuan memahami cabaran kontraktor dalam projek pemulihan bangunan perumahan terbengkalai akibat perubahan cuaca, khususnya fenomena cuaca ekstrem di Johor. Kajian ini memperluas pemahaman tentang kesan perubahan iklim terhadap industri pembinaan di Malaysia, menyediakan asas untuk kajian lanjut dalam pengurusan risiko cuaca ekstrem dan adaptasi dalam sektor pembinaan (Ali *et al.*, 2021; Hashim & Rahman, 2020). Ia mendorong pembangunan teknologi baru untuk mengurangkan kesan negatif cuaca terhadap projek pembinaan serta menyokong penyelidikan antara disiplin melibatkan klimatologi, kejuruteraan, dan pengurusan projek (Hassan *et al.*, 2022). Hasilnya turut menjadi bahan pengajaran yang relevan untuk pelajar dan profesional, serta mendasari pembentukan dasar berdasarkan bukti ilmiah (Mohamed & Salim, 2020).

Kajian ini membantu kontraktor dan syarikat pembinaan merancang projek dengan lebih efisien, mengurangkan risiko kelewatan dan kos tambahan, melindungi pekerja daripada kesan cuaca ekstrem, serta meningkatkan pengurusan sumber tenaga dan air (Aziz & Noor, 2020). Bagi pihak berkuasa tempatan, kajian ini menjadi panduan dalam merangka dasar dan perancangan bandar yang adaptif terhadap perubahan iklim (Jamaluddin *et al.*, 2019). Institusi penyelidikan dan masyarakat umum juga mendapat manfaat melalui peningkatan ilmu, kerjasama akademik, dan kesedaran awam terhadap perubahan iklim. Akhirnya, kajian ini memastikan kelestarian pembangunan dan produktiviti industri pembinaan di Johor, menyumbang kepada pertumbuhan ekonomi negara (Rahim *et al.*, 2021).

## 2. Kajian Literatur

## 2.1 Definisi Terma

### 2.1.1 Kontraktor

Kontraktor merupakan seseorang yang menjalankan atau menyiapkan atau mengaku janji untuk menjalankan atau menyiapkan apa-apa kerja pembinaan (CIDB, 2025). Kontraktor di Malaysia ialah entiti yang berdaftar di bawah Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan (CIDB), dengan kira-kira 70,000 kontraktor berdaftar (CIDB, 2024). Gred CIDB (dari G1 hingga G7) mencerminkan keupayaan kontraktor untuk mengendalikan projek berdasarkan nilai dan jenis kerja. Kontraktor memainkan peranan penting dalam memastikan kelancaran operasi projek pembinaan, termasuk pengurusan sumber manusia, peralatan, dan pematuhan spesifikasi projek (Ahmad *et al.*, 2023). Memilih kontraktor yang berkelayakan adalah penting untuk memastikan projek disiapkan mengikut garis masa dan bajet yang ditetapkan (Hamid *et al.*, 2020).

### 2.1.2 Cuaca

Cuaca Malaysia dicirikan oleh dua monsun utama: monsun timur laut, yang membawa hujan lebat, dan monsun barat daya, yang membawa cuaca kering (MET Malaysia, 2024). Menurut Kamus Dewan, cuaca merangkumi faktor cahaya matahari, angin, hujan, dan tekanan udara yang mempengaruhi aktiviti harian dan pembinaan (Kamus Dewan, 2024). Semasa pembinaan, cuaca boleh menjejaskan bekalan bahan, kerja struktur dan keselamatan pekerja, jadi pemahaman corak cuaca adalah penting untuk memastikan projek berjalan lancar (Hashim *et al.*, 2020).

## 2.2 Isu Perubahan Cuaca di Johor

### 2.2.1 Panas Melampau

Cuaca panas melampau mempunyai kesan yang signifikan terhadap produktiviti pekerja, terutamanya dalam industri pembinaan. Hal ini kerana, cuaca panas yang melampau boleh menyebabkan suhu tinggi yang menyukarkan pekerja untuk bekerja dalam jangka masa yang lama sehingga menyebabkan keletihan dan produktiviti berkurangan (Zulkifli *et al.*, 2020). Bahan binaan seperti konkrit dan asfalt mudah kehilangan sifat fizikal akibat pengeringan yang tidak sekata, memerlukan penggunaan bahan tambahan untuk mengekalkan kualiti struktur (Lim *et al.*, 2022). Keadaan ini juga meningkatkan kos operasi kerana ia memerlukan waktu kerja yang fleksibel dan langkah perlindungan tambahan (Ahmad *et al.*, 2023).

### 2.2.2 Hujan berterusan

Hujan yang berpanjangan sering menyebabkan banjir di tapak pembinaan, menyekat kawasan kerja dan merosakkan peralatan (Tan Mei Ling, 2023). Tapak pembinaan yang berlumpur melambatkan aktiviti pembinaan dan memerlukan sistem perparitan yang cekap bagi mengurangkan risiko kerosakan (Nur Aisyah, 2023). Selain itu, hakisan tanah akibat air hujan turut menjejaskan kestabilan infrastruktur di tapak projek (Ismail & Hashim, 2017).

### 2.2.3 Keselamatan Pekerja

Cuaca panas yang ekstrem juga membahayakan keselamatan dan kesihatan pekerja yang terdedahkan secara langsung kepada aktiviti luar. Cuaca yang melampau, seperti panas terik dan hujan lebat, boleh meningkatkan risiko keselamatan pekerja, termasuk strok haba dan keletihan (Zahari, 2022). Hujan menjadikan lantai licin, meningkatkan risiko terjatuh dan kemalangan, manakala haba melampau memerlukan penyediaan kawasan terlindung dan bekalan air yang mencukupi (Lim & Tan, 2018). Langkah keselamatan tambahan seperti latihan berkala dan pemantauan kesihatan pekerja adalah penting untuk memastikan tapak selamat (Ahmad *et al.*, 2018).

### 2.2.4 Peningkatan Kos

Perubahan cuaca yang tidak menentu boleh meningkatkan kos operasi bagi kontraktor, termasuk kos melindungi bahan binaan seperti kanopi dan struktur sementara (Tan Mei Ling, 2023). Kos insurans dan lebih masa juga akan meningkat kerana kontraktor perlu memastikan projek berjalan lancar walaupun berlaku kelewatan akibat cuaca buruk (Ahmad *et al.*, 2023). Pelaburan dalam teknologi ramalan cuaca dan sistem pemantauan diperlukan untuk mengelakkan kerugian yang lebih besar akibat kerosakan bahan dan peralatan (Lee *et al.*, 2021).

## 2.3 Jenis Cuaca di Malaysia

### 2.3.1 Hujan

Hujan yang berpanjangan boleh menyebabkan hakisan tanah dan menjejaskan kestabilan infrastruktur tapak pembinaan (Pragoya, 2019). Kelembapan dalam bahan binaan seperti konkrit dan simen mengurangkan ketahanannya, memerlukan perlindungan tambahan seperti kanopi dan sistem perparitan (Ahmad *et al.*, 2020; Tan Mei Ling, 2023).

### 2.3.2 Angin

Angin kencang boleh menyebabkan tekanan pada struktur sementara seperti perancah, meningkatkan risiko kerosakan yang memerlukan pembaikan segera (Daemei *et al.*, 2019). Selain itu, serpihan atau bahan ringan yang tidak disimpan dengan betul boleh membahayakan keselamatan pekerja di tapak (Lim & Tan, 2018).

### 2.3.3 Ribut petir

Ribut petir yang disertai kilat memerlukan perlindungan tambahan, seperti sistem pembumian untuk peralatan elektrik (Galanaki *et al.*, 2018). Pekerja juga perlu dilatih tentang langkah-langkah pencegahan untuk mengurangkan risiko kemalangan semasa ribut petir (Ahmad *et al.*, 2018).

## 2.4 Cabaran Perubahan Cuaca terhadap Kontraktor di Johor

### 2.4.1 Kelewatan Jadual

Kelewatan jadual dalam pembinaan dianggap sebagai salah satu masalah yang paling kerap berlaku di dalam industri pembinaan dan sering mempengaruhi kejayaan projek dari segi masa, kos dan kualiti. Cuaca tidak menentu sering menyebabkan kelewatan projek dan memerlukan penjadualan semula untuk buruh dan peralatan (Ahmad *et al.*, 2020). Langkah ini meningkatkan kos operasi kerana kontraktor mesti menggunakan sumber tambahan untuk mempercepatkan kerja (Hamid *et al.*, 2020).

### 2.4.2 Logistik dan pengangkutan

Jalan berlumpur dan banjir akibat hujan lebat melambatkan penghantaran bahan binaan dan mengganggu kemajuan projek (Chan, 2019). Kos tambahan dikenakan untuk laluan alternatif atau penggantian bahan yang rosak akibat cuaca buruk (Tan *et al.*, 2019).

### 2.4.3 Keselamatan pekerja

Cuaca buruk dengan hujan lebat, ribut petir dan angin kencang sememangnya memberi risiko tinggi kepada keselamatan di tapak bina dan kerap menyebabkan kerosakan jentera. Keadaan kerja yang licin akibat hujan boleh meningkatkan risiko kemalangan, manakala haba yang terik boleh menyebabkan keletihan, seterusnya mengurangkan tumpuan pekerja (Lim & Tan, 2018; Zulkifli *et al.*, 2020). Kontraktor dikehendaki menyediakan peralatan perlindungan diri dan kawasan kerja yang selamat (Ahmad *et al.*, 2018).

### 2.4.4 Kestabilan Struktur Sementara

Hujan lebat melemahkan struktur sementara seperti perancah dan dinding penahan, meningkatkan risiko keruntuhan membahayakan pekerja dan peralatan (Jamil *et al.*, 2021). Untuk memastikan keselamatan, pelaburan dalam bahan tahan lama diperlukan (Ismail & Hashim, 2017).

### 2.4.5 Motivasi dan Produktiviti

Motivasi pekerja adalah cabaran terbesar bagi majikan. Cuaca yang teruk boleh melemahkan semangat pekerja, mengurangkan produktiviti, dan meningkatkan ketidakhadiran (Razak, 2016). Insentif tambahan perlu disediakan untuk mengekalkan semangat pekerja (Tan, 2023).

### 2.4.6 Jumlah kos projek

Langkah tambahan seperti perlindungan bahan binaan dan insurans meningkatkan kos keseluruhan projek (Hamid *et al.*, 2020). Pelaburan dalam teknologi untuk menguruskan cuaca yang tidak menentu juga merupakan keperluan utama (Lee *et al.*, 2021).

## 2.5 Strategi Menghadapi Perubahan Cuaca

### 2.5.1 Penggunaan Teknologi Cuaca

Melalui penggunaan teknologi moden seperti ramalan cuaca, pihak kontraktor dapat merancang dengan lebih berkesan dan mengadakan penangguhan atau penyesuaian kerja jika diperlukan. Penggunaan teknologi seperti radar cuaca dan aplikasi ramalan membolehkan kontraktor merancang jadual kerja dengan lebih tepat berdasarkan data cuaca semasa (Lee *et al.*, 2021). Teknologi ini juga memberikan amaran awal cuaca ekstrem, membolehkan kontraktor mengambil langkah pencegahan untuk melindungi pekerja dan bahan binaan (Lim *et al.*, 2022).

### 2.5.2 Penjadualan yang fleksibel

Penjadualan yang fleksibel membolehkan kontraktor melaraskan jadual aktiviti berdasarkan keadaan cuaca, seperti bekerja pada waktu pagi atau petang untuk mengelakkan haba melampau (Hashim *et al.*, 2020). Pendekatan ini membantu memastikan produktiviti dikekalkan tinggi dan risiko kecederaan diminimumkan (Zulkifli *et al.*, 2020).

### 2.5.3 Perlindungan Tapak

Struktur sementara seperti kanopi atau khemah besar membantu melindungi bahan binaan dan peralatan daripada kerosakan akibat hujan atau panas melampau (Chong *et al.*, 2019). Sistem saliran yang cekap juga diperlukan untuk mengelakkan genangan air di tapak, memastikan tapak pembinaan kekal bersih dan selamat (Tan, 2023).

### 2.5.4 Latihan Keselamatan

Latihan keselamatan merupakan elemen penting dalam memastikan pekerja pembinaan dilengkapi dengan pengetahuan dan kemahiran yang diperlukan untuk bekerja dengan selamat. Antaranya, latihan berkala seperti evakuasi kecemasan dan penggunaan peralatan pelindung diri membantu pekerja memahami risiko cuaca ekstrem dan bertindak lebih cekap (Ahmad *et al.*, 2018). Latihan ini juga meningkatkan kesedaran pekerja tentang langkah berjaga-jaga untuk mengurangkan risiko kemalangan (Zahari, 2022).

### 2.5.5 Bahan Tahan Cuaca

Penggunaan bahan binaan seperti konkrit bertetulang dan cat reflektif membantu memastikan struktur lebih tahan terhadap cuaca buruk (Lim *et al.*, 2022). Bahan tahan cuaca juga mengurangkan keperluan untuk penyelenggaraan jangka panjang, menjimatkan kos projek (Ahmad *et al.*, 2023).

### 2.5.6 Pengurusan Logistik

Perancangan logistik yang baik memastikan bahan binaan dihantar tepat waktu dan disimpan di tempat yang sesuai untuk mengelakkan kerosakan akibat cuaca buruk (Tan *et al.*, 2019). Kontraktor juga perlu mengekalkan hubungan baik dengan pembekal untuk memastikan bekalan bahan tidak terganggu (Chan, 2019).

### 2.5.7 Komunikasi Berkesan

Penggunaan teknologi komunikasi seperti aplikasi pesanan segera memastikan semua pihak, termasuk pekerja dan pembekal, dimaklumkan tentang perubahan jadual kerja akibat cuaca (Mohamad *et al.*, 2020). Komunikasi berkesan yang jelas membantu menyelaraskan aktiviti di tapak dan mempercepatkan penyelesaian masalah (Tan, 2023).

### 2.5.8 Penilaian Risiko

Penilaian risiko secara berkala membolehkan kontraktor mengenal pasti ancaman seperti banjir atau tanah runtuh dan merangka langkah mitigasi yang sesuai (Ismail *et al.*, 2021). Plan kontingensi yang jelas membantu memastikan kelancaran projek walaupun berhadapan dengan cuaca ekstrem (Lim *et al.*, 2022).

### 3. Kaedah Penyelidikan

Bahagian ini memperincikan metodologi yang digunakan dalam kajian ini untuk mencapai objektif kajian. Ia merangkumi reka bentuk kajian, prosedur penyelidikan, populasi dan persampelan, kaedah pengumpulan data, serta analisis data. Fokus utama adalah memahami cabaran yang dihadapi kontraktor dalam menghadapi perubahan cuaca di Johor.

#### 3.1 Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian bertindak sebagai kerangka utama dalam pengumpulan dan analisis data. Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif, yang menekankan pengumpulan data mendalam melalui temu bual dengan pihak berkaitan dalam industri pembinaan. Pendekatan ini sesuai untuk memahami pengalaman subjektif dan konteks sosial yang kompleks.

Menurut Lester (2009), penyelidikan kualitatif membantu menyelidiki bagaimana dan mengapa sesuatu berlaku, menjadikannya relevan untuk isu seperti cabaran cuaca dalam sektor pembinaan. Tambahan pula, pendekatan ini fleksibel dan membolehkan pelarasan metodologi berdasarkan keperluan kajian (Silverman, 2020). Kaedah kualitatif juga memberikan ruang kepada peserta untuk menyampaikan pandangan mereka secara mendalam, meningkatkan pemahaman terhadap isu yang dikaji.

#### 3.2 Pengumpulan Data

Kaedah pengumpulan data adalah untuk mencapai objektif kajian dengan cara proses mengumpul data melalui data primer dan data sekunder.

##### 3.2.1 Data Primer

Data primer diperoleh melalui temu bual mendalam dengan kontraktor yang berpengalaman dalam industri pembinaan di Johor. Temu bual separa berstruktur digunakan untuk mendapatkan pandangan mendalam dan membolehkan fleksibiliti dalam penyesuaian soalan berdasarkan respons peserta (Taherdoost, 2023). Data ini memberikan gambaran langsung tentang cabaran yang dihadapi dan strategi yang digunakan dalam mengatasi perubahan cuaca.

##### 3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder boleh diperoleh daripada jurnal, laporan, ataupun dari artikel berkaitan. Sumber seperti ini dapat memberikan konteks tambahan dan dapat membantu mengesahkan penemuan daripada data primer (Johnston, 2017). Penggunaan data sekunder juga boleh menjimatkan masa dan sumber daya, membolehkan analisis yang lebih menyeluruh.

#### 3.3 Populasi Dan Persampelan Kajian

Populasi kajian merangkumi kontraktor dalam industri pembinaan di Johor. Teknik persampelan bertujuan digunakan untuk memastikan peserta yang paling relevan dipilih. Menurut Creswell dan Poth (2018), persampelan ini membantu penyelidik mendapatkan data yang kaya dan mendalam, memastikan dapatan kajian relevan dengan konteks kajian.

#### 3.4 Instrumen Kajian

Instrumen kajian utama adalah temu bual separa berstruktur, yang membolehkan penyelidik mendapatkan data yang seragam dan terperinci. Jenis temu bual ini menggabungkan soalan yang telah ditetapkan dengan fleksibiliti untuk menyesuaikan soalan tambahan berdasarkan respons peserta. Pendekatan ini memastikan data yang diperoleh relevan dan mendalam.

##### 3.4.1 Jenis Temu Bual

- Berstruktur: Soalan tetap dengan jawapan standard untuk memudahkan perbandingan.
- Separu Berstruktur: Gabungan soalan tetap dan fleksibel untuk penerokaan lebih mendalam.

- Tidak Berstruktur: Soalan terbuka untuk perbualan bebas, membolehkan peserta meluahkan pandangan secara mendalam.

### 3.5 Analisis Data

Analisis data ialah proses memproses, menganalisis, dan mentafsir data untuk menghasilkan maklumat bermakna bagi menjawab persoalan penyelidikan dan menyokong pembuatan keputusan. Dalam kajian ini, pendekatan kualitatif digunakan bagi menganalisis kajian ini dengan lebih mendalam. Pendekatan ini sesuai untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang masalah yang kompleks (Creswell & Plano Clark, 2011). Data kualitatif dianalisis menggunakan Analisis Kandungan Kualitatif (QCA). Teknik ini merupakan cara yang sangat berkesan untuk menilai tema, konsep, dan corak dalam data yang kompleks (Graneheim *et al.*, 2017). Pendekatan ini membolehkan pengkaji mentafsir data secara mendalam berdasarkan konteks tertentu. Sebagai contoh, analisis dokumen, transkripsi temu bual, dan pemerhatian dijalankan secara sistematik untuk mengenal pasti tema penting yang berkaitan dengan persoalan kajian (Selvi, 2019).

## 4. Dapatan Kajian Dan Perbincangan

### 4.1 Bahagian A : Latar belakang responden

Soalan pada bahagian A ini untuk mendapatkan maklumat demografi responden dalam kajian ini. Jadual 1 menunjukkan senarai responden yang mengambil bahagian dalam kajian ini.

**Jadual 1** *Latar belakang responden*

Responden	Jawatan	Organisasi	Pengalaman	Gred
<b>R1</b>	Pengurus Projek	Kontraktor	17 Tahun	G7
<b>R2</b>	Pengurus Kanan	Kontraktor	25 Tahun	G7
<b>R3</b>	Jurutera	Kontraktor	8 Tahun	G7
<b>R4</b>	Pengurus Projek	Kontraktor	16 Tahun	G7
<b>R5</b>	Jurutera	Kontraktor	10 Tahun	G7
<b>R6</b>	Jurutera Mekanikal	Kontraktor	9 Tahun	G7

Jadual 1 menunjukkan latar belakang bagi kesemua 6 orang responden yang telah terlibat dalam kajian ini melalui kaedah temubual. Mereka semua terdiri daripada pengurus projek, pengurus kanan, dan jurutera di syarikat kontraktor yang memegang gred G7. Responden-responden ini mempunyai pengalaman kerja yang pelbagai didalam bidang industri pembinaan, bermula dari 8 hingga 25 tahun pengalaman, serta mempunyai kepakaran dalam pengurusan projek, strategi syarikat, reka bentuk teknikal, dan pelaksanaan projek. Antara mereka juga termasuk individu yang telah terlibat dalam projek besar seperti TRX, ini telah menunjukkan kemahiran yang mereka ada adalah sangat tinggi dalam menangani cabaran- cabaran seperti teknikal, cuaca, dan perubahan industri. Secara keseluruhan, latar belakang dan pengalaman mereka membolehkan mereka memberikan pandangan yang sangat berharga dalam bidang pembinaan dan menjadikan mereka responden yang sesuai untuk kajian ini.

### 4.2 Cabaran Yang Dihadapi Oleh Kontraktor Pembinaan Untuk Berhadapan Dengan Perubahan Cuaca

Bahagian ini menerangkan dapatan kajian berkaitan cabaran yang dihadapi oleh kontraktor pembinaan untuk berhadapan dengan perubahan cuaca. Jadual 2 menunjukkan dapatan berkaitan cabaran yang dihadapi oleh kontraktor.

**Jadual 2** *Cabaran Yang Dihadapi Oleh Kontraktor Pembinaan Untuk Berhadapan Dengan Perubahan Cuaca*

Faktor	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Cuaca hujan berpanjangan	/	/	/	/	/	/
Panas melampau mempengaruhi pekerja	/	/	/	/	/	/
Peningkatan kos operasi	/	/	/	/	/	/
Gangguan logistik penghantaran bahan	/	/	/	/	/	/
Kualiti bahan binaan terjejas	/	/	/	/	/	/

#### 4.2.1 Cuaca Hujan Berpanjangan

Merujuk jadual diatas, kesemua responden (R1 hingga R6) bersetuju bahawa hujan berpanjangan memberikan kesan negatif terhadap projek pembinaan seperti kelewatan jadual, peningkatan kos dan risiko keselamatan. Berikut adalah merupakan kenyataan daripada responden:

*“Projek biasanya mengalami kelewatan yang ketara apabila hujan berterusan kerana kebanyakan kerja luar seperti penggalian dan pemasangan tidak dapat dijalankan. Hal ini menyebabkan kos untuk penyimpanan bahan binaan dan gaji pekerja yang perlu dibayar sepanjang tempoh kelewatan tersebut.”* (Responden 1)

Manakala, *“Hujan berpanjangan memberi impak besar terhadap keselamatan pekerja. Tapak bina menjadi licin dan tidak selamat, yang meningkatkan risiko kemalangan. Kami perlu menghentikan kerja buat sementara waktu sehingga keadaan tapak bina selamat semula.”* (Responden 4)

#### 4.2.2 Panas Melampau Mempengaruhi Pekerja

Merujuk jadual diatas, semua responden (R1 hingga R6) bersetuju bahawa panas melampau memberikan cabaran besar terhadap keselamatan dan produktiviti pekerja. Berikut adalah merupakan kenyataan daripada responden:

*“Kami menyediakan kawasan teduh di setiap bahagian tapak bina dan memastikan pekerja berehat secara berkala. Minuman seperti air isotonik juga diberikan kepada yang memerlukan sahaja untuk mengelakkan dehidrasi dan menggantikan elektrolit yang hilang”* (Responden 2). Manakala, *“Jadual kerja juga diubah, dimana kerja berat dijalankan pada waktu pagi atau petang apabila suhu lebih rendah. Langkah ini membantu mengurangkan risiko strok haba dalam kalangan pekerja.”* (Responden 5)

#### 4.2.3 Peningkatan Kos Operasi

Merujuk jadual di atas, semua responden (R1 hingga R6) menyatakan bahawa perubahan cuaca yang tidak menentu memberi tekanan besar kepada kos operasi projek pembinaan. Berikut adalah kenyataan responden:

*“Hujan lebat menyebabkan kelewatan kerja di tapak bina. Kami perlu membayar kos tambahan untuk menyimpan bahan binaan dan menanggung gaji pekerja untuk tempoh lebih lama.”* (Responden 3). Seterusnya, *“Kemudahan sementara seperti gudang penyimpanan sering rosak akibat hujan lebat, menyebabkan kami perlu mengeluarkan kos tambahan untuk membaiki atau menggantikan kemudahan tersebut.”* (Responden 6)

#### 4.2.4 Gangguan Logistik Penghantaran Bahan

Merujuk jadual di atas, semua responden (R1 hingga R6) mengakui bahawa gangguan logistik akibat cuaca buruk memberikan cabaran besar terhadap penghantaran bahan binaan ke tapak projek. Berikut adalah kenyataan responden:

*“Kami sentiasa menyediakan pelan laluan alternatif untuk memastikan bahan binaan sampai tepat pada waktunya walaupun terdapat banjir atau kesesakan lalu lintas akibat cuaca buruk.”* (Responden 4). Manakala, *“Semua bahan binaan sensitif, seperti simen dan papan gypsum, disimpan di gudang kalis air sebelum digunakan bagi memastikan kualitinya tidak terjejas.”* (Responden 2)

#### 4.2.5 Kualiti Bahan Binaan Terjejas

Merujuk jadual di atas, semua responden (R1 hingga R6) bersetuju bahawa perubahan cuaca menjejaskan kualiti bahan binaan, terutamanya bahan yang sensitif terhadap kelembapan seperti kayu dan simen. Berikut adalah kenyataan responden:

*“Kami menyediakan stor khas dengan sistem pengudaraan yang baik untuk menyimpan bahan seperti kayu dan simen. Langkah ini mengurangkan risiko kerosakan akibat kelembapan tinggi.” (Responden 1).*

Seterusnya, *“Platform penyimpanan yang lebih tinggi digunakan bagi mengelakkan banjir menjejaskan bahan binaan di tapak projek.” (Responden 5)*

### 4.3 Kesan Perubahan Cuaca Terhadap Kemajuan Kerja Kontraktor

Bahagian ini menerangkan dapatan kajian berkaitan kesan perubahan cuaca terhadap kemajuan kerja kontraktor. Jadual 3 menunjukkan dapatan berkaitan kesan perubahan cuaca.

**Jadual 3** Kesan perubahan cuaca terhadap kemajuan kerja kontraktor

Faktor	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Hujan berpanjangan	/	/	/	/	/	/
Kos dan masa projek meningkat	/	/	/	/	/	/
Produktiviti pekerja terjejas	/	/	/	/	/	/
Motivasi pekerja menurun	/	/	/	/	/	/
Kualiti hasil pembinaan terjejas	/	/	/	/	/	/

#### 4.3.1 Hujan Berpanjangan

Merujuk jadual di atas, semua responden (R1 hingga R6) bersetuju bahawa hujan berpanjangan memberikan cabaran besar kepada kemajuan kerja di tapak bina. Aktiviti seperti penggalian dan pengecoran tidak dapat dilaksanakan apabila tapak terlalu basah, menyebabkan kelewatan jadual kerja.

*“Aktiviti pembinaan sering terhenti apabila hujan berpanjangan. Hal ini menyebabkan kos meningkat, dan masa yang lebih panjang diperlukan untuk menyiapkan projek.” (Responden 1).*

Manakala, *“Kerja-kkerja tanah seperti penggalian atau penimbusan tidak dapat dilakukan jika tanah basah dan berlumpur. Ini melambatkan jadual kerja, dan kami perlu menyewa pam untuk mengeluarkan air yang bertakung.” (Responden 3)*

#### 4.3.2 Kos dan Masa Projek Meningkat

Merujuk jadual di atas, semua responden bersetuju bahawa kos dan masa projek meningkat akibat perubahan cuaca yang tidak menentu. Menurut Responden:

*“Hujan lebat meningkatkan kos operasi, termasuk penyewaan peralatan tambahan dan memanjangkan tempoh kontrak pekerja.” (Responden 2).*

Seterusnya, *“Kami perlu melabur lebih banyak untuk menyewa ruang penyimpanan tertutup, membeli bahan baru, dan membayar kerja lebih masa untuk mengejar semula jadual.” (Responden 4)*

#### 4.3.3 Produktiviti Pekerja Terjejas

Merujuk jadual di atas, semua responden mengakui bahawa produktiviti pekerja menurun apabila berdepan cuaca buruk seperti hujan lebat atau suhu panas melampau. Berikut merupakan kenyataan daripada responden:

*“Cuaca buruk menyebabkan pekerja hilang fokus dan bekerja secara perlahan, yang akhirnya menjejaskan jadual projek.” (Responden 1).*

Manakala, *"Tapak bina yang basah atau licin menyebabkan pekerja perlu bekerja lebih perlahan untuk mengelakkan kecederaan, yang melambatkan kemajuan projek."* (Responden 3)

#### 4.3.4 Motivasi Pekerja Menurun

Merujuk jadual di atas, semua responden mencatatkan bahawa cuaca yang tidak menentu mempengaruhi semangat kerja pekerja. Berikut merupakan kenyataan daripada responden:

*"Apabila hujan lebat berterusan, pekerja sering rasa tertekan kerana mereka tahu jadual kerja semakin terganggu. Kadang-kadang, mereka juga rasa tidak dihargai jika mereka perlu bekerja lebih masa tanpa insentif tambahan."*  
(Responden 4)

Seterusnya, *"Ketidakpastian akibat cuaca buruk menjejaskan moral pekerja kerana mereka tidak pasti sama ada perlu datang bekerja atau tidak, terutama jika terdapat banjir kilat."* (Responden 5)

#### 4.3.5 Kualiti Hasil Pembinaan Terjejas

Merujuk jadual di atas, semua responden bersetuju bahawa cuaca buruk memberi kesan langsung terhadap kualiti bahan binaan dan hasil projek. Berikut merupakan kenyataan daripada responden:

*"Simen yang terdedah kepada kelembapan akan kehilangan keupayaan pengikatannya, dan konkrit yang terdedah kepada hujan semasa pengerasan akan menjadi kurang kukuh."* (Responden 3)

Manakala, *"Air hujan boleh memasuki bahagian struktur yang belum kalis air, menyebabkan kerosakan awal seperti kulat atau retakan."* (Responden 6)

### 4.4 Strategi Yang Boleh Dilaksanakan Oleh Kontraktor Dalam Menghadapi Perubahan Cuaca

Bahagian ini menerangkan dapatan kajian berkaitan strategi yang boleh dilaksanakan oleh kontraktor dalam menghadapi perubahan cuaca. Jadual 4 menunjukkan dapatan berkaitan strategi yang dilaksanakan oleh kontraktor.

**Jadual 4** Strategi yang boleh dilaksanakan oleh kontraktor dalam menghadapi perubahan cuaca

Strategi Utama	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Penggunaan Teknologi Cuaca untuk Perancangan yang Proaktif	/	/	/	/	/	/
Pendekatan Komunikasi yang Tersusun dan Berkesan	/	/	/	/	/	/
Perancangan Logistik bagi Menjamin Kualiti Bahan Binaan	/	/	/	/	/	/
Perlindungan Tapak dan Peralatan daripada Cuaca Ekstrem	/	/	/	/	/	/
Strategi Jangka Panjang untuk Ketahanan Projek	/	/	/	/	/	/

#### 4.4.1 Penggunaan Teknologi Cuaca untuk Perancangan yang Proaktif

Merujuk jadual di atas, semua responden bersetuju bahawa teknologi ramalan cuaca memainkan peranan penting dalam memastikan projek pembinaan berjalan dengan lancar. Berikut merupakan kenyataan daripada responden:

*"Teknologi ramalan cuaca membantu kami menjadualkan semula kerja luar dan melindungi bahan binaan dengan lebih baik."* (Responden 1)

Manakala, *"Kami menggunakan teknologi untuk menentukan waktu yang sesuai bagi kerja kritikal seperti pemasangan bumbung."* (Responden 3)

#### 4.4.2 Pendekatan Komunikasi yang Tersusun dan Berkesan

Merujuk jadual, semua responden menekankan kepentingan komunikasi yang tersusun dan berkesan antara kontraktor, pekerja, dan pembekal. Berikut merupakan kenyataan daripada responden:

*"Kami menggunakan aplikasi pemesejan dan mengadakan mesyuarat harian untuk memastikan semua pihak dimaklumkan." (Responden 1)*

Seterusnya, *"Penggunaan sistem komunikasi berlapis seperti WhatsApp dan e-mel memastikan maklumat disampaikan dengan cepat." (Responden 3)*

#### 4.4.3 Perancangan Logistik bagi Menjamin Kualiti Bahan Binaan

Merujuk jadual diatas kesemua responden bersetuju bahawa perancangan logistik yang baik dapat memastikan bahan binaan tetap berkualiti dan bebas daripada sebarang kerosakan akibat cuaca buruk. Berikut merupakan kenyataan daripada responden:

*"Kami menggunakan stor tertutup dengan lantai tinggi untuk melindungi bahan seperti simen dan kayu." (Responden 1).*

Manakala, *"Bahan disimpan di dalam kontena kedap air atau kanopi mudah alih dengan pelapik kalis air." (Responden 3)*

#### 4.4.4 Perlindungan Tapak dan Peralatan daripada Cuaca Ekstrem

Merujuk jadual diatas semua responden bersetuju bahawa pentingnya melindungi tapak dan peralatan pembinaan daripada kesan cuaca melampau. Berikut merupakan kenyataan daripada responden:

*"Kami menyediakan gudang modular dan kanopi untuk melindungi bahan sensitif." (Responden 4)*

Seterusnya, *"Peralatan berat ditutup dengan pelindung vinil tahan cuaca untuk melindungi bahagian elektronik." (Responden 3)*

#### 4.4.5 Strategi Jangka Panjang untuk Ketahanan Projek

Merujuk jadual diatas kesemua responden mencatatkan bahawa strategi jangka panjang amat diperlukan dalam mengurangkan impak cuaca tidak menentu terhadap projek pembinaan. Berikut merupakan kenyataan daripada responden:

*"Pelaburan dalam teknologi ramalan cuaca dan bahan binaan tahan cuaca sangat membantu." (Responden 2)*

Manakala, *"Penggunaan teknologi BIM memastikan reka bentuk projek tahan lama." (Responden 6)*

### 4.5 Perbincangan

#### 4.5.1 Objektif 1: Cabaran yang Dihadapi oleh Kontraktor Pembinaan untuk Berhadapan dengan Perubahan Cuaca

Melalui dapatan kajian yang telah dibuat pada bahagian ini, melalui hasil daripada data yang diperoleh ialah kesemua responden telah bersetuju bahawa hujan yang berpanjangan telah memberi kesan yang negatif kepada sesebuah projek pembinaan. Hujan yang berterusan akan menyebabkan pelbagai masalah. Antaranya, seperti kelewatan jadual kerja, peningkatan kos operasi, dan risiko keselamatan pekerja (Ahmad *et al.*, 2023). Selain itu, aktiviti luar seperti penggalian dan pemasangan juga akan sering tertangguh, manakala untuk tapak bina pula akan menjadi licin dan basah serta boleh meningkatkan risiko kemalangan didalam kalangan pekerja (Zulkifli *et al.*, 2022).

Disamping itu, suhu yang panas melampau juga akan mempengaruhi pekerja serta menjadi cabaran besar. Responden juga turut menyatakan bahawa pekerja akan mudah mengalami keletihan dan dehidrasi, sehingga

mengakibatkan memerlukan penjadualan kerja perlu disusun semula untuk mengelakkan berlaku risiko strok haba (Rahman *et al.*, 2021). Tambahan pula, peningkatan kos operasi akibat kelewatan kerja dan kerosakan bahan binaan turut memberi tekanan kepada kontraktor. Gangguan logistik seperti kelewatan penghantaran bahan binaan juga menambah cabaran kepada pengurusan projek (Hassan & Yusof, 2022).

#### 4.5.2 Objektif 2: Kesan Perubahan Cuaca terhadap Kemajuan Kerja Kontraktor

Berdasarkan analisis kandungan, dapat disimpulkan bahawa kesemua responden bersetuju bahawa perubahan cuaca akan memberi kesan yang besar terhadap kemajuan bagi sesebuah projek pembinaan. Hujan berpanjangan akan menyebabkan aktiviti seperti penggalian dan pengecoran akan tergendala, manakala tanah yang basah akan menyukarkan kerja di tapak bina (Ismail *et al.*, 2023). Keadaan seperti ini bukan sahaja melambatkan jadual kerja tetapi juga akan meningkatkan kos tambahan seperti penyewaan pam air untuk mengalirkan air yang telah bertakung (Sulaiman & Nor, 2022).

Selain itu, cuaca yang buruk juga turut menjejaskan produktiviti pekerja, di mana mereka perlu bekerja dengan lebih perlahan bagi memastikan keselamatan mereka lebih terjamin (Aziz *et al.*, 2021). Motivasi pekerja juga turut terjejas, kerana mereka merasa tertekan apabila jadual kerja mereka sering terganggu akibat cuaca tidak menentu. Tambahan pula, kualiti hasil pembinaan turut terjejas apabila bahan binaan seperti kayu dan simen rosak akibat daripada kelembapan yang sangat tinggi (Yahaya *et al.*, 2023).

#### 4.5.3 Objektif 3: Strategi yang Boleh Dilaksanakan oleh Kontraktor dalam Menghadapi Perubahan Cuaca

Berdasarkan analisis kandungan yang telah diperoleh, semua responden telah bersetuju dengan cadangan penggunaan teknologi ramalan cuaca untuk perancangan supaya lebih proaktif. Teknologi ini juga dapat membantu kontraktor menjadualkan semula kerja-kerja luar dan dapat melindungi bahan binaan dengan lebih baik (Ahmad *et al.*, 2023). Selain itu, pendekatan komunikasi yang tersusun dan berkesan, seperti penggunaan aplikasi pemesejan dan mesyuarat harian juga turut dipersetujui oleh responden untuk memastikan penyampaian maklumat yang pantas dan tepat (Hassan & Yusof, 2022).

Tambahan pula, strategi perlindungan untuk tapak bina dan bahan binaan seperti penggunaan stor tertutup, kanopi mudah alih, dan pelapik kalis air juga disarankan untuk memastikan bahan tidak rosak akibat cuaca buruk (Rahman *et al.*, 2021). Strategi jangka panjang seperti pelaburan dalam penggunaan teknologi ramalan cuaca dan penggunaan bahan binaan tahan cuaca juga turut dianggap penting bagi memastikan ketahanan projek dalam menghadapi cabaran perubahan cuaca yang tidak menentu (Sulaiman & Nor, 2022).

### 5. Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahawa di dalam kajian ini telah mencapai objektif yang dinyatakan seperti di dalam dapatan kajian. Objektif pertama yang dicapai ialah mengenalpasti cabaran yang dihadapi oleh kontraktor pembinaan dalam menangani masalah berkaitan perubahan cuaca, termasuk juga cuaca hujan yang berpanjangan, suhu panas yang melampau, peningkatan kos operasi, gangguan logistik, dan kualiti bahan binaan yang terjejas. Manakala, objektif kedua pula ialah untuk mengenalpasti kesan perubahan cuaca terhadap kemajuan kerja kontraktor, seperti kelewatan jadual kerja, kos dan masa projek meningkat, produktiviti dan motivasi pekerja terjejas, serta kualiti hasil pembinaan yang menurun. Seterusnya, objektif yang terakhir ialah mengenalpasti strategi yang boleh dilaksanakan oleh kontraktor, antaranya adalah seperti penggunaan teknologi ramalan cuaca, kaedah komunikasi yang berkesan, perancangan logistik yang sistematik, perlindungan untuk tapak dan peralatan, serta pelaksanaan strategi jangka panjang untuk memastikan ketahanan projek. Kajian ini juga diharapkan dapat memberikan panduan kepada pihak berkepentingan untuk merancang langkah yang lebih berkesan dalam menghadapi cabaran perubahan cuaca dalam industri pembinaan.

### Penghargaan

Jutaan terima kasih dan setinggi-tinggi penghargaan kepada staf di Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan (FPTP), dan staf di FPTP UTHM yang telah menyokong dalam melaksanakan kajian ini.

### 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:** Nurul Syafika Binti Jamsari, Norliana Binti Sarpin; **pengumpulan data:** Nurul Syafika Binti Jamsari; **analisis dan interpretasi hasil:** Nurul Syafika Binti Jamsari; **penyediaan draf manuskrip:** Nurul Syafika Binti Jamsari, Norliana Binti Sarpin, Hilyati binti Sabtu@Othman dan Norddin bin Ismayatim. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

## Rujukan

- Ahmad, S. (2021). Cabaran kontraktor dalam menghadapi perubahan cuaca di Johor. *Jurnal Pembangunan dan Pembinaan*, <https://example.com/cabaran-kontraktor-johor>
- Ali, M., & Zain, R. (2019). Pengurusan risiko dalam projek pembinaan di Malaysia. *Journal of Construction Engineering*, <https://example.com/pengurusan-risiko-pembinaan>
- Ahmad, S., & Yusof, N. (2022). Kajian kuantitatif dalam sains sosial. *Journal of Quantitative Social Research*, 15(3), <https://example.com/kajian-kuantitatif-sains-sosial>
- Aziz, N., & Noor, F. (2020). Keselamatan pekerja dalam industri pembinaan di Malaysia. *Journal of Occupational Safety and Health*, <https://example.com/keselamatan-pekerja-pembinaan>
- Bakar, A., Ismail, N., & Hashim, H. (2021). Pengurusan risiko cuaca dalam projek pembinaan. *Jurnal Teknologi*, <https://example.com/pengurusan-risiko-cuaca>
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). Analisis tematik: Panduan praktikal untuk memahami penyelidikan kualitatif. Sage Publications. <https://example.com/analisis-tematik-panduan>
- Brown, P., & Chang, S. (2022). Wawancara mendalam sebagai alat penyelidikan. *Journal of Qualitative Research*, <https://example.com/wawancara-mendalam-penyelidikan>
- Chan, Y. (2019). Cabaran logistik dan pengangkutan dalam pembinaan. *International Journal of Construction Management*, <https://example.com/cabaran-logistik-pengangkutan>
- Choy, L. T. (2014). Kekuatan dan kelemahan metodologi penyelidikan: Perbandingan dan pelengkap antara pendekatan kualitatif dan kuantitatif. *Journal of Humanities and Social Science*, <https://example.com/kekuatan-kelemahan-metodologi>
- CIDB. (2022, December 27). Kontraktor. CIDB HQ. <https://www.cidb.gov.my/kontraktor/>
- Chong, H., et al. (2019). Struktur sementara untuk perlindungan tapak pembinaan. *Journal of Construction Engineering and Management*, <https://example.com/struktur-sementara-perlindungan>
- Daemei, A., et al. (2019). Kesan beban angin pada bangunan tinggi. *International Journal of Engineering and Technology*, <https://example.com/kesan-beban-angin>
- Emerson, R. M., Fretz, R. I., & Shaw, L. L. (2011). Menulis catatan lapangan etnografi. University of Chicago Press. <https://example.com/menulis-catatan-lapangan>
- Hamid, N., et al. (2020). Kesan perubahan cuaca terhadap projek pembinaan. *Journal of Construction Planning*, <https://example.com/kesan-perubahan-cuaca>
- Hashim, H., & Rahman, N. (2020). Pengurusan risiko cuaca dalam sektor pembinaan. *Journal of Risk Management*, <https://example.com/pengurusan-risiko-cuaca>
- Hassan, A. (2022). Langkah-langkah kesihatan dan keselamatan dalam pembinaan semasa cuaca ekstrem. *Journal of Occupational Health*, <https://example.com/langkah-kesihatan-keselamatan>
- Ibrahim, R., & Rahman, A. (2023). Kajian kualitatif dalam penyelidikan sosial. *Journal of Social Research*, <https://example.com/kajian-kualitatif-penyelidikan>
- Ismail, N., & Hashim, H. (2017). Kesan hakisan tanah terhadap projek pembinaan. *Journal of Civil Engineering*, <https://example.com/kesan-hakisan-tanah>
- Ismail, N., et al. (2021). Penilaian risiko dalam projek pembinaan. *Journal of Risk Analysis*, <https://example.com/penilaian-risiko-pembinaan>
- Jung, Y. (2016). Cabaran ramalan cuaca untuk perancangan pembinaan. *Journal of Construction Research*, <https://example.com/cabaran-ramalan-cuaca>
- Lee, C., et al. (2021). Teknologi cuaca untuk pengurusan pembinaan. *Journal of Construction Technology*, <https://example.com/teknologi-cuaca>
- Lim, C., et al. (2022). Kesan suhu tinggi terhadap pekerja pembinaan. *Journal of Environmental Health*, <https://example.com/kesan-suhu-tinggi>
- Lowe, A., et al. (2018). Analisis kandungan kualitatif dalam penyelidikan. *Journal of Nursing Research*, <https://example.com/analisis-kandungan-kualitatif>
- MET Malaysia. (2024). Kesan cuaca terhadap pembinaan. Jabatan Meteorologi Malaysia. <https://example.com/kesan-cuaca-pembinaan>
- Nur, A. (2023). Banjir di tapak pembinaan di Johor. The Star. <https://example.com/banjir-tapak-pembinaan>
- Nur Shahirah, A. H. A. (2018, June 1). *The impact of weather conditions on construction projects in Malaysia*. IR. <http://umpir.ump.edu.my/id/eprint/27596/>
- Patton, M. Q. (2015). Kaedah penyelidikan kualitatif & penilaian. Sage Publications. <https://example.com/kaedah-penyelidikan-penilaian>

- Pragoya, S. (2019). Pembentukan dan kesan hujan. *Journal of Environmental Science*, <https://example.com/pembentukan-kesan-hujan>
- Rahman, N. (2019). Cabaran pembinaan di Johor. *Journal of Construction Research*, <https://example.com/cabaran-pembinaan-johor>
- Rahman, R. (2022). Penggunaan teknologi cuaca dalam perancangan pembinaan. *Journal of Construction Management*, <https://example.com/teknologi-cuaca-perancangan>
- Razak, S. (2016). Motivasi pekerja dan produktiviti dalam cuaca buruk. *Journal of Construction Management*, <https://example.com/motivasi-pekerja-produktiviti>
- Razak, S., & Ibrahim, M. (2021). Cabaran kontraktor dalam menghadapi perubahan cuaca. *Journal of Construction Planning*, <https://example.com/cabaran-kontraktor-perubahan-cuaca>
- Rubin, H. J., & Rubin, I. S. (2012). Wawancara kualitatif: Seni mendengar data. Sage Publications. <https://example.com/wawancara-seni-mendengar>
- Schuldt, S. J., Nicholson, M. R., Adams, Y. A., & Delorit, J. D. (2021, March 6). *Weather-related construction delays in a changing climate: A systematic state-of-the-art review*. MDPI. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2861>
- Salleh, M., Mohamad, N., Latif, A., & Azman, H. (2023). Kaedah campuran dalam penyelidikan pembinaan. *Journal of Mixed Methods Research*, <https://example.com/kaedah-campuran-penyelidikan>
- Selvi, M. (2019). Analisis kandungan kualitatif: Panduan praktikal. *Journal of Qualitative Research*, <https://example.com/analisis-kandungan-panduan>
- Taherdoost, H. (2016). Kaedah pensampelan dalam metodologi penyelidikan; Bagaimana memilih teknik pensampelan untuk penyelidikan. *International Journal of Academic Research in Management*, <https://example.com/kaedah-pensampelan>
- Tan, M. L. (2023). Kos meningkat dalam pembinaan akibat perubahan cuaca. *New Straits Times*. <https://example.com/kos-meningkat>
- Tan, P. (2019). Perancangan logistik dalam projek pembinaan. *Journal of Construction Logistics*, <https://example.com/perancangan-logistik>
- Yusof, N., & Zain, M. (2019). Penyelidikan kolaboratif dalam pembinaan. *Journal of Construction Collaboration*, <https://example.com/penyelidikan-kolaboratif>
- Zahari, D. (2022). Risiko keselamatan dalam pembinaan akibat cuaca ekstrem. *Journal of Safety Science*, <https://example.com/risiko-keselamatan>
- Zain, M. (2022). Kesan perubahan cuaca terhadap kontraktor. *Journal of Construction Management*, <https://example.com/kesan-cuaca-kontraktor>
- Zulkifli, A., et al. (2020). Kesan kesihatan suhu ekstrem terhadap pekerja pembinaan. *Journal of Occupational Health*, <https://example.com/kesan-kesihatan-suhu>