

Kajian Pengurusan Logistik bagi Projek Bangunan Tinggi di Kawasan Bandar

Study on Logistics Management for High-Rise Building Project in Urban Areas

Mardhiatul Husna Islan¹, Narimah Kasim^{1,2*}

¹ Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan,

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

² Center of Project, Property and Facilities Management Services, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan,

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

*Pengarang Utama: narimah@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2026.07.01.054>

Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2026

Diterima: 31 Mei 2026

Diterbitkan: 30 Jun 2026

Kata Kunci

Bangunan tinggi, kawasan bandar, logistik, projek

Abstrak

Pertumbuhan pesat populasi bandar telah meningkatkan permintaan terhadap pembinaan bangunan tinggi di kawasan bandar yang padat, sekali gus menimbulkan cabaran dalam pengurusan logistik seperti kekangan ruang tapak, kesesakan lalu lintas dan risiko keselamatan pekerja. Kajian ini bertujuan mengkaji pengurusan logistik bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar dengan mengenal pasti masalah utama, menganalisis kaedah sedia ada dan mencadangkan penambahbaikan. Kajian menggunakan kaedah kuantitatif melalui soal selidik ke atas kontraktor G7 di Selangor, dengan 106 responden daripada 331 sampel yang diedarkan iaitu sebanyak 32%. Data dianalisis menggunakan SPSS dan menunjukkan tahap pemahaman yang berbeza dalam kalangan kontraktor. Antaranya ialah Penghantaran bahan binaan lewat jeaskan jadual kerja mencatatkan nilai min tertinggi iaitu 4.51 dengan sisihan piawai 0.502, CCC bantu susun atur bahan lebih sistematik dengan nilai min sebanyak 4.36 dan sisihan piawai sebanyak 0.503 dan BIM menyediakan model 3D tingkatan kecekapan logistik dengan nilai min sebanyak 4.49 yang berada pada kedudukan pertama dengan sisihan piawai yang dicatat sebanyak 0.589. Kesimpulannya, pengurusan logistik yang terancang dan sistematik bukan sahaja penting untuk kelancaran projek pembinaan, malah menjadi aspek utama dalam memastikan keselamatan pekerja di kawasan projek bangunan tinggi di bandar.

Keywords

High-rise building, logistic, project, urban area

Abstract

consequently, growth of the urban population has increased the demand for high-rise building construction in densely populated urban areas, consequently creating challenges in logistics management such as limited site space, traffic congestion, and worker safety risks. This study

aims to examine logistics management in urban high-rise building projects by identifying key issues, analyzing existing practices, and proposing improvements. A quantitative approach was adopted, using questionnaires distributed to G7 contractors in Selangor; 106 responses were obtained from 331 distributed questionnaires, yielding a 32% response rate. Data were analyzed using SPSS, revealing varying levels of understanding among contractors. These include Delayed delivery of construction materials affects work schedules, which recorded the highest mean value of 4.51 with a standard deviation of 0.502, Construction Consolidation Centres (CCC) help organize material layout more systematically, with a mean value of 4.36 and a standard deviation of 0.503 and BIM provides 3D models that enhance logistics efficiency, which ranked first with a mean value of 4.49 and a recorded standard deviation of 0.589. In conclusion, well planned and systematic logistics management is not only crucial for ensuring the smooth progress of construction projects but also serves as a key aspect in maintaining worker safety at high-rise building project sites in urban areas.

1. Pendahuluan

Pertumbuhan pesat kawasan bandar telah meningkatkan keperluan pembinaan bangunan tinggi, namun projek di kawasan bandar padat sering berdepan cabaran logistik seperti kekangan ruang tapak, kesesakan lalu lintas serta pergerakan bahan yang kompleks. Keadaan ini memberi kesan kepada kelancaran operasi dan keselamatan pekerja, terutamanya apabila penghantaran bahan bergantung kepada sistem *Just-In-Time* (JIT) dan kapasiti kenderaan yang terhad. Keselamatan pekerja merupakan isu kritikal dalam pembinaan bangunan tinggi kerana kemalangan di tapak bukan sahaja menyebabkan kecederaan, malah menjejaskan kemajuan projek dan reputasi pemaju. Faktor seperti latihan keselamatan yang lemah, penggunaan peralatan perlindungan diri (PPE) yang tidak memadai serta penyelarasan logistik yang tidak efisien meningkatkan risiko kemalangan. Bagi mengatasi cabaran ini, pengurusan logistik yang sistematik dan terancang perlu dilaksanakan. Penggunaan teknologi seperti *Building Information Modeling* (BIM), *Internet of Things* (IoT), pusat konsolidasi bahan (CCC) serta pelaksanaan *construction logistics plan* (CLP) dapat meningkatkan kecekapan penghantaran bahan, mengurangkan kesesakan dan meminimumkan risiko kemalangan. Oleh itu, kajian ini bertujuan mengkaji pengurusan logistik bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar bagi memastikan kelancaran operasi dan keselamatan pekerja.

Peningkatan projek pembinaan bangunan tinggi di kawasan bandar telah menimbulkan cabaran pengurusan logistik yang semakin kompleks, terutamanya melibatkan kekangan ruang tapak bina, kesesakan lalu lintas dan penghantaran bahan yang kerap. Isu seperti kelewatan penghantaran, kesesakan laluan dalaman serta pengurusan ruang simpanan yang tidak sistematik sering menjejaskan prestasi projek dari segi masa dan kos (Shakir & Sattar, 2022). Amalan logistik tradisional yang masih digunakan oleh kebanyakan kontraktor tempatan didapati kurang sesuai dengan persekitaran bandar yang padat. Penghantaran bahan secara pukal tanpa perancangan terperinci menyebabkan kesesakan di tapak bina, manakala kebergantungan terhadap sistem *just-in-time* (JIT) meningkatkan risiko gangguan jadual pembinaan sekiranya berlaku kelewatan rangkaian bekalan (Pandit, 2022). Selain pergerakan bahan mendatar, pengurusan pergerakan menegak melalui lif pembinaan turut menjadi cabaran utama dalam projek bangunan tinggi. Ketiadaan strategi pengangkutan menegak yang berkesan menyumbang kepada kesesakan penggunaan lif dan menurunkan produktiviti kerja di tapak bina (Park *et al.*, 2024). Walaupun teknologi seperti *Building Information Modelling* (BIM) dan sistem IoT berpotensi meningkatkan keberkesanan pengurusan logistik, tahap pelaksanaannya di Malaysia masih rendah disebabkan kekangan kos, kepakaran dan penerimaan industri (Whitlock *et al.*, 2021). Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk mengenalpasti maslaah utama, kaedah sediaada dan penambahbaikan kaedah sediaada dalam pengurusan logistik bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar.

2. Kajian Literatur

2.1 Pengurusan Logistik dalam Projek Bangunan Tinggi di Kawasan Bandar

Pengurusan logistik merupakan elemen kritikal dalam kejayaan projek pembinaan bangunan tinggi di kawasan bandar yang padat, khususnya dalam menangani kekangan ruang tapak, kesesakan lalu lintas dan keperluan

keselamatan yang ketat (Pandit, 2022). Perancangan logistik yang sistematik, termasuk pelaksanaan strategi *Just-In-Time* (JIT), penggunaan kawasan penyimpanan luar tapak serta penerapan teknologi seperti *Building Information Modeling* (BIM), terbukti dapat meningkatkan kecekapan aliran bahan, mengurangkan pembaziran sumber dan menyokong keselamatan tapak bina (Park *et al.*, 2018). Justeru, integrasi pengurusan logistik yang berkesan sejak peringkat perancangan hingga pelaksanaan projek menjadi asas penting dalam memastikan kelancaran operasi, kawalan kos dan kejayaan keseluruhan projek bangunan tinggi di Kawasan Bandar.

2.2 Keselamatan Pekerja dalam Projek Bangunan Tinggi di Kawasan Bandar

Keselamatan pekerja dalam projek bangunan tinggi di Kawasan Bandar merupakan isu kritikal dalam industri pembinaan kerana persekitaran kerja yang kompleks dan berisiko tinggi. Menurut Sofwan *et al.* (2016), faktor seperti kerja di ketinggian, penggunaan jentera berat, dan ruang kerja sempit menyumbang kepada kadar kemalangan yang tinggi setiap tahun. Walaupun terdapat kemajuan dalam peraturan keselamatan, insiden kemalangan masih berlaku seperti yang dinyatakan oleh Mohamad Irwan P. Harahap *et al.* (2024), menunjukkan perlunya pendekatan pengurusan keselamatan yang lebih efektif dan sistematik. Tambahan pula, aspek pelaksanaan dan pematuhan di tapak turut memainkan peranan penting dalam menjamin keselamatan pekerja. Kajian oleh Che Othman (2021) mendapati bahawa kurangnya latihan keselamatan dan sikap sambil lewa terhadap penggunaan PPE menyumbang kepada peningkatan risiko kemalangan. Walaupun DOSH telah memperkenalkan OSHCIM untuk menurunkan kadar kemalangan, kajian oleh Amminudin dan Osman (2017) menunjukkan bahawa cabaran seperti tahap kesedaran rendah dan sikap pekerja masih menjadi halangan utama. Oleh itu, pendekatan keselamatan yang lebih menyeluruh dan berfokus kepada faktor pengurusan serta tingkah laku pekerja adalah penting dalam mengurangkan risiko di tapak pembinaan bangunan tinggi di Kawasan Bandar.

2.3 Masalah dalam Pengurusan Logistik

2.3.1 Kelewatan Penghantaran Bahan Binaan

Kelewatan penghantaran bahan merupakan isu kritikal dalam projek bangunan tinggi kerana ia menjejaskan jadual kerja, produktiviti, dan penggunaan sumber. Faktor dalaman seperti kelemahan perancangan logistik dan kekurangan stok keselamatan, serta faktor luaran termasuk gangguan rantaian bekalan semasa pandemik COVID-19, meningkatkan cabaran ini. Kajian menekankan kepentingan perancangan logistik proaktif, komunikasi efektif, dan penggunaan teknologi seperti simulasi dan sistem pemantauan masa nyata untuk memastikan kelancaran aliran bahan dan kesinambungan jadual pembinaan.

2.3.2 Kekurangan Kawalan Laluan Penghantaran

Pengurusan laluan penghantaran bahan yang terancang adalah kritikal bagi kelancaran logistik projek bangunan tinggi di kawasan bandar. Laluan yang tidak jelas atau tidak fleksibel boleh menyebabkan kesesakan, konflik pergerakan jentera, gangguan jadual kerja, dan risiko keselamatan. Kajian menunjukkan bahawa perancangan laluan perlu mengambil kira masa perjalanan, keselamatan, had berat, struktur tapak, serta fleksibiliti penghantaran. Kerjasama bersepadu antara kontraktor, pembekal, dan pihak berkepentingan lain amat penting untuk memastikan aliran bahan lancar dan mengelakkan kelewatan yang menjejaskan prestasi projek.

2.3.3 Penyimpanan Bahan yang Tidak Selamat

Penyimpanan bahan binaan yang tidak sistematik merupakan cabaran utama dalam logistik projek bangunan tinggi di kawasan bandar, terutamanya kerana kekangan ruang yang ketara. Stor yang tidak teratur boleh mengganggu aliran kerja, meningkatkan pembaziran ruang, menjejaskan keselamatan, dan menambah kos akibat kehilangan atau pembelian semula bahan. Bahan khas seperti bahan kimia memerlukan penyimpanan khusus untuk mengekalkan keselamatan dan kualiti. Penempatan bahan yang strategik dan sistem storan yang tersusun adalah penting untuk mengoptimalkan ruang, mengurangkan risiko keselamatan, mempercepat penghantaran bahan, dan memastikan projek disiapkan mengikut jadual serta kos yang ditetapkan.

2.3.4 Kegagalan Komunikasi dalam Rantaian Bekalan

Komunikasi yang berkesan dalam rantaian bekalan adalah kritikal bagi memastikan logistik tapak berfungsi lancar, terutamanya bagi projek bangunan tinggi yang mempunyai jadual kerja ketat dan keperluan bahan kompleks. Komunikasi yang lemah antara kontraktor, pembekal dan subkontraktor boleh menyebabkan maklumat tidak seragam, jadual penghantaran bercelaru, lebihan atau kekurangan bahan, serta gangguan aliran kerja. Penerapan sistem komunikasi moden berasaskan teknologi dan koordinasi yang konsisten antara semua

pihak berkepentingan dapat meningkatkan perancangan kolaboratif, mengurangkan risiko “bullwhip effect”, dan memastikan operasi logistik di tapak berjalan lebih cekap dan selamat.

2.3.5 Kekurangan Tenaga Kerja Mahir dalam Pengurusan Logistik

Kekurangan tenaga kerja mahir dalam logistik pembinaan menjejaskan kelancaran operasi di tapak, terutamanya bagi projek bangunan tinggi yang memerlukan perancangan kompleks dan penjadualan kritikal. Industri pembinaan di Malaysia masih bergantung kepada pekerja berkemahiran rendah dan pekerja asing, yang mengurangkan kecekapan susun atur bahan dan kawalan inventori. Oleh itu, latihan logistik dan peningkatan penyertaan pekerja tempatan berkemahiran tinggi adalah penting untuk meningkatkan prestasi projek dari segi masa, kos, dan keberkesanan operasi di tapak.

Jadual 1 Masalah Dalam Pengurusan Logistik

Bilangan	Masalah Dalam Pengurusan Logistik	Pengarang
1	Kelewatan Penghantaran Bahan Binaan	- Nurfarahain (2022) - Kisi dan Sulbaran (2023)
2	Kekurangan Kawalan Laluan Penghantaran	- Liu dan Xu (2022) - Shahbaz <i>et al.</i> (2019)
3	Penyimpanan Bahan yang Tidak Selamat	- Occupational Health & Safety Online (2023) - Madiah dan Amin (2023) - Said dan El-Rayes (2011) - Dixit <i>et al.</i> (2022) - Yildiz <i>et al.</i> (2024)
4	Kegagalan Komunikasi dalam Rantaian Bekalan	- Gamil <i>et al.</i> (2020) - Kwon dan Suh (2005) - Lee <i>et al.</i> (1997)
5	Kekurangan Tenaga Kerja Mahir dalam Pengurusan Logistik	- Mohamud <i>et al.</i> (2023) - Aga (2020) - Yusoff <i>et al.</i> (2021)

2.4 Kaedah Sediada bagi Pengurusan Logistik

2.4.1 Penggunaan Sistem Penjadualan Bahan Binaan

Sistem penjadualan bahan binaan penting dalam pengurusan logistik projek bangunan tinggi kerana membolehkan penghantaran dirancang tepat, mengurangkan kesesakan dan pembaziran. Teknologi seperti BIM dan pembelajaran mesin membantu menjejaki bahan secara masa nyata dan meramalkan bekalan, sekaligus meningkatkan keberkesanan logistik serta kelancaran aliran bahan sepanjang fasa pembinaan.

2.4.2 Pengawalan Laluan Kenderaan di Tapak

Pengawalan laluan kenderaan penting untuk kelancaran logistik projek bangunan tinggi dengan ruang terhad. Perancangan laluan yang sistematik dan penggunaan sistem pengurusan armada (fleet management) membolehkan pemantauan masa nyata, mengurangkan kesesakan dan meningkatkan koordinasi antara kontraktor, subkontraktor, dan pembekal.

2.4.3 Penyimpanan Bahan Mengikut Standard Keselamatan

Penyimpanan bahan yang terancang di tapak bangunan tinggi penting untuk kelancaran logistik dan penggunaan ruang yang optimum. Bahan perlu disusun selamat dan stabil, manakala teknologi seperti RFID membolehkan pemantauan masa nyata, memudahkan pengurusan aliran bahan, meningkatkan efisiensi, dan mengurangkan masa tidak produktif.

2.4.4 Komunikasi Digital (Aplikasi Logistik Tapak)

Penyimpanan bahan yang terancang di tapak bangunan tinggi penting untuk kelancaran logistik dan penggunaan ruang yang optimum. Bahan perlu disusun selamat dan stabil, manakala teknologi seperti RFID membolehkan pemantauan masa nyata, memudahkan pengurusan aliran bahan, meningkatkan efisiensi, dan mengurangkan masa tidak produktif.

2.4.5 Melaksanakan Pusat konsolidasi

CCC mengurus penghantaran bahan ke tapak secara tersusun, mengurangkan kenderaan logistik dan kesesakan trafik. Ia membolehkan penghantaran just-in-time, pemantauan real-time, dan pengurusan keutamaan bahan mengikut fasa, meningkatkan kecekapan logistik serta menjimatkan kos walaupun memerlukan pelaburan awal.

Jadual 2 Kaedah Sediada Bagi Pengurusan Logistik

Bilangan	Kaedah Sediada Bagi Pengurusan Logistik	Pengarang
1	Penggunaan Sistem Penjadualan Bahan Binaan	- Baldwin dan Bordoli (2014) - Mengiste <i>et al.</i> (2023)
2	Pengawalan Laluan Kenderaan di Tapak	- Brusselaers <i>et al.</i> (2024) - AJOT (2023)
3	Penyimpanan Bahan Mengikut Standard Keselamatan	Hairizan <i>et al.</i> (2023)
4	Komunikasi Digital (Aplikasi Logistik Tapak)	- Fateh (2024) - Afridi <i>et al.</i> (2023) - Li <i>et al.</i> (2018) - Huang (2020)
5	Melaksanakan Pusat Konsolidasi Bahan (CCC)	- Guerlain <i>et al.</i> (2019) - Ghaffarianhoseini <i>et al.</i> (2020)

2.5 Penambahbaikan Terhadap Kaedah Sediada

2.5.1 Penggunaan IoT untuk Pemantauan Tapak

Teknologi IoT membolehkan pemantauan masa nyata pergerakan bahan, peralatan dan aktiviti di tapak. Sensor RFID, drone, dan GPRS membantu pengurusan aliran bahan lebih teratur, mengesan kelewatan awal, serta meningkatkan analitik dan keputusan pantas, walaupun kos dan infrastruktur menjadi cabaran.

2.5.2 Sistem *Just-in-Time Delivery* yang Lebih Ketat

JIT memastikan bahan tiba tepat masa dan kuantiti diperlukan, mengurangkan storan berlebihan. Gabungan JIT dengan penjejakan masa nyata, koordinasi pembekal-kontraktor, ramalan trafik dan BIM meningkatkan ketepatan penghantaran dan kelancaran logistik tapak.

2.5.3 Latihan Logistik Khusus untuk Pekerja Tapak

Penetapan polisi pengurusan laluan yang jelas membolehkan semua aliran bahan dan kenderaan di tapak dikawal dengan lebih efisien. Pandit (2022) menekankan bahawa penghantaran bahan secara JIT memerlukan laluan penghantaran yang fleksibel, teratur dan dapat diakses mengikut keperluan semasa pembinaan. Kajian oleh Rudin dan Hussin (2018) juga menyatakan bahawa projek bangunan tinggi memerlukan prosedur pengurusan laluan yang ketat bagi memastikan aliran kerja tidak terganggu akibat kekeliruan atau pertindihan aktiviti logistik. Dengan penetapan laluan tetap, penggunaan sistem pengesanan laluan, serta pengasingan zon penghantaran yang berbeza, pengurusan logistik dapat dilaksanakan secara lebih teratur dan responsif terhadap perubahan tapak.

2.5.4 Penetapan Polisi Pengurusan Laluan Tapak

Penetapan polisi pengurusan laluan yang jelas membolehkan semua aliran bahan dan kenderaan di tapak dikawal dengan lebih efisien. Pandit (2022) menekankan bahawa penghantaran bahan secara JIT memerlukan laluan penghantaran yang fleksibel, teratur dan dapat diakses mengikut keperluan semasa pembinaan. Kajian oleh Rudin dan Hussin (2018) juga menyatakan bahawa projek bangunan tinggi memerlukan prosedur pengurusan laluan yang ketat bagi memastikan aliran kerja tidak terganggu akibat kekeliruan atau pertindihan aktiviti logistik. Dengan penetapan laluan tetap, penggunaan sistem pengesanan laluan, serta pengasingan zon penghantaran yang berbeza, pengurusan logistik dapat dilaksanakan secara lebih teratur dan responsif terhadap perubahan tapak.

2.5.5 Penggunaan *Building Information Modelling* (BIM)

BIM merupakan alat perancangan digital yang membolehkan pemodelan tiga dimensi bagi tapak pembinaan dan aliran logistik. Manzoor *et al.* (2021) menyatakan bahawa BIM boleh digunakan untuk merancang lokasi penyimpanan, laluan pergerakan bahan dan susun atur tapak secara lebih efisien. Melalui simulasi menggunakan BIM 4D, aktiviti pembinaan boleh diselaraskan dengan penjadualan logistik secara masa nyata, mengelakkan pertindihan penghantaran dan memastikan penyusunan bahan yang lebih strategik. Kajian oleh Devaiah dan Keshav (2022) menunjukkan bahawa BIM bukan sahaja menyumbang kepada perancangan logistik yang lebih tepat, tetapi juga menggalakkan kolaborasi antara semua pihak yang terlibat. Penggunaan BIM turut menyokong integrasi teknologi lain seperti realiti maya (VR) dan kecerdasan buatan (AI) untuk analisis ramalan dan visualisasi tapak. Ini menjadikannya salah satu teknologi paling berpotensi dalam merevolusikan pengurusan logistik tapak bangunan tinggi di kawasan bandar.

Jadual 3 Penambahbaikan Terhadap Kaedah Sediada

Bilangan	Penambahbaikan Terhadap Kaedah Sediada	Pengarang
1	Penggunaan IoT untuk Pemantauan Tapak	- Hassim dan Saiful (2020) - Anuar <i>et al.</i> (2023) - Jaini dan Yahya (2021)
2	Sistem <i>Just-in-Time Delivery</i> yang Lebih Ketat	- Pandit (2022) - Hamid dan Ratin (2020)
3	Latihan Logistik Khusus untuk Pekerja Tapak	- Pandit (2022) - Chen <i>et al.</i> (2021)
4	Penetapan Polisi Pengurusan Laluan Tapak	- Pandit (2022) - Rudin dan Hussin (2018)
5	Penggunaan <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	- Manzoor <i>et al.</i> (2021) - Devaiah dan Keshav (2022)

3. Metodologi Kajian

3.1 Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian merupakan proses penting dalam mengumpulkan dan menganalisis data bagi mengenal pasti hubungan antara pembolehubah kajian. Kajian ini menggunakan kaedah kuantitatif kerana ia sesuai untuk mengukur objektif secara tepat dan sistematik. Kaedah ini dilaksanakan melalui soal selidik yang membolehkan pengkaji menilai pengurusan logistik dalam meningkatkan keselamatan pekerja bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar. Menurut Apuke (2017), kaedah kuantitatif sesuai digunakan untuk mengukur pembolehubah dan menggeneralisasi hasil kepada populasi melalui alat pengumpulan data berstruktur seperti soal selidik. Oleh itu, kaedah ini membantu memperoleh data yang sahih, berskala dan mudah dianalisis bagi mencapai objektif kajian. Jadual 4 menunjukkan reka bentuk kajian yang dilaksanakan dalam kajian ini.

Jadual 4 Reka Bentuk Kajian

Bilangan	Objektif Kajian	Kaedah
1	Mengenalpasti masalah utama dalam pengurusan logistik untuk meningkatkan keselamatan pekerja bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar.	Kajian Literatur Kaedah Kuantitatif (pengedaran borang soal selidik)
2	Menganalisis kaedah sediaada dalam pengurusan logistik untuk meningkatkan keselamatan pekerja bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar.	
3	Mencadangkan penambahbaikan terhadap kaedah sediaada dalam pengurusan logistik untuk meningkatkan keselamatan pekerja bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar.	

3.2 Pengumpulan Data

Bagi memastikan kajian ini tepat dan berkesan, pengumpulan data memerlukan gabungan data primer dan sekunder untuk mendapatkan maklumat yang berkaitan dengan objektif kajian. Kaedah kuantitatif seperti soal selidik, tinjauan, temu bual dan pemerhatian digunakan untuk mendapatkan data primer mengenai pengurusan logistik dan kesan terhadap keselamatan pekerja. Kaedah ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang situasi sebenar di lapangan. Data sekunder pula akan memberi gambaran teori dan sokongan tambahan kepada penemuan data primer. Ia diperoleh daripada sumber seperti buku, artikel jurnal, laporan penyelidikan dan dokumen rasmi yang berkaitan. Gabungan kedua-dua jenis data akan memastikan hasil kajian lebih menyeluruh dan tepat.

3.3 Populasi dan sampel kajian

Populasi kajian ini terdiri daripada syarikat pembinaan bertaraf G7 di negeri Selangor, khususnya individu yang terlibat secara langsung dalam pengurusan dan keselamatan tapak pembinaan bangunan tinggi di kawasan bandar seperti pengurus projek, jurutera tapak, penyelia tapak dan pegawai keselamatan (Creswell, 2014). Daripada populasi tersebut, satu sampel dipilih bagi mewakili keseluruhan populasi kajian, selaras dengan konsep pensampelan yang bertujuan memperoleh data yang tepat dan boleh dipercayai tanpa meneliti keseluruhan populasi (Taherdoost, 2016). Sampel kajian terdiri daripada 331 responden yang terlibat secara langsung dalam pengurusan logistik projek bangunan tinggi, dipilih berdasarkan pengetahuan dan pengalaman mereka bagi memastikan dapatan kajian mencerminkan keadaan sebenar serta menyokong pencapaian objektif kajian.

Jadual 5 Populasi dan Sampel Kajian Syarikat Pembinaan G7 di negeri Selangor

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

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudiannya dianalisis menggunakan perisian *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 27 untuk menjalankan analisis deskriptif seperti min, peratusan dan sisihan piawai. Selain itu, analisis kebolehpercayaan instrumen juga dilakukan melalui pengiraan nilai Cronbach's Alpha untuk memastikan kesahan dan kebolehpercayaan data yang dikumpulkan. Kaedah ini membolehkan pengkaji membuat kesimpulan yang tepat dan menyokong objektif kajian yang telah ditetapkan.

4 Analisis Data dan Perbincangan

4.1 Analisis Data

4.1.1 Kadar Maklum Balas

Data yang diperoleh melalui soal selidik dianalisis dengan lebih mendalam menggunakan kaedah analisis deskriptif untuk menentukan kekerapan, peratusan dan min. 331 kontraktor G7 di Selangor. Oleh itu, seramai 331 responden telah dipilih sebagai saiz sampel berdasarkan Kaedah Pensampelan Krejcie dan Morgan (1970). Jadual 6 menunjukkan kadar maklumbalas borang soal selidik yang telah diedarkan, jumlah yang diterima serta yang tidak diterima berserta peratusannya masing-masing.

Jadual 6 Kadar Maklum Balas Tinjauan Soal Selidik

Soal Selidik	N	Kadar Maklum Balas
Soal Selidik yang Diedarkan	331	100%
Soal Selidik yang Diterima	106	32%
Soal Selidik yang Tidak Diterima	225	68%

4.1.2 Ujian Kebolehpercayaan

Ujian kebolehpercayaan ialah salah satu ujian yang digunakan dalam kajian penyelidikan. Ujian ini berfungsi untuk menilai dan mengukur segala jenis data dan instrumen bagi memndapatkan hasil yang tepat. Dalam penyelidikan, pekali Alfa Cronbach selalu diambil dan digunakan terutamanya dalam penyelidikan kuantitatif bagi mengukur dan menilai kesahihan. Jadual 7 telah menyatakan bilangan kesemua reponden daripada 106 yang menjawab soalan yang berkaitan informasi latar belakang responden dan objektif penyelidikan.

Jadual 7 Statistik Kebolehpercayaan

Bahagian	Nombor (N)	Item	Alfa Cronbach (α)	Responden	Tahap Kebolehpercayaan
Bahagian B	15		0.865	106	Baik dan Masih Diterima
Bahagian C	15		0.927	106	Baik dan Masih Diterima
Bahagian D	15		0.940	106	Baik dan Masih Diterima

4.2 Perbincangan

4.2.1 Latar Belakang Responden

Jadual 8 di bawah menunjukkan secara ringkas berkenaan latar belakang responden iaitu jantina, umur, jawatan, dan pengalaman bekerja di tapak bina. Keseluruhan maklum balas keseluruhan 109 orang responden akan diringkaskan berdasarkan kekerapan dan peratusan. Mengikut Jadual 4.3, hasil data yang didapati bagi jantina kebanyakan adalah terdiri daripada lelaki dengan peratusan 86.2%. Selain itu, golongan umur 21 hingga 30 tahun adalah antara responden yang mempunyai kekerapan yang tinggi dengan kadar peratus sebanyak 39.4%. Bagi jawatan pula kebanyakan adalah daripada jurutera tapak dengan peratusan sebanyak 26.6%. Seterusnya, pengalaman bekerja di tapak bina adalah terdiri daripada kekerapan yang tinggi iaitu 1 hingga 5 tahun dengan kadar peratusan 46.5%.

Jadual 8 Latar Belakang Responden

	Item	Kekerapan	Peratusan (%)
Jantina	Lelaki	74	69.8
	Perempuan	32	30.2
Umur	20 tahun ke bawah	1	0.9
	21 – 30 tahun	37	34.6
	31 – 40 tahun	41	38.3
	41 – 50 tahun	21	19.6
	51 tahun ke atas	6	5.6
Tahap Pengajian	Diploma	22	20.6
	Degree	65	60.7
	Master	16	15.0
	PhD	3	2.8
Jawatan	Pengurus Projek	20	18.7
	Pengurus Tapak	30	28.0
	Jurutera Tapak	33	30.8
	Penyelia Tapak	21	19.6
	Lain-lain	2	1.9
Pengalaman Bekerja	Kurang 1 tahun	10	9.3
	1 -5 Tahun	31	29.0
	6-10 Tahun	37	34.6
	Lebih 10 tahun	28	26.2

4.2.2 Masalah dalam Pengurusan Logistik bagi Projek Bangunan Tinggi di Kawasan Bandar

Analisis menunjukkan bahawa kelewatan penghantaran bahan binaan merupakan masalah utama dalam pengurusan logistik projek bangunan tinggi di kawasan bandar, dengan nilai min tertinggi melebihi 4.4, memberi kesan besar terhadap jadual kerja dan produktiviti. Isu lain termasuk kekurangan tenaga kerja mahir (min 4.35), kegagalan komunikasi dalam rantai bekalan (min 4.24), penyimpanan bahan yang tidak selamat (min 4.16), dan kawalan laluan penghantaran yang lemah (min 4.12). Secara keseluruhan, semua kategori mencatat nilai min melebihi 4.0, menunjukkan tahap persetujuan yang tinggi bahawa cabaran logistik adalah faktor kritikal yang menjejaskan kelancaran projek dan perlu diberi perhatian serius.

Jadual 9 Masalah dalam Pengurusan Logistik bagi Projek Bangunan Tinggi di Kawasan Bandar

No.	Item	N	Min	Sisihan Piawai	Kedudukan	
Kelewatan Penghantaran Bahan Binaan						
1	Penghantaran bahan binaan lewat jejakkan jadual kerja	106	4.51	0.502	1	1
2	Kekurangan bahan binaan ganggu kelancaran Kerja	106	4.31	0.558	6	
3	Kelewatan bahan binaan mengurangkan produktiviti kerja	106	4.49	0.502	2	
Min Purata			4.44			
Kekurangan Kawalan Laluan Penghantaran						
4	Laluan penghantaran bahan tidak dikawal menyebabkan gangguan logistik	106	4.13	0.648	13	5
5	Laluan penghantaran bahan tidak jelas menyukarkan kerja di tapak	106	4.10	0.660	15	
6	Tiada laluan khas untuk kawasan sempit	106	4.14	0.709	12	

Min Purata			4.12			
Penyimpanan Bahan yang Tidak Selamat						
7	Bahan binaan disimpan secara tidak teratur	106	4.19	0.735	9	4
8	Bahan binaan disusun terlalu tinggi sehingga meningkatkan risiko runtuhan	106	4.19	0.638	10	
9	Bahan kimia disimpan tanpa label dan kawalan yang betul	106	4.10	0.755	14	
Min Purata			4.16			
Kegagalan Komunikasi dalam Rantaian Bekalan						
10	Maklumat penghantaran yang tidak jelas jejaskan proses penghantaran	106	4.33	0.612	5	3
11	Kurangnya komunikasi antara pembekal dan tapak menyebabkan kelewatan bahan	106	4.22	0.590	8	
12	Kegagalan menyampaikan maklumat kerja mengganggu penyelarasan di tapak	106	4.16	0.691	11	
Min Purata			4.24			
Kekurangan Tenaga Kerja Mahir						
13	Pekerja tiada pengalaman mengurus logistik menyebabkan kerja terganggu	106	4.33	0.583	4	2
14	Tiada latihan khusus jejaskan pengurusan Logistik	106	4.31	0.637	7	
15	Kekurangan tenaga kerja mahir menyebabkan proses logistik menjadi perlahan	106	4.42	0.533	3	
Min Purata			4.35			

4.2.3 Kaedah Sediada Bagi Pengurusan Logistik bagi Projek Bangunan Tinggi di Kawasan Bandar

Analisis menunjukkan bahawa penggunaan Pusat Logistik Bahan (CCC) adalah kaedah sedia ada paling berkesan dalam pengurusan logistik projek bangunan tinggi di bandar, dengan nilai min tertinggi 4.33, kerana ia membantu menyusun atur bahan secara sistematik, mengurangkan kesesakan trafik dan meningkatkan aliran kerja. Sebaliknya, penggunaan teknologi digital seperti aplikasi logistik tapak mencatat nilai min terendah 4.05, menunjukkan pengoperasian masih belum optimum disebabkan kekangan kemahiran teknikal dan infrastruktur. Secara keseluruhan, strategi logistik yang menggabungkan fasiliti fizikal seperti CCC dan penjadualan bahan yang terancang dianggap lebih efektif untuk meningkatkan produktiviti, mengurangkan kos, dan memastikan kelestarian projek di kawasan bandar yang sesak.

Jadual 10 Kaedah Sediada Pengurusan Logistik bagi Projek Bangunan Tinggi Di Kawasan Bandar

No.	Item	N	Min	Sisihan Piawai	Kedudukan	
Penggunaan Sistem Penjadualan Bahan Binaan						
1	Jadual bahan sistematik bantu untuk kurangkan isu kelewatan penghantaran	106	4.28	0.597	9	2
2	Sistem pengurusan bahan sesuai untuk projek bertingkat bagi memastikan bahan sampai tepat pada masa	106	4.30	0.554	6	
3	Pelan logistik awal membantu memudahkan urusan semasa pembinaan	106	4.33	0.564	2	

Min Purata			4.30			
Pengawalan Laluan Kenderaan di Tapak						
4	Laluan masuk yang sesak jejaskan aliran kerja	106	4.28	0.643	10	4
5	Kawalan laluan bantu lancarkan pergerakan bahan	106	4.29	0.631	8	
6	Pengawalan laluan meningkatkan kecekapan masa dan mengurangkan kos	106	4.22	0.606	12	
Min Purata			4.26			
Penyimpanan Bahan Mengikut Standard Keselamatan						
7	Sistem penyimpanan teratur penting untuk tapak padat	106	4.30	0.635	7	3
8	Susunan sistematik memudahkan pencarian bahan	106	4.22	0.621	11	
9	Simpanan ikut piawaian bantu pengurusan bahan	106	4.32	0.594	4	
Min Purata			4.28			
Komunikasi Digital (Aplikasi Logistik Tapak)						
10	Aplikasi digital dapat memantau penghantaran bahan	106	4.03	0.660	14	5
11	Aplikasi digital dapat mengawal stok bahan	106	4.01	0.632	15	
12	Aplikasi secara atas talian boleh mempercepatkan penghantaran	106	4.11	0.622	13	
Min Purata			4.05			
Melaksanakan Pusat Logistik Bahan (CCC)						
13	CCC sesuai digunakan di projek bangunan tinggi	106	4.32	0.561	3	1
14	CCC bantu kurangkan kesesakan logistik di tapak	106	4.31	0.558	5	
15	CCC bantu susun atur bahan lebih sistematik	106	4.36	0.503	1	
Min Purata			4.33			

4.2.3 Penambahbaikan Terhadap Kaedah Sediada Bagi Pengurusan Logistik Bagi Projek Bangunan Tinggi di Kawasan Bandar

Analisis menunjukkan bahawa penggunaan Building Information Modeling (BIM) adalah cadangan penambahbaikan paling berkesan, dengan nilai min tertinggi 4.45, kerana ia membolehkan pemodelan 3D untuk merancang aliran logistik, mengesan konflik ruang, dan menyelaraskan aktiviti tapak sebelum pembinaan. Selain itu, latihan logistik khusus untuk pekerja tapak (min 4.43) turut penting untuk meningkatkan kemahiran pengurusan bahan. Cadangan lain seperti polisi laluan dengan sensor mencatat min terendah 4.22, menunjukkan responden menilai pelaburan pada teknologi fizikal kurang kritikal berbanding BIM dan latihan pekerja. Secara keseluruhan, integrasi teknologi digital dan pembangunan kemahiran pekerja dilihat sebagai strategi utama untuk meningkatkan keberkesanan logistik dan produktiviti projek bangunan tinggi di bandar.

Jadual 11 Penambahbaikan Terhadap Kaedah Sediada Bagi Pengurusan Logistik Bagi Projek Bangunan Tinggi Di Kawasan Bandar

No.	Item	N	Min	Sisihan Piawai	Kedudukan	
Penggunaan sensor Internet of Things (IoT) untuk Pemantauan Tapak						
1	IoT guna sensor pantau logistik di tapak	106	4.31	0.637	10	4
2	Sensor pintar kesan masalah logistik lebih awal	106	4.22	0.573	14	
3	IoT sedia data masa nyata tingkatan pengurusan tapak	106	4.35	0.604	7	
Min Purata			4.29			
Sistem <i>Just-in-Time Delivery</i> yang Lebih Ketat						
5	JIT bantu penghantaran bahan ikut jadual kerja	106	4.29	0.551	12	3
6	JIT kawal lambakan bahan di tapak	106	4.32	0.544	9	
7	JIT elak masalah ruang simpanan	106	4.30	0.588	11	
Min Purata			4.30			
Latihan Logistik Khusus untuk Pekerja Tapak						
9	Latihan mengawal aliran logistik di tapak	106	4.39	0.612	6	2
10	Latihan mengawal kerja lebih teratur	106	4.45	0.571	4	
11	Latihan mengurangkan kesilapan urus bahan	106	4.47	0.572	2	
Min Purata			4.43			
Penetapan Polisi Pengurusan Laluan Tapak						
13	Polisi laluan bantu kawal pergerakan bahan	106	4.23	0.578	13	5
14	Prosedur kerja jelas elak kekeliruan	106	4.33	0.550	8	
15	Laluan dengan kelengkapan sensor kurangkan kesesakan	106	4.12	0.596	15	
Min Purata			4.22			
Penggunaan <i>Building Information Modelling</i> (BIM)						
17	BIM bantu kenal pasti masalah logistik awal	106	4.45	0.634	3	1
18	BIM menyediakan simulasi 3D aliran logistik	106	4.41	0.566	5	
19	BIM menyediakan model 3D tingkatan kecekapan logistik	106	4.49	0.589	1	
Min Purata			4.45			

5 Kesimpulan

Objektif pertama adalah untuk Mengenalpasti masalah utama dalam pengurusan logistik bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar. Dapatan kajian dikumpul dengan menggunakan kaedah kuantitatif secara pengedaran borang soal selidik atas talian iaitu *Google Form* kepada responden. Mengikut analisis data, tiga min tertinggi yang direkodkan bagi Masalah dalam pengurusan logistik bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar adalah dalam Jadual 4.28 iaitu "Penghantaran bahan binaan lewat jeaskan jadual kerja", "Kelewatan bahan binaan mengurangkan produktiviti kerja", dan "Kekurangan tenaga kerja mahir menyebabkan proses logistik menjadi perlahan" dengan min 4.51, 4.49 dan 4.42. isu ketepatan masa dan kualiti tenaga kerja adalah cabaran kritikal

dalam persekitaran bandar yang padat. Kelewatan penghantaran bahan bukan sahaja mengganggu garis masa projek, malah memberi impak negatif terhadap produktiviti keseluruhan di tapak bina. Walau bagaimanapun, untuk min terendah bagi Masalah dalam pengurusan logistik bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar ialah 4.10 iaitu "Laluan penghantaran bahan tidak jelas menyukarkan kerja di tapak". Ini menunjukkan bahawa kekangan ruang fizikal di kawasan bandar memerlukan perancangan laluan yang lebih strategik.

Objektif kedua adalah untuk menganalisis kaedah sedia ada dalam pengurusan logistik bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar. Dapatan kajian dikumpul dengan menggunakan pendekatan kuantitatif secara pengedaran borang soal selidik atas talian iaitu *Google Form* kepada responden. Menurut analisis data yang dilakukan dalam Jadual 4.29 untuk Kaedah Sediada Bagi Pengurusan Logistik Bagi Projek Bangunan Tinggi Di Kawasan Bandar mencatatkan min yang paling tinggi iaitu sebanyak 4.36 untuk "CCC bantu susun atur bahan lebih sistematik". Ini membuktikan bahawa penggunaan Pusat Konsolidasi Bahan (CCC) adalah kaedah sedia ada yang sangat relevan untuk mengatasi kekangan ruang di kawasan bandar. Akhir sekali, min terendah bagi cabaran adalah 4.01 untuk "Aplikasi digital dapat mengawal stok bahan". Hal ini menunjukkan bahawa walaupun teknologi digital tersedia, tahap pengoperasiannya dalam pengurusan stok masih belum mencapai tahap optimum berbanding kaedah fizikal dan manual.

Objektif ketiga ialah Mencadangkan penambahbaikan terhadap kaedah sedia ada dalam pengurusan logistik bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar. Dapatan kajian dikumpul dengan menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengedarkan borang soal selidik atas talian iaitu *Google Form* kepada responden. Menurut analisis data yang dilakukan dalam Jadual 4.30, Penambahbaikan Terhadap Kaedah Sediada Bagi Pengurusan Logistik Bagi Projek Bangunan Tinggi Di Kawasan Bandar mencatatkan min tertinggi sebanyak 4.49 bagi "BIM menyediakan model 3D tingkatan kecekapan logistik". Dapatan ini menunjukkan keperluan mendesak untuk mengintegrasikan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) dalam perancangan logistik bagi membolehkan simulasi aliran bahan dilakukan secara 3D sebelum pelaksanaan sebenar. Akhir sekali, min terendah ialah 4.12 bagi "Laluan dengan kelengkapan sensor kurangkan kesesakan". Selain itu, latihan khusus bagi pekerja tapak dianggap penting untuk mengurangkan kesilapan manusia dalam pengendalian bahan dan pengurusan laluan. Penambahbaikan lain seperti penggunaan sensor keselamatan dan polisi kawalan penggunaan bahan juga dilihat sebagai langkah proaktif untuk menjamin keselamatan dan kelancaran projek di kawasan bandar yang mencabar.

Pihak industri pembinaan disarankan untuk memberi penekanan yang lebih serius terhadap pengurusan logistik bagi projek bangunan tinggi di kawasan bandar melalui perancangan logistik tapak bina yang sistematik, penjadualan penghantaran bahan yang teratur serta kawalan pergerakan kenderaan bagi mengurangkan kesesakan, kelewatan dan risiko keselamatan. Selain itu, penggunaan teknologi seperti *Building Information Modelling* (BIM) dan sistem penjejakan bahan serta pelaksanaan latihan keselamatan secara berterusan kepada pekerja dicadangkan bagi meningkatkan kecekapan pengurusan logistik, keselamatan pekerja dan kelancaran operasi projek. Bagi penyelidikan pada masa hadapan, dicadangkan agar skop kajian pengurusan logistik dalam projek bangunan tinggi diperluaskan dengan melibatkan lebih banyak kawasan kajian serta bilangan responden yang lebih besar. Penggunaan gabungan kaedah kuantitatif dan kualitatif seperti temu bual dan perbincangan kumpulan berfokus juga disarankan bagi memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai cabaran sebenar pengurusan logistik di tapak bina. Selain itu, kajian lanjut boleh menumpukan kepada keberkesanan penggunaan teknologi logistik terhadap keselamatan dan prestasi projek bagi memperkukuh penyelidikan dalam bidang pengurusan logistik pembinaan.

Penghargaan

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

Konflik Kepentingan

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

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Mardhiatul Husna Islah, Narimah Kasim; **pengumpulan data:** Mardhiatul Husna Islah; **analisis dan interpretasi hasil:** Mardhiatul Husna Islah, Narimah Kasim; **penyediaan draf manuskrip:** Mardhiatul Husna Islah, Narimah Kasim. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- Abkar, M. M. A., Yunus, R., Harouache, A., Gamil, Y., & Al-Shameri, A. S. A. S. (2024). The adoption of automation technology to mitigate material waste on construction sites in the Malaysian construction industry. *International Journal of Construction Management*, 25(5), 1–12. <https://doi.org/10.1080/15623599.2024.2337958>
- Al Kurdi, B., Alshurideh, M., Akour, I. A., & AlHamad, A. (2023). The impact of information technology competencies and fleet management practices on effective service delivery in the construction industry. *International Journal of Business Analytics and Security (IJBAS)*, 3(2), 118–129. <https://doi.org/10.54489/ijbas.v3i2.262>
- Amminudin, N. S., & Osman, W. N. (2017). *Pengurusan Keselamatan dan Kesihatan Pekerja di Tapak Pembinaan: Perspektif Kontraktor*. In Symposium on Technology Management & Logistics (STML– Go Green) 2016. Universiti Utara Malaysia. <https://repo.uum.edu.my/id/eprint/22573/>
- Apuke, O. D. (2017). Quantitative research methods: A synopsis approach. *Arabian Journal of Business and Management Review (Kuwait Chapter)*, 6(10), 40–47. <https://doi.org/10.12816/0040336>
- Arif, M., Kamaruzzaman, S. N., & Ismail, Z. (2021). *Construction tracking: implications of logistics data*. *Construction Innovation*, 21(3), 467–484. <https://doi.org/10.1108/CI-06-2021-0122>
- Baldwin, A., & Bordoli, D. (2014). *A Handbook for Construction Planning and Scheduling*. Wiley-Blackwell.
- Balaji, C. R. H., & Banu, S. S. (2023). *Just in Time Logistics*. Barnes & Noble. <https://www.barnesandnoble.com/w/just-in-time-logistics-c-r-hitesh-balaji/1144884707>
- Brusselaers, N., Fredriksson, A., Gundlegård, D., & Zernis, R. (2024). Decision support for improved construction traffic management and planning. *Sustainable Cities and Society*, 104(1), 105305. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105305>
- Brusselaers, J., Verbeke, S., & Dewulf, W. (2024). A construction transport planning gap – An institutional logic perspective. *Cities*, 145, 104677.
- Che Othman, C. M. S. A. (2021). *Issues on the safety of workers at high rise building construction in Malaysia*. Universiti Teknologi MARA.
- Dandwate, S. (2015). Construction equipment fleet management. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 5(2), 29–33. Retrieved from https://www.academia.edu/16073455/Construction_Equipment_Fleet_Management
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors* (Edisi ke-2). Wiley.
- Gamil, Y., & Abdul Rahman, I. (2019). Assessment of cause and effect factors of poor communication in construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 601, 012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/601/1/012014>
- Gan, L., Goh, M., & Ong, C. (2020). *Application of mobile communication tools in construction logistics management*. *Procedia Engineering*, 143, 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2020.01.068>
- Ghaffarianhoseini, A., Tookey, J., & Ghaffarianhoseini, A. (2020). *Construction Logistics in New Zealand: A Holistic Research Review and Framework*. Proceedings of the 54th International Conference of the Architectural Science Association (ANZAScA).
- Haag, P., & Jünger, H. C. (2023). Turning a spotlight on construction logistics for a sustainable urban environment - a review of current policy concepts and literature. *Frontiers in Built Environment*, 9, 1202091. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1202091>
- Hairizan, M. A. H., Kasim, N., Shareh Musa, S. M., Mohd Noh, H., & Dodo, M. (2023). RFID Implementation for Material Safety at Storage Area in Construction Site. *Research in Management of Technology and Business*, 4(1), 1052–1066. Retrieved from <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb/article/view/11569>
- Hassan, R. (2009). *Pengurusan bahan binaan di tapak bina*. Tesis Sarjana Muda, Universiti Teknologi MARA.
- Hwang, B., Chan, Y., & Tan, X. (2021). Digital construction management: Impacts of communication technologies in the construction industry. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(3), 227–238. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.13767>
- Ismail, A., & Hassan, M. (2017). *Kerjasama antara DOSH dan Sektor Swasta dalam Meningkatkan Kesedaran Keselamatan*. Prosiding Persidangan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, 2017, 78–85.
- Kanchana, S., Sivaprakash, P., & Joseph, S. (2015). Studies on labour safety in construction sites. *The Scientific World Journal*, 2015, Article ID 590810. <https://doi.org/10.1155/2015/590810>
- Kisi, K., & Sulbaran, T. (2023). Mitigating construction delays: Lessons from the COVID-19 pandemic on material supply disruptions. *Science, Technology & Public Policy*, 7(2), 75–84. <https://doi.org/10.11648/j.stpp.20230702.14>

- Kwon, I. G., & Suh, T. (2005). Trust, commitment and relationships in supply chain management: a path analysis. *Supply Chain Management: An International Journal*, 10(1), 26–33.
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). The bullwhip effect in supply chains. *MIT Sloan Management Review*, 38(3), 93–102.
- Lee, K., Kim, Y., & Lee, J. (2021). Impact of cloud-based applications on construction project management: Enhancing logistics and communication. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(5), 04021039. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002036](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002036)
- Liu, Y., Zhang, Y., & Li, H. (2022). Improving transport efficiency in the construction supply chain. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(6), 04022066. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002187](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002187)
- Lu, Y., Wu, Z., Chang, R., & Li, Y. (2020). Building Information Modeling (BIM) and Big Data in construction logistics management Automation in Construction, 102, 288–298. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.010>
- Mengiste, E. T., García de Soto, B., & Hartmann, T. (2023). Automating lookahead planning using site appearance and space utilization. *arXiv preprint arXiv:2311.18361*. <https://arxiv.org/abs/2311.18361>
- Mohamad Irwan P. Harahap, Idris Othman, & Nur Athirah Mohamed Dinata. (2024). Investigation on the Nature of Safety Rule Violations in High-Rise Construction Projects. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 41(2), 164–179. <https://doi.org/10.37934/araset.41.2.164179>
- Nurul Safwah Mohd Yusoff, Faizul Azli Mohd Rahim, & Loo Siaw Chuing. (2021). The relationship of skilled labour shortages and project performance in construction industry: A conceptual framework. *Journal of Project Management Practice*, 1(1), 1–21. <https://doi.org/10.22452/jpmp.vol1no1.1>
- Nurzawani Md Sofwan, Afzan Ahmad Zaini, & Siti Akhtar Mahayuddin. (2016). Preliminary Study on the Identification of Safety Risks Factors in the High Rise Building Construction. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 78(5). <https://doi.org/10.11113/jt.v78.8505>
- Occupational Health & Safety Online. (2023). Safe Practices for Storing Hazardous Substances on Construction Sites. Retrieved from <https://ohsonline.com/articles/2023/07/03/storing-hazardous-substances-on-construction-sites.aspx>
- Oyedele, L. O., Tham, K. W., & Kashiwagi, D. T. (2015). Improving material management practices on construction sites. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(12), 04015032. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001028](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001028)
- Pandit, A. (2022). Micro-Logistics in High-Rise Construction: Managing Material Flow in Congested Urban Areas. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(2), 04021157. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002280](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002280)
- Panova, Y., & Hilletoft, P. (2018). Managing supply chain risks and delays in construction projects. *Industrial Management & Data Systems*, 118(7), 1413–1431. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2017-0422>
- Park, M., Lee, H.-S., Jung, M., & Chi, S. (2018). Enhancing Internal Vertical Logistics Flows in High-Rise Construction: An Exploratory Study. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 32(6), 04018041. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000791](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000791)
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (Edisi ke-3). Wiley.
- Shahbaz, M. S., Soomro, M. A., & Bhatti, N. U. K. (2019). The impact of supply chain capabilities on logistic efficiency for the construction projects. *Civil Engineering Journal*, 5(9), 1919–1929. <https://doi.org/10.28991/cej-2019-03091329>
- Shakir, L., & Sattar, M. U. (2022). Challenges of Construction Logistics in Urban Building Projects: A Safety and Sustainability Perspective. *Journal of Building Engineering*, 57, 104877. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104877>
- Si, T., Lu, W., & Wang, J. (2020). A Solution to Just-in-Time Delivery for Off-Site Construction: A Conceptual Model. *Construction Research Congress 2020*, 345. https://www.researchgate.net/publication/346756512_A_Solution_to_Just-in-Time_Delivery_for_Off-Site_Construction_A_Conceptual_Model
- Sullivan, G., Barthorpe, S., & Robbins, S. (2010). *Managing Construction Logistics*. Wiley.eBay+1Wiley+1
- Whitlock, K., Gledson, B., & Austin, S. (2018). *BIM for Construction Site Logistics Management*. Proceedings of the 2018 International Conference on Construction Applications of Virtual Reality.
- Yusof, N., & Misnan, M. S. (2019). A review of safety issues among small grade contractors in the construction industry. *MATEC Web of Conferences*, 266, 05008. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926605008>
- Zhang, M., Lu, Y., Xue, F., & Cheng, J. C. P. (2023). Enhancing supply chain resilience in prefabricated building projects through building information modeling: A framework. *Applied Sciences*, 13(23), 12694. <https://doi.org/10.3390/app132312694>

- Zhang, Y., & Zhang, L. (2022). Construction logistics and transportation optimization using software tools. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(5), 04022052. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002117](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002117)
- Zhi, Z., Feng, W., & Liu, Y. (2020). Smart communication and safety monitoring in construction logistics. *Automation in Construction*, 112, 103087. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103087>