

Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan dalam Proyek Pembangunan Perumahan: Tinjauan Literatur Sistematis

William Yahdiel Mackleva Yahdiel, Tubagus Aji Regif Prawira, Pungky Dharma Saputra*

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan RI, Bogor, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 03 Agustus 2026
Revisi Akhir: 21 Agustus 2026
Diterbitkan Online: 10 Oktober 2026

KATA KUNCI

Faktor Penyebab
Keterlambatan
Literatur Review
Manajemen Proyek
Proyek Pembangunan Perumahan

KORESPONDENSI (*)

E-mail: purbawilliam05@gmail.com

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan dalam proyek pembangunan perumahan dengan menganalisis 102 artikel yang diterbitkan antara tahun 2000 hingga 2024. Melalui pendekatan literatur review, penelitian ini mengelompokkan faktor penyebab menjadi tujuh kategori utama faktor penyebab keterlambatan, yaitu labours, desain, material and equipment, external factor, contractor, owner, dan management. Faktor dengan frekuensi terbanyak adalah keterlambatan pembayaran oleh pemilik proyek (33,3%), diikuti oleh kesulitan dalam koordinasi dan komunikasi antar subkontraktor (22,5%) serta keterlambatan pengiriman material (21,6%). Penelitian ini memberikan gambaran tentang faktor-faktor utama yang menyebabkan keterlambatan dalam proyek konstruksi perumahan dan menekankan pentingnya pemahaman yang lebih baik tentang manajemen proyek untuk mengurangi risiko keterlambatan. Namun, karena ini adalah penelitian literatur review, hasil yang ditemukan tidak dapat digeneralisasi pada semua jenis proyek konstruksi, melainkan hanya sebagai referensi. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan riset lebih lanjut dengan analisis lebih mendalam tentang solusi mitigasi terhadap keterlambatan dan penerapan teknologi manajemen proyek yang lebih efisien.

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi perumahan memiliki peranan penting dalam sektor pembangunan, namun sering terhambat oleh masalah keterlambatan yang berdampak pada kelancaran pelaksanaan proyek [1]. Keterlambatan tersebut tidak hanya mengganggu pengembang, tetapi juga konsumen yang harus menunggu lebih lama untuk menempati rumah mereka [2], sehingga identifikasi faktor penyebabnya menjadi sangat penting untuk diatasi [3]. Faktor penyebab keterlambatan bervariasi, mulai dari masalah keuangan hingga perencanaan yang tidak matang [4], di antaranya keterlambatan pembayaran oleh pemilik proyek yang menghambat kelancaran aliran dana [5] serta koordinasi yang kurang baik antara subkontraktor dan perusahaan lain [6].

Meskipun identifikasi faktor keterlambatan telah banyak dilakukan, riset terdahulu mengenai proyek konstruksi perumahan masih cenderung terpencar-pencar dan berfokus pada konteks wilayah yang spesifik. Hingga saat ini, belum ada studi yang secara komprehensif merangkum dan mengintegrasikan faktor-faktor tersebut ke dalam 7 kategori utama komprehensif dalam rentang waktu publikasi 2000–2024 [47]. Kekosongan literatur ini menjadi celah penelitian (*research gap*) yang signifikan, karena tanpa adanya sintesis data yang holistik, para praktisi kesulitan untuk mendapatkan gambaran utuh mengenai pola penyebab keterlambatan yang konsisten selama lebih dari dua dekade. Oleh karena itu, tinjauan literatur ini diperlukan untuk mengisi celah tersebut dengan mengkaji dan merangkum seluruh temuan dari berbagai literatur terdahulu secara sistematis.

Berbagai solusi dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi manajemen proyek, antara lain perbaikan sistem pembayaran antara pemilik proyek dan kontraktor agar lebih terstruktur dan tepat waktu [21], penerapan teknologi

manajemen proyek untuk mempercepat komunikasi dan koordinasi antar pihak terkait [22], serta perencanaan yang lebih realistis dan fleksibel terhadap pengiriman material dan perubahan desain [23]. Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor-faktor penyebab keterlambatan dalam proyek konstruksi perumahan dan memberikan rekomendasi solusi yang dapat diterapkan oleh para pihak terkait [24], sehingga hasilnya dapat menjadi panduan perbaikan sistem manajemen proyek [25] sekaligus acuan bagi pengembang dan kontraktor serta bagi perbaikan kebijakan dan regulasi di industri konstruksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Dampak keterlambatan proyek konstruksi perumahan sangat luas, mulai dari peningkatan biaya hingga rusaknya hubungan antara pemilik proyek dan kontraktor [7]. Biaya tambahan yang timbul sering kali melebihi anggaran yang telah ditetapkan [8], sementara konsumen harus menunggu lebih lama untuk menempati rumah mereka [9]; karena itu pemahaman yang jelas atas faktor penyebab menjadi dasar penentuan solusi yang tepat [10]. Untuk menghindari tumpang tindih dalam menganalisis berbagai faktor tersebut serta memberikan struktur yang sistematis, penelitian ini mendefinisikan batasan tujuh kategori utama sebagai pisau analisis [28].

Kategori pertama, yaitu *management*, membatasi analisis pada aspek pengelolaan operasional proyek secara keseluruhan, termasuk hambatan koordinasi antarpihak baik subkontraktor maupun pemasok material [11], komunikasi yang buruk [12], serta urgensi penataan manajemen komunikasi dan logistik [14]. Kategori kedua adalah *desain*, yang berfokus pada kendala dokumen teknis dan perencanaan seperti perubahan desain yang terjadi selama proyek berlangsung [15]. Jika perubahan dilakukan tanpa mempertimbangkan dampaknya terhadap jadwal, pekerjaan harus disesuaikan kembali sehingga memanjangkan waktu penyelesaian [16], yang menuntut manajemen perubahan desain yang lebih baik [17]. Kategori ketiga, *labours*, menitikberatkan pada masalah kapasitas dan kapabilitas sumber daya manusia di lapangan, baik kekurangan tenaga kerja terampil maupun jumlah pekerja yang tidak mencukupi [18]. Kategori ini berfokus pada kelambatan pelaksanaan pekerjaan khusus [19] yang memerlukan perencanaan kebutuhan tenaga kerja secara matang [20].

Kategori keempat, *material and equipment*, mencakup kendala fisik rantai pasok barang dan alat di lapangan, seperti keterlambatan pengiriman material [13], yang secara langsung menghentikan atau memperburuk jadwal pekerjaan konstruksi. Kategori kelima adalah *external factor*, yang mengelompokkan hambatan-hambatan mutlak di luar kendali langsung tim proyek, seperti lokasi proyek yang sulit [4], cuaca buruk [5], hingga masalah perizinan [22] dan perselisihan hukum [7]. Kategori keenam, *contractor*, berfokus pada kendala yang bersumber dari internal pihak pelaksana, seperti estimasi biaya yang tidak realistis [56], eksekusi pekerjaan yang cacat atau tidak sesuai spesifikasi [51], hingga rendahnya kualitas sumber daya manusia kontraktor [10]. Terakhir, kategori *owner* berkaitan dengan kendala yang dipicu secara spesifik oleh pihak pemilik proyek, mencakup hambatan finansial seperti keterlambatan pembayaran [50] dan masalah keuangan [5], maupun tuntutan jadwal seperti durasi kontrak yang ditetapkan terlalu singkat [4]. Definisi dan batasan dari ketujuh kategori di atas digunakan sebagai kerangka dasar untuk menelaah dan mengelompokkan pola penyebab keterlambatan secara terstruktur dalam kajian ini.

METODOLOGI

Desain Penelitian

Penelitian ini bersifat kualitatif dengan pendekatan literatur review menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR), yaitu pendekatan sistematis dalam mengumpulkan, mengevaluasi, dan menganalisis literatur yang relevan dengan topik penelitian [26]. Melalui metode ini diperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai faktor-faktor penyebab keterlambatan dan pengaruhnya terhadap proyek konstruksi perumahan secara keseluruhan [27].

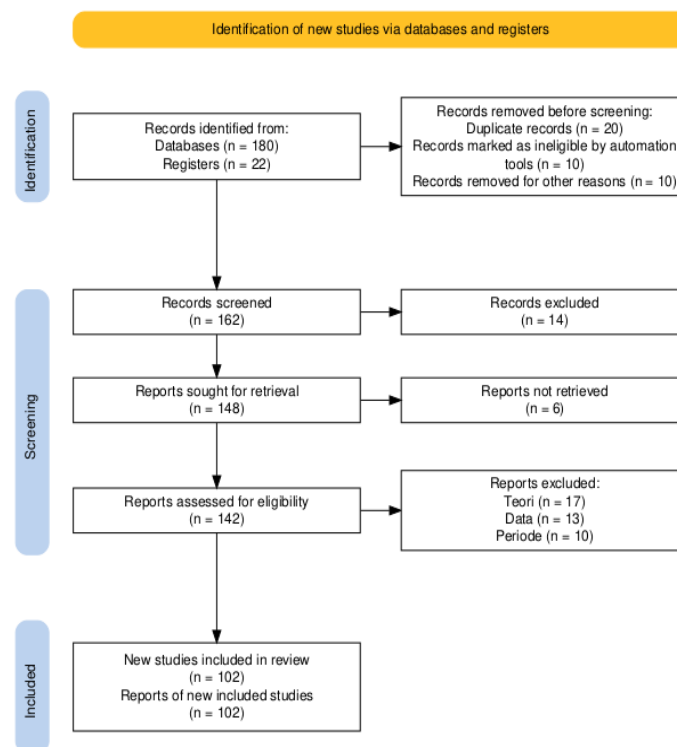
Variabel Penelitian

Identifikasi kategori faktor penyebab keterlambatan mengikuti klasifikasi dalam jurnal Critical Analysis of Causes of Delay in Residential Construction Projects in India oleh Subhav Singh, Anju Bala, Saurav Dixit, dan Deekshant Varshne [28]. Tujuh kategori utama digunakan sebagai dasar pengelompokan, yaitu faktor eksternal (external factors), material dan peralatan (material and equipment), kontraktor (contractor), manajemen (management), tenaga kerja (labour), pemilik

(owner), dan desain, untuk mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan yang paling sering dibahas dalam literatur yang dianalisis [29].

Tahapan Penelitian

Penelitian ini mengikuti prosedur PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) untuk mengidentifikasi, menyaring, dan memilih artikel yang relevan untuk tinjauan sistematis [30]. Proses dimulai dengan pencarian studi dari database, dilanjutkan dengan penyaringan untuk mengevaluasi kelayakan setiap studi berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Gambar 1 menggambarkan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sesuai prosedur PRISMA.



Gambar 1. Diagram Prisma SLR

Berdasarkan diagram PRISMA pada Gambar 1, tahap identifikasi menemukan 180 jurnal melalui database dan 22 jurnal dari register, dengan 40 jurnal dihapus sebelum penyaringan karena duplikasi atau tidak memenuhi kriteria. Pada tahap penyaringan, 162 jurnal disaring lebih lanjut dan 148 jurnal dicari teks lengkapnya, namun 6 jurnal tidak dapat diakses. Selanjutnya 142 jurnal dievaluasi kelayakannya dan 102 jurnal yang memenuhi kriteria dimasukkan ke dalam tinjauan akhir sebagai dasar analisis penelitian ini.

Berdasarkan diagram PRISMA pada Gambar 1, tahap identifikasi menemukan 180 jurnal melalui database dan 22 jurnal dari register, dengan 40 jurnal dihapus sebelum penyaringan karena duplikasi atau tidak memenuhi kriteria [30]. Pada tahap penyaringan, 162 jurnal disaring lebih lanjut dan 148 jurnal dicari teks lengkapnya, namun 6 jurnal tidak dapat diakses. Selanjutnya 142 jurnal dievaluasi kelayakannya, di mana 40 jurnal di antaranya dieksklusi berdasarkan tiga alasan utama: (1) Teori (n = 17), yaitu artikel dieksklusi karena hanya berupa tinjauan konseptual atau kajian literatur tanpa menyajikan bukti empiris atau data lapangan; (2) Data (n = 13), yaitu artikel dieksklusi karena data yang disajikan tidak lengkap, tidak memadai untuk diekstraksi, atau tidak secara spesifik membahas proyek konstruksi perumahan; dan (3) Periode (n = 10), yaitu artikel dieksklusi karena diterbitkan di luar rentang waktu batasan penelitian (sebelum tahun 2000 atau setelah 2024). Setelah proses penyaringan ketat tersebut, sebanyak 102 jurnal yang sepenuhnya memenuhi kriteria kelayakan dimasukkan ke dalam tinjauan akhir sebagai dasar analisis penelitian ini.

Teknik Pengumpulan Data

Data diperoleh dari 102 jurnal relevan yang dikumpulkan dari database akademik Google Scholar, Publish or Perish, ResearchGate, dan ScienceDirect dengan kata kunci “Residential Construction”, “Delay Factors”, dan “Construction

Delay” untuk memastikan kesesuaian topik. Seluruh referensi yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan relevansinya terhadap faktor-faktor penyebab keterlambatan dalam proyek konstruksi perumahan.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan pendekatan kualitatif melalui analisis judul pada jurnal-jurnal yang telah diseleksi [32]. VOSviewer digunakan untuk visualisasi dan pemetaan hubungan antar studi [31]. Setiap jurnal dianalisis untuk mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan, kemudian dikelompokkan berdasarkan kategori faktor yang paling sering muncul sehingga pola utama dan hubungan antar faktor dapat diidentifikasi [33].

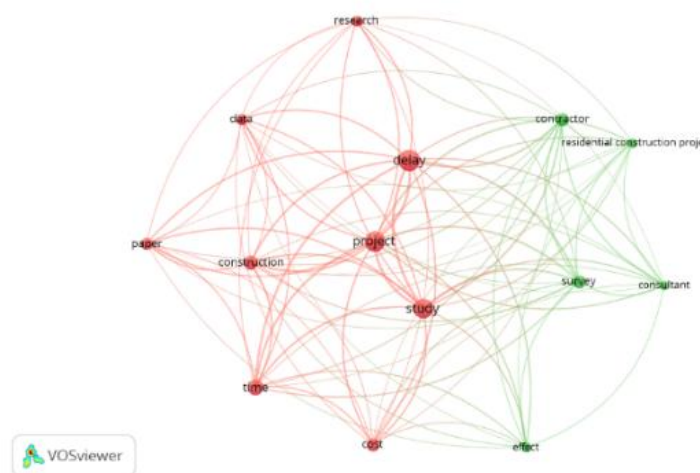
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Jurnal-jurnal yang digunakan dalam kajian ini dianalisis menggunakan VOSviewer untuk memetakan keterkaitan antar kata kunci yang sering muncul, serta dikelompokkan berdasarkan tahun terbit dan negara penerbit untuk memberikan gambaran distribusi publikasi. Hasil analisis tersebut diuraikan sebagai berikut:

Kategori Pencarian

Analisis dengan VOSviewer memetakan keterkaitan antar kata kunci yang sering muncul pada jurnal yang dikumpulkan dan menunjukkan hubungan antar faktor yang memengaruhi keterlambatan proyek konstruksi perumahan [34]. Pola keterkaitan terlihat jelas antara konsep utama seperti “delay”, “project”, dan “construction” dengan faktor-faktor eksternal lainnya [35]. Hasil visualisasinya disajikan pada Gambar 2.

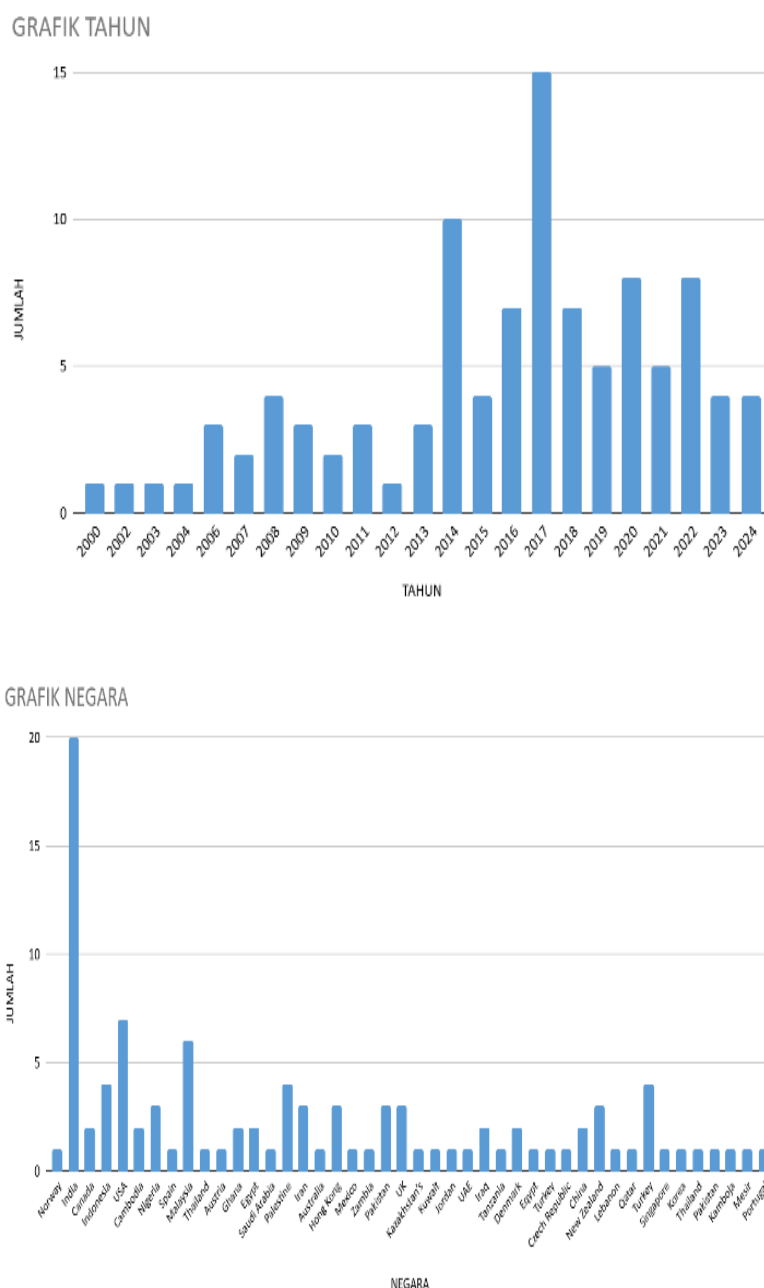


Gambar 2. Analisis menggunakan VOSviewer

Visualisasi pada Gambar 2 memperlihatkan kata yang lebih besar dan terkonsentrasi, seperti “delay”, “project”, dan “construction”, sebagai istilah yang paling sering muncul dalam literatur yang dianalisis. Warna merah menunjukkan hubungan yang kuat dengan faktor keterlambatan seperti waktu, biaya, dan konstruksi, sedangkan kata berwarna hijau yang lebih kecil seperti “consultant”, “survey”, dan “contractor” mewakili pelaku dan faktor eksternal yang memengaruhi proyek konstruksi.

Kategori Jurnal

Sebanyak 102 artikel yang dianalisis merupakan publikasi tahun 2000 hingga 2024 yang berasal dari peneliti di 44 negara, antara lain Arab Saudi, Austria, Kanada, Spanyol, dan Malaysia. Distribusi tahun terbit dan negara penerbit disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram distribusi tahun terbit dan negara penerbit

Berdasarkan Gambar 3, artikel yang digunakan merupakan terbitan 25 tahun terakhir dengan jumlah terbanyak pada tahun 2017, yaitu 15 artikel, sedangkan tahun 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, dan 2012 masing-masing hanya memiliki satu artikel. Dari 44 negara penerbit, India menerbitkan jurnal terbanyak dengan 20 jurnal, sementara beberapa negara hanya menerbitkan satu jurnal.

Hasil Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan

Hasil analisis data menemukan 72 faktor penyebab keterlambatan dalam proyek pembangunan perumahan. Mengikuti klasifikasi dalam jurnal Critical Analysis of Causes of Delay in Residential Construction Projects in India oleh Subhav Singh, Anju Bala, Saurav Dixit, dan Deekshant Varshne, faktor-faktor tersebut dibagi ke dalam tujuh kategori utama, yaitu labours, desain, material and equipment, external, contractor, owner, dan management [36].

Pembahasan

Hasil analisis terhadap jurnal-jurnal yang telah dikaji menemukan berbagai faktor yang memengaruhi keterlambatan pada proyek konstruksi perumahan. Faktor-faktor tersebut dikelompokkan ke dalam tujuh kategori utama yang memiliki dampak signifikan terhadap keterlambatan proyek, yaitu sebagai berikut:

Kategori Management

Manajemen yang baik merupakan kunci kelancaran pelaksanaan proyek konstruksi perumahan [38]. Kesulitan koordinasi dan komunikasi antar subkontraktor dan pihak terkait menghambat aliran informasi dan menimbulkan miskomunikasi yang berujung pada penundaan pekerjaan [38], sementara keputusan manajerial yang lambat memperlambat laju proyek ketika perubahan atau keputusan penting tidak segera diambil [39]. Pengendalian biaya yang tidak efektif menyebabkan pembengkakan biaya dan penundaan karena dana tidak dikelola dengan baik [39], sedangkan waktu konstruksi yang panjang umumnya dipicu perencanaan yang kurang realistis atau perubahan mendadak pada jumlah pekerjaan sehingga alokasi sumber daya terganggu [43]. Metode perencanaan konstruksi yang tidak tepat memperlambat proses pengerjaan [44], demikian pula pengelolaan dan pengawasan lapangan yang buruk membuat masalah tidak terdeteksi sejak dini dan berkembang menjadi keterlambatan yang lebih parah [44]. Kondisi ini menegaskan pentingnya manajemen yang efektif agar seluruh aspek proyek berjalan sesuai jadwal [45]. Solusi yang dapat diterapkan meliputi peningkatan komunikasi melalui rapat rutin dan dukungan teknologi informasi, percepatan pengambilan keputusan melalui sistem manajerial yang lebih efisien, penerapan kontrol biaya yang lebih ketat, perencanaan yang lebih realistis dengan perangkat lunak manajemen proyek, serta pengawasan intensif dan evaluasi berkala [46].

Faktor penyebab keterlambatan kategori management beserta referensi artikel yang membahasnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor Penyebab Kategori Management

No	Faktor Penyebab Keterlambatan	Referensi
1	Kesulitan dalam koordinasi dan komunikasi antar subkontraktor dan perusahaan lain	[1], [14], [18], [19], [22], [25], [26], [28], [29], [35], [36], [38], [44], [54], [71], [73], [74], [77], [79], [90], [99], [101], [101]
2	Keputusan manajerial yang lambat	[1], [8], [16], [28], [39]
3	Pengendalian biaya yang tidak efektif	[7], [15], [51], [39]
4	Waktu konstruksi yang lama	[2], [3], [19], [36], [43], [66], [74], [76], [80], [84], [89]
5	Fluktuasi jumlah pekerjaan	[8], [41], [50], [59], [83]
6	Metode perencanaan konstruksi yang tidak tepat	[9], [11], [15], [16], [17], [23], [26], [20], [34], [36], [37], [44], [49], [51], [53], [58], [60], [87], [94], [95]
7	Pengelolaan dan pengawasan yang buruk	[10], [20], [26], [30], [32], [35], [40], [44], [56], [84], [90]
8	Dokumen yang tidak lengkap	[14], [39]
9	Alokasi sumber daya yang berlebihan	[16], [50], [63]
10	Ketidakgunaan manajemen konstruksi/kontraktual profesional	[21], [22], [31], [36], [45], [49], [68], [71], [78], [80], [85], [88], [95]
11	Manajemen lokasi yang buruk	[18], [26], [36], [52], [60], [64], [69]
12	Kompleksitas proyek yang lebih besar	[27]
13	Kesalahan dalam penjadwalan pekerjaan	[35], [66], [70], [77], [83]
14	Persyaratan kontrak yang tidak jelas	[55]
15	Kurangnya respons terhadap perubahan permintaan yang tiba-tiba	[61], [100]

Kategori Labours

Tenaga kerja merupakan faktor kunci kelancaran proyek konstruksi sekaligus penyebab utama keterlambatan [55]. Ketergantungan pada tenaga kerja ahli yang jumlahnya tidak mencukupi menimbulkan penundaan pada berbagai tahap pekerjaan [43], sementara kekurangan tenaga kerja akibat absensi atau perekrutan yang tidak memadai memperpanjang durasi dan menambah biaya proyek [48]. Kualitas pekerjaan yang tidak sesuai standar akibat keterbatasan keterampilan

menuntut pekerjaan diulang sehingga menambah waktu penyelesaian [46], demikian pula kesalahan konstruksi dan pekerjaan cacat yang memerlukan perbaikan [20]. Fluktuasi jumlah tenaga kerja di lapangan mengganggu kelancaran pekerjaan [15], sedangkan kurangnya pelatihan meningkatkan kesalahan pengerjaan dan berpotensi menambah durasi proyek [30]. Produktivitas yang lambat, kecelakaan kerja, kelalaian penggunaan alat pelindung diri, serta konflik antar pekerja turut menurunkan kecepatan proyek [48]. Solusinya mencakup peningkatan pelatihan dan keterampilan pekerja, pengelolaan perekrutan yang lebih efektif, serta pemenuhan standar keselamatan dan peralatan yang memadai untuk mengurangi kecelakaan [50], didukung manajemen sumber daya manusia yang baik melalui pemberian insentif yang sesuai dan peningkatan komunikasi antar pekerja [51].

Faktor penyebab keterlambatan kategori labours beserta referensi artikel yang membahasnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Faktor Penyebab Kategori Labours

No	Faktor Penyebab Keterlambatan	Referensi
1	Keterlambatan pembayaran oleh owner	[4], [6], [9], [10], [15], [18], [21], [22], [24], [25], [26], [29], [33], [40], [42], [44], [47], [50], [51], [52], [53], [54], [56], [58], [60], [64], [65], [76], [80], [81], [91], [92], [96], [100]
2	Durasi kontrak yang dilakukan owner terlalu singkat	[4]
3	Keuangan owner	[5], [20], [21], [26], [33], [36], [42], [43], [44], [59], [91], [100]
4	Perubahan pesanan (change orders)	[21], [27], [28], [29], [36], [45], [69], [82], [86]
5	Proses pengambilan keputusan owner yang lambat	[40], [75], [99]
6	Kurangnya pengalaman pemilik dalam bisnis konstruksi	[42]
7	Komunikasi yang buruk antara klien dan pihak kota	[89]

Kategori Desain

Desain yang buruk atau tidak sesuai rencana dapat menyebabkan keterlambatan yang signifikan dalam proyek konstruksi perumahan [51]. Perubahan desain selama pengerjaan, baik karena kebutuhan klien yang berubah maupun penyesuaian teknis, menuntut revisi dan persetujuan kembali sehingga menimbulkan penundaan [54]. Kesalahan desain yang ditemukan setelah implementasi dimulai menambah durasi proyek karena diperlukan perbaikan dan pengaturan ulang elemen yang salah [56], sedangkan desain yang terlalu kompleks menuntut pengerjaan ulang dan penyesuaian yang memakan waktu lebih lama daripada perkiraan [57]. Ketidaksesuaian antara bill of quantities dan gambar menyulitkan pengadaan material dan pelaksanaan konstruksi [84], sementara rencana desain yang tidak lengkap serta kesalahan menghitung periode desain memperbesar pembengkakan waktu dan biaya [88]. Solusinya mencakup komunikasi yang jelas antara desainer dan kontraktor sejak awal, evaluasi desain berkala untuk mendeteksi masalah sejak dini, perbaikan sistem pengawasan, dan penggunaan perangkat lunak desain yang lebih canggih [83], disertai perencanaan desain yang lebih matang dan pengendalian perubahan desain yang lebih ketat.

Faktor penyebab keterlambatan kategori desain beserta referensi artikel yang membahasnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor Penyebab Kategori Desain

No	Faktor Penyebab Keterlambatan	Referensi
1	Kesulitan dalam membangun struktur yang rumit	[1], [17], [47], [50], [57], [69], [79]
2	Tidak ada kesesuaian antara bill of quantities dan gambar	[51], [84], [87], [100]
3	Kualitas finishing yang kurang baik	[2], [55]
4	Perubahan desain	[5], [21], [22], [29], [36], [37], [38], [42], [44], [46], [47], [54], [60], [64], [66], [72], [80], [86], [94], [97], [102]
5	Kesalahan desain	[5], [6], [15], [17], [33], [56], [73]
6	Pengulangan pengerjaan desain	[8]

No	Faktor Penyebab Keterlambatan	Referensi
7	Rencana desain yang tidak lengkap	[40], [47], [58], [69], [73], [88]
8	Kesalahan dalam menghitung periode desain	[46], [75]
9	Pengalaman konsultan yang buruk	[65]
10	Keterbatasan dalam penggunaan perangkat lunak dan alat manajemen proyek	[83]

Kategori Material and Equipment

Pada kategori material and equipment, keterlambatan pengiriman material menghambat kelancaran pekerjaan karena bahan yang dibutuhkan tidak tersedia tepat waktu sehingga jadwal harus diatur ulang [5]. Kekurangan material menghentikan pekerjaan karena konstruksi tidak dapat dilanjutkan tanpa bahan yang diperlukan [18], sementara biaya material yang tinggi memaksa proyek mencari bahan alternatif atau menunda pembelian sehingga waktu penyelesaian memanjang [20]. Kerusakan peralatan menghentikan pekerjaan untuk sementara waktu [30], kekurangan alat berat maupun alat lainnya menghambat proses konstruksi [33], dan rendahnya produktivitas peralatan akibat usia pakai atau kurangnya pemeliharaan memperburuk keterlambatan [43]. Dampaknya berupa peningkatan biaya, penundaan penyelesaian, dan berkurangnya efisiensi pekerjaan. Solusinya meliputi penguatan manajemen rantai pasok agar pengiriman tepat waktu, pengelolaan stok material yang lebih baik, pemeliharaan dan pemeriksaan peralatan secara rutin, serta pemanfaatan teknologi manajemen proyek untuk memantau pengadaan material dan penggunaan peralatan.

Faktor penyebab keterlambatan kategori material and equipment beserta referensi artikel yang membahasnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Faktor Penyebab Kategori Material and Equipment

No	Faktor Penyebab Keterlambatan	Referensi
1	Keterlambatan pengiriman material	[5], [6], [9], [19], [20], [23], [25], [28], [38], [40], [43], [47], [48], [51], [53], [54], [55], [66], [72], [77], [79], [84]
2	Biaya material yang tinggi	[2], [7], [11], [20], [36], [42], [44], [78], [85], [93], [97], [102]
3	Kekurangan material	[4], [18], [23], [24], [26], [29], [33], [34], [37], [41], [43], [44], [82], [87], [90], [94], [100]
4	Kerusakan peralatan	[4], [6], [9], [10], [18], [30], [34], [37]
5	Ketidakseimbangan dalam pencampuran material	[12]
6	Kekurangan peralatan	[18], [26], [33], [34], [37], [41], [43]
7	Rendahnya produktivitas peralatan	[43], [88]
8	Perubahan pada jenis formwork yang digunakan	[46]
9	Penggunaan material kedaluwarsa	[57]
10	Tidak adanya sistem penandaan untuk mengidentifikasi setiap komponen	[70]

Kategori External Factor

Faktor eksternal merupakan penyebab keterlambatan yang berada di luar kendali langsung tim proyek. Lokasi proyek yang terpencil atau bermedan sulit menghambat pengiriman material, peralatan, dan tenaga kerja sehingga memperlambat kemajuan proyek [4], sedangkan cuaca buruk seperti hujan lebat atau angin kencang menghentikan pekerjaan, terutama pada tahap yang dikerjakan di luar ruangan [5]. Perselisihan hukum antar pihak menunda proyek karena harus diselesaikan terlebih dahulu [7], dan kesulitan memperoleh izin kerja serta proses perizinan yang lambat menahan dimulainya atau dilanjutkannya pekerjaan [22]. Bencana alam seperti gempa bumi atau banjir dapat merusak infrastruktur dan menghentikan pekerjaan sementara, sehingga dampak keseluruhannya berupa penundaan penyelesaian proyek dan pembengkakan biaya [33]. Solusinya meliputi perencanaan yang lebih baik untuk lokasi proyek yang sulit, penggunaan teknologi ramah cuaca, serta pemantauan dan penyesuaian jadwal yang fleksibel untuk mengantisipasi perizinan yang

lambat dan potensi perselisihan hukum [61], dilengkapi mitigasi risiko bencana alam dan pengelolaan perizinan yang lebih efisien [26].

Faktor penyebab keterlambatan kategori external factor beserta referensi artikel yang membahasnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Faktor Penyebab Kategori External Factor

No	Faktor Penyebab Keterlambatan	Referensi
1	Kondisi lokasi yang sulit	[4], [10], [14], [37], [41], [62], [85], [94]
2	Pengaruh cuaca	[4], [5], [10], [14], [15], [29], [34], [37], [70], [81], [82], [94]
3	Perselisihan hukum antara pihak-pihak terkait	[4], [7], [10], [15], [24], [46], [59], [61], [75], [88]
4	Kesulitan dalam memperoleh izin kerja	[22], [38], [62], [64]
5	Pembagian wilayah	[10], [24], [82]
6	Kesulitan akses ke lokasi	[34], [37], [70]
7	Bencana alam	[9], [26], [33]
8	Perlambatan proyek yang sedang berlangsung	[48], [67]
9	Proses perizinan yang lambat	[67], [72], [86], [89], [98], [101]
10	Ketidakstabilan politik	[91]

Kategori Contractor

Pada kategori kontraktor, keterlambatan umumnya bersumber dari manajemen proyek yang tidak efektif dan keterbatasan sumber daya. Eksekusi pekerjaan yang tidak sesuai spesifikasi menimbulkan pekerjaan ulang yang memakan waktu dan menaikkan biaya proyek [51], sedangkan estimasi biaya yang tidak realistis menyulitkan kontraktor memenuhi kebutuhan proyek dan memaksa pencarian dana tambahan [56]. Ketidakakuratan estimasi manual menyebabkan kesalahan perencanaan pengadaan material dan alokasi sumber daya [64], sementara rendahnya kualitas sumber daya manusia kontraktor memicu kesalahan konstruksi yang menuntut perbaikan [101]. Masalah dengan subkontraktor, baik keterlambatan penyelesaian tugas maupun ketidaksesuaian standar kerja [96], kurangnya pengalaman dan kompetensi pemangku kepentingan proyek [71], serta kesulitan keuangan kontraktor yang memperlambat pembelian material dan pembayaran tenaga kerja [45] turut menghambat kelancaran proyek sehingga proyek tertunda, biaya meningkat, dan kualitas menurun [90]. Solusinya mencakup pemilihan kontraktor yang kompeten dan berpengalaman, perbaikan proses perencanaan dan estimasi biaya dengan alat yang lebih canggih, serta peningkatan komunikasi dan koordinasi antar pihak terkait [56], didukung pengelolaan keuangan yang lebih baik dan pemantauan kualitas pekerjaan secara rutin [92].

Faktor penyebab keterlambatan kategori contractor beserta referensi artikel yang membahasnya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Faktor Penyebab Kategori Contractor

No	Faktor Penyebab Keterlambatan	Referensi
1	Eksekusi pekerjaan yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan pengembalian pekerjaan	[34], [37], [51], [66], [76], [84], [102]
2	Estimasi biaya yang tidak realistis	[1], [14], [21], [24], [43], [53], [56], [59], [83], [90], [92]
3	Ketidakakuratan dalam estimasi manual	[3], [33], [52], [64], [65]
4	Kualitas sumber daya manusia kontraktor yang rendah	[10], [18], [25], [29], [33], [36], [42], [45], [101]
5	Masalah dengan subkontraktor	[18], [42], [60], [64], [82], [91], [96]
6	Kurangnya pengalaman/kompetensi di antara pemangku kepentingan proyek	[25], [26], [29], [35], [36], [68], [71]
7	Kesulitan keuangan yang dihadapi kontraktor	[45]

No	Faktor Penyebab Keterlambatan	Referensi
8	Kesalahan atau kelalaian dalam pekerjaan konstruksi	[58]
9	Rework yang disebabkan oleh kesalahan konstruksi di lokasi	[78], [79], [97]

Kategori Owner

Pada kategori owner, keterlambatan pembayaran menghambat kelancaran operasional proyek karena kontraktor tidak mampu membayar tenaga kerja dan pengadaan material tepat waktu [50]. Durasi kontrak yang terlalu singkat menekan kontraktor sehingga berisiko mengorbankan kualitas maupun keselamatan pekerjaan [4], sementara keuangan owner yang tidak stabil dapat menghambat atau menghentikan proyek untuk sementara waktu [59]. Perubahan pesanan (*change orders*) selama pelaksanaan menuntut waktu dan sumber daya tambahan serta mengganggu jadwal yang telah disusun [69], dan proses pengambilan keputusan owner yang lambat menunda penanganan masalah di lapangan. Dampaknya berupa penundaan proyek, peningkatan biaya, serta ketidakpastian bagi seluruh tim proyek [82]. Solusinya meliputi perbaikan sistem pembayaran agar lebih cepat dan transparan, penyusunan kontrak dengan durasi yang lebih realistis, perencanaan keuangan yang matang, serta percepatan pengambilan keputusan dengan melibatkan pemangku kepentingan lebih awal [100], didukung peningkatan komunikasi antara owner, kontraktor, dan pihak terkait untuk menghindari perubahan pesanan yang tidak terduga [86].

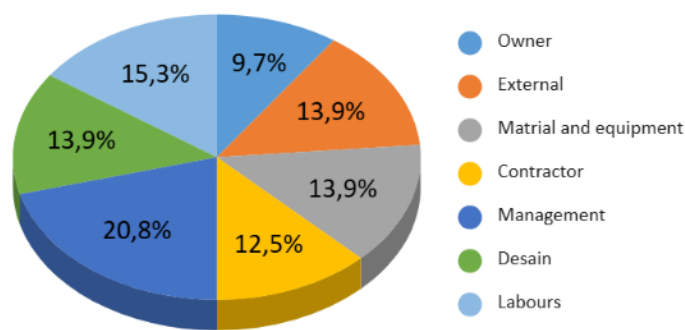
Faktor penyebab keterlambatan kategori owner beserta referensi artikel yang membahasnya disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Faktor Penyebab Kategori Owner

No	Faktor Penyebab Keterlambatan	Referensi
1	Keterlambatan pembayaran oleh <i>owner</i>	[4], [6], [9], [10], [15], [18], [21], [22], [24], [25], [26], [29], [33], [40], [42], [44], [47], [50], [51], [52], [53], [54], [56], [58], [60], [64], [65], [76], [80], [81], [91], [92], [96], [100]
2	Durasi kontrak yang dilakukan <i>owner</i> terlalu singkat	[4]
3	Keuangan <i>owner</i>	[5], [20], [21], [26], [33], [36], [42], [43], [44], [59], [91], [100]
4	Perubahan pesanan (<i>change orders</i>)	[21], [27], [28], [29], [36], [45], [69], [82], [86]
5	Proses pengambilan keputusan <i>owner</i> yang lambat	[40], [75], [99]
6	Kurangnya pengalaman pemilik dalam bisnis konstruksi	[42]
7	Komunikasi yang buruk antara klien dan pihak kota	[89]

Distribusi Kategori dan Persentase Faktor Penyebab Keterlambatan

Berdasarkan hasil analisis terhadap faktor penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan perumahan, ditemukan tujuh kategori utama, yaitu management, labours, design, material and equipment, external factors, contractor, dan owner [36]. Dari total 72 faktor yang ditemukan melalui analisis literatur, beberapa faktor menunjukkan frekuensi yang sangat tinggi pada setiap kategori. Gambar 11 menunjukkan pembagian kategori faktor penyebab keterlambatan berdasarkan persentase kemunculannya dalam literatur yang dianalisis.



Gambar 4. Pie chart kategori

Kategori management merupakan kategori dengan jumlah faktor terbanyak, yaitu 20,8% dari total 72 faktor sebagaimana disajikan pada Gambar 4, sehingga masalah pengelolaan proyek menjadi penyebab utama keterlambatan [33]. Kategori labours menyusul dengan 15,3%, menggambarkan kontribusi masalah tenaga kerja seperti kekurangan jumlah maupun rendahnya kualitas pekerja [19]. Kategori desain, material and equipment, dan external factors masing-masing 13,9%, menunjukkan bahwa masalah desain, pengadaan material, serta faktor eksternal seperti cuaca dan lokasi yang sulit turut berpengaruh signifikan [47]. Kategori contractor mencatat 12%, yang mengindikasikan pengaruh kualitas kontraktor dan manajemen kontrak terhadap keterlambatan proyek [54], sedangkan kategori owner menjadi kategori dengan faktor paling sedikit, yaitu 9,7% [62]. Meskipun persentasenya kecil, faktor yang berkaitan dengan pemilik proyek seperti keterlambatan pembayaran dan masalah keuangan tetap berdampak besar [91], sehingga seluruh kategori ini perlu menjadi perhatian pemangku kepentingan untuk menekan risiko keterlambatan dan meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek [72].

Tabel 8 menyajikan urutan faktor penyebab keterlambatan yang paling sering dibahas berdasarkan frekuensi kemunculannya dalam literatur yang telah dianalisis.

Tabel 8. Peringkat Faktor Penyebab dengan Persentase Muncul Tertinggi

No	Faktor Penyebab	Frekuensi	Persentase (%)
1	Keterlambatan pembayaran oleh owner	34	33,3
2	Kesulitan dalam koordinasi dan komunikasi antar subkontraktor dan perusahaan lain	23	22,5
3	Keterlambatan pengiriman material	22	21,6
4	Perubahan desain	21	20,6
5	Kekurangan tenaga kerja terampil	20	19,6
6	Metode perencanaan konstruksi yang tidak tepat	20	19,6
7	Kekurangan material	17	16,7
8	Ketidakgunaan manajemen konstruksi/kontraktual profesional	13	12,7
9	Kekurangan tenaga kerja	12	11,8
10	Pengaruh cuaca	12	11,8
11	Keluangan owner	12	11,8
12	Biaya material yang tinggi	12	11,8
13	Estimasi biaya yang tidak realistis	11	10,8
14	Waktu konstruksi yang lama	11	10,8
15	Pengelolaan dan pengawasan yang buruk	11	10,8

No	Faktor Penyebab	Frekuensi	Persentase (%)
16	Perselisihan hukum antara pihak-pihak terkait	10	9,8

Keterlambatan pembayaran oleh owner menempati urutan teratas dengan frekuensi 34 sebagaimana disajikan pada Tabel 8. Keterlambatan pembayaran menghambat pembayaran kepada subkontraktor, pemasok material, dan tenaga kerja sehingga menunda proyek secara keseluruhan [47]. Kesulitan koordinasi dan komunikasi antar subkontraktor dan perusahaan lain menyusul dengan frekuensi 23, menandakan bahwa komunikasi yang kurang baik kerap menimbulkan kesalahan dan penundaan pekerjaan [79]. Keterlambatan pengiriman material dengan frekuensi 22 mengganggu kelancaran pekerjaan konstruksi [84], sedangkan perubahan desain setelah proyek dimulai dengan frekuensi 21 memengaruhi jadwal dan sumber daya yang telah dialokasikan [88]. Kekurangan tenaga kerja terampil dan metode perencanaan konstruksi yang tidak tepat, masing-masing dengan frekuensi 20, menegaskan pentingnya kualitas tenaga kerja dan perencanaan yang matang [91]. Dampak dari faktor-faktor ini mencakup penundaan penyelesaian proyek, peningkatan biaya operasional, serta ketidakpuasan klien [92]. Solusinya meliputi sistem pembayaran yang lebih efisien, perbaikan koordinasi antar pihak terkait, dan pemanfaatan perangkat manajemen proyek yang lebih baik [97], disertai pelatihan atau rekrutmen yang lebih selektif untuk mengatasi kekurangan tenaga kerja terampil [98].

Word Cloud Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek

Selain analisis frekuensi dan pembagian kategori, visualisasi data juga dilakukan melalui word cloud yang menggambarkan faktor penyebab keterlambatan proyek secara keseluruhan. **Gambar 12** menunjukkan tujuh kategori utama yang sering muncul dalam literatur yang dianalisis, dengan ukuran kata yang lebih besar menandakan kategori yang lebih sering dibahas.



Gambar 5. *Word cloud* kategori faktor penyebab keterlambatan

Hasil *word cloud* pada Gambar 5 menunjukkan management sebagai kategori paling dominan, sehingga faktor pengelolaan proyek seperti koordinasi antar subkontraktor dan pengelolaan sumber daya berpengaruh signifikan terhadap keterlambatan [58]. Kategori *owner* juga muncul cukup besar, menandakan bahwa masalah pemilik proyek seperti keterlambatan pembayaran sangat sering disebut sebagai penyebab keterlambatan [63]. Kategori *labours* dan *contractor* berukuran hampir sebanding, mencerminkan pentingnya kualitas dan kuantitas tenaga kerja serta kemampuan kontraktor melaksanakan proyek sesuai spesifikasi dan jadwal [71]. *Design* dan *external* memiliki ukuran yang signifikan, menunjukkan kontribusi desain yang buruk atau berubah mendadak serta kondisi eksternal seperti cuaca dan lokasi yang sulit [89], sedangkan *material* dan *equipment* yang berukuran lebih kecil tetap penting karena pengadaan material dan kerusakan peralatan dapat memperlambat proses pengerjaan [74].

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan, terdapat tujuh kategori faktor penyebab keterlambatan dalam proyek pembangunan perumahan, yaitu labours, desain, material and equipment, external factor, contractor, owner, dan management. Dari faktor-faktor yang dianalisis, faktor yang paling sering dibahas adalah keterlambatan pembayaran oleh pemilik proyek dengan frekuensi 33,3%, diikuti oleh kesulitan dalam koordinasi dan komunikasi antar subkontraktor dan perusahaan lain

(22,5%), keterlambatan pengiriman material (21,6%), perubahan desain (20,6%), kekurangan tenaga kerja terampil (19,6%), metode perencanaan konstruksi yang tidak tepat (19,6%), kekurangan material (16,7%), ketidakgunaan manajemen konstruksi profesional (12,7%), serta faktor eksternal seperti pengaruh cuaca (11,8%).

Penelitian ini merupakan penelitian literatur review yang mengumpulkan dan menganalisis 102 artikel terkait faktor penyebab keterlambatan proyek konstruksi perumahan. Oleh karena itu, hasilnya tidak dapat digeneralisasi untuk semua jenis proyek konstruksi, melainkan menjadi referensi atau acuan bagi praktisi dan peneliti di bidang manajemen konstruksi, mengingat setiap proyek dapat memiliki kondisi dan tantangan yang berbeda.

Sebagai rekomendasi, penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis yang lebih mendalam terhadap faktor penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi di daerah atau jenis proyek tertentu, mengkaji dampak solusi mitigasi terhadap keterlambatan, serta menelaah pemanfaatan teknologi terbaru seperti perangkat lunak manajemen proyek dan Building Information Modeling (BIM) untuk mengurangi keterlambatan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. L. Ravisankar, S. Anandakumar, V. M. Krishnamoorthy, and M. Phill, "Study on the Quantification of Delay Factors in Construction Industry," *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 105–113, 2014.
- [2] H. O. Elhusseiny, I. Nosair, and A. S. Ezeldin, "Systematic processing framework for analyzing the factors of construction projects' delays in Egypt," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 12, no. 2, pp. 1501–1511, 2021, doi: 10.1016/j.asej.2020.10.016.
- [3] S. N. Norzaki and A. N. Masrom, "View of The Consequences of Residential Project's Delay on Architects and Contractors during Pandemic COVID-19," vol. 3, no. 1, pp. 713–723, 2022.
- [4] E. Aboutorabi Najafabadi and S. S. Pimplikar, "The significant Causes and effects of delays in Ghadir 2206 residential project." [Online]. Available: www.iosrjournals.org
- [5] L. Pereira, S. Ferreira, and J. Santos, "The main causes of risk in residential real estate projects," *J. Gen. Manag.*, vol. 45, no. 3, pp. 152–162, 2020, doi: 10.1177/0306307019890095.
- [6] S. Durdyev, M. Omarov, and S. Ismail, "SWOT analysis of the Cambodian Construction industry within the ASEAN Economic Community," *Proc. 28th Int. Bus. Inf. Manag. Assoc. Conf. - Vis. 2020 Innov. Manag. Dev. Sustain. Compet. Econ. Growth*, pp. 2335–2341, 2016.
- [7] S. Winge, E. Albrechtsen, and J. Arnesen, "A comparative analysis of safety management and safety performance in twelve construction projects," *J. Safety Res.*, vol. 71, no. 7491, pp. 139–152, 2019, doi: 10.1016/j.jsr.2019.09.015.
- [8] T. M. Toole, "Construction Site Safety Roles," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 128, no. 3, pp. 203–210, 2002, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2002)128:3(203).
- [9] R. G. Solís-Carcano and R. J. Franco-Poot, "Construction Workers' Perceptions of Safety Practices: A Case Study in Mexico," *J. Build. Constr. Plan. Res.*, vol. 02, no. 01, pp. 1–11, 2014, doi: 10.4236/jbcpr.2014.21001.
- [10] D. Benny and D. Jaishree, "Article ID: IJCIET_08_04_069 Cite this Article: J Dheeraj Benny and D. Jaishree, Construction Safety Management and Accident Control Measures," *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 611–617, 2017, [Online]. Available: <http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp>611 <http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=8&IType=4>
- [11] N. S. N. Yiu et al., "This is the Pre-Published Version . IMPLEMENTATION OF SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS IN THE HONG," 2018.
- [12] P. Y. Hsu, M. Aurisicchio, and P. Angeloudis, "Investigating Schedule Deviation in Construction Projects through Root Cause Analysis," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 121, pp. 732–739, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.11.095.
- [13] O. Abbasi, E. Noorzai, K. Gharouni Jafari, and M. Golabchi, "Exploring the Causes of Delays in Construction Industry Using a Cause-and-Effect Diagram: Case Study for Iran," *J. Archit. Eng.*, vol. 26, no. 3, 2020, doi: 10.1061/(asce)ae.1943-5568.0000431.
- [14] S. S. Asadi and P. V. Praneeth, "A comparative study for evaluation of different form work systems utilization in construction projects," *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 11, pp. 21–29, 2017.
- [15] K. V. Aditya Varma, T. Manideep, and S. S. Asadi, "A critical comparison of quantity estimation for gated community construction project using Traditional method vs Plan swift software: A case study," *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 6, pp. 707–713, 2016.

- [16] H. Baurmann, J. Dilling, C. Euler, and J. Niederwöhrmeier, "Floor Construction," *Scale Support I Mater.*, pp. 130–139, 2013, doi: 10.1515/9783034615778.130.
- [17] C. Kaliba, M. Muya, and K. Mumba, "Cost escalation and schedule delays in road construction projects in Zambia," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 27, no. 5, pp. 522–531, 2009, doi: 10.1016/j.ijproman.2008.07.003.
- [18] S. Durdyev and J. Mbachu, "On-site labour productivity of New Zealand construction industry: Key constraints and improvement measures," *Australas. J. Constr. Econ. Build.*, vol. 11, no. 3, pp. 18–33, 2011, doi: 10.5130/ajcebv11i3.2120.
- [19] J. K. Larsen, G. Q. Shen, S. M. Lindhard, and T. D. Brunoe, "Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overrun, and Quality Level in Public Construction Projects," *J. Manag. Eng.*, vol. 32, no. 1, 2016, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000391.
- [20] I. Ndekugri, N. Braimah, and R. Gameson, "Delay Analysis within Construction Contracting Organizations," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 134, no. 9, pp. 692–700, 2008, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2008)134:9(692).
- [21] A. A. Aibinu and H. A. Odeyinka, "Construction Delays and Their Causative Factors in Nigeria," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 132, no. 7, pp. 667–677, 2006, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2006)132:7(667).
- [22] A. Al-Hammad, "Factors affecting the relationship between contractors and their sub-contractors in Saudi Arabia: About 70% of contract work is subcontracted in Saudi Arabia, this paper highlights literature search and pilot interview findings," *Build. Res. Inf.*, vol. 21, no. 5, pp. 269–273, 1993, doi: 10.1080/09613219308727315.
- [23] M. Haseeb, X. Lu, A. Bibi, M. Dyian, and W. Rabbani, "Problems of Projects and Effects of Delays in the Construction Industry of Pakistan," *Aust. J. Bus. Manag. Res.*, vol. 01, no. 06, pp. 41–50, 2012, doi: 10.52283/nswrca.ajbmr.20110106a05.
- [24] C. I. N. Civil, "Computing in Civil and Building Engineering," *Comput. Civ. Build. Eng.*, pp. 955–1865, 1993.
- [25] S. F. Behboudi, "A model to predict the impact of excusable and non-excusable delay on selected construction projects," *Proc. AEI 2008 Conf. - AEI 2008 Build. Integr. Solut.*, vol. 328, pp. 1–10, 2008, doi: 10.1061/41002(328)41.
- [26] T. Egbelakin, O. E. Ogunmakinde, B. Teshich, and T. Omotayo, "Managing fast-track construction project in Qatar: Challenges and opportunities," *Buildings*, vol. 11, no. 12, pp. 1–17, 2021, doi: 10.3390/buildings11120640.
- [27] D. W. M. Chan and M. M. Kumaraswamy, "Compressing construction durations: Lessons learned from Hong Kong building projects," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 20, no. 1, pp. 23–35, 2002, doi: 10.1016/S0263-7863(00)00032-6.
- [28] P. A. Koushki, K. Al-Rashid, and N. Kartam, "Delays and cost increases in the construction of private residential projects in Kuwait," *Constr. Manag. Econ.*, vol. 23, no. 3, pp. 285–294, Mar. 2005, doi: 10.1080/0144619042000326710.
- [29] S. Durdyev and S. Ismail, "On-site construction productivity in Malaysian infrastructure projects," *Struct. Surv.*, vol. 34, no. 4–5, pp. 446–462, 2016, doi: 10.1108/SS-12-2015-0058.
- [30] C. M. Tam, S. X. Zeng, and Z. M. Deng, "Identifying elements of poor construction safety management in China," *Saf. Sci.*, vol. 42, no. 7, pp. 569–586, 2004, doi: 10.1016/j.ssci.2003.09.001.
- [31] D. S. Santoso and S. Soeng, "Analyzing Delays of Road Construction Projects in Cambodia: Causes and Effects," *J. Manag. Eng.*, vol. 32, no. 6, pp. 1–11, 2016, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000467.
- [32] M. Sambasivan and Y. W. Soon, "Causes and effects of delays in Malaysian construction industry," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 25, no. 5, pp. 517–526, 2007, doi: 10.1016/j.ijproman.2006.11.007.
- [33] A. M. Odeh and H. T. Battaineh, "Causes of construction delay: Traditional contracts," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 20, no. 1, pp. 67–73, 2002, doi: 10.1016/S0263-7863(00)00037-5.
- [34] J. Mbachu, "Sources of contractor's payment risks and cash flow problems in the New Zealand construction industry: Project team's perceptions of the risks and mitigation measures," *Constr. Manag. Econ.*, vol. 29, no. 10, pp. 1027–1041, 2011, doi: 10.1080/01446193.2011.623708.
- [35] S. Kivrak and M. Y. Baha, "Causes of Delay in Road Construction Projects in Afghanistan," *J. Sci. Ind. Res. (India)*, vol. 83, no. 1, pp. 46–57, 2024, doi: 10.56042/jsir.v83i1.2791.
- [36] S. Lindhard and S. Wandahl, "Scheduling of large, complex, and constrained construction projects - An exploration of LPS application," *Int. J. Proj. Organ. Manag.*, vol. 6, no. 3, pp. 237–253, 2015, doi: 10.1504/IJPOM.2014.065258.
- [37] Y. Frimpong, J. Oluwoye, and L. Crawford, "Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 21, no. 5, pp. 321–326, 2003, doi: 10.1016/S0263-7863(02)00055-8.
- [38] A. Enshassi and A. Ayyash, "Factors affecting cost contingency in the construction industry - Contractors' perspective," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 14, no. 3, pp. 191–208, 2014, doi: 10.1080/15623599.2014.922729.

- [39] R. F. Aziz, "Factors causing cost variation for constructing wastewater projects in Egypt," *Alexandria Eng. J.*, vol. 52, no. 1, pp. 51–66, 2013, doi: 10.1016/j.aej.2012.11.004.
- [40] S. A. Assaf and S. Al-Hejji, "Causes of delay in large construction projects," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 24, no. 4, pp. 349–357, 2006, doi: 10.1016/j.ijproman.2005.11.010.
- [41] S. A. Assaf, M. Al-Khalil, and M. Al-Hazmi, "Causes of Delay in Large Building Construction Projects," *J. Manag. Eng.*, vol. 11, no. 2, pp. 45–50, 1995, doi: 10.1061/(asce)0742-597x(1995)11:2(45).
- [42] S. Hussain, F. Zhu, Z. Ali, and X. Xu, "Rural residents' perception of construction project delays in Pakistan," *Sustain.*, vol. 9, no. 11, Nov. 2017, doi: 10.3390/su9112108.
- [43] S. Durdiev and M. R. Hosseini, "Causes of delays on construction projects: a comprehensive list," Jan. 16, 2020, Emerald Group Holdings Ltd. doi: 10.1108/IJMPB-09-2018-0178.
- [44] S. D. Desai and R. R. Purohit, "Investigation on Causes of Delays in Residential Building Construction Project," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, 2022, [Online]. Available: www.irjet.net
- [45] F. D. Fugar and A. B. Agyakwah-Baah, "Delays in Building Construction Projects in Ghana," *Australas. J. Constr. Econ. Build.*, vol. 10, no. 1/2, p. 103, 2010, doi: 10.5130/ajceb.v10i1/2.1592.
- [46] A. Hassaan, F. Hamza, M. Nikhil, and S. Sufyan, "A Study in Construction Delays of Residential Structures," *Int. Ref. J. Eng. Sci.*, vol. 6, no. 6, pp. 42–47, 2017, [Online]. Available: www.irjes.com
- [47] S. Singh and A. Bala, Saurav Dixit and Deekshant Varshne "Critical Analysis of Causes of Delay in Residential Construction Projects in India," *Int. J. Civ. Eng. Technol. (IJCET)*, vol. 9, no. 1, pp. 330–345, 2018, [Online]. Available: <http://www.iaeme.com/IJCET/index.asp330http://http://www.iaeme.com/ijcet/issues.asp?JType=IJCET&VType=9&IType=1http://www.iaeme.com/IJCET/issues.asp?JType=IJCET&VType=9&IType=1http://www.iaeme.com/IJCET/index.asp331>
- [48] I. Mahamid, "Effects of design quality on delay in residential construction projects," *J. Sustain. Archit. Civ. Eng.*, vol. 28, no. 1, pp. 118–129, 2021, doi: 10.5755/j01.sace.28.1.20531.
- [49] M. Desai, R. Bhatt, A. D. Patel, D. Megha, and B. Rajiv, "A Methodology for Ranking of Causes of Delay for Residential Construction Projects in Indian Context," 2013. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/335137716>
- [50] S. Durdiev, M. Omarov, and S. Ismail, "Causes of delay in residential construction projects in Cambodia," *Cogent Eng.*, vol. 4, no. 1, 2017, doi: 10.1080/23311916.2017.1291117.
- [51] L. W. C. Lai, D. C. W. Ho, K. W. Chau, and M. H. Chua, "Repeated planning applications by developers under statutory zoning: A Hong Kong case study of delays and design improvements in private residential development," *Land use policy*, vol. 57, pp. 709–718, 2016, doi: 10.1016/j.landusepol.2016.06.031.
- [52] C. A. V. Cavalcante, M. H. Alencar, and R. S. Lopes, "Multicriteria Model to Support Maintenance Planning in Residential Complexes under Warranty," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 143, no. 4, Apr. 2017, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001250.
- [53] M. A. Hossain, D. Raiymbekov, A. Nadeem, and J. R. Kim, "Delay causes in Kazakhstan's construction projects and remedial measures," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 22, no. 5, pp. 801–819, 2022, doi: 10.1080/15623599.2019.1647635.
- [54] B. A. Tayeh, A. Maqsoom, Y. I. A. Aisheh, M. Almanassra, H. Salahuddin, and M. I. Qureshi, "Factors affecting defects occurrence in the construction stage of residential buildings in Gaza Strip," *SN Appl. Sci.*, vol. 2, no. 2, 2020, doi: 10.1007/s42452-020-1959-1.
- [55] M. Fathi, S. M. Asce, ; Pramen, P. Shrestha, M. Asce, and B. Shakya, "Change Orders and Schedule Performance of Design-Build Infrastructure Projects: Comparison between Highway and Water and Wastewater Projects," 2019, doi: 10.1061/(ASCE).
- [56] J. I. Obiano, R. C. Udeala, and G. U. Alaneme, "Application of neural networks and neuro-fuzzy models in construction scheduling," *Sci. Rep.*, vol. 13, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1038/s41598-023-35445-5.
- [57] I. Mahamid, "Micro and macro level of dispute causes in residential building projects: Studies of Saudi Arabia," *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.*, vol. 28, no. 1, pp. 12–20, 2016, doi: 10.1016/j.jksues.2014.03.002.
- [58] D. Contreras, G. Forino, and T. Blaschke, "Measuring the progress of a recovery process after an earthquake: The case of L'aquila, Italy," *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 28, pp. 450–464, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.ijdr.2017.09.048.
- [59] H. Erol, I. Dikmen, and M. T. Birgonul, "Measuring the impact of lean construction practices on project duration and variability: A simulation-based study on residential buildings," *J. Civ. Eng. Manag.*, vol. 23, no. 2, pp. 241–251, 2017, doi: 10.3846/13923730.2015.1068846.

- [60] K. O. Lee, M. A. Medina, E. Raith, and X. Sun, "Assessing the integration of a thin phase change material (PCM) layer in a residential building wall for heat transfer reduction and management," *Appl. Energy*, vol. 137, pp. 699–706, Jan. 2015, doi: 10.1016/j.apenergy.2014.09.003.
- [61] G. Huda and M. A. Berawi, "Quickly Understanding of Lean Construction to Improve Project Cost Performance: A Literature Review," 2021.
- [62] A. Grimes, I. Mitchell, and L. Associates, "Impacts of Planning Rules, Regulations, Uncertainty and Delay on Residential Property Development Author contact details," 2015. [Online]. Available: <http://ssrn.com/abstract=2552938><https://ssrn.com/abstract=2552938>Electroniccopyavailableat:<http://ssrn.com/abstract=2552938>
- [63] M. Lukavec, V. Čáp, and K. Čermáková, "How Permitting Process Length Influences Development Costs and Real Estate Prices," *Econ. Environ.*, vol. 89, no. 2, Jun. 2024, doi: 10.34659/eis.2024.89.2.768.
- [64] S. P. Sreenivas Padala, L. Divakar, and P. Vijay Kumar, "Buffer Sizing in Construction Scheduling Using Critical Chain Project Management," *Lect. Notes Civ. Eng.*, vol. 277, no. September 2022, pp. 969–978, 2023, doi: 10.1007/978-981-19-4040-8_78.
- [65] N. A. Aziz, F. A. M. Rahim, and N. M. Aziz, "Investigation of the Relationship Between the Communication Barrier, the Experience, and Project Delay Among Project Teams in a Private Residential Project; A PLS-SEM Technique," *Int. J. Constr. Supply Chain Manag.*, vol. 12, no. 2, pp. 193–208, 2022, doi: 10.14424/ijcscm120222-193-208.
- [66] F. E. Nurriszy, A. Suroso, and M. Amin, "Analysis the Influence of Manpower , Material , Machine , Method , Money and Environment on the Time Performance of Implementing Cold Storage Building Projects," pp. 108–123, 2025.
- [67] A. E. Husin and D. Aulia, "Dynamic Model-Based Risk Manageability in the Modular Construction of High-Rise Residential Buildings to Improve Project time Performance," *Civ. Eng. Archit.*, vol. 10, no. 6, pp. 2541–2553, 2022, doi: 10.13189/cea.2022.100623.
- [68] D. Koppelhuber and A. Magg, "Building services in timber construction - Investigation on difficulties and reliefs during the installation procedures in multi-storey timber residential buildings," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 800, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/800/1/012031.
- [69] S. A. A. Mohammed and M. S. Fathi, "Effective Criteria for Selecting Delay Analysis Methodologies for Construction Project in Abu Dhabi," *ASEAN Eng. J.*, vol. 12, no. 2, pp. 101–109, 2022, doi: 10.11113/aej.V12.17117.
- [70] A. S. Manlian Ronald and H. Lumbantoruan, "Analysis of Project Cost Management Indicators at Residential Buildings (Case Study: Building Construction Project in Rusun Penggilingan Jakarta)," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 508, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/508/1/012044.
- [71] H. H. Shaikh, N. Y. Zainun, and S. H. Khahro, "Project cost and time key factors distressing building construction projects of Sindh Pakistan: a post-pandemic approach," *Arch. Civ. Eng.*, pp. 0–3, 2023, doi: 10.24425/ace.2023.147678.
- [72] J. Zhang et al., "Research on Multi-Objective Optimization of Renovation Projects in Old Residential Areas Based on Evolutionary Algorithms," *Buildings*, vol. 14, no. 5, 2024, doi: 10.3390/buildings14051485.
- [73] S. Sohu, T. R. B. M. Kassim, and O. S. Khan, "Critical Risk Factors influencing Time Schedule of Residential Projects in Pakistan," *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 14, no. 1, pp. 12636–12639, 2024, doi: 10.48084/etasr.6528.
- [74] T. Harshavardhan, V. Srinivasa Reddy, P. S. R. P. S. S. S. Vardhani, S. Shrihari, A. H. R. Alawadi, and S. D. Sharma, "Resource Allocation, Scheduling and Planning of a Multi Storeyed Residential Building," *E3S Web Conf.*, vol. 391, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202339101217.
- [75] P. Shahsavand, A. Marefat, and M. Parchamijalal, "Causes of delays in construction industry and comparative delay analysis techniques with SCL protocol," *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. 25, no. 4, pp. 497–533, 2018, doi: 10.1108/ECAM-10-2016-0220.
- [76] B. I. Na Ayudhya and M. Kunishima, "Risks of Abandonment in Residential Projects Caused by Subcontractors," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 121, pp. 232–237, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.11.032.
- [77] B. I. Na Ayudhya and M. Kunishima, "Assessment of Risk Management for Small Residential Projects in Thailand," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 164, pp. 407–413, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.12.200.
- [78] V. Sharma, M. Al-Hussein, and S. M. AbouRizk, "Residential Construction Lot Grading Approval Process Optimization: Case Study of City of Edmonton," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 132, no. 12, pp. 1225–1233, 2006, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2006)132:12(1225).

- [79] S. C. Kim, "Project success indicators focusing on residential projects: Are schedule performance index and cost performance index accurate measures in earned value?," *Can. J. Civ. Eng.*, vol. 36, no. 11, pp. 1700–1710, 2009, doi: 10.1139/L09-101.
- [80] M. A. Othuman Mydin, N. M. Sani, N. A. Agus Salim, and N. Mohamed Alias, "Assessment of Influential Causes of Construction Project Delay in Malaysian Private Housing from Developer's Viewpoint," *E3S Web Conf.*, vol. 3, 2014, doi: 10.1051/e3sconf/20140301027.
- [81] B. Bahadir and O. Mykhaylova, "Housing market dynamics with delays in the construction sector," *J. Hous. Econ.*, vol. 26, pp. 94–108, 2014, doi: 10.1016/j.jhe.2014.09.005.
- [82] N. Forcada, M. MacArulla, M. Gangolells, and M. Casals, "Assessment of construction defects in residential buildings in Spain," *Build. Res. Inf.*, vol. 42, no. 5, pp. 629–640, 2014, doi: 10.1080/09613218.2014.922266.
- [83] P. Mitropoulos and T. Nichita, "Critical Concerns of Production Control System on Projects with Labor Constraints: Lessons from a Residential Case Study," *J. Manag. Eng.*, vol. 26, no. 3, pp. 153–159, 2010, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000015.
- [84] G. Sweis, R. Sweis, A. Abu Hammad, and A. Shboul, "Delays in construction projects: The case of Jordan," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 26, no. 6, pp. 665–674, Aug. 2008, doi: 10.1016/j.ijproman.2007.09.009.
- [85] M. Arashpour and M. Arashpour, "Analysis of Workflow Variability and Its Impacts on Productivity and Performance in Construction of Multistory Buildings," *J. Manag. Eng.*, vol. 31, no. 6, pp. 1–9, 2015, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000363.
- [86] A. Alsharef, S. Banerjee, S. M. J. Uddin, A. Albert, and E. Jaselskis, "Early impacts of the COVID-19 pandemic on the United States construction industry," 2021, mdpi.com. doi: 10.3390/ijerph18041559.
- [87] T. A. Khaleel and M. A. Flayeh, "Evaluation of risk factors affecting the implementation time for residential complex projects in Iraq," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 671, no. 1, pp. 0–14, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/671/1/012002.
- [88] R. M. Bijwar and A. B. More, "Delay Analysis in Construction of Redevelopment Residential Project," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, no. 1, pp. 37–44, 2017, [Online]. Available: www.irjet.net
- [89] D. B. Oluyemi-Ayibowu and E. K. Falola, "Ranking of Factors Influencing Cost Overrun and Project Delay of Repetitive Building Construction Project in Nigeria," *Int. J. Latest Technol. Eng. Manag. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 01, pp. 25–31, 2022, doi: 10.51583/ijltemas.2021.11102.
- [90] B. Al Khatib, Y. S. Poh, and A. El-Shafie, "Delay factors in reconstruction projects: A case study of Mataf Expansion Project," *Sustain.*, vol. 10, no. 12, 2018, doi: 10.3390/su10124772.
- [91] Y. C. Kog, "Project Management and Delay Factors of Public Housing Construction," *Pract. Period. Struct. Des. Constr.*, vol. 23, no. 1, 2018, doi: 10.1061/(asce)sc.1943-5576.0000350.
- [92] R. L. Metha and S. V. Gaikwad, "Delays and its Analysis: Indian Residential Construction Projects," *KICEM J. Constr. Eng. Proj. Manag.* Online ISSN 2233-9582, vol. 7, no. 4, pp. 20–28, 2017, [Online]. Available: www.jcepm.org
- [93] J. S. Jongo, N. G. A. K. Dennis, and S. N. Mary, "SSRN-id3580651," no. 1, 2019.
- [94] A. R. Patil, D. B. Mane, and V. S. Tiware, "ROOT CAUSE ANALYSIS OF DELAYS ON RESIDENTIAL CONSTRUCTION ROOT CAUSE ANALYSIS OF DELAYS ON RESIDENTIAL CONSTRUCTION PROJECTS IN," no. March 2018, 2022.
- [95] P. G. Scholar and C. Management, "Identification of Lack of Awareness and Limitations of Construction Practices in Delayed Residential," *IJRAR-International J. Res. ...*, vol. 5, no. 3, pp. 527–531, 2018, [Online]. Available: <http://ijrar.org/papers/IJRAR1903064.pdf>
- [96] T. El-Rasas and M. Marzouk, "Fuzzy model for assessing delays in Egyptian residential projects," *J. Financ. Manag. Prop. Constr.*, vol. 25, no. 2, pp. 225–246, 2020, doi: 10.1108/JFMPC-04-2019-0031.
- [97] A. Shrivastava, D. Chaurasia, and S. Saxena, "Deviations in design of residential buildings," *Mater. Today Proc.*, vol. 47, no. xxxx, pp. 7050–7053, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2021.06.106.
- [98] B. Ch, K. Anand Goud, A. Prakash, and K. Mounika, "Schedule delay analysis of a multi-storied residential project using primavera," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1091, no. 1, p. 012038, 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1091/1/012038.
- [99] D. S. Abdullah and R. S. A. Al-Nuamman, "Impact of Construction Systems on Project Timelines: A Case Study of Multi-Floor Affordable Residential Buildings," *Int. J. Sustain. Dev. Plan.*, vol. 18, no. 10, pp. 3025–3036, 2023, doi: 10.18280/ijstdp.181005.
- [100] S. Thorat, M. A. Khandare, and A. K. Kanase, "Identifying the Causes and Effects of Delay in Residential Projects," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 04, no. 04, pp. 2993–2996, 2017, [Online]. Available: <https://www.irjet.net/archives/V4/i4/IRJET-V4I4722.pdf>

- [101] S. Thorat and M. Khandare, "Exploratory Study of Causes and Effects of Delay in Indian Residential Projects," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 6, pp. 2302–2311, 2017, [Online]. Available: <https://irjet.net/archives/V4/i6/IRJET-V4I6450.pdf>
- [102] Ashish Chandu Pawar, S. V. Wagh, and Nikhil V. Bhalerao, "Factors Causing Delay and Methodology of Ranking for Residential Projects," *Int. J. Eng. Res.*, vol. V5, no. 08, pp. 17–28, 2016, doi: 10.17577/ijertv5is080040.