

Kajian Penerapan Konsep Konstruksi Ramping di Palembang

The Study on the Implementation of Lean Construction in Palembang

Ilham Fazri¹, Yani Rahmawati²

Departemen Arsitektur dan Perencanaan, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No.2, Sendowo, Sinduadi, Kec. Mlati, Kabupaten Sleman
Daerah Istimewa Yogyakarta 55284 Indonesia
¹ilhamfazri@mail.ugm.ac.id

[Diterima 28/03/2024, Disetujui 30/04/2024, Diterbitkan 17/05/2024]

Abstrak

Penelitian ini menginvestigasi penerapan konstruksi ramping dan manfaatnya di proyek konstruksi di Palembang. Pendekatan kualitatif digunakan melalui studi literatur dan wawancara mendalam terhadap narasumber yang memiliki pengalaman dalam proyek konstruksi. Hasil wawancara menunjukkan bahwa penerapan konstruksi ramping di Palembang masih terbatas, meskipun memiliki potensi untuk mengurangi emisi karbon dan meningkatkan efisiensi waktu. Selain itu, ditemukan bahwa pengenalan lebih lanjut terhadap konsep konstruksi ramping sangat diperlukan terutama di kalangan arsitek, untuk mendukung pengambilan keputusan desain dan keberlanjutan. Dalam memperdalam hasil dan diskusi penelitian, sebuah survei melalui penyebaran kuesioner terhadap praktisi di industri arsitektur, teknik dan konstruksi (AEC) juga dilaksanakan untuk mengkaji penerapan konstruksi ramping dan persepsi dampak penerapannya terhadap pengurangan karbon dalam mendukung konstruksi berkelanjutan. Implikasi dari penelitian ini adalah perlunya pendekatan yang lebih aktif dalam memperkenalkan konstruksi ramping kepada praktisi industri AEC di Palembang guna mendukung realisasi lingkungan terbangun yang berkelanjutan.

Kata kunci: efisiensi; emisi karbon; *just-in-time*; konstruksi berkelanjutan

Abstract

This research investigates the application of lean construction and its benefits in construction projects in Palembang. A qualitative approach was implemented through a literature review and in-depth interviews with stakeholders experienced in construction projects. The interview results indicate that the implementation of lean construction in Palembang is still limited, despite its potential to reduce carbon emissions and improve time efficiency. Additionally, it was found that further introduction to the concept of lean construction is highly necessary, especially among architects, to support decision-making in design and sustainability. A survey through questionnaire distribution to Architecture, Engineering, and Construction (AEC) practitioners was also conducted to further study the implementation of lean construction and the perceptions of the impact of its implementation to the achievement of sustainable construction. The implication of this research is the need for a more active approach in introducing lean construction to practitioners in the AEC industry in Palembang to support the realization of a sustainable built environment.

Keywords: carbon emission; efficiency; *just-in-time*; sustainable construction.

©Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang
p-ISSN 2580-1155
e-ISSN 2614-4034

Pendahuluan

Sektor bangunan dan konstruksi secara global menyumbang sekitar 38% dari total emisi CO₂ (United Nations Environment Programme, 2022). Untuk mencapai tujuan Perjanjian Paris, langkah-langkah mendesak diperlukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dalam jangka menengah hingga panjang di sektor bangunan dan konstruksi (Svendsen, 2022). Di Indonesia, emisi langsung dan tidak langsung dari sektor bangunan masing-masing menyumbang 4,6% dan 24,5% dari total emisi CO₂ yang terkait dengan energi (Climate Transparency Report, 2022). Sekitar 11% dari emisi global disebabkan oleh pertambangan, produksi bahan bangunan, dan konstruksi bangunan (International Energy Agency, 2020).

Pengembangan konsep *lean construction* dimulai pada awal 1990-an (Idrissi Gartoumi dkk., 2024; Koskela dkk., 2019; Sarhan dkk., 2018). *Lean constructions* atau konstruksi ramping adalah pendekatan yang bertujuan untuk meminimalkan pemborosan dan menciptakan nilai semaksimal mungkin (Bhaskara dkk., 2022; Febrina, 2021; Rusdiana dkk., 2022; Utsev dkk., 2024). Konstruksi ramping berhubungan dengan kemajuan proyek dalam semua aspek konstruksi dan lingkungan, termasuk desain, operasi, pemeliharaan, keselamatan, dan daur ulang. Konstruksi ramping bukanlah sekadar sistem atau alat dalam perencanaan, melainkan sebuah pemikiran dan perilaku yang terintegrasi dalam setiap tahapan proses konstruksi (Chiu & Cousins, 2020; Gonzalez dkk., 2024; Indrayani & Hasiholan, 2021; Parameswaran dkk., 2024). *Just-in-Time*, salah satu pendekatan dari konsep konstruksi ramping, dapat membantu mengurangi limbah dengan meminimalkan penyimpanan material yang tidak tepat waktu, memberikan barang sesuai dengan kebutuhan, mengurangi pengangkutan, dan mengurangi kerusakan selama pengangkutan (Mao dkk., 2024; Pillai & Lt. Sanoj Thonakkot, 2023; Utsev dkk., 2024; Wan Muhammad dkk., 2013). Adaptasi konstruksi ramping dengan menggunakan alat seperti *Last Planner System* dapat mengoptimalkan waktu pekerjaan dalam industri AEC (Etges dkk., 2020; Nursin & Sari, 2020; Rusdiana dkk., 2022; Wibowo, 2023). Penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) pada konstruksi ramping dapat mengoptimalkan pekerjaan baik perencanaan dan pelaksanaan (Burguete, 2018; Etges dkk., 2020; Heigermoser dkk., 2019; Shin dkk., 2022). BIM digunakan dalam menentukan jumlah, bentuk desain sebuah bangunan dikombinasikan dengan konstruksi ramping untuk meminimalisir pemborosan agar mencapai bangunan yang rendah emisi karbon (Gonzalez dkk., 2024; Maskil-Leitan dkk., 2020; Moradi & Sormunen, 2023; Naneva dkk., 2020; Wong & Fan, 2013).

Studi terdahulu menunjukkan bahwa Bangunan Rusunawa dengan menggunakan material yang sudah ada memiliki kandungan emisi karbon antara 328 hingga 871 kgCO₂/m (Agustiningtyas dkk., 2023). Emisi karbon dari bangunan rumah tipe 36 mencapai 10.257,48 KgCO₂ (Uda, 2021). Penggunaan *Just-in-Time* pada konstruksi ramping dapat mengurangi emisi karbon hingga 3.7% dan juga mengurangi biaya material (Rahmawati dkk., 2023). Dengan menggunakan *Last Planner System*, perencanaan menjadi lebih rinci dan kendala dalam pekerjaan dapat diidentifikasi dengan lebih baik (Silalahi dkk., 2022; Wibowo, 2023).

Fokus kajian penelitian ini adalah untuk memahami penerapan konstruksi ramping dalam proyek konstruksi di Palembang. Lebih spesifik lagi, penelitian ini mengeksplorasi pemahaman, tingkat penerapan, manfaat, dan tantangan konstruksi ramping dalam konteks industri konstruksi di Palembang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kontribusi konstruksi ramping terhadap keberlanjutan lingkungan di Palembang serta memberikan panduan praktis bagi praktisi dalam menerapkan konsep tersebut.

Metode Penelitian

Penelitian ini mengaplikasikan pendekatan kualitatif melalui studi pustaka dan wawancara mendalam untuk memahami fenomena konstruksi ramping secara holistik (Sekaran & Bougie, 2016). Pendekatan kualitatif dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mendapatkan wawasan yang mendalam tentang pengalaman, persepsi, dan makna yang diberikan subjek terhadap topik penelitian. Melalui pendekatan ini, kompleksitas hubungan sosial dan konteks yang mempengaruhi fenomena yang diteliti dapat dieksplorasi dengan lebih baik.

Studi pustaka

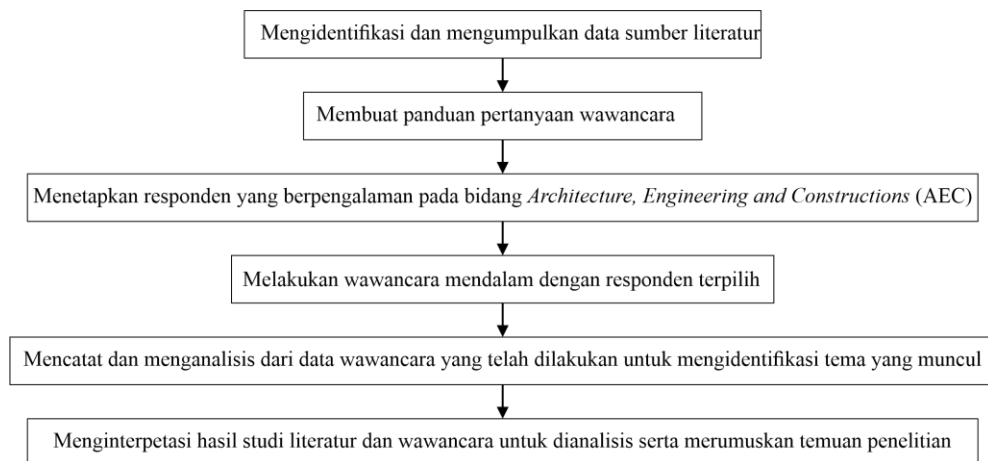
Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan informasi tentang konsep, manfaat, tantangan, dan peluang konstruksi ramping, terutama dalam konteks konstruksi di Palembang. Informasi dari studi literatur digunakan untuk memahami konsep dan teori yang relevan serta sebagai dasar untuk membangun model konseptual penelitian, mengembangkan hipotesa dan asumsi awal, serta merumuskan pertanyaan penelitian dan kerangka analisis. Studi pustaka yang dilakukan mencakup sumber-sumber literatur yang relevan, seperti jurnal ilmiah, buku, artikel, dan dokumen resmi terkait konstruksi ramping dan keberlanjutan konstruksi. Jumlah responden dalam survei adalah 33 orang, yang terdiri dari berbagai pelaku konstruksi di Palembang. Panduan penelitian yang digunakan mencakup prosedur identifikasi literatur, panduan wawancara, serta instrumen survei yang digunakan.

Pemilihan sampel

Pemilihan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, di mana subjek dipilih berdasarkan karakteristik yang relevan dengan topik penelitian (Amin dkk., 2023). Subjek penelitian terdiri dari individu yang memiliki pengalaman atau pengetahuan yang signifikan terkait dengan konstruksi ramping. Wawancara mendalam dipilih sebagai teknik pengumpulan data.

Prosedur penelitian

Prosedur penelitian, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1, meliputi tahapan identifikasi dan pengumpulan literatur terkait konstruksi ramping, pembuatan panduan wawancara, pelaksanaan wawancara mendalam, dan analisis data. Waktu pelaksanaan wawancara dilakukan pada periode Februari - Maret 2024, dengan sasaran wawancara pada pelaku di bidang arsitektur di berbagai posisi di kota Palembang. Hasil wawancara dianalisis untuk mengidentifikasi pola, tema, dan makna yang muncul, serta untuk merumuskan temuan penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian (Sumber : Penulis, 2024)

Hasil dan Pembahasan

Studi literatur konstruksi ramping

Konstruksi ramping merupakan pendekatan yang bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi dan mengurangi pemborosan dalam industri konstruksi. Tabel 1 menyajikan kriteria - kriteria yang mendasari prinsip konstruksi ramping.

Tabel 1. Kriteria konstruksi ramping

No.	Kriteria	Sumber
1	Terjadinya efisiensi di berbagai parameter dan menekankan pada penggunaan sumber daya yang efisien untuk mencapai hasil yang maksimal	(Adhi & Muslim, 2023; Awad dkk., 2021; Indrayani & Hasiholan, 2021; Moradi & Sormunen, 2023; Utsev dkk., 2024)
2	Pengurangan limbah konstruksi yang terjadi selama proses konstruksi dapat mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam proses konstruksi	(Bhaskara dkk., 2022; Ramani & Ksd, 2021; Sarhan dkk., 2018; Silalahi dkk., 2022; Utsev dkk., 2024)
3	Meningkatkan kualitas hasil konstruksi melalui penghapusan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah	(Etges dkk., 2020, 2020; Ramani & Ksd, 2021; Saputra, 2023; Utsev dkk., 2024)
4	Meningkatkan keterlibatan tim proyek dalam proses perencanaan, pengambilan keputusan, dan implementasi untuk mencapai tujuan bersama	(Adhi & Muslim, 2023; Burguete, 2018; Indrayani & Hasiholan, 2021; Rusdiana dkk., 2022; Wibowo, 2023)

(Sumber: Penulis, 2024)

Tipe dan karakteristik pendekatan konstruksi ramping

Ada beberapa tipe pendekatan dalam konstruksi ramping yang memiliki karakteristik yang berbeda namun memiliki tujuan yang sama, yaitu mengoptimalkan efisiensi dan mengurangi pemborosan dalam proses konstruksi, seperti yang tersajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tipe dan karakter konstruksi ramping

No.	Tipe	Penjelasan	Sumber
1	<i>Just-in-Time (JIT)</i>	Memastikan material dan sumber daya tersedia tepat waktu sesuai dengan kebutuhan proyek, mengurangi penyimpanan dan pemborosan	(Idrissi Gartoumi dkk., 2024; Mao dkk., 2024; Pillai & Lt. Sanoj Thonakkot, 2023; Rahmawati dkk., 2023)
2	Pengurangan Limbah	Identifikasi dan penghapusan pemborosan dalam proses konstruksi, termasuk waktu, material, dan tenaga kerja	(Bhaskara dkk., 2022; Sadhu Adwitya A dkk., 2020; Saputra, 2023)
3	<i>Continuous Improvement</i>	praktik perbaikan berkelanjutan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas secara terus-menerus	(Avelar dkk., 2019; Burguete, 2018; Etges dkk., 2020; Maraqa dkk., 2021; Moradi & Sormunen, 2023; Paipa-Galeano dkk., 2020; Zhang dkk., 2023)
4	<i>Value Stream Mapping (VCM)</i>	Analisis proses untuk mengidentifikasi aliran nilai tambah dan menghilangkan aktivitas yang tidak perlu	(Adhi & Muslim, 2023; Agustiningtyas dkk., 2023; Ariyanti dkk., 2021; Du dkk., 2023; Narke & Jayadeva, 2020; Ramani & Ksd, 2021; Wang dkk., 2020; Zahraee dkk., 2021)

(Sumber: Penulis, 2024)

Metode penerapan konstruksi ramping

Metode penerapan konstruksi ramping adalah langkah-langkah praktis yang diambil untuk menerapkan prinsip-prinsip konstruksi ramping dalam proyek konstruksi. Beberapa metode penerapan yang umum digunakan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Metode penerapan konstruksi ramping

No.	Metode	Penjelasan	Sumber
1	<i>The Last Planner System (LPS)</i>	Merupakan metode perencanaan yang melibatkan seluruh tim proyek dalam menetapkan target, mengidentifikasi risiko, dan mengelola aliran kerja	(Burguete, 2018; Indrayani & Hasiholan, 2021; Porwal dkk., 2010; Rusdiana dkk., 2022; Sadhu Adwitya A dkk., 2020; Shehab, 2019; Silalahi dkk., 2022; Walia & Suri, 2017; Wibowo, 2023)
2	<i>Kanban</i>	Metode visualisasi aliran kerja untuk mengatur produksi dan distribusi material serta mengidentifikasi hambatan dalam proses	(Cabrera dkk., 2023; Camacho - Ubillus dkk., 2023; Gonzalez dkk., 2024; Wan Muhammad dkk., 2013; Zeng dkk., 2023; Zhang dkk., 2023)
3	<i>5S Method (5SM)</i>	Pendekatan untuk mengorganisasi ruang kerja dengan lima langkah: <i>sort, set in order, shine, standardize</i> dan <i>sustain</i>	(Camacho - Ubillus dkk., 2023; Sánchez dkk., 2023)
4	<i>Kaizen</i>	Prinsip perbaikan terus-menerus yang melibatkan seluruh tim proyek dalam mencari cara untuk meningkatkan proses	(Margarida de Pinto e Sá, 2023; Omotayo dkk., 2020)

(Sumber: Penulis, 2024)

Penerapan kriteria, karakteristik, dan metode konstruksi ramping merupakan langkah penting dalam mencapai efisiensi, kualitas, dan keberlanjutan dalam industri konstruksi. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini, proyek konstruksi dapat mencapai hasil yang lebih baik dalam waktu yang lebih singkat dengan biaya yang lebih efisien.

Profil narasumber

Empat narasumber yang berpartisipasi dalam wawancara merupakan individu yang memiliki pengalaman dan pengetahuan yang relevan terkait dengan topik penelitian. Profil singkat dari masing-masing narasumber disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Profil narasumber

Narasumber	Profil	Pengalaman
A	Arsitek yang telah banyak berkecimpung pada Perencanaan dan SLF di Palembang	>23 tahun
B	Arsitek muda bekerja di Palembang pada proyek perencanaan	> 7 tahun
C	Konsultan/Tim Penilai Ahli Bangunan di berbagai kabupaten/kota di Sumatera Selatan	>20 tahun
D	Arsitek di sebuah kontraktor	>20 tahun

(Sumber: Penulis, 2024)

Penerapan konstruksi ramping di proyek konstruksi kota Palembang

Penerapan konstruksi ramping menurut para narasumber sebagian besar baru mengenal konstruksi ramping. Narasumber B belum mengenal dan mengetahui tentang konstruksi ramping dan lainnya telah mengetahui dan mengenalnya. Pada pekerjaan proyek jalan tol, penerapan konstruksi ramping pada PT. Waskita Karya dengan metode

Last Planner System (LPS) baru mengenal konstruksi ramping, mencoba untuk diimplementasikan pada proyek pekerjaan dan perlu banyak penyempurnaan (Wibowo, 2023). Hal ini menunjukkan adanya celah baru mengenai peluang konstruksi ramping menjadi lebih dikenal luas khususnya arsitek.

Konsep konstruksi ramping menurut seluruh narasumber, belum pernah menerapkannya pada konstruksi di Indonesia. Narasumber D mengungkapkan pernah menggunakan pendekatan konstruksi ramping *The 5 Ways*, pada proyek jembatan tiung di Jawa Timur. Namun dari penelitian sebelumnya telah banyak konstruksi ramping yang telah menerapkannya dan mendapatkan manfaatnya antara lain proyek jalan tol di Jalan tol Trans Sumatera (Wibowo, 2023), proyek masjid di Semarang (Rusdiana dkk., 2022), stadion di Banten (Silalahi dkk., 2022), rumah susun di Jakarta (Nursin & Sari, 2020), Gedung auditorium di Yogyakarta (Bhaskara dkk., 2022) dan bendungan di Ciawi (Ariyanti dkk., 2021). Konstruksi ramping sangat penting dikenal lebih dini mengingat sudah banyaknya penerapan konstruksi ramping yang dilakukan oleh banyak pihak pada konstruksi di Indonesia.

Hasil implementasi penggunaan konstruksi ramping baru ada satu penelitian yang dikemukakan di Palembang yakni pada proyek rusunami jakabaring menggunakan *Last Planner system* (Khoirunnisa dkk., 2019). Konstruksi ramping yang digunakan merupakan kontrol pekerjaan yang dilakukan selama proses konstruksi. Proses dimulai dari pembuatan *masterplan* hingga mendapatkan jumlah rencana yang telah dikerjakan dibagi dengan total pekerjaan dalam persentase, *Percent Plan Complete* (PPC). Pada penelitian ini, ditemukan bahwa konstruksi ramping mampu mengefisieni pekerjaan dan dan mampu mengidentifikasi hambatan pekerjaan selama proses pekerjaan.

Semua narasumber menyetujui akan pentingnya efisiensi pada proses instalasi material dan pentingnya efisiensi pada waktu pelaksanaan pada setiap proses. Konstruksi ramping membantu mengidentifikasi dan meminimalisir limbah konstruksi seperti proses instalasi material dan waktu pelaksanaan (Irfandi & Rachmawati, 2023). Dari penelitian lain, konstruksi ramping dapat menganalisis dan menghasilkan solusi dari limbah konstruksi yang terjadi seperti proses instalasi material dan waktu pekerjaan bahkan limbah lainnya (Ariyanti dkk., 2021). Dengan pentingnya efisiensi di berbagai sektor, konstruksi ramping dapat menjadi solusi atas pekerjaan konstruksi dimasa yang akan datang.

Tabel 5. Konstruksi ramping pada proyek konstruksi di kota Palembang

Pemahaman	Narasumber A	Narasumber B	Narasumber C	Narasumber D
Tingkat mengenalnya tentang konstruksi ramping atau <i>Lean Constructions</i> di Palembang	Telah mengenal dan mengetahuinya	Belum mengenal dan mengetahuinya	Telah mengenal dan mengetahuinya	Telah mengenal dan mengetahuinya
Konsep konstruksi Ramping sudah diterapkan pada konstruksi di indonesia	Tidak	Mungkin	Mungkin	Mungkin
Tingkat penerapan konstruksi ramping yang sudah diketahui pernah di gunakan dalam proyek terdahulu (<i>JIT, LPS, Kanban, The 5 Ways</i>)	Belum	Tidak mengetahuinya	Secara tidak langsung pernah, belum mengenal secara detail	<i>The 5 Ways</i>
Lokasi penerapan konstruksi ramping di indonesia yang pernah diketahui	Belum	Tidak mengetahuinya	Belum, tetapi secara bimtek pelatihan pernah di Training	Jembatan Tiung Biru Jawa Timur

Pemahaman	Narasumber A	Narasumber B	Narasumber C	Narasumber D
Dalam memilih material akan mempertimbangkan proses instalasi material	Ya	Ya	Ya	Ya
Efisiensi waktu pelaksanaan menjadi prioritas dalam setiap proses	Ya	Ya	Ya	Ya

(Sumber: Penulis, 2024)

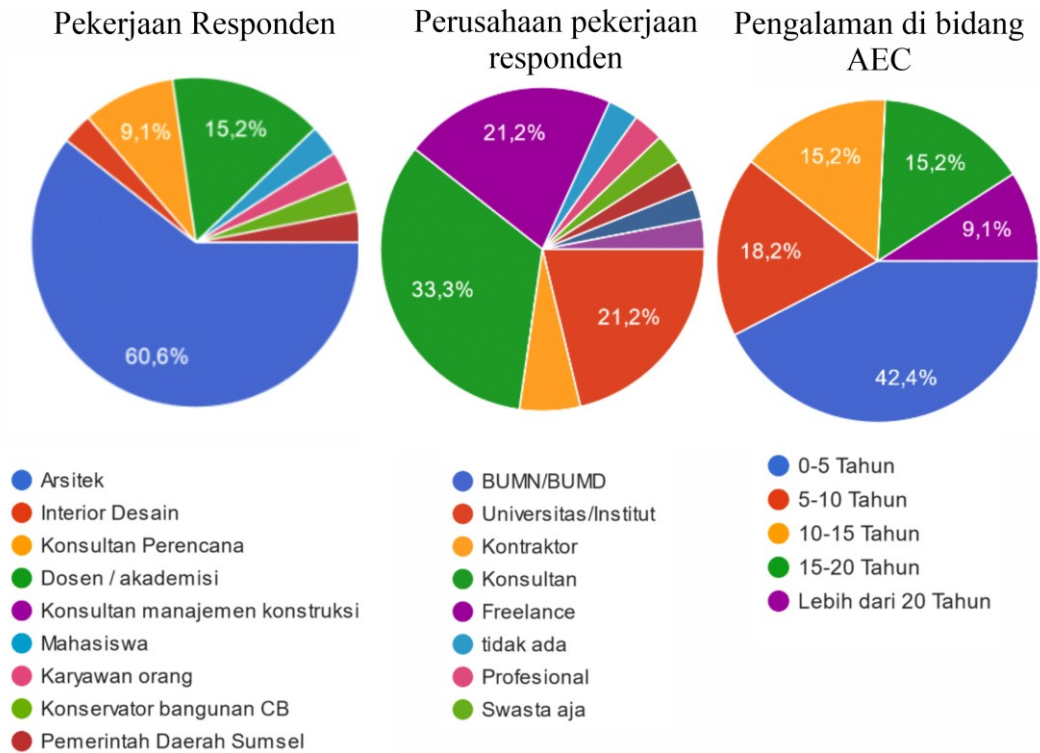
Manfaat penerapan konstruksi ramping berdasarkan persepsi pelaku konstruksi di Palembang

Dari hasil wawancara, seperti yang tersajikan pada Tabel 5. peneliti menanyakan kepada semua narasumber terkait dengan penerapan konsep konstruksi ramping dapat mengurangi emisi karbon dari proses konstruksi material. Menurut narasumber A bisa, jika memang instrumen konstruksi sudah di rancang saat pra konstruksi. Narasumber D berpendapat bahwa penerapan konstruksi ramping dapat mengurangi emisi karbon serta efisien waktu proses konstruksi. Hal senada dikemukakan oleh Rahmawati dkk., (2023), konstruksi ramping mampu mengurangi emisi karbon sebesar 3.7%. Konstruksi ramping yang telah diterapkan dan menghasilkan efisiensi dari emisi karbon, waktu dan biaya (Jeong dkk., 2016; Mao dkk., 2024; Pillai & Lt. Sanoj Thonakkot, 2023). Namun narasumber lainnya masih belum mengenal tentang konstruksi ramping.

Selain pertanyaan tersebut, apakah seorang arsitek perlu mempertimbangkan penerapan konstruksi ramping dalam memilih material untuk desain-nya sebagai salah satu upaya untuk mendukung pencapaian desain yang berkelanjutan? semua narasumber menyatakan perlu melakukan penerapan konstruksi ramping dalam memilih material yang berkelanjutan. Hasil temuan ini sejenis dengan penemuan sebelumnya, konstruksi ramping perlu diperkenalkan pada banyak pihak yang terlibat langsung dalam AEC (Al-Atesh dkk., 2021; Syathabi dkk., 2024). Dari hasil penelitian lainnya, penerapan konstruksi ramping mampu mengetahui limbah utama sebesar 22% dari cacat produksi material hingga penghalang utama sebesar 75% dari informasi desain belum final pada pekerjaan (Silalahi dkk., 2022). Penghalang desain yang belum final dapat diminalisir dengan menggunakan kombinasi antara konstruksi ramping dengan BIM untuk mendapatkan desain, mengurangi limbah, mempercepat alur pengiriman informasi pada setiap tim sehingga terjadinya intergrasi antara satu dan lainnya (Heigermoser dkk., 2019).

Hasil implementasi konstruksi ramping menggunakan LPS pada proyek Rusunami Jakabaring menunjukkan adanya peningkatan sebesar 73% pada pekerjaan finishing/arsitektur yang artinya memiliki realibilitas perencanaan diatas 70%, dengan faktor penghambat pekerjaan diidentifikasi dari pekerja yang tidak siap pada posisi pekerjaannya, penjadwalan material yang tidak tepat waktu dan kendala dari pelaksanaan pekerjaan sebelumnya (Khoirunnisa dkk., 2019). Penggunaan material dikendalikan secara ketat sesuai kebutuhan aktual, sehingga mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi. Hasilnya, proyek dapat diselesaikan lebih cepat dan dengan biaya yang lebih rendah, sementara tetap mempertahankan kualitas konstruksi yang tinggi.

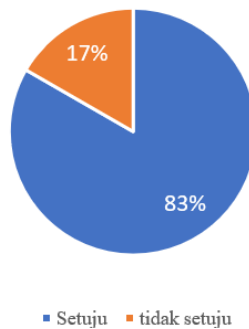
Dalam memperkuat hasil analisis studi kualitatif tersebut, peneliti melakukan penelitian untuk menginvestigasi persepsi pelaku konstruksi mengenai manfaat konstruksi ramping terhadap pengurangan karbon emisi. Ada 33 responden yang terlibat pada penelitian tersebut dengan latar belakang yang tersajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Latar Belakang Responden (Sumber : Penulis, 2024)

Menurut para responden, tingkat kesetujuan responden terhadap proses konstruksi akan mempengaruhi hasil emisi karbon yang terkandung dalam desain berkelanjutan sebesar 83%. Seperti yang tersajikan pada Pada Tabel 3. Hal ini menunjukan bahwa dalam mengejar desain berkelanjutan, proses konstruksi akan mempengaruhi hasil emisi karbon.

Proses konstruksi mempengaruhi hasil emisi karbon dalam mencapai desain berkelanjutan



Gambar 3. Pengaruh Emisi Karbon dalam Desain Berkelanjutan (Sumber : Penulis, 2024)

Didapatkan pula data, seperti yang tersajikan pada Gambar 4. mengenai penerapan salah satu metode konstruksi ramping yaitu JIT dimana 36,4% sudah sering ditemui penggunaannya pada konstruksi di Indonesia.

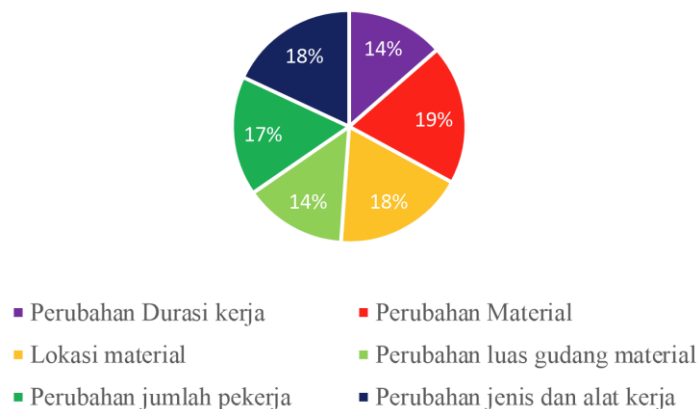
Implementasi Just-In Time dalam proses konstruksi



Gambar 4. Implementasi *Just-in-Time* (Sumber : Penulis, 2024)

Faktor-faktor yang terjadi akibat perubahan material seperti keterlambatan datangnya material dan rusaknya material baik selama transportasi maupun selama proses konstruksi menjadi pendukung utama sebesar 19% dalam permasalahan konstruksi. Seperti yang disajikan pada Gambar 5. Hasil ini senada dengan temuan bahwa limbah material menjadi salah satu yang dominan terjadi sebesar 20% (Bhaskara dkk., 2022). Perubahan material struktur yang banyak terjadi di Palembang juga menjadi faktor meningkatnya permasalahan konstruksi salah satunya dari rumah panggung (Angkasa & Anwar, 2020). Selain faktor tersebut, pencapaian pengurangan emisi karbon pada JIT selama proses konstruksi selanjutnya disusul oleh lokasi dapatnya material, jenis dan alat kerja, perubahan jumlah pekerja, luasan gudang dan durasi kerja.

Faktor pendukung pencapaian keberlanjutan



Gambar 5. Faktor Pendukung Desain Berkelanjutan (Sumber : Penulis, 2024)

Manfaat yang telah dijabarkan dari seluruh narasumber, Arsitek di Palembang perlu mengenal lebih jauh apa maksud dan tujuan konstruksi ramping. Penuturan Narasumber D, metode mengenalkan konstruksi ramping pada arsitek harus melalui pengalaman secara langsung dengan menggunakan alat-alat yang ada dalam konstruksi ramping agar waktu untuk mengenal dan mempelajarinya lebih cepat bisa diterapkan.

Potensi pengembangan riset ke depan dalam konteks hasil penelitian ini sangat besar, khususnya terkait dengan implementasi konstruksi ramping dan konstruksi yang

berkelanjutan. Pertama, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan berharga untuk pengembangan riset dalam implementasi konstruksi ramping, terutama dalam mengintegrasikan pendekatan *Lean* dengan teknologi *Building Information Modeling (BIM)* dalam konsep *9D-BIM*. Dengan menggabungkan konsep konstruksi ramping dan *BIM* yang lebih maju, dapat diciptakan suatu sistem yang lebih efisien dan efektif dalam pengelolaan proyek konstruksi, mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan. Kedua, penelitian ini juga dapat memberikan landasan bagi pengembangan riset dalam konstruksi yang berkelanjutan, dengan menyoroti pentingnya mempertimbangkan aspek keberlanjutan dalam pemilihan material, manajemen limbah, dan pengurangan emisi karbon dalam proses konstruksi. Dengan demikian, riset di masa mendatang dapat lebih fokus pada pengembangan metode dan praktik konstruksi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, sesuai dengan tuntutan zaman yang semakin mendesak untuk menjaga keseimbangan lingkungan.

Kesimpulan

Konstruksi ramping sangat efektif dalam mengoptimalkan efisiensi dan mengurangi pemborosan dalam industri konstruksi. Integrasi konsep konstruksi ramping dengan teknologi BIM dan penerapan metode seperti *Just-in-Time*, *Last Planner System*, dan *Value Stream Mapping* menjadi kunci dalam menciptakan lingkungan konstruksi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Wawancara dengan narasumber mengkonfirmasi bahwa pemahaman dan penerapan konstruksi ramping masih terbatas di Palembang, namun ada kesadaran akan pentingnya efisiensi dan keberlanjutan dalam proyek konstruksi. Narasumber menyoroti perlunya pelatihan dan edukasi yang lebih baik untuk memperkenalkan konsep konstruksi ramping kepada para profesional konstruksi di wilayah tersebut.

Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar pelaku konstruksi di Palembang percaya bahwa konstruksi ramping dapat mengurangi emisi karbon dan meningkatkan efisiensi dalam pemilihan material. Namun, masih diperlukan upaya lebih lanjut untuk meningkatkan pemahaman dan penerapan konsep konstruksi ramping di industri konstruksi Palembang.

Penerapan konstruksi ramping telah terbukti dapat memberikan dampak positif pada lingkungan, termasuk pengurangan emisi karbon dan penggunaan sumber daya yang lebih efisien. Misalnya, dengan mengoptimalkan penggunaan material dan mengurangi pemborosan, konstruksi ramping dapat membantu mengurangi jejak karbon proyek konstruksi dan mendukung pembangunan yang lebih berkelanjutan. Dengan demikian, integrasi konsep konstruksi ramping dan pendekatan yang berkelanjutan, serta pendidikan dan pelatihan yang lebih baik bagi para profesional konstruksi, dapat menciptakan lingkungan konstruksi yang lebih efisien dan ramah lingkungan di masa depan.

Daftar Pustaka

- Adhi, A. B., & Muslim, F. (2023). Development of Stakeholder Engagement Strategies to Improve Sustainable Construction Implementation Based on Lean Construction Principles in Indonesia. *Sustainability*, 15(7), 6053. <https://doi.org/10.3390/su15076053>
- Agustiningtyas, R. S., Takaguchi, H., Prasetya, A. B., & Kubota, T. (2023). Embodied energy and carbon assessment of existing affordable apartments in Indonesia. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 1–14. <https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2278481>
- Al-Atesh, E. A., Rahmawati, Y., Zawawi, N. A. W. A., & Utomo, C. (2021). A decision-making model for supporting selection of green building materials. *International*

- Journal of Construction Management.*
<https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1944548>
- Amin, N. F., Garancang, S., & Abunawas, K. (2023). Konsep Umum Populasi dan Sampel dalam Penelitian. *JURNAL PILAR: Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, 14(1).
- Angkasa, Z., & Anwar, W. F. F. (2020). Adaptasi Arsitektural Rumah Panggung di Palembang. *Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang*, 3, 24–33.
- Ariyanti, F. D., Putri, A. C., & Ningtyas, D. A. (2021). Implementation of lean construction and critical chain project management (CCPM) for waste management and work estimation on the Ciawi dam construction project. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 794(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012074>
- Avelar, W., Meiriño, M., & Tortorella, G. L. (2019). The practical relationship between continuous flow and lean construction in SMEs. *The TQM Journal*, 32(2), 362–380. <https://doi.org/10.1108/TQM-05-2019-0129>
- Awad, T., Guardiola, J., & Fraíz, D. (2021). Sustainable Construction: Improving Productivity through Lean Construction. *Sustainability*, 13(24), 13877. <https://doi.org/10.3390/su132413877>
- Bhaskara, A., Ginting, A. A., & Masagala, A. M. (2022). Penerapan Konstruksi Ramping terhadap Waste pada Ruang Lingkup Manajemen Proyek (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Auditorium di Yogyakarta). *Semesta Teknika*, 25(1), 80–88. <https://doi.org/10.18196/st.v25i1.13403>
- Burguete, M. G. (2018). *Project Optimisation Through the Combination of BIM and Last Planner System*. School of Engineering and Science Aalborg University.
- Cabrera, O., Tejada, J., Llontop, J., Mendoza, P., Alvarez, J. C., & Demirkesen, S. (2023). A validation model to reduce non-contributory time based on Lean tools: Case of a construction company in Perú. *Cogent Engineering*, 10(1), 2236838. <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2236838>
- Camacho - Ubillus, R., Hinostraza - Huamani, M., & Flores-Perez, A. (2023). Maintenance plan model to increase truck availability rate by applying 5S, TPM and Kanban in the construction sector. *2023 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias En Ingeniería (CONIITI)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CONIITI61170.2023.10324145>
- Chiu, S., & Cousins, B. (2020). Last Planner System® in Design. *Lean Construction Journal 2020*. www.leanconstructionjournal.org
- Climate Transparency Report. (2022). *Climate Transparency Report: Comparing G20 Climate Action Indonesia 2022*. Climate Transparency. https://www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2022/10/CT2022-Indonesia-Web.pdf#page=3%20_blank
- Du, J., Zhang, J., Castro-Lacouture, D., & Hu, Y. (2023). Lean manufacturing applications in prefabricated construction projects. *Automation in Construction*, 150, 104790. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104790>
- Etges, B. M., Reck, R. H., Fireman, M. T., Rodrigues, J. L., & Isatto, E. L. (2020). *Using BIM With the Last Planner® System to Improve Constraints Analysis*. 493–504. <https://doi.org/10.24928/2020/0060>
- Febrina, S. E. (2021). Kajian Hubungan Kerjasama Pihak yang Terlibat dalam Proyek Konstruksi Bangunan Perumahan. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 9(1), 80.
- Gonzalez, C. F. L., Rodriguez, A. M. R., & Manzanares, F. V. (2024). Disruptive method for managing BIM design and construction using Kanban. *Organization, Technology and Management in Construction: An International Journal*, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/otmcj-2024-0001>
- Heigermoser, D., García De Soto, B., Abbott, E. L. S., & Chua, D. K. H. (2019). BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management.

- Automation in Construction*, 104, 246–254.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.019>
- Idrissi Gartoumi, K., Aboussaleh, M., & Zaki, S. (2024). Implementing lean construction to improve quality and megaproject construction: A case study. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 29(1), 1–22.
<https://doi.org/10.1108/JFMPC-12-2022-0063>
- Indrayani, N. L. A., & Hasiholan, B. (2021, 21 Oktober). *Implementasi Last Planner System di Indonesia (Studi Kasus: 2 Perusahaan BUMN Konstruksi)*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 15, Semarang.
- International Energy Agency. (2020). *Energy Technology Perspectives 2020*. International Energy Agency.
- Irfandi, I. I., & Rachmawati, F. (2023). Identifikasi dan Benchmarking Faktor Penghalang Implementasi Konsep Lean Construction pada Megaprojek di Indonesia dengan Metode MICMAC. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(2), 177.
<https://doi.org/10.12962/j2579-891X.v21i2.15342>
- Jeong, W., Chang, S., Son, J., & Yi, J.-S. (2016). BIM-Integrated Construction Operation Simulation for Just-In-Time Production Management. *Sustainability*, 8(11), 1106.
<https://doi.org/10.3390/su8111106>
- Khoirunnisa, E., Toyfur, M. F., & Susanti, B. (2019). Implementasi Last Planner System Pada Proyek di Palembang (Studi Kasus Proyek Rusunami Jakabaring). *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 15(1), 43. <https://doi.org/10.25077/jrs.15.1.43-56.2019>
- Koskela, L., Ferrantelli, A., Niiranen, J., Pikas, E., & Dave, B. (2019). Epistemological Explanation of Lean Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(2), 04018131. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001597](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001597)
- Mao, W., Ran, K., Wang, T.-K., Yu, A., Lv, H., & Chen, J.-H. (2024). An optimization model for just-in-time (JIT) delivery of precast components considering 3D loading constraints, real-time road conditions and assembly time. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2023-0372>
- Maraqa, M. J., Sacks, R., & Spatari, S. (2021). Quantitative assessment of the impacts of BIM and lean on process and operations flow in construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(8), 2176–2198.
<https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2020-1068>
- Margarida de Pinto e Sá. (2023). *Implementing Kaizen as a Strategic Priority in a Construction and Maintenance Company*. Faculdade De Engenharia Universidade Do Porto.
- Maskil-Leitan, R., Gurevich, U., & Reyhav, I. (2020). BIM Management Measure for an Effective Green Building Project. *Buildings*, 10(9), 147.
<https://doi.org/10.3390/buildings10090147>
- Moradi, S., & Sormunen, P. (2023). Integrating lean construction with BIM and sustainability: A comparative study of challenges, enablers, techniques, and benefits. *Construction Innovation*. <https://doi.org/10.1108/CI-02-2023-0023>
- Naneva, A., Bonanomi, M., Hollberg, A., Habert, G., & Hall, D. (2020). Integrated BIM-Based LCA for the Entire Building Process Using an Existing Structure for Cost Estimation in the Swiss Context. *Sustainability*, 12(9), 3748.
<https://doi.org/10.3390/su12093748>
- Narke, M. M., & Jayadeva, C. T. (2020). Value Stream Mapping: Effective Lean Tool for SMEs. *Materials Today: Proceedings*, 24, 1263–1272.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.441>
- Nursin, A., & Sari, T. W. (2020). *Last Planner System pada Proyek Rumah Susun Transit Oriented Development*.

- Omotayo, T., Awuzie, B., Egbelakin, T., Obi, L., & Ogunnusi, M. (2020). AHP-Systems Thinking Analyses for Kaizen Costing Implementation in the Construction Industry. *Buildings*, *10*(12), 230. <https://doi.org/10.3390/buildings10120230>
- Paipa-Galeano, L., Bernal-Torres, C. A., Agudelo Otálora, L. M., Jarrah Nezhad, Y., & González-Blanco, H. A. (2020). Key lessons to maintain continuous improvement: A case study of four companies. *Journal of Industrial Engineering and Management*, *13*(1), 195. <https://doi.org/10.3926/jiem.2973>
- Parameswaran, A., Ranadewa, K. A. T. O., & Rathnasinghe, A. P. (2024). Roles of lean learners for successful lean implementation in the construction industry: A force-directed graph. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2023-0346>
- Pillai, A. S. & Lt. Sanoj Thonakkot. (2023). Just In Time (JIT): A Literature Review. *NCERC International Journal of Advanced Science, Engineering and Technology*, *2*. <https://xlescience.org/index.php/NIJASET/article/view/143>
- Porwal, V., Fernández-Solis, J., Lavy, S., & Rybkowski, Z. K. (2010). LAST PLANNER SYSTEM IMPLEMENTATION CHALLENGES. *Production Planning and Control*.
- Rahmawati, Y., Syafutri, R., Fazri, I., Suryabrata, J. A., Utomo, C., Mohammed, B. S., & Al, A.-H. M. (2023). *Material Selection Towards Sustainable and Lean Construction: A Comparison of Low Embodied Energy Material and Site Management Efficiency*. The International Conference on Innovations in Engineering, Science and Technology for Sustainable Development (ICEST 2023), The Maldives National University.
- Ramani, P. V., & Ksd, L. K. L. (2021). Application of lean in construction using value stream mapping. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *28*(1), 216–228. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2018-0572>
- Rusdiana, V., Ardra, F. R., Utama, A. B., & Friatmojo, E. K. (2022). Penerapan Last Planner System pada Proyek Penataan Kawasan Masjid Di Kota Semarang. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, *21*(2), 161–172. <https://doi.org/10.35760/dk.2022.v21i2.7166>
- Sadhu Adwitya A, Wibowo, M. A., & Syafrudin, S. (2020). Analisa Perbedaan LPS (Last Planner System) dengan Sistem Konvensional serta Pengaruh CPM dan Bar Chart pada LPS. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, *25*(1), 66. <https://doi.org/10.32497/wahanats.v25i1.1919>
- Sánchez, O., Revuelta, M. P., Gómez-Cabrera, A., & Salazar, L. A. (2023). Paper Planes for Teaching Construction Production Systems Based on Lean Tools: Continuous Improvement Cells and 5S. *Buildings*, *13*(2), 558. <https://doi.org/10.3390/buildings13020558>
- Saputra, R. H. (2023). Analisis Pengaruh Penerapan Lean Construction Pada Waste Material Terhadap Kinerja Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, *13*.
- Sarhan, S., Elnokaly, A., Pasquire, C., & Pretlove, S. (2018). *Lean Construction and Sustainability Through IGLC Community: A Critical Systematic Review of 25 Years of Experience*. 933–942. <https://doi.org/10.24928/2018/0274>
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2016). *Reseach Methods for Business* (7th ed.). John Wiley & Sons Ltd.
- Shehab, A. L. (2019). *Singularity Functions for Early Warning Guidance in The Last Planner System*.
- Shin, M.-H., Jung, J.-H., & Kim, H.-Y. (2022). Quantitative and Qualitative Analysis of Applying Building Information Modeling (BIM) for Infrastructure Design Process. *Buildings*, *12*(9), 1476. <https://doi.org/10.3390/buildings12091476>
- Silalahi, A. P., Muntako, F., & Hutauruk, G. M. (2022). *Analisis Penerapan Last Planner System di Proyek Pembangunan Stadion Banten*.

- Svendsen, M. Sc. A. (2022). *Roadmap For An Energy Efficient, Lowcarbon Buildings And Construction Sector In Indonesia* (hlm. 94). EBTKE, Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi together with Danish Energy Agency.
- Syathabi, R., Bulba, A. T., & Rauzana, A. (2024). Analysis of the Level of Importance and Ease of Implementing Lean Construction in Building Construction Projects in Aceh Province, Indonesia. *Natural Sciences Engineering and Technology Journal*, 4(1), 274–284. <https://doi.org/10.37275/nasetjournal.v4i1.45>
- Uda, S. A. K. A. (2021). Embodied Energy and Embodied Carbon Consumption Analysis of 36-Type Simple House Building Materials. *TEKNIK*, 42(2), 160–168. <https://doi.org/10.14710/teknik.v42i2.34268>
- United Nations Environment Programme. (2022). *2022 GLOBAL STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION* (hlm. 101).
- Utsev, J. T., Imoni, S., Onuzulike, C., Akande, O., Orseer, A. M., & Tiza, M. T. (2024). *Strategies for Sustainable Construction Waste Minimization in the Modern Era*. 3(01).
- Walia, B., & Suri, D. N. M. (2017). Implementation of Last Planner System And Challenges Encountered In An Indian Residential Construction Project. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 04(06).
- Wan Muhammad, W. M. N., Ismail, Z., & Hashim, A. E. (2013). Exploring lean construction components for Malaysian construction industry. *2013 IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium (BEIAC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/BEIAC.2013.6560091>
- Wang, P., Wu, P., Chi, H.-L., & Li, X. (2020). Adopting lean thinking in virtual reality-based personalized operation training using value stream mapping. *Automation in Construction*, 119, 103355. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103355>
- Wibowo, R. (2023). Implementasi Last Planner System Pada Proyek Tol Kayu Agung – Palembang – Betung Paket 2 Seksi 3. *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 4(1), 25–29. <https://doi.org/10.23960/jpi.v4n1.95>
- Wong, K., & Fan, Q. (2013). Building information modelling (BIM) for sustainable building design. *Facilities*, 31(3/4), Article 3/4. <https://doi.org/10.1108/02632771311299412>
- Zahraee, S. M., Esrafilian, R., Kardan, R., Shiwakoti, N., & Stasinopoulos, P. (2021). Lean construction analysis of concrete pouring process using value stream mapping and Arena based simulation model. *Materials Today: Proceedings*, 42, 1279–1286. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.955>
- Zeng, N., Ye, X., Liu, Y., & König, M. (2023). BIM-enabled Kanban system in construction logistics for real-time demand reporting and pull replenishment. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2022-0036>
- Zhang, W., Yu, C., Xiao, J., Kin, D. C. H., & Zhong, R. Y. (2023). Digital-Twin Enabled Construction System For Supply Chain Risk Management. *2023 IEEE 19th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CASE56687.2023.10288632>