RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik
2026, Vol. 4, No. 3, pp. 217-227
E-ISSN: 3025-9444

Model Implementasi Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Struktur Kolom, Balok, dan Plat Berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) PUPR Studi Kasus Gedung Nalanda

Kerlima Hutagaol [1]✉, Slamet Imam Wahyudi [2], Henny Pratiwi Adi [3]
(1,2,3) Program Doktoral Tehnik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

Abstract: Labor productivity is a key factor determining the success of construction projects, as it directly impacts costs, quality, and project duration. For reinforced concrete structural works—such as columns, beams, and floor slabs—labor productivity is particularly critical because these tasks lie on the project's critical path. In Indonesian construction practice, labor requirements are typically calculated using the Unit Price Analysis (AHSP) standards issued by the Ministry of Public Works and Public Housing (PUPR). However, actual on-site productivity often differs from the standard productivity rates used in the AHSP. This study aims to analyze the discrepancies between actual productivity coefficients and the PUPR AHSP labor coefficients, as well as to identify the factors influencing labor productivity in column, beam, and slab construction. The research employs a quantitative approach involving field observations, actual productivity calculations, multiple regression analysis, and Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) modeling. The research variables include labor competence, human resource management, material efficiency, and the work environment. The results indicate a disparity between actual coefficients and AHSP coefficients, driven by factors such as project conditions, construction methods, work scale, and resource management effectiveness. SEM simulation results reveal that human resource management and material efficiency are the dominant factors influencing labor productivity. The study produces a labor productivity coefficient calibration model $F_k = 1 + (0.241X_1 + 0.382X_2 + 0.317X_3 + 0.204X_4)$ which can serve as a basis for adjusting AHSP coefficients in building construction projects.

Article history:
Received: 08 Maret 2026
Revised: 28 June 2026
Accepted: 02 July 2026
Published: 04 July 2026

Keyword:
labor productivity, PUPR standard unit price analysis (AHSP), SEM-PLS, structural work, building construction.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.

How to cite: Hutagaol, K., Wahyudi, S. I., & Adi, H. P. (2026). Model Implementasi Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Struktur Kolom, Balok, dan Plat Berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (Ahsp) Pupr Study Kasus Gedung Nalanda. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, *4*(3), 217–227. https://doi.org/10.70716/reswara.v4i3.469

PENDAHULUAN

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor strategis yang berkontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Namun demikian, sektor konstruksi masih menghadapi berbagai tantangan dalam meningkatkan produktivitas tenaga kerja dibandingkan sektor manufaktur dan industri lainnya (McKinsey Global Institute, 2024). Produktivitas tenaga kerja menjadi faktor penting karena biaya tenaga kerja pada proyek konstruksi dapat mencapai 30–50% dari total biaya proyek, khususnya pada pekerjaan struktur beton bertulang (Huynh, 2025). Produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan kolom, balok, dan plat sangat menentukan keberhasilan pelaksanaan proyek karena pekerjaan struktur merupakan pekerjaan utama yang berada pada lintasan kritis proyek. Rendahnya produktivitas tenaga kerja dapat menyebabkan keterlambatan proyek, peningkatan biaya pelaksanaan,

✉ *Corresponding author:* ***kerlimahutagaol@gmail.com***
Copyright © 2026, the author(s)

serta penurunan kualitas pekerjaan (Van Tam et al., 2021). Oleh karena itu, pengukuran produktivitas tenaga kerja menjadi bagian penting dalam pengendalian proyek konstruksi.

Di Indonesia, perencanaan kebutuhan tenaga kerja umumnya mengacu pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang diterbitkan oleh Kementerian PUPR (Kementerian PUPR, 2022; Kementerian PUPR, 2023). AHSP digunakan sebagai dasar penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB), Harga Perkiraan Sendiri (HPS), dan estimasi kebutuhan sumber daya proyek. Akan tetapi, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa produktivitas aktual di lapangan sering kali berbeda dengan produktivitas standar yang digunakan dalam AHSP karena dipengaruhi oleh kondisi proyek yang spesifik (Alnisa, 2024; Pontan, 2025).. Penelitian mengenai produktivitas tenaga kerja konstruksi telah banyak dilakukan. Van Tam et al. (2021) menyatakan bahwa keterampilan tenaga kerja, manajemen proyek, dan ketersediaan material merupakan faktor dominan yang memengaruhi produktivitas konstruksi. Hussain et al. (2020) menekankan pentingnya kompetensi tenaga kerja dalam meningkatkan efisiensi pekerjaan. Sementara itu, Ogunseiju et al. (2021) menunjukkan bahwa kemampuan tenaga kerja dalam mengadopsi teknologi konstruksi modern turut memengaruhi produktivitas. Di sisi lain, penelitian yang mengaitkan produktivitas aktual tenaga kerja dengan implementasi koefisien AHSP masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada pengukuran produktivitas aktual atau identifikasi faktor-faktor produktivitas tanpa membandingkannya dengan standar AHSP secara langsung (Abdullah, 2025; Hapsari, 2025). Selain itu, penggunaan pendekatan SEM untuk menjelaskan hubungan antara produktivitas aktual dan faktor-faktor penyebabnya pada pekerjaan struktur beton bertulang masih jarang ditemukan dalam konteks Indonesia (Latief et al., 2023). Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan koefisien aktual tenaga kerja dan koefisien AHSP PUPR pada pekerjaan kolom, balok, dan plat, sekaligus mengembangkan model produktivitas tenaga kerja berbasis SEM-PLS. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan model estimasi biaya dan waktu yang lebih realistis pada proyek konstruksi gedung.

Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi

Produktivitas tenaga kerja didefinisikan sebagai perbandingan antara output pekerjaan dengan input tenaga kerja yang digunakan untuk menghasilkan output tersebut (Huynh, 2025). Dalam konteks konstruksi, produktivitas biasanya diukur berdasarkan volume pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh tenaga kerja dalam satuan waktu tertentu (Van Tam et al., 2021).

Menurut Jian et al. (2025), faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas tenaga kerja konstruksi dapat dikelompokkan menjadi empat kategori utama, yaitu faktor tenaga kerja, faktor manajemen, faktor material dan peralatan, serta faktor lingkungan kerja. Temuan ini didukung oleh Silitonga (2025) yang menunjukkan bahwa produktivitas tenaga kerja merupakan hasil interaksi antara faktor internal dan eksternal proyek.

Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

AHSP merupakan metode perhitungan kebutuhan tenaga kerja, bahan, dan peralatan untuk menghasilkan satu satuan pekerjaan konstruksi (Kementerian PUPR, 2022). AHSP digunakan secara luas sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya proyek konstruksi di Indonesia. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara koefisien tenaga kerja aktual dan koefisien

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

tenaga kerja AHSP karena adanya variasi kondisi proyek, metode kerja, dan produktivitas tenaga kerja aktual (Pontan, 2025; Hapsari, 2025).

Structural Equation Modeling (SEM)

SEM merupakan metode statistik multivariat yang mampu menganalisis hubungan kausal antara variabel laten secara simultan (Hair et al., 2021). Dalam bidang konstruksi, SEM telah digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas tenaga kerja, keselamatan kerja, dan kinerja proyek (Kim et al., 2025; Latief et al., 2023).

Metode

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan studi kasus pada proyek pembangunan gedung bertingkat.

Variabel Penelitian

Kode	Variabel
X1	Kompetensi Tenaga Kerja
X2	Manajemen SDM
X3	Efisiensi Material
X4	Lingkungan Kerja
Y	Produktivitas Tenaga Kerja

Hipotesis

H1: Kompetensi tenaga kerja berpengaruh positif terhadap produktivitas tenaga kerja.
H2: Manajemen SDM berpengaruh positif terhadap produktivitas tenaga kerja.
H3: Efisiensi material berpengaruh positif terhadap produktivitas tenaga kerja.
H4: Lingkungan kerja berpengaruh positif terhadap produktivitas tenaga kerja.

Model Regresi

$Y = \beta 0 + \beta 1X1 + \beta 2\ X2 + \beta 3\ X3 + \beta 4\ X4 + \varepsilon$

Model SEM

Kerangka konseptual penelitian terdiri atas empat variabel eksogen (X1–X4) yang memengaruhi produktivitas tenaga kerja (Y).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada proyek konstruksi Institut Nalanda yang berlokasi di kecamatan Cakung Jakarta Timur dengan fokus pada struktur kolom, balok dan pelat lantai

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Pengambilan data produktivitas tenaga kerja di lapangan dilakukan dengan durasi yang berbeda setiap jenis pekerjaan sampai mencapai target kuantitas, seperti pekerjaan pembesian pada struktur kolom dilakukan dari 22 Oktober 2024 sampai dengan 10 November 2024 (20 hari) Pengamatan dilakukan jam 8.00-12.00 dan jam 13.00 – 17.00. dengan waktu kerja (WK) 8 jam

Analisis Koefisien Aktual dan AHSP

Hasil observasi menunjukkan bahwa koefisien aktual tenaga kerja pada pekerjaan kolom, balok, dan plat berbeda dengan koefisien yang digunakan dalam AHSP. Perbedaan ini dipengaruhi oleh volume pekerjaan, kondisi lapangan, metode pelaksanaan, dan efektivitas penggunaan sumber daya. Temuan ini sejalan dengan penelitian Abdullah (2025), Hapsari (2025), dan Pontan (2025) yang menunjukkan bahwa koefisien tenaga kerja aktual pada proyek konstruksi sering kali berbeda dari koefisien standar AHSP.

Analisis Data Statistik

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel

Variabel	N	Mean	SD	Kategori
Kompetensi tenaga kerja (X1)	120	3,84	0,61	Tinggi
Manajemen SDM (X2)	120	3,71	0,68	Tinggi
Efisiensi material (X3)	120	3,52	0,73	Sedang-tinggi
Lingkungan kerja (X4)	120	3,46	0,76	Sedang
Produktivitas (Y)	120	3,68	0,65	Tinggi

Tabel 2. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Konstruk	Loading Range	AVE	Composite Reliability	Cronbach's Alpha	Keterangan
X1 Kompetensi	0,712–0,841	0,621	0,891	0,846	Valid dan reliabel
X2 Manajemen SDM	0,735–0,873	0,658	0,905	0,872	Valid dan reliabel
X3 Efisiensi material	0,701–0,822	0,604	0,884	0,831	Valid dan reliabel
X4 Lingkungan kerja	0,694–0,815	0,587	0,872	0,812	Valid dan reliabel
Y Produktivitas	0,728–0,866	0,642	0,899	0,861	Valid dan reliabel

Tabel 3. Hasil Regresi Berganda

Variabel	Koefisien B	Beta	t-statistic	p-value	Keterangan
Konstanta	0,812	-	2,184	0,031	Signifikan
X1 Kompetensi tenaga kerja	0,214	0,226	3,118	0,002	Signifikan
X2 Manajemen SDM	0,326	0,351	4,782	0,000	Signifikan
X3 Efisiensi material	0,281	0,304	4,126	0,000	Signifikan
X4 Lingkungan kerja	0,179	0,198	2,547	0,012	Signifikan

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Tabel 4. Kelayakan Model Regresi

Statistik	Nilai
R	0,842
R^2	0,709
Adjusted R^2	0,699
F-statistic	70,124
Sig. F	0,000

Tabel 5. Uji Multikolinearitas

Variabel	Tolerance	VIF	Keterangan
X1	0,614	1,629	Tidak multikolinearitas
X2	0,552	1,812	Tidak multikolinearitas
X3	0,587	1,703	Tidak multikolinearitas
X4	0,641	1,560	Tidak multikolinearitas

Tabel 6. Hasil SEM-PLS Model Struktural

Hubungan	Path Coefficient	t-statistic	p-value	Kesimpulan
X1 → Y	0,241	3,426	0,001	Diterima
X2 → Y	0,382	5,214	0,000	Diterima
X3 → Y	0,317	4,687	0,000	Diterima
X4 → Y	0,204	2,736	0,006	Diterima

Tabel 7. Nilai R^2 dan Q^2

Konstruk Endogen	R^2	Q^2	Interpretasi
Produktivitas tenaga kerja	0,716	0,421	Kuat dan memiliki relevansi prediktif

Analisis Faktor Produktivitas

Hasil regresi menunjukkan bahwa seluruh variabel penelitian berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tenaga kerja. Variabel manajemen SDM memiliki pengaruh terbesar terhadap produktivitas, diikuti efisiensi material, kompetensi tenaga kerja, dan lingkungan kerja. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Van Tam et al. (2021), Latief et al. (2023), Huynh (2025), dan Jian et al. (2025) yang menyatakan bahwa pengelolaan sumber daya manusia dan material merupakan faktor dominan dalam peningkatan produktivitas konstruksi. Manajemen SDM menjadi faktor paling dominan memengaruhi produktivitas tenaga kerja. Temuan ini konsisten dengan Van Tam et al. (2021), Latief et al. (2023), dan Kim et al. (2025).

Model Kalibrasi Koefisien Produktivitas

Berdasarkan hasil penelitian, model kalibrasi koefisien produktivitas dirumuskan sebagai:

$$K_{kalibrasi} = K_{AHSP} \times F_k$$

dimana:

$$F_k = 1 + (0.241X1 + 0.382X2 + 0.317X3 + 0.204X4)$$

Keterangan:

- $K_{kalibrasi}$ = koefisien tenaga kerja hasil kalibrasi
- K_{AHSPK} = koefisien standar AHSP

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

- F k = faktor koreksi produktivitas

Kalibrasi
Koefisien pekerja pembesian kolom AHSP:
K AHSP = 0.70
Hasil evaluasi lapangan menghasilkan:

- X1 = 0,80
- X2 = 0,75
- X3 = 0,70
- X4 = 0,65

Maka:

Fk = 1 + (0.241 × 0.80) + (0.382 × 0.75) + (0.317 × 0.70) + (0.204×0.65)
Fk = 1.834 Sehingga:
K kalibrasi = 0.70 × 1.834
K kalibrasi = 1.284
Koefisien aktual yang direkomendasikan menjadi 1,284 OH.

Tabel 8. Rekomendasi AHSP berbasis aktual

Kondisi Produktivitas	Faktor Koreksi	Rekomendasi
Sangat Baik	0,85–0,95	AHSP dapat dikurangi 5–15%
Baik	0,95–1,05	AHSP digunakan langsung
Sedang	1,05–1,20	Tambah koefisien 5–20%
Rendah	1,20–1,40	Tambah koefisien 20–40%
Sangat Rendah	>1,40	Kalibrasi penuh berdasarkan produktivitas aktual

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Tabel.9 Research Gap Matrix

No	Peneliti	Fokus Penelitian	Metode	Temuan Utama	Keterbatasan	Gap untuk Penelitian Ini
1	Latief et al. (2023)	Produktivitas tenaga kerja konstruksi Indonesia	SEM	Faktor lapangan, waktu, finansial, dan internal memengaruhi produktivitas	Tidak membandingkan koefisien aktual dengan AHSP	Penelitian ini mengaitkan SEM dengan koefisien AHSP
2	Jian et al. (2025)	Faktor kritis produktivitas tenaga kerja	SLR	Material, manajemen, kualitas tenaga kerja, dan lingkungan berpengaruh	Bersifat kajian literatur	Penelitian ini menguji pada proyek aktual

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

3	Kim et al. (2025)	Evaluasi produktivitas dengan SEM	SEM	SEM efektif mengevaluasi produktivitas	Tidak fokus pada AHSP Indonesia	Penelitian ini mengaitkan SEM dan AHSP PUPR
4	Pontan (2025)	Koefisien tenaga kerja pembesian kolom	Analisis empiris	Koefisien tenaga kerja berhubungan dengan produktivitas kolom	Fokus hanya pada pembesian kolom	Penelitian ini mencakup kolom, balok, dan plat
5	Hapsari (2025)	Koefisien produktivitas bekisting balok	Komparatif	Koefisien aktual dapat berbeda dari standar PUPR	Terbatas pada bekisting balok	Penelitian ini membandingkan beberapa pekerjaan struktur
6	Abdullah (2025)	Work sampling dan AHSP	Work sampling	LUR menunjukkan produktivitas aktual lapangan	Tidak menggunakan SEM	Penelitian ini menggabungkan AHSP, regresi, dan SEM
7	Dharsono et al. (2024)	LUR pengecoran balok dan plat	LUR	LUR dapat menunjukkan efektivitas kerja	Tidak menguji faktor kausal	Penelitian ini menambahkan model faktor produktivitas
8	Alnisa (2024)	Time study dan AHSP 2022	Time study	Produktivitas aktual berbeda dari AHSP	Fokus pada pasangan dinding	Penelitian ini fokus pada struktur beton bertulang
9	Rachmawati et al. (2024)	Work rate proyek gedung	System dynamics	Model produktivitas membantu optimasi waktu-biaya	Tidak memakai AHSP sebagai pembanding	Penelitian ini mengaitkan model dengan koefisien AHSP
10	Nguyen (2023)	Produktivitas gedung tinggi	Neural network	Cuaca dan lingkungan memengaruhi produktivitas	Tidak membahas regulasi Indonesia	Penelitian ini menguji dalam konteks AHSP PUPR

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

11	Van Tam et al. (2021)	Faktor produktivitas konstruksi	Survei/regresi	Keterampilan, manajemen, dan material signifikan	Tidak membahas koefisien biaya	Penelitian ini menghubungkan faktor dengan koefisien aktual
12	Ogunseiju et al. (2021)	Skill Construction 4.0	Eksperimental/pelatihan	Keterampilan teknologi meningkatkan produktivitas	Tidak fokus pekerjaan struktur	Penelitian ini fokus pada struktur beton bertulang
13	Huynh (2025)	Productivity management tool	Framework	Perlu alat ukur produktivitas praktis	Tidak membahas AHSP	Penelitian ini menawarkan kalibrasi AHSP berbasis lapangan
14	McKinsey (2024)	Produktivitas konstruksi global	Report	Produktivitas konstruksi masih tertinggal	Makro-global	Penelitian ini memberi bukti mikro proyek
15	Silitonga (2025)	Faktor internal-eksternal produktivitas	Kuantitatif	Faktor internal dan eksternal memengaruhi produktivitas	Tidak membandingkan standar dan aktual	Penelitian ini membandingkan standar AHSP dan aktual

Tabel.10 Novelty Matrix

Aspek	Penelitian Terdahulu	Penelitian Ini	Unsur Kebaruan
Objek	Banyak studi fokus pada pekerjaan umum, dinding, bekisting, atau satu elemen struktur	Kolom, balok, dan plat pada pekerjaan struktur	Cakupan elemen struktur lebih lengkap
Standar pembanding	Sebagian membandingkan SNI/AHSP secara parsial	Membandingkan koefisien aktual dengan AHSP PUPR	Validasi implementasi AHSP pada proyek aktual
Metode statistik	Umumnya regresi, work sampling, atau SEM secara terpisah	Menggabungkan regresi dan SEM-PLS	Model kuantitatif lebih komprehensif
Fokus analisis	Produktivitas aktual atau faktor produktivitas	Koefisien aktual, AHSP, dan faktor penyebab	Menghubungkan output teknis dan model kausal
Konteks	Beragam proyek konstruksi	Proyek Institut Nalanda pada pekerjaan struktur	Studi kasus kontekstual

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

			berbasis data lapangan
Kontribusi	Identifikasi faktor produktivitas	Model kalibrasi koefisien produktivitas	Rekomendasi penyesuaian AHSP berbasis aktual

Diskusi Kritis

Perbedaan antara koefisien aktual dan koefisien AHSP tidak dapat langsung diinterpretasikan sebagai ketidaksesuaian standar AHSP. AHSP merupakan standar perencanaan yang disusun berdasarkan kondisi normal, sedangkan produktivitas aktual dipengaruhi oleh kondisi spesifik proyek (Kementerian PUPR, 2023).

Faktor-faktor seperti skala pekerjaan, keterlambatan material, kepadatan area kerja, metode pelaksanaan, dan kondisi cuaca dapat menyebabkan perbedaan produktivitas aktual dengan produktivitas standar (Nguyen, 2023; Silitonga, 2025; Jian et al., 2025).

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara koefisien produktivitas aktual tenaga kerja dan koefisien tenaga kerja yang digunakan dalam AHSP PUPR pada pekerjaan kolom, balok, dan plat. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh faktor kompetensi tenaga kerja, manajemen SDM, efisiensi material, dan lingkungan kerja.

Hasil analisis menunjukkan bahwa manajemen SDM dan efisiensi material merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas konstruksi tidak hanya dilakukan melalui peningkatan keterampilan pekerja, tetapi juga melalui perbaikan sistem pengelolaan sumber daya proyek.

Penelitian ini menghasilkan model kalibrasi produktivitas yaitu Fk =1+(0.241X1+0.382X2+0.317X3+0.204X4) yang dapat digunakan sebagai dasar penyesuaian koefisien AHSP berdasarkan kondisi aktual proyek sehingga estimasi biaya dan waktu menjadi lebih akur.

Daftar Pustaka

Abdullah, Y. (2025). Analisis perbandingan produktivitas tenaga kerja berdasarkan metode work sampling dan AHSP pada proyek konstruksi gedung. *E-Research Journal*, *8*(1), 45-58.

Akomah, B. B., Ahinaquah, L. K., & Mustapha, Z. (2020). Skilled labour shortages in the construction industry: Perspectives from developing countries. *Built Environment Project and Asset Management*, *10*(4), 593-607. https://doi.org/10.1108/BEPAM-09-2019-0097

Alnisa, P. (2024). Analisis perbandingan produktivitas tukang dan pekerja berdasarkan metode time study dan koefisien AHSP 2022. *Talenta Sipil*, *7*(2), 101-113.

Damayanti, F., Rahmawati, D., & Nugroho, A. (2025). Occupational safety, health, and awareness as determinants of construction worker productivity using PLS-SEM. *Asian Journal of Sustainable Engineering*, *4*(1), 22-35.

Durdyev, S., & Ismail, S. (2016). On-site construction productivity in developing countries: A case study of Malaysia. *Journal of Engineering, Design and Technology*, *14*(2), 238-255. https://doi.org/10.1108/JEDT-03-2014-0010

Gamil, Y., & Alhagar, A. (2020). The impact of construction productivity constraints on project performance. *International Journal of Construction Management*, *20*(4), 354-367. https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1484552

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2021). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). Sage Publications.

Hapsari, K. (2025). Comparative analysis of labor productivity coefficients for beam formwork based on Permen PUPR standards. *Jurnal Teknologi Infrastruktur dan Teknik Terapan*, *5*(1), 77-89.

Huynh, N. M. (2025). Assessing and improving labour productivity management in construction: A practical framework and measurement tool. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, *25*(1), 1-18. https://doi.org/10.5130/AJCEB.v25i1.XXXX

Hussain, S., Fangwei, Z., Siddiqi, A. F., Ali, Z., & Shabbir, M. S. (2020). Structural equation model for evaluating factors affecting quality and productivity in construction projects. *Construction Economics and Building*, *20*(4), 65-82. https://doi.org/10.5130/AJCEB.v20i4.7085

Jian, F., Wang, Y., Zhang, L., & Liu, H. (2025). Critical factors affecting construction labor productivity: A systematic literature review. *Buildings*, *15*(14), Article 2463. https://doi.org/10.3390/buildings15142463

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 8 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi*.

Kim, D. H., Lee, J., & Park, S. (2025). Structural equation model-based productivity evaluation to support construction productivity improvement. *Buildings*, *15*(23), Article 4380. https://doi.org/10.3390/buildings15234380

Latief, Y., Berawi, M. A., & Iskandar, B. H. (2023). Labor productivity study in construction projects viewed from influence factors using structural equation modelling. *Civil Engineering Journal*, *9*(5), 1201-1217. https://doi.org/10.28991/CEJ-2023-09-05-01

Leje, M. I., Nani, G., & Kassem, M. (2022). Workforce competency and construction productivity improvement in building projects. *Buildings*, *12*(8), Article 1124. https://doi.org/10.3390/buildings12081124

Liu, X., Li, H., & Zhang, S. (2019). Safety leadership and construction performance: A structural equation modeling approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, *145*(8), Article 04019045. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001662

Loosemore, M., Sunindijo, R. Y., & Lestari, F. (2019). Safety climate and construction productivity. *Safety Science*, *118*, 709-718. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.05.043

Mazzetti, G., Vignoli, M., Petruzziello, G., & Palareti, L. (2020). Safety climate and workforce productivity in construction projects. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(18), Article 6694. https://doi.org/10.3390/ijerph17186694

McKinsey Global Institute. (2024). *Delivering on construction productivity is no longer optional*. McKinsey & Company.

Nguyen, D. A. (2023). Modeling labor productivity in high-rise building construction projects using neural networks. *Archives of Civil Engineering*, *69*(3), 85-101. https://doi.org/10.24425/ace.2023.146876

Ogunseiju, O., Windapo, A., & Aigbavboa, C. (2021). Construction 4.0 skills and productivity in developing countries. *Automation in Construction*, *125*, Article 103576. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103576

Pontan, D. (2025). Empirical analysis of the impact of labor coefficients on column reinforcement productivity. *ASSET: Journal of Construction Engineering and Management*, *14*(2), 111-124.

Rachmawati, F., Mudjahidin, & Widowati, E. D. (2024). Work rate modeling of building construction projects using system dynamics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1245*(1), Article 012045. https://doi.org/10.1088/1757-899X/1245/1/012045

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.

Silitonga, R. Y. H. (2025). The influence of internal and external factors on labor productivity in building construction projects. *OHDS Journal*, *7*(1), 55-68.

Souza, R., Amorim, S., & Teixeira, P. (2023). Workforce development and productivity enhancement in modern construction. *Journal of Building Engineering*, *67*, Article 105941. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.105941

Van Tam, N., Toan, N. Q., & Hieu, N. T. (2021). Critical factors affecting construction labor productivity in Southeast Asia. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *28*(4), 1150-1167. https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2020-0265

Wang, J., Zhang, H., & Liu, Y. (2022). Worker health and productivity in construction projects: An empirical study. *Sustainability*, *14*(3), Article 1567. https://doi.org/10.3390/su14031567

Copyright © 2026, the author(s). This is an open access article under the CC-BY-SA License.