

## **Analisis Produktivitas dan Efisiensi Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Kolom Proyek Bangunan Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara (PTTUN) Manado**

### ***Analysis Of Productivity and Labor Efficiency In Column Work For The Manado Administrative High Court (PTTUN) Building Project***

**Mansauda C. M. Myristica<sup>(\*)</sup>, Marthin D. J. Sumajouw, Grace Y. Malingkas,  
Fabian J. Manoppo, A. K. Torry Dundu, Arthur H. Thambas**

Program Magister Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado

\*Penulis untuk korespondensi: yumimansauda15@gmail.com

---

Naskah diterima melalui e-mail jurnal ilmiah agrisocioekonomi@unsrat.ac.id	: Senin, 22 September 2025
Disetujui diterbitkan	: Selasa, 30 September 2025

---

#### **ABSTRACT**

*In the field, it is often found that labor productivity in column work is not optimal. This can be caused by various factors, such as lack of training, inefficient work methods, material delays, weather, and weak technical supervision. Delays in the completion of structural elements such as columns can have a domino effect on subsequent work, so that small delays at the beginning can have a major impact on project completion time. In addition, the use of conventional work management approaches (manual calculations), such as the absence of data-based daily targets or the non-use of digital monitoring systems, also contributes to the inefficient implementation of work. Therefore, a comprehensive analysis is needed that not only measures productivity and efficiency quantitatively but also explores the factors that influence them in a systematic and measurable manner. This study aims to measure the level of labor productivity in the column work of the Manado Administrative High Court (PTTUN) building project, analyze the efficiency of labor utilization based on standards, and compare the results of manual analysis with AI-based analysis (Python) to support improvements in labor efficiency, resulting in 83% of the overall efficiency optimization, which is considered suboptimal and does not reach 100% optimization.*

*Keywords: construction management; productivity; efficiency; Python AI; column work*

#### **ABSTRAK**

Di lapangan, sering ditemukan bahwa produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan kolom belum optimal. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kurangnya pelatihan, metode kerja yang tidak efisien, keterlambatan material, cuaca, hingga lemahnya pengawasan teknis. Keterlambatan dalam penyelesaian elemen struktural seperti kolom dapat menimbulkan efek domino pada pekerjaan berikutnya, sehingga keterlambatan kecil di awal dapat berakibat besar pada waktu penyelesaian proyek. Selain itu, penggunaan pendekatan manajemen kerja yang masih bersifat konvensional (perhitungan manual), seperti tidak adanya target harian berbasis data atau tidak digunakannya sistem *digital monitoring*, turut menjadi penyebab kurang efisiennya pelaksanaan pekerjaan. Oleh karena itu, diperlukan analisis menyeluruh yang tidak hanya mengukur produktivitas dan efisiensi secara kuantitatif, tetapi juga mengeksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhinya secara sistematis dan terukur. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan kolom proyek bangunan gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara (PTTUN) Manado, menganalisis efisiensi pemanfaatan tenaga kerja berdasarkan standar, melihat hasil analisis antara analisis manual dengan analisis berbasis AI (Python) untuk mendukung peningkatan efisiensi tenaga kerja sehingga yang hasil didapatkan yaitu mencapai 83% dari keseluruhan pengoptimalan efisiensi dimana hasil tersebut dikatakan tidak optimal dan tidak mencapai optimal 100%.

Kata kunci : manajemen konstruksi; produktivitas; efisiensi; Python Ai; pekerjaan kolom

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sektor konstruksi merupakan salah satu sektor utama yang memberikan kontribusi besar terhadap pembangunan nasional di berbagai negara, termasuk Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2023), sektor ini menyumbang sekitar 10,3% terhadap PDB nasional dan menyerap jutaan tenaga kerja di seluruh wilayah. Dalam proses pelaksanaan proyek konstruksi, tenaga kerja memiliki peranan yang sangat penting karena produktivitas dan efisiensi mereka akan sangat menentukan keberhasilan proyek, baik dari sisi waktu, biaya, maupun mutu pekerjaan. Di antara berbagai elemen struktur bangunan, pekerjaan kolom adalah salah satu komponen kritis karena berfungsi sebagai elemen struktural utama yang menyalurkan beban dari atas ke bawah (pondasi), sekaligus penentu kestabilan dan keberlanjutan proses pekerjaan selanjutnya. Tahapan pekerjaan kolom meliputi bekisting, pembesian, dan pengecoran beton. Ketiga aktivitas tersebut tidak hanya memerlukan keterampilan teknis, tetapi juga manajemen waktu kerja yang baik agar produktivitas tidak terganggu dan efisiensi tetap terjaga. Jika produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan kolom rendah, maka akan terjadi penundaan pada pekerjaan lantai atas atau elemen struktur lainnya. Begitu pula jika efisiensi rendah, maka pemborosan sumber daya akan meningkat, baik dalam bentuk waktu kerja, biaya tambahan, maupun tenaga kerja yang tidak termanfaatkan secara optimal.

Di lapangan, sering ditemukan bahwa produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan kolom belum optimal. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kurangnya pelatihan, metode kerja yang tidak efisien, keterlambatan material, cuaca, hingga lemahnya pengawasan teknis (Hendrickson & Au, 2000). Menurut penelitian oleh Thomas *et al.*, (1986), keterlambatan dalam penyelesaian elemen struktural seperti kolom dapat menimbulkan efek domino pada pekerjaan berikutnya, sehingga keterlambatan kecil di awal dapat berakibat besar pada waktu penyelesaian proyek. Selain itu, penggunaan pendekatan manajemen kerja yang masih bersifat konvensional (perhitungan manual), seperti tidak adanya target harian berbasis data atau tidak digunakannya sistem

digital monitoring, turut menjadi penyebab kurang efisiennya pelaksanaan pekerjaan. Oleh karena itu, diperlukan analisis menyeluruh yang tidak hanya mengukur produktivitas dan efisiensi secara kuantitatif, tetapi juga mengeksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhinya secara sistematis dan terukur.

Pentingnya pekerjaan kolom dalam sistem struktur bangunan menjadikan analisis produktivitas dan efisiensi pada bagian ini memiliki nilai strategis. Terlebih lagi, pada proyek-proyek bangunan gedung bertingkat dua atau lebih, kolom berperan sebagai elemen pengunci jadwal konstruksi. Keterlambatan dalam penyelesaian kolom akan secara langsung mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas dan efisiensi pada pekerjaan ini dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap keberhasilan proyek secara umum. Berangkat dari kondisi tersebut, penelitian ini akan secara khusus mengkaji produktivitas dan efisiensi tenaga kerja pada pekerjaan kolom pada proyek bangunan gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara (PTTUN) Manado. Pemilihan proyek bangunan tersebut didasarkan pada representasi umum proyek konstruksi skala kecil hingga menengah yang banyak dijumpai di wilayah perkotaan dan semi-perkotaan di Indonesia khususnya di Sulawesi Utara, Kota Manado.

Penelitian ini tidak hanya menggunakan perhitungan manual (konvensional), seperti perhitungan berdasarkan SNI, tetapi juga membandingkannya dengan pendekatan berbasis teknologi, seperti pemanfaatan model prediktif sederhana menggunakan Python. Pendekatan ini dimaksudkan untuk menjawab tantangan transformasi digital dalam sektor konstruksi yang menjadi salah satu fokus pembangunan industri konstruksi nasional menuju revolusi industri 4.0. Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh informasi yang lebih akurat, rinci, dan aplikatif mengenai tingkat produktivitas serta efisiensi tenaga kerja, sekaligus memberikan masukan kepada pelaksana proyek agar dapat melakukan perbaikan manajerial dan teknis dalam pelaksanaan pekerjaan kolom secara lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana tingkat produktivitas tenaga kerja dalam pelaksanaan pekerjaan kolom pada proyek bangunan gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara (PTTUN) Manado?
2. Seberapa efisien tenaga kerja dalam menyelesaikan pekerjaan kolom dibandingkan dengan standar waktu kerja berdasarkan SNI?
3. Bagaimana hasil analisis produktivitas dan efisiensi tenaga kerja pada pekerjaan kolom dengan analisis konvensional (manual) dan analisis berbasis teknologi (Python)?

#### **Tujuan Penelitian**

Adapun penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan yaitu:

1. Mengukur tingkat produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan kolom proyek bangunan gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara (PTTUN) Manado.
2. Menganalisis efisiensi pemanfaatan tenaga kerja berdasarkan standar atau norma pekerjaan.
3. Melihat hasil analisis antara analisis konvensional (manual) dengan analisis berbasis teknologi (Python) untuk mendukung peningkatan efisiensi tenaga kerja.

#### **Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berikut:

1. Manfaat Akademis:
  - a. Memberikan kontribusi ilmiah dalam kajian produktivitas dan efisiensi tenaga kerja konstruksi khususnya pada elemen kolom.
  - b. Menjadi referensi akademik untuk penelitian lanjutan di bidang manajemen konstruksi dan pemanfaatan teknologi analisis data dalam proyek konstruksi.
2. Manfaat Praktis:
  - a. Menjadi bahan pertimbangan bagi pelaksana proyek (kontraktor, manajer lapangan, konsultan pengawas) dalam merancang strategi pengelolaan tenaga kerja yang lebih efisien.
  - b. Memberikan *insight* untuk penggunaan teknologi analisis data (AI/ML sederhana) dalam perencanaan dan pemantauan produktivitas tenaga kerja.

## **METODE PENELITIAN**

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan gedung dua lantai yang berlokasi di Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara (PTTUN) Manado, yang memenuhi kriteria pekerjaan konvensional (manual dan semi-manual). Lokasi dipilih dengan pertimbangan:

- Aksesibilitas untuk observasi langsung dan dokumentasi.
- Proyek mencakup seluruh tahap pekerjaan kolom (bekisting, pembesian, pengecoran).
- Pekerjaan dilakukan oleh tenaga kerja harian lepas atau borongan yang mencerminkan kondisi lapangan umum di Indonesia.

### **Objek Penelitian**

Objek penelitian adalah seluruh aktivitas pekerjaan kolom dalam proyek tersebut, meliputi:

- Volume pekerjaan kolom beton bertulang (m<sup>3</sup>)
- Jumlah tenaga kerja per jenis pekerjaan (tukang, pembantu tukang).
- Lama waktu pelaksanaan.
- Hasil output harian pekerjaan.

### **Metode Pengumpulan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara pengamatan langsung (observasi) di lapangan terhadap aktivitas tenaga kerja serta wawancara terstruktur dengan pekerja dan mandor tentang kendala, produktivitas, dan metode kerja. Adapun pencatatan volume output harian dibandingkan dengan jumlah pekerja dan jam kerja. Sedangkan data sekunder diperoleh secara gambar kerja struktur (*shop drawing* kolom), RAB (Rencana Anggaran Biaya) proyek, kurva-S atau *network schedule* proyek, standar nasional seperti SNI tentang analisis harga satuan pekerjaan konstruksi dan data dari literatur akademik dan publikasi terkait produktivitas tenaga kerja konstruksi.

### **Konsep Pengukuran Variabel**

1. Variabel Dependen
  - a. Produktivitas tenaga kerja, dihitung dalam unit output per satuan waktu dan pekerjaan.

Misalnya:

- m<sup>3</sup>/orang/hari (untuk pengecoran beton kolom).
- kg/orang/hari (untuk pembesian).
- m<sup>2</sup>/orang/hari (untuk bekisting).

b. Efisiensi tenaga kerja

## 2. Variabel Independen

a. Tenaga Kerja

- Jumlah tenaga kerja
- Lama waktu kerja efektif (hari kerja bersih)

### Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif, yang bertujuan untuk memperoleh data objektif terkait produktivitas dan efisiensi tenaga kerja konstruksi pada pekerjaan kolom. Pendekatan ini didasarkan pada pengumpulan data numerik yang dianalisis menggunakan metode matematis dan statistik. Penelitian ini juga menggunakan analisis komputasional berbasis Python sebagai alat bantu untuk pengolahan data, visualisasi, dan model evaluasi prediktif. Python digunakan sebagai alat bantu analisis data, bukan sebagai bagian dari sistem digitalisasi proyek secara menyeluruh (seperti BIM atau IoT). Dengan demikian, penelitian ini tetap bersifat konvensional dalam hal pengumpulan data, namun memanfaatkan teknologi komputasi untuk pengolahan dan penyajian data secara efisien.

#### 1. Analisis Konvensional

Analisis konvensional dilakukan berdasarkan pendekatan statistik deskriptif dan perbandingan dengan SNI.

a. Produktivitas (Sweis *et al.*, 2008):

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume Pekerjaan(input)}}{\text{Jumlah OH(output)}}$$

b. Efisiensi (Hersey & Blanchard, 1993):

$$\text{Efisiensi (\%)} = \left( \frac{\text{Produktivitas Aktual}}{\text{Produktivitas Standar (SNI)}} \right) \times 100\%$$

#### 2. Analisis Berbasis Python

Python digunakan berikut:

- a. *Input* dan *preprocessing* data produktivitas (menggunakan *pandas*).
- b. Analisis statistik (mean, deviasi standar, variansi, outlier) dengan *Numpy/Scipy*.
- c. Visualisasi data:
  - Histogram produktivitas.
  - Boxplot efisiensi antar pekerjaan.

- Tren produktivitas terhadap jumlah tenaga kerja.

d. Model regresi linear

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \epsilon$$

Dimana:

Y = Produktivitas

X<sub>1</sub> X<sub>1</sub> = Jumlah pekerja

X<sub>2</sub> X<sub>2</sub> = Waktu kerja

e. Simulasi efisiensi dengan model prediktif:

- Prediksi output berdasarkan variasi jumlah tenaga kerja.
- Prediksi waktu optimal menyelesaikan volume pekerjaan tertentu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Umum Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan gedung yang berada di PTTUN Manado. Proyek ini meliputi pekerjaan struktur, arsitektur, dan utilitas. Fokus penelitian adalah pada pekerjaan struktur kolom beton bertulang, yang terdiri dari tiga komponen utama, yaitu:

- Bekisting kolom: menggunakan multipleks dan perancah baja ringan.
- Pembesian kolom: menggunakan besi beton BJTD fy 420 MPa.
- Pengecoran kolom: menggunakan beton K-300, metode manual dan menggunakan molen.

Data diperoleh dari pengambilan data laporan produktivitas tenaga kerja harian dan RAB. Selain itu, digunakan juga data dokumentasi teknis proyek dan pengolahan data menggunakan Python.

### Hasil Analisis Metode Konvensional

Tabel 1. Pekerjaan Kolom Type K2K 45 x 45 Lantai 1

No. Pekerjaan	Sat	Koefisien	Volume
A. Lantai 1			
Pekerjaan Kolom Type K2P 45x45	M <sup>3</sup>		
1 Besi Beton, BJTD, fy 420 MPa	Kg		1047,1
- Pekerja	OH	0,008	
- Tukang Besi	OH	0,008	
- Kepala Tukang	OH	0,0008	
- Mandor	OH	0,0004	
2 1 M3 cor beton mutu K-300	M <sup>3</sup>		3,65
- Pekerja	OH	3,00	
- Tukang Batu	OH	2,00	
3 Pemasangan 1 m <sup>2</sup> Bekisting	M <sup>2</sup>		31,5
- Pekerja	OH	0,6	
- Tukang Kayu	OH	0,6	
- Kepala Tukang	OH	0,1	
- Mandor	OH	0,05	

Sumber: Data Primer, 2025

Lantai 1									
No	Pekerjaan	Sat	Koefisien	Volume	OH Tenaga Kerja	Jumlah Tenaga Kerja	Jumlah Hari	Produktivitas	Efisiensi
A. Lantai 1.1									
Pekerjaan Kolom Type K2P 45x45									
1	Besi Beton, B/TD, fy 420 MPa	Kg		1047,1					
	- Pekerja	OH	0.008		8,3768	1	8,4	16,7536	
	- Tukang Besi	OH	0.008		8,3768	1	8,4		
	- Kepala Tukang	OH	0.0008		0,83768	1	0,8		
	- Mandor	OH	0.0004		0,41884	1	0,4		
	Total OH				18,01022	1		58,1395488	
	Pekerja + Tukang Besi							62,5	83,33%
2	1 M3 cor beton mutu K-300	M3		3,65					
	- Pekerja	OH	3		10,95	2	5,475	0,33333333	83,33%
	- Tukang Batu	OH	2		7,3	2	3,65	0,5	83,33%
3	Pemasangan 1 m2 Bekisting	M2		31,5					
	- Pekerja	OH	0,6		18,9	6	3,35	1,666m2/OH	83,33%
	- Tukang Kayu	OH	0,6		18,9	6	3,15	1,666m2/OH	83,33%
	- Kepala Tukang	OH	0,1		3,15	1	3,15		
	- Mandor	OH	0,05		1,575	1	1,575		
	Total OH								

Gambar 1. Hasil Analisis Pekerjaan Kolom Type K2K 45 x 45 Lantai 1 Manual

Item	Type	Unit	Volume	OH Pekerja	OH Tukang	OH Kepala Tukang	OH Mandor	OH total	Productivity core_kg_per_OH	Productivity total_kg_per_OH	Efficiency %	OH Tukang Data
0	Besi Beton	kg	1.047.100	8.377	8.377	0.838	0.419	18.010	62.500	58.140	83.333	NaN
1	Cor Beton	m3	3.650	10.950	NaN	NaN	NaN	18.250	NaN	NaN	NaN	7.500
2	Bekisting bekisting	m2	31.500	18.900	NaN	3.150	1.575	42.525	NaN	NaN	NaN	NaN
3	Besi Beton	kg	5.976.980	47.816	47.816	4.782	2.391	102.804	62.500	58.140	83.333	NaN
4	Cor Beton	m3	22.080	66.240	NaN	NaN	NaN	113.400	NaN	NaN	NaN	43.560
5	Bekisting bekisting	m2	140.540	84.324	NaN	14.054	7.027	109.729	NaN	NaN	NaN	NaN
6	Besi Beton	kg	12.308.040	98.464	98.464	9.846	4.923	211.698	62.500	58.140	83.333	NaN
7	Cor Beton	m3	40.840	122.520	NaN	NaN	NaN	204.200	NaN	NaN	NaN	81.660
8	Bekisting bekisting	m2	278.440	167.064	NaN	27.944	13.972	377.244	NaN	NaN	NaN	NaN
9	Besi Beton	kg	10.530.220	84.242	84.242	8.424	4.212	101.120	62.500	58.140	83.333	NaN
10	Cor Beton	m3	57.570	171.910	NaN	NaN	NaN	285.850	NaN	NaN	NaN	114.540
11	Bekisting bekisting	m2	352.150	211.290	NaN	35.215	17.608	529.402	NaN	NaN	NaN	NaN
12	Besi Beton	kg	1.052.400	8.747	8.747	0.875	0.437	10.806	62.500	58.140	83.333	NaN
13	Cor Beton	m3	4.660	13.980	NaN	NaN	NaN	23.300	NaN	NaN	NaN	9.320
14	Bekisting bekisting	m2	38.840	23.304	NaN	3.884	1.942	52.434	NaN	NaN	NaN	NaN
15	Besi Beton	kg	128.180	1.025	1.025	0.103	0.051	2.205	62.500	58.140	83.333	NaN

Gambar 2. Hasil Analisis Pekerjaan Kolom Type K2K 45 x 45 Lantai 1 Python

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis produktivitas dan efisiensi tenaga kerja pada pekerjaan kolom proyek bangunan gedung 2 lantai, dapat ditarik beberapa kesimpulan berikut:

#### 1. Produktivitas Tenaga Kerja

- Hasil perhitungan menunjukkan bahwa produktivitas tenaga kerja bervariasi setiap harinya, dipengaruhi oleh jenis pekerjaan (bekisting, pembesian, dan pengecoran) serta jumlah pekerja yang terlibat.
- Nilai produktivitas rata-rata tenaga kerja berada dalam rentang 0,85 – 1,25 satuan output/oh, yang tergolong baik dibandingkan standar produktivitas tenaga kerja konstruksi menurut SNI 2008.

#### 2. Efisiensi Tenaga Kerja

### Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini berikut:

#### 1. Bagi Manjaemen Proyek

- Disarankan untuk melakukan monitoring produktivitas tenaga kerja secara berkala dengan dukungan teknologi analisis data, agar pengendalian proyek lebih terukur dan berbasis data aktual.
- Perencanaan tenaga kerja perlu lebih fleksibel untuk menyesuaikan kondisi lapangan, sehingga efisiensi dapat dipertahankan pada tingkat optimal.

#### 2. Bagi Pelaksana Lapangan

- Pekerja perlu diberikan pelatihan singkat terkait metode kerja yang efektif, serta

pengarahan mengenai keselamatan kerja, karena kedisiplinan dan keamanan turut mempengaruhi produktivitas.

- Koordinasi yang baik antara tim pembesian, bekisting, dan pengecoran perlu ditingkatkan agar tidak terjadi waktu menganggur (*idle time*) yang mengurangi efisiensi.

### 3. Bagi Penelitian Selanjutnya

- Penelitian ini dapat dikembangkan dengan memperluas cakupan pekerjaan konstruksi selain kolom, misalnya balok, plat lantai, maupun dinding, untuk memperoleh gambaran produktivitas tenaga kerja yang lebih komprehensif.
- Integrasi analisis Python dengan sistem manajemen proyek digital dapat diteliti lebih lanjut untuk memperkuat penerapan data science dalam bidang konstruksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2023. *Statistik Indonesia 2023*. Indonesia: Badan Pusat Statistik.
- Hendrickson, C. & Au, T. 2000. *Project Management For Construction, Second Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hersey, P., & Blanchard, K. 1993. *Management Of Organizational Behavior Sixth Edition*. Singapore: Prentice Hall.
- Sweis, G., Sweis, R., Abu, H. A., & Shboul, A. 2008. Delays In Construction Projects: The Case Of Jordan. *International Journal Of Project Management*, 26(6): 665-674.
- Thomas, S. L., 1998. *Decision Making For Leaders: The Analytical Hierarchy Process For Decisions In A Complex World*. Pittsburgh: University Of Pittsburgh.