

ARTIKEL + ILMIAH AGRE.docx

by picture memorayyy

Submission date: 11-Feb-2026 02:14PM (UTC+0800)

Submission ID: 2876548848

File name: ARTIKEL_ILMIAH_AGRE.docx (6.85M)

Word count: 4740

Character count: 27356

**Comparative Analysis of Construction Time and Cost Efficiency between PU Sandwich Panel Walls and Hebel Concrete Walls Using the Integrated Project Performance Measurement (IPPM) Method
[Analisis Perbandingan Efisiensi Waktu dan Biaya Konstruksi antara Dinding Sandwich Panel PU dan Dinding Beton Hebel Menggunakan Metode Integrated Project Performance Measurement (IPPM)]**

Agre Imta Swidaputra¹⁾, Atik Wahyuni²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: atikwahyuni@umsida.ac.id

Abstract. *This study analyzes the comparative efficiency of cost and time of Polyurethane (PU) Sandwich Panel wall work and Hebel concrete in two operator room projects in Sidoarjo using the Integrated Project Performance Measurement (IPPM) method. In Operator Room 1, the actual cost of PU Sandwich Panel reached Rp18,480,000, an increase of 14.29% compared to the plan, while Hebel concrete was Rp9,892,000 with a CPI value of 1.17. In Operator Room 2, the costs of both methods were in accordance with the plan, respectively Rp25,060,000 for PU and Rp14,456,000 for Hebel. From the time aspect, PU Sandwich Panel showed an acceleration of implementation by 20–33%, while Hebel concrete experienced a deviation of up to 25%. The IPPM value indicates that PU Sandwich Panel has better integrated performance in both projects, namely 1.19 and 1.13, compared to Hebel concrete at 0.83 and 0.92. The results of the study show that hebel concrete is more economical in nominal terms, while PU Sandwich Panels are superior in integrated cost–time performance.*

Keywords - PU Sandwich Panel; Hebel Concrete (AAC); cost and time efficiency; Integrated Project Performance Measurement (IPPM); CPI–SPI–IPPI.

Abstrak. *Penelitian ini menganalisis perbandingan efisiensi biaya dan waktu pekerjaan dinding Sandwich Panel Polyurethane (PU) dan beton hebel pada dua proyek ruang operator di Sidoarjo dengan menggunakan metode Integrated Project Performance Measurement (IPPM). Pada Ruang Operator 1, biaya aktual Sandwich Panel PU mencapai Rp18.480.000, meningkat 14,29% dibandingkan rencana, sedangkan beton hebel sebesar Rp9.892.000 dengan nilai CPI 1,17. Pada Ruang Operator 2, biaya kedua metode sesuai dengan rencana, masing-masing Rp25.060.000 untuk PU dan Rp14.456.000 untuk hebel. Dari aspek waktu, Sandwich Panel PU menunjukkan percepatan pelaksanaan sebesar 20–33%, sementara beton hebel mengalami deviasi hingga 25%. Nilai IPPM mengindikasikan bahwa Sandwich Panel PU memiliki kinerja terintegrasi lebih baik pada kedua proyek, yaitu 1,19 dan 1,13, dibandingkan beton hebel sebesar 0,83 dan 0,92. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton hebel lebih ekonomis secara nominal, sedangkan Sandwich Panel PU unggul dalam kinerja terintegrasi biaya–waktu.*

Kata Kunci - Sandwich Panel PU; Beton Hebel (AAC); efisiensi biaya dan waktu; Integrated Project Performance Measurement (IPPM); CPI–SPI–IPPI.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap sistem konstruksi yang lebih efisien, cepat, dan ekonomis terus meningkat seiring berkembangnya proyek pembangunan industri maupun fasilitas operasional perusahaan [1], [2]. Pada banyak proyek, pekerjaan dinding memiliki kontribusi signifikan terhadap biaya dan waktu keseluruhan sehingga pemilihan material dinding yang tepat menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan proyek. Dua jenis material yang banyak digunakan saat ini adalah dinding Sandwich Panel Polyurethane (PU) dan dinding beton ringan (hebel). Keduanya menawarkan karakteristik teknis dan keunggulan berbeda sehingga menuntut adanya analisis komparatif yang terukur.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah membahas aspek efisiensi waktu dan biaya pada penggunaan material non-konvensional. Misalnya, penelitian oleh [3] menunjukkan bahwa penggunaan sandwich panel pada bangunan industri mampu mempercepat waktu konstruksi hingga 40% dibanding dinding konvensional. Penelitian lain oleh [4] menemukan bahwa dinding hebel memiliki biaya material lebih rendah namun memerlukan waktu pengerjaan lebih panjang karena melibatkan tahapan pekerjaan acian, plamir, dan finishing. Selain itu, [5], menegaskan perlunya metode pengukuran kinerja proyek yang lebih komprehensif karena deviasi waktu dan biaya sering tidak terlihat hanya dari perbandingan awal (RAB dan jadwal rencana).

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Penelitian-penelitian tersebut menjadi dasar penting bahwa material dinding alternatif dapat memberikan pengaruh besar terhadap efisiensi proyek, namun belum banyak penelitian yang secara langsung membandingkan kinerja Sandwich Panel PU dan beton hebel pada konteks proyek interior seperti ruang operator industri, terutama dengan pendekatan metode pengukuran kinerja terintegrasi. Di sinilah letak kebaruan (novelty) dari penelitian ini.

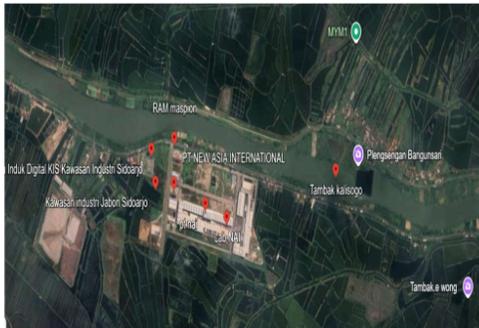
Kebaruan utama penelitian ini adalah penggunaan Integrated Project Performance Measurement (IPPM) sebagai metode evaluasi. Metode IPPM menggabungkan indikator biaya dan waktu seperti CPI (Cost Performance Index) dan SPI (Schedule Performance Index) untuk menghasilkan pengukuran kinerja yang lebih menyeluruh dibandingkan perbandingan biaya-waktu biasa. Menurut [6], IPPM mampu mendeteksi efisiensi aktual proyek dengan lebih akurat karena tidak hanya menilai perbandingan biaya dan durasi tetapi juga penyimpangan kinerja (variance) yang terjadi selama pelaksanaan.

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan ruang operator di PT. X Sidoarjo sebagai studi kasus, dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan kinerja proyek menggunakan dua jenis material dinding tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengambilan keputusan pemilihan material dinding yang efisien, serta menjadi referensi bagi pelaksana proyek dalam meningkatkan efektivitas dan produktivitas pekerjaan konstruksi di masa mendatang.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus komparatif pada dua proyek pembangunan ruang operator yang menerapkan dua alternatif sistem dinding, yaitu Sandwich Panel Polyurethane (PU) dan beton ringan Autoclaved Aerated Concrete (AAC) atau hebel. Analisis difokuskan pada perbandingan kinerja biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan dinding dengan menggunakan metode Integrated Project Performance Measurement (IPPM).

A. Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. X Sidoarjo, Jl. Raya Industri No.1, Tambak, Tambak Kalisogo, Kec. Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, yang sedang melakukan pembangunan dua titik ruang operator meliputi :

1. Ruang Operator 1 Berada di lantai 4
2. Ruang Operator 2 Berada di lantai 1

dengan dua jenis material dinding berbeda. Pengambilan data dilakukan selama pelaksanaan proyek berlangsung pada periode bulan Juni 2025, meliputi pengumpulan data biaya material, tenaga kerja, serta waktu penyelesaian pekerjaan untuk masing-masing jenis dinding.

B. Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Data Primer — diperoleh langsung dari lokasi proyek, meliputi volume pekerjaan, waktu pelaksanaan, biaya tenaga kerja, biaya material, serta catatan kemajuan proyek.
2. Data Sekunder — diperoleh dari dokumen proyek seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB), jadwal pelaksanaan (time schedule), gambar kerja, serta literatur pendukung mengenai metode IPPM dan studi efisiensi konstruksi.

Sumber data diperoleh dari:

3. Kontraktor pelaksana CV.Konstruksi Multi Karya
4. Tim pengawas proyek
5. Dokumen proyek (laporan mingguan, laporan harian, RAB, dan gambar kerja)

C. Perhitungan Nilai PV, EV, dan AC

Menggunakan komponen utama metode Integrated Project Performance Measurement (IPPM):

1. Planned Value (PV): biaya rencana pekerjaan yang seharusnya tercapai pada waktu tertentu.
2. Earned Value (EV): nilai pekerjaan yang benar-benar telah diselesaikan.
3. Actual Cost (AC): biaya aktual yang dikeluarkan pada waktu tertentu.

D. Analisis IPPM (Integrated Project Performance Measurement)

Metode IPPM digunakan untuk mengukur kinerja biaya dan waktu secara integratif. Rumus yang digunakan:

a. Cost Performance Index (CPI)

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} \quad (1)$$

b. Schedule Performance Index (SPI)

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} \quad (2)$$

c. Integrated Project Performance Index (IPPI)

$$IPPI = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{CPI} + \frac{1}{SPI} \right) \quad (3)$$

Keterangan:

- BCWP: Budgeted Cost of Work Performed (nilai pekerjaan aktual)
- ACWP: Actual Cost of Work Performed (biaya aktual)
- BCWS: Budgeted Cost of Work Scheduled (nilai rencana)

Setelah diperoleh nilai IPPI untuk masing-masing jenis dinding:

- Jika IPPI > 1, pekerjaan lebih efisien dari rencana.
- Jika IPPI = 1, pekerjaan sesuai rencana.
- Jika IPPI < 1, pekerjaan kurang efisien.

Perbandingan dilakukan antara pekerjaan dinding sandwich panel dan dinding beton hebel untuk mengetahui material mana yang memberikan efisiensi waktu dan biaya terbaik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Proyek

Objek penelitian terdiri dari dua proyek ruang operator dengan karakteristik luas pekerjaan dinding yang berbeda. Ruang Operator 1 memiliki luas pekerjaan dinding sebesar 23,1 m², sedangkan Ruang Operator 2 memiliki luas pekerjaan dinding yang lebih besar yaitu 35,8 m². Perbedaan luasan ini memberikan implikasi langsung terhadap total biaya dan durasi pekerjaan, serta menjadi dasar pembentukan asumsi bahwa semakin besar volume pekerjaan, maka kebutuhan sumber daya dan waktu pelaksanaan akan semakin meningkat.

Pada masing-masing ruang operator, dilakukan dua alternatif metode pekerjaan dinding, yaitu:

1. Dinding Sandwich Panel PU
2. Dinding Beton Hebel (AAC)

Data yang dianalisis meliputi biaya rencana (planned cost), biaya aktual (actual cost), waktu rencana (planned time), dan waktu aktual (actual time).

B. Analisis Biaya Pekerjaan Dinding Ruang Operator 1 (Lantai 4)

1. Perbandingan Biaya Sandwich Panel PU

Berdasarkan data aktual, total biaya pekerjaan dinding Sandwich Panel PU pada Ruang Operator 1 sebesar Rp18.480.000, sedangkan biaya rencana sebesar Rp16.170.000. Terjadi selisih biaya sebesar Rp2.310.000 atau sekitar 14,29% lebih tinggi dibandingkan rencana. Kenaikan biaya ini terutama disebabkan oleh Lokasi Ruang operator 1 berada di lantai 4 sehingga kenaikan harga satuan sandwich panel dari Rp600.000/m² (rencana) menjadi Rp700.000/m² (aktual) terlihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. RAB/Actual Cost Perhitungan Biaya Dinding Sandwich Panel Ruang Operator 1 (Lantai 4)

No	Uraian	Vol	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Sandwich Panel 5cm	23,1	Rp700.000,00	Rp16.170.000,00
2	Aluminium Extrusion & Silent	23,1	Rp100.000,00	Rp2.310.000,00
Total				Rp18.480.000,00

Sumber : CV. Konstruksi Multi Karya

Tabel 2. BoQ/Planned cost Perhitungan Biaya Dinding Sandwich Panel Ruang Operator 1 (Lantai 4)

No	Uraian	Vol	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Sandwich Panel 5cm	23,1	Rp600.000,00	Rp13.860.000,00
2	Aluminium Extrusion & Silent	23,1	Rp100.000,00	Rp2.310.000,00
Total				Rp16.170.000,00

Sumber : PT. New Asia Internasional (NAI)

Dari tabel 1 dan 2 Nilai CPI dihitung sebagai berikut:

$$CPI = \frac{\text{Actual Cost}}{\text{Planned Cost}} = \frac{18.480.000}{16.170.000} = 1,14$$

Nilai CPI = 1,14

Nilai CPI > 1 menunjukkan bahwa pekerjaan dinding Sandwich Panel PU pada Ruang Operator 1 bersifat kurang efisien dari sisi biaya karena terjadi pembengkakan biaya dibandingkan rencana awal. Disebabkan oleh Lokasi Ruang operator 1 berada di lantai 4 dan membutuhkan tukang lebih dari rencana sehingga kenaikan harga satuan sandwich panel dari Rp600.000/m² (rencana) menjadi Rp700.000/m² (aktual)

2. Perbandingan Biaya Dinding Beton Hebel

Pada pekerjaan dinding beton hebel Ruang Operator 1, total biaya aktual tercatat sebesar Rp11.547.000, sedangkan biaya rencana sebesar Rp9.892.000. Selisih biaya sebesar Rp1.655.000 atau sekitar 16,73% menunjukkan terjadinya kenaikan biaya dibandingkan rencana. Kenaikan ini dipengaruhi oleh Lokasi Ro 1 berada di lantai 4 sehingga meningkatnya harga satuan kolom praktis dan pekerjaan pemasangan hebel karena membutuhkan tukang lebih banyak untuk mengangkut bahan Terlihat pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3. RAB/Actual Cost Perhitungan Biaya Dinding Beton Hebel Ruang Operator 1 (Lantai 4)

No	Uraian	Vol	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Kolom Praktis 15cm X 15cm X 2,5mtr	10	Rp300.000,00	Rp3.000.000,00
2	Pemasangan Hebel, Acian & Plamir	23,1	Rp350.000,00	Rp8.085.000,00
3	Finishing Cat	23,1	Rp20.000,00	Rp462.000,00
Total				Rp11.547.000,00

Sumber : CV. Konstruksi Multi Karya

Tabel 4. BoQ/Planned Cost Perhitungan Biaya Dinding Beton Hebel Ruang Operator 1 (Lantai 4)

No	Uraian	Vol	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Kolom Praktis 15cm X 15cm X 2,5mtr	10	Rp250.000,00	Rp2.500.000,00
2	Pemasangan Hebel, Acian & Plamir	23,1	Rp300.000,00	Rp6.930.000,00
3	Finishing Cat	23,1	Rp20.000,00	Rp462.000,00
Total				Rp9.892.000,00

Sumber : PT. New Asia Internasional (NAI)

Nilai CPI untuk pekerjaan dinding beton hebel adalah:

$$CPI = \frac{\text{Actual Cost}}{\text{Planned Cost}} = \frac{11.547.000}{9.892.000} = 1,17$$

Nilai CPI = 1,17

Nilai CPI yang lebih besar dibandingkan CPI Sandwich Panel PU menunjukkan bahwa pekerjaan dinding beton hebel pada Ruang Operator 1 mengalami tingkat pemborosan biaya yang lebih tinggi.

C. Analisis Waktu Pekerjaan Dinding Ruang Operator 1 (Lantai 4)

1. Analisis Waktu Sandwich Panel PU

Waktu rencana pekerjaan dinding Sandwich Panel PU adalah 6 hari, sedangkan waktu aktual hanya 4 hari. Hal ini menunjukkan adanya percepatan pekerjaan sebesar 2 hari atau sekitar 33,33% lebih cepat dari rencana. Terlihat pada tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Actual Time Pek. Dinding Sandwich Panel

No	Item Pekerjaan	Vol	Satuan	Waktu Pekerjaan
1	Perakitan Sandwich Panel 5mm	23,1	M2	2 Hari
2	Finishing Alumunium Exstrusion & Silent	23,1	M2	2 Hari
Jumlah				4 Hari

Sumber : CV. Konstruksi Multi Karya

Tabel 6. Planned Time Pek. Dinding Sandwich Panel

No	Item Pekerjaan	Vol	Sat	Waktu Pekerjaan
1	Perakitan Sandwich Panel 5mm	23,1	M2	3 Hari
2	Finishing Alumunium Exstrusion & Silent	23,1	M2	3 Hari
Jumlah				6 Hari

Sumber : PT. New Asia Internasional (NAI)

Nilai SPI dihitung sebagai berikut:

$$SPI = \frac{\text{Actual Time}}{\text{Planned Time}} = \frac{4 \text{ Hari}}{6 \text{ Hari}} = 0.67$$

SPI = 0,67

Nilai SPI < 1 menunjukkan bahwa pekerjaan dinding Sandwich Panel PU sangat efisien dari sisi waktu.

2. Analisis Waktu Dinding Beton Hebel

Pekerjaan dinding beton hebel memiliki waktu rencana 8 hari, namun realisasi di lapangan membutuhkan waktu 10 hari. Terjadi keterlambatan selama 2 hari atau 25% dari rencana. Terlihat 7 dan 8.

Tabel 7. Actual Time Pekerjaan Dinding Beton Hebel

No	Item Pekerjaan	Vol	Sat	Waktu Pekerjaan
1	Pembesian Kolom	37	Kg	2 Hari
2	Bekisting Kolom	6	M2	1 Hari
3	Pengecoran Kolom	0,3	M3	2 Hari
4	Pemasangan Dinding Hebel	23,1	M2	2 Hari
5	Pekerjaan Acian	23,1	M2	1 Hari
6	Pekerjaan Plamir	23,1	M2	1 Hari
7	Pekerjaan Finishing Cat	23,1	M2	1 Hari
Jumlah				10 Hari

Sumber : CV. Konstruksi Multi Karya

Tabel 8. Actual Time Pekerjaan Dinding Beton Hebel

No	Item Pekerjaan	Vol	Sat	Waktu Pekerjaan
1	Pembesian Kolom	37	Kg	1 Hari
2	Bekisting Kolom	6	M2	1 Hari
3	Pengecoran Kolom	0,3	M3	1 Hari
4	Pemasangan Dinding Hebel	23,1	M2	2 Hari

5	Pekerjaan Acian	23,1	M2	1 Hari
6	Pekerjaan Plamir	23,1	M2	1 Hari
7	Pekerjaan Finishing Cat	23,1	M2	1 Hari
Jumlah				8 Hari

Sumber : PT. New Asia Internasional (NAI)

Nilai SPI untuk dinding beton hebel adalah:

$$SPI = \frac{\text{Actual Time}}{\text{Planned Time}} = \frac{10 \text{ Hari}}{8 \text{ Hari}} = 1,25$$

SPI = 1,25

Nilai SPI > 1 menunjukkan bahwa pekerjaan dinding beton hebel mengalami keterlambatan dan tidak efisien dari sisi waktu.

D. Hasil Analisis IPPM Ruang Operator (1 Lantai 4)

Sandwich Panel PU :

$$IPPI = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{CPI} + \frac{1}{SPI} \right)$$

$$IPPI = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1,14} + \frac{1}{0,67} \right)$$

$$IPPI = \frac{1}{2} (0,88 + 1,49) = 1,19$$

Nilai Interpretasi IPPI = 1,19

Dinding Beton Hebel :

$$IPPI = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1,17} + \frac{1}{0,67} \right)$$

$$IPPI = \frac{1}{2} (0,85 + 0,80) = 0,83$$

Nilai Interpretasi IPPI = 0,83

Hasil ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan, pekerjaan dinding Sandwich Panel PU pada Ruang Operator 1 lebih efisien dibandingkan dinding beton hebel.

E. Analisis Biaya Pekerjaan Dinding Ruang Operator 2 (Lantai 1)

1. Analisis Biaya Sandwich Panel PU

Pada Ruang Operator 2, biaya aktual dan biaya rencana Sandwich Panel PU sama yaitu Rp25.060.000, sehingga CPI = 1,00 yang menunjukkan biaya sesuai rencana. Biaya per m2 Rp600.000 Tidak ada kenaikan Harga Seperti Ruang Operator 1 Karena Ruang Operator 2 Berada di Lantai 1 terlihat pada tabel 9 dan 10.

Tabel 9. RAB/Actual Cost Perhitungan Biaya Dinding Sandwich Panel Ruang Operator 2 (Lantai 1)

No	Uraian	Vol	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Sandwich Panel 5cm	35,8	Rp600.000,00	Rp21.480.000,00
2	Aluminium Extrusion & Silent	35,8	Rp100.000,00	Rp3.580.000,00
Total				Rp25.060.000,00

Sumber : CV. Konstruksi Multi Karya

Tabel 10. BoQ/Planned cost Perhitungan Biaya Dinding Sandwich Panel Ruang Operator 2 (Lantai 1)

No	Uraian	Vol	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Sandwich Panel 5cm	35,8	Rp600.000,00	Rp21.480.000,00
2	Aluminium Extrusion & Silent	35,8	Rp100.000,00	Rp3.580.000,00
Total				Rp25.060.000,00

Sumber : PT. New Asia Internasional (NAI)

Dari tabel 4.9 dan 4.10 Nilai CPI dihitung sebagai berikut:

$$CPI = \frac{\text{Actual Cost}}{\text{Planned Cost}} = \frac{Rp25.060.000}{Rp25.060.000} = 1.$$

Nilai CPI = 1

Nilai CPI = 1 menunjukkan bahwa pekerjaan dinding Sandwich Panel PU pada Ruang Operator 2 menunjukkan biaya sesuai rencana.

2. Perbandingan Biaya Beton Hebel

Pada Ruang Operator 2, biaya aktual dan biaya rencana Dinding Beton Hebel sama yaitu Rp14.456.000, sehingga CPI = 1,00 yang menunjukkan biaya sesuai rencana, Terlihat Pada Tabel 11 dan 12.

Tabel 11. RAB/Actual Cost Perhitungan Biaya Dinding Beton Hebel Ruang Operator 2 (Lantai 1)

No	Uraian	Vol	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Kolom Praktis 15cm X 15cm X 3mtr	12	Rp250.000,00	Rp3.000.000,00
2	Pemasangan Hebel,Acian & Plamir	35,8	Rp300.000,00	Rp10.740.000,00
3	Finishing Cat	35,8	Rp20.000,00	Rp716.000,00
Total				Rp14.456.000,00

Sumber : CV. Konstruksi Multi Karya

Tabel 12. BoQ/Planned Cost Perhitungan Biaya Dinding Beton Hebel Ruang Operator 2 (Lantai 1)

No	Uraian	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Kolom Praktis 15cm X 15cm X 3mtr	12	Rp250.000,00	Rp3.000.000,00
2	Pemasangan Hebel,Acian & Plamir	35,8	Rp300.000,00	Rp10.740.000,00
3	Finishing Cat	35,8	Rp20.000,00	Rp716.000,00
Total				Rp14.456.000,00

Sumber : PT. New Asia Internasional (NAI)

Dari tabel 4.9 dan 4.10 Nilai CPI dihitung sebagai berikut:

$$CPI = \frac{\text{Actual Cost}}{\text{Planned Cost}} = \frac{Rp14.456.000}{Rp14.456.000} = 1.$$

Nilai CPI = 1

Nilai CPI = 1 menunjukkan bahwa pekerjaan dinding Sandwich Panel PU pada Ruang Operator 2 menunjukkan biaya sesuai rencana.

F. Analisis Waktu Pekerjaan Dinding Ruang Operator 2 (Lantai 1)

1. Analisis Waktu Sandwich Panel PU

Waktu rencana pekerjaan dinding Sandwich Panel PU adalah 10 hari, sedangkan waktu aktual hanya 8 hari. Hal ini menunjukkan adanya percepatan pekerjaan sebesar 2 hari atau sekitar 20% lebih cepat dari rencana. Terlihat pada tabel 13 dan 14.

Tabel 13. Actual Time Pek. Dinding Sandwich Panel

No	Item Pekerjaan	Vol	Satuan	Waktu Pekerjaan
1	Perakitan Sandwich Panel 5mm	35,8	M2	4 Hari
2	Finishing Alumunium Extrusion & Silent	35,8	M2	4 Hari
Jumlah				8 Hari

Sumber : CV. Konstruksi Multi Karya

Tabel 14. Planned Time Pek. Dinding Sandwich Panel

No	Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Waktu Pekerjaan
1	Perakitan Sandwich Panel 5mm	35,8	M2	5 Hari
2	Finishing Alumunium Extrusion & Silent	35,8	M2	5 Hari
Jumlah				10 Hari

Sumber : PT. New Asia Internasional (NAI)

Nilai SPI dihitung sebagai berikut:

$$SPI = \frac{\text{Actual Time}}{\text{Planned Time}} = \frac{8 \text{ Hari}}{10 \text{ Hari}} = 0.80$$

SPI = 0,80

Nilai SPI < 1 menunjukkan bahwa pekerjaan dinding Sandwich Panel PU sangat efisien dari sisi waktu.

1. Analisis Waktu Dinding Beton Hebel

Pekerjaan dinding beton hebel memiliki waktu rencana 10 hari, namun realisasi di lapangan membutuhkan waktu 12 hari. Terjadi keterlambatan selama 2 hari atau 25% dari rencana. Terlihat 15 dan 16.

Tabel 15. Actual Time Pekerjaan Dinding Beton Hebel

No	Item Pekerjaan	Vol	Sat	Waktu Pekerjaan
1	Pembesian Kolom	54	Kg	2 Hari
2	Bekisting Kolom	7,2	M2	1 Hari
3	Pengecoran Kolom	0,3	M3	2 Hari
4	Pemasangan Dinding Hebel	35,8	M2	2 Hari
5	Pekerjaan Acian	35,8	M2	1 Hari
6	Pekerjaan Plamir	35,8	M2	2 Hari
7	Pekerjaan Finishing Cat	35,8	M2	2 Hari
Jumlah				12 Hari

Sumber : CV. Konstruksi Multi Karya

Tabel 16. Planned Time Pekerjaan Dinding Beton Hebel

No	Item Pekerjaan	Vol	Sat	Waktu Pekerjaan
1	Pembesian Kolom	54	Kg	2 Hari
2	Bekisting Kolom	7,2	M2	1 Hari
3	Pengecoran Kolom	0,3	M3	2 Hari
4	Pemasangan Dinding Hebel	35,8	M2	2 Hari
5	Pekerjaan Acian	35,8	M2	1 Hari
6	Pekerjaan Plamir	35,8	M2	1 Hari
7	Pekerjaan Finishing Cat	35,8	M2	1 Hari
Jumlah				10 Hari

Sumber : PT. New Asia Internasional (NAI)

Nilai SPI untuk dinding beton hebel adalah:

$$SPI = \frac{\text{Actual Time}}{\text{Planned Time}} = \frac{12 \text{ Hari}}{10 \text{ Hari}} = 1.20$$

SPI = 1,20

Nilai SPI > 1 menunjukkan bahwa pekerjaan dinding beton hebel mengalami keterlambatan dan tidak efisien dari sisi waktu.

G. Analisis Waktu Pekerjaan Dinding Ruang Operator 2 (Lantai 1)

Sandwich Panel PU :

$$IPPI = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{CPI} + \frac{1}{SPI} \right)$$

$$IPPI = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1.00} + \frac{1}{0.80} \right)$$

$$IPPI = \frac{1}{2} (1.00 + 1.25) = 1.13$$

Nilai Interpretasi IPPI = 1.13

Dinding Beton Hebel :

$$IPPI = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1.00} + \frac{1}{1.20} \right)$$

$$IPPI = \frac{1}{2} (1.00 + 0.83) = 0.92$$

Nilai Interpretasi IPPI = 0.92

Hasil ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan, pekerjaan dinding Sandwich Panel PU pada Ruang Operator 2 lebih efisien dibandingkan dinding beton hebel.

H. Rekapitulasi Nilai CPI, SPI, dan IPPI

Untuk memudahkan interpretasi kinerja proyek, hasil perhitungan Cost Performance Index (CPI), Schedule Performance Index (SPI), dan Integrated Project Performance Index (IPPI) pada masing-masing ruang operator dan jenis dinding direkapitulasi dalam Tabel 17.

Tabel 17 Rekapitulasi Nilai CPI, SPI, dan IPPI Pekerjaan Dinding

No	Proyek	Jenis Dinding	CPI	SPI	IPPI	Keterangan Kinerja
1	Ruang Operator 1 (Lt.4)	Sandwich Panel PU	1,14	0,7	1,19	Waktu sangat efisien, biaya meningkat
2	Ruang Operator 1 (Lt.4)	Beton Hebel	1,17	1,3	0,83	Biaya dan waktu tidak efisien
3	Ruang Operator 2 (Lt.1)	Sandwich Panel PU	1	0,8	1,13	Biaya sesuai rencana, waktu efisien
4	Ruang Operator 2 (Lt.1)	Beton Hebel	1	1,2	0,92	Biaya sesuai rencana, waktu terlambat

Sumber : Hasil Olah Data

Berdasarkan Tabel 4.16 dapat diketahui bahwa nilai IPPI tertinggi diperoleh pada pekerjaan dinding Sandwich Panel PU baik pada Ruang Operator 1 maupun Ruang Operator 2. Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan kinerja proyek dengan menggunakan Sandwich Panel PU lebih baik dibandingkan dengan dinding beton hebel, terutama dari aspek pengendalian waktu pelaksanaan.

Sementara itu, pekerjaan dinding beton hebel meskipun memiliki biaya awal yang lebih rendah, cenderung menunjukkan nilai SPI yang lebih besar dari 1, yang mengindikasikan adanya keterlambatan pelaksanaan. Kondisi ini berdampak pada penurunan nilai IPPI dan menunjukkan bahwa metode konvensional memiliki risiko keterlambatan yang lebih tinggi dibandingkan sistem prefabrikasi.

Dengan demikian, tabel rekapitulasi CPI–SPI–IPPI ini memberikan gambaran kuantitatif yang jelas mengenai kinerja masing-masing sistem dinding dan dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan dalam pemilihan metode konstruksi pada proyek serupa.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perbandingan efisiensi biaya dan waktu pekerjaan dinding Sandwich Panel Polyurethane (PU) dan beton hebel pada dua proyek ruang operator menggunakan metode Integrated Project Performance Measurement (IPPM), dapat ditarik beberapa simpulan utama.

Dari aspek biaya, kedua metode pada umumnya masih berada dalam kategori terkendali dengan nilai Cost Performance Index (CPI) ≥ 1 . Pada Ruang Operator 1, dinding beton hebel menunjukkan nilai CPI tertinggi sebesar 1,17, sedangkan pada Ruang Operator 2 kedua metode memiliki CPI sebesar 1,00 yang menandakan biaya aktual sesuai dengan biaya rencana.

Dari aspek waktu, Sandwich Panel PU mengalami percepatan pelaksanaan sebesar 20–33%, sedangkan beton hebel menunjukkan deviasi hingga 25% akibat banyaknya tahapan pekerjaan seperti kolom praktis, plesteran, acian, plamir, dan finishing

Hasil rekapitulasi kinerja terintegrasi menunjukkan bahwa nilai Integrated Project Performance Index (IPPI) Sandwich Panel PU lebih tinggi pada kedua proyek, yaitu 1,19 dan 1,13, dibandingkan beton hebel yang masing-

masing sebesar 0,83 dan 0,92. Hal ini mengindikasikan bahwa secara keseluruhan Sandwich Panel PU memiliki kinerja terintegrasi yang lebih baik dibandingkan dinding beton hebel.

Secara umum, beton hebel lebih ekonomis secara nominal, sedangkan Sandwich Panel PU unggul dalam percepatan pelaksanaan dan kinerja terintegrasi biaya-waktu. Oleh karena itu, pemilihan sistem dinding sebaiknya mempertimbangkan prioritas proyek, apakah menekankan efisiensi biaya atau percepatan penyelesaian pekerjaan simpulan dinyatakan sebagai paragraf. *Numbering* atau *itemize* tidak diperkenankan di bab ini. Subbab (misalnya 7.1 Simpulan, 7.2 Saran) juga tidak diperkenankan dalam bab ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak perusahaan dan tim proyek yang telah memberikan dukungan data serta akses lapangan selama pelaksanaan penelitian, khususnya kepada CV. Konstruksi Multi Karya. Apresiasi juga diberikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan masukan akademik, pendampingan, serta dukungan selama proses penyusunan dan penyelesaian penelitian ini. Kontribusi tersebut sangat membantu dalam kelancaran pengumpulan data, analisis, dan penulisan artikel ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] E. Mulyati *et al.*, *Smart Construction: Transformasi Digital Dalam Manajemen Proyek*. CV. Gita Lentera, 2025.
- [2] M. B. Masgode *et al.*, *Dinamika Industri Konstruksi di Indonesia*. Tohar Media, 2024.
- [3] B. L. Al Zakina, *Dinding Ringan Tahan Gempa: Inovasi Panel EPS-Kalsiboard untuk Rumah Aman dan Nyaman*. PT Penerbit Qriset Indonesia, 2025.
- [4] K. Anugerahanto and G. A. Y. P. Adistana, "Perbandingan Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Precast dan Dinding Konvensional pada Konstruksi High Rise Building Ditinjau dari Segi Waktu dan Biaya," *Rekayasa Teknik Sipil*, vol. 9, no. 4, 2021.
- [5] F. F. Ximenes, "Analisis Waktu Dan Biaya Dalam Pengendalian Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Earned Value: Studi Kasus Proyek Gedung UNTL," *axial: jurnal rekayasa dan manajemen konstruksi*, vol. 13, no. 1, pp. 11–20, 2025.
- [6] H. A. Siva and I. Junita, "Evaluasi Kinerja Proyek Perumahan Rakyat di Kabupaten Bandung Barat dengan Menggunakan Earned Value Management (EVM) dan Visualisasi Kurva 'S,'" *Journal of Integrated System*, vol. 8, no. 1, pp. 75–88, 2025.
- [7] A. D. V. B. Wijaya, M. I. K. Hermawan, and H. A. Putra, "Penggunaan Dinding Material Bata Ringan dengan Lapisan Wol dan Jerami sebagai Peningkatan Peredam Suara," *Jurnal Lingkungan Karya Arsitektur*, vol. 4, no. 2, pp. 117–125, 2025.
- [8] S. D. Wahyuni, A. Khamid, W. Wahidin, I. Imron, and Y. Feriska, "Evaluasi Kinerja Struktur Dinding Bata dengan Metode Analisis Pushover pada Bangunan Sederhana," *Infratech Building Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 29–39, 2021.
- [9] R. Wijayanti, T. N. Sulistyantoro, F. Nugraheni, and V. Abma, "Kriteria penilaian keandalan bangunan dan tingkat layanan pada gedung perguruan tinggi," 2025.
- [10] M. N. Rochim, R. I. Astuti, R. D. Atmajayani, and Y. Alam, "Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pemasangan Dinding Batu Bata Merah dan Batako Pada Pembangunan Gedung Kantor Urusan Agama (KUA) di Kecamatan Wates Kabupaten Blitar Jawa Timur," *Jurnal Pendidikan: Riset dan Konseptual*, vol. 6, no. 1, pp. 196–204, 2022.
- [11] V. Septiani, V. Suryan, and A. N. Andeni, "Analisa Perancangan Dinding Penahan Tanah terhadap Stabilitas dan Daya Dukung Tanah Bandara," *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 6, no. 4, pp. 1345–1354, 2024.
- [12] L. D. Anggraini, *Privasi dalam Arsitektur Urban*. CV Jejak (Jejak Publisher), 2024.
- [13] A. Eppendie and W. Kushartomo, "Analisis Efektifitas Penggunaan Bata Ringan Sebagai Pengganti Bata Merah Pada Konstruksi Gedung Bertingkat," *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, pp. 595–600, 2023.
- [14] E. S. Mulya, "Pembuatan Cetakan Motif Dan Dinding Beton GRC Untuk Mendukung Problem Based Learning," in *Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, 2023, pp. 257–262.
- [15] G. K. Jarek, "Pengembangan Beton Ramah Lingkungan dengan Kulit Kemiri sebagai Agregat Kasar," *Jurnal Intelek Insan Cendikia*, vol. 2, no. 5, pp. 8015–8029, 2025.
- [16] R. Nursani and D. E. Noor, "Analisis pengaruh penambahan dinding geser terhadap perilaku struktur gedung sistem ganda," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 8, no. 2, pp. 105–114, 2023.
- [17] S. A. Wiraguna, "Analisis Komparatif Penggunaan Drywall Partition Dibandingkan Dinding Bata Dalam Pembatas Ruang Pada Bangunan Apartemen," *RUANG: JURNAL ARSITEKTUR*, vol. 18, no. 1, pp. 14–25, 2024.

- [18] I. Christianto, "Analisis Perbandingan Waktu dan Biaya Kelayakan Penggunaan Material Bata Ringan dan Sandwich PU Panel," *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 3, no. 4, pp. 27–36, 2024.
- [19] J. C. Sukma and F. J. Oei, "Implementasi Rekayasa Nilai Pada Pemilihan Material Penutup Dinding Proyek Rumah Tinggal Di Muara Karang," *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, pp. 1283–1292, 2025.
- [20] A. R. Prayogi and I. Indrawati, "Perbandingan Estetika dan Kinerja HPL dengan Material Finishing Lain dalam Desain Interior," in *Prosiding (SIAR) Seminar Ilmiah Arsitektur*, 2025, pp. 1314–1324.
- [21] W. E. Utami and W. Wahab, "PERENCANAAN MATERIAL PADA STRUKTUR RUMAH TINGGAL RAMAH LINGKUNGAN TYPE 200m²," *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, vol. 4, no. 2, pp. 90–96, 2025.
- [22] Y. C. Dwiaji and R. Hazizah, "Studi Perbandingan Nilai Konduktivitas Termal Gypsum dan Sandwich Panel Sebagai Material Dinding Paint Dry Room," *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, vol. 4, no. 2, pp. 55–61, 2024.
- [23] G. U. N. Tajalla, P. Andriansyah, I. T. Riyadi, M. L. N. Vadila, and A. D. Laksono, "Karakteristik termal material komposit berbahan dasar polipropilena dan batang pisang," *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, vol. 23, no. 1, pp. 41–49, 2024.
- [24] I. Rustendi and A. Sismiani, "Studi Efisiensi Struktur Fondasi Pada Penggunaan Dinding dan Panel Lantai Beton Ringan Aerasi," *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, vol. 23, no. 2, pp. 81–94, 2022.
- [25] M. R. Fatriady, M. R. Rachman, M. Jamal, I. W. Muliawan, W. Mustika, and D. S. S. Mabui, *Teknologi Bangunan dan Material*. Tohar Media, 2022.
- [26] R. Umar, R. A. Djau, and N. Bumulo, "Evaluasi Penggunaan Material Bata Ringan/Hebel Dalam Bangunan," *SIPILART (Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur)*, vol. 1, no. 1, pp. 19–26, 2025.
- [27] N. Nuraeni, A. Amalia, and E. Edistria, "Redesain Struktur Atas Gedung Menggunakan Pelat Lantai Jenis Autoclaved Aerated Concrete Precast Slab," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 2023, pp. 150–157.
- [28] E. Sarioğlu and H. K. Kaynak, "PET bottle recycling for sustainable textiles," *Polyester-production, characterization and innovative applications*, pp. 5–20, 2017.
- [29] N. Narayanan and K. Ramamurthy, "Structure and properties of aerated concrete: a review," *Cem. Concr. Compos.*, vol. 22, no. 5, pp. 321–329, 2000.
- [30] Axel Indonesia, "Bata Ringan AAC," <https://axel-indonesia.com/blok-standar/> <diakses pada 5 Desember 2025>.
- [31] M. F. Pohan and I. P. A. Wiguna, "Analisis Faktor–Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Biaya Pada Proyek-Proyek Rancang Bangun Divisi Gedung PT. XYZ.," *Jurnal Impresi Indonesia*, vol. 4, no. 8, pp. 2875–2893, 2025.
- [32] W. H. Lim and O. Gondokusumo, "Perbandingan Estimasi Durasi Proyek Dengan Metode Earned Schedule Dan Metode Earned Duration Management," *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, pp. 635–644, 2025.
- [33] R. I. S. R. Hadinagoro, A. C. Gumilar, A. Ramdani, L. Nasrulloh, and Z. A. Mashduqi, "Evaluasi Kinerja Pelaksanaan Kontruksi Proyek Pembangunan dan Penataan Infrastruktur di Lingkungan Badan Geologi," *Jurnal Impresi Indonesia*, vol. 4, no. 9, pp. 3319–3333, 2025.
- [34] N. Alami, "Studi komparasi perbandingan rencana anggaran biaya antara metode analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) dan standar nasional indonesia (SNI)," *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 2021.
- [35] N. Diandra, M. S. Dharsono, J. Lim, I. Adrian, E. H. S. D. Sumarto, and M. D. M. Harianja, "Mutu Pelaksanaan Dalam Pembangunan Balai Masyarakat Di Desa Cikasungka," *IKRA-ITH ABDIMAS*, vol. 8, no. 3, pp. 397–406, 2024.
- [36] U. Sulung and M. Muspawi, "Memahami sumber data penelitian: Primer, sekunder, dan tersier," *Edu Research*, vol. 5, no. 3, pp. 110–116, 2024.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

ARTIKEL + ILMIAH AGRE.docx

ORIGINALITY REPORT

13% SIMILARITY INDEX	16% INTERNET SOURCES	6% PUBLICATIONS	13% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	------------------------------

PRIMARY SOURCES

1 Submitted to Exeed College Student Paper	13%
---------------------------------------------------------	------------

Exclude quotes	Off	Exclude matches	< 5%
Exclude bibliography	On		