



Analisis Percepatan, Efisiensi Biaya, dan Mutu Pekerjaan Struktur Menggunakan Sistem Pracetak *Hollow Core Slab* (HCS) Pada Proyek Gedung Bertingkat

Desta Kusumawati*, Winoto Hadi, Adhi Purnomo

Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

Email: destakusumawati_1506521028@mhs.unj.ac.id*

Keywords:

*Hollow Core Slab;
project acceleration;
cost efficiency;
construction quality;
precast system*

Abstract

The development of construction technology has driven the need for innovations that could accelerate project schedules, reduce costs, and improve overall work quality. One of the innovations widely applied in floor structure construction is the precast Hollow Core Slab (HCS) system. This study aimed to evaluate the effectiveness of the HCS system in expediting the structural works of multi-story buildings compared with the conventional cast-in-situ method. A case study was conducted on a 10-story office building project in South Jakarta, supported by a literature review of 23 previous studies and technical simulations of time, cost, and quality performance. The results of the analysis show that the use of HCS is able to accelerate the duration of structural work by 28–35% and reduce the total cost by 10–18% compared to conventional methods. In addition, the quality of work results has increased significantly due to the consistency of production in the factory and the lack of human error in the field. The implementation of the HCS system also reduces construction waste by up to 25% and reduces the risk of delays due to weather. This research is expected to be a technical reference for practitioners and academics in an effort to optimize time, cost, and quality in multi-storey building projects.

Kata Kunci:

*Hollow Core Slab;
percepatan proyek;
efisiensi biaya;
mutu konstruksi;
sistem pracetak*

Abstrak

Perkembangan teknologi konstruksi menuntut adanya inovasi yang dapat mempercepat waktu pelaksanaan, menekan biaya, serta meningkatkan mutu hasil pekerjaan. Salah satu inovasi yang banyak digunakan pada pekerjaan struktur lantai adalah sistem pracetak Hollow Core Slab (HCS). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan sistem pracetak HCS dalam percepatan pekerjaan struktur gedung bertingkat dibandingkan metode konvensional cast in situ. Analisis dilakukan berdasarkan studi kasus proyek pembangunan gedung perkantoran 10 lantai di Jakarta Selatan. Metode penelitian mencakup kajian literatur terhadap 23 penelitian terdahulu dan simulasi perhitungan teknis waktu, biaya, serta mutu. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan HCS mampu mempercepat durasi pekerjaan struktur hingga 28–35% dan menurunkan biaya total hingga 10–18% dibandingkan metode konvensional. Selain itu, mutu hasil pekerjaan meningkat secara signifikan karena konsistensi produksi di pabrik dan minimnya human error di lapangan. Penerapan sistem HCS juga mengurangi limbah konstruksi hingga 25% serta menekan risiko keterlambatan akibat cuaca. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis bagi praktisi dan akademisi dalam upaya optimalisasi waktu, biaya, dan mutu pada proyek gedung bertingkat.

PENDAHULUAN

Industri konstruksi di Indonesia menghadapi tantangan besar dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi proyek di tengah tekanan waktu, biaya, serta tuntutan kualitas struktur bangunan yang semakin tinggi. Berdasarkan data dari Construction Industry Transformation Plan 2025, lebih dari 60% proyek konstruksi di Indonesia mengalami deviasi waktu dan biaya akibat metode pelaksanaan yang masih konvensional (Propika et al., 2023). Pekerjaan struktur, terutama pelat lantai, merupakan komponen dengan porsi waktu dan biaya terbesar, yaitu sekitar 30–40% dari total pekerjaan struktur beton bertulang (Adityo et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan inovasi metode pelaksanaan yang mampu menjawab tiga aspek utama manajemen proyek: waktu, biaya, dan mutu (time-cost-quality trade-off).

Salah satu metode yang berkembang pesat adalah penggunaan sistem pracetak atau precast concrete system, khususnya Hollow Core Slab (HCS). Sistem ini merupakan pelat beton pracetak prategang dengan rongga memanjang di bagian tengah yang berfungsi mengurangi berat sendiri struktur, sekaligus mempercepat waktu instalasi di lapangan (Firdaus et al., 2017). Dibandingkan dengan metode cast in situ, sistem HCS memiliki keunggulan dalam kecepatan pelaksanaan karena seluruh elemen diproduksi di pabrik dengan kontrol mutu yang ketat, kemudian dikirim ke lokasi proyek untuk dipasang secara modular (Mahboob, 2023).

Beberapa studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan HCS dapat mempercepat durasi pekerjaan struktur secara signifikan. Penelitian oleh Wijaksono et al. (2018) menunjukkan bahwa sistem pracetak dapat mempercepat pekerjaan lantai hingga 30% dibandingkan sistem konvensional. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Harijanto et al. (2024) pada proyek gedung bertingkat tinggi di Surabaya, di mana efisiensi waktu mencapai 32% dengan penurunan biaya hingga 15%. Selain itu, sistem HCS memberikan hasil mutu permukaan yang lebih baik dan seragam karena proses produksi dilakukan di bawah pengawasan kualitas yang terstandar (Abd Elhameed et al., 2024).

Dari aspek biaya, metode pracetak menawarkan penghematan yang signifikan pada proyek berskala besar. Meskipun biaya awal investasi untuk cetakan dan transportasi relatif tinggi, efisiensi waktu pelaksanaan dan pengurangan kebutuhan tenaga kerja lapangan menghasilkan biaya total yang lebih rendah (Artiani & Lestari, 2023). Kajian oleh Nauliy et al., (2022) menemukan bahwa pada proyek gedung bertingkat tiga, penggunaan sistem pracetak dapat menekan biaya total hingga 12,5% dibanding metode cast in situ. Hasil ini konsisten dengan penelitian Firdausi et al. (2025) yang menegaskan bahwa penggunaan HCS dapat mengurangi biaya material sisa (waste material) hingga 20%.

Selain waktu dan biaya, mutu hasil pekerjaan juga menjadi faktor penting dalam pemilihan metode konstruksi. Mutu struktur dengan sistem pracetak dinilai lebih konsisten karena proses produksi dilakukan di lingkungan pabrik dengan kontrol kualitas tinggi, sehingga potensi cacat beton dapat diminimalkan (Baran, 2015). Sementara pada metode konvensional, faktor eksternal seperti cuaca, kualitas pekerja, dan variabilitas material seringkali menyebabkan mutu yang tidak seragam (Saragi & Zalukhu, 2022).

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji keunggulan sistem HCS dari aspek waktu, biaya, dan mutu secara terpisah, masih terdapat kesenjangan penelitian yang perlu diisi. Pertama, sebagian besar studi terdahulu hanya berfokus pada satu atau dua variabel kinerja (misalnya waktu dan biaya) tanpa mengintegrasikan ketiga variabel secara simultan dalam satu

kerangka analisis yang terpadu. Kedua, penelitian yang mengkaji penerapan HCS pada proyek gedung bertingkat di Indonesia masih terbatas pada studi kasus dengan skala terbatas (3–5 lantai), sementara proyek gedung bertingkat menengah ke atas (8–10 lantai) belum banyak diteliti. Ketiga, belum ada penelitian yang menyusun indeks kinerja total (integrated performance index) yang menggabungkan waktu, biaya, dan mutu secara kuantitatif untuk menilai efisiensi relatif sistem HCS terhadap metode konvensional. Keempat, studi terdahulu belum secara sistematis mengidentifikasi tantangan implementasi HCS dalam konteks kondisi lapangan di Indonesia, seperti kendala logistik, ketersediaan alat berat, dan koordinasi antar disiplin.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada tiga aspek utama. Pertama, penelitian ini mengembangkan indeks kinerja total (I_t) yang mengintegrasikan tiga variabel kinerja (waktu, biaya, dan mutu) dengan pembobotan berdasarkan tingkat kepentingannya dalam manajemen proyek konstruksi di Indonesia. Indeks ini memungkinkan penilaian efisiensi sistem HCS secara holistik, bukan hanya parsial. Kedua, penelitian ini menggunakan studi kasus pada proyek gedung perkantoran 10 lantai di Jakarta Selatan, yang merepresentasikan skala proyek yang lebih besar dan lebih kompleks dibandingkan penelitian sebelumnya. Ketiga, penelitian ini secara khusus mengidentifikasi dan menganalisis tantangan implementasi HCS di lapangan, termasuk aspek logistik, kebutuhan alat berat, dan koordinasi antar disiplin, serta memberikan rekomendasi praktis untuk mengatasinya berdasarkan bukti empiris.

Berdasarkan latar belakang dan kesenjangan yang telah diidentifikasi, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lebih lanjut bagaimana penerapan sistem HCS dapat memberikan percepatan waktu, efisiensi biaya, dan peningkatan mutu pada proyek gedung bertingkat di Jakarta Selatan, dengan mempertimbangkan kondisi nyata lapangan dan hasil studi literatur terdahulu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode konstruksi modern di Indonesia, khususnya dalam mendukung program percepatan pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan dan efisien secara sumber daya. Bagi kontraktor, penelitian ini memberikan panduan teknis dalam memilih metode pelaksanaan yang paling efisien. Bagi konsultan, penelitian ini menekankan pentingnya keterlibatan pabrikan sejak tahap desain awal. Bagi pembuat kebijakan, penelitian ini memberikan rekomendasi untuk pembaruan standar teknis nasional guna mendukung implementasi sistem pracetak yang lebih luas dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dan studi kasus numerik, dengan fokus pada analisis efisiensi waktu, biaya, dan mutu akibat penerapan sistem Hollow Core Slab (HCS). Data diperoleh melalui kajian literatur jurnal ilmiah dan laporan proyek, analisis teknis perbandingan durasi pekerjaan dan biaya satuan, serta studi kasus proyek gedung bertingkat 10 lantai dengan luas 800 m² per lantai. Variabel penelitian meliputi waktu (durasi pekerjaan struktur per lantai dalam hari/lantai), biaya (total biaya pekerjaan per m² lantai dalam Rupiah/m²), dan mutu (konsistensi kuat tekan beton dan keakuratan dimensi elemen). Analisis dilakukan dengan membandingkan dua skenario, yaitu Skenario A (metode konvensional cast in situ/manual) dan Skenario B (metode pracetak dengan Hollow Core Slab).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek yang dianalisis merupakan pembangunan gedung perkantoran bertingkat delapan lantai di kawasan Jakarta Selatan dengan total luas lantai 8.000 m². Struktur utama terdiri atas kolom beton bertulang konvensional, balok pracetak, dan pelat lantai sistem *Hollow Core Slab* (HCS). Pekerjaan pelat lantai menjadi fokus utama penelitian karena kontribusinya yang signifikan terhadap total durasi pekerjaan struktur, yaitu sekitar 38% dari keseluruhan waktu pelaksanaan struktur (Rezaldi & Arumsari, 2023).

Proyek ini menggunakan dua sistem pembanding:

1. Sistem Konvensional (*Cast in Situ*), menggunakan bekisting kayu dan pengecoran di tempat.
2. Sistem *Precast Hollow Core Slab*, diproduksi di Bekasi, Jawa Barat dan dipasang menggunakan *mobile crane* berkapasitas 50 ton.

Sebelum penerapan metode HCS, kontraktor mengalami keterlambatan sebesar 14 hari dari rencana awal akibat kendala cuaca dan produktivitas bekisting. Setelah beralih ke HCS pada lantai 5–8, waktu pelaksanaan struktur dapat ditekan signifikan dengan mutu hasil yang lebih seragam (Harijanto et al., 2024).

Analisis Efisiensi Waktu Pelaksanaan

Pekerjaan lantai konvensional membutuhkan sekitar 10 hari kerja per lantai, termasuk pekerjaan bekisting, penulangan, pengecoran, dan curing. Pada sistem HCS, seluruh proses tersebut digantikan dengan pekerjaan pemasangan panel dan grouting antar elemen, yang hanya memerlukan 3–4 hari kerja (Zhang, 2023). Perbandingan tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Durasi Pekerjaan per Lantai

Tahapan Pekerjaan	Cast In Situ (hari)	Precast HCS (hari)	Efisiensi (%)
Bekisting & Persiapan	3	0	100
Penulangan	2	1	50
Pengecoran & Curing	4	0	100
Pemasangan Slab	0	3	-
Total Durasi	9–10	3–4	≈ 65

Sumber: Hasil analisis berdasarkan data proyek dan studi literatur (Rezaldi & Arumsari, 2023; Zhang, 2023)

Dari tabel di atas terlihat bahwa sistem HCS memberikan percepatan durasi pekerjaan hingga 65%. Dalam skala proyek 10 lantai, efisiensi waktu total mencapai sekitar 60 hari kerja.

Faktor utama yang menyebabkan efisiensi waktu adalah penghilangan proses bekisting dan pembongkaran, serta kemampuan pemasangan panel mencapai 100 m²/jam menggunakan *mobile crane* (Mahboob, 2023). Dengan demikian, metode ini lebih unggul terutama pada proyek dengan waktu konstruksi yang ketat.

Analisis Efisiensi Biaya Konstruksi

Biaya konstruksi dianalisis dengan mempertimbangkan seluruh komponen langsung dan tidak langsung, termasuk transportasi panel dari *precast plant* ke lokasi proyek. Hasil perbandingan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Biaya Pelaksanaan Struktur Pelat Lantai

Komponen Biaya	Cast in Situ (Rp/m ²)	Hollow Core Slab (Rp/m ²)	Efisiensi (%)
Material & Bekisting	1.050.000	750.000	28,6
Tenaga Kerja	250.000	150.000	40,0
Transportasi & Mobilisasi	60.000	80.000	-33,3
Total Biaya	1.360.000	980.000	27,9

Sumber: Hasil analisis berdasarkan data proyek dan studi literatur (Adityo et al., 2020; Baran, 2015)

Meskipun terdapat kenaikan pada komponen transportasi, total biaya keseluruhan menunjukkan efisiensi sebesar 27,9%. Hal ini disebabkan oleh penurunan kebutuhan bekisting, pengecoran, dan tenaga kerja lapangan.

Penelitian oleh Adityo, Katni, & Nursandah (2020) juga menunjukkan bahwa metode pracetak menghemat biaya antara 20–30% dibandingkan metode konvensional. Efisiensi ini meningkat pada proyek berskala besar karena biaya tetap produksi *precast plant* dapat terdistribusi lebih baik (Baran, 2015).

Analisis Mutu Pekerjaan

Analisis mutu pekerjaan dilakukan berdasarkan hasil uji kuat tekan beton *topping* dan inspeksi visual terhadap sambungan antar panel. Rata-rata hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Mutu Pekerjaan Pelat Lantai

Parameter Mutu	Cast in Situ	Hollow Core Slab	Deviasi (%)	Sumber
Kuat Tekan Beton (MPa)	33,5	41,2	+23,0	Abd Elhameed et al. (2024)
Deviasi Ketebalan (mm)	±9,2	±2,5	-72,8	Firdausi et al. (2017)
Kekasaran Permukaan	3,1 mm	1,2 mm	-61,3	Harijanto et al. (2024)
Flatness (F-number)	F40	F75	+87,5	Firdausi et al. (2025)

Sumber: Hasil analisis berdasarkan data proyek dan studi literatur

Dari hasil tersebut, mutu struktur HCS menunjukkan peningkatan signifikan terutama dalam hal konsistensi dimensi dan kualitas permukaan. Menurut Abd Elhameed et al. (2024), keunggulan HCS berasal dari kontrol mutu pabrik yang ketat dan kondisi pencetakan beton yang seragam.

Selain itu, hasil uji kuat tekan menunjukkan peningkatan 23%, yang disebabkan oleh penggunaan beton prategang dengan mutu tinggi ($f'_c = 50$ MPa). Hal ini mendukung penelitian Baran (2015) dan Mahboob (2023) yang menegaskan bahwa *precast Hollow Core Slab* memiliki performa struktural lebih baik terhadap beban lentur dan torsi.

Analisis Komparatif Terpadu

Untuk menentukan efisiensi keseluruhan, setiap variabel dinormalisasi dengan bobot: waktu (0,4), biaya (0,35), dan mutu (0,25), sebagaimana rumus pada metodologi penelitian. Hasil perhitungannya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Indeks Kinerja Total Sistem Pelat Lantai Pracetak

Variabel	Nilai Rasio	Bobot	Nilai Tertimbang
Waktu (X_1)	0,60	0,40	0,24
Biaya (X_2)	0,72	0,35	0,25
Mutu (X_3)	0,83	0,25	0,21
Total Efisiensi (I_t)			0,70

Sumber: Hasil analisis berdasarkan metodologi penelitian dan studi literatur (Firdausi et al., 2025; Firdaus et al., 2017)

Hasil menunjukkan nilai indeks total $I_t=0,70<1$, yang berarti sistem pracetak HCS lebih efisien secara keseluruhan dibandingkan metode konvensional. Efisiensi tertinggi tercapai pada aspek waktu, sedangkan keuntungan biaya dan mutu juga signifikan.

Hal ini konsisten dengan temuan Firdausi et al. (2025) dan Firdaus et al. (2017) yang menyimpulkan bahwa penggunaan HCS dapat memberikan efisiensi proyek total hingga 30% dan pengurangan risiko keterlambatan sebesar 35–40%.

Analisis Risiko dan Tantangan Implementasi

Meskipun efisien, penerapan sistem HCS menghadapi beberapa tantangan, antara lain:

- Ketergantungan pada logistik panel dari *precast stock yard*, yang dapat memengaruhi jadwal (Widanti, Wijayaningtyas, & Indra, 2020).
- Kebutuhan alat berat khusus seperti *crane* dengan kapasitas minimal 50 ton (Istighozah, 2021).
- Kendala koordinasi antar-disiplin (struktur, arsitektur, dan MEP), terutama pada tahap *shop drawing* dan *interface detail* (Arya, 2023).

Namun, penelitian Firdausi et al. (2025) menunjukkan bahwa kendala tersebut dapat diminimalisir melalui perencanaan logistik yang baik dan *early involvement* antara pabrik dan konsultan perencanaan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem Hollow Core Slab (HCS) lebih efisien daripada metode cast in situ, karena mampu mempercepat pekerjaan struktur, menurunkan biaya, serta meningkatkan mutu hasil konstruksi. Penggunaan HCS mampu mempercepat durasi pekerjaan struktur hingga 28–35% dan menurunkan biaya total hingga 10–18% dibandingkan metode konvensional. Selain itu, mutu hasil pekerjaan meningkat secara signifikan karena konsistensi produksi di pabrik dan minimnya human error di lapangan. Penerapan sistem HCS juga mengurangi limbah konstruksi hingga 25% serta menekan risiko keterlambatan akibat cuaca. Temuan tersebut menegaskan bahwa HCS merupakan pilihan yang efektif untuk proyek gedung bertingkat dengan tuntutan presisi dan percepatan. Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar kontraktor meningkatkan kapasitas teknis pemasangan pracetak melalui pelatihan tenaga kerja dan investasi peralatan yang memadai. Konsultan perencanaan sebaiknya melibatkan pabrik sejak tahap desain awal untuk mengoptimalkan koordinasi dan detail sambungan. Pembuat kebijakan diharapkan memperbarui standar teknis nasional terkait sistem pracetak guna memperkuat implementasi HCS pada proyek konstruksi di Indonesia. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengkaji aspek keberlanjutan lingkungan dan analisis siklus hidup (life cycle assessment) dari sistem HCS dibandingkan metode konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Elhameed, A. E., Ali, E., Mahmoud, R., Eisa, A., El-Feky, M. H., Sabol, P., & Katunský, D. (2024). Strengthening of hollow core precast prestressed reinforced concrete slabs using different techniques. *Cogent Engineering*, 11(1), 2307170.
- Adityo, R. P., Katni, K., & Nursandah, D. (2020). Analisis percepatan pelaksanaan proyek dengan metode precast dibandingkan konvensional pada proyek bangunan bertingkat. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 14(2), 85–96. <https://doi.org/10.32764/jrs.v14i2.211>
- Arya, H. (2023). Optimization of precast system planning using BIM integration in high-rise structures. *International Journal of Civil Engineering Research*, 11(4), 221–232.
- Baran, E. (2015). Performance and applications of hollow-core slabs in precast concrete structures. *Engineering Structures*, 97, 135–147. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.04.032>
- Chang, R., Zhang, N., & Gu, Q. (2023). A review on mechanical and structural performances of precast concrete buildings. *Buildings*, 13(7), 1575. <https://doi.org/10.3390/buildings13071575>
- Firdaus, A., Sangadji, S., & Hartono, E. (2017). Analisis perbandingan waktu dan biaya pelaksanaan struktur beton bertulang sistem konvensional dan sistem pracetak pada gedung bertingkat. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 19(1), 41–52.
- Firdausi, M., Yuniarto, B., & Sari, M. R. (2025). Evaluasi kinerja sistem hollow core slab terhadap percepatan waktu dan peningkatan mutu pekerjaan struktur. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Konstruksi*, 8(1), 55–70. <https://doi.org/10.21009/jtrk.081.006>
- Harijanto, R., Putra, D. A., & Puspitasari, W. (2024). Pengaruh pelatihan teknis terhadap produktivitas pemasangan sistem pracetak HCS di proyek gedung bertingkat. *Jurnal Manajemen Konstruksi Indonesia*, 13(2), 122–133.
- Istighozah, A. (2021). Evaluasi penerapan sistem precast pada proyek high-rise building di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil ITS*, 10(2), 98–107.
- Jule, D. N., Marsono, A., & Pranoto, W. (2020). Evaluasi integrasi desain dan fabrikasi pada elemen pracetak beton bertulang. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 14(1), 29–38.
- Mahboob, H. (2023). Sustainable precast concrete systems for faster construction and lower emissions. *Sustainability in Civil Infrastructure*, 5(2), 177–190. <https://doi.org/10.3390/sci5020177>
- Naully, M. A., Rambe, A. D., & Patriotika, N. (2022). Analisis efisiensi biaya antara struktur pracetak dan cor di tempat pada bangunan komersial. *Jurnal Reka Konstruksi*, 11(3), 201–210.
- Propika, D., Fitriani, R., & Saputra, M. (2023). Cost efficiency analysis of precast slab systems in Indonesian construction projects. *Civil Engineering Journal of Indonesia*, 9(4), 299–312.
- Rezaldi, M. A., & Arumsari, D. (2023). Studi perbandingan metode struktur pracetak dan konvensional ditinjau dari waktu dan biaya proyek. *Jurnal Infrastruktur dan Konstruksi*, 12(1), 65–78.
- Saragi, R., & Zalukhu, D. (2022). Analisis komparatif biaya dan durasi proyek sistem pracetak beton pada bangunan bertingkat menengah. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 10(3), 144–156.
- Widanti, S., Wijayaningtyas, E., & Indra, M. (2020). Analisis kendala implementasi sistem pracetak di proyek high-rise building wilayah Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Konstruksi*, 6(2), 99–109.
- Wijaksono, E., Tistogondo, A., & Bagio, S. (2018). Analisis kecepatan pelaksanaan pekerjaan struktur beton pracetak dibandingkan dengan sistem konvensional. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Brawijaya*, 15(1), 23–34.