

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN GEDUNG FPEB UPI MENGUNAKAN SISTEM MODULAR PADA DINDING

Ary Setyawan^{1*}, Friska Pakpahan¹, Setiono¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir Sutami 36 A, Kentingan, Surakarta, Jawa Tengah 57126

*Corresponding author: cenase@yahoo.com

Abstract

The conventional development system which is still commonly used in Indonesia is regarded as being ineffective to apply because it is more expensive. In addition to technology advancements, a development method that employs a modular approach is possible to cut down on project expenses and duration. The building process in a modular system result in industrialization, where the construction materials needed are mass-produced. This study compares the time and costs involved in building conventional and modular walls. The costs and times for traditional and modular wall works are being compared in this study using a comparative descriptive methodology. The data was gathered as part of the FPEB Building project at the Indonesian Education University (UPI), and Microsoft Excel will be used to process it. In this study, the usage of lightweight concrete panels as modular wall materials was analyzed for cost and duration effectiveness to establish the percentage of savings. From the data analysis, it was found that the use of lightweight concrete panels walls experienced a cost inefficiency of 6,4%. When viewed from a time perspective, the use of lightweight concrete panels are 45.45% efficient.

Keywords: Cost, Duration, Effectiveness, Modular System, Wall

Abstrak

Sistem pembangunan yang masih banyak diterapkan di Indonesia adalah sistem konvensional yang dinilai tidak efektif untuk dilaksanakan karena memerlukan biaya pelaksanaan yang lebih tinggi. Seiring dengan perkembangan teknologi, terdapat sistem pembangunan yang mampu mereduksi biaya dan waktu pengerjaan proyek, yaitu dengan menerapkan sistem modular. Pada sistem modular, proses konstruksinya mengarah pada industrialisasi dimana material konstruksi yang akan digunakan diproduksi secara massal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu pekerjaan dinding konvensional dan modular. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif komparatif dengan variabel yang dibandingkan adalah biaya dan waktu pada pekerjaan dinding konvensional dan modular. Pengumpulan data dilakukan pada proyek Gedung FPEB Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) yang akan diolah dengan *software microsoft excel*. Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap efisiensi biaya dan waktu untuk mengetahui persentase kehematan penggunaan panel beton ringan sebagai material dinding modular. Dari analisis yang dilakukan, pemakaian dinding panel beton ringan mengalami inefisiensi biaya sebesar 6,4 %. Jika dilihat dari segi waktu, pemakaian dinding panel beton ringan efisien 45,45%.

Kata kunci: Biaya, Dinding, Efisiensi, Sistem Modular, Waktu

PENDAHULUAN

Sistem pembangunan yang masih banyak diterapkan di Indonesia adalah sistem konvensional yang dinilai tidak efektif untuk dilaksanakan karena memerlukan biaya konstruksi yang lebih tinggi daripada sistem modular. Menurut Zainul Khakim dkk (2011) pelaksanaan metode konstruksi konvensional (*cast in situ*) adalah sistem konstruksi dari suatu bangunan yang pengecorannya dilakukan di tempat dimana elemen-elemen struktur tersebut harus berada. Pada pengerjaan sebuah rumah tinggal, dibutuhkan kurang lebih waktu 60 hari untuk menyelesaikannya dengan biaya konstruksi yang tinggi. Lamanya durasi pengerjaan tersebut diakibatkan oleh keterbatasan tenaga kerja di proyek sehingga tidak efektif karena tidak mampu menjawab kebutuhan Gedung Pendidikan yang meningkat akibat naiknya populasi mahasiswa di Indonesia. Untuk mengatasi hal tersebut, ditemukan sebuah inovasi untuk melaksanakan kegiatan konstruksi dengan sistem modular.

Sistem modular adalah konsep pembangunan dengan objek rancangan berdasarkan modul tersebut. Manfaat dari penerapan sistem modular pada pekerjaan konstruksi adalah mengurangi *waste material* (Budi Setiawan dkk, 2022). Sistem modular fokus pada unit yang ditambah maupun dikurangi dengan mempertimbangkan mobilitas modul dari tempat produksi ke lahan rancangan sehingga mempermudah dan mengurangi biaya produksi (Fanisa et al, 2017). Sistem modular dapat menjawab persoalan pada konstruksi konvensional terkait tingginya biaya pekerjaan akibat upah tenaga kerja. Sistem ini mengarah pada industrialisasi, dimana produk diproduksi dengan massal

dengan model yang digunakan sama (Ade Taofik dan Sri Astuti, 2018). Proses produksi bangunan modular berlangsung di dalam sebuah ruangan, sehingga tidak ada keterlambatan akibat cuaca. Untuk menyelesaikan proses perakitan di lokasi sampai pada serah terima bangunan, biasanya diperlukan waktu sekitar 2-4 minggu (Adinda, 2014).

Aktivitas pembangunan memerlukan biaya yang besar sehingga seorang kontraktor dituntut untuk kreatif dalam melakukan penghematan biaya proyek tanpa mengurangi kualitas produk. Pemborosan biaya akibat sistem konstruksi konvensional mendorong kontraktor untuk mencari alternatif metode konstruksi yang dapat mereduksi biaya proyek. Menurut Winter & Nilson (1979), tingginya upah pekerja selama proses konstruksi konvensional menyebabkan biaya konstruksi meningkat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dunia konstruksi memerlukan inovasi yang memungkinkan proses pembangunan dapat dilakukan dengan cepat dan biaya yang lebih hemat, yaitu dengan menerapkan sistem modular. Tatum dkk (1987) menyatakan, sistem modular adalah metode pelaksanaan pembangunan yang materialnya diproduksi di luar area proyek dan dirakit di area proyek (*erection*). Sistem modular memiliki keunggulan yaitu *contrucability* yang memiliki dampak positif pada penjadwalan, jumlah pekerja, kualitas, dan produktivitas (Hesler 1990). Menurut Generalova et al (2016), sistem modular cocok digunakan pada bangunan *big-rise*, pekerjaan pembangunan apartemen dapat lebih cepat dan hemat jika menggunakan sistem modular.

Retna Kristiana dan Aan Pujiandi (2016) melakukan penelitian dengan menganalisis produktifitas dinding bata ringan dan *precast*. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa pekerjaan dinding *precast* memerlukan waktu 7 bulan lebih lama dan biaya lebih mahal dengan selisih 12,92%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada Proyek Podomoro City Deli Medan oleh Syahrizal Pulungan (2018), dapat disimpulkan bahwa pekerjaan dinding *precast* lebih mahal 41,8% daripada dinding konvensional, sedangkan waktu pengerjaannya lebih cepat 36,14%.

Penelitian yang dilakukan oleh Felix Hidayat dan Gregorius Irvan tahun 2018 memberikan kesimpulan bahwa Pekerjaan dinding *precast* jauh lebih cepat daripada dinding konvensional, dengan total waktu 398 hari untuk dinding konvensional dan 111 hari untuk dinding *precast*.

Dari riset yang dilakukan oleh Muhamad Arif Rohman, M. Agung Wibowo dan Nuroji tahun 2021, diketahui bahwa dinding *precast* dapat menghemat waktu 36,84% dan biaya sebesar Rp.101.488.543,99.

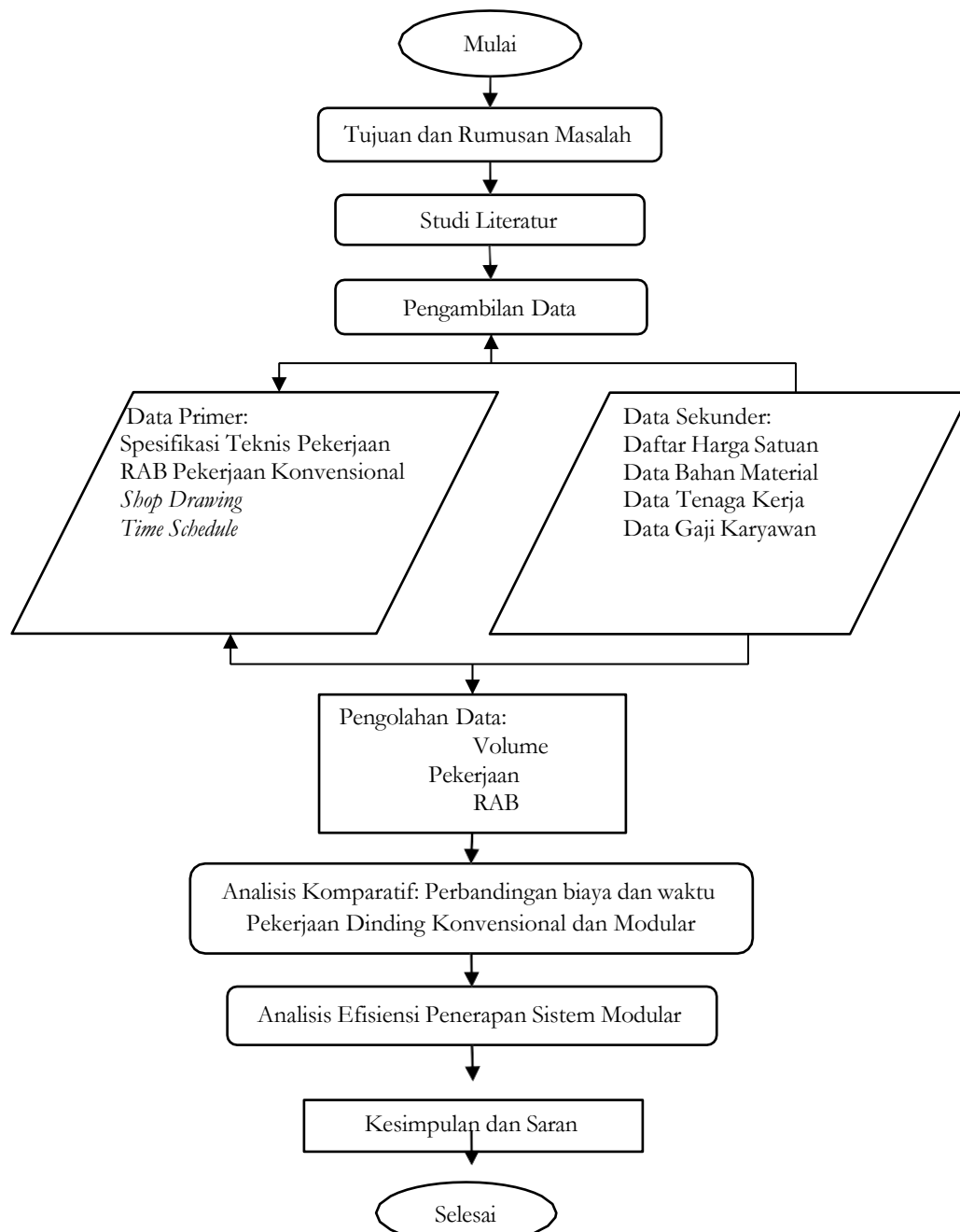
Erico Candra Pradana dan Farlin Rosyad (2021) menyatakan bahwa berdasarkan penelitian yang dilakukan pada proyek apartemen di Sentraland Jakabaring, penggunaan dinding beton *precast* lebih mahal 13% daripada penggunaan dinding konvensional (bata ringan), sedangkan dari segi waktu pengerjaannya dinding beton *precast* lebih lama 2 bulan daripada dinding konvensional.

Tahun 2020 Achmad Tharis Atsaruddin dkk melakukan penelitian mengenai perbandingan RAB rumah M-panel dan konvensional dan penelitian menunjukkan bahwa pembangunan rumah dengan M-panel lebih mahal 25,15%.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan sistem konvensional dan modular pada pekerjaan dinding Gedung FPEB UPI, perbandingan biaya dan waktu pekerjaan dinding konvensional dan modular, serta mengetahui efisiensi penggunaan dinding modular.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam pembahasan rumusan masalah pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif komparatif dengan metode studi kasus. Penelitian deskriptif komparatif adalah penelitian yang digunakan untuk membandingkan dua atau lebih variabel dalam suatu peristiwa. Data yang digunakan merupakan data yang diambil dari proyek Gedung FPEB Universitas Pendidikan Indonesia (UPI), Bandung. Dalam penelitian ini, variabel yang akan dibandingkan adalah biaya dan waktu pada pekerjaan dinding konvensional dan modular. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

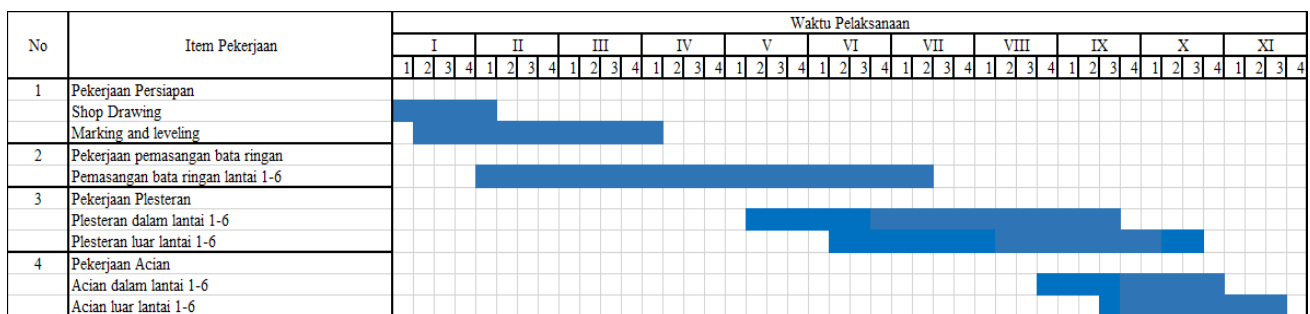
Pekerjaan Dinding Konvensional

Tahapan pekerjaan dinding konvensional pada pembangunan Gedung FPEB UPI terdiri dari pemasangan bata ringan ukuran, plesteran, dan acian. Rincian durasi pelaksanaan dinding konvensional diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Waktu pekerjaan dinding konvensional

No.	Lantai	Pemasangan bata ringan		Plesteran		Acian	
		Volume (m ²)	Waktu (hari)	Volume (m ²)	Waktu (hari)	Volume (m ²)	Waktu (hari)
1.	Lantai 1	1.684,68	28	3.102,69	26	3.056,52	17
2.	Lantai 2	1.439,17	24	2.903,34	24	2.595,55	14
3.	Lantai 3	1.703,67	28	3.201,32	27	2.781,59	15
4.	Lantai 4	1.755,50	29	3.439,36	29	3.024,67	17
5.	Lantai 5	1.659,66	28	3.427,41	29	2.944,55	16
6.	Lantai 6	1.550,47	26	3.125,94	26	2.627,59	15
Total			163		160		95

Durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan dinding Gedung FPEB UPI dari pekerjaan persiapan sampai acian adalah 11 bulan. *Time Schedule* pekerjaan dinding FPEB UPI disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Time schedule* pekerjaan dinding konvensional

Berdasarkan analisis yang dilakukan, didapat HSP pemasangan dinding bata ringan adalah Rp.133.069,75, HSP plesteran adalah Rp.54.612,36, sedangkan HSP acian adalah Rp.42.344,50. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) pada pekerjaan dinding konvensional dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. AHSP dinding konvensional

No	Kebutuhan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga Satuan (Rp)
A	1 m² Memasang Dinding bata ringan 200 x 600 x 100				
	BAHAN				
B	Bata ringan 200 x 600 x 100	m ³	0,100	750.000,00	75.000,00
	Semen mortar perekat bata ringan Setara @50 kg	sak	0,100	88.000,00	8.800,00
	Air	ltr	1,050	50,0	52,50
	TENAGA KERJA				
C	Pekerja	oh	0,100	99.000,00	9.900,00
	Tukang batu	oh	0,200	121.000,00	24.200,00
	Kepala tukang	oh	0,010	151.000,00	1.510,00
	Mandor	oh	0,010	151.000,00	1.510,00
D	Jumlah harga satuan pekerjaan				120.972,50
E	Keuntungan + overhead 10%				12.097,25
F	Total = Jumlah + (Keuntungan + overhead)				133.069,75
G	1 m² Membuat plesteran semen instan, tebal 1 cm				
	BAHAN				
H	Semen mortar plesteran Setara @40 kg	sak	0,417	52.800,00	22.017,60
	TENAGA KERJA				
I	Pekerja	oh	0,050	99.000,00	4.950,00
	Tukang batu	oh	0,150	121.000,00	18.150,00
	Kepala tukang	oh	0,015	151.000,00	2.265,00
	Mandor	oh	0,015	151.000,00	2.265,00
J	Jumlah harga satuan pekerjaan				49.647,00
K	Keuntungan + overhead 10%				4.964,76
L	Total = Jumlah + (Keuntungan + overhead)				54.612,36
M	1 m² Membuat acian semen instan				
	BAHAN				
N	Semen mortar acian Setara @40 kg	sak	0,050	71.500,00	3.575,00
	TENAGA KERJA				
O	Pekerja	oh	0,200	99.000,00	19.800,00
	Tukang batu	oh	0,100	121.000,00	12.100,00
	Kepala tukang	oh	0,010	151.000,00	1.510,00
	Mandor	oh	0,010	151.000,00	1.510,00
P	Jumlah harga satuan pekerjaan				38.495,00
Q	Keuntungan + overhead 10%				3.849,50
R	Total = Jumlah + (Keuntungan + overhead)				42.344,50

Total biaya pekerjaan didapat dengan mengalikan volume pekerjaan dengan nilai HSP sehingga biaya pekerjaan pemasangan bata ringan adalah Rp.1.303.172.022,21, biaya pekerjaan plesteran Rp.1.048.560.588,74, dan biaya pekerjaan acian adalah Rp.721.146.736,92. Rincian biaya pekerjaan dinding konvensional (bata ringan) disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Biaya langsung pekerjaan dinding konvensional

No.	Lantai	Biaya Pekerjaan (Rp)		
		Pemasangan bata ringan	Plesteran	Acian
1.	Lantai 1	224.179.946,43	169.445.223,25	129.426.811,14
2.	Lantai 2	191.509.992,11	158.558.249,28	109.907.266,98
3.	Lantai 3	226.706.940,98	174.831.640,32	117.785.037,76
4.	Lantai 4	233.603.946,13	187.831.566,49	128.078.138,82
5.	Lantai 5	220.850.541,29	187.178.948,79	124.685.497,48
6.	Lantai 6	206.320.655,28	170.714.960,62	111.263.984,76
Total		1.303.172.022,21	1.048.560.588,74	721.146.736,92

Biaya tidak langsung yang dihitung pada pekerjaan dinding konvensional terdiri dari gaji karyawan dan biaya operasional. Biaya tidak langsung terhadap gaji karyawan dihitung dengan mengalikan besaran gaji dengan waktu

pekerjaan dinding, yaitu sebesar Rp.1.056.000.000,00. Rincian gaji karyawan pada pekerjaan dinding konvensional dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Gaji karyawan pekerjaan dinding konvensional

No	Jabatan	Gaji per Bulan (Rp)	Durasi Pekerjaan	Biaya (Rp)
1.	Project Manager	25.000.000,00	11	275.000.000,00
2.	Site Manager	15.000.000,00	11	165.000.000,00
3.	Site Engineer	10.000.000,00	11	110.000.000,00
4.	Quality control	9.000.000,00	11	99.000.000,00
5.	Quantity Surveyor	11.000.000,00	11	121.000.000,00
6.	Purchasing dan Logistik	9.000.000,00	11	99.000.000,00
7.	Supervisor finishing	7.000.000,00	11	77.000.000,00
8.	Drafter (2)	10.000.000,00	11	110.000.000,00
Total				1.056.000.000,00

Biaya tidak langsung terhadap biaya operasional adalah sebesar Rp.183.700.000,00, sehingga total biaya tidak langsung yang dibutuhkan untuk pekerjaan dinding konvensional adalah Rp.1.239.700.000. Rincian biaya operasional pekerjaan dinding konvensional dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Biaya operasional pekerjaan dinding konvensional

No	Uraian Biaya	Harga (Rp)	Durasi	Total (Rp)
A	Biaya Administrasi Kantor			
	Operasional kantor	3.000.000,00	11	33.000.000
	Kertas	800.000,00	11	8.800.000,00
	Pembelian tinta	750.000,00	11	8.250.000,00
B	Biaya Operasional Mess			
	Sewa Mess	7.500.000,00	11	82.500.000,00
	Rekening Listrik	2.000.000,00	11	22.000.000,00
	Tagihan internet	500.000,00	11	5.500.000,00
	Rekening air	450.000,00	11	4.950.000,00
C	Kendaraan Operasional Kantor			
	Bahan bakar motor (2)	500.000,00	11	5.500.000,00
	Bahan bakar mobil (1)	1.200.000,00	11	13.200.000,00
D	Total			183.700.000,00

Dari Tabel 5, dapat diketahui total biaya yang harus dikeluarkan untuk pekerjaan dinding konvensional, yaitu sebesar Rp.4.312.579.347,87 dengan rincian pada Tabel 6.

Tabel 6. RAB pekerjaan dinding konvensional

No.	Keterangan	Biaya (Rp)
1.	Pekerjaan Pemasangan Bata Ringan	1.303.172.022,21
2.	Pekerjaan Plesteran	1.048.560.588,74
3.	Pekerjaan Acian	721.146.736,92
4.	Administrasi Kantor	183.700.000,00
5.	Gaji Karyawan	1.056.000.000,00
Total Biaya		4.312.579.347,87

Pekerjaan Dinding Modular

Dinding modular merupakan dinding yang diproduksi di pabrik yang kemudian didistribusikan ke lokasi *site* untuk dilakukan pemasangan. Pekerjaan pemasangan dinding modular pada gedung tingkat tinggi dibantu dengan alat *tower crane*. Pada penelitian ini, penulis melakukan analisis biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan dinding jika menggunakan material panel beton ringan.

Material panel beton ringan yang digunakan untuk pekerjaan dinding modular ini merupakan campuran dari semen dan *styrofoam* beserta bahan kimia yang sisi luarnya dilapisi oleh fiber semen siap cat. Panel beton ringan yang digunakan adalah jenis D50-3000 dengan ukuran 100 x 600 x 3000 mm. Adapun panel beton ringan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Panel beton ringan

Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan dinding panel beton ringan dihitung dengan cara membagi volume pekerjaan dengan produktivitas pekerjaan per hari. Produktivitas pemasangan dinding panel beton ringan per hari adalah 60 m². Sehingga, untuk menyelesaikan pekerjaan dinding panel beton ringan dengan volume pekerjaan 9.793,15 dibutuhkan waktu 163 hari. Rincian waktu pelaksanaan pekerjaan dinding panel beton ringan dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Waktu pekerjaan dinding panel beton ringan

No	Lantai	Volume (m ²)	Durasi Waktu (hari)
1.	Lantai 1	1.684,68	28
2.	Lantai 2	1.439,17	24
3.	Lantai 3	1.703,67	28
4.	Lantai 4	1.755,50	29
5.	Lantai 5	1.659,66	28
6.	Lantai 6	1.550,47	26
Total		9.793,15	163

Pekerjaan dinding panel beton ringan direncanakan selesai dalam waktu 6 bulan. *Time Schedule* pekerjaan dinding panel beton ringan dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini:

No	Item Pekerjaan	Waktu Pelaksanaan																							
		I				II				III				IV				V				VI			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pekerjaan Persiapan																								
	Shop Drawing																								
	Joint Survey																								
2	Pekerjaan Pabrikasi																								
	Produksi <i>Precast</i>																								
3	Pekerjaan pemasangan dan <i>finishing</i> dinding <i>precast</i>																								
	Pemasangan dan <i>finishing</i> lantai 1-6																								

Gambar 4. *Time schedule* pekerjaan dinding panel beton ringan

Total harga satuan pekerjaan diperoleh dari hasil kali koefisien dengan harga satuan masing-masing kebutuhan. Harga satuan pekerjaan dinding panel beton ringan diperoleh Rp.384.170,00. Analisis Harga Satuan Pekerjaan dinding panel beton ringan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. AHSP pekerjaan dinding panel beton ringan

No	Kebutuhan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga Satuan (Rp)
A	1 m² Memasang Dinding Panel Beton Ringan				
B	BAHAN				
	DEPANEL dinding beton ringan	m ²	1	256.000,00	256.000,00
	Mortar	kg	0.003	2.500,00	7,50
	Angkur	buah	0.556	2.000,00	1.112,00
C	ALAT				
	<i>Tower Crane</i>	Hari	1	117.000,00	117.000,00
D	TENAGA KERJA				
	Upah Pasang	m ²	0,067	150.000,00	55.000,00
E	Total harga satuan pekerjaan				384.170,00

Total biaya langsung yang diperlukan untuk pekerjaan dinding panel beton ringan adalah Rp.3.762.229.538,93 yang diperoleh dari hasil kali antara volume pekerjaan dan HSP, seperti diuraikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Biaya langsung pekerjaan dinding panel beton ringan

No.	Lantai	Volume Pekerjaan	Biaya (Rp)
1.	Lantai 1	1.684,68	647.202.673,26
2.	Lantai 2	1.439,17	552.885.219,32
3.	Lantai 3	1.703,67	654.498.052,07
4.	Lantai 4	1.755,50	674.409.557,25
5.	Lantai 5	1.659,66	637.590.752,37
6.	Lantai 6	1.550,47	595.643.284,67
Total		9.793,15	3.762.229.538,93

Biaya tidak langsung yang dibutuhkan untuk gaji karyawan dalam durasi waktu 6 bulan adalah sebanyak Rp.546.000.000 yang merupakan hasil kali gaji per bulan dengan durasi pekerjaan seperti terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Gaji karyawan pekerjaan dinding panel beton ringan

No	Jabatan	Gaji per Bulan (Rp)	Durasi Pekerjaan	Biaya (Rp)
1.	Project Manager	25.000.000,00	6	150.000.000,00
2.	Site Manager	15.000.000,00	6	90.000.000,00
3.	Site Engineer	10.000.000,00	6	60.000.000,00
4.	Quality control	9.000.000,00	6	54.000.000,00
5.	Quantity Surveyor	11.000.000,00	6	66.000.000,00
6.	Purchasing dan Logistik	9.000.000,00	6	54.000.000,00
7.	Supervisor finishing	7.000.000,00	6	42.000.000,00
8.	Drafter (2)	10.000.000,00	6	30.000.000,00
Total				546.000.000,00

Untuk durasi waktu 6 bulan, pekerjaan dinding panel beton ringan membutuhkan biaya operasional kantor dan mess sebesar Rp.100.200.000,00 dengan rincian pada Tabel 11.

Tabel 11. Biaya operasional pekerjaan dinding panel beton ringan

No	Uraian Biaya	Harga (Rp)	Durasi	Total (Rp)
A	Biaya Administrasi Kantor			
	Operasional Kantor	3.000.000,00	6	18.000.000
	Kertas	800.000,00	6	4.800.000,00
	Pembelian tinta	750.000,00	6	4.500.000,00
B	Biaya Operasional Mess			
	Sewa Mess	7.500.000,00	6	45.000.000,00
	Rekening Listrik	2.000.000,00	6	12.000.000,00
	Tagihan internet	500.000,00	6	3.000.000,00
	Rekening air	450.000,00	6	2.700.000,00
C	Kendaraan Operasional Kantor			
	Bahan bakar motor (2)	500.000,00	6	3.000.000
	Bahan bakar mobil (1)	1.200.000,00	6	7.200.000
Total				100.200.000,00

Selain biaya gaji karyawan dan operasional kantor, pada pekerjaan dinding panel beton ringan juga dibutuhkan biaya tidak langsung untuk mobilisasi material ke lokasi proyek. Biaya pengangkutan material untuk 1 kali rit adalah Rp.1.500.000,-. Kapasitas truk pengangkut per rit adalah 81 m², sehingga untuk volume dinding yang diperlukan dalam pembangunan Gedung FPEB UPI memerlukan mobilisasi material sebanyak 120 rit. Total biaya yang diperlukan untuk biaya mobilisasi material dihitung dengan mengalikan jumlah pengangkutan dengan harga angkut, yaitu sebesar Rp.180.000.000,00.

Biaya langsung yang diperlukan untuk pekerjaan dinding panel beton ringan adalah Rp.3.762.229.538,93, sedangkan biaya tidak langsungnya adalah Rp.826.200.000,00. Jadi total biaya yang diperlukan untuk pekerjaan dinding panel beton ringan adalah Rp. 4,588,429,538.93 seperti tertera pada Tabel 12 di bawah.

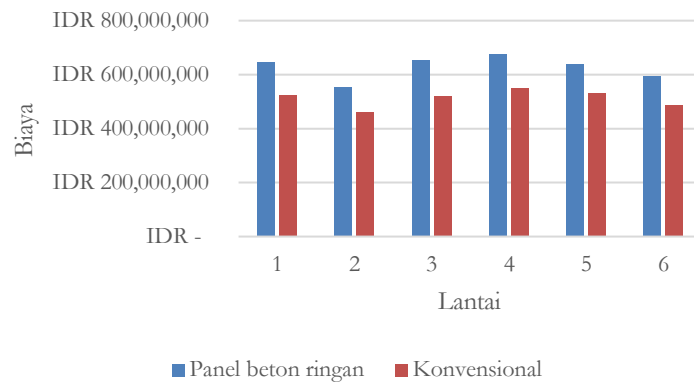
Tabel 12. RAB pekerjaan dinding panel beton ringan

No.	Keterangan	Biaya (Rp)
1.	Pekerjaan Pemasangan Dinding	3.762.229.538,93
2.	Biaya Administrasi Kantor	100.200.000,00
3.	Mobilisasi Material	180,000,000.00
4.	Gaji Karyawan	546,000,000.00
Total Biaya		4,588,429,538.93

Perbandingan Dinding Konvensional dan Modular

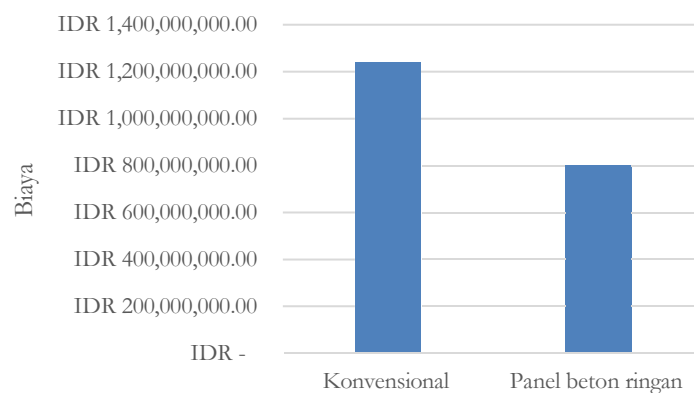
Dari hasil analisis biaya dan waktu, penulis membuat perbandingan antara pelaksanaan pekerjaan dinding konvensional dan modular untuk melihat apakah sistem modular efisien untuk diterapkan pada bangunan baik dari segi biaya maupun waktu. Adapun perbandingan yang dilakukan adalah perbandingan terhadap biaya langsung pekerjaan, biaya tidak langsung, dan waktu pekerjaan dinding.

Total biaya langsung yang harus dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan dinding konvensional adalah sebanyak Rp.3.072.879.347,87, sedangkan material panel beton ringan memerlukan biaya sebesar Rp.3.762.229.538,93. Nilai perbandingan dari biaya langsung pekerjaan dinding konvensional dan panel beton ringan adalah 1:1,2. Diagram perbandingan dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



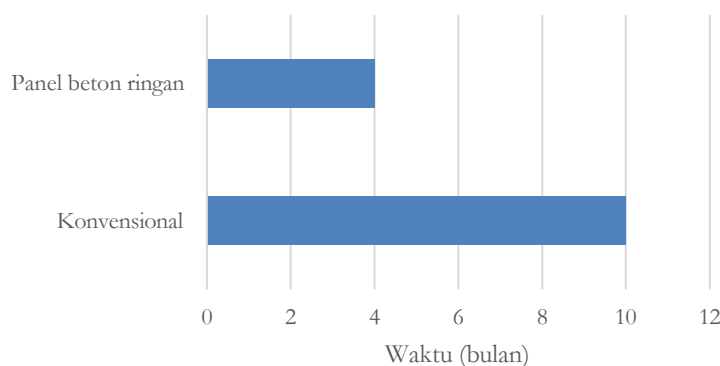
Gambar 5. Diagram perbandingan *direct cost* pekerjaan dinding konvensional dan modular

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) yang diperlukan untuk pekerjaan dinding konvensional dan panel beton ringan berturut-turut adalah sebesar Rp.1.239.700.000 dan Rp.826.200.000,00. Perbandingan biaya tidak langsung antara ketiga material tersebut adalah 1.5:1. Diagram perbandingan biaya tidak langsung pekerjaan dinding konvensional dan panel beton ringan disajikan pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Diagram perbandingan *indirect cost* pekerjaan dinding konvensional dan modular

Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dinding konvensional (bata ringan) adalah 11 bulan, sedangkan dinding panel beton ringan memerlukan waktu selama 6 bulan. Jadi, perbandingan waktu antara pekerjaan dinding konvensional, beton *precast*, dan panel beton ringan adalah 1,8:1. Digram perbandingan waktu pekerjaan dinding konvensional dan panel beton ringan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan waktu pekerjaan dinding konvensional dan modular

Efisiensi dan Inefisiensi Penggunaan Dinding Modular

Analisis terhadap efisiensi dan inefisiensi pekerjaan dinding modular dilakukan terhadap biaya dan waktunya. Efisiensi maupun inefisiensi pada pekerjaan dinding modular diketahui dengan membagi selisih biaya/waktu dengan total biaya/waktu pekerjaan dinding konvensional kemudian dikali dengan 100%. Pada pekerjaan dinding konvensional (bata ringan), diperlukan biaya sebesar Rp.4.312.579.347,87 dan dinding panel beton ringan membutuhkan biaya sebesar Rp.4.558.429.538,93 dengan durasi waktu pekerjaan 6 bulan. Sehingga, penggunaan dinding panel beton ringan inefisien 6,4% dari segi biaya, namun waktu pengerjaannya efisien 45,45%.

KESIMPULAN

Pelaksanaan pekerjaan dinding konvensional membutuhkan waktu 11 bulan dengan total biaya yang harus dikeluarkan adalah Rp.4.312.579.347,87, sedangkan dinding panel beton ringan memerlukan biaya Rp.4.558.429.538,93 dengan durasi waktu pekerjaan 6 bulan. Perbandingan biaya antara dinding konvensional dan panel beton ringan adalah 1:1,06, sedangkan perbandingan waktunya 2,8:1,5. Pemakaian dinding panel beton ringan mengalami inefisien sebesar 6,4 %. Jika dilihat dari segi waktu, pemakaian dinding panel beton ringan efisien 45,45%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada seluruh dosen, mahasiswa, dan laboran di Program Studi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret yang telah membantu dalam kegiatan penelitian dan penulisan artikel ini.

REFERENSI

- Adinda, N. R. 2014. *Aplikasi Teknologi Pabrikasi Rumah modular pada konstruksi Rumah Tinggal*. Program Studi Teknik Sipil STT Mandala: Bandung, 7(1), 15–18.
- Atsaruddin, A. T. 2015. *Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Rumah M-Panel dengan Rumah Konvensional Proyek Pembangunan Rumah Tipe 60/99 Pondok Permata Suci Gresik*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Brawijaya: Malang.
- Fanisa, D., Agus, E., & Binar, T. (2017). *Penerapan Konsep Modular dalam Perancangan Rumah Susun Berdasarkan Right Conservation Method Kasus: Rusunami Cibangkong, Bandung*.
- Generalova, E. M., Generalov, V. P., & Kuznetsova A. A. 2016. *Modular Buildings in Modern Construction*. Procedia engineering, 153. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.098>
- Hesler, Nilson. 1990. *Modular Design-Where It Fits*, Chemical Engineering Process, October, pp. 120-124.
- Hidayat, F. & Irvan, G. 2018. *Analisa Perbandingan Biaya, Waktu, Material, dan Tata Laksana Pekerjaan Dinding Menggunakan Bata Ringan, Sandwich Panel dan Beton Precast pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit "STC" di Kota Jakarta*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan: Bandung, 7(2), 46-50.
- Khakim dkk. 2011. *Studi Pemilihan Pengerjaan Beton Antara Pracetak dan Konvensional pada Pelaksanaan Konstruksi Gedung dengan Metode AHP*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Brawijaya: Malang, 5(2), 96–97.
- Kristiana, R. & Pujiandi, A. 2016. *Analisa Produktivitas Dinding Bata Ringan dan Dinding Precast pada Bangunan Gedung Tinggi Hunian*. Pasca Sarjana Teknik sipil Universitas Mercu Buana: Jakarta, 5(2), 89–92.
- Pradana, E. C. & Rosyad, F. 2021. *Perbandingan Pelaksanaan Dinding Precast dengan Dinding konvensional Ditinjau dari Segi Waktu, Biaya, dan Kualitas* : 896-903
- Pulungan, S. 2018. *Analisis Perbandingan Metode Dinding Precast dengan Metode Dinding Konvensional Ditinjau dari Segi Biaya dan Waktu pada Proyek Podomoro City Deli Medan*. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2018 Diakses dari <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/8619>
- Rohman, M. A., Wibowo M. A. & Nuroji. 2021. *Kajian Perbandingan Pengaruh Penggunaan Dinding Precast dengan Dinding Konvensional pada Proyek Cordova Semarang*. Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro: Semarang, 26(1), 7-9.
- Setiawan, B., Indrajit, R. E. & Dazki, E. 2022. *Bangunan modular Low-Rise Untuk Rumah tinggal di Kawasan Kabupaten Tangerang*. Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Pradita: Tangerang, 11(2), 148–149.
- Taofik, A. & Astuti S. 2018. *Pembangunan dengan Sistem Industri Modular dan Sistem Konvensional*, 77-79. Diakses 18 Maret 2023 dari Unika Soegijapranata Semarang.
- Tatum, C. B. 1987. *Improving Constructibility During Conceptual Planning*, *Journal of Construction Engineering and Management*. vol.113, No.2 June, pp.191-207.
- Winter, Nilson. 1979. *Design of Concrete Structure*, Tokyo.