

ANALISA PERBANDINGAN BIAYA ANTARA SISTEM PORTAL MENGGUNAKAN LANTAI KONVENSIONAL DAN LANTAI PRACETAK PADA RUKAN

Andrian Tanjung¹, Wegianto Patampang², Soehendro Ratnawidjaja³, Herry P. Chandra⁴

ABSTRAK : Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan biaya antara sistem portal lantai pracetak dengan sistem portal lantai konvensional pada rukan. Lantai pracetak yang digunakan dalam penelitian ini adalah panel lantai beton ringan. Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis lebih ringan dari pada beton pada umumnya. Pengujian ini dilakukan dengan mensimulasikan tiga model sistem portal rukan, yakni model A (bentang 4m), model B (bentang 5m) dan model C (bentang 6m). Dari hasil simulasi ini didapatkan perbedaan biaya antara sistem portal lantai konvensional dengan sistem portal lantai pracetak untuk model A, model B dan model C adalah 13,99%, 9,71% dan 8,01%. Perbandingan biaya tersebut meliputi biaya pelat, balok, dan kolom. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa biaya sistem portal lantai pracetak lebih murah dibandingkan sistem portal lantai konvensional.

KATA KUNCI : sistem portal, lantai pracetak, beton ringan, rukan.

1. PENDAHULUAN

Sistem struktur yang umum digunakan pada gedung-gedung di Indonesia adalah sistem portal. Sistem ini telah lama dipakai sebagai sistem struktur bangunan yang dapat menahan beban vertikal gravitasi dan lateral akibat gempa. Sistem portal umumnya menggunakan beton konvensional dalam pembuatannya. Tetapi, dewasa ini sudah dikembangkan sistem portal yang menggunakan lantai beton pracetak.

Berbeda dengan sistem portal lantai beton konvensional, sistem portal lantai beton pracetak yang tidak monolit menimbulkan keraguan pada bagian penyaluran bebannya. Hal ini mengakibatkan kemampuan portal lantai beton pracetak menahan gempa menjadi berkurang. Contoh sederhananya adalah pada pelat lantai pracetak yang diragukan bisa menjadi pelat kaku sebagai diafragma lantai.

Sistem portal lantai beton pracetak dapat diaplikasikan pada bangunan rumah kantor. Umumnya rumah kantor berada di daerah yang ramai dan prospektif secara ekonomis, seperti di pinggir jalan raya, di dekat pusat belanja, dan daerah pusat hiburan. Oleh karena itu, pembangunan rumah kantor dituntut untuk selesai secepat mungkin. Faktanya, pembangunan rumah kantor saat ini masih banyak yang dibangun secara tradisional (konvensional) sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama

Penggunaan sistem portal lantai beton pracetak pada rukan masih jarang digunakan, salah satu kendalanya adalah karena para pelaku jasa konstruksi masih terpaku dengan sistem portal lantai beton konvensional yang relatif lebih mudah dipahami. Maka dari itu dibuatlah penelitian ini untuk mengetahui perbedaan biaya antara sistem portal lantai konvensional dengan sistem portal lantai pracetak pada rukan.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21413207@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21413225@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, suhendro@peter.petra.ac.id

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, herry-pin@peter.petra.ac.id

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Portal

Struktur rangka kaku/portal adalah struktur yang terdiri atas elemen-elemen linear, umumnya balok dan kolom, yang saling dihubungkan pada ujung-ujungnya oleh joint secara kaku yang dapat mencegah rotasi relatif di antara elemen struktur yang dihubungkannya (Schodek, 1999)

2.2. Pelat

Berdasarkan sistem pendistribusian beban ke balok, pelat terbagi menjadi 2 yaitu:

1. Sistem Pelat Satu Arah (*One Way Slab*)
Pelat lantai 1 arah hanya ditumpu pada kedua sisi yang berseberangan dan memiliki bentang panjang (l_y) 2.5 kali lebih besar dari pada bentang pendek (l_x).
2. Sistem Pelat Satu Arah (*One Way Slab*)
Pelat lantai 1 arah hanya ditumpu pada kedua sisi yang berseberangan dan memiliki bentang panjang (l_y) 2.5 kali lebih besar dari pada bentang pendek (l_x).

2.3 Beton Konvensional

Beton konvensional atau *cast in situ* adalah metode pengerjaan beton bertulang yang sudah sangat lazim digunakan. Pelaksananya yaitu dengan membuat cetakan pada elemen struktur dan dicor langsung di lokasi konstruksi.

2.4 Beton Pracetak

Beton pracetak atau *precast* adalah suatu konstruksi bangunan yang komponen bangunannya dipabrikasi/dicetak terlebih dahulu di pabrik atau di lapangan, lalu disusun di lapangan untuk membentuk satu kesatuan bangunan gedung.

2.5 Pelat Beton Ringan Pracetak

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan dari pada beton pada umumnya. Beton ringan yang sering dipakai pada panel lantai adalah beton ringan tipe AAC (*Autoclaved Aerated Concrete*). Beton ringan ini mempunyai bahan baku utama terdiri dari pasir silika, kapur, semen, air, ditambah dengan suatu bahan pengembang yang kemudian dirawat dengan tekanan uap air (Suzaeni, 2013).

Menurut Rathi & Khandve (2015), beton ringan AAC relatif lebih homogen dibanding beton normal karena tidak mengandung agregat kasar. Sehingga berat jenis dari AAC berkisar antara 300-1.800 kg/m³, dibandingkan dengan 2.400-2.600 kg/m³ untuk beton konvensional. Oleh sebab itu, berat struktur bangunan yang menggunakan beton AAC akan berkurang secara signifikan, yang menyebabkan penghematan dalam penggunaan besi tulangan pada elemen struktural dan pondasi.

2.6 Rukan (Rumah Kantor)

Rukan merupakan bangunan multifungsi yang mengakomodasikan pekerjaan dan tempat tinggal, dengan rumah di lantai atas dan kantor di lantai bawah (Prayitno & Setiawan, 2003). Pada umumnya rukan merupakan bangunan bertingkat 2, 3, atau lebih yang berderet dengan teras tertutup untuk melindungi pejalan kaki dari terik matahari dan hujan.

3. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, sistem portal rukan yang akan diteliti dibagi menjadi 3 model dengan luas dasar bangunan yang sama yaitu 15m x 60m.

1. Rukan Model A.

Sistem portal rukan model A adalah bangunan rukan 5 lantai dengan ukuran 4m x 15m dengan jumlah rukan sebanyak 15 petak.

2. Rukan Model B.

Sistem portal rukan model B adalah bangunan rukan 5 lantai dengan ukuran 5m x 15m dengan jumlah rukan sebanyak 12 petak.

3. Rukan Model C.

Sistem portal rukan model C adalah bangunan rukan 5 lantai dengan ukuran 6m x 15m dengan jumlah rukan sebanyak 10 petak.

Selanjutnya untuk mencapai tujuan penelitian ini, ketiga model sistem portal rukan tadi dibagi lagi menjadi 2 tipe, yaitu:

1. Sistem portal lantai konvensional.

Sistem portal ini terdiri dari kolom, balok dan pelat lantai yang semuanya dibuat secara konvensional.

2. Sistem portal lantai pracetak.

Sistem portal ini terdiri dari kolom dan balok yang dibuat secara konvensional, sementara lantainya adalah pelat lantai beton pracetak.

Spesifikasi pelat lantai yang digunakan dalam penelitian ini adalah beton ringan panel lantai pracetak *Grand Elephant* Surabaya dengan spesifikasi umum sebagai berikut:

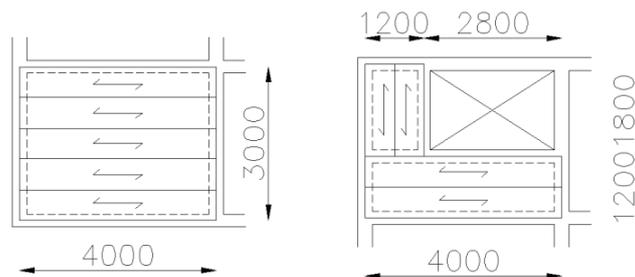
1. Kuat Tekan : 6.5 N/mm²
2. Berat Jenis Nominal: 650 kg/m³
3. Berat Perencanaan : 750 kg/m³
4. Beban *Imposed* : 405 kg/m²

Adapun **Tabel 1.** menunjukkan spesifikasi pelat lantai yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1. Spesifikasi Pelat Lantai Pracetak

Kode Panel	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Berat (kg)
GE-4	4000	600	175	312.64
GE-5	5000	600	200	447.3
GE-6	6000	600	225	604.46
GE-2	2000	600	125	110.78

Contoh denah dan arah penempatan pelat pracetak dalam satu lantai tiap model rukan ditunjukkan pada **Gambar 1.**



Gambar 1. Denah dan Arah Penempatan Pelat Pracetak Rukan Model A

Simulasi sistem portal dilakukan melalui pemodelan struktur 3 dimensi pada program SAP2000. Pemodelan sistem portal dibuat menjadi 2 tipe sesuai pengertian pada sub-bab “Definisi Operasional”, yaitu:

1. Sistem portal dengan pelat lantai konvensional

Pada model portal ini, elemen balok dan kolom dimodelkan seperti pemodelan struktur konvensional yang umum dipakai dalam desain gedung. Sedangkan elemen pelat lantai dimodelkan sebagai *shell element* yang bekerja dua arah (*two way slab*) dan dianggap mampu berfungsi sebagai diafragma kaku. Adapun beban gempa pada sistem portal ini diasumsikan bekerja di pusat massa tiap lantai

2. Sistem portal dengan pelat lantai pracetak

Pada model portal ini, elemen balok dan kolom dimodelkan seperti pemodelan struktur konvensional yang umum dipakai dalam desain gedung. Sedangkan elemen pelat lantai yang bekerja 1 arah (*one way slab*) tidak dimodelkan lagi tetapi distribusi beban lantai ke balok dilakukan secara langsung (*tributary area*) berdasarkan hasil perhitungan beban dari lantai. Sistem portal ini dianggap tidak mempunyai pelat lantai yang berfungsi sebagai diafragma.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Perbandingan Biaya Pelat

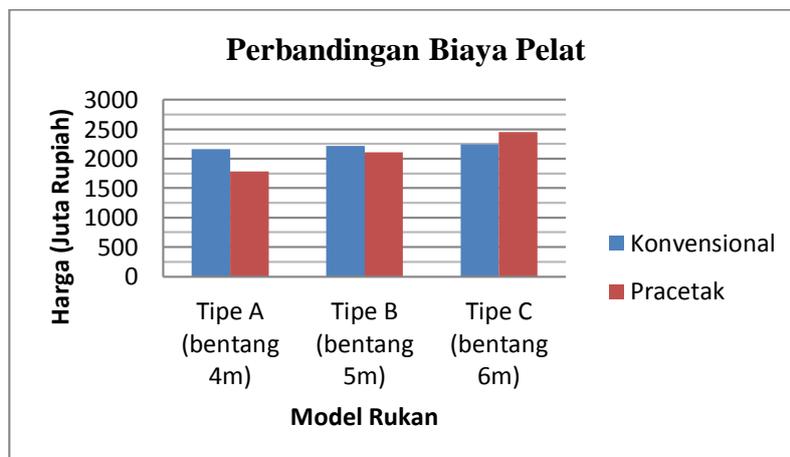
Berdasarkan hasil perhitungan volume pekerjaan, maka total biaya kedua pelat untuk semua model rukan pada penelitian ini adalah seperti pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**. Adapun perbandingan biayanya ditunjukkan pada **Gambar 2**.

Tabel 2. Total Biaya Pelat Lantai Konvensional

Model Rukan	Kebutuhan			Harga Satuan		Total Harga (Rp)
	Bekisting (m ²)	Pengecoran (m ³)	Pembesian (kg)			
A	3550.54	426.06	13944.00	Bekisting (Rp/m ²)	429,800	2,182,052,720
B	3623.67	434.84	14559.03	Pengecoran (Rp/m ³)	1,065,265	2,231,750,374
C	3672.43	440.69	14822.73	Pembesian (Rp/kg)	14,498	2,262,760,885

Tabel 3. Total Biaya Pelat Lantai Pracetak

Model Rukan	Tipe Panel	Volume Pekerjaan		Harga		Harga Total (Rp)
		Luas (m ²)	Volume (m ³)	Instalasi (Rp/m ²)	Panel Lantai (Rp/m ³)	
A	GE-4	1679.31	706.56	15,000	2,440,000	1,785,334,514
	GE-2	31.84	15.92	15,000	2,240,000	
B	GE-5	1681.85	808.72	15,000	2,540,000	2,108,341,750
	GE-2	25.52	12.76	15,000	2,240,000	
C	GE-6	1683.56	910.73	15,000	2,640,000	2,453,733,333
	GE-2	21.28	10.64	15,000	2,240,000	



Gambar 2. Grafik Perbandingan Biaya Pelat

Biaya pelat pracetak selalu mengalami kenaikan yang cukup besar ($\pm 17,24\%$) seiring dengan bertambahnya bentang portal rukan (4, 5, dan 6m). Sementara biaya pelat lantai konvensional juga cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya bentang portal rukan tetapi tidak terlalu signifikan (2.99%).

Pada rukan model A, lantai konvensional lebih mahal 18.18% dibanding lantai pracetak. Pada model rukan B, lantai konvensional masih lebih mahal 5.53% dibanding lantai konvensional. Sementara pada model rukan C, lantai pracetak lebih mahal 8.44% dibanding lantai konvensional.

4.2 Perbandingan Biaya Balok

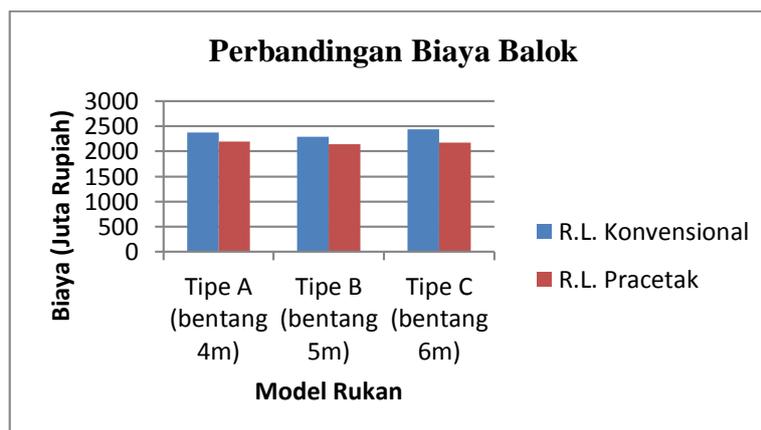
Berdasarkan hasil perhitungan volume pekerjaan, maka total biaya kedua balok untuk semua model rukan pada penelitian ini adalah seperti pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**. Adapun perbandingan biayanya ditunjukkan pada **Gambar 3**.

Tabel 4. Total Biaya Balok Rukan Lantai Konvensional

Model Rukan	Volume Pekerjaan			Harga Satuan		Total Harga (Rp)
	Pengecoran (m ³)	Pembesian (kg)	Bekisting (m ²)			
A	309.04	48449.77	3231.675	Pengecoran (Rp/m ³)	1,065,265	2,372,776,681
B	299.19	47376.29	3106.403	Pembesian (Rp/kg)	14,498	2,294,731,178
C	354.20	49786.89	3236.425	Bekisting (Rp/m ²)	415,000	2,442,243,551

Tabel 5. Total Biaya Balok Rukan Lantai Pracetak

Model Rukan	Volume Pekerjaan			Harga Satuan		Total Harga (Rp)
	Pengecoran (m ³)	Pembesian (kg)	Bekisting (m ²)			
A	295.73	40229.18	3125.175	Pengecoran (Rp/m ³)	1,065,265	2,195,215,785
B	299.19	36616.78	3106.4025	Pembesian (Rp/kg)	14,498	2,138,739,826
C	307.68	37699.68	3143.3875	Bekisting (Rp/m ²)	415,000	2,178,837,796



Gambar 3. Grafik Perbandingan Biaya Balok

Total biaya balok pada rukan lantai konvensional selalu lebih mahal dibanding pada rukan lantai pracetak. Pada model rukan A, perbedaan biaya balok kedua sistem rukan adalah sebesar 7.48%. Pada rukan model B, perbedaan biaya balok kedua sistem rukan turun menjadi 6.80%. Adapun perbedaan biaya balok yang terbesar terjadi pada rukan model C, yaitu sebesar 10.79%.

Rukan dengan lantai konvensional mengalami penurunan biaya balok pada rukan model B sebesar 3.4% jika dibandingkan terhadap biaya balok rukan model A. Sementara itu, rukan lantai konvensional model C mengalami kenaikan biaya sebesar 6.43% jika dibandingkan terhadap rukan model B.

Rukan dengan lantai pracetak memiliki biaya balok yang naik turun dari rukan model A sampai rukan model C meskipun tidak terlalu signifikan. Biaya balok pada rukan model B mengalami penurunan biaya sebesar 2.57% dibanding model A. Sementara rukan model C mengalami peningkatan biaya sebesar 1.87% jika dibandingkan terhadap rukan model B.

4.3 Perbandingan Biaya Kolom

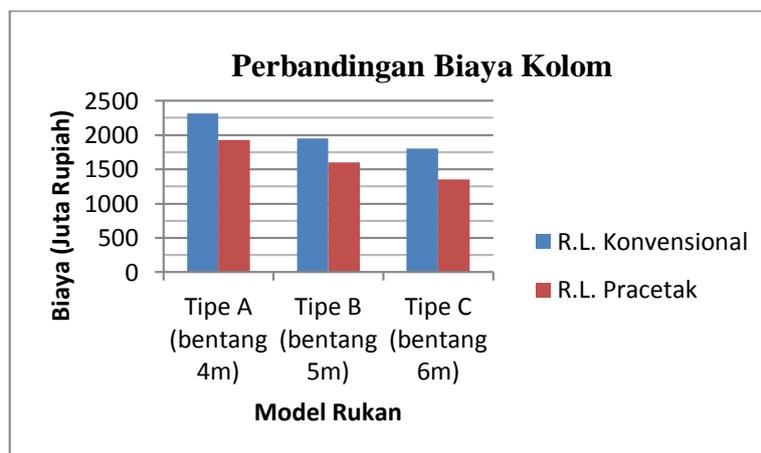
Berdasarkan hasil perhitungan volume pekerjaan, maka total biaya kedua kolom untuk semua model rukan pada penelitian ini adalah seperti pada **Tabel 6** dan **Tabel 7**. Adapun perbandingan biayanya ditunjukkan pada **Gambar 4**.

Tabel 6. Total Biaya Kolom Rukan Lantai Konvensional

Model Rukan	Volume Pekerjaan			Harga Satuan		Total Harga (Rp)
	Pengecoran (m ³)	Pembesian (kg)	Bekisting (m ²)			
A	280.00	77660.40	2240	Pengecoran (Rp/m ³)	1,065,265	2,310,786,648
B	227.50	68162.47	1820	Pembesian (Rp/kg)	14,498	1,950,923,229
C	192.50	68111.22	1540	Bekisting (Rp/m ²)	395,800	1,802,072,020

Tabel 7. Total Biaya Kolom Rukan Lantai Pracetak

Model Rukan	Volume Pekerjaan			Harga Satuan		Total Harga (Rp)
	Pengecoran (m ³)	Pembesian (kg)	Bekisting (m ²)			
A	226.8	63388.24	2016	Pengecoran (Rp/m ³)	1,065,265	1,958,537,652
B	184.28	54105.89	1638	Pembesian (Rp/kg)	14,498	1,629,049,342
C	155.93	45688.37	1386	Bekisting (Rp/m ²)	395,800	1,377,070,274



Gambar 4. Grafik Perbandingan Biaya Kolom

Total biaya kolom pada rukan lantai konvensional selalu lebih mahal dibanding pada rukan lantai pracetak. Pada rukan model A, perbedaan biaya kolom kedua sistem rukan adalah sebesar 16.73%. Pada rukan model B, perbedaan biaya kolom kedua sistem rukan turun menjadi 17.93%. Adapun perbedaan biaya kolom yang terbesar terjadi pada rukan model C, yaitu sebesar 24.89%.

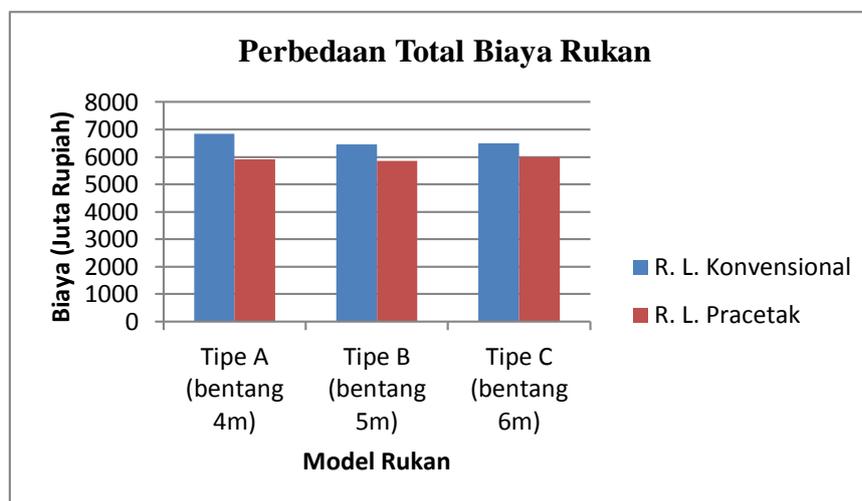
Kedua sistem rukan secara keseluruhan mengalami penurunan biaya kolom dari model A sampai model C. Dengan kata lain, biaya pembuatan kolom berkurang seiring dengan bertambahnya bentang rukan (4, 5, dan 6). Akan tetapi pada rukan model B, perbedaan biaya kolom antara rukan lantai konvensional dengan rukan lantai pracetak mengalami penurunan sebesar 9.52% jika dibandingkan dengan perbedaan biaya kolom rukan model A. Sebaliknya, rukan model C mengalami peningkatan perbedaan biaya kolom sebesar 28.26% jika dibandingkan dengan perbedaan biaya rukan model B.

4.3 Perbandingan Total Biaya

Berdasarkan hasil perhitungan volume pekerjaan, maka total biaya untuk semua model rukan pada penelitian ini adalah seperti pada **Tabel 8**. Adapun perbandingan biayanya ditunjukkan pada **Gambar 5**.

Tabel 8. Total Biaya Rukan

Model Rukan	Elemen	Biaya (Rp)		Total Biaya (Rp)	
		R.L. Konvensional	R.L. Pracetak	R.L. Konvensional	R.L. Pracetak
A	Lantai	2,182,052,720	1,785,334,514	6,865,616,049	5,904,815,952
	Balok	2,372,776,681	2,195,215,785		
	Kolom	2,310,786,648	1,924,265,652		
B	Lantai	2,231,750,374	2,108,341,750	6,477,404,782	5,848,284,918
	Balok	2,294,731,178	2,138,739,826		
	Kolom	1,950,923,229	1,601,203,342		
C	Lantai	2,262,760,885	2,453,733,333	6,507,076,456	5,986,079,404
	Balok	2,442,243,551	2,178,837,796		
	Kolom	1,802,072,020	1,353,508,274		



Gambar 5. Grafik Perbandingan Total Biaya Rukan

Rukan lantai konvensional membutuhkan total biaya yang lebih besar dibanding rukan lantai pracetak. Meskipun sebelumnya biaya pelat lantai pracetak cenderung lebih mahal, tetapi pada biaya balok dan kolom rukan lantai konvensional selalu lebih mahal. Jika ditinjau dari perbedaan biaya antara rukan

lantai konvensional dengan rukan lantai pracetak, maka pada rukan model A terjadi perbedaan yang paling tinggi yaitu 13.99%. Sementara rukan model B sebesar 9.71% dan rukan model C sebesar 8.01%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi sistem portal lantai konvensional dan lantai pracetak pada rukan dalam penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada rukan model A (bentang 4m) biaya pelat lantai konvensional lebih mahal 18.18%. Pada rukan model B (bentang 5m) biaya pelat lantai konvensional masih lebih mahal 5.53%. Adapun rukan model C (bentang 6m) biaya pelat lantai pracetak menjadi lebih mahal 8.44%. Pada pelat lantai konvensional, desain tebal dan tulangan pelat masih bisa diminimalkan agar lebih efisien. Akan tetapi untuk memenuhi berbagai persyaratan (mis: faktor kenyamanan), maka desain tersebut tetap tidak bisa dihindari.
2. Biaya balok dan kolom rukan dengan lantai konvensional selalu lebih mahal dibanding rukan dengan lantai pracetak, baik pada rukan model A, B, maupun C. Hal ini sangat dipengaruhi oleh besarnya beban yang diterima balok dan kolom, dimana faktor utamanya adalah berat sendiri pelat lantai pracetak (750 kg/m^3) yang lebih ringan dibanding pelat lantai konvensional (2400 kg/m^3). Akibatnya gaya dalam pada balok dan kolom rukan lantai konvensional selalu lebih besar dari rukan lantai pracetak.
3. Biaya total struktur bagian atas (*upper structure*) rukan lantai konvensional selalu lebih mahal dibanding rukan dengan lantai pracetak. Perbedaan biaya rukan model A sebesar 13.99%, rukan model B sebesar 9.71%, dan rukan model C sebesar 8.01%. Perbedaan biaya mengalami penurunan seiring dengan penambahan bentang rukan. Dengan kata lain, perbedaan total biaya rukan lantai konvensional dengan rukan lantai pracetak berbanding terbalik dengan penambahan bentang rukan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, maka saran yang diberikan adalah perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan biaya antara sistem portal lantai konvensional dan lantai pracetak pada bangunan rukan yang dalam satu petaknya terdapat beberapa variasi luasan.

6. REFERENSI

- Prayitno, T., & Setiawan, H. (2003). *Analisa Perilaku dan Tingkat Kepuasan Penghuni Ruko Komplek Manyar Mega Indah Plaza Surabaya*. (TA no.1264/SIP/2003). Unpublished Undergraduate Thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Rathi, S.O., & Khandve, P.V. (2015, April). Aac Block: A New Eco Friendly Material for Construction. *International Journal of Advance Engineering and Research Development*. 2(4), 410-414.
- Schodek, D.L. (1999). *Struktur*. (Suryoatmojo, Trans.). Jakarta: Erlangga.
- Suzaeni (2013, July). Analysis Comparison of Lightweight Concrete Wall with M System Wall: Case Study Providentia Dei Dormitory Project. *Extrapolasi Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya*, 6(1),8-17.