

Komparasi Sistem Pelat Konvensional dan Sistem Pelat *Precast Hollow Core Slab* pada Struktur Gedung

Jaka Propika, Yanisfa Septiarsilia*, Eka Susanti, Dewi Pertiwi

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Email: *yanisfa.septi@itats.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.31284/j.jtm.2023.v4i2.4491>

Received 10 May 2023; Received in revised 31 May 2023; Accepted 23 June 2023; Available online 31 July 2023

Copyright: ©2023 Jaka Propika, Yanisfa Septiarsilia, Eka Susanti, Dewi Pertiwi

License URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

Abstrak

Seiring dengan padatnya penduduk di Surabaya sebagai kota metropolitan, menyebabkan peningkatan pembangunan berupa rumah hunian, salah satunya rumah susun. Dalam pembangunan rusun harus diimbangi inovasi yang memadai. Maka dilakukan upaya dengan melakukan remodeling pada pelat beton konvensional (on site) menjadi pelat beton precast dengan pembebanan pelat satu arah. Dalam pelaksanaan, pelat dibagi menjadi dua sistem, yaitu satu arah dan dua arah. Perbedaanannya terletak pada asumsi distribusi beban yang disalurkan ke balok. Metode yang dilakukan dengan pengambilan data dari konsultan perencanaan, yakni Rusun Menanggal Surabaya dengan bangunan bertingkat 5 lantai yang memiliki ukuran panjang 60,6 m, lebar 23,9 m, dan tinggi 16 m. Penelitian ini bertujuan membandingkan dua model pelat, yaitu struktur dengan pelat konvensional dan pelat precast Hollow Core Slab, sehingga didapatkan hasil optimum dari kedua tipe pelat tersebut. Dari data yang diperoleh, dilakukan analisa dengan melakukan preliminary design pada pelat, dan membandingkan hasil yang akan diperoleh dari kedua pemodelan menggunakan pelat konvensional maupun modifikasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan pelat precast Hollow Core Slab, lebih efisien jika dibandingkan dengan pelat konvensional. Perbedaan bisa dilihat dari berat struktur yang dihasilkan, lebih ringan menggunakan pelat modifikasi dengan persentase sebesar 18,68%. juga bisa dilihat besi tulangan yang digunakan, lebih ekonomis menggunakan pelat precast, senilai 46%. Namun sementara pada sistem pelat satu arah, gaya dalam yang dihasilkan ada yang lebih besar pada salah satu balok induk senilai 24%.

Kata Kunci: perbandingan struktur, sistem pelat, pelat satu arah, pelat *hollow core*, struktur pracetak

Abstract

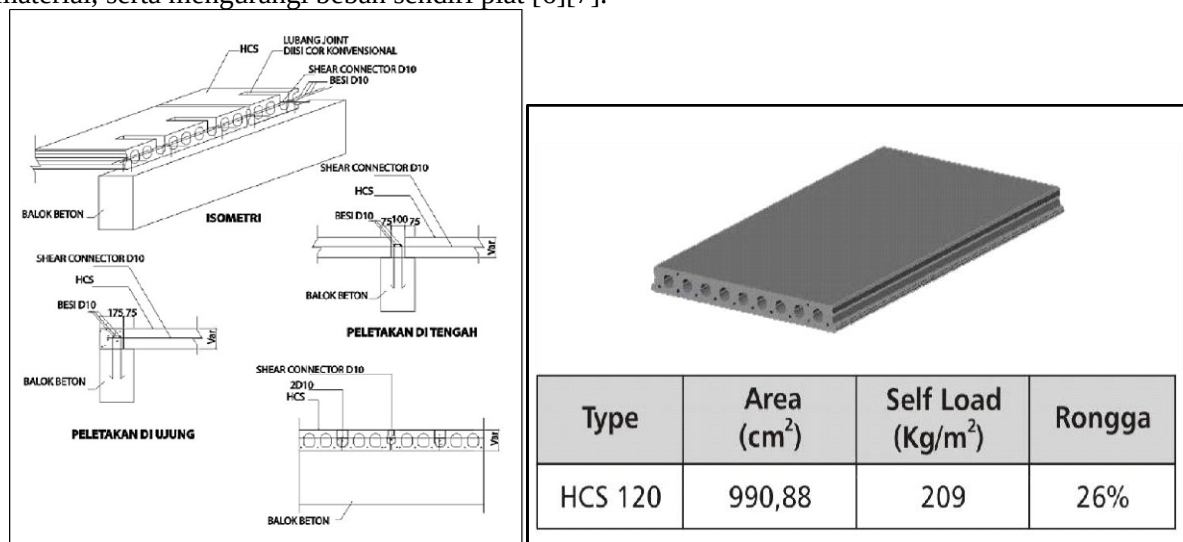
The increasing population in Surabaya as the metropolitan city has improved the development of houses including flats. The development of flats must be accompanied by the advancement of innovation. Therefore, remodeling from the conventional (on site) into precast concrete slab is necessary by giving one-way slab loading. During the implementation, the slab was divided in two systems namely one-way and two-way. The difference of both is based on the assumption of load distribution channeled to the beam. For this reason, the researcher collected the data from the planner consultant i.e. Menanggal Flats in Surabaya consisting of five floors and having the dimension of 60.6 m long, 23.9 m wide, and 16 m high. This study aims to compare two slab models, structure with conventional slab and structure with precast Hollow Core Slab, optimum results are obtained from the two types of slab. After gaining the data, the researcher analyzed the preliminary design of the slab and compared the results of modeling by both conventional and modification slabs. The analysis results demonstrated that the precast Hollow Core Slab was more efficient than the conventional slab. The difference could be noticed from the resulted weight of structure in which modification slab was lighter by 18.68%. Furthermore, in terms of reinforced iron, precast slab was more economical by 46%. However, temporarily, the one-way slab system produced internal force which was bigger on the one of primary beams about 24%.

Keywords: structure comparison, slab system, one way slab, hollow core slab, precast structure

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi pracetak dalam elemen struktur sudah menjadi hal yang umum karena menawarkan banyak keunggulan, seperti pengurangan pemakaian bekisting maupun perancah sehingga dapat menghemat waktu pelaksanaan [1]. Penggunaan beton pracetak semakin banyak diminati, khususnya di Indonesia, sebab kualitas produk lebih baik serta kontrol produksi yang lebih ketat [2]. Berbagai inovasi dalam pengembangan elemen struktur pracetak telah dilakukan, penggunaan sistem pracetak pada elemen pelat lantai sudah banyak dijumpai, salah satu produk pracetak sebagai elemen pelat lantai adalah *Hollow Core Slab* (HCS).

Hollow Core Slab merupakan jenis pelat lantai pracetak yang memiliki lubang/rongga yang seragam di bagian tengah pelat lantai yang bertujuan untuk mengurangi berat sendiri sehingga dapat digunakan dengan bentang yang lebih besar, dibuat dengan cetakan khusus dan sistem pretension dan dapat digunakan untuk bentang 4 meter hingga 14 meter [3][4][5], seperti pada Gambar 1. *Hollow Core Slab* didesain dengan mendukung kontinuitas dengan meningkatkan integritas struktur dan menghemat material, serta mengurangi beban sendiri plat [6][7].



Gambar 1. Detail Pelat *Hollow Core Slab*

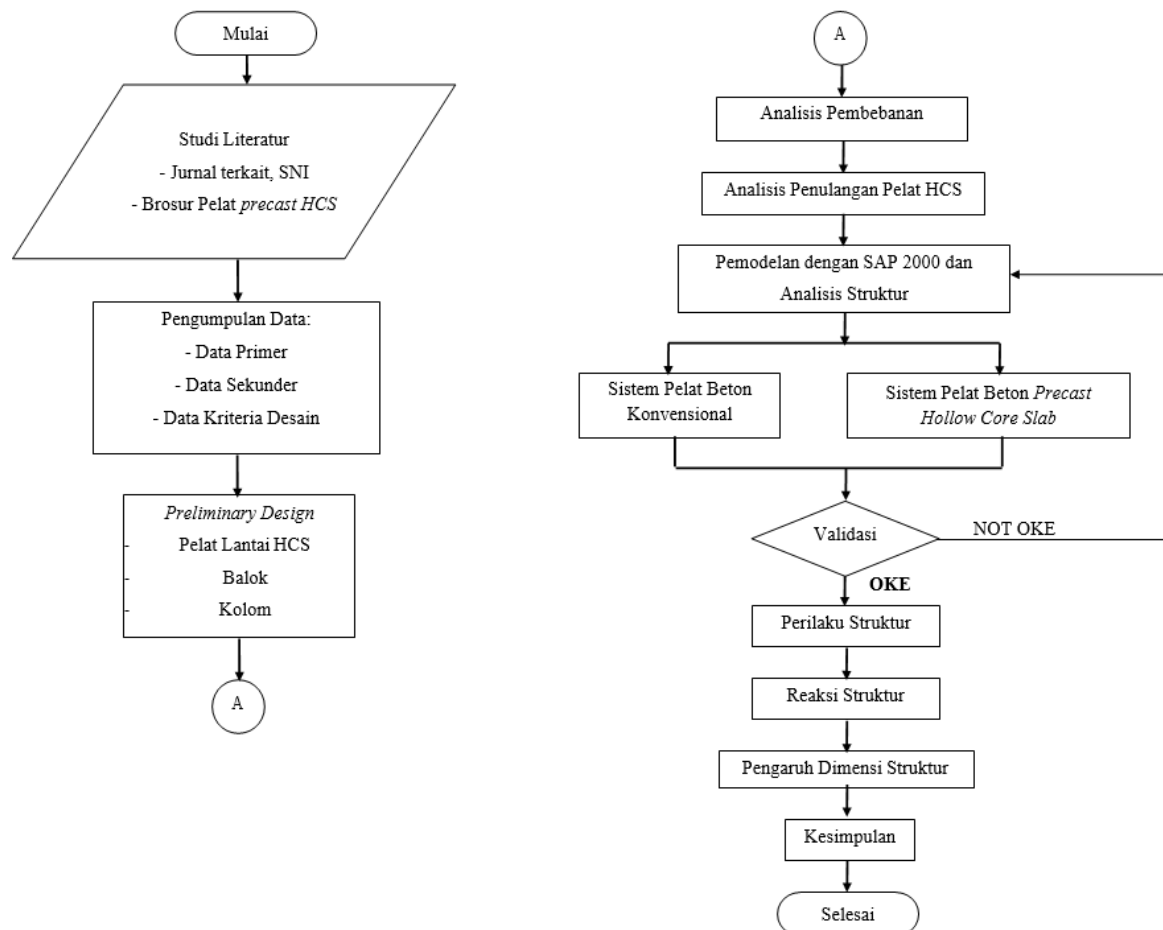
Hollow Core Slab terbukti lebih efektif dibandingkan dengan metode konvensional ditinjau dari segi biaya serta dapat meningkatkan efisiensi kecepatan pelaksanaan konstruksi [8][9][1][10]. Dalam penelitian [9], yang meninjau dari segi waktu, pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan HCS 27,3% lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional. Sedangkan dalam [1] dilakukan analisis dan perbandingan pengaruh penggunaan pelat pracetak *Hollow Core Slab* dengan penggunaan pelat beton konvensional, hasil analisis menunjukkan bahwa gedung dengan sistem *Hollow Core Slab* terbukti lebih efisien dari segi biaya maupun waktu, dalam segi biaya terkait material penggunaan *Hollow Core Slab* lebih efisien sebesar 9%, sedangkan terhadap biaya upah lebih efisien sebesar 74%, serta terhadap waktu pengerjaan lebih hemat 12 hari. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan struktur gedung dengan menggunakan pelat sistem konvensional dan *Hollow Core Slab* ditinjau dari segi perilaku struktur.

Penelitian ini meninjau terkait perilaku struktur gedung dengan pelat yang menggunakan *precast Hollow Core Slab*, serta membandingkannya dengan struktur gedung dengan pelat beton konvensional. Dalam penelitian menggunakan studi kasus bangunan Rumah Susun Menanggal, Surabaya, bangunan dengan lima lantai yang eksistingnya menggunakan pelat dengan sistem

konvensional. Kemudian dilakukan pemodelan dengan sistem *Hollow Core Slab*, sehingga dapat membandingkan hasil reaksi struktur yang terjadi pada kedua sistem yang berbeda. Analisa dilakukan dengan pembebanan sesuai dengan SNI 1727:2013, yakni peraturan pembebanan dengan beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Dalam analisa pada struktur pelat pada Gedung Rumah Susun Menanggal yang menggunakan sistem pelat beton konvensional menjadi sistem *Hollow Core Slab* (HCS). Agar dapat diterapkan pada bangunan bertingkat, maupun sebagai pertimbangan penggunaan material untuk meningkatkan efektifitas pembangunan, jika dibandingkan dengan pelat beton konvensional.

2. Metode

Dalam analisis struktur pelat pada Gedung Rusun Menanggal, dari penggunaan pelat konvensional menjadi sistem beton precast *Hollow Core Slab*, digunakan beberapa literatur sebagai acuan untuk proses analisa. Dalam melakukan analisis ini menggunakan data sekunder, yang berupa gambar denah, tampak dan potongan. Berdasarkan data tersebut, Gambar 2 merupakan diagram alir penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

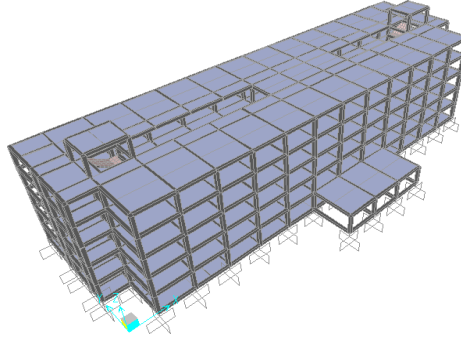
Data Umum Struktur Gedung:

Data umum dari perencanaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Nama Proyek : Rumah Susun Menanggal Surabaya
 Lokasi Bangunan : Jl. Dukuh Menanggal XII
 Fungsi Bangunan : Hunian Sewa
 Jumlah Lantai : 5 Lantai

Struktur Bangunan : Struktur Beton
 Mutu Beton (f_c) : 25 Mpa
 Mutu Tulangan (f_y) : 420 Mpa

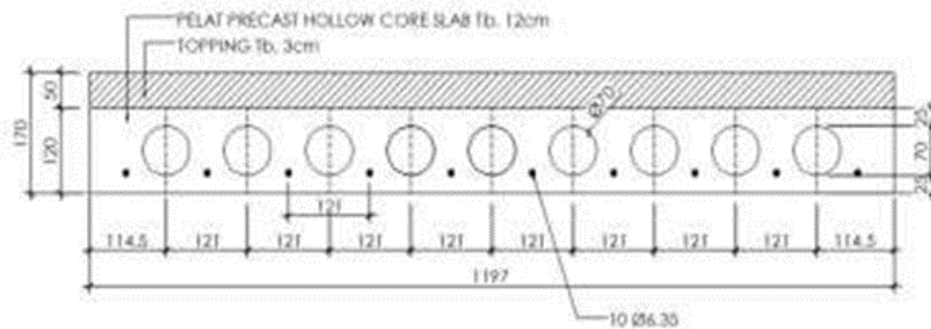
Gambar di bawah ini merupakan pemodelan struktur gedung rusun dengan menggunakan pelat *precast Hollow Core Slab*.



Gambar 3. Pemodelan Gedung Rusunawa

Preliminary Design Pelat Hollow Core Slab

Berdasarkan preliminary desain pelat yang dilakukan, diperoleh hasil pelat modifikasi dengan *precast Hollow Core Slab*, seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Potongan *Hollow Core Slab*

Keterangan:

Tebal HCS = 0.12 m
 Diameter = $\varnothing 1/4 \text{ inch} = \varnothing 6.35 \text{ mm}$
 Jumlah tul. = $\varnothing 6.35 - 120\text{mm} / 10 \varnothing 6.35 \text{ mm}$
 As Pakai = 282.7 mm²
 Diameter Hollow = 0.07 m
 Topping = 0.05 m

Dalam perencanaan pelat lantai, karena dengan dua pemodelan yang berbeda maka, diperoleh perbedaan perencanaan pelat dengan dua pemodelan, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Sistem Pelat Konvensional dan *Precast*

Keterangan	Sistem Pelat	
	Konvensional	Precast
Distribusi Pembebanan	Dua Arah	Satu Arah
Berat Sendiri Pelat (kg/m ³)	360	209
Tebal Pelat (mm)	150	120
As Perlu (mm ²)	524	282.7

Analisis Pembebanan

Dalam analisis struktur, dilakukan beberapa pembebanan pada struktur, diantaranya yakni beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Beban mati adalah beban dari berat keseluruhan struktur itu sendiri, yang mengacu pada PPIUG 1983. Maka, berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung yang umum dipergunakan sebagai beban mati ada pada Tabel 2.

Tabel 2. Beban Mati Rencana

No	Beban Mati	Besar Beban
1	Beton Bertulang	2.400 kg/m ³
2	Pasir	1.800 kg/m ³
3	Adukan Semen	21 kg/m ²
4	Langit-langit+Penggantung	18 kg/m ²
5	Penutup Lantai	24 kg/m ²

Beban Hidup adalah beban yang diakibatkan oleh penghuni serta pengguna bangunan gedung, yang tidak termasuk beban dari konstruksi dan beban lingkungan lainnya, seperti beban gempa, beban mati, beban hujan. Adapun beberapa nilai beban hidup pada lantai gedung sesuai dengan [11], yang umum digunakan terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Beban Hidup Rencana

No	Beban Hidup	Besar Beban
1	Kamar	192 kg/ m ²
2	Ruang Pribadi	192 kg/ m ²
3	Koridor	479 kg/m ²

Untuk beban angin, prosedur perencanaan yang dilakukan sesuai dengan [11], sedangkan Beban gempa adalah beban yang bekerja pada struktur gedung yang diakibatkan oleh pergerakan tanah, yang disebabkan adanya gempa bumi, baik tektonik maupun vulkanik. Sehingga berdampak pada struktur sebuah gedung. Maka, beban yang bekerja harus dipertimbangkan dengan kombinasi beban gempa, mengacu pada [12]. Gaya geser dasar seismik (V) dalam arah yang digunakan harus sesuai dengan persamaan (1) [12] Pasal 7.8.1.

$$V = C_s W \quad (1)$$

Dimana:

C_s = koefisien respons seismik

W = berat bangunan

Analisis Perilaku Struktur

Jika proses validasi dinyatakan sudah memenuhi, maka dapat dilihat perilaku struktur yang terjadi dalam pemodelan dengan dua sistem. Keduanya memiliki output masing-masing meski dengan pembebanan yang sama. Perilaku struktur yang dihasilkan meliputi simpangan/defleksi, lendutan, rotasi, dan periode struktur yang terjadi, Sehingga harus diperhatikan perilaku struktur yang dihasilkan terhadap keseluruhan bangunan. Hasil dari analisis perilaku struktur pada model yang menggunakan pelat konvensional dan model dengan pelat *Hollow Core Slab* yang akan ditinjau dalam penelitian ini.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Perbandingan Pemodelan Struktur

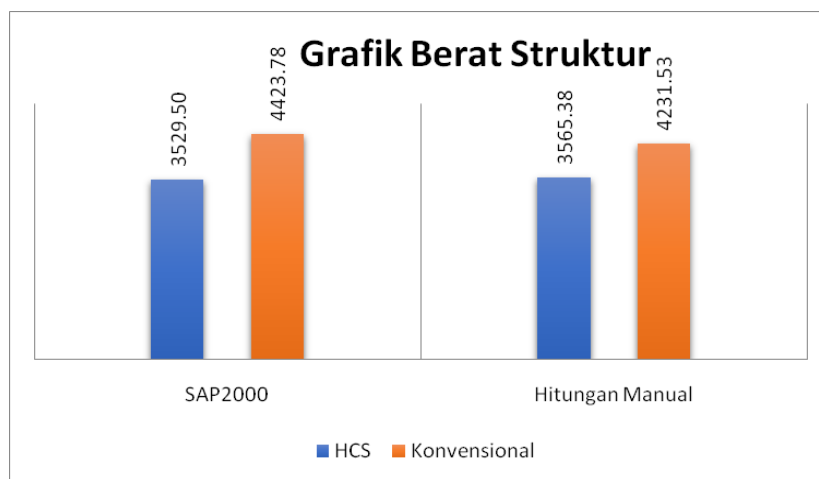
Berat Struktur

Perhitungan berat struktur dilakukan secara manual dengan program Ms. Excel dan Output pada SAP2000. Pada perhitungan berat struktur kedua pemodelan tersebut, diperoleh perbandingan berat seperti Tabel 4 dan Gambar 5.

Tabel 5. Perhitungan Berat Struktur

Berat W	Sistem Pelat	
	Konvensional Ton	Precast Ton
Lantai 1	1092.30	820.61
Lantai 2	810.43	716.95
Lantai 3	810.43	716.95
Lantai 4	810.43	716.95
Lantai 5	707.94	593.91
Total	4231.53	3565.38

Dari grafik pada Gambar 5, diperoleh nilai perbandingan antara struktur pelat konvensional dan pelat HCS, secara manual dan program bantuan SAP2000. Perbandingan berat struktur tersebut sekitar 18.68 %. Dan lebih ringan menggunakan pelat *precast Hollow Core Slab*.



Gambar 5. Potongan Hollow Core Slab

Partisipasi massa

Berdasarkan [12] pasal 11.2.3.1, bahwa perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual dari masing-masing arah. Berikut, dengan bantuan program SAP2000 untuk mengeluarkan hasil partisipasi massa. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

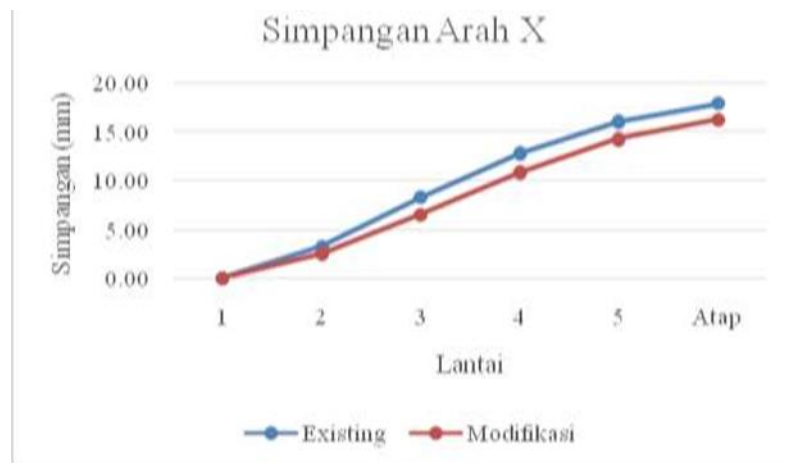
Tabel 6. Modal Periode dan Frekuensi Struktur

OutputCase	StepNum	Konvensional			HCS		
		Period	SumUX	SumUY	Period	SumUX	SumUY
Text	Unitless				Sec	Unitless	Unitless
MODAL	1	0.9683	0.807	0.000	1.392	0.808	0.000
MODAL	2	0.8770	0.807	0.786	1.218	0.808	0.792
MODAL	3	0.6980	0.808	0.804	1.150	0.809	0.804
MODAL	4	0.4257	0.921	0.804	0.436	0.922	0.804
MODAL	5	0.3663	0.921	0.917	0.380	0.922	0.918

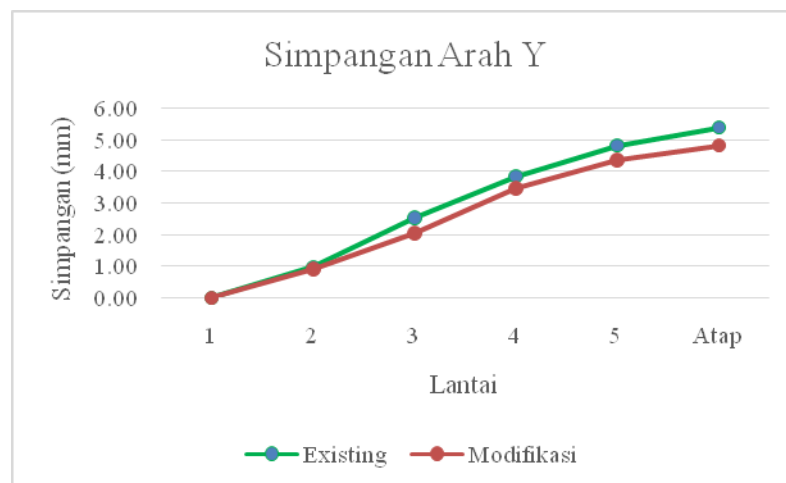
MODAL	6	0.3529	0.921	0.921	0.363	0.922	0.920
MODAL	7	0.2339	0.969	0.921	0.241	0.969	0.920
MODAL	8	0.2017	0.969	0.965	0.210	0.969	0.965
MODAL	9	0.1964	0.969	0.967	0.202	0.969	0.966

Simpangan Antar Lantai

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Berdasarkan [12] Pasal 7.8.6, untuk sistem rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan gaya gempa yang ditetapkan dari [12] didapatkan nilai $C_d = 5.5$ dan $I_e = 1$. Adapun hasil perbandingan simpangan antar lantai dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 (Existing=Konvensional, Modifikasi=HCS).



Gambar 6. Perbandingan Simpangan Struktur dengan menggunakan Pelat Konvensional dan Pelat HCS arah X



Gambar 7. Perbandingan Simpangan Struktur dengan menggunakan Pelat Konvensional dan Pelat HCS arah Y

Hal tersebut dikarenakan, berat sendiri dari pelat precast HCS lebih ringan dibandingkan pelat konvensional. Dan dari perhitungan berat struktur yang diperoleh juga menunjukkan nilai yang lebih ringan jika menggunakan pelat precast HCS dibandingkan dengan struktur pelat konvensional. Sehingga nilai simpangan yang dihasilkan juga berpengaruh menjadi lebih kecil.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisa yang telah dilakukan, diperoleh perilaku struktur hasil modifikasi dengan pelat precast Hollow Core Slab terhadap struktur pelat konvensional, yaitu:

Pada struktur existing maupun modifikasi, diperoleh nilai partisipasi massa yang hampir sama yaitu:

Pada arah X, partisipasi massa sebesar 92%, pada modal ke-4.

Pada arah Y, partisipasi massa sebesar 92%, pada modal ke-5.

Simpangan Antar Lantai (Drift), lebih kecil struktur modifikasi dibandingkan dengan nilai simpangan struktur existing.

Dari perhitungan berat struktur diperoleh nilai berat struktur modifikasi menggunakan precast Hollow Core Slab sebesar 3565.38 ton. Sedangkan dengan struktur existing, yaitu sebesar 4231.53 ton. Dan lebih ringan menggunakan modifikasi precast Hollow Core Slab. Dari kedua pemodelan tersebut memiliki persentase berat struktur sebesar 18.68 %.

Dari hasil perhitungan dan hasil perbandingan yang dilakukan, adanya pengaruh terhadap dimensi struktur jika menggunakan sistem pelat precast Hollow Core Slab, yakni dimensi struktur menjadi lebih ringan, sehingga dimensi struktur dapat direduksi. Hal tersebut, dikarenakan nilai output gaya dalam setiap elemen yang terjadi.

Referensi

- [1] “8. Firdaus, 2017.pdf.” .
- [2] J. S. Admiration and S. Teknik, “No Title,” vol. 3, no. 9, 2022.
- [3] T. Performance, “Analysis of The Most Affecting Factors in The Selection,” pp. 20–27, 2021.
- [4] A. A. Mahdi and M. A. Ismael, “Structural Behavior of Hollow-core One Way Slabs of High Strength Self-compacting Concrete,” vol. 34, no. 01, pp. 39–45, 2021.
- [5] N. T. Wijayanti and D. Sulistyono, “Perilaku Lentur Pelat Sistem Satu Arah Beton Bertulang Berongga Dengan Pemanfaatan Botol Bekas Berbahan Plastik Sebagai Pembentuk Rongga,” pp. 1–12.
- [6] K. Tan and P. S. Eng, “Designing Hollow-Core Slabs for Continuity.”
- [7] X. Dul, D. D. Dqxd, D. U. Dqwr, and D. D. Hul, “() OH [XUDO EH KDYL RU RI SUHFDVW KROORZ FRUH VODE XVLQJ 39 & SLSH DQG VW \ URIRDP ZLWK GLIIHUHQW UHLQIRUFHPHQW,” vol. 171, pp. 909–916, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.388.
- [8] I. J. Fischer, J. Tarigan, E. P. Bangun, B. Pracetak, and H. C. Slab, “MODIFIKASI STRUKTUR JETTY PELAT BETON PRACETAK KONVENSIONAL MENJADI PELAT BETON PRACETAK HOLLOW CORE SLAB,” vol. 4, no. 3, pp. 270–286, 2023.
- [9] B. Ditinjau, D. Segi, and B. D. A. N. Struktur, “TERHADAP PELAT PRACETAK SEGMENTAL DAN PELAT,” vol. 5, no. 1, pp. 387–395, 2020.
- [10] N. Diandra, A. Wicaksono, and S. Valentino, “Developing Conceptual Design of Slab Structure Parametric Variations Shophouses using Value Engineering Concept,” vol. 7, no. 1, 2023.
- [11] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, “Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain,” 2013.
- [12] T. F. Website, “perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi , pemeliharaan dan penilaian kelayakan dan bangunan gedung dan non gedung sebagai revisi struktur bangunan gedung dan non gedung ; (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun,” no. 8, 2019.

How to cite this article:

Propika J, et al. Komparasi Sistem Pelat Konvensional dan Sistem Pelat Precast Hollow Core Slab pada Struktur Gedung. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*. 2023 Juli; 4(2):111-118. DOI: 10.31284/j.jtm.2023.v4i2.4491