

ANALISIS PERBANDINGAN SISTEM STRUKTUR PELAT LANTAI METODE PRECAST HALF SLAB DAN METODE KONVENSIONAL

Azizah Istighozah

Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

Email: zizah.istigozah@gmail.com

Abstrak

Dalam pelaksanaan pekerjaan struktur pelat lantai ada beberapa metode yang dipakai dalam proyek. Diantaranya adalah metode konvensional dan precast. Seiring perkembangannya, metode pracetak semakin banyak digunakan dibanding konvensional. Alasan utama yang mendasari adalah keunggulan pracetak dari segi tingkat kecepatan pembangunan dan kontrol kualitas. Dalam penelitian ini, dua metode konvensional dan precast half slab tersebut akan dibandingkan dari segi kekuatan strukturnya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kekuatan struktur antara metode konvensional dan metode precast half slab dalam konstruksi pelat lantai gedung. Metode penelitian mencakup pemodelan pelat dan perhitungan gaya dalam menggunakan software Safe 12, serta perhitungan manual kekuatan struktur untuk kedua metode tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada metode precast half slab, tegangan geser friksi sebesar 34200000 N, tegangan akibat gaya geser sebesar 3,2143 N/mm², dan tegangan akibat gaya normal sebesar 0,2944 N/mm². Kekuatan lentur nominal pelat metode precast half slab sebesar 10,19274 kNm, sedangkan metode konvensional sebesar 10,0247 kNm. Displacement pada precast half slab sebesar 0,14185 mm, lebih besar dibandingkan dengan pelat konvensional sebesar 0,09909 mm, menunjukkan fleksibilitas yang lebih besar pada precast half slab. Kesimpulannya, meskipun precast half slab memiliki displacement yang lebih besar, metode ini tetap memiliki perilaku karakteristik struktur yang setara dengan metode konvensional bila diterapkan dalam konstruksi pelat lantai gedung. Implikasinya, precast half slab dapat dipertimbangkan sebagai alternatif yang efisien dari segi kecepatan dan kontrol kualitas dalam proyek konstruksi.

Kata kunci: konvensional, pracetak, precast half slab, Safe 12.

Abstract

In the implementation of floor slab structure work, several methods are used in the project, including conventional and precast methods. As it develops, the precast method is increasingly used compared to the conventional one. The main reasons behind this are the advantages of precast in terms of construction speed and quality control. This study aims to compare the structural strength between conventional methods and precast half slabs in floor slab construction. The research methods include slab modeling and internal force calculations using Safe 12 software, as well as manual structural strength calculations for both methods. The results show that in the precast half slab method, friction shear stress is 34200000 N, shear force stress is 3.2143 N/mm², and normal force stress is 0.2944 N/mm². The nominal flexural strength of the precast half slab method can withstand external loads of 10.19274 kNm, while the conventional method is 10.0247 kNm. The displacement in the precast half slab is 0.14185 mm, larger compared to the conventional slab of 0.09909 mm, indicating greater flexibility in the precast half slab. The conclusion is that although the precast half slab has a larger displacement, this method still has structural characteristics equivalent to the conventional method when applied in floor slab construction. The

implication is that the precast half slab can be considered an efficient alternative in terms of construction speed and quality control in construction projects.

Keywords: *conventional, precast, precast half slab, Safe 12.*

Pendahuluan

Pembangunan dalam bidang konstruksi di Indonesia dari tahun ke tahun semakin berkembang (Sofiana, 2014). Baik dari segi desain maupun metode/sistem konstruksi yang dilakukan. Oleh karena itu diperlukan banyak penelitian tentang bagaimana mewujudkan bangunan dengan material yang kuat, serta pelaksanaan yang efisien dan efektif. Dalam pelaksanaannya ada beberapa metode yang dipakai dalam proyek. Diantaranya adalah metode konvensional dan precast (Adiasa et al., 2014; Rani & Fuadi, 2016).

Beton precast atau pracetak adalah seluruh atau sebagian dari elemen struktur yang dicetak pada satu tempat tertentu baik yang berada dilingkungan proyek maupun jauh dari proyek (pabrik) yang kemudian akan dipasang pada strukturnya. Proses beton precast dilakukan di pabrik biasanya dengan melalui produksi massal secara berulang dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan pemesanan. Teknologi pracetak ini dapat diterapkan pada berbagai jenis material, yang salah satunya adalah material beton. Menurut Ervianto (2006), jenis-jenis pelat precast antara lain : Solid Flat Slab atau precast Full Slab yaitu pelat 2 precast dengan ketebalan penuh sesuai dengan tebal pelat yang ditentukan (Saragi & Zalukhu, 2022). Hollow core slab yaitu sama dengan pelat precast full slab. Yang membedakan terdapat lubang rongga pada sisinya yang berfungsi untuk meringankan beban struktur (Wisanggeni, 2017). Pada pelat half slab yaitu pelat precast masih membutuhkan pengecoran lagi (overtopping). Misalnya direncanakan pelat lantai dengan ketebalan 12 cm, maka digunakan pelat precast dengan ketebalan 7 cm dan pengecoran overtopping setebal 5 cm. Lawan dari pracetak adalah beton cor di tempat atau konvensional (*cast-in place*), dimana proses produksinya berlangsung di tempat elemen tersebut akan ditempatkan (Najoan et al., 2016). Menurut Afandi (2004) terdapat beberapa perbedaan antara sistem konvensional dengan pracetak (Tistogondo et al., 2024). Kekurangan dalam konvensional diantaranya membutuhkan waktu pelaksanaan konstruksi lebih lama, karena masing-masing elemen struktur yang saling ketergantungan harus dikerjakan secara berurutan, mutu kurang terjamin Kurniawan, (2018), terutama permukaan betonnya tidak sehalus beton precast, membutuhkan banyak bekisting dan pekerja, tergantung cuaca, serta sangat tergantung keahlian pelaksana.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian dalam rangka tugas akhir ini akan difokuskan pada analisis perbandingan antara struktur metode precast half slab dan konvensional menggunakan perhitungan manual dibantu dengan aplikasi Safe 12. Serta berdasarkan uraian bahwa half slab dipasang sebelum beton konvensional sebagai topping, maka akan terjadi ruang yang menyebabkan gaya geser diantara beton lama dan beton baru. Dari segi system struktur, maka akan difokuskan juga pada besar gaya geser yang terjadi antara beton precast dan konvensional sebagai topping (Sitompul & Iriana, 2016).

Metode Penelitian

Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini terdiri dari data primer didapatkan dari hasil rekayasa data yang mengacu pada jurnal dan data sekunder yang berasal dari peraturan-peraturan atau ketentuan-ketentuan serta referensi kepustakaan yang ada, dimana data ini dibagi

kedalam 2 variabel yaitu variable tetap dan variable bebas (Noor, 2020).

Variabel Tetap

Parameter yang digunakan sebagai variable tetap pada penelitian ini adalah:

1. Ukuran pelat : 4000 x 4500 mm
2. Ukuran balok : 400 x 250 mm

(Permodelan balok pada software *Safe 12* di penelitian ini menggunakan balok model rectangular, maka dari itu momen inersia yang digunakan dikalikan dengan faktor inersia gross sebesar 2. Nilai I dan A telah dipilih dari hasil uji dan analisis rangka dan menyertakan tambahan untuk variabilitas defleksi yang dihitung. Momen inersia diambil dari MacGregor & Hage, (1977), yang dikalikan dengan faktor reduksi kekakuan sebesar $\phi_k = 0,875$. Sebagai contoh, momen inersia kolom adalah $0,875(0,80I) = 0,70I$. Momen inersia balok-T harus didasarkan pada lebar sayap efektif yang telah didefinisikan. Pada umumnya cukup akurat untuk mengambil I_g balok-T sebesar $2I_g$ untuk badan, $2(b_w h^3/12)$. (SNI 2847:2019).

3. Ukuran kolom : 500 mm x 500 mm
4. Tebal pelat lantai keseluruhan : 120mm
5. Ketinggian lantai dasar : 4,5 m
6. Ketinggian per lantai : 3 m
7. F_y : 400 MPa
8. f'_c : 25 MPa (K-300)
9. Diameter tulangan : 10 mm
10. Selimut beton arah x : 30 mm
11. Selimut beton arah y : 20 mm
12. Jenis kombinasi :
Kombinasi 1 = 1,4 beban mati
Kombinasi 2 = 1,2 beban mati + 1,6 beban hidup

Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang ingin diuji, Pada penelitian kali ini, variabel bebasnya adalah :

1. Data material dan beban pelat konvensional :

Berat per m^2 beton : 2400 kg/m^3

Berat isi baja : 7850 kg/m^3

Berat isi spesi/cm : 21 kg/m^2

Berat isi tegel : 24 kg/m^2

Berat plafon : 18 kg/m^2

Total DL berat isi spesi + tegel + plafon : $(2 \times 21) + 24 + 18$: 0,06 ton

Beban hidup pada pelat : 250 kg/m^2

2. Data materil dan beban pelat *half slab* :

f'_c pengangkatan : 46% * f'_c

f'_c sebelum komposit : 65% * f'_c

f'_c komposit : 88% * f'_c

Tebal pelat lantai *precast* : 7 cm

Tebal pelat lantai insitu : 5 cm

Beban Saat Pengangkatan

Berat sendiri pelat *precast*

$$: 0,07 \times 2400 = 168 \text{ kg/m}^2$$

Beban kejut saat pengangkatan

$$: 1,5 \times 168 = 252 \text{ kg/m}^2$$

Beban saat sebelum komposit

Berat sendiri pelat *precast*

$$: 0,07 \times 2400 = 168 \text{ kg/m}^2$$

Berat pelat *cast insitu*

$$: 0,05 \times 2400 = 120 \text{ kg/m}^2$$

Total DL : 288 kg/m²

Beban hidup (LL) : 100 kg/m²

Beban saat komposit

Berat sendiri pelat penuh

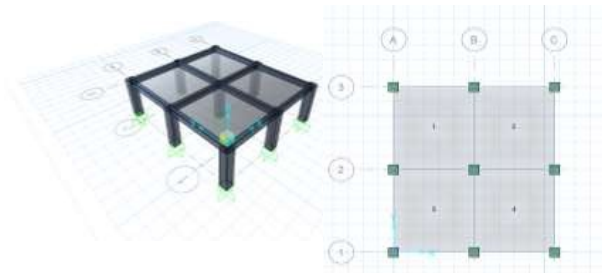
$$: 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$$

SDL : (penutup lantai, spesi, plafond dan penggantung) : 126 kg/m²

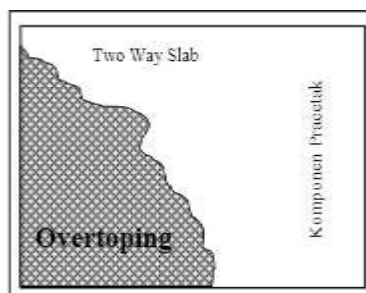
Beban hidup (LL) : 250 kg/m²

Pemodelan Menggunakan Safe 12

Pemodelan pelat dilakukan untuk pelat *precast half slab* dan pelat konvensional untuk mengetahui besarnya momen-momen yang bekerja pada pelat tersebut. Pelat lantai merupakan pelat lantai 2 arah (*two-way slab*) (Febrianti et al., 2023).



Gambar 1. Design Pelat Lantai
(sumber: penulis, 2021)

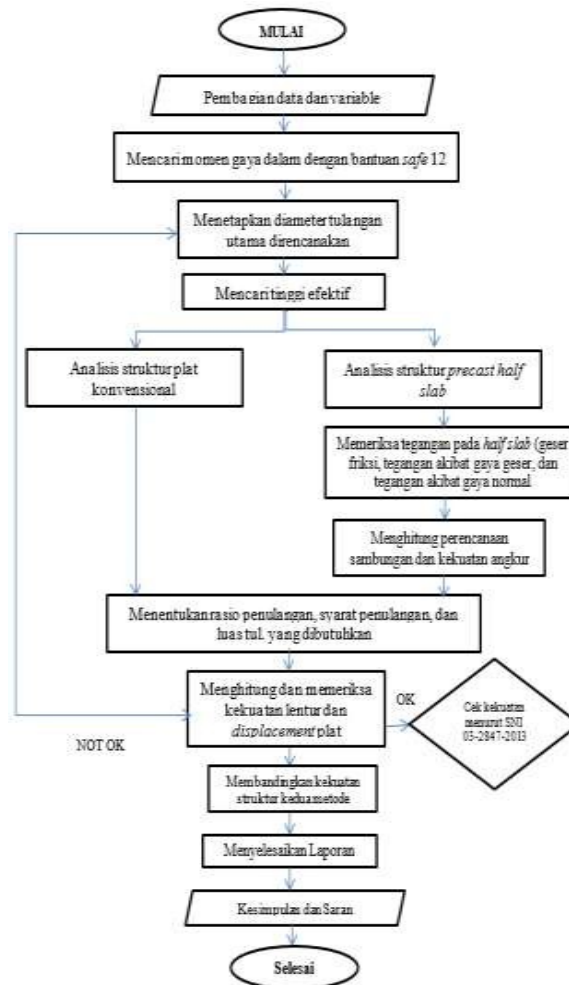


Gambar 2. Komponen Pracetak Pelat 2 Arah

Perencanaan Struktur Pelat *Precast Half Slab* dan Pelat Konvensional

Perencanaan struktur berdasarkan SNI 03-2487-2013 (tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung).

Bagan Alur Penelitian



Gambar 3. Bagan Alur Penelitian

Analisis Struktur Pelat

Prosedur perhitungan analitis struktur untuk pelat dilakukan secara manual dan dengan bantuan *software Safe 12* untuk mendapatkan nilai momen *ultimate* yang bekerja pada pelat. Setelah itu dilakukan pemeriksaan terhadap syarat rasio penulangan

$$(\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}), \text{ dengan } \rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right] \dots (1)$$

Dilanjutkan dengan memeriksa kekuatan lentur nominal kedua pelat ($\phi \cdot Mn$),

$$Mn = As \cdot f_y \cdot (d - (a/2)) \dots \dots \dots (2)$$

Untuk struktur pelat *half slab* dilakukan analisa tambahan terhadap tegangan pada *half slab* meliputi:

1. Geser friksi
 $V_u \leq \phi \cdot V_n$ dengan,
 $V_u = 0,2 \times f_s \times B \times d \dots \dots \dots (3)$
 $V_n = A_v f \times f_y \times \mu \dots \dots \dots (4)$
2. Tegangan akibat gaya geser
 $\tau_D = \frac{V \times Q}{I \times t} \dots \dots \dots (5)$

dengan $V = 11,85 \text{ kN/m}$ (hasil *output safe 12*)

3. Tegangan akibat gaya normal

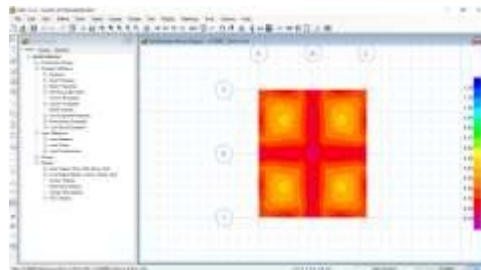
$$\tau = \frac{P \cdot x \cdot A}{A'} = \frac{F}{A'} \dots \dots \dots (6)$$

dengan $F = 5,3 \text{ kN/m}$ (hasil *output safe 12*)

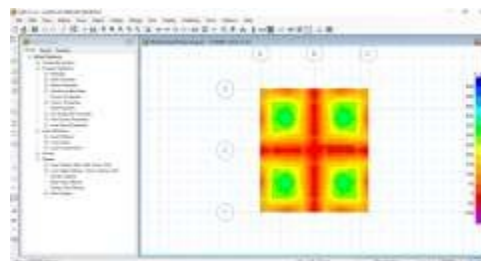
Output Struktur Pelat menggunakan Safe 12

Diagram Struktur Pelat *half slab*

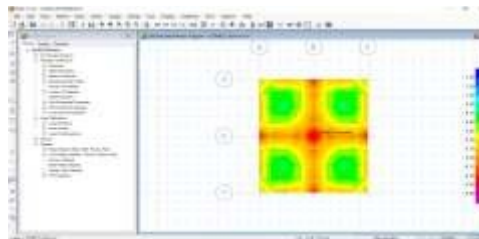
Adapun diagram yang digunakan merupakan diagram gaya dalam pelat maksimum (Mmax) menggunakan kombinasi pembebanan terbesar (kombinasi 2). Diagram Pelat Precast Kondisi Pengangkatan, Sebelum Komposit, dan Sesudah Komposit.



Gambar 4. Slab Resultant Mmax Diagram pada Pelat Precast Kondisi Pengangkatan (Ton-m)
(sumber: penulis, 2021)

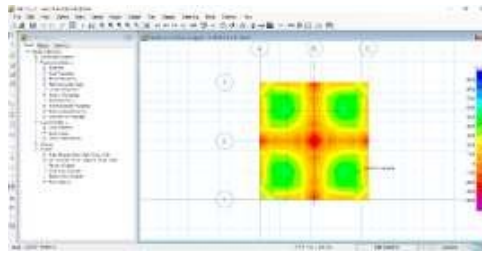


Gambar 4. Slab Resultant Mmax Diagram pada Pelat Precast Kondisi Sebelum Komposit (Ton-m)
(sumber: penulis, 2021)



Gambar 5. Slab Resultant Mmax Diagram pada Pelat Precast Kondisi Komposit (Ton-m)
(sumber: penulis, 2021)

Diagram Struktur Pelat Konvensional



Gambar 6. Slab Resultant Mmax Diagram pada Pelat Konvensional
(sumber: penulis, 2021)

Hasil dan Pembahasan

Hasil nilai gaya dalam *ultimate* momen dari *Safe* 12 akan dicek dengan momen nominal hasil analisis perhitungan untuk mengecek kekuatannya, sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel Cek Kekuatan Pelat
Precast Half Slab Kondisi Pengangkatan

Kondisi	Pada saat Kondisi Pengangkatan		Cek Kekuatan $\phi M_n > M_u$
	Kekuatan Lentur <i>Ultimate</i> Mu (kNm)	Kekuatan Lentur Nominal ϕM_n (kNm)	
Tumpuan	0,699	3,323366	OK
Lapangan	4,5806	4,6479	OK

Tabel 2. Tabel Cek Kekuatan *Precast Half Slab* Kondisi sebelum Komposit
Pada saat Kondisi sebelum Komposit

Kondisi	Pada saat Kondisi sebelum Komposit		Cek Kekuatan $\phi M_n > M_u$
	Kekuatan Lentur <i>Ultimate</i> Mu (kNm)	Kekuatan Lentur Nominal ϕM_n (kNm)	
Tumpuan Arah x	4,0653	4,09468	OK
Lapangan Arah x	3,6707	3,6859	OK
Tumpuan Arah y	3,4343	3,4547	OK
Lapangan Arah y	3,2423	3,45474	OK

Tabel 3. Tabel Cek Kekuatan *Precast Half Slab* Kondisi Komposit
Pada saat Kondisi Komposit

Kondisi	Pada saat Kondisi Komposit		Cek Kekuatan $\phi M_n > M_u$
	Kekuatan Lentur <i>Ultimate</i> Mu (kNm)	Kekuatan Lentur Nominal ϕM_n (kNm)	
Tumpuan Arah x	8,4132	9,0759	OK
Lapangan Arah x	7,4731	7,499256	OK
Tumpuan Arah y	6,438	10,19274	OK
Lapangan Arah y	6,9678	10,19274	OK

Tabel 4. Tabel Penulangan Pelat Konvensional
Pada saat Kondisi Layan

Kondisi	Pada saat Kondisi Layan		Cek Kekuatan $\phi M_n > M_u$
	Kekuatan Lentur <i>Ultimate</i> Mu (kNm)	Kekuatan Lentur Nominal ϕM_n (kNm)	
Tumpuan Arah x	5,5491	8,5744	OK

Kondisi	Pada saat Kondisi Layan		
	Kekuatan	Kekuatan	Cek Kekuatan
	Lentur <i>Ultimate</i> Mu (kNm)	Lentur Nominal ϕM_n (kNm)	$\phi M_n > Mu$
Lapangan Arah x	4,926	8,5744	OK
Tumpuan Arah y	5,4022	9,09779	OK
Lapangan Arah y	4,6096	9,90977824	OK

Analisis Tegangan Pada *Precast Half Slab*

Half slab merupakan pelat yang mana juga memakai pelat konvensional sebagai topingnya. Dikarenakan pada metode ini *precast half slab* merupakan beton lama sedangkan toping konvensionalnya merupakan beton baru, maka akan ada pertemuan berupa geser/slip antara kedua metode pelat tersebut. Berdasarkan perhitungannya, maka didapat hasil seperti berikut :

Geser Friksi :

19836000 N \square 27360000 N(ok)

Tegangan Akibat Gaya Geser :

3,2143 Knm

Tegangan Akibat Gaya Normal : 0,2944 Knm

Kekuatan Angkur Pengangkatan : Minimal kedalaman angkur adalah 32,0496 mm

Perencanaan Sambungan *Precast Half Slab* :

Panjang Penyaluran untuk Batang Tulangan Ulir dan Kawat Ulir (dalam kondisi tarik) : 571,4286 mm $>$ 300 mm.

Panjang Penyaluran untuk Batang Tulangan Ulir dan Kawat Ulir (dalam kondisi tekan) : Diambil l_d terbesar yaitu $l_{d1} = 192$ mm, namun dikarenakan l_{d1} kurang dari 200 mm maka l_d diambil 200 mm.

Panjang untuk Tulangan Ulir Kondisi Tarik diakhiri dengan Kait Standar :

$192 \geq 80$ atau 150. (ok).

Rekapitulasi Perbandingan Kekuatan Struktur diantara Kedua Metode

Berdasarkan perhitungan struktur sebelumnya maka dapat dilihat rekapitulasi perbandingan kekuatan struktur dari kedua metode *precast half slab* dan konvensional pada tabel berikut ini. Adapun *displacement* didapatkan dari hasil *output Safe 12*.

Tabel 5. Perbandingan Kekuatan Struktur Metode *Precast Half Slab* dan Konvensional

Metode	Kekuatan Lentur Nominal ϕM_n (kNm)
<i>Precast Half Slab</i>	10,19274
Pelat Konvensional	9,909

Tabel 6. Perbandingan *Displacement* Metode *Precast Half Slab* dan Konvensional

Metode	Maksimum (mm)
<i>Precast Half Slab</i>	-0,145701
Pelat Konvensional	-0,101956

Berdasarkan **Tabel 5** dan **6** dapat disimpulkan bahwa terdapat perbandingan kekuatan struktur dan *displacement* pelat antara metode *precast half slab* dan konvensional. Pada penelitian kali ini, pelat lantai *precast half slab* dan konvensional menggunakan tulangan dengan diameter yang sama yaitu 10 mm dan tebal pelat 120 mm,

sehingga menghasilkan kekuatan lentur nominal yang hampir sama. Hal itu menunjukkan bahwa dengan dimensi dan tebal yang sama, kedua metode tersebut-*pun* juga memiliki perilaku karakteristik struktur yang sama bila diterapkan dalam konstruksi pelat lantai Gedung (Rahmadia & Tarigan, 2022). Kekuatan lentur nominal pelat metode *precast half slab* dapat memikul beban akibat gaya luar sebesar 10,19274 kNm sedikit lebih besar dari metode konvensional sebesar 9,909 kNm. Adapun terdapat sedikit perbedaan kekuatan lentur tersebut diakibatkan karena perbedaan spasi tulangan yang digunakan. Pada pelat metode *precast half slab* menggunakan spasi antar tulangan sebesar 225-250 mm sedangkan pelat metode konvensional sebesar 240 mm.

Displacement yang dihasilkan pada pelat metode *precast half slab* dan pelat konvensional memiliki perbedaan yang sedikit signifikan dimana *displacement precast half slab* lebih besar dibandingkan dengan pelat konvensional yang menunjukkan bahwa *precast half slab* memiliki fleksibilitas yang lebih besar daripada pelat konvensional dengan mutu beton yang sama. *Precast half slab* memiliki *displacement* sebesar 0,145701 mm sedangkan pelat konvensional sebesar 0,101956 mm (Propika et al., 2024).

Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan, analisis beserta pembahasan yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut: (1) kekuatan lentur nominal pelat metode *precast half slab* dapat memikul beban akibat gaya luar sebesar 10,19274 kNm sedikit lebih besar dari metode konvensional sebesar 9,909 kNm. (2) *Precast half slab* memiliki *displacement* sebesar 0,145701 mm sedangkan pelat konvensional sebesar 0,101956 mm, (3) pada pelat metode *precast half slab*, terdapat pertemuan antara beton lama berupa *precast half slab* dan beton baru berupa pelat konvensional sebagai *topping* yang mengakibatkan terjadinya gaya geser/slip antara kedua metode pelat, (4) hasil Analisis yang dilakukan dengan bantuan *software Safe 12* didapatkan nilai gaya normal pada pelat terbesar yaitu 5,3 kN/m, (5) pada perencanaan sambungan pada *precast half slab*, sambungan yang direncanakan yaitu sambungan antar *precast half slab* dengan balok maupun sambungan antar *precast half slab*, (6) solusi dalam mengatasi gaya geser/slip yang terjadi akibat pertemuan beton lama dan beton baru adalah dengan memberikan kekasaran pada permukaan beton lama (*precast half slab*), atau dengan merencanakan perhitungan *shear connector*, dan (7) beberapa keuntungan menggunakan *precast half slab* dibanding pelat konvensional adalah dengan adanya *topping*, dari segi kekuatan, pelat mampu meningkatkan kapasitasnya terhadap pembebanan terpusat tidak terduga yang lebih besar dari rencana.

BIBLIOGRAFI

- Adiasa, A. M., Prakoso, D. K., Hatmoko, J. U. D., & Santoso, T. D. (2014). Evaluasi Penggunaan Beton Precast Di Proyek Konstruksi. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4(1), 126–134.
- Erviyanto, W. I. (2006). Eksplorasi Teknologi Dalam Proyek Konstruksi. *Penerbit: Andi. Yogyakarta*.
- Febrianti, E., Susetyo, B., & Silvianti, P. (2023). Pemodelan Tingkat Kriminalitas Di Indonesia Menggunakan Analisis Geographically Weighted Panel Regression. *Xplore: Journal Of Statistics*, 12(1), 91–109.
- Kurniawan, A. (2018). *Desain Altrnatif Struktur Gedung, Studi Komparasi Struktur*

- Precast Dan Konvensional*. Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Macgregor, J. G., & Hage, S. E. (1977). Stability Analysis And Design Of Concrete Frames. *Journal Of The Structural Division*, 103(10), 1953–1970.
- Najoan, C. H., Tjakra, J., & Pratasis, P. A. K. (2016). Analisis Metode Pelaksanaan Plat Precast Dengan Plat Konvensional Ditinjau Dari Waktu Dan Biaya (Studi Kasus: Markas Komando Daerah Militer Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 4(5).
- Noor, H. R. Z. Z. (2020). *Metodologi Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif: Petunjuk Praktis Untuk Penyusunan Skripsi, Tesis, Dan Disertasi: Tahun 2015*. Deepublish.
- Propika, J., Susanti, E., & Prasetyo, A. E. (2024). Analisis Pushover Terhadap Struktur Gedung Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Menggunakan Metode Precast. *AGREGAT*, 9(1), 1006–1013.
- Rahmadia, N., & Tarigan, J. (2022). Validasi Penggunaan Panel Half Slab Precast Pada Perencanaan Ruko Di Sumatera Utara. *Jurnal Syntax Admiration*, 3(9), 1134–1148.
- Rani, H. A., & Fuadi, Z. (2016). Efisiensi Dan Efektivitas Pelaksanaan Struktur Kolom Antara Metode Precast Dengan Konvensional. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), 269–278.
- Saragi, T. E., & Zalukhu, N. K. (2022). Analisa Perbandingan Pelaksanaan Struktur Pelat Lantai Metode Konvensional, Bounceck Dan Precast Full Slab Ditinjau Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung Gbcp Tanah Merah Binjai. *Jurnal Construct*, 1(2), 38–52.
- Sitompul, I. R., & Iriana, R. T. K. (2016). *Perbandingan Sistem Struktur Dan Biaya Pelat Lantai Metode Precast Half Slab Dan Metode Konvensional*. Riau University.
- Sofiana, T. (2014). Konstruksi Norma Hukum Koperasi Syariah Dalam Kerangka Sistem Hukum Koperasi Nasional. *Jurnal Hukum Islam*, 12(2), 135–151.
- Tistogondo, J., Pratama, I. S., & Wulandari, D. A. R. (2024). Metode Percepatan Pembangunan Pasar Besar Ngawi Menggunakan Metode Half Slab. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 7(1), 8–15.
- Wisanggeni, D. H. (2017). Perbandingan Sistem Pelat Konvensional Dan Precast Half Slab Ditinjau Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek My Tower Apartement Surabaya. *Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

Copyright holder:

Azizah Istighozah (2024)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

