

Analisis Perbandingan Metode Pracetak Dan Metode Konvensional Dalam Pembangunan Rumah Susun 4 Lantai Di Surabaya

Mohammad Rijal Fikri^{1*}, Bantot Sutriyono²

^{1,2}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

*Koresponden email: mohammadrijalfikri@gmail.com

Diterima: 10-11-2025

Disetujui: 27-11-2025

Abstract

This study compares the structural performance of precast construction and conventional construction methods in a 4-stories flats building in Surabaya. The results show clear differences in the forces acting on the structural elements. Precast elements have shear forces that are 21% lower than those in the conventional method and moments that are 25% lower than those in the conventional method, indicating different responses to lateral loads. Although both methods use similar reinforcement designs, precast elements need extra reinforcement for lifting during installation. The drift analysis on the second floor also shows differences: the precast structure has 21% less than those in the conventional method drift the x-direction and 21% less than those in the conventional method the y-direction due to changes in overall stiffness.

Keywords: *Precast, Story Drift, Load, Erection, Concrete Structure*

Abstrak

Penelitian ini membandingkan metode pracetak dan konvensional dalam pembangunan rumah susun 4 lantai di Surabaya, dengan fokus pada kekuatan desain. Hasil analisis menunjukkan perbedaan signifikan pada komponen beban/gaya antara elemen konvensional dan pracetak, terutama pada nilai geser (V_u pracetak) dengan presentase 21% lebih rendah dari metode konvensional dan M_u (momen pracetak) dengan presentase 25% lebih rendah dari metode konvensional, yang mengindikasikan respons berbeda terhadap beban lateral dan distribusi gaya. Penulangan pada elemen konvensional dan pracetak memiliki kesamaan, namun pracetak memerlukan tulangan tambahan akibat pengangkatan (*erection*). Nilai terbesar simpangan (*drift*) pada lantai 2 menunjukkan perbedaan, dimana metode pracetak mengalami *drift* arah x sebesar 21% dan simpangan sebesar 17% lebih rendah dari metode konvensional dan arah y sebesar 21% dengan simpangan sebesar 21% lebih rendah dari metode konvensional, disebabkan oleh perubahan kekakuan total struktur saat dibebani elastis.

Kata Kunci: *Pracetak, Simpangan Antara Tingkat, Pembebanan, Pengangkatan, Struktur Beton*

1. Pendahuluan

Indonesia, sebagai negara dengan pertumbuhan populasi yang signifikan, menghadapi tantangan dalam penyediaan infrastruktur hunian yang memadai. Kota Surabaya, dengan laju pertumbuhan penduduk 2% per tahun [1], menjadi representasi nyata dari permasalahan ini. Pemerintah berupaya mengatasi tantangan ini melalui program rumah susun, yang diatur dalam UU No. 20 Tahun 2011.

Penelitian ini dilatar belakangi oleh adanya *knowledge gap* terkait efektivitas metode pembangunan rumah susun di Surabaya. Meskipun metode konvensional telah lama digunakan, metode pracetak menawarkan potensi signifikan dalam hal kekuatan desain [2]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan metode manakah yang lebih optimal antara konvensional dan pracetak dalam konteks 'Rumah Susun Sewa (RUSUNAWA) Gunung Anyar Surabaya', dengan mempertimbangkan kekuatan desain [3]. Ini termasuk kinerja elemen pracetak dalam pembangunan memiliki ketahanan yang baik [4]. Dalam konteks ini, metode pracetak diharapkan dapat mengurangi waste material, mempercepat waktu konstruksi, dan meningkatkan kualitas bangunan melalui proses fabrikasi yang terkontrol [5]. Produksi elemen di pabrik menjaga mutu, Pada prosesnya cenderung lebih cepat bahkan dapat menghemat hingga 35% dalam proses pekerjaan [6]. Metode konvensional menyebabkan kualitas beton bisa

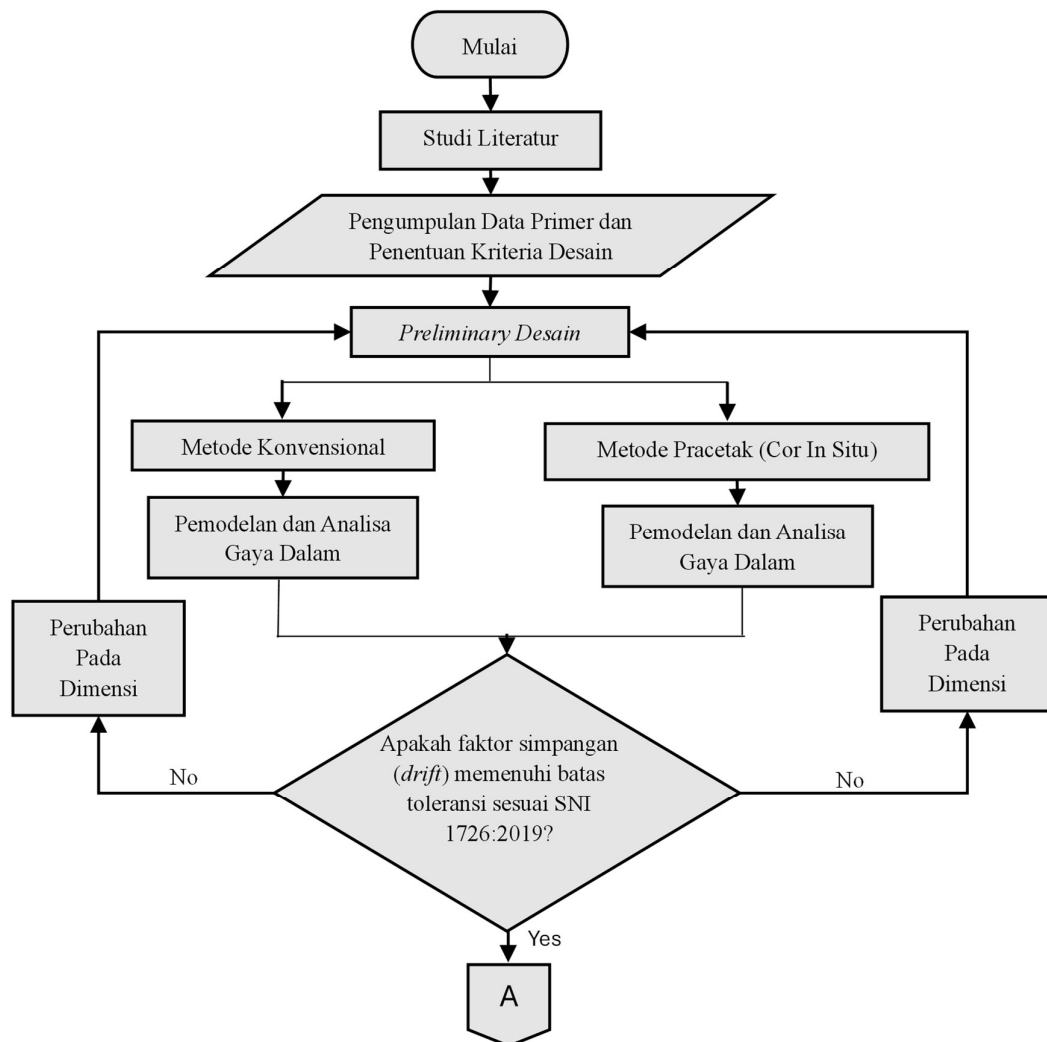
berfluktuasi karena variabilitas campuran dan pelaksanaan, serta cenderung kekuatan komponen menjadi berkurang. [7].

Pada metode pracetak memiliki kekurangan pada aspek sambungan, sehingga mempengaruhi terhadap kekuatan struktur[8]. Kekakuan yang diberikan pada struktur pracetak relatif lebih rendah dibandingkan kekakuan yang terjadi pada kekakuan struktur konvensional [9].

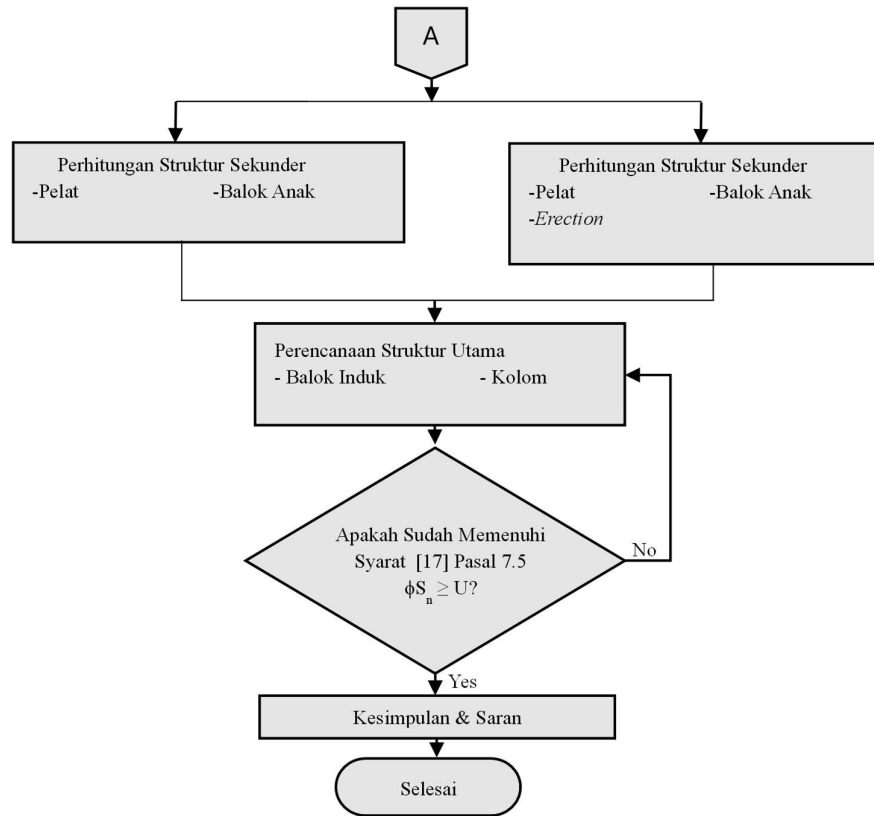
Perlu mengetahui seberapa optimal struktur bangunan rumah susun terhadap gempa yang terjadi. Karena bangunan menghadapi peristiwa ekstrem akibat perubahan iklim, kebutuhan akan struktur yang lebih kuat dan tahan terhadap kegagalan ini kini jauh lebih penting daripada sebelumnya[10]. Penyambungan antar elemen memiliki pengaruh yang besar terhadap kekuatan struktur, terutama di wilayah yang rawan gempa. Oleh karena itu, kekuatan struktur pada elemen pracetak harus memenuhi persyaratan yang digunakan[11].

2. Metodologi Penelitian

Metodologi ini menjelaskan langkah-langkah sistematis: telaah literatur, pengumpulan data, penetapan desain, penentuan ukuran elemen, penyusunan kombinasi beban, dan pembuatan model struktur. Analisis gaya dalam dilakukan sebelum perhitungan struktur sekunder dan utama. Berikut diagram alir yang digunakan..



Gambar 1 : Diagram alir penelitian
(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)



Gambar 2 : Diagram alir penelitian (Lanjutan)
(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

2.1 Studi Literatur

Literatur yang digunakan dalam perencanaan rumah susun ini meliputi:

- 1) Peraturan dan Standart yang digunakan
 - a. ACI 318M-14 [12]
 - b. SNI 1726 Tahun 2019 [13]
 - c. SNI 1727 : 2020 [14]
 - d. SNI 2847 :2019 [15]
- 2) Studi literatur

Studi literatur meliputi penjelasan atau penelitian terdahulu tentang metode mempelajari struktur beton pracetak dan analisa pengangkatan (*erection*), serta pedoman standar dan buku yang digunakan dalam penelitian. Literatur yang berkaitan dengan perencanaan di antaranya:

- *PCI Design Handbook : Precast and Prestressed Concrete*

2.2 Pengumpulan Data dan Penentuan Kriteria Desain

Pada analisis perbandingan metode pracetak dan metode konvensional dalam pembangunan rumah susun 4 lantai pemerintah kota Surabaya dengan nama 'Rumah Susun Sewa (RUSUNAWA) Gunung Anyar Surabaya'. Berfokus untuk membandingkan hasil dari dua metode yaitu kekuatan desain. Karena berfokus pada kekuatan desain, maka data yang diperoleh berupa angka dan gambar dengan menggunakan desain Pemerintah kota Surabaya. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dan komparatif. Validasi data menggunakan standar (SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, SNI 1727:2020, dan *PCI Design Handbook*)

- Analisis menggunakan Etabs untuk validasi gaya dalam dan *output* struktur.
 1. Informasi Umum Mengenai Bangunan:

- Penamaan Bangunan : Rumah Susun Sewa (RUSUNAWA) Gunung Anyar Surabaya
- Letak Bangunan : Jl. Wonorejo Rusunawa, Wonorejo, Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur 60297
- Jenis bangunan : Rumah Susun
- Total lantai : 5
- Tinggi bangunan : ± 20 meter
- Struktur bangunan : Beton konvensional

2. Data Material

Material yang digunakan pada perencanaan adalah :

- Mutu Beton ($f'c$) : 30 MPa
- Mutu Tulangan Lentur (f_y) : 400 MPa
- Mutu Tulangan Geser (f_{ys}) : 240 MPa

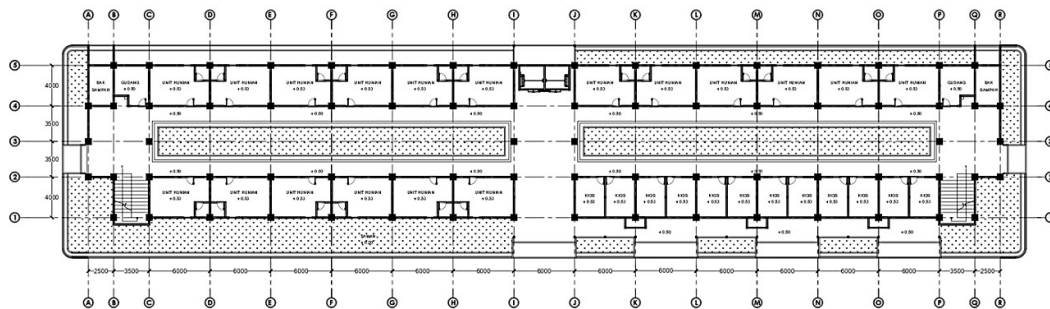
Perbandingan bangunan ini akan dilakukan menggunakan pendekatan metode pracetak, dengan rincian data perencanaan bangunan sebagai berikut:

1) Informasi Umum Mengenai Bangunan:

- Penamaan Bangunan : Rumah Susun Sewa (RUSUNAWA) Gunung Anyar Surabaya
- Letak Bangunan : Jl. Wonorejo Rusunawa, Wonorejo, Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur 60297
- Jenis bangunan : Rumah Susun
- Total lantai : 4
- Tinggi bangunan : $\pm 14,97$ meter
- Struktur bangunan : Beton pracetak

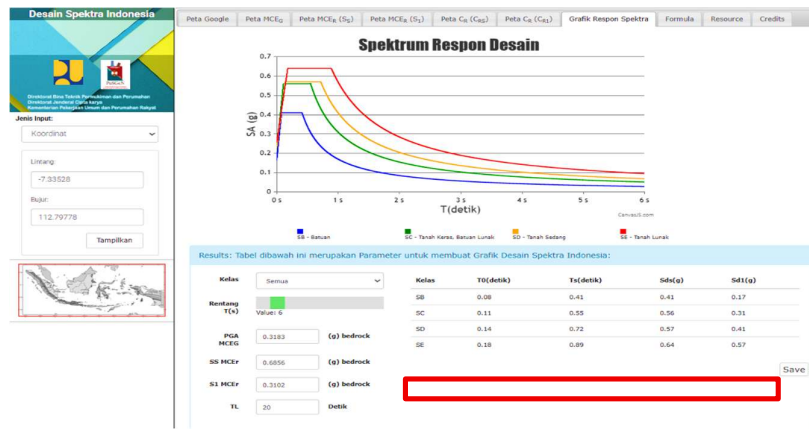
2) Data material:

- Mutu Beton ($f'c$) : 30 MPa
- Mutu Tulangan Lentur (f_y) : 400 MPa
- Mutu Tulangan Geser (f_{ys}) : 240 MPa



Gambar 3 : Denah Lantai Rumah Susun
(Sumber : *AutoCAD 2026 - English* , 2025)

Untuk mengetahui kriteria bangunan seperti apa yang akan dibangun. Dengan memperhatikan SNI 1726:2019. Rusun gunung anyar dibangun tepatnya di Surabaya bagian Timur dengan jenis kategori situs Sd (tanah sedang). Data tersebut diambil menurut website resmi <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id>. Memiliki parameter kecepatan respon spektral pada periode pendek, $SDS = 0,57$ dan parameter percepatan respon spektral pada periode 1 detik, $SD1 = 0,41$. Berdasarkan SNI 1726 Tahun 2019 Tabel 6 dan Tabel 7 maka Surabaya Timur mempunyai kategori desain seismik D.



Gambar 4 : Desain respon seismik cipta karya.
(Sumber : <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id>, 2025)

2.3 Preliminary Desain

- Perencanaan dimensi awal pada balok, pelat dan kolom didapatkan pendekatan sebagai berikut.

Dimensi mula balok konvensional:

BI = 400 x 600 mm.

BA = 300 x 500 mm.

Untuk elemen pracetak digunakan pendekatan dengan menggunakan dimensi mula balok konvensional. Sehingga dimensi pada balok pracetak sama dengan dimensi balok konvensional.

BI PC = 400 x 600 mm.

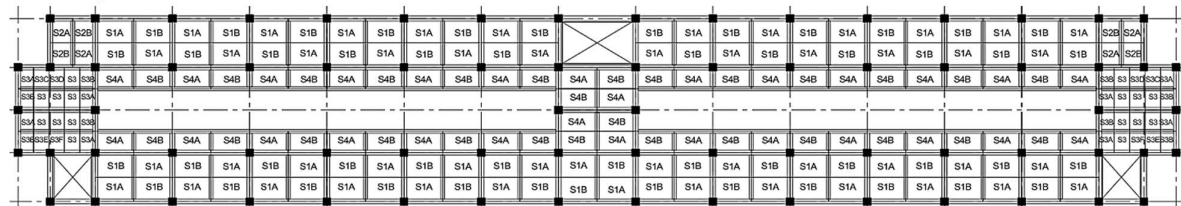
BA PC = 300 x 500 mm.

Perencanaan dimensi pada pelat menggunakan bentang bersih dari balok. Dimana jarak antar grid dibagi dengan 1/2 b + 1/2 b. Digunakan jenis pelat dua arah nonprategang tanpa drop panel. Sehingga didapatkan tebal pelat konvensional sebagai berikut.

h = 120 mm

Pada pelat pracetak untuk jarak dibagi menjadi beberapa bagian pelat dengan harapan memudahkan pada saat fabrikasi dan erection. Untuk itu berikut merupakan hasil dimensi dan denah rencana pelat pracetak.

- Pelat Tipe S1A/S1B : 3000 mm x 2000 mm
- Pelat Tipe S2A/S2B : 2000 mm x 1750 mm
- Pelat Tipe S3A/S3B : 1750 mm x 1200 mm
- Pelat Tipe S3/S3C/S3D/S3E/S3F: 1750 mm x 1200 mm
- Pelat Tipe S4A/S4B : 3000 mm x 1750 mm
- Pelat Tipe S5A/S4B : 3000 mm x 1750 mm.



Gambar 5 : Denah rencana pelat lantai pracetak
(Sumber : AutoCAD 2026 - English , 2025)

Perencanaan kolom pada bangunan rumah susun gununganyar, digunakan dimensi yang sama. Sehingga didapatkan sebagai berikut.

K1 = 500 x 500 mm,

K1 PC = 500 x 500 mm

K2 = 350 x 350 mm ,

K2 PC = 350 x 350 mm

- Pembebanan dan kombinasi pembebanan Menggunakan acuan dari SNI 1727 - 2020 pada beban mati, beban hidup, beban angin. Sedangkan untuk beban gempa menggunakan acuan SNI 1727 - 2020 [14]. Untuk pembebanan pada saat pengangkatan (erection) menggunakan peraturan PCI design handbook: precast and prestressed concrete [9]. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 1 : Beban mati pada pelat lantai

Beban	Rumus	Berat (kN)
Pelat Atap	$0,12 \times 6 \times 3,75 \times 23,6$	63,72
Ring Balok	$0,40 \times 0,2 \times 9,75 \times 23,6$	18,408
Balok Anak	$0,50 \times 0,30 \times 9,75 \times 23,6$	34,515
Spesi 3 cm	$6 \times 3,75 \times 0,15$	3,375
Keramik	$6 \times 3,75 \times 0,14$	3,15
Plafond (Gypsum board (9 mm))	$6 \times 3,75 \times 0,072$	1,62
Mekanikal elektrik (<i>Mechanical duct allowance</i>)	$6 \times 6 \times 0,19$	6,84
DL atap		131,63

(Sumber : *MS Office Student 2021, 2025*)**Tabel 2 : Beban mati pada pelat lantai**

Beban	Rumus	Berat (kN)
Pelat Lantai	$0,12 \times 6 \times 3,75 \times 23,6$	63,72
Balok induk	$0,60 \times 0,4 \times 9,75 \times 23,6$	55,224
Balok Anak	$0,50 \times 0,30 \times 9,75 \times 23,6$	34,515
Bata Ringan (Hebel 15cm)	$9,75 \times 3,5 \times 0,5$	17,0625
Spesi 3 cm	$6 \times 3,75 \times 0,15$	3,375
Keramik	$6 \times 3,75 \times 0,14$	3,15
Gypsum board (9 mm)	$6 \times 3,75 \times 0,072$	1,62
Mekanikal elektrik	$6 \times 3,75 \times 0,19$	4,275
DL Lantai		182,9415

(Sumber : *MS Office Student 2021, 2025*)

Berdasarkan acuan SNI 1727 - 2020 perlu adanya data terkait kecepatan arah angin (m/s). Data kecepatan arah angin harus ditentukan berdasarkan standar [16]. Sehingga didapatkan sebagai berikut.

Tabel 3 : Data beban angin

Parameter input beban angin	
V (m/s)	39,10
Faktor arah angin (Kd)	0,85
Eksposur	C
Faktor topografi (Kzt)	1,00
Faktor elevasi tanah (Ke)	1,00
Faktor hembusan angin (G)	0,85

(Sumber : *MS Office Student 2021, 2025*)

Tekanan kecepatan angin (Q_z) yang dievaluasi pada ketinggian tertentu di atas permukaan tanah, sesuai dengan ketentuan dalam Pasal 26.10.2 [14], harus dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$Q_z = 0,613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot K_e \cdot V^2$$

$$Q_z = 0,613 \times 1,24 \times 1,0 \times 0,85 \times 1 \times 39,10^2$$

$$Q_z = 987,9 \text{ N/m}^2 = 0,9879 \text{ kN/m}^2$$

Sehingga didapatkan nilai koefisien tekan sebagai berikut.

Tabel 4 : Koefisien tekan pada sisi dinding

Jarak antar kolom	Sisi Dinding	CP
6 m	Dinding Sisi Angin Datang (x)	0,8
	Dinding di sisi angin pergi (x)	-0,5
	Dinding Sisi Angin Datang (y)	0,8
	Dinding di sisi angin pergi (y)	-0,2

(Sumber : *MS Office Student 2021, 2025*)

Analisis pembebanan berikutnya yaitu beban gempa. Dimana mengacu pada persyaratan SNI 1726 Tahun 2019. Berikut merupakan beban gempa yang telah dihitung.

Tabel 5 : Penentuan kriteria desain gaya gempa

Parameter	Nilai
Jenis Bangunan	Kantor
Kelas Situs	SD (Tanah Sedang)
Kategori Risiko	2
Faktor Keutamaan Gempa (Ie)	1
PGA	0,3183
S _s	0,6856
S ₁	0,3102
SD _s	0,5720
SD ₁	0,4115
T ₀	0,1439
T _s	0,7194
T _L	20

KDS =D ; Ie =1,0 ; R= 8,0 ; Ω0 = 3,0 ; Cd = 5,5

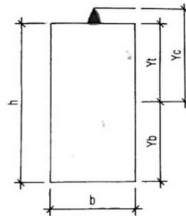
(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

2.4 Simpangan Antara Tingkatan (drift)

Pada perencanaan struktur rumah susun perlu adanya evaluasi mengenai faktor simpangan. Dikarenakan bangunan tersebut dilewati lempeng tektonik. Perhitungan faktor simpangan pada struktur bangunan, mengacu pada peraturan SNI 1726 Tahun 2019 Pasal 7.8. [13]

2.5 Perhitungan Struktur

Perhitungan struktur sekunder dan erection , mengacu pada peraturan SNI 2847:2019 dan PCI design handbook : precast and prestressed concrete. Pada elemen pracetak memerlukan tulangan akibat pengangkatan [15][9]. Untuk rumusnya sebagai berikut.



Gambar 6: Penampang balok akibat Erection

(Sumber : AutoCAD 2026 - English , 2025)

Mencari garis netral (X) balok [9]Fig 5.3.2.2:

$$X = \frac{1 + \frac{4y_c}{l \tan \theta}}{2 \left[1 + \sqrt{1 + \frac{y_t}{y_b} \left(1 + \frac{4y_c}{l \tan \theta} \right)} \right]}$$

Mencari jarak titik angkat:

$$\text{Tumpuan} = X \times L$$

$$\text{Lapangan} = L - 2(X \times L)$$

Momen yang terjadi pada balok saat erection.

[9], Table 5.3.3.1

$$M_x = \frac{wl^2}{8} \left(1 - 4X + \frac{4Y_c}{L \times tg \theta} \right) F(\text{safety})$$

$$-M_y = \frac{wx^2l^2}{2}$$

Nilai kuat tekan beton pada umur 3 hari menurut peraturan beton bertulang 1971 = Mutu beton f_c X 0,55
Kontrol akibat tegangan:

$$F_r = 0,62\sqrt{f_{cr}}$$

$$F(\text{Lap atau Tum}) = \frac{M(\text{Lap atau Tum})}{\frac{1}{4}xbxh^2}$$

Kontrol elemen:

$$f_r \geq f \text{ (Lap atau Tum)}$$

Berat tiap titik pada elemen pelat:

$$P = \frac{V_{pracetak} \times BJ \text{ Beton}}{4}$$

Momen yang terjadi pada pelat saat erection.

$$M = 0,0107 \times w \times a \times x \times b^2$$

$$Y_c = 0,5 \times \text{Tebal pelat}$$

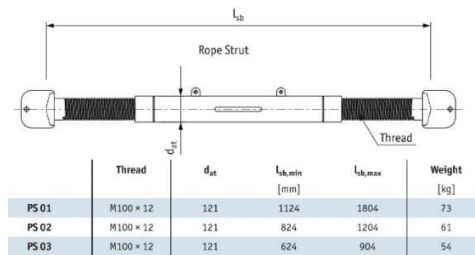
$$M' = \frac{P \times Y_c}{\tan \theta}$$

Setelah menghitung ‘M’ selanjutnya dikalikan dengan faktor keamanan [9], Tabel 5.3.3.1. Menurut *PCI design handbook : precast and prestressed concrete*, Gambar 5.3.1.2 yaitu Mx ditahan oleh penampang selebar 15t atau b/2. My ditahan oleh penampang selebar a/2. Setelah semuanya dihitung maka akan dilakukan kontrol sebagai berikut.

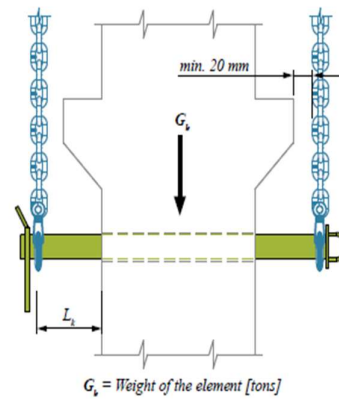
$$\sigma = \frac{M \text{ Total}}{W}$$

Sehingga untuk kontrol harus $f_r \geq \sigma$

Proses pengangkatan kolom direncanakan menggunakan *Colift Mounting System* dari *Peikko Group*. Sistem ini dipilih karena mampu mengangkat kolom secara vertikal, sehingga mempermudah proses instalasi kolom pracetak. Spesifikasi material *Colift Mounting System* yang diperoleh dari panduan teknis ditunjukkan pada gambar berikut:



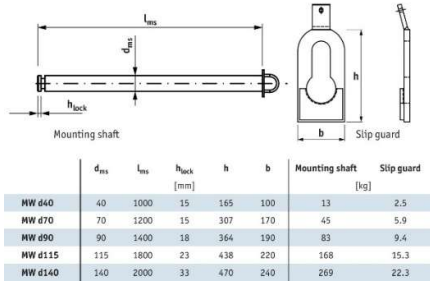
Gambar 7: Standar rope strut
(Sumber: Petunjuk *Colift Mounting Sistem Peikko Group Versi 06/2024, 2025*)



Spacing length		MW d40	MW d70	MW d90	MW d115	MW d140
		SWL [t]	SWL [t]	SWL [t]	SWL [t]	SWL [t]
L _s [mm]	50	5.1	15.8	37.0	58.0	90.0
	100	3.3	13.6	28.5	46.5	74.5
	150	1.8	9.2	18.5	31.5	53.0
	250	1.4	7.0	15.5	26.5	45.5
	300	1.2	6.3	13.0	23.0	40.0
	350	1.0	5.6	11.5	20.0	35.5

Gambar 8: Standar rope strut
(Sumber: Petunjuk *Colift Mounting Sistem Peikko Group Versi 06/2024, 2025*)

Tentukan menggunakan tipe *rope strut* model apa. Sehingga $W_{kolom} \leq W_{rope\ strut}$



Gambar 9: Dimensi *Mounting Shaft*
(Sumber: Petunjuk *Colift Mounting Sistem Peikko Group Versi 06/2024, 2025*)

	Unit	MW d40	MW d70	MW d90	MW d115	MW d140
Minimum inner diameter of tube	\emptyset [mm]	50	80	100	125	150

Gambar 10: Minimum diameter lubang *lifting*
(Sumber: Petunjuk *Colift Mounting Sistem Peikko Group Versi 06/2024, 2025*)

Pada kolom dilakukan kontrol terhadap tegangan ijin tarik baja bertulang.

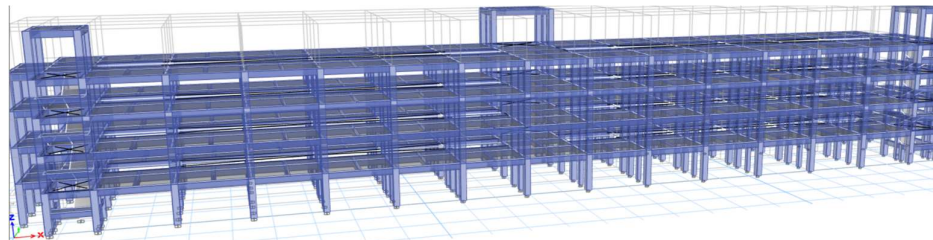
$$A_{st} : n \times 0,25 \times \pi \times db^2$$

$$P_n : A_{st} \times F_y$$

Sehingga $P_u \leq P_n$

3. Hasil dan Penjelasan

- Running analisis permodelan.
Permodelan menggunakan program bantu yaitu ETABS 22 sehingga dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 11: Permodelan 3d pada ETABS 22
(Sumber: ETABS 22, 2025)

Untuk didapatkan nilai gaya dalam dan gaya gempa pada hasil running analisis *software* ETABS. Perlu kontrol kapasitas seaisi persyaratan pada desain bangunan [15]. Sehingga dihasilkan kontrol sebagai berikut.

Tabel 6 : Analisis gaya dalam pada balok

Gaya Dalam	BI1	BI2	BI3	BI4	BI1 PC	BI2 PC	BI3 PC	BI4 PC
P_u (N)	0	0	0	0	0	0	0	0
T_u (N.mm)	2293400	2189800	2078200	1688500	623100	835500	383900	265200
V_u (N)	135953	135441,7	112542,4	81401,6	104964,9	104585,5	84582,5	58724,7
M_u (N.mm)	164827500	154578700	130338300	95170800	119198300	124194000	94516400	62344600
$0,1.A_g.f_c'$ (N)	720000	720000	720000	720000	720000	720000	720000	720000
$\phi T_{cr}/4$ (N.mm)	9760415,97	9760415,97	9760416	9760416	9760415,975	9760415,975	9760415,975	9760415,975
ϕV_u (N)	152822,775	152822,775	204329,19	204329,19	152822,7746	152822,7746	204329,1862	204329,1862
ϕM_u (N.mm)	211596910	160400028	152359066	152359066	160400028	160400028	152359066,3	152359066,3
Gaya Dalam	BA1	BA2	BA3	BA4	BA1 PC	BA2 PC	BA3 PC	BA4 PC
P_u (N)	0	0	0	0	0	0	0	0
T_u (N.m)	416000	421800	427200	391900	1200	1200	1000	300
V_u (N)	93131,5	90021	86241,1	64725,4	31769,8	29498,2	26961,1	24291,6
M_u (N.mm)	111941700	105489600	96839700	67479200	50825500	44830300	38062700	29660900
$0,1.A_g.f_c'$ (N)	450000	450000	450000	450000	450000	450000	450000	450000
$\phi T_{cr}/4$ (N.mm)	4765828,11	4765828,11	4765828,1	4765828,1	4765828,113	4765828,113	4765828,113	4765828,113
ϕV_u (N)	166630,074	166630,074	166630,07	166630,07	166630,0743	166630,0743	166630,0743	166630,0743
ϕM_u (N.mm)	121884232	121884232	121884232	92554611	92554611,33	92554611,33	92554611,33	92554611,33

(Sumber : *MS Office Student 2021 , 2025*)

Tabel 7 : Analisis gaya dalam pada pelat

Gaya Dalam	S1	S2	S3	S4	S5	S1A/B	S2A/B	S3A/B	S3/C/D/E/F	S4A/B
Vu (N)	19569	19569	19569	19569	19569	19569	19569	19569	19569	19569
Mu (N.mm)	13884000	13884000	13884000	13884000	13884000	13884000	13884000	13884000	13884000	13884000
φVu (N)	77586,773	77586,77262	77586,77262	77586,77262	77586,77262	77586,77262	77586,77262	77586,77262	77586,773	77586,773
φMn (N.mm)	17989295	17989295,07	17989295,07	17989295,07	17989295,07	17989295,07	17989295,07	17989295,07	17989295	17989295
φVu ≥ Vu (N)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
φMn ≥ Mn (N.mm)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Tabel 8 : Analisis gaya dalam pada kolom

Gaya Dalam	K11	K12	K13	K14	K11 PC	K12 PC	K13 PC	K14 PC
Pu (N)	1724899,4	1176338,8	699119,3	363842,9	1249274,5	883399,7	541993,3	297298,2
Vu (N)	212777	197504,3	126932,1	81549,6	168029,7	152623,2	101070,2	65005
ΣMnc (kN.m)	1194,3778	1194,377778	728,377778	728,377778	1194,377778	1194,377778	728,377778	728,377778
0,3 . Ag . fc' (N)	2250000	2250000	2250000	2250000	2250000	2250000	2250000	2250000
φVn (N)	283702,67	263339,0667	169242,8	108732,8	224039,6	203497,6	134760,2667	86673,33333
(1,2)ΣMnb (kN.m)	446,39633	384,9600671	365,6617592	365,6617592	446,3963253	384,9600671	365,6617592	365,6617592
0,3 . Ag . fc' ≥ Pu(N)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
φVn ≥ Vu (N)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!
ΣMnc ≥ (1,2)ΣMnb (K.n.m)	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!	OK!

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Pada elemen pracetak perlu dilakukan kontrol akibat beban pengangkatan/*erection*. Sehingga didapatkan gaya yang terjadi yaitu.

Tabel 9 : Analisis gaya dalam akibat pengangkatan/*erection* pada balok

Nama	L (m)	M+ Lap (Kg.m)	M- Tum (Kg.m)	Jarak Tumpuan (m)	Jarak Lapangan (m)	Fcr (Mpa)	Fr (Mpa)	F Lapangan (Mpa)	F Tumpuan (Mpa)	fr ≥ f (Lap)	fr ≥ f (Tum)
BI	6	1024,424	648,00	1,5	3	16,5	2,52	0,13953	0,17652	OK!	OK!
	4	682,9491	288,00	1	2	16,5	2,52	0,09302	0,078453	OK!	OK!
	3,5	597,5804	220,50	1	1,5	16,5	2,52	0,081393	0,060066	OK!	OK!
	2,5	426,8432	112,50	0,5	1,5	16,5	2,52	0,058138	0,030646	OK!	OK!
BA	4	356,8689	180,00	1	2	16,5	2,52	0,093325	0,094144	OK!	OK!
	3,5	312,2603	137,81	1	1,5	16,5	2,52	0,081659	0,072079	OK!	OK!
	2,5	223,043	70,31	0,5	1,5	16,5	2,52	0,058328	0,036775	OK!	OK!

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Tabel 10 : Analisis gaya dalam akibat pengangkatan/*erection* pada pelat

Nama	My (Kg.m)	Mx (Kg.m)	Tumpuan x (cm)	Tumpuan y (cm)	Lapangan x (cm)	Lapangan y (cm)	Fr (Mpa)	σy (Mpa)	σx (Mpa)	fr ≥ σy	fr ≥ σx
S1A/B	107,21	79,47	41,5	62,5	117,5	176	25,2	8,9339	1,839632661	OK!	OK!
S2A/B	107,21	355,00	36,5	41,5	117,5	117,5	25,2	10,21	1,839632661	OK!	OK!
S3A/B	107,21	79,47	25	36,5	70,5	103	25,2	14,89	1,839632661	OK!	OK!
S3/S3C/S3D/S3E/S3F	107,21	79,47	25	36,5	70,5	103	25,2	14,89	1,839632661	OK!	OK!
S4A/B	107,21	79,47	36,5	62,5	103	176	25,2	10,21	1,839632661	OK!	OK!

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Tabel 11 : Analisis kapasitas kolom akibat pengangkatan/*erection*

Nama	h' (m)	Lk (mm)	Lms (mm)	Wkolom (kg)	Wproduk (kg)	W Kolom ≤ W produk	d _{pakai} (mm)
K11	3	50	600	2400	5100	OK!	55
K12	2,625	50	600	2100	5100	OK!	55
K13	2,625	50	600	2100	5100	OK!	55
K14	2,625	50	600	2100	5100	OK!	55

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Setelah gaya dalam didapatkan dari *output* ETABS 22 maka evaluasi bangunan akibat gaya gempa dapat dilakukan. Perbedaan posisi antara tingkat (*drift*) [13] didapatkan hasil pada Tabel 12.

Tabel 12 : Perbedaan posisi antara tingkat (drift) arah X

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δeX (mm)	δeX PC (mm)	δeX (mm)	δeX PC (mm)		ΔX (mm)	ΔX PC (mm)		
5	10,759	9,142	1,473	1,162	4350	8,102	6,391	66,923	OK
4	9,286	7,862	1,343	1,033	3500	7,387	5,682	53,846	OK
3	7,943	6,678	2,246	1,752	3500	12,353	9,636	53,846	OK
2	5,697	4,718	2,855	2,244	3500	15,703	12,342	53,846	OK
1	2,842	2,329	2,842	2,228	4000	15,631	12,254	61,538	OK

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Tabel 13 : Perbedaan posisi antara tingkat (drift) arah Y

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δeY (mm)	δeY PC (mm)	δeY (mm)	δeY PC (mm)		ΔY (mm)	ΔY PC (mm)		
5	11,662	9,142	1,626	1,280	4350	8,943	7,040	66,923	OK
4	10,036	7,862	1,532	1,184	3500	8,426	6,512	53,846	OK
3	8,504	6,678	2,506	1,960	3500	13,783	10,780	53,846	OK
2	5,998	4,718	3,033	2,389	3500	16,682	13,140	53,846	OK
1	2,965	2,329	2,965	2,329	4000	16,308	12,810	61,538	OK

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Desain Tulangan Konvensional dan Pracetak

Kekuatan momen, geser, aksial,torsi atau tumpu nominal harus memenuhi persyaratan $\phi S_n \geq U$ [15] Pasal 7.5. Sehingga untuk kontrol pada kapasitas sudah dilakukan pada analisa gaya dalam. Sehingga didapatkan hasil tulangan pada metode konvensional dan pracetak sesuai Tabel 14.

Tabel 14 : Rekapitulasi penulangan pada balok

Tipe balok	Dimensi		Tulangan Pakai					Tulangan Pakai		
	b (mm)	h (mm)	Tul.Lentur Bawah Tump.	Tul.Lentur Atas Tump.	Tul.Lentur Bawah Lap.	Tul.Lentur Atas Lap.	Tul. Geser Tump.	Tul. Geser Lap.	Jumlah kaki Tul. Geser Tump.	Jumlah kaki Tul. Geser Lap.
B11&B12 (Y)	400	600	3 - D19	4 - D19	3 - D19	3 - D19	D10 - 100	D10 - 100	2	2
B13&B14 (Y)	400	600	4 - D16	4 - D16	4 - D16	4 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
B11&B12 (X)	400	600	3 - D19	3 - D19	3 - D19	3 - D19	D10 - 100	D10 - 100	2	2
B13&B14 (X)	400	600	4 - D16	4 - D16	4 - D16	4 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
BA1&BA2 (X)	300	500	3 - D16	4 - D16	3 - D16	3 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
BA3&BA4 (X)	300	500	3 - D16	4 - D16	3 - D16	3 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
BA1&BA2 (Y)	300	500	3 - D16	3 - D16	3 - D16	3 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
BA3&BA4 (Y)	300	500	3 - D16	3 - D16	3 - D16	3 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
B11&B12 (Y) PC	400	600	3 - D19	3 - D19	3 - D19	3 - D19	D10 - 100	D10 - 100	2	2
B13&B14 (Y) PC	400	600	4 - D16	4 - D16	4 - D16	4 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
B11&B12 (X) PC	400	600	3 - D19	3 - D19	3 - D19	3 - D19	D10 - 100	D10 - 100	2	2
B13&B14 (X) PC	400	600	4 - D16	4 - D16	4 - D16	4 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
BA1&BA2 (X) PC	300	500	3 - D16	3 - D16	3 - D16	3 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
BA3&BA4 (X) PC	300	500	3 - D16	3 - D16	3 - D16	3 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
BA1&BA2 (Y) PC	300	500	3 - D16	3 - D16	3 - D16	3 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2
BA3&BA4 (Y) PC	300	500	3 - D16	3 - D16	3 - D16	3 - D16	D10 - 75	D10 - 75	2	2

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Untuk penulangan pada pelat didapatkan ketebalan 120 mm dengan hasil penulangan pada metode konvensional sama dengan metode pracetak. Hanya saja pada metode pracetak perlu penyesuaian ukuran dikarenakan proses fabrikasi dan erection. Maka didapatkan hasil sesuai Tabel 15.

Tabel 15 : Rekapitulasi penulangan pada pelat konvensional

Tipe Pelat	Tul. Longitudinal Arah X		Tul. Longitudinal Arah Y	
	Atas (mm)	Bawah (mm)	Atas (mm)	Bawah (mm)
S1	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200
S2	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200
S3	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200
S4	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200
S5	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Sedangkan pada pelat pracetak didapatkan hasil sesuai Tabel 16.

Tabel 16 : Rekapitulasi penulangan pada pelat pracetak

Tipe Pelat	Tul. Longitudinal Arah X		Tul. Longitudinal Arah Y	
	Atas	Bawah	Atas	Bawah
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
S2A/B	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200
S3A/B	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200
S3/C/D/E/F	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200
S4A/B	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Pada penulangan kolom digunakan metode pracetak dan konvensional. Akan tetapi kedua metode tersebut memiliki kesamaan terhadap penulangan. Sehingga didapatkan tulangan pada kolom sesuai Tabel 17.

Tabel 17 : Rekapitulasi penulangan pada kolom

Tipe Kolom	Tulangan Pakai					Tulangan Pakai			
	Tul. Lentur (mm)	Tul. Geser Zona Plastis		Tul. Geser Diluar Zona		Jumlah Kaki Zona		Jumlah Kaki Diluar	
		S. Lemah (mm)	S. Kuat (mm)	S. Lemah (mm)	S. Kuat (mm)	S. Lemah	S. Kuat	S. Lemah	S. Kuat
K11&K12	16 - D25	D13 - 50	D13 - 50	D13 - 125	D13 - 125	3	3	2	2
K13&K14	16 - D19	D13 - 50	D13 - 50	D13 - 100	D13 - 100	3	3	2	2
K11&K12 PC	16 - D25	D13 - 50	D13 - 50	D13 - 125	D13 - 125	3	3	2	2
K13&K14 PC	16 - D19	D13 - 50	D13 - 50	D13 - 100	D13 - 100	3	3	2	2

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Harap diperhatikan untuk metode pracetak perlu adanya menghitung penulangan akibat pengangkatan/*erection*. Sehingga penulangan akibat *erection* untuk elemen balok, pelat dan kolom didapatkan hasil berikut.

Tabel 18 : Rekapitulasi penulangan angkat/*erection* pada balok

Nama	L (m)	Dia. Tulangan	Jenis Lifting Pin	Kapasitas Lifting Pin (lb)	Berat/titik (lb)	Kapasitas \geq Berat/titik	Kedalaman Angkur (mm)	Jenis strand
BI	6	Ø13	LPA4T912G	8000	5486,7456	OK!	90	D¼" (1724Mpa)
	4	Ø10	LPA2T512G	4000	3657,8304	OK!	70	D¼" (1724Mpa)
	3,5	Ø10	LPA2T512G	4000	1451,52	OK!	70	D¼" (1724Mpa)
	2,5	Ø10	LPA2T512G	4000	1036,8	OK!	50	D¼" (1724Mpa)
BA	4	Ø10	LPA2T512G	4000	1440	OK!	50	D¼" (1724Mpa)
	3,5	Ø10	LPA2T512G	4000	1260	OK!	50	D¼" (1724Mpa)
	2,5	Ø10	LPA2T512G	4000	900	OK!	40	D¼" (1724Mpa)

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Tabel 19 : Rekapitulasi penulangan angkat/*erection* pada pelat

Nama	Dia. Tulangan	Jenis Lifting Pin	Kapasitas Lifting Pin (lb)	Berat/titik (lb)	Kapasitas \geq Berat/titik	Kedalaman Angkur (mm)	Jenis strand
S1A/B	Ø10	LPA2T338G	2000	1343	OK!	40,00	D¼" (1724Mpa)
S2A/B	Ø10	LPA2T338G	2000	783	OK!	30,00	D¼" (1724Mpa)
S3A/B	Ø10	LPA2T338G	2000	1334	OK!	40,00	D¼" (1724Mpa)
S3/S3C/S3D/S3E/S3F	Ø10	LPA2T338G	2000	470	OK!	20,00	D¼" (1724Mpa)
S4A/B	Ø10	LPA2T338G	2000	1175	OK!	40,00	D¼" (1724Mpa)
S5A/B	Ø10	LPA2T338G	2000	1175	OK!	40,00	D¼" (1724Mpa)

(Sumber : MS Office Student 2021 , 2025)

Tabel 20 : Rekapitulasi elemen angkat/*erection* pada kolom

Nama	Tipe <i>Mounting System Safe</i>	Tipe <i>Rope Strut</i>	Pu (Kg)	Pn (Kg)	$P_u \leq P_n$
K1	MW d40	PS01	2400	314286	OK!
K2	MW d40	PS01	1176	314286	OK!

(Sumber : *MS Office Student 2021* , 2025)

4. Kesimpulan

Pada akhirnya analisis perbandingan bangunan rumah susun 4 lantai di surabaya metode konvensional dan metode pracetak didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Perbandingan elemen konvensional dan pracetak menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada komponen beban/gaya yang terjadi terutama pada nilai (V_u Pracetak) dan M_u (momen pracetak). Hal ini dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21 : Presentase gaya dalam pada metode konvensional dan metode pracetak

Gaya Dalam	Presentase
V_u (N)	21% Lebih rendah dari metode konvensional
M_u (N.mm)	25% Lebih rendah dari metode konvensional

(Sumber : *MS Office Student 2021* , 2025)

Pada Tabel 21 mengindikasikan bahwa metode pracetak memberi respons berbeda terhadap beban lateral dan distribusi gaya, dibandingkan dengan desain monolit. Kekakuan yang terjadi pada pelat konvensional didesain secara monolit sehingga mempengaruhi momen yang terjadi.

2. Penulangan yang ada pada elemen konvensional dan pracetak memiliki kesamaan. Akan tetapi pada pracetak memiliki tulangan akibat pengangkatan/*erection*.
3. Hasil dari simpangan didapatkan perbedaan dimana nilai terbesar terjadi pada lantai 2. Sehingga didapatkan presentase pada Tabel 22.

Tabel 22 : Presentase simpangan dan drift

Smpangan	Presentase
Arah X	17% Lebih rendah dari metode konvensional
Arah Y	21% Lebih rendah dari metode konvensional
<i>Drift</i>	Presentase
Arah X	21% Lebih rendah dari metode konvensional
Arah Y	21% Lebih rendah dari metode konvensional

(Sumber : *MS Office Student 2021* , 2025)

Pada Tabel 22 metode pracetak memiliki nilai presentase yang lebih rendah dari metode konvensional. Hal ini dikarenakan perubahan kekakuan total yang bekerja pada struktur pada saat dibebani secara elastis.

5. Saran

Pada penelitian ini tidak dilakukan kontrol nonlinear, sehingga perlu adanya kontrol lanjutan terkait struktur. Perilaku struktur hanya ditinjau secara linier. Untuk penelitian berikutnya bisa dilakukan analisis non linier untuk mengetahui perilaku struktur lebih lanjut.

6. Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, "Penduduk, Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Surabaya, 2024."
- [2] H. Chandra Koesoema, W. Kushartomo, and D. A. Prabowo, "Analisis Penggunaan Beton Pracetak Di Proyek Pembangunan Mall Xyz Kota Wisata," 2023.

- [3] A. Ari Prasetya Wicaksana and H. Dani, "Perbandingan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pada Pelaksanaan Pelat Lantai Metode Konvensional Dengan Precast Pada Bangunan Ruko Northwest Citraland Surabaya," 2023.
- [4] R. Chang, N. Zhang, and Q. Gu, "A Review on Mechanical and Structural Performances of Precast Concrete Buildings," Jul. 01, 2023, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/buildings13071575.
- [5] Aan Andriawan and Winna Tan, "Analisis Perbandingan Beton Pracetak Prategang Dengan Beton Konvensional Ditinjau Dari Aspek Biaya Dan Waktu (Studi Kasus: Rumah Tinggal 2 Lantai Perumahan Permata River View)," 2021.
- [6] H. Ruanda, M. Cakrawala, C. Aditya, and C. E. Java, "Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Metode Konvensional Dan Pracetak (Studi Kasus: Cluster Villa Puncak Landung Sari Malang)," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 5, no. 1, 2025.
- [7] Ihsanudin Andi Sukirno, "Studi Perbandingan kekuatan Beton Pracetak dan Beton Cor Pada Proyek Gedung Bertingkat," 2025.
- [8] M. Ye, J. Jiang, H. M. Chen, H. Y. Zhou, and D. D. Song, "Seismic behavior of an innovative hybrid beam-column connection for precast concrete structures," *Eng Struct*, vol. 227, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.engstruct.2020.111436.
- [9] *PCI design handbook : precast and prestressed concrete*, 6th ed. Chicago: Precast/Prestressed Concrete Institute, 2005.
- [10] Manuel Buitrago *et al.*, "Failure Analysis After The Progressive Collapse Of A Precast," 2024.
- [11] A. Devania, A. Rudi Hermawan, J. Teknik Sipil, P. Negeri Jakarta, J. G. Siwabessy, and K. U. Baru, "Modifikasi Struktur Gedung Dengan Beton Pracetak Pada Apartemen The Conexio," 2020.
- [12] *ACI 318M-14*. American Concrete Institute, 2015.
- [13] Badan Standarisasi Nasional, SNI 1726 Tahun 2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, and Jakarta: Badan standarisasi nasional, "SNI 1726 Tahun 2019," 2019, [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [14] Badan Standarisasi Nasional, SNI 1727 Tahun 2020 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, and Jakarta: Badan standarisasi nasional, "SNI 1727 Tahun 2020," 2020.
- [15] Badan Standarisasi Nasional, SNI 2847 Tahun 2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, and Jakarta: Badan standarisasi nasional, "SNI 2847 Tahun 2019," 2019.
- [16] J. D. . Holmes and Richard. Weller, *Design wind speeds for the Asia-Pacific region*. Standards Australia International, 2002.